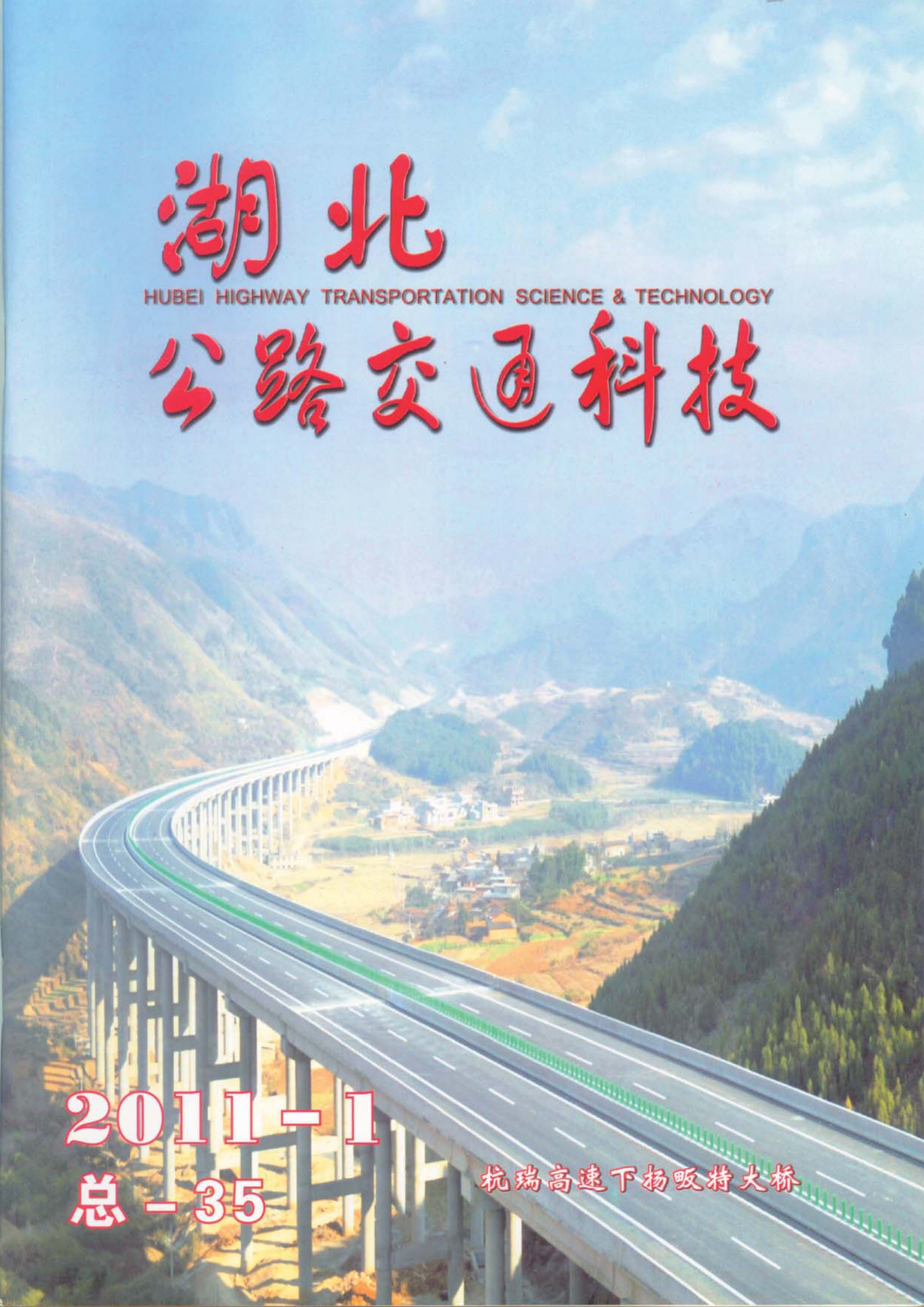
# 湖北公路交通科技

HUBEI HIGHWAY TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY

2011-1
总-35



杭瑞高速下扬畈特大桥

# 学会活动

XUE HUI HUO DONG

湖北省公路学会秘书长座谈会



章征春副理事长主持会议



董松年副理事长作工作报告





会议代表交流







座谈会现场

# 湖北公路交通科技

（季　刊）

2011 年第 1 期（总 35 期）

2011 年 3 月出版

**主　管：**

湖北省交通运输厅

**主　办：**

湖北省公路学会

湖北省交通运输厅公路管理局

**工作支持单位：**

武汉大学

华中科技大学

湖北省高速公路管理局

湖北省高速公路集团有限公司

中交第二公路勘察设计研究院

湖北省交通规划设计院

湖北省交通职业技术学院

湖北省公安厅交警总队



**编委会成员：**

主 任 委 员：黄大元

副主任委员：马立军　范建海　石先平
谢　强　白山云　董松年
汪继泉　董玉麟　鲁鉴昌
曹士德　詹建辉　王进思

编　　委：章征春　祁汉顺　杨运娥
杨耀铨　徐文学　张昌伟
周文卫　阮治川　毋润生
宛劲松　游金梅　蔡少渠

**编辑部成员：**

主　　编：董松年

副 主 编：毋润生　顾任安　赵全安　徐阳生

责任编辑：彭永东



本刊地址：湖北省武汉市建设大道 384 号

承印单位：湖北省交通运输厅公路管理局印刷厂

邮　　编：430030

电　　话：（027）83461727

传　　真：（027）83461380

电子邮箱：glxh@hbjt.gov.cn

（2008）湖北省内部资料

准印证第 2108/SG

内部资料　免费赠阅


# 目　次

## 道路工程


1、路面维修养护技术……黄颂昌（2）

维修养护的重要性和现状

维修养护的概念和理念

沥青路面养护新技术

2、沥青路面再生技术适应性分析 ……黄颂昌（26）

再生技术发展概况

再生技术分类

再生混合料路用性能

再生技术适用性分析

国内应用情况和实例

3、温拌沥青混合料技术研究与应用 ……黄颂昌（42）

温拌沥青混合料技术概况

中国温拌技术研究与应用

研究结论

适用场合

结语

4、巴东县溪丘湾边坡稳定性分析与支护设计

…… 程谦明　张占荣（56）


## 综合


5、杭瑞高速公路对武汉城市圈“两型社会”经济发展的影响

……扈永胜（62）


封面：杭瑞高速下扬畈特大桥

封二：湖北省公路学会秘书长座谈会

封三：杭瑞高速公路剪影

封底：杭瑞高速通山段

# 路面维修养护技术

黄颂昌副总工
交通部公路科学研究院

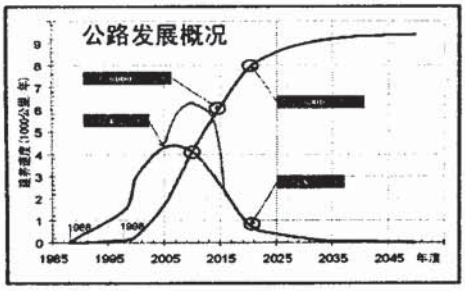
一、维修养护的重要性和现状

二、维修养护的概念和理念

三、沥青路面 养护新 技术

## 一、维修养护的重要性和现状

维修养护的重要性




## 维修养护的重要性

◆公路建设和养护是公路发展的两大主题

◆公路建设是创造财富，养护管理则是保护财富。

◆公路建设是前提，养护管理是保障。

## 维修养护的重要性

在2006年5月11日召开的全国养护管理工作会议上，冯正霖副部长强调：

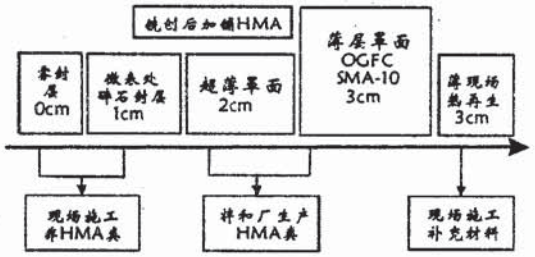
要坚持"建设是发展，养护管理也是发展，而且是可持续发展"的理念，把各项养护管理工作措施落到实处。

养护是建设的延续。良好的养护可以有效延长公路使用寿命，降低全寿命周期成本。

## 路面养护技术包括

- （1）路面养护管理技术路面检测技术、路面评价技术、路面养护决策技术、路面数据库技术等。
- （2）路面养护工程技术路面养护设计技术，路面预防性养护技术、路面修复技术、路面翻修技术、路面重建技术。

## 预防性养护技术（0-3工程）




## 预防性养护技术（0-3技术）

0CM雾封层还原剂封层

1CM稀浆封层微表处碎石封层

2CM超薄罩面

3CM薄层罩面（SMA-10、OGFC-10等）

薄就地热再生

## 预防性养护技术

没有最好的方法，

只有最适宜的方法。

## 路面维修养护新理念

1)要加强预防性养护

2)要养护良好的路面

不要维修已损坏路面

## 预防性养护技术

在最恰当的**时机**，

用最合适的**方案**，

达到最理想的**目标** ！

冯正霖副部长在5月11日的全国公路养护管理工作会议上要求：要全面推行预防性养护。

各级交通部门要从贯彻落实科学发展观、建设节约型行业的高度，充分认识推行预防性养护的重要性和紧迫性，实现全寿命周期公路养护成本最小化。

## 路面修复

用来修复路面的局部损坏或某种特定病害的维修作业。

路面修复通常用于已经发生损坏，但还只属于局部损坏状态的路面。

## 路面修复技术的种类

路面坑洞修补

车辙填补

路面局部铣刨罩面（局部松散）

## 路面翻修

沥青路面的损坏已发展到路面的大部分面积，已发生全面性、结构性的破坏，从而需要在一定深度内进行面层的再生或铣刨重铺的维修作业。

## 路面翻修技术的种类

路面现场再生

路面铣刨重铺

## 路面重建

沥青路面的损坏由于没有得到及时的维修，从而发展为路面各结构层的损坏，这时不仅路面的面层，而且基层、底基层，甚至于路基也需进行维修，这样的维修作业称为重建；

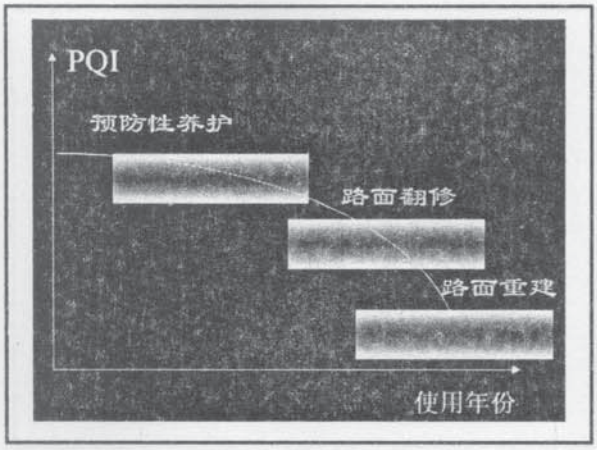
或路面达到设计年限,路面需重建；

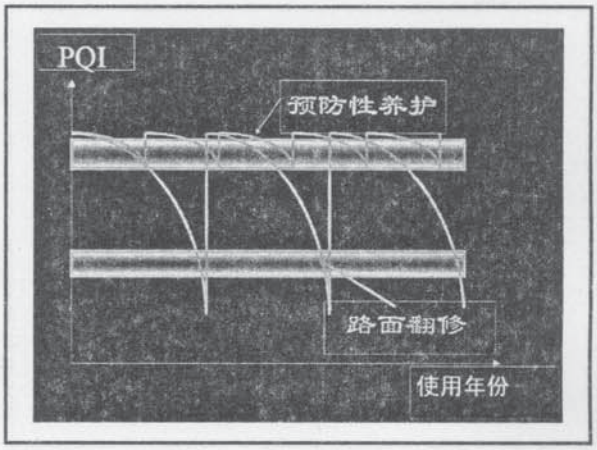
或交通量迅速增长,路面需重建。

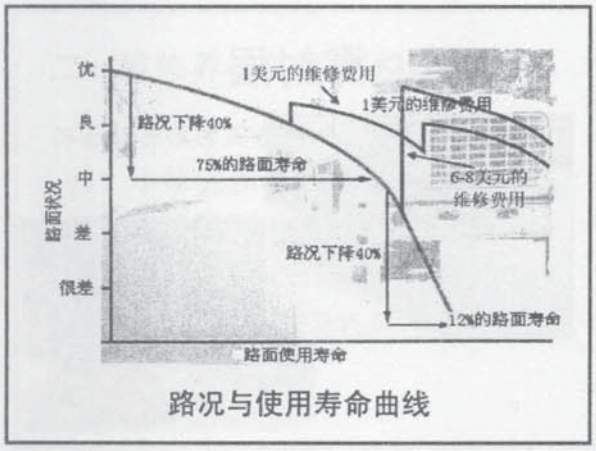
## 路面重建技术的种类

路面铣刨重铺

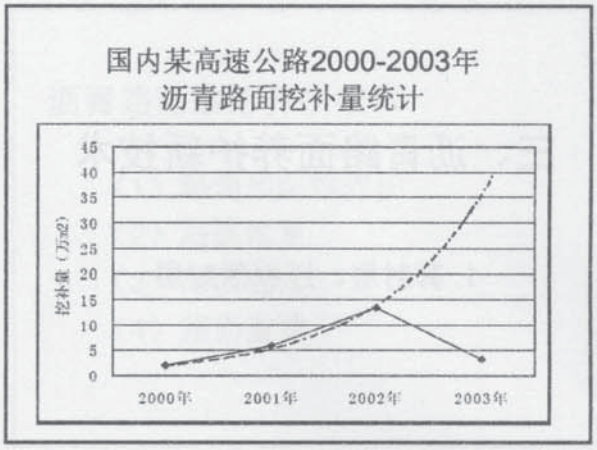
路面全深式再生（现场冷再生）

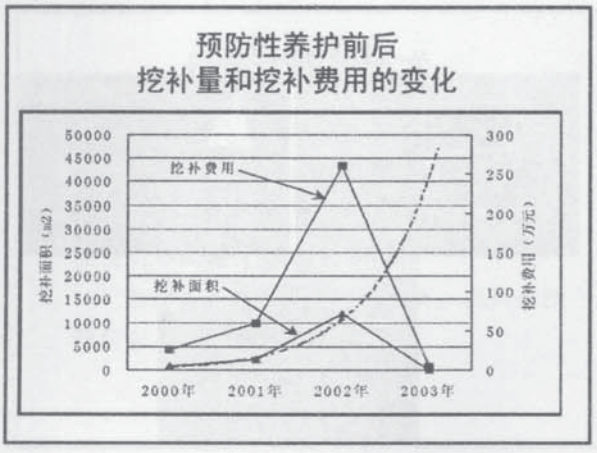


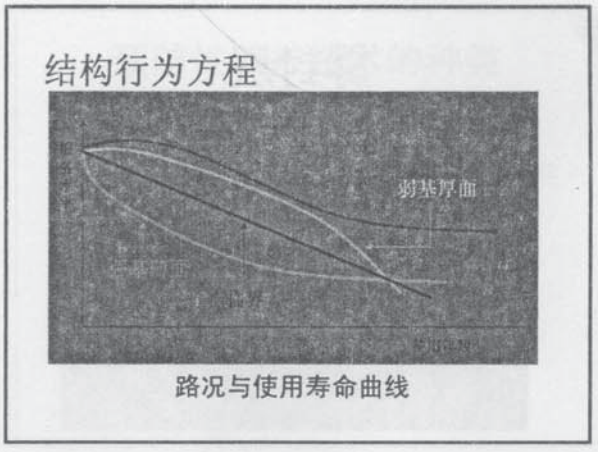



路况与使用寿命曲线



路况与使用寿命曲线

要全面加强路况检测评定等基础性工作，定期开展路面、桥梁技术状况调查，不断完善、更新路况数据库，及时掌握路面、桥梁的使用状况。

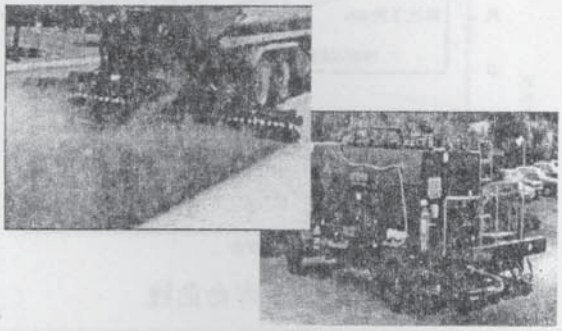
要充分应用计算机技术，开发建立适合本地实际的路面、桥梁管理评价信息平台，科学分析公路桥梁技术状况的衰减规律，分轻重缓急，科学制定预防性养护计划。

要加大预防性养护的投入，保证预防性养护的时效性，避免由于资金不到位，错过了养护最佳时机。积极推广应用预防性养护的新设备、新技术和新工艺，逐步实现检测自动化、分析数字化、管理信息化、决策科学化。

## 三、沥青路面养护新技术

1. 雾封层、还原剂封层

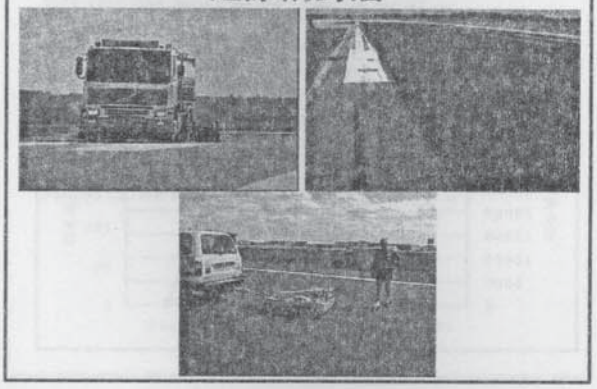
### 雾封层



### 雾封层



### 还原剂封层



## 路面养护技术现状

在路面养护管理技术方面，总体水平仍较为落后。

◆检测　配备的路况检测设备和手段落后或数量不足，不能及时采集和更新数据；

◆决策　没有真正建立起预防性养护的理念，往往错过最佳养护时机；仍然实行"坏路优先"的原则；决策不够科学，不能做到有针对性的采取合理的养护措施。

## 路面养护技术现状

在路面养护工程技术方面，总体水平也较为落后。

◆维修养护技术研究工作和标准规范制修订工作滞后，不能满足公路养护的实际需要。

◆采用的养护技术仍以补坑和铣刨罩面等传统手段为主，措施单一，针对性不强，养护成本高，效果不佳。

## 二、维修养护的概念和理念

沥青路面维修养护技术

（1）小修保养（日常保养、小修）

（2）中修工程（整段加铺面层、罩面）

（3）大修工程（翻修、补强）

（4）改建工程（整段提高公路等级）

## 沥青路面维修养护技术

（1）路面预防性养护

（2）路面修复

（3）路面翻修

（4）路面重建

## 预防性养护技术

为了防止路面轻微病害的进一步扩展，以减缓路面使用性能进一步恶化与延长路面使用寿命为目的的养护作业。

通常用于路面没有发生损坏，或只有轻微病害与病害迹象的路面。

## 预防性养护技术的种类

表面封层

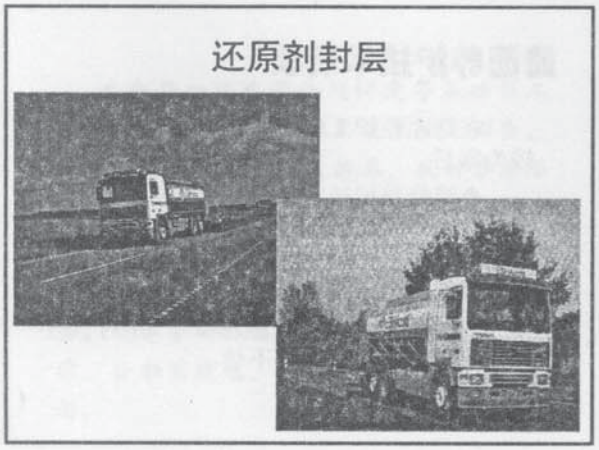
雾封层　还原剂封层　碎石封层

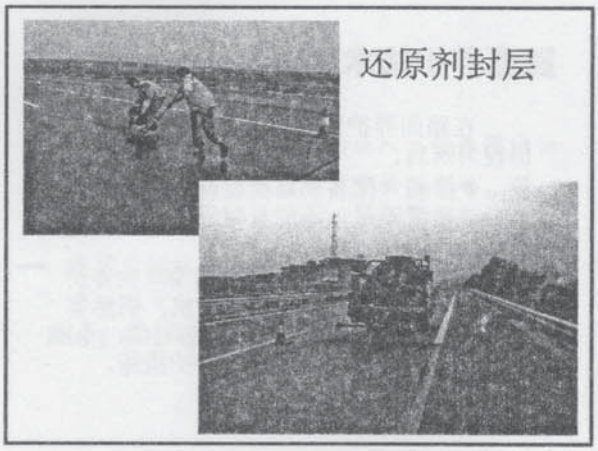
稀浆封层　微表处　复合封层

薄层罩面　超薄罩面

就地热再生

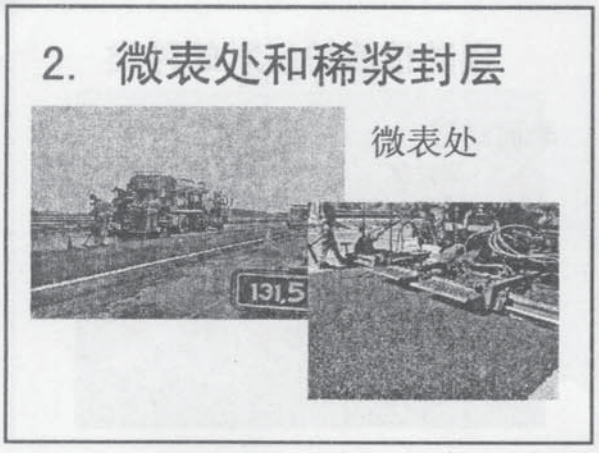
裂缝封缝

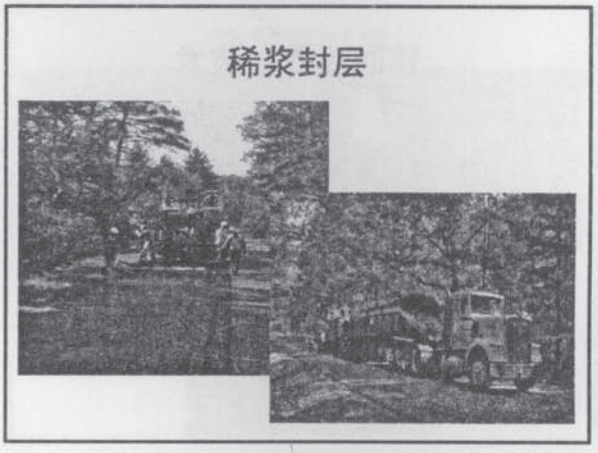

还原剂封层


还原剂封层


还原剂封层


雾封层、还原剂封层


2. 微表处和稀浆封层
微表处
131.5


稀浆封层

微表处技术七十年代在欧洲出现，八十年代进入美国，如今已经成为美国、加拿大、欧洲等很多国家公路的主要养护手段之一。

微表处之所以在国外得到了广泛应用，因为它具有以下的技术优点：

1、具有高抗磨耗和高抗滑性能，适用于交通量大的路面。

2、可完成路面构造恢复、车辙填补等功能。

3、具有很好的封层效果，可以有效防止水的下渗，保护路面结构。

4. 在路面强度满足要求的前提下，优质微表处使用寿命可达6～9年。

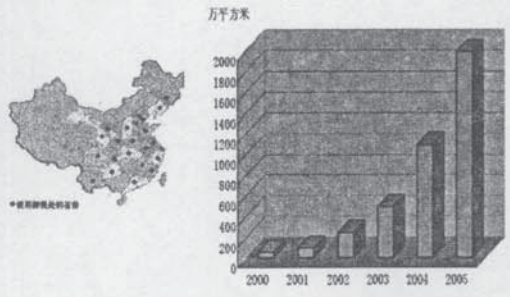
5. 开放交通快，可在施工后0.5～1小时内开放交通。

6. 可应用于沥青路面和水泥路面。

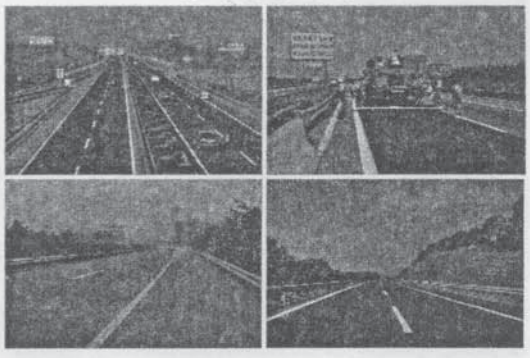
## 微表处在我国的应用

从1999年开始进行微表处技术研究和推广应用以来，微表处技术的优越性已经得到广大公路工作者的认可，并在我国的全国近三十个省市，100多条高速公路的路面养护中得到应用。

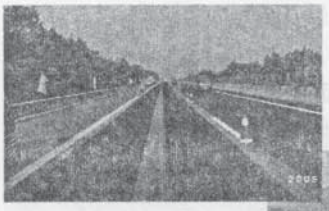
## 微表处应用

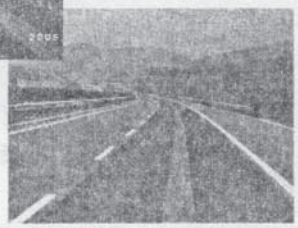



## 微表处应用



## 微表处应用



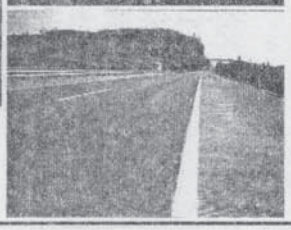


车辙填补

## 微表处应用







桥面微表处

## 微表处应用







隧道微表处

## 微表处技术

经过大量研究和实践总结，编写了我国微表处技术的规范和指南：

1、《公路沥青路面施工技术规范》
--JTG F40—2004

2、《微表处和稀浆封层技术指南》
--2005

## 改性乳化沥青技术要求

| 项目 | | BCR |
|---|---|---|
| 筛上剩余量 | 不大于（%） | 0.1 |
| 电荷 | | 阳离子（+） |
| 粘度 | 恩格拉粘度计$E_{25}$ | 3~30 |
| | 沥青标准粘度计$C_{25,3}$ | 12~60 |
| 蒸发残留物含量 | 不小于（%） | 60 |
| 蒸发残留物性质（直接加热法） | 针入度（100g,25℃,5s）0.1mm） | 40~100 |
| | 延度(5℃5cm/min) 不小于（cm） | 20 |
| | 软化点(环球法) 不小于（℃） | 53（57） |
| | 溶解度（三氯乙烯不小于（%） | 97.5 |
| 储存稳定性 | 1天 不大于（%） | 1 |
| | 5天 不大于（%） | 5 |

## 我国微表处用集料技术要求

| | 项目 | 标准 | 试验方法 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 粗集料 | 石料压碎值 不大于（%） | 26 | T0316-2000 | |
| | 洛杉矶磨耗损失不大于（%） | 28 | T0317-2000 | |
| | 石料磨光值 不小于（BPN） | 42 | T032]-1994 | |
| | 坚固性 不大于（%） | 12 | T0314-2000 | |
| 细集料 | 坚固性 不大于（%） | 12 | T0340-1994 | >0.3mm部分 |
| 合成矿料 | 砂当量 不小于（%） | 65 | T0334-1994 | 合成矿料中<4.75mm部分 |

## 微表处矿料级配范围

| 级配类型 | 通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%） | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| MS-II型 | 100 | 90-100 | 65-90 | 45-70 | 30-50 | 18-30 | 10-21 | 5-15 |
| MS-III型 | 100 | 70-90 | 45-70 | 28-50 | 19-34 | 12-25 | 7-18 | 5-15 |
| 允许波动范围 | ±5% | ±5% | ±5% | ±5% | ±5% | ±4% | ±3% | ±2% |

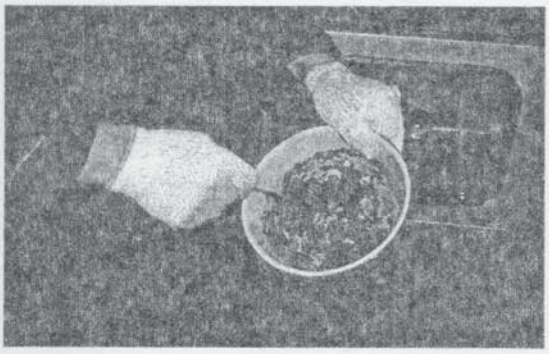
注：III型级配适用于高速公路、一级公路的微表处罩面以及用于车辙填充；II型级配适用于二级及二级以下公路和中等交通量道路的微表处罩面。

## 微表处混合料设计

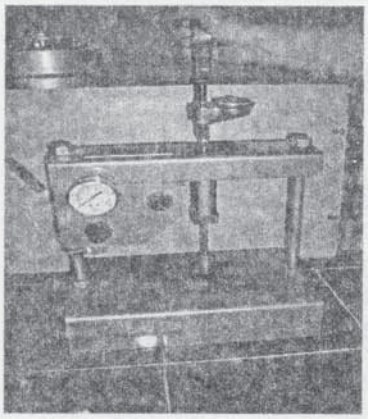
微表处混合料施工性能
- 可拌和时间
- 成型时间

微表处混合料路用性能
- 湿轮磨耗试验
- 负荷车轮粘附砂试验
- 轮辙变形试验
- 配伍性分级试验

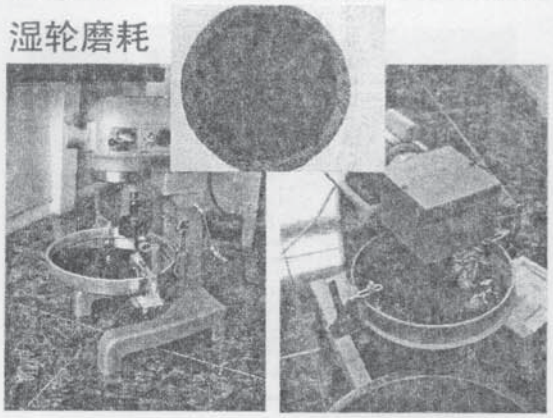
## 可拌和时间



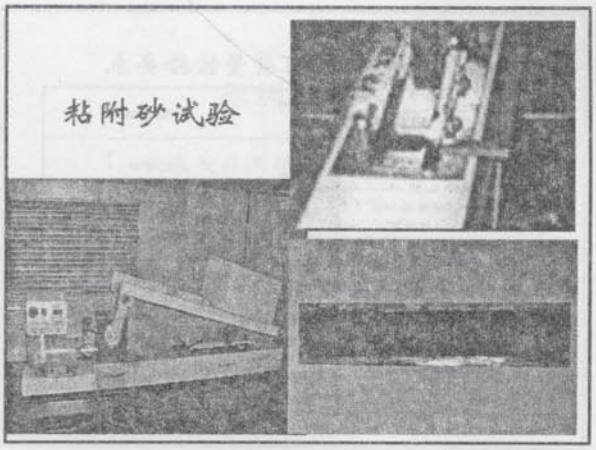
## 粘聚力试验

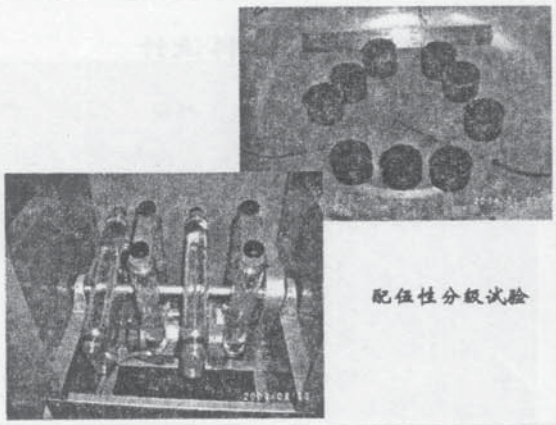


## 湿轮磨耗



## 粘附砂试验





配伍性分级试验

## 微表处混合料设计指标

| 实 验 | 标 准 | 方 法 |
|---|---|---|
| 可拌和时间（25° C）时间 不小于 (s) | 120 | 附录A.1 |
| 粘聚力试验(N.m) 不大于<br>30min<br>60min | 1.2<br>2.0(至少切等成型) | 附录A.3 |
| 负荷车轮粘附砂量 不大于(g/m²) | 450 | 附录A.5 |
| 湿轮磨耗损失 浸水1小时 不大于 (g/m²)<br>浸水6天 不大于 | 540<br>800 | 附录A.4 |
| 轮辙变形试验的宽度变化率[1] 不大于(%) | 5 | 附录A.6 |

## 微表处施工与质量控制

微表处的施工

（1）微表处施工前必须采用工程实际使用的材料对摊铺车进行标定。

（2）每个施工工作日都应检测集料料的含水量，并据此及时调整摊铺车的设定（细集料的湿涨性质）。

## 微表处施工质量控制

微表处施工前的材料质量检查与要求

| 材料 | 检查项目 | 要求值 | 检验频率 |
|---|---|---|---|
| 改性乳化沥青 | 微表处用改性乳化沥青技术要求设计的各项指标 | 符合设计要求 | 每批到货1次 |
| 矿料 | 砂当量 | 符合设计要求 | 每批来料1次 |
| | 级配 | | 每批来料1次 |
| | 含水量 | 实测 | 每天一次 |

## 微表处施工过程质量检验要求

| 项目 | 要求 | 检验频率 | 检验方法 |
|---|---|---|---|
| 稠度 | 适中 | 1次/100m | 经验法 |
| 油石比 | 设计油石比±0.3% | 1次/日 | 三组检验法 |
| 矿料级配 | 符合设计要求 | 1次/日 | 拌缸过程中从骨料输送带末端接出集料筛分 |
| 外观 | 表面平整、均匀，无离析，无划痕 | 全线连续 | 目测 |
| WTAT<br>浸水1h<br>浸水6d | 不大于540g/m²<br>不大于800g/m² | 1次/周 | 见附录A.4 |

## 微表处竣工验收标准

| 项目 | | 检验频率 | 质量要求 | 方法 |
|---|---|---|---|---|
| 表观质量 | 外观 | 全线连续 | 表面平整、密实，均匀，无松散，无花白料，无轮迹，无划痕 | 目测 |
| | 横向接缝 | 每条 | 对接，平顺 | 目测 |
| | 纵向接缝 | 全线连续 | 宽度<80mm<br>不平整<6mm | 目测或用尺量<br>3m直尺 |
| | 边线 | 全线连续 | 任一30m长度范围内的水平线与不得超过±50mm | 目测或用尺量 |
| 抗滑性能 | 摆值 $F_B$(BPN) | 5个点/km | 符合设计要求 | 摆式仪 |
| | 构造深度 TC(mm) | 5个点/km | 符合设计要求 | 铺砂法 |
| 渗水系数 | | 10ml/min | 3个点/km | T0971 |
| 厚度 | | ±10% | 3个点/km | 找小机测量 |

## 微表处的适用范围和对原路面的技术要求

微表处是一种预防性的养护方法，即在路基路面结构强度充足，而仅仅是出现了表面功能衰减、轻微车辙和不平整时，为了恢复路面服务功能而采取的一种养护方法。

通过研究，结合国内外的相关技术标准，提出了我国微表处施工前原路面应满足以下要求：

(1) 原路面必须有充足的结构强度。原路面结构强度不足的，必须根据具体情况选择合适的方法进行补强。

(2) 原路面15mm以下的车辙，可直接进行微表处；

深度15mm—25mm的车辙应首先进行微表处车辙填充，然后再进行微表处罩面，也可采用双层微表处；

深度25mm—40mm的车辙应首先采用多层微表处车辙填充；

深度40mm以上的车辙，建议采用其它方法修复车辙后再进行单层微表处。

(3) 原路面宽度大于5mm的裂缝应首先进行灌缝。

(4) 原路面的拥包等隆起型病害应在微表处前进行处理。

(5) 原路面的坑槽等病害必须进行彻底挖补，否则病害很快会反映到微表处表面上来。



未处理的原路面唧浆迅速发展到微表处层

### 强调二点：

1、微表处施工经验非常重要。

2、开工前必需有试验报告。

微表处正式施工前，承包商应向业主、监理提供详实的技术资料，包括：

(1) 混合料设计报告。内容包括:a.乳化沥青技术指标；b.集料技术指标、矿料级配；c.混合料配合比和技术指标；

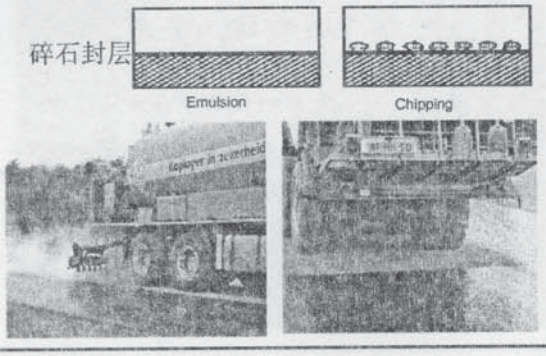
(2) 混合料设计复核报告。由有设计经验的第三方对混合料设计报告进行试验验证。

(3) 混合料设计变更报告。

(4) 微表处摊铺车标定报告。

(5) 材料检测报告。

## 3、碎石封层技术



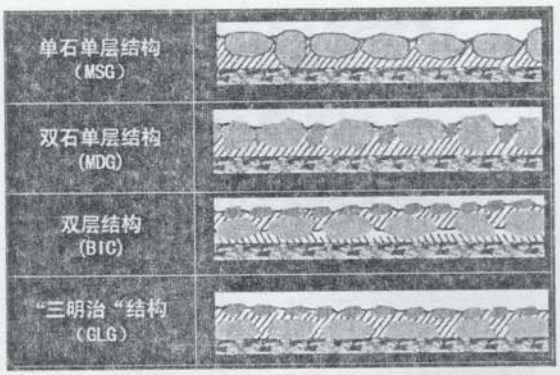

碎石封层



## 碎石封层

碎石封层按施工层次的多少分为：

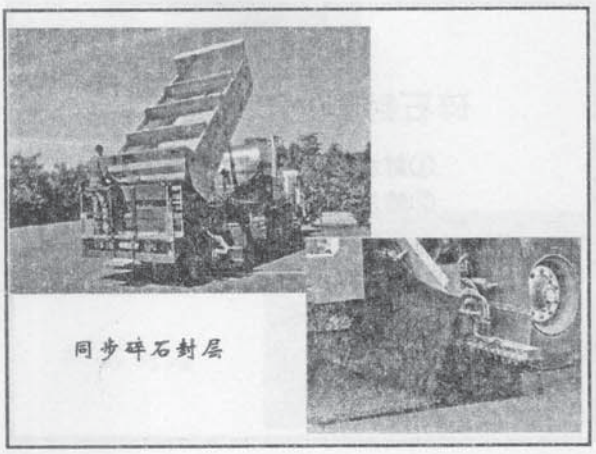
- 单层碎石封层
- 双层碎石封层
- 多层碎石封层

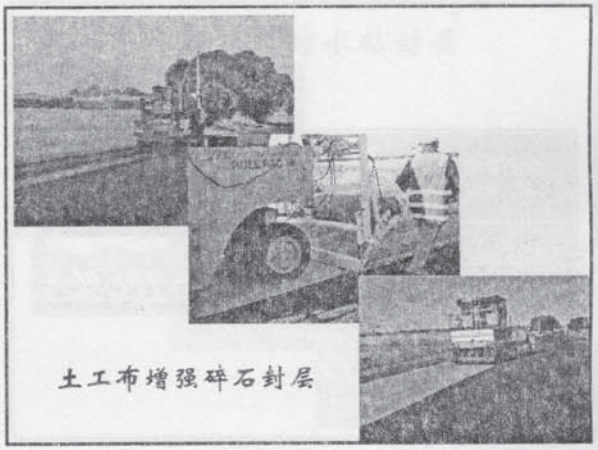


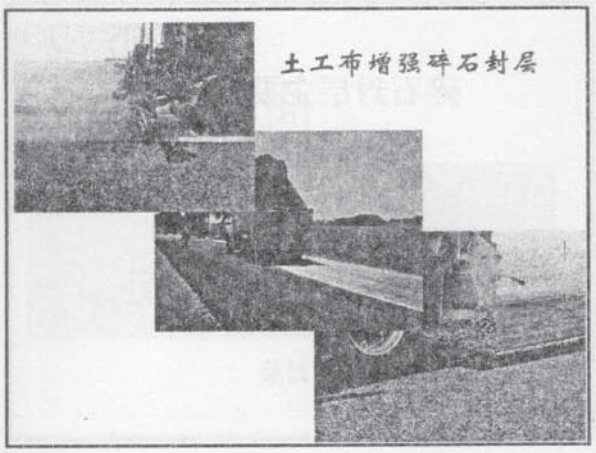

## 碎石封层

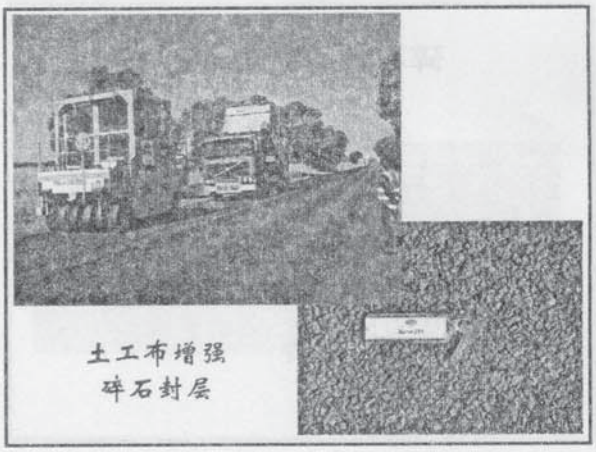
按施工工艺、材料、应用场合等的不同，碎石封层包括：

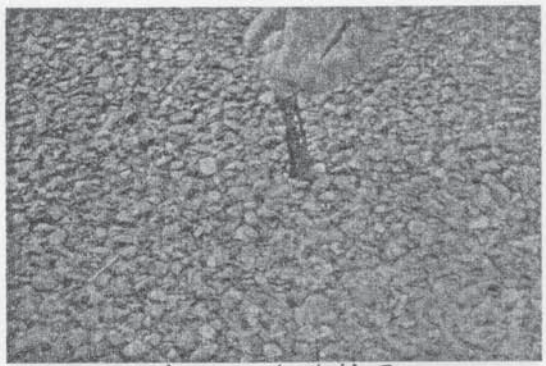
- 同步碎石封层
- 土工布增强碎石封层
- 应力吸收膜封层（SAM）
- 应力吸收膜粘结层（SAMI）


同步碎石封层


土工布增强碎石封层

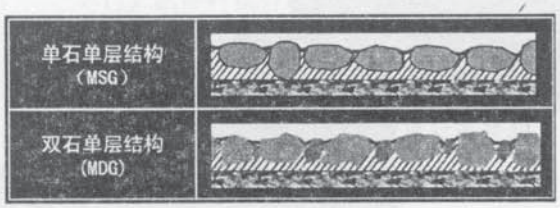

土工布增强碎石封层


土工布增强
碎石封层


应力吸收膜封层

碎石封层结构特点：

沥青是连续项，碎石紧密排列，嵌挤在沥青中。




## 碎石封层的技术优点

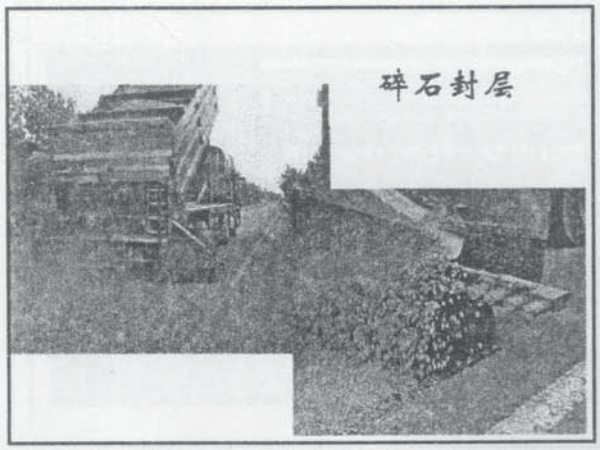
①封水效果好；
②随从变形能力强；
③卓越的抗滑性能；
④造价低廉；
⑤施工速度快。

## 碎石封层用结合料

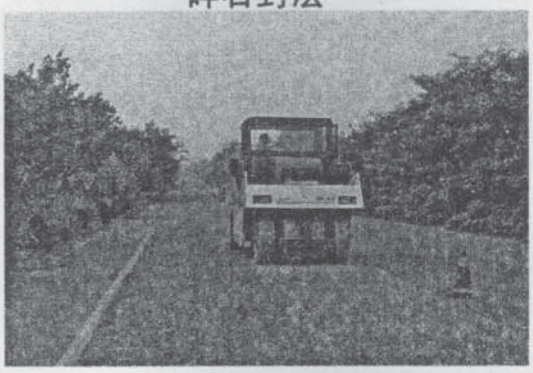
①稀释沥青
②乳化沥青
③改性乳化沥青
④改性沥青
⑤胶粉沥青

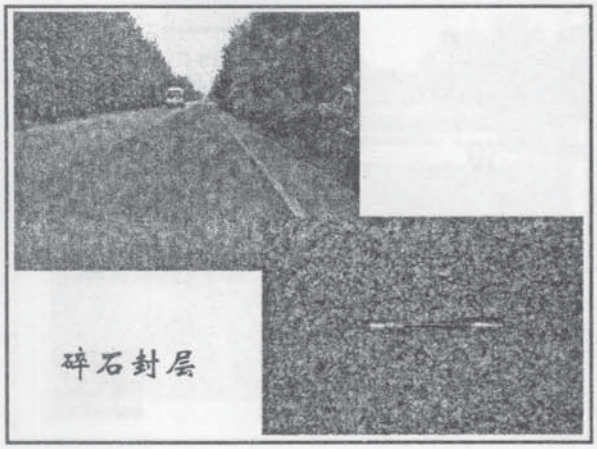
## 碎石封层主要用途

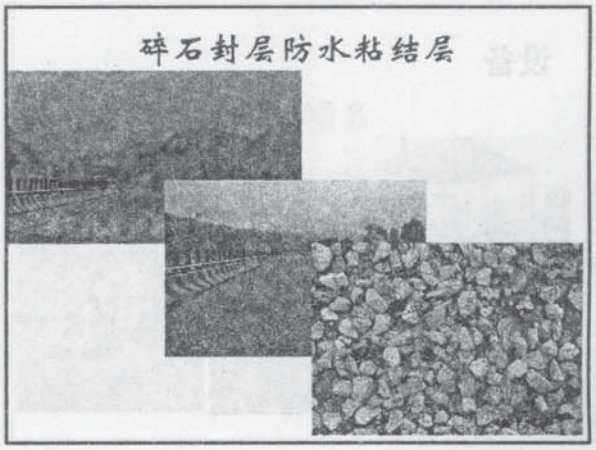
①道路养护罩面
②新建路面磨耗层
③新建中轻交通道路面层
④应力吸收膜粘结层
⑤路面下封层

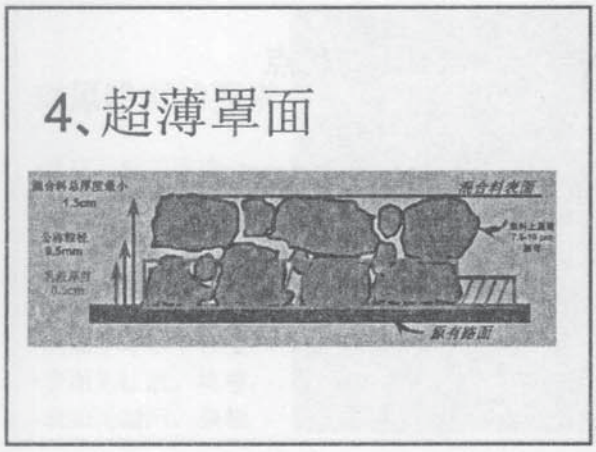


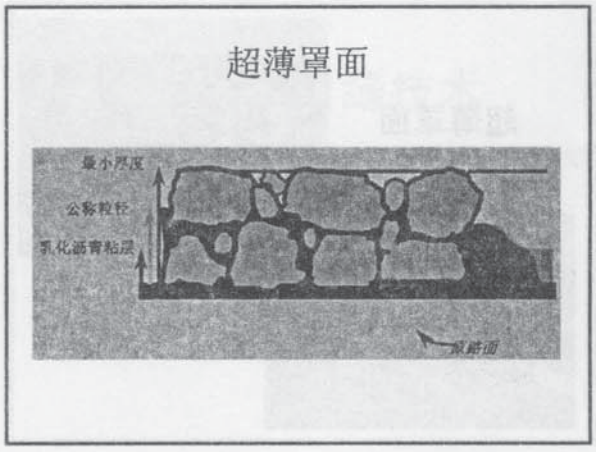

碎石封层

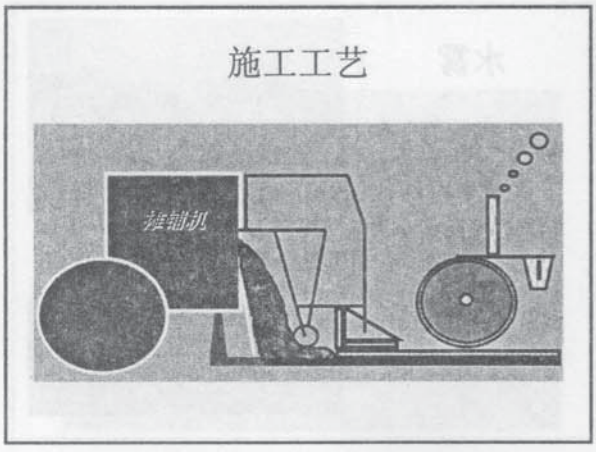


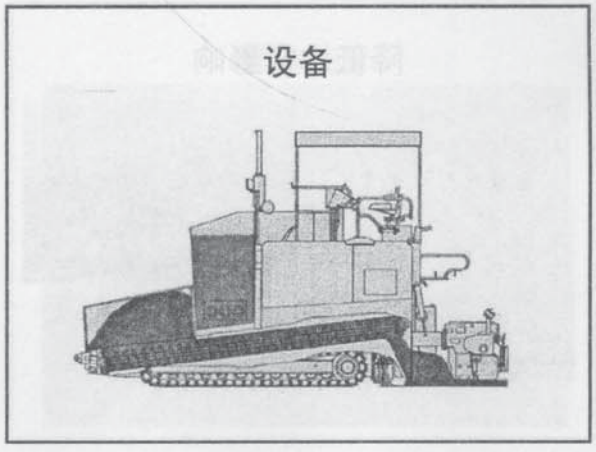

碎石封层

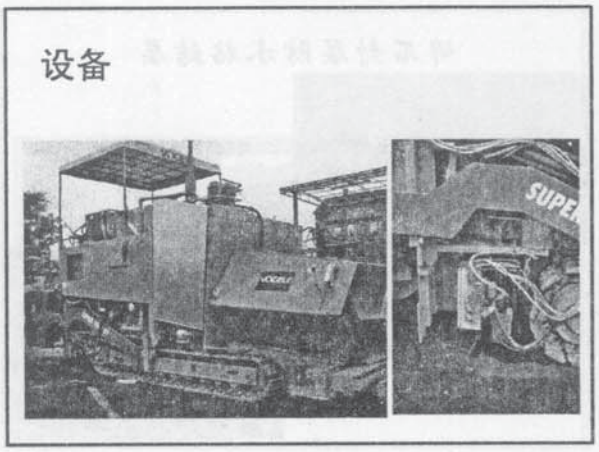

碎石封层防水粘结层

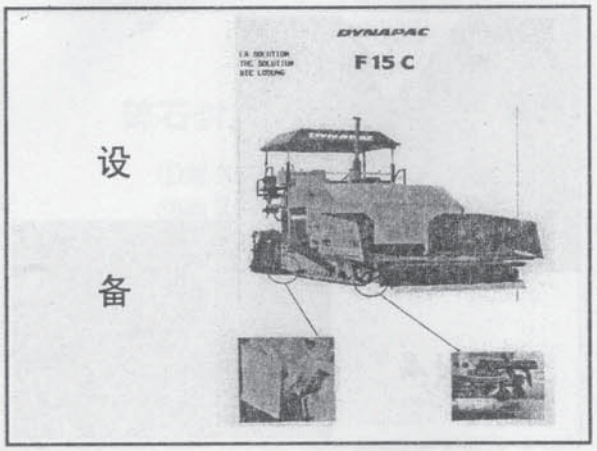

4、超薄罩面


超薄罩面
最小厚度
公称粒径
乳化沥青粘层
原路面

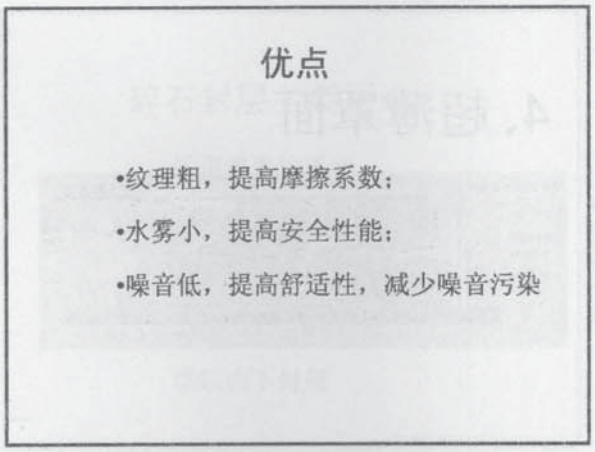

施工工艺
摊铺机


设备

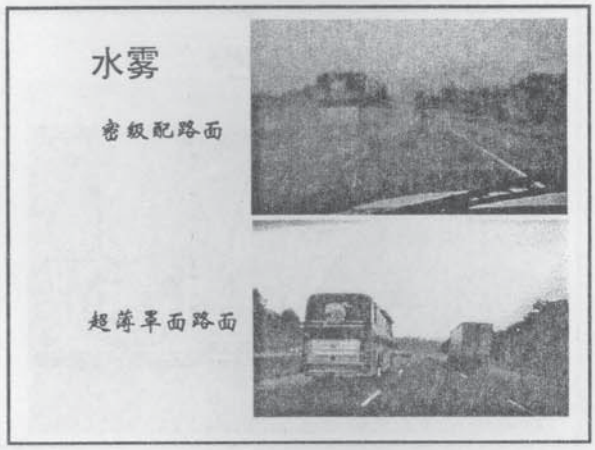

设备


DYNAPAC
F15C
设
备


超薄罩面

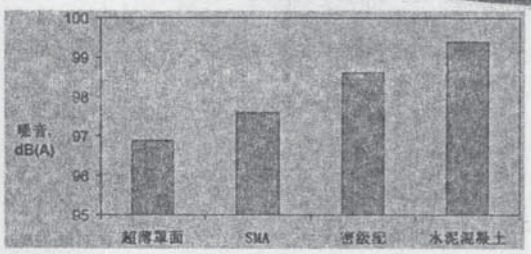

优点
•纹理粗，提高摩擦系数；
•水雾小，提高安全性能；
•噪音低，提高舒适性，减少噪音污染


降低水雾影响
密级配形成水雾
超薄罩面有较高能见度


水雾
密级配路面
超薄罩面路面

## NCAT 噪音测试






## 降低噪音

| 交通量为15万辆/日 | 降低分贝数 |
|---|---|
| 原路面为水泥路面 | 3.2 – 4.1 dB |
| 原路面为沥青路面 | 1.4 – 2.1 dB |

## 对原路面的要求

- 具有足够的强度；
- 路面车辙小于1.25cm；
- 裂缝进行了灌缝处理；
- 泛油中等以下程度；
- 表面无松散、坑槽；
- 表面无油污、杂物

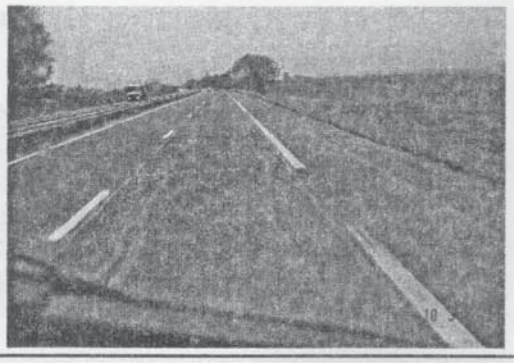


## 5. 路面裂缝封缝技术

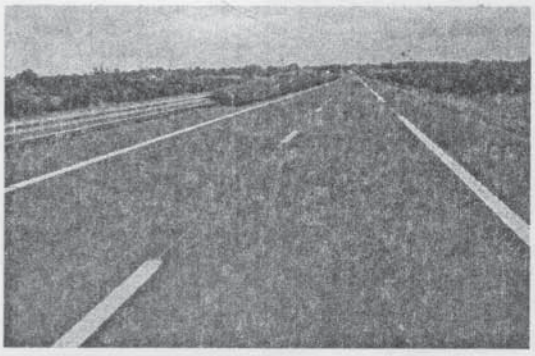
裂缝封缝技术

- 灌缝
- 贴缝

## 灌缝技术



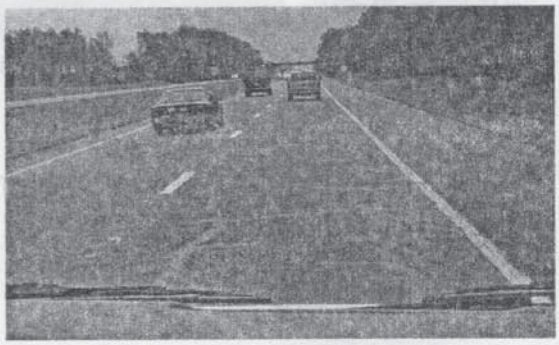
## 灌缝技术



灌缝技术



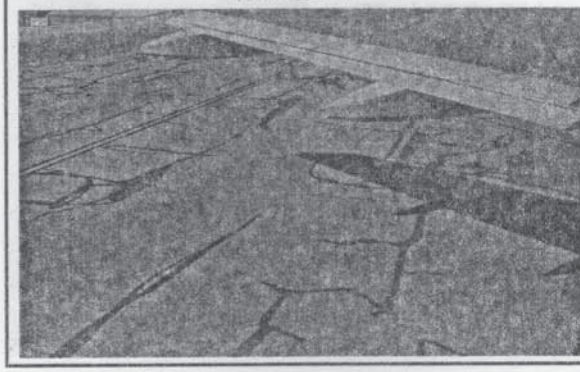
灌缝技术



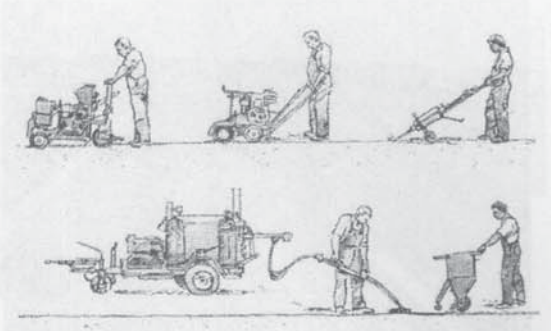
灌缝技术



灌缝技术



灌缝工艺



灌缝工艺

（1）裂缝扩宽。裂缝深宽比太小，无法给灌缝料和缝壁提供足够的接触面积，易造成灌缝料与缝壁脱开，且易被挤出；而如果深宽比太大，易造成灌缝料本身的破坏。

（2）裂缝清理。彻底清理裂缝中的灰尘和杂物，可保证灌缝材料与缝壁间的牢固粘结。可采用压缩空气和钢丝刷清理裂缝。

## 灌缝工艺

（3）裂缝加热。将裂缝加热一方面可以清除裂缝中的水分，另一方面可以使裂缝缝壁温度接近灌缝料温度，这都将有助于灌缝料的粘结。

（4）灌缝。一般采用专用的灌缝机进行该项作业。为了防止车轮粘起灌缝材料，有时在灌入灌缝材料后还要在其上撒上砂子。

## 灌缝材料

（1）良好的耐久性。不具备耐久性的灌缝料将在较短的时间内硬化和产生裂纹，减弱填缝的作用。

（2）良好的延伸性和抗疲劳性能。路面的裂缝宽度会随着环境温度的变化而不断地变化，灌缝料也会随之伸缩，因此，灌缝材料应该具有一定的抗拉能力和抗疲劳能力。

## 灌缝材料

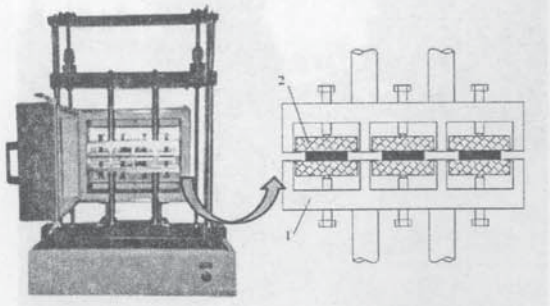
（3）良好的粘结力。灌缝材料只有与裂缝缝壁粘结牢固才能起到封水的作用，因此必须具有良好的粘结力，并能在与缝壁断开以后有自行修复的能力。

（4）良好的施工性能。灌缝材料在施工过程中应有良好的流动性，施工完成后能迅速终止流动。

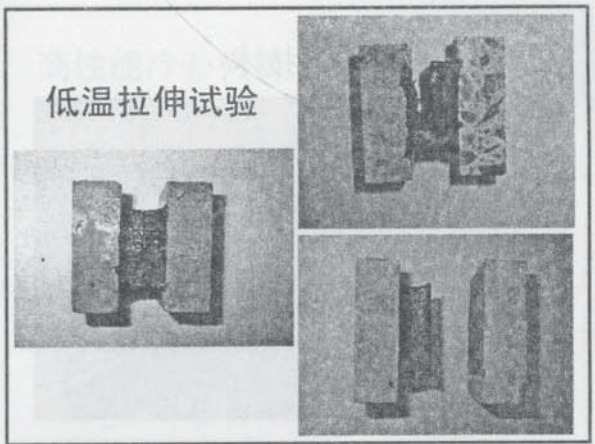
## 技术要求

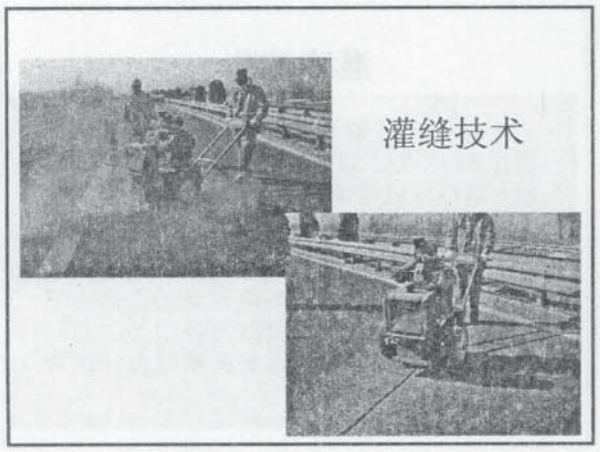
| 指标 | 高温型 | 普通型 | 低温型 | 严寒型 |
|---|---|---|---|---|
| 低温拉伸 | 0℃ /50%/3循环，一组3个试件全部通过 | -10℃/50%/3循环，一组3个试件，全部通过 | -20℃/50%/3循环，一组3个试件，全部通过 | -30℃/50%/3循环，一组3个试件，全部通过 |
| 锥入度 /0.1mm | <50 | 30~70 | 50~90 | 70~150 |
| 软化点/℃ | ≥90 | ≥80 | ≥80 | ≥80 |
| 流动值 /mm | ≤3 | ≤5 | ≤5 | ≤5 |
| 弹性恢复率/% | 30~70 | 30~70 | 30~70 | 30~70 |

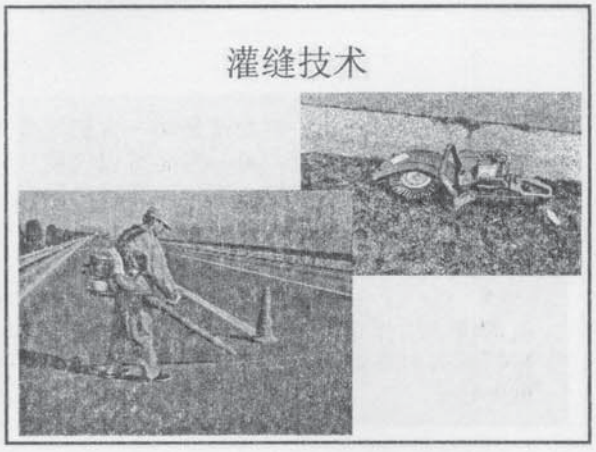
## 低温拉伸试验

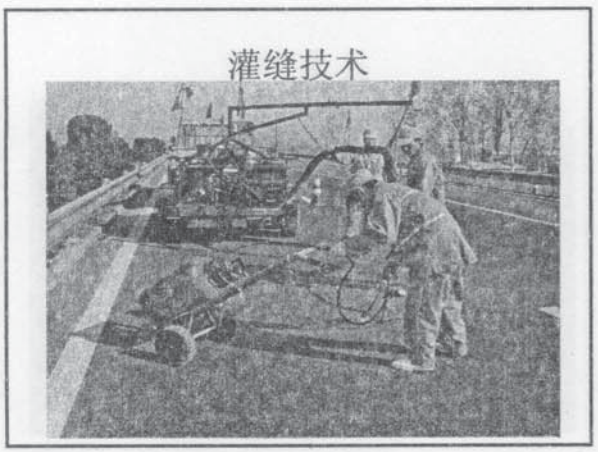


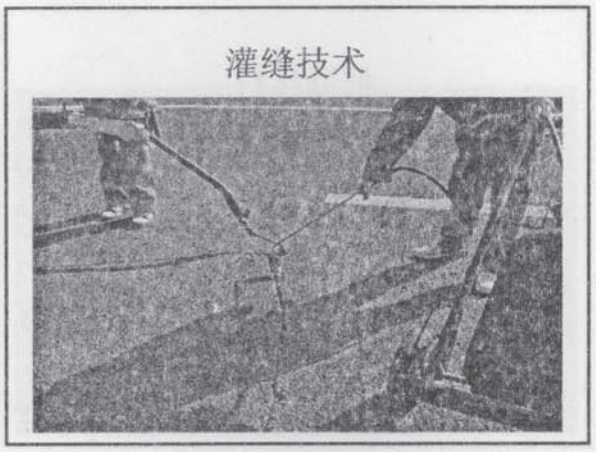

## 低温拉伸试验

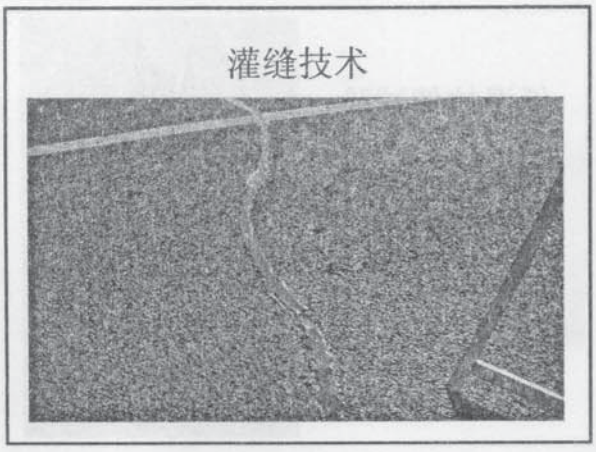



灌缝技术


灌缝技术


灌缝技术


灌缝技术


灌缝技术


灌缝技术

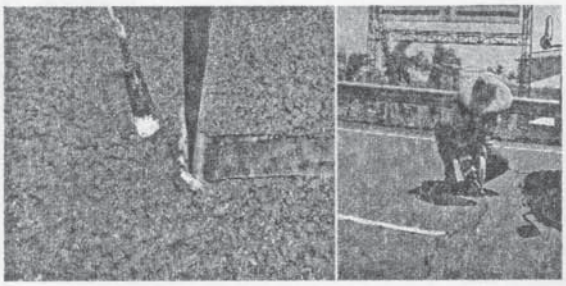
灌缝技术



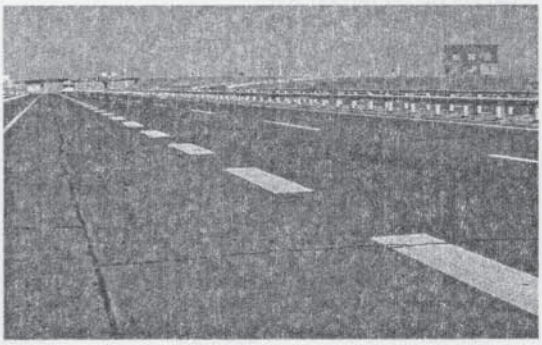
贴缝技术



贴缝技术



贴缝技术



## 6、高性能冷补材料

路面坑槽修补：

热补法－热拌沥青混合料

- ◆技术成熟、材料来源广泛、价格较低
- ◆对施工环境温度要求较高、雨雪天气不能施工　　冷补法－冷补沥青混合料
- ◆修补及时、施工便捷
- ◆全天候修补材料，不受低温、雨雪等天气影响

高性能冷补材料

冷补料组成

- ◆冷补液
- ◆矿料

## 高性能冷补材料

冷补液

基质沥青—A级沥青

隔离剂—“-20#-0#”普通柴油

添加剂

◆配制冷补液的关键原料

◆由多种聚合物组成，常温下呈液态油状

◆改善冷补液与骨料之间的粘附性能

◆促进强度形成

## 高性能冷补材料

级配－骨架空隙型

骨架嵌挤、开级配

◆骨架嵌挤提供初期强度抵御行车荷载

◆保证一定的空隙率促使隔离剂较快挥发加速强度形成

矿粉含量<5%

◆长期储存，性能保持稳定，满足施工和易性

## 高性能冷补材料

强度形成过程

◆初期强度主要由骨架嵌挤形成

◆随着时间推移，冷补液中的隔离剂逐步挥发，冷补液粘度增大，沥青结合料的粘结力增大

◆骨架嵌挤力和结合料粘结力共同作用形成最终强度

## 高性能冷补材料

基本性能

储存稳定性

成品料袋装密封储存，性能保持长期稳定

施工和易性

低温条件下仍有良好的施工性能

水稳定性

可在雨雪天气施工，具有良好的抗水损害能力

成型强度

经初步压实，即具有抵抗挤压和车辙的能力

## 高性能冷补材料

性能评价试验

◆粘附性试验

◆贯入试验

◆粘聚性试验

◆修正马歇尔试验

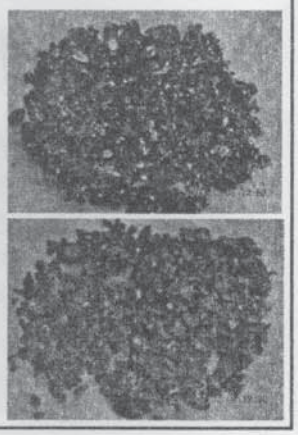
## 粘附性试验—粘附性

◆试验方法

取250克的冷补料放入沸水中，试验时以1周/秒的速率用玻璃棒搅拌，持续3分钟。目测粘附性等级。

◆性能指标

要求粘附性等级达到5级



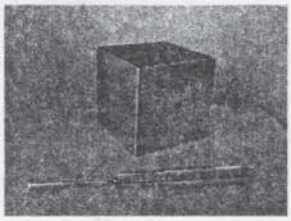
## 贯入试验－施工和易性

◆试验方法

- 取冷补料松散放入测试盒中，置于4℃的冰箱中保温3h；
- 用贯入强度仪测试，记录贯入强度仪上的读数，记为贯入强度。

◆性能指标

贯入强度在0.5~4之间



## 粘聚性试验－粘聚性

◆试验方法

- 取冷补料装入马歇尔试模中，放入4℃冰箱3h；
- 取出后双面各击实5次。脱模后称重并迅速放在标准筛上；
- 将标准筛直立并使试件沿筛框来回滚动20次，大约每秒一次；
- 打开筛盖，称取最大的一块的质量，计算残留率

◆性能指标

残留率≥60%



## 修正马歇尔试验－成型强度/残留稳定度

◆试验方法

取冷补料装入马歇尔试模中，双面各击实25次； 连同试模以侧面竖立方式置110℃烘箱中养生24h；

取出后再双面击实25次，再连同试模在室温中竖立放置6h；

脱模后在25℃恒温水槽中养生30min/48h，进行马歇尔试验。

◆性能指标

稳定度≥5kN

残留稳定度≥85%

## 高性能冷补材料

工程应用

已成功应用于高速公路、城市主干线、普通公路等的坑槽修补。

## 高性能冷补材料



## 沥青路面养护技术

没有最好，

只有最适宜。




## 报告主要内容

一、再生技术发展概况
二、再生技术分类
三、再生混合料路用性能
四、再生技术适用性分析
五、国内应用情况和实例

## 一、再生技术发展概况

### 国外概况

发达国家早在上个世纪初就开始研究沥青路面的再生技术。但真正的规模应用开始于上个世纪70年代。目前，沥青路面再生利用技术已经成为发达欧美国家公路建设与维修养护的最常用技术，普及程度高，技术成熟。

## 国外概况

美国：在上个世纪80年代末，再生沥青混合料的用量就已占到全部沥青混合料的50%以上。旧路面材料的再生利用率超过90%。技术标准齐全。

日本：1981年发布了《再生沥青铺装技术指针》等技术标准。旧沥青路面的再生利用率超过90%。

## 国外概况

德国：是最早将再生料应用于高速公路路面维修的国家。早在1978年就实现了废弃沥青材料的全部回收利用。

芬兰：几乎所有的城镇都组织旧路面材料的收集和储存工作。过去再生料主要用于低等级公路的路面和基层，现在已应用于重交通道路。

## 国外概况

前苏联：对沥青路面再生技术研究也比较早，1966年起先后出版了《沥青混凝土废料再生利用技术》、《旧沥青混凝土再生混合料技术准则》等规范，提出了适于各种条件下路面再生利用的方法。

## 97年国际经合组织《道路工程再生利用战略》白皮书

| 国家 | 澳大利亚 | 奥地利 | 比利时 | 加拿大 | 丹麦 | 芬兰 | 法国 | 日本 | 荷兰 | 瑞典 | 英国 | 美国 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 利用率（%） | 80 | 80 | 100 | 90 | 90 | 95 | - | 80 | 100 | 75 | 90 | 80 |
| 厂拌热再生 | G | G | G | G | G | G | G | G | G | | G | G |
| 就地热再生 | L | L | | L | G | G | G | | G | G | L | L |
| 厂拌冷再生 | | L | | L | | | G | | | G | L | L |
| 就地冷再生 | L | | | L | | G | G | | | L | | L |
| 基层沥青 | | L | | L | | L | G | | L | L | | |
| 基层水泥 | G | G | G | | | | G | G | G | | G | |
| 基层水泥和沥青 | | G | | | | | G | | L | | G | |
| 底基层 | | G | | G | L | L | G | G | G | | L | G |
| 填料 | G | | | | | L | | | | | G | L |
| 其它 | G | | | | | | | | | | G | |

注：G表示普遍采用，L表示有限采用

## 国外概况

最近，欧洲沥青路面协会EAPA在互联网上公布，其成员国的废旧沥青路面材料已100%通过再生方式得以重复利用。

## 国内概况

上个世纪80年代，我国在不同程度上开展过旧沥青材料的再生技术研究，再生料一般只用于轻交通道路、道路的垫层或养机动车道等。

1991年，建设部发布了《热拌再生沥青混合料路面施工及验收规程》。

交通部在《公路沥青路面养护规范》中提到了部分再生技术。

## 国内概况

从上个世纪80年代后期，伴随着高等级公路的大规模建设，人们的主要精力放在了新建公路上，路面再生技术的研究基本处于停滞状态。

近几年，伴随着我国公路建设的快速发展和大量高等级公路沥青路面需要进行翻修和重建，旧沥青路面材料的再生利用问题重新得到重视和广泛关注。

## 国内概况

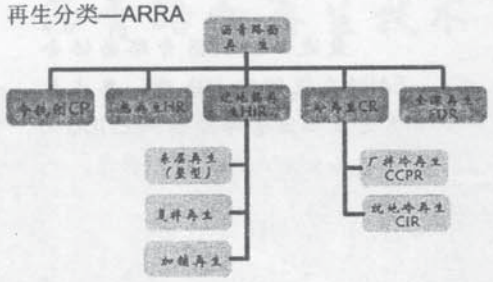
近年来，为适应建设资源节约型、环境友好型社会的要求，北京、辽宁、广东、江苏、上海、河北、江西、陕西、天津、山东、吉林等省市对沥青路面再生技术进行了研究，并铺筑了面积不等的再生工程。沥青路面再生技术在我国公路建设和养护中逐步推广应用。

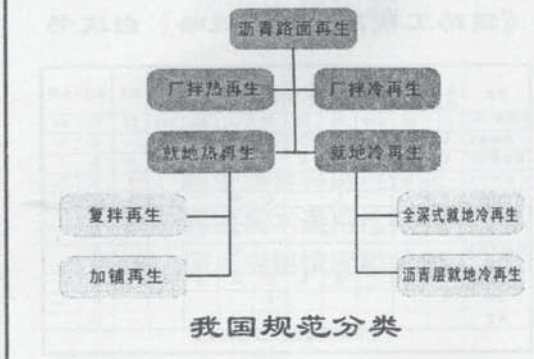
## 国内概况

为促进沥青路面再生技术的广泛应用，规范再生应用技术，保证沥青路面再生工程质量，交通部公路司于2006年9月下达了《公路沥青路面再生技术规范》的编制任务。《规范》于2008年4月由交通部发布，并于7月1日实施。

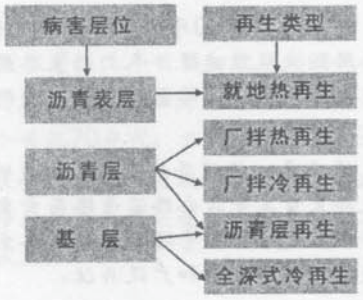
## 二、再生技术分类

再生分类—ARRA

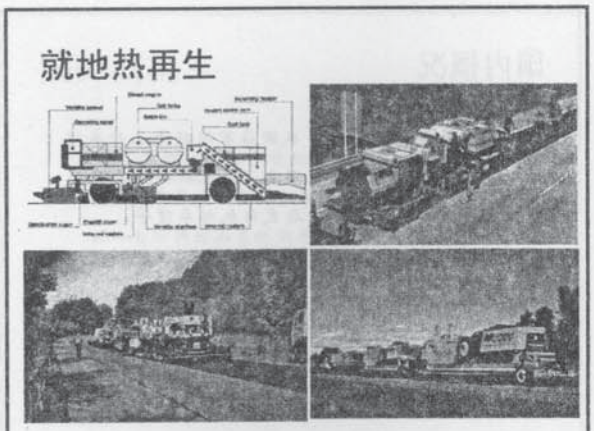


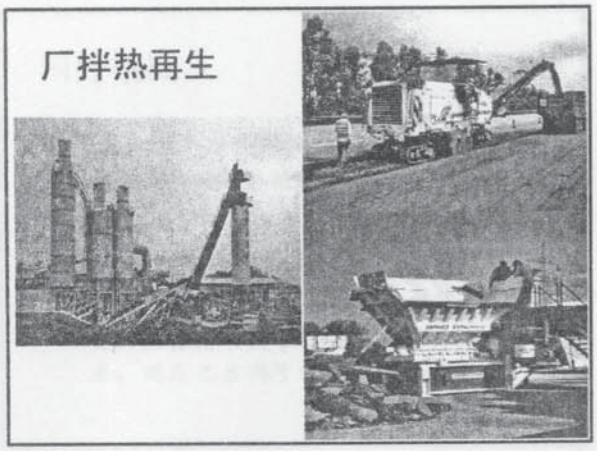

## 再生技术应用场合



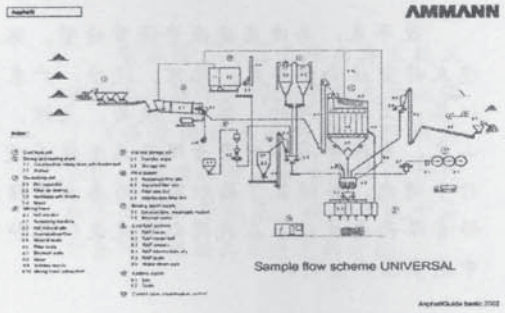

## 就地热再生



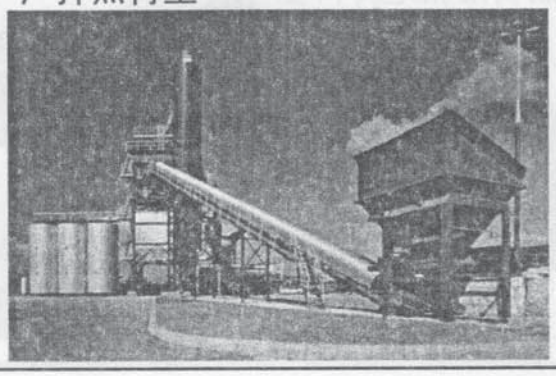
## 厂拌热再生



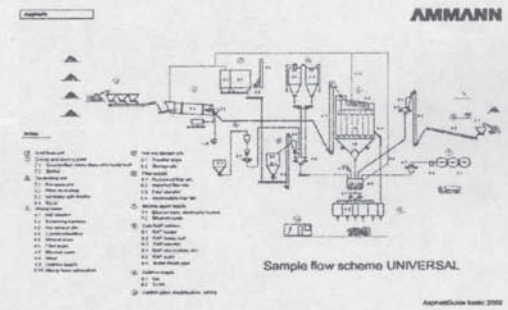
## 厂拌热再生



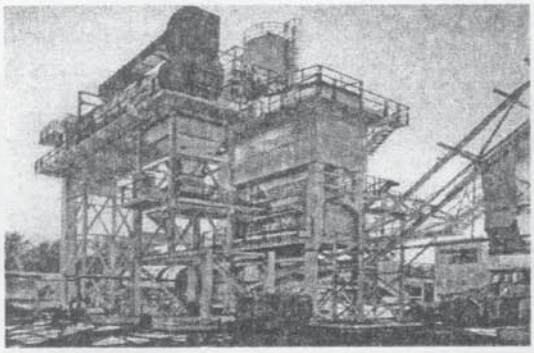
厂拌热再生



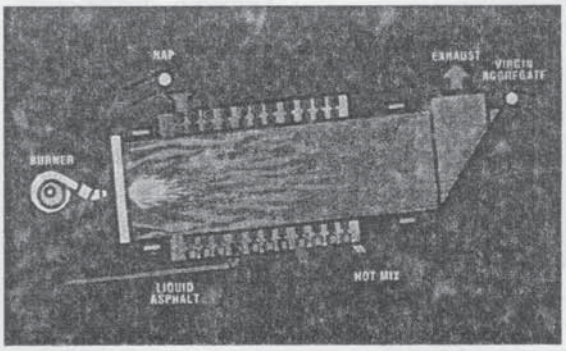
厂拌热再生



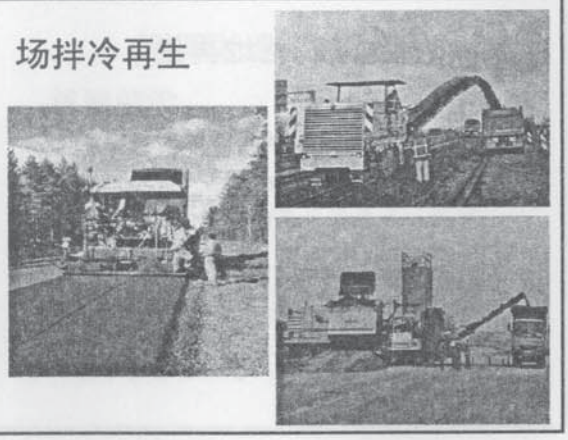

厂拌热再生



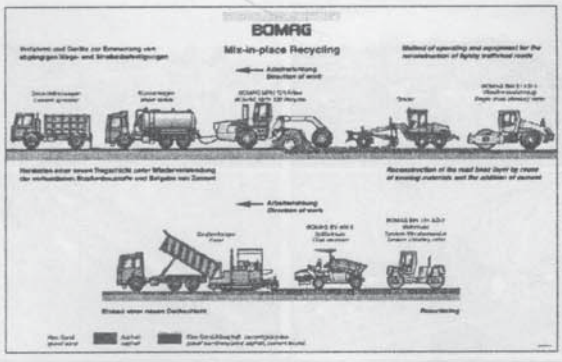
厂拌热再生

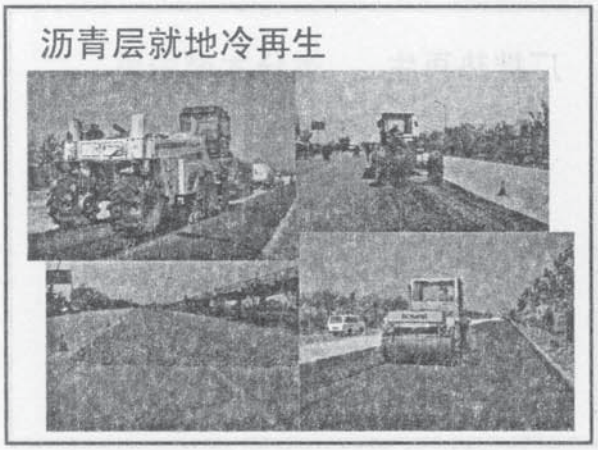


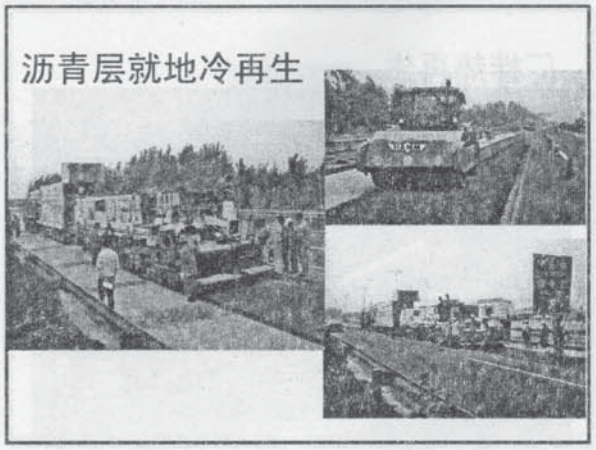

场拌冷再生

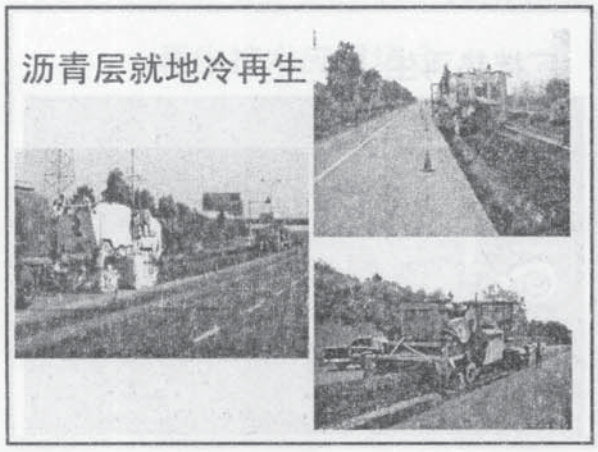


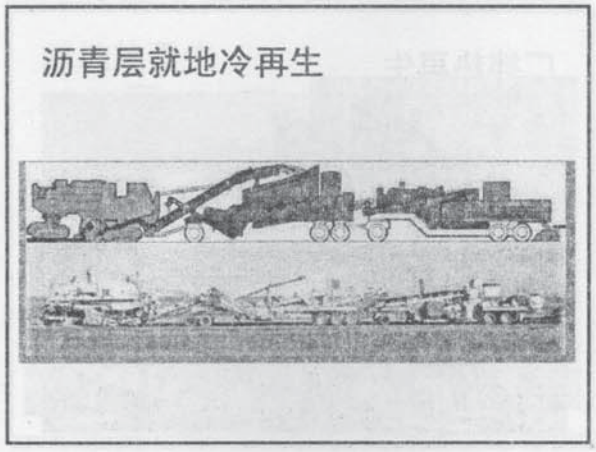
沥青层就地冷再生

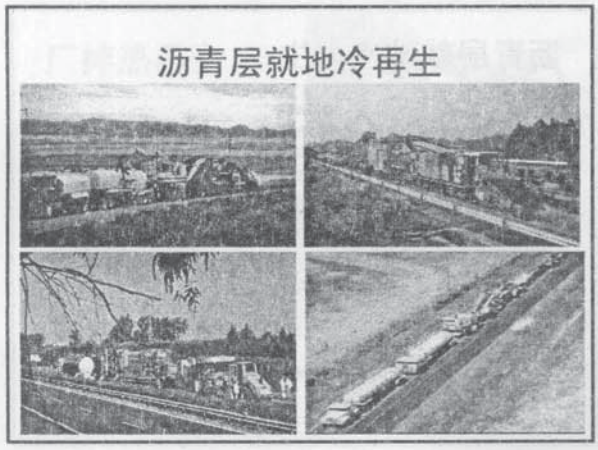


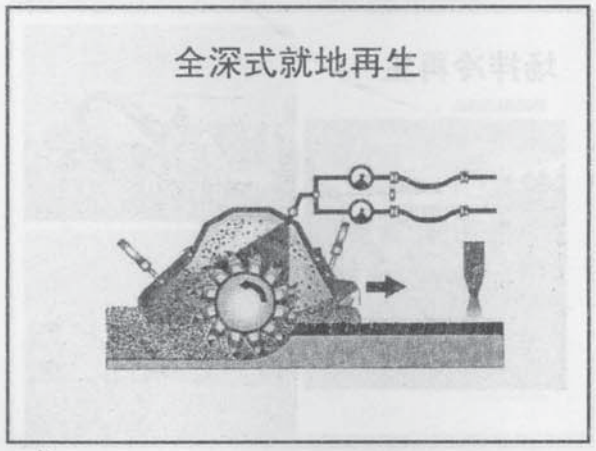

沥青层就地冷再生


沥青层就地冷再生


沥青层就地冷再生


沥青层就地冷再生

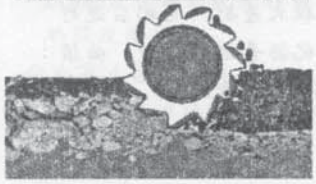

沥青层就地冷再生


全深式就地再生

## 全深就地式再生



化学稳定
水泥、石灰、粉煤灰



沥青稳定
乳化沥青、泡沫沥青

## 全深式就地再生







## 三、再生混合料路用性能

热再生混合料性能

- 原路面RAP材料的性能：沥青的老化程度、级配等；
- 新材料：沥青、再生剂、改性剂、集料等；
- 再生混合料的设计：新结合料的性能、再生混合料的级配、RAP材料的掺量等。

## 热再生混合料性能

- 原路面RAP材料的性能：沥青的老化程度、级配等；
- 新材料：沥青、再生剂、改性剂、集料等；
- 再生混合料的设计：新结合料的性能、再生混合料的级配、RAP材料的掺量等。

## 热再生混合料性能

**试验结论**

- 在RAP材料掺量不超过40%的范围内，再生混合料的低温性能劣于非再生混合料，RAP材料掺量越大，低温性能损失越多；
- 在RAP材料掺量不超过40%的范围内，热再生沥青混合料的水稳定性略低于非再生混合料。

## 热再生混合料性能

RAP材料掺量

- 我国《再生规范》：
  推荐采用15%-30%
- 美国大部分州规定：
  用于表面层时不大于20%
  其他层面不大于30%

## 冷再生混合料性能

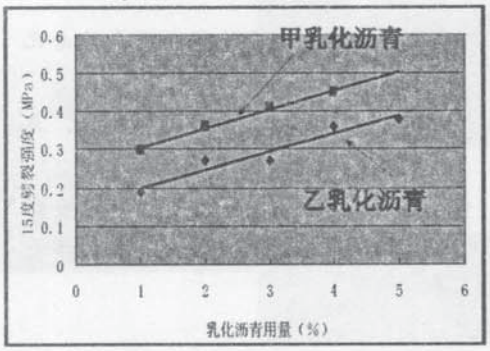
- 新材料：乳化沥青、泡沫沥青、集料等；
- 再生混合料的设计：乳化沥青与RAP材料和新集料的配伍性、再生混合料的级配；
- 与原路面RAP材料的性能、级配影响不明显。

## 冷再生混合料性能

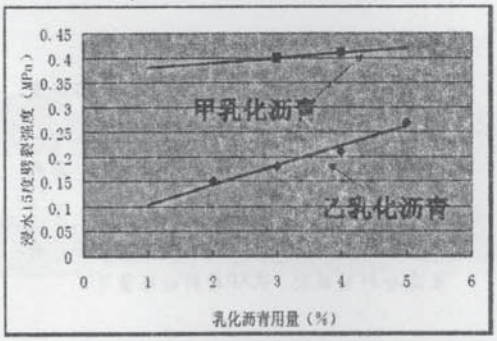
**乳化沥青**

不同RAP材料、集料的表面化学性能差异较大，与同一种乳化沥青的配伍性就会有较大差别，因此应进行有针对性的乳化沥青配方设计，必须坚持一个工程一个配方。

## 冷再生混合料性能

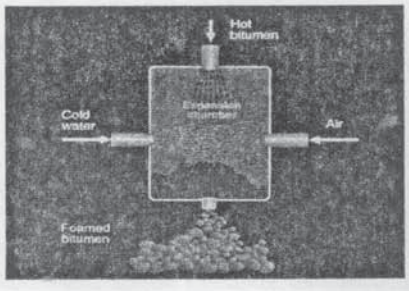



## 冷再生混合料性能




## 冷再生混合料性能

**泡沫沥青**




## 冷再生混合料性能

**泡沫沥青技术要求**

| 项目 | 技术要求 |
|---|---|
| 膨胀率　不小于 | 10 |
| 半衰期（S）不小于 | 8 |

## 冷再生混合料性能

试验结论

◆冷再生混合料15℃劈裂强度指标满足《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2006）中密级配粗粒式热拌沥青混凝土的强度要求。

◆冷再生混合料有好的高温稳定性，动稳定度超过《规范》对改性沥青混合料动稳定度的技术要求。

## 冷再生混合料性能

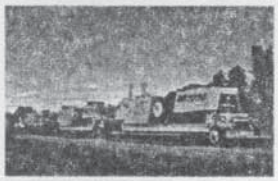
试验结论

◆冷再生混合料15℃劈裂强度指标满足《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2006）中密级配粗粒式热拌沥青混凝土的强度要求。

◆冷再生混合料有好的高温稳定性，动稳定度超过《规范》对改性沥青混合料动稳定度的技术要求。

## 四、再生技术适用性分析





适用性分析

就地热再生主要功能

1、修复沥青路面表面层病害；

2、恢复沥青表面层物理力学性能；

3、恢复沥青路面平整度，修复沥青路面车辙。

## 适用性分析　就地热再生





优缺点

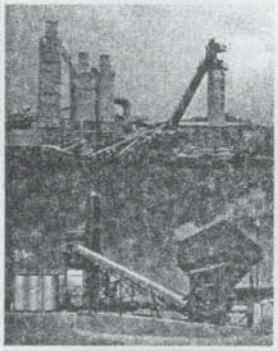
1、优点：实现了就地的沥青路面再生利用，节省了材料转运费用。

2、缺点：a.再生深度通常限制在2.5-5cm；b.无法除去已经不合适进行再生的旧合料，级配调整幅度有限；c.污染严重。

## 再生规范　就地热再生

适用于仅存在浅层轻微病害的高速公路及一、二级公路沥青路面表面层的就地再生利用，再生层可用作上面层或者中面层。

## 适用性分析　厂拌热再生

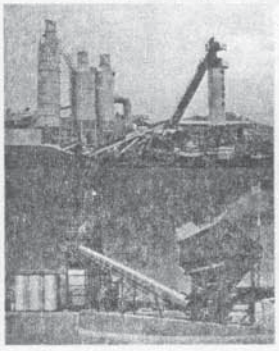


主要功能

1、可修复沥青路面的几乎所有病害；

2、恢复甚至改善沥青路面混合料的性能。

## 适用性分析　　厂拌热再生



优缺点

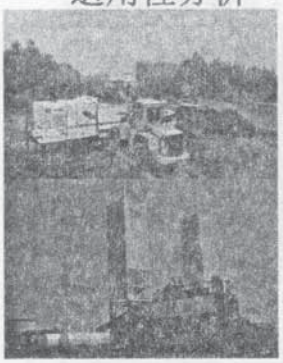
1、优点：再生工艺易于控制，再生后的沥青混合料性能比较理想，适用范围广。

2、缺点：铣刨后的旧沥青混合料需要来回运输；RAP用量较少，一般15-30%。

## 再生规范　　厂拌热再生

适用于对各等级公路RAP进行热拌再生利用，再生后的沥青混合料根据其性能和工程情况，可用于各个等级公路的沥青面层及柔性基层。

## 适用性分析　　厂拌冷再生

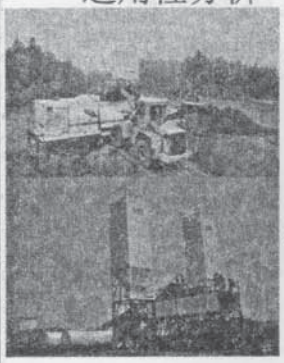


主要功能：

1、以冷拌沥青混合料的形式实现旧路面沥青层材料的再生利用；

2、恢复和改善旧沥青混合料路用性能。

## 适用性分析　　厂拌冷再生



优缺点：

1、优点：a.再生工艺易于控制，再生混合料性能较好；b. 适用范围广；c.能耗低、污染小。

2、缺点：a.再生混合料强度的形成需要较长的时间；b.需要加铺一定厚度的罩面层。

## 再生规范　　厂拌冷再生

适用于对各等级公路的RAP进行冷拌再生利用，再生后的沥青混合料根据其性能和工程情况，可用于高速公路和一、二级公路沥青路面的下面层及基层、底基层，三、四级公路沥青路面的面层。当用于三、四级公路的上面层时，应采用稀浆封层、碎石封层、微表处等做上封层。

## 适用性分析　　沥青层就地冷再生





主要功能：

以冷拌沥青混合料的形式实现旧沥青路面材料的再生利用；改善旧沥青混合料的性能。

适用性分析　沥青层就地冷再生





适用场合：

一般用于病害严重的一、二级公路沥青路面的翻修、重建，冷再生路面需要加铺一定厚度的沥青罩面。

适用性分析　沥青层就地冷再生





优缺点：

1、优点：a. 实现了就地的再生利用，节省了材料转运费用；b. 施工过程的能耗低、污染小；c. 适用范围广。

2、缺点：a. 施工质量控制的难度较大；b. 需要加铺沥青罩面层。

适用性分析　全深式就地再生



主要功能：

将全部的沥青面层和一定厚度的基层进行再生处理，再生后的冷拌沥混合料用于沥青路面的中、下面层或稳定基层；水稳混合料用于沥青路面的基层或底基层。

适用性分析　全深式就地再生



适用场合：

一般用于病害严重的二、三级公路沥青路面的翻修、升级改建，沥青再生材料可用于沥青路面的基层及轻交通量道路的下面层；水稳再生材料可用于沥青路面的基层或底基层。

## 五、国内应用情况和实例

**国内应用　　就地热再生**

京津塘高速公路：200多万平方米

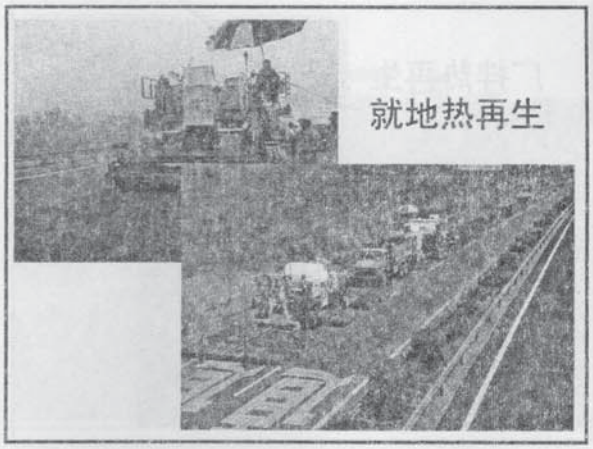
成渝高速公路：150多万平方米

京福高速（山东）：30多万平方米

京石高速公路：15多万平方米

沪蓉高速、石太高速、石黄高速、长平高速、长营高速、·····

**应用面积超过500万平方米！**






国内应用　　厂拌热再生

- 北京、上海等城市
- 广佛高速改扩建工程

厂拌热再生　　—广佛高速

路面结构

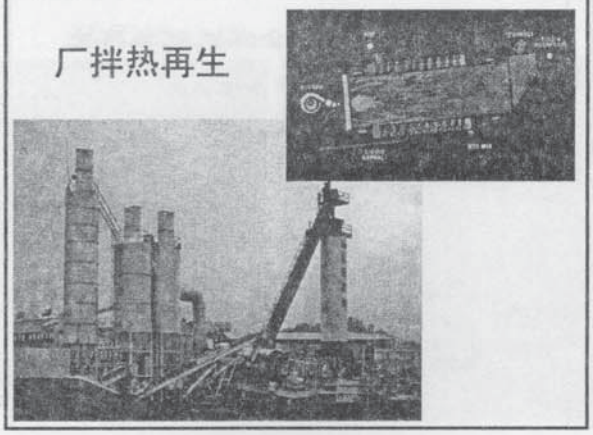
4cm改性SMA-13

5cm改性AC -20

6cm再生沥青AC-25I

再生沥青LSM-25或素混凝土

原路面基层





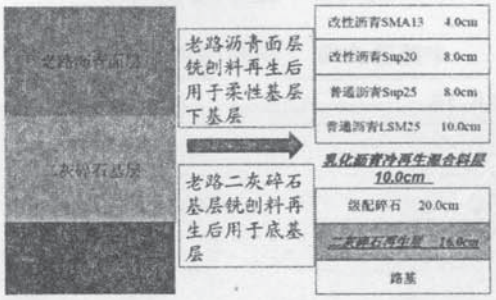


国内应用　　厂拌冷再生

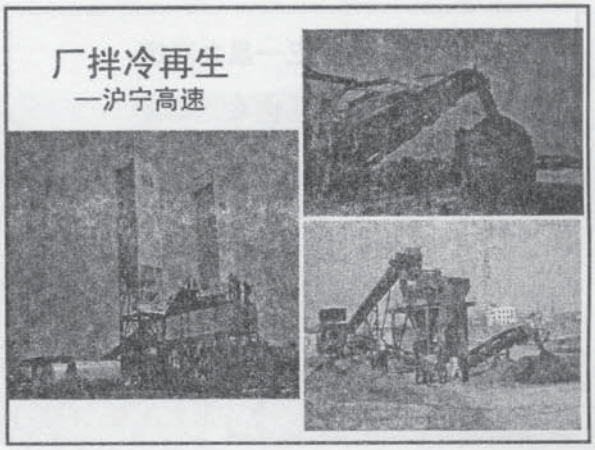
宁沪高速、昌九高速、九景高速、京沪高速（沧州段）、西阎高速、西潼高速、西户高速、京珠高速、连霍高速等

**应用面积超过1000万平方米！**

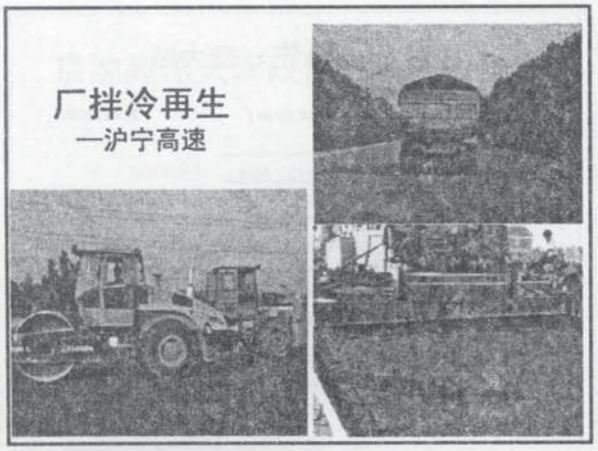
## 厂拌冷再生—沪宁高速




## 厂拌冷再生
—沪宁高速



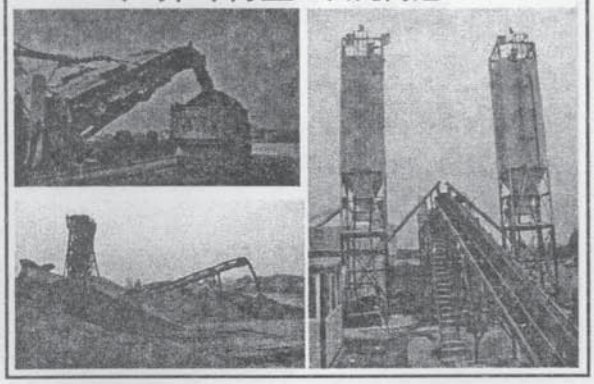
## 厂拌冷再生
—沪宁高速



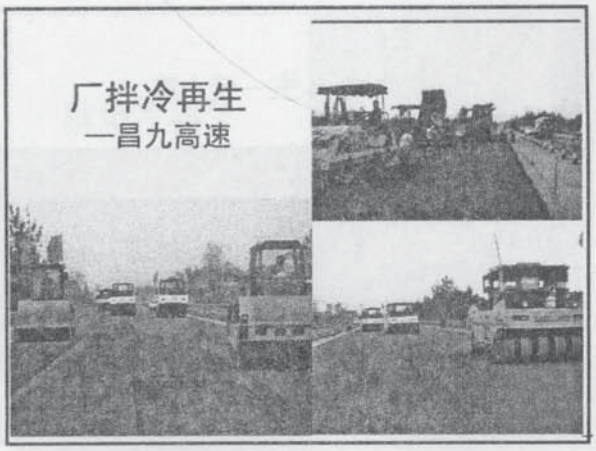
## 厂拌冷再生—昌九高速

| 老路面结构 | | 重建后路面 | |
|---|---|---|---|
| 沥青罩面 | ? cm | 改性沥青AC13 | 4cm |
| 细粒式 | | 改性沥青AC20 | 6cm |
| 4cm | | 普通沥青AC20 | 6cm |
| 中粒式 | 6cm | 冷再生层 | 10-12cm |
| 水稳基层 | 22cm | 原水稳基层 | 20cm |
| 级配碎石 | 33cm | 原级配碎石 | |

## 厂拌冷再生—昌九高速



## 厂拌冷再生
—昌九高速



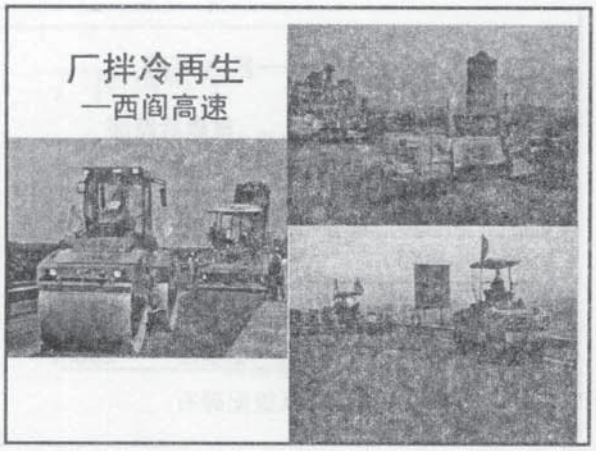
## 厂拌冷再生—昌九高速



## 厂拌冷再生—西阎高速

| 老路面结构 | | 重建后路面 | |
|---|---|---|---|
| AK-16 | 4cm | AC-13 | 4cm |
| AC-20 | 5cm | AC-20 | 6cm |
| AC-25 | 6cm | 泡沫沥青再生层 | 14cm |
| 二灰稳定砂砾 | 20cm | 原二灰稳定砂砾 | 20cm |
| 二灰稳定土 | 28cm | 原二灰稳定土 | 28cm |

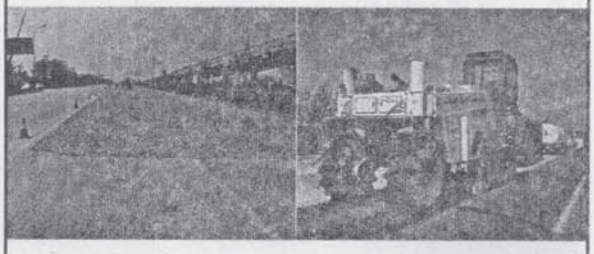
## 厂拌冷再生
## —西阎高速



## 就地冷再生—营大路

| 老路结构 | | 重建方案1 | | 重建方案2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | SMA13 | 4cm | | |
| | | AC20 | 6cm | SMA13 | 4cm |
| | | 水稳碎石 | 36cm | AC20 | 6cm |
| 沥青层 | 12-15cm | 天然砂砾 | 15cm | 冷再生层 | 15cm |
| 手摆拳石 | 16cm | 手摆拳石 | 16cm | 手摆拳石 | 16cm |
| 石灰土 | 30cm | 石灰土 | 30cm | 石灰土 | 30cm |

## 就地冷再生—营大路

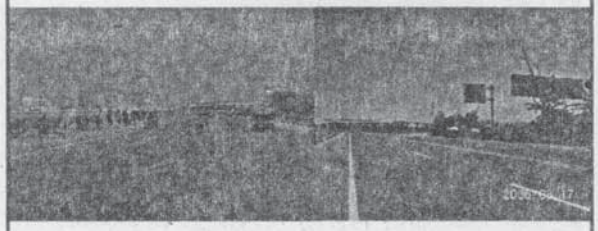


## 就地冷再生
## —营大路



## 就地冷再生—营大路

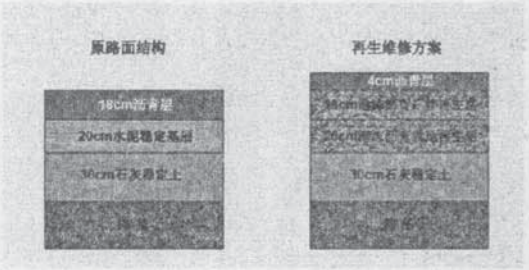
通车四年后，路况良好



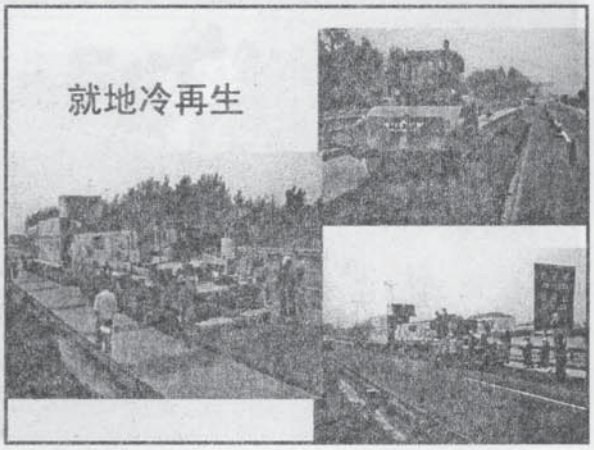
## 就地冷再生—营大路




## 京沈高速天津段泡沫沥青冷再生




## 就地冷再生

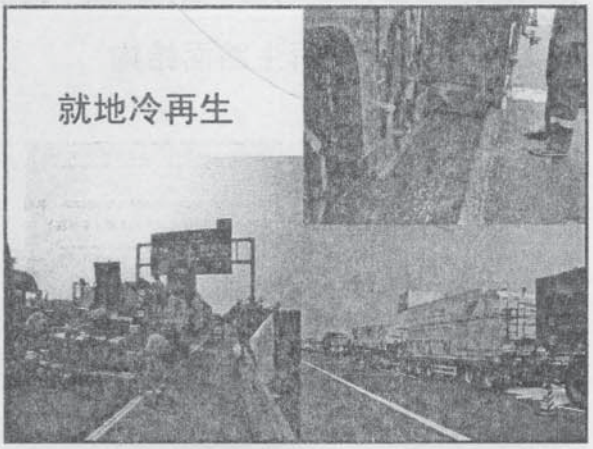


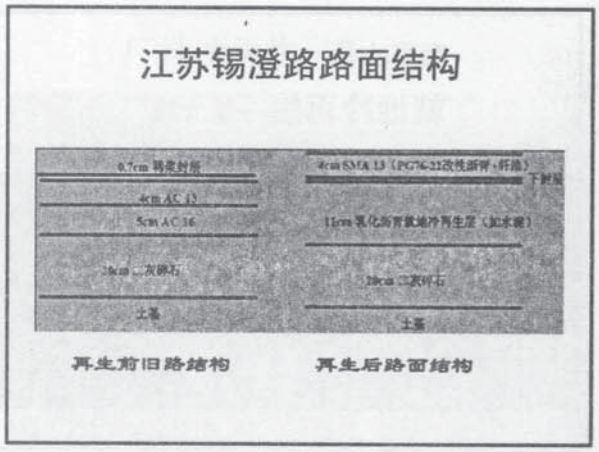
## 就地冷再生—黎温高速

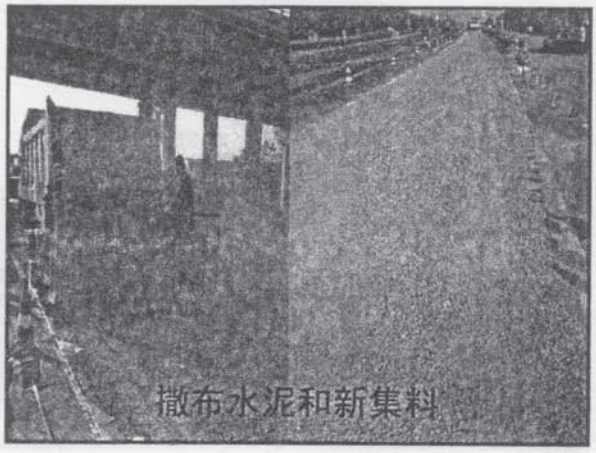
| 老路面结构 | |
|---|---|
| AC-13 | 4cm |
| AC-20 | 6cm |
| AC-25 | 6cm |
| 水稳基层 | 20cm |
| 水稳底基层 | 20cm |

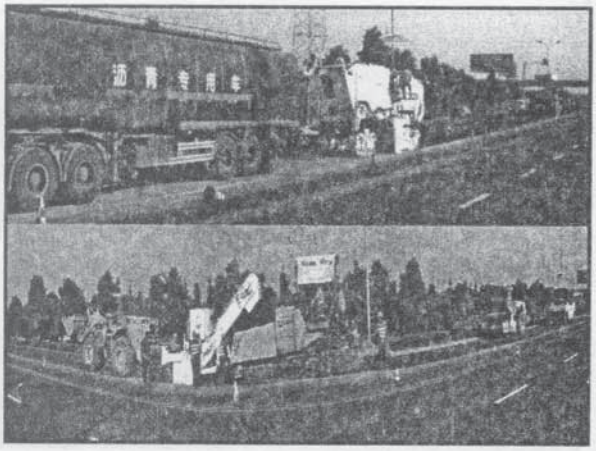
| 重建后路面 | |
|---|---|
| AC-13 | 4cm |
| AC-20 | 6cm |
| 泡沫沥青再生层 | 18cm |
| 原水稳基层 | 19cm |
| 原水稳底基层 | 20cm |

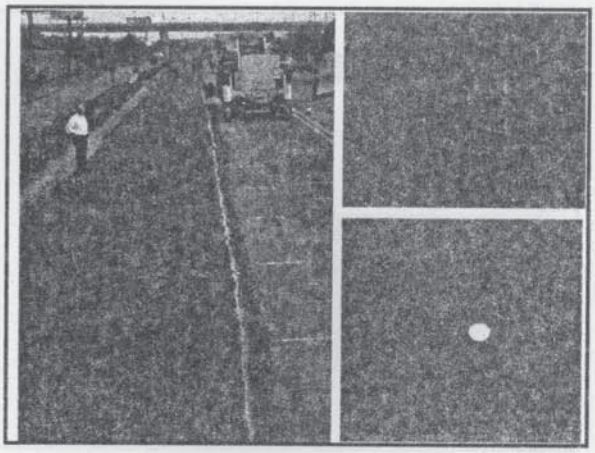
## 就地冷再生

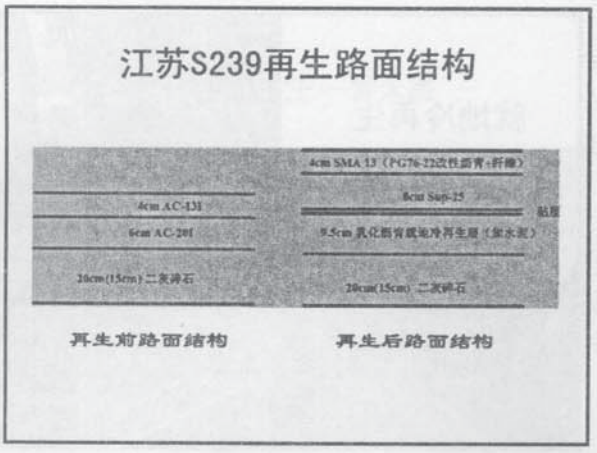


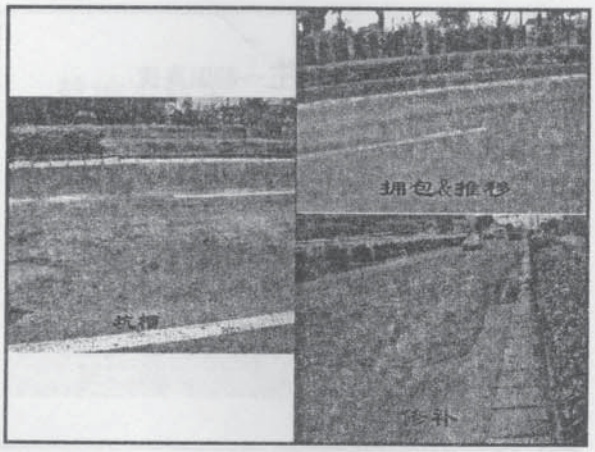

江苏锡澄路路面结构
4cm AC-13
5cm AC-16
土基
4cm SMA-13（PG76-22改性沥青+纤维）
下封层
20cm 二次碎石
土基
再生前旧路结构
再生后路面结构

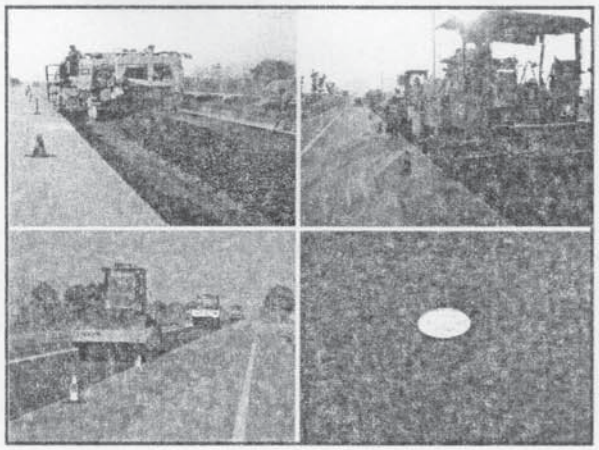

撒布水泥和新集料



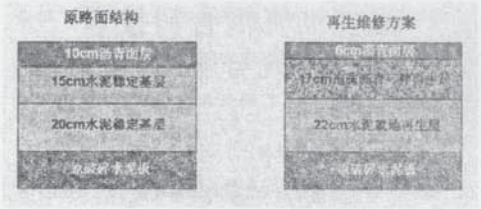



江苏S239再生路面结构
4cm AC-13I
6cm AC-20I
20cm(15cm) 二灰碎石
4cm SMA-13（PG76-22改性沥青+纤维）
6cm Sup-25
粘层
20cm(15cm) 二次碎石
再生前路面结构
再生后路面结构

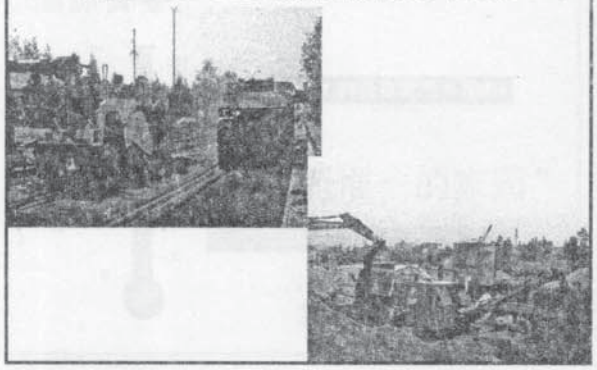

拥包及推移
坑槽
修补



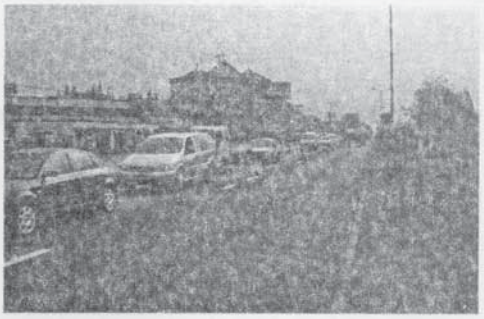
## 浙江GD320泡沫沥青冷再生




## 浙江GD320泡沫沥青冷再生



## 浙江GD320泡沫沥青冷再生



## 结语

- 再生技术在国外是一项成熟技术，已有三十多年的应用经验，路面使用状况良好。
- 近十年，我国对再生技术也进行了大量研究，取得了较多经验，实践证明可以推广应用。
- 不同再生技术各有适用场合，没有优劣之分，是互补关系，不能相互替代。应用时要根据道路实际情况进行综合分析，选用最适宜的技术。



# 温拌沥青混合料技术研究与应用

黄颂昌　副总工

交通运输部公路科学研究院

## 报告主要内容

一、温拌沥青混合料技术概况

二、中国温拌技术研究与应用

三、研究结论

四、适用场合

五、结语

## 一、温拌沥青混合料技术概况

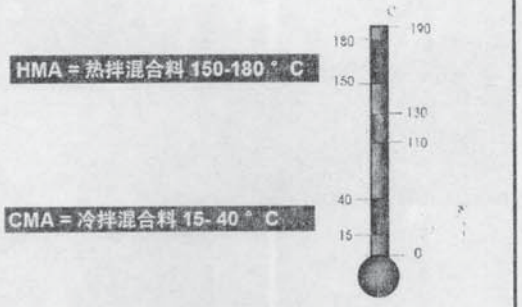
### 温拌混合料概述

沥青混合料按照拌和、摊铺温度的不同，可以分为两大类：

(1) 热拌混合料

(2) 冷拌混合料

### 温拌混合料概述




### 温拌混合料概述

热拌混合料

优点：主流技术，路用性能好

缺点：环境污染重，能耗大，沥青老化较严重。

冷拌混合料

优点：环保，节能，混合料可存储；

缺点：路用性能很难与热拌混合料相比。

### 温拌混合料概述

如何保留热拌沥青混合料性能良好的特点并克服其存在的环境污染重、能耗大、沥青存在老化等问题。或从另外一个角度说，如何在保留冷拌沥青混合料环保、节能等优势的同时克服其性能尚有差距的不足，成为大家努力的方向。

## 国际背景

◆节能减排、保护环境、可持续发展是世界各国共同关注的热点问题。

◆经济发达国家对此十分重视,都制定了相关法律法规。

## 国际背景

◆以1992年在巴西里约召开的世界环境发展大会为标志，国际节能减排工作进入一个新阶段。这次会议签署了《联合国气候变化框架公约》。

◆1997年在日本京都形成了《京都议定书》。

## 国际背景

“保护地球
—人类共同而惟一的家园”

成为人类的共识。

## 国内背景

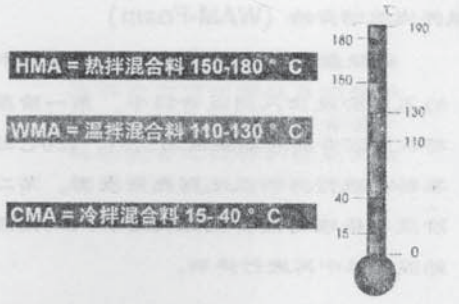
党中央、国务院历来高度重视节能减排工作，特别是近一个时期，胡锦涛总书记、温家宝总理多次就节约能源资源工作做出重要指示。十六届五中全会提出把节约资源作为基本国策，“十一五”国民经济和社会发展规划《纲要》进一步把“十一五”期间能耗降低20%左右,主要污染物排放总量减少10%作为约束性指标。

## 温拌混合料概述

**温拌沥青混合料**

是一类拌和温度介于热拌沥青混合料（150℃-180℃）和冷拌（常温）沥青混合料之间，性能达到(或接近)热拌沥青混合料的新型节能减排沥青混合料。

## 温拌混合料概述



## 温拌混合料概述

- 温拌沥青混合料起源于欧洲。
- 2000年起开始铺筑试验路。
- 2000年在国际沥青路面大会上首次进行交流。

## 温拌混合料概述

**温拌混合料技术的种类**

一、沥青-矿物法（Aspha-Min）

二、泡沫沥青温拌法（WAM-Foam）

三、有机添加剂法

四、基于表面活性平台温拌法(EWMA)

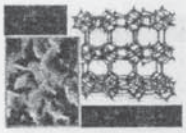
## 温拌混合料概述

沥青-矿物法（Aspha-Min）采用的矿物是一种合成沸石。在沥青混合料拌和过程中将这种粉末状材料（大约0.3%）加入进去，从而使沥青产生连续的发泡反应。泡沫起到润滑剂的作用，从而使混合料在较低温度(120℃-130℃)下具有可拌和性。

## 沥青-矿物法（Aspha-Min）

EUROVIA

- 沸石（水合硅酸铝结晶粉末）由德国的Eurovia公司生产。
- 沸石中含有20%的结晶水，在85℃以上时水分散失出来，从而使沥青发泡。



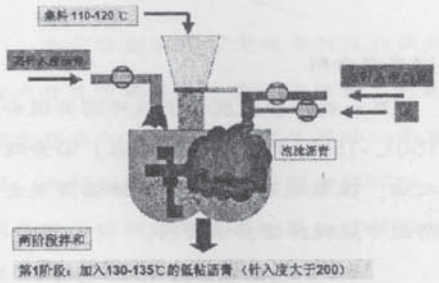
沸石的晶体结构

## 沥青-矿物法（Aspha-Min）

**温拌泡沫沥青法（WAM-Foam）**

将软质沥青和硬质泡沫沥青在拌和的不同阶段加入到混合料中。第一阶段将软质沥青加入到温度为110℃-120℃的集料中进行拌和以达到良好裹附。第二阶段将极硬的沥青泡沫化后加入到预拌的混合料中再进行拌和。

## 温拌泡沫沥青法（WAM-Foam）



## 温拌混合料概述

**有机添加剂法**

将低熔点的有机添加剂加入到混合料中，从而降低结合料的粘度。目前成功应用的化学添加剂有两类，合成蜡和低分子量酯类化合物。添加剂大约在100℃-120℃之间熔化，熔化后的添加剂会产生大量的液体，从而使结合料粘度降低。

## 有机添加剂法

SASOL

- Sasobit是从煤炭中提取的一种添加剂，可加工成粉末状，其中所含的蜡可在115℃以上溶于沥青中。
- 沥青中加入Sasobit可降低沥青的粘度，加入3%的Sasobit可降低混合料拌和温度15-20℃




## 温拌混合料概述

**基于表面活性平台温拌法(*EWMA*)**

基于表面活性平台的温拌技术由美国Meadwestvaco公司提出，2003年8月在南非铺筑了第一条试验路。

## 二、中国温拌技术研究与应用

中国的温拌沥青混合料技术研究起步于2005年。根据对国际温拌技术的分析，将研究重点放在基于表面活性平台的温拌法和有机添加剂温拌法两种方法上。

交通部对节能减排的温拌技术十分重视，及时将温拌技术研究纳入西部交通科技项目计划。

## 中国温拌技术研究

中国的温拌技术研究工作由：

交通部公路科学研究院

同济大学

北京市政路桥建材集团等单位合作开展

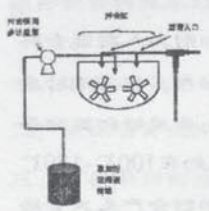
## 中国EWMA技术研究

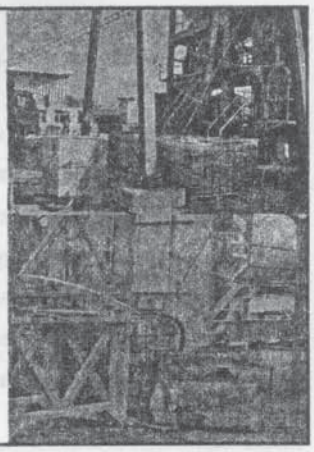
针对北京、上海等地的集料和常用级配以及沥青等情况，进行了温拌沥青混合料的配合比设计和性能试验研究。研究确定了温拌沥青混合料的设计方法。

## 中国EWMA技术研究

对温拌沥青混合料与相应的热拌沥青混合料的性能进行了系统比较，试验的混合料种类包括：普通和改性的AC13、AC16，改性SMA10、SMA13，橡胶沥青AC13，UTAC、OGFC等。试验结果表明，温拌沥青混合料与相应的热拌沥青混合料性能相当。

## 添加装置





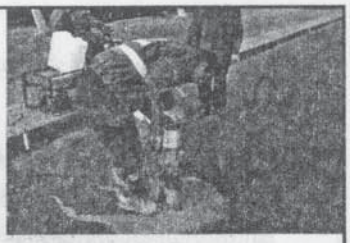
2005年9月北京
中国第一条
全球第六条 EWMA试验路







2005年9月北京
拌和温度120℃





中国第一条
全球第六条 EWMA试验路

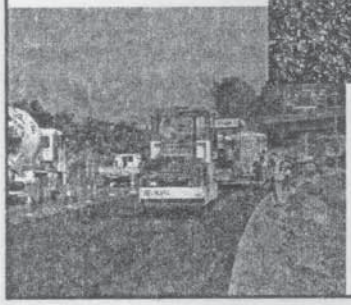
## 北京试验路

混合料指标的对比

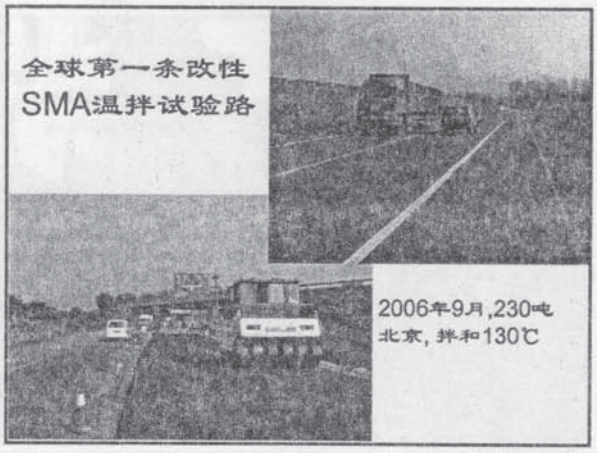
| 测试项目 | 测试值 | | JTG F40-2004规范 |
|---|---|---|---|
| | 温拌沥青混合料 | 热拌沥青混合料 | |
| 马歇尔稳定度（KN） | 11.3 | 13.3 | ≥8 |
| 冻融劈裂试验的残留强度比（%） | 86.3 | 81.5 | ≥75 |
| 浸水马歇尔试验残留稳定度（%） | 85.9 | 83.3 | ≥80 |
| 车辙动稳定度（次/mm） | 2057 | 1294 | ≥1000 |
| 渗水试验（ml/min） | <40 | <40 | ≤120 |

## 全球第一条改性SMA温拌试验路



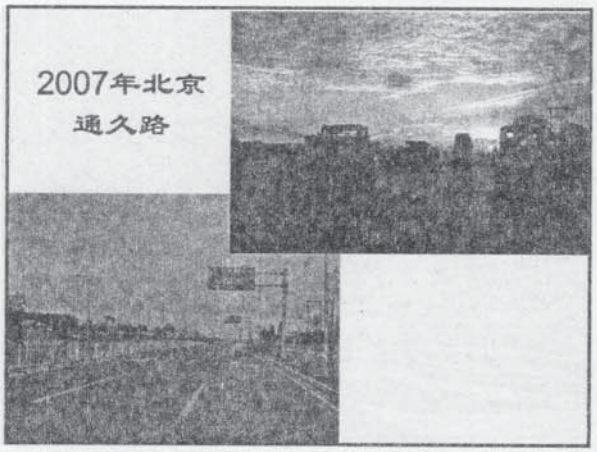


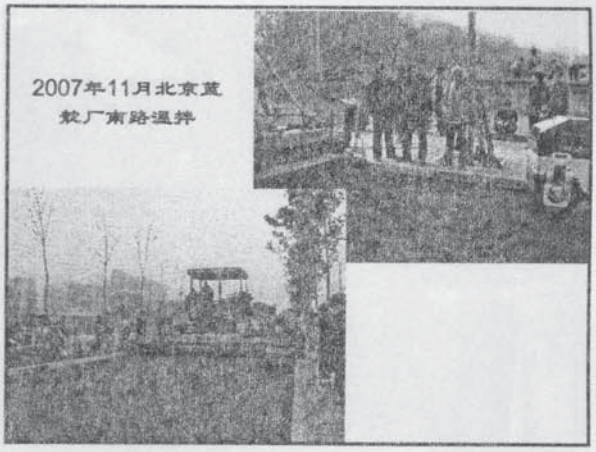
2006年9月,230吨
北京，拌和130℃

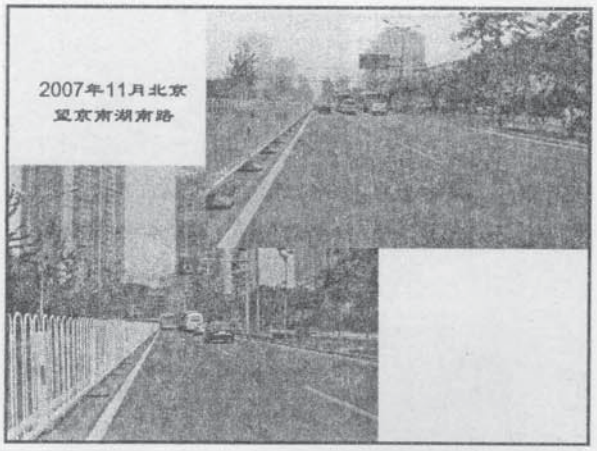



## 改性SMA13混合料性能对比

| 项 目 | 马歇尔稳定度 | 谢伦堡析漏损失 | 肯塔堡损失 | 浸水马氏残留稳定度 | 冻融劈裂残留稳定度 | 车辙试验动稳定度 | 渗水系数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 温拌改性SMA13 | 7.4 kN | 0.05% | 3.0% | 97.0% | 92.4% | 5384次/mm | 60ml/min |
| 热拌改性SMA13 | 6.2 kN | 0.06% | 3.1% | 96.7% | 88.0% | 5131次/mm | 0ml/min |
| 规范要求 | >6.0 kN | <0.1% | <15% | >80% | >80% | ≥ 3000次/mm | <80ml/min |



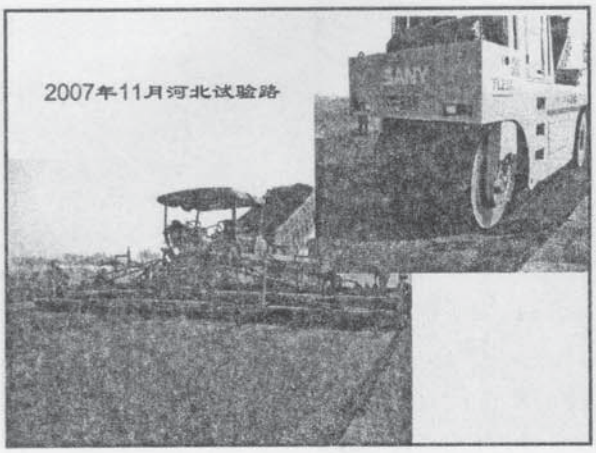



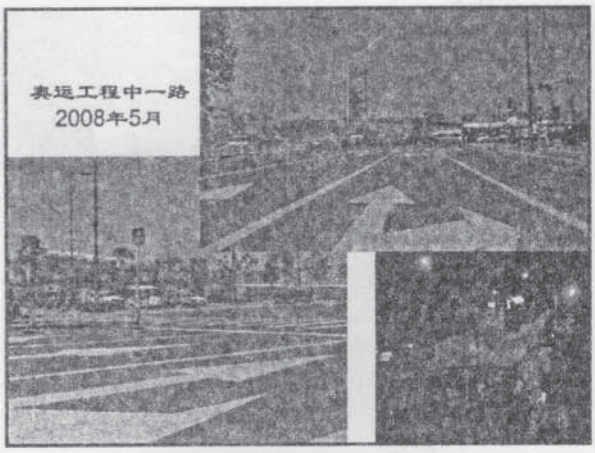


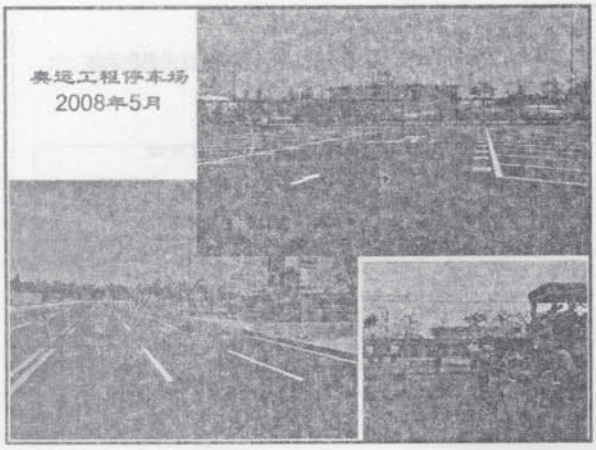


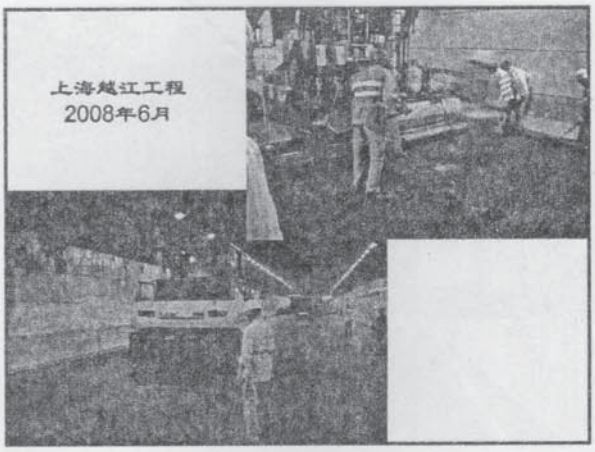
2007年10月四川试验路

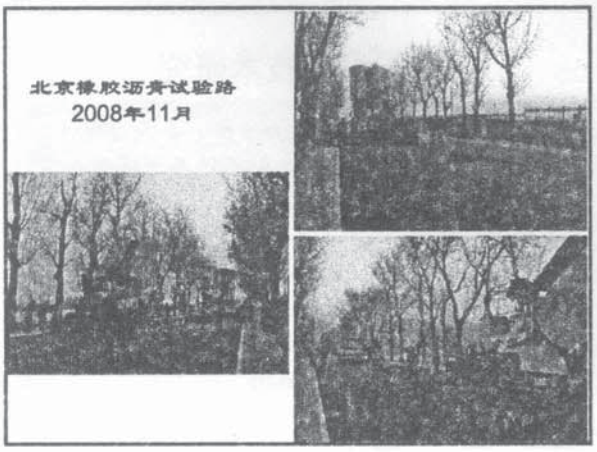

2007年11月河北试验路
SANY

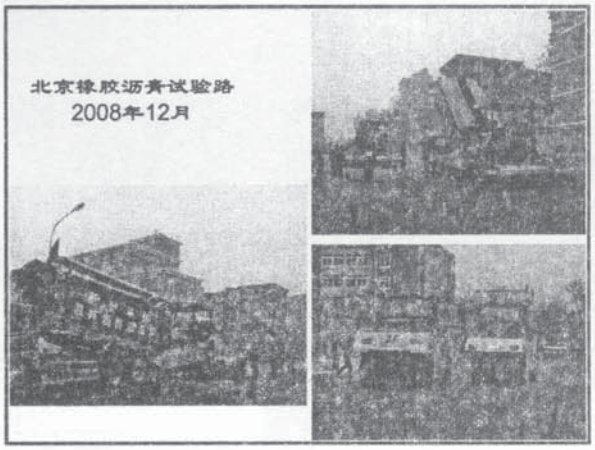

2007年12月浙江隧道项目


奥运工程中一路
2008年5月


奥运工程停车场
2008年5月

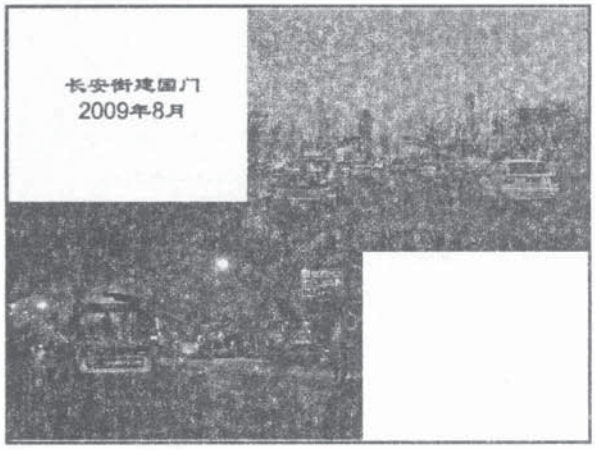

上海越江工程
2008年6月



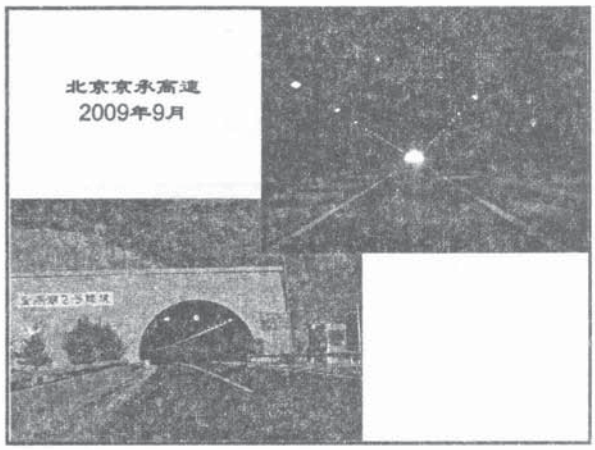

## 橡胶沥青AC-13混合料性能对比

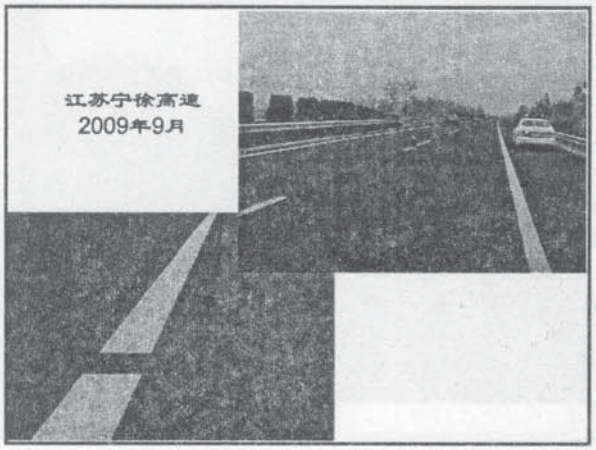
| 项　目 | 拌和温度℃ | 马歇尔稳定度 | 浸水马氏残留稳定度 | 冻融劈裂残留稳定度 | 车辙试验动稳定度 | 渗水系数 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 温拌WAR AC-13 | 135 | 8.12 | 90.8% | 85.0% | 5192次/mm | 0ml/min |
| 热拌HAR AC-13 | 185 | 8.30 | 91.4% | 83.8% | 5027次/mm | 0ml/min |
| 规范要求 | | >8.0 kN | >80% | >80% | ≥ 3000次/mm | <80ml/min |




## 双改性SMA-13混合料性能对比

| 项　目 | 马歇尔稳定度 | 谢伦堡析漏损失 | 肯塔堡飞散损失 | 浸水马氏残留稳定度 | 冻融劈裂残留稳定度 | 车辙试验动稳定度 | 渗水系数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 温拌改性SMA13 | 9.0 kN | 0.04% | 2.6% | 98.8% | 85.4% | 9002次/mm | 0ml/min |
| 热拌改性SMA13 | —kN | 0.08% | 6.9% | 94.1% | 84.1% | 6432次/mm | 0ml/min |
| 规范要求 | >6.0 kN | <0.1% | <15% | >80% | >80% | ≥ 3000次/mm | <80ml/min |






## 中国温拌技术研究

至09年10月，已有十多个省市铺筑了60多条包括高速公路、城市快速干线在内试验路及应用工程,累计里程超过200km：

| | | | |
|---|---|---|---|
| 北京 | 21段 | 上海 | 11段 |
| 浙江 | 2段 | 河南 | 2段 |
| 辽宁 | 2段 | 河北 | 7段 |
| 四川 | 2段 | 江苏 | 5段 |
| 江西 | 2段 | 青海 | 3段 |

## 三、研究结论

经国内、国外试验研究发现，基于乳化平台的温拌混合料具有如下技术特点：

（1）在不牺牲沥青混合料路用性能的前提下，拌和温度可降低至110℃-130℃、碾压温度可降低至78℃-110℃；

（2）混合料的设计、拌和及施工工艺与热拌混合料基本一致，无需添置新的设备；

## 研究结论

（3）具有良好的适应性：不同石料，不同级配，不同沥青；

（4）减少燃料消耗，节省20%~30%；

研究结论；

## 温拌及热拌能耗比较

| 混合料类型 | 出料温度 | 燃油消耗量 | 温拌节能 |
|---|---|---|---|
| 热拌沥青混合料 | 160℃ | 6.8Kg/t | - |
| 温拌沥青混合料 | 120℃ | 5.3Kg/t | 22% |

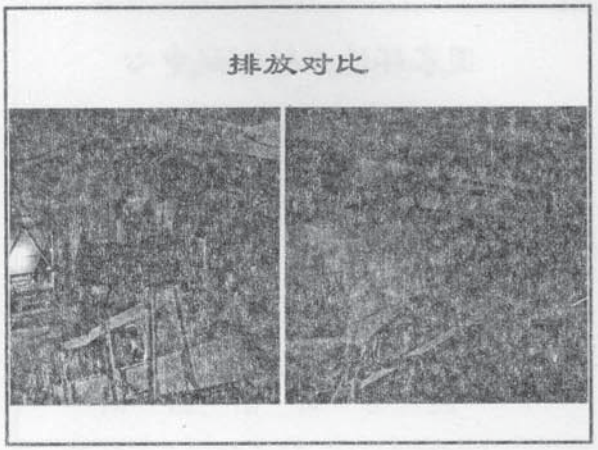
## 研究结论

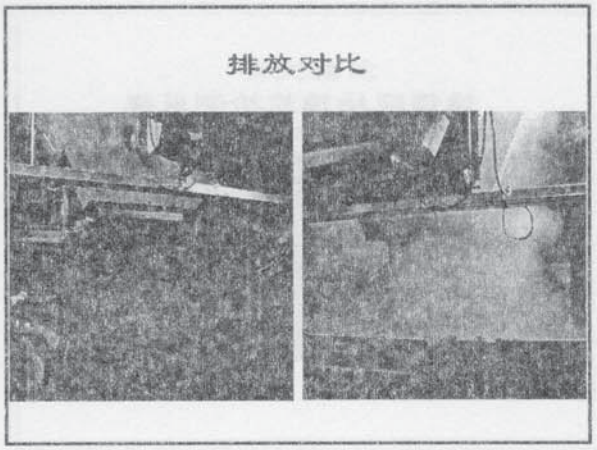
（3）具有良好的适应性：不同石料，不同级配，不同沥青；

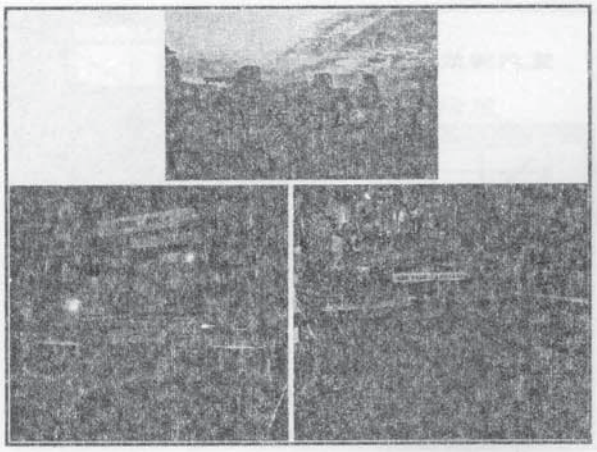
（4）减少燃料消耗，节省20%~30%；

研究结论；

（5）减少排放50%以上，降低对环境的污染和对施工人员健康的损害；



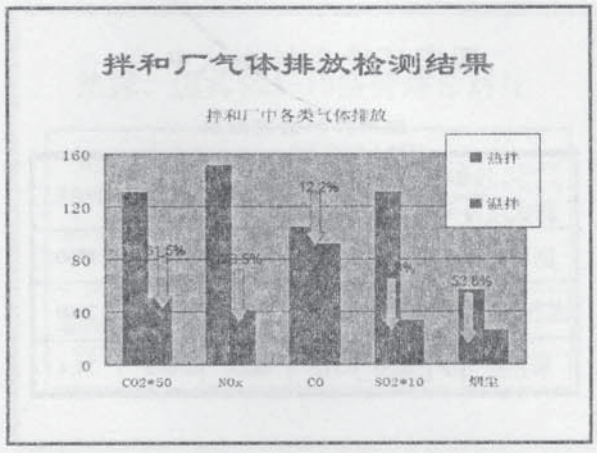






国家环境分析测试中心

拌和厂气体排放检测结果

| 测试项目 | 单位 | 热拌 | 温拌 | 降幅（%） |
|---|---|---|---|---|
| 二氧化碳($CO_2$) | mg/m³ | 2.6 | 1 | 61.5 |
| 氮氧化合物(NOx) | mg/m³ | 151 | 40 | 73.5 |
| 一氧化碳（CO） | mg/m³ | 104 | 91.3 | 12.2 |
| 二氧化硫（$SO_2$） | $10^4$mg/m³ | 13 | 3.3 | 74.6 |
| 烟尘 | mg/m³ | 5.6 | 2.59 | 53.8 |



**摊铺现场排放检测采样**

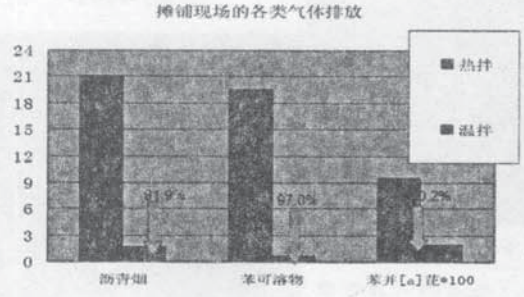


国家环境分析测试中心

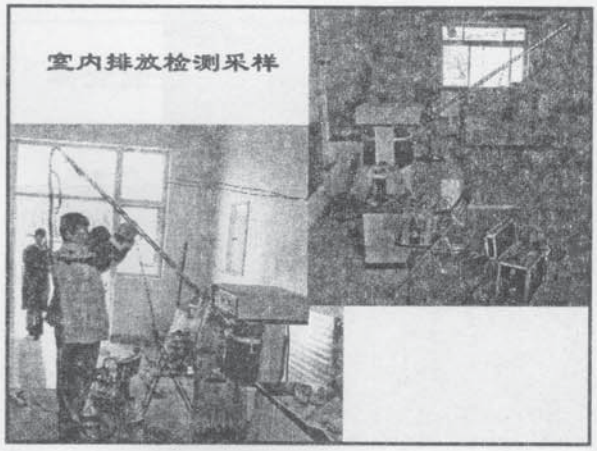
**摊铺现场检测结果**

| 测试项目 | 单位 | 热拌 | 温拌 | 降幅（%） |
|---|---|---|---|---|
| 沥青烟 | mg/m³ | 21.1 | 2.06 | 90.2 |
| 苯可溶物 | mg/m³ | 19.5 | 0.58 | 97.0 |
| 苯并芘 | μg/m³ | 0.0944 | 0.0187 | 80.2 |

**摊铺现场检测结果**




**室内排放检测采样**

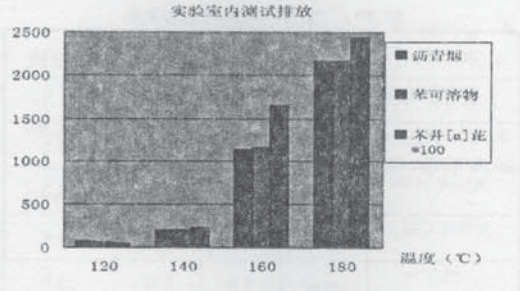


国家环境分析测试中心

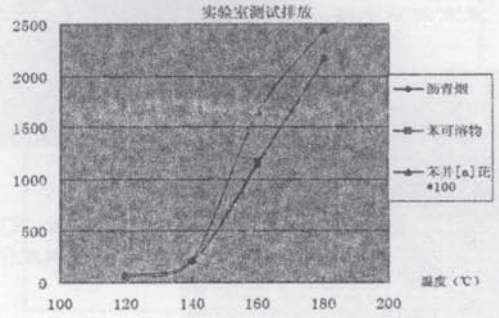
**室内拌和检测结果**

| 测试项目 \ 拌和温度 | | 120℃ | 140℃ | 160℃ | 180℃ |
|---|---|---|---|---|---|
| 沥青烟 | mg/m³ | 71.9 | 200 | 1140 | 2160 |
| 苯可溶物 | mg/m³ | 64.9 | 206 | 1160 | 2160 |
| 苯并芘 | μg/m³ | 0.515 | 2.24 | 16.5 | 24.4 |

**室内拌和检测结果**



## 室内拌和检测结果




## 研究结论

（3）具有良好的适应性：不同石料，不同级配，不同沥青；

（4）减少燃料消耗，节省20%~30%；

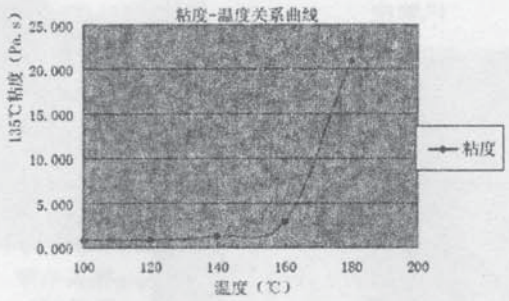
（5）减少排放50%以上，降低对环境的污染和对施工人员健康的损害；研究结论

（6）减轻热拌过程中沥青的老化，延长沥青路面的使用寿命

## 不同拌和温度的沥青粘度

| 指标 | 单位 | 基质沥青 | 温拌混合料 | | 热拌混合料 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 100℃ | 120℃ | 140℃ | 160℃ | 180℃ |
| 135℃粘度 | Pa.s | 0.340 | 0.800 | 0.860 | 1.210 | 2.825 | 21.000 |

## 粘度和拌和温度关系




## 疲劳性能试验

- Cooper试验机
- 采用200、400、600应变水平



## 热拌、温拌SMA-13疲劳寿命对比

| 混合料 | 应变水平 | 疲劳寿命$N_f$（次数） | | | | 与相应热拌沥青混合料疲劳寿命之比 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 试件1 | 试件2 | 试件3 | 平价值 | |
| 热拌混合料SMA-13 | 200 | 714308 | 582543 | 501420 | 599424 | |
| | 400 | 31319 | 28898 | 38996 | 33071 | |
| | 600 | 5699 | 6066 | 6432 | 6066 | |
| 温拌混合料SMA-13 | 200 | 1184785 | 953697 | 1297910 | 1145464 | 1.91 |
| | 400 | 37356 | 42499 | 48770 | 42875 | 1.30 |
| | 600 | 8499 | 9852 | 10151 | 9501 | 1.57 |

## 研究结论

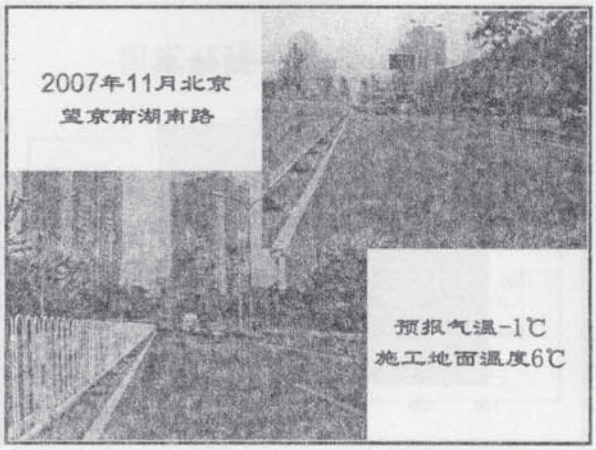
(3) 具有良好的适应性：不同石料，不同级配，不同沥青；

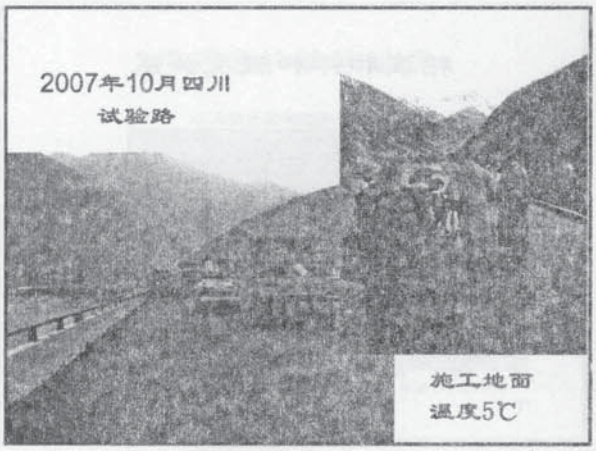
(4) 减少燃料消耗，节省20%~30%；

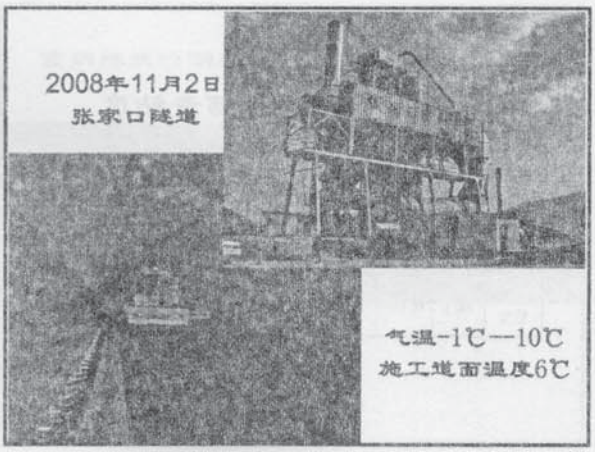
(5) 减少排放50%以上，降低对环境的污染和对施工人员健康的损害；研究结论

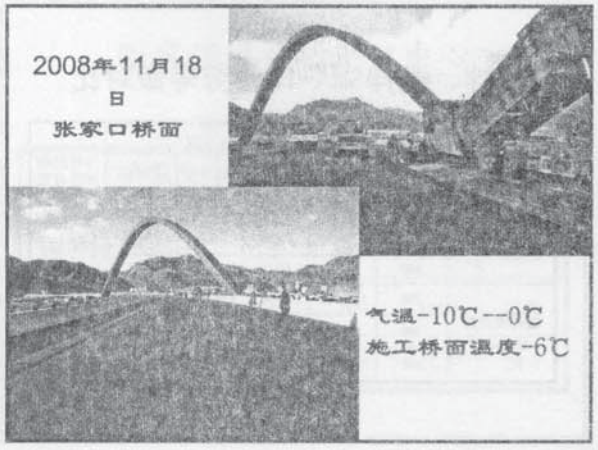
(6) 减轻热拌过程中沥青的老化，延长沥青路面的使用寿命；

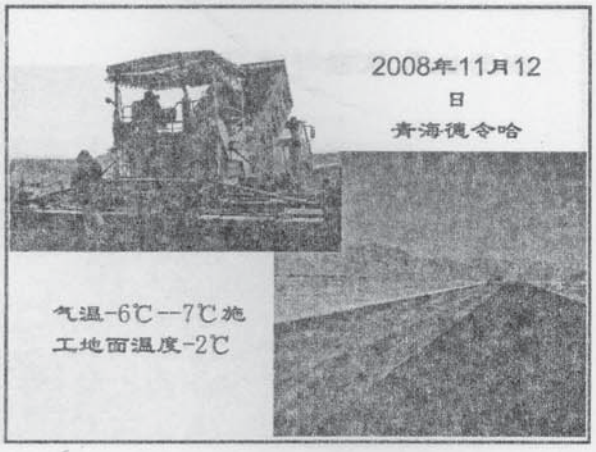
(7) 延长施工季节。



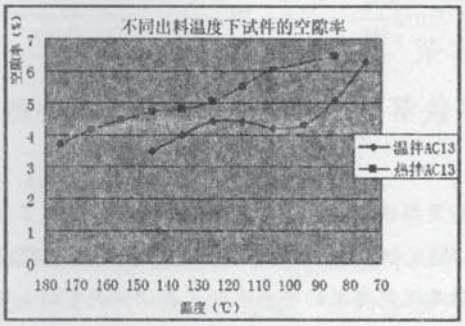



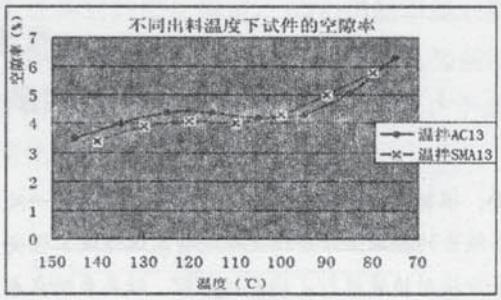



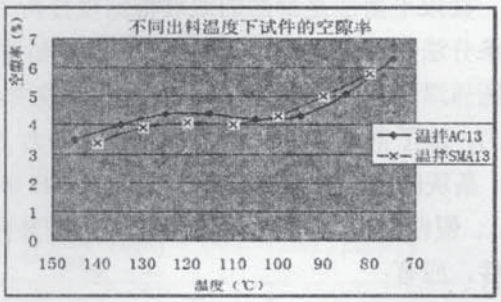
## 温拌和热拌空隙率对比




## AC和SMA空隙率对比




## AC和SMA空隙率对比




## 四、适用场合

温拌混合料适用场合

（1）根据EWMA性能，EWMA可以用于沥青路面的各结构层；

（2）适用于沥青路面建设和维修养护中的磨层罩面和超薄罩面；

（3）适用于有更高环保要求的城市道路的建设和维修养护；

（4）适用于隧道道面的铺筑；

（5）适用于较低温度条件下施工的工程。

## 五、结语

（1）温拌沥青混合料是一种节能环保的路用新材料、新技术，是道路科技的一次重大创新，具有革命性意义；

（2）在国内，通过近五年的研究和工程实践，该技术已经成熟。

## 温拌技术地方规范：

北京、上海、河北、青海、辽宁

## 温拌技术交通部规范：

修订中的《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 已确定将温拌技术纳入规范中。

# 巴东县溪丘湾边坡稳定性分析与支护设计

程谦明[1]　张占荣[2]

1 湖北省高速公路实业开发有限公司　2 中铁第四勘察设计院集团有限公司

**摘　要**：根据三峡库区巴东县溪丘湾209国道旁一处边坡已经发生的变形破坏情况和岩土体分布特性，确定了该边坡的破坏形式。在勘察报告的基础上结合相关规范确定该边坡工程安全等级为二级，稳定性分析采用圆弧滑动模式，安全系数应达到1.25。应用毕肖甫条分法对边坡进行了稳定性分析，结果表明在未支护时边坡不满足规范要求的安全系数。在试算的基础上确定了本工程的支护参数，支护后该边坡的安全系数满足规范要求。

**关键词**：毕肖甫条分法，边坡支护，稳定性分析

## 1　绪论

边坡是天然岸(斜)坡和人工边坡的统称，边坡问题是个既古老又普遍的问题。由于外界条件的变化，受到各种自然或人为因素的影响，破坏了边坡原有的力学平衡条件，使边坡上的不稳定体在自重或其它荷载的共同作用下，沿着一定的相对软弱面(带)作整体的、缓慢的、间歇性的，有时甚至是突发性的向下滑动的不良地质现象，就是滑坡。滑坡是一种地质灾害。滑坡灾害可以导致交通中断、河道堵塞、厂矿城镇被掩埋、工程建设受阻等等。

由于三峡水电工程修建，沿江两岸居民整体上移后靠，许多居民居住点在凿山修建公路时形成的边坡附近，由于地形、地质条件的变化，如果不对边坡进行处理，将会形成新的地质灾害，严重威胁着移民群众的生命财产安全。本文通过极限平衡法，对巴东县溪丘湾边坡进行了稳定性分析，分析表明该边坡在暴雨工况稳定性不足，为此对其进行了支护设计。

## 2　边坡稳定性分析方法

极限平衡法是常用的边坡稳定性分析方法，毕肖甫条分法是最为典型的极限平衡方法。如图1所示，从圆弧滑动体内取出土条 $i$ 进行分析。作用在条块 $i$ 上的力，除了重力 $W_i$ 外，滑动面上有切向力 $T_i$ 和法向力 $N_i$，条块的侧面分别有法向力 $P_i$、$P_{i+1}$ 和切向力 $H_i$、$H_{i+1}$。假设土条处于静力平衡状态，根据竖向力的平衡条件，应有：

$$\sum F_z = 0 \tag{1}$$

$$\begin{aligned} W_i + \Delta H_i &= N_i \cos\theta_i + T_i \sin\theta_i \\ N_i \cos\theta_i &= W_i + \Delta H_i - T_i \sin\theta_i \end{aligned} \tag{2}$$

根据满足土坡稳定安全系数 $F_s$ 的极限平衡条件，有：

$$T_i = (c_i l_i + N_i \operatorname{tg}\phi_i)/F_s \tag{3}$$

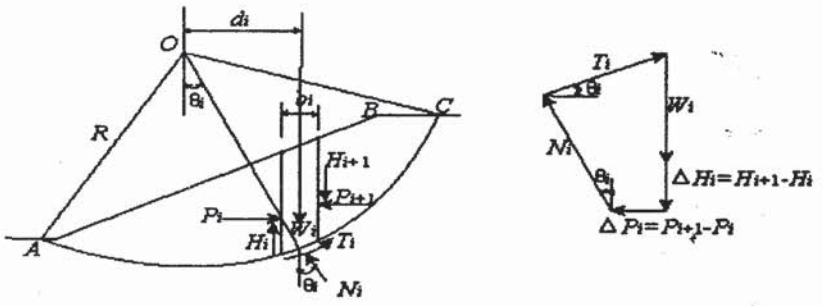



图1　毕肖甫法条块作用力分析

将式(3)代入式(2)，整理后得：

$$N_i=\frac{W_i+\Delta H_i-\frac{c_i l_i}{F_s}\sin\theta_i}{\cos\theta_i+\frac{\sin\theta_i\mathrm{tg}\phi_i}{F_s}}=\frac{1}{m_{\theta i}}\left(W_i+\Delta H_i-\frac{c_i l_i}{F_s}\sin\theta_i\right) \quad (4)$$

式中：

$$m_{\theta i}=\cos\theta_i+\frac{\sin\theta_i\mathrm{tg}\phi_i}{F_s} \quad (5)$$

考虑整个滑动土体的整体力矩平衡条件，各个土条的作用力对圆心的力矩之和为零。这时条块之间的力 $P_i$ 和 $H_i$ 成对出现，大小相等，方向相反，相互抵消，对圆心不产生力矩。滑动面上的正压力 $N_i$ 通过圆心，也不产生力矩。因此，只有重力 $W_i$ 和滑动面上的切向力 $T_i$ 对圆心产生力矩。滑动土体的整体力矩平衡，于是有：

$$\sum W_i\cdot d_i=\sum T_i R \quad (6)$$

将式(2)代入上式，得

$$\sum W_i R\sin\theta_i=\sum\frac{1}{F_s}(c_i l_i+N_i\mathrm{tg}\phi_i)R \quad (7)$$

将式(4)的 $N_i$ 值代入上式，简化后得

$$F_s=\frac{\sum\frac{1}{m_{\theta i}}[c_i b_i+(W_i+\Delta H_i)\mathrm{tg}\phi_i]}{\sum W_i\sin\theta_i} \quad (8)$$

这就是毕肖甫条分法计算土坡稳定安全系数 $F_s$ 的一般公式。式中的 $\Delta H_i=H_{i+1}-H_i$，仍然是未知量。如果不引进其它的简化假定，式(8)仍然不能求解。毕肖甫进一步假定 $\Delta H_i=0$，实际上也就是认为条块间只有水平作用力 $P_i$，而不存在切向作用力 $H_i$。于是式(8)进一步简化为：

$$F_s=\frac{\sum\frac{1}{m_{\theta i}}[c_i b_i+W_i\mathrm{tg}\phi_i]}{\sum W_i\sin\theta_i} \quad (9)$$

此式称为简化的毕肖甫公式。采用试算的办法，通过数次迭代即可求出 $F_s$ 值。

## 3 工程概况及其地质条件

### 3.1 工程概况

工程地处巴东县溪丘湾乡，溪丘湾西北约 4km，209 国道南侧，交通较为便利，周围建筑物较少（见图 2）。边坡为修建公路和移民安置所形成，长为 135m，坡高一般 9~27m，边坡坡面总面积 2973m$^2$，边坡分类按分段属Ⅱ、Ⅲ类边坡。坡面形态复杂，一般坡度 45~57°。该边坡的稳定程度将直接威胁着边坡周边居民的生命财产、加油站的安全、神龙溪茶场及 209 国道该段的通行安全。

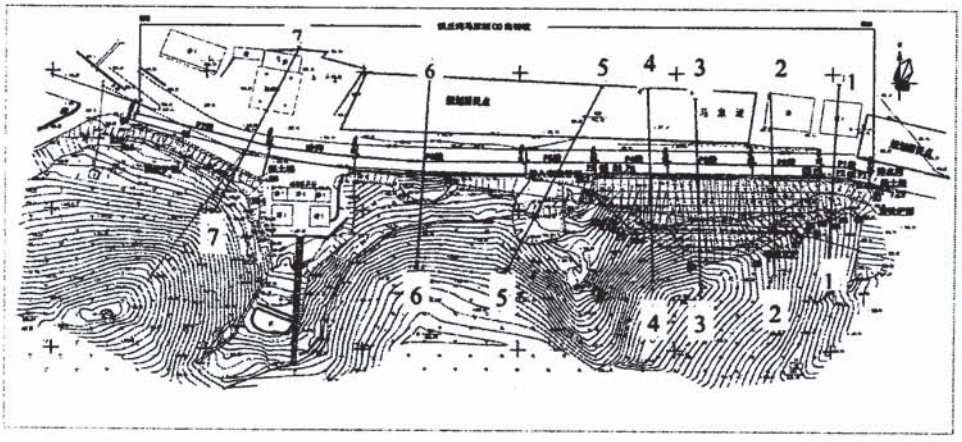



**图 2 边坡工程地质平面图 实线部分为治理工程图**

### 3.2 地形、地貌

边坡在地貌属构造侵蚀低山，边坡绝对高程在590-618m，相对高差多在9-28米间。规划居民建筑物位于高程590米左右的坡底公路旁。边坡顺公路展布，坡面总体形态呈凸弧形，走向近东西方向，坡长88m，坡高一般9-27m，最大坡高30m，边坡中间部位比两侧高，坡面面积2431m$^2$，坡底高程590m，坡顶最高高程618m；坡面凹凸不平，一般起伏差0.6-0.8m，最大可达1m左右；边坡体坡度多介于34-52°之间。

### 3.3 地质构造

边坡位于扬子江准地台川东坳陷褶皱束的东段，官渡口向斜的东西部靠近北翼，地层相对平缓，未见有规模较大的断层破碎带，但裂隙十分发育，岩体较为破碎。

### 3.4 地层岩性

区内出露的地层为三叠系中统巴东组第四段及第四系松散堆积物。边坡上部为紫红色的$Q_4$残坡积块石土，下部为巴东组第四段($T_{2b}^4$)的紫红色泥岩。局部边坡有基岩出露，岩层总体为单斜构造，局部有轻微挠曲和扭转现象，岩层走向基本为SWW，岩层产状为22°∠42°，走向与坡面走向呈小角度斜交，属斜顺向边坡。

## 4 边坡稳定性及支护设计

### 4.1 设计要求

边坡的稳定程度将直接影响着该边坡附近规划居民点建筑物的安全及209国道的通行安全。根据其失稳破坏的危害程度确定其等级为较严重。根据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2002)、《三峡库区边坡防护工程地质勘察与初步设计技术工作要求》，工程安全等级为二级，圆弧滑动模式安全系数应取为1.25。该边坡主要为碎石土，分析时采用适用于土质边坡分析的毕肖甫圆弧滑动法。

### 4.2 边坡破坏模式分析

该项工程地质平面见图2。由工程现场地质调查发现，本边坡已经发生如下变形破坏情况：P2、P3段边坡发育有较大面积崩滑体，与边坡等宽，顶部在边坡壁上形成了一条大约9-13米的后缘陡壁，崩滑体上部坡面坡角约为66°，下部坡角约为37°，平均坡角约为51°，由此可以判定为滑坡破坏模式为坡体切割块石土所形成的圆弧滑动破坏模式。所以边坡的整体稳定性处于欠稳定～基本稳定状态，预测高切坡随着时间的推移，加之暴雨等不利工况的出现，将会继续发生破坏，因此需对高切坡进行尽快治理。

### 4.3 边坡稳定性评价

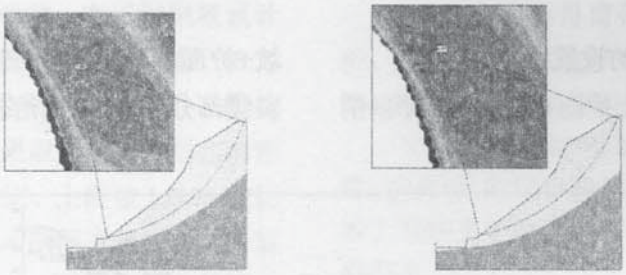
根据勘察报告所得的岩土体力学参数见表1。在表1参数条件下，以图2中1-1′~5-5′剖面为分析断面，特别以3-3′剖面作为典型断面，选择自然工况、暴雨工况两种工况下用毕肖甫条分法进行分析。表2为各个工况下安全系数的汇总，图3列出了3-3′剖面在自然工况、暴雨工况下的安全系（见图3）。

**表1 岩土体力学参数表**

| 项目 | 天然重度 (kN/m$^3$) | 天然状态 | | 饱和重度 (kN/m$^3$) | 饱和状态 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C(kPa) | 内摩擦角(°) | | C(KPa) | 内摩擦角(°) |
| 碎块石土 | 20.5 | 25 | 28° | 21 | 15 | 24° |
| 强风化泥岩 | 23.0 | 50 | 32° | 23.6 | 40 | 28° |

**表2 典型剖面安全系数汇总表**

| 典型剖面 | 1-1′ | 2-2′ | 3-3′ | 4-4′ | 5-5′ |
|---|---|---|---|---|---|
| 自然工况 | 2.369 | 1.630 | 1.056 | 1.218 | 1.453 |
| 暴雨工况 | 1.957 | 1.323 | 0.797 | 0.927 | 1.048 |



（A）天然工况　　（B）暴雨工况

图 3　3-3′剖面安全系数

分析可知：在自然工况下，该边坡的安全系数为 1.056~2.369，3-3′、4-4′剖面不满足边坡设计规范要求的安全系数为 1.25 的要求。在暴雨工况下：该边坡的安全系数为 0.797~1.957，除 1-1′剖面外安全系数均小于规范要求的 1.25。故总体来说该边坡安全系数小于规范所规定的 1.25，为欠安全状态或安全储备不足的状态，与勘察报告中指明边坡已经发育大面积崩滑体是一致的。因此需对边坡进行尽快采取合理的支护形式进行治理，以避免由于边坡进一步失稳破坏而造成的人员伤亡和经济损失。

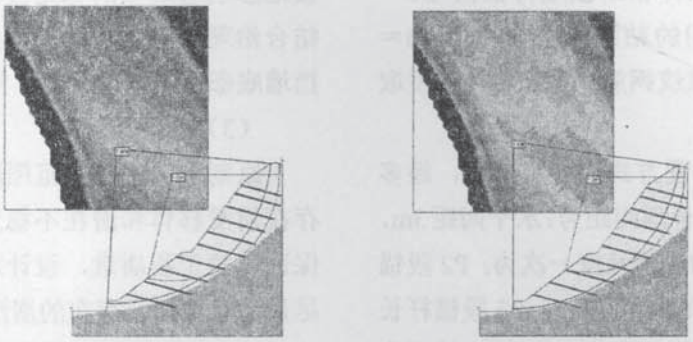
**4.4 支护设计**

选择 2-2′剖面~5-5′剖面做为典型断面进行加固设计，以提高边坡坡体的稳定性；对于 P1 段仅进行必要的坡面护理，以防止降雨入渗导致坡体岩土体力学性质的降低。

锚杆支护是边坡加固的有力形式，选取毕肖甫条分法对各典型剖面的安全系数进行计算，经多次试算后分析确定了锚杆布置方式，确定了各个剖面的锚杆长度布置形式。表 3 为锚杆加固后各个工况下安全系数的汇总。从表 3 可以看出：在自然工况下该边坡的安全系数为 1.665~1.694，在暴雨工况下该边坡的安全系数为 1.252~1.403，经过加固治理后，该边坡的安全系数均大于 1.25，满足了规范所要求。

表 3　支护后典型剖面安全系数汇总表

| 典型剖面 | 2-2′ | 3-3′ | 4-4′ | 5-5′ |
|---|---|---|---|---|
| 自然工况 | 1.694 | 1.684 | 1.665 | 1.727 |
| 暴雨工况 | 1.403 | 1.260 | 1.252 | 1.262 |



（A）天然工况　　（B）暴雨工况

图 4　3-3′剖面治理后安全系数

### 4.5 支护方案选取与支护参数的设置

本次设计采取“喷射混凝土护面+锚杆+排水沟+削坡+护面墙”的综合治理方案（治理工程平面图见图 2 实线部分，3-3′剖面治理设计剖面图见图 5）。

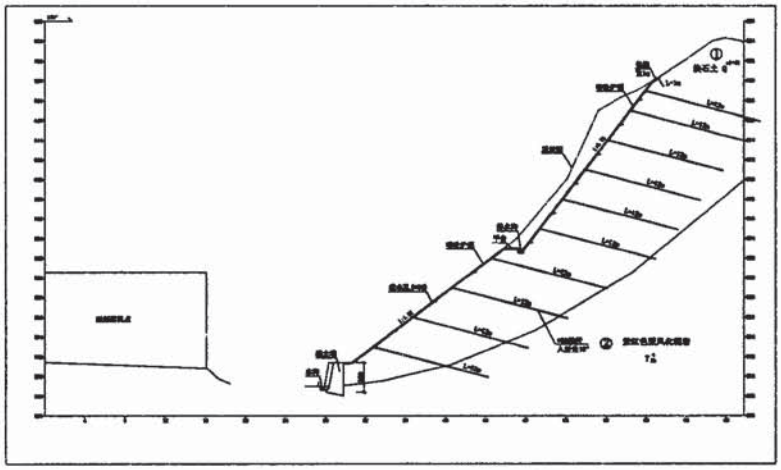


**图 5　治理工程设计剖面图（3-3 剖面）**

（1）喷射混凝土护面+锚杆设计。

挂网喷锚护面结构的目的在于保护坡面岩土体稳定，避免坡面土体发生水土流失，根据防治技术方案的设计要求。P1 段边坡不支护的时，在自然工况和暴雨工况下，安全系数满足规范要求，故坡面只需做适当的护坡处理即可，在 P1 段只采用喷混凝土的护面形式，P2~P4、P7 段均采用喷混凝土面层+锚杆支护的方式加固治理边坡不稳定部位。治理工程平面图见图 2。

设计所采用参数为：土体与锚固体粘结强度特征值 frb＝80kPa；岩体与锚固体粘结强度特征值 frb＝350kPa；钢筋与锚固砂浆间的粘结强度设计值 fb＝2100kPa；锚杆均采用二级螺纹钢筋，钢筋设计强度取值为 300kN/m$^2$。

依据上述参数对锚杆布置方式进行了试算，经多次试算后分析得到了锚杆的合理间距为：水平间距 3m，垂直间距为 3m。各个坡段的锚杆长度一次为：P2 段锚杆底部 3 排长度为 6m，其余长度为 9m；P3 段锚杆长度为 12m；P4 段锚杆底部 2 排长度为 9m，其余长度为 12m；P7 段锚杆长度为 6m；长度为 6m、9m 锚杆主筋采用 1Φ25 二级筋，长度为 12m 锚杆主筋采用 1Φ32 二级筋。锚杆施工打孔孔径均为 100mm，倾角 15°，砂浆标号采用 M30，挂网钢筋采用 Φ6@200×200，喷砼厚 12cm，分两次喷射。P1 段采用素砼护面，喷砼厚 12cm，分两次喷射。

（2）排水沟设计。

坡顶和坡脚的排水系统是治理边坡之有效的重要措施。由于该段边坡汇水面积大，边坡后缘斜坡地表降雨入渗降低岩土体的结构紧密性和强度，直接或间接地影响着边坡的稳定性。根据边坡工程地质特点，结合治理工程，设计了两条横向排水沟，分别布置于挡墙底部以及削坡平台，汇水排向公路边沟。

（3）削坡设计

原则上不进行大范围削坡工作，但是考虑到坡面存在崩滑移体和潜在不稳定块体，为提边坡稳定性和保证支护工程质量，设计对边坡坡面进行适当清理，尽量清除坡面已存在的崩滑移体和松散碎块石等。

P2~P4 段设置马道平台一条，马道平台面标高取为 594.5m，下部坡体采用自然坡比，上部坡体按照 1:0.75

的坡比采取人工方式适当清理坡面。本工程削坡设计参数分别为：1-1′剖面下段按 1:1.53 坡比、上段按 1:0.72 坡比采取人工方式适当清理坡面；2-2′剖面下段按 1:1.06 坡比、上段按 1:0.75 坡比采取人工方式适当清理坡面；3-3′剖面下段按 1:1.31 坡比、上段按 1:0.75 坡比采取人工方式适当清理坡面；4-4′剖面下段按 1:0.99 坡比、上段按 1:0.75 坡比采取人工方式适当清理坡面；5-5′剖面按 1:0.64 坡比采取人工方式适当清理坡面。

（4）护面墙设计

坡体下部局部有泥岩出露，泥岩易于风化。为了防止坡脚的岩土体风化力学特性进一步恶化，并且起到美化环境的效果，在坡脚部位设置了护面墙。

依据《建筑地基基础规范》（GBJ50007-2002）规定，护面墙除自重外，不担负其它荷载，亦不承受墙后土压力，因此在计算安全系数时不考虑护面墙的贡献，只按照构造要求设置了护面墙。

## 5 结论

通过上述研究得到以下结论：

（1）根据该边坡已经发生的变形破坏情况和岩土体分布特性，确定了该边坡的破坏形式为圆滑滑动破坏形式。在勘察报告的基础上结合相关规范确定该边坡工程安全等级为二级，圆弧滑动模式安全系数应取为 1.25。

（2）应用毕肖甫条分法对边坡进行了稳定性分析，结果表明在未支护时不满度规范要求的安全系数，与边坡实际发生的破坏形式一致。

（3）设计采取“喷射混凝土护面+锚杆+排水沟+削坡+护面墙”的综合治理方案，在试算的基础上确定了本工程的支护参数，支护后该边坡的安全系数满足规范要求。

## 参 考 文 献

[1] 陈祖煜. 土质边坡稳定分析：原理·方法·程序，北京：中国水利水电出版社，2003.

[2] 廖国华. 边坡稳定，北京：冶金工业出版社，1995.

[3] 杨航宇，颜志平，朱赞凌. 公路边坡防护与治理，北京：人民交通出版社，2002.

[4] 赵明阶，何光春，王多垠. 边坡工程处治技术，北京：人民交通出版社，2003.

[5] 《建筑边坡工程技术规范》GB50330-2002.

[6] 《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GB50086-2001).

[7] 三峡库区湖北省巴东县溪丘湾马家垭居民点高切坡防护工程初步设计报告.

[8] 《地质灾害防治条例》(国务院第 394 号令).

[9] 《三峡库区高切坡防护工程地质勘察与初步设计技术工作要求》.

[10] 《建筑地基基础规范》(GBJ50007-2002).

# 杭瑞高速公路对武汉城市圈“两型社会”经济发展的影响

扈永胜

湖北杭瑞高速公路建设指挥部

交通建设是武汉城市圈“两型社会”经济发展的重要基础。目前，在我省境内即将建成并投入使用的湖北杭瑞高速，就是实施 “建设大网络、搞活大流通，促进大发展”这一战略的重要体现。无论对抢抓“两型社会”机遇，外抓对接，内促循环，贯通扩口，提档升级，还是从根本上改善湖北交通面貌和路网布局，形成以武汉城市圈为中心的“放射型”高速路网布局，积极改善武汉城市圈内的投资环境，增强经济发展后劲，促进湖北中部崛起都将具有极其重要意义。

## 1 杭瑞高速对推进“两型社会”经济发展的功效

湖北省杭瑞高速公路起于阳新县界首与江西九江至瑞昌高速公路相接，途经黄石市阳新县、咸宁市通山县、崇阳县、通城县，终点于通城县大界接杭瑞高速湖南段，全长200公里，总投资97亿元，是武汉城市圈“两型社会”建设试验区中建设里程最长、投资规模最大、技术要求最高的高速公路建设项目，也是我省鄂东南丘陵山区与江西、湖南贯通的重要交通干线，工程于2008年12月30日开工，2010年12月30日实现了其中156公里的贯通，实现了我省高速公路建设上又一个奇迹，本工程既是交通运输部交通工程建设领域突出问题专项治理工作联系点和湖北省纪委监察厅领导成员对部分政府投资重大项目建设情况监督检查工作联系项目，也是湖北省纪委主要领导的联系点，因而足以说明其重要性。杭瑞高速公路湖北段的顺利建成，不仅构筑了武汉城市圈公路大交通的格局，而且对改善武汉城市圈周边城市的投资环境，扩大对外开放，加快城市现代化建设进程，推进“两型社会”经济发展将会发挥重要的战略支撑作用。它具有以下明显优势：

**1.1 行车速度明显提升。**杭瑞高速公路与其它高速公路一样，都是采取立体交叉、封闭式运行，双向通道，排除了混合交通的干扰，加上路面宽阔平坦，大大提高了车辆行驶的速度，平均时速为100公里至120公里，是一般公路的2-5倍。

**1.2 通行能力明显增强。**近期杭瑞高速公路日车流量预测在2万辆次以上，今后并将逐年增长。其通行量大的优势，将势必可有效缓解武汉城市圈沿线周边城市国、省道的交通压力。

**1.3 运输能力明显增大。**杭瑞高速公路可促进武汉城市圈周边城市高速运输业的快速发展。投入使用后，那些大吨位、集装箱式的货车和高档客车的车辆会纷纷涌现，势必将大大提高湖北省公路运输与运输方式的竞争力。

**1.4 交通事故明显减少。**虽然高速公路通行量大、行驶速度快，但由于安全标准相对较高，交通事故较一般公路大幅度降低。

**1.5 经济运距明显增长。**由于车速的提高节省了运行时间，提高了运输效率，减少了各种损耗，使高速公路真正成为人流、物流、信息流的大通道，对经济发展和社会进步起到催化的重要作用。

## 2 杭瑞高速公路对“两型社会”经济发展的影响

杭瑞高速公路湖北段的顺利实施，是着力推进“公路精品工程”，打造“承东启西、接南纳北、内畅外联、辐射全国”快速公路骨架网重要的环，它不仅可进一步推进武汉城市圈“交通对接工程”，而且对打造“辐射周边、畅达全国、资源共享、集约高效”的现代化交通网络起到定海神针的作用。

**2.1 可改善沿线城市经济运行环境。**杭瑞高速公路湖北段的修建，为武汉城市圈及沿线城市增加了一条新的高效、便捷的大通道，会极大缩短武汉城市圈周边城市之间得距离，使得连接东西南北的功能，将进一步发挥。据资料显示，在国外，一条高速公路建成3至5年后，其两端的大城市沿高速公路不断延伸发展，在各出口区域形成一系列卫星城镇或经济开发区，并以高速公路为轴线扩散形成产业带。例如，日本新建的工厂中有50%建在高速公路两侧20公里范围内。而中国已建成的高速公路经济带中，一般距高速公路出入口处10至20公里左右，可形成一定的经济圈。湖北杭瑞高速公路也不例外。在我国，只要翻开有高速公路途经市县的招商引资资料，都把高速公路在“投资环境”一栏上写上重重一笔。通过杭瑞高速公路与沿线周边大中城市紧密相连，可更好地接受沿线城市经济圈的辐射和带动，“开放型经济”将必将得到进一步发展，开放带动战略功能增强。此外，武汉城市圈内的周边城市，可紧紧依托杭瑞高速公路这条大动脉,认真打造经济发展的运行环境，构筑经济腾飞的脊梁，带动和促进经济发展，是武汉城市圈经济借势发展、乘势快上的基本经验。

**2.2 可推进城市圈现代产业的发展。**要使湖北经济成为中部崛起的重要战略支点，建立便捷的高速通道显得尤其重要。这是因为，杭瑞高速公路建设，对其沿线城市周边的现代产业发展具有整合资源、降低成本、提高效益、促进产业转移和升级的巨大作用，届时，期盼已久的杭瑞高速公路，必将成为沿线城市“两型社会”经济发展的强大推进器。其长距离、远辐射和舒适、方便的交通环境，可有力促进和推动现代产业化发展，使企业能源、原材料得以及时输入，销售产品能够及时输出，直接为企业降低流通成本。加之高速公路的走向，对企业群体布局有着明显的诱导作用。它可促成各种经济成分的企业竞相向杭瑞高速公路沿线聚拢。

**2.3 可加快农业向工业现代化的进程。**以上海为中心的“长三角城市群”，以北京、天津为中心的“环渤海城市群”，之所以成为我国经济持续快速发展的重要引擎，除有其先发优势外，与这里便利的交通枢纽分不开。如今，在国家西部大开发的推动下，又形成以重庆为中心的四川盆地城市群，整个西部地区经济呈现集中、连片发展的势头，有其后发优势，从整体上之所以形成了以京、沪、港、渝四大发展极带动全国发展的区域经济格局，起重要作用的与那里便捷、方便、高效的交通网络依然是不可分割的。如今，随着杭瑞高速公路湖北段的投入运营，势必会大大降低产品运输成本，增强武汉城市圈周边城市乃致其沿线城市产品走向市场的竞争力,缩短产品的储运时间，加速产品的流通，提高产品的商品化程度；加速产品商贸产业信息的交流和市场供需之间的衔接，推进第一二三产业市场化的进程。杭瑞高速原属交通较为闭塞的山岭丘陵区域，经济主要的农业为主，高速公路的开通将使本地区沿线的县市区，更大范围内感受到市场经济的机遇和挑战，更高程度上接受现代农业科学技术，激励农民参与市场竞争,提高农民市场参与度，加快地方农业产业化和城市化进程。

**2.4 可促进现代物流业和商贸业的发展。**建设以武汉为中心的华中城市群，要坚持以市场为导向，充分发挥市场对资源配置的基础性作用，杭瑞高速公路网络的建成，对促进其沿线产业在区域内合理布局，要素在区域内合理流动；以利益为纽带，建立合理的利益分享机制，使各地都能从区域合作中获得更大的利益，实现共赢；以企业为主体，整合资源，带动区域经济一体化的形成。通过建立中部各城市之间的新型合作伙伴关系，加强城市之间的交流与合作。杭瑞高速公

路的开通，可在这方面担当重要角色。过去，由于鄂、湘、赣是历史、地理、交通和经济上联系最为紧密的三省，在中部五省统一开放的区域大市场中，杭瑞高速公路湖北段的开通，可进一步丰富(武)汉—长(沙)—(南)昌“大三角”的内涵，进一步发挥武汉这一发展极的示范效应，并通过沿线周边城市的呼应和城市之间的联动，使其和谐统一，相互促进，共同发展。从而促进武汉城市周边现代物流业和商贸业的发展。

## 3 可对“两型社会”经济发展起到“连锁效应”

高速公路建设作为一项长期投资，其产生的影响往往是长期的、潜在的，最直观的影响是它对经济的拉动作用。据专家测算，每1元公路建设投资带动的社会总产值接近3元，相应创造国民生产总值0.4元，每亿元公路建设投资可为公路建筑业创造2000个劳动日就业机会，同时为相关产业提供就业机会近5000个劳动日。当然，杭瑞高速公路修建的工程队大都是外来的，有些效应不直接体现在当地，但对沿线经济的拉动仍然是巨大的，主要表现在以下三个方面：

**3.1 可延伸其产业链。**主要以武汉为增长极，推动华中城市群建设；以“武汉·中国光谷”为龙头，带动中部优势产业集群的发展；以积极融通中部为契机，发挥“居中”优势，带动整个中部经济崛起。按照产业梯度分工和社会化大生产原则，依靠市场主体，以构建产业链、价值链为主线，以资本为纽带，优化资源配置，充分发挥比较优势，加快与中部各城市的产业合作，发展产业群，延伸产业链，形成城市合理分工的产业布局。

**3.2 可起到融通作用。**湖北作为中部地区的“领头羊”，可通过杭瑞高速公路，积极主动便捷地融通中部各省，充分发挥自身地缘优势，以其周边地缘城市群为区域发展的空间和广阔腹地，在自身发展的同时，带动中部经济增长，最终形成区域内各城市间功能分工明确、经济全面合作、制度统一、互为依托、共同繁荣的具有核心竞争力的华中城市群网络体系，为中部的发展发挥其领导示范作用。

**3.3 可起到投资效应。**杭瑞高速公路建设给武汉城市圈及其沿线带来的资金收益主要在以下几方面：首先是公路修建的征地拆迁费。其次二是修路需水泥沙石等材料。虽然大量的水泥沙石不一定全部使用本地的，但一些辅助工程、互通线路的修建、及拆迁户的建房也需要大量的材料，可带动建材生产企业。第三是沿线庞大的工程队伍的衣食住行消费，直接刺激农副产品销售和第三产业的快速增长。四是民工的收入，虽然施工队伍是外来的，但仍会有一部分当地民工参与。他们也会通过劳动获取一笔可观数目的收入。

**3.4 可加速物业流通。**湖北省处于全国交通要塞和交通枢纽中心，是长江黄金水道的航运中心，以武汉为圆心，以1千公里—1200公里为半径的区域内，包含了北京、上海、天津、广东、深圳、西安、重庆等东西南北的主要大城市，这种区位和交通的优势为建立现代物流中心城市提供了良好的外部条件，同时也带动了西南地区的经济发展和产品直销长江经济带地区。杭瑞高速公路的开通，可使之与交通运输业的发展有机结合，以货物流量、流向及其合理组织等因素为导向大力发展联运，共同配送等集约化、社会化物流服务，以构建结构合理、配合有序、高效运行的一体化物流体系。

**3.5 货币乘数效应。**根据施工段线分布、资金存取方便的规律，有一大部分工程款均在本地银行内存放。这些工程款放在各银行暂存所发挥的货币乘数效应，对解决资金紧缺、促进本地区金融业发展有一定作用。

# 杭瑞高速公路剪影











杭瑞高速通山段

内部资料　　免费赠阅

# 路面维修养护技术

黄颂昌副总工
交通部公路科学研究院

一、维修养护的重要性和现状

二、维修养护的概念和理念

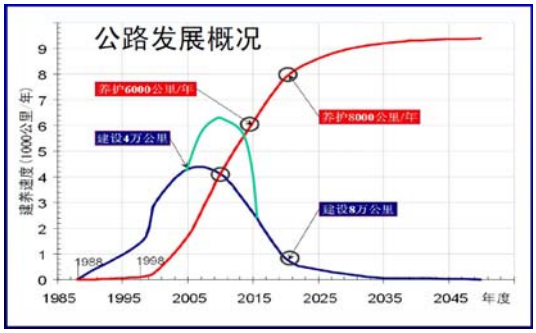
三、沥青路面 养护新 技术

一、维修养护的重要性和现状

二、维修养护的概念和理念

三、沥青路面 养护新 技术

## 维修养护的重要性




## 维修养护的重要性

- ◆公路建设和养护是公路发展的两大主题
- ◆公路建设是创造财富，养护管理则是保护财富。
- ◆公路建设是前提，养护管理是保障。

## 维修养护的重要性

在2006年5月11日召开的全国养护管理工作会议上，冯正霖副部长强调：

要坚持“建设是发展，养护管理也是发展，而且是可持续发展”的理念，把各项养护管理工作措施落到实处。

养护是建设的延续。良好的养护可以有效延长公路使用寿命，降低全寿命周期成本。

## 路面养护技术包括

- （1）路面养护管理技术路面检测技术、路面评价技术、路面养护决策技术、路面数据库技术等。
- （2）路面养护工程技术路面养护设计技术，路面预防性养护技术、路面修复技术、路面翻修技术、路面重建技术。

## 路面养护技术现状

在路面养护管理技术方面，总体水平仍较为落后。

◆检测　配备的路况检测设备和手段落后或数量不足，不能及时采集和更新数据；

◆决策　没有真正建立起预防性养护的理念，往往错过最佳养护时机；仍然实行“坏路优先”的原则；决策不够科学，不能做到有针对性的采取合理的养护措施。

## 路面养护技术现状

在路面养护工程技术方面，总体水平也较为落后。

◆维修养护技术研究工作和标准规范制修订工作滞后，不能满足公路养护的实际需要。

◆采用的养护技术仍以补坑和铣刨罩面等传统手段为主，措施单一，针对性不强，养护成本高，效果不佳。

一、维修养护的重要性和现状

二、维修养护的概念和理念

三、沥青路面 养护新 技术

## 沥青路面维修养护技术

（1）小修保养（日常保养、小修）
（2）中修工程（整段加铺面层、罩面）
（3）大修工程（翻修、补强）
（4）改建工程（整段提高公路等级）

## 沥青路面维修养护技术

（1）路面预防性养护
（2）路面修复
（3）路面翻修
（4）路面重建

## 预防性养护技术

为了防止路面轻微病害的进一步扩展，以减缓路面使用性能进一步恶化与延长路面使用寿命为目的的养护作业。

通常用于路面没有发生损坏，或只有轻微病害与病害迹象的路面。

## 预防性养护技术的种类

表面封层

雾封层　还原剂封层　碎石封层

稀浆封层　微表处　复合封层

薄层罩面　超薄罩面

就地热再生

裂缝封缝

## 路面修复

用来修复路面的局部损坏或某种特定病害的维修作业。

路面修复通常用于已经发生损坏，但还只属于局部损坏状态的路面。

## 路面修复技术的种类

路面坑洞修补

车辙填补

路面局部铣刨罩面（局部松散）

## 路面翻修

沥青路面的损坏已发展到路面的大部分面积，已发生全面性、结构性的破坏，从而需要在一定深度内进行面层的再生或铣刨重铺的维修作业。

## 路面翻修技术的种类

路面现场再生

路面铣刨重铺

# 路面重建

沥青路面的损坏由于没有得到及时的维修，从而发展为路面各结构层的损坏，这时不仅路面的面层，而且基层、底基层，甚至于路基也需进行维修，这样的维修作业称为重建；

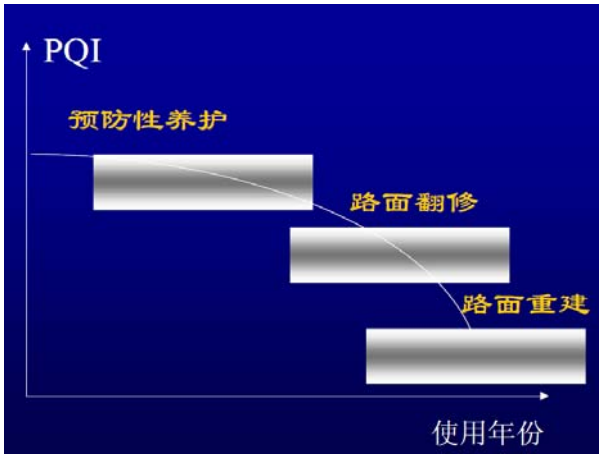
或路面达到设计年限,路面需重建；

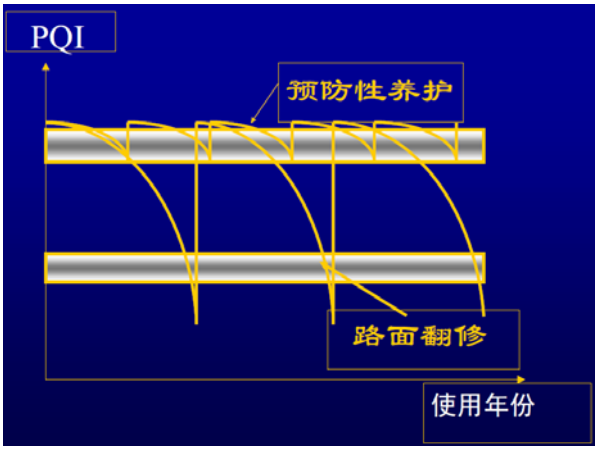
或交通量迅速增长,路面需重建。

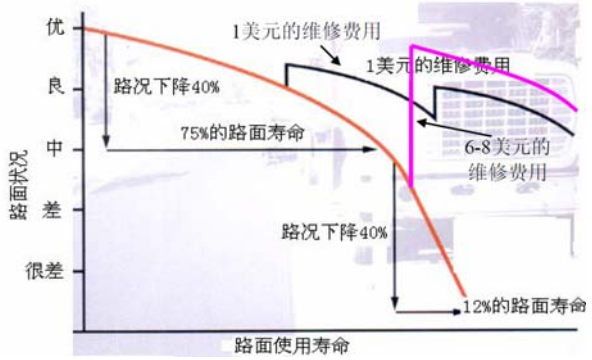
# 路面重建技术的种类

路面铣刨重铺

路面全深式再生（现场冷再生）

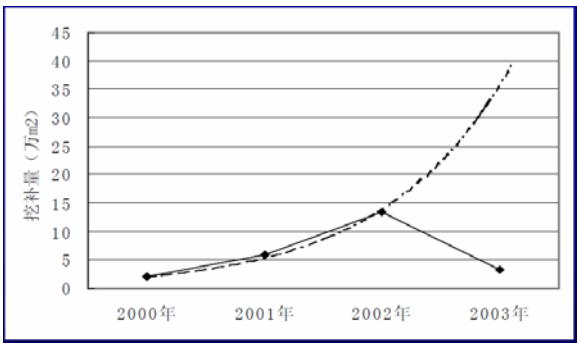


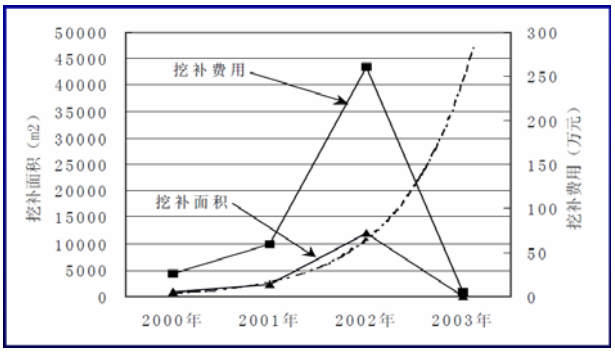




路况与使用寿命曲线

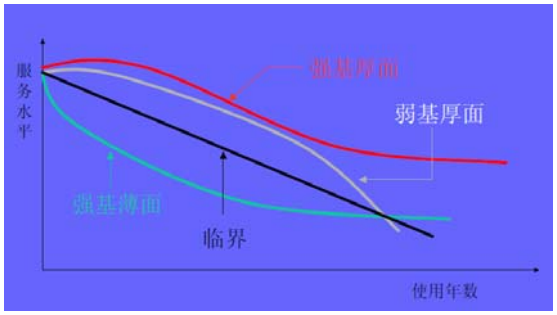
国内某高速公路2000-2003年
沥青路面挖补量统计



## 预防性养护前后
## 挖补量和挖补费用的变化

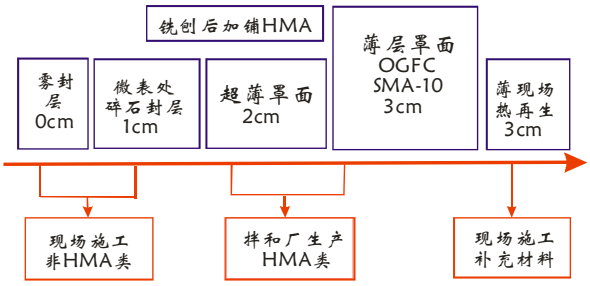



## 结构行为方程




路况与使用寿命曲线

## 预防性养护技术（0-3工程）




## 预防性养护技术（0-3技术）

0CM雾封层还原剂封层

1CM稀浆封层微表处碎石封层

2CM超薄罩面

3CM薄层罩面（SMA-10、OGFC-10等）

薄就地热再生

## 预防性养护技术

没有最好的方法，

只有最适宜的方法。

## 路面维修养护新理念

1)要加强预防性养护

2)要养护良好的路面

不要维修已损坏路面

# 预防性养护技术

在最恰当的**时机**，

用最合适的**方案**，

达到最理想的**目标** ！

冯正霖副部长在5月11日的全国公路养护管理工作会议上要求：**要全面推行预防性养护。**

各级交通部门要**从贯彻落实科学发展观、建设节约型行业的高度，充分认识推行预防性养护的重要性和紧迫性，实现全寿命周期公路养护成本最小化。**

**要全面加强路况检测评定等基础性工作，定期开展路面、桥梁技术状况调查，不断完善、更新路况数据库，及时掌握路面、桥梁的使用状况。**

**要充分应用计算机技术，开发建立适合本地实际的路面、桥梁管理评价信息平台，科学分析公路桥梁技术状况的衰减规律，分轻重缓急，科学制定预防性养护计划。**

**要加大预防性养护的投入，保证预防性养护的时效性，避免由于资金不到位，错过了养护最佳时机。**积极推广应用预防性养护的新设备、新技术和新工艺，逐步实现检测自动化、分析数字化、管理信息化、决策科学化。

一、维修养护的重要性和现状

二、维修养护的概念和理念

三、沥青路面养护新技术

1. 雾封层、还原剂封层

## 雾封层





## 雾封层



## 还原剂封层







## 还原剂封层







## 还原剂封层



## 还原剂封层





## 雾封层、还原剂封层




## 2. 微表处和稀浆封层

## 微表处




## 稀浆封层




微表处技术七十年代在欧洲出现，八十年代进入美国，如今已经成为美国、加拿大、欧洲等很多国家公路的主要养护手段之一。

微表处之所以在国外得到了广泛应用，因为它具有以下的技术优点：

1、具有高抗磨耗和高抗滑性能，适用于交通量大的路面。

2、可完成路面构造恢复、车辙填补等功能。

3、具有很好的封层效果，可以有效防止水的下渗，保护路面结构。

4. 在路面强度满足要求的前提下，优质微表处使用寿命可达6～9年。

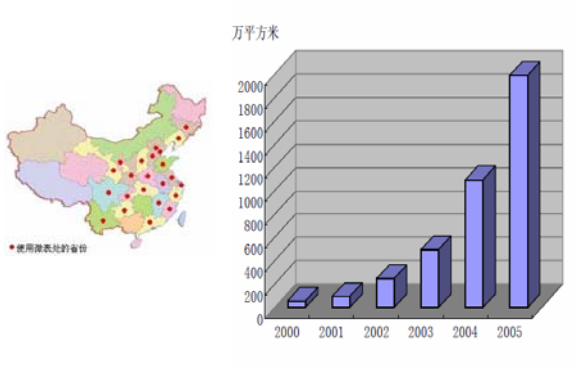
5. 开放交通快，可在施工后0.5～1小时内开放交通。

6. 可应用于沥青路面和水泥路面。

## 微表处在我国的应用

从1999年开始进行微表处技术研究和推广应用以来，微表处技术的优越性已经得到广大公路工作者的认可，并在我国的全国近三十个省市，100多条高速公路的路面养护中得到应用。

## 微表处应用




## 微表处应用



## 微表处应用




车辙填补



## 微表处应用



桥面微表处



# 微表处应用







隧道微表处

# 微表处技术

经过大量研究和实践总结，编写了我国微表处技术的规范和指南：

1、《公路沥青路面施工技术规范》
--JTG F40—2004

2、《微表处和稀浆封层技术指南》
--2005

# 改性乳化沥青技术要求

| 项目 | | BCR |
|---|---|---|
| 筛上剩余量　不大于（%） | | 0.1 |
| 电荷 | | 阳离子（+） |
| 粘度 | 恩格拉粘度计$E_{25}$ | 3~30 |
| | 沥青标准粘度计$C_{25,3}$ | 12~60 |
| 蒸发残留物含量　不小于（%） | | 60 |
| 蒸发残留物性质（直接加热法） | 针入度（100g,25℃,5s)　0.1mm | 40~100 |
| | 延度（5℃,5cm/min）不小于(cm) | 20 |
| | 软化点（环球法）　不小于（℃） | 53（57） |
| | 溶解度（三氯乙烯）　不小于（%） | 97.5 |
| | | |
| 储存稳定性 | 1天　不大于（%） | 1 |
| | 5天　不大于（%） | 5 |

# 我国微表处用集料技术要求

| 项目 | | 标准 | 试验方法 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 粗集料 | 石料压碎值　不大于(%) | 26 | T0316-2000 | |
| | 洛杉矶磨耗值　不大于(%) | 28 | T0317-2000 | |
| | 石料磨光值 不小于（BPN) | 42 | T0321-1994 | |
| | 坚固性　不大于（%） | 12 | T0314-2000 | |
| 细集料 | 坚固性　不大于（%） | 12 | T0340-1994 | 0.3mm部分 |
| 合成矿料 | 砂当量　不小于（%） | 65 | T0334-1994 | 合成矿料中＜4.75mm部分 |

# 微表处矿料级配范围

| 级配类型 | 通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| MS-Ⅱ型 | 100 | 90-100 | 65-90 | 45-70 | 30-50 | 18-30 | 10-21 | 5-15 |
| MS-Ⅲ型 | 100 | 70-90 | 45-70 | 28-50 | 19-34 | 12-25 | 7-18 | 5-15 |
| 允许波动范围 | ±5% | ±5% | ±5% | 5%± | ±5% | ±4% | ±3% | ±2% |

注：Ⅲ型级配适用于高速公路、一级公路的微表处罩面以及用于车辙填充；Ⅱ型级配适用于二级及二级以下公路和中等交通量道路的微表处罩面。

# 微表处混合料设计

## 微表处混合料设计

微表处混合料施工性能
- 可拌和时间
- 成型时间

微表处混合料路用性能
- 湿轮磨耗试验
- 负荷车轮粘附砂试验
- 轮辙变形试验
- 配伍性分级试验

## 可拌和时间





## 粘聚力试验

## 湿轮磨耗







## 粘附砂试验











## 配伍性分级试验

## 微表处混合料设计指标

| 实　　验 | | 标准 | 方法 |
|---|---|---|---|
| 可拌和时间（25℃）[注1] | 不小于（S） | 120 | 附录A.1 |
| 粘聚力试验（N.m）<br>30min<br>60min | 不大于 | <br>1.2<br>2.0（至少初等成型） | 附录A.3 |
| 负荷车轮粘附砂量 | 不大于(g/m²) | 450 | 附录A.5 |
| 湿轮磨耗损失<br>浸水1小时<br>浸水6天 | <br>不大于(g/m²)<br>不大于(g/m²) | <br>540<br>800 | 附录A.4 |
| 轮辙变形试验的宽度变化率[注2] | 不大于（%） | 5 | 附录A.6 |

# 微表处施工与质量控制

## 微表处的施工

（1）微表处施工前必须采用工程实际使用的材料对摊铺车进行标定。

（2）每个施工工作日都应检测集料料的含水量，并据此及时调整摊铺车的设定（细集料的湿涨性质）。

## 微表处施工质量控制

### 微表处施工前的材料质量检查与要求

| 材料 | 检查项目 | 要求值 | 检验频率 |
|---|---|---|---|
| 改性乳化沥青 | 微表处用改性乳化沥青技术要求设计的各项指标 | 符合设计要求 | 每批到货1次 |
| 矿料 | 砂当量 | 符合设计要求 | 每批来料1次 |
| | 级配 | | 每批来料1次 |
| | 含水量 | 实测 | 每天一次 |

### 微表处施工过程质量检验要求

| 项目 | 要求 | 检验频率 | 检验方法 |
|---|---|---|---|
| 稠度 | 适中 | 1次/100m | 经验法 |
| 油石比 | 设计油石比±0.3% | 1次/日 | 三控检验法 |
| 矿料级配 | 符合设计要求 | 1次/日 | 摊铺过程中从骨料输送带末端接出集料筛分 |
| 外观 | 表面平整、均匀，无离析，无划痕 | 全线连续 | 目测 |
| WTAT<br>浸水1h<br>浸水6d | 不大于540g/m²<br>不大于800g/m² | 1次/周 | 见附录A.4 |

### 微表处竣工验收标准

| 项目 | | 检验频率 | 质量要求 | 方法 |
|---|---|---|---|---|
| 表观质量 | 外观 | 全线连续 | 表面平整、密实，均匀，无松散，无花白料，无轮迹，无划痕 | 目测 |
| | 横向接缝 | 每条 | 对接，平顺 | 目测 |
| | 纵向接缝 | 全线连续 | 宽度<80mm<br>不平整<6mm | 目测或用尺量<br>3m直尺 |
| | 边线 | 全线连续 | 任一30m长度范围内的水平波动不得超过±50mm | 目测或用尺量 |
| 抗滑性能 | 摆值$F_b$(BPN) | 5个点/km | 符合设计要求 | 摆式仪 |
| | 构造深度TC(mm) | 5个点/km | 符合设计要求 | 铺砂法 |
| 渗水系数 | | 10ml/min | 3个点/km | T0971 |
| 厚度 | | ±10% | 3个点/km | 挖小坑测量 |

## 微表处的适用范围和对原路面的技术要求

微表处是一种预防性的养护方法，即在路基路面结构强度充足，而仅仅是出现了表面功能衰减、轻微车辙和不平整时，为了恢复路面服务功能而采取的一种养护方法。

通过研究，结合国内外的相关技术标准，提出了我国微表处施工前原路面应满足以下要求：

（1）原路面必须有充足的结构强度。原路面结构强度不足的，必须根据具体情况选择合适的方法进行补强。

（2）原路面15mm以下的车辙，可直接进行微表处；

深度15mm—25mm的车辙应首先进行微表处车辙填充，然后再进行微表处罩面，也可采用双层微表处；

深度25mm—40mm的车辙应首先采用多层微表处车辙填充；

深度40mm以上的车辙，建议采用其它方法修复车辙后再进行单层微表处。

（3）原路面宽度大于5mm的裂缝应首先进行灌缝。

（4）原路面的拥包等隆起型病害应在微表处前进行处理。

（5）原路面的坑槽等病害必须进行彻底挖补，否则病害很快会反映到微表处表面上来。



未处理的原路面唧浆迅速发展到微表处层

## 强调二点：

1、微表处施工经验非常重要。

2、开工前必需有试验报告。

微表处正式施工前，承包商应向业主、监理提供详实的技术资料，包括：

（1）混合料设计报告。内容包括:a.乳化沥青技术指标；b.集料技术指标、矿料级配；c.混合料配合比和技术指标；

（2）混合料设计复核报告。由有设计经验的第三方对混合料设计报告进行试验验证。

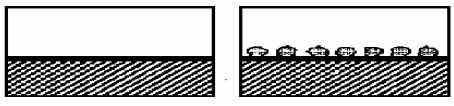
（3）混合料设计变更报告。

（4）微表处摊铺车标定报告。

（5）材料检测报告。

# 3、碎石封层技术

## 碎石封层







## 碎石封层



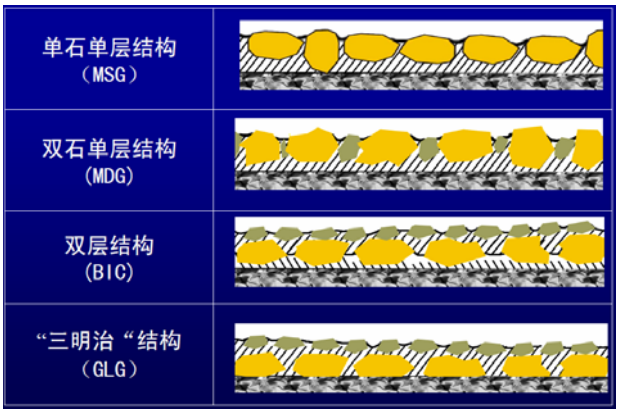
## 碎石封层

碎石封层按施工层次的多少分为:

◆单层碎石封层

◆双层碎石封层

◆多层碎石封层



## 碎石封层

按施工工艺、材料、应用场合等的不同，碎石封层包括:

◆同步碎石封层

◆土工布增强碎石封层

◆应力吸收膜封层（SAM）

◆应力吸收膜粘结层（SAMI）





同步碎石封层







土工布增强碎石封层



土工布增强碎石封层









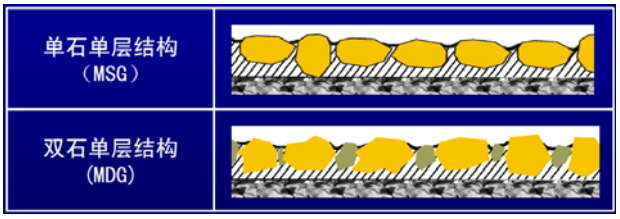
土工布增强
碎石封层



应力吸收膜封层

碎石封层结构特点：

沥青是连续项，碎石紧密排列，嵌挤在沥青中。




## 碎石封层的技术优点

**①封水效果好；**
**②随从变形能力强；**
**③卓越的抗滑性能；**
**④造价低廉；**
**⑤施工速度快。**

## 碎石封层用结合料

①稀释沥青

②乳化沥青

③改性乳化沥青

④改性沥青

⑤胶粉沥青

## 碎石封层主要用途

①道路养护罩面

②新建路面磨耗层

③新建中轻交通道路面层

④应力吸收膜粘结层

⑤路面下封层

碎石封层





## 碎石封层





碎石封层

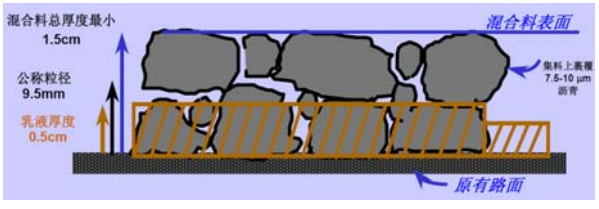


## 碎石封层防水粘结层

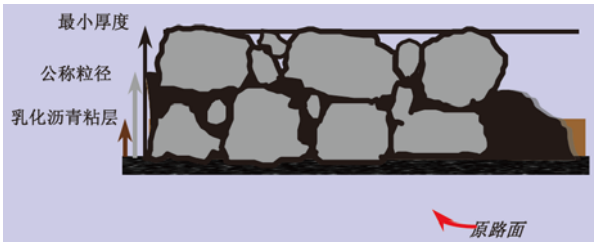


# 4、超薄罩面

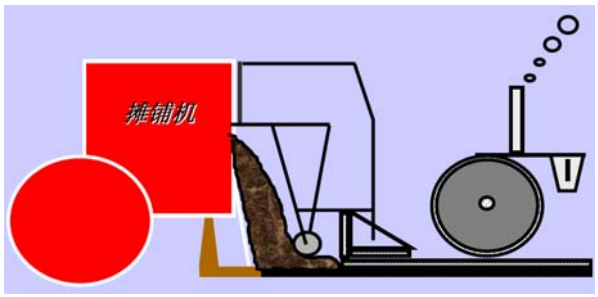
## 超薄罩面



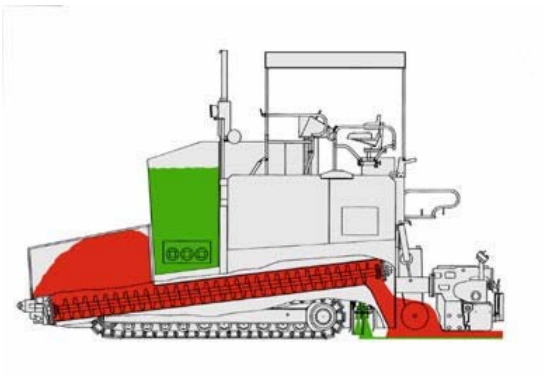

## 超薄罩面



## 施工工艺




## 设备



## 设备






## 设备




## 超薄罩面





## 优点

- 纹理粗，提高摩擦系数；
- 水雾小，提高安全性能；
- 噪音低，提高舒适性，减少噪音污染

## 降低水雾影响

密级配形成水雾





超薄罩面有较高能见度

## 水雾

密级配路面

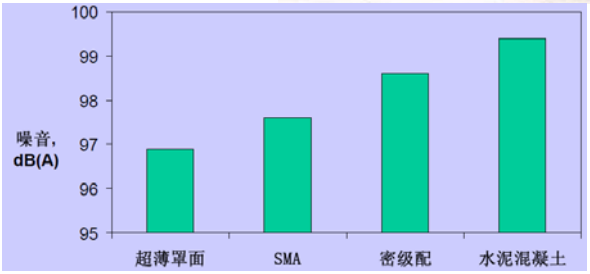


超薄罩面路面



## NCAT 噪音测试



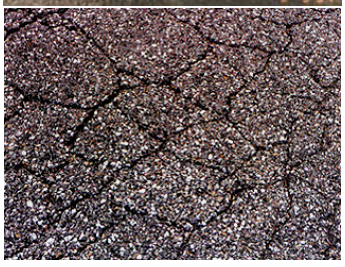

## 降低噪音

| 交通量为15万辆/日 | 降低分贝数 |
|---|---|
| 原路面为水泥路面 | 3.2 – 4.1 dB |
| 原路面为沥青路面 | 1.4 – 2.1 dB |

## 对原路面的要求

- 具有足够的强度；
- 路面车辙小于1.25cm；
- 裂缝进行了灌缝处理；
- 泛油中等以下程度；
- 表面无松散、坑槽；
- 表面无油污、杂物





# 5. 路面裂缝封缝技术

## 裂缝封缝技术

- 灌缝
- 贴缝

## 灌缝技术




## 灌缝技术




## 灌缝技术



## 灌缝技术



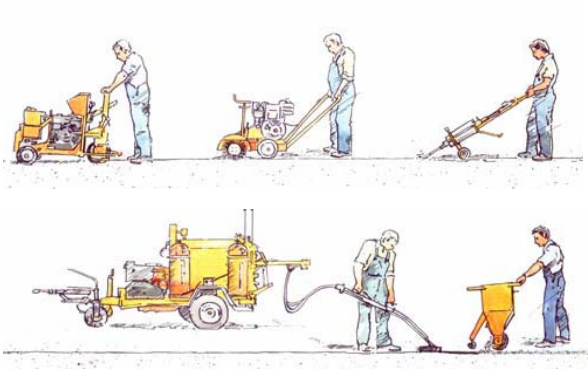
## 灌缝技术



## 灌缝技术



## 灌缝工艺



## 灌缝工艺

（1）裂缝扩宽。裂缝深宽比太小，无法给灌缝料和缝壁提供足够的接触面积，易造成灌缝料与缝壁脱开，且易被挤出；而如果深宽比太大，易造成灌缝料本身的破坏。

（2）裂缝清理。彻底清理裂缝中的灰尘和杂物，可保证灌缝材料与缝壁间的牢固粘结。可采用压缩空气和钢丝刷清理裂缝。

## 灌缝工艺

（3）裂缝加热。将裂缝加热一方面可以清除裂缝中的水分，另一方面可以使裂缝缝壁温度接近灌缝料温度，这都将有助于灌缝料的粘结。

（4）灌缝。一般采用专用的灌缝机进行该项作业。为了防止车轮粘起灌缝材料，有时在灌入灌缝材料后还要在其上撒上砂子。

## 灌缝材料

（1）良好的耐久性。不具备耐久性的灌缝料将在较短的时间内硬化和产生裂纹，减弱填缝的作用。

（2）良好的延伸性和抗疲劳性能。路面的裂缝宽度会随着环境温度的变化而不断地变化，灌缝料也会随之伸缩，因此，灌缝材料应该具有一定的抗拉能力和抗疲劳能力。

## 灌缝材料

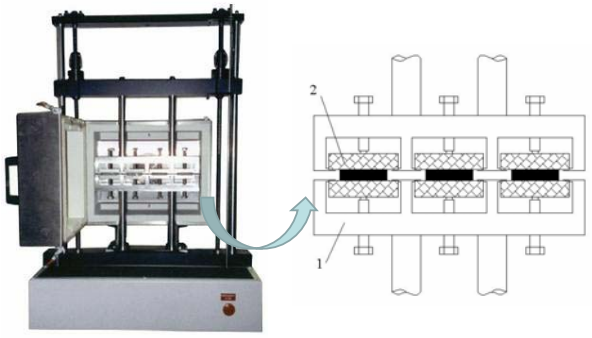
（3）良好的粘结力。灌缝材料只有与裂缝缝壁粘结牢固才能起到封水的作用，因此必须具有良好的粘结力，并能在与缝壁断开以后有自行修复的能力。

（4）良好的施工性能。灌缝材料在施工过程中应有良好的流动性，施工完成后能迅速终止流动。

## 技术要求

| 指标 | 高温型 | 普通型 | 低温型 | 严寒型 |
|---|---|---|---|---|
| 低温拉伸 | 0℃ /50%/3循环 一组3个试件全部通过 | -10℃/50%/3循环，一组3个试件，全部通过 | -20℃/50%/3循环，一组3个试件，全部通过 | -30℃/50%/3循环，一组3个试件，全部通过 |
| 锥入度/0.1mm | <50 | 30~70 | 50~90 | 70~150 |
| 软化点/℃ | ≥90 | ≥80 | ≥80 | ≥80 |
| 流动值/mm | ≤3 | ≤5 | ≤5 | ≤5 |
| 弹性恢复率/% | 30~70 | 30~70 | 30~70 | 30~70 |

## 低温拉伸试验




## 低温拉伸试验





## 灌缝技术





## 灌缝技术





## 灌缝技术



灌缝技术



灌缝技术



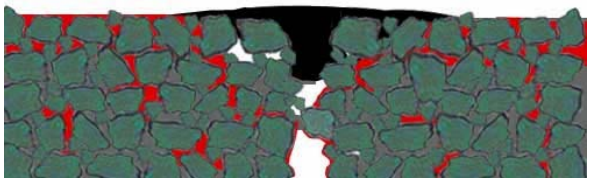
灌缝技术




灌缝技术




贴缝技术



贴缝技术



## 贴缝技术



# 6、高性能冷补材料

## 路面坑槽修补：

热补法－热拌沥青混合料

◆技术成熟、材料来源广泛、价格较低

◆对施工环境温度要求较高、雨雪天气不能施工

冷补法－冷补沥青混合料

◆修补及时、施工便捷

◆全天候修补材料，不受低温、雨雪等天气影响

## 高性能冷补材料

冷补料组成

◆冷补液

◆矿料

## 高性能冷补材料

冷补液

**基质沥青**—A级沥青

**隔离剂**—“-20#-0#”普通柴油

**添加剂**

◆配制冷补液的关键原料

◆由多种聚合物组成，常温下呈液态油状

◆改善冷补液与骨料之间的粘附性能

◆促进强度形成

## 高性能冷补材料

级配－骨架空隙型

**骨架嵌挤、开级配**

◆骨架嵌挤提供初期强度抵御行车荷载

◆保证一定的空隙率促使隔离剂较快挥发加速强度形成

**矿粉含量<5%**

◆长期储存，性能保持稳定，满足施工和易性

## 高性能冷补材料

强度形成过程

◆初期强度主要由骨架嵌挤形成

◆随着时间推移，冷补液中的隔离剂逐步挥发，冷补液粘度增大，沥青结合料的粘结力增大

◆骨架嵌挤力和结合料粘结力共同作用形成最终强度

## 高性能冷补材料

基本性能

储存稳定性

成品料袋装密封储存，性能保持长期稳定

施工和易性

低温条件下仍有良好的施工性能

水稳定性

可在雨雪天气施工，具有良好的抗水损害能力

成型强度

经初步压实，即具有抵抗挤压和车辙的能力

## 高性能冷补材料

性能评价试验

◆粘附性试验

◆贯入试验

◆粘聚性试验

◆修正马歇尔试验

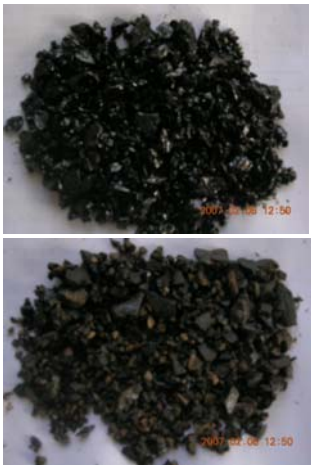
## 粘附性试验－粘附性

**◆试验方法**

取250克的冷补料放入沸水中，试验时以1周/秒的速率用玻璃棒搅拌，持续3分钟。目测粘附性等级。

**◆性能指标**

要求粘附性等级达到5级



## 贯入试验－施工和易性

**◆试验方法**

- 取冷补料松散放入测试盒中，置于4℃的冰箱中保温3h；
- 用贯入强度仪测试，记录贯入强度仪上的读数，记为贯入强度。

**◆性能指标**

贯入强度在0.5~4之间



## 粘聚性试验－粘聚性

◆性能指标

残留率≥60%

◆试验方法

- 取冷补料装入马歇尔试模中，放入4℃冰箱3h；
- 取出后双面各击实5次。脱模后称重并迅速放在标准筛上；
- 将标准筛直立并使试件沿筛框来回滚动20次，大约每秒一次；
- 打开筛盖，称取最大的一块的质量，计算残留率



## 修正马歇尔试验－成型强度/残留稳定度

◆试验方法

取冷补料装入马歇尔试模中，双面各击实25次； 连同试模以侧面竖立方式置110℃烘箱中养生24h；

取出后再双面击实25次，再连同试模在室温中竖立放置6h；□

脱模后在25℃恒温水槽中养生30min/48h，进行马歇尔试验。

◆性能指标

稳定度≥5kN□

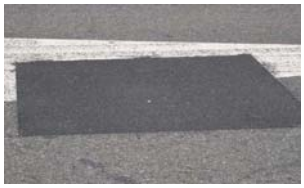
残留稳定度≥85%

## 高性能冷补材料

工程应用

已成功应用于高速公路、城市主干线、普通公路等的坑槽修补。

## 高性能冷补材料

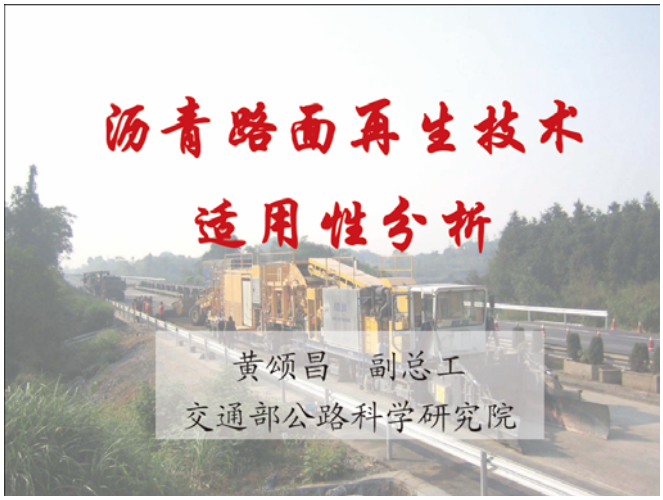


## 沥青路面养护技术

**没有最好，**

**只有最适宜。**






## 报告主要内容

一、再生技术发展概况
二、再生技术分类
三、再生混合料路用性能
四、再生技术适用性分析
五、国内应用情况和实例

## 报告主要内容

一、再生技术发展概况
二、再生技术分类
三、再生混合料路用性能
四、再生技术适用性分析
五、国内应用情况和实例

## 国外概况

发达国家早在上个世纪初就开始研究沥青路面的再生技术。但真正的规模应用开始于上个世纪70年代。目前，沥青路面再生利用技术已经成为发达欧美国家公路建设与维修养护的最常用技术，普及程度高，技术成熟。

## 国外概况

美国：在上个世纪80年代末，再生沥青混合料的用量就已占到全部沥青混合料的50%以上。旧路面材料的再生利用率超过90%。技术标准齐全。

日本：1981年发布了《再生沥青铺装技术指针》等技术标准。旧沥青路面的再生利用率超过90%。

## 国外概况

德国：是最早将再生料应用于高速公路路面维修的国家。早在1978年就实现了废弃沥青材料的全部回收利用。

芬兰：几乎所有的城镇都组织旧路面材料的收集和储存工作。过去再生料主要用于低等级公路的路面和基层，现在已应用于重交通道路。

## 国外概况

前苏联：对沥青路面再生技术研究也比较早，1966年起先后出版了《沥青混凝土废料再生利用技术》、《旧沥青混凝土再生混合料技术准则》等规范，提出了适于各种条件下路面再生利用的方法。

## 97年国际经合组织《道路工程再生利用战略》白皮书

| 国家 | 澳大利亚 | 奥地利 | 比利时 | 加拿大 | 丹麦 | 芬兰 | 法国 | 日本 | 荷兰 | 瑞典 | 英国 | 美国 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 利用率（%） | 80 | 80 | 100 | 90 | 90 | 95 | - | 80 | 100 | 75 | 90 | 80 |
| 厂拌热再生 | G | G | G | G | G | G | G | G | G | | G | G |
| 就地热再生 | L | L | | L | G | G | G | | G | G | L | L |
| 厂拌冷再生 | | L | | L | | | G | | | G | L | L |
| 就地冷再生 | L | | | L | | G | G | | | L | | L |
| 基层\沥青 | | L | | L | | L | G | | L | L | | |
| 基层\水泥 | G | G | G | | | | G | G | G | | G | |
| 基层\水泥和沥青 | | G | | | | | G | | L | | G | |
| 底基层 | | G | | G | L | L | G | G | G | | L | G |
| 填料 | G | | | | | L | | | | | G | L |
| 其它 | G | | | | | | | | | | G | |

注：G表示普遍采用，L表示有限采用

## 国外概况

最近，欧洲沥青路面协会EAPA在互联网上公布，其成员国的废旧沥青路面材料已100%通过再生方式得以重复利用。

## 国内概况

上个世纪80年代，我国在不同程度上开展过旧沥青材料的再生技术研究，再生料一般只用于轻交通道路、道路的垫层或非机动车道等。

1991年，建设部发布了《热拌再生沥青混合料路面施工及验收规程》。

交通部在《公路沥青路面养护规范》中提到了部分再生技术。

## 国内概况

从上个世纪80年代后期，伴随着高等级公路的大规模建设，人们的主要精力放在了新建公路上，路面再生技术的研究基本处于停滞状态。

近几年，伴随着我国公路建设的快速发展和大量高等级公路沥青路面需要进行翻修和重建，旧沥青路面材料的再生利用问题重新得到重视和广泛关注。

## 国内概况

近年来，为适应建设资源节约型、环境友好型社会的要求，北京、辽宁、广东、江苏、上海、河北、江西、陕西、天津、山东、吉林等省市对沥青路面再生技术进行了研究，并铺筑了面积不等的再生工程。沥青路面再生技术在我国公路建设和养护中逐步推广应用。

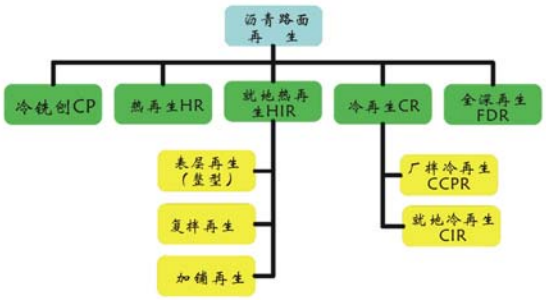
## 国内概况

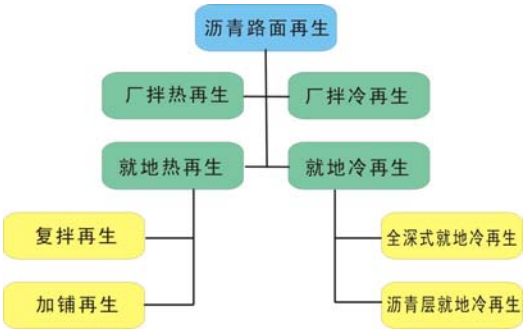
为促进沥青路面再生技术的广泛应用，规范再生应用技术，保证沥青路面再生工程质量，交通部公路司于2006年9月下达了《公路沥青路面再生技术规范》的编制任务。《规范》于2008年4月由交通部发布,并于7月1日实施。

## 报告主要内容

一、再生技术发展概况
二、再生技术分类
三、再生混合料路用性能
四、再生技术适用性分析
五、国内应用情况和实例

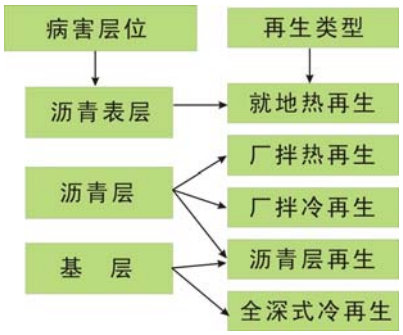
## 再生分类—ARRA



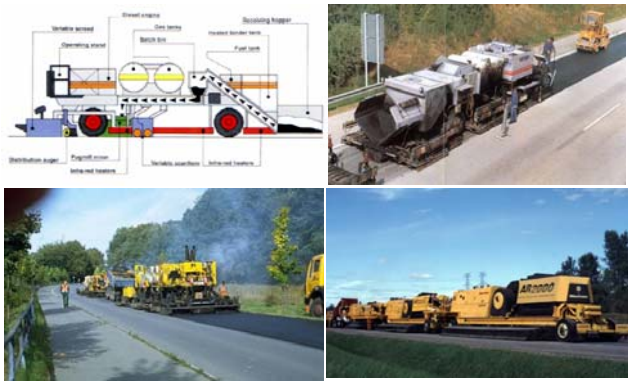




我国规范分类

## 再生技术应用场合




## 就地热再生



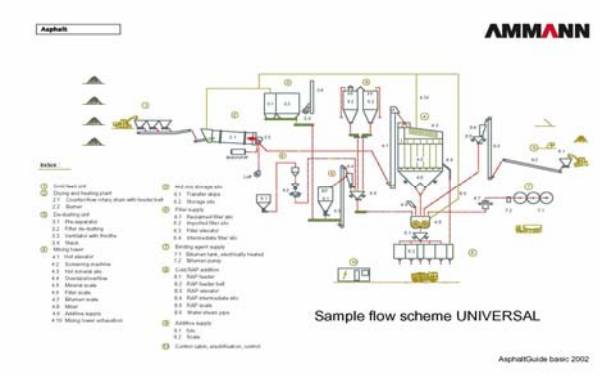
## 厂拌热再生







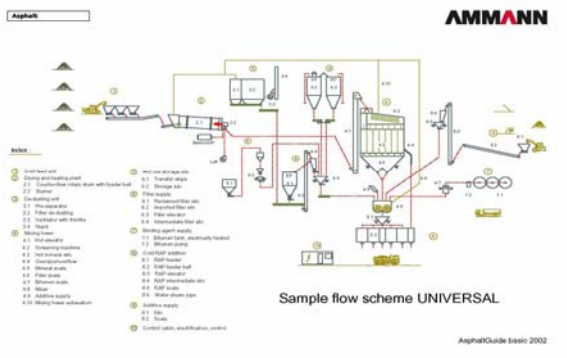
## 厂拌热再生




## 厂拌热再生



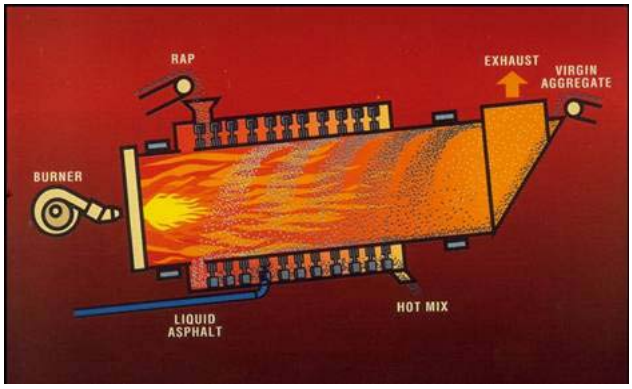
## 厂拌热再生




## 厂拌热再生



## 厂拌热再生



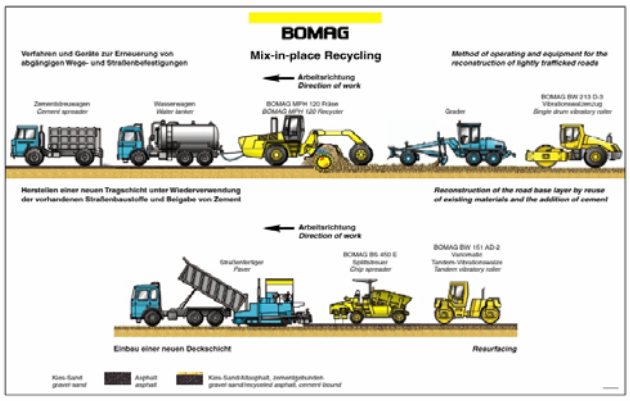
场拌冷再生







沥青层就地冷再生




沥青层就地冷再生









沥青层就地冷再生







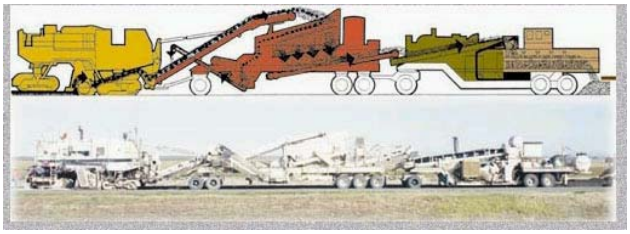
沥青层就地冷再生







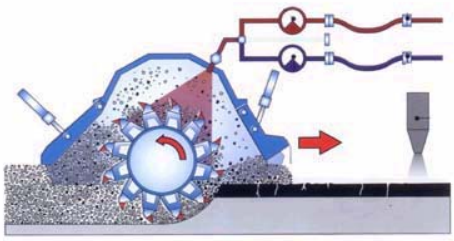
沥青层就地冷再生



## 沥青层就地冷再生



## 全深式就地再生

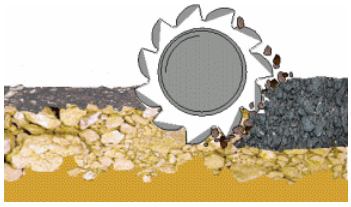


## 全深就地式再生



化学稳定

水泥、石灰、粉煤灰



沥青稳定

乳化沥青、泡沫沥青

## 全深式就地再生







## 报告主要内容

一、再生技术发展概况
二、再生技术分类
三、再生混合料路用性能
四、再生技术适用性分析
五、国内应用情况和实例

## 热再生混合料性能

- 原路面RAP材料的性能：沥青的老化程度、级配等；
- 新材料：沥青、再生剂、改性剂、集料等；
- 再生混合料的设计：新结合料的性能、再生混合料的级配、RAP材料的掺量等。

# 热再生混合料性能

- 原路面RAP材料的性能：沥青的老化程度、级配等；
- 新材料：沥青、再生剂、改性剂、集料等；
- 再生混合料的设计：新结合料的性能、再生混合料的级配、RAP材料的掺量等。

# 热再生混合料性能

**试验结论**

- 在RAP材料掺量不超过40%的范围内，再生混合料的低温性能劣于非再生混合料，RAP材料掺量越大，低温性能损失越多；
- 在RAP材料掺量不超过40%的范围内，热再生沥青混合料的水稳定性略低于非再生混合料。

# 热再生混合料性能

**RAP材料掺量**

- 我国《再生规范》：

  推荐采用15%-30%

- 美国大部分州规定：

  用于表面层时不大于20%

  其他层面不大于30%

# 冷再生混合料性能

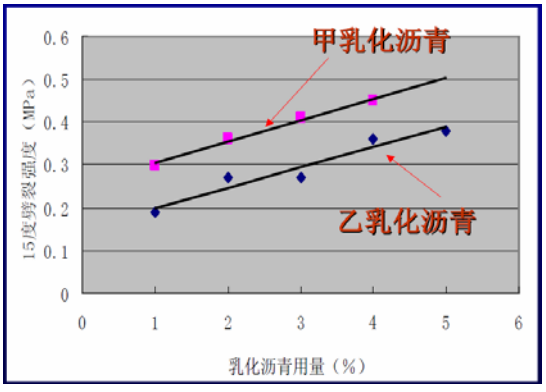
- 新材料：乳化沥青、泡沫沥青、集料等；
- 再生混合料的设计：乳化沥青与RAP材料和新集料的配伍性、再生混合料的级配；
- 与原路面RAP材料的性能、级配影响不明显。

# 冷再生混合料性能

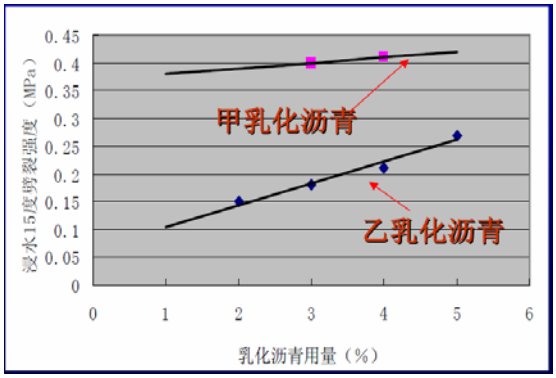
**乳化沥青**

不同RAP材料、集料的表面化学性能差异较大，与同一种乳化沥青的配伍性就会有较大差别，因此应进行有针对性的乳化沥青配方设计，必须坚持一个工程一个配方。

# 冷再生混合料性能

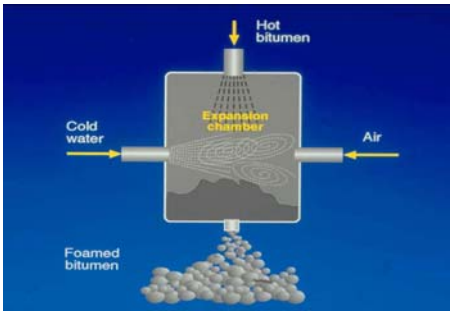


# 冷再生混合料性能




# 冷再生混合料性能

**泡沫沥青**




# 冷再生混合料性能

**泡沫沥青技术要求**

| 项目 | 技术要求 |
|---|---|
| 膨胀率 不小于 | 10 |
| 半衰期（S）不小于 | 8 |

# 冷再生混合料性能

**试验结论**

◆冷再生混合料15℃劈裂强度指标满足《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2006）中密级配粗粒式热拌沥青混凝土的强度要求。

◆冷再生混合料有好的高温稳定性，动稳定度超过《规范》对改性沥青混合料动稳定度的技术要求。


# 冷再生混合料性能

**试验结论**

◆冷再生混合料15℃劈裂强度指标满足《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2006）中密级配粗粒式热拌沥青混凝土的强度要求。

◆冷再生混合料有好的高温稳定性，动稳定度超过《规范》对改性沥青混合料动稳定度的技术要求。


# 报告主要内容


一、再生技术发展概况
二、再生技术分类
三、再生混合料路用性能
四、再生技术适用性分析
五、国内应用情况和实例

## 适用性分析　就地热再生





主要功能

1、修复沥青路面表面层病害；

2、恢复沥青表面层物理力学性能；

3、恢复沥青路面平整度，修复沥青路面车辙。

## 适用性分析　就地热再生





优缺点

1、优点：实现了就地的沥青路面再生利用，节省了材料转运费用。

2、缺点：a.再生深度通常限制在2.5-5cm；b.无法除去已经不合适进行再生的旧合料，级配调整幅度有限；c.污染严重。

## 再生规范　就地热再生

适用于仅存在浅层轻微病害的高速公路及一、二级公路沥青路面表面层的就地再生利用，再生层可用作上面层或者中面层。

## 适用性分析　厂拌热再生





主要功能

1、可修复沥青路面的几乎所有病害；

2、恢复甚至改善沥青路面混合料的性能。

## 适用性分析　厂拌热再生





优缺点

1、优点：再生工艺易于控制，再生后的沥青混合料性能比较理想，适用范围广。

2、缺点：铣刨后的旧沥青混合料需要来回运输；RAP用量较少，一般15-30%。

## 再生规范　厂拌热再生

适用于对各等级公路RAP进行热拌再生利用，再生后的沥青混合料根据其性能和工程情况，可用于各个等级公路的沥青面层及柔性基层。

## 适用性分析　厂拌冷再生





主要功能：

1、以冷拌沥青混合料的形式实现旧路面沥青层材料的再生利用；

2、恢复和改善旧沥青混合料路用性能。

## 适用性分析　厂拌冷再生





优缺点：

1、优点：a.再生工艺易于控制，再生混合料性能较好；b. 适用范围广；c.能耗低、污染小。

2、缺点：a.再生混合料强度的形成需要较长的时间；b.需要加铺一定厚度的罩面层。

## 再生规范　厂拌冷再生

适用于对各等级公路的RAP进行冷拌再生利用，再生后的沥青混合料根据其性能和工程情况，可用于高速公路和一、二级公路沥青路面的下面层及基层、底基层，三、四级公路沥青路面的面层。当用于三、四级公路的上面层时，应采用稀浆封层、碎石封层、微表处等做上封层。

## 适用性分析　沥青层就地冷再生





主要功能：

以冷拌沥青混合料的形式实现旧沥青路面材料的再生利用；改善旧沥青混合料的性能。

## 适用性分析　沥青层就地冷再生





适用场合：

一般用于病害严重的一、二级公路沥青路面的翻修、重建，冷再生路面需要加铺一定厚度的沥青罩面。

## 适用性分析　沥青层就地冷再生





优缺点：

1、优点：a.实现了就地的再生利用，节省了材料转运费用；b.施工过程的能耗低、污染小；c.适用范围广。

2、缺点：a.施工质量控制的难度较大；b.需要加铺沥青罩面层。

## 适用性分析　全深式就地再生





主要功能：

将全部的沥青面层和一定厚度的基层进行再生处理，再生后的冷拌沥混合料用于沥青路面的中、下面层或稳定基层；水稳混合料用于沥青路面的基层或底基层。

## 适用性分析　全深式就地再生





适用场合：

一般用于病害严重的二、三级公路沥青路面的翻修、升级改建，沥青再生材料可用于沥青路面的基层及轻交通量道路的下面层；水稳再生材料可用于沥青路面的基层或底基层。

## 报告主要内容

一、再生技术发展概况
二、再生技术分类
三、再生混合料路用性能
四、再生技术适用性分析
五、国内应用情况和实例

## 国内应用　就地热再生

京津塘高速公路：200多万平方米
成渝高速公路：150多万平方米
京福高速（山东）：30多万平方米
京石高速公路：15多万平方米
沪蓉高速、石太高速、石黄高速、长平高速、长营高速、·····

**应用面积超过500万平方米！**



## 就地热再生





## 就地热再生



## 国内应用　　厂拌热再生

- 北京、上海等城市
- 广佛高速改扩建工程

## 厂拌热再生　　—广佛高速

**路面结构**

4cm改性SMA-13

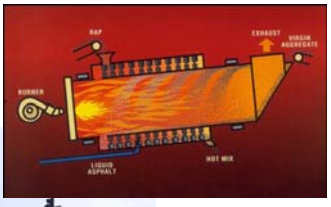
5cm改性AC -20

6cm再生沥青AC-25I

再生沥青LSM-25或素混凝土

原路面基层

## 厂拌热再生





## 厂拌热再生



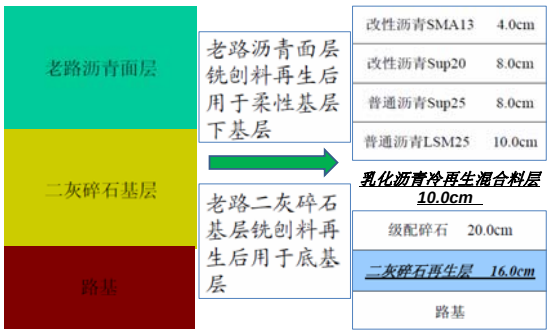


## 国内应用　　厂拌冷再生

宁沪高速、昌九高速、九景高速、京沪高速（沧州段）、西阎高速、西潼高速、西户高速、京珠高速、连霍高速等

**应用面积超过1000万平方米！**

## 厂拌冷再生—沪宁高速



## 厂拌冷再生
—沪宁高速







## 厂拌冷再生
—沪宁高速







## 厂拌冷再生—昌九高速

| 老路面结构 | | 重建后路面 | |
|---|---|---|---|
| 沥青罩面 | ？cm | 改性沥青AC13 | 4cm |
| 细粒式 | 4cm | 改性沥青AC20 | 6cm |
| 中粒式 | 6cm | 普通沥青AC20 | 6cm |
| 水稳基层 | 22cm | 冷再生层 | 10-12cm |
| 级配碎石 | 33cm | 原水稳基层 | 20cm |

原级配碎石

## 厂拌冷再生—昌九高速







## 厂拌冷再生
—昌九高速







## 厂拌冷再生—昌九高速



# 厂拌冷再生—西阎高速

| 老路面结构 | | 重建后路面 | |
|---|---|---|---|
| AK-16 | 4cm | AC-13 | 4cm |
| AC-20 | 5cm | AC-20 | 6cm |
| AC-25 | 6cm | 泡沫沥青再生层 | 14cm |
| 二灰稳定砂砾 | 20cm | 原二灰稳定砂砾 | 20cm |
| 二灰稳定土 | 28cm | 原二灰稳定土 | 28cm |

# 厂拌冷再生
## —西阎高速







# 就地冷再生—营大路

| 老路结构 | | 重建方案1 | | 重建方案2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | SMA13 | 4cm | SMA13 | 4cm |
| | | AC20 | 6cm | AC20 | 6cm |
| | | 水稳碎石 | 36cm | **冷再生层** | 15cm |
| 沥青层 | 12-15cm | 天然砂砾 | 15cm | **手摆拳石** | 16cm |
| 手摆拳石 | 16cm | 手摆拳石 | 16cm | **石灰土** | 30cm |
| 石灰土 | 30cm | 石灰土 | 30cm | | |

# 就地冷再生—营大路





# 就地冷再生
## —营大路







# 就地冷再生—营大路

通车四年后，路况良好

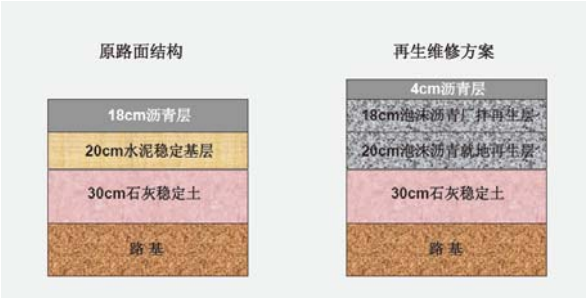




## 就地冷再生—营大路




## 京沈高速天津段泡沫沥青冷再生




## 就地冷再生




## 就地冷再生—黎温高速

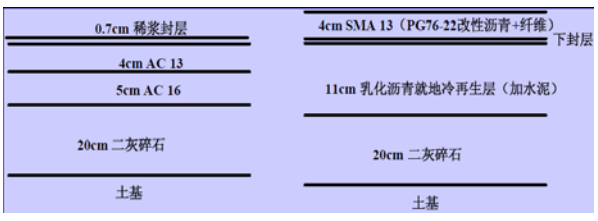
| 老路面结构 | |
|---|---|
| AC-13 | 4cm |
| AC-20 | 6cm |
| AC-25 | 6cm |
| 水稳基层 | 20cm |
| 水稳底基层 | 20cm |

| 重建后路面 | |
|---|---|
| AC-13 | 4cm |
| AC-20 | 6cm |
| 泡沫沥青再生层 | 18cm |
| 原水稳基层 | 19cm |
| 原水稳底基层 | 20cm |

## 就地冷再生



## 江苏锡澄路路面结构




再生前旧路结构　　再生后路面结构





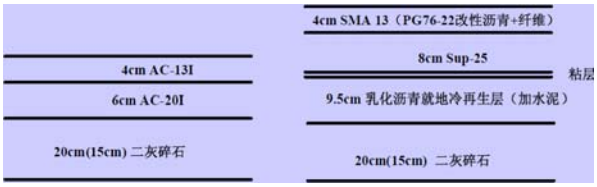








## 江苏S239再生路面结构




再生前路面结构　　再生后路面结构















## 浙江GD320泡沫沥青冷再生




## 浙江GD320泡沫沥青冷再生





## 浙江GD320泡沫沥青冷再生



## 结语

- 再生技术在国外是一项成熟技术，已有三十多年的应用经验，路面使用状况良好。
- 近十年，我国对再生技术也进行了大量研究，取得了较多经验，实践证明可以推广应用。
- 不同再生技术各有适用场合，没有优劣之分，是互补关系，不能相互替代。应用时要根据道路实际情况进行综合分析，选用最适宜的技术。



# 温拌沥青混合料技术研究与应用

黄颂昌　　副总工

交通运输部公路科学研究院

## 报告主要内容

一、温拌沥青混合料技术概况

二、中国温拌技术研究与应用

三、研究结论

四、适用场合

五、结语

## 报告主要内容

一、温拌沥青混合料技术概况

二、中国温拌技术研究与应用

三、研究结论

四、适用场合

五、结语

## 温拌混合料概述

沥青混合料按照拌和、摊铺温度的不同，可以分为两大类：

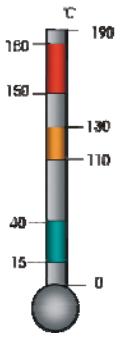
（1）热拌混合料

（2）冷拌混合料

## 温拌混合料概述

HMA = 热拌混合料 150-180 ° C

CMA = 冷拌混合料 15- 40 ° C




## 温拌混合料概述

热拌混合料

优点：主流技术，路用性能好

缺点：环境污染重，能耗大，沥青老化较严重。

冷拌混合料

优点：环保，节能，混合料可存储；

缺点：路用性能很难与热拌混合料相比。

# 温拌混合料概述

如何保留热拌沥青混合料性能良好的特点并克服其存在的环境污染重、能耗大、沥青存在老化等问题。或从另外一个角度说，如何在保留冷拌沥青混合料环保、节能等优势的同时克服其性能尚有差距的不足，成为大家努力的方向。

## 国际背景

◆节能减排、保护环境、可持续发展是世界各国共同关注的热点问题。

◆经济发达国家对此十分重视,都制定了相关法律法规。

## 国际背景

◆以1992年在巴西里约召开的世界环境发展大会为标志，国际节能减排工作进入一个新阶段。这次会议签署了《联合国气候变化框架公约》。

◆1997年在日本京都形成了**《京都议定书》**。

## 国际背景

“保护地球
—人类共同而惟一的家园”

成为人类的共识。

## 国内背景

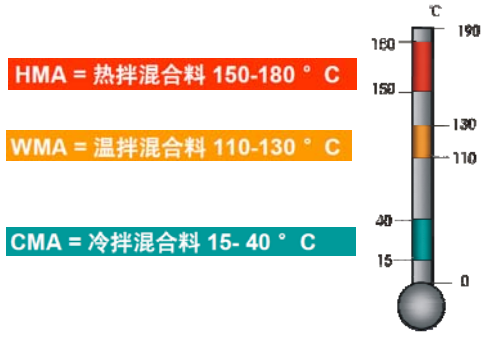
党中央、国务院历来高度重视节能减排工作，特别是近一个时期，胡锦涛总书记、温家宝总理多次就节约能源资源工作做出重要指示。十六届五中全会提出把节约资源作为基本国策，“十一五”国民经济和社会发展规划《纲要》进一步把“十一五”期间能耗降低20%左右,主要污染物排放总量减少10%作为约束性指标。

# 温拌混合料概述

**温拌沥青混合料**

是一类拌和温度介于热拌沥青混合料（150℃-180℃）和冷拌（常温）沥青混合料之间，性能达到(或接近)热拌沥青混合料的新型节能减排沥青混合料。

# 温拌混合料概述




# 温拌混合料概述

- 温拌沥青混合料起源于欧洲。
- 2000年起开始铺筑试验路。
- 2000年在国际沥青路面大会上首次进行交流。

# 温拌混合料概述

**温拌混合料技术的种类**

一、沥青-矿物法（Aspha-Min）

二、泡沫沥青温拌法（WAM-Foam）

三、有机添加剂法

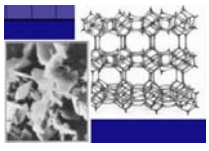
四、基于表面活性平台温拌法(EWMA)

# 温拌混合料概述

沥青-矿物法（Aspha-Min）采用的矿物是一种合成沸石。在沥青混合料拌和过程中将这种粉末状材料（大约0.3%）加入进去，从而使沥青产生连续的发泡反应。泡沫起到润滑剂的作用，从而使混合料在较低温度(120℃-130℃)下具有可拌和性。

## 沥青-矿物法（Aspha-Min）

- 沸石（水合硅酸铝结晶粉末）由德国的Eurovia公司生产。
- 沸石中含有20%的结晶水，在85 ℃以上时水分散失出来，从而使沥青发泡。



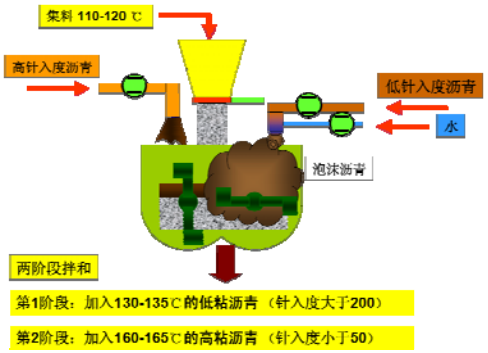
沸石的晶体结构

## 沥青-矿物法（Aspha-Min）

**温拌泡沫沥青法（WAM-Foam）**

将软质沥青和硬质泡沫沥青在拌和的不同阶段加入到混合料中。第一阶段将软质沥青加入到温度为110℃-120℃的集料中进行拌和以达到良好裹附。第二阶段将极硬的沥青泡沫化后加入到预拌的混合料中再进行拌和。

## 温拌泡沫沥青法（WAM-Foam）



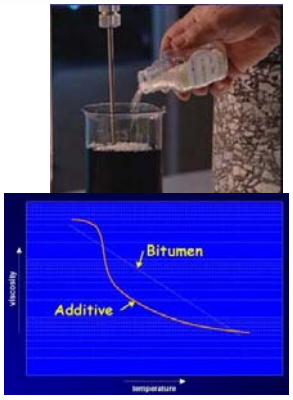

## 温拌混合料概述

**有机添加剂法**

将低熔点的有机添加剂加入到混合料中，从而降低结合料的粘度。目前成功应用的化学添加剂有两类，合成蜡和低分子量酯类化合物。添加剂大约在100℃-120℃之间熔化，熔化后的添加剂会产生大量的液体，从而使结合料粘度降低。

## 有机添加剂法

- Sasobit是从煤炭中提取的一种添加剂，可加工成粉末状，其中所含的蜡可在115℃以上溶于沥青中。
- 沥青中加入Sasobit可降低沥青的粘度，加入3%的Sasobit可降低混合料拌和温度15-20℃




## 温拌混合料概述

**基于表面活性平台温拌法(*EWMA*)**

基于表面活性平台的温拌技术由美国Meadwestvaco公司提出，2003年8月在南非铺筑了第一条试验路。

## 报告主要内容

一、温拌沥青混合料技术概况

二、中国温拌技术研究与应用

三、研究结论

四、适用场合

五、结语

## 中国温拌技术研究

中国的温拌沥青混合料技术研究起步于2005年。根据对国际温拌技术的分析，将研究重点放在基于表面活性平台的温拌法和有机添加剂温拌法两种方法上。

交通部对节能减排的温拌技术十分重视，及时将温拌技术研究纳入西部交通科技项目计划。

# 中国温拌技术研究

中国的温拌技术研究工作由：

交通部公路科学研究院

同济大学

北京市政路桥建材集团等单位合作开展

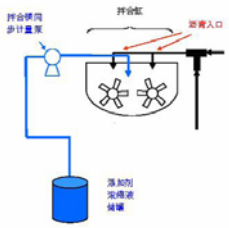
# 中国EWMA技术研究

针对北京、上海等地的集料和常用级配以及沥青等情况，进行了温拌沥青混合料的配合比设计和性能试验研究。研究确定了温拌沥青混合料的设计方法。

# 中国EWMA技术研究

对温拌沥青混合料与相应的热拌沥青混合料的性能进行了系统比较，试验的混合料种类包括：普通和改性的AC13、AC16，改性SMA10、SMA13，橡胶沥青AC13，UTAC、OGFC等。试验结果表明，温拌沥青混合料与相应的热拌沥青混合料性能相当。

添加装置







2005年9月北京

中国第一条

全球第六条 *EWMA*试验路







2005年9月北京

拌和温度120℃





中国第一条

全球第六条 *EWMA*试验路

## 北京试验路

混合料指标的对比

| 测试项目 | 测试值 | | JTG F40-2004规范 |
|---|---|---|---|
| | 温拌沥青混合料 | 热拌沥青混合料 | |
| 马歇尔稳定度（KN） | 11.3 | 13.3 | ≥8 |
| 冻融劈裂试验的残留强度比（%） | 86.3 | 81.5 | ≥75 |
| 浸水马歇尔试验残留稳定度（%） | 85.9 | 83.3 | ≥80 |
| 车辙动稳定度（次/mm） | 2057 | 1294 | ≥1000 |
| 渗水试验（ml/min） | <40 | <40 | ≤120 |

## 全球第一条改性SMA温拌试验路






2006年9月,230吨
北京，拌和130℃

## 全球第一条改性SMA温拌试验路





2006年9月,230吨
北京，拌和130℃

## 改性SMA13混合料性能对比

| 项 目 | 马歇尔稳定度 | 谢伦堡析漏损失 | 肯塔堡损失 | 浸水马氏残留稳定度 | 冻融劈裂残留稳定度 | 车辙试验动稳定度 | 渗水系数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 温拌改性SMA13 | 7.4 kN | 0.05% | 3.0% | 97.0% | 92.4% | 5384次/mm | 60ml/min |
| 热拌改性SMA13 | 6.2 kN | 0.06% | 3.1% | 96.7% | 88.0% | 5131次/mm | 0ml/min |
| 规范要求 | >6.0 kN | <0.1% | <15% | >80% | >80% | ≥ 3000次/mm | <80ml/min |

## 2007年北京通久路





2007年11月北京蓝靛厂南路温拌



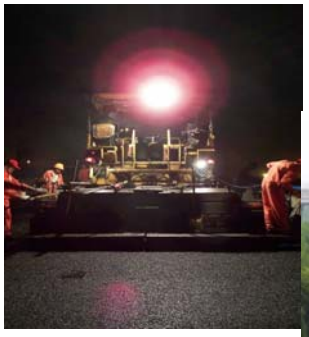


2007年11月北京
望京南湖南路





## 2007年9月上海温拌试验路



上海逸仙高架

A4高速



2007年10月四川试验路





2007年11月河北试验路






2007年12月浙江隧道项目





奥运工程中一路
2008年5月







奥运工程停车场
2008年5月

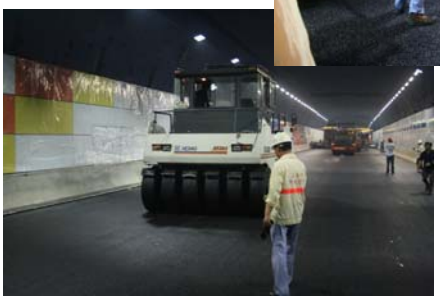






上海越江工程
2008年6月





北京橡胶沥青试验路
2008年11月







北京橡胶沥青试验路
2008年12月








## 橡胶沥青AC-13混合料性能对比

| 项　目 | 拌和温度℃ | 马歇尔稳定度 | 浸水马氏残留稳定度 | 冻融劈裂残留稳定度 | 车辙试验动稳定度 | 渗水系数 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 温拌WARAC-13 | 135 | 8.12 | 90.8% | 85.0% | 5192次/mm | 0ml/min |
| 热拌HARAC-13 | 185 | 8.30 | 91.4% | 83.8% | 5027次/mm | 0ml/min |
| 规范要求 | | >8.0 kN | >80% | >80% | ≥ 3000次/mm | <80ml/min |

长安街建国门
2009年8月





## 双改性SMA-13混合料性能对比

| 项 目 | 马歇尔稳定度 | 谢伦堡析漏损失 | 肯塔堡飞散损失 | 浸水马氏残留稳定度 | 冻融劈裂残留稳定度 | 车辙试验动稳定度 | 渗水系数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 温拌改性SMA13 | 9.0 kN | 0.04% | 2.6% | 98.8% | 85.4% | 9002次/mm | 0ml/min |
| 热拌改性SMA13 | ---kN | 0.08% | 6.9% | 94.1% | 84.1% | 6432次/mm | 0ml/min |
| 规范要求 | >6.0 kN | <0.1% | <15% | >80% | >80% | ≥3000次/mm | <80ml/min |

北京京承高速
2009年9月






江苏宁徐高速
2009年9月





## 中国温拌技术研究

至09年10月，已有十多个省市铺筑了60多条包括高速公路、城市快速干线在内试验路及应用工程,累计里程超过200km：

| | | | |
|---|---|---|---|
| 北京 | 21段 | 上海 | 11段 |
| 浙江 | 2段 | 河南 | 2段 |
| 辽宁 | 2段 | 河北 | 7段 |
| 四川 | 2段 | 江苏 | 5段 |
| 江西 | 2段 | 青海 | 3段 |

## 报告主要内容

一、温拌沥青混合料技术概况
二、中国温拌技术研究与应用
三、研究结论
四、适用场合
五、结语

## 研究结论

经国内、国外试验研究发现，基于乳化平台的温拌混合料具有如下技术特点：

（1）在不牺牲沥青混合料路用性能的前提下，拌和温度可降低至110℃-130℃、碾压温度可降低至78℃-110℃；

（2）混合料的设计、拌和及施工工艺与热拌混合料基本一致，无需添置新的设备；

## 研究结论

（3）具有良好的适应性：不同石料，不同级配，不同沥青；

（4）减少燃料消耗，节省20%~30%；

研究结论；

## 温拌及热拌能耗比较

| 混合料类型 | 出料温度 | 燃油消耗量 | 温拌节能 |
|---|---|---|---|
| 热拌沥青混合料 | 160℃ | 6.8Kg/t | - |
| 温拌沥青混合料 | 120℃ | 5.3Kg/t | 22% |

## 研究结论

（3）具有良好的适应性：不同石料，不同级配，不同沥青；

（4）减少燃料消耗，节省20%~30%；

研究结论；

（5）减少排放50%以上，降低对环境的污染和对施工人员健康的损害；

## 排放对比

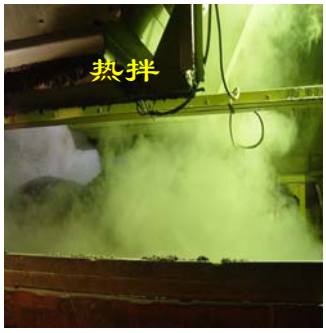






## 排放对比





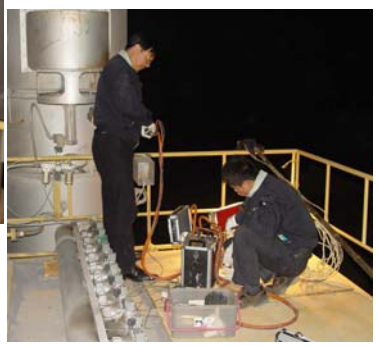









## 拌和厂排放检测采样

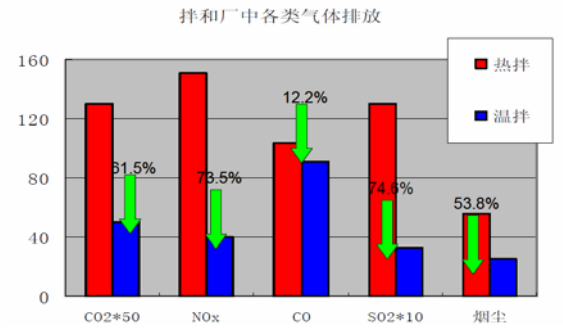


## 国家环境分析测试中心

**拌和厂气体排放检测结果**

| 测试项目 | 单位 | 热拌 | 温拌 | 降幅（%） |
|---|---|---|---|---|
| 二氧化碳($CO_2$) | mg/m³ | 2.6 | 1 | 61.5 |
| 氮氧化合物(NOx) | mg/m³ | 151 | 40 | 73.5 |
| 一氧化碳（CO） | mg/m³ | 104 | 91.3 | 12.2 |
| 二氧化硫（$SO_2$） | $10^4$mg/m³ | 13 | 3.3 | 74.6 |
| 烟尘 | mg/m³ | 5.6 | 2.59 | 53.8 |

## 拌和厂气体排放检测结果




## 摊铺现场排放检测采样



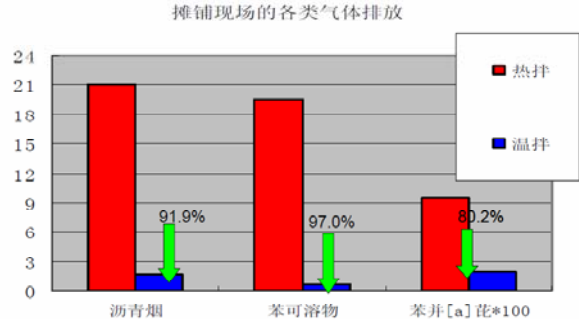


## 国家环境分析测试中心

**摊铺现场检测结果**

| 测试项目 | 单位 | 热拌 | 温拌 | 降幅（%） |
|---|---|---|---|---|
| 沥青烟 | mg/m³ | 21.1 | 2.06 | 90.2 |
| 苯可溶物 | mg/m³ | 19.5 | 0.58 | 97.0 |
| 苯并芘 | μg/m³ | 0.0944 | 0.0187 | 80.2 |

## 摊铺现场检测结果



## 室内排放检测采样



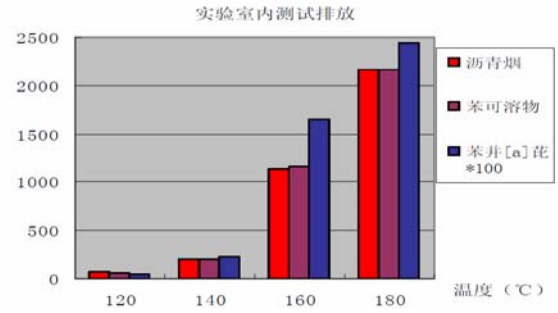


## 国家环境分析测试中心

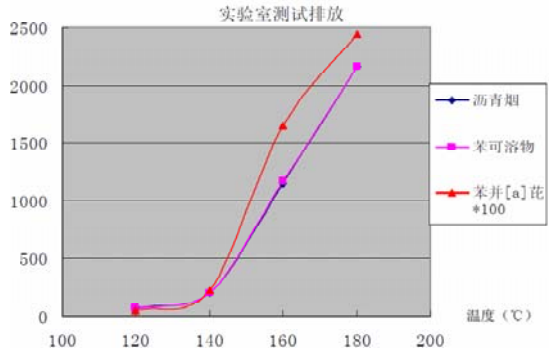
**室内拌和检测结果**

| 测试项目 \ 拌和温度 | | 120℃ | 140℃ | 160℃ | 180℃ |
|---|---|---|---|---|---|
| 沥青烟 | mg/m³ | 71.9 | 200 | 1140 | 2160 |
| 苯可溶物 | mg/m³ | 64.9 | 206 | 1160 | 2160 |
| 苯并芘 | μg/m³ | 0.515 | 2.24 | 16.5 | 24.4 |

## 室内拌和检测结果




## 室内拌和检测结果




## 研究结论

（3）具有良好的适应性：不同石料，不同级配，不同沥青；

（4）减少燃料消耗，节省20%~30%；

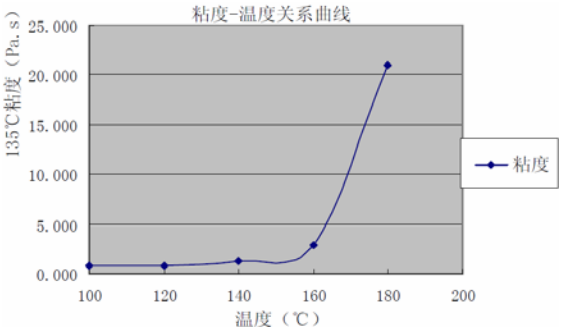
（5）减少排放50%以上，降低对环境的污染和对施工人员健康的损害；研究结论

（6）减轻热拌过程中沥青的老化，延长沥青路面的使用寿命

## 不同拌和温度的沥青粘度

| 指标 | 单位 | 基质沥青 | 温拌混合料 | | 热拌混合料 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 100℃ | 120℃ | 140℃ | 160℃ | 180℃ |
| 135℃粘度 | Pa.s | 0.540 | 0.800 | 0.860 | 1.210 | 2.825 | 21.000 |

## 粘度和拌和温度关系




## 疲劳性能试验

•Cooper试验机

•采用200、400、600应变水平




## 热拌、温拌SMA-13疲劳寿命对比

| 混合料 | 应变水平 | 疲劳寿命$N_f$（次数） | | | | 与相应热拌沥青混合料疲劳寿命之比 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 试件1 | 试件2 | 试件3 | 平价值 | |
| 热拌混合料SMA-13 | 200 | 714308 | 582543 | 501420 | 599424 | |
| | 400 | 31319 | 28898 | 38996 | 33071 | |
| | 600 | 5699 | 6066 | 6432 | 6066 | |
| 温拌混合料SMA-13 | 200 | 1184785 | 953697 | 1297910 | 1145464 | 1.91 |
| | 400 | 37356 | 42499 | 48770 | 42875 | 1.30 |
| | 600 | 8499 | 9852 | 10151 | 9501 | 1.57 |

## 研究结论

（3）具有良好的适应性：不同石料，不同级配，不同沥青；

（4）减少燃料消耗，节省20%~30%；

（5）减少排放50%以上，降低对环境的污染和对施工人员健康的损害；研究结论

（6）减轻热拌过程中沥青的老化，延长沥青路面的使用寿命；

（7）延长施工季节。

2007年11月北京

望京南湖南路





预报气温-1℃

施工地面温度6℃

2007年10月四川

试验路





施工地面温度5℃

2008年11月2日
张家口隧道





气温-1℃--10℃
施工道面温度6℃

2008年11月18日
张家口桥面





气温-10℃--0℃
施工桥面温度-6℃

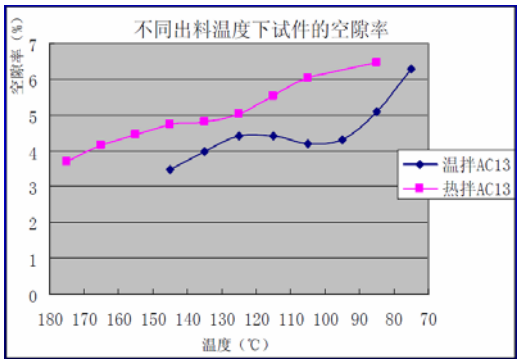


2008年11月12日
青海德令哈

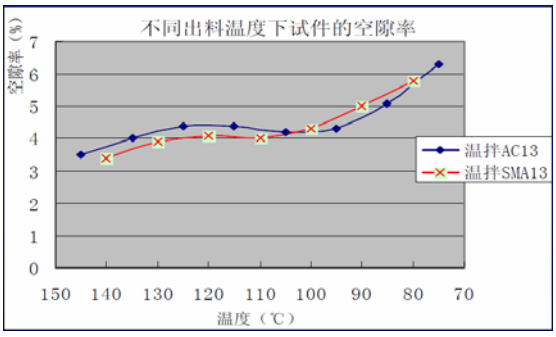


气温-6℃--7℃施工地面温度-2℃

## 温拌和热拌空隙率对比




## AC和SMA空隙率对比




## 报告主要内容

一、温拌沥青混合料技术概况
二、中国温拌技术研究与应用
三、研究结论
四、适用场合
五、结语

## 温拌混合料适用场合

（1）根据EWMA性能，EWMA可以用于沥青路面的各结构层；

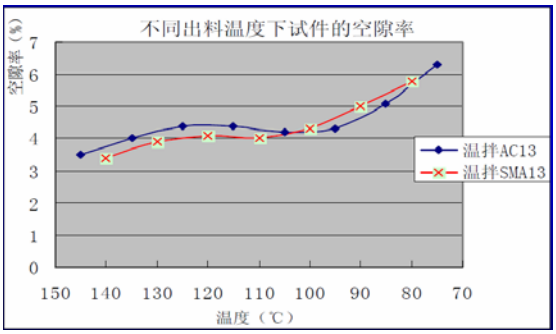
（2）适用于沥青路面建设和维修养护中的薄层罩面和超薄罩面；

（3）适用于有更高环保要求的城市道路的建设和维修养护；

（4）适用于隧道道面的铺筑；

（5）适用于较低温度条件下施工的工程。

## AC和SMA空隙率对比




## 报告主要内容

一、温拌沥青混合料技术概况

二、中国温拌技术研究与应用

三、研究结论

四、适用场合

五、结语

## 结语

（1）温拌沥青混合料是一种节能环保的路用新材料、新技术，是道路科技的一次重大创新，具有革命性意义；

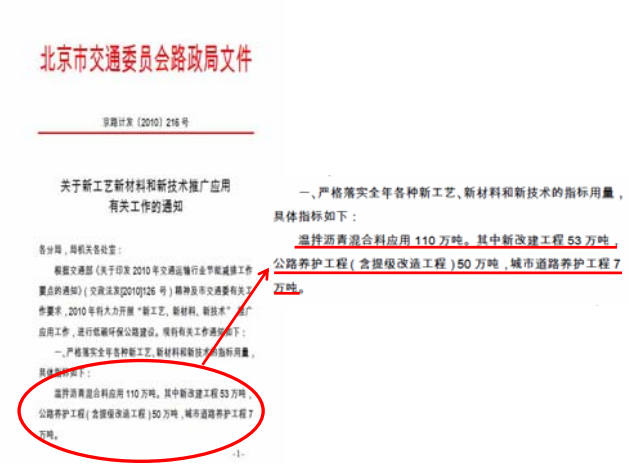
（2）在国内，通过近五年的研究和工程实践，该技术已经成熟。

## 温拌技术地方规范：

北京、上海、河北、青海、辽宁

## 温拌技术交通部规范：

修订中的《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 已确定将温拌技术纳入规范中。



北京市交通委员会路政局文件

京路计发〔2010〕216号

关于新工艺新材料和新技术推广应用有关工作的通知

各分局，局机关各处室：

根据交通部《关于印发2010年交通运输行业节能减排工作重点的通知》（交政法发[2010]126号）精神及市交通委有关工作要求，2010年将大力开展“新工艺、新材料、新技术”推广应用工作，进行低碳环保公路建设。现将有关工作通知如下：

一、严格落实全年各种新工艺、新材料和新技术的指标用量，具体指标如下：

温拌沥青混合料应用110万吨。其中新改建工程53万吨，公路养护工程（含提级改造工程）50万吨，城市道路养护工程7万吨。

-1-

一、严格落实全年各种新工艺、新材料和新技术的指标用量，具体指标如下：

温拌沥青混合料应用110万吨。其中新改建工程53万吨，公路养护工程（含提级改造工程）50万吨，城市道路养护工程7万吨。


请提宝贵意见
谢谢！
手机：13601328098
Email：sc.huang@rioh.cn

# 湖北
HUBEI HIGHWAY TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY
# 公路交通科技

Hu bei gong lu




2011-2
总-36

第十三届中国高速公路信息化研讨会
暨技术产品展示会在湖北武汉召开

# 第十三届中国高速公路信息化研讨会剪影









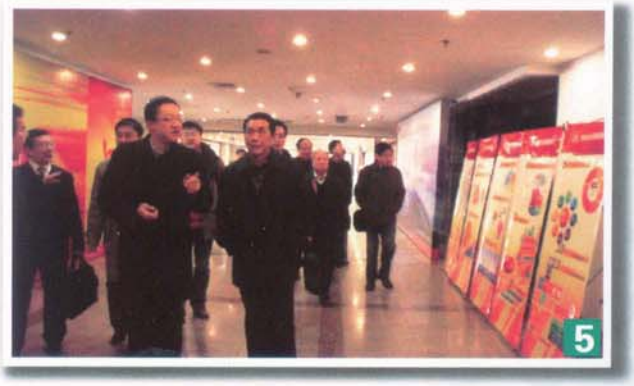


1 中国公路学会荣誉理事长李居昌致辞

2 省交通运输厅副厅长、省高管局局长谢强致辞

3 省交通运输厅副巡视员魏公民作专题演讲

4 省交通运输厅副巡视员魏公民陪同中国公路学会荣誉理事长参观展览





5 省高管局副局长乔亮向李居昌荣誉理事长汇报

6 参展单位讲解

# 湖北公路交通科技

（季　刊）

2011年第2期（总36期）

2011年6月出版

**主　管：**

湖北省交通运输厅

**主　办：**

湖北省公路学会

湖北省交通运输厅公路管理局

**工作支持单位：**

武汉大学

华中科技大学

湖北省高速公路管理局

湖北省高速公路集团有限公司

中交第二公路勘察设计研究院

湖北省交通规划设计院

湖北省交通职业技术学院

湖北省公安厅交警总队



**编委会成员：**

主 任 委 员：黄大元

副主任委员：马立军　范建海　石先平
谢　强　白山云　董松年
汪继泉　董玉麟　鲁銮昌
曹士德　詹建辉　王进思

编　　委：章征春　祁汉顺　杨运娥
杨耀铨　徐文学　张昌伟
周文卫　阮治川　毋润生
宛劲松　游金梅　蔡少渠

**编辑部成员：**

主　　编：董松年

副 主 编：毋润生　顾任安　赵全安　徐阳生

责任编辑：彭永东



本刊地址：湖北省武汉市建设大道384号

承印单位：湖北省交通运输厅公路管理局印刷厂

邮　　编：430030

电　　话：（027）83461727

传　　真：（027）83461380

电子邮箱：glxh@hbjt.gov.cn

（2008）湖北省内部资料

准印证第2108/SG

内部资料　免费赠阅


# 目　次


1、湖北省高速公路信息化建设现状与发展展望
……魏公民（2）

## 道路工程

2、从杭瑞施工浅谈高速公路选线
……刘能兵　谭慧　徐光斌　何小国（6）

3、沥青路面早期病害产生的原因及防治
……王耿　毋刚　王建华（10）

4、大广南高速公路K161+400～K162+800段地面变形安全评估和处理措施
……熊正国（13）

## 桥隧工程

5、系杆拱桥整体顶升及吊杆更换施工技术初探
……朱文琪　刘松　刘祖雄　田常兵（17）

6、汉江崔家营航运枢纽坝顶交通桥设计
……敖德鼎　何军红　廖洪波（20）

7、猴儿窝隧道进口端洞口危岩体处治
……郝丽　郝财国　周立德　冯升　郝才平（25）

8、鄂东长江公路大桥铺装环氧沥青混合料试验研究
……余立志　程谦明　荣丽（31）

9、预应力芳纶纤维复合材料技术在清江大桥加固改造中的应用
……涂长禧（38）

## 汽车与运输

10、立足宜昌对交通物流发展的思考
……马宏彦（45）

## 综合

11、如何做好交通工程施工招投标工作的几点体会
……刘文俊　陆永军　杜支森　望明　施清波（49）

12、关于高速公路施工阶段造价管理的几点体会和建议
……赵桂林　张桂涛（54）

13、发挥基层造价站在普通公路造价管理中的作用
……王刚　黄国祥　王磊　孙根（57）

14、浅谈高速公路基层收费站的标准化建设
……周平（61）


封面：第13届中国高速公路信息化研讨会暨技术产品展示会主席台

封底：第13届中国高速公路信息化研讨会暨技术产品展示会大会会场

封二：第13届中国高速公路信息化研讨会暨技术产品展示会剪影

封三：省公路学会技术专家组对十房高速公路开展技术咨询活动

# 湖北省高速公路信息化建设现状与发展展望

-----在第13届中国高速公路信息化研讨会上的报告

魏公民

湖北省交通运输厅副巡视员

尊敬的李部长、各位领导、各位专家、同志们：

大家上午好！

根据会议的安排，我代表湖北省交通运输厅发言，我发言的题目是《湖北省高速公路信息化建设现状与发展展望》。

“十一五”期，是湖北交通发展史上投资规模最大、发展速度最快、经济社会效益最好、人民群众受益最多的历史时期。到2010年底，全省高速公路里程达到3673公里，建成了以沪渝高速宜恩段为代表的一批全国科技示范工程和以鄂东、荆岳等为代表的一批世界级长江公路大桥，高速公路网辐射全省90%的县市区，连接湖北经济大三角、武汉城市圈及周边省会城市的“四纵四横一环”高速公路网基本形成。在交通运输部和省委省政府的正确领导下，全省高速公路信息化工作以电子政务建设为龙头，通过完善交通信息网络基础设施，整合信息资源，推进应用系统建设，在转变政府职能、提高行业运行效率，提升服务质量，增强安全监管能力等方面做好高速公路信息服务，为推进我省高速公路现代化管理提供强力支撑。

## 1 高路系统信息化建设的主要成绩

### （一）规划引领，有序推进信息化建设

为适应我省高速公路信息化建设的需要，充分发挥规划的引领作用，我省集中力量组成专班，编制了《湖北省公路、水路交通信息化发展“十一五”规划》，制定了《湖北省高速公路机电系统总体规划》、《湖北省高速公路联网收费总体设计方案》、《湖北省联网收费技术要求》、《湖北省高速公路联网收费并网检测规范》和《湖北省高速公路联网收费数据清分管理办法》、《湖北省高速公路通信系统主干网维护管理规定》等，这些规划和规范是我省高速公路建设信息化建设的指南，涵盖我省高速公路机电系统等信息化建设和发展。通过抓规划、规范编制，使我省高速公路信息化建设与管理做到了建设有依据、联网有标准、管理有规范、发展有方向。

### （二）联网收费，实现费收电子化

高速公路联网收费是一项涉及面广、技术含量高、投资规模大的系统工程，为顺利推进这项工程，我们采取统一指挥、统一协调，集中力量打歼灭仗，实现了一次联网成功运行的目标。然后通过整合路网资源，形成了全路网集中管理、统一清分的联网收费模式，建成了统一网管、集中维护的高速公路光纤数字传输网。依靠自己的科技力量开发了统一的联网收费系统软件，保证新建成的高速公路顺利并网，开通时同步实现联网收费。2006年，我们在联网收费的基础上完成了覆盖全省高速公路的计重收费系统建设，目前，全省设置计重收费站点196个，收费秩序良好，超限车辆及超限幅度明显下降。

### （三）扩容升级，传输平台能力不断提升

我省高速公路信息化建设，是以高速公路同步数字传输系统为传输载体，承载着联网收费系统、语音电话、视频会议、视频监控、办公自动化、公众出行等众多业务。随着高速公路路网的不断延伸以及信息化建设的发展，为提高信息传送速度，保证联网收费的扩展，2008年，在省高管局的统一规划下，对高速公路同步数字传输系统（SDH）的主干环进行了全面扩容，传输带宽由原来的622兆升级至2.5G，接入网传输速率基本提高到622兆，除SDH传输系统以外建设了覆盖全省高速公路的千兆光纤以太网络，为高速公路信息化建设和湖北交通电

子政务应用系统建设提供充裕的带宽和优质传输能力。

高速公路光纤数字传输主干网扩容升级为我省交通系统和高速公路信息建设提供了一个好的环境，在此基础上，从高管局到各路段经营管理单位都建立了互联互通的信息平台，包括办公自动化系统、视频监控系统、视频会议系统等。省交通运输厅依托高速公路光纤数字传输网建成了覆盖全省高速公路和市州的交通视频会议和办公自动化等一批便捷高效的电子政务应用系统，管理效能和服务水平明显提高。

**（四）整合资源，提升应急保障能力**

利用高速公路光纤传输网，建设了“湖北省高速公路远程视频监控稽查系统”，通过整合各路段的视频监控系统，搭建全省高速公路视频传输平台，实现了高速公路视频图像的共享，为形成多方联动、反映快速的高速公路应急保障体系奠定了基础。该系统的建立对于打击逃费和在发生紧急情况下及时掌握现场的情况，协调应急指挥起到良好的作用，构筑了“监管到位、协调联动、响应迅速、处置有效”的高速公路安全监管与应急处置平台。同时，通过整合全省高速公路监控系统的图像资源，利用高速公路光纤传输主干，建设了湖北高速公路监控管理系统，实现了高速公路出入口、服务区、重要桥梁和隧道的实时图像在互联网上的直播，为应急处置、路警联动、服务司乘发挥了积极作用。

在2008年抗冰雪保畅通工作中，我们高速公路视频监控系统发挥了显著作用。省委省政府和厅领导通过实时视频图像，及时了解高速公路畅通情况，指挥抢险保畅工作，广大群众可以从网上及时了解天气信息和道路的临时管制、阻断、放行、畅通等情况，在18天的冰雪天气期间，上网查看高速公路视频监控系统的达63万多人次，最多的一天达8万多人次。中央政治局常委李长春到湖北高速公路视察时对我们的公众出行服务系统给予了充分肯定。

**（五）科技创新，科技征费能力明显增强**

围绕我省开展的“征稽杯”、“基础保障杯”等联网收费竞赛活动，我们在高路系统组织围绕提升科技征费能力、提高信息化应用水平的科技创新活动，收到了较好地效果。

一是开展电子支付和不停车系统建设。按照交通运输部的技术要求，我省高速公路于2008年高标准高起点建设了湖北省高速公路不停车收费（ETC）系统，推出了我省的高速公路储值卡---“易通卡”，受到社会欢迎。我省的ETC系统在满足部颁标准的基础上，立足本省实际，以社会需求为导向，开发了“易通卡”车道圈存功能，建设了ETC 3G无线营销网等。目前，全省高速公路已在23个收费站开通了39条ETC车道，并实现了全省路网的刷卡消费电子支付，湖北省高速公路ETC覆盖率达到11.5%，接近全国的平均水平。截至去年底，我省已建立16个客服网点，基本覆盖地级以上城市,发售储值卡17000多张，安装电子标签（OBU）车辆近1万台，电子支付储值卡累计充值金额达到1.4亿元。在电子支付客服点的建设上，积极与移动公司合作，打造我省高速公路的3G专网，在保证网络安全的前提下，使电子支付客服点可以开设在任意有3G信号的地点，很大程度上降低了市内建设电子支付客服点的成本，并且使建立移动的客服点成为可能。电子支付中心与农业银行、建设银行、工商银行全面进行电子支付项目合作，推出联名信用卡及联名记账卡，还利用专用光纤将电子收费系统与银行系统进行互联，实现电子支付用户可以在合作银行任意网点、网上银行、电话银行实现储值卡充值并且充值金额实时入账，为电子支付用户提供了便捷的缴费渠道。

二是建设覆盖全省的“高速公路电子稽查系统”。该系统针对高速公路收费工作中出现的各种逃费行为，运用车牌识别等技术进行筛选，为堵漏增收提供科技支持手段。根据工作需要，通过系统功能建立白名单、黑名单及灰名单制度，主动干预车道操作，较好地解决了人情车、逃费车稽查和处罚的技术问题。

三是探索多路径通行费清分的技术。为解决多路径条件下通行费清分的问题，我们利用高清摄像等技术，在路网中建设了6个标识站，对主线高速行驶车辆的车牌抓拍与识别，通过系统软件自动判断车辆行驶路径，积极探索解决路网多义性通行费准确清分的技术问题。

四是加强联网收费的安全保障。形成了联网收费系统防病毒的工作机制，建立车道、收费站（所）、路段监控分中心、省联网结算中心四级防病毒的制度，统一部署防病毒网络版软件，并有专人负责维护管理，提高了全路网收费数据的安全保障。

**（六）为民便民，不断提升公众出行服务水平**

为更好地服务公众出行，高速公路客户服务平台96576采取多种媒体协作的方式积极主动为公众提供交

通信息的服务，我们与湖北交通音乐台进行互动，对高速公路路况信息进行实时发布。2010年，将呼叫中心和短信平台与高速公路服务热线电话进行整合，进一步完善交通服务热线功能，公众不论在什么地方，只需拨通96576电话或者发短信，既可以查询实时路况、天气情况等出行信息，又可以查询高速公路电子支付储值卡和ETC不停车收费的有关信息。为满足人民群众出行需求，不断拓展服务方式、延伸覆盖范围，除互联网、呼叫中心、短信平台外，还同时提供交通广播、语音播报、视频直播和触摸屏等多种信息发布方式，让人民群众处处体验到“交通为人民、服务伴您行”。2008年，我省高速公路客服热线96576被交通运输部授予“全国交通行业抗灾保通先进集体”荣誉称号。

**（七）管理创新，电子政务建设初见成效**

在电子政务建设方面，“湖北省交通运输厅高速公路管理局”、“湖北高速路政执法网”及各高速公路、长江大桥政务网站已建立运行，并按《政府信息公开条例》积极推行政务公开，有效提升了行业服务水平。全省高路系统办公自动化建设取得初步成绩，运行良好。结合高速公路点多线长，大部分基层党组织分散设置、区位边缘化的突出特点，积极将党的教育和职工学习交流延伸到网络，响应省厅号召建立了高路系统网上党校，逐步形成异地教学、网上辅导、交流互动、在线讨论于一体的教学体系，通过开展远程、实时的学习和交流，使每个党员随时随地都能学到党建知识，真正把网上党校建设成为密切党群关系、推动党的工作、展示党的形象的良好平台。

**（八）运用信息技术，提高养护管理信息化水平**

在我省高速公路养护管理中推广应用信息化技术，促进我省高速公路养护管理信息和技术平台的发展，如整合军山桥健康监测、交通流量观测、桥梁管理、路面养护管理等系统，实现养护管理手段突破；开发养护信息综合管理系统，实现了汉宜高速公路桥路面信息、桥梁信息、实景影像、各类地图地形地貌数据的有效整合；积极推进预防性养护，引进了MMTS移动智能快速检测系统，对汉十高速孝感至随州段进行了全面的路况检测，为预防性养护提供了高效的检测手段，保证检测数据的精度和科学性，提高了路面的检测效率和质量；开展了“沥青路面智能化养护关键技术研究”的“产学研用”科研课题研究，开发了“沥青路面智能化养护专家系统”，集沥青路面数据自动采集、技术状况评定、病害诊断、养护对策和工程造价于一体，实现了智能化养护的目标，显著提高了养护的精度和经济效益。这些成果和技术的研究、开发和应用，推动了我省高速公路养护管理及决策科学化、信息化和智能化的进程。

## 2 信息化建设中存在的问题

信息化已成为高路行业运营管理的必要技术手段和重要组成部分，在增强行业管理效能、提高行业运营效率、提升交通信息服务水平等方面发挥了重要作用。但是，与先进的省市相比，我省高速公路信息化工作还存在一些问题，与新形势、新任务的要求还有不相适应的地方。主要问题包括三个方面：

一是信息资源的利用率有待进一步加强。例如，每辆行驶在高速公路的车辆，均被数字化后记录在高速公路信息库中，目前这些信息主要为收费管理使用。

二是资源整合信息共享有待进一步加强。由于高速公路投资多元化，信息资源的部门化、孤岛化状况还未得到彻底改变。

三是应用系统长效稳定运行的保障机制有待进一步加强。行业内信息采集、交换、发布、更新的制度保障不够健全，存在重建设、轻维护的现象。

## 3 我省高路公路信息化发展展望

“十二五”期是湖北省构建中部崛起重要战略支点、全面实施“两圈一带”总体战略的历史机遇期，也是湖北交通运输新一轮大建设大发展的战略机遇期，加快转变发展方式、调整交通运输结构的转型关键期，构建综合交通运输枢纽、发展现代交通运输业的重要成长期。我省规划为“七纵五横三环” 7069公里高速公路，力争实现全省县县通高速公路的目标。高速公路的建设发展、营运管理需要信息化的支撑和保障，人民群众安全便捷出行也需要信息化的支撑和保障，“十二五”我省将立足服务创新、便民利民惠民，立足提质增效、提高行业管理效能，立足提档升级、提升行业发展水平，进一步加快高速公路信息化建设。将高速公路信息化建设作为转变发展方式的结合点，作为实现交通运输智能化的切入点，作为提升行业管理水平的着力点，作为推进快速发展的落脚点。

“十二五”我省高速公路信息化建设的总体思路是

“建立一个中心，搭建四个平台，推进八大应用系统建设，提高四个能力”，全面提升我省高速公路的信息化建设和管理水平。

**（一）建设一个中心即建设高速公路数据中心**

对高速公路已有的应用系统和信息资源进行整合，对高速公路的业务从顶层进行设计，建设数据中心，实现数据的广泛交换与共享，提高信息资源的开发利用效率。

**（二）搭建四个平台**

即搭建通信传输平台、科技征费平台、视频监控平台和综合业务平台。

---通信传输平台：建立适应我省“十二五”高速公路发展的通信传输网，并通过建立健全规章制度，强化维护队伍建设，增强网络安全保护，打造一流的传输网络。

---科技征费平台：进一步完善和推进交通科技征费平台建设，加快高速公路电子支付和 ETC 不停车收费系统推广应用，利用信息技术进一步提高科技征费水平，提升高速公路通行效率。

---视频监控平台：通过整合全省高速公路视频监控点的图像资源，开发统一的高速公路视频监控系统，将分散的图像上传到省局、省厅综合利用，实现对全省所有高速公路收费站口、服务区及重要桥梁、隧道监控点的实时监控。

---综合业务平台：整合现有资源，搭建全省高速公路统一的综合业务平台，对内支撑行政管理、费收、养护、路政等业务工作，对外向社会提供信息发布，包括政务公开、网上审批及各种信息服务等。

**（三）推进八大应用系统建设**

**1、推进高速公路电子不停车（ETC）收费系统应用。**认真落实交通运输部等三部委《关于促进高速公路应用联网电子不停车收费技术的若干意见》，不断完善电子支付和不停车收费系统的功能，扩大客服网点、提高客服质量，研发联名卡、记账卡等多种电子支付方式，积极稳妥地开展电子不停车收费的推广应用。

**2、推进高速公路应急指挥系统建设。**按照建设省级交通监控大平台的统一要求，整合高速公路建设、运营的视频监控系统，实现对收费站口、服务区、重要桥梁、大型互通和隧道控制点的实时监控。在此基础上建设全省高速公路联网监控中心，构建多方联动、业务协同、反映迅速的高速公路应急指挥系统。

**3、推进高速公路公众出行服务系统建设。**构建覆盖全路网的公共服务信息平台，利用先进的信息技术，深入进行资源整合与信息共享，加强动态信息的采集和监控，加大公共信息的服务力度，引导交通出行，以网站等多种形式面向社会公众提供路况、气象、旅游等综合信息服务，让人民群众安全、舒适、经济、便捷出行。

**4、推进高速公路办公自动化系统应用。**对办公自动化系统进行升级和完善，不断拓展办公自动化功能。逐步形成标准统一、功能完善、资源共享、运行协调和安全可靠的办公自动化系统。

**5、推进高速公路信用信息系统建设。**通过归集、分析全省高速公路建设市场的项目、从业单位和从业人员的基本信息和相关政策法规等各项信息，确定信誉指标，逐步建立统一的信用评价指标体系，构建统一的市场信用基础数据库，加强交通建设市场的管理，推动高速公路建设事业快速有序健康发展。

**6、推进高速公路视频会议系统应用。**利用已有的高速公路光纤数字传输网资源，建设上联省厅、覆盖各路段管理处的视频会议系统，进一步提高行政效率，并为远程教育培训提供良好环境。

**7、推进高速公路路政管理系统建设。**将地理信息系统（GIS）、卫星定位系统（GPS）、产品数据管理（PDM）等先进信息技术运用于高速公路路政管理业务，建设路政管理系统并在全路网推广应用，实现路政管理信息化，提升路政管理工作水平。

**8、推进高速公路养护管理系统建设。**建设高速公路养护管理系统，对高速公路的路基、路面、桥涵构造物、沿线设施和绿化等进行养护管理，实现养护管理的科学化、信息化和自动化，提高养护管理的水平和效率。

**（四）提高四个能力**

即通过高速公路信息化建设，全面提高决策分析能力、运行保障能力、公共服务能力和安全应急能力。

# 从杭瑞施工浅谈高速公路选线

刘能兵 谭慧 徐光斌 何小国

湖北省交通规划设计院

**摘 要**：杭瑞高速公路是国家7918公路规划中的国道主干线，在我省全长约200公里，由省交通规划设计院设计的有90公里，地形难度虽然不难，但部分路段地质条件复杂，在平原微丘区中具有代表性，下面是从设计到施工的一些对高速公路选线的总结。

**关键词**：杭瑞 选线 设计速度 互通 黄家坳方案

## 1 概况

杭瑞高速公路是我院首个代建的项目，全长约200公里，由我院与中交院二院共同完成设计，我院承担K0～K90约90公里的设计任务。杭瑞高速公路的初步设计早在2004年就开始了，中间因为客观原因，项目出现了停顿，2007年重启设计，2008年完成施工图设计，设计周期长达4年。

从阳新至通山段（前90KM）的整个线形上看，杭瑞高速公路的选线是成功的。

杭瑞高速公路的工可于2003年完成，并完成省内预审（第一次工可），第一次工可把设计速度分成80KM/H与100KM/H两种设计标准，其中从星潭（K55）至大畈（K88）为80KM/H设计速度标准段，无黄沙铺互通。

工可于2006年进行修编（第二次工可），第二次工可统一了设计速度，全线按100KM/H设计速度进行设计，并增加了黄沙铺互通。

初步设计也分两个阶段：2004年～2006年完成第一次初步设计，2006年～2008年根据修编后的工可完成初步设计修编（第二次初步设计）。

杭瑞高速公路的选线总体原则为：

1、沿线农田珍贵，尽量少占农田，多占山地；

2、尽量少与村落发生关系，减少对民众的干扰；

3、尽量绕避不良地质；

## 2 设计速度与黄沙铺互通

如上所述，杭瑞高速公路曾经有两种设计速度并且没有设置黄沙铺互通，这两个问题在工可修编中得到了解决。

### 2.1 采用工可修编理由如下：

1、从K55到K88地形条件并不复杂，只有黄家坳平台约6KM、大幕山脉横亘阻隔段约4KM地形稍微复杂。杭瑞高速公路是国家主干线，如果因为这两处地形条件控制而把设计标准降为80KM/H，将会在此段形成瓶颈，给未来留有遗憾。

2、黄沙铺镇是通山县的一个重镇，是有名的革命老区，现有道路有：向东的肖星线（约50KM，四级）、向西的通黄线（约50KM，三级）、向北的横（沟桥）黄（沙铺）线，唯有向南被大幕山脉所阻隔，至使黄沙铺到通山县城区需绕行50KM之远，如设置互通将缩短黄沙铺至通山县城的距离20KM。黄沙铺有人口10万余人，加上周边乡镇，人口大于30万。杭瑞高速如果不设黄沙铺互通，该地区要上高速公路平均时间得用2小时，所以黄沙铺设置互通非常有必要。

工可修编版本采用全线高标准的设计速度有利于充分利用线位资源，减少瓶颈，为未来发展留有空间；增设黄沙铺互通，不仅有利于黄沙铺镇的发展，而且有利于通山核电站的开发，因为隐水洞互通至黄沙铺互通中间仅隔一座山脉，两互通间距仅9KM，有利于通山县把黄沙铺镇作为核电站的后花园进行开发。

### 2.2 结论

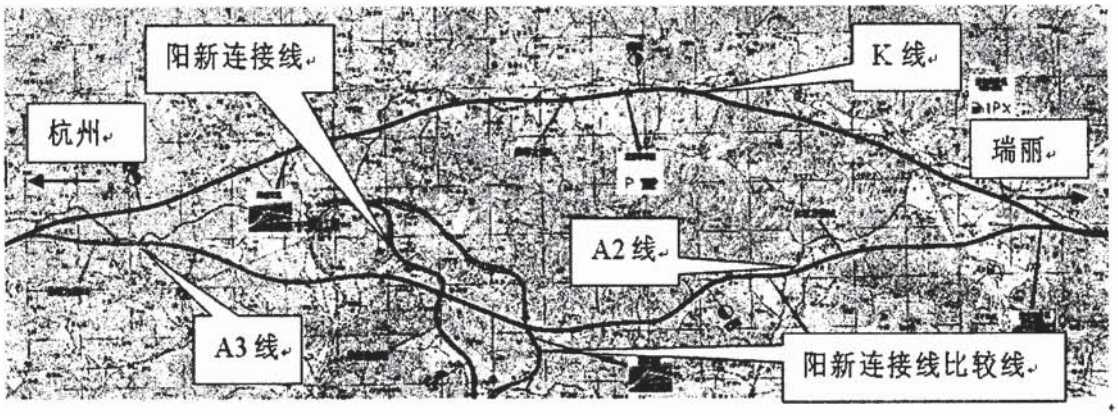
1、高速公路所经之处，线位资源一般比较唯一，要充分利用好资源，尽量采用高标准以适应未来的发展。

2、在进行高速公路前期研究工作时，要充分分析该地区的经济结构及道路的发展情况，互通的设置要充分考虑地方经济发展的需要。

## 3 关于阳新、枫林、排市、隐水洞互通选址的思考

### 3.1 阳新互通（方案K与方案A2的比较）

在初步设计中项目组在K5～K35段提出了优化方案：方案K，与工可推荐方案A2进行比较。两个方案差别在于：方案K比方案A2能较好利用地形与现有道路，更方便施工，但方案K的阳新互通比方案A2离阳新县城区更远。




对于阳新互通的选址，项目组与地方政府（主要是阳新县政府）争议比较大。地方政府支持路线方案A2，要求把互通设在木港至阳新之间，理由是：大广高速公路没在阳新县设置连接线，而阳新县城区以后的发展方向是向北，杭瑞的阳新互通在阳新县城区的南部，所以希望杭瑞项目的阳新互通离阳新县城区越近越好；而项目组则认为把互通出口设在木港镇边缘更好（即路线方案K），理由是：（1）虽然方案A2比方案K离阳新县城近，但优势不明显，仅近约3KM。（2）方案A线位可沿木洋线（三级公路）布设，施工方便，工程量小；可充分利用其间的小山丘，对农田占用较小，对环境破坏小；（3）可以带活木港经济，阳新连接线将木港与阳新紧密的联系在一起，让木港成为阳新卫星城市；该方案得到木港镇政府的大力支持。

经协商，阳新县政府最后同意了方案K。

目前，阳新县城区及木港镇正在围绕阳新互通及阳新连接线进行重新规划与开发。

### 3.2 枫林互通

初步设计时枫林互通设在距离枫林镇城区约3.5KM处（方案A），在征求地方政府意见时，枫林镇政府对互通的设置选址没有什么异议，但是我们没有与地方形成书面协议，在初步设计评审时将互通移至枫林镇城区（方案B），匝道直接接到城区的316省道上。

在实施的过程中产生如下的问题：

（1）由于枫林互通的匝道A直接从城区穿过，与枫林镇城区规划发生了冲突，在接316省道时与地方规划的“红枫路”相冲突，并对自来水水厂产生影响，协调难度大；将来路的两边将形成街道，交通组织难度加大。

（2）路线纵坡受到互通纵坡的限制，至使K8+446通道设计标高不能抬起，出口正对山体，改路工程数量大；又因主线收费站的与枫林互通合建，该通道长达102米。

两互通选址方案，枫林镇政府更倾向于方案A：方案A更有利于枫林镇的发展与规划。

### 3.3 排市互通

在第一次工可中没有设置排市互通，只有富水互

通，在进行初步设计时，我们发现富水互通设置困难。因大广高速与杭瑞高速在富水镇的星潭附近交叉而形成大型枢纽互通（星潭枢纽），富水互通的设计意图是将富水互通与星潭枢纽进行复合式互通设计，但存在如下问题：一方面杭瑞高速在星潭枢纽以西是上官隧道，为爬上黄家坳平台导致路线纵坡大，从纵断面上不容许把富水互通设在星潭枢纽以西；另一方面，星潭枢纽以东是富水河，如果要设置富水互通，势必要频繁地跨越富水河，桥梁工程十分巨大，且不利于富水河通航，因而星潭枢纽以东也不能设置富水互通，总之设置复合互通的方案基本上是不成立的。

从地方政府的角度上看，他们希望把互通设在星潭附近，因为富水镇已合并到龙港镇，龙港镇便是阳新县最大的一个镇，同时把互通设在星潭附近可方便106国道上的车辆上下高速公路，106国道是富水互通的主要交通源。

既然不可能在星潭设置复合互通，根据规范要求，两互通的最小间距为4KM。排市镇在富水镇以东10KM处，因大广高速在龙港设置了龙港互通，整个阳新境内，杭瑞与大广两条高速公路在同时建设，只有排市镇没有互通。而排市的位置又位于木港镇、三溪镇、龙港镇之间，距106国道仅3KM，因此把富水互通移至排市是最合适的选择。

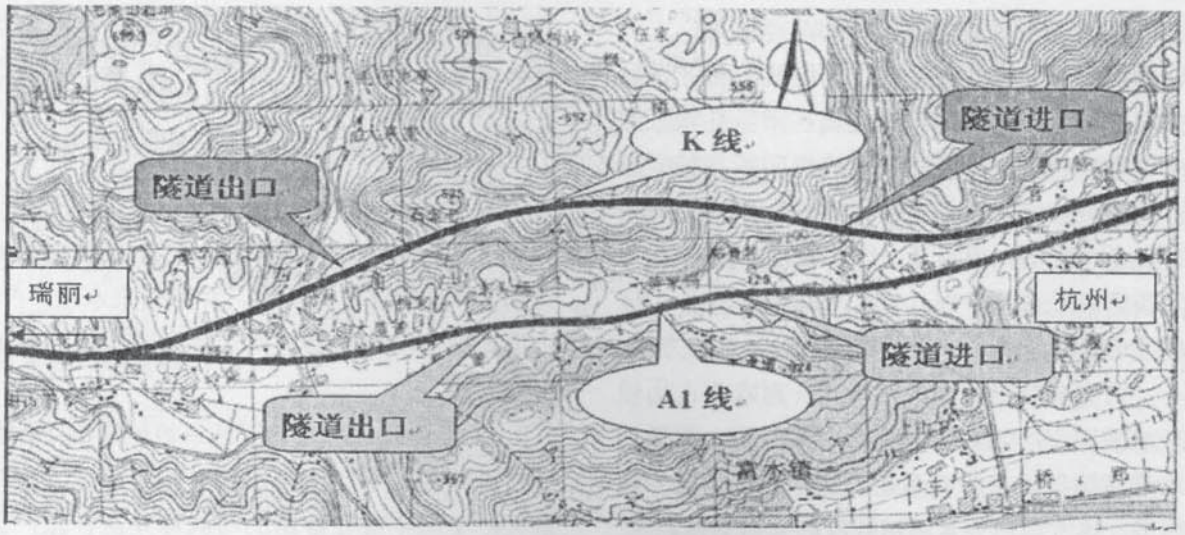
工可修编版本只设置了排市互通而没有设置富水互通。

结论：互通的设置在路线选中是首先要考虑的问题，地方政府及老百姓对它关注程度高，因此我们要把互通选址的问题作为高速公路选线的重中之重来考虑。

## 4 黄家坳方案的反思

在初步设计中路线方案争议最大的地方就黄家坳比较段。此处地质及地形复杂。黄家坳主要存在的问题有：地质大断裂、放射性矿藏、大型岩溶、断裂带中岩性破碎。

杭瑞高速的初步设计在研究路线方案时，在黄家坳段进行了大量的方案比选工作（前后提出的方案有6条之多），针对各条比较方案，均做了地质调查工作，在此只谈第一次初步设计推荐方案（方案A）、第二次初步设计推荐方案（方案K）及最后的采用方案（方案A1）。

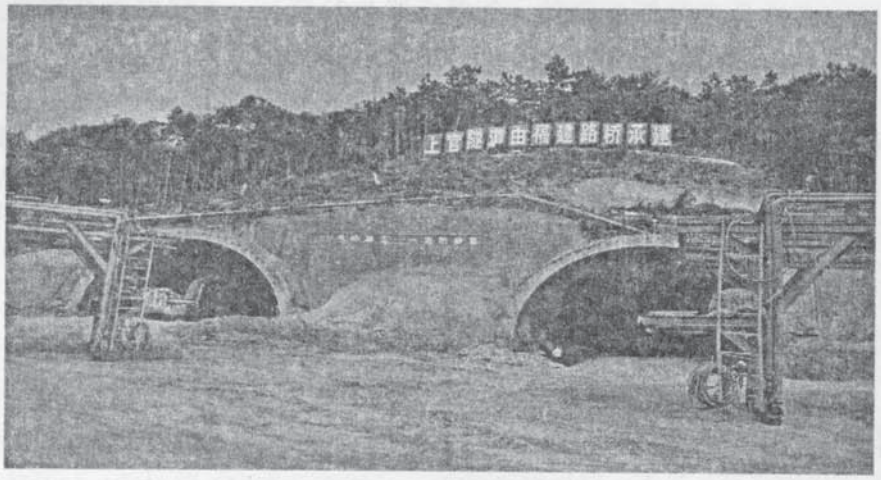



方案K与方案A1位置图（A线线位同A1线）

方案A为越岭线，采用大纵坡，把线位抬上黄家坳垭口，在垭口处深切30米，深切路段长达600米。此方案的优点是没有隧道；缺点有：（1）深切方路段太长、弃方量大；（2）官坑垄特大桥最高桥墩高达73M，桥型方案定为35+22×50+35m连续刚构，且位于曲线上，实施难度大；（3）离放射性矿藏近；（4）过黄家

坳垭口后拆迁量大，占用农田多。

方案 K 为长隧道方案，隧道从方案 A 以北 500 米穿过山体，隧道长约 3600 米。此方案的优点：（1）远离了放射性矿藏；（2）与村庄干扰小，有利于环境保护；（3）隧道内岩性为灰岩，级别高；（4）上官坑特大桥规模小；但是它存在两个方面的缺点：（1）隧道内地质岩性为灰岩，岩溶极为发育；（2）隧道较长，为一特长隧道，营运期通风照明费用高。



施工中的上官隧道进口

方案 A1 位与方案 A 在平面上相同，从设计标高上看，方案 A1 低于方案 A，设有上官隧道，隧道长度约 2000 米，从破碎的页岩中穿过。此方案的优点是解决了方案 A 的上官坑特大桥的桥高及大纵坡问题，同时也解决了方案 K 的可能大规模的岩溶水的问题；但该方案存在缺点：（1）隧道内地质岩性破碎，容易产生沉降与变形；（2）隧道出口地质有灰岩，存在突水现象；（3）离放射性矿藏近；（4）部分路段穿过村庄，拆迁量大，占用农田多。

施工图设计方案最后采取的是方案 A1，决策该方案的一条主要的理由是方案 K 可能存在大规模岩溶水而带来风险不可控性，方案 A1 所经过的岩层不存在大规模的岩溶水。

从实施后的情况来看，施工单位目前对上官隧道的大变形十分头痛，进口段在进入中间段时施工进度出现了停顿，两个多月，施工进度仅为 7 米，且实际的岩性比施工图地勘判断的岩性要差。

上官隧道出口以后的路线把一个村庄一分为二，拆迁量达到 80 多户。隧道出口位于灰岩地质段，有少量涌水现象，施工切断了隧道附近的东头杨村的饮用水源，增加了施工期间协调工作的难度。

结论：

1、把高速公路建在远离村庄地方，尽量少地干扰祖祖辈辈在这里生活的人民和尽量少占他们仅有的耕地，这是我们作为路线选线的工作者必须要考虑的问题。

2、我们在遇到有岩溶的地质时，不可过大的夸大它的危害性，因为很少有隧道有那么幸运地不碰到岩溶。我们应该客观地处理遇到的问题，不可主观臆断，不能以先入为主的观念去解释以后遇到的各种问题，应对各种方案进行地质的深入分析。

## 5 结束语

我们在选线过程中，往往比较细致地对待工程问题，而不太关注民生问题，虽然现在我们拆迁的成本较低，但由拆迁造成的社会问题远比单纯的工程问题复杂得多。

每条高速公路的选线都有其特点，只要我们怀有一颗为保护环境、为老百姓造福、事实求是之心，我们就能选出理想的一条线形来。

# 沥青路面早期病害产生的原因及防治

王 耿[1] 毋刚[2] 王建华[3]

1 宜昌市公路管理局 2 省公路局科研所 3 秭归县公路局

**摘 要:** 沥青路面的早期病害是指沥青路面在设计寿命期的四分之一至三分之一期间内,所发生的各种形式的破坏。纵横向裂缝、松散、麻面、泛油、翻浆、沉陷和坑槽是沥青路面早期病害的主要表现形式,若不及时加以处理,病害将呈加速度发展,既影响路面使用寿命,又影响行车安全和舒适性。笔者结合该市沥青路面早期病害的表现形式,对沥青路面早期病害产生的主要原因及防治措施进行了分析探讨。

**关键词:** 沥青路面 早期病害 原因 防治

## 1 沥青路面早期病害产生的原因

### 1.1 水损害

水损害是沥青路面早期病害产生的重要原因。筑路先治水,水是诱发沥青路面早期病害的一个重要内因。南方地区每到春、夏季节,降水丰沛,雨水渗入地表,导致地下水位上升,直接增大了路基的湿度,使路基的承载力下降,并呈现不均匀性,路基或基层薄弱处,其路面开始出现不规则细小裂缝,遇上雨天,汽车在有水膜覆盖的沥青路面上行驶,在汽车车轮动态荷载的反复作用下,路表水及进入路面裂缝空隙中的水分不断产生动水压力,对裂缝进一步挤压掏刷,裂缝呈扩大发展之势,同时,在真空负压抽吸的反复循环下,水分渗入到沥青与集料的结合界面上,沥青膜从集料表面逐渐脱落,沥青混合料掉粒、松散,形成网状裂缝,继而出现大面积的松散、翻浆、坑槽等现象。

### 1.2 路面设计不合理

路面设计不合理,这是沥青路面早期病害产生的另一个原因,这是先天性的内在缺陷。一是路面结构设计不合理,沥青面层结构、厚度、油石比、混合料级配参数等选用不当,不合理,导致了早期病害。如沥青面层厚度过厚易产生车辙,沥青面层厚度偏薄,上面层剪应力过大,又难于抵抗反射裂缝产生,上面层碎石粒径过大,孔隙率过高,封水效果差,加剧了水损坏等。二是路面基层强度设计不当,半刚性基层水泥用量过大,基层偏刚性,导致反射裂缝产生,水泥用量不足,基层偏柔性,路面出现沉陷,坑槽等病害。

### 1.3 施工控制不严格

一是材料把关不严,尤其是沥青以次充好。二是边沟、涵洞等纵横向排水系统不完善,路面横坡实施不到位,路面产生积水和渗水。三是沥青混合料拌和、摊铺、碾压设备不配套,性能低下,功能退化,导致油石比控制精度低,骨料烘干不彻底,拌和不均匀,沥青与碎石裹覆不充分,混合料出料温度高低不一,在混合料拌和、运输、摊铺、碾压过程中产生骨料离析和温度离析;有的施工单位为降低成本,减少设备投入,用18T或20T路基压实设备碾压沥青路面,产生"过压"使混合料中的碎石破碎或失去棱角,水密性和大料比例降低,也破坏了沥青路面"均匀、崁挤、密实"的骨架结构,用5T以下修补坑槽的轻型压路机用于路面压实,压实度又得不到保证,另外,由于工期安排不合理或片面追求进度,冬季低温摊铺和低温碾压,也为沥青路面早期病害埋下了质量隐患。四是路基施

工质量存在缺陷，软基换填或挤淤处理不彻底、路基填筑材料透水性差、路基填料的液限偏高、路基填筑压实度不足、路堤不均匀沉降等都会由下而上引发路面的早期破坏，从而导致路面产生裂缝、翻浆、沉陷等病害。

**1.4 路面初期养护不及时、不得当**

沥青路面初期养护不及时、不得当，这是沥青路面早期病害产生的一个主要外因。一是忽视沥青路面初期养护，由于路面刚建成，一切都是新的，缺陷还未形成和出现，预防性养护未得到足够重视，有钱也不愿意投入；二是由于管养体制不顺，养护资金不落实，导致公路建好后长期无人去养护，通乡和通村公路的建养矛盾尤其突出，更谈不上初期养护。三是畸形的政绩观和考核体系导致“重建轻养”现象依然存在。新建公路投入运营初期，一旦缺养、失养，将引发一系列的连锁反应，首先是边沟、涵洞堵塞不畅，路面产生积水，从而导致路基渗水软化，承载力下降，出现龟裂、翻浆、坑槽等病害。沥青路面裂缝除了反射裂缝外，温度变化导致的温缩裂缝也较普遍。初期养护最重要的工作就是清灌缝，清缝不干净、不彻底，灌缝材料质量低劣，都有可能导致清灌缝工作劳而无功，从而更加忽视清灌缝工作，形成恶性循环。沥青路面初期缺养、失养，将会大大缩短其使用寿命。

**1.5 超限超载车辆行驶公路**

超限超载车辆对公路的掠夺式使用，这是公路沥青路面早期病害产生的又一个重要外因。据有关资料统计：车辆超限重量的增大和其对路面的损害是呈几何倍数增长的，超限10%的车辆对道路的损坏会增加40%。一般来讲，定向运输的超限超载车辆对公路一侧造成的损害要数倍于空载返回时对公路另一侧的损害（公路附近有矿产资源的，该现象尤其明显，如我市S312省道雾渡河至黄花段、S223省道荷花至分乡段），另外，公路弯道处，车辆质量越大，车速越高，其转弯时的离心力越大，要克服离心力，其路面摩阻力增大；爬坡路段，车辆功率加大，轮胎附着力加大，路面摩擦力和磨耗也随之增大，这些路段，其路面最先损坏，且损坏程度最深。病害表现形式为网裂、松散、沉陷、坑槽等。超限超载车辆对公路的破坏是致命的，不光是破坏路面面层，严重的直接破坏路面各结构层直至摧毁路基和桥涵。

## 2 沥青路面早期病害防治措施

针对上述沥青路面早期病害产生的主要原因，笔者认为主要应从以下几个方面强化防治措施：

**2.1 治理水损害。**一是结合本地气候、地质地形情况，对路基、路面防排水设施进行科学设计，规范施工，即使是县乡低等级公路，也要设置边沟，进行沟底铺砌，汇水面大的路段还要加大边沟断面尺寸，最大限度地减少水滞留时间，使地下水不渗泡路基，地表水不渗透进路面，尤其是软基路段和路基含水量大的路段，一定要进行路基防排水的专门设计。二是在日常的路面养护中，应加强对路基路面防排水设施的养护，凡有缺损要立即修复，保持边沟、涵洞通畅，盲沟功能有效，路肩与路面衔接顺适，有土路肩的，要及时清除垃圾和修剪路肩杂草，确保土路肩不高于路面，方便路肩、路面积水及时排至边沟，使路基路面处于干燥状态。

**2.2 严把设计、施工关。**设计要有针对性，首先，设计人员要深刻理解规范中有关指标的使用前提和适用条件，因地制宜，就地取材，路面结构设计及各层厚度要充分考虑交通量轴次、材料、施工条件、气候等实际情况。要加强路面结构方案比选工作，根据交通量大小、重型车辆构成比例，选定合理的路面厚度。对重车方向、长距离陡坡路段还应进行加强型专门设计。其次，重视材料设计。混合料配合比设计除满足规范要求外，更要注重原材料指标、体积指标、混合料性能指标的相互匹配与合理性，要针对本地实际情况对混合料技术性能指标做适当的调整、增加，如现场空隙率和路面渗水系数的检测。矿料级配组成设计不能简单照搬规范规定级配范围的中值，可适当增加

中间档次粗集料的用量，调整为骨架密实型结构，提高混合料的抗车辙性能。对于夏季炎热、交通量大、重载交通多的地区，要适当提高高温性能和水稳定性检验的技术要求，以增强沥青面层的抗车辙能力和抗水损害能力。施工单位重点要加强材料试验和试验段研究，杜绝边施工、边设计和无设计施工的现象。一是严把材料准入准用关，谨防以次充好。二是将边沟、盲沟、涵洞、路面横坡等纵横向排水系统按设计实施到位。三是沥青混合料拌和、摊铺、碾压等设备要配套，定期标定油石比控制仪等各种仪器仪表，加强观察和纠偏，严防骨料烘干不彻底，拌和不均匀，沥青与碎石裹覆不充分以及骨料离析和温度离析等现象。四是重视路基施工质量管理，尤其要加强软基换填或挤淤处理，要舍得花本钱选用透水性良好的路基填筑材料，路基填筑压实度要确保达到设计值，要采取各种工程措施和技术措施将路基质量缺陷降至最低，为路面提供一个良好的载体。

**2.3 部门联动，依法治路，整治超限超载运输。**超限超载车辆行驶公路，是对社会公共资源的公然掠夺和对公路建设成果的野蛮享用，它加速了公路路面早期病害的形成。各级公路管理部门要依据《公路法》及各类路政管理办法，加强对超限超载车辆行驶公路的管理，从而防止公路路面早期病害的产生。

2.4 加强预防性养护。

预防性养护是对道路及其附属设施在病害未出现前进行的一种有前瞻性、主动性、计划性和针对性的节约全寿命周期费用和提高全寿命周期效益的策略，其核心是成本效益的最大化，狭隘的预防性养护通常是指路面的预防性养护，广义的预防性养护还包括路基、边坡、桥涵、隧道、机电设备、绿化、防护工程等方面。有研究表明，在最佳时机对沥青路面早期病害实施预防性养护，其与被动性、矫正性养护相比，前后两者的投资比例是1：5。管养单位要定期对路面结构强度、抗滑性能、平整度和路面破损状况等进行检测，科学制订养护计划和养护措施。稀浆封层、碎石封层、纤维封层、橡胶沥青碎石封层、雾化封层、还原裂缝层、微表处、同步碎石等都是国内常用到的沥青路面预防性养护技术和措施，从这几种措施的特点来看，预防性养护都是在某一阶段对沥青路面进行的一种营养补充措施。到底采用哪种技术措施，要结合病害特点、工期要求、设备特点和自身经济实力确定。例如，微表处和稀浆封层技术在交通量不是很大，结构破坏不是很严重时，适应性还是比较好的，孔隙率过大的路面，渗水很厉害，导致坑槽太多，用微表处把坑槽盖上以防水，效果较理想，但微表处和稀浆封层对结构的补强、对控制裂缝的发展是无法处理的。预防性养护是在病害未明显产生前实施的主动超前措施，这一措施若能得到制度化、规范化的落实，将拉大路面大修周期，大大延长公路使用寿命，具有极大的社会效益、经济效益和环保效益。

## 3 结束语

近年来我省普通公路大力推广沥青混凝土路面，沥青混凝土路面里程增长迅速，对其早期病害的防治应提上重要议事日程。由于道路建成后交通流量比工可预期增幅快，交通组成趋于重型化，再加上车辆超限超载屡禁不止等因素，沥青路面早期病害出现的时间比正常预计来得更早，破坏的程度也更深，致使一些路面使用质量和寿命达不到应有的设计水平。无论是从项目建养投资的角度，还是从提高项目服务水平和安全性能的角度，沥青路面早期病害的及时处治，应引起各级公路建设、养护管理部门的高度重视，并采取有针对性的措施，将该项工作落实到行动中。

# 大广南高速公路K161+400~K162+800段地面变形安全评估和处理措施

熊正国

湖北省交通规划设计院

**摘 要：** 高速公路施工过程中，周围临近区域突然出现大面积的地面沉陷和裂缝现象，会影响到线位重新调整，或对高速公路建设和运营会造成长期影响，文章介绍了大广南高速公路K161+400～K162+800段地面沉陷的安全评估和处理措施，为今后类似事件的处理提供有益的参考。

**关键词：** 线位 沉陷 裂缝 岩溶 评估

## 1 工程概况

2007年6月和2008年5月，湖北省大广南高速公路K161+400~K162+800段路线右侧约150m处的刘畈村上畈组先后发生了两次大面积地面变形。当时地面塌陷、地面开裂，致使多间房屋受损破坏。而此时比邻的大广高速公路已进入全面施工阶段，因此弄清地面塌陷的原因，及对高速公路路基和结构物是否有危害，提出保证高速公路施工和运营的安全的措施已是迫在眉睫的事情。

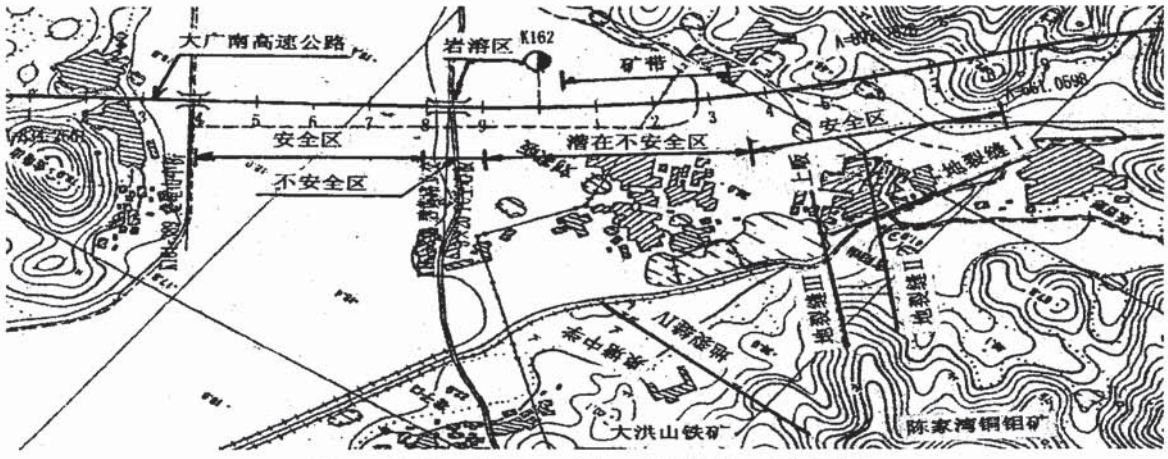



图1 线位、村庄、矿山、地裂缝相对位置图

大广南高速公路K161+400~K162+800段路线位于鄂州市境内，区域内矿场丰富，矿山密集，冶炼历史悠久；地下矿山人工坑道交错，自然岩溶现象普遍，地质条件复杂（见图1）。在对公路K161+400~K162+800路段两侧各500m范围内进行野外现状调查前提下，辅助以地球物理勘探和钻探等手段，发现本区域内存在以下主要地质环境问题与不良地质灾害现象：

### 1.1 地面塌陷

据本次现状调查和收集有关资料，2008 年 5 月 26 日汀祖镇泉塘中学、刘家畈村上畈湾和吴脑村岩桥湾相继发生了地面塌陷，造成房屋开裂等地面变形。

### 1.2 地裂缝

根据现场调查，本区域有四条大的地裂缝：第一条发育在上畈湾的河港东侧水泥公路旁，裂缝走向 10 度，延伸 72 余米，平面近直线状，宽 7cm~16cm，可见深度 10cm~50cm，裂缝两侧明显错落，错幅 1~8cm。第二条位于管咀上自然村东 300m 塌陷坑南侧，裂缝呈 50~30 度方向展布，横穿古阳山小山体，裂缝总长约 82m，裂缝宽 1.5~3cm。第三条位于上畈湾北西部简易公路上，地裂缝走向 45 度，延长约 80 米，平面上呈直线状延伸，裂缝宽 2~20cm，可见深度 0.02~0.5m，裂缝东侧明显下错，错幅 2~15 厘米。第四条地裂缝分布于泉塘中学南 100m~上畈湾北之间的山坡和田畈中，裂缝带总体展布方向为 25 度，断续延长 145 米，裂缝宽 1~5 cm，主裂缝两侧又伴随有羽状排列的更细小裂缝，裂缝两侧错落不明显。见图 1、图 2。

### 1.3 房屋开裂

根据现场调查，本次地面沉陷与房屋主要分布在泉塘中学及上畈湾二个区域。泉塘中学主教学楼南西部下沉明显，墙体裂缝最宽可达 3~5 cm，贯穿墙体；另一东西方向教学楼背侧墙面产生多条裂缝，长度一般 10~20 cm，裂宽 2~4mm。上畈湾房屋开裂在 1996 年有所发现，其中开裂相对较为严重的房屋有 20 栋，主要分布在上畈湾中部沉降带以北。见图 3。

### 1.4 地下水大幅度下降地下资源枯竭

据本次调查，在 K161+400~K162+800 地段布置 13 个钻探孔资料显示，地下水位较以前已大幅下降。2005 年以前，居民门前取水的手压井均能正常使用，目前已经干涸而不能取水，常年积水的水沟已干，水田不能耕种，经本次勘查，地下水位埋深在地面以下 16.50m 左右。

### 1.5 K161+820~K161+890 岩溶发育地段

该地段由地球物理勘探查明，为一断裂带低阻异常段，经 ZK5 孔钻探验证，为泥灰岩，在孔深 15.0~16.4m、23.5~24.5m、34.1~34.5m、39.0~39.4m、40.3~40.6m 为溶洞，下部呈串珠状分布，溶洞中由粘土半充填，总遇洞深 3.55m。在全孔揭示的 30.80m 基岩中溶蚀裂隙发育，岩溶发育率为 11%。见图 4。



图 2　地裂缝



图 3　房屋裂缝



图 4　ZK5 钻孔岩芯

## 2　地质灾害评估和措施

### 2.1 诱发因素分析

结合区内有关资料和本次勘查资料分析，认定公路沿线两侧的矿山开采时，其大量疏排地下水造成了区域性的降落漏斗，致使地下水流增强，水力坡度加

大，致灾动力作用加强，改变了区内的水文地质条件，使覆盖层中孔隙水疏干枯竭，是造成地面沉降、塌陷与地裂缝等变形的主要原因。

**2.2 地面沉降对路基影响**

地下水位下降后使得地表第四松散堆积层压层，引起地面沉降，本区域内第四松散堆积层分布极不均匀，厚度为 2～12m 不等，地面有产生不均沉降的可能。

本次地面沉降评估选用湖北省建设厅、湖北省质量技术监督局联合发布的地方标准《湖北省深基坑工程技术规程》[1]DB42/159—2004 中有关公式计算评价。

计算公式： $\Delta_{sw}=M_S\cdot\sum_{1=1}^{n}\sigma_{wi}\cdot\frac{\Delta_{hi}}{E_{si}}$

式中，$\Delta_{sw}$——水位下降引起的地面沉降（cm）；

$M_s$——经验系数：$M_s=M_1\times M_2$。对于一般粘性土 $M_1$ 可取 0.3～0.5；粉质粘土、粉土、粉砂互层 $M_1$ 可取 0.5～0.7 淤泥、淤泥质土 $M_1$ 可取 0.7～0.9；当降水维持 3 个月之内 $M_2$ 可取 0.5～0.7，超过 3 个月以上的 $M_2$ 可取 0.7～0.9；

$\sigma_{wi}$——水位下降引起的各计算分层有效应力增量（KPa）；

$\Delta hi$——受降水影响地层的分层厚度（cm）；

$n$——计算分层数；

$E_{si}$——各分层的压缩模量（KPa）；

选 ZK5 孔资料计算（K161+870），$n$ =2。

第一层：$\Delta h_1$=2m=200cm

第二层：$\Delta h_2$ =9m=900cm

$E_{s1}=7.06\times10^3KP_a$

$E_{s2}=13.21\times10^3KP_a$

$\Delta\rho_1=3.96\times10^2kg/m^3$

$\Delta\rho_2=3.2\times10^2kg/m^3$

$\sigma_{w1}=\Delta\rho_1g\Delta h_1=3.96\times2=7.92kp_a$

$\sigma_{w2}=\Delta\rho_2g\Delta h_2=28.8kp_a$

$M_1$ 取 0.5，$M_2$ 取 0.9，

$M_s=M_1\times M_2=0.5\times0.9=0.45$

代入以上公式可得：$\Delta_{sw}=0.984cm$。

同理选 ZK3 孔资料计算（K161+650），$n=2$。

第一层：$\Delta h_1=0.5m=50cm$

第二层：$\Delta h_2=1.7m=170cm$

$E_{S1}=7.06\times10^3kp_a$

$E_{S2}=13.21\times10^3kpa$

$\sigma_{w1}=\Delta\rho_1gh_1=1.98kpa$

$\sigma_{w2}=\Delta\rho_2gh_2=5.4kpa$

$M_1$ 取 0.5，$M_2$ 取 0.9，$M_s=M_1\cdot M_2=0.45$。

代入公式可得：$\Delta_{sw}=0.0376cm$。

选 ZK7 孔资料计算（K161+994），$n=2$。

第一层：$\Delta h_1=2.3m=230cm$

第二层：$\Delta h_2=1.7m=170cm$

$E_{S1}=7.06\times10^3kpa$

$$E_{S2}=13.21\times10^{3}kpa$$

$$\sigma_{w1}=\Delta\rho_1 gh_1=9.108kpa$$

$$\sigma_{w2}=\Delta\rho_2 gh_2=5.44kpa$$

$$M_s=M_1\cdot M_2=0.45$$

代入公式可得：$\Delta_{sw}=0.165cm$。

选 ZK4 孔资料计算（K161+780），$n=2$。

第一层：$\Delta h_1=3m=300cm$

第二层：$\Delta h_2=9m=900cm$

$$E_{S1}=7.06\times10^{3}kpa$$

$$E_{S2}=13.21\times10^{3}kpa$$

$$\sigma_{w1}=\Delta\rho_1 gh_1=11.88kpa$$

$$\sigma_{w2}=\Delta\rho_2 gh_2=28.80kpa$$

$$M_s=M_1\cdot M_2=0.45$$

代入公式可得：$\Delta_{sw}=1.11cm$。

经计算，区域内最大沉降量为 1.11cm（ZK4）K161+780 处，最小沉降为 0.0376cm（ZK3）K161+650 处，除 ZK4～ZK5 沉降量略大外，其他不均沉降量大部分在 0.03～0.3cm 之间，远小于 1.0cm 的安全评估值。因此，评估认为：K161+400～K161+820 和 K162+360～K162+800 两路段的地下水位大幅下降，水资源枯竭引起的地面沉降，对公路建设及公路本身不会产生影响，地面稳定，评估为安全区，可按照原施工组织计划施工。

**2.3 K161+820~K161+890 岩溶发育地段对公路建设的影响**

经地球物理勘探和钻探验证，为一断裂岩溶发育带，溶洞顶板埋深 15m 左右，下部为溶蚀带并发育串珠状中小溶洞，此路段评估为不安全区。碧黄路分离式立交桥正在此建设，在建设计桥桩深 20m，其持力层和桩端均在岩溶地段，ZK5 孔揭示，溶洞分布在 15m 以下，洞中由粘性土半充填。若在该地段或钻孔附近施工桩基，将对桩基工程不利，危及桥桩安全。经计算重新确认延长桩长到 32～35m，穿过岩溶区[2]，使桩端位于质地坚硬的闪长岩中，确保桥基安全。

**2.4 矿业开采对公路建设的影响**

经本次勘查，在 K161+890~K162+360 路段为铜、铁矿带，其矿权已被公司购买，有待开采。由于本路段矿源埋深浅（15m 以下），加之矿源上部岩性为薄层砂岩、泥灰岩等半坚硬岩类，作为坑道顶十分不利，人为采矿活动或矿源采完后，可能会产生冒顶塌陷，因此矿业活动将会对本路段产生非常不利影响，此路段评估为潜在不安全区。潜在不安全区的主要问题是以后人为矿业活动引起的，因此公路建设部门应与地方主管部门和矿业公司进行沟通，明令在公路两侧各 50m 范围内禁止一切矿业活动，确保公路建设和运行安全。

## 3 结语

通过科学分析与计算，抛弃了以前准备改线或以水泥砂浆封闭地下溶腔的做法，大大节约了工程成本，为高速公路建设顺利完成提供了科学依据。同时注意到，区域内矿山开采活动任在继续，在公路建设和营运期间进行定期的监测是十分必要的。

## 参考文献

[1] 湖北省深基坑工程技术规程 DB42/159—2004 [M].

[2] 岩溶地区挖孔桩承载力分析[J] 水文工程地质，(1)：24-25.

# 系杆拱桥整体顶升及吊杆更换施工技术初探

朱文琪[1] 刘松[2] 刘祖雄[3] 田常兵[2]

1 湖北省汉十高速公路管理处 2 湖北省高速公路实业开发有限公司

3 武汉绕城高速公路管理处

**摘 要**：本文结合武汉绕城高速公路一座下承式系杆拱桥整体顶升及吊杆更换施工实践，详细论述了施工关键技术及监测方法，可资类似工程参考借鉴。

**关键词**：系杆拱桥 整体顶升 吊杆

## 1 工程概况

武汉绕城高速公路一座上跨天桥为8.8m+35m+8.8m的下承式系杆拱桥（见图1），桥宽净宽4.0m，总宽5.0m；设计荷载为：汽车-10级，履带-50；系杆采用钢绞线，公称直径D=15.24mm，设计强度Rby=1860MPa；吊杆采用精轧螺纹钢，直径D=32mm，设计强度Rby=750MPa。该桥上构理论计算重量628t，采取现浇施工，混凝土达到设计强度后拆除满堂支架。由于该桥局部净空仅有4.75m,使用过程中多次受到超限车辆撞击，致使右幅行车道上3根吊杆不同程度受损、锚具脱落失效，对上部结构受力不利；梁体底部混凝土有多处撞伤，局部混凝土脱落（见图2）。为此必须提高桥梁净空以保证桥梁使用安全及过往车辆运行安全。

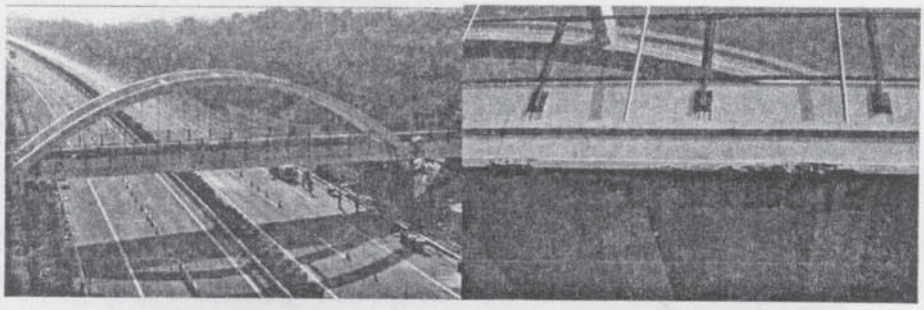


图1 天桥侧面图



图2 天桥吊杆受损图

经检测，该桥仅有2根3#吊杆和1根4#吊杆锚具脱落，梁体混凝土局部擦伤，整个上构尚未出现其它病害，为此采取整体顶升桥梁上构40cm，同时更换已损坏吊杆的方案进行维修，以保证桥梁处于正常工作状态，并满足使用要求。

## 2 更换吊杆

更换吊杆的目的是使桥梁上构恢复正常的受力状态，确保其使用安全，根据其设计,在桥梁不加荷载工况下计算每根3#吊杆和4#吊杆的拉力分别为101KN和100KN。为使吊杆更换后的拉力达到设计值，采取以下施工工艺。

（1）临时支撑安装。在3#和4#吊杆锚头内侧横梁正下方布设两端焊接有厚度为20mm法兰的Φ500×

12mm 钢管，每根钢管上放置一个 50t 的油压千斤顶，要求钢管基础牢固，可满足吊杆拉力的需要。

（2）加载。采用分级加载方式同步顶升 3 个油压千斤顶使顶升力逐级达到吊杆设计拉力的 25%、50%、75%、100%，同时监测桥面标高的变化，防止顶升过程中损伤桥梁。

（3）拆除吊杆。检查横梁临时支撑系统，确认没有问题后开始拆除损坏的吊杆。采用小型冲击钻破除封锚混凝土，打开拱肋上锚头，拧下锚具，拉出旧吊杆。凿除封锚混凝土时应控制面积，尽量减小对拱肋或横梁面积的削弱，以及减小振动对拱肋或横梁的冲击，同时注意不要破坏吊杆外护管。

（4）对锚垫板和导管进行除锈。用钢刷去除原有锚垫板和导管内侧表面的铁锈，直至露出金属本色，然后用丙酮进行二次清洗。

（5）安装新吊杆。将新吊杆垂直提升，同时穿套好吊杆外护管，安装到位后采用扭力扳手将上下锚头拧紧。吊杆采用直径 32cm 的精轧螺纹钢，锚具采用 YGM-32 锚具，材料和规格与原桥相同。

（6）卸载。同步放松 3 个油压千斤顶，按照吊杆设计拉力的 75%、50%、25%、0%逐级卸载，使荷载逐步转移到新吊杆上，同时监测桥面标高，防止其异常波动。

（7）封锚。拱肋上锚头采用混凝土封锚，横梁下锚头采用防护罩点焊在锚垫板上，最后对防护罩和锚垫板进行防腐处理，并用油脂填满防护罩。

## 3 上构整体顶升

上构顶升过程中应防止加载不均匀引起结构损伤，并使其就位后达到正常的受力状态，同时要确保施工安全，为此要严格控制施工工艺。

### 3.1 顶升设备及布置

在桥台断面和紧贴桥墩前后断面共计 6 个断面布设 12 个工作千斤顶，为确保施工安全同时布设 12 个同样型号的随动千斤顶。具体方式如下：在桥台（0、3 号）的每个支座附近浇筑钢筋混凝土作为顶升反力基础，尺寸以满足布设 2 台 100t 液压千斤顶的面积和受力要求为度。在每个桥墩处（1、2 号）支座前后采用带法兰的钢管作为反力托架，钢管下设混凝土基础，每根钢管上安装 1 台 200 吨千斤顶，总共设 8 台千斤顶。

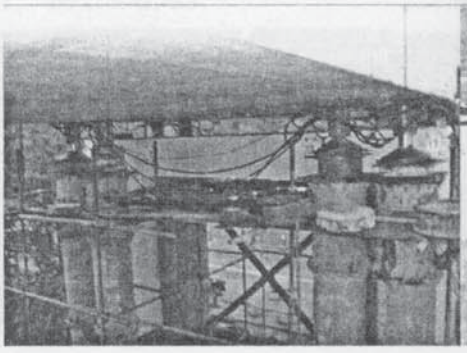


图 3 顶升设备安装图（1）

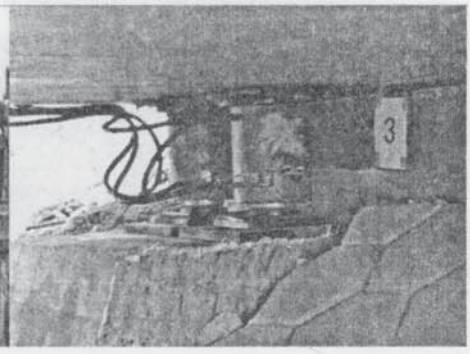



图 4 顶升设备安装图（2）

采用 PLC 液压同步顶升控制系统控制所有千斤顶达到同步顶升的目的，要求位移误差不超过±2mm，以控制顶升过程中上构的附加内应力不超过容许值。

### 3.2 纵横向限位设置

为防止上构顶升过程中出现过大的纵横向水平位移，并确保施工安全，需设置平面限位装置。顶升前在台身上植入锚栓，安装钢牛腿作为纵向限位，每侧桥台安装 2 套纵向限位装置；在每个桥墩的两侧面植筋并焊接型钢作为横向限位装置，全桥共 4 套横向限位装置。所有限位装置内侧涂润滑油，以减小顶升过程中的摩阻力。

### 3.3 顶升设备调试与预顶升

在桥梁整体顶升之前，先对所有顶升设备进行调试，确保其处于正常工作状态。根据设计计算上部结构总重约 6280KN，桥台处每个千斤顶的推力约 218.7KN，桥墩处每个千斤顶的推力约 675.7KN，作为预顶升时千斤顶推力的参考值。通过预顶升对上部结构称重，测量出每个千斤顶所需的推力，作为整体顶升时千斤顶推力的控制值。预顶升过程中观测支撑钢管的稳定性，如发现问题需及时处理，保证支撑系统的稳定性。

### 3.4 桥梁整体顶升及监测

根据预顶升实测各个千斤顶的推力，计算桥梁上构总重量，通过理论计算重新核定各个千斤顶的推力，并以此作为顶升推力控制值。通过 PLC 液压同步顶升控制系统同时对各个千斤顶加载，以不快于 10mm/min 的速率同步顶升，当顶升高度达到设定值时予以锁定。为防止意外，在墩台上设置垫块作为临时支撑。

桥梁顶升过程是一个动态过程，随着梁的提升，其纵横向偏差、立柱倾斜率等会发生变化，支承点位置的变化也会引起梁体受力状态变化。为此要设置一整套监测系统，并设定必要的预警值和极限值，以便将姿态数据反馈给施工加载过程。监测贯穿于顶升全过程中，监测部位、项目、方法和允许偏差见表 1：

表 1 桥梁顶升监测表

| 监测项目 | 允许偏差 | 单位 | 数量 | 方法 |
|---|---|---|---|---|
| 承台沉降 | ±2 | mm | 8 | 精密水准仪 |
| 桥面高程 | ±5 | mm | 8 | 精密水准仪 |
| 纵横向位移 | ±5 | mm | 8 | 精密水准仪 |
| 梁底标高 | ±2 | mm | 8 | 光栅尺 |
| 支撑体系标高 | ±5 | mm | 12 | 精密水准仪 |

①承台沉降观测：观测点设于承台表面，进行位移监测，并检查外观变化，发现变形过大或破坏应及时停止加载。

②桥面高程和纵横向位移观测：桥面高程观测点设于支座上方，纵横向水平位移设于墩台中央正上方，以控制梁体顶升姿态和平面位移变化，并作为顶升验收依据。

③梁底面标高测量：设于顶升千斤顶附近的梁底，采用光栅尺精确测量，以控制顶升高度与各组千斤顶间的同步性（各千斤顶位移误差不大于±2mm），提供辅助的顶升作业依据，也是桥面标高控制的补充。

④支撑体系观测：设于钢管法兰上部，实测其位移变化并通过钢管外观监测及时掌握支撑体系的受力和变形情况，使施工在安全可控的环境下进行。

### 3.5 墩柱和台帽加高、梁体卸载就位

顶升施工完成后，立即进行墩柱及台帽加高。将支座下方旧混凝土凿除露出钢筋，重新布设钢筋网，浇筑 C40 早强混凝土，接长墩台垫石高度 40cm，控制其误差在±2mm 以内，确保 8 个垫石高度一致。

墩台接长混凝土达到设计强度后进行卸载，安设支座，拆除预设垫块，通过 PLC 液压同步顶升控制系统控制千斤顶卸载，使千斤顶推力逐渐同步转移到接长垫块上。

## 4 结语

下承式系杆拱桥上构为连续刚构，更换系杆或整体顶升过程中稍有不慎就会损伤结构，甚至造成安全事故，因此要采取科学合理的施工工艺，并进行全程监测。本次施工完成后经全面检查，桥梁结构未出现新损伤，桥下净空满足行车要求，达到预期目的，说明顶升工艺及控制措施合理可行，可资类似工程施工参考借鉴。

## 参 考 文 献

[1] 赵阳，项贻强. 湖州岚风桥整体顶升施工及监控[J]. 公路，2008，(10)。

# 汉江崔家营航运枢纽坝顶交通桥设计

敖德鼎　何军红　廖洪波

湖北省交通规划设计院

**摘　要**：崔家营坝顶交通桥主桥为三跨预应力混凝土连续梁桥。该桥采用小比例边跨的非常规跨径布置，获得了较好的桥梁整体造型景观视觉效果。运用桥梁有限元计算软件“桥梁博士 V3.0”对桥梁结构进行分析，计算结果表明，桥梁的承载能力极限状态和正常使用极限状态的验算结果均满足规范要求，但桥梁边支点在荷载标准值组合下出现负反力，须进行桥头抗拉设计。采用边跨填充压重的抗拉设计方法，可供同类桥梁设计作为工程参考。

**关键词**：连续梁　景观桥　小边跨　抗拉设计

## 1　工程概述

汉江崔家营航电枢纽工程位于湖北省襄樊市汉江下游约13km处，该枢纽坝顶设交通桥，用于电站设备运送等枢纽内部交通运输，且不对外开放。桥梁右岸连接207国道，左岸连接门机检修平台。坝顶交通桥全桥桥长796.55m，上跨通航船闸，船闸净宽26.6m，闸室隔墙净距45.06m。跨船闸设三跨变截面连续箱梁，跨径为23.75+48+23.75m。右岸引桥为20m空心板，泄水闸段为23.5m空心板，单幅布置，桥墩为双圆柱墩和实体墩。

其余技术指标：

设计速度：40Km/h；

桥面宽度：7m，其中桥面净宽6m，两侧各设0.5m钢护栏；

设计荷载：公路Ⅱ级。

通航净空：10m。

## 2　桥梁造型方案设计

主跨跨径根据通航船闸需要，采用48m，船闸右边为大坝泄水闸，一孔跨径为23.75m。考虑桥梁下方为通航船闸，过往船只较多，对桥梁有景观要求，采用三跨变截面连续箱梁型式，跨径为23.75+48+23.75m。桥梁的边跨与中跨比为0.495，未在0.6～0.7的适宜比例区间内，边跨支点会产生负反力，需要进一步采取有效的构造措施予以解决这一问题。

桥型方案如图1所示。

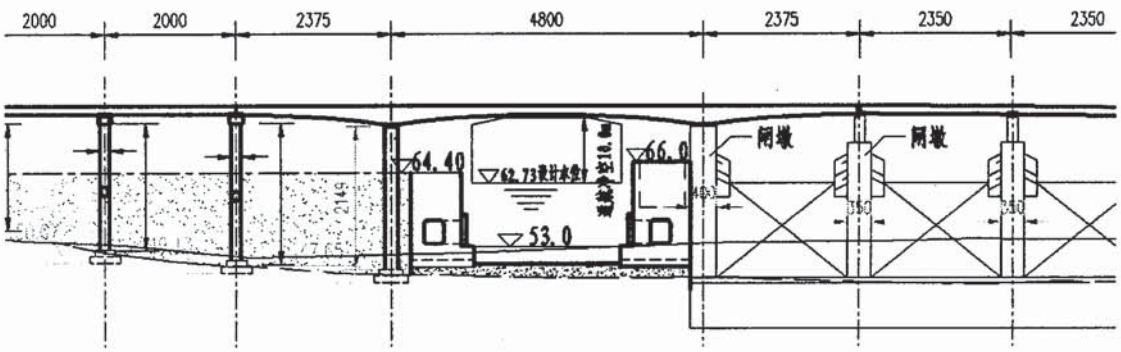



图1　桥型方案图

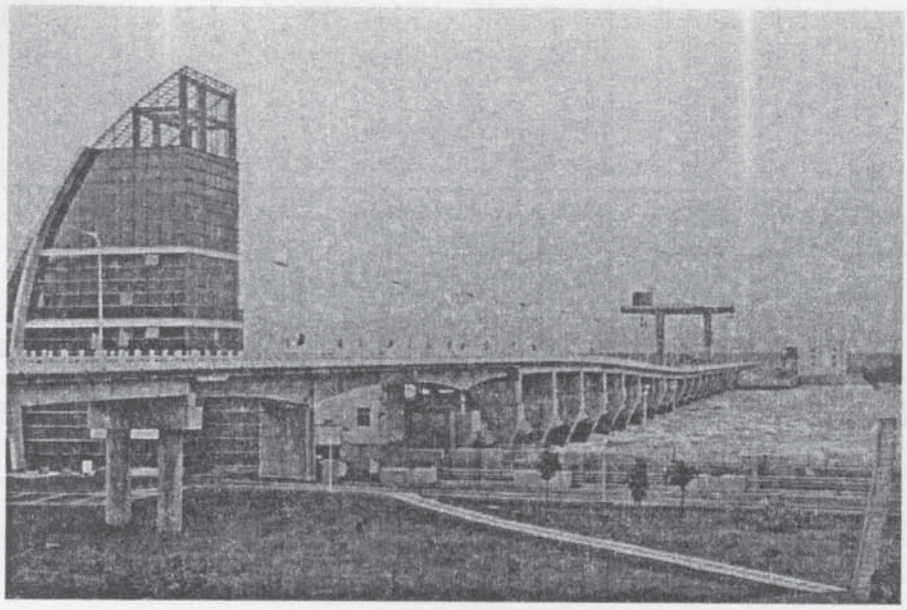


图 2 成桥后整体景观图

## 3 桥梁细部构造设计及结构有限元计算

### 3.1 桥梁细部构造设计

主桥上构采用预应力砼变截面连续箱梁，为单向预应力结构，在纵向配有预应力钢束。箱梁为单箱单室截面，顶宽 7.0m，底宽 4.0m，两侧翼缘宽 1.5m，桥面设双向 1.5%的横坡。中跨墩顶支点处梁高 2.8m，跨中及边跨墩顶处梁高均为 1.6m，跨中梁高与跨径之比为 1/30，支点处梁高与跨径之比为 1/17.14，跨中梁高与支点处梁高之比为 1/1.75。底板厚为 25cm。边、中跨底板下缘曲线均为二次抛物线。顶板厚度均为 25cm；腹板厚度为 45cm。主墩支点处横隔板厚度为 200 cm，边墩支附近 420cm 长梁段为实心段，作为边墩配重。

梁体细部构造见图 2 所示。

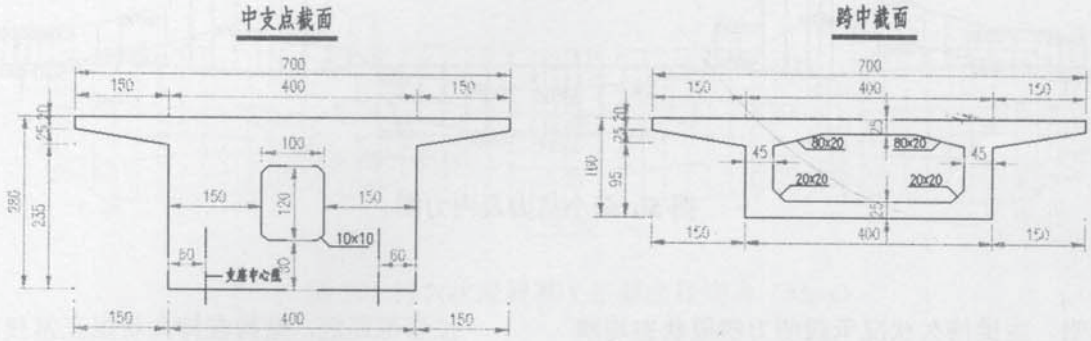



图 3 梁体细部构造

### 3.2 结构有限元计算

#### 3.2.1 结构有限元划分

主桥采用桥梁博士 3.0 软件按照直线桥计算。全桥划分为 58 个单元，59 个节点。其中桥面系单元 58 个，永久支撑 4 个。梁体有限元划分见图 3。有限元计算包括成桥状态下恒载、活载、预应力、混凝土收缩徐变

（按 1500 天计）、支座强迫位移、温度变化等荷载作用的计算。计算中按有关规范规定对各种荷载进行不同的荷载组合，对结构的强度、刚度和应力进行验算。荷载组合见表 1

**表 1　荷载组合**

| 组合 | 荷载组合 |
|---|---|
| 组合 I | 结构重力+预加力+收缩徐变+汽车 |
| 组合 II | 结构重力+预加力+收缩徐变+汽车+有效正温差+梯度正温差 |
| 组合III | 结构重力+预加力+收缩徐变+汽车+有效负温差+梯度负温差 |

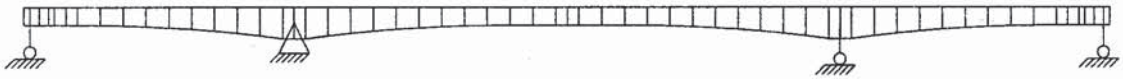


图 4　结构离散图

3.2.2 主要计算结果

1）持久状况承载能力极限状态验算

按照规范要求应进行持久状况承载能力极限状态验算，下图示出截面强度与荷载效应包络图。

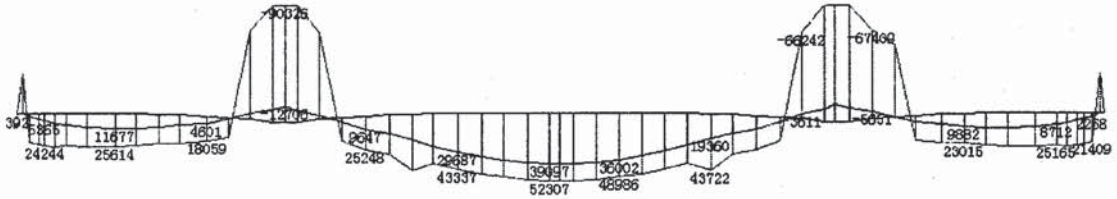



图 5a 最大抗力及内力图

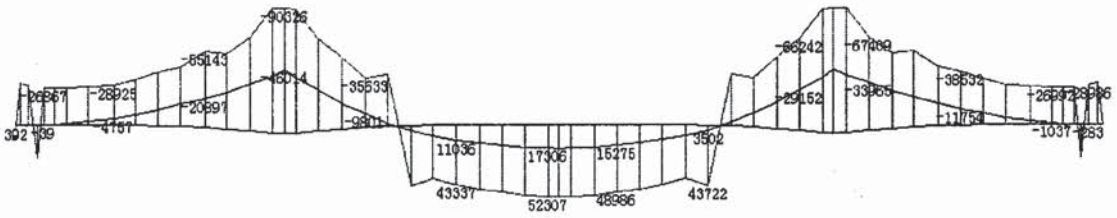



图 5b 最小抗力及内力图

计算表明，主梁持久状况承载能力极限状态均满足规范要求。

2）持久状况正常使用极限状态验算

a 抗裂验算（拉为负，压为正）

按规范规定，结构在持久状况正常使用极限状态下，对于全预应力混凝土构件正截面抗裂验算时，在荷载短期效应组合下，施加 0.8 倍预应力效应不出现拉应力。

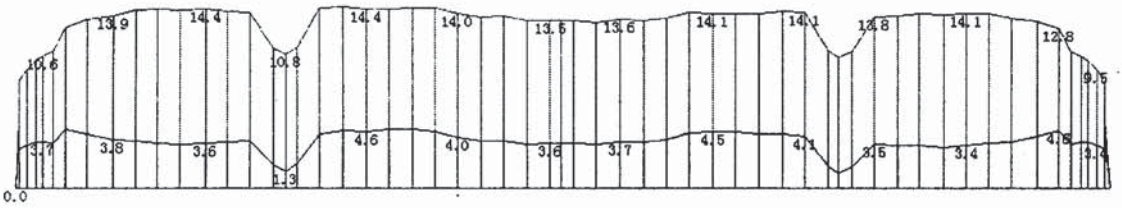


图 5c 荷载短期效应上缘应力包络图（Mpa）

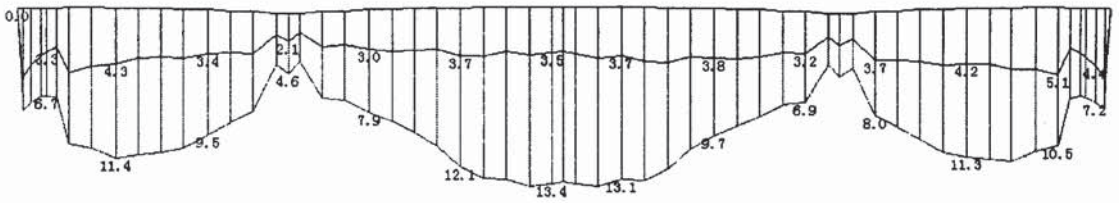


图 5d 荷载短期效应下缘应力包络图（Mpa）

计算结果表明：主梁截面上、下缘均无拉应力出现，正截面抗裂满足规范要求。

b 斜截面混凝土主拉应力验算

按规范规定，全预应力混凝土构件在作用短期效应组合下，预制构件主拉应力不大于混凝土抗拉强度标准值的 0.4 倍，对于 C50 混凝土为 1.06MPa。

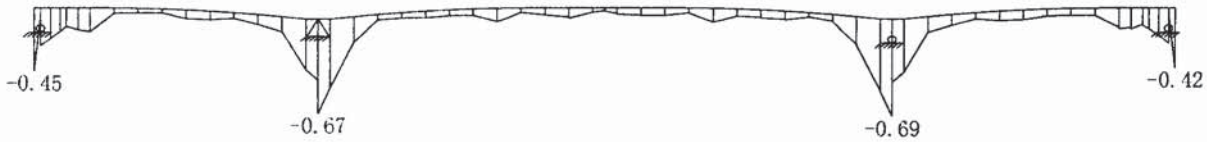



图 5e 短期荷载组合斜截面主拉应力（Mpa）

计算结果表明：主梁最大主拉应力满足规范要求。

c 正应力验算

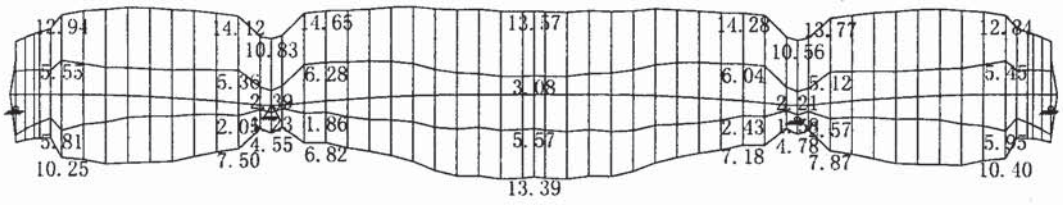


图 5f 持久状况混凝土正截面压应力（Mpa）

持久状况（即使用阶段）的最大压应力 σ max＝14.7Mpa≤0.5 fck＝16.2Mpa，出现在主墩墩顶附近截面上缘，满足规范要求。

## 4 桥梁边支点抗拉结构设计

由于边跨比为 0.495，在荷载标准组合效应状况下边支点会产生拉力，致使桥梁在某些特殊情况下桥头发生上翘，直接影响桥梁的正常使用甚至结构安全性，故必须对该桥进行边支点抗拉设计。类似小边跨三跨

连续梁的抗拉设计方法很多，如边跨设置实心截面、横向加宽、竖向加厚等平衡压重措施、梁底加设压重块、设置抗拉支座。本桥采用边跨设置实心截面方法，在箱梁端部设置3.2m长度的片石混凝土压重段，对边支点提供足够而可靠的拉力，确保桥梁在规范所规定的各种荷载组合下正常运营。表2为设置压重后计算的支点反力。

**表2 最大支座反力汇总（单位：KN）**

| 墩台序号 | 基本组合 | 最大支反力 | 最小支反力 |
|---|---|---|---|
| 2 | 2740 | 2730 | 559 |
| 17 | 9040 | 9050 | 6210 |
| 43 | 9160 | 9170 | 6350 |
| 58 | 2620 | 2610 | 506 |

## 5 结语

(1)一般情况下，50m以下跨径采用等截面梁方案比较经济合理，但在某些特殊情况下，如桥下净空限制、桥梁景观有较高要求等，采用变截面连续梁不失为较优方案。

(2) 三跨连续梁边跨与中跨比值应取适宜的比例区间0．6～0．7。当三跨连续梁采用小比例边跨时，桥梁边支点处在最大荷载效应组合下会出现拉力，为确保桥梁正常使用及结构安全的可靠度，应进行边支点抗拉设计。抗拉设计分为两种类型：设置压重与安装抗拉装置。在抗拉设计选型时，应结合施工方法、工程造价、抗拉稳定性等多种因素综合考虑。

(3)边跨梁体内部填充混凝土压重方案，具有构造简、施工方便、安全可靠、经济性良好等特点，且不影响桥梁边支点外形以及桥台无须进行特殊构造处理，可以为同类小边跨三跨连续梁桥的设计提供工程参考。

## 参 考 文 献

[1] 刘效尧，赵立成 《梁桥》(下册) 北京 人民交通出版社 2000

[2] 范立础. 桥梁工程(上册)[M]，北京：人民交通出版社，2001

[3] 范立础. 连续梁桥[M]，北京：人民交通出版社，1996.

[4] JTG D60—2004. 公路桥涵设计通用规范[s].

[5] JTG D62—2004. 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].

# 猴儿窝隧道进口端洞口危岩体处治

郝丽[1] 郝财国[1] 周立德[2] 冯升[3] 郝才平[1]

1 湖北路桥集团有限公司 2 湖北宜巴高速建设指挥部 3 湖北省交通规划设计院

**摘 要:** 湖北宜昌—巴东高速公路猴儿窝隧道进口处于陡壁之上，洞口岩体被裂隙切割成巨块状楔型体，洞口施工对危岩体产生扰动，极有可能导致危岩体松动、塌落，危及安全。在距洞口 25m 左右处，有一条引水洞穿过，隧道施工必然对其形成扰动，并极有可能危及隧道施工安全 1。本文通过对危岩体的地质稳定性评价和现场实际揭露情况分析，提出了针对危岩体的多项处治措施，并实施了动态设计、施工和管理的施工方案，对保证隧道施工安全、消除运营期危险隐患起到了积极指导作用。

**关键词:** 隧道洞口 危岩体 处治方案

## 1 工程概况

1.1 在建湖北宜昌—巴东高速公路猴儿窝隧道位于宜昌市夷陵区黄花乡张家口村境内，设计为分离式隧道，隧道呈南东～北西向展布，走向约 317°，左幅起迄里程桩号 ZK37+538～ZK38+745，全长 1207m（包含进口端 7m 明洞和出口端 5m 明洞）；右幅 YK37+550～YK38+725，全长 1175m（包含进口端 6m 明洞和出口端 5m 明洞）。

猴儿窝隧道原施工方案计划由出口单头掘进，工期 21 个月。但因为出口段有当地运营的砂场，征迁费用太高；且出口段隧道施工平台顶面与河床填高达 20~30m，施工平台放坡后，坡体压缩河道，大大减小了整个河道泄洪的能力。故改为从进口单头掘进，但涉及到陡壁上进洞问题。现施工便道已经打通，到达进口位置，但清理完进口上方危石及下方崩塌土石后发现，洞口位置正处在被裂隙切割成巨块状楔形危岩体中，进洞施工存在极大的安全隐患。



图 1 猴儿窝隧道进口清表后照片

1.2 猴儿窝隧道附近阶梯状分布有多座小型水力发电站。其中猴儿窝水电站的引水隧洞，直径约 2.0m，沿山体边缘展布，断续出露于地表，在隧道进、出洞口附近与隧道正交通过。引水洞位于公路隧道下方，由于前期没有收集到引水洞的设计图等资料，现场调查发现引水洞洞顶距离隧道底只有-3.0m， 隧道施工中极有可能造成中隔岩坍塌，造成引水洞阻塞和危及隧道施工安全。

## 2 进口段地质情况

### 2.1 地层岩性

猴儿窝隧道进口左右洞室均在陡壁上进洞，陡壁上部出露寒武系天河板组薄层状泥质条带灰岩、薄～中厚层状灰岩，岩层产状为 120° ∠8°；底部出露寒武系石牌组粉砂质页岩夹薄层状灰岩、泥灰岩，岩层产状为 115° ∠10°。两洞洞口位于两岩组接触带，现场揭露情况和原设计相符合，进口照片如图 1、

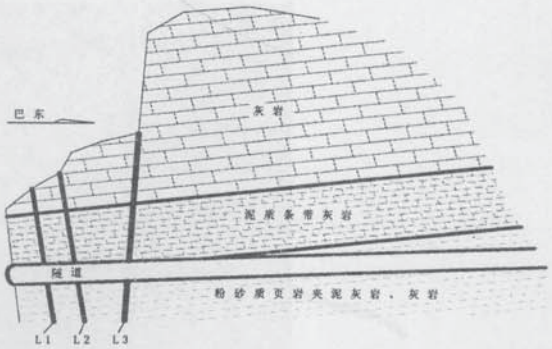



图 2 猴儿窝隧道左洞进口裂隙发育纵向截面示意图

### 2.2 节理和裂隙

猴儿窝隧道左洞进洞口处天河板组薄层状泥质条带灰岩、薄～中厚层状灰岩发育一组卸荷裂隙(详见图 2~4)，其走向近东西，洞口附近见三条(向大桩号方向依次编号 L1、L2、L3)，其中 L1、L2 倾向南，倾角约 80°，两裂隙间距约 1m，张开 3～5cm，无充填，隙面平直、光滑；L3 倾向北，倾角 80～85°，与 L2 间距约 1.5m，张开 5～15cm，隙面弯曲，沿裂隙见溶蚀现象，隙壁附有大量钙华。裂隙贯穿性极强，延伸长度大于 30m。此外，洞口上方还发育一条产状为 70°∠80° 的裂隙，张开 3～5cm，从上至下由宽渐窄，贯穿陡壁（详见图 5)。洞口陡壁岩体被裂隙切割成巨块状楔型体，属危岩体，危岩体厚度约 5m，宽约 20m，高约 25m，总体积约 2500m$^3$。



图 3　猴儿窝隧道左洞进口横向裂隙右侧视图(从左向右为 L1、L2、L3)



图 4　猴儿窝隧道左洞进口横向裂隙左侧视图(从左向右为 L3、L2、L1)



图 5　猴儿窝隧道左洞进口纵向裂隙正视图（下方圆弧为洞室开挖线）

猴儿窝隧道右洞洞口位于另一危岩体(北侧)边缘(见图 6)，该危岩体顶部岩性以薄层泥灰岩为主，中下部岩性为粉砂质页岩夹薄层灰岩，属寒武系石牌组地层，被走向近南北向的卸荷裂隙切割所形成，裂隙张开宽 10～50cm，从南向北由宽渐窄，切割深，内充填松散碎、块石及残积物（见图 7、8)。

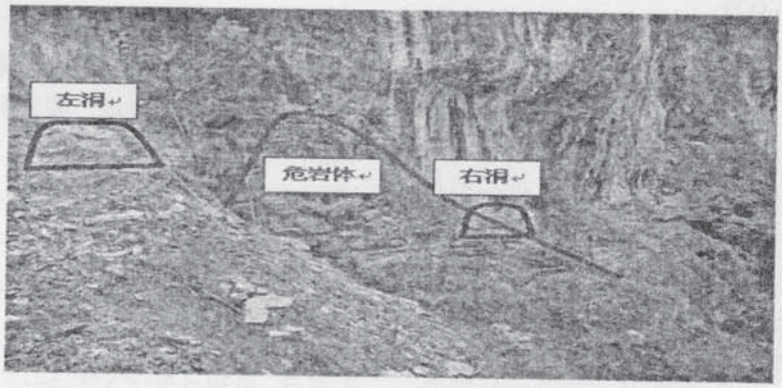



图 6　猴儿窝隧道右洞洞口处危岩体与隧道位置关系



图 7　猴儿窝隧道右洞进口围岩体和裂缝左侧视图



图 8　猴儿窝隧道右洞进口围岩体和裂缝右侧视图

## 3 进口段围岩稳定性评价[2]

根据上述对猴儿窝隧道进口危岩体实地调查及危岩体和隧道的相对关系，可推断如下：

### 3.1 左洞洞口上方危岩体

该危岩体主要受L3裂隙控制，被其切割成不规则“倒梯形状”，总体呈“头重脚轻”，当隧道开挖穿越L3裂隙后，便将危岩体拦腰截断，而洞口陡壁上又有一条竖向裂隙将危岩体从中切穿劈成两半，加之岩层总体倾向小里程方向，与L3裂隙形成不利组合。洞口围岩被裂隙切割成巨块状楔型体，且楔型体全部处于隧道开挖范围内，隧道施工过程中因爆破震动[2]易导致危岩体向洞口方向发生倾倒，对左洞施工及运营安全构成很大安全隐患。

### 3.2 右洞洞口左侧危岩体

该危岩体主要受南北向的裂隙控制，总体呈“半锥形状”，猴儿窝隧道右洞在其北侧边缘进洞，洞口开挖施工过程中会对危岩体局部产生扰动，可能致其局部失稳，爆破震动亦会导致危岩体顶部及浅表松动岩块滑落、塌落，危及右洞施工安全。考虑此危岩体在隧道开挖范围之外，且相对高差低，对其进行表层清除、底部加固处理后，可消除其对隧道施工和运营产生的安全隐患。

### 3.3 引水洞对隧道施工的影响

猴儿窝隧道洞口与人工引水隧洞交叉，隧道开挖后，引水洞顶面高程与隧道底板高程在开挖处实际只有3.0m，开挖极易造成出水或者底板坍塌，会造成施工与运营的风险。目前采用梁板跨越方案，若引水洞已坍塌不能设置梁板，方案将会更复杂。

## 4 隧道进口端进洞施工方案[3]

采取以下措施进行综合处理，保证施工安全和工期的要求。

**方案一：出口进洞**

隧道出口地势较平缓，无悬崖、危石等不良地质现象，施工便道、场地等施工条件均具备，只需调整弃渣场即可进行施工。但因在此处有一砂场在经营，征地拆迁费用要价太高；另填筑施工平台，坡脚落在泄洪的主河道上，水利部门只允许在枯水位季节施工，雨季时要恢复疏通河道，施工期个21月要跨越两次洪水季节，所以考虑隧道进口进洞。

**方案二：进口进洞**

**措施一：加固危岩体**

1、清除、加固洞顶坡面松散岩块；

2、采用锚索锚固，间距3m×3m垂直岩面打设，长18m；

3、对岩层裂隙缝处打设Φ42钢管，进行注浆岩体加固；

4、采用C20喷射混凝土封闭危岩岩体外露面；

5、右洞右侧拱肩厚度不足处增设混凝土挡墙；

6、采用长20米双层超前长管棚进洞，管棚套拱采用异型结构，支撑危岩面；

**措施二：进口混凝土体加固**

在隧道洞口外设置混凝土下挡墙，墙体横向顶宽20米，纵向顶长10米，高度20米，纵向按1：1放坡。由于隧道洞口进口段处在陡壁悬崖处，故护拱和明洞仰拱（不含耳墙）悬空部分，需设钢筋混凝土下挡墙。挡墙基础浇筑前应清除地表碎石、危石至基岩面，且基础平台应整理成4%倒坡。

C25钢筋混凝土基础设置Φ25固脚砂浆锚杆，长500cm，间距100*100cm,随地形梅花形布置，外露长度100cm。

C25钢筋混凝土基础外侧预埋Φ22钢筋，配合护拱配筋设置，长200cm，纵向间距50cm，竖向间距50cm，便于和后期耳墙基础连接。

护拱外侧预埋Φ22钢筋，长180cm，纵向间距40cm，环向间距40cm，便于和后期耳墙连接。

护拱外侧拱肩外预埋一排I18工字钢，长230cm，纵向间距100cm，，埋入深度80cm，上部纵向绑扎竹排，做为缓冲沙袋基础。

**措施三：引水洞加固措施**

由于在隧道进口开挖不是很长、出口工程尚未施工，通过调整纵坡，抬高隧道标高，从而提高仰拱底面的标高，避让隧道开挖对引水洞的影响。对已开挖部分在引水洞上部加盖钢筋混凝土盖板，回填混凝土，

振捣密实，起到加固隧道底板作用。

## 5 施工过程中的具体问题[4]

5.1 原猴儿窝隧道设计右线洞门里程 YK37+549，明洞里程 YK37+549～YK37+556，明洞基础为扩大基础，ZOc 型偏压墙进洞，暗洞里程 YK37+556，YK37+556～YK37+600 为 Z4+型复合式衬砌，设计围岩为 IV 级，Φ42 超前小导管辅助施工。

经过现场踏勘，结合施工设计图及相关地形资料，修改为：右线进洞里程由 YK37+556 调整至 YK37+552，挡墙起点里程由 YK37+549 调整到 YK37+542，止点里程至 YK37+567，YK37+552～YK37+567 洞身外露部分采用 C25 钢筋混凝土护拱，偏压挡墙从 YK37+552 延伸至 YK37+567。

5.2 原猴儿窝隧道弃渣场原设计位于主线 K35+400 右侧，占地 70 亩，后变更至主线[illegible]37+300 左侧，占地约 25 亩。弃渣场防护挡墙采用 C20 混凝土，应先支挡后弃渣。

图 10

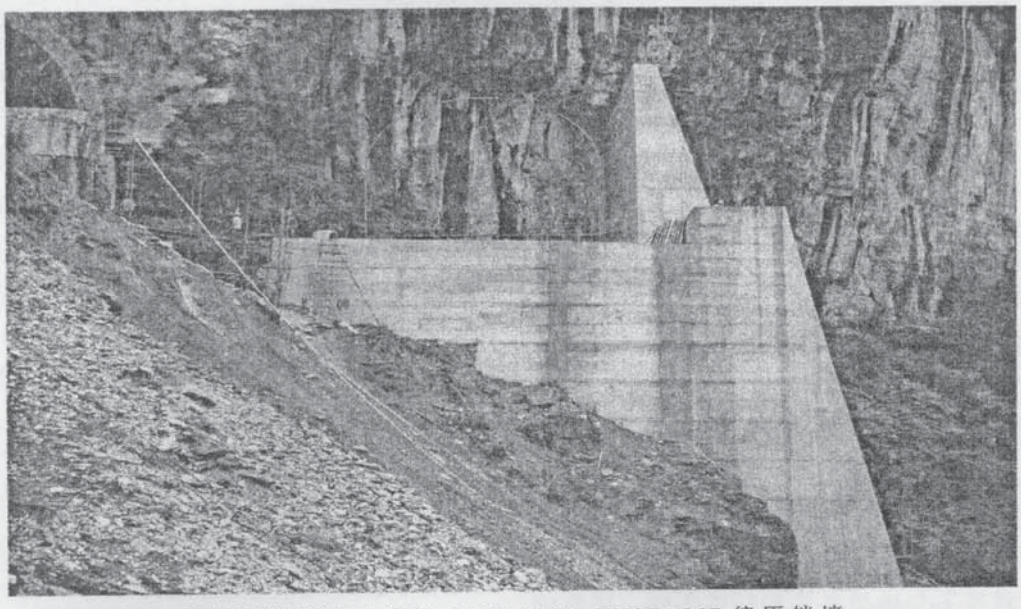
5.3 猴儿窝隧道进口设计左线洞门里程 ZK37+538，右线洞门里程 YK37+549。

引水洞走向与左洞相交里程为 ZK37+563.2，与右洞相交里程为 YK37+580.8，引水洞起拱线标高为 199.4m，引水洞处隧道仰拱底部标高左洞 196.4m，右洞 197.2m。原设计仰拱已侵入引水洞内，左洞约 3.0m，右洞 2.0m。采取：①对路线标高进行调整。②隧道跨越引水洞段采取加强支护和施工的必要措施。③明洞基础采取加强处理措施，在沿河侧增设 C20 混凝土挡墙。

5.4 原猴儿窝隧道设计左线洞门里程 ZK37+538，棚洞里程 ZK37+538~548，长 10 米，设计围岩为 V 级，设计地质情况为崩坡积块石土，结构松散；暗洞里程 ZK37+548，设计围岩为 IV 级，Φ42 超前小导管辅助施工。

经专家和设计方经过现场踏勘，对方案进行论证和验算后采取：①清除仰坡上部松散岩块，采用挂网锚喷对仰坡进行加固防护。②岩层裂隙处设Φ42 钢花管，进行注浆封闭。③对仰坡危岩体采用锚索锚固。④洞口辅助施工采用 20 米超前长管棚，取消原设计超前小导管。⑤明洞外侧采用 C20 混凝土护拱。⑥洞门顶部取消原设计主动防护网，改成设置被动防护网。

猴儿窝隧道进口左洞口危岩体处治和右洞挡墙施工照片



猴儿窝隧道进口右洞 YK37+549~YK37+567 偏压挡墙

图 9

振捣密实，起到加固隧道底板作用。

## 5 施工过程中的具体问题[4]

5.1 原猴儿窝隧道设计右线洞门里程 YK37+549，明洞里程 YK37+549～YK37+556，明洞基础为扩大基础，ZOc 型偏压墙进洞，暗洞里程 YK37+556，YK37+556～YK37+600 为 Z4+型复合式衬砌，设计围岩为 IV 级，Φ42 超前小导管辅助施工。

经过现场踏勘，结合施工设计图及相关地形资料，修改为：右线进洞里程由 YK37+556 调整至 YK37+552，挡墙起点里程由 YK37+549 调整到 YK37+542，止点里程至 YK37+567，YK37+552～YK37+567 洞身外露部分采用 C25 钢筋混凝土护拱，偏压挡墙从 YK37+552 延伸至 YK37+567。

5.2 原猴儿窝隧道弃渣场原设计位于主线 K35+400 右侧，占地 70 亩，后变更至主线[illegible]37+300 左侧，占地约 25 亩。弃渣场防护挡墙采用 C20 混凝土，应先支挡后弃渣。

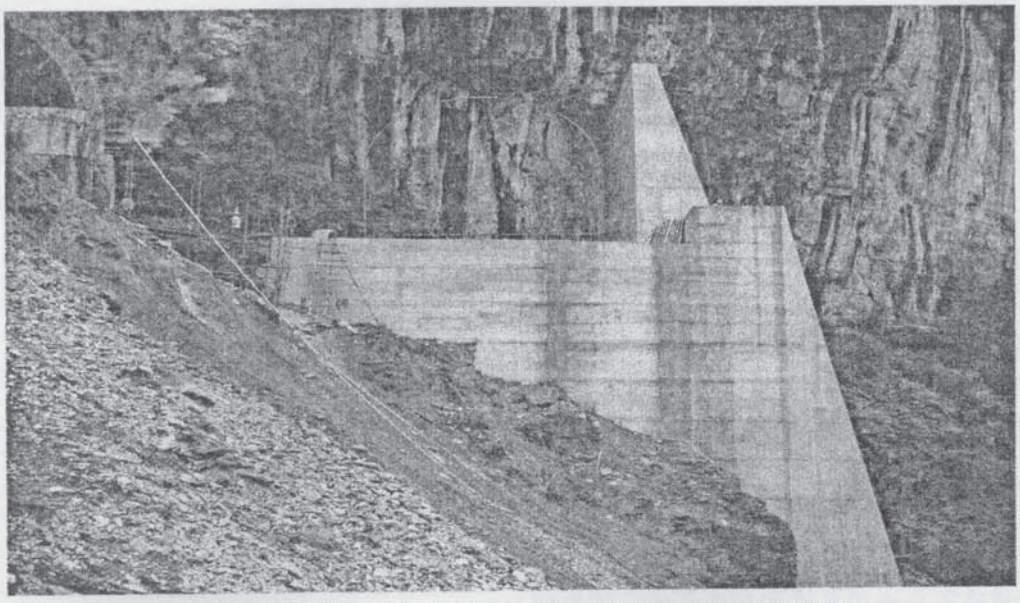
5.3 猴儿窝隧道进口设计左线洞门里程 ZK37+538，右线洞门里程 YK37+549。

引水洞走向与左洞相交里程为 ZK37+563.2，与右洞相交里程为 YK37+580.8，引水洞起拱线标高为 199.4m，引水洞处隧道仰拱底部标高左洞 196.4m，右洞 197.2m。原设计仰拱已侵入引水洞内，左洞约 3.0m，右洞 2.0m。采取：①对路线标高进行调整。②隧道跨越引水洞段采取加强支护和施工的必要措施。③明洞基础采取加强处理措施，在沿河侧增设 C20 混凝土挡墙。

5.4 原猴儿窝隧道设计左线洞门里程 ZK37+538，棚洞里程 ZK37+538~548，长 10 米，设计围岩为 V 级，设计地质情况为崩坡积块石土，结构松散；暗洞里程 ZK37+548，设计围岩为 IV 级，Φ42 超前小导管辅助施工。

经专家和设计方经过现场踏勘，对方案进行论证和验算后采取：①清除仰坡上部松散岩块，采用挂网锚喷对仰坡进行加固防护。②岩层裂隙处设Φ42 钢花管，进行注浆封闭。③对仰坡危岩体采用锚索锚固。④洞口辅助施工采用 20 米超前长管棚，取消原设计超前小导管。⑤明洞外侧采用 C20 混凝土护拱。⑥洞门顶部取消原设计主动防护网，改成设置被动防护网。

猴儿窝隧道进口左洞口危岩体处治和右洞挡墙施工照片



猴儿窝隧道进口右洞 YK37+549~YK37+567 偏压挡墙

图 9

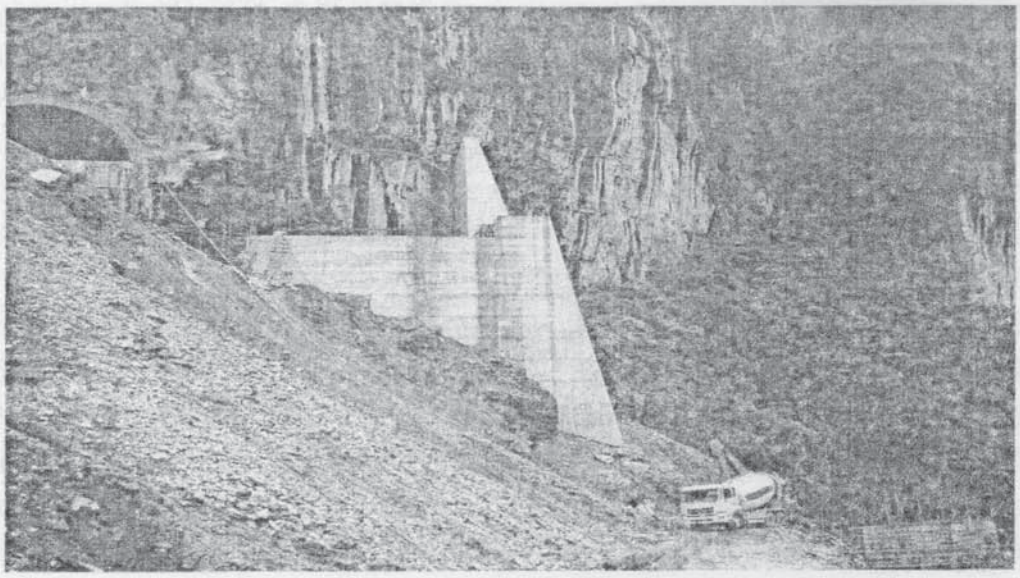


图10 猴儿窝隧道进口右洞 YK37+542 右下挡墙



图 11 猴儿窝隧道左洞进口锚索加固效果图

## 6 结论

6.1 在隧道施工中，若遇到特殊不良地质条件，尤其是在地质调查不够详细的情况下，必须进一步开展现场调查，并根据实际情况分析、研究特殊不良地质条件对隧道工程的危害，制定科学合理的施工方案。

6.2 猴儿窝隧道进洞施工既要考虑危岩体对隧道施工安全的影响，又要考虑隧道施工与引水洞的相互影响，还要兼顾考虑消除在运行期的危险隐患。

6.3 实践表明，在充分调查研究的基础上，结合现场实际情况，针对特殊不良地质条件和环境条件，采取预测、预报和动态设计和动态施工等必要的综合处治措施，还是能有效地保证隧道施工安全。

## 参 考 文 献

[1] 郭嘉陵，李财；山岭隧道进洞施工方案浅析[J]；铁道建筑；2004 年 10 期

[2]、毕继红，钟建辉；邻近隧道爆破震动对既有隧道影响的研究[J]；工程爆破；2004 年 04 期

[3] 鄢宏庆，宋从军；隧道洞口进洞方案分析[J]；广东交通职业技术学院学报；2003 年 04 期

[4] 王艳芳；西山坪隧道进洞方案和施工方法[A]；2001 年全国公路隧道学术会议论文集[C]；2001 年

[5] 王玉锁；隧道洞口段危岩落石风险评估；现代隧道技术，2010.12 期

# 鄂东长江公路大桥铺装环氧沥青混合料试验研究

余立志[1] 程谦明[2] 荣丽[2]

1 湖北省路桥集团有限公司 2 湖北省高速公路实业开发有限公司

**摘 要**: 钢桥面上铺装沥青混合料目前在工程上一个难题，存在的主要问题是沥青混合料和钢桥面的粘接强度低、抗剪切性能差。特别是夏季随着气温升高钢桥面温度高达70℃，沥青混合料稳定度大幅度降低，在重载车作用下容易产生车辙、推移，为了解决这一矛盾我们经反复研究模拟试验并现场试用发现用环氧沥青改善沥青混合料可以提高其稳定度和与钢桥面的粘接强度。

**关键词**: 钢桥面 环氧沥青 粘结强度 稳定度

## 前言

随着交通运输业的发展及公路建设节奏的加快，钢桥面出现的越来越多。如何在钢桥面上铺装沥青混合料并能使其与钢桥面很好胶结并达到较高的粘结强度，这一问题一直是困扰桥梁工作者的一个难题。鄂东长江大桥位于湖北黄石，是沪蓉国道主干线和大（庆）至广（州）高速公路在湖北东部跨越长江的共用过江通道，是交通部重点工程，湖北省公路主骨架的重要组成部分。黄石地区属华中亚热带地区，阳光照射时间长，年平均气温17℃，夏季平均气温29℃，最高气温达到40℃，在钢桥面上的温度高达70℃，这样会大大降低沥青混合料的稳定性能和粘结强度，在重载车的作用下容易产生拥包和车辙、推移、开裂等病害，危及桥梁正常使用、降低道路服务质量。目前国内外从事公路桥梁工作的学者专家对钢桥面铺装沥青混合料方面做了很多的研究。本文针对这些问题，借鉴国内外对钢桥面铺沥青混合料研究的经验和教训，通过环氧树脂对沥青进行改性和在钢桥面上铺环氧沥青粘结剂两种手段来增加沥青混合料和钢桥面的粘结强度和抗车辙能力在鄂东长江大桥取得一定的效果。

## 1 环氧沥青混合料

### 1.1 环氧沥青

环氧沥青是将环氧树脂加入沥青中，经与固化剂发生反应，生成不可逆的固化物，使沥青从热塑性转变为热固性，因此环氧沥青比普通沥青在物理力学性能上具有很好的性能，主要表现在高强度、耐疲劳性和耐久性方面。

环氧沥青分别分为结合料（$A+B_V$）、粘结剂（$A+B_{IF}$）二个组分

（1）组分A技术指标如表1.1所示。

表1.1 组分A技术指标

| 试验项目 | 技术要求 | 检测结果 | 试验方法 |
|---|---|---|---|
| 粘度（23℃），mPa·s | 100～160 | 114 | ASTM D445 |
| 环氧当量（含1克环氧的材料克数） | 182～192 | 190 | ASTM D1652 |
| 颜色（23℃），Gardner | ≤4 | 2.5 | ASTM D1544 |
| 含水量，% | ≤0.05 | 0.02 | ASTM D1744 |
| 闪点（COC），℃ | ≥200 | 239 | ASTM D92 |
| 比重(23℃) | 1.16～1.17 | 1.16 | ASTM D1475 |
| 外观 | 透明琥珀状 | | 目视 |

（2）组分 $B_v$ 和 $B_{IF}$ 是由石油沥青与固化剂组成，其技术指标分别见表 1.2。

**表 1.2 环氧沥青 Bv、BIF 技术指标及实测结果**

| 试验项目 | 技术要求 | | 检测结果 | | 试验方法 |
|---|---|---|---|---|---|
| | $B_{IF}$ | $B_V$ | $B_{IF}$ | $B_V$ | |
| 酸值(mg) | 87~109 | 40～60 | 95 | 49 | T0626-2000 |
| 闪点(℃) | ≥250 | ≥200 | 263 | 229 | T0611-1993 |
| 含水量(%) | ≤0.05 | ≤0.05 | 0.01 | 0.01 | T0612-1993 |
| 粘度(cP) | ≥680 | ≥140 | 792 | 262 | T0625-2000 |
| 比重 | 0.98~1.02 | 0.98~1.02 | 0.99 | 1.01 | T0603-1993 |
| 颜色 | 黑 | | | | 目视 |

用作结合料的环氧沥青由组分 A 和 $B_v$，按一定的比例在规定的温度条件下均匀混合得到，固化后的技术指标和要求如表 1.3。

**表 1.3 环氧沥青结合料技术要求**

| 试验项目 | 检测结果 | 技术要求 | 试验方法 |
|---|---|---|---|
| | A:$B_v$ | A:$B_v$ | |
| 重量比 | 100：585 | 100：585 | 称量法 |
| 抗拉强度（23℃,MPa） | 3.4 | ≥2.0 | GB/T528-1998 |
| 断裂时的延伸率（23℃，%） | 254 | ≥220 | GB/T528-1998 |
| 热固性（300℃） | 不熔化 | 不熔化 | 干燥箱加热 |
| 粘度增加至 1000cP 的时间（120℃）/min | 61 | ≥50 | JTJ052-2000 |

黄石鄂东大桥，钢桥面上铺装环氧沥青混合料，要求在保证强度的前提下有良好的柔韧性和追从变形能力，同时要有较高的粘接强度和抗裂能力，因此我们采用了美国进口环氧树脂加弹性固化剂来改性生成的环氧沥青。

### 1.2 填料(矿粉)

填料应采用石灰岩经磨制的矿粉，不得含泥土、杂质和团料，要求干燥、洁净，其质量符合表 1.4 的技术要求。

**表 1.4 矿粉技术指标**

| 试验项目 | 技术要求 | 实测值 | 试 验 方 法 |
|---|---|---|---|
| 视密度，$g/cm^3$ | ≥2.50 | 2.69 | T0352-2000 |
| 粒度范围通过率、% | 0.6mm：100 | 100 | T0351-1994 |
| 亲水系数 | ≤1 | 0.6 | T0353-2000 |
| 含水率，% | ≤1 | 0.4 | T0332-2005 |
| 安定性 | 无质的变化 | 无变化 | T0355-2000 |
| 塑性指数 | <4 | 2.2 | T0118-2007 |

### 1.3 粗集料

粗集料采用粒径大于 2.36mm 的玄武岩碎石，颗粒形状近似立方体，不得采用颚式破碎机加工，具体要求如表 1.5 所示。

表1.5 环氧沥青混凝土面层粗集料技术要求

| 试验项目 | 技术要求 | 实测值 | 试验方法 |
|---|---|---|---|
| 杉矶磨耗率，% | ≤18.0 | 15.0 | T 0317-2005 |
| 磨光值，BPN | ≥48 | 52 | T 0321-2005 |
| 针片状含量，% | ≤5 | 3 | T 0312-2005 |
| 压碎值，% | ≤12 | 10.9 | T 0316-2005 |
| 与沥青的粘附性（改性沥青） | ≥5 | 5 | T 0616-1993 |
| 吸水率，% | ≤1.5 | 1.0 | T 0308-2005 |
| 表观密度，g/cm³ | ≥2.80 | 2.91 | T 0308-2005 |
| 坚固性，% | ≤5 | 3 | T 0314-2000 |
| 软石含量，% | ≤1 | 0.8 | T 0320-2000 |
| <0.075颗粒含量（水洗法），% | ≤0.8 | 0.6 | T 0303-2005 |

### 1.4 细集料

细集料采用粒径在0.075mm与2.36mm之间的玄武岩（石屑）集料，不含杂质或其他有害物质，其技术要求见表1.6。

表1.6 环氧沥青混凝土面层细集料技术要求

| 试验项目 | 技术要求 | 实测值 | 试验方法 |
|---|---|---|---|
| 吸水率，% | ≤1.5 | 1.2 | T 0330-2005 |
| 表观密度，g/cm³ | ≥2.80 | 2.91 | T 0328-2005 |
| 坚固性，% | ≤5.0 | 4.0 | T 0340-2005 |
| 砂当量，% | ≥65 | 67 | T 0334-2005 |
| 塑性指数 | <4 | 3.6 | T 0118-2007 |

## 2 沥青混合料的配合比设计

### 2.1 技术要求

在试铺段施工前，进行目标配合比、生产配合比和生产配合比验证三阶段的环氧沥青混合料的配合比设计。环氧沥青混合料配合比的设计与校验按《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)附录B规定的方法进行。环氧沥青混凝土的混合矿料级配见表2.1

表2.1 环氧沥青混凝土的混合矿料级配

| | 通过下列筛孔(方孔筛，mm)的质量百分率(%) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| 级配 | 100 | 95 | 65 | 50 | 39 | 28 | 21 | 14 | 7 |
| 范围 | 100 | 100 | 85 | 70 | 55 | 40 | 32 | 23 | 14 |

环氧沥青混合料技术性能应满足下表2.2的技术要求

表2.2 环氧沥青混合料技术要求

| 试验项目 | 技术要求 | 实测值 | 试验方法 |
|---|---|---|---|
| 空隙率，% | ≤3.0 | 2.0 | T0705-2000 |
| 马歇尔稳定度，KN （固化后） | ≥45 | 62.6 | T0709-2000 |
| 残留稳定度，% | ≥85 | 94.5 | T0709-2000 |

### 2.2 配合比试验

由于试验室的拌制过程与实际生产条件有很大差异，尤其是集料烘干过程和二次筛分对矿料级配的影响，因而必须通过对搅拌设备运行参数的调整才可能使所生产的沥青混合料在矿料级配确定后，沥青混合料最佳沥青用量的确定采用马歇尔试验方法进行，并综合考虑其抗疲劳性能、水稳定性等路用性能。通过试验确定沥青混合料的相关参数，如沥青用量、空隙率，使环氧沥青混合料具有良好的结构特点，以达到设计所要求的性能指标。

通过马歇尔试验，确定混合料中沥青最佳用量，试件分为两组，一组固化后进行试验，另一组未经固化进行试验。未固化的试件模拟环氧沥青混合料铺装层早期性能，因为环氧沥青混合料的强度随养护时间增长而增加（经试验，稳定度在固化前 9.7KN、40 天后固化稳定度在 59.2KN)，所以固化试件可反映一定养护时间后混合料的力学性能。

具体试验过程如下：

**(1) 制备试件**

按设计规定的级配中值，计算各规格矿料的需用量。试验采用的油石比范围为 5.0%～7.0%,以 0.5%的增量递增。

**(2)测定物理、力学指标**

测定各试件的物理指标(直径、高度、视密度)后，将试件放入 60℃的水浴中保温 40 分钟，用马歇尔仪测定稳定度和流值。

**(3)马歇尔试验结果分析**

由试验结果绘制各项指标(稳定度、流值、空隙率、饱和度、密度)与油石比的关系曲线，根据试验结果，确定最佳油石比。

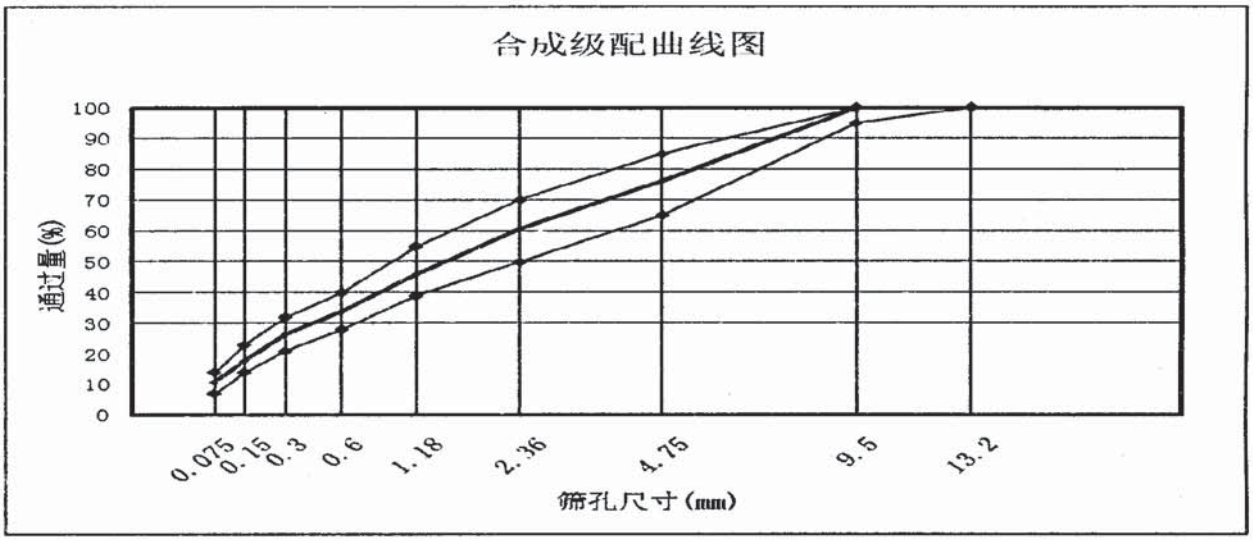
经试验确定，环氧沥青混合料目标配合比矿料级配采用 2#：3#：4#：5#：矿粉＝27%：18%：22%：25.5%：7.5%，油石比选定 6.2%。

### 2.3 生产配合比

尽可能地接近目标配合比的要求，并获得在实际生产过程可以实现的矿料级配与最佳沥青用量。按最终确定的各冷料仓供料比例生产热集料，并按最终确定的各热料仓供料比例和用水洗法进行筛分和矿料的密度试验，以及制作马歇尔试件和进行马歇尔试验，确定最佳沥青用量。马歇尔试件可按目标配合比的最佳沥青用量及其±0.3%等三个用量来制作。按最终确定的矿料配合比和最佳沥青用量进行混合料的性能检验，生产配合比集料筛分表 2.3。

**表 2.3 生产配合比集料筛分**

| 材料种类 | 集料名称 | 比例% | （方孔筛）通过量（%） | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 31.5 | 26.5 | 19 | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| | 3#仓 | 23 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99.9 | 4.8 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 2#仓 | 14 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 86.3 | 7.5 | 1.7 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.4 |
| | 1#仓 | 55.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93.6 | 68.9 | 47.3 | 34.2 | 18.5 | 6.3 |
| | 矿粉 | 7.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99.5 |
| 上 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 85 | 70 | 55 | 40 | 32 | 23 | 14 |
| 下 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 | 65 | 50 | 39 | 28 | 21 | 14 | 7 |
| 中值 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.5 | 75 | 60 | 47 | 34 | 26.5 | 18.5 | 10.5 |
| 合成级配 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 76.2 | 60.6 | 46.0 | 33.9 | 26.6 | 17.8 | 11.0 |




经试验确定，环氧沥青混合料生产配合比矿料级配采用 3#仓:2#仓:1#仓:矿粉=23%:14%:55.5%: 7.5%，油石比选定 6.2%。

## 3 钢桥面环氧沥青粘结剂

《公路工程技术标准》(JTGB01－2003）中 6.0.4 车辆荷载（55T）按双车道布置，经验算钢箱梁与沥青混合料交界处的剪应力为 0.61MPa，节点的铅垂压应力为 0.7 MPa。极限情况下两者合计 1.31 MPa。根据这个指标制定粘结剂的技术要求。粘结剂与钢桥面界面之间的粘接强度和剪切强度要满足要求，并且有良好的柔韧性和追从变形的能力。钢桥面铺装防水粘结层、下面层与上面层之间的粘结层均采用环氧沥青粘结剂，粘结剂由环氧沥青组分 A 和 $B_{IF}$ 按一定的比例，在 A 组分加温 80±2℃；$B_{IF}$ 组分加温 100±2℃的条件下经螺旋混融器混合，由喷洒机喷洒在工作面上。

用作粘结剂的环氧沥青由组分 A 和 $B_{IF}$ 按一定的比例在规定的温度条件下均匀混合得到，固化后的技术指标和要求如表 3.1

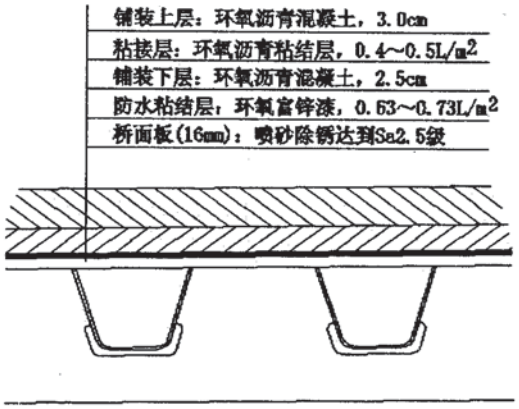
表 3.1 粘结剂技术指标

| 试验项目 | 检测结果 | 技术要求 | 试验方法 |
|---|---|---|---|
| | A:$B_{IF}$ | A:$B_{IF}$ | |
| 重量比 | 100：296 | 100：296 | 称量法 |
| 抗拉强度（23℃,MPa） | 14.1 | ≥9.6 | GB/T528-1998 |
| 断裂时的延伸率（23℃，%） | 220 | ≥185 | GB/T528-1998 |
| 热固性（300℃） | 不熔化 | 不熔化 | 干燥箱加热 |
| 粘度增加至 1000cP 的时间(120℃)/min | 24 | ≥20 | JTJ052-2000 |

粘接剂对钢桥面的要求：清除钢桥面的灰尘、锈迹油污等杂物。具体方法是用高压喷钢丸来处理桥面。高压喷钢丸的风压为 1.0～1.5Mpa，钢丸的粒径为 0.8mm～2.0mm，喷射距离为 20cm～40cm，喷钢丸除去锈及杂物后，桥面光洁度达到 Sa2.5 级，粗糙度达到 70~110μm。

## 4 工程实施

鄂东长江公路大桥钢桥面行车道采用双层环氧沥青混凝土铺装，铺装结构为：钢桥面喷钢丸除锈+环氧富锌漆+环氧沥青粘结剂+下面层（厚 2.5cm）环氧沥青混凝土+环氧沥青粘结剂+面层（厚 3.0cm）环氧沥青混凝土；中央分隔带采用浇注式沥青混凝土，铺装厚 5.5cm。 钢桥面铺装沥青混合料的结构见图 4-1：




为了确定鄂东大桥主桥钢桥面环氧沥青混合料铺装施工的各项施工控制参数，合理来指导主桥钢桥面施工，我们作了一个试验段的验证工作，于2010年5月24号~26号在鄂东长江公路大桥花湖互通匝道桥进行试铺验证工作。在试验段对松铺系数的确定，首先对原材料的体积及沥青混合料空隙率进行验算，模拟试验，结合以往的经验，对试验路段的松铺系数定为1.20。通过在试验路段对混合料总用量核算及沥青混合料压实后取心验证量测，压实厚度满足设计要求。故主桥施工时松铺厚度系数确定为1.20。

为了确保压实温度，对贮油罐内环氧沥青各组分进行预热，在拌制环氧沥青混合料之前夜，要预先将A及Bv分别泵入各自的厂内贮油罐中，贮油罐内的加热温度：A加热至87±3℃；Bv加热至128±3℃，并始终保持这一温度。

根据试拌时确定的各冷料仓的流量向拌和机进料，经加热后进入热料仓，按生产配合比设计确定的各热料仓集料重量及石粉、矿粉的重量，投入拌缸，然后出料测温。这一工序一般约需重复3~5遍，直至出来的矿料温度稳定在115±2℃左右。

当矿料温度稳定在规定范围内后，即可加入结合料进行混合料的拌和。按设计的油石比设定混合机的流量，并喷入拌缸中，干拌3s，湿拌不少于38s。将热混合料卸入临时热料斗(接料滑车)中，立即测温，要求混合料温度在110℃～120℃范围内(如表4-2所示)。

**表4-2 环氧沥青混合料温度与容许卸料时间表**

| 混合料温度(℃) | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 混合料在料车中的最短容留时间 (分钟) | 69 | 66 | 63 | 60 | 58 | 55 | 53 | 51 | 49 | 48 | 46 |
| 混合料在料车中的最长容留时间 (分钟) | 94 | 90 | 86 | 82 | 79 | 76 | 73 | 70 | 66 | 63 | 60 |

设专人指挥压实和测量碾压温度，在初压、复压和终压的过程中用红外线测量仪跟踪进行测量，从试验段施工实测情况看，保证了初压完成温度≥85℃，终压完成温度≥65℃，通过试验段的工作总结起来达到如下的结果：

**一、环氧沥青混合料马歇尔试验**

| 项目 \ 标准 | 指标（固化/未固化） | | |
|---|---|---|---|
| | 马歇尔稳定度(KN) | 马歇尔流值(0.1mm) | 空隙率(%) |
| 技术要求 | ≥45、≥5 | 20~50 | 1.5~3.0 |
| 试验方法 | JTJ052-2000 | JTJ052-2000 | JTJ052-2000 |
| 试验段 | 56.08/8.44 | 36.6/22.0 | 1.9/2.4 |
| 评定 | 合格 | | |

**二、钻芯取样检测结果**

| 最大理论密度（g/cm） | 2.645 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 取芯试件密度（g/cm） | 2.581 | 2.571 | 2.574 | 2.572 | 2.567 | 2.588 | 2.578 | 2.575 |
| 压实度（%） | 97.6 | 97.2 | 97.3 | 97.2 | 97.1 | 97.9 | 97.5 | 97.4 |
| 空隙率（%） | 2.4 | 2.8 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 2.1 | 2.5 | 2.6 |
| 厚度（mm） | 56.1 | 55.1 | 54.1 | 57.4 | 57.0 | 54.6 | 55.4 | 55.7 |

## 三、粘结层粘接强度

| 温度 | 序号 | 拉拔强度（Mpa） | 设计指标(Mpa) |
|---|---|---|---|
| 22℃ | 1 | >3.03 | ≥3.00 |
| | 2 | >3.12 | |
| | 3 | >3.15 | |
| | 4 | >3.11 | |
| | 5 | >3.18 | |
| 60℃ | 1 | >1.20 | ≥1.00 |
| | 2 | >1.12 | |
| | 3 | >1.02 | |
| | 4 | >1.10 | |
| | 5 | >1.06 | |

注：拉拔强度试验用拉拔仪器测量

## 四、现场检测

| 平整度 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 标准差 | 左幅 | 右幅 | 质量要求 | 试验方法 |
| | 1.0mm | 0.85mm | ≤1.2mm | T0932-2008 |
| 渗水 | | | | |
| 序号 | 路表渗水系数 | 质量要求 | | 试验方法 |
| 1 | 0.03 | 基本无渗水 | | T0971-2008 |
| 2 | 0.01 | | | |
| 构造深度 | | | | |
| 序号 | 构造深度 TD(mm) | 质量要求 | | 试验方法 |
| 1 | 0.51 | 满足设计要求 | | 砂铺法 |
| 2 | 0.36 | | | |
| 摩擦系数 | | | | |
| 序号 | 摆值（BPN） | 质量要求 | | 试验方法 |
| 1 | 61 | ≥45BPN | | T0964-2008 |
| 2 | 59 | | | |

通过试验段的工作结论如下：

(1)施工组织科学合理，能很好的指导主桥施工。

(2)施工方案及施工工艺切实可行，能够进行主桥施工。

(3)施工各工序控制措施得当，能够控制各施工工序的技术指标。

(4)施工机械配合得当能够满足施工要求。

(5)施工人员搭配合理。管理到位。

(6)科学的配比及施工过程的控制参数在试验段得到验证。

2010年6月下旬在鄂东大桥主跨钢桥面正式摊铺环氧沥青混合料 。经过3个月摊铺工作，9月下旬完成。9月28号鄂东长江公路大桥正式通车。

钢桥面铺装沥青混合料目前在国内外都是一个难题，国内外许多专家学者都对此做了很多的研究并在不同程度上改善了沥青混合料和钢桥面的粘结问题，减少了沥青路面的车辙推移、拥包等现象。但都未能根除这些病害。我们这次对钢桥面铺装沥青混合料采用进口美国环氧沥青，结合我国的实际情况研究出自己的沥青混合料的结构形似，目前运行情况良好，是否能在根本上解决车辙、推移、拥包还有待于时间的考证。

# 预应力芳纶纤维复合材料技术在清江大桥加固改造中的应用

涂长禧

宜都市交通运输局

**摘　要：** FRP复合材料在桥梁维修加固中已较常用，预应力FRP复合材料（AFRP芳纶纤维）在桥梁维修加固中研究应用，是本工程的特点，解决了本工程加固改造中的难题，取得了良好的经济和环保效益。

**关键词：** 预应力 材料 桥梁加固 应用

## 1　前言

旧危桥加固改造面临较多技术难题，特别是对一些关键构件加固并提高其承载能力受到制约，往往要投入较多的资金、耗费较长的工期，需“动大手术”方能达到目的。而旧危桥一般都还处于在役状态，缩短工期，节省投资，减少“创伤”，降低环境污染，是理想之作。宜都市清江大桥加固改造工程，采用预应力芳纶纤维布复合材料技术加固，改善了挂梁受力性能和提高了其承载能力，解决了该桥加固改造工程中的“瓶颈”，效果良好，达到了建设目标。

## 2　工程背景

该桥位于湖北省宜都市陆城城区，跨越清江，连接陆城城区至清江咀，距长江与清江交汇处约300m，建成于1973年10月。桥梁总长370.65m，桥跨布置为3.55m桥台+42m+5×56m+42m+3.30m桥台。上部构造为钢筋混凝土T型刚构+钢筋混凝土T型挂梁结构。T型刚构长29.16m，T型挂梁为27.96 m。桥面全宽9.51m，横向布置为1.25m（人行道+栏杆）+7.01m（车行道）+1.25m（人行道+栏杆），桥面横坡为1.5%。桥梁下部结构为实体桥墩、沉井基础，0#桥台为重力式桥台，7#桥台为桩承式桥台。桥梁设计荷载为汽-13，拖-60。



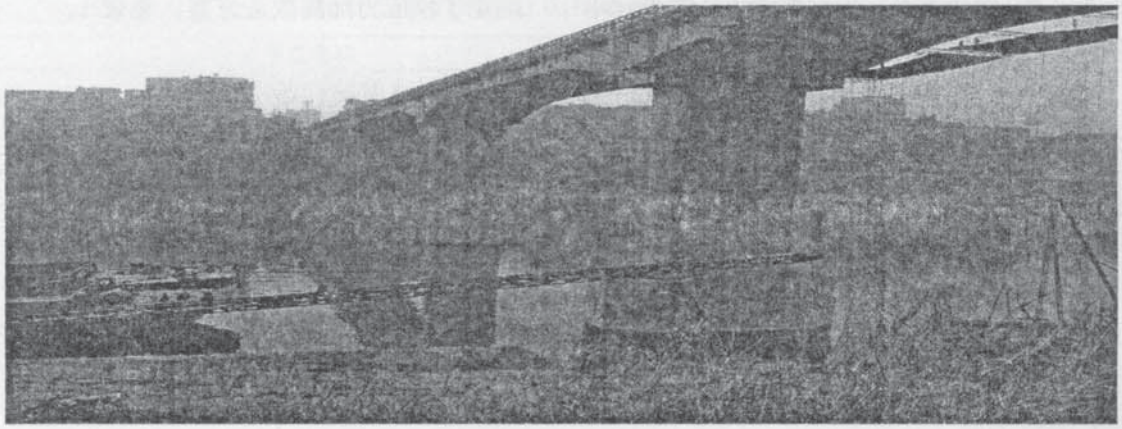


图1　加固改造前的宜都市清江大桥

该桥曾为省道红东公路上的一个重要构造物，它将宜都市城区道路与沪蓉国道公路连接起来，对于完善该区域公路干线路网，促进宜都市社会经济发展具有重要意义。该桥建成已30多年，曾前后进行了三次整治和加固处理，2002年开始封闭，限制车辆通行。当时桥梁设计荷载标准较低，是当时我国修建的具有科研性质的四座钢筋混凝土T型刚构+钢筋混凝土T型挂梁结构的大跨径普通钢筋混凝土桥梁之一。

该桥《承载能力鉴定检验报告》显示：桥梁总体评定分值46.6分，桥梁状况评定为四类，处于坏的状态。结构检算，在汽-15和挂-80作用下，T型挂梁跨中截面抗弯强度不满足承载力要求；挂梁牛腿45度斜截面抗拉和竖直截面抗剪强度均不满足承载能力极限状态要求；T构悬臂梁牛腿45度斜截面抗拉和竖直截面抗剪强度均不满足承载能力极限状态要求，悬臂梁根部最大裂缝宽度计算值不满足规范要求。荷载试验，在汽-15的荷载下T型刚构牛腿处和T型挂梁桥梁结构安全储备不足。经现状检查、结构检算、荷载试验的结果分析比较，现状态下清江大桥不满足汽-15级荷载使用要求。

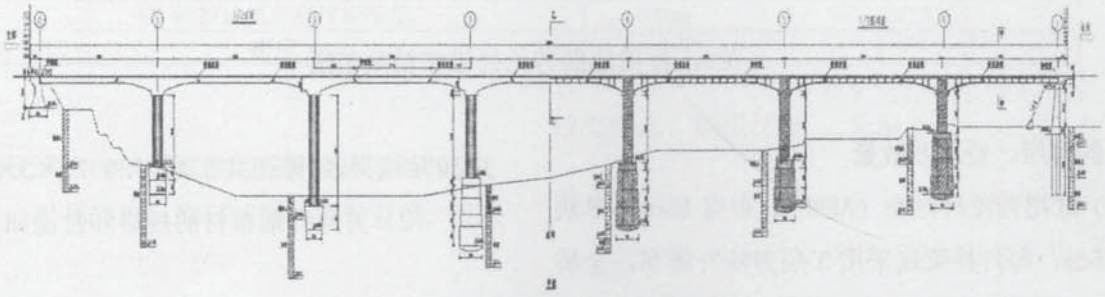


图2　清江大桥布置示意图

## 3　设计方案选择

该桥加固改造工程，宜都市政府要求利用有限的资金，改造该座危桥满足车辆通行，并建成为城市景观桥。该桥处于城区中心位置，人和摩托车还在通行，流量很大，桥梁施工会对周边环境产生很大影响。该桥 T 型挂梁跨中截面抗弯强度不满足承载力要求和挂梁牛腿 45 度斜截面抗拉和竖直截面抗剪强度均不满足承载能力要求，是该桥加固改造设计的难点、制约“瓶颈”。

该桥前期工作,经历不凡，先后邀请了三家设计单位设计，两家单位检测,多方案比选，不断优化，最终确定了预应力加固改造方案。见表1。

表1 清江大桥加固改造设计方案对比表

| | 第一家<br>设计院方案 | 第二家<br>设计院方案 | 第三家<br>设计院方案 |
|---|---|---|---|
| 加固方式 | 新建梁、台 | 贴钢板加固 | 加体外预应力 |
| 加固内容 | 拆除桥梁、桥台，新建连续箱梁和桥台、桥面系，维修桥体其它病害，装饰桥体 | 拆除桥面系、顶升挂梁，对挂梁、悬臂梁贴钢板加固，安装挂梁，新建桥面系，维修桥体其它病害，装饰桥体 | 拆除桥面系，挂梁底面贴预应力芳纶纤维布，T构梁顶面埋预应力钢绞线，新建桥面系，维修桥体其它病害，装饰桥体 |
| 工期 | 24个月 | 18个月 | 12个月 |
| 投资 | 2030万元 | 1430万元 | 720万元 |

## 4 预应力芳纶纤维布施工技术

### 4.1 挂梁张贴范围

根据设计，为提高挂梁的承载力,采用在梁底部2075cm 范围粘贴芳纶纤维布(AFRP),并在纤维布中施加预应力,充分利用 AFRP 强度高、耐久性能优良、重量轻的特性,以改善T梁的受力性能。采用芳纶纤维布宽150mm、三层叠加浸制成片材后，采取一端锚固，一端张拉，张拉力 80KN。张拉端和锚固端锚具采用金属锚板（或非金属锚板），锚具为350 mm *220 mm *15 mm带刻纹的A3钢板，分上锚板和下锚板，上锚板与砼梁、上下锚板之间用螺栓和结构胶固定。T型挂梁张贴芳纶纤维布复合片范围，见图3。

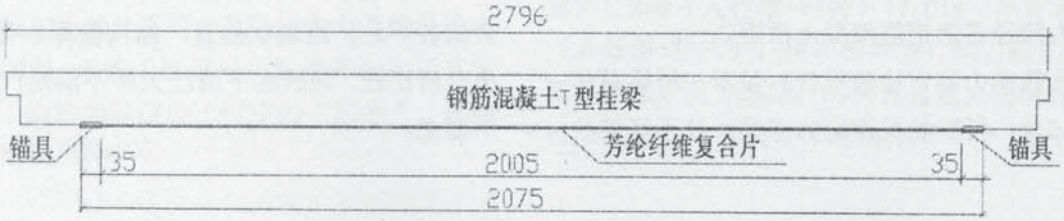



图3. 挂梁底面芳纶纤维布粘贴范围

### 4.2 材料的选用、要求及数量

（1）选用芳纶纤维布（AFRP），布宽15cm，单块布长2075cm，每片挂梁底采用3层芳纶纤维布，全桥共49片挂梁,纤维布共0.15×20.75×3×49=457.5m2。

（2）芳纶纤维布材的规格和性能如下表:

芳纶纤维布材料规格及性能表

| 品名 | 纤维种类 | 单位重量 g/m2 | 设计厚度 mm | 设计强度 MPa | 弹性模量 GPa |
|---|---|---|---|---|---|
| AFS-60 | 芳纶纤维 | 415 | 0.286 | 2060 | 118 |

（3）粘结胶体性能指标如下：

YTD—G—15 桥梁高性能植筋锚固胶性能指标

| 项目名称 | 单位 | 技术要求指标 |
|---|---|---|
| 劈裂抗拉强度 | Mpa | ≥8.5 |
| 抗弯强度 | Mpa | ≥50 |
| 抗压强度 | Mpa | ≥60 |
| 钢-钢（钢套筒法）拉伸抗剪强度标准值 | Mpa | ≥16 |
| 约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土的粘结强度 | C30 Φ25 L=150mm | ≥11 |
| | C60 Φ25 L=125mm | ≥17 |

YTD—G—24 芳纶纤维专用底胶、浸渍胶性能指标

| 测试项目名称 | 单位 | 技术要求指标 |
|---|---|---|
| 拉伸强度 | Mpa | ≥59.2 |
| 受拉弹性模量 | Mpa | ≥2500 |
| 伸长率 | % | ≥1.5 |
| 弯曲强度 | Mpa | ≥57.4 |
| 抗压强度 | Mpa | ≥70 |
| 与混凝土的正拉粘结强度 | Mpa | ≥4.57 |
| 钢-钢拉伸抗剪强度标准值 | Mpa | ≥18.6 |
| 密度 | g/cm3 | 1.0—1.3 |

YTD—G—25 芳纶纤维板粘结结构胶性能指标

| 测试项目名称 | 单位 | 技术要求值 |
|---|---|---|
| 拉伸强度 | Mpa | ≥59.2 |
| 受拉弹性模量 | Mpa | ≥4000 |
| 伸长率 | % | ≥1.5 |
| 弯曲强度 | Mpa | ≥57.4 |
| 抗压强度 | Mpa | ≥70 |
| 与混凝土的正拉粘结强度 | Mpa | ≥4.57 |
| 钢-钢拉伸抗剪强度标准值 | Mpa | ≥18.6 |
| 密度 | g/cm3 | 1.6—1.9 |

**4.3 张拉系统**

（1）张拉系统由以下部件组成：固定端钢锚具、张拉端钢锚具、工具夹板、调平装置、提升系统、张拉支撑点、拉拔仪等 ，见图 4。

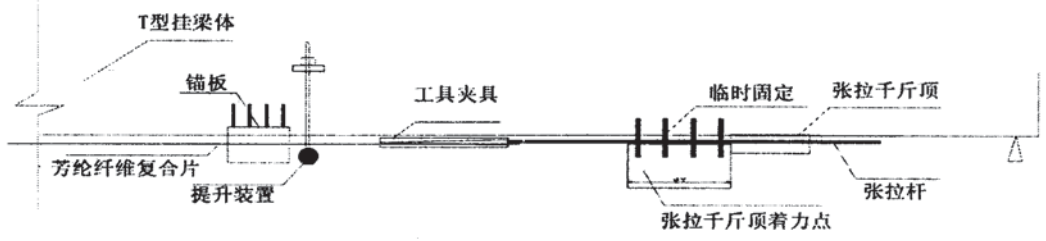



图4　芳纶纤维张拉系统示意图

（2）张拉地面试验：对张拉系统进行地面试验，最大拉力达到180KN时，锚具没有滑移现象，芳纶纤维布片没有断丝现象，取下锚具后锚具处也没有芳纶纤维布片受伤现象。

（3）张贴试验段：按图纸尺寸和张拉力进行梁底张拉粘贴试验段。采用张拉力为80KN,固定端锚具没有滑移现象；张拉完成，粘贴芳纶纤维复合片；固定好张拉端后，在齐锚具处划一条红线，观察芳纶纤维布片回缩现象，没有回缩，试验成功 。

**4．4施工工艺及控制要求**

（1）清理放线：对挂梁T梁底被加固部位进行打磨凿除修补，对被加固表面进行凿毛，采用吹风机将被加固表面吹净，然后对芳纶纤维布复合片锚具和张拉千斤顶支撑点进行放线，锚具的中心线和张拉千斤顶着力点的中心线要一致。

（2）安装固定端锚板：在T型挂梁梁底安装锚具（钢板锚）部位进行混凝土凿除，凿除宽度为22cm，凿除长度为35cm，凿除深度为2～3cm，凿除尺寸根据现场安装的情况确定最后值；凿除T梁主筋之间的混凝土，凿除深度10cm，长度为20cm，清洁槽内灰尘，用植筋胶填满，把螺杆连接在上锚板上，在上锚板上满涂约厚于上锚板与梁底的空间的粘结胶，加压使粘结胶从锚板四周溢出，固化24小时后即可张拉受力。张拉千斤顶着力点（临时锚固）通过植入Φ16高强螺杆进行固定。

（3）复合片制作：①建造芳纶纤维布复合片水平操作平台，该平台宽18cm、长23m，要求混凝土平台表面水平、平整，并在混凝土表面铺设塑料薄膜；

②根据设计要求，将芳纶纤维布裁成长20.75m+操作长度、宽15cm的布条，在操作平台上涂抹浸渍胶，把第一层芳纶纤维布贴粘上，拉直布进行表面浸胶刮胶，将第二、三层芳纶纤维布采用相同工艺分别贴粘上去；

③要求芳纶纤维丝拉直，浸胶均匀，无气泡，空鼓现象，成型后的芳纶纤维布复合材料片材要求厚度均匀。

（4）端头联结：将成型后的芳纶纤维复合片移至T型挂梁被张拉部位下，给芳纶纤维复合片固定端头上下两面涂抹粘结胶，放到固定端锚板下夹板与上夹板之间进行固定；将芳纶纤维片张拉端与工装夹具进行刚性连接，需在浸制复合片材时完成。

（5）抹胶及水平张拉：张拉系统准备好后，需要预张拉，以调节各部尺度。在芳纶纤维片上面按预先估计的厚度抹上粘结胶。根据设计，按8KN的力进行张拉。张拉时分5次进行，张拉速度不超过10KN/min，每次张拉间隔2～3分钟。张拉时观察芳纶纤维片是否有脱丝、局部断裂的现象。根据千斤顶数据仪表进行拉力读数控制，并以伸长量18cm的控制为辅。水平张拉端工艺工作照，见图5。

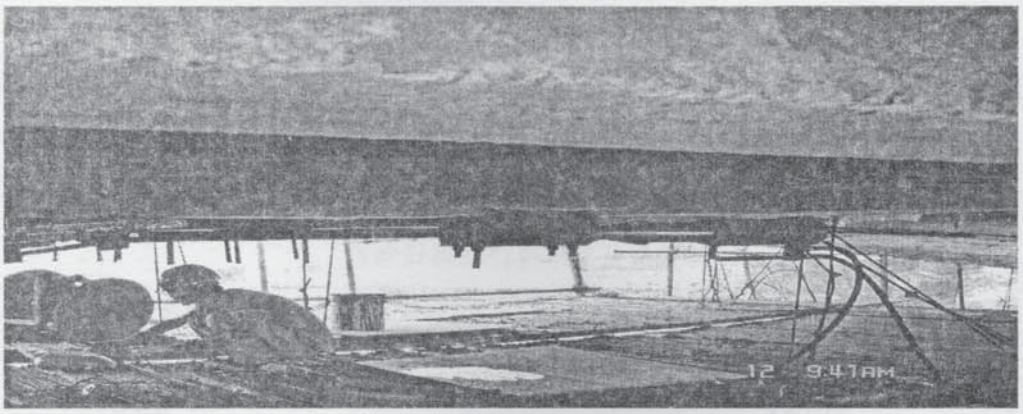



图5 水平张拉端工艺工作照片

(6) 粘贴及垂直挤压：在芳纶纤维复合片下设置两根比芳纶纤维片稍短、稍宽的槽钢，槽钢设置能上下调节的提升装置。水平张拉到位后，用提升装置将已张拉好的芳纶纤维片向上提升、挤压，直至粘结胶从芳纶纤维复合片两侧挤出为止，保证层间胶粘贴密实。然后将张拉端锚板上下涂抹粘结胶，进行芳纶纤维片端头粘结锚固。垂直挤压工艺，见图 6。

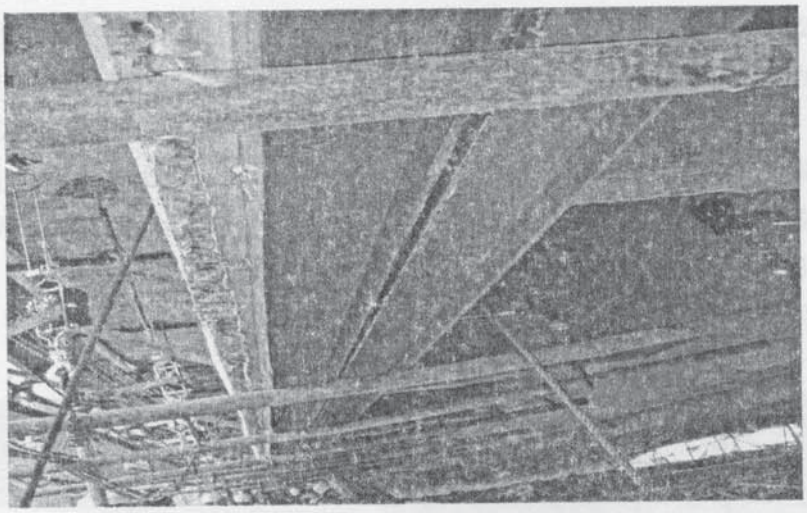


图6　垂直挤压工艺工作照片

(7) 放张：芳纶纤维复合片粘贴到挂梁底部和两端锚固定好后，撤除提升、张拉装置等，将两端多余的芳纶纤维复合片头锯除。端头锚固，见图 7。

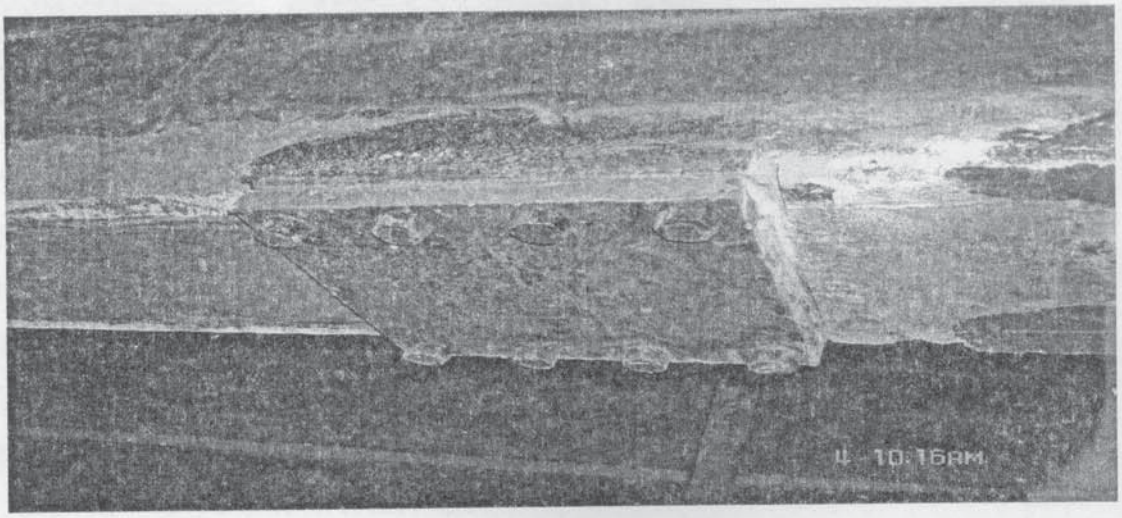



图7　端头锚固工作照片

(8) 检验、验收：芳纶纤维复合片与混凝土之间的粘贴质量，必须保证其有效粘贴面积大于 95%。把复合片两侧与混凝土梁底面间的粘结胶收刮成坡角。

## 5　结语

该桥在挂梁受弯区张贴芳纶纤维复合片之后，并在挂梁的两端和中间增设了横向预应力混凝土梁，使其串联增强横向联系、增加梁端牛腿的抗剪断面。在桥墩T构工字梁顶预埋扁管穿钢绞线，施加预应力改善T构悬臂梁的受力性能。重建了桥面系，采用陶粒混凝土减轻自重，加宽了人行道宽度，至净-7+2*1.75m。对部分桥墩地基进行了钻孔灌浆，提高其承载力。

该桥成桥后，又做了荷载试验。荷载试验结果表明，梁各控制截面应力、挠度均小于理论计算值，校验系数与改造前荷载试验相比，有明显降低。在试验加载过程中，挂梁的既有裂缝没有扩展。挂梁、牛腿关键部件的安全储备增加，得到保证。该桥加固改造后，荷载等级达到汽-15、挂-80标准。

按照城市美化要求，对该桥体进行了涂装和亮化装饰，已成为宜都市陆城城区的景观桥。于2010年3月竣工，已投入试运行。见图8。

经过该桥的加固改造实践，通过对预应力芳纶纤维布复合材料技术的研究和施工应用效果，可以看出，该张贴施工工艺有较好的现场适应能力，具有一定的推广应用价值。该加固维修桥梁技术，具有明显的经济和环保效益，将会不断改进，得到工程界的认同，其应用会越来越广泛。

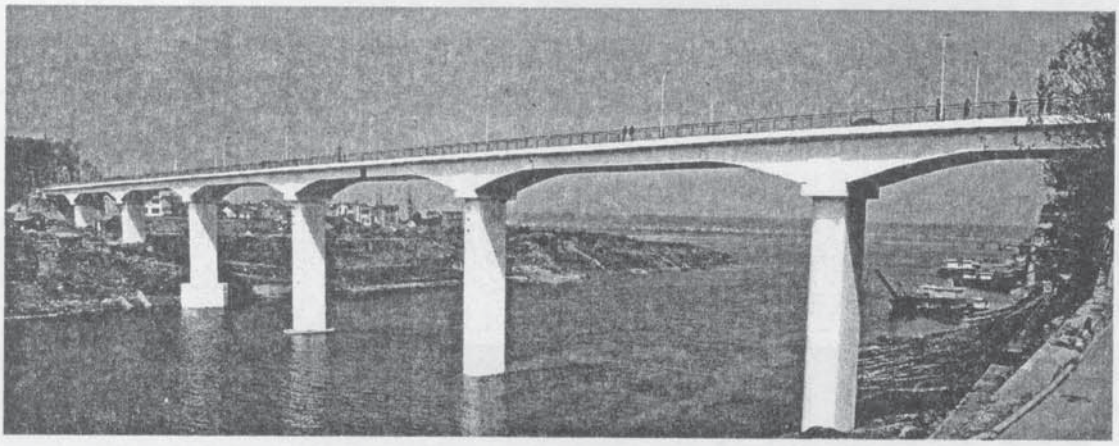


图8　加固改造后的清江大桥

# 立足宜昌对交通物流发展的思考

马宏彦

宜昌市交通运输局

**摘　要**：本文结合宜昌交通的实际情况，通过对宜昌交通物流发展优势、思路的深刻剖析，从全省交通物流业角度出发，提出了物流发展的原则和有关思考。

**关键词**：交通物流　宜昌优势和思路　原则和思考

## 1　前言

物流是指为了满足客户的需要，以最低的成本，通过运输、保管、配送等方式，实现原材料、半成品、成品及相关信息由商品的产地到商品的消费地所进行的计划、实施和管理的全过程。现代物流业是现代服务业的重要组成部分，是促进产业结构优化升级的重要领域，也是落实扩大内需经济发展战略的重点。交通运输是物流业的重要基础，在物流业链条中发挥着桥梁和纽带作用。

宜昌地处长江中上游交界处，上控巴蜀，下引荆襄，素有“三峡门户、川鄂咽喉”之称。宜昌是举世瞩目的长江三峡工程所在地，是湖北省重点支持发展的省域副中心城市。近年来，宜昌市紧紧抓住国家长江开发战略机遇，依托长江黄金水道和宜昌独特区位优势，着力打造水、公、铁、空多式联运格局，以流通业带动加工业，力争在“十二五”期构建功能完善、布局合理、管理科学、运行高效的现代物流体系。

## 2　宜昌发展交通物流的优势和思路

### 2.1　政策机遇

2009年3月10日，国务院发布了我国《物流业调整和振兴规划》，将多式联运和转运设施、物流园区、物流通道等的建设作为发展重点，要求各地区、各有关部门加快推进我国物流业的发展，我国现代物流业的发展面临着一个空前良好和宽松的宏观政策环境。湖北省政府对现代物流业的发展给予了高度重视，制定了《湖北省物流业调整和振兴实施方案》，提出了一系列的具体措施，为宜昌在“十二五”期构建现代物流体系带来了良好的发展机遇。

### 2.2　项目支撑

宜昌“十二五”期交通物流发展具有两大项目支撑：一是建设三峡现代物流中心，形成6大物流园区、9个物流中心；二是建设国家公路运输枢纽，形成6个客运站场、5大货运中心。通过两大项目的建设实施，使宜昌长江沿线区域性交通中心初具规模，三峡航运中转中心格局基本形成。

### 2.3　发展优势

纵观宜昌交通物流现状和发展，呈现出五大优势：

2.3.1 全国关注度较高。宜昌位于三峡，肩挑重庆、武汉两大长江支点。长江黄金水道横贯宜昌全境，宜昌港是长江8大港口之一，国家二类对外开放口岸。宜昌在全国禀赋任何一个城市所不及的三峡概念，独特

的区位和战略地位，使宜昌发展牵动着中部、长江沿线乃至中国的发展“神经”。作为湖北省域副中心城市，发展交通物流不仅仅是宜昌的需要，而更是湖北的需要。

2.3.2 政府支持力度大。2008 年 11 月，宜昌市政府积极运作和策划，促成全国政协和湖北省政协在宜昌成功举办了“中国（宜昌）三峡物流中心建设”高层论坛。2009 年 3 月，宜昌市政府委托国家发改委综合运输研究所编制的《三峡现代物流中心发展规划》在北京通过了专家组评审。目前，宜昌市政府已将规划正式出台，项目土地全部得到有效控制，拟全面启动三峡现代物流中心建设。宜昌市政府从实际行动上对交通物流的重视和支持，为省内其它市州所不能比拟。

2.3.3 物流起步速度快。宜昌物流起步速度之快，主要表现在以下三个方面：一是以宜港集团为“龙头”的物流企业发展迅速。2010 年 7 月，宜昌港务集团被中国物流与采购联合会评为“国家 AAAA 级物流企业”，既是宜昌市第一家 4A 级物流企业，也是湖北省 4 个 4A 级物流企业之一。二是以宜化物流为代表的企业物流日臻成熟。宜化集团依托化肥、化工、矿山开发、商贸和房地产开发五大支柱产业，荣列中国企业 500 强第 219 名，目前建立了与企业发展相匹配的货运中心，积极培育和发展企业物流产业，在全省独树一帜。三是以全通涂镀板为代表的第三方物流渐成气候。近年来，宜昌市政府大力发展园区经济和版块经济，使国内外一大批大牌企业落户宜昌，全通涂镀板是猇亭工业园诸多优秀企业中一朵奇葩。大企业产生大物流，现阶段物流量已达 770 万吨/年，预计 2015 年将达到 2400 万吨/年。目前，该企业的物流任务全部委托给第三方物流企业——宜港集团，在大幅降低自身物流成本的同时，致力于企业向专业化、规模化发展，实现了物流合作的双赢模式。

2.3.4 物流特点多元化。一是翻坝转运物流在全国独具特色。据交通部研究报告，每年通过三峡翻坝转运的物流量高达 4800 万吨，现在有 3000 多万吨是依靠滚装转运。二是园区工业物流集中度较高。宜昌开发区猇亭园区现阶段物流量为 1800 万吨，预计到 2015 年将达到 7200 万吨，园区物流增长速度之快、强度之大，已引起宜昌市委、市政府的高度关注。三是西北陆转水物流影响范围广。根据交通部水科院提供的资料显示，随着新疆大开发、和西北大开发等国家宏观政策的实施，将在“霍尔果斯—西安—宜昌—上海”构建一条西北物流陆水转运新通道。预计每年产生的物流量将达 2000 多万吨，物流影响范围涉及新疆、甘肃、陕西、湖北、江西、浙江、江苏、上海等省市。四是经济总量位居全省第二，商贸物流增长迅速。近年来，宜昌经济社会快速发展，国民生产总值突破 1200 亿元大关，经济总量的连年攀升，促进了商贸物流的快速增长。五是航空物流特点鲜明，口岸物流前景看好。三峡机场是国家一类航空口岸，依托三峡枢纽，在全国享有较强的影响力和知名度，其航空物流具有高附加值和时效性等特点，在其它运输方式中独具特色；该机场拟在“十二五”期建设空港物流中心，将进一步促进口岸物流的发展。六是宜昌逐渐形成铁路枢纽地位，铁路带动物流发展。宜昌在原南北铁路干线焦柳铁路的基础上，新增宜万铁路、汉宜城际铁路、十宜铁路正在建设和规划之中。目前，宜昌由一个末端小站转变成为宜昌车务段，管理上至恩施下至孝感的广大区域，成为承东启西的重要铁路枢纽。

2.3.5 综合运输方式全。改革开放以来，经过几代交通人的艰苦努力，宜昌交通格局得到了迅猛发展。沪渝高速公路、长江黄金水道、焦柳铁路、宜万铁路等国家级交通大动脉横贯东西、畅达南北，将宜昌与世界紧密相连。因三峡工程而形成的翻坝运输更使宜昌成

为长江水陆联运的重要中转地，三峡机场的空中航线连接着全国大中城市。宜昌公路、铁路、水运、航空、管道五种运输方式齐全，是构建现代综合运输体系，实现多式联运的新兴城市。在新的综合交通运输体制下，宜昌有在交通物流方面出新、出彩、出亮点的潜力。

**2.4 发展思路**

2.4.1 枢纽场站树形象。2007 年 5 月，宜昌被确定为 179 个国家公路运输枢纽城市之一。按照枢纽规划，到 2020 年，宜昌市将形成 6 大客运站场和 5 大货运中心，届时，宜昌枢纽站场的形象将得到充分体现。

2.4.2 综合运输强功能。一是整合邮政资源，强化伍家岗客运枢纽综合运输功能。“十二五”期间，宜昌市邮政局准备在宜昌伍家岗征地 5 亩，规划投资 600 万元，建设宜昌速递物流仓储以及分销配送处理中心；伍家岗客运枢纽建设拟将邮政资源予以充分整合，在统一规划内，实行功能分区，提高综合运输运行效益。二是打造物流园区和陆水转运通道，实现多式联运。建设太平溪物流园区，使长江三峡北岸的铁、公、水实现多式联运；构建西北物流陆水转运新通道，保宜高速公路与枝江田家河港区形成对接，实现以宜昌为节点的最佳陆转水运输效益。三是建设空港物流中心，促进航空物流发展。在“十二五”期，三峡机场将以建设 4E 级机场和一类航空口岸为依托，进一步扩大三峡机场的吸引力和辐射力，重点在机场建设空港物流中心，实现航空物流的快速发展。

2.4.3 城乡统筹拓空间。国家邮政总局提出，在“十二五”期将设立乡镇邮政所，这个举措和交通运管部门拟在乡镇设立新型五级客运站的思路不谋而合。新的交通体制格局则为实现城乡统筹提供了最佳联姻平台，将乡镇邮政所和乡镇五级客运站的便民功能相结合，建成综合便民服务站。依靠地方政府支持和新农村建设，打造惠民工程，实现以站养站，使综合运输体系直接服务于广大民众。这种有益的探索，具有土地利用率高、经营成本低、服务更多元的特点，大交通的形象势必在“三农”中得到大幅提升。

2.4.4、以为谋位促发展。从现有的情况来看，市场物流尚处于自然经济、无为而治的状态。交通体制改革后，虽然成立了物流发展局，但受传统、机制、市场等多方面的影响制约，交通物流显得默默无闻，只能在夹缝中生存，发展步伐异常艰难。要改变这种窘况，旨在“以为谋位”，即在“十二五”期，通过站场建设和谋划，寻求发展和突破，以此引起政府和社会的关注和支持。通过分析不难发现，交通物流发展局，肩负行业和社会双重职能，依托综合运输提供的独特优势，其运行和管理自成体系，可以说是政府众多机构中运行成本最低、负担最轻的物流机构。通过政府的影响和引导，交通物流将在国民经济发展中发挥不可估量的重要作用，从而逐步树立起交通物流的品牌和地位。

## 3 交通物流发展的四项基本原则

笔者以破解“十一五”期交通物流发展瓶颈为着力点，结合近期到民航、铁路、邮政等单位的调研情况，秉承“十二五”期交通运输发展的总体思路，提出发展交通物流的四项基本原则，即政府规划、政策支撑、行业扶持、企业运作。其基本内涵是：

**——政府规划是基础。**要发展交通物流，首先是争取各级政府的高度重视，由政府从社会经济发展的角度，统筹规划物流总体和空间布局。

**——政策支撑是前提。**交通物流是一项新型的服务产业，尽管理念先进，前景广阔，但“万事开头难”，要解决当前制约交通物流发展的种种障碍，就必须依靠政府先期出台相关政策，通过积极有效的政策措施

推动交通物流的发展。

——行业扶持是主导。交通主管部门应充分发挥主导作用，以行业资源配置为支撑，以物流一体化和信息化为主线，赋予交通物流充分的管理阵地，加快构建现代交通物流服务体系。

——企业运作是主体。在市场经济和现代企业制度的背景下，发展交通物流的主体仍然是企业，只有采取企业化运作，才可使交通物流焕发出勃勃生机。

## 4 发展湖北交通物流的有关思考

一是重初期，后平衡，积极探索交通物流新模式。湖北在交通发展战略上最早提出的是“1+8 城市圈”，以后再陆续提出“两圈一带”战略规划，事实证明，这种先期重点突破，适时兼顾平衡的发展思路是一条顺应实际、科学发展之路。同样道理，在交通物流发展上，初期阶段应选取基础牢、条件好、优势强的市州或项目，重点给予扶持和突破；待初显成效时，再积极推广示范模式和经验，具体实施阶段予以全面平衡协调发展。

二是出政策，扶企业，切实加快物流发展步伐。毋庸置疑，场站和园区建设是交通物流发展的重要依托，是物流企业赖以生存和发展壮大的重要平台。政策扶持和行业管理对物流发展起着至关重要的推动作用，为此，建议由省牵头出台物流发展政策或统筹编制全省物流发展规划，最大限度发挥政府的导向和激励作用；另一方面，在行业管理中，建议以培育第三方物流为主导，积极吸纳有实力、有远见的物流企业，审批时充分考虑项目能建成、可实施，支持物流企业做大做强。

三是破壁垒，鼓创新，大力支持市州革旧出新。探索创新是交通发展的永恒主题。地市州之间都有各自的自身优势和特色，很多方法和模式不能照搬照抄，一概而论，应支持地方因地制宜，努力打破行业壁垒，鼓励行业创新。在新的交通体制下，综合运输体系为发展物流提供了更加广阔的舞台，各市州可结合自身实际，在传统公路、水路物流的基础上，寻求航空物流、铁路物流、邮政物流新突破，更可以积极探索多种方式相结合的发展模式。譬如，鼓励和探索在乡镇建设邮政与客运相结合的综合交通便民服务站，将交通物流引入农村、惠及“三农”，创建湖北物流发展新亮点。

四是应需求，促发展，积极打造信息平台建设。随着经济的发展和社会的进步，广大民众对物流信息的迫切需求已是不争的事实。如武汉市交委在《物流》杂志上开辟专栏，不仅增强了物流企业的知名度和影响力，而且有力促进了武汉物流业的发展。为此，建议省物流局积极应对社会需求，整合全省资源，凭借报刊媒体或互联网，致力于公共信息平台建设。如主办物流期刊、建设全省公共物流信息网络，实现省市联动，资源共享，使湖北交通物流在“中部崛起”中发挥日益重要的作用。

## 5 结语

物流业融合了运输、仓储、货代和信息等诸多服务产业，是国民经济的重要组成部分。综合运输体系的建立与完善，为物流业发展提供了良好的设施条件。作为交通部门，在推动物流业发展的过程中，应加强规划指导，注重协调联动，建立标准体系，提高运行效益，实现经济和社会的可持续协调发展。本文虽才疏学浅，旨在抛砖引玉，以引起诸多位同仁对交通物流新认识、新思考的探讨和交流。

# 如何做好交通工程施工招投标工作的几点体会

刘文俊[1] 陆永军[2] 杜支森[2] 望明[2] 施清波[3]

1 宜昌华信交通建设投资有限公司 2 宜昌市交通运输局

3 湖北三峡建设项目管理有限公司

**摘 要:** 随着国民经济日新月异的发展和“十一交通规划”的收尾，交通基础设施项目建设日益加快步伐；一个资信优良，拥有丰富施工管理经验的施工队伍将给业主管理带来事半功倍的效果。如何尽量减小人为因素影响、防治串、围标，做好评标工作，是每一个管理者关心的问题。本文结合 2009 年版公路工程标准施工招标文件的规定，通过实践案例总结，结合工程建设领域突出问题专项治理工作的要求，阐述了如何“公平、公正、公开”的做好施工招投标几个重点环节的方法和对策，供各位同行参考。

**关键词:** 交通工程 施工招投标 环节 体会

## 1 概述

随着国民经济日新月异的发展和“十一交通规划”的收尾，交通基础设施项目建设日益加快步伐；招投标工作为选择施工单位的一个必备程序和基本方法，在项目建设管理中发挥着非常重要的地位和作用。然而，招投标过程中打招呼要求关照干扰不断、借资质串围标现象屡见不鲜、专家水平良莠不齐、各投标人信用体系不尽完善等都不同程度影响到“三公”的贯彻实施。本文通过对具体环节措施经验的阐述，力图从招投标的机制和体制上将各种不利影响降到最低，供行业主管部门、建设业主、招投标监管部门、招标代理机构、投标单位等参考。

## 2 常见问题

### 2.1 招标文件编制水平不高

一些项目未能与项目特点很好结合，在评标办法选择、分值分配上千篇一律或不严谨；导致开评标工作引起歧义被动。

### 2.2 串、围标现象普遍

尽管在招标过程中设计了一些限制条件约束，但在实际招投标工作中难以真正制约和杜绝串、围标现象的发生，甚至已成为公开的秘密。而且对招标过程中借卖资质、围标及施工中违法分包现象缺乏应有的监管手段。

### 2.3 人为干扰多

笔者曾不同程度的听到一些反映，来自建设单位和评标专家的困惑苦恼，有些项目尚未开始，电话和招呼就来了，而且经常层出不穷。

### 2.4 专家水平良莠不齐

评标是一项细致严谨的工作，通过清标总会发现各类不同的问题，在如何处理上专家观点意见不一致，水平良莠不齐，有的甚至轻意废标。

### 2.5 信用体系不尽完善

投标人信用体系建设滞后，对投标文件提供的人员资质、业绩（特别是外省市单位）等难以在短时间内核实其真伪。

## 3 措施和对策

### 3.1 招标文件会审制

目前宜昌市交通主管部门办理行政许可和审批时，组织专家进行对招标文件进行评审是其最基本步

骤之一。通过对项目特点的分析，除按照资质条件、时间要求和范本专用条款等进行常规修改外，有针对性的重点对有无特殊技术要求、评标办法、分值分布等进行研究。同时，根据市场队伍素质状况综合分析投标状况，有效的避免了招标文件合同条款不严谨和不适用的情况发生。

**3.2 语音抽取专家**

武汉和宜昌等地市均已实行“评标专家语音通知系统”。按照路基、路面、桥梁、隧道、交安机电、造价等类别建立专家子分库，由行政服务中心电脑当天（最多提前半天）随机抽取专家，语音通知，专家确认的方式进行。

**3.3 暗标方式（适用于技术标评分）**

由行政服务中心统一出售投标文件的外包装，并规定投标文件的字体、行间距等书面格式，以使各投标文件外观一致。开标时按接收顺序编号，在专家们对技术标评审结束后方开启通过文件的封套，可有效避免评审过程中人为感情因素的影响。

**3.4 评标办法使用**

《公路工程标准施工招标文件》第三章“评标办法”分别规定合理低价法、综合评估法和经评审的最低投标价法三种评标方法，并分别规定了适用范围。笔者认为：

（1）推荐合理低价法。省内高速公路招评标一般在武汉进行，一级路及以下工程在各市州进行。按照部对投标企业的资质和业绩要求，获得市场准入许可的投标单位编制的施组在无特殊技术要求情况下，常规技术措施均可满足要求。而且受条件和时间限制，评标专家一般未进行实地踏勘且受专业类别限制，也无法精细对其评判。故建议对常规项目采取合理低价法进行评标，这与2009年版公路工程标准施工招标文件范本精神一致。

（2）慎用经评审的最低投标价法。我国交通建设市场的投资主体、技术监督机制等与西方市场不尽相同，该办法是以后努力和发展的方向。目前的建设市场为卖方市场，许多企业为拿到工程，不惜低价中标项目，实施过程中通过变更和索赔等方式盈利，无形中加大了业主和监理管理难度，甚至是合同纠纷隐患。评标过程中一般常规认为低于预算价（或拦标价）的15-20%即为低于成本价，但实际执行中缺乏文件依据，无形中也加大了评标工作的难度，故应一般慎用。

（3）适当扩大综合评估法范围。范本要求本办法仅使用于技术特别复杂的特大桥梁和长大隧道工程中适用，其核心指导理念强调对施工组织设计中施工技术方案含金量的比较，以便为项目选择技术能力强的队伍。笔者认为有特殊技术和不常见施工工艺要求的项目，如破碎砼面板为基层在其上加铺面层、沥青路面白加黑结构及宜昌地区常见的膨胀土路基处理工艺等，可采取该办法评标，以甄别其投标文件含金量。在计算各位评委分值汇总时，宜去除最高和最低分再计算平均分，较为科学合理。需根据项目特点，通过招标文件评审会形式明确。

**3.5 串、围标防治**

串、围标现象在目前各个领域项目招投标中十分普遍，如何有效防治其发生，避免工程落入人为操纵的陷阱，是值得深入研究的课题。范本中规定“对具有投资参股关系的关联企业,或具有直接管理和被管理关系的母子公司,或同一母公司的子公司,或法定代表人为同一个人的两个及两个以上法人不得同时对同一标段投标,否则均按废标处理；并说明：国务院国有资产监督管理机构直接监管的中央企业均不属于本条规定“母公司”，其一级子公司可同时对同一标段投标，但同属一个子公司的二级子公司不得同时对同一标段投标”。

一般来讲，清标和评标过程中防治的常规手段有两个：一是检查其投标保证金是否从投标单位基本账户

中汇出；二是要求拟投入项目履约主要人员（五大员）为本单位职工，同时提供近期养老账户的缴费记录。按月、按季、按年缴纳的，分别提供上二个月中任一个月、或上一季度、或上一年度的投标单位缴费发票或收据原件，发票或收据中的缴费金额不能明确到人的，应同时提供加盖注册地社保机构行政公章证明其个人缴费的证明原件，包括本人姓名、身份证号、社会保险证（卡）号及最近缴费明细。笔者认为这两点对串、围标者不难做到，建议在以下方面加强：

3.5.1 采取投标法人签到制

借用资质投标的特征之一，就是借用他人资质证书或者以他人名义进行投标。从投标报名、递交投标文件、答疑到中标合同签订，都是由借用资质的投标人持被借用资质单位的法人授权委托书，全程办理。而借出资质单位的人员、法人一般不参与投标，投标往往不到场。其原因：一是怕麻烦，二是怕承担责任。

为此，针对这种状况，招标人可以在招标文件文件中载明，投标人的企业资质证书中记载的“法定代表人、企业负责人、技术负责人”之一及委托代理人应同时携身份证明文件和身份证原件准时参加开标会，要求参与投标的法人投标时必须携带本人身份证，到达投标现场签到，参与开标活动。招标人在接受投标文件，可以查验投标法人身份证明；评标专家提出的答疑问题，要求投标人的答疑报告必须要投标法人签字，并加盖投标单位印章。中标合同也必须要有投标法人到场与招标人签订，任何人不得替代或授权委托。这样既可以逼迫投标法人参与投标事项，增强投标的责任感。也可以因借出资质要法人到达投标现场，带来的责任和麻烦，限制他们借出资质。

同时，委托代理人必须是拟投入本工程的项目经理，开标时，项目经理携带授权委托书、注册建造师证、第二代身份证参加开标。中标后，由企业法人签订合同，工程计量款直接汇入投标人基本账户。

3.5.2 证件质押

采取项目负责人、项目总监、主要技术负责人押证施工制度。中标通知发出前中标人向公共资源交易管理办公室提供其投标文件中承诺的上述人员的执业资格证书原件。由管理办公室统一办理押证手续后，至合同标的的主体工程完工后才能退还。政府投资项目未经行业主管部门和公共资源交易管理办公室批准，项目业主不得同意中标人变更项目经理、项目总监和主要技术负责人。

工程施工招标中，“项目经理”是个关键，为显示公平和公正也便于其他投标人监督（例如他个人的资质，年限等），宜在唱标时公开唱出并在“开标纪录表”里登记并予以公示。《标准施工招标文件》里没有，笔者建议还是加上比较好。并可以规定：（1）中标人派驻施工现场的项目经理、项目总监、主要技术负责人与投标文件承诺不符的，视为非法转包，将严加查处，直至终止施工合同。（2）在项目建设过程中，发包人可以更换其认为不称职的项目负责人，并扣除其项目负责人出勤保证金10万元。

3.5.3 细化专用条款

2009年版范本针对投标人员经常难以实际到位的情况，特别提出了允许备选项目经理、项目总工的方案，并在“4.6款承包人人员的管理和4.7款撤换承包人项目经理和其他人员”中强调必须服从监理工程师的管理。笔者建议在招标文件合同专用条款中细化明确履约检查内容：

投标文件中承诺的建造师及项目管理技术人员必须亲自在现场管理和指导施工，并不得在其它工程项目中兼职。交纳的10%履约保证金中，包含出勤保证金3%。项目负责人（建造师）每月出勤不少于22天，每少出勤一天扣出勤保证金5万元；其它管理技术人员出勤不少于22天，每少出勤一天扣出勤保证金2万元。发包人将对以上人员的出勤用指纹打卡机进行考核。

关于出勤保证金制度：

①承包人必须按照投标文件中所做出的承诺，建立以项目负责人为首的现场管理机构。本工程实行项目管理人员出勤保证金制度。承包人须在合同签定前提交现场管理人员出勤保证金，具体数额为：项目负责人出勤保证金3万元，技术负责人出勤保证金2万元；共计5万元（以等额的投标保证金划转交纳）。

②在施工期间，承包人项目负责人、技术负责人必须按投标承诺全部到位，其月出勤率必须达到95%以上。达不到要求的，发包人有权按缺员人数各自对应缴纳的出勤保证金根据合同工期分摊后的金额按月予以扣除，标准为：3000元/人·月。若其每月出勤率低于50%视同人员发生更换，按更换项目负责人、技术负责人的相应处罚条款进行处罚。

③实行项目管理人员配备保证金制度。承包人须在合同签定前提交现场管理人员配备保证金5万元(以等额的投标保证金划转交纳)。若发生更换项目负责人、技术负责人时，发包人从该保证金中按以下标准扣除：项目负责人3万元/次，技术负责人2万元/次。

④拟更换的人员应具备下列条件：新更换的项目负责人（技术负责人）必须与投标时所承诺的专业、资格等级、技术职称等内容一致或高于；不能同时在其他工程项目中服务；至少提前7天以书面形式通知发包人，并将拟更换的项目负责人（技术负责人）个人资料一并上报，经发包人面试合格、书面同意后方可更换。

⑤由发包人组织的工程会议或监理组织的每周工地例会，项目负责人和技术负责人必须出席（经发包人批准除外），每缺席一次按500元/人·次从项目管理人员配备保证金中扣除。若发包人通知承包人纠正，承包人拒绝或超过48小时未纠正的，发包人有权单方解除合同，承包人履约保证金不予退还，因此造成的一切损失由承包人承担。

⑥若项目负责人或现场管理机构主要部门负责人实际工作能力和工作表现不适应现场工作需要，发包人有权向承包人提出撤换。承包人可以提出整改意见，如发包人不予接受，则承包人须在7天内无条件撤换，所调换人员的资质、资历、学历、职称、业绩、实际工作能力不得低于原投标书中所承诺人员的综合素质，每发生一次按更换人员相应标准从提交的项目管理人员配备保证金中予以扣除。

⑦工程竣工结算时，提交的项目管理人员出勤保证金、项目管理人员配备保证金扣除罚金后的余款随工程结算款一并结算（不计利息），多退少补。

**3.6 评标中应注意的其他问题**

3.6.1 清标结果复检

评标委员会为专为评标成立的临时机构，由其选举推荐的主任负责主持评标工作。委员会应当对清标小组的工作成果予以抽检和复检；应对各个投标文件的形式评审，资格评审，响应性评审等采信内容予以全面完整的检查，避免因清标工作影响评标结果。

3.6.2 废标尺度把握

评标工作的最终目的是代业主把关，找到一个资信优良，拥有丰富施工管理经验的高水平施工队伍。评标委员会本着“客观公正，注重保密性、独立评审、依规评审”原则开展工作的同时，由于投标文件的密封、标识、甚至于字号、行距等原因做出草率决定甚至造成招标失败，对参与招标投标的任何一方都是不负责任的，直接违背了招标的基本宗旨。

**3.7 完善公示制度**

目前的公示公告仅简单的中标候选人排名、单位名称(有的公示了中标价)。建议增加评标结果公示内容：即增加评标专家名单、废标原因等，这样可以让评委评审时会更加谨慎。甚至可以公示中标候选人在投标文件中提供的主要业绩、项目经理，既可增加透明度，又有利于投标各方互相监督，遏制让投标方提供虚假

内容。

### 3.8 建立完善诚信体系

各级交通主管部门分类管理，做好基础性信息收集汇总工作，逐步实现查询信息网络化。对备案企业的主要管理人员、业绩、信誉等资料通过网络点击即可快速获得，可有效遏制造假、减小清评标的工作量。

## 4 相关建议

### 4.1 评标过程中的侧重点

在评标过程中，对投标单位的业绩和信誉证明材料一般是扫描打印件，特别是外地企业的短时间内难以一一查证。同时，经过行业主管部门审批，具备了有效市场准入证的单位，市场主体资格并无问题。作为拟投入机械设备的验证，一是要求提供购买发票的原件；二是提供租赁合同。在市场经济环境下，较容易办到。笔者认为，评标过程中应注重拟履约人员和财务能力的比较，也是贯彻“以人为本”科学发展观的具体体现。

### 4.2 差额履约保证金

针对“经评审的最低投标价法”确定中标单位的特别增加“差额履约保证金”：公示期满五个工作日内中标通知发出前向管理办公室缴纳差额履约保证金。差额履约保证金以招标文件公布的拦标价的 85%作为基准值，凡低于基准值中标的，中标人在提交履约担保的同时必须额外提交中标价与基准值之差额 1 倍的履约现金担保。

### 4.3 投标报价建议

4.3.1 下浮比例

经笔者统计近年来宜昌交通公路市场七个一级路、十二个二级路项目发现，中标价一般在招标人公布的控制价上限值下浮 8-12%，投标人可结合项目特点、企业优势、期望值等适当选择。

4.3.2 不平衡报价

不平衡报价法是相对通常的平衡报价(正常报价)而言的，是在工程项目的投标总价确定后，根据招标文件的付款条件，合理地调整投标文件中子项目的报价，在不抬高总价以免影响中标(商务得分)的前提下，实施项目时能够尽早、更多地结算工程款，并能够赢得更多利润的一种投标报价方法。一般招标人允许在成本价的基础上进行不平衡报价。投标人可以根据自身的资金情况，在单项报价不低于企业成本的基础上进行不平衡报价。比如，某项工程的主要工作内容为路基和路面，投标人为了更早的收回投资，可以适当把路基部分的价格报高，而路面的价格保持在成本价上。

## 5 结束语

招投标是一个系统性很强、牵涉面极广的复杂工作，易发生的问题和环境因素也在不断的变化中，需要我们在工作中不断与时俱进，注重细节，精益求精才能做好。

## 参 考 文 献

[1] 《公路工程标准施工招标资格预审文件》(2009 年版) [S].

[2] 《公路工程标准施工招标文件》(2009 年版) [S].

[3] 《标准施工招标文件》九部委 56 号令[S] .

[4] 再谈不能轻易“废标” 中国采购与招标网 2008-3-18 [S].

# 关于高速公路施工阶段造价管理的几点体会和建议

赵桂林　张桂涛

湖北省十房高速公路建设指挥部

**摘　要**：本文总结了多个项目的造价管理经验，从计量支付、工程变更、工程结算、资金安全方面对项目施工期的造价管理进行分析和阐述，以提高费用管理水平，保障项目资金安全，确保工程项目的顺利实施。

**关键词**：施工阶段　费用管理　资金安全　建议

在工程项目实施阶段，建设单位对项目的管理控制主要体现在质量、进度、投资三大控制上，投资控制非常重要，虽然在施工期节约投资的可能性已经很小，但是在此期间的造价管理却很重要，规范有效又经济合理的造价管理是工程质量和进度目标能够实现的重要保证。项目施工期的造价管理主要涉及到计量支付、工程变更、工程结算、资金计划等方面，本文根据多个项目的实践对造价管理的内容和方法进行了探讨。

## 1　制定规范高效的计量支付办法，确保资金及时到位

在工程施工前期，制定一套规范高效易于操作的计量支付办法，充分利用好计量支付软件，使已完工程既能及时得到资金又要保证不会发生超计和重计。

### 1.1 合理制定计量支付办法

结合招标文件技术规范制定计量支付实施细则时应注意既要考虑到已完工程能及时进行计量又要考虑到工程资料的完整性、易操作性上。例如部分项目在土方计量时划定了单元，要求某段土石方必须在纵向上全部完成在高程上必须达到多少米或某一区（如 91 区、93 区、95 区）顶层才能计量，这样在较长段落的断面或中间有小型构造物的断面就造成很大的已完工程量不能计量，在考虑了这方面的问题并结合工程资料在实际施工中有临时的中间交工证书这种情况，制定了不划分具体的计量长度及高度单元，只要具备了临时交工条件，经检查签署了临时中间交工证书即可进行计量。再如对于桥梁桩基的计量，有的项目要求对于变更长度的桩基必须完成变更后才能计量或先计量原设计的桩基工程量，这样将造成部分桩基较长时间不能进行计量，因为变更是需要一定时间的，在考虑到工程完整性的基础上，制定了只要具备确认变更后桩基的会议纪要及桩基完成后的桩检资料、签署后的中间交工证书即可把该桩基一次性计完，而不需要业主完成变更签发了正式的变更令后才能计量。隧道的开挖支护计量等方面也都进行了调整。这样处理的结果就是既保证了工程资料的完备性又加快了工程计量。

### 1.2 充分利用计量支付软件

目前，各项目在计量支付、工程变更等方面都采用了计量支付软件。对软件的程序架构、操作实用性、查询监控功能等方面做到较深入的了解是很有必要的。不管哪种软件，应该都具备合同管理、计量管理、变更管理、系统查询等基本模块。在合同管理模块主要功能是录入基本合同信息及合同清单，在清单录入时，部分项目在分项划分上特别细化，比如桥梁细化到具体的某根桩基、某片 T 梁，这样划分当然有其好处，那就是能够细化到最底层，对最细化的项目的每

一次计量变更都能很详细的查看、审核，但也有其弊端，那就是在初期录入时工作量非常大、在计量变更时操作比较繁琐、数据量太大导致软件运行速度非常慢，在综合考虑项目监控细致度及以上几个方面后，制定了较为合理的清单划分原则，做到结合其它台账及管理方法既能有效防止超计、重计现象，又能保证软件的易用性，加快工作效率。在计量管理方面重点要求软件强化了工程量设限功能、每一张中间计量单在点选分项时的该分项累计计量情况显示功能、警示功能；在变更管理方面修改了单份变更与工程变更令的对应关系，以解决实际工作中工程局部变更和总体变更实时处理；并特别加强了查询模块的功能，以达到可以任意按分项或分时等方面快速查询的目的。虽然目前各种软件都有缺陷，但根据工程项目难易度及项目管理具体方面的粗放程度对软件进行针对性的适当修改完善对于费用管理工作是很有必要也是很有效果的。

## 2 高度重视工程变更，确保变更合理及准确

在项目施工期，由于现场实际情况出现许多与原设计不一致的地方，因此会发生较多的工程变更，而每一份工程变更都会引起费用变化，业主在进行工程变更时既要做到设计变更方案科学合理，便于施工，也要做到经济合理、节省投资，在进行造价变更时要做到依据充分，数量准确。业主对于工程变更的管理能够很好的展示出工作是否严谨，体现出一个项目的管理水平。工程变更一般分为两类：技术变更和费用变更，技术变更是费用变更的前提，费用变更是技术变更的结果。

### 2.1 合理优化设计变更

在项目开始施工后，实际地形地质情况会发生很多变化，在保证工程质量及安全的前提下，在经济比较之后，可以对原设计方案进行优化，从而降低工程成本，节省工程造价。例如十房高速公路的某一段路基，在沿线边坡开挖后，在查看了边坡地质情况后经论证提出把原设计路堑浆砌防护修改为植物防护，一方面可以节省工程费用，另一方面可以增强工程绿化效果，同时也达到了圬工防护的目的。项目全线仅此项变更共节约投资2000万元。

同时，在优化施工方案时，项目造价管理人员应为领导在施工方案的选定和决策时提供基础数据，以便在计算时全面考虑、整体计算，使变更的方案在技术上可行，造价上节省。例如，十房高速公路某一段路基，原设计是一座30mT梁桥，因此处有大量的弃方，指挥部建议进行桥改路的方案比较。经估算：此桥6.7万元/m；此段路基填方40m，利用方价格是5.7元/m3，1.5万元/m，根据地形条件需设置20m高片石砼挡墙，4.5万元/m,因挡墙的地基承载力不足需进行处理，约0.5万元/m,合计6.5万元/m；桥改路方案仅节省0.2万元/m。所以在给领导提供基础数据时，不能只计算桥改路每米节省5.2万元，要提供一个综合数据以进行方案比选。此处最终从施工、环保、造价方面综合考虑，选用了桥改路方案。

### 2.2 合理挖掘隐含费用变更

由于招标时清单工程量统计时仅考虑数量是否准确，而未多方面统筹兼顾，会产生部分隐含的费用变更。例如十漫高速公路某一段路基，清单工程量有较大的借方量，三改工程有较大的挖方量，单纯从主线土石方数量表及三改工程数量表中看，该工程量是正确的，但经过现场查看，该处三改工程距离主线非常近，且运输也较便利，经综合考虑土石方调配情况，最后确定该处三改挖方按原设计进行计量，主线利用该处挖方，21.4万m3借方改为利用方计量，降低工程费用244万元。因此，造价管理人员应对图纸熟悉，对工程量有高度敏感性，做到善于挖掘隐含费用变更，从而合理降低工程造价。

### 2.3 合理进行单价变更

由于施工单位投标时侧重点不同，投标的工、料、机单价及预算费率也会不同，而在实际施工时，会因新增工程内容而需要核定新的单价，但完全按照部颁定额及投标的材料单价及费率计算出的单价和有可能是很高的单价，这时就需要综合考虑实际工程情况及项目全线平均单价水平核定一个合理的单价。

新增的单价，可以与本标段的价格有差异，不可以与整个项目的价格水平差异很大，投标结束后，应对全线的清单单价逐个分析，分析每个支付号的综合水平，每家施工单位报价的差异，在新增单价时就可

以做到有的放矢。比如，施工单位有直径1.5米及1.8米的桩基单价，需新增直径1.6米的桩基单价，经综合分析1.5米的桩基单价约1700元/m，1.8米的桩基单价约2500元/m，在同等地质及施工条件下，新增的1.6米的桩基单价就应该在1700至2500之间，在进行预算编制时，如果不在这个范围内，就需要调整。对于具体的标段，就不一定1.6m的单价必须高于1.5m的单价，或者低于1.8m的单价。

**2.4 合理确定变更原则**

由于项目的复杂程度不同，业主的管理方法不同，在各个项目对于费用变更的处理原则也有所不同。有的项目要求每有一份与原设计不同的技术方案变化或与原设计施工图不一致的地方都要做一份单独的变更，有的项目要求以单位工程或分部工程为单位进行汇总变更。在综合考虑以上两种方法的优缺点后，制定了以汇总性变更为总的原则，对于少量费用影响很大的可进行单独的局部变更，并辅以利于及时计量的办法，这样做到了既保证资金及时到位，又能通过汇总变更对项目进行系统性的梳理。例如项目在对土石方变更提出要求，对于施工中期土石方影响较大的如桥梁改为路基可先进行该处的局部土石方变更，之后再在土建工程尾期在综合考虑边坡变化、挡墙变化、路改桥、桥改路、清淤回填等与土石方有关的方面合理调配后进行汇总变更，从而对与土石方有关的清单号进行全面清理。

## 3 全面细致进行工程结算、重视资金安全

工程结算对于项目是一项非常重要的工作，严格合同、全面细致的对工程费用进行清查时必需的。一般而言，在按照清单支付号正常的计量变更之外有两项应比较注意，一是工程价差调整，二是工程索赔

**3.1 价差调整：**工程价差调整是分担项目风险的一种方法，因为不管对业主还是施工单位，工程材料价格随市场波动发生的变化都是一种不可预知的风险。目前，是否对材料价差进行调整及如何调整在各个项目的处理方法各有不同，如何找到与市场材料价格变化而造成的工程费用变化最接近的方法是很关键的一个问题。麻武高速项目在对各种调差方法综合比较之后，在湖北省首先制定了以湖北省建设工程造价管理总站出版的《市场价格信息》提供的信息价为依据的价差调整方法，从实际效果看，它具备方法科学、计算简单、易于理解等优点，是一种值得推广的方法。

**3.2 工程索赔：**因工程实际情况与原合同所考虑的某些方面不一致，业主或施工单位某一方未能正确履行合同，另一方面因此受到经济损失，则通过合同规定的程序向对方提出经济或时间补偿，这就产生了工程索赔。它也是业主与承包商之间在分担工程风险方面的责任分配。对工程索赔的处理比较复杂，从业主角度而言，应以预防为主，防止或减少索赔事件的出现，而对于已发生的索赔事件，应严格审查索赔资料，以合同为依据，掌握索赔的本质，公平合理的进行处理，同时也应严格避免工程索赔成为施工单位谋利的一种手段。

**3.3 重视资金安全，确保工程顺利实施**

在项目施工期，资金流量非常大，在施工单位及时计量后，如何保障工程资金不被挪用，确保工程能够顺利进行，工程后期不因项目资金而产生社会问题，是一项值得重视的工作。项目针对此问题制定了专门的办法，例如凡超过5万元以上的资金，都需要由工程管理处及财务处核签后才能进行支付，工程材料款需查证有关票据，民工工资需提供身份证、银行卡号、签名薄等方面尽可能减少项目资金外流，最大可能的保障资金安全、工程资金专款专用。

## 4 结语

总之，因项目施工期是项目投资转化为实体工程的阶段，是投资实现的主要阶段，是资金流量最大的阶段，做好项目施工期的投资费用管理是投资目标得以实现的重要保证。当然，各个建设项目业主在施工期的费用管理上有各自不同的方法，但总体目标都是规范费用管理、强化责任意识、保障资金安全、合理控制投资，通过寻求项目质量、进度、资金的最佳结合点，确保项目顺利实施。

## 参 考 文 献

[1]尹贻林.工程造价计价与控制[M]北京：中国计划出版社，2003

[2]李慧明.建设工程技术与计量[M]北京：中国计划出版社，2003

# 发挥基层造价站在普通公路造价管理中的作用

王刚　黄国祥　王磊　孙根

天门市交通造价站

**摘 要：** 近年来，普通公路发展迅速，建设养护任务繁重，普通公路工程造价控制显得尤为重要。本文通过对普通公路造价管理中存在问题的分析，探讨完善造价管理机制，发挥基层造价站作用的方法和思路。

**关键词：** 普通公路　造价　管理

## 1 前言

公路投资巨大，涉及建设各方以及资金管理的方方面面。按交通部《公路建设市场管理办法》、《公路建设监督管理办法》、《公路建设项目工程决算编制办法》和《湖北省建设工程造价管理办法》规定，由县级以上交通主管部门负责公路建设市场的监督管理，各级交通造价站负责本地的交通建设工程各阶段造价文件的审查。造价审查是公路项目全过程造价管理的重要环节，通过审查，能清楚了解掌握不同阶段工程造价的变化和概算执行情况，可积累造价管理中好的经验和教训。在全国较多地方，各级交通行业管理部门分别承担了投资估算、概算与施工图预算的审查审批，却未能很好的落实竣工决算审查。就我省的情况来说，重点项目一般交由中介或审计部门进行决算审计，用决算审计代替决算审查；普通公路项目一般由业主和施工单位进行决算，未按要求报送交通造价管理部门审查备案；这种管理模式，使交通行业管理部门难以真正熟悉和了解项目建设管理的全过程特别是造价的变化情况；作者从 90 年代中期在基层交通主管部门从事交通造价管理工作至今，参与施工图设计审批、标底编制审查、招标控制价审查、材料价格调查等工作，对普通公路项目造价管理的发展和进展有了一定的认识和体会，为此，通过对现状的分析，提出加强基层造价站建设的几点建议。

## 2　现阶段面上公路造价管理方式及存在的主要问题

《湖北省交通工程造价管理办法》规定，“湖北省交通厅是全省交通建设工程造价管理的主管部门，其设置的交通造价管理机构具体负责全省交通建设工程的造价管理工作。各市、州交通主管部门要配备专(兼)职的工程造价管理联络员，负责辖区内的交通建设工程造价管理工作。”各市、州交通工程造价联络员主要负责“负责由市（州）交通局审批或上报的交通建设工程项目的投资估算、设计概算、施工图预算审查工作”、“参与本地区交通建设项目的竣工验收工作，参与审核工程竣工决算”、“监督检查由市（州）批准的交通建设项目在建设过程中投资执行情况及工程结算情况”、“收集整理已完工程的造价资料，建立工程造价数据信息库，并定期向省工程造价信息数据库传递信息”、“定期调查、整理、发布本地区的工程材料价格信息，并及时报省造价管理部门”等工作。根据《办法》，各市州造价联络员主要完成投资估算、设计概算、施工图预算审查、定期调查、整理、上报本地区的工程材料价格信息等工作，为规范和监督本地交通工程造价取得了较好的效果，为交通事业又好又快发展当好参谋。

然而，按照规定各市州造价联络员参与本地区交

通建设项目的竣工验收工作、参与审核工程竣工决算的职责还没有切实履行，难以真正熟悉和了解项目建设管理全过程特别是造价的变化情况。由于缺乏项目实施过程中造价行为监督管理，造成造价管理部门对项目基建程序、合同管理、变更情况等方面的审查较少，少数项目的决算还缺乏监管。主要表现为：

**2.1 参与公路工程造价工作的执业人员执证率低、越级和无证从事公路工程造价业务的情况时有发生。**

普通大中修工程、农村公路建设项目中，建设、施工单位专业公路工程造价工程师配备不足，造价编制文件水平不高，对新结构、新工艺、新材料、新设备缺乏研究，少数造价文件编制存在盲目性，有失公允；部分从业人员没有取得公路工程造价工程师资格，没有公路工程造价文件编制经验，对公路工程与其它土建工程预算编制办法的区别认识不足，造成项目造价文件总体水平不高。

**2.2 公路工程造价行为诚信体制不健全，少数参与中介单位和从业人员在造价文件编制中弄虚作假、编制质量低劣，使工程造价失真。**

由于当前中介机构诚信体系缺失，也缺少违规单位和从业人员惩戒手段，造成违规成本低、少数中介单位允许他人借用或冒用资质从事工程造价业务、违背职业道德，弄虚作假的行为时有发生。

**2.3 建设单位与施工单位直接进行决算的比例较高，与国家推行专业中介机构参与工程造价编制、审查的主流不符合。**

由于普通公路工程造价文件编制多以建设、施工单位自行编制为主，少数建设、施工单位没有配备具有相应资质的公路工程造价人员、对工程决算资料的收集、整理和分析工作不充分，不能保证工程决算文件编制的真实、准确和完整，也未委托专业中介单位参与工程造价文件的编制，造成建设单位工作量大，造价文件编制水平参差不齐。

**2.4 缺少工程造价行为的监督管理，与造价有关的文件、资料和凭证不齐全，影响工程决算。**

大多数建设单位在项目管理中注重合同、变更、变更确价文件、隐蔽图纸、竣工图纸、材料单价的收集整理，但也有少数单位由于人手不足，造价管理意思淡薄，又没有主管部门的监督检查工作，导致与工程造价有关的签证、图纸、试验检测等重要文件缺失，或未按有关规定办理变更与变更预算编制，影响工程决算的真实性。

## 3 充分发挥基层交通造价站在普通公路造价管理中的作用，规范公路造价行为

综上所述，普通公路造价编制水平不高的主要原因与市场不规范、造价行为监督管理不足有较深的关系。为规范建设工程造价计价行为，合理确定和有效控制工程造价，维护工程建设各方合法权益，湖北省人民政府于2007年底印发了《湖北省建设工程造价管理办法》，办法规定“县级以上建设行政主管部门负责本行政区域内建设工程造价的监督管理工作，具体工作由其工程造价管理机构负责实施。省交通、水利等部门负责本行业工程造价管理工作。各专业工程造价管理机构按照有关专业工程造价管理规定和相关定额标准，做好本行业工程造价管理的具体工作。”并规定“由承包人将合同副本提交县级以上工程所在地工程造价管理机构备案”、“施工过程中发包人和承包人双方签订的涉及工程造价调整的补充合同、补充协议应当及时报工程造价管理机构备案”，工程完工后“竣工结算文件经承包人和发包人双方确认后10日内由承包人报工程所在地工程造价管理机构审查备案”。办法的出台，给新形势下的交通工程造价管理提出了新的要求，结合我省实际，作者认为必须充分发挥基层交通造价站在普通公路造价管理中的作用，规范公路造价行为。

**3.1 加强基层造价站建设，充实和完善交通造价管理体系。**

由于部分地、市交通运输局没有成立交通造价站，仅配备专（兼）职的工程造价管理联络员，负责辖区

内的交通建设工程造价管理工作，机构和体系不健全，经费和从业人员不足。为此，建立健全各地市州的交通造价管理站，行使政府造价监督管理职能，加强造价管理的基础。只有依靠基层造价站的工作，来强化和规范普通公路造价行为。

3.2 完善材料价格调查体系。一直以来，基层造价站（联络员）定期调查、收集材料价格信息，逐步成为指导交通工程造价权威信息平台。公路工程建筑材料价格受工程所在地位置、运输车辆类型、运输方式、沿线路况、材料用量大小、是否现款结算、气候因素、施工环境、采购方式、供货渠道等十八种因素影响，基层造价站（联络员）可以利用自身优势，深入基层、深入各个工程、及时调查、核实当月材料价格信息，保证信息的科学性、完整性和公正性。

**3.3 严格审查工程预算、加强项目设计、施工过程中的造价管理。**

施工图预算是根据施工图设计、预算定额、各种费用标准来计算公路工程造价文件。各级造价管理站（联络员）对设计预算的审查很有必要，对工程实施过程中的造价管理也很有必要。预算是成本管理的基础，是建设单位控制投资的依据。预算审查是一项细致而严肃的工作，事先要进行充分调查研究，了解和掌握情况，做好审查准备。同时要依靠造价专业人员，研究施工组织设计，听取各方意见，搞好审批工作。在审查过程中，要准确计算复核设计工程数量，详细了解各种工程材料的实际价格，科学合理地确定工程造价。

施工过程中，需加强对工程设计变更和工程计量的管理，对每一项变更都要严格控制，做到实事求是，坚决刹住“低价中标、高价结算”的歪风；交（竣）工阶段要认真做好工程决算审查，对项目执行情况进行总结，评价工程造价的合理性，对不符合规定的工程成本，不但要坚决剔出，还要上报交通主管部门追究相关人员的责任。

基层造价站（联络员）掌握有详实的本地建筑材料市场、物价、运输市场以及项目所采用的施工方案等基础性资料，合理确定标准项目清单的取舍，适当高速定额中的不合理因素，对类似或相近的项目之间经济指标进行对照分析，既提高审查效率，又把握审查内容，有利于真实的分析工程造价，合理控制工程成本，节约建设资金。

**3.4 建立和落实工程竣工决算审查方式。**

现阶段基层造价站基本没有参与竣工决算审查，对项目执行情况、合同管理、变更情况掌握不够，需要强化造价部门的管理职能，加大竣工决算的审查力度。

首先要规范竣工决算报告的格式，其次要重点对变更工程进行抽查。对造价变化较大的标段要抽查基建程序的执行情况（主要是变更工程的规范化管理）、合同条款的执行、重大变更的审查，一般变更抽查以及工程量变化较大的进行符合性抽查，并逐步由抽查向普查过渡，以行业指标控制向以法律法规为准绳指导审查，人员配置和时间进一步完善，形成较全面、完整、操作性强的审查工程程序。

**3.5 引导公路造价执业人员的诚信管理。**

部、省关于造价人员持证上岗的有关文件，随着建设市场管理制度化、规范化，对造价工程师执业资格制度的实施也有明确规定，特别是《交通建设项目委托审计管理办法》规定，从事交通建设项目工程造价审计（审核）的，除具备相应的资质等级要求外，均有 3-5 名从事过交通建设项目审计业务的注册造价工程师。所以必需要求所有从事交通工程造价执业人员必有交通建设项目造价编制经验，必需熟悉交通建设施工流程与交通建设固有的特点。随着交通部、省交通厅对职业资格制度管理的重视，行业建立诚信制度势在必行。

造价人员执证上岗的目的，首先是提高从业人员水平，二是更好地为工程造价管理服务。在多年的工程造价审查业务中，对于项目建设过程中发现在合同的执行、计价的分析计算、工程量的计量、定额的选

用等存在较多问题，尤其是结算阶段，承包商故意报大现象比较普遍，在各阶段各层次审核中存在不同程度的疏漏现象，至竣工决算审查发现后仅对费用核减，难以有效控制承包商高估冒算现象和追究造价从业人员责任。

因此，要对造价从业人员的管理和诚信建设加强管理，基层造价站（联络员）了解的信息量大，信息的可靠性高，可通过各阶段造价文件审查，发现并将从业人员存在的问题进行整理分类，进行从业业绩和诚信登记，上报上级造价管理部门。省级造价站可制定出一些合适的量化考核指标，对从业人员的执业情况进行考评，利用网络进行公示。这种办法是公路造价从业人员诚信建设的很好方式，具有业务管理与资格管理相结合，共同衡量诚信的优势，为从业人员资格审查提供有效的业绩和诚信情况材料，可规范公路造价执业行为，督促造价执业人员加强和重视诚信建设。

**3.6 进一步规范公路造价行为，建立行之有效的普通公路造价管理模式。**

造价站（联络员）分布在地市基层，直接服务普通公路，接触和影响面广，充分发挥基层造价站的作用，有利于推动公路行业的造价管理工作。

3.6.1 有利于推进设计、施工、竣工三位一体的工程量清单体系推进。长期以来，工程量清单体系和项目前期阶段的概预算体系为不同的计价目体系，两者缺乏有效的衔接，设计图纸、施工图预算和清单的工程量统计不一致，工程项目划分不统一，不利于施工图预算控制合同段招标预算，不利于不同阶段规模、技术标准和工程造价的对比分析，不利于分项工程量的清查，不利于工程结算和决算的编制。因此，我站在本市的项目中，引导设计、建设单位试行设计、施工、竣工三位一体的工程量清单体系，取得了初步效果。我们主要在前期工作中要求设计单位按三位一体的原则进行设计文件编制，使设计图工程数量明细表生成相应的数量汇总表，形成造价文件编制的基础数据，减化了施工招标过程中的清单编制工作量，也有利于将施工过程中的造价指标与设计、审批中的造价指标进行对比。

3.6.2 有利于政府主管部门有效控制工程造价。

造价站（联络员）参与工可、初步设计、施工图设计、招投标、施工、竣工决算各阶段的造价管理，真正实现全过程造价控制。工程造价控制的关键在于项目实施前的投资决策和设计阶段，在项目做出投资决策后，造价站参与估算审查，对设计方案提出修改意见，有利于在前期工作阶段有效控制工程造价；在施工过程中，造价站的审查工作能够主动影响和控制工程造价，在工程造价的确定和控制这种相互依存和制约的关系中，承担工程造价控制的载体。造价的确定就是造价控制的过程，引导项目建设过程中将技术与经济有机结合，通过技术比较，经济分析和效果评价，正确处理技术先进和经济实用两者之间的对立统一关系，力求做到在技术先进条件下经济合理，在经济合理基础上技术先进，把控制工程造价的观念渗透到各项设计和施工技术措施之中。

3.6.3 有利于加强工程招标阶段的造价管理。

通过对招标文件、工程量清单报价（投标控制价）的审查，对影响工程造价最主要因素之一的招标工作进行监督，加强前期干预，防止恶性竞争，完善招标文件中的合同条款，防止通过变更、签证等办法非法获利，减少和防止工程索赔。

# 浅谈高速公路基层收费所站的标准化建设

周 平

湖北黄黄高速公路经营有限公司

**摘 要**：本文结合湖北黄黄高速公路的标准化建设实践，重点阐述了高速公路基层收费所站建设的现状、标准化建设的必要性、标准化建设的理念，以期为高速公路基层所站标准化建设提供有益的参考和借鉴。

**关键词**：高速公路 基层所站 标准化 建设

## 1 前言

到2009年底，我国高速公路通车总里程达6.5万公里，估计到2010年底，我国高速公路通车总里程将突破7万公里。按照平均每20公里设立一个基层收费所站测算，全国高速公路共有基层所站单位将超过3000个，如何建设标准化的基层收费所站，实现管理效益的最大化最优化，已成为高速公路行业广泛关注的焦点。

## 2 基层收费所站建设的现状

管理标准化是指为获得最佳秩序和社会效益，以管理领域中的重复性事物为对象开展有组织的制定、发布和实施标准的活动。由于基层所站所站人员素质不一样，设备配置不一样，收费主业管理不一致，所站管理制度不一样，积极性不高往往成为管理的瓶颈。近年来，高速公路在标准化建设方面进行了较多的探索，取得了一定的成果，尤其是湖北省收费所站标准化建设活动开展得如火如荼。

### 2.1 开通时间不一样

开通较早的高速公路，由于受当时条件的限制，收费一线员工年龄偏大，年复一年重复单调、枯燥的收费工作，新鲜感不再，找不到工作的乐趣，往往易产生疲倦懈怠的心理，感觉收费工作如同“鸡肋”，安于现状，工作热情逐年消减。加之由于高速公路建设融资模式的多元化，一些民营企业也参与到高速公路运营管理中，导致随着时间的推移，有的员工感觉竞争压力大、工作强度大，岗上纪律严、工作要求高，尤其是上夜班身体吃不消，便抱着“做一天和尚、撞一天钟”的心态，一心盼望着能早点退休，直接影响对外形象。

### 2.2 管理方式不一致

随着高速公路联网收费系统的采用和相关技术的完善，高速公路不同路段间的通行费实现了精确拆分，解决原来“一路一公司”存在的弊端，为实行“多路一公司”的营运新模式提供了条件。近年来，我国高速公路的建设取得了巨大成就。高速公路的快速建成和投入运营，随之而来的是百花齐放的高速公路管理模式，高速公路营运管理规模化、专业化、市场化是未来的行业发展趋势。鉴于营运管理规模化可获得显著的经济效益，高速公路业主会将日常营运管理业务委托专业的管理机构来实施标准化管理，以实现管理效益的最大化。

### 2.3 管理制度不一样

由于各高速公路的管理模式不一样，基层所站管理制度也不一样，而随着高速公路之间管理干部的频繁交流轮岗活动，“铁打的营盘、流水的官兵”。所站临时牵头负责人也许会凭个人喜好，在“新责任田”里实行改革、创新，将自认为好的管理经验融入到新

的岗位上来，虽然为基层所站带来了新的活力，“大撒把”式的管理方式，会让收费一线员工无所适从，心存抵制情绪，导致管理上的混乱。

## 3 基层收费所站标准化建设的必要性

在繁多的高速公路管理体制和管理模式并存的时代背景下，需要建立一套适合我国高速公路管理要求的标准化管理体系，使其充分发挥出良好的社会、经济效益。同时，高速公路运营管理行业点多线长，要实施低成本战略，实现规模经济效益，就必须规范高速公路管理各个环节、简化流程，避免重复，促进统一、协调、高效，最大限度提高管理效率，产生规模效益。

### 3.1 是推进所站科学发展的需要

开展标准化收费所站建设，通过建立健全各项规章制度，明确工作标准，规范工作秩序，统一考核标准，有利于加强员工队伍建设、是基层收费所站科学发展的需要。在标准化收费所站建设问题上，要高度重视标准化要求对全局性、前瞻性、战略性管理方向的重要作用。在具体研究中，标准化建设既要借鉴行业中的先进经验、优秀成果，又要结合实际合理运用，要体现时代性，把握好规律性，更要富于创造性。

### 3.2 是提高所站管理水平的必然选择

现代化的管理思想、管理组织、管理方法、管理手段尤其是信息化手段都离不开标准化。将推行所站标准化建设作为切入点，不断强化服务职能，提升收费所站整体素质和形象，实现所站管理的科学化、程序化和标准化，是有效提高所站科学管理水平的必然选择。强化收费所站整体职能，建立健全各项规章制度，明确工作标准，规范工作秩序，加大创新工作的开展，加强队伍建设，造就一支开拓创新，求真务实，服务优良，工作高效，遵章守纪的队伍。

### 3.3 是提高基层所站核心竞争力的重要手段

不管是硬件还是人员配备等各方面，基层所站员工的横向和纵向攀比，是客观存在的，而要提高基层所站的核心战斗力，就必须创造条件让基层所站都在同一个起跑线上，使企业目标、企业价值观、企业精神、企业形象更加标准化，唤起员工强烈的归属感和自豪感，使之扎根于员工的意识之中成为自觉的行为，从而激励广大员工为企业的发展目标而奋斗，推行所站标准化建设是解决这一问题的有效途径。

## 4 基层所站标准化建设的主要内容

高速公路基层所站标准化建设的内容涉及面广，但主要集中在如下几个方面。

### 4.1 流程标准化

基层所站主要工作就是抓好收费营运管理，对营运的费收和管理的每一环节、每项具体工作都制订详细周密的工作流程。优化费收管理程序，细化每个管理事项在各费收管理环节和岗位的分布，细化各费收管理事项的具体工作要求，细化各费收管理环节之间相互联系制约的具体内容和要求。将工作考核的重心放在费收管理制度的落实上。

在标准化管理中，标准的制定是基础，标准的执行是核心。通过制定和实施统一标准，以获得最佳管理秩序和管理效益。它是一个系统工程，涉及面广，内容丰富，关系到高速公路管理的每一项工作，每一个环节。简言之，就是在一定范围内制定发布标准、贯彻实施标准，并进行检查监督。要通过开展日常与集中目标考核，检查每一班室、每一岗位、每一人员是否按内容、标准、时限履行标准，真正实现“以制度管人、以制度管事”。收费人员要按时上岗，带胸牌；要使用文明用语，规范用语；要热情服务，工作认真；要做好便民服务，及时倾听司机的呼声。

### 4.2 设备标准化

在高速公路沿线所有收费所站配备统一的硬件设施设备，在庭院规划上结合实际进一步完善房建、庭院绿化的标准，并定期对收费亭、配电室、发电设备等进行检修、保养和维护，以确保站所收费硬件、学习生活硬件、庭院规划硬件能达到较高的水平。如黄

黄高速公路在实施设备标准化中，对基层收费所站的收费设施机电设备进行了统一配置和维护，为标准化管理提供物质保障。

### 4.3 管理标准化

以办公自动化为手段，以规范化管理为目标，以完备的制度体系为保障，对管理中的每一个环节、每一个部门、每一个岗位，明确职责，并制定科学化、量化的标准，按标准进行管理。在收费管理中，不断推进收费业务管理的标准化，确保各项管理工作制度化、程序化和科学化。全面实行优质服务、目标管理、规范操作，实现优质服务6个100%（文明用语、手势服务、司机问询回复率、收费现场“六常备”、绿色通道开通率、优惠政策执行率、收费投诉回复率），积极推行标准化收费站建设，注重基层所站软件建设，狠抓制度、标准、流程和评价体系的建立和完善。要加强对考勤的管理，要实行上岗上班签到制，天天出勤都要本人签字。办公用品，如文件柜、纸张、桌椅等，都要明确保管人员及时登记、看管和摆放。要实行请销假制度，及时请假销假，保持正常的办公秩序。

### 4.4 考核标准化

在绩效考核方面，坚持“客观公正、实事求是”原则，通过吸取能级管理、规范化管理考核的内涵，制定并严格执行科学合理的考核、分配、激励机制。标准化工作应包括：以工资为基础的薪酬分配机制，设立以主要业务指标（如：文明用语、操作流程、差错率、业务流程、便民服务、应急保畅等）为考核内容的业绩考评，拉大考核的档次；明确收费岗位业务合格标准，规定个人收费差错率、顾客有理投诉次数等合理范围，对不能胜任基本收费工作的人员实行学岗、待岗甚至更严的处理；明确各种先进评选资格标准，为员工指明努力方向，并具体说明主要业务指标在单位排名、全年出勤率、服务标准等、确保评选结果具有公开、民主。

## 5 加强基层所站标准化建设的建议

高速公路企业想要在竞争中取得领先的优势地位，就必须提高自身的标准化建设营运管理水平，打造优秀的营运管理品牌，从而实现管理品牌的有效输出，基层收费所站标准化是基础和前提。

### 5.1 从标准化班组抓起，再延伸到基层所站

作为高速公路基层所站的核心细胞——收费班组，在标准化建设中显得尤为重要。从收费班组着手开始推行标准化工作是一种循序渐进的、切实可行的方式，是有效启动标准化的关键。不断强化细胞建设，培树先进典型，大力推广一线工作法，坚持在基层一线培树先进典型。同时要强化活动阵地，提升文化档次，各基层站所统一配置了室内、室外健身器材、党工团活动室、网吧室、图书室，在站所建立电子阅览室，建立基层站所网页，让员工在网上提建议，为职工搭建了良好学习沟通平台；坚持把开展群众性文化活动与弘扬行业精神、树立行业品牌有机结合起来提升黄黄文化的档次和影响力。

### 5.2 标准化建设中要体现两型理念

高速公路基层所站大都分布在远离城市的乡镇，在日常管理中要经常与当地一些职能部门打交道，这就要求在标准化建设中注重加强与地方职能部门的联系沟通，为员工创造便利的工作生活环境。标准化收费站建设需要充分应用新信息技术，大力发展电子政务，推行无纸化办公和网上许可，提高管理效率，降低管理成本；节约用电、用水、办公用品，建设节约型所站。建立健全各项责任制、岗位责任制、服务承诺制、强化服务，把收费窗口建设成工作标准化、程序化、法制化、优质化、规范化的服务平台。

### 5.3 标准化建设中要体现人本理念

标准化建设中要体现人本理念，关爱员工、服务司乘，充分发挥标准化效应的最大化和最优化，积极促进管理目标人本化、管理过程和服务方式人性化，从而最大限度地增强干部职工的主人翁意识和工作责任感，不断满足群众和社会对高速公路日益增长的需要，树立全心全意为社会和司乘服务的思想。

标准化收费站建设应建立在创新理念的基础上，通过统一考评标准、统一文明用语、统一站亭配置、统一工作流程，规范高速公路收费窗口服务秩序，提高服务质量，满足司乘人员需要。

标准化建设是否能够发挥其功能，关键在于是否能得到认同。比如，对“星级收费员”和“岗位标兵”的评定给出规范的、可操作性强的条款，使广大员工学有标准，赶有目标。通过员工的广泛参与，激发员工的内在潜力，让每位员工都成为标准化工作的创造者、补充者、完善者和体现者，有效提高员工队伍的凝聚力和战斗力。

### 5.4 标准化建设要体现高效统一理念

标准化建设可先以一个基层收费所站作为试点，再向整条高速公路的所有收费所站扩展、延伸，进行整合、统一管理，企业文化建设是标准化收费所站建设的重要保障。集约化管理是以文明、和谐、集中、高效为价值取向，通过科学有效的管理手段，优化标准要素和资源配置，以合理的人力、物力、财力投入，通过加强集约化管理，确保政令畅通、步调一致，实现高效统一理念，获取最大的管理效益。实现高速公路营运公司各项资源配置的完全标准化，无论是机构设置、人员数量还是管理费用都有严格的标准和规定。高速公路收费窗口开展了“文明礼仪”的培训，把收费窗口的服务流程分解成为一个个标准的步骤和动作，编印成统一的教材，然后进行推广培训，在短时间内便能在高速公路的各个收费窗口实现统一、标准的文明服务，成效显著。

### 5.5 标准化建设要体现日常管理与突发事件应对理念

高速公路日常管理中，经常会遇到各种突发事件，要采取多种形式，开展预案演练锻炼员工的特情处置能力。除执行规范的日常工作管理流程，还结合《收费特情操作工作流程》、《收费现场紧急事件处理流程》等开展紧急预案演练。既锻炼了员工处置突发事件的应急处理能力，又有效地减少了员工工作失误，提高工作效能。标准化建设工作强调全员协调，通过确立共同遵循的标准，能够转变思想观念，克服固有的思维定势，创新管理理念，建立稳定的秩序，把收费窗口建设成标准化、程序化、法制化、人性化的服务平台。

### 5.6 标准化建设要体现收费道口安全畅通理念

基层收费所站标准化要体现收费道口安全畅通理念，“保畅大于天”、“一切都是为了畅通”。高速公路点多线长，要实施低成本战略，实现企业规模经济效益，就必须规范收费管理各个环节，通过信息化实现信息资源的共享，从而产生规模效益。标准化的基本特性主要包括以下几个方面：抽象性、技术性、经济性、连续性和政策性，通过制定、发布和实施标准，达到统一高效是标准化的实质，从而获得最佳秩序和社会效益则是标准化的目的。通过标准化建设，明确工作步骤，完善各项制度，加强监控、通讯、稽查、票证管理职能，确保收费服务工作井然有序。

## 6 结语

高速公路基层收费所站的标准化建设是一项长远的系统工程，只有加大标准化执行力度，真正拥有一整套严格的标准，执行起来才能更简捷高效，同时还需要在标准化建设实施过程中不断摸索改进，在实践中逐步完善，才能够真正成为全国高速公路行业标准化建设中的佼佼者和典范。









专家组听介绍

专家组查看现场









第十三届中国高速公路信息化研讨会展示会现场

内部资料　免费赠阅

# 湖北
HUBEI HIGHWAY TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY
# 公路交通科技



2011-3
总-37

大悟至随州高速公路风光

# 武汉城市圈片区举办公路设计、路桥建养新技术专家讲座剪影




武汉城市圈片区公路设计、路桥建养新技术专家讲座现场（湖北孝感）




交通运输部公路科学院交安工程研究中心主任、研究员、工学博士周荣贵授课




长安大学西安研究所主任、教授级高工徐培华授课



中交第一公路勘察设计研究院教授级高工牛宏授课




听课现场



公路学会秘书长会议

# 湖北公路交通科技

（季　刊）

2011年第3期（总37期）

2011年9月出版

**主　管：**

湖北省交通运输厅

**主　办：**

湖北省公路学会

湖北省交通运输厅公路管理局

**工作支持单位：**

武汉大学

华中科技大学

湖北省高速公路管理局

湖北省高速公路集团有限公司

中交第二公路勘察设计研究院

湖北省交通规划设计院

湖北省交通职业技术学院

湖北省公安厅交警总队



**编委会成员：**

主 任 委 员：黄大元

副主任委员：马立军　范建海　石先平
谢　强　白山云　董松年
汪继泉　董玉麟　鲁銮昌
曹士德　詹建辉　王进思

编　　委：章征春　祁汉顺　杨运娥
杨耀铨　徐文学　张昌伟
周文卫　阮治川　毋润生
宛劲松　游金梅　蔡少渠

**编辑部成员：**

主　　编：董松年

副 主 编：毋润生　顾任安　赵全安　徐阳生

责任编辑：彭永东



本刊地址：湖北省武汉市建设大道384号

承印单位：湖北省交通运输厅公路管理局印刷厂

邮　　编：430030

电　　话：（027）83461727

传　　真：（027）83461380

电子邮箱：glxh@hbjt.gov.cn

（2008）湖北省内部资料

准印证第2108/SG

内部资料　免费赠阅


# 目　次

## 综合交通运输研究


1、新型公铁综合运输通道背景下的公路交通量分析预测探讨
……王勇　雷红尧　卢冬生　巴可伟（2）

2、新时期湖北省道路客运交通发展分析与建议
……张献峰　蔡少渠　胡润州（6）


## 道路工程


3、剑麻纤维沥青混凝土路面抗裂性能研究
……何晓鸣　吕金永　毋刚（11）

4、宜城至保康高速公路工程环境影响分析及其对策
……董健　何军红　任亚（14）

5、混凝土构件碳化深度与回弹强度检测浅析
……于王均　张泽文　金清平（28）

6、工业废料磷石膏筑路研究探讨
……丁庆荣　鲍玉洪　李家泰　鲁永发等（30）

7、全数字光纤网络监控平台在湖北杭瑞高速公路的应用
……刘权　叶智　娄艳艳　王晓荣　（36）

8、公路工程建设期贷款利息计算方法的探讨
……邹伶俐（40）

9、砂垫层在公路改建、养护工程中的运用
……熊鲜艳陈玲（44）


## 安全与管理


10、浅谈高速公路突发事件的危机管理
……潘庆芳　杨力（46）

11、高速公路广告经营权探析
……王伯禹　郑权（51）

12、适应市场经济规律努力提高公路养护部门竞争力
……张永刚　邓承志　姜卫（55）

13、老河口市农村公路交通安全管理的思考
……王山宏　周斌　张波（58）

14、浅谈高速公路基层收费所站的标准化建设
……周平（61）


封面：　大悟至随州高速公路风光

封二：　武汉城市圈片区举办公路设计，路桥建养新技术专家讲座剪影（湖北孝感）

封三：湖北省鄂西北片区举办公路设计，路桥建养新技术专家讲座剪影（湖北神农架）

封底：　大随高速公路广水互通

# 新型公铁综合运输通道背景下的公路交通量分析预测探讨

王勇　雷红尧　卢冬生　巴可伟

湖北省交通规划设计院

**摘　要：** 高速公路与高速铁路并存的新型综合运输通道将在全国范围内大规模形成。而传统公路项目交通量预测往往从公路交通系统自身的角度出发，割裂了公路交通与其他运输方式之间的复杂关系，难以准确把握和预测公路交通在整个综合运输通道中的定位和作用。本文以国道主干线上海至成都高速公路麻城至武汉段为例，在系统解析高速公路、高速铁路运输特性及其对新的综合运输格局的影响的基础上，提出了新型公铁综合运输通道中的公路项目交通量分析与预测的新思路，并在方式分担预测过程中创造性地引入了LOGIT模型修正系数以提高其可靠性，从而保证了交通量预测的精度和准确性，客观反映了公路项目在新型综合运输通道中的客货运地位和价值。

**关键词：** 公路运输；综合运输通道；交通量预测；方式划分；LOGIT模型

## 1　概述

在公路建设日新月异的今天，铁路等运输方式的发展也方兴未艾，国家综合运输网络正逐步完善。公路与铁路等交通方式之间的分工协作也日益加强，对旅客和货物出行的吸引竞争关系也日显突出，尤其高速公路与高速铁路并存的新型公铁综合运输通道将在全国范围内大规模形成。因此，新型公铁综合运输通道背景下的公路交通量分析和预测研究正在成为一个全新的重要课题。

下面本文将以国道主干线上海至成都高速公路麻城至武汉段（以下简称麻武高速）为例，从综合运输的角度出发，探讨新型公铁综合运输通道背景下如何针对性地展开综合运输的调查与分析，解析高速公路与高速铁路等运输方式之间的相互影响，并研究现状、预测未来交通量在不同运输方式之间的分担规律和发展趋势，从而把握高速公路建设项目在新型综合运输通道中的作用和地位。

## 2　综合运输通道交通调查与分析

通过开展公路OD调查、沿线社会经济调查及外业踏勘等工作，收集得到通道影响区域内综合运输体系发展现状、规划和现有各种运输方式运输量分布、分担情况等资料，以此为基础分析项目影响区未来交通需求的发展趋势，并分别整理得到影响区基年综合运输OD表。考虑到公铁综合运输通道内公路与铁路的相互营运影响最大，其中主要针对相关的公路运输及铁路运输进行调查与分析。

### 2.1　公路运输调查与分析

为了解通道区域内公路交通运输的特性、构成及旅客和货物的流量、流向，使交通量预测结果真实、可靠，展开相关调查，主要包括：现有公路路况调查、沿线主要干线交通量观测站历年交通量统计资料的收集、出行OD调查、车速调查、通行能力调查、汽车运输成本的调查、交通事故调查、全社会汽车保有量调查等[1][2]。

考虑到公铁综合运输通道研究的特殊性，OD调查和车辆运载特征分析需要特别关注：

（1）区域OD调查：为全面了解通道内公路运输的特征和构成点，OD调查工作不能仅局限于项目沿线

地区，而需要在整个通道影响区域内展开，并在与建设项目平行或有可能竞争的公路以及与建设项目相交并有可能分流的公路上布设调查点；

（2）车辆运载特征分析：需要调查分析通道区域内出行车辆和运输货类的构成状况，作为预测未来年车型构成和运输货物的构成情况的依据，并为分析和把握客、货运以及运输货类在不同运输方式之间可能的转移趋势打好基础。

### 2.2 铁路运输调查与分析

公铁综合运输通道内，一般铁路发展已具备一定规模，且未来年可能规划建设高速铁路，运量与运能均较为可观，对公路客运和货运影响甚大。因而需要准确把握相关铁路的交通功能定位，并详细收集和了解通道影响区域内相关铁路的运输能力、客货运量、出行 OD 等现状营运资料，以及相关的线路设计、站场建设等规划资料。

### 2.3 公铁综合运输分析

（1）运输特性分析

通过通道影响区域内综合客货运距的现状比较与分析，全面了解公路和铁路在短、中、长距离旅客出行和货物运输中所分担的比例，以及相应的特征。

（2）高速公路、高速铁路建设对综合运输分担的影响分析

综合运输走廊内公路与铁路两者现状的运输效率或许并不高，但未来随着高速公路与高速铁路等相关项目的建成并投入使用，综合运输营运条件将发生较大幅度的变化，营运效率将得到全面提升，铁路与公路运输市场分担比率也将随之发生一定程度的变化。因此，需要针对性地分析短途和长途出（过）境出行车辆出行方式选择的发展趋势，并以此对未来通道内公铁运输两种运输方式的发展关系进行宏观把握。

## 3 新型公铁综合运输通道背景下的公路交通量预测探讨

### 3.1 预测方法

在运输走廊范围内，相关路段的不断改造、升级、扩能，使得客货运输量在各交通通道之间的转移分流基本处于动态平衡状态，各自承担的客货运输量及其构成在区域交通运输体系中基本稳定。但高速公路及其高速铁路的建成，将对区域内现有交通运输量在各交通通道上的动态平衡态势产生影响。因此在拟建项目交通量预测过程中，应充分考虑综合运输通道内未来的运输总量在各种运输方式之间的分担，再将公路所承担的运输量在未来特征年公路网上进行分配，区域路网中相关公路承担的交通量将有一部分转移到拟建项目上来。

同时考虑到高速公路的建成必然对影响区内社会经济结构、产业布局和交通体系产生深远影响，以及影响区内旅游资源的开发利用等，一般高速公路交通量预测包括以下三部分：

（1）正常增长交通量：项目正常增长交通量预测采用四阶段预测法；

1）交通生成预测：即根据历年公路客货运输统计资料与经济统计资料间的关系建立公路客货运输量——经济关系发展模型，根据各经济小区经济发展规划指标，同时考虑大区域的总量控制，预测得到公路客货运输发展速度[3]；根据历年来铁路客货运输增长速度，结合铁路部门客货运输发展规划，预测出铁路客货运输发展速度。

2）交通分布预测：区域综合运输网中的交通量预测涉及不同的行政区域较多、且已有现状的交通分布时，交通分布预测一般不采用重力模型法，而采用增长系数法。预测得到未来特征年公路、铁路客货运输 OD 表后，将两者合并得到客货运输综合 OD 表。

3）方式分担预测：根据未来综合运输网，采用改进的 LOGIT 模型进行交通方式分担预测，得到分担后的公路客货运输 OD 表，并换算成客货运输交通量 OD 表。

4）交通分配预测：根据未来公路运输网，采用用户平衡分配模型进行交通分配预测，预测得到拟建项目及其他相关公路未来的正常增长交通量。

（2）诱增交通量：主要考虑区域间的运行时间，按照“有无比较法”的原则，采用重力模型，根据方式分担后的分布交通量预测出诱增分布交通量，然后在各特征年路网上进行分配；

（3）新增旅游交通量：根据相关旅游发展规划并参考同类性质旅游区发展状况，预测未来各特征年各旅游区发展规模，以此为基础通过交通方式分担和交通量分配，预测出拟建项目旅游交通量（总量），然后在其基础上考虑扣除正常增长交通量、诱增交通量中含有的部分旅游交通量后，即得到新增旅游交通量。

### 3.2 方式分担预测的改进

其中交通方式分担预测中，引入修正系数对LOGIT 模型进行改进是本文基于公铁综合运输通道背景展开的公路交通量预测探讨之关键。

在较为完善的综合运输体系下，传统公路建设项目交通方式分担预测中所采用的仅仅考虑铁路、水运等运输方式按一定比例向公路运输方式转移的转移率法显然很难描述长期复杂、不断变化的转移关系，缺乏控制性指标，造成一些项目在进行转移量预测时存在一定的随意性。因此应该站在综合运输的角度，在把握综合运输总量的基础上，根据方式分担对公路运量进行预测，客观反映交通量的转移规律，体现客货运在不同运输方式之间的分担状况。针对公铁综合运输通道，下面主要就综合运输量在公路、铁路两种方式上的分担展开预测分析。

交通运输方式的选择除受各运输方式的运输能力限制外，往往还受许多其他因素影响，如运价、运输时间等。一般情况下运输方式选择可通过各运输方式的运价、各运输方式的运输时间、方式特征因素等三种因素来表述，并由此可以确定效用函数为：

$U_1=k_1+r_1C_1+r_2T_1+\varepsilon_1$（公路）

$U_2=k_2+r_1C_2+r_2T_2+\varepsilon_2$（铁路）

式中，Ti 为交通方式 i 所需时间，Ci 为交通方式 i 所需费用，两者均为共同变量，ki 为固定变量。εi 为涵盖了不能量化、不能确定的影响因素的效用随机项。

假定随机项相互独立且服从与正态分布相似的二重指数分布（Gumbel Distribution），则容易推导出以下模型：

$$P_1=\frac{\exp(k_1+r_1C_1+r_2T_1)}{\exp(k_1+r_1C_1+r_2T_1)+\exp(k_2+r_1C_2+r_2T_2)}$$

$$P_2=\frac{\exp(k_2+r_1C_2+r_2T_2)}{\exp(k_1+r_1C_1+r_2T_1)+\exp(k_2+r_1C_2+r_2T_2)}$$

式中，$P_1$ 为选择公路出行的概率，$P_2$ 为选择铁路出行的概率[4]。

对以上模型中的有关参数进行估计后，分别得到标定后的模型，即旅客选择公路和铁路出行的概率模型 $P_{1客}$ 和 $P_{2客}$ 以及货物选择公路和铁路出行的概率模型 $P_{1货}$ 和 $P_{2货}$。

考虑到不同距离、不同货类的出行方式选择特征之间存在较大的差异，为了使得方式分担预测模型更符合实际，并增强可验证性和可靠性，本文在预测未来方式分担率时，根据基年实际分担率对分担率计算值进行了修正。修正后的预测模型如下：

$$\hat{P}_1=\frac{\frac{P''_1}{P'_1}\times A_1}{\frac{P''_1}{P'_1}\times A_1+\frac{P''_2}{P'_2}\times A_2}$$

$$\hat{P}_2=\frac{\frac{P''_2}{P'_2}\times A_2}{\frac{P''_1}{P'_1}\times A_1+\frac{P''_2}{P'_2}\times A_2}$$

式中，$\hat{P}_1$、$\hat{P}_2$ 分别为方式分担中所采用的未来公路、铁路方式分担率预测值，$P''_1$、$P''_2$ 分别为根据 $P_{1客}$（或 $P_{1货}$）、$P_{2客}$（或 $P_{2货}$）计算的未来公路、铁路方式分担率，$P'_1$、$P'_2$ 分别为根据 $P_{1客}$（或 $P_{1货}$）、$P_{2客}$（或 $P_{2货}$）计算的基年公路、铁路方式分担率，$A_1$、$A_2$ 分别为基年实际的公路、铁路方式分担率。根据 $\hat{P}_1$、$\hat{P}_2$ 可求得未来各特征年公路客、货运运量 OD 表，再根据调查的车型比例和各车型实载率换算出各分车型 OD 表。

基年麻武高速项目影响区内公路和铁路两种运输方式的客货运量比例依据调查分析可得，结合公路、铁路的运价、时间变量数据，使用 TRANSCAD 软件，对以上模型中的有关参数进行了估计。标定后的模型如下：

$$P_{1客}=\frac{\exp(-0.7254-0.0425C_1-0.3533T_1)}{\exp(-0.7254-0.0425C_1-0.3533T_1)+\exp(-0.3029-0.0425C_2-0.3533T_2)}$$

$$P_{2客}=\frac{\exp(-0.3029-0.0425C_2-0.3533T_2)}{\exp(-0.7254-0.0425C_1-0.3533T_1)+\exp(-0.3029-0.0425C_2-0.3533T_2)}$$

$$P_{1货}=\frac{\exp(-1.1534-0.01171C_1-0.02536T_1)}{\exp(-1.1534-0.01171C_1-0.02536T_1)+\exp(-0.97324-0.01171C_2-0.02536T_2)}$$

$$P_{2货}=\frac{\exp(-0.97324-0.01171C_1-0.02536T_1)}{\exp(-1.1534-0.01171C_1-0.02536T_1)+\exp(-0.97324-0.01171C_2-0.02536T_2)}$$

根据上述模型，计算得到未来公路、铁路方式分担率$P''_1$、$P''_2$，然后引入前述改进方法，根据基年实际分担率，得到修正后的未来公路、铁路方式分担率预测值$\hat{P}_1$、$\hat{P}_2$。

按前述介绍的预测方法可预测得到特征年趋势型客货综合运输 OD 表，再结合$\hat{P}_1$、$\hat{P}_2$即求得未来各特征年公路客、货运运量 OD 表，再根据调查的车型比例和各车型实载率换算出各分车型 OD 表。结合方式分担后得到的趋势型 OD 表，采用重力模型完成诱增交通量预测后，可计算得到未来各特征年的 OD 分布表（趋势＋诱增）。然后基于未来年综合运输网络，采用用户平衡模型，完成交通量分配预测。再并入预测得到的新增旅游交通量，即可得到麻武高速公路项目交通量预测结果。

## 4 结束语

本文提出了在公铁综合运输通道背景下如何进行公路交通量分析与预测的思路与方法。从分析思路上来看，通过综合运输通道交通调查和分析，把握了公路在综合运输通道中的地位和作用，充分考虑了综合运输量在公路及铁路等方式中的分担变化，客观地反映了交通量在各运输方式之间的转移规律；从预测模型上来看，该方法在运输方式分担预测所采用的 LOGIT 模型构建过程中提出了修正参数，使得方式分担预测模型更符合实际，增强了其结果的可验证性和可靠性。因此，本文的探讨具有积极的探索意义。

但相对于今后如何更好地、全面地开展综合运输通道中的项目交通量预测研究而言，本文还仅仅只是起步。考虑方式分担与交通分配工作相结合、货物出行在不同运输方式之间的分担等相关预测研究思路在综合运输网络中的应用值得进一步关注和探讨。

## 参 考 文 献

[1] 廖向东，廖超雄. 公路建设项目可行性研究的现状及其改进[J]. 华东公路，2000，(03)：42-47.

[2] 王明俊. 改进我国公路建设项目可行性研究工作的探讨[J]. 湖南交通科技，2004，30(2)：110-112.

[3] 王维凤，林航飞，陈小鸿. 对高速公路流量预测中两个核心问题的探讨[J]. 中国公路学报，2001，14(增刊)：77-80.

[4] 邵春福. 交通规划原理 [M]. 北京：中国铁道出版社，2004. 165-166.

# 新时期湖北省道路客运交通发展分析与建议

张献峰[1] 蔡少渠[2] 胡润州[1]

1 中国管理科学研究院武汉分院城市交通管理研究所 2 湖北省道路运输管理局

**摘 要:** 随着高铁、航空等快速发展，新时期道路客运交通面临诸多挑战。本文从宏观上客运交通出行的结构变化和微观单位运距出行费率分析及基于SP调查的影响客运交通出行方式选择因素分析等角度入手，预测了湖北省中远期道路客运出行的总量，并结合湖北省道路网骨架、客运枢纽分布等，结合道路客运的单位运距运费分析，给出湖北省新时期道路客运交通发展改善的几点建议。

**关键词:** 道路客运 出行结构 客运量 发展战略 建议

## 0 引言

在全国客运出行结构变化的大环境下[1]，湖北省道路客运在新时期也面临着同样严峻的挑战。对于湖北省道路客运的问题分析[2]及新的经济增长点[3]等问题已经有很多学者和管理者研究过。本文将围绕湖北省道路客运交通发展的问题，从多个角度分析其新时期的发展趋势与方向并给出改善建议。本文数据来自湖北省交通科技项目《湖北省新时期客运交通出行结构转变研究》。

## 1 发展趋势分析

### 1.1 增幅变化趋势

我国的客运交通出行在2000年前呈现道路的客运量和客运周转量所占全社会客运总量份额快速增加，而铁路所占份额快速减少的趋势。随着铁路的大面积提速、客运专线、高速铁路等重大举措全面铺开，虽然全社会客运量在增加，但2000年后道路客运的发展增幅已经小于铁路和航空。湖北省同样呈现了这一趋势，见图1所示。

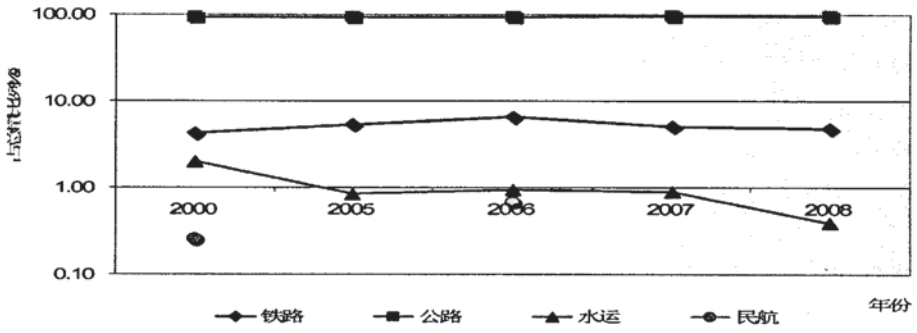



**图1 各交通方式客运量占总量比例变化趋势**

### 1.2 运距变化分析

从各运输方式的客运量和客运周转量的同期增幅对比（2008年与2000年的比值，航空的为2006年与2000年的比值，见表1）可知，总体上客运量的增幅大于周转量，即平均运距下降；而各运输方式中，铁路的平均运距基本不变，略有下降，公路和水运的凭据运输都有较大幅度的下降，即短途乘客比例增加，而航空旅客的平均运距大幅增加，这与民航自身硬件及技术的发展有较大关系。

1997年至2007年间，我国铁路进行了六次大面积

提速，从平均时速 48.1km/h 提升至 70.18km/h，增幅 1.46 倍，而与此同时铁路的提速增加了中、长途出行者的吸引力，并没有对短途出行者的客源部分造成冲击，实际上这部分基本由道路客运分担了。由道路客运的运量份额增加而运距变短也可以证明这点。

表 1 客运量和客运周转量的同期增幅对比（%）

| 项目 | 合计 | 铁路 | 公路 | 水运 | 民航 |
|---|---|---|---|---|---|
| 客运量 | 2.08 | 2.34 | 2.11 | 0.41 | 3.18 |
| 周转量 | 1.82 | 2.31 | 1.75 | 0.13 | 8.61 |

### 1.3 道路客运的发展

美、日、欧等发达国家和地区的发展经验表明，客运出行需求在经济起飞向成熟的推进阶段（通常认为人均 GDP1000～4000 美元阶段[1]）将持续高速增长。2009 年湖北省人均 GDP 3000 美元，即使 2010 年达到 4000 美元，这么快速的增长惯性将使这一发展趋势延续一段相对较长的时期，对比国外发达国家的人均小汽车拥有量以及高等级公路网密度，单从道路客运发展而言我省还有很大的发展空间。

此外，2007 年 4 月，交通部公布了《国家公路运输枢纽布局规划》，湖北省有 7 个城市纳入其中，分布见图 2 所示。




图 2 湖北省国家公路运输枢纽城市分布

由图中可知，国家规划的枢纽城市基本均匀覆盖了湖北省全境，与湖北省骨架公路网契合较好。这为远期道路客运的均衡发展奠定了战略基础。

综上，湖北省道路客运交通发展趋势的几点基本结论为：在全社会客运量所占比重中，道路客运仍然占绝对优势，但增幅已经落后于铁路和航空；道路客运的平均运距呈下降趋势，短途客运优势进一步彰显，中长途客运市场面临严峻挑战；客运交通发展市场仍将持续升温，且短途出行将占据较大比重，道路客运仍大有可为，且湖北省远期道路客运发展具有良好的战略基础。

## 2 客运出行总量预测

交通出行与国民经济发展水平、交通设施、运输工具以及收入水平有密切的相关性，因此，湖北省客运需求总量预测综合考虑这些影响因素[4]，采用多元回归法、时间序列趋势外推等方法进行预测。表 2 汇总了湖北省的部分历史数据，采用数理分析软件 SPSS 进行预测模型的标定及检验。

表2 湖北省部分发展历史数据汇总

| 年份 | GDP（亿元） | 固定资产投资（亿元） | 人均可支配收入（元） | 营运客车（辆） | 客运量（万人） | 客运周转量（亿人公里） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1991 | 828.1 | 115.96 | —— | 5696 | 44355.4 | 296.3 |
| 1992 | 996.5 | 131.18 | 1874 | 10313 | 48549.5 | 334.3 |
| 1993 | 1295 | 348.83 | 1617 | —— | 48549.5 | 349.6 |
| 1994 | 1878.7 | 548.2 | —— | 12274 | 49514.6 | 359.4 |
| 1995 | 2391.4 | 796.4 | 4017 | 16741 | 52747 | 370.6 |
| 1996 | 2970.2 | 984.4 | 4350 | 19787 | 52475 | 374.7 |
| 1997 | 3450.2 | 1083.6 | 4673 | 24030 | 53715 | 410.6 |
| 1998 | 3704.2 | 1208.4 | 4826 | —— | 53849.1 | 437 |
| 1999 | 3858 | 1302.17 | 5213 | 31830 | 59658.1 | 448.1 |
| 2000 | 4276.3 | 1421.55 | 5525 | 35900 | 62990.4 | 497.3 |
| 2001 | 4662.3 | 1551.75 | 6042 | 54164 | 62664 | 573.2 |
| 2002 | 4975.6 | 1752.2 | 6789 | 55559 | 63032 | 631.7 |
| 2003 | 5395.9 | 1883.59 | 7322 | 61000 | 62880.4 | 617.7 |
| 2004 | 5897.7 | 2259.3 | 8023 | 62671 | 67122 | 704.2 |
| 2005 | 6484.5 | 2834.75 | 8786 | 64344 | 70497 | 801.6 |
| 2006 | 7497.2 | 3572.7 | 9803 | 66360 | 75440 | 847.4 |
| 2007 | 9150 | 4131.26 | 11485 | 68185 | 82374.3 | 947.7 |
| 2008 | 11330.4 | 5789 | 12253 | 69311 | 131066.6 | 903.9 |

进行自变量相关性检验发现，这些与交通出行密切相关的因素之间存在强相关性，因此，只能选择单一的自变量与因变量进行拟合，选择拟合好的因素进行模型标定，预测结果见表3[5]。

表3 不同模型得到的预测结果

| 客运量预测结果 单位：万人 | | | | 客运周转量预测结果 单位：亿人公里 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 模型 | 2012年 | 2015年 | 2020年 | 模型 | 2012年 | 2015年 | 2020年 |
| 回归模型 | 126656 | 168923 | 269517 | 回归模型 | 1263.6 | 1596.3 | 2372.5 |
| 灰色模型 | 147229 | 184545 | 268915 | 时间曲线 | 1316.9 | 1659.0 | 2438.2 |

其中，客运量的回归模型选取的是模型相关系数最高的固定资产，而客运周转量选取的是人均可支配收入。

因此，考虑社会经济发展及道路基础设施规划建设计划，综合得出湖北省2012年、2015年、2020年客运量分别为13.7亿人、17.7亿人和26.9亿人；考虑社会经济发展及客运周转量与客运量增长关系的经验，综合得出湖北省2012年、2015年、2020年客运周转量分别为1290亿人公里、1630亿人公里和2400亿人公里。

## 3 客运出行分布分析

### 3.1 出行总量空间分布

在出行总量的基础上，根据分担率划分得出各交通方式客运量[5]，结合湖北省各地市2008年的GDP及人口数据，预测出湖北省各地市未来年客运交通量的空间分布见表4，并用TranCAD软件进行期望线绘制，见图3。

表 4 湖北省地市远期（2020 年）客运量空间分布

| 城市 | 客运量（万人） | 城市 | 客运量（万人） | 城市 | 客运量（万人） | 城市 | 客运量（万人） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 武汉 | 43932 | 咸宁 | 6309 | 潜江 | 3198 | 荆州 | 12475 |
| 鄂州 | 3803 | 随州 | 5992 | 襄樊 | 15468 | 黄冈 | 13180 |
| 宜昌 | 13603 | 天门 | 3616 | 荆门 | 7987 | 恩施 | 6267 |
| 黄石 | 7639 | 孝感 | 10730 | 仙桃 | 3842 | 神农架 | 164 |
| 十堰 | 8168 | | | | | | |

将远期骨架路网放在远期客流期望线图上（见图 3），可以看出客流出行端和走向已很好的吻合，以城市为中心 100km 半径范围内几乎所有方向都与高速公路联通。



图 3 湖北省远期骨架路网与远期客流的适应性

### 3.2 出行单位运距运费分布

以武汉市为例。对武汉市现在正在运行 18 个客运站进行调查[5]，可以得到武汉汽车客运站的运营线路的运距平均票价见表 5。从表中数据可知，武汉道路客运的人*公里运价为 0.31 元左右，平均 100km 票价最低出现在 150km~200km 运距左右（这与其他城市的规律相符），从这个数据可以反推出目前武汉道路客运单从运距角度考虑，最具竞争力的运距是在 150km 左右。这个距离是所有地级市从中心出发可达周边市的距离。因此，相邻市际客运交通市场是道路出行方式的绝对优势领域。

表 5 武汉客运站运营线路运距平均票价

| 运距区间 | <100km | 200km | 300km | 500km | >500km |
|---|---|---|---|---|---|
| 平均票价（元） | 31.8 | 61.7 | 93.1 | 156.8 | 257 |
| 每百公里平均票价（元） | 31.8 | 30.9 | 31 | 31.4 | 32.1 |

### 3.3 客运线路分布

从客运等级与经营线路范围（省内、省外）来看，一级客运站的省内与省外线路比例大概在36%与64%，省际线路占主导地位；二级客运站的这个比例大概在65%与35%，与一级客运站相比基本倒置，省内市际线路占主导地位；三级及以下客运站基本是省内及市域内线路占绝对多数[5]。

### 3.4 优势运距覆盖空间分布

图 4 显示了湖北省除了国家公路运输枢纽城市外其他城市的 150km 半径覆盖范围，以及以武汉市为中心联接公路运输枢纽的客流走廊示意。可知，湖北省绝大部分地区基本在以公路枢纽为构架的道路运输优势运距覆盖范围内，西部除两个枢纽城市外的中间空白地区也可覆盖。

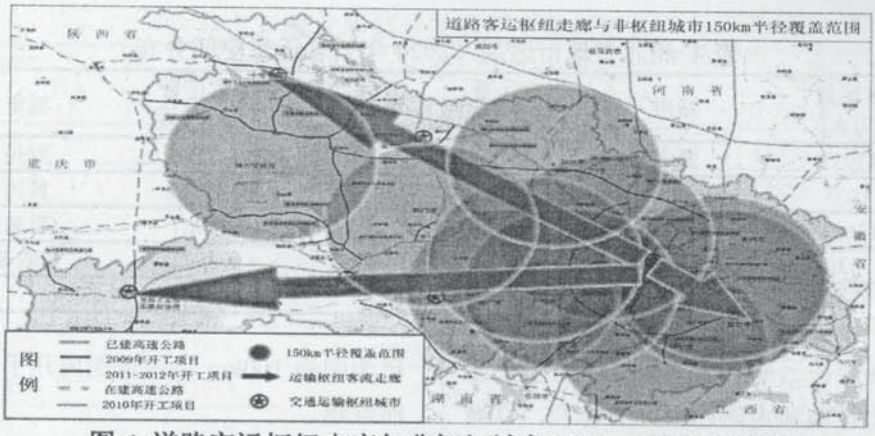



**图 4 道路客运枢纽走廊与非枢纽城市 150km 覆盖半径图**

综上，湖北省远期道路客运出行客流与骨架路网适应性良好；经济运距在 150km 左右，结合公路枢纽城市布局，湖北省道路客运在此运距下基本可以前覆盖；目前的客运经营重心和各级客运站的经营策略应据此进行调整。由于运输网络的完善对运输结构的定型产生决定性影响，也促使合理运距结构发生特征性转变[6]，因此，随着远期湖北省公路网路的完善，未来道路客运必将由“线型”服务转向“面型”服务。

## 4 基本结论与发展建议

（1）150km 运距范围内的客运市场应成为湖北省道路客运今后力争加强的战略方向，结合湖北省公路枢纽城市建设和湖北省骨架公路网的建设，将这一市场步步推进，形成网络，形成规模，打造绝对优势市场。同时，这也是应对铁路提速的需要，即抢占铁路转运不便的农村和新兴小城镇与铁路主枢纽之间的客运市场。

（2）充分发挥道路客运“短、平、快”、机动性强、班次密集、覆盖面广、排班加班简易灵活和“门到门”的运输优势，有针对性地应对铁路提速。尤其是节假日及重大事件（如春运、高校开学、重大赛事等）期间积极主动进行市场调节，弥补铁路和航空的不足；树立协作共赢的理念，利用道路客运组织灵活的特点，主动做好与铁路车次的衔接，在开班、收班时间安排以及与汽车站和火车站的衔接上考虑周全，方便旅客转乘或换乘。

（3）根据客运线路分布及单位运距分析，应积极开展城乡公交一体化建设，积极探索短途道路客运公交化运营的经验。可以首先在武汉推行城乡公交一体化，配合运输执法，从根本上抑制“合租车”、“黑面的”，积累经验，继而向全省推广。

（4）短途客运出行对客运站的可达性和便利性要求相对较高，应提高城市客运场站的交通可达性及内部和周边的交通组织。前者重点在大城市，后者重点在中小城市。

（5）加强宣传工作，充分留用多种媒体渠道进行道路客运品牌和经营策略调整方面的宣传，尤其是新兴的移动媒体、电话查询等。让出行旅客能够及时、准确地获得相关客运场站和线路信息。

## 参 考 文 献

[1] 樊桦. 我国客运需求增长与结构演变的发展趋势. 综合运输[J]，2010(5)：61-62

[2] 魏杰. 湖北省道路运输发展存在的主要问题及其对策. 武汉理工大学学报[J]，2007(5)，Vol. 29 No. 5：105-106

[3] 宋金鹏 魏立锋. 公路客运发展空间探析. 综合运输[J]，2008(4)：65-66

[4] 刘卫果 王苏男. 客运交通方式与体系的关系及其发展. 北方交通大学学报[J]，1998(6)，Vol. 22 No. 3：78-79

[5] 中国管理科学研究院武汉分院城市交通管理研究所. 湖北省新时期客运交通出行结构转变研究[R]. 2011. 3

[6] 王晓凯 黄伟宏 周广振等. 重庆公路客运发展策略研究. 交通标准化[J]，2009(5)：238

# 剑麻纤维沥青混凝土路面抗裂性能研究

何晓鸣[1] 吕金永[1] 毋刚[2]

1 武汉工业学院土木工程与建筑学院 2 省公路局科研所

**摘 要**：沥青路面结构的疲劳开裂是路面损坏的一种主要形式，严重影响了沥青路面的路用性能。沥青混合料具有典型的粘弹性，通过蠕变试验得到Burgers模型的粘弹性参数。借助断裂力学的有限元方法，模拟在动载作用下，普通沥青混凝土路面和掺有0.2%剑麻纤维的沥青混凝土路面的裂缝扩展行为.从结果中可以看出当掺入剑麻纤维之后沥青路面的抗疲劳开裂性能得到明显增强。

**关 键 词**：剑麻纤维 粘弹性 疲劳开裂

## 1 引言

沥青路面因为其舒适的行车性能而作为了当今主要的路面类型。但沥青路面在各种因素的作用下会发生各种损坏形式，严重影响了路面的使用性能。常见的沥青路面损坏形式有：疲劳开裂、车撤和低温开裂。为了减少这些损坏形式对车辆运输的影响，积极开展新的沥青混合料的研究也显得十分必要。根据国内外相关资料的调研，在沥青混合料中掺加各种纤维可以有效地改善沥青混合料的力学性能[1]。本文主要是对本研究团队的研发的剑麻纤维沥青混合料的抗疲劳性能进行研究，证明其抗裂性能优于普通的沥青混合料，根据前期的工作基础，当剑麻纤维的掺量为0.2%时，沥青混合料的物理力学达到最佳，所以本文的剑麻纤维的掺量统一为0.2%。沥青混合料本身是一种粘弹性的材料，在各种应力作用下，变形极其复杂，对温度和时间的依赖性很大。为了研究的方便，采用粘弹性材料的线性理论对沥青混合料进行研究，本文主要本文的研究方法是通过蠕变试验得到沥青混合料Burgers模型的粘弹性参数。然后建立了掺加剑麻纤维和普通的沥青混合料的路面结构模型，运用断裂力学理论并借助有限元的方法对沥青路面结构结构中的裂缝问题进行动态响应分析，探究裂缝的扩展情况，从而评价剑麻纤维沥青混合料的抗疲劳开裂的性能。

## 2 沥青混合料粘弹性研究

### 2.1 蠕变试验

本试验依照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ052-2000)的要求，用静压的方法制作了两组试件各3根，取三根试件破坏荷载的平均值作为其最终破坏荷载，以破坏荷载的10%作为弯曲蠕变试验的荷载。普通的沥青混合料试件和得到普通AC-13沥青混合料与掺有0.2%剑麻纤维的AC-13沥青混合料试件的弯曲柔度模量。其中试验的温度是15℃，加载速率是50mm/ min，加载时间为2h。

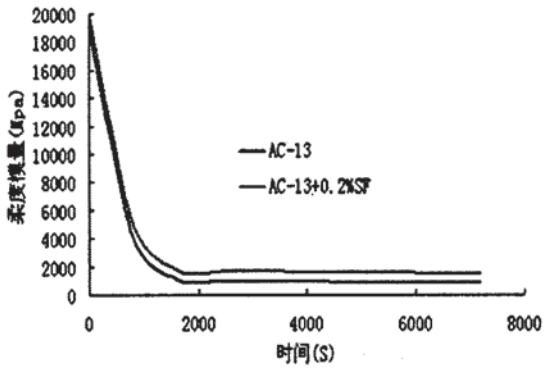



**图1 15℃时沥青混合料蠕变柔度模量**

**Fig.1 Creep compliance modulus of asphalt mixture at 15℃**

### 2.2 Burgers模型参数研究

沥青混凝土的粘弹性力学模型表征了沥青混凝土的应力-应变-时间关系。本文用著名的Burgers模型[2]，代表普通AC-13沥青混合料和掺有0.2%剑麻纤维的AC-13沥青混合料的力学模型。

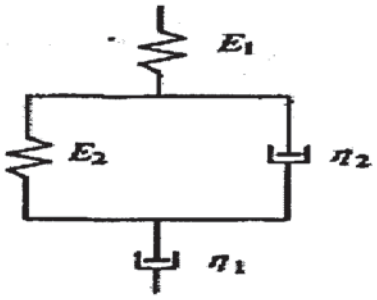



图 2 Burgers 模型

**Fig.2 Burgers Model**

Burgers 模型的微分方程可以表示为[2]：

$$\eta_1\dot{\varepsilon}+\frac{\eta_1\eta_2}{E_2}\ddot{\varepsilon}=\sigma+(\frac{\eta_1}{E_1}+\frac{\eta_1+\eta_2}{E_2})\dot{\sigma}+\frac{\eta_1\eta_2}{E_1E_2}\ddot{\sigma} \quad (1)$$

式中，$\eta_1$、$\eta_2$、$E_1$、$E_2$为表征材料粘弹性的参数，可由蠕变试验得到。

表 1 Burgers 模型的粘弹性参数

**Table 1 Viscoelastic parameters of Burgers Model**

| 纤维掺量 /% | $E_1$ ($X10^3$MPa) | $\eta_1$ ($X10^7$ Mpa·S) | $E_2$ ($X10^3$MPa) | $\eta_2$ ($X10^7$ Mpa·S) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 25.61 | 7.33 | 14.68 | 8.35 |
| 0.2 | 32.53 | 9.17 | 17.04 | 9.36 |

## 3 断裂力学理论及有限元方法

### 3.1 断裂力学理论

断裂力学是为了确定出应力强度因子 K 或 J 积分及裂纹面张开的最大位移△，进而确定裂纹尖端的应力应变场[3]。 本文采用应力强度因子来评价裂缝尖端的力学性能。应力强度因子控制的裂缝尖端的应力场和位移场可统一为[3]：

$$\sigma_{ij}=\frac{K}{\sqrt{2\pi r}}f_{ij}(\theta) \quad (2)$$

$$u_i=K\sqrt{\frac{r}{\pi}}g_i(\theta) \quad (3)$$

从上面的公式可以看出，只要裂缝存在，即使外荷载很小，裂缝尖端处的应力总是趋于无限大的。在裂缝尖端处（$r$=0），应力为无限大，即应力在裂缝尖端出现奇异点，应力场具有$1/\sqrt{r}$奇异性。经过几十年对应力强度因子求解方法的研究，目前常用的应力强度因子求解方法主要有[4]：查阅手册法、格林公式法、有限元法和权函数法。

### 3.2 断裂力学的有限元方法

随着计算机技术和数值计算方法的发展，有限元方法在断裂力学领域内广泛应用。目前通常用平面八节点奇异单元（如图 3）来解决裂缝尖端附近的应力、应变和位移场。用有限元方法可以推导出 1-3 边方向具有$1/\sqrt{r}$次奇异性，但是在单元节点 1 的扩散线上不符合$1/\sqrt{r}$次应变奇异性[3]。这一状态可通过令 8 节点等参单元的边 1-3、边 1-7 长度为零，即节点 1、7、8 三节点重合，成为一三角形单元去消除（如图 4），同样能证明应变分量$\varepsilon_x$具有$1/\sqrt{r}$次奇异性，径向应变$\varepsilon_r$在从节点 1 扩散的所有方上具有$1/\sqrt{r}$次奇异性[3]。

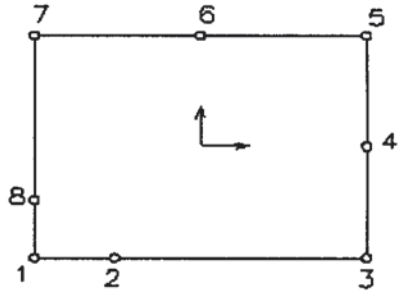



图 3 平面八节点奇异单元

**Fig.3 Plane 8 nodes singular element**

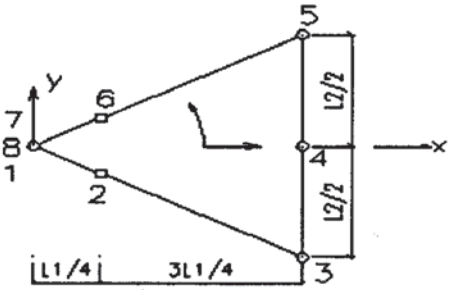



图 4 三角形八节点奇异单元

**Fig.4 Triangle 8 nodes singual element**

## 4 数值模型建立与计算

### 4.1 路面结构的计算模型

建立掺加剑麻纤维和普通的沥青混合料的半刚性路面结构及其加载下模型，而且在下面层沥青稳定碎石层底面已有一条长 3.0cm 的垂直裂缝（如图 3）。

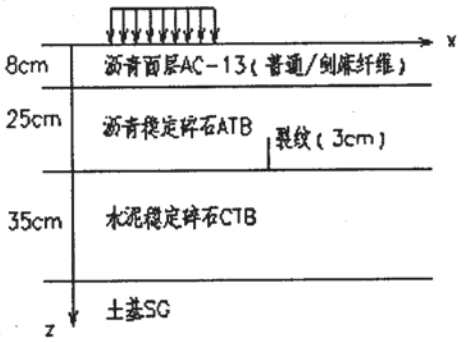



图 5 路面结构模型

Fig 5. Pavement structure model

### 4.2 路面车载的模拟

在车辆动荷载下，路面所受荷载基本为非对称荷载情况。非对称荷载为Ⅰ型（张开型）和Ⅱ型（剪切型）裂纹综合作用。在非对称荷载作用下，应力强度因子（$K_{IC}$）可以按照最大周向正应力理论的基本方程[5]：

$$K_{IC}=\frac{1}{2}\left[K_I(1+\cos\theta_0)-3K_{II}\sin\theta_0\right]\cos\frac{\theta_0}{2} \quad (4)$$

为模拟车载驶近和驶离裂纹的过程，采用半正弦动荷载[1]：

$$p(t)=0.11737\times\sin(10\pi t)\times10^6,\ 0\le t\le 0.1s \quad (5)$$

### 4.3 数值计算

本文利用 ABAQUS 有限元软件进行数值计算，ABAQUS 有限元软件对材料的非线性计算性能十分强大，计算结果能满足一般科学计算要求。

采用 ABAQUS 有限元软件对沥青混凝土的粘弹性和移动车载进行模拟，对 0~0.1S 中各时刻的裂缝尖端的应力强度因子进行计算，计算结果如下表所。

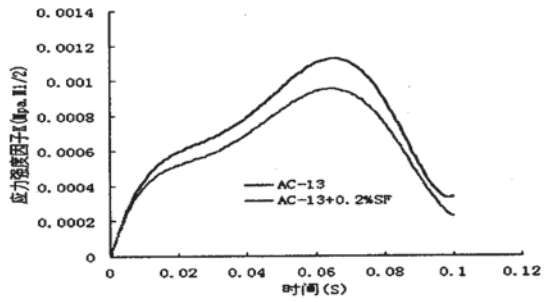



图 6 应力强度因子

Fig 6. Stress intensity factor

从图中可以反映出掺有剑麻纤维的沥青混合料的裂缝的应力强度因子在各时刻都小于普通沥青混合料，也就说明了掺入剑麻纤维之后，沥青混合料的抗疲劳开裂性能得到了提高。

## 5 适用条件及局限性

从理论和试验结果表明，剑麻纤维沥青混合料的路用性能较好，可以运用于各等级公路上面层的新建与养护，尤其是在重载交通的作用下路面中，其增强效果更加凸显。

由于剑麻纤维本身作为植物纤维，在酸性或碱性环境中容易发生化学作用而使增强效果减弱，因此剑麻纤维沥青混合料在运用于腐蚀性较强的环境中时，应对剑麻纤维进行改良工作，保持其原有的特性。

## 6 结论

本文基于沥青混合料的粘弹性性能，借助蠕变试验得到力学模型的参数。再利用断裂力学有限元模拟方法对普通和掺有剑麻纤维的路面结构中的裂缝行为进行计算，从结果中可以发现当掺入剑麻纤维之后，裂缝尖端的应力强度因子减小了，说明了剑麻纤维可以有效提高沥青混合料的抗裂性能。而且适用性较好，对推广应用具有一定价值。

## 参 考 文 献

[1] 周志刚. 交通荷载下沥青类路面疲劳损伤开裂研究[D]. 中南大学. 2003.

[2] 侯金成. 纤维沥青混凝土粘弹性能研究[D]. 大连海事大学. 2007.

[3] 毛成, 邱延峻. 沥青混凝土复合型裂纹扩展行为数值模拟[J]. 公路交通科技, 2006 (10): 0020-05.

[4] 赵磊, 樊统江, 何兆益等. 荷载作用下半刚性基层沥青路面开裂原因分析[J]. 重庆交通大学学报, 2009 (01): 0049-05.

[5] 元松, 张起森. 基于 FWD 的水泥混凝土路面脱空与传荷作用机理动力有限元分析[J]. 公路工程, 2007 (06): 0070

# 宜城至保康高速公路工程环境影响分析及其对策

董健　何军红　任亚

湖北省交通规划设计院

**摘　要**：宜城至保康高速公路是湖北麻城至竹溪高速公路之中的一段，本项目建设对加快鄂西生态文化旅游建设，促进沿线自然资源开发和社会经济发展具有重要作用。由于工程区衔接武当山、神农架和古隆中等著名景区，公路建设对环境的要求特别严格，本文从沿线环境特征入手，对公路建设的环境影响进行了深入分析，并提出了相应的对策。

**关键词**：宜保高速公路　环境特征　影响分析　对策

## 1　项目概况

湖北麻城至竹溪高速公路是横贯湖北省中北部的一条东西向省际通道，东起与安徽省相临的麻城市长岭关，西至与陕西省相接的竹溪县关垭子，连接了麻城、红安、大悟、广水、随州、宜城、南漳、保康、房县、竹山、竹溪等地，全长 665 公里，是湖北省高速公路网体系中的重要组成；同时还将成为连接我省东、西部地区的一条重要的省际公路通道。

宜城至保康高速公路是湖北麻城至竹溪高速公路之中的一段，主线公路起点位于宜城市小河镇（与襄荆高速公路交叉）终点位于保康县西北的寺坪镇（与谷城至竹溪高速交叉）路线全长 114.9 公里，其中：宜城市境内里程 11.6 公里，南漳县境内 53.6 公里，保康线境内 49.7 公里，设计速度宜城至南漳互通为 100 公里/小时，路基宽 26.0 米，南漳互通至终点设计速度为 80 公里/小时，路基宽 24.5 米，主要工程包括特大桥 6 座、大桥 59 座，特长隧道 2 座，长隧道 9 座，中、短隧道 17 座，互通式立交 7 处，桥隧比达 55.05%，平均每公里造价 8880 万元。

本项目所在区域是构建鄂西生态文化旅游区的重要版块，也是我省“一江两山”（长江、神农架、武当山）旅游区规划的核心区域，旅游资源十分丰富，举世闻名的神农架森林公园位于本项目西南侧，享誉海内外的武当山位于本项目西北侧，距离均不足百公里。另外，本项目周边，东北有襄樊古隆中、随州大洪山，西有十八里长岭竹溪楚长城、保康野花谷等等。由于本项目位于湖北省西北部山区，自然资源丰富，但由于交通原因长期制约了本地区的经济和社会发展，沿线区域人均 GDP 不足全省平均数的二分之一，因此本项目的实施，对加快鄂西生态文化旅游圈的建设，促进沿线自然资源开发和社会经济发展将具有重要的作用。

## 2　沿线环境特征

### 2.1 生态环境

#### 2.1.1 概况

拟建公路位于襄樊市宜城市、南漳县、保康县境内，呈东西走向，主线从东至西依次经过宜城市小河镇、南漳县九集镇、城关镇、李庙镇、长坪镇、保康县黄堡镇、城关镇和寺坪镇，长约 114.9 公里。

起点至 K25 段属于垄岗区，该段区域地势相对平整，沿线地区农业生产开发历史久远，由于受到人为活动的强烈干扰，除局部地区有少量的马尾松人工林外，植被主要为农作物植被和意杨林。K25 至终点段路线布设在低山丘陵区和中低山区之间，沿线山体坡度较陡，植被覆盖率较高，植被类型以农作物植被、马尾松人工林以及马尾松+栓皮栎混交林为主。

#### 2.1.2 土壤

本项目路线经过区域宜城市土壤类型以黄棕壤、潮土、石灰土、紫色土和水稻土，南漳县土壤类型主要有黄棕壤、红壤和山地黄棕壤，保康县土壤类型主要有黄棕壤、山地黄棕壤、石灰土、紫色土、潮土和水稻土。

#### 2.1.3 植物资源

评价区植被位于中国亚热带常绿阔叶林区域，东部常绿阔叶林亚区，北亚热带常绿、落叶阔叶林混交

林地带，鄂西北山地丘陵青冈、落叶栎类、华山松、巴山冷杉林区。由于长期以来，人类活动不断的破坏殆尽，目前只残存少量的次生常绿、落叶阔叶林，还有部分人工针叶林、竹林，亚热带灌草丛分布广泛，河谷两侧以及山体较为浑圆的地区基本上已经开垦为农田，农林植被以玉米、水稻、小麦、大豆、红薯、马铃薯等，经果林主要为柑桔、茶树、核桃等。

项目区植被属于亚热带常绿阔叶林区，东部（湿润）常绿阔叶林亚区，北亚热带常绿、落叶阔叶林混交林地带，鄂西北山地丘陵栎类、巴山松、华山松植被区。公路沿线植物资源丰富，襄樊市森林覆盖率为40.18%，有种子植物162科778属1605种，包括国家Ⅰ级重点保护野生植物红豆杉、银杏、珙桐、秃杉、钟萼木、苏铁、水杉和南方红豆杉等，国家II级重点保护野生植物秦岭冷杉、大果青扦、蓖子三尖杉、厚朴、鹅掌楸、香果树和香樟等；南漳县森林覆盖率为64.6%，植被主要有落叶阔叶、常绿针叶混交林，植物有国家Ⅰ级重点保护野生植物红豆杉、银杏和南方红豆杉等，国家II级重点保护野生植物大果青扦、蓖子三尖杉、金荞麦、野大豆、红豆树、鹅掌楸、厚朴、凹叶厚朴、香果树、榉树、喜树、樟树、闽楠、红椿和桢楠等；保康县森林覆盖率为64.7%，植被主要有常绿、落叶阔叶混交林，木本植物有109科305属1018种，包括国家Ⅰ级重点保护野生植物红豆杉、银杏和南方红豆杉等，国家II级重点保护野生植物连香树、香果树、厚朴、闽楠、楠木、鹅掌楸、峨眉含笑、大果青扦、长叶榧树和水青树等。

根据现场踏勘调查，拟建公路K27+120北侧约100m处有1株柏木，树龄约为200年。K50+500左侧80m处有1株枫杨，树龄约为300年。K69+600右侧80m处有2株榔榆和1株桦树，其中2株榔榆树龄分别约为600年、400年，桦树树龄约为300年。K106+360线位上有1株榔榆，树龄约为200年。K105+530右侧40m处有1株银杏，树龄约为150年。

2.1.4 陆生野生脊椎动物资源

襄樊市有陆生野生脊椎动物268种，包括兽类、鸟类、两栖和爬行类，其中兽类有60种，鸟类有151种，两栖类有23种，爬行类有34种。国家重点保护陆生野生脊椎动物中有国家Ⅰ级重点保护野生动物豹、梅花鹿、林麝、白鹳、中华秋沙鸭和金雕等，国家Ⅱ级重点保护野生动物马鹿、猕猴、黑熊和红腹锦鸡等；南漳县有野生脊椎动物包括兽类、鸟类、两栖和爬行类，其中国家重点保护陆生野生脊椎动物中有国家Ⅰ级重点保护野生动物豹、云豹、林麝和金雕等，国家Ⅱ级重点保护野生动物小灵猫、黑熊和大鲵等；保康县有陆生野生脊椎动物84种，包括兽类、鸟类、两栖和爬行类，其中兽类有29种，鸟类有40种，两栖类有6种，爬行类有9种。国家重点保护陆生野生脊椎动物中有国家Ⅰ级重点保护野生动物林麝和白颈长尾雉等，国家Ⅱ级重点保护野生动物小灵猫、黑熊和大鲵等。

2.1.5 水土流失

本项目沿线经过襄樊市宜城市、南漳县和保康县境内，根据2000年湖北省人民政府颁布的鄂政[2000]47号文件《省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》，项目经过的区域均属于湖北省水土流失重点治理区，2005年沿线地区年平均土壤侵蚀模数为3015t/km2·a。

根据《湖北省水土保持公告（2006年）》，项目经过区域襄城区、南漳县和保康县土壤侵蚀情况见表1。

**表1 项目区域土壤侵蚀面积统计** **单位：km2**

| | 国土面积 | 无明显侵蚀 | 轻度以上侵蚀 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 小计 | 轻度 | 中度 | 强度 | 极强度 | 剧烈 |
| 宜城市 | 2118.83 | 1230.17 | 888.66 | 314.17 | 289.51 | 284.21 | 0.73 | 0.04 |
| 南漳县 | 3860.12 | 2436.70 | 1423.42 | 886.99 | 419.79 | 93.18 | 18.35 | 5.11 |
| 保康县 | 3234.08 | 1984.13 | 1249.95 | 338.45 | 619.54 | 147.51 | 106.33 | 38.12 |

**2.2 社会环境**

2.2.1 社会环境一般情况

本项目路线经过区域为襄樊市管辖的宜城市、南漳县和保康县。

宜城市位于湖北省中部偏北、汉江中游，地跨东经111°57’—112°45’、北纬31°26’—31°54’，

隶属历史文化名城和中国魅力城市—襄樊市，位于江汉平原北端。东界枣阳、随州，南接钟祥、荆门，西邻南漳，北抵襄阳。东距省会武汉 332 公里，境内东西长 76 公里，南北宽 53 公里，国土总面积 2119 平方公里。现辖八个镇（小河镇、雷河镇、郑集镇、孔湾镇、刘猴镇、王集镇、板桥店镇、流水镇）、两个街道办事处（鄢城街道办事处、南营街道办事处）、一个工业园区（雷河-大雁工业园区）和一个省级经济开发区（宜城经济技术开发区）。辖区总人口 56 万，其中市区人口 15 万。

南漳县位于鄂西北，汉水以南，荆山山脉以东，地理坐标为东经 111° 26′ ～112° 9′ ，北纬 31° 13′ ～32° 01′ ，国土面积 3859 平方公里。东临荆州武汉，西连神农架，南接宜昌三峡，北依襄樊南阳；地处江汉平原的北缘，南阳盆地的南缘，秦巴山系的东缘。现辖城关镇、武镇、九集镇、肖堰镇、东巩镇、巡检镇、板桥镇、薛坪镇、长坪镇、李庙镇和清河镇共 11 个镇，31 个居委会、265 个村委会，总人口为 58.72 万（2008 年南漳县国民经济统计年鉴）。

保康县位于长江上游二级支流沮河的源头，襄樊市西南部，地理坐标为东经 111° 31′ ～111° 45′ ，北纬 31° 21′ ～32° 06′ ，国土面积 3234 平方公里。东与南漳，南与远安、宜昌、兴山，西与神农架林区、房县，北与谷城接壤。现辖城关镇、黄堡镇、后坪镇、龙坪镇、马良镇、店垭镇、歇马镇、马桥镇、寺坪镇、过渡湾镇和两峪乡共 11 个乡镇，13 个社区，257 个村，总人口为 28.70 万(2008 年保康县国民经济统计年鉴)。

2.2.2 文化资源概况

项目所在区域为襄樊市管辖的宜城市、南漳县和保康县。

宜城是楚辞、楚歌产生、发展、传播的主要区域。境内文化遗址甚多，有楚皇城、百里长渠、宋玉墓、唐隐士庞蕴居洞、马良墓等。宜城市境内有文物点一百多处，其中革命遗址 14 处、古遗址 27 处、古墓葬 32 处、古建筑 4 处，县级重点文物 37 处。

南漳县境内有国家 3A 级景区 1 个，A 级景区 1 个，建有水镜庄、水镜湖、香水河、七里山、鱼泉河、龙王峡、金牛洞、春秋寨等八大品牌景区和南漳水镜湖省级地质公园，其中水镜庄、水镜湖、七里山为国家级风景名胜区。

保康县境内有汤池峡温泉、五道峡风景区、官山森林公园度假村和野花谷风景区，上述旅游资源成为全县旅游业的发展龙头。

**2.3 沿线环境功能区划**

拟建项目位于鄂西北地区，根据襄樊市、宜城市、南漳县、保康县十一五环境功能区划及《湖北省地表水环境功能区划》，项目沿线主要环境功能区划如下：

1）地表水：主要涉及清凉河、白洛河、三道河水库、岘峪河（蛮河上游支流）、清溪河、南河等河流或水库。其中三道河水库为南漳县城镇饮用水水源地一级保护区，根据调查，南漳县城三道河水库取水口位于水库大坝上游，取水量为 1.5 万立方米/天，为县城居民提供用水，整个库区范围为饮用水水源地一级保护区。工程设计在路线走廊选择中对三道河水库进行了避让，线位走向避开了水库主体，路线跨越处位于三道河水库上游部分支流，均不在水源保护范围内。

南漳县境内跨越河流包括清凉河、白洛河、三道河水库上游支流岘峪河；保康县境内跨越的河流包括清溪河和南河，其中南河和蛮河主要适用功能为集中式生活饮用水水源地二级保护区、一般鱼类保护，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，其它河流未制定相应的水环境功能类别。

2）环境空气：执行二类环境空气质量功能区的质量标准。

3）噪声：项目沿线经过农村地区和南漳县、保康县城区外缘，均未制定声环境功能区划。

## 3 环境影响因素识别与分析

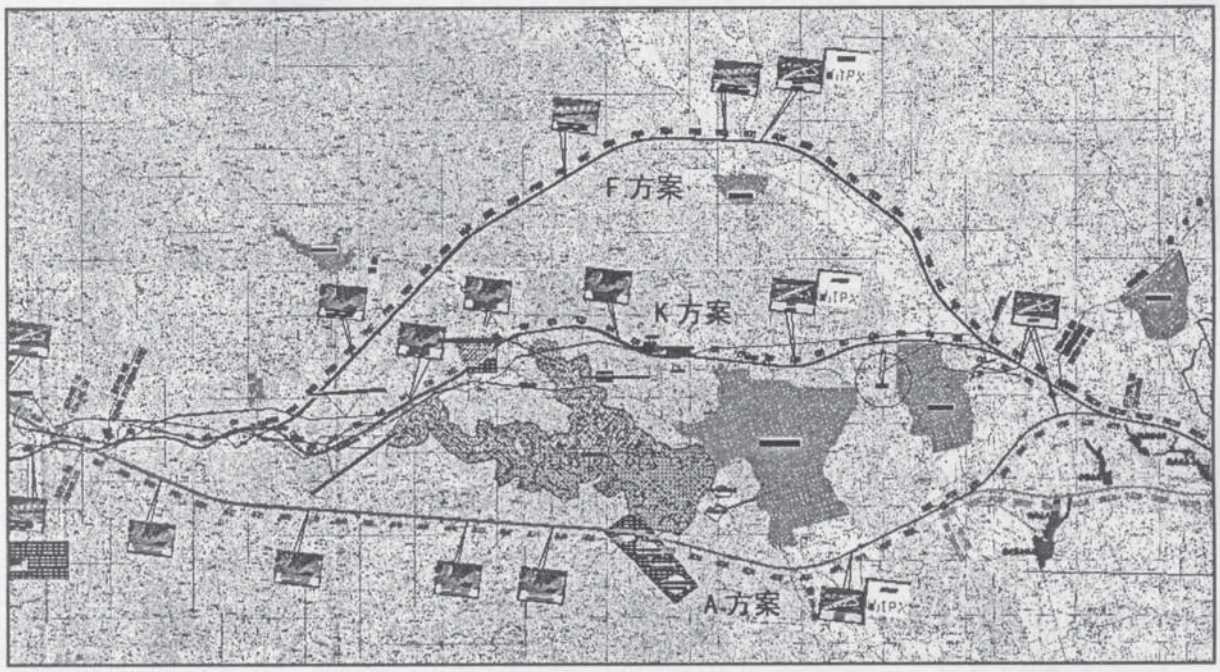
高速公路工程对环境的影响与工程所处阶段紧密相关，不同的工程行为对环境各要素的影响也不同，以下分方案论证期及施工期和营运期分别对工程建设可能带来的环境影响进行分析。

**3.1 路线方案对环境的影响分析**

本阶段围绕三道河水库南北两侧共设有 K 方案、K+F+K 方案和 K+A+K 方案等三个大的路线走廊。（见下图）

K、K+F+K 两方案对环境的影响比较见表 2。因两个方案存在一定数量的共线段，其环境影响相同，因此针对两个方案的环境比选主要集中在非共线路段。即 K18+739.2-K52+130.000 和 FK15+903.838-FK52+636.666 段环境比选，结果见表 2。

麻城至竹溪高速公路宜城至保康段




路线总体方案示意图

表2　K线方案和K+F+K方案环境影响比较表

| 序号 | 比较方面 | | K方案 | K+F+K方案 | 推荐 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 生态环境 | | K方案里程略短于K+F+K方案，占地面积、土石方数量略小于F+K方案，水土流失程度略小。从占地类型和数量分析，两个方案大体相当，对农业、植被和动物的影响基本相当。 | K+F+K方案里程略长于K方案，占地面积、土石方数量稍大，水土流失程度略大；两个方案大体相当，对农业、植被和动物的影响基本相当。 | 相当 |
| 2 | 声环境 | | 以乡村居民为主，公路两侧声环境敏感点数量约36个，公路施工和营运期噪声影响相对较小。 | 以乡村居民为主，公路两侧声环境敏感点数量约42个，公路施工和营运期噪声影响相对较大。 | K |
| 3 | 地表水环境 | | 桥梁形式跨越白洛河、清凉河和三道河水库上游支流岊峪河，但避让水库主体，不涉及南漳县及其它乡镇饮用水源地。 | 桥梁形式跨越白洛河和清凉河及三道河水库上游支流岊峪河，避让三道河水库，且距离较远。 | 相当 |
| 4 | 社会环境 | 拆迁建筑物 | 拆迁量相当 | 拆迁量相当 | 相当 |
| | | 永久占地 | 路线里程短，占地数量少1651亩 | 路线里程长，占地略多 | K |
| | | 社区发展和地方政府意见 | 距离南漳县城较近，有利于地方经济发展，地方政府赞同。 | 距离南漳县城较远，不利于带动地方经济发展，地方政府反对。 | K |

从上表可以看出，K方案和K+F+K方案在生态、水环境方面影响大体相当，对环境的影响基本相似，但从声环境和社会环境角度比较，K线方案略占优势，因此从环保角度比较推荐K线方案。

K和K+A+K两方案对环境的影响比较见表3。因两个方案存在一定数量的共线段，其环境影响相同，因此针对两个方案的环境比选主要集中在非共线路段即YK129+600-K56+009.112和AK17+603.553-AK57+741.443段环境比选，结果见表3。

表3 K线方案和K+A+K方案环境影响比较表

| 序号 | 比较方面 | | K方案 | K+A+K方案 | 推荐 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 生态环境 | | K方案里程略短于K+A+K方案，占地面积、土石方数量略小于A+K方案，且该方案10座隧道总长约14.848km，较A方案短，因此隧道施工影响略小，总的水土流失程度小。从占地类型和数量分析，两个方案大体相当，对农业、植被和动物的影响基本相当。 | K+A+K方案里程略短于K方案，占地面积、土石方数量稍大，虽然隧道数量和K线方案相当，但长度较长，约19.778km，隧道施工影响较大，总体水土流失程度略大；两个方案大体相当，对农业、植被和动物的影响基本相当。 | 相当 |
| 2 | 声环境 | | 以乡村居民为主，公路两侧声环境敏感点数量约36个，公路施工和营运期噪声影响相对较大。 | 以乡村居民为主，公路两侧声环境敏感点数量约30个，公路施工和营运期噪声影响相对较小。 | A |
| 3 | 地表水环境 | | 桥梁形式跨越白洛河、清凉河和三道河水库上游支流岔峪河，但避让水库主体，不涉及南漳县及其它乡镇饮用水源地。水环境影响略大。 | 桥梁形式跨越蛮河和清凉河，避让三道河水库及上游支流，距离南漳饮用水源地三道河水库较远，水环境影响小。 | A |
| 4 | 社会环境 | 拆迁量 | 拆迁数量少89982平方米，社会干扰小 | 拆迁数量大，社会干扰大 | K |
| | | 永久占地 | 占地数量多1403亩 | 占地少 | A |
| | | 社区发展和地方政府意见 | 距离南漳县城较近，有利于地方经济发展，地方政府赞同。 | 距离南漳县城略远，不利于带动地方经济发展，地方政府反对。 | K |

从上表可以看出，K方案和K+A+K方案从环境角度比较，K线方案在生态、社会环境方案略优，但在声环境和水环境方面稍差。从环境保护角度考虑两个方案各有优缺点。

### 3.2 施工期对环境的影响分析

施工期将进行大型桥梁、立交建设，隧道开挖，沿线设置施工便道、施工场地、施工营地等，设置一定数量的取、弃土场。由此将占用一定数量土地，加大水土流失强度、产生施工噪声、影响桥梁所在河流水质，并产生扬尘和沥青烟气，隧道开挖还将产生施工废水。具体参见表4。

表4 施工期主要环境影响因素识别

| 环境要素 | | 环境影响因素识别与分析 | 影响性质 |
|---|---|---|---|
| 生态环境 | 永久占地 | ①本项目沿线以山岭重丘为主，南漳、保康境内植被良好，动植物资源丰富，工程永久占地将减少林地数量和植被生物量，动植物生存环境受到负面影响；②本项目永久占用耕地，减少了当地的耕地总量或基本农田数量，对当地农业生产有一定影响。 | 长期、不利、明显、不可逆 |
| | 临时占地 | 项目施工时间长，施工营地、施工便道、施工场地等临时占地将占用林地，农田，造成生态环境破坏及耕地、林地等土地资源的损失。 | 短期、不利、明显、可逆 |
| | 施工活动 | ①公路的施工管理不当，将破坏征地范围外的植被和耕地，对当地的森林和农业生态造成影响；②公路施工活动对沿线野生动物造成惊扰，迫使动物离开项目沿线，两栖动物和爬行动物受影响相对较大；③拟建项目处于水土流失重点治理区，施工过程中在开挖山体、弃渣时易造成地表植被受损，如防护不当则易引发水土流失强度大幅增加，同时增加竣工后的恢复难度。 | 短期、不利、明显、可逆 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 声环境 | ①高速公路施工中施工机械较多，施工机械噪声，将对周围声环境产生一定影响；②拟建项目需要筑路材料将通过现有省道、县道等进行运输，运输车辆交通噪声将影响沿线声环境质量；③拟建项目隧道施工中的爆破作业属突发性高强度噪声，对声环境影响较大。 | | 短期、不利、明显、可逆 |
| 环境空气 | ①粉状物料的装卸、运输、堆放、拌合过程中有粉尘散逸到周围大气中；②施工运输车辆在施工便道上行驶导致的扬尘；③隧道开挖过程中产生大量粉尘散逸到周围大气中；④沥青搅拌及铺设过程中产生的沥青烟气中含有 THC、TSP 及苯等有毒有害物质。 | | 短期、不利、明显、可逆 |
| 地表水环境 | ①大桥建设施工工艺不当或施工管理不强，产生的施工泥渣、机械漏油、泥浆、施工物料和化学品受雨水冲刷入河等情况将影响水质；②隧道施工过程中钻爆施工、冷却钻头、水幕除尘等操作将带来一定数量的施工废水，如不处理直接排放进入水体将影响水质；③施工营地的生活污水、施工现场砂石材料的废水如不处理直接排放进入水体将影响水质。 | | 短期、不利、较轻、可逆<br>短期、不利、轻微、可逆 |
| 社会环境 | 征地拆迁 | 被征地拆迁居民的生活和生产一般会受到一定程度的干扰，如果安置不当还会造成其生活质量下降，并长期受到影响； | 短期、不利、明显、可逆 |
| | 居民出行 | 施工造成沿线群众的出行不便并有可能带来安全隐患； | |

### 3.3 营运期对环境的影响分析

营运期已经建成通车，此时公路临时用地正逐步恢复，公路边坡已经得到良好的防护，道路绿化系统已经建成。因此，交通噪声将成为营运期最主要的环境影响因素，此外，公路辅助设施产生的水污染物也不容忽视，具体工程影响识别见表 5。

**表 5　营运期主要环境影响因素识别**

| 环境要素 | | 环境影响因素识别与分析 | 影响性质 |
|---|---|---|---|
| 生态环境 | | ①全封闭的高速公路将对陆生野生动物的活动区间产生限制作用；②公路运营后，交通噪声将破坏附近动物的原有生境；③夜间行车灯光对林间野生动物产生错误的诱导作用。 | 长期、不利、明显、不可逆 |
| 声环境 | | 交通噪声：在公路上行驶的机动车辆噪声源为非稳态源。高速公路营运后，车辆的发动机、冷却系统、传动系统等部件均会产生噪声，另外，行驶中引起的气流湍动、排气系统、轮胎与路面的摩擦等也会产生噪声。交通噪声对将对沿线的学校和村庄等敏感点的声环境造成影响。 | 长期、不利、明显、不可逆 |
| 环境空气 | | ①汽车尾气中废气的排放对沿线空气质量造成影响；②隧道洞口废气排放对周围环境敏感点造成影响；③营运车辆路面扬尘对环境造成影响；④服务区、养护工区等辅助设施如设置锅炉，则有锅炉废气可能影响大气环境。 | 长期、不利、轻微、不可逆 |
| 地表水环境 | | ①服务区、管理处和收费站等辅助设施的生活污水和洗车废水排放会影响受纳水体水质；②降雨冲刷路面产生的道路径流排入河流造成水体污染； | 长期、不利、较轻、不可逆 |
| | | 装载危险品的车辆因交通事故泄漏、滴漏或翻入河流后产生严重的水污染，但事故概率很低。 | 长期、不利、严重、小概率 |
| 社会环境 | 公路阻隔 | 高速公路全封闭的性质，可能由于通道设置不足对沿线群众产生阻隔影响。 | 长期、不利、较轻、不可逆 |
| | 城镇规划 | 项目距离沿线南漳县九集镇、南漳县城区、宝康县黄堡镇、寺坪镇、保康县城等城镇规划区较近，可能对城镇发展产生一定影响。 | 长期、不利、较轻、不可逆 |

## 4 减缓工程环境影响的对策

减缓工程建设对周围环境产生的不良影响，将从路线设计阶段开始，到公路施工阶段和公路运营期，采取相应的措施，做到防治相结合，以减少工程对环境的不良影响。

### 4.1 设计阶段的对策措施

4.1.1 工可阶段已经考虑的环保措施

（1）本项目在工可阶段的方案设计过程中，严格按照《公路建设项目用地指标》进行设计，按照目前的占地面积 12870.59 亩计，平均每公里占地 7.4685 公顷，低于《公路建设项目用地指标》中对山岭重丘区占地指标的低值（7.8819 公顷），可见，总体而言，项目的占地是合理的。

（2）在选择路线走向时，充分考虑对区域生态敏感区等敏感目标的影响，避让南漳城市饮用水水源地三道河水库、区域生态敏感区如七里山自然保护区等。

（3）本项目路线与沿线城镇规划保持适当距离，并在合理的位置设置了互通立交，项目与沿线规划相协调，项目考虑适应高速公路网规划建设需要，线位布设避让了南漳、保康城市规划区，同时也充分考虑沿线南漳九集镇、长坪镇、保康黄堡镇、寺坪镇等乡镇发展，线位布设不影响沿线城镇远景发展规划。

（4）根据项目沿线河流水系、水利设施的实际情况，项目设置了完善的路面径流排水系统和路基过水桥涵，尽量做到不影响区域水系原生态。

（5）项目对沿线村庄尽量进行避让，避免出现大规模集中拆迁的现象。

（6）在工可阶段分别委托专业单位进行环评、水土保持、文物、地质、地质灾害、压覆矿产等方面的调查和踏勘，并分别编制相应的报告，以在方案设计过程中进行论证。

4.1.2 设计期环保措施建议

（1）、对低山区森林生态路段的保护

1）本项目 K25-终点段林地分布较广，生态环境相对敏感，施工方案（包括施工场地、施工便道的选址等）将充分考虑环保要求，尽量减少林地破坏和对动物的干扰。

2）沿线隧道较多，在隧道口上沿加密绿化，防止灯光和噪音对野生动物的不利影响，也防止野生动物在情急情况下意外坠落，在保护野生动物的同时也保障行车安全。根据现场调查隧道道口的植被的分布现状，采用马尾松与栓皮栎混交林配置比较合适。

3）在永久用地范围内采用乔灌草结合，即选用乔木绿化植物的同时选用部分生长密度较高的常绿阔叶灌木作为林下植物，全面绿化，不留空地，以防止外来物种入侵，同时绿化植物禁止使用外来种。

4）在公路两侧，特别是在动物通道两侧，应依据自然景观进行绿化，山区桥梁的桥墩下方也应进行绿化，帮助野生动物尽早适应这一人造“景观”。

（2）、对跨越三道河水库上游支流、南河、清溪河等河流桥梁，设计完善的桥面径流收集系统并由建设单位编制相应的应急计划。

（3）、路线布设、选择取（弃）土场位置时尽可能避开文物保护区的范围。

（4）、开展声屏障设计、辅助设施污水处理装置设计等环保设施设计和施工工作，保证环保措施能有效防治污染。

### 4.2 施工期环保对策措施

4.2.1 施工前招投标中采取的环保措施

为确保施工期环保措施得到有效实施，施工前期招投标中应明确环保义务，具体包括：

1）建设单位在招标文件的编制过程中，应将审批通过的该项目环境影响报告书所提出的各项环保措施建议编入相应的条款中；

2）承包商在投标文件中应包含环保措施的落实及实施计划；

3）建设单位议标过程中应注意对投标文件的环保部分进行评估、讨论，对中标方的不足之处提出完善要求。

4.2.2 社会环境影响减缓措施

（1）征地影响的减缓措施

1）按市场经济规律对失地农民给予合理的土地补偿。进行征地制度创新，这样既有利于保证被征者生

活水平不降低，并可投资创业，也有利于土地资源的优化配置。

2）沿线市、县土地行政主管部门负责在被征用土地所在的村、组内，以书面形式进行征地公告，内容包括征地补偿标准和农业人员安置途径等。

3）如被征地农村集体经济组织、农民等对征地补偿、安置方案有不同意见的或者要求举行听证会的，地方土地行政主管部门应当举行征地听证会。

4）各级土地行政主管部门应跟踪检查征地补偿安置方案的实施情况，督促市、县人民政府和有关部门严格兑现补偿费用，不得侵占、截留、挪用，并落实安置措施。

5）建立对失地农民的再就业培训机制。失地农民在耕地征用后，大多只能从事技术要求不高的体力劳动，随着经济的发展，就业难度越来越大。通过职业培训，提高劳动者素质，有利于劳动者就业，在一定程度上可缓解失业问题。

6）给失地农民留有发展的空间。在土地征用后能给他们留出一定的土地来壮大村集体经济，发展二、三产业，通过办市场、兴企业来给失地农民生活提供长远保障。

7）对建设中遭毁的水利设施应及时修复。因各种建设会使当地原有农田水利设施遭到破坏，有可能使未被征用的耕地无法耕作。对已毁坏的农田水利设施要及时采取措施修复，使失地农民在本已不多的耕地上能正常生产。

8）建立健全失地农民的社会保障机制，以解决失地农民的后顾之忧。政府在采用低价补偿政策的同时，应对失地农民的社会保障买单。政府出一部分、农民出一部分，建立“失地农民”保障基金，享受最低生活保障、养老保险、医疗保险。这有助于降低他们面临的风险，促进社会稳定发展。

（2）拆迁影响的缓解措施

1）建立拆迁、安置工作具体落实机构。目前高速公路建设征拆工作，建设单位普遍的做法是将征拆工作承包给地方政府。建议本项目建设前，由乡镇一级领导组成高速公路建设工程领导组，下设“建设工程指挥所”，由行政村、自然村干部组成。进驻各村组专门负责征迁和安置工作，把征迁和安置一起部署、一起督查、一起落实，同时建立征迁与安置工作责任制和责任追究制，并采取倒计时排定工作法，做到人人有指标、层层有责任、事事有结果、天天有进展、件件有落实，确保征迁与安置工作按时按质按量有序进行。

2）对征迁与安置工作进村入户宣传到位。建议从项目规划一开始，通过会议、广播、标语、简报、宣传单等形式，广泛深入地宣传建设高速公路的重大意义，营造征迁与安置工作氛围。特别是负责征地安置工作的镇村干部应深入被拆迁户家中，调查研究、宣传政策，“零距离”贴近被拆迁户，最大限度地尊重被拆迁户意愿，最大程度地赢得拆迁户们的理解和支持。

3）政策兑现与安置补偿及时到位。建议沿线乡镇在上级政府出台的征迁补偿标准及安置办法的基础上，根据乡镇实际情况，补充制定相关的实施细则，利于操作，在政策允许的范围内，适当提高补偿标准，最大限度地弥补广大拆迁户的损失；同时，沿线地方政府明确要求镇建设工程指挥所和各村委会，加强对征迁补偿资金和帐目管理，决不能截留和挪用补偿资金，自觉地把政策和补偿兑现到位。

4）将临时安置与永久安置妥善落实到位。整个征迁与安置工作核心问题是被拆迁户的安置问题，拆房与建房有一段“临时过渡”期，为解决好“临时过渡”和“过冬”问题，沿线乡镇可以通过以下方式进行解决：一是村组有公房就近临时安置；二是投亲靠友临时安置；三是在前两种情形均无法实现的情况下，搭建帐篷临时安置。

5）从沿线村庄分布情况，以及参考其它建设项目的经验，对项目所造成的零星的拆迁基本可按照就近靠后安置的方式。

6）安置地点一定要结合当地的长远规划，避免近期内出现二次拆迁的现象。

（3）文物保护措施

根据湖北省文物考古研究所编制的本项目的文物

保护规划报告，项目组在此基础上提出以下措施：

1）成立专门的文物保护小组，由省文物局统一领导，襄樊市及所辖的襄城区、南漳县和各文物部门参与，与工程部门及时沟通，全面处理有关事宜。

2）成立专门的考古队伍并在项目建设前进行沿线的考古挖掘工作，对文物的挖掘、搬迁、收藏和保管等按照《文物保护法》及相关规定统一处理。

3）在施工过程中，公路沿线及取土场等临时占地如有文物发现，应立即停止施工，并及时向相关保护小组汇报，严格按照下列步骤实施文物保护：考古勘探、考古发掘、搬迁、资料整理与报告编写、文物保管与陈列。

4）项目的文物保护经费应列入工程建设的费用中。

5）对于已经发现的、位于线位上的文物，建议建设单位在施工前严格按照相应的措施对所涉及的文物加以保护，避免出现在施工过程中出现破坏文物的现象。

（4）其他社会环境影响减缓措施

1）在与现有道路交叉时，要先修好临时通道，并加强该路段的施工管理，防止出现堵塞、割断现象。

2）施工时先挖好边沟，保证施工泥浆水不进入农田，不影响农田耕种。

3）对施工车辆车速进行严格管理（尤其在村庄密集和学校附近路段），避免事故发生。

4）学校附近的施工最好安排在学生假期，施工场地最好设围栏，并设警示牌。

4.2.3 生态环境影响减缓措施

（1）动植物保护措施

1）植被保护

确定林地征用范围后，应该聘请当地林业管理站的技术人员识别征地范围内的国家重点保护植物并标记。在砍伐树木时，对标记的国家重点保护植物应尽可能移栽至不受影响的位置。对路线涉及的所有珍稀濒危植物和古树名木提出针对性和有效的保护措施：在施工前竖立标识牌，在古树名木树冠垂直投影以外两米范围设立临时围栏，围栏内禁止所有施工活动。

施工开始前，施工单位必须先与当地林业管理部门取得联系，协调有关施工场地、施工营地以及施工临时便道等问题，尽量减少对作业区周围的土壤和植被的破坏。

在施工过程中，对于山区路段生态环境较敏感的路段，建议由当地林业部门和施工单位共同划出保护线，明确保护对象和保护范围。

施工时注意保护大桥下的自然植被，施工后在附近补种一定数量的本地乔木并减少人为活动的痕迹，使杂草、灌木尽早恢复其自然景观，会更加有利于动物通行。

在林区路段的施工应注意防火，施工用火要向有关单位进行申报取得批准。

2）野生动物保护

在林区施工应优化施工方案，抓紧施工进度，尽量缩短在林区内的施工作业时间，尽量减少爆破作业，减少对野生动物的惊扰。

施工期如遇到虎纹蛙、猛禽等国家重点保护动物，严禁伤害；如遇到野生动物受到意外伤害，应立即与林业局野保部门联系，由专业人员处理。

优选施工时间，避开野生动物活动的高峰时段。早晨、黄昏和晚上是野生动物活动、繁殖和觅食的高峰时段，应避免在早晨、黄昏和晚上进行爆破、打桩等高噪声作业。春末至初夏是猛禽的繁殖季节，3～6月在 K25-终点区段施工时，应尽量避免这段时间进行爆破、打桩等高噪声作业。。

3）加强生态保护宣传，制定奖惩措施，激发承包商和施工人员自觉参与生态保护

开工前，在工地及周边设立爱护野生动物和自然植被的宣传牌，并对承包商进行环境保护和生物多样性保护宣传教育工作；施工人员进场后，立即进行生态保护教育。宣传和教育的内容包括生物多样性的科普知识和相关法规、当地重点保护野生动植物的简易识别及保护方法。

本项目 K25-终点区段处于鸟类和兽类较丰富，生态保护的任务重大。在对施工人员进行生态保护教育的同时，采取适当的奖惩措施。奖励保护生态环境的

积极分子；严禁施工人员采获野生植物或捕杀野生动物，处罚破坏生态环境的人员。

（2）基本农田保护措施

1）加大在荒山荒坡的取土量并尽可能利用地形加大取土场挖深，尽量将丘陵区土方远运至相邻的平原路段利用，以减轻平原路段设置在农田中的取土场数量和占地面积，从而有效减少占用耕地数量。

2）设置在平原区的取土场在满足工程用土要求的前提下，根据地形条件尽量加大挖深，以减少取土场占地面积，此外取土场应尽量设在交通方便的道路两侧，以方便运土，减少临时施工便道占地。

3）靠近立交或辅助设施路段的施工场地、施工营地等临时占地尽量选择在互通立交或服务区、停车区等永久占地范围内，以减少这部分临时占地量，有效保护沿线的耕地。

4）加强与地方水利部门的联系，尽量与地方农田水利建设结合，可以考虑开挖带状取土场形成灌溉水渠。

5）合理进行区域土地规划调整，做好本项目的耕地占补平衡工作，保证补划基本农田数量和质量。

（3）水土保持措施

1）取土场防护和恢复措施

取土场的恢复采取削坡开级、土地整治、综合护坡工程、排水工程以及植物措施等进行防护。

a、削坡开级　对于取土后造成的裸露边坡，需进行削坡处理，土质边坡坡度一般不大于1:1，石质边坡不大于1:0.5。坡高大于10.0m时，需对其进行分级处理，每级边坡高按6.0m设置，根据当地降雨及径流情况，每级平台宽度2m，平台成1～2%的倒坡，以防止上方来水直接下泄，同时将平台设置成弓背形（中间高两头低）。沿平台内侧边缘设排水沟，将平台汇水排出取土场之外。

b、土地整治　开采结束后，结合实际，将表土全部返还到开挖面，对采挖形成的微地形进行平整，土料场开挖台面平整后复耕。

c、综合护坡工程　对于取土场开级形成的坡面，需采用综合防护工程进行防护。对于取土场的土质挖方边坡，坡高大于3m的坡面，坡脚采用浆砌片石护脚，坡面采用菱形护坡，中间裸露部分种草进行防护。坡高小于3m的坡面，可只采用植物护坡；对于石质边坡，若坡面为坚硬的岩石层，可不进行防护，只需在坡脚种植攀缘植物进行美化。对于坡面风化严重，结构松散的石质坡面，需采取工程护坡进行防护。

d、排水工程　对于取土场必须设置排水措施。取土场周围排水设施与临时性排水沟结合修筑使用；另外，每级平台需设横向排水沟，将径流导入取土场周围的纵向排水沟中。

e、植物措施　开采结束后，开挖形成的山体缺口坡面种植适宜的当地植物。

2）弃渣场防护和恢复措施

弃渣场防治措施主要有拦渣工程、排水工程、土地整治与复垦利用措施。根据弃渣堆放的位置、地形特点，因地制宜，因害设防，采取修建均质拦渣堤的方法，有效的控制水土流失。

a、控制渣体边坡坡度：本工程以弃石为主，参考同类工程实践经验，堆渣边坡坡度取1：2.5。挡渣墙顶设置马道，马道宽4m，墙顶以上堆渣按1：2.5起坡，当堆渣高度超过6m时，设二级马道，马道宽4m，以此类推。

b、挡渣墙：为了防止渣体的滑动，维护坡脚稳定，必须在弃土弃渣堆的边坡坡脚设置挡渣墙。本工程的拦挡措施主要考虑采用稳定性和整体性好的重力式浆砌石挡渣墙，顶宽0.5m，外侧面竖直，内侧面采用台阶形式，坡比1:0.3，基础埋深＞0.5m。重力式石笼挡渣墙。弃渣高度较小时，可只考虑浆砌石挡墙护脚，而后采用削坡措施，在坡面上铺草皮护坡。

c、排水工程：弃渣场周边应根据需要修建排水沟，拦截坡面上方来水及引排周边集水。为防止坡面洪水直接排入弃渣场，导致堆积较松散的渣场失事，渣场周边布设排洪沟与原排水系统连接，对出口和排水系统连接高差较大的需设置台阶式跌水消能设施。排水沟采用浆砌石修筑，截面宽度根据弃渣场周围汇水面积的大小而定，排水沟和截水沟的边坡坡度均采用1:1。

d、植物措施：除了对弃渣场采取上述工程措施以外，在弃渣结束后，还应及时对弃渣场顶部和边坡进行土地整治工作，然后采用局部及整体相结合的覆土方法覆土，在每个植树穴采用局部覆土，渣场顶部、边坡及马道整体覆土15cm以种草。在此基础上，按照“适地适树、适地适草”的原则，结合立地条件及植被特点，根据成活率和适应性的综合分析，选择当地耐瘠薄、生长迅速的优良树、草种，推荐采用马尾松或者乌桕，使渣场尽快恢复植被，达到防治水土流失和改善生态环境的目的。

3）临时用地恢复措施

临时工程占地在工程完工后要尽快复垦利用和恢复林、草植被。对占用的农用地仍复垦作农用地，在对废渣、废料和临时建筑拆除、清理后，对压实的土地进行翻松、平整，适当布设土埂，恢复破坏的排水、灌溉系统；对占用的林地、荒地在对废渣、废料和临时建筑拆除、清理后，平整场地，并充分利用清表弃土，造林种草，恢复林、草植被。

4）施工便道水土保持工程措施

本项目施工便道分布于公路主线各段，为防止地表径流冲刷施工便道产生破坏作用，减轻施工便道开挖形成边坡的水土流失，应在施工便道两侧修建排水沟（30×30cm梯形断面，内坡坡比1：1），水流排向附近自然沟道。排水沟与施工便道同步施工。施工便道边坡种草防护。工程结束后，可根据当地情况，留作生产生活使用，或恢复为耕地或林地等。

5）雨季水土保持措施

降雨是造成水蚀和崩塌、滑坡等各种重力侵蚀的重要因素。由于沿线雨量较充沛、降雨集中，因此合理安排施工期、雨季做好防排水工作可大大减少工程造成的水土流失。路基雨季施工地段先完成涵洞，并做好防、排水工作。路堑边坡开挖前，预先做好截、排水工程，堑顶为土质含有软弱夹层岩石时，天沟及时铺砌或采取其它防渗措施，以减少雨水对路堑坡面的冲刷。

对高填深挖以及不良地质路基和滑坡等水土流失易发地带，将合理安排施工季节，尽量避免雨季施工；不能避免时，保证其施工期间排水通畅，不出现积水浸泡工作面的现象。如防护不能紧跟开挖时，对开挖面采取加覆盖物等防护措施。

4.2.4噪声污染防治措施

（1）、尽量采用低噪声机械，工程施工所用的施工机械设备应事先对其进行常规工作状态下的噪声测量，对超过国家标准的机械应禁止其入场施工。施工过程中还应经常对设备进行维修保养，避免由于设备性能差而导致噪声增强现象的发生。

（2）、相对于营运期来讲，施工期噪声影响是短期行为，主要为夜间施工干扰居民休息，因此，高噪声施工机械在夜间（22:00—6:00）严禁在沿线的声敏感点附近施工（特别是在沿线的学校、福利院和较大的村庄敏感点附近）；昼间施工时也要进行良好的施工管理和采取必要的降噪措施，以保证周围居民的声环境符合《城市区域环境噪声标准》的相关要求。

（3）、东朱家湾、梁家湾、谢家湾、九集镇、方庙村、榆树村一组、水田坪村、大坪村、黄堡坪、张家湾、土门一组、李家湾、土门四组、三溪沟一组、寺坪镇铺湾小学、蒋口村四组等距离公路较近，高噪声施工必须与这些单位充分沟通，避开老人和学生的休息时间，福利院路段高噪声作业必须对老人发放隔声耳塞，学校路段高噪声作业建议放在寒暑假期间施工。

（4）、第3条中所指敏感点路段若由于公路工程进展的问题而无法调节时间，则在施工现场和敏感点之间设置临时性的降噪声屏障，可以借鉴孝襄高速公路的施工经验，临时降噪声屏障由两块间距一定范围的竖直钢板构成，中间加土压实，该方案可降噪7dB左右，基本可使施工对学校的影响减小。

（5）、根据《建筑施工场界噪声限值》确定工程施工场界，为此，应合理安排施工场地，避免在施工场界内存在居民生活区和保证施工厂界外的噪声限值符合相应的标准；在选择施工场地、施工营地的地点时，应保证周围200米内无敏感点分布。

（6）、在利用现有的道路用于运输施工物资时，应合理选择运输路线，并尽量在昼间进行运输。由于

目前运输路线无法确定，因此建议建设单位对施工承包商的运输路线提出要求，要求承包商必须提供建材运输路线，并请环保监理或环保专业人员确认施工路线在减缓噪声影响方面的合理性。建设单位根据确定后的运输路线进行监督，并可联合地方环保部门加强监督力度。

（7）、加强施工期噪声监测，具体监测方案参见噪声监控计划，施工期噪声监测超标较严重的敏感点可以采取临时性的降噪措施，如设置临时隔声墙或临时隔声板等。

4.2.5 水污染防治措施

1）跨河桥梁的施工应选择在枯水期或平水期进行桥梁水下部分施工；白洛河、清溪河、南河等桥梁施工时加强桥位处的水质监测，如发现监测值明显超标，则应停止施工，找出污染水质的施工途径，并进行改进，从源头予以解决；

2）从桥梁施工营地或施工现场应尽量远离水体，若不得不设在水体附近，其产生的生活污水（主要是粪便污水）和施工废水（主要是砂石材料的冲洗废水）严禁直接排入水体。生活污水必须设化粪池收集处理，并鼓励当地农民尽量还田；砂石材料的冲洗废水尽量循环使用，最终的排水必须经过沉淀池沉淀处理后方可排入沿线水体；

3）桥梁工地人员的生活垃圾、施工物料垃圾等尽量分类收集，废弃物应在施工中尽量回收利用，其余垃圾应分类集中堆放，并联系环卫部门及时清运；

4）桥梁施工中挖出的淤泥、渣土等不得抛入河流、沟渠，在征得地方水利部门的同意后，可选定不影响泄洪功能，不影响沿线、沿岸景观的指定地点，设置围堰，在围堰内吹填。工程结束后若无其它用途，则必须对堆放点需作绿化、美化处理；

5）施工机械不定期严格检查，防止油料泄漏；

6）临近沿线白洛河、清溪河、南河等桥梁施工时，沿河一侧应设置临时挡墙，防止泥土和石块阻塞河流、水渠或灌溉排水系统，避免对水体产生影响。

7）实施施工期环境监督工作，重点抓好沿线跨河桥梁的施工环境监理。

8）施工营地、建材堆场、拌和站和预制场等施工场地应尽量远离河流、沟渠等地表水体；施工产生的废弃物严禁倾倒或抛入水体，也不得随意堆放在水体旁，应及时清运。

9）在路基纵断面凹形处或在有雨地面有地表径流处开挖路基时，且路基附近有河渠、水田、池塘时，应在该路基两侧设置临时泥沙沉淀池，使地面径流在池中流速减缓，泥沙下沉，并在沉淀池出水口处设土工布围栏，再次拦截泥沙，以避免泥沙对水体的影响。当路基建成，至过水涵管铺设完毕或恢复后，推平沉淀池。在临时堆土周围及容易发生水土流失的施工地段应设土工布围栏。

10）施工中结束后沥青搅拌站的废弃物及其它固体废弃物严禁倾倒或抛入水体，也不得堆放在水体旁，应由施工单位负责及时清运至指定地点或按照有关规定处理。

11）在隧道施工地点利用地形修建沉淀池，对隧道排水先进行中和沉淀处理，沉淀在底部的泥浆定时清运，上清液循环再利用或根据地形排入附近农灌功能沟渠中或在用地范围内挖沉淀池暂存，供临时用地植被恢复绿化用水。

4.2.6 大气污染防治措施

1）沿线施工便道（包括临时道路）、进出堆场的道路上应及时进行洒水处理，建设单位应要求施工承包单位每个标段至少自备 1 台洒水车，一般每天可洒水二次，上午下午各一次，但在干燥炎热的夏季或大风天气，应适当增加洒水次数。

2）施工场地、拌合站等应远离周围环境敏感点主导风向（风）200 米以外，并采取全封闭作业。

3）施工工地内堆放水泥、灰土、砂石等易产生扬尘污染物料的堆场，应合理安排堆垛位置，选在附近敏感目标下风向 200m 外；并在其周围设置不低于堆放物高度的封闭性围拦，必要时在堆垛表面掺和外加剂或喷洒润滑剂使材料稳定，减少起尘量，并采取加盖蓬布等表面抑尘措施。

4）水泥、砂和石灰等易洒落散装物料在装卸、使用、运输、转运和临时存放等全部过程中时，应采取

防风遮盖措施，注意运输时必须压实，填装高度禁止超过车斗防护栏，散装水泥运输采用水泥槽罐车，避免洒落引起二次扬尘；

5）隧道爆破作业采用先进施工工艺以减少扬尘的产生量，同时采用水幕降尘，确保作业面粉尘浓度达标；

6）工程开挖土方应集中堆放，以缩小扬尘影响范围，及时回填，减小扬尘影响时间；以减少扬尘。

7）加强施工管理，提倡文明施工、集中施工、快速施工。

**4.3 营运期环保对策措施**

4.3.1 交通噪声污染防治措施

拟建公路营运期间，为保障公路两侧良好的声环境质量，必须采取一系列的降噪措施，这主要包括公路本身的工程降噪措施、工程管理措施以及对沿线村镇的规划控制要求等。

（1）工程降噪措施

目前国内常用的工程降噪措施主要有声屏障、搬迁、隔声窗、降噪林等。本项目根据项目沿线各敏感点特征、道路特点、所需的降噪效果以及各种降噪措施适用的条件等各种因素，推荐采用声屏障、通风隔声窗为主的降噪措施，以保证各个敏感点满足声环境质量的要求。

（2）工程管理措施

1）通过加强公路交通管理，如限制性能差的车辆进入高速公路，在重要敏感点（学校及居民集中路段等）附近路段两端设置限速、禁鸣标志等，有效控制交通噪声的污染。

2）经常维持路面的平整度，避免因路况不佳造成车辆颠簸等引起交通噪声增大。

（3）对沿线村镇规划建设的控制要求

1）拟建公路沿线居民住房重建时，村镇政府批复时务必指明需远离公路，在进行农村居住区的规划时，应参考本项目环境影响报告书公路两侧噪声预测范围表，并结合当地的地形条件确定一定的防护距离而尽量远离公路，同时，公路沿线的居民应将新房建造在相应的防护距离之外。

2）沿线乡镇如南漳九集镇、保康黄堡镇、寺坪镇等乡镇如果调整城镇发展规划向本项目靠近，则建议在距离公路 200 米以内尽量布置仓储、工厂、绿化等对声环境不敏感的建筑，防止交通噪声污染。

3）学校、医院、卫生所、养老院等特别需要安静的敏感目标对声环境的要求较高，一般在距拟建公路中线 250 米外的位置噪声方可以达到相应的声环境标准，故这些建筑不宜建在公路沿线两侧 250 米的范围内。

4.3.2 水污染防治措施

（1）工程和管理措施

1）要求服务区洗车废水循环使用，循环率不低于70%，洗车废水经隔油沉沙处理后，排入服务区二级生化处理装置与生活污水一同处理达标后排放。

2）南漳服务区、黄堡服务区洗车废水循环使用后经隔油、沉砂处理与餐饮污水经隔油处理后，同生活污水一同排入生活污水二级生化处理装置，达到《污水综合排放标准》的一级标准后排入服务区较近的河流。

3）长坪养护工区、保康监控中心等生活污水设生活污水二级生化处理装置处理，达到《污水综合排放标准》的一级标准后排入附近沟渠。

4）匝道收费站设置化粪池，尾水可用于辅助设施本身的绿化浇灌用水，也可以鼓励当地农民定期还田，底泥由环卫部门定期抽运。

5）本项目主线跨越的清凉河、白洛河、清溪河和南河不准新建排污口。为防止营运期路面径流及发生运输危险品车辆的事故导致的化学品直接进入河流，造成对饮用水源水质的破坏，建议分别采用如下方式以减缓这种影响，具体如下：

①跨越清凉河、白洛河、清溪河和南河的桥梁对应的河流段，应设计完善的桥面径流收集系统，采用专用管道将路面径流收集后引到位于河道两侧的事故池中，该水池兼有沉淀、隔油和蓄毒作用，可将事故径流和初期雨水截留，避免对水质产生影响。

② 强化上述跨河桥梁的防撞设计，确保桥梁强度能够满足避免发生事故的车辆坠入河流的强度要求。

③跨越的上述大桥两侧必须设立应急电话和监测设备，应急电话应直接连通监控中心。同时，应在设计阶段加强桥梁照明设计，确保行车安全。

④跨越上述桥梁两侧醒目位置设置警示牌、限速牌及禁止超车标志，同时设置告知牌，牌上公布事故报警电话号码，提醒司机进入敏感水体路段，应谨慎驾驶。同时，建议对上述桥梁进行24小时连续图像监视。

⑤ 运输危险品的车辆经过上述保护水域时，需提前申报，并在路政车辆的护送下方可通过上述路段；装载煤、石灰、水泥、土方等易起尘的散货，必须加蓬覆盖后，才能上高速公路行驶，防止撒落的材料经雨水冲刷后造成水体污染。如遇到大风、大雾等恶劣天气，则应关闭相应的路段，以降低交通事故的发生率。

⑥ 按照《公路养护技术规范》JTJ073-96中有关桥梁养护的要求，切实加强桥梁工程安全检查、监控，确保重要水域路段的安全，尤其是跨越敏感水体的桥梁。

（2）危险品运输水体污染事故的预防及应急措施

1）建立应急网络，成立应急事故领导小组，指定应急指挥人

建议由负责项目营运的高速公路公司牵头，由襄樊市政府和其它相关单位，如环保局、水务局、公安局、消防大队、环境监测站及沿线相关乡镇政府等相关部门形成应急网络，由具有事故处理能力的环保局、公安局、消防大队等单位有关人员成立危险品运输事故处理小组，由政府部门指定应急指挥人，负责领导危险品运输事故的应急处理。在监控中心设置专门的应急部门，并配备专门应急电话号码，专人负责24小时接听，一旦发生情况立即通知应急指挥人，由其参照应急计划，联络事故应急领导小组并由其通知有关用水单位和地区，组织调动人员、车辆、设备、药物，联合采取应急行动。

2）危险物品运输车辆安全通过的预防措施

① 配备完善的事故急救设备和器材，例如应急电话、防毒面具等，平时可将应急器材放置于沿线服务区或互通内。

② 加强车辆管理，加强车检工作，保证上路车辆车况良好；依据国务院发布的《化学危险物品安全管理条例》有关要求，运输危险品须持有公安部门颁发的三张证书，即运输许可证、驾驶员执照及保安员证书。所有从事化学危险货物运输的车辆，必须在车前醒目位置悬挂黄底黑字“危险品”字样的三角旗；严格禁止车辆超载。

③ 危险品车辆上路必须事先通知路政部门，接受上路安全检查，同时车辆上必须有醒目的装有危险品的标记，以便对其加强管理和监控。当运输危险品的车辆需要经过上述河流路段时，由监控中心进行即时监控，以便发生危险品泄漏事故时及时采取应急行动。

④ 运输危险品的车辆进入高速公路时由收费站人员提供印有监控中心24小时值班电话和应急小组电话的卡片，方便危险品车辆驾驶人员和押运人员在发生事故时能够通过移动电话及时与监控中心和应急中心联系。

⑤ 危险品运输途中，监控中心应予以严密监控，以便发生情况能及时采取措施，防患于未然。同时使用可变情报板随时警示容易诱发交通事故的恶劣天气或危险路况，提前采取限制行车速度或封闭局部路段等积极、主动的风险防范措施。

⑥ 在重要水域桥梁两端醒目位置各设置限速、禁止超车等标志，要求危险品车辆限速通过；加强防撞护栏的设计，增设防护铁网。

3）应急处理

① 建设单位应编制详尽的应急计划，统一应急行动，明确应急责任人和有关部门的职责，确保在最短的时间将事故控制，以减少对环境的破坏。

② 一旦在沿线发生运输危险品的事故，由应急电话拨打至应急中心，或者是监控中心通过监控设备得知情况后马上通知应急中心，应急中心值班人员了解情况后立即通知应急指挥人，由应急指挥人立即通知事故处理小组的相关人员迅速前往现场，采取进一步的应急措施，防止污染和危险的扩散。（下转54页）

# 混凝土构件碳化深度与回弹强度检测浅析

于王均[1] 张泽文[1] 金清平[2]

1 湖北交通工程检测中心 2 武汉科技大学

**摘 要:** 通过对混凝土碳化机理及碳化深度测试原理的阐述，分析混凝土碳化对混凝土构件的影响，进而探讨混凝土碳化对回弹法检测混凝土构件强度结果的影响，为混凝土碳化及混凝土回弹检测研究提供参考。

**关键词:** 混凝土 碳化反应 碳化深度 回弹强度

## 1 引言

在混凝土结构现场检测技术中,回弹法具有检测方便、操作简单、速度快、效率高、不对构件造成损伤等优点。它是混凝土结构现场检测技术中应用最为广泛的一种混凝土无损检测技术。回弹强度由回弹平均值依据碳化深度来进行推定，混凝土碳化程度直接决定着混凝土回弹强度推定值的大小。因此深入认识混凝土碳化，准确掌握混凝土构件碳化深度的检测方法，对准确、快速地鉴定混凝土构件的强度具有重要意义。

## 2 混凝土碳化与测试机理

《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JTG/T23-2001)、《公路路基路面现场测试规程》(JTG E60-2008)对混凝土碳化深度测试均采用1%酚酞溶液滴在新鲜混凝土表面的颜色变化来判断混凝土的碳化程度。在实际检测过程中，绝大多数混凝土在酚酞溶液遇到未碳化混凝土层时均变为紫红色且分界明显。但部分混凝土情况特殊，酚酞溶液颜色变化出现分层（外层酚酞无颜色变化，中间层酚酞变成红色，下层酚酞颜色无变化）或部分新浇筑混凝土进行碳化测试时无颜色变化，让部分试验检测人员非常迷惑，无法正确判断混凝土构件的碳化深度。所以非常有必要从理论上弄清楚混凝土碳化的机理及酚酞溶液颜色变化的机理，从而迅速准确的判定混凝土碳化深度。

### 2.1 混凝土碳化的机理

混凝土的碳化是水泥石（又称净浆硬化体，是指硬化后的水泥浆体，是由胶凝体、未水化的水泥颗粒内核、毛细孔等组成的非均质体）中水化产物与环境中二氧化碳相互作用的一个非常复杂的物理化学连续过程。在水泥水化过程中，由于化学收缩、自由水蒸发等原因，使水泥石成为一个含有固相、液相和气孔的非均质体。混凝土是一个多孔体，其内部存在着大小不同的毛细管、孔隙、气泡，甚至缺陷。环境中二氧化碳气体首先渗透到混凝土内部充满空气的孔隙和毛细管，然后溶解于孔隙内的液相并生成碳酸，最后与水泥石中各水化产物发生碳化反应。其主要的碳化过程，用化学方程式表示如下：

$$CO_2+H_2O=H_2CO_3$$

$$Ca(OH)_2+H_2CO_3=CaCO_3+2H_2O$$

$$3CaO\cdot 2SiO_2\cdot 3H_2O+3H_2CO_3=3CaCO_3+2SiO_2+6H_2O$$

$$2CaO\cdot SiO_2\cdot 4H_2O+2H_2CO_3=2CaCO_3+SiO_2+6H_2O$$

### 2.2 酚酞变色的机理

混凝土碳化深度测试主要利用酚酞在各种不同PH值环境中呈现不同颜色的特性来进行检测。酚酞作为一种弱有机酸，在弱酸性及中性水溶液中以无色的内酯式结构存在；在弱碱性溶液中以紫红色的醌式结构存在；在强碱性溶液中酚酞的紫红色会褪去，呈现无色；在强酸性溶液中呈现橙色。酚酞的醌式或醌式酸盐，在碱性介质中很不稳定，它会慢慢地转化成无色羧酸盐式，因此混凝土碳化检测以后的呈现的红色会慢慢

褪去；酚酞遇到较浓的碱液，会立即转变成无色的羧酸盐式。所以，酚酞试剂滴入浓碱液时，酚酞开始变红，很快红色退去变成无色。酚酞溶液随着 PH 值不一样，其颜色变化的过程如图 1 所示。

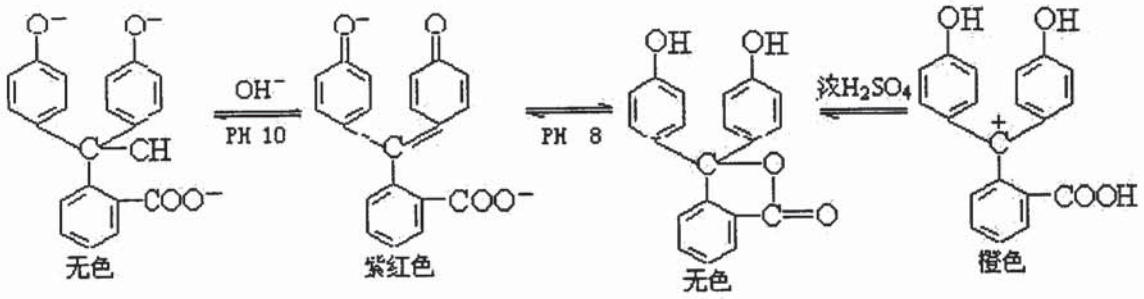



图 1　酚酞变色示意图[2]

水泥熟料的主要成分硅酸三钙（$3CaO \cdot SiO_2$）和硅酸二钙（$2CaO \cdot SiO_2$），在水化过程中产生大量的氢氧化钙（$Ca(OH)_2$）。所以混凝土在未被碳化以前混凝土构件中存在大量的氢氧化钙。未碳化混凝土 PH 值最高可达 12.23，一般情况下未被碳化混凝土 PH 值在 8-10 之间。在自然环境中，混凝土的碳化由外及里，因此随着时间的推移和碳化反应的发生，混凝土构件由外及里的 PH 值也呈现由小到大的分布状态。根据酚酞变色机理，酚酞在遇到已碳化混凝土时，由于其 PH 值小于 8，故呈现无色；在遇到未碳化或未完全碳化的混凝土时，由于其 PH 值在 8-10 之间，故呈现出紫红色，因此在碳化与未碳化混凝土之间呈现明显的分界线；当遇到混凝土 PH 值大于 10 时，酚酞又呈现无色。

## 3　混凝土碳化对混凝土构件回弹的影响

### 3.1 少量碳化有助于回弹读数的提高

适量的碳化有助于改善混凝土的部分机能，使回弹读数得到一定的提高。碳化使混凝土表面形成 $CaCO_3$ 薄膜，混凝土表面层孔隙被 $CaCO_3$ 结晶填充，从而改善混凝土表面与表层的硬度和密实性，提高混凝土的抗渗性、抗腐蚀性，混凝土回弹读数得到相应的提高。

### 3.2 大量碳化使混凝土强度降低

普通硅酸盐水泥混凝土中，其主要水化产物有：水化硅酸钙（占 60%以上），氢氧化钙（约 25%），水化铝酸钙，水化硫铝酸钙等，这些物质只有在一定的 PH 值环境下才会稳定存在。其存在的 PH 值环境如下表：

表 1　水泥混凝土中各水化产物稳定存在的 PH 值[1]

| 成分 | PH 值 | 成分 | PH 值 |
|---|---|---|---|
| 水化硅酸钙 | 10.4 | 氢氧化钙 | 12.23 |
| 水化吕酸钙 | 11.43 | 水化硫吕酸钙 | 10.17 |

碳化降低混凝土孔隙液的 $Ca(OH)_2$ 浓度，当 $Ca(OH)_2$ 浓度降至水化硅酸钙、水化铝酸钙等水泥水化物稳定所需浓度限值以下时，水泥水化物就会分解，放出 CaO 以维持溶液的 $[OH^-]$ 浓度，继续下去就将导致水化物晶体变成胶体，降低混凝土构件强度。混凝土构件强度降低，混凝土表面硬度相应降低，从而混凝土构件的回弹值也相应的降低。

### 3.3 过量碳化使混凝土构件回弹值急剧下降。

碳化使混凝土收缩、胀裂，同时混凝土碳化生成的 $CaCO_3$，使混凝土变脆。混凝土收缩、胀裂使混凝土表面松散，在回弹过程中吸收部分弹击能量，降低回弹读数值。碳化增加混凝土收缩，（下转 60 页）

# 工业废料磷石膏筑路研究探讨

丁庆荣　鲍玉洪　李家泰 鲁永发 王 英 李灵芝　胡兆德

当阳市公路段　宜昌市公路管理局

**摘　要**：研究表明，用化工废料磷石膏铺筑的半刚性基层道路与普通道路相比，强度、水稳性、抗冲刷性都得到了大幅度的改善，而且可以提高半刚性基层道路材料的耐久性能和减少缩裂。同时还能够降低工程造价和减少环境污染，其技术、经济、社会和环保效益显著。

**关键词**：化工废料　改性　路面基层材料　性能

## 0　前言

目前道路基层铺筑常规石料日益贫乏，而磷石膏是化工厂生产复合肥料后所排放的工业废渣。分布广排放量大，目前我省年排放量已达2000万吨。而目前利用率不足10%。磷石膏废料的大量堆积，占用大量的土地不仅制约企业的发展而且构成一种污染源，造成了严重的环境污染。目前而道路基层铺筑常规石料日益贫乏，如能将磷石膏废料用于公路建设，不仅可以解决环境污染问题，而且还可节约公路投资。为此，课题组就磷石膏废料用于公路路基及基层的基本路用性能进行试验，以探索磷石膏废料用作路面基层材料的可性行。

本课题组探索用该废料在一定施工条件下，优选配制复合集料，用碱性结合料激发磷石膏发生火山灰反应和进一步的水化反应形成强度的特性达到利用该废料做道路基层的可行性，目前试验已取得成果，并在当阳市汉宜、两江省道及县道穿玉、坝赤公路段修筑试验路，经检测取得了较好的技术经济效果。此项目的研究成功，不仅能从根本上解决我省、我国磷石膏废料利用率低、污染严重的问题，还能降低公路路面基层建设成本。改善道路半刚性基层的抗裂、抗水性能。其技术、经济、社会环保效益显著，在我国我省交通公路行业有广阔的推广应用前景。

## 1　原材料实验

### 1.1 室内试验

#### 1.1.1 磷石膏废料基本性能测试

本试验用磷石膏废料由当阳市鑫冠公司提供，其主要物理组成如下：

表1 当阳市鑫冠公司磷石膏废料的化学组成情况

| 组成 | CaO | $SO_3$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $P_2O_{5总}$ | $P_2O_{5水}$ | F | 结晶水 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 含量% | 30.83 | 43.48 | 0.29 | 0.19 | 1.29 | 0.42 | 0.14 | 17.93 |

根据国家有关规定，化工废料用于建筑材料放射性测试要满足放射性比活度Ra-226＜185 Bq/kg。对磷石膏废料测试结果为：Ra-226＜93.1±3.9Bq/kg,满足国家放射性比活度要求。

磷石膏废料基层的击实试验按标准重型击实，分3层，每层98击，确定最佳含水量和最大干密度，其试验结果如表2所示。

表 2　基本性能试验结果

| 液限 $\omega_t$ | 塑限 $\omega_t$ | 塑性指标 $I_p$ | 最大干密度 $r_d$/g.cm$^3$ | 最佳含水量 $\omega_{opt}$/% | 回弹模量 $E_o$/MPa |
|---|---|---|---|---|---|
| 52 | 32 | 20 | 1.42 | 16 | 322.7 |

1.1.2 承载比（CBR）试验

实验原料来自磷石 膏废料弃料场，磷石 膏废料膨胀量很小，水稳性好，强度满足《公路路基施工技术范围》（JTJ033-95）上路床对路基填料 CBR≥8%的要求，因此磷石 膏废料可以作为路基填料。

在试验中按最大干密度和最佳含水量静压成型试件，做贯入试验，CBR 达到 69%，远高于击实成型试件 CBR 值，可见震动荷载对硫酸钙废料的扰动很大，施工时应尽量采用静压压实。

表 3　CBR 测试结果

| 干密度 /（g.cm$^3$） | 吸水量 /g | 膨胀量 /（%） | CBR 测试值 平均值 | 均方差 | Cv/(%) | 取值 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.41 | 245 | 0.09 | 9.4 | 0.15 | 1.6 | 9.4 |

表 4 关于磷石 膏废料基层材料配比优选实验报告

| 组别 | 配　比 石灰：水泥：粉煤灰：磷石 膏：碎石 | 试件序号 | 最佳含水量% | 干密度（g/cm$^3$） | 抗压强度 $R_7$7d（Mpa） | 抗压强度 $R_{90d}$（Mpa） | 90d 收缩、膨账率 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| lfg | 4:16:80 | A0 | 6.5 | 2.02 | 1.25 | 6.96 | 14.5 |
| lfpg | 2.4:13.6:4:80 | A1 | 8.7 | 2.07 | 1.63 | 6.33 | 7.46 |
| cfg | 5:15:80 | B0 | 8.7 | 2.11 | 4.73 | 7.34 | -9.06 |
| cfpg ggggggpp | 4:16:80 | B1 | 8 | 2.13 | 3.73 | 8.4 | 7.06 |
| cg | 5:95 | C0 | 6.4 | 2.29 | 4.06 | 4.95 | -2.96 |
| cpg | 5:15:80 | C1 | 6.52 | 2.17 | 3.67 | 4.29 | 2.5 |

注：L 为石灰，c 为水泥，f 为粉　煤灰，p 为磷石 膏，g 为碎石。正为膨账，负为收缩。

表 5 关于磷石 膏废料基层材料的实验报告

击实、抗压强度结果：（7d、28d）　（二级路标准抗压强度 2.5~3 Mpa）

| 组别 | 配　比 水泥：石灰：磷石 膏废料：碎石 | 试件序号 | 最佳含水量% | 干密度（g/cm$^3$） | 抗压强度 $R_{7d}$（Mpa） | 抗压强度 $R_{28d}$（Mpa） | 抗压实验各试件含水量(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 一 | 6：0：20：74 | 1 | 21.35 | 2.15 | 1.8 | | 14.5 |
| | | 2 | 21.35 | 2.22 | 3.2 | | 14.5 |
| | | 3 | 22.85 | 2.18 | 3.0 | | 14.5 |
| | | 4 | 23.3 | 2.2 | 3.0 | | 14.5 |
| 二 | 6：0：30：64 | | 21.76 | 2.17 | 2.1 | | 13.2 |
| | | 2 | 22.69 | 2.17 | 1.6 | | 13.2 |
| | | 3 | 21.44 | 2.17 | 2.1 | | 13.2 |
| | | 4 | 21.14 | 2.17 | 2.3 | | 13.2 |
| 三 | 6：0：40：54 | 1 | 22.18 | 2.11 | 2.6 | | 20 |
| | | 2 | 20 | 2.09 | 1.8 | | 20 |
| | | 3 | 21.3 | 2.09 | 1.5 | | 20 |
| | | 4 | 21.78 | 2.09 | 2.1 | | 20 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 四 | 5：5：20：70 | 1 | 23.17 | 2.14 | 3.4 | | 16.7 |
| | | 2 | 21.85 | 2.17 | 3.2 | | 16.7 |
| | | 3 | 22.18 | 2.14 | 3.2 | | 16.7 |
| | | 4 | 22.74 | 2.15 | 2.9 | | 16.7 |
| | | 5 | 22.98 | 2.12 | 2.2 | | 16.7 |
| 五 | 4：6：20：70 | 1 | 23.3 | 2.2 | | 3.1 | 14.5 |
| | | 2 | 21.75 | 2.2 | | 2.4 | 14.5 |
| 六 | 4：6：30：60 | 1 | 21.76 | 2.17 | | 3.8 | 13.2 |
| | | 2 | 22.24 | 2.17 | | 5.1 | 13.2 |
| 七 | 4：6：40：50 | 1 | 22.18 | 2.11 | | 3.9 | 20 |
| | | 2 | 22.44 | 2.10 | | 4.4 | 20 |
| 八 | 3：8：20：69 | 1 | 22.98 | 2.2 | | 1.6 | 14.5 |
| | | 2 | 23.17 | 2.2 | | 3.2 | 14.5 |
| 九 | 3：8：30：59 | 1 | 21.76 | 2.17 | | 3.4 | 13.2 |
| | | 2 | 22.24 | 2.17 | | 2.1 | 13.2 |
| 十 | 3：8：40：49 | 1 | 22.18 | 2.11 | | 3.4 | 20 |
| | | 2 | 22.44 | 2.10 | | 2.1 | 20 |

以上试验结果表明：以上除2.3组外，其他八种类型的基层组合掺入一定剂量的碱性结合料能满足规范对基层的7d、28d强度要求。

### 1.2 成型时间对水泥磷石膏碎石强度的影响

采用C1的配合比，将混合料充分拌和，分别在2h,8h和24h后成型，在标准恒温恒湿箱内养生6d，在饱水养生1d，测试7d龄期的无侧限抗压强度。将3种时间成型的试件7d龄期的无侧限抗压强度$R_7$分别与立即压实成型的试件之$R_7$相比，结果见表5。

表6 延迟成型与立即成型试样强度比值$R_t/R_7$

| 延迟时间/h | 2 | 8 | 24 |
|---|---|---|---|
| $R_t/R_7$ | 0.98 | 1.01 | 0.94 |

由表5可知，在水泥硫酸钙废料混合料拌和好后，若因不可抗因素放置2~24h以后，再碾压成型，对结构层强度几乎没有影响。因此，在水泥稳定粒料基层中添加磷石膏废料可延迟压实时间，大大方便了施工。另外，添加磷石膏废料后，结合料总量增加，使混合料更容易拌和均匀，也就能更好地保证施工质量。

### 1.3 收缩试验

收缩性能是路面设计、施工必须考虑的一个重要因素，干缩和温缩缩小，对路面强度和完整性越有利，我们对含磷石膏废料和不含废料的基层进行收缩对比试验，试验结果如表5。

表7 膨胀收缩值

| 编号 | 5d | 7d | 14d | 28d | 45d | 90d |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AO | $1.2\times10^{-4}$ | $1.75\times10^{-4}$ | $1.79\times10^{-4}$ | $9.6\times10^{-5}$ | $8.6\times10^{-5}$ | $3.75\times10^{-5}$ |
| AI | $3.5\times10^{-4}$ | $6.45\times10^{-4}$ | $8.38\times10^{-4}$ | $8.46\times10^{-4}$ | $7.92\times10^{-4}$ | $7.46\times10^{-4}$ |
| BO | $3.8\times10^{-4}$ | $7.1\times10^{-5}$ | $5.8\times10^{-5}$ | $-3.38\times10^{-4}$ | $-7.88\times10^{-4}$ | $-9.0\times10^{-4}$ |
| BI | $5\times10^{-5}$ | $1.25\times10^{-4}$ | $2.21\times10^{-4}$ | $1.88\times10^{-4}$ | $1.96\times10^{-4}$ | $7.08\times10^{-5}$ |
| CO | $1.3\times10^{-5}$ | $1.7\times10^{-5}$ | $1.3\times10^{-5}$ | $-7.5\times10^{-5}$ | $-1.71\times10^{-4}$ | $-2.96\times10^{-4}$ |
| CI | $1.13\times10^{-4}$ | $1.88\times10^{-4}$ | $3.08\times10^{-4}$ | $2\times10^{-4}$ | $.75\times10^{-4}$ | $2.5\times10^{-5}$ |

注：正为膨胀，负为收缩。

由表 5 可知，加入磷石膏废料的基层整体都是在膨胀，第 14d 达到最大。二灰稳定层虽然也在膨胀，但没有掺入废料后膨胀大；在 3 种基层中加入废料后，干缩性能明显好转，说明磷石膏废料掺入二灰、水泥粉煤灰、水泥稳定层中，最大收缩出现时间延长，且收缩率大大变小，甚至出现膨胀。

### 1.4 磷石膏废料石灰碎石耐久性研究

磷石膏废料二灰碎石混合料耐久性能指标测试结果见表 3。

**表 8 磷石膏废料石灰水泥碎石混合料耐久性能**

| 测试项目 | 磷石膏废料石灰水泥 | 普通二灰 |
|---|---|---|
| | 碎石混合料 | 碎石混合料 |
| 收缩率（10-4） | 3.71 | 6.42 |
| 干湿循环（20 次）强度损失率/% | -44.9 | 2..3 |
| 耐水性（水中 30d）强度损失率/% | -17.1 | 1.9 |
| 抗硫酸盐侵蚀（耐蚀系数） | 1.18 | 1.04 |
| 抗冻性能（7 次循环）冻稳系数 | 0.98 | 0.60 |

由表 3 中的实验结果分析可知，在本次实验范围内磷石膏废料石灰水泥碎石混合料收缩值比普通混合料小 40%左右；干湿循环 20 次硫酸钙废料二灰碎石混合料强度非但没有损失，反而增长了 44.9%；在水中浸泡 30d 后强度有 一定程度增加，并且其抗冻性、抗硫酸盐侵蚀性和耐高温性能均比普通二灰碎石混合料有比较大的提高。由此可见，采用磷石膏废料改性二灰碎石混合料不仅可以提高二灰碎石混合料早期强度，缩短二灰碎石混合料养护周期，而且可以提高二灰碎石混合料的耐久性能和减少缩裂。

## 2 磷石膏混合料基层强度形成机理

水泥石灰和磷石膏之间的火山灰反应是磷石膏混合料强度形成的最基本因素。在一定压实条件下，磷石膏混合料内部发生一系列的物理、物理化学和化学变化，其初步主要化学反应是在碱性石灰水泥材料和磷石膏活性氧化硅及活性氧化铝之间，分别生成水化硅酸钙和水化铝酸钙。这些反应物具有良好的水稳性和抗冻性。火山灰继续与磷石膏中的主要成分二水硫酸钙生成三硫型水化铝酸钙是一种六角形断面的针状晶体，以火山灰反应生成的凝胶体为依托，填充周围的空间，本身还通过针状晶体间的相互交联，将许许多多的颗粒粘连在一起。这种依靠凝胶体和晶体两种方式将相对零散的颗粒固结起来构成整体结构，是磷石膏混合料早期具有较高强度的主要原因。

在水化铝酸钙存在下，硫酸钙继续与水化铝酸钙反应，生成柱状单硫型水化铝酸钙。最终达到稳定状态。

随龄期增长，大部分钙矾石转化为单硫型水化铝酸钙，单硫型水化铝酸钙与少部分钙石晶体进一步交联，使混合料连成更为密实的整体，从不同龄期电镜图片可看出初期反应产物与后期产物的显著差异，180d 龄期照片已看不到清晰的针状晶体，颗粒间也没有明显的边界。可见水化程度极高，除了金属铁外几乎所有的物相都参与了化学反应，变成无定形的絮状水化物，原有的物相晶体已不存在。水化产物成港湾状互相交融和穿插交织构成网络状骨架。

通过电镜分析比较可得出，磷石膏混合料反应初期以火山灰反应生成凝胶体和继续反应生成钙矾石为主，二者交替进行。针状晶体表面附着一层凝胶物，这些凝胶物填充于晶体之间，对早期强度形成极为有利。后期反应以火山灰反应产物和钙矾石继续反应生成单硫型水化铝酸钙为主，以水化硅酸钙为依托的钙矾石针状晶体大部分转化生成柱状单硫型水化铝酸钙结晶，晶体与凝胶相互交融形成严密的一个不溶于水的高强度整体。

可见，磷石膏混合料强度形成两个步骤相辅相成，火山灰反应是强度形成的基础，钙矾石及单硫型水化铝酸钙生成是强度发展的延续。

钙矾石及单硫型水化铝酸钙晶体具有明显的膨胀性和增密性，在路面结构中，由于温度和湿度的变化引起材料收缩的空间余地大大减少，这样可以防止基层开裂。

## 3 磷石膏废料二灰碎石基层施工工艺

为了保证磷石膏废料碎石基层的质量，必须加强施工过程的管理，包括拌制混合料的生产控制、选择合理的摊铺及碾压工艺是硫酸钙废料改性二灰碎石施工中需注意的3个主要环节。

### 3.1 磷石膏废料碎石混合料的拌和

道路工程的基层材料一般要求采用集中厂拌和。集中厂拌的硫酸钙废料碎石混合料采用强制搅拌机，原材料分斗计量，在计量前测定其含水量，从而确定各原材料分斗称量值和混合料加水量。严格拌和混合料生产质量控制是保证硫酸钙废料碎石混合料成功应用的关键之一。

磷石膏废料碎石混合料在运输、摊铺、碾压过程中含水量会有损失，为了使硫酸钙废料碎石混合料能够在接近最佳含水量下碾压，在拌和过程中混合料加水量应该高于最佳含水量。一般冬天高5%，夏天高8%。

### 3.2 磷石膏废料碎石混合料的摊铺

硫酸钙废料碎石混合料及时摊铺，及时碾压。若由于施工条件所限不能及时摊铺时，在工地堆放的时间不得超过4h。

硫酸钙废料碎石混合料摊铺应控制好，混合料摊铺宜使用平地机或其他适用的摊铺机械并辅以人工整平，严禁用齿靶拉平。并以宁高勿低、宁铲勿补原则，切忌薄层加铺，以免产生脱壳。

### 3.3 磷石膏废料碎石混合料的碾压

硫酸钙废料碎石混合料的强度及体积稳定性主要通过碾压获得，因此，施工中宜采用18T重型压路机提高碾压工作的质量，确保硫酸钙废料碎石基层的压实度是提高道路质量的重要手段。

硫酸钙废料碎石混合料的适宜压实厚度为20~25cm，最大为28cm。混合料在摊铺中应尽量做到一次整平，摊铺后如发现局部粗骨料集中产生蜂窝现象时，既用少许较干的硫酸钙废料碎石混合料沙浆嵌实再行碾压。严禁在已碾压成型的硫酸钙废料混合料上补薄层。初压后用路拱板及3m直尺检查路拱和平整度，及时进行铲修整平，低凹处应翻松，厚度不得小于10cm。拌合后的混合料可以在24小时内碾压完毕。

混合料碾压应根据先轻后重，自路边向路中的原则进行。一般可采用光轮或静压成型，轮迹重叠，双轮为30cm，三轮为后轮宽的1/2。

## 4 磷石膏废料二灰碎石混合料试点工程应用

### 4.1 两江路工程应用情况

省道两江道路改建工程的路基承重层设计厚度25cm，采用硫酸钙废料碎石混合料。实验路段用硫酸钙废料铺筑养护4d后进行弯沉实验，实验结果见表5。

表9 两江路工地弯沉值测试结果（养护4d）

| 材料名称 | 以下测点湾沉值/mm | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A1 | A2 | A3 | A4 |
| 硫酸钙废料碎石 | 0.513 | 0.457 | 0.410 | 0.510 |
| 普通二灰碎石 | 2.655 | 1.766 | — | — |

由测试数据可知，废磷石膏二灰碎石混合料铺筑道路基层养护4d的弯沉值平均为0.45mm，完全可以满足道路摊铺沥青面层的技术要求，而普通二灰碎石混合料养护4d其弯沉值为2.15mm，养护10d后弯沉值才能达到0.51mm。因此，硫酸钙废料碎石比普通二灰碎石混合料提早6d达到摊铺沥青面层的弯沉值要求。

### 4.2 坝赤路工程应用情况

坝赤路改建工程的路基承重层厚度为 25cm，本工程采用硫酸钙废料碎石混合料摊铺，施工温度 28C，养护 7d 后进行弯沉测试和摊铺沥青面层，测试结果见表

**表 10 坝赤路工地弯沉值测试结果（养护 7d）**

| 材料名称 | 以下测点弯沉值/mm | | |
|---|---|---|---|
| | A1 | A2 | A3 |
| 硫酸钙废料碎石 | 0.598 | 0.470 | 0.470 |

由测试结果可见，硫酸钙废料碎石混合料摊铺后养护 7d，其弯沉值为 0.5mm 左右，完全满足道路通车的技术要求。此外，坝赤路车流量为 1800~3000 辆/昼夜，且大都为重车，通车后半年无开裂现象，取得了明显的效果。

**4.3 汉宜路工程应用情况**

该路改建工程为路幅 9m，基层厚度为 28cm，本工程采用硫酸钙废料碎石混合料摊铺压实，施工温度 30C，养护 7d 后进行弯沉测试和摊铺沥青，测试结果见表 7。

**表 11 汉宜路工地弯沉值测试结果（养护 7d）**

| 材料名称 | 以下测点湾沉值/mm | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A1 | A2 | A3 | A4 |
| 硫酸钙废料碎石 | 0.25 | 0.28 | 0.4 | 0.34 |

由测试结果可见，在养护温度 30$^0$C 条件下，硫酸钙废料碎石混合料摊铺后养护 7d，其弯沉值可以达到 0.35mm 左右，满足道路摊铺沥青面层的技术要求。

**4.4 试验路检测及与普通路的对比分析**

试验路碾压成型后，对其压实度、弯沉值进行检测，检测结果皆满足设计要求。对比试验路和普通路的表现质量、压实度和弯沉值。

石灰、水泥稳定硫酸钙废料基层铺筑后，表观及检测结果表明：基层的 整体性好，结构致密，强度高，表面无裂纹。另外用硫酸钙废料取代石屑后，最大干密度降低、基层集料的材料费降低，、社会效益和环境效益显著。

通过室内试验的研究及实际工程的应用，可以看出，磷石 膏废料是一种很好的路面基层材料，同普通水泥稳定碎石相比，其抗裂性好，承载能力高。在磷石 膏硫酸钙废料资源丰富的地区，应用工业废料磷石 膏硫酸钙做路面基层材料，不仅可以有效解决废渣堆放带来的环境污染问题，还能降低工程造价，因而具有重大的经济效益、社会效益和环境效益。

## 5 结论

1）磷石 膏硫酸钙废料路基压实度达到规范要求时，回弹摸量 $E_0$ 高达 180Mpa，不仅满足路基强度要求，而且远高于沥青路面 水泥混凝土路面对基层强度要求，弯沉值也达到路面基层要求。

2）磷石 膏硫酸钙废料不仅是一种品质优良的路基填料、而且可直接作路面基层。在其上直接修筑水泥混凝土路面板，使用性能良好。。其 7d 强度为 2.5Mpa，28d 强度为 4.80~5.90 Mpa，满足高速、一级公路基层的强度要求，可用作公路基层。

3）磷石 膏硫酸钙废料石灰碎石混合料膨胀明显，说明硫酸钙废料的反应产物只有膨胀性，可以减小半刚性基层材料收缩空间，提高抗裂性能减少了裂缝获得高质量道路，节约裂缝处置费用。，而且降低工程造价。

4）磷石 膏硫酸钙废料的加入，降低了混合料体系的 PH 值，使火山灰反应速度变慢，起到了缓凝作用。这一特点为施工由于不可抗拒的原因延迟压实提供了帮助。方便了施工，更好保证了施工质量。

5）在碎石开采比较昂贵且磷石 膏硫酸钙废料运距短的地区，水泥稳定层中加入硫酸钙废料可较大幅度减少碎石用量，降低工程造价。

综上所述，利用磷石 膏废料碎石基层新材料施工，其质量、经济、社会、环保效益显著，而我省有磷石 膏硫酸钙废料资源的地方较多，因此该技术在我省交通公路都有广泛的推广应用前景。

## 参 考 文 献

[1]沈卫国、周明凯、赵青林；磷石膏 粉煤灰 结合料的研究[1]。材料科学与工艺 2001、9 增刊：205-208

# 全数字光纤网络监控平台在湖北杭瑞高速公路的应用

刘权　叶智　娄艳艳　王晓荣

湖北省交通运输厅通信信息中心

**摘　要：** 湖北省阳新（赣鄂界）至通城（鄂湘界）公路（即杭州至瑞丽高速公路湖北省阳新至通城段，杭瑞高速公路湖北阳新至通城段全线共设置一处监控收费通信分中心（设于通山互通）；全数字光纤网络监控传输平台可以单独组网，也可以采用将监控系统作为基于通信系统之上的一种数据传输业务来考虑，图像接入采用光纤，远程传输仍然基于SDH网络，结构简洁清晰，便于系统建设及运行维护，易于与其它子系统联网使用。湖北省杭瑞高速音视频监控系统中，收费音视频通过通信系统将收费音视频上传至通山收费监控分中心，道路及隧道音视频通过光纤直接上传至通山收费监控分中心，减轻了通信系统的网络带宽的压力。

**关键词：** 湖北杭瑞　全数字光纤　网络监控　应用

## 1　概述

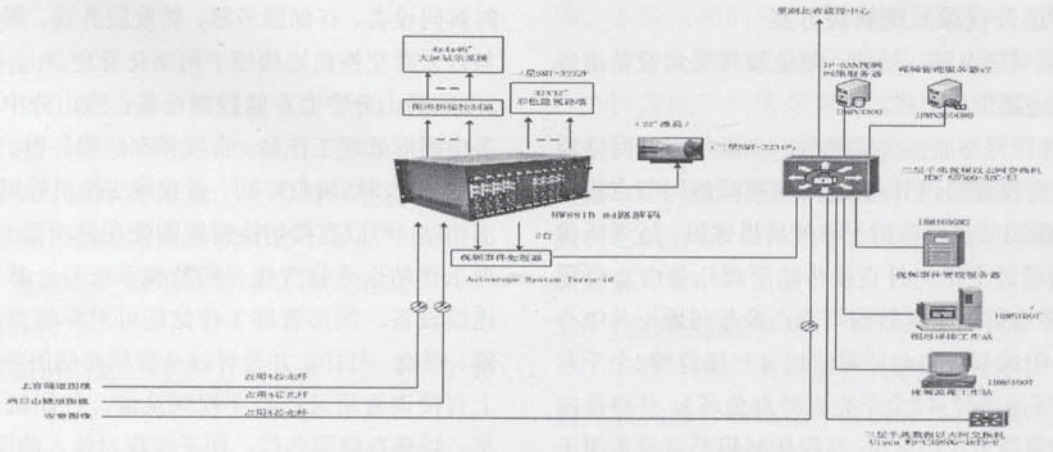
湖北省阳新（赣鄂界）至通城（鄂湘界）公路（即杭州至瑞丽高速公路湖北省阳新至通城段，以下简称杭瑞高速公路湖北段）是《国家高速公路网规划》中的第12条横线，起于浙江杭州，经江西、湖北、湖南、贵州、止于云南瑞丽（口岸）。

杭瑞高速公路湖北段起于鄂赣两省交界的界首铺，止于鄂湘两省交界的大界，路线起点桩号K0+795.965，终点桩号K200+266.6，路线全长201.138公里。

杭瑞高速公路湖北阳新至通城段全线共设置一处监控收费通信分中心（设于通山互通）；全线设置收费站13处：其中2处省界外场收费站（赣鄂界、鄂湘界），11处匝道收费站（枫林、阳新、排市、黄沙铺、隐水洞、通山、路口、崇阳、石城、通城和北港）；设置3处养护工区（排市、通山、通城）；设置4处服务区（排市、通山、崇阳、通城）；停车区4处（枫林、黄沙铺、红石桥、沙坪）；设置互通立交11处，分别为枫林互通、阳新互通、排市互通、黄沙铺互通、隐水洞互通、通山互通、路口互通、崇阳互通、石城互通、通城互通和北港互通；设置隧道3座，隧道总长为10072米，其中鸡口山隧道为2984/2969米，上官隧道为1971/1964米。

## 2　音视频监视系统构成

收费系统前端音视频、数据采集设备由收费广场摄像机、车道摄像机、出口收费摄像机、亭内摄像机、亭内拾音器等组成。音视频监视系统由前端音视频及数据采集设备、全数字光纤网络监控传输平台、存储控制设备三部分组成。前端音视频、数据采集设备包括外场摄像机、隧道摄像机、广场摄像机、车道摄像机、出口收费亭摄像机、亭内拾音器、视频数据叠加器；全数字光纤网络监控传输平台包括音视频编码节点设备、音视频解码节点设备、视频以太网交换机；存储控制设备包含视频以太网交换机、视频存储服务器、视频转发服务器、IP SAN磁盘阵列、彩色监视器、图形管理工作站以及相应软件等。



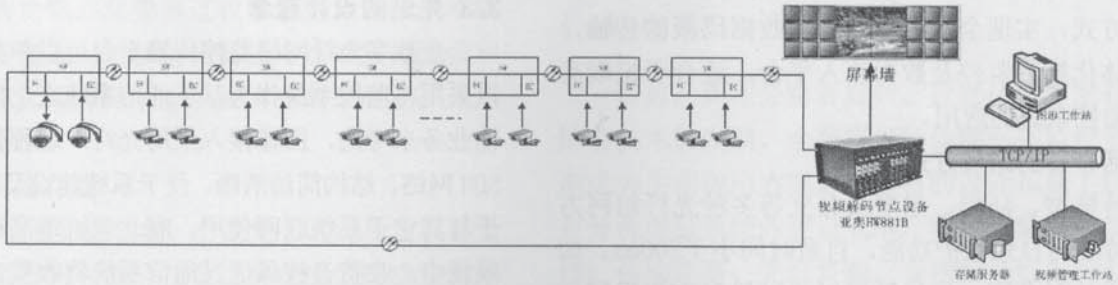
通山监控收费分中心组网结构图

## 2.1 收费音视频系统解决方案

2.1.1前端音视频及数据采集设备：收费系统前端音视频、数据采集设备由收费广场摄像机、车道摄像机、出口收费摄像机、亭内摄像机、亭内拾音器等组成。

2.1.2全数字光纤网络监控传输平台：全数字光纤网络监控传输平台由音视频编码节点设备、音视频解码节点设备组成：音视频编码节点设备用于将外场摄像机、隧道摄像机、车道摄像机、亭内摄像机、广场摄像机、拾音器的视频以及音频信号编码后通过光纤将音视频、数据传输至收费站音视频解码设备，多台前端音视频编码节点设备与收费站端解码节点设备形成双纤自愈环网结构（每个收费站1个千兆光纤自愈环），并将反向控制信号传输前端可控摄像机;音视频解码节点设备用于将传入音视频解码节点设备或存入存储服务器中的的数字化音视频解码，传输至电视墙、主监视器上监视使用；同时解码设备、存储服务器、转发服务器、图形处理工作站与以太网交换机连接便于网络化管理，形成站级数字音视频编解码控制平台网络。各收费站收费图像经过数字压缩编码后通过综合业务接入网提供10/100Mb/s以太网通道传输至通山监控收费分中心，送入视频以太网交换机。

2.1.3收费站端存储控制设备：收费站端存储控制设备由视频以太网交换机、图形处理工作站、音视频存储服务器等组成。视音频以太网交换机：负责将解码设备、存储服务器、图形处理工作站建立IP网络；图形处理工作站：可以直接切换视频图像在显示器上显示。图形管理工作站也是收费视音频监视系统与计算机系统之间的连接设备，图形管理工作站还可对车道抓拍图像进行编辑、查询、打印，并且可以从视频存储服务器上直接调看所录的数字视频录像。打印机与监控系统共享；视频控制存储服务器：视频控制存储服务器部署视频控制软件，实现对视频设备的管理以及图像存储、调用的管理。



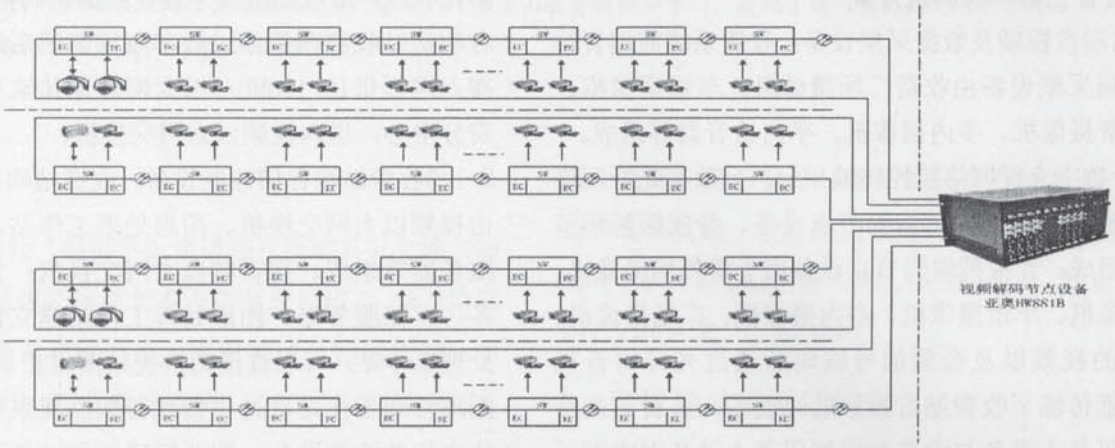

收费站收费视频传输结构图

### 2.2 外场、隧道音视频系统解决方案

2.2.1前端视频采集设备：外场、隧道视频采集设备由外场摄像机和隧道摄像机组成。

2.2.2全数字光纤网络监控传输平台：全数字光纤网络监控传输平台由音视频编码节点设备、音视频解码节点设备组成：音视频编码节点设备用于将外场摄像机、隧道摄像机视频编码后通过主干光纤直接传输至通山分中心音视频解码设备，多台前端音视频编码节点设备与通山分中心多台解码设备组成双纤自愈环网结构（外场监控2个千兆光纤自愈环、隧道监控共8个千兆光纤自愈环），并将反向控制信号传输前端可控摄像机;音视频解码节点设备用于将前端编码节点设备上传的图像或存于IP SAN中的的数字化视频解码，传输至电视墙、主监视器上监视使用，同时解码设备、存储服务器、转发服务器、图形处理工作站与以太网交换机连接便于网络化管理。

2.2.3通山分中心存储控制设备：通山分中心存储控制设备由图形处理工作站、音视频存储服务器、音视频转发服务器、IP-SAN磁盘阵列、音视频交换机等组成。图形处理工作站：可以直接切换视频图像在显示器上显示。图形管理工作站也是收费视音频监视系统与计算机系统之间的连接设备，图形管理工作站还可对车道抓拍图像进行编辑、查询、打印，并且可以从视频存储服务器及磁盘阵列上直接调看所录的数字视频录像。打印机与监控系统共享；视频存储服务器：用于实现对传入的图像进行存储；视频转发服务器：用于不同网段对传入的图像进行转发及解决调用图像时网络带宽的限制。




外场、服务区、停车区、隧道视频传输结构图

## 3 全数字光纤网络监控传输平台的优点：

全数字光纤网络监控传输平台集 H.264/Mainprofile/L3 音视频压缩、高清接入、前置智能图像识别、光纤通讯、网络交换、数据接入及 IP-SAN/NAS 存储等先进技术于一体，通过光纤（点对点/链型/环型）及以太网方式，实现全数字化图像及数据码流的传输，形成一体化视频监控及数据接入平台，适合于杭瑞高速公路监控系统的应用。

### 3.1 灵活丰富的组网方式

支持链型、环型、星型及分支等多种光纤组网方式，支持环网自愈保护功能，自愈时间小于200ms。如在本路段的财务室、广场等可以通过星型方式组网；收费亭、隧道及道路可以通过链型或环型方式组网。

### 3.2 先进的系统架构

基于先进软件架构构建核心管理平台，采用专业级的操作，所有功能模块采用插件方式，架构更加开放灵活，修改、更换任何功能插件不会影响已经稳定运行的核心程序和功能。

### 3.3 先进的设计理念

全数字光纤网络监控传输平台可以单独组网，也可以采用将监控系统作为基于通信系统之上的一种数据传输业务来考虑，图像接入采用光纤，远程传输仍然基于SDH 网络，结构简洁清晰，便于系统建设及运行维护，易于与其它子系统联网使用。湖北省杭瑞高速音视频监控系统中，收费音视频通过通信系统将收费音视频上传至通山收费监控分中心，道路及隧道音视频通过光纤直接上传至通山收费监控分中心，减轻了通信系统的网络带

宽的压力。

### 3.4 环保的资源消耗

单纤支持256路图像，单纤接入容量大，在相同图像接入数量时，相比消耗更少的光纤资源。

平台采用双纤或单纤传输，采用高性能图像压缩技术，一般情况下图像监控规模扩容不需要增加额外的光纤资源，可将新增前端设备串联接入链或环网，对光纤资源消耗较少。

平台配置简洁清晰，维护方便、易于系统的扩建和升级。

通过多级流媒体转发管理加上对所有视频访问的优先级管理，可以确保网络带宽有限的环境下，对远程实时图像访问和远程回放访问的带宽有效管理。同时通过流媒体转发，实现各级中心多人远程访问的实现和降低现场数字图像设备的使用负荷，延长数字图像设备的使用寿命。在本路段音视频监控系统中，客户端访问某一路摄像机图像时，是通过流媒体转发的方式进行浏览，而非直接访问某一路摄像机图像，从而避免了多个客户端同时访问某一路摄像机图像时出现的通道拥堵，保障了视频的传输质量。

### 3.5 标准规范的传输

图像码流、数据控制码流基于光纤以太网络传输机制，符合业界主流的TCP/IP网络传输协议，方便与各类通信设备接口，可实现系统无缝升级扩容。尤其是基于以太网络的大数据量的图像联网访问机制，充分利用了光纤以太网络高性能、高可靠性的成熟的数据交换技术优点，使得设备配置简洁清晰，易于运行维护。

### 3.6 先进的虚拟矩阵

全数字光纤网络监控传输平台对各图像编码设备的访问基于IP地址寻址交换技术，可实现真正意义上的虚拟矩阵的功能。只要通过权限设定，监控中心或各收费站的管理人员可以访问其它站点的实时图像和录像资料，极大地降低了系统成本和复杂度，提高系统运行可靠性。

### 3.7 分布式网络存储

支持高/低双码流输出，分别用于高画质大屏幕显示和数字视频网络存储，在保证实时监控画质量的同时节省网络资源及存储硬盘空间，避免视频二次编解码。系统采用的分布式网络存储模式，及在各收费站或监控中心集中设置存储服务器，直接进行码流录像，一方面降低了网络带宽需求，另一方面提高了存储可靠性。湖北省杭瑞高速音视频监控系统中，图像浏览采用D1格式，保证了图像质量，图像存储采用CIF格式分布式存储，在节约了网络资源和存储空间同时，又提高存储的可靠性。

### 3.8 完整的图像管理

全数字光纤网络监控传输平台软件具备直观方便的可视化操作和灵活丰富的设备控制权限设定，可根据用户实际需要划分监控总中心、区域监控分中心、监控管理站等各级单位的权限，实现各级用户对实时图像的调看权、控制权、网络存储选择权和对历史资料的查询回放权限的细分，具备强大的系统管理、配置、诊断、运行维护等功能。

### 3.9 强大的信息互动

基于IE实时监控、录象检索、实时回放，能够将当前的图像上传给上级单位及相关多级主管部门；同时能够实现控制中心与前端节点进行即时的音视频和文本沟通，实现信息互动。

### 3.10 灵活的集成方式

可以直接通过对协议和开发包的支持来管理所有底层设备，也可以和第三方系统相互开放接口，实现软件层面的集成。通过中心系统管理模块，实现各业务子系统之间的跨系统联动集成。

### 3.11 宽广的未来发展

可以实现图像信息发布、因特网络浏览、数字视频动态侦测、移动图像报警、数字水印标签等一系列功能，代表了未来图像监控系统数字化、网络化、智能化的发展方向。

## 4 结束语

目前，高速公路音视频、数据传输方案有多种，随着技术的发展，全数字光纤传输网络监控平台正逐渐成为主流应用方案。在项目的设计和施工过程中应充分考虑到系统的建设成本、图像质量、系统的可靠性、传输距离、光纤资源、音视频及数据的容纳量、带宽容量及网络化管理等综合因素，优化系统的解决方案，以便于更好的满足高速公路的实际需求。

# 公路工程建设期贷款利息计算方法的探讨

邹伶俐

湖北交通基本建设造价管理站

**摘　要**：合理确定建设期贷款利息，对项目建设具有非常重要的意义。笔者从建设期贷款利息计算的影响因素如贷款额和计息方式分析探索合理的计算方法，希望对确定建设期贷款利息提供建议。

**关键词**：建设期贷款利息　投资额　单利　复利

## 1　前言

建设期贷款利息作为公路造价的动态组成部分，随着国家宏观调控的力度加大，长期贷款利率越来越高，建设期贷款利息占到总投资的 8~9%，对于投资额巨大的公路建设项目是一项不小的费用。如此，建设期贷款利息的合理性是合理确定和有效控制工程投资的重要环节。长期以来，公路工程造价文件编制中的建设期贷款利息存在多种不同的计算方法，导致建设期贷款利息差别较大。本文试图从建设期贷款利息计算的影响因素如贷款额和计息方式进行分析，探索建设期贷款利息合理的计算方法，合理确定项目建设投资，为投资者正确决策提供重要依据。

## 2　建设期贷款利息的计算

建设期贷款利息系指建设项目中分年度使用国内贷款或国外贷款部分，在建设期内应归还的贷款利息。费用内容包括各种金融机构贷款、企业集资、建设债券和外汇贷款等利息。

**2.1《公路工程基本建设项目概算预算编制办法》给出的计算公式如下：**

建设期贷款利息=Σ（上年末付息贷款本息累计+本年度付息贷款额÷2）×年利率

即：$S=\Sigma\ (F_{n-1}+b_n\div 2)\times I\cdots\cdots\cdots\cdots$　公式一

式中：S——建设期贷款利息（元）

N——项目建设期（年）

n——建设期

$F_{n-1}$——建设期第（n-1）年末需付息贷款本息累计（元）

$b_n$——建设期第 n 年度付息贷款额（元）

i——建设期贷款年利率（%）

从上述公式可以看出，建设期贷款利息与项目建设期、贷款额、建设期贷款年利率等因素有关。

在编制项目造价文件中，为方便计算，假定项目建设期已定，建设期贷款年利率按银行同期利率确定，上述公式中，建设期贷款利息按复利计息，在建设期内不还息，所有贷款利息等到运营有收益后连同本金一起归还，建设期贷款利息仅与贷款额度相关。

**2.2 鉴于对公式的理解，在实际工作中，存在两种常见的计算方法，如下：**

2.2.1 以静态投资额即不计建设期贷款利息的工程造价为计算基数计算贷款额度和利息。

因数额较大，一般采用 EXCEL 电子表格计算，列式如下：

| 静态投资（元） | A | | 贷款比例（%） | k |
|---|---|---|---|---|
| 贷款额（元） | Ak | | 贷款年利率 | i |
| 贷款年度 | 贷款比例 | 贷款额（元） | 利息（元） | 年末计息款 |
| 第一年 | $j_1$ | $J_1=AKj_1$ | $I_1=1/2J_1i$ | $F1=I_1+J_1$ |
| 第二年 | $j_2$ | $J_2=AKj_2$ | $I_2=(F_1+1/2J_2)\ i$ | $F2=I_2+J_2++F_1$ |
| … | … | … | … | … |
| 第 n 年 | $j_n$ | $J_n=AKj_n$ | $I_n=(F_{n-1}+1/2J_n)\ i$ | |
| 利息总计（元） | | | $I_1+I_2+\cdots+I_n$ | |

以某项目的概算为例，假设其静态投资额总额为：530000000 元，贷款比例为 65%计算，假定建设期 4 年，每年贷款投放比例为 20%、30%、30%、20%，贷款年利率 6.65%，则建设期贷款利息计算如下：

| 静态投资（元） | 5300000000 | 贷款比例（%） | 65% |
|---|---|---|---|
| 贷款额（元） | 3445000000 | 贷款年利率 | 6.65% |

| 贷款年度 | 贷款比例 | 贷款额（元） | 利息（元） | 年末计息款(元) |
|---|---|---|---|---|
| 第一年 | 20% | 689000000 | 22909250 | 711909250 |
| 第二年 | 30% | 1033500000 | 81705840 | 1827115090 |
| 第三年 | 30% | 1033500000 | 155867028 | 3016482118 |
| 第四年 | 20% | 689000000 | 223505311 | |
| 利息总计（元） | | | 483987429 | |
| 总投资（元） | | | 5783987429 | |

由上式可知，建设期贷款利息总计为 483987429 元。

2.2.2 以动态投资额即包含建设期贷款利息在内的投资总额为基数计算建设期贷款利息

EXCEL 电子表格列示如下：

| 总投资（元） | B | 贷款比例（%） | k |
|---|---|---|---|
| 贷款额（元） | Bk | 贷款年利率 | i |

| 贷款年度 | 贷款比例 | 贷款额（元） | 利息（元） | 年末计息款 |
|---|---|---|---|---|
| 第一年 | $j_1$ | $J_1=BKj_1$ | $I_1=1/2J_1i$ | $F1= I_1+ J_1$ |
| 第二年 | $j_2$ | $J_2=BKj_2$ | $I_2 =(F_1+1/2J_2)\ i$ | $F2= I_2+ J_2++F_1$ |
| … | … | … | … | … |
| 第 n 年 | $j_n$ | $J_n=BKj_n$ | $I_n =(F_{n-1}+1/2J_n)\ i$ | |
| 利息总计（元） | | | $I=I_1+ I_2+\cdots+ I_n$ | |
| 静态投资（元） | | A | 总投资（元） | A+I |

当 A=B+I 时，算式成立。

此方法需要试算，以上述数据为例进行试算，则计算如下：第一步：

| 总投资（元） | 5300000000 | 贷款额度（%） | 65% |
|---|---|---|---|
| 贷款额（元） | 3445000000 | 贷款年利率 | 6.65% |

| 贷款年度 | 贷款比例 | 贷款额（元） | 利息（元） | 年末计息款（元） |
|---|---|---|---|---|
| 第一年 | 20% | 689000000 | 22909250 | 711909250 |
| 第二年 | 30% | 1033500000 | 81705840 | 1827115090 |
| 第三年 | 30% | 1033500000 | 155867028 | 3016482118 |
| 第四年 | 20% | 689000000 | 223505311 | |
| 利息总计（元） | | | 483987429 | |
| 静态投资（元） | | 5300000000 | 总投资（元） | 5783987429 |

第二步：

……

第N步：

| 总投资（元） | 5832625972 | | 贷款额度（%） | 65% |
|---|---|---|---|---|
| 贷款额（元） | 3791206882 | | 贷款年利率 | 6.65% |
| 贷款年度 | 贷款比例 | 贷款额（元） | 利息（元） | 年末计息款（元） |
| 第一年 | 20% | 758241376 | 25211526 | 783452902 |
| 第二年 | 30% | 1137362065 | 89916907 | 2010731874 |
| 第三年 | 30% | 1137362065 | 171530958 | 3319624897 |
| 第四年 | 20% | 758241376 | 245966581 | |
| 利息总计（元） | | | 532625972 | |
| 静态投资（元） | | 5300000000 | 总投资（元） | 5832625972 |

由上式可知，建设期贷款利息总计为532625972元。

**2.3 分析与建议**

按复利方式计算建设期贷款利息，所有贷款利息等到运营有收益后连同本金一起归还，这种情况在实际工作中大部分银行不同意这样做，因为风险太大，实际操作中，经常是银行每放一笔款就扣除上期贷款利息或由资本金缴纳。

由于建设期贷款利息对项目筹资和经济评价有一定影响，在计算和确定项目投资估概算时，应尽量使得利息的计算接近于实际。通过对上述两种计算方法的分析，笔者认为按照公式一，以上述两种计算方式有不合理之处：

1、以静态投资额作为借款额的计算基数，若以单利计息，项目法人单位需要以自有资金还息，显然不现实，故按复利计算是比较合理的，但与银行实际放贷方式不符。

2、以动态投资额为基数计算建设期贷款额，按复利计息，所有贷款利息等到运营有收益后连同本金一起归还，即不符合银行的实际操作，又因贷款额本身已含利息，按复利计造成项目投资偏大。

根据《国务院关于固定资产投资项目试行资本金制度》的规定，作为计算资本金基数的总投资，是指投资项目的固定资金之和，具体核定时以经批准的动态概算为依据。上述提及的建设贷款额指的是项目法人从银行或资金市场筹措的债务性资金，是除去投资项目资本金外的那部分投资额。

故笔者认为计算建设期贷款利息应以总投资作为建设期贷款额的计算基数，另外，因总投资额中已含建设期贷款利息，当年利息有充足的资金归还，下一年无需计息，即以单利计算，提出了第三种计算方法，其计算公式如下：

建设期贷款利息=Σ（上年末付息贷款额累计+本年度付息贷款额÷2）

×年利率

即：$S=\Sigma(F'_{n-1}+b_n\div 2)\times I$ …… 公式二

式中：$F'_{n-1}$—建设期第（n-1）年末贷款额累计（元）；

$b_n$—建设期第n年度付息贷款额（元）；

EXCEL表格计算公式如下：

| 总投资（元） | B | | 贷款比例（%） | k |
|---|---|---|---|---|
| 贷款额（元） | Bk | | 贷款年利率 | i |
| 贷款年度 | 贷款比例 | 贷款额（元） | 利息（元） | 年末计息款（元） |
| 第一年 | $j_1$ | $J_1=BKj_1$ | $I_1=1/2J_1i$ | $J_1$ |
| 第二年 | $j_2$ | $J_2=BKj_2$ | $I_2=(J_1+1/2J_2)\ i$ | $J_1+J_2$ |
| … | … | … | … | … |
| 第n年 | $j_n$ | $J_n=BKj_n$ | $I_n=(J_1+J_2+\cdots+J_{n-1}+1/2J_n)\ i$ | |
| 利息总计（元） | | | $I=I_1+I_2+\cdots+I_n$ | |
| 静态投资（元） | | A | 总投资 | B+I |

当 A=B+I 时，算式成立。

仍以上例为例，建设期贷款利息计算如下：（计算方法同二，需要试算）

| 总投资（元） | 5801543429 | 贷款额度（%） | 65% |
|---|---|---|---|
| 贷款额（元） | 3771003229 | 贷款年利率 | 6.65% |

| 贷款年度 | 贷款比例 | 贷款额（元） | 利息（元） | 年末计息款（元） |
|---|---|---|---|---|
| 第一年 | 20% | 754200646 | 25077171 | 754200646 |
| 第二年 | 30% | 1131300969 | 87770100 | 1885501615 |
| 第三年 | 30% | 1131300969 | 163001615 | 3016802584 |
| 第四年 | 20% | 754200646 | 225694543 | |
| 利息总计（元） | | | 501543429 | |
| 静态投资（元） | | 5300000000 | 总投资（元） | 5801543429 |

按此法计算后的利息总计 501543429 元。

## 3 结束语

通过上述分析可以看出，公路工程基本建设项目概算预算编制办法规定的复利计算方法不合理，而以静态投资作为贷款额的计算基数亦不能全面估算造价，不符合实际情况。

上述第三种计算方法其计算出的贷款利息正处于第一、二种计算值中间，而计算基数中包含了建设期贷款利息，当年利息可以归还，即无须以项目建设单位的自有资金归还，又符合银行放贷实际情况；以单利计息，不会造成造价偏大。当然，此计算方法中，虽然其贷款利息已在当年归还，但因贷款额中含了贷款利息，建设期第 1 至第 n-1 年的贷款额中所包含的利息部分依然是在放贷年度计算了利息的，但此方法确实更接近于实际，利于合理的确定工程投资。

## 参 考 资 料

[1]国务院关于固定资产投资项目试行资本金制度的通知

[2]公路工程基本建设项目概算预算编制办法

[3]《铁路及公路工程施工组织与概预算》，李明华，中国铁道出版社

# 砂垫层在公路改建、养护工程中的运用

熊鲜艳　陈玲

潜江公路局

**摘　要:** 砂垫层是一种材料简单、施工方便可行的透水性结构，在一些采用砂垫层结构施工的工程实例中，经观察实践证明均取得了较理想的应用效果。本文将从砂垫层材料、施工过程与方法、成本造价等方面进行探讨。

**关键词:** 砂垫层　改建　养护　运用

砂垫层是一种材料简单、施工方便可行的透水性结构，在一些采用砂垫层结构施工的工程实例中，经观察实践证明均取得了较理想的应用效果。本文主要介绍砂垫层的施工方法及应用情况。

## 1　砂垫层材料

砂垫层材料可直接选取河砂或能作砼拌合用的中粗（青）砂。二者均属透水性好的材料，只不过前者来源简单，可在各工地就近河滩挖取，价格便宜，价格成本基本上主要反映在运输费上，但施工过程滤水速度较慢，且要注意与泥沙的区分；后者购价相应较高，材料需由特定的料场取得，受料场数量的局限性，相对于不同的工地运距较远，但施工过程滤水速度快。

## 2　砂垫层结构运用及其施工过程、方法

### 2.1 用于公路改建工程加宽路基部位的垫层

现有荆潜线 K72—K75 段改建，原路基宽 13—14 米，路面为宽 9 米的水泥砼结构，沿二侧路肩加宽改建成 12 米宽的沥青路面。加宽部位施工结构为厚 35cm 砂垫层＋水泥稳定石屑基层＋沥青下封＋沥青碎石路面。施工过程、方法如下：

2.1.1 测量放样。用石灰线标示二侧待开挖路槽宽度范围，并测量原始地面高标。

2.1.2 开挖路槽。用挖掘机或人工进行路槽开挖，直至设计深度、宽度。

2.1.3 清基。人工清除路槽底面及侧面浮土，整平，并用小型压路机压实。

2.1.4 填砂。将拖运来的普通河砂进行回填，人工整平。注意回填达到松铺厚度，松铺系数一般在 1.3 左右。青砂质量必须符合规范中细砂要求，要避免泥沙的混入。

2.1.5 振实。A.用水泵就近从路侧河沟吸水将砂层灌满湿透；B.用平板振动器来回振捣，外侧边缘隔段开挖排水沟，将砂体内水份振提至砂层表面，流出；C.用装载机或振动压路机进行碾压，若砂体表面水份充足，再用平板振动器振捣，重复 B、C 步骤，直至砂层表面滤水较少，砂体平整坚实不发软，密实度达到规范要求为止。

2.1.6 整型。人工对振捣后的砂层表面进行整型，使符合水泥稳定石屑基层下承层要求。随后即可在其上铺筑水泥稳定石屑基层。

若填筑中粗青砂，振实无需灌水湿透，可直接用装载机或轻型压路机稳压后再用振动压路机碾压直至达到质量要求。

检验路段实测压实度代表值 92%，且单点压实度全部大于等于规定值减 2 个百分点，评定路段压实度合格率为 100%。

该改建段竣工通车后，在繁重的交通流量作用下，加宽部位与原路基部位质量完全一致，没有暴露任何质量问题。

### 2.2 用于软基的处理

对处于水网湖区渔塘等地下水位高的公路，容易出现软基路段。尤其当公路等级不高，通常在二级及以下，或先天结构不足，加上行车荷载，不可避免间或有超限超载车辆的作用，极易造成路基湿软、弹簧、翻浆。这在我们的日常公路养护工作中很常见，采用砂垫层结构进行处理，是极为有效的方法。

现有二级公路潜监线 K29+300—K29+350 段水泥砼路面路基出现弹簧沉陷，砼板及其下石灰土基层已严重破损，早期在其上铺筑厚层碎石和水泥稳定石屑均未得到改善，甚至断绝交通，必须进行快速有效的处理。决定采用 60cm 砂垫层处理路基，半幅通车半幅施工。施工过程、方法：

2.2.1 开挖路槽(基坑)。用挖掘机将半幅软基部分挖除，沿路肩一侧宽出 25cm，高程至砼板顶下 1.0 米，保证砂垫层压实厚度 60cm。

2.2.2 清基。将槽底及侧面浮土清除，整平，用压路机压实。

2.2.3 填砂。为了减短阻碍交通不便的时间，选择填筑中粗青砂，其含水量适当，压实容易。注意填筑时达到松铺厚度。

2.2.4 压实。用装载机或轻型压路机进行稳压，人工辅以整平，再用振动压路机进行碾压，直至无明显轮迹，达到质量要求。注意压实度，平整度，厚度等指标的检测。

2.2.5 整型。对压实后的砂垫层表面作进一步的整型，以满足水泥稳定石屑基层下承层的要求。现场实测砂垫层压实度大于 90%，满足压实度标准要求。

为了缓解另半幅不堪行车的状况，随后即在砂垫层上铺筑干素石屑，压实后放车通行，然后同法处理另半幅。退后一步进行基层补强和路面恢复。该线路过往重载车辆较多，处理通车后，经观察证明该段路基路面已完全稳定。

另有二级公路水泥砼路面后新线 K3+200—K3+220 段出现软基病害同前例，在处理时为了达到快速通车的目的，欲采用一层水泥稳定石屑补强处理，施工仍然采用半封闭施工方式。先进行半幅基坑开挖，挖深至砼板顶以下 60cm，分层铺筑水泥稳定石屑，第二层碾压时仍然出现明显软弹现象。欲速则不达，随即返工改用砂垫层进行处理。将基坑进一步挖深至 1.0 米，铺筑 60cm 砂垫层后再进行水泥稳定石屑补强，通车后效果理想。现场实测砂垫层压实度大于 90%，满足压实度标准要求。

**2.3 用于桥头沉陷处理**

在我们日常的养护公路中，桥头沉陷形成跳车的现象普遍存在，有的严重沉陷，继而引发桥头路基路面损坏，影响行车。对桥头沉陷病害，用砂垫层处理仍不失为一种方便有效的方法。

现有潜监线 K35+100 处中桥，桥头严重沉陷，原砼面板及石灰土基层已塌陷，穿孔，危及行车安全。将沉陷部位开挖，发现原石灰土基层已湿软泡坏，再往下挖，土基也呈湿软状态。遂决定继续开挖基坑至较硬部位，挖深 1.2 米，清除软基土方，填筑 60cm 砂垫层。施工地点离料源较远，但仍然选择购运中粗砂进行填筑，一次连续碾压至符合质量标准。现场实测砂垫层压实度大于 90%，满足压实度标准要求。随后铺筑水泥稳定石屑基层，恢复水泥砼路面，养生期到即放车，通车至今，再无不良反应。

**2.4 用于涵顶填筑处理**

在公路改建中，常常会有一些涵洞构造物需改建或接长，而且也是半封闭式施工，即半幅通车半幅施工。为了既不影响行车，又不至影响路面施工时间，短期内使涵顶填土达到密实、尽早通车很重要。涵顶回填深度一般均在 80cm 以上，若填筑常规土方，一方面不同天然土质含水量不易控制，不利于碾压，另一方面必须严格分层填筑施工，工期较长，拖延路面施工时间。采用青砂垫层则可迎刃而解。在熊揭线 K0—K18 段改建中，需改建和接长的涵洞构造物共有 8 处，涵顶均采用青砂进行回填，一次性填筑压实厚度达到路面基层底面设计高程。砂层饱水压实后，现场实测压实度满足标准要求。随后在上面铺筑一层素干石屑即放车通行。不仅可通过行车作用进一步补充压实，而且缩短了施工过程。

## 3 砂垫层成本造价

砂垫层结构原材料只需单一的青砂，一般河沙挖运至工地 22 元/$m^3$ 左右，施工成型造价在 40 元/$m^3$ 左右；选用可拌和用中粗青砂造价 48 元/$m^3$ 左右，施工成型造价在 70 元/$m^3$ 左右。与其他材料结构如水泥稳定石屑、碎砾石等比较均相对价格较低，利于降低成本。

总之，砂垫层以其材料来源简单、施工过程容易、造价低廉等特点，不失为一种理想的透水性垫层结构，可广泛用于各公路改建、养护工程施工。

# 浅谈高速公路突发事件的危机管理

潘庆芳[1] 杨力[2]

1 湖北省黄黄高速公路管理处 2 湖北省京珠高速公路管理处

**摘 要**：加强高速公路突发事件的危机管理，是高速公路运营管理中必须面对的课题之一。本文列举了突发事件危机管理的成功事例，分析了高速公路突发事件危机管理的必要性，提出了加强高速公路突发事件危机管理的建议。

**关键词**：高速公路 突发事件 危机管理

## 1 前言

党的十六届四中全会通过的《中共中央关于加强党的执政能力建设的决定》指出，要“坚持党管媒体的原则，增强引导舆论的本领，掌握舆论工作的主动权……重视对社会热点问题的引导，积极开展舆论监督，完善新闻发布制度和重大突发事件新闻报道快速反应机制”。

随着高速公路事业的迅猛发展，高速公路运营管理过程中面临着诸如自然灾害、交通事故、公共事件等风险和危机，不论遭遇哪种层面的风险或哪种危机的发生，都有可能给高速公路产生冲击和负面影响，在一定程度上影响了高速公路的综合效益。加强高速公路突发事件的危机管理迫在眉睫，应对高速公路突发事件的危机管理，成为高速公路运营管理中必须认真对待的一个重要课题。

## 2 高速公路突发事件危机管理的成功案例

在各种因素引发的高速公路突发事件中，一些部门和单位有效加强危机管理，取得了较好的成效。

### 2.1 “5·18”事件

2006年5月18日凌晨3点55分，汉宜高速公路枝江段发生8车连环相撞事故，在施救过程中又发生3车相撞，造成5人死亡，12人受伤，多人中毒。此次交通事故中，一辆载有24吨硫酸二甲脂液体的槽车翻倒，液体污染附近农田。惨烈的人员伤亡及不清楚事故造成的长期环境损害，当地老百姓议论纷纷。时任湖北省省长的罗清泉，在最短时间内亲临“5·18”现场指挥，努力控制事态，减少衍生、次生事故，尽力减少损失，降低负面影响。同时，新华网、中新网及东方网等媒体，根据“快报结果”的原则，很快报道了这起特大交通事故，以及省委、省政府采取的有力措施、事故未造成周边重大环境污染等真实情况，周边群众未发生恐慌心理下的非理性响应行为，事故得以很快平息，未出现哄抬生活物资价格或社会恐慌心理及其他相关非理智行为。

### 2.2 抗冰雪保畅通“存在过错第一案”

2008年1月30日21时20分左右，刁某驾驶轿车行至黄黄高速公路黄梅至黄石方向75KM+700M处时，因车速过快导致车辆方向失控，撞上公路中央隔离带及路右侧护栏后横停于应急车道内，后发生三车连环追尾事故，导致6名驾乘人员先后死亡。高速巡警认定：“当事车辆超速行驶，采取应急措施不当，且没有依法设置警示标志是事故的主要原因。”而原告认为高速公路方有责任，将湖北黄黄高速公路经营有限公司告上法庭，要求“赔偿前面所有被告承担的不足”，此案被一些业内人士称为抗冰雪保畅通“存在过错第一案”。最后鄂城区人民法院审理认定，事故发生在冰雪灾害天，各事故车辆速度均超过每小时30公里的限制。由于超速导致方向失灵，造成了事故发生，因此路面冰雪不是交通事故的责任原因。被告在抗冰雪灾害中

积极进行道路养护，尽到了道路安全保障、信息提示义务，因此并无过错，且不应承担民事赔偿责任。法院判决：道路方无责。

### 2.3 “天路”安全畅通事件

2009年12月19日，被认为国内建设难度最大的山区高速公路——沪渝高速公路鄂西段全线贯通试运行，成就了一段“天路”传奇。然而，全线开通后事故频发，成为全省高速公路事故高发地。仅省高管21大队管辖的97公里路面，半年发生284起交通事故、死亡人数已有30人。2010年6月19日，沪渝高速长阳段发生7车追尾致6人死亡、31人受伤的特大交通事故，再次引发关注。而据沪渝高速鄂西管理处及高管部门分析数据，全路段发生的所有事故中，货车造成的事故占81.7%，因车辆超速超载行驶事故的比例占到六成，疲劳驾驶、车辆刹车及发动机故障等造成的事故比例较高。随后鄂西管理处邀请湖北日报、楚天都市报、荆楚网、大楚网等媒体记者于6月28日、29日实地踏访沪渝高速鄂西段，事实证明超速、超载、疲劳驾驶、违规操作等人为因素是造成事故多发的主要原因，在增建避险车道、振荡标线、安全提示牌、铺设红色的防滑路面后，有效地降低了交通事故，确保了沪渝高速的安全畅通。

从上述三个真实事例中，是否化“危”为“机”，或是由小问题可能演化为大危机，是高速公路突发事件危机管理的关键。高速公路突发事件危机管理始终把人放在第一位，高度关注人员安危；注重科学处置，努力控制事态，防止或减少衍生、次生事故，尽力减少损失，降低负面影响。

## 3 加强高速公路突发事件危机管理的必要性

高速公路突发事件的特点是突然发生，出乎人们意料，在较短时间内成为社会关注的热点和焦点，迅速产生巨大的震撼力和影响力。在面对高速公路突发事件时，不能及时有效处置会动摇和影响政府部门、交通行业的公信力，从而使高速公路管理单位面临公共关系危机。本着防患于未然的原则，高速公路作为涉及国家安全的重要交通基础设施，更应尽快建立和完善高速公路危机处理系统。居安思危，未雨绸缪是危机管理的核心理念。高速公路危机管理的关键是要培养居安思危理念，营造危机氛围，使高速公路经营管理者和所有员工直接面对突发事件危机时，能有效应对、科学应对。

### 3.1 高速公路的基本属性决定

高速公路的属性是多方面的，主要是高速公路的公益性和商品性。高速公路的公益性是一种功能性属性，是高速公路所固有的基本属性。高速公路属于一个国家的基础结构，而且是国民经济的先导性基础产业，具有固有的社会公益性。国家发展高速公路的主要目的不在于取得直接的经济效益和回报，而是为了加快经济和社会的发展。所以，高速公路的公益性是固有的基本属性，加强高速公路突发事件危机处理系统的建立，可以更好体现高速公路的准公共物品性。

### 3.2 有利于引导突发事件的发展

高速公路为汽车的大量、快速、安全、舒适、连续地运行提供了条件和保证。突发事件影响了高速公路的安全畅通，如果不抓紧时间处置突发事件，高速公路的功能和作用将会受到极大的影响；如果不加强高速公路突发事件的危机管理，就不能正确引导高速公路突发事件的发展，就不能及时平息突发事件带来的不良影响。随着高速公路公益性属性的复位和高速公路通车里程的不断增长，建立好高速公路突发事件的危机管理系统，可以有效减少灾害带来的损失，对妥善解决突发事件有着十分重要的意义。

### 3.3 有利于信息公开

近些年来，我国的新兴媒体不断发展，各种消息的传播渠道和手段也出现了较大的变化，高速公路突发事件发生后，如果不加强突发事件的危机管理，一些“小道消息”就会漫天飞，就会影响广大人民群众对事件的关注，甚至错误地传播各种不实的消息，而与此同时，党和政府越来越重视信息的公开，只有及

时、准确地发布突发事件的真实情况，才能避免“以讹传讹”。突发事件危机处理系统的建立可以提高全民安全防范意识，有利于保证通信联络、信息公开。

### 3.4 有利于高速公路发展

高速公路不仅是交通运输现代化的重要标志，也是一个国家现代化的重要标志。从1988年我国大陆第一条高速公路正式通车到现在，我国的高速公路建设取得了举世瞩目的成就。根据《国家高速公路网规划》方案，我国将用30年时间形成8.5万公里国家高速公路网，收费公路的政策还将坚持下去。加强高速公路突发事件的危机管理，有利于保证战争状态下高速公路的安全，保证高速公路事业健康发展。

## 4 加强高速公路突发事件危机管理的建议

近年来，在高速公路类似突发事件的具体应对中，有的因及时果断，“早说话、说实话、会说话”，为的后续处置赢得了先机；有的则因处置不善，甚至引发了新闻次生灾害，一度使工作陷入被动。在处理好高速公路突发事件的同时，切实加强突发事件的危机管理，既有利于真实信息的公开，有利于引导事态的发展，要通过加强危机管理，服务突发事件的处置。

### 4.1 提高对高速公路突发事件危机管理的认识

提高对高速公路突发事件危机管理的认识，需要进一步思考如何善待媒体、善管媒体、善用媒体，勇于接受媒体监督，与媒体形成良性互动机制，发挥媒体在构建和谐社会中的积极作用。高速公路突发事件处置暴露了领导干部与媒体打交道的本领危机和知识恐慌。突发事件发生后，“你不可能改变已经突然发生的事实，但是，可以通过你与媒体卓有成效的沟通，改变媒体和公众对已经发生事实的看法。”所以要提高领导对突发事件危机管理的认识，要扭转有的领导面对媒体的“三不”现象：不愿说、不敢说，不会说。要通过加强与媒体的合作、沟通，让领导意识到：“与其迟说，不如早说；与其被动说，不如主动说；与其别人说，不如自己说；与其外行说，不如内行说；与其一般人说，不如领导亲自说；领导人不说，谁说？”领导者不仅要应对媒体，更要善于与媒体合作，增强危机管理意识。

### 4.2 积极应对突发事件危机管理就是新闻救灾

新华社原总编辑南振中在《政府新闻学》序中写道：“突发事件只有不发布或者迟发布而造成被动局面的典型案例，没有因为及时发布而造成不良影响的典型案例。”在媒体信息传播功能日益强大，特别是网络快速发展的时代，新闻媒体不仅改变着人们的生产生活方式，也影响着党和政府的执政环境以及高速公路突发事件的发展。在当今媒体时代特别是网络时代，所有网民都是“记者”，他们随时随地都可以把自己得到的信息传到网上。因此无论在理论还是在技术上，封堵媒体和网络都是错误的。所有的突发事件，媒体都会第一时间赶到现场，甚至早于处置事件的官员；网民也会大大早于媒体，在第一时间发布信息。此时，重要的是宣传部门也应在第一时间赶到现场，接待记者，组织召开新闻发布会，及时地为记者和公众提供信息，主动引导舆论。对高速公路突发事件的处置，高速公路管理单位已有比较成熟的机制和有力的行政资源，处理是快捷而有效的。但突发事件的危机管理如果没有被摆在重要位置或处置不当，不仅直接影响事故处理本身，还会引发新的次生灾害，所以说做好危机管理就是新闻救灾。

### 4.3 健全高速公路突发事件的危机管理机制

当前，高速公路突发事件发生后，一般都是临时成立工作组应付危机，这种工作组不能保证危机管理工作的及时性和连续性，缺乏对危机处理的经验，所以只有成立常设且规范的危机管理中心，并以此为核心机构，通过长期的经验累积和统计分析，才能将高速公路危机管理纳入到人性化的、科学的、规范的、有序的轨道。首先要完善危机管理体系。在目前情况下，明确组织机构、人员经费、职责分工，可与办公室、路政办、应急办等部门合署办公，确保组织机构落实到位，同时要为危机管理人员提供必要的工作经

费，参加必要的学习培训，提高应对危机管理的能力，还要进一步明确职责，确保紧急情况时的有备无患和有效处置。其次要搭建信息处理平台。全方位预测、监控和评估高速公路经营管理过程中，可能会遭遇到的风险和危机、发展趋势、影响程度，以及需要采取的规避措施和手段建议。三是要坚持危机决策原则。按照事件处理原则、程序灵活决策、跟踪处理，危机发生时由于不可知因素太多，时间不容许也来不及反复思考和权衡，在危机决策时考虑问题的宗旨是：稳住事态、控制消化、对外负责、减少损失、肃清影响。通过近几年实施情况来看，效果较为理想，在日常管理和突发事件中，面临的风险和危机被大大缩小，处于可控状态范围内。

**4.4 完善高速公路突发事件危机管理的基本程序**

由于高速公路的特殊性，即使再成功的危机预防管理也只能使危机爆发频率或影响程度降低到可接受的范围内，而无法阻止如偶发性的所有危机，所以要完善高速公路突发事件危机管理的基本程序。

4.4.1 快速启动应急预案

当危机形成时，初期反应的漠视和滞后，将会造成危机蔓延和扩大，快速反应是解决危机的前提。由于危机发生具有突变性和紧迫性，任何防范措施也难以做到万无一失，因此应针对不断出现的具体问题，随时修订应对之策。

4.4.2 具备社会责任感

要想取得长远利益，管理者应从危机爆发到危机化解时，应更多地关注社会利益而不只是自身短期利益。回报社会不仅仅只是一种境界，而更多的是单位生存和发展必须具备的责任和义务。一己之力不能改变社会中某些不被认同又习以为常的现象，但却可以影响周围的人和事，在单位职责范围内力所能及的为大众提供一种方便和服务，既可以得到社会肯定和认同，又可以在危机爆发时获得社会的理解和支持。当单位拥有了社会信任基础时，在事涉单位外部的危机处理过程中，只要拿出实际行动表明单位解决危机的诚意，尽量为受到危机影响的公众弥补损失，不仅可使单位的形象得到更有力的维护，而且使危机的处理更加快捷有效。

4.4.3 增强社会透明度

危机发生后必然会引起社会关注，为了避免公众的各种无端猜疑，掌握宣传报道的主动权是消除社会影响的有效途径。调查原因，弄清真相，尽快、尽可能地把完整情况，以及目前和未来的应对措施公布于众，是稳定事态、取得社会理解和支持必不可少的环节，诚心诚意是面对和化解危机的最好策略。

4.4.4 选择合适处理策略

当危机发生时影响已经形成，如何控制则成了解决危机的关键。选择的方式不同导致的结局也不同，如何使影响和损失减到最小值，根据不同类型、程度的危机选择合适的危机处理策略则显得相当重要。有时危机发生可能产生多米诺骨牌效应，引发另一危机，通过新闻媒体传达对危机后果的关切，采取的措施等，利用正面材料，冲淡危机的负面影响。

**4.5 如何实现借助媒体化“危”为“机”**

发展是永恒的主题，高速公路在管理过程中，不可避免会遭遇各种风险和危机，怎样脱困是必须面对、且不容回避的艰难选择，当建立起了适应自身发展的危机管理模式后，不仅可以增强抵御各种风险和危机的侵蚀，更是事业走向成功的基石。压力和动力同在，机遇和挑战并存。危机并不意味着经营不善、管理失误，成功的危机处理往往能弥补过去存在的管理缺陷，最终实现管理优化和快速发展。越是在危机时刻，越能昭示出整体素质和综合实力，转换策略是变危机为生机的重要环节，只要采取诚实坦率、勇于负责的态度，处置有力、保障到位的措施，就收到事半功倍、好坏互换的效果。突发事件中的“主动出击”方案，借以沟通媒体，影响公众。运用如新闻发布会、记者通气会等多种沟通形式，及时发布新闻信息，与媒体全方位沟通。组织和协调媒体记者现场采访，并提供相关采访报道便利。搜集和跟踪境内外有关该事件的

报道情况。加强舆情分析，制定应对方案，有针对性地澄清事实，解疑释惑、引导舆论。保持同现场主流媒体和有影响媒体记者的特殊沟通，引导重要媒体记者对突发事件处置的报道。

### 4.6 坚持高速公路突发事件的“三性一原则”

要有效应对好高速公路突发事件，在发布公共突发事件信息时，最基本的是要注重“三性一原则”，即及时性、准确性、权威性和“快报事实，慎报原因”的原则。所谓及时性，就是第一时间发布突发事件的新闻信息。高速公路突发事件有突发性，事件发展趋势往往令人难以预料，如果不能把握好“及时性”这个原则，事态就有可能发展成难以控制的地步。正确的做法是：“不压不瞒，快速上报，及时报道。”要深知，在当今这个传播渠道众多的社会里，想把事情瞒着不让人知道，是不可能的，只有快速上报、及时报道，才能迅速抢到舆论制高点，掌握话语权，突发事件也将在可控范围之内。陆定一同志曾经给出新闻定义：“新闻是新近发生事实的报道。”在发布高速公路突发事件相关信息时，也一定要把握好准确性这个原则。如果忽视了信息的准确性，只顾眼前利益，发布一些虚假信息以求蒙混过关，久而久之，就会引起群众的极度不信任，当真正的事实水落石出之时，舆论话语权就会丧失，甚至会演变成一场公共信任危机。一般而言，突发事件一旦发生，因为时间、地域等各方面的因素的阻隔，很多群众很难接触到事件真相。在掌握信息不充分的情况下，小道消息、谣言等就极易得到传播，如果不及时发布权威信息，小道消息、谣言就会在不断传播中演变成错误的舆论。一旦错误的舆论形成，再想更正就是很难的事情，所以高速公路突发事件发生时，一定要由权威部门及时发布权威信息。在公共关系学里，“快报事实、慎报原因”是处理突发事件的一个重要原则，而实践表明，这个原则既符合宣传纪律，又符合新闻传播规律。“快报事实”既是传播要义的基本要求，也是对群众负责、对政府和部门形象负责的行为；“慎报原因”指的是慎重报道事件发生的原因，发布信息时不要敷衍了事、凭主观介绍原因，那样同样会造成不正确舆论的形成，所以事件原因还是要慎报为宜。

## 5 结语

总之，随着高速公路事业的不断发展，高速公路各种危机不可避免，但危机发生后却是可以管理的。要用最有效的高速公路危机预防机制和措施，减小各种危机发生的频率，积极的危机应对准备，可将高速公路突发危机造成的损失降到最低。加强高速公路突发事件的危机管理，任重道远，需要社会各界的广泛关注与积极参与。

## 参 考 文 献

[1]高速公路应建立公共危机处理系统，中国路面机械网，2004年11月27日

[2]何海鹰，高速公路经营危机管理模式探讨，湖南高速公路网，2010年1月

[3]叶皓，突发事件中的“政府新闻学”，人民日报，2010年08月12日

# 高速公路广告经营权探析

王伯禹　郑权

湖北省汉十高速公路管理处

**摘　要**：作为高速公路的衍生资源，高速公路广告权属的问题引起了争议。如何保障投资人的合法利益，实现“谁投资、谁受益”的公平原则，有必要对高速公路广告经营权进行 历史 比较研究。其目的在于构建和谐法治的公路广告行政关系，探讨法治思路，寻找法治途径，构建法治秩序。

**关键词**：高速公路广告　经营权　用益物权

《中华人民共和国公路法》对我国公路社会关系的界定，给公路等基础设施的投资主体以清晰的利益判断和商业机会。高速公路的法治化进程与商业利用价值紧密相联，也获得了迅速的发展 。伴随着高速公路促进经济发展的步伐，一些商家也将高速公路视为宣传商品的优质载体。高速公路两侧的一定空间，正在成为广告主和经营者巨大经济利益和社会利益的竞争区。谁具有合法的高速公路广告行政主体资格、经营主体资格?其收益权分配的制度设计应该如何，值得经济与法学专家探讨。本文从界定高速公路广告权属内涵与外延出发，通过对高速公路投资及产权历史发展的分析，剖析高速公路广告行政、高速公路广告经营主体的变化走向，进而探讨高速公路广告的收益权归属。通过用益物权理论，来分析高速公路广告经营的理性特征，并以理论假设。抛砖引玉，以期对高速公路广告这一新兴资源权属的规范利用与开发做一有益探讨。

## 1　高速公路广告内涵的界定

对于广告的定义，在学理上存有争议。有学者认为：“所谓广告，是以营利为目的的广告主，通过大众传播媒体所进行的有关商品、劳务和观念等信息的，有说服力的销售促进和信息传播活动。”也有的学者认为“广告是把由广告主付出某种代价的信息，经过 艺术 加工通过不同媒介向大众传播，达到改变或强化人们观念和行为的目的。”根据《中华人民共和国广告法》(以下简称《广告法》)的规定，广告，是指商品经营者或者服务提供者承担费用，通过一定媒介和形式直接或者间接地介绍自己所推销的商品或者所提供的服务的商业广告。高速公路广告不同于普通广告。

高速公路广告，从广义上理解，应该包括所有形式的以高速公路使用者为主要受众对象的广告，既有以固定的建筑物或构筑物为支撑设施的广告牌(匾)，又有以车体等流动实体为载体的广告，还有以票据等为载体的广告等；而狭义的高速公路广告则应该是指高速公路、高速公路用地范围内(包括高速公路服务区、立交桥的互通区、绿化带以及隧道口、隧道口上方等用地范围内，同时还包括一定的空间范围)以及高速公路两侧除公路标志以外的，以高速公路使用者为受众群体的大型广告牌、广告塔、宣传牌、电子显示箱、灯箱、张贴字画、招牌、标牌、实物造型和其他广告标牌设施等。笔者所研究的高速公路广告是指狭义的广告。

## 2　高速公路广告经营权的管理现状

高速公路广告的经营具有跨行业、跨部门、跨行政地域的特点，其规划和管理 自然 涉及不同地域的工商、土地、文化、 交通 、城建等部门，各系统(部门)执法的惯性，往往习惯于从本位主义出发，制定相应的保护规范，使其利益关系置于一定系统内的调节

之中。这些规范位阶较低，涉及自身相关 法律 关系又难以有效调整的规范与制度，制约了高速公路广告社会关系的正常调整。其主要问题分析如下：

(一)高速公路广告权属及相关规范的缺失

面对高速公路两侧特定空间的广告利用资源与机会，其产权关系如何界定，是当前高速公路行政法治遇到的突出问题之一。高速公路的快速发展，给高速公路广告管理工作增添了许多新的内容与需要。高速公路广告行政，仅以普通的公路的法律规定及广告法律规范为依据规范，不足以在法理意义内实现权利义务的平衡，不足以在公平价值内体现利益 规律 。高速公路广告资源属于衍生的特殊资源，其行政法治依据、制度，当然须具有升华到高速公路特殊资源调整的范畴。高速公路有别于其他公路的融资渠道，使高速公路在经营权属及收益的分配机制上有别于其他的公路。作为高速公路衍生的资源，高速公路广告的产权资源，在法理意义上当囊括公路路产、路权的调整范畴。出于对路产资源的安全与价值考虑，高速公路广告行政应与公路路政执法相一致，并与道路交通安全管理相平衡。目前，《公路法》等法律的原则规定，对高速公路广告经营管理具有原则指导价值，探讨其相关行政主体资格与职权范畴，完善高速公路广告设置的工程技术标准，是一个亟待解决的工程法学与法制问题。

(二)广告主权利与义务的不对称性造成路产资源相关权益的流失

《收费公路管理条例》明确规定，广告经营权是收费公路投资者的合法权益，这还不能充分保证投资者应有的权益。高速公路广告设置的土地空间，依土地权属关系可分为公共空间和非公共空间两类。前者的地上权属于国家，后者的地上权属于使用单位或其他主体。根据现行法律规范，依法取得高速公路经营权的单位，其广告经营权仅在公共空间范围内，即高速公路、高速公路用地范围。高速公路广告是直接以高速公路过往行人为受众群体，就是说，高速公路广告的出现，是高速公路投资建设与运营的结果。没有高速公路，就没有高速公路广告收益，两者存在着直接的关系。高速公路广告投资者是因利用高速公路的衍生价值获得了利益，就应承担相应的义务。如果其不承担相应的义务，就产生了利益平衡的缺失，是否具有损害高速公路投资者权益的嫌疑，值得思考。一些广告投资者在利益的驱使下，在建筑红线以外(即不在路政管理机构管理的范围内)很小的范围内设置高速公路广告，从而达到逃避义务的目的。综上所述，现有法律规范对保证权利与义务的对等方面尚存缺失，不利于保护高速公路投资者的权益，造成了投资者资金回收期长，不利于和谐、平等的高速公路社会关系的形成，更不利于高速公路的建设与发展。

(三)规范有序的高速公路广告行政规范尚需完善与配套

《广告法》第三十三条规定，“户外广告的设置规划和管理办法，由当地县级以上地方人民政府组织广告监督管理、城市建设、环境保护、公安等有关部门制定”，即地方人民政府是制定户外广告设置规划和管理办法的行政主体。国家工商行政管理局《户外广告登记管理规定》规定，“县以上的工商行政管理局是户外广告的登记管理机关”，有与《广告法》原则相悖之嫌，可能形成户外广告(包括高速公路广告)规划和管理的主体缺失。高速公路广告是否属于“户外广告”的范畴，“户外”和“公路两侧”是否属于同一空间范畴?是否属于同一调整对象?是否应该考虑相邻 法律利益关系的问题等，值得推敲。

随着经济社会的发展，高速公路广告商业利益调整等规范的问题还将存在，工商行政管理部门独家审批监管户外广告(包括高速公路广告)，调整广告社会关系，是否可以包容所有的广告社会关系，值得思考。如果由规划、 交通 、环卫、城建、公安等多头行政共管，其法治成本和效率又将引发什么问题?可见，形成统一有序的高速公路广告行政管理制度体系，具有重要价值。

## 3 高速公路广告经营权的历史比较分析

在《公路法》出台前，高速公路作为由国家投资建设的具有公益性质的基础设施，所有权与经营权是

统一的，所有权归国家，交通主管部门委托公路管理机构负责管理、经营。高速公路广告没有纳入到路产的范围之内，由工商管理部门进行行政审批，所得收益由国家享有。1987年10月国家工商管理总局发布的《广告管理条例》第二条规定："凡通过报刊、广播、电视、电影、路牌、橱窗、印刷品、霓虹灯等媒介或者形式，在中华人民共和国境内刊播、设置、张贴广告、均属本条例管理范围。"第五条："广告的管理机关是国家工商行政管理机关和地方各级工商行政管理机关。"

《公路法》出台后，我国公路的投资格局发生了变化，其产权制度和经营管理更具有产权利益保护特征。根据《公路法》规定，为了筹集公路建设基金，加快公路建设速度，国家允许具有特定资格的国内外经济组织投资建设高速公路，对已建成的收费公路，国家允许将其经营权有偿转让，这就使得公路所有权与经营权具有分离的特点。由具有特定资格的法人组织经营高速公路，自然离不开公路权属利益及相关资源权属的界定、开发。根据法理学中权利与义务平衡的原则，作为路产的衍生资源，高速公路广告依托高速公路获得了经济价值，所获得收益源权基础，理应源于高速公路投资者的相关权益。2004年交通部发布的《收费公路管理条例》中第二十条规定："收费公路的权益，包括收费权、广告经营权、服务设施经营权。转让收费公路权益的，应当依法保护投资者的合法利益。"这样就明确的规定了高速公路广告的收益权由投资者享有。

在高速公路经营权的界定和转让界定中，有关的法律、规章逐渐将广告经营权纳入其中。1996年10月交通部发布的《公路经营权有偿转让管理办法》对公路经营权的界定有明确的规定，第五条"公路经营权是依托在公路实物资产上的无形资产，是指经省级以上人民政府批准，对已建成通车公路设施允许收取车辆通行费的收费权和由交通部门投资建成的公路沿线规定区域内服务设施的经营权。"第六条"转让公路经营权是由省级交通主管部门授权所属的公路经营公司，将经批准的规定范围内的全部或部分公路经营权，在一定期限内转让给具有法人资格的境内、外单位经营的一种特许行为。"对于广告经营权的转让范围，第九条也做了规定："公路经营权转让范围的具体内容为：40公里四车道以上的公路路段及500米四车道以上独立的大型桥梁、隧道等公路设施车辆通行费的收费权和公路沿线规定区域内的饮食、加油、车辆维修、商店、广告等服务设施的经营权。"

制度设计是高速公路广告行政的基本要求。不规范高速公路广告设置，有可能造成高速公路投资者的相关权益流失，同时给路产安全和道路交通安全也造成一定的隐患。确立交通主管部门在高速公路广告行政中的行政主体地位，保护好公路路产，也是履行《公路法》关于确保公路处于良好的技术状态的公路行政要求。2004年修订的《中华人民共和国公路法》第五十四条规定："任何单位和个人未经县级以上地方人民政府交通主管部门批准，不得在公路用地范围内设置公路标志以外的其他标志。"对于广告设置的位置，第五十六条规定："除公路防护、养护需要的以外，禁止在公路两侧的建筑控制区内修建建筑物和地面构筑物……"建筑控制区以外设置高速广告，其行政应该有一个基于路产安全与道路交通安全的广告控制(缓冲带)区。

## 4 以用益物权取得高速公路广告经营权的理论设想

作为维护我国社会主义基本经济制度的一部重要法律，《物权法》的制定对于明晰权属，定分止争，物尽其用，平等保护公私合法财产和权益具有十分重要的意义。如何从法理上理解高速公路所有权和经营权相分离的事实，保护投资人的利益，以用益物权来获得高速公路广告经营权存在理论上的可行性。

物权法中所讲的"物"，并不是泛指世间的一切物质体，而是指人体之外，能满足人类某种需要，又能为人力所支配的物。能够进入物权法中的物质财富的多少。一是决定于人们征服自然能力的大小，二是决定于不同的社会制度。随着 科学 技术日新月异的进步，人们征服自然的能力不断扩大，能为人们所控制利用的财富也就日益丰富。随着社会主义市场经济发展，高速公路也应该纳入物权法中的物的范围。

用益物权，是指非所有人对他人之物所享有的占有、使用、收益的排他性权利。用益物权作为物权之一种，着眼于物的使用价值。传统的以物的“所有”为中心的物权观念，已经被以物的“利用”为中心的 现代 物权观念所取代。作为以物的使用、收益为内容的用益物权，正是现代物权法以利用为中心的物权观念的主要载体。可以说，现代物权法的核心在于用益物权。用益物权人支配的是使用价值，权利人设立该权利的目的是为了获取使用价值，物的使用价值的支配性使得用益物权人对于标的物没有法律上的处分权，因而用益物权又可称之为使用价值权。用益物权的主旨在于权利人对他人之物的使用价值进行支配。用益物权的社会功能在于“增进物尽其用的经济效用，即拥有其物者得自不使用，而使他人利用之，以收取利益。无其物者得支付代价而利用他人之物，而不必取得其所有权”。

《物权法》第一百一十七条“用益物权人对他人所有的不动产或者动产，依法享有占有、使用和收益的权利”。同一物具有不同的使用价值，随着社会的进步和科技的发展，不同的使用者可以同时占有同一标的物，立体使用、交叉使用成为可能。“一物一权”应该是指所有权而不是指使用权。不同的权利人对同一物可以取得不同的用益物权，每一种用益物权的内容、范围、期限应受到有关法规或协议的限制，一种用益物权不得侵犯同一标的物的另一种用益物权。

高速公路广告权属界定具有行政法治的挑战意义。高速公路的所有权归国家所有，有资格的国内经济组织以投资的方式获得了高速公路的部分或全部的使用权来获得收益，取得用益物权。高速公路的收益主要有三个方面：收费权、广告经营权、服务设施经营权。通过用益物权的方式来得到高速公路广告经营的收益，需要受到物权内容、范围的限制。用益物权具有请求权，当高速公路广告资源受到侵害时，权利人有权请求恢复物权的原状或防止侵害，保护自己的合法权益。

## 参 考 文 献

[1]《中华人民共和国公路法》

[2]《中华人民共和国广告法》

[3]《收费公路管理条例》

[4]《公路经营权有偿转让管理办法》

[5]《中华人民共和国物权法》

(上接27页)

③ 对相关应急人员应进行事故应急培训，使其具有相应的环保知识和应急事故处理的能力。

4.3.3 大气污染防治措施

1)、若服务区使用锅炉，应尽量采用燃轻质油锅炉或燃气锅炉，锅炉排放废气应执行《锅炉大气污染物排放标准》(GB13721－2001)二类区II时段标准，小型辅助设施建议使用电炉。

2)、服务区油烟废气排放应执行《饮食业油烟废气排放标准》(GB18483－2001)并应采取以下一些措施防治油烟废气的污染：

① 油烟废气应经专用烟道排放，禁止无规则排放。

② 油烟废气排放应执行《饮食业油烟废气排放标准》(GB18483－2001)，安装与经营规模相匹配的油烟净化措施，油烟最高允许排放浓度不大于2mg/m3。

③ 应当定期对油烟净化设施进行维护保养，保证油烟净化设施的正常运行，并保存维护保养记录。

④ 油烟排放口应尽量避开易受影响的建筑物，保证离开最近建筑物10米以上。

⑤ 餐饮使用能源应鼓励采用清洁能源。

3)、加强组织管理，对上路车辆进行检查，禁止车况差、超载、装卸物品遮盖不严容易洒落的车辆上路，同时加强对收费人员的技能培训，减少车辆滞速怠速状态，减少汽车尾气排放对沿线环境空气的影响。

**4.4 结论**

本项目的建设对所在区域的自然生态、水、气、声和社会环境都会产生一定的影响，但通过在设计阶段、施工阶段、营运阶段采取适当的环保措施，可使项目建设所带来的不利影响降低到可以接受的程度。

# 适应市场经济规律 努力提高公路养护部门竞争力

张永刚　邓承志　姜卫

武汉市蔡甸区交通运输局

**摘　要**：近年来，随着公路养护市场的逐步市场化，如何适应市场需要，提高公路养护竞争力，是摆在公路管理部门面前一项艰巨任务。结合蔡甸区公路养护的现状以及存在问题，提出相应对策与建议，为公路养护管理提供参考。

**关键词**：公路养护　市场　对策

公路养护部门作为社会公益行业，它的最大价值目标就是实现公路交通的畅、洁、绿、美，为社会、经济的发展提供优质的公路交通环境。那么，对于公路部门来说，如何才能提高竞争力，去实现自己最大的价值目标。我们认为要继续深化公路行业改革，逐步建立适应于市场经济规律的公路养护运行机制。

## 1　公路养护的现状及困惑

近几年来，公路部门相继实行了公路养护机制改革，但缺乏深度，尚未真正突破计划经济模式，静态管理有余而动态管理不足，竞争意识不强，制约机制乏力，激励机制产生积极的效应不够。

**1.1 人事制度改革缺乏配套机制。**

虽然实行了干部聘用制，但往往是一聘终身，且岗位培训轮换率和轮换面低，竞争上岗，择优录用机制不强。一方面要求竞争上岗、择优录用、不拘一格选拔人才，另一方面录用人讲身份、讲任职年限，相互矛盾。公路行业内部没有形成人才交流市场，外部也没有参与人才市场交流，干部成了只进不出，只上不下，管理人员膨胀，效率较低。

**1.2 公路养护尚未引入市场机制，实行企业化运作。**

公路养护改革，这几年虽有一些动作，但基本变动不大。从管理、作业方式上讲，基本还是计划模式的一套，自上而下，下达好路率、经费计划、年末考核；从分配上讲，虽试行了一些养护承包责任制，定额标工计酬，但基本上仍在计划经济模式下动作。公路养护企业化的运作模式还没建立，养护生产的竞争市场也没有形成。

**1.3 公路养护存在两个“老化”及两个“下降”。**

两个“老化”，一是人员老化，据统计，蔡甸区公路管理局的养护职工，18—25岁的仅占2%、26—35岁的占38%，36—45岁的占29%，46岁以上的占31%，这样的年龄结构相伴随的是人员文化程度也极低；二是机械老化，养护机械添置更新率低、利用率低的“两低”问题比较严重，据调查，蔡甸区公路管理局的养护机械80%是80年代后期或90年初期添置的。早就处于老化状态了。两个“下降”，一是路况下降，这主要体现在大部分油路超期服役；二是投资下降，养护投资的绝对数是上升的，但相对数是下降的，这主要是人工工资、养护材料价格不断上涨，公路养护等级不断提高、车流量尤其是一些重型车的不断增长等综合因素，导致养护投资下降。

## 2　如何提高公路养护竞争力

公路部门出现以上困惑，其根本原因在于未摆脱事业单位、计划经济上的束缚，在于尚未建立适应于社会主义市场经济规律的运行机制。而市场经济规律告诉我们，市场在资源配置中发挥基础性作用，价值规律调节社会生产和流通，企业是市场经济活动的主体，在价值规律作用下，社会资源自动从效益低的产

业流向效益较高的产业，在同一产业内部不同企业之间，则实行优胜劣汰。因此，我们只有认真分析公路部门面临的困境，认真研究市场经济规律，建立适应社会主义市场经济规律的公路运行机制，才能提高公路养护竞争力，才能推进公路养护事业又快又好的发展，更好的为推动地方经济发展作贡献。

**2.1 整合资源、发挥优势，提高行业整体服务水平**

公路养护机制是计划经济条件下的产物，更多地带有行政色彩，在市场经济条件下已越来越不适应公路发展的需要。随着公路建设的快速发展，公路路面等级得到了很大提高，养护技术要求也越来越高，传统的模式已不能完全适应养护生产的需要，成为了制约提高养护竞争力的“瓶颈”。但是，我们在传统的养护模式中不难发现：它带给我们一笔丰富的养护资源，多年积累下来的雄厚物质基础和一群有着丰富工作经历的养路人，这些资源将是我们走出困境的中坚力量。因此，只要我们积极地整合资源、发挥优势、大胆地改革创新，大力推进养护方式的变革，采用养护新技术、新工艺提高养护质量，建立养护管理的长效机制，就会不断地提高行业的整体服务水平，实现养护生产方式的根本性转变，完成质的飞跃。

2.1.1 加快养护机械化进程。

对于国、省、县主要干线公路按照“布局合理、精干高效”的原则，打破地域限制采取建立“大道班”或“机械化养护站”的形式，充分利用公路管理机构中现有的技术人员、机械设备组建专业的养护队伍，采取集中作业的养护方式，采用新技术、新工艺进行养护。公路管理部门要给予他们政策上的支持，使其不断发展壮大，具备一定规模，切实改变以前分散作业、效率低下的现象。

2.1.2 积极推进养护市场化进程。

各级公路主管部门要在一定范围内，积极培育养护市场，对公路养护工程实施招标，根据各线路的实际情况，合理确定各项养护指标，并以合同形式明确双方的权力和义务，按照合同条款和养护质量指标的完成情况，支付养护经费，切实增强养护人员的责任心。积极开展行业技术练兵活动，为逐步走向养护市场积累经验，打下基础。

2.1.3 实行养护承包责任制。

对一些自然条件较差的丘陵、山区的公路管理采取集体或个人承包的方式进行承包养护。按照“三定”的原则（定人员、定经费、定指标）把养护人员的收入与养护业绩挂钩，实施奖惩兑现以保证养护质量，用合同的形式固定下来，由承包人承担法律后果。

2.1.4 加大养护新材料、新工艺的研究成果的推广应用。

市级的公路管理部门应集中技术力量对养护新材料、新工艺进行推广，在条件成熟的市、县级的养护生产中应用，总结经验改进工作，促使养护成本的降低，提高养护质量和效率。

**2.2 坚持“以人为本”的思想，努力提高养护职工素质**

在市场经济大潮的冲击下，日益激烈的竞争，公路养护的企业化，国路民养可能导致一些职工下岗、收入降低等因素，使职工在感情上存在抵触情绪和忧虑。因此，怎样稳定职工队伍，加强职工的政治思想教育，努力提高职工素质就显得尤为重要。

2.2.1 重视职工的政治思想教育。

首先，要加强职工的社会职业道德教育，让广大职工树立正确的人生观、价值观、道德观念，营造良好的氛围引导职工把职业道德规范的认识转化为自身内在的信念和精神的源动力。其次，领导要率先垂范，以自身的人格力量和高尚风格树立威信，用诚心诚意为职工办实事的公仆形象取信于职工。第三，要坚持“以人为本”的思想加强行业精神教育，并扩大行业精神的外延，使职工牢固树立敬业爱岗的意识，充分发挥职工的主观能动性，达到增强凝聚力的目的。树立行业先进典型，用榜样的力量来感染和带动职工积极工作。

2.2.2 强化业务素质培训，提升职工整体素质。

公路养护部门属劳动密集型行业，在养护市场化进程中，由于劳动成本低，劳动强度大，职工文化程度较低在竞争中处于劣势，要鼓励他们加强学习，充实、填补、更新知识，以适应改革和管理的要求。单

位要为职工创造学习条件，有计划、有针对性地开办长期和短期相结合的有关业务培训班，提高和更新干部职工知识，制定鼓励干部职工继续受教育的优惠政策，鼓励职工自学提高，鼓励有能力、有潜力的职工参加与工作对口的专业，进行本科、研究生学历学习；集中有限的教育经费，有计划重点培养公路行业急需的高素质专业人才，做好公路专门人才、工程项目技术带头人、岗位技术能手的外培、自培工作，分类建立健全以上人才的档案，给与以上人才一定的特殊待遇，储蓄和爱护公路各级专门人才。

2.2.3 关注职工生活质量，提高职工的福利待遇。

提高职工素质必须与提高职工收入、改善职工生活条件、解决职工后顾之忧结合起来。在市场经济条件下，经济利益对职工队伍的冲击力更大。因此，要重视、把握、利用好职工的“趋利”思想，不能一味要求职工只讲物质，更要关心职工疾苦，倾听职工呼声，解决职工困难。要立足于不断提高职工收入，提高职工生活质量，让职工得到实惠，不断调动职工积极进取，勤奋工作的积极性，有效促进新形势下公路工作的发展。

**2.3 信守养护承诺，强化公共服务**

公路养护工作要紧紧围绕全面建设小康社会的奋斗目标，围绕经济社会和人民群众日益增长的交通运输需求，切实提高交通公共服务运输保障能力。

2.3.1 要体现经济原则。

加强公路、桥梁等交通公共基础设施维护、维修，为社会和公众提供优质便捷、经久耐用的交通公共产品，提升公路服务的整体功能。

2.3.2 要体现安全原则。

人民群众乘车坐船，行驶在公路上或江河湖海中，安全是最基本的要求。近年来，我们实施了公路“安保工程”，加大了危桥维修改造力度，整治公路渡口，不断提高交通公共产品的安全性，让人民群众放心出行，这也是今后公路部门强化公共服务努力的重点和方向。

2.3.3 要体现通畅原则。

既要保“通”、又要保“畅”。一方面要加强运输保障能力，确保事关国计民生的重点物资运输和人民群众生产生活资料的运输；另一方面要确保公路基础设施的完好状态，保障正常运行。

2.3.4 要体现诚信原则。

对于国、省、县主要干线公路，各级养护部门要实施挂牌养护，公布养护责任、养护内容、养护责任人、举报电话等内容。接受社会群众和舆论媒体的监督，特别是对影响公共交通安全的突发事件，如坍方、水毁等，养护部门要及时赶赴现场进行处理，排除路障，确保道路交通安全，杜绝重特大安全事故的发生。

## 3 结语

公路养护管理是一项系统工程，更是一项民心工程，要真正使养护部门走出困境，提高市场竞争能力，完成行业最大价值目标，仅靠公路部门是远远不够的，必须积极探索适合市场经济规律下公路养护特点的新的管理机制，努力争取各级政府的重视和各个部门的支持配合，形成合力，使养护管理工作由部门行为转变为政府行为和社会行为，才能保证公路事业的健康发展，才能使公路更好的为地方经济服务。

# 老河口市农村公路交通安全管理的思考

王山宏　周斌　张波

老河口市公路学会

**摘　要**：农村公路交通安全管理，是一项事关民生和农村社会和谐发展的重要工作。随着农村社会、经济的发展和农村路网的全面覆盖，农村公路的交通流日益增大，随之交通安全形势亦日趋严峻，不断暴露的安全隐患，引起了社会的隐忧，部门的深思。针对当前老河口农村公路交通安全管理工作中存在的问题，我们从交通部门角度进行了深入调研，找出问题，分析原因，研究对策，为下步改善交通安全管理，探索建立健全农村交通安全管理新机制提出了有关建议。

**关键词**：农村公路　交通　安全

近几年来，老河口市在农村公路建设上实施“整体推进，大力发展，全面硬化，联通组网”，加快了建设步伐。目前已形成了“以国省道为骨架，县乡道为支撑，通村路（水泥路、油路）为依托的路网新架构”。有力地拉动了广大农村经济、社会的发展。便利了群众的出行，优化了农村环境，提高了农民的生活质量。

然而，由于农村公路的开放性、通行的复杂性、道路等级标准和交通管理的滞后性等特点，使交通事故持续上升。人员的伤亡、经济财产的损失、社会的和谐问题等都引起了社会的关注，部门的思考。对此，我们从交通部门的角度试图在弄清问题，探求原因，寻找对策的基础上探索一条农村公路交通安全管理的新路子。

## 1　交通安全现状和问题

农村公路交通安全管理是事关民生与农村社会和谐的大事，清醒认识老河口市农村公路交通安全管理的现实，看到存在的问题，加强和改善管理工作已迫在眉睫。当前以下四个问题不容忽视。

### 1.1 交通事故多发，影响农村和谐。

随着农村路网的全面硬化，机动车辆及机动设备剧增，农村生活、工作节奏的加快。农民在享受水泥公路带来的快速、便捷、舒适的同时，也出现了一些安全隐忧。一些路段由于不安全因素存在，使得交通事故易发，给人们心理上造成了很大阴影和伤感，给社会增加了一些不稳定因素。据统计，仅在2008年老河口市农村公路共发生交通事故（报案的）37起，造成人员伤、亡18人，车辆损毁22台，共计直接经济损失50余万元，先后8起事故诉诸法院解决，30多人次上访。2009年以来，事故发生率不断上升，发生势头有所加剧。

### 1.2 多种隐患，都存“硬伤”。农村公路，面广线长。

老河口全市农村公路1300多公里，覆盖农村10个乡镇227个村1000余平方公里。线路可谓：“走村串户”、“跋山涉水”。尤其是近年来大量农户沿线新建住房，生意摊点沿路摆开，“十里长街”随处可见。有这样一个顺口溜对农村公路安全状况是这样描述的：水泥公路建，沿线摆摊贩，良田被挤占，安全存隐患。同时，县、乡、村道与田间小道、便道交叉，交通冲突点多。加之路边种植高杆作物，视线差，视距短；交通标志、警示桩、路桥安全防护设施不很完备、不很规范；部分路肩未填充补宽，较窄路段缺少错车台。凡此种种，都成了农村交通安全隐患的硬伤。据调查：40%以上和25%左右县道与乡村道两旁都建有民房；50%左右通村路路肩未整修填平，70%左右较窄路段未设规范的错车台；全市农村公路已设置的交通标志占应设的5%都不到。尤其是乡村道的交通交接点、冲突点基本未设标号志、警示桩；通村公路桥涵有桥栏杆、防

护墙的占 3%不到；然而，有 30%左右的通村路，农民自设限超水泥墩（可通行 2 米宽。为提高公路使用寿命，防止大车损坏，属无标之举），造成道路通而不畅，影响交通安全。

**1.3 安全意识薄弱，违规违法突出。**

无证开车，无牌上路，超速行驶，超宽超载（尤其是超宽现象在乡村道路比较普遍），载客超员，违规代客；行人、畜禽穿越公路；堆放物料、打场晒粮随处可见。有人把农村公路的现状概括为：春季放羊（指放养成群的家畜家禽），夏季打场，秋季乘凉（晚上坐路上纳凉聊天，甚至铺席睡觉），冬季建房（拌水泥，堆物料）。人们淡薄的交通意识是农村公路交通事故多发易发的重要因素。数据显示，农村公路行驶的“三无”车辆比国省道高出 15 倍以上；抽样调查：违规载客的机动车辆是国省道的 18 倍以上；有 60%左右以农用机械安全性能不达标；60%左右的通村路不同程度的被农民建房拌水泥，堆物料占用过，甚至在物料堆放和施工路段，晚上不设警示标志；白天不设提示牌子；对通行安全构成了很大威胁。

**1.4 管理力量匮乏，执法难度较大。**

目前，老河口市农村公路专职专业养管人员较少，1300 多公里路仅有 14 人，工作负担繁重，里程长，矛盾多，既要日常养护，又要执法管理，可以说是力不从心，虽然另有农村公路养管兼职（都是农民群众）人员 227 名，但大量的兼职农民养管员，不仅专业能力弱，工作效率低，还肩负着自己的农活和家庭的重担，也可以说是心有余而力不足。因此，一些路段常出现管理盲区和执法“死角”。另外，执法操作难点多，难度高。全市有 83%的“五小”车辆及驾驶员分布在广大农村，公安执法力量对大量的农村公路交通违法违章行为难以及时查纠到位；对于违规代客，超员载客，交通部门深感执法难点多，执法手段软。例如，在查处违规代客时，约 80%的车主不认账，90%左右的乘客不配合，违规后难取证，对违规人员：车不能扣，证（件）不能收，款不能罚。特别是执法手段软弱，路政清障中往往出现：“前清（理）后（违）犯，边清边犯，你清我犯”的现象。

## 2 对策及建议

农村公路的交通安全管理是一项社会综合工程，涉及到公安、交通、建设、安监、农机等部门和乡镇、村组。因此要通力协作，齐抓共管，确保农村道路的安全、畅通、有序。

**2.1 加大资金投入，完善安全保障设施。**

由于农村公路硬化时资金投入少，形成了“先天不足”的病态。老河口市交通财会资料表明：通村水泥路建设，自 2002 年起国家先后每公里补助 3 万元、5 万元、7 万元和 10 万元。不足部分由地方自筹。然而，由于资金缺口大，地方财力不足，又不能加重农民负担，自筹资金十分有限，“看菜下饭”成为无奈之选。因此降低公路等级，减少路面宽度，简设、缓设安全保障设施（如桥栏杆、防护墙、挡墙、安全提示标志等）。目前，全市通村路路面 3.5 米宽的占 75%左右，4 米以上的占 25%左右；桥梁绝大多数未装栏杆，一些易滑动的路肩基本未修筑挡墙，安全提示性交通标志也只在与国省道交接口处设置了。对此，我们建议，上级交通部门建立补助专项资金，尽快完善标志、标线、挡墙、防护栏等安保设施（尤其优先学校、医院、集市、险桥、渡口、拐弯、陡坡等处的设施），公路、乡道部门建立整改台帐，定期检查、督办落实。

**2.2 加强源头管理，同步建好安保设施。**

对正在新建和改造的农村水泥公路工程，要在硬化路面的同时一并配套建好安保设施。做到安保设施与主体工程（路面）同步规划、同步设计、同步装配、同步检查验收，不达要求不得交工验收。

**2.3 完善机制，规范管理。**

过去农村公路是与低下的生产力和贫困的农民生活相适应的。因此，管理简单，填凹平面，不需专人，自发自愿。随着农村公路的硬化与繁重复杂的交通流的到来，势必要求要建立科学规范的、系统完善的交通安全管理工作新机制。其一，首先落实管理责任主体，实行三级管理，县(市)道县管，乡道乡管，村道村管，部门协助，职责明确，互不推诿。同时，健全交通安全管理领导体系。市(县)成立以行政主要负责人为组长，分管领导为副组长；有政府办、交通、公

安、建设、安监、农机等部门为成员的农村公路交通安全管理工作领导小组。乡镇、村也要健全相应的领导专班；其二，强化和健全养管队伍。做到："一乡（镇）一站，一村一班（管护专班），一人一段，一（公）里一千（元）"；在此基础上，健全制度，狠抓落实。按照农村公路交通安全管理的特点，市(县)级要健全农村公路交通安全管理工作联席会议制度、工作督办制度；部门要健全检查、巡查制度、专业培训制度；乡镇要健全交通安全管理台帐制度、目标考核制度、责任追究制度、交通事故民间调解制度、奖惩制度和农村交通安全员管理制度等。

**2.4 强化执法力度，狠抓集中整治。**

对于一些执法难度大，安全隐患重，特殊时段违规违章多(如集中打场晒粮季节、集中盖房时段、大型节日庆典等)的路段单靠常态管理是不够的。必须实行多部门联合执法集中整治，严格查纠违规违章车辆，打击车匪路霸；清除影响公路通行的物料和违规建筑与设施，清理打场晒粮和生意摊点，集中人员修复水毁路段，修补路肩。

**2.5 加大社会宣传教育力度，提高群众交通安全意识。**

目前农民的交通安全常识欠缺，理念滞后。据调查，90%左右的农民群众看不懂交通标志，70%以上的农机驾驶员和摩托车驾驶员在农村公路上不能严格按交通规则行驶。因此，必须加大交通安全宣传教育力度，运用音像、图片、文字、办培训班等宣传教育形式广泛向农民群众灌输交通安全知识；用案例剖析、现身说法等实例教材引导群众树立交通安全理念；通过进村入户、到学校、进企业搞咨询、搞演讲，营造农村交通安全知识普及大氛围。

总之，农村公路交通安全管理工作，任务重，情况复杂，既要靠完善的设施保障，又要靠法律法规的治理，还要靠广泛的教育和引导。因此，"上下联动，齐抓共管，社会重视，群众参与"是搞好农村公路交通安全管理工作的关键。

（上接29页）

使混凝土表面发生微裂纹，为各种侵蚀解质(如 $CO_2$)进入混凝土内部提供条件，加速混凝土碳化，混凝土表面状况直线下降，从而使回弹值加剧下降。混凝土构件回弹值下降，碳化深度增加，从而使混凝土回弹推定值大幅下降。

**3.4 混凝土碳化对钢筋耐久性的影响**

混凝土碳化使混凝土的碱度降低，碳化后，完全碳化区的 PH 值由 12 左右降到 9 以下，钢筋表面的钝化膜可能发生破坏，是混凝土失去对钢筋的保护作用而导致钢筋锈蚀。大气中 $CO_2$ 与混凝土中碱性物质的作用过程 是一个复杂的多相物理化学反应。它是在气相、液相和固相中进行的连续过程。 混凝土的碳化由表及里，空气中的 $CO_2$ 首先扩散到混凝土内部的毛细管孔隙中与水泥水化产生的氢氧化钙和水化硅酸钙等水化产物相互作用形成碳酸钙，使混凝土的碱度逐渐降低。当碳化层达到钢筋后，便会破坏钢筋的钝化膜层，其周围若存在发生电化腐蚀所必须的水分和氧气或某些有害成分时，混凝土中的钢筋将产生锈蚀，体积膨胀，呈多孔疏松状态，极易透气和吸[illegible]，因此加剧了钢筋的锈蚀。钢筋锈蚀的产生的体积膨胀，由于内部应力的作用使混凝土产生裂缝，甚至产生混凝土表层崩落。

## 4 结语

混凝土碳化是一个非常复查的化学物理反应过程。其碳化速度受环境温度、湿度、养护条件及水泥品种、水灰比等各种因素影响。适量的碳化有助于改善混凝土的部分机能，使回弹读数得到一定的提高。但是当碳化过量，由于混凝土收缩、胀裂等原因，加剧混凝土的碳化，从而对混凝土的强度和耐久性形成破坏性的影响。回弹检测法作为混凝土强度现场快速检测方法，有其快速、高效的优点，但同时存在其局限性。只有深入理解碳化的机理及回弹测试的原理，才能准确的判断混凝土的回弹强度。

### 参 考 文 献

[1] 王文龙.混凝土碳化机理及规避对策研究.邢台职业技术学院学报[J],2007，第24卷第1期

[2] 童沈阳,金霞.酚酞的变色机理.化学通报[J]，1988年第8期

# 浅谈高速公路基层收费所站的标准化建设

周平

湖北黄黄高速公路经营有限公司

**摘　要**：本文结合湖北黄黄高速公路的标准化建设实践，重点阐述了高速公路基层收费所站建设的现状、标准化建设的必要性、标准化建设的理念，以期为高速公路基层所站标准化建设提供有益的参考和借鉴。

**关键词**：高速公路　基层所站　标准化　建设

## 1　前言

到2009年底，我国高速公路通车总里程达6.5万公里，估计到2010年底，我国高速公路通车总里程将突破7万公里。按照平均每20公里设立一个基层收费所站测算，全国高速公路共有基层所站单位将超过3000个，如何建设标准化的基层收费所站，实现管理效益的最大化最优化，已成为高速公路行业广泛关注的焦点。

## 2　基层收费所站建设的现状

管理标准化是指为获得最佳秩序和社会效益，以管理领域中的重复性事物为对象开展有组织的制定、发布和实施标准的活动。由于基层所站所站人员素质不一样，设备配置不一样，收费主业管理不一致，所站管理制度不一样，积极性不高往往成为管理的瓶颈。近年来，高速公路在标准化建设方面进行了较多的探索，取得了一定的成果，尤其是湖北省收费所站标准化建设活动开展得如火如荼。

### 2．1　开通时间不一样

开通较早的高速公路，由于受当时条件的限制，收费一线员工年龄偏大，年复一年重复单调、枯燥的收费工作，新鲜感不再，找不到工作的乐趣，往往易产生疲倦懈怠的心理，感觉收费工作如同“鸡肋”，安于现状，工作热情逐年消减。加之由于高速公路建设融资模式的多元化，一些民营企业也参与到高速公路运营管理中，导致随着时间的推移，有的员工感觉竞争压力大、工作强度大，岗上纪律严、工作要求高，尤其是上夜班身体吃不消，便抱着“做一天和尚、撞一天钟”的心态，一心盼望着能早点退休，直接影响对外形象。

### 2．2　管理方式不一致

随着高速公路联网收费系统的采用和相关技术的完善，高速公路不同路段间的通行费实现了精确拆分，解决原来“一路一公司”存在的弊端，为实行“多路一公司”的营运新模式提供了条件。近年来，我国高速公路的建设取得了巨大成就。高速公路的快速建成和投入运营，随之而来的是百花齐放的高速公路管理模式，高速公路营运管理规模化、专业化、市场化是未来的行业发展趋势。鉴于营运管理规模化可获得显著的经济效益，高速公路业主会将日常营运管理业务委托专业的管理机构来实施标准化管理，以实现管理效益的最大化。

### 2．3　管理制度不一样

由于各高速公路的管理模式不一样，基层所站管理制度也不一样，而随着高速公路之间管理干部的频繁交流轮岗活动，“铁打的营盘、流水的官兵”。所站临时牵头负责人也许会凭个人喜好，在“新责任田”里实行改革、创新，将自认为好的管理经验融入到新的岗位上来，虽然为基层所站带来了新的活力，“大撒把”式的管理方式，会让收费一线员工无所适从，心

存抵制情绪，导致管理上的混乱。

## 3 基层收费所站标准化建设的必要性

在繁多的高速公路管理体制和管理模式并存的时代背景下，需要建立一套适合我国高速公路管理要求的标准化管理体系，使其充分发挥出良好的社会、经济效益。同时，高速公路运营管理行业点多线长，要实施低成本战略，实现规模经济效益，就必须规范高速公路管理各个环节、简化流程，避免重复，促进统一、协调、高效，最大限度提高管理效率，产生规模效益。

### 3.1 是推进所站科学发展的需要

开展标准化收费所站建设，通过建立健全各项规章制度，明确工作标准，规范工作秩序，统一考核标准，有利于加强员工队伍建设、是基层收费所站科学发展的需要。在标准化收费所站建设问题上，要高度重视标准化要求对全局性、前瞻性、战略性管理方向的重要作用。在具体研究中，标准化建设既要借鉴行业中的先进经验、优秀成果，又要结合实际合理运用，要体现时代性，把握好规律性，更要富于创造性。

### 3.2 是提高所站管理水平的必然选择

现代化的管理思想、管理组织、管理方法、管理手段尤其是信息化手段都离不开标准化。将推行所站标准化建设作为切入点，不断强化服务职能，提升收费所站整体素质和形象，实现所站管理的科学化、程序化和标准化，是有效提高所站科学管理水平的必然选择。强化收费所站整体职能，建立健全各项规章制度，明确工作标准，规范工作秩序，加大创新工作的开展，加强队伍建设，造就一支开拓创新，求真务实，服务优良，工作高效，遵章守纪的队伍。

### 3.3 是提高基层所站核心竞争力的重要手段

不管是硬件还是人员配备等各方面，基层所站员工的横向和纵向攀比，是客观存在的，而要提高基层所站的核心战斗力，就必须创造条件让基层所站都在同一个起跑线上，使企业目标、企业价值观、企业精神、企业形象更加标准化，唤起员工强烈的归属感和自豪感，使之扎根于员工的意识之中成为自觉的行为，从而激励广大员工为企业的发展目标而奋斗，推行所站标准化建设是解决这一问题的有效途径。

## 4 基层所站标准化建设的主要内容

高速公路基层所站标准化建设的内容涉及面广，但主要集中在如下几个方面。

### 4.1 流程标准化

基层所站主要工作就是抓好收费营运管理，对营运的费收和管理的每一环节、每项具体工作都制订详细周密的工作流程。优化费收管理程序，细化每个管理事项在各费收管理环节和岗位的分布，细化各费收管理事项的具体工作要求，细化各费收管理环节之间相互联系制约的具体内容和要求。将工作考核的重心放在费收管理制度的落实上。

在标准化管理中，标准的制定是基础，标准的执行是核心。通过制定和实施统一标准，以获得最佳管理秩序和管理效益。它是一个系统工程，涉及面广，内容丰富，关系到高速公路管理的每一项工作，每一个环节。简言之，就是在一定范围内制定发布标准、贯彻实施标准，并进行检查监督。要通过开展日常与集中目标考核，检查每一班室、每一岗位、每一人员是否按内容、标准、时限履行标准，真正实现“以制度管人、以制度管事”。收费人员要按时上岗，带胸牌；要使用文明用语，规范用语；要热情服务，工作认真；要做好便民服务，及时倾听司机的呼声。

### 4.2 设备标准化

在高速公路沿线所有收费所站配备统一的硬件设施设备，在庭院规划上结合实际进一步完善房建、庭院绿化的标准，并定期对收费亭、配电室、发电设备等进行检修、保养和维护，以确保站所收费硬件、学习生活硬件、庭院规划硬件能达到较高的水平。如黄黄高速公路在实施设备标准化中，对基层收费所站的收费设施机电设备进行了统一配置和维护，为标准化

管理提供物质保障。

### 4.3 管理标准化

以办公自动化为手段，以规范化管理为目标，以完备的制度体系为保障，对管理中的每一个环节、每一个部门、每一个岗位，明确职责，并制定科学化、量化的标准，按标准进行管理。在收费管理中，不断推进收费业务管理的标准化，确保各项管理工作制度化、程序化和科学化。全面实行优质服务、目标管理、规范操作，实现优质服务6个100%（文明用语、手势服务、司机问询回复率、收费现场“六常备”、绿色通道开通率、优惠政策执行率、收费投诉回复率），积极推行标准化收费站建设，注重基层所站软件建设，狠抓制度、标准、流程和评价体系的建立和完善。要加强对考勤的管理，要实行上岗上班签到制，天天出勤都要本人签字。办公用品，如文件柜、纸张、桌椅等，都要明确保管人员及时登记、看管和摆放。要实行请销假制度，及时请假销假，保持正常的办公秩序。

### 4.4 考核标准化

在绩效考核方面，坚持“客观公正、实事求是”原则，通过吸取能级管理、规范化管理考核的内涵，制定并严格执行科学合理的考核、分配、激励机制。标准化工作应包括：以工资为基础的薪酬分配机制，设立以主要业务指标（如：文明用语、操作流程、差错率、业务流程、便民服务、应急保畅等）为考核内容的业绩考评，拉大考核的档次；明确收费岗位业务合格标准，规定个人收费差错率、顾客有理投诉次数等合理范围，对不能胜任基本收费工作的人员实行学岗、待岗甚至更严的处理；明确各种先进评选资格标准，为员工指明努力方向，并具体说明主要业务指标在单位排名、全年出勤率、服务标准等、确保评选结果具有公开、民主。

## 5 加强基层所站标准化建设的建议

高速公路企业想要在竞争中取得领先的优势地位，就必须提高自身的标准化建设营运管理水平，打造优秀的营运管理品牌，从而实现管理品牌的有效输出，基层收费所站标准化是基础和前提。

### 5.1 从标准化班组抓起，再延伸到基层所站

作为高速公路基层所站的核心细胞——收费班组，在标准化建设中显得尤为重要。从收费班组着手开始推行标准化工作是一种循序渐进的、切实可行的方式，是有效启动标准化的关键。不断强化细胞建设，培树先进典型，大力推广一线工作法，坚持在基层一线培树先进典型。同时要强化活动阵地，提升文化档次，各基层站所统一配置了室内、室外健身器材、党工团活动室、网吧室、图书室，在站所建立电子阅览室，建立基层站所网页，让员工在网上提建议，为职工搭建了良好学习沟通平台；坚持把开展群众性文化活动与弘扬行业精神、树立行业品牌有机结合起来提升黄黄文化的档次和影响力。

### 5.2 标准化建设中要体现两型理念

高速公路基层所站大都分布在远离城市的乡镇，在日常管理中要经常与当地一些职能部门打交道，这就要求在标准化建设中注重加强与地方职能部门的联系沟通，为员工创造便利的工作生活环境。标准化收费站建设需要充分应用新信息技术，大力发展电子政务，推行无纸化办公和网上许可，提高管理效率，降低管理成本；节约用电、用水、办公用品，建设节约型所站。建立健全各项责任制、岗位责任制、服务承诺制、强化服务，把收费窗口建设成工作标准化、程序化、法制化、优质化、规范化的服务平台。

### 5.3 标准化建设中要体现人本理念

标准化建设中要体现人本理念，关爱员工、服务司乘，充分发挥标准化效应的最大化和最优化，积极促进管理目标人本化、管理过程和服务方式人性化，从而最大限度地增强干部职工的主人翁意识和工作责任感，不断满足群众和社会对高速公路日益增长的需要，树立全心全意为社会和司乘服务的思想。

标准化收费站建设应建立在创新理念的基础上，通过统一考评标准、统一文明用语、统一站亭配置、

统一工作流程，规范高速公路收费窗口服务秩序，提高服务质量，满足司乘人员需要。

标准化建设是否能够发挥其功能，关键在于是否能得到认同。比如，对“星级收费员”和“岗位标兵”的评定给出规范的、可操作性强的条款，使广大员工学有标准，赶有目标。通过员工的广泛参与，激发员工的内在潜力，让每位员工都成为标准化工作的创造者、补充者、完善者和体现者，有效提高员工队伍的凝聚力和战斗力。

### 5．4 标准化建设要体现高效统一理念

标准化建设可先以一个基层收费所站作为试点，再向整条高速公路的所有收费所站扩展、延伸，进行整合、统一管理，企业文化建设是标准化收费所站建设的重要保障。集约化管理是以文明、和谐、集中、高效为价值取向，通过科学有效的管理手段，优化标准要素和资源配置，以合理的人力、物力、财力投入，通过加强集约化管理，确保政令畅通、步调一致，实现高效统一理念，获取最大的管理效益。实现高速公路营运公司各项资源配置的完全标准化，无论是机构设置、人员数量还是管理费用都有严格的标准和规定。高速公路收费窗口开展了“文明礼仪”的培训，把收费窗口的服务流程分解成为一个个标准的步骤和动作，编印成统一的教材，然后进行推广培训，在短时间内便能在高速公路的各个收费窗口实现统一、标准的文明服务，成效显著。

### 5．5 标准化建设要体现日常管理与突发事件应对理念

高速公路日常管理中，经常会遇到各种突发事件，要采取多种形式，开展预案演练锻炼员工的特情处置能力。除执行规范的日常工作管理流程，还结合《收费特情操作工作流程》、《收费现场紧急事件处理流程》等开展紧急预案演练。既锻炼了员工处置突发事件的应急处理能力，又有效地减少了员工工作失误，提高工作效能。标准化建设工作强调全员协调，通过确立共同遵循的标准，能够转变思想观念，克服固有的思维定势，创新管理理念，建立稳定的秩序，把收费窗口建设成标准化、程序化、法制化、人性化的服务平台。

### 5．6 标准化建设要体现收费道口安全畅通理念

基层收费所站标准化要体现收费道口安全畅通理念，“保畅大于天”、“一切都是为了畅通”。高速公路点多线长，要实施低成本战略，实现企业规模经济效益，就必须规范收费管理各个环节，通过信息化实现信息资源的共享，从而产生规模效益。标准化的基本特性主要包括以下几个方面：抽象性、技术性、经济性、连续性和政策性，通过制定、发布和实施标准，达到统一高效是标准化的实质，从而获得最佳秩序和社会效益则是标准化的目的。通过标准化建设，明确工作步骤，完善各项制度，加强监控、通讯、稽查、票证管理职能，确保收费服务工作井然有序。

## 6 结语

高速公路基层收费所站的标准化建设是一项长远的系统工程，只有加大标准化执行力度，真正拥有一整套严格的标准，执行起来才能更简捷高效，同时还需要在标准化建设实施过程中不断摸索改进，在实践中逐步完善，才能够真正成为全国高速公路行业标准化建设中的佼佼者和典范。




▲ 鄂西北片区公路设计、路桥建养新技术
1 专家讲座现场（湖北神农架）

# 专家讲座剪影

## 湖北省鄂西北片区举办公路、路桥建养新技术


2


3


4

2 交通运输部公路科学院交安工程研究中心主任、研究员、工学博士周荣贵授课

3 四川省交通厅公路规划勘察设计研究院总工、勘察设计大师庄卫林授课

4 长安大学西安研究所主任、教授级高工徐培华授课

大随高速公路广水互通

内部资料　免费赠阅

# 湖北

HUBEI HIGHWAY TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY

# 公路交通科技

Hu bei gong lu



2011-4

总-38

省公路学会泰州长江大桥学术交流考察

代 表 合 影

# 泰州长江大桥建造技术交流考察

2011年8月25日-27日，湖北省公路学会、省公路学会桥梁和隧道专业委员会共同组织了江苏省泰州长江大桥工程建造技术学术交流与考察活动。





泰州长江大桥建设指挥部吉总工程师介绍建设情况





考察泰州长江大桥工程建造现场



# 湖北公路交通科技

（季　刊）

2011年第4期（总38期）

2011年12月出版

**主　管：**

湖北省交通运输厅

**主　办：**

湖北省公路学会

湖北省交通运输厅公路管理局

**工作支持单位：**

武汉大学

华中科技大学

湖北省高速公路管理局

湖北省高速公路集团有限公司

中交第二公路勘察设计研究院

湖北省交通规划设计院

湖北省交通职业技术学院

湖北省公安厅交警总队



**编委会成员：**

主 任 委 员：黄大元

副主任委员：马立军　范建海　石先平
谢　强　白山云　董松年
汪继泉　董玉麟　鲁銮昌
曹士德　詹建辉　王进思

编　　委：章征春　祁汉顺　杨运娥
杨耀铨　徐文学　张昌伟
周文卫　阮治川　毋润生
宛劲松　游金梅　蔡少渠

**编辑部成员：**

主　　编：董松年

副 主 编：毋润生　顾任安　赵全安　徐阳生

责任编辑：彭永东



本刊地址：湖北省武汉市建设大道384号

承印单位：湖北省交通运输厅公路管理局印刷厂

邮　　编：430030

电　　话：（027）83461727

传　　真：（027）83461380

电子邮箱：glxh@hbjt.gov.cn

（2008）湖北省内部资料

准印证第2108/SG

内部资料　免费赠阅


# 目　次

## 道路工程


1、浅议水泥混凝土路面裂缝的成因及治理
……龚元慧（2）

2、高速公路扩建工程PCI、PSSI检测及分析
……吴瑞麟　樊金山　颜昌清　张世平等（5）

3、公路预防性养护时机的确定方法探讨
……何本万　卢静　雷莉　任友光（12）

4、高速公路路面中长期养护规划方案的分析与设计
……熊巍　夏梦华（18）

5、微表处在公路预防性养护中的运用
……朱鸿飞　张军　杨黎红　司徒劲松（24）

6、谈湖北省农村公路养护管理工作
……罗羽　王睿　毋刚（28）

7、沥青路面预防性养护技术应用研究
……朱文琪　刘松　熊巍　王崇军（30）


## 桥隧工程


8、岩溶地区桥梁桩基础设计浅析
……宗金东　任亚　董健（36）

9、EPC模式在军山长江大桥桥面大修项目管理中的应用
……谭冰（39）


## 综合


10、宜昌临港工业园区集疏运体系研究
……巴可伟　卢冬生　沈阳（47）

11、高速公路项目工程变更造价管理浅析
……邓永红　杨力（51）

12、控制债务规模 探索筹资方式促进公路建设可持续发展
……葛海涛（54）

13、中小城市公路网布局方法探讨
……李薇　刘卫娟　何晓鸣（57）

14、讨论新形势下交通建设资金面临的问题及对策
……汪贵权　黄随贤　廖英俊（62）


封面：省公路学会泰州长江大桥学术交流考察代表合影

封二：学会活动：泰州长江大桥建设技术交流考察

封三：学会活动：全省公路养护新技术观摩会暨公路养护座谈会

封底：台湾高雄港爱河风光

# 浅议水泥混凝土路面裂缝的成因及治理

龚元慧

襄阳市保康县公路段

**摘　要：** 水泥混凝土路面出现裂缝是一个无法根治的难题，导致水泥混凝土路面裂缝产生的原因很多，也比较复杂。但通过提高施工质量和道路管护，可以减少裂缝的产生。本文分析了裂缝的成因，并对此提出了治理的方法。

**关键词：** 水泥混凝土　路面裂缝　成因及治理分析

水泥混凝土路面具有较好的路面整体性和施工工艺相对简单等主要特点，同时，水泥混凝土路面的承压状态以板块形式出现，因此特别适于重载道路采用，其正广泛应用于国道、省道等高等级路面。但随着水泥混凝土路面修建数量的逐年增多，在建设和使用过程中也出现不少问题，水泥混凝土路面的裂缝就是其中之一。

导致水泥混凝土路面裂缝产生的原因很多，也比较复杂。如何保证水泥混凝土路面具有良好的使用性能，最大限度的发挥水泥混凝土路面的使用寿命是大家共同关注的问题。本文就水泥混凝土路面裂缝的成因及治理进行简要分析。

## 1 水泥砼路面早期裂缝及其成因

水泥砼路面的早期裂缝主要有:横向裂缝、纵向裂缝、龟状裂缝。其成因主要有以下几个方面。

### 1.1 内部因素

（1）温度应力：水泥混凝土具有热胀冷缩性质，路面板白天表面温度高，晚上底面温度高，上下面温差导致热胀冷缩不一致，形成拉应力，长期作用下形成裂缝。

（2）化学作用：水泥通过水化作用形成强度，在硬化过程中释放大量热能。在通常温度范围内，混凝土温度每上升 10 度路面板每米膨胀 0.01mm。据有关试验证明，水泥水化过程中的热能释放是变化的，初始较缓慢，25min 后增温，大约在水泥终凝后 12 小时的水化热温度可达 80 度，使混凝土内部产生显著的体积膨胀，产生很大的拉应力，当外部混凝土所受拉应力一旦超过混凝土当时的极限抗拉强度时，板块就会产生横向或纵向裂缝。

（3）碱骨料反应：混凝土中的骨料约束水泥的膨胀和收缩，产生拉应力，产生裂缝；有些水泥在生产过程中，有时会出现一些过烧的 CaO 和 MgO，它们的水化速度很慢，往往在水泥硬化后再水化，引起水泥浆体膨胀、开裂甚至出现网裂。

（4）干缩裂缝：水泥硬化过程中，水份散失的同时，水泥浆体收缩，当收缩变形与混凝土本身的抗拉应变和徐变应变不相适应时，就会产生干缩裂缝。产生干缩裂缝的主要原因有混凝土的单位用水量、骨料粒径、细粒料含量等诸多因素，但主要是单位用水量。

### 1.2 外部因素

（1）行车荷载破坏：根据刚性路面设计规范，我们知道路面应力计算假定最不利作用荷载位置在板中央、板角和板边缘中间位置，因此，因行车荷载反复作用造成的裂缝主要集中在板底面和边线中间、及四角上面 45 度斜线位置。

（2）切缝不及时：主要表现为施工中切缝时间难以控制，切缝不及时，温度应力大于相应时间路面抗拆强度，导致路面出现横向裂缝。

（3）计量不准：在目前各等级公路的水泥混凝土施工中，搅拌一般都采用配料站，但是，如果施工经验不足，不根据施工环境变化及时调整施工配合比。在加水量的控制上，死搬设计配合比，没有根据施工现场风力、温度、运输距离等因素及时调整，致使施

工水灰比时大时小，形成混凝土强度的差异，使早期裂缝机率增大。

（4）外加剂因素：混凝土路面施工中掺加有外加剂，但如果掺加了不合格的外加剂，混凝土就会出现早凝、慢凝、离析、有害物等问题，直接影响混凝土的质量。

（5）运输的影响：运输距离、时间过长使混凝土在运输途中发生“离析”、造成施工和易性差，影响振捣效果，导致混凝土板块发生早期裂缝的概率大大增加。

（6）漏振或振动不够：摊铺机施工过程中振动器损坏还继续施工，使混凝土漏振。混凝土中存在的空洞降低了混凝土的强度，使路面发生裂缝或断板。

（7）气温变化：施工中有时气温突然变高或变低，甚至辅以刮大风，造成混凝土中水份失去过快，形成表面网裂。如果施工期间夜间有寒流，不采取加盖保温措施的话，那么第二天肯定有断板。

（8）养生不及时、不充分：混凝土硬化过程中失去的水分未能得到及时补充，使混凝土产生干缩变形发生早期裂缝。

（9）基层问题：主要是水泥砼路面下承层的强度、密实度不达标。

①路基填土含水量偏大，在冻胀作用下使路面形成裂缝。

②路基碾压不均匀，出现填土局部未压实或两侧密实度不够，使路基产生不同程度的沉陷，形成裂缝。

③旧路拓宽时，新旧路基衔接处理不符合技术规范要求，新路基压实度不够，造成路基不均匀沉陷或滑坡，形成裂缝。

④傍山公路半填半挖地段、桥台与填方接头处、路基施工未按规范要求，易造成自然沉降，经长时间行车作用易形成裂缝。

（10）路基问题：路堤填方高度高、自然沉降大；填挖方分界；桥头沉降；软基处理不彻底等诸因素导致不均匀沉降。经行车荷载反复作用，导致混凝土板裂缝、断板。

（11）养护问题：表现在排水不畅、地下水位上升致路基承载力下降而破坏路面；胀、缩缝长期不清理更换，限制了混凝土路面的纵向变形功能，致路面板挤压变形破坏。

## 2 防治方法

针对水泥砼路面产生裂缝的原因，结合有关资料及本人的经验和思考，可以采取下述防治方法。

### 2.1 设计方面

一方面要提高设计标准。随着我国国民经济的发展，各级公路的车流量正以每年两位数的速度高速增长，设计标准要相应提高。

众所周知：路面的厚度设计依据主要是设计年限内的累计当量轴次。而现阶段无论是标准车的轴载还是非标准车得轴载，其实际轴载要远远大于其设计轴载。这样就导致实际通行与设计产生较大差异，使路面在短期内便达到了设计年限的累计当量轴次。因此，必须提高设计标准。

另一方面从设计上要求水泥砼路面下承层要有足够的强度，路基要有足够长的沉降时间后才能进行路面施工。

### 2.2 施工方面

（1）首先要从原材料入手，严格控制原材料的质量。

水泥：应采用不低于 32.5 级的旋窑道路硅酸盐水泥或旋窑普通硅酸盐水泥。尽量使用同一厂家生产的同一品牌、同一标号的水泥，加大对水泥性能的实验和检测。

集料：采用质地坚硬、耐久、洁净的粗集料（碎石、碎卵石和卵石）和细集料（天然砂、机制砂和河沙）。各种集料的质量必须满足其技术指标的要求。

水：采用硫酸盐和 PH 值满足要求的水作为水泥砼的搅拌用水和养护用水。

（2）采用合理的配合比。水泥砼配合比在兼顾经济性的同时必须满足弯拉强度、工作性、耐久性三项技术要求。在施工过程中各材料的施工配料要准确，如发生含水率、水泥变换等改变，应及时调整施工配合比。尤其重要的是要严格控制水灰比：混凝土路面施工，水灰比应小于 0.5。施工时的用水量应按砂石料情况、施工温度等经实验确定。施工中要经常测定混凝土混合物的坍落度。控制水灰比是保证混凝土强度

的重要措施。

（3）采用合适的拌合设备和运输设备。保证水泥砼的搅拌质量和水泥砼的和易性。

（4）严格控制施工质量：水泥砼浇筑前必须检查下承层的强度和平整度。确保下承层的强度和平整度一致，是确保水泥砼质量的前提。水泥砼应该进行机械化施工，以保证混凝土路面厚度和强度的均匀性。施工中确保振捣均匀、不出现漏振现象。

（5）混凝土施工完毕，做完面后尽快进行表面覆盖养护，并根据混凝土强度增加速度及时切缝，保证切缝深度。深度过浅，由于横断面没有明显削弱，应力没有释放，因而在临近缩缝处产生新的收缩缝。适当的切缝时机是减少断板产生的重要手段，同时切缝机械也需保证质量，且要加强维修。

**2.3 养护方面**

（1）工期的养护：路面浇筑待终凝后要立即覆盖，并确保洒水养护，从而保证混凝土强度正常增长，防止因缺水干缩而产生裂缝，养护时间视具体情况而定，一般情况养护时间不得少于14天。

（2）路面使用后的养护：

①保持排水系统完好，防止路基强度降低。

②重视混凝土面养护，及时清理或更换缩胀缝材料。

③加强早期维修，防止病害加大、扩散。

混凝土路面产生裂缝的原因还有很多，防止的方法也不止这几点。但我们相信，控制好水泥砼路面施工中的各个环节及每道工序，严格按照国家有关规范、技术标准进行施工，就能防止或减少路面裂缝现象的发生。

本文仅是对水泥混凝土路面裂缝产生的原因和处治对策作了一些分析、总结，文中的不足、不当之处还望各位同行予以批评指正！

## 参 考 文 献


[1] 孙晋红，水泥混凝土路面裂缝产生的原因及其预防措施，【期刊】科技情报开发与经济，2005-03-15

[2] 王忠祥，水泥混凝土路面断板和裂缝分析，【期刊】黑龙江交通科技，2002-01-30

[3] 于万杰，罗刚，水泥混凝土路面产生裂缝原因分析，【期刊】企业科技与发展，2008-04-20

[4] 张彰，水泥混凝土路面防裂断浅析，【期刊】公路，2003-07-30

[5] 陈旭庆；杨军；黄晓明，水泥混凝土路面的病害分析，【期刊】中外公路，2002-12-29

[6] 刘虎跃，水泥混凝土路面裂缝原因分析与处治研究，【硕士】长沙理工大学，2010-05-01

[7] 于晓坤；邓超；于泉，水泥混凝土路面裂缝成因分析，【期刊】森林工程，2000-01-15

[8] 石伟，水泥混凝土路面断板和裂缝分析，【期刊】工业技术经济，1999-04-15

[9] 赵俊松；龙少江，论水泥混凝土路面裂缝成因及预防，【期刊】山西建筑，2009-06-10

[10] 张秀清，水泥混凝土路面裂缝成因及预防措施，【期刊】山西建筑，2009-07-20

[11] 官振堂；于秋亮；王明林，造成水泥混凝土路面断裂的原因及防治措施，【期刊】黑龙江交通科技，2004-03-30

[12] 谢丹华；雷建民，对水泥混凝土路面早期裂缝原因的分析与防治措施，【期刊】重庆交通学院学报，1994-09-30

[13] 李国峰，水泥混凝土路面裂缝成因与预防，【期刊】黑龙江水利科技，2004-09-20

[14] 黎庆莲，水泥混凝土路面早期裂缝的预防，【期刊】国外公路 1998-10-15

[15] 庞兴元，浅议水泥混凝土路面裂缝，【期刊】山西建筑，2009-09-20

[16] 曹瑛；韩铁，浅析水泥混凝土路面裂缝的原因，【期刊】黑龙江交通科技，2005-01-30

[17] 傅志勇，浅析水泥混凝土路面裂缝的成因及预防措施，【期刊】西部探矿工程 2005-05-25

[18] 李贵富；王志国；卜春凤；张书玉；曲莉，水泥混凝土路面施工常见裂缝产生原因分析，【期刊】黑龙江交通科技，2002-06-30

[19] 陈同双；吴丽萍，水泥混凝土路面早期裂缝产生的原因及防治措施，【期刊】黑龙江交通科技，2004-01-30

[20] 郑永辉，浅谈水泥混凝土路面裂缝的原因及预防措施，【期刊】公路运输文摘，2004-07-15

# 高速公路扩建工程PCI、PSSI检测及分析

吴瑞麟[1] 樊金山[1] 马国栋[1] 彭桦[1] 颜昌清[2] 张世平[3] 王联芳[4]

1 华中科技大学 2 武汉中交试验检测加固工程有限公司

3 中交第二公路勘察设计研究院有限公司 4 河北省交通规划设计研究院

**摘 要**：针对高速公路扩建工程需要，进行常规的破损率(PCI)和路基路面综合结构强度（PSSI）检测。通过数据的统计分析，发现同一车道PCI、PSSI具有显著相关性。同时，不同车道PCI、PSSI的综合指标RCQI也具有显著的相关性。检测及分析结论给将来或者即将实施的类似工程，提供一些可资借鉴的经验，为客观、合理地评价路基路面综合结构强度增加又一诊断思路和方法。

**关键词**：高速公路 扩建工程 路基路面结构强度 现场检测 指标关联性分析

## 1 引言

随着汽车运输业的迅猛发展，我国早期修建的四车道高速公路，大多数已经面临着扩建问题。扩建工程拼接设计，关键问题之一是现有“老路”与拓宽“新路”之间的路基路面结构协调。因此，需要对现有公路的路路基路面结构状况进行全面地检测分析与评价，以获取 “老路”与 “新路”之间的协调参数。老路路基路面能否有效利用？新路采取何种结构？新路路基路面结构厚度采用多少？等等问题都将有赖于“老路”的路基路面检测与评价。

我国目前还没有制订有关公路扩建工程方面的技术标准（规范）。对于“老路”路基路面结构检测与评价，多数情况下都是参照《公路技术状况评定标准(JTG H20- 2007)》(以下简称《标准》)中规定的一些方法、指标和标准进行。然而，《标准》的制定目的，是为了“客观反映公路技术状况水平，指导公路养护生产，促进公路养护工作制度化、规范化。”[1]其评价指标体系如下：

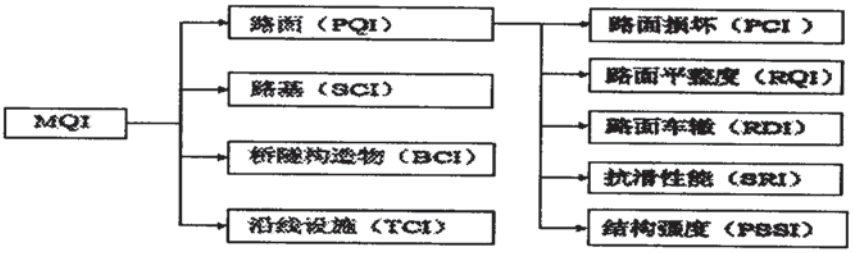



**图1 公路技术状况评价指标**

其中：

MQI —公路技术状况指数；

PQI —路面使用性能指数（Pavement Quality or Performance Index）；

SCI —路基技术状况指数（Subgrade Condition Index）；

BCI —桥隧构造物技术状况指数(Bridge, Tunnel and Culvert Condition Index)；

TCI —沿线设施技术状况指数(Traffic-facility Condition Index)；

PCI —路面损坏状况指数（Pavement Surface Condition Index）；

RQI —路面行驶质量指数（Riding Quality Index）；

RDI —路面车辙深度指数（Rutting Depth Index）；

SRI —路面抗滑性能指数（Skidding Resistance Index）；

PSSI —路面结构强度指数（Pavement Structure Strength Index）。

由图 1 可以看出，从公路养护管理的角度，将公路技术状况（MQI）分为四个方面，即 PQI、SCI、BCI 和 TCI 是合理的，它能够全面地反映公路工程硬件设施的技术状况。显而易见，路基路面工程的技术状况是通过 PQI、SCI 两项指标综合反映的。其中，路面使用性能指数（PQI）实质上包含了路基路面结构综合技术状况，特别是综合承载能力。路基技术状况指数（SCI）则包括：路肩边沟不洁、路肩损坏、边坡坍塌、水毁冲沟、路基构造物损坏、路缘石缺损、路基沉降、排水系统淤塞等方面，主要反映路基外观长期使用后的变形状况，与路基承载能力没有直接关联。

因此，公路扩建工程中“老路”利用以及“新路”、“老路”拼接设计关键则主要取决于 PQI。进一步分析 PQI 的组成，不难发现其中涉及路基路面结构承载能力的指标主要是 PCI 和 PSSI。另外几个指标：SRI 反映路面抗滑性能，与结构承载力没有直接因果关系；RQI 反映路面平整度，与结构承载力有一定关联，但不够确切[2]；RDI 则反映路面车辙情况，车辙是沥青材料的一个显著特点，就我国目前半刚性基层沥青路面而言，主要为沥青上面层和中面层温度失稳所致，对于结构来说属局部问题，在容许的范围内，车辙对路基路面结构承载力不会构成大的影响。[3] [4]

基于以上分析，本次检测及分析重点放在 PCI、PSSI 这两个指标之上。

## 2 PCI、PSSI 检测简介

本文研究的高速公路扩建工程，老路全长约 220km。根据批准的工程可行性研究报告结论，除少量因交通布局需要改线新建以外，绝大部分路段都采取在“老路”基础上扩建的方案。

扩建工程设计要求，尽快开展“老路”路基路面结构技术状况的检测和评价，为科学、合理的路基路面工程设计提供有力的技术支持。为此，课题组根据《标准》“路面损坏状况检测，宜采用自动化的快速检测方法。”、“路面结构强度宜采用自动检测设备检测。”的要求，本次检测分别采用了“多功能路况快速检测系统（CiCS）”和“WCY21—Ⅱ型回弹弯沉自动检测系统”。

### 2.1“多功能路况快速检测系统（CiCS）”

交通部公路科学研究院研制开发的“多功能路况快速检测系统（CiCS）”，是我国研制的具有完全自主知识产权、达到世界先进技术水平的多功能路况快速检测设备。它能够在正常车流速度（0～100km/h）下，一次性完成路面损坏状况、路面平整度和前方景观图像等多项技术指标的检测工作，主要技术性能指标见表 1。

CiCS 系统主要技术性能指标　　表 1

| CiCS 的主要技术指标及性能 | 检测指标 | 技术性能指标 |
|---|---|---|
| | 路面损坏（裂缝、坑槽等） | ◆检测宽度：2.6 ～ 3.6 米<br>◆裂缝分辨率：≤1mm<br>◆检测速度：0 ～ 100km/h<br>◆识别精度：正常路面裂缝识别率达到 95% 以上<br>◆图像处理：自动识别处理<br>◆图像存储：每 2 米存一帧，每帧图像不小于 2048 像素（纵向）×2968 像素（横向），以黑白图面像按 JPEG 格式纵向连续存储 |
| | 道路平整度 | ◆国际平整度指数（IRI）<br>◆检测速度：0 ～ 100km/h<br>◆数据处理方式：实时处理 |
| | 前方图像 | ◆图像格式：以彩色图像按 JPEG 格式存储<br>◆分辨率：不小于 1600 像素（宽）×1200 像素（高）<br>◆检测频率：50 ～ 100 帧 / 公里<br>◆检测速度：0 ～ 100km/h |

路面损坏数据处理是采用基于图像自动识别的方法，根据连续采集的路面损坏图像，进行计算机自动识别处理，获取损坏类型、损坏程度和损坏数量，然后计算得到路面破损率（DR）。路面损坏图像自动识别及路面破损率的计算是由与CiCS 系统配套的“路面损坏自动识别系统（CiAS）”完成，如图2 所示。CiAS 系统能够识别1mm 以上的路面裂缝，识别准确率达到95%以上，能够满足《公路技术状况评定标准》（JTG H20-2007）的相关要求。为保证数据质量，在数据处理过程中还按一定比例进行抽样，采用人工方法对计算机自动识别结果进行复核。

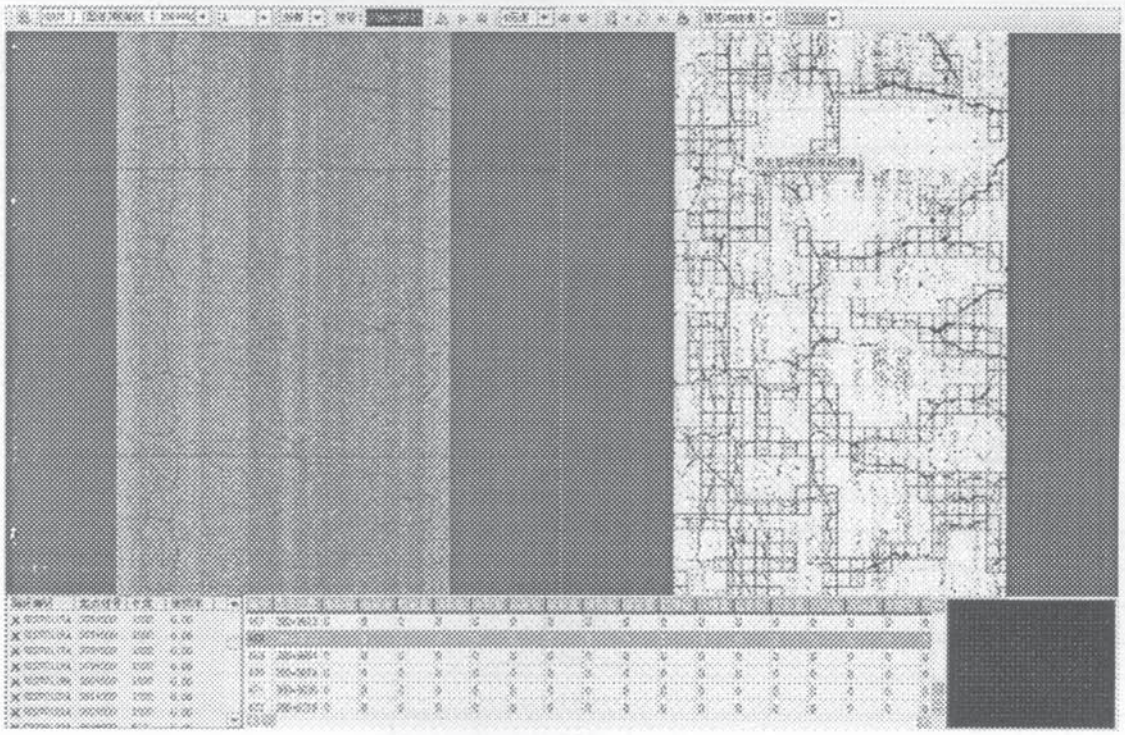


图 2 路面损坏自动识别系统（CiAS）

路面损坏状况检测数据（DR）可以直接导入公路资产管理系统（CPMS），按车道以10m 为单位记录保存，然后分别按上行方向和下行方向统计为100m 路段和1000m 路段的代表值。

### 2.2 “WCY21—Ⅱ型回弹弯沉自动检测系统”

本次弯沉检测所用的检测车后轴重为 10t，测试间距为 10m，检测数据采集系统（贝克曼梁）全长2400mm，每次采集时约有 50 个数据被系统自动收集并显示在电脑屏幕上，采集完毕后数据以表格形式被系统自动记录并保存。

本次检测对受检路段的路面回弹弯沉进行了全面检测，通过严密细致的数据整理、计算、分析、评定，检测结果能够客观地反映被测路段的路面结构强度指数（PSSI）和实际承载能力。

数据处理时先经过温度、湿度、季节修正后再按每车道每 1km（或 100m）计算回弹弯沉平均值、标准差，并按要求舍弃与平均值偏离 2S～3S 以上的特异值，然后计算评定路段的弯沉代表值，上述计算过程由系统自动完成。

## 3 检测数据及分析

### 3.1 PCI

本次路面破损检测，分上、下行两幅路，然后每幅路又分车行道、超车道，共分 4 条车道进行。采用“路面损坏自动识别系统（CiAS）”完成的路面检测结果如表 2、表 3 所示。

行车道PCI（上行方向） 表2

| 评测区间 | | | DR（%） | PCI |
|---|---|---|---|---|
| K47+000 | ~ | K47+100 | 0.6 | 87.85 |
| K47+100 | ~ | K47+200 | 0.4 | 89.72 |
| K47+200 | ~ | K47+300 | 0.8 | 86.32 |
| K47+300 | ~ | K47+400 | 5.1 | 70.65 |
| K47+400 | ~ | K47+500 | 18.2 | 50.43 |
| K47+500 | ~ | K47+600 | 0.5 | 88.73 |
| K47+600 | ~ | K47+700 | 0.3 | 90.87 |
| K47+700 | ~ | K47+800 | 5.1 | 70.65 |
| K47+800 | ~ | K47+900 | 1.4 | 82.77 |
| K47+900 | ~ | K48+000 | 0.3 | 90.87 |
| …… | | …… | …… | …… |
| …… | | …… | …… | …… |

行车道PCI（下行方向） 表3

| 评测区间 | | | DR（%） | PCI |
|---|---|---|---|---|
| K47+000 | ~ | K47+100 | 1.80 | 80.89 |
| K47+100 | ~ | K47+200 | 2.10 | 79.64 |
| K47+200 | ~ | K47+300 | 0.60 | 87.85 |
| K47+300 | ~ | K47+400 | 0.00 | 100.00 |
| K47+400 | ~ | K47+500 | 2.20 | 79.24 |
| K47+500 | ~ | K47+600 | 0.20 | 92.27 |
| K47+600 | ~ | K47+700 | 0.00 | 100.00 |
| K47+700 | ~ | K47+800 | 4.50 | 72.13 |
| K47+800 | ~ | K47+900 | 0.50 | 88.73 |
| K47+900 | ~ | K48+000 | 0.30 | 90.87 |
| …… | | …… | …… | …… |
| …… | | …… | …… | …… |

### 3.2 PSSI

同样，路面弯沉检测也是分幅、分车道进行。由于“WCY21—Ⅱ型回弹弯沉自动检测系统”工作速度较慢，对行车影响比“路面损坏自动识别系统（CiAS）”要大很多。本次弯沉检测，上、下行行车道全线检测。考虑交通安全以及外业检测进度要求，超车道只检测了总里程的约20%。检测结果如表4、表5所示。

行车道每公里回弹弯沉检测表（上行方向） 表4

| 评测区间 | | | 平均值（0.01mm） | 标准差（0.01mm） | 代表值（0.01mm） | 设计值（0.01mm） | PSSI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K47+000 | ~ | K47+100 | 18.62 | 5.56 | 27.76 | 30.00 | 94.55 |
| K47+100 | ~ | K47+200 | 19.52 | 5.08 | 27.88 | 30.00 | 94.43 |
| K47+200 | ~ | K47+300 | 17.33 | 5.37 | 26.16 | 30.00 | 96.07 |
| K47+300 | ~ | K47+400 | 20.07 | 3.98 | 26.61 | 30.00 | 95.67 |
| K47+400 | ~ | K47+500 | 18.63 | 7.01 | 30.16 | 30.00 | 91.75 |
| K47+500 | ~ | K47+600 | 18.43 | 7.31 | 30.45 | 30.00 | 91.36 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K47+600 | ~ | K47+700 | 17.15 | 3.35 | 22.66 | 30.00 | 98.40 |
| K47+700 | ~ | K47+800 | 19.00 | 6.26 | 29.29 | 30.00 | 92.84 |
| K47+800 | ~ | K47+900 | 13.84 | 2.86 | 18.55 | 30.00 | 99.65 |
| K47+900 | ~ | K48+000 | 19.53 | 3.76 | 25.72 | 30.00 | 96.44 |
| K48+000 | ~ | K48+100 | 14.88 | 4.01 | 21.47 | 30.00 | 98.90 |
| K48+100 | ~ | K48+200 | 18.98 | 4.61 | 26.56 | 30.00 | 95.72 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| K266+900 | ~ | K267+000 | 16.38 | 3.99 | 22.94 | 30.00 | 98.26 |

**行车道每公里回弹弯沉检测表（下行方向）　　表 5**

| 评测区间 | | | 平均值（0.01mm） | 标准差（0.01mm） | 代表值（0.01mm） | 设计值（0.01mm） | PSSI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K47+000 | ~ | K47+100 | 19.28 | 5.10 | 27.69 | 30 | 94.62 |
| K47+100 | ~ | K47+200 | 16.59 | 3.37 | 22.14 | 30 | 98.63 |
| K47+200 | ~ | K47+300 | 19.60 | 4.82 | 27.55 | 30 | 94.77 |
| K47+300 | ~ | K47+400 | 20.45 | 3.24 | 25.80 | 30 | 96.38 |
| K47+400 | ~ | K47+500 | 19.32 | 4.49 | 26.74 | 30 | 95.56 |
| K47+500 | ~ | K47+600 | 19.39 | 6.43 | 30.01 | 30 | 91.94 |
| K47+600 | ~ | K47+700 | 18.86 | 4.08 | 25.60 | 30 | 96.54 |
| K47+700 | ~ | K47+800 | 19.52 | 4.43 | 26.84 | 30 | 95.47 |
| K47+800 | ~ | K47+900 | 18.42 | 3.62 | 24.39 | 30 | 97.41 |
| K47+900 | ~ | K48+000 | 17.56 | 3.01 | 22.52 | 30 | 98.46 |
| K48+000 | ~ | K48+100 | 17.29 | 4.20 | 24.23 | 30 | 97.52 |
| K48+100 | ~ | K48+200 | 19.40 | 3.10 | 24.52 | 30 | 97.33 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| K266+900 | ~ | K267+000 | 17.52 | 3.97 | 24.08 | 30 | 97.62 |

### 3.3 行车道 PCI、PSSI 相关性分析

本次检测，对于行车道而言是全线检测，除去特异点后还有多达 2 千多组 PCI、PSSI 对应数据。因此，其关联性研究具有一定的理论和实际意义。

分别对上、下行 PCI 和 PSSI 数值进行线性回归分。

假设：　PSSI=a×PCI+b　　(1)

则根据表 2、表 4，或者表 3、表 5 的对应关系分析结果如表 6 所示。

**上、下行线性回归分析表　　表 6**

| 回归参数 | 样本数 n | a | b | 相关系数 r |
|---|---|---|---|---|
| 上行 | 2066 | 0.081 | 82.081 | 0.173 |
| 下行 | 2066 | 0.124 | 81.988 | 0.111 |

由于抽样误差的影响，相关系数 r 达到的显著值与抽样个数 n 有关。通常，抽样数越多，检验相关程度是否显著的相关系数最小值就越小。相关系数检验表 7 给出了抽样数为 402 和 1002，在两个显著性水平 α=0.05 及 α=0.01 相关系数达到显著水平的最小值[6]。

由于本次检测上、下行的样本数都到达 2000 以上，因此，检验相关程度是否显著的相关系数最小值，还应小于样本数为 1002 时的检验相关程度是否显著的相关系数最小值。从表 6 所列 r 可以看出，上、下行的线性相关系数均远大于 0.081（n=1002，α=0.01），这就意味着上、下行的 PSSI 和 PCI 线性相关非常显著，显著程度达 99%（α=0.01）以上。

**相关系数 r 检验表　表 7**

| 样本数 n \ α | 0.05 | 0.01 |
|---|---|---|
| 402 | 0.098 | 0.128 |
| 1002 | 0.062 | 0.081 |

鉴于 PCI、PSSI 的显著关联性，为了综合反映路基路面结构承载能力，课题组提出“道路利用条件质量指数 RCQI（Road Condition Quality Index）”作为现有路基路面结构可利用条件的综合评价指标。其中 RCQI 模型如下：

$$RCQI = m \bullet PCI + n \bullet PSSI \qquad (2)$$

式中：

m、n——模型参数，也即 PCI、PSSI 的权重系数。

参数取值，主要考虑两点：

1）《公路技术状况评定标准》（JTG H20-2007）6.2.1 规定，在路面使用性能指数 PQI 中，路面损坏指数 PCI 的权重系数，对高速公路和一级公路取 0.35；

2）RCQI 评价模型是课题组在沪宁高速公路扩建工程中首次提出。对于 m、n 的取值问题曾做过专门研究，分别做了 2:8、3:7 和 4:6 的计算分析工作，然后将计算结果与“沪宁高速公路花桥检测试验段”实际开挖检测和表观目测情况进行对比，发现 m:n=3:7 能够比较真实地反映实际路况[7]。

因此，本项目初步设计检测评价采用：m=0.3，n=0.7。施工图设计检测设计评价时拟通过检测评价试验段的具体测试情况验证或者标定 m、n 参数。

### 3.4. 行车道、超车道 RCQI 相关性分析

现状高速公路交通运输特别繁忙，针对“超车道”弯沉检测对现有交通影响太大，很难全线实施的客观现实，本次只对超车道弯沉进行了约 20%里程的抽样检测。目的是期望通过抽样检测了解超车道与行车道之间的关联情况。倘若抽样数据表明超车道和行车道之间具有和显著地相关性，那么就可以利用行车道全线连续的评价结果推证超车道的情况。倘若没有相关关系，那么，超车道的利用评价在路面施工之前还宜再进行一次系统检测。

设超车道 RCQI 为 y、行车道 RCQI 为 x，

令：$y = ax + b$

则：上行方向经过回归分析可以得到

$$y = 0.4193x + 48.009 \qquad (3)$$

y、x 之间的相关系数 R=0.165，样本数 n=416。

同理，下行方向经过回归分析得：

$$y = 0.2254x + 70.696 \qquad (4)$$

y、x 之间的相关系数 R=0.257，样本数 n=283。

相关分析结果汇总见表 8，表 9 为相关系数检验表[6]。

超车道 RCQI(y)与行车道 RCQI(x)回归分析表　　表 8

| 回归参数 | 样本数 n | a | b | 相关系数 r |
|---|---|---|---|---|
| 上行 | 416 | 0.4193 | 48.009 | 0.165 |
| 下行 | 283 | 0.2254 | 70.696 | 0.257 |

相关系数 r 检验表　　表 9

| 显著性水平 α / 样本数 n | 0.05 | 0.01 |
|---|---|---|
| 283 | 0.117 | 0.153 |
| 416 | 0.097 | 0.127 |

对比表 8 和表 9 可以看出，上行数据相关系数 R=0.165，明显大于样本数为 416 置信水平 99%的检验值 0.127；下行数据相关系数 R=0.257，同样明显大于样本数 283 置信水平 99%的检验值 0.153。

## 4 结论及展望

### 4.1 结论

1. 高速公路上行、下行的 PCI 和 PSSI 线性相关非常显著。路面检测 PCI 值小的路段，其承载能力也可能小，PSSI、PCI 之间的关联度极高。

2. 高速公路超车道和行车道路基路面结构综合评价指标 RCQI 具有极高的相关性。也就是说，高速公路同一桩号或者同一段落超车道与行车道的路面结构剩余承载力具有很好的相关性，可以根据公式（3）、（4）类似关系式，采用行车道的 RCQI 来推求超车道的 RCQI。

3. 由公式（4）和（4）还可得出，超车道 RCQI 与行车道 RCQI 呈“正相关”，即同一桩号段落，超车道的综合评价指标要高于行车道，这与历年维修情况和目前的路况调查及经验判断情况非常吻合。

### 4.2 展望

高速公路扩建工程对老路的检测评价，是一个系统的、工作量巨大且不容易评价准确的工作。期望通过大量相关工作的总结，寻求一些内在规律，为将来或者即将实施的类似工程，提供一些可资借鉴的经验，为客观、合理地评价路基路面综合结构强度增加又一诊断方法。

从理论上来说，高速公路历年检测数据变化规律，能够客观反映路基路面承载能力的现状，从而直接给改扩建工程设计提供数据支撑。随着公路养护管理技术工作的常态化、科学化，历年养护资料的规律总结将具有非常重要的价值。

## 参 考 文 献

[1] 中华人民共和国行业标准. 公路技术状况评定标准(JTG H20—2007)[S]. 北京：人民交通出版社，2007

[2] 简晓波、吴瑞麟等. 水泥混凝土路面性能指标相关性分析[J]. 中外公路, 2007.4, 27 卷 2 期：37-39

[3] 杨群, 黄晓明. 沥青稳定基层混合料变形性能试验研究[J]. 东南大学学报(自然科学版)，2001.9 31 卷 5 期：48-52.

[4] 张舒畅, 陈渊召. 沥青稳定碎石基层的永久变形性能研究[J]. 华东公路. 2011.6. 第 3 期：61-64

[5] 吴传海. 沥青路面裂缝破损与弯沉的灰色关联分析[J]. 广东公路交通. 2006 年第 3 期: 1-4

[6] 周兆麟，李敏芝. 数理统计学[M]，北京：中国统计出版社，1987

[7] 李申惠，高速公路现有路基检测与评价方法研究[硕士学位论文]. 武汉：华中科技大学. 2005

# 公路预防性养护时机的确定方法探讨

何本万[1] 卢静[2] 雷莉[1] 任友光[1]

1 武汉市公路勘察设计院 2 武汉工业学院交通研究所

**摘 要:** 我国现行的道路养护主要采取矫正性养护方式，往往错过了最佳养护时机，导致养护工程量大，费用高，周期长，对交通影响大，社会反响强烈。本文根据效果费用比最大原则确定预防性养护时机，阐述了基于生命周期费用分析的预防性养护费用的组成与计算方法，对预防性养护效果进行定量分析，根据效果费用比的计算结果确定公路沥青路面预防性养护的最佳时机。

**关键词:** 公路 预防性养护 养护时机 预测方法

## 0 引言

预防性养护是在公路路面尚处于良好的技术状态、只有轻微病害或病害迹象时施作的养护。公路的预防性养护的经济性和有效性在很大程度上取决于实施预防性养护的时机，应用太晚不能充分发挥预防性养护的作用，太早则造成资金浪费甚至引起别的路面问题。文献[1]指出，预防性养护计划是否成功取决于其实施的时机，尽早采取预防性养护措施可以使养护成本更低、收益更大。但是，迄今为止尚没有十分满意的确定路面预防性养护时机的方法。在具备相关基础数据时，生命周期费用分析法相对较优。因此，本研究采用生命周期费用分析方法，根据效果费用比最大原则确定预防性养护时机。

## 1 确定路面性能指标的最低可接受水平

为了计算预防性养护实施前后的效果，需要确定路面性能指标的最低可接受水平。对于随路龄增长呈递减关系的性能指标曲线，其性能指标的最低可接受水平就是下限，计算效果面积时超过性能指标下限的部分将不计为效果；对于随路龄增长呈递增关系的性能指标曲线，其性能指标的最低可接受水平就是上限，计算效果面积时超过性能指标上限的部分将不计为效果。图 1 阐明了在计算效果面积时上下限是如何限制性能指标曲线的积分面积的。在图中呈递减关系的性能指标的效果面积的计算受到下限的限制，呈递增关系的性能指标的效果面积的计算受到上限的限制[2]。预防性养护是在路况良好的情况下施作的养护，建立预防性养护宏观路况标准一般值为：80≤PCI<90，因此本研究建议确定路面性能指标的最低可接受水平为“良”。相应的 PCI、PSSI、RQI、SRI 的最低可接受水平为 80，与 RQI 等于 80 对应的国际平整度指数 IRI 值为 6。

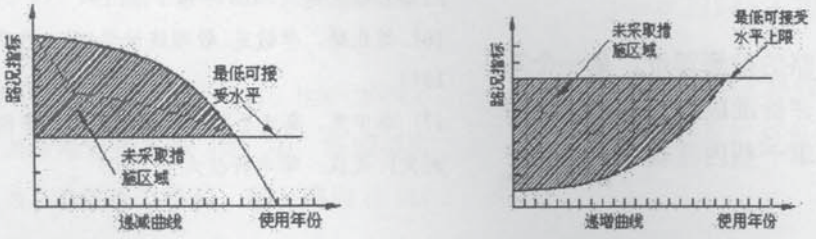



图 1 路面性能指标与效果面积的关系示意图

## 2 计算预防性养护的效果

公路的效益主要体现在路面的服务质量上，这表明周期性地采取预防性养护可以较长时间地使路面性能处于较好的状态，而不进行预防性养护的路面性能将较快地下降到差的水平，如图 2 所示[3]。研究表明：采取预防性养护的路面的效益—费用比是不采取任何养护措施的路面的 6~10 倍，大修和重建的费用是预防性养护的 10~14 倍。对公路沥青路面而言，采取预防性养护后的效果采用路况指标评价，如 PCI、IRI、SRI 等，根据路况性能指标曲线的变化来计算。不同的预防性养护措施产生的效果不同。对于某一特定指标，其效果就是采用预防性养护后，此指标的性能衰变曲线下的面积与未采取预防性养护措施时此指标性能曲线下的面积之差[4]，如图 2 所示。

### 2.1 采取预防性养护措施后的效果面积计算

采取预防性养护措施后的路况性能曲线方程中的 $x$ 值，表示采取养护措施后的计算时间，而不是路龄。

（1）呈递减规律的性能曲线的效果面积公式为：

$$A_{PT(-)}=\int_0^{x_1}(EQ_{DN}-LBC)dx+\int_0^{x_2-x_1}(EQ_{PT}-LBC)dx \qquad (1)$$

式中：$A_{PT(-)}$——采取预防性养护措施后呈递减规律的性能曲线的效果面积；

$x_1$——采取预防性养护的时间；

$x_2$——分析周期；

$EQ_{DN}$——未采取预防性养护措施时的性能指标曲线方程；

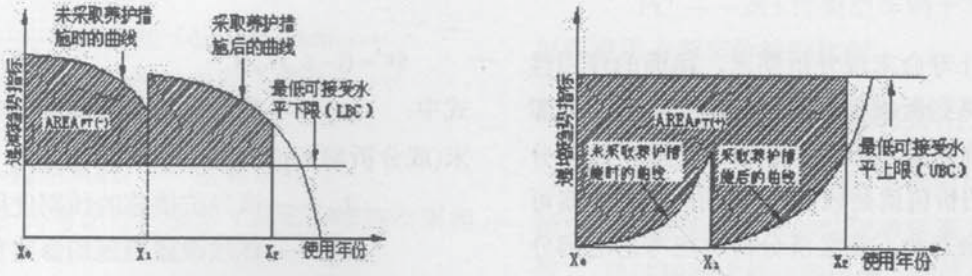
$EQ_{PT}$——采取预防性养护措施后的性能曲线方程。

（2）呈递增规律的性能曲线的效果面积公式为：

$$A_{PT(+)}=\int_0^{x_1}(UBC-EQ_{DN})dx+\int_0^{x_2-x_1}(UBC-EQ_{PT})dx \qquad (2)$$

式中：$A_{PT(+)}$——采取预防性养护措施后呈递增规律的性能曲线的效果面积；

$UBC$——性能指标的最低可接受水平（上限），其余符号与式（1）相同。




(a) 路面性能指标递减趋势图　　(b)路面性能指标递增趋势图

**图 2 效果面积计算示意图**

### 2.2 各性能指标的效果计算

当采用多个路况指标同时进行分析时，由于不同的路况指标的单位不同，在将单项指标效果转化为综合指标时比较困难。为解决此问题，采用单项指标效果面积与未采取养护措施时的路况指标曲线积分面积的比值，将其效果标准化。单项指标效果标准化后以百分率表示，如公式（3）。

$$E_{Ri}=[(A_{PT(i)}-A_{DN(i)})/A_{DN(i)}]\times 100\% \qquad (3)$$

式中：$E_{Ri}$——单路况指标效果；

$i$——1~$n$ 中的第 $i$ 个指标；

$A_{PT(i)}$——采取养护措施后性能曲线的效果面积；

$A_{DN(i)}$——未采取养护措施的性能曲线的积

分面积。

## 3 确定预防性养护时机的费用计算

### 3.1 生命周期内的费用组成

费用计算采用生命周期费用分析或称全寿命费用分析方法[5]，指在路面生命周期或分析周期内，从设计开始到寿命期或分析期末，可能包含的主要费用，见表1。

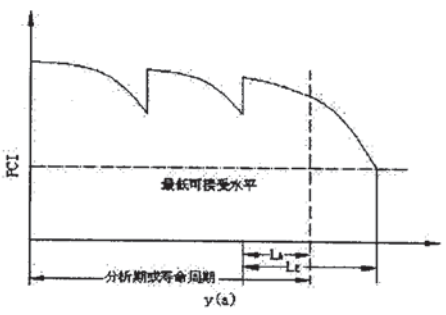
**表1 路面生命周期内的费用组成**

| 费用分类 | 费用组成 | | 费用定义 | 费用的确定方法 |
|---|---|---|---|---|
| 建养费用 | 建设费用 | | 按设计文件和公路工程概预算编制办法编制，经建设主管部门批准的设计费用 | 建设工程决算 |
| | 日常养护费用 | | 按部颁公路工程养护指标确定的日常保养和修补费用 | 日常养护年终财务报表 |
| | 预防性养护工程费用 | | 为延长公路使用年限而采取的预防性养护措施费用 | 新增费用，从大中修费用节约中提取 |
| | 大中修费用 | | 为恢复设计指标而进行的修复费 | 公路大中修工程决算 |
| | 残值 | | 分析期末路面残存的价值 | 可按公路工程可行性研究报告国民经济和财务评价确定 |
| 运营费用 | 车辆运营费 | 油耗费 | 车辆行驶所消耗燃油的费用 | 通过调查将这三种费用和路面平整度之间建立起回归关系 |
| | | 轮胎消耗费 | 车辆行驶所消耗轮胎的费用 | |
| | | 保修材料费 | 维持车辆运行所需的维修材料费用 | |
| | 延误费 | | 大中修工程导致的车辆延误费用 | 可按公路工程可行性研究报告国民经济和财务评价确定 |
| | 事故费 | | 因公路工程质量导致的交通事故而支出的费用 | 按公安部公布的交通事故统计分析 |

### 3.2 残值模型

到路面的设计寿命末或分析期末，路面的使用性能可能还没有下降到所规定的最低可接受水平，亦即路面还有剩余寿命可继续承受车辆荷载作用，这部分剩余寿命所具有的价值就是残值[6]。不同的养护方案可能具有不同的剩余寿命，在经济分析时应考虑这部分剩余寿命所具有的价值。路面残值可按多种方法近似计算，这里按剩余寿命占预期使用寿命的比例确定，见图3和式（4）。

**图3 残值计算示意图**




$$SV = (1 - L_A/L_E)C_r \qquad (4)$$

式中：$L_A$——最后一次养护的施工年份到寿命周期末(或分析期末)的年数；

$L_E$——该养护措施的预期使用寿命；

$C_r$——该项改建措施的修建费用；

$SV$——路面残值。

### 3.3 用户费用模型

用户费用是指用户在使用道路时所支付的费用，包括车辆运营费、延误费、行程时间费和事故费，是寿命周期费用中最大的一个组成部分。

（1）油耗费用

为建立适合我国国情的车辆运营费用模型，同济大学、交通部公路科学研究所、广东省、河北省、山东省公路局在不同的道路状况下作了大量的油耗试验，得到了不同路况(IRI)与油耗的关系[6,7]如下：

$$FL = a + b \cdot IRI \qquad (5)$$

式中：FL——百公里油耗(L/100km)；

$a,b$——回归系数；

IRI——国际平整度指数(m/km)。

根据油耗-平整度关系建立油耗费用计算公式为(6)。

$$CFL = FUC \cdot (a + b \cdot IRI) \qquad (6)$$

式中：CFL——汽车百公里油耗费用（元/100km)；

FUC——燃油单价（元/L)。

（2）轮耗费用

轮耗是车辆运营费用的主要组成部分之一，弄清轮胎消耗与车辆、道路状况之间的关系，对于正确进行公路工程的用户费用评估和投资效益分析是十分必要的。同济大学的姚祖康、王忠仁等曾根据我国的调查数据对该轮耗模型进行了标定，建立了适合我国的模型[6,7]

$$TC = NT[(1 + RREC \cdot NR)TWT \cdot k_1/(1 + k_2 \cdot NR)VOL + 0.002] \qquad (7)$$

式中：TC——轮耗（条/1000km)；

NT——轮数；

RREC——轮胎翻新的费用与新轮胎价格的比值；

NR——翻新次数；

TWT——轮胎磨耗（$dm^3$/胎 · km)；

VOL——胎面可磨耗体积（$dm^3$)；

$k_1$——回归系数；

$k_2$——轮胎系数，（一般取0.77)。

系数0.002为考虑预估偏差（同实际调查结果相比）的修正值。

上述分析，适用于货车和公共汽车。对于小型客车，采用HDM-III中的模型，即：

$$TC = NT(0.01165 + 0.001781IRI) \qquad (8)$$

则轮胎消耗费用计算模型为：

$$CTC = P_t \sum_{i=1}^{n} AADT_i \cdot TC_i \qquad (9)$$

式中：CTC——轮耗费用（元/1000km)；

$P_t$——新轮胎价格；

$TC_i$——第$i$种车辆千车公里消耗的当量轮胎数。

（3）保修材料消耗费用

汽车保修费用包括车辆维修的料耗费、人工费等。对于车辆保修费用模型，我国采纳了世界银行的HDM-III模型，并结合我国实际情况，修正了该模型中的料耗模型参数，由此建立了我国的保修费用模型。

客车 $PC = e \cdot k \cdot \exp(f \cdot IRI)CKM^{Kp}$

卡车 $PC = e \cdot k \cdot \exp(1 + f \cdot IRI)CKM^{Kp}$ (10)

式中：$PC$——千车公里的维修费用与该种车型的当时的新车价格的比值；

$e$、$f$——模型的回归系数；

$k$——维修费系数；

$K_P$——车龄指数或车辆老化系数；

CKM——车辆的累计行驶里程；

IRI——道路平整度指数。

则车辆保修材料的消耗费用为：

$$C_{PC} = \sum_{i=1}^{n} AADT_i \cdot P_{vi} \cdot PC_i \qquad (11)$$

式中：$C_{PC}$——车俩保修材料消耗费用；

$P_{vi}$——第$i$种类型车辆的价格；

$PC_i$——第$i$种类型车辆千车公里消耗的保修材料费用占新车价格的比例。

## 4 确定预防性养护时机的费用分析

把生命周期或分析期内不同时间投入和发生的各种费用，按某一预定的贴现率转换为现在的费用（现值)。通过转换成单一的现值，便可在等值的基础上比较各个方案。现值法包括费用现值和净现值两种，费用现值法只是将费用考虑为现值，而净现值则是考虑费用和效益两个方面，为简化计算本研究选用费用现值法[7]。费用现值法可用下式表示：

$$PVC_{x_i,n} = ICC_{x_i} + \sum_{i=0}^{n} pwf_{i,j}(MC_{x_i,j} + PMC_{x_i,j} + RC_{x_i,j} + UC_{x_i,j}) - pwf_{i,n} \cdot SV_{i,n} \qquad (12)$$

式中：$PVC_{x_i,n}$——方案$x_i$在分析期内$n$年内的总费用现值；

$ICC_{x_i}$——方案$x_i$的建设费用；

$MC_{x_i,t}$——方案$x_i$在第$t$年的日常养护费；

$PMC_{x_i,t}$——方案$x_i$在第$t$年的预防性养护费用；

$RC_{x_i,t}$——方案$x_i$在第$t$年的大中修工程费用；

$UC_{x_i,t}$——方案$x_i$在第$t$年的运营费用；

$SV_{i,n}$——方案$x_i$在分析期末（$n$年）的残值；

$pwf_{i,t}$——贴现率$i$在年份$t$的现值系数。

## 5 确定最佳预防性养护时机

最佳预防性养护时机就是费用最小而效果最大，即 *E/C* 最大，此时就是预防性养护的最佳时机。为了使效果费用比的实际值更有意义，采用效用指标（*EI*）来评价。效用指标用每个方案的效果费用比与最大的效果费用比的比率来表示。效用指标为：

$$EI_i=(E/C)_i/(E/C)_{\max}\times 100 \qquad (13)$$

式中：$EI_i$——第$i$个时间方案的效用指标；

$(E/C)_i$——第$i$个方案的效果费用比；

$(E/C)_{\max}$——养护时机方案中效果费用比的最大值。

**$EI_i$最大者对应的时机即为预防性养护的最佳时机。**

## 6 实例分析

某高速公路于2002年建成通车，2005年年初进行了罩面。为了使路况保持在较好的水平，决定对其实施稀浆封层进行预防性养护。现以2005年作为分析周期的开始，拟定养护方案，通过经济分析和评价，选择养护时机。

### 6.1 预防性养护方案的制定

依据路况、交通量及经验，选择1cm厚国产改性稀浆封层为预防性养护方案，根据路况衰减规律制定其养护时机，路面寿命为4a、5a、6a、7 a时(从2005年算起)，分别对应于方案1、方案2、方案3、方案4。

### 6.2 效果计算

6.2.1 选择路况指标

由于预防性养护不能提高路面结构能力，只能提高道路的行驶质量，因此本文对采用稀浆封层的效果用[PCI]和[IRI]来衡量。[PCI]的最低可接受水平为[PCI]≥80；[IRI]的最低可接受水平为[IRI]≤6。

6.2.2 采取预防性养护措施后各指标的衰变曲线

在中国，一般路面初、早期的使用性能下降较快，而后期变化较慢，使得路面性能曲线呈凹型曲线。由于指数曲线与凹型曲线具有很好的拟合性，故本文采用负指数曲线对[PCI]进行回归拟合，采用指数曲线对[IRI]进行回归拟合，建立预测模型，其表达式为

$$[PCI]=100e^{-ax} \qquad (14)$$

$$[IRI]=ce^{bx} \qquad (15)$$

式中：a、b、c均为回归系数。

根据附近路段采取稀浆封层作为预防性养护措施时收集的路况指标数据，采用经验回归法预测采取稀浆封层后[PCI]、[IRI]的衰变情况。

6.2.3 达到最低可接受水平时的时间计算

应用各方案的路面性能曲线方程作图(图形略)，得出[IRI]达到最低可接受水平时的时间比[PCI]晚。所以[PCI]达到最低可接受水平的时间就是此方案达到最低可接受水平的时间。根据各方案的路面性能指标衰变曲线方程，取[PCI]=80，经计算，采取预防性养护措施后各方案[PCI]达到最低可接受水平时x值分别为6.1、7.8、7.4、6.4，相应的路龄分别为10.1 a、12.8 a、13.4 a、13.4 a。

6.2.4 采取养护措施后的效果面积计算

从上面的计算结果可知，方案1在道路使用寿命为10.1 a时，最早达到最低可接受水平，故采用10 a作为分析周期，即图2和式(1)中的$x_3$=10。根据式(1)计算，采取预防性养护措施后各方案的效果面积分别为：170.74，192.37，186.10，172.22。

6.2.5 效果计算

4种养护方案分别在路龄为4 a、5 a、6 a、7 a的时候采取稀浆封层，其各方案的效果面积按式(3)计算，结果见表2。

### 6.3 不同预防性养护时机的生命周期费用的计算

6.3.1 预防性养护措施费用

根据当地经验及定额计算，中国产改性稀浆封层厚度为 1 cm 时，其成本为 27.531 万元 / km。

6.3.2 日常养护费用

在 2006、2007、2008 年，当地养护部门对此路段投入的年日常养护费用分别为：1.1(元 / m)，1.27 (元 / m)，1.41(元 / m)。则各养护时机方案的日常养护费用，根据交通量和[PCI]数据，采用最小二乘法对其系数进行标定，按照式(1)进行估算。

6.3.3 路面残值

根据路面残值计算式(4)，各方案的 $L_A$ 分别为 6、5、4、3；$L_E$ 分别为 6.1、7.8、7.4、6.4；$C_r$ 为 27.531；则路面残值分别为 0.4513、9.8830、12.6494、14.6258。

6.3.4 用户费用

用户费用即燃油消耗费、轮胎消耗费和保修材料消耗费 3 项。分别按式(6)、式(9)、式(11)计算。

**6.4 选择最佳养护时机**

4 种方案在分析期内不同时间支出的费用，按贴现系数换算为现值(以 2005 年为基准年)，贴现率取 8%。效果费用比的计算结果见表 2。

**表 2 效果费用比**

| 采取养护措施时的路龄 / a | 效果/% | 费用/万元 · $km^{-1}$ | 效果费用比/% | 效用指标/$E_{Ri}$ |
|---|---|---|---|---|
| 4(方案 1) | 60.47 | 2511.8498 | 0.0241 | 75 |
| 5(方案 2) | 80.80 | 2503.5034 | 0.0323 | 100 |
| 6(方案 3) | 74.91 | 2506.8099 | 0.0299 | 93 |
| 7(方案 4) | 61.86 | 2511.8895 | 0.0246 | 76 |

注：表中的费用=预防性养护费+ 日常养护费+ 用户费用-路面残值

由表 2 可看出，该路段从分析周期开始时算起，路面寿命为 5a 时采取稀浆封层作为预防性养护措施的效果费用比最大，此时即为采取稀浆封层作为预防性养护措施的最佳养护时机。

## 7 结论

采用生命周期费用分析法，确定公路预防性养护时机，兼顾了预防性养护的效果与经济两方面，概念清晰，方法较好。但需要其他同类预防性养护工程的路面使用性能检评数据，并需要该路段的交通量大小、组成费用等基础数据，生命周期费用分析法确定预防性养护时机计算繁杂，本研究生命周期费用分析法可以采用编程计算，以减轻计算强度，提高计算精度、加快计算速度。

## 参 考 文 献

[1] Gilbert Y. Baladi，刘 松（译）. 预防性养护计划的最优化[J]. 交通建设与管理，2007(2)：31-32.

[2] 任 勇. 基于生命周期费用的沥青路面预防性养护时机研究[D]. 长安大学硕士学位论文，2006. 6: 46-49.

[3] 董瑞琨，孙立军. 路面维护及预防性养护效益分析[J]. 公路，2004(3): 123-124.

[4] 姚玉玲，任 勇，陈拴发. 沥青路面的预防性养护时机[J]. 长安大学学报（自然科学版），2006，26(6): 35-36.

[5] 华小梅. 沥青路面结构及其寿命周期费用的分析[J]. 城市道桥与防洪，2006，(1): 129-131.

[6] 资建民，江 滔. 路面状况综合评价的灰色方法[J]，华中科技大学学报(自然科学版)，2002(3): 62-63.

[7] 姚祖康. 路面管理系统[M]. 北京：人民交通出版社，2001

# 高速公路路面中长期养护规划方案的分析与设计

熊巍[1] 夏梦华[2]

1 湖北省高速公路实业开发有限公司 2 仙桃市公路安捷养护有限公司

**摘 要**：针对高速公路路面养护方案缺乏针对性、系统性和前瞻性等问题，通过对某高速公路路面养护规划项目介绍，分析了养护规划设计的总体思路、内容、实施步骤和方法，为类似工程提供参考借鉴。

**关键词**：沥青路面 中长期 养护规划

## 1 项目背景

随着我国高速公路建设的迅猛发展，公路养护里程逐年增加，公路养护和管理提出了更高的要求。目前我国高速公路沥青路面的养护依然存在着诸多问题，尤其是养护方案的制定缺乏针对性、系统性和前瞻性。本着全面规划、统筹兼顾、分步实施的指导思想，科学、合理的进行路面的中长期养护规划十分必要。进行养护规划的目的在于，在对道路进行系统检测和评估的基础上，结合病害和使用性能的预测和路面全寿命的分析，科学合理地编制规划期内各年度养护对策、工程数量、养护资金投入，使得养护资金的投入能达到投资、效益最大。科学合理的养护规划将产生显著的经济社会效益，对于促进我国公路养护管理水平提高，其实用价值与理论意义重大。本文结合某高速公路路面养护规划项目，探讨养护规划方案设计的方法和内容，以期为其他项目提供借鉴作用。

## 2 养护规划方案设计的具体实施步骤

路面养护规划设计一般实施步骤分为四个阶段：（1）道路路面基础数据收集，包括道路技术状况、交通量、路面历史病害及养护资料等，以此形成基础资料；（2）道路路面养护技术对策及养护决策分析，提出适应性好的养护技术标准、策略；（3）初步规划方案的提出，从技术角度出养护规划初步方案；（4）全寿命经济分析，从经济角度比较论证初步规划方案的可行性和合理性，最后提出最终养护规划方案。养护规划的步骤及方法如下图：

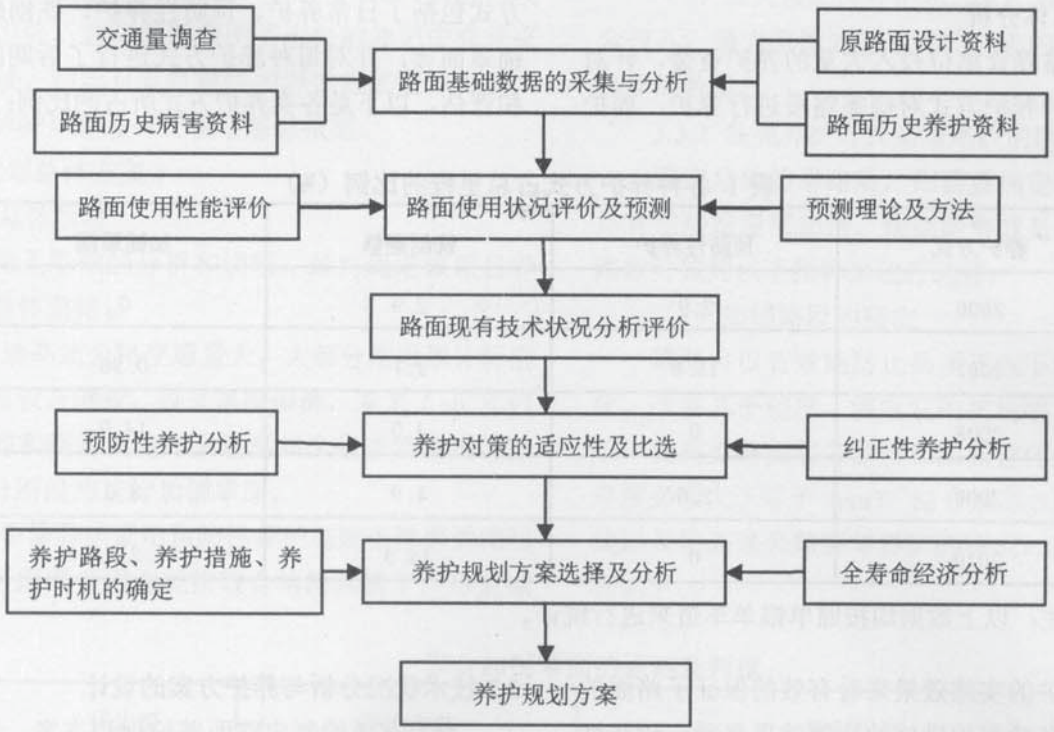



图 1 养护规划的步骤及技术路线

## 3 工程案例

某高速公路主线通车已 10 年，日均交通量达 30000 万/日，货车比例 50%-70%，大部分路段累计当量标准轴载已达到或已接近设计值。沥青路面产生了一系列病害，包括水损坏类（包括坑槽、松散、局部沉陷）、裂缝（包括纵向裂缝、横向裂缝、剪切疲劳裂缝、网裂）、车辙、翻浆、软基沉降等。每年的养护虽消除了部分路段原有病害，但裂缝、车辙等典型病害数量仍在逐年递增，发展速度较快（20~30%）（2011 年养护力度加大，所以病害总长减少）图 1，随之而来的路面破损 PCI 也发生了不同趋势的下降。为了科学合理的制定养护方案，该养管单位制定了路面的中长期养护规划。

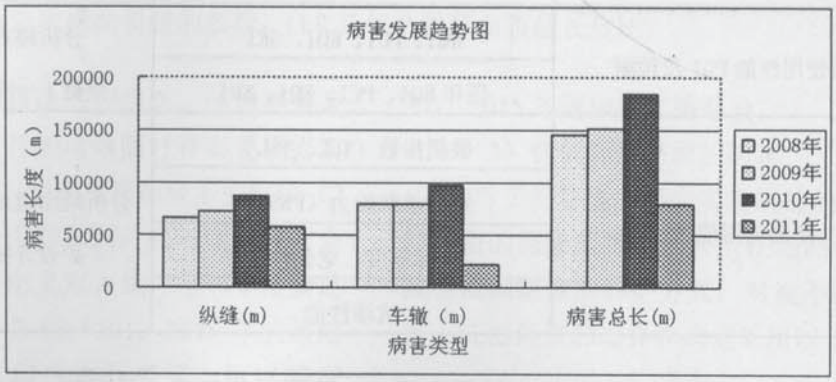



图 1 典型病害的总长度及发展趋势

### 3.1 历史养护总体分析

该高速公路养管单位投入大量的养护资金，针对性的采用了多种养护方式对病害路段进行养护，养护方式包括了日常养护、预防性养护、铣刨翻修以及加铺罩面等，并对每种养护方式进行了后期的跟踪观测和评估，以下是各类养护方式所占的比例：

表1 各种养护方式占总里程的比例（%）

| 养护方式 | 预防性养护 | 铣刨翻修 | 加铺罩面 |
|---|---|---|---|
| 2006 | 2.9 | 2.9 | 0 |
| 2007 | 15.8 | 2.7 | 0.96 |
| 2008 | 0 | 4.0 | 14.9 |
| 2009 | 2.6 | 1.9 | 8.6 |
| 2010 | 0 | 14.9 | 2.7 |

注：以上数据均按照单幅单车道来进行统计。

从历年养护的实施效果来看有效的保证了路面的使用性能。从各项养护措施的实施效果来看，预防性养护、铣刨重铺以及加铺罩面都能有效的提高路面的行驶性能，延长使用寿命，尤其加铺罩面是一种治标又治本的养护措施，从后评估来看实施效果是最可靠的。

### 3.2 技术状况分析与养护方案的设计

为了有效的制定路面养护规划方案，规划项目组对该道路路面的技术状况进行有效的分析，建立与养护规划相关的各路段的信息数据库，所需要信息库资料如下：

表2 路面养护规划和设计所需信息库资料

| 路面信息库资料 | 主要内容 | 应用目的 |
|---|---|---|
| 交通量、轴载及设计资料 | 累计标准轴载 | 判断路面的寿命状态 |
| | 剩余寿命 | |
| 路面使用性能PQI及预测 | RQI、PCI、RDI、SRI | 分析路段的技术状况<br>预测下一阶段的发展趋势 |
| | 历年RQI、PCI、RDI、SRI | |
| 路面使用现状 | 破损指数（TCL、TSL） | 分析路面道路的使用现状为养护设计提供基础资料 |
| | 结构承载能力（PSSI） | |
| | 实际厚度、老化性能 | |
| | 抗渗性能 | |

通过对以上信息库资料的调查和分析，结果表明了该公路主线大部分路段已达到或接近设计寿命；原路面结构厚度总体偏薄，难以适应特大交通量的需要；路面使用性能指数已发生一定程度的下降，部分已达

到了养护标准下限；沥青老化趋于临界状态，路面产生裂缝的概率增大，切有结构性病害产生，病害出现快速增长态势。这些情况表明了未来的养护中必须采取采用系统、科学且有针对性的养护方式进行养护，这些也为养护规划设计提供了基础依据。

**3.3 养护规划总体方案**

3.3.1 总体思路

结合以上基础的分析和调研，最终确定该项目养护规划的总体思路。

（1）该高速公路交通量大，大部分路段累计标准轴载已接近设计轴载，设计厚度偏薄，未来了 5 年内将结合检测和病害调查结果逐渐对全线未实施加铺路段分期、分路段的进行加铺罩面。

（2）中修养护采用预防性养护与矫正性养护相结合，在保证路面使用性能指数合格的前提下，尽量减少铣刨翻修的工程量。

（3）加大预防性养护和日常小修养护的力度和资金投入，最大限度的延缓路面病害的发展，控制铣刨翻修的数量。

3.3.2 各类养护方式实施路段的确定

确定总体的思路后，则需要确定每年度该路段具体有那些路段需加铺、铣刨翻修或是预防性养护，各路段可按照以下指标来进行选择：

（1）加铺路段的确定

罩面可以有效地防止品质正在下降的路面继续恶化，改善其平整度、恢复它的抗滑阻力，修复表面缺陷，提高原路面服务品质和路面整体结构强度（罩面厚度必须大于等于 4cm），结合规范、国内外的养护经验以及该高速公路历年养护的特点，拟定加铺罩面判据如下：

**表 3 加铺罩面的原则及判据**

| 优先级 | 评价内容 | 控制标准 |
|---|---|---|
| 1 | 路面行驶质量 | 3.5m/km＞IRI＞2.3m/km |
| 2 | 路面抗滑性能 | SFC＜40 |
| 3 | 路面车辙 | 15 mm＞RD＞10mm |
| 4 | 路面破损状况 | PCI＜90 |
| | | 15＜TCS＜25 |
| | | 0.3＞LLR＞0.2 |
| 5 | 剩余寿命 | 0 |

注：TCL 是每公里横向裂缝的条数；LLR 是每公里纵向裂缝长度比。

对全线符合该条件的路段进行筛选，考虑到满足以上指标的路段较多，进行加铺罩面时有必要根据实际情况进行养护需求分级，对满足指标较多的路段（2 个以上指标满足要求）先进行罩面，当年度（假定为 2011 年）满足指标要求的定义为 A 级，下一年将满足指标要求的路段则定义为 B 级（2012~2015 年的需结合预测指数进行预测），以此进行类推，可以确定 2011-2015 年逐年的实施路段。

（2）铣刨翻修路段的确定

对于当年度内仍未实施加铺的路段，只针对病害较严重的路段选择性的采用铣刨翻修进行实施，尽量减少铣刨翻修的养护方式，对能不铣刨的路段尽量保留。铣刨翻修的选择和确定采用以下基本原则筛选。

表4 铣刨翻修路段选择的基本原则及判据

| 参数 | 评价内容 | 控制标准 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 1 | 路面结构强度 | PSSI＜80 | 对该评定路段内弯沉不合格处翻修 |
| 2 | 路面行驶质量 | IRI＞3.5m/km | 对平整度差路段进行翻修 |
| 3 | 路面车辙 | RD＞15mm | 对车辙路段进行翻修 |
| 4 | 路面破损状况 | PCI＜90 | 对该评定路段内出现的纵向裂缝、横向裂缝集中、修补面积多进行翻修 |

（3）预防性养护路段的确定

对当年度不需要矫正性养护的路段，部分路段可以采用预防性养护，预防性养护也需要进行路段的需求分析，养护的判定标准也需要根据预测模型来综合确定。预防性养护的原则及判据如下：

表5 预防性养护的原则及判据

| 指标 | PCI | | RDI | |
|---|---|---|---|---|
| 级别 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 |
| 分值 | 90.00 | 91.72 | 80.00 | 83.63 |

### 3.3.3 具体实施方案

结合各类养护方式的养护需求分级情况，最终确定2011~2015年度养护规划方案如下：

表6 方案一 2011~2015养护年规划方案

| 路段 / 年份 | 加铺路段 | 中修路段 | 预防性养护路段 |
|---|---|---|---|
| 2011年 | 80km | 48km | 29km |
| 2012年 | 98km | 40km | 31km |
| 2013年 | 90km | 30km | 62km |
| 2014年 | 90km | 20km | 36km |
| 2015年 | 75km | 20km | 13km |

注：1、加铺为路面整体经综合处治后加铺4cmSMA13;

2、中修为对路面病害采用铣刨翻修的方式，路面结构、厚度不变；

3、预防性养护主要采用微表处；

### 3.3.4 养护费用分析

采用全寿命经济分析方式进行方案的比选，综合考虑方案在整个使用年限内（从实施开始到最终丧失使用功能为止）的所有费用，包括建设成本、养护成本以及用户成本，并对其进行分析，现初步确定规划期内各年度所需的养护总费用、各措施的比例以及到规划期末的使用残值，见下表：

**表7 规划期内各养护措施总费用及总养护成本（万元）**

| 年份 | 养护总费用 | 日常养护 | 预防性养护 | 铣刨翻修 | 加铺罩面 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2011年 | 17737 | 2186 | 272 | 4080 | 11200 |
| 2012年 | 19489 | 2079 | 290 | 3400 | 13720 |
| 2013年 | 17697 | 1966 | 581 | 2550 | 12600 |
| 2014年 | 16473 | 1836 | 338 | 1700 | 12600 |
| 2015年 | 14016 | 1695 | 122 | 1700 | 10500 |
| 合计 | 85415 | 9762 | 1603 | 13430 | 60620 |
| 2016年（残值） | 41376 | 847 | 193 | 2762 | 37572 |
| 5年总养护成本 | 44038 | 8914 | 1409 | 10667 | 23047 |

从以上分析结果来看，采用本规划方案每年的养护成本将为8800万左右，而不加铺方案则未来5年的需要5300万元的养护成本（10600万/年），因此相对于不加铺的方案，平均减少约20%；另外到2016年后，随着全线加铺的完成，并且随着全线加铺的完成，之后养护经费还将继续大幅减少。

## 4 结论与展望

养护规划项目的实施，能准确、全面的评估高速公路面路本身的使用状况，规划方案也能为养护决策提供更清晰、更科学、更合理的思路和方法，这对于降低道路设施的全寿命成本，更好地提高养护资金的使用效益具有重要的意义。本文通过典型的工程实例，对高速公路沥青路面养护规划项目的编制方法和技术路线进行了探讨，所提出的研究成果已在部分项目中得到了应用，并取得了良好的社会和经济效益，随着高速公路路网的进一步完善，养护规划设计将发挥越来越重要的角色，更将进一步推进和完善养护管理的规范、科学化进程，产生更重要的现实意义

## 参考文献

[1] 湖北省高速公路实业开发有限公司，《高速公路沥青路面中长期养护规划》；

[2] 《公路技术状况评定标准》（JTG H20-2007）

# 微表处在公路预防性养护中的运用

朱鸿飞[1] 张军[2] 杨黎红[3] 司徒劲松[1]

1 宜昌砼富公路养护公司 2 当阳市公路局 3 天门市公路局

**摘 要:** 通过微表处在国省干线公路预防性养护中的运用，对微表处优良的路用性能进行了验证，为今后我省的微表处预防性养护施工提供借鉴。

**关键词:** 微表处 国省干线公路 预防性养护

从2000年我国开始进行微表处技术研究和推广以来，微表处技术日益成熟，并在我国高速公路路面养护中得到广泛应用，年均已达3000万㎡以上[1]，但在我省发展较慢，仅武黄、孝襄等高速公路预防性养护上有所应用，而在国省县道养护上应用较少，主要原因有：1.缺少专用设备，2.施工技术要求高，3.各养护单位工程量不大造成添置设备不划算施工单位也不愿意施工，4.2000年左右，稀浆封层的应用推广力度不大，也客观上造成微表处在我省的推广难，阻碍了我省微表处的发展。2011年5月，结合养护实际需要，我们在天仙路K17——K19，汉宜路K229——K231进行微表处施工，取得了较好的效果。

## 1 原路面概况

天仙路K17——K19原路面为沥青碎石面层，空隙率偏大，在铁路施工重载车猛增的情况下，水损坏现象严重，唧泥、网裂、坑槽等病害不断增多，急需进行预防性养护，减少水损害。

汉宜路K270——K272路面由于超期服役，路面老化，麻面，修补面积较多，但基层强度较好，实施微表处可以改善路面形象，延长道路寿命。

## 2 材料选择及微表处混合料设计

**2.1石料:** 经调查工地周边料场普遍含泥量偏重，超粒径较多，部分料场石料虽然满足技术指标，但需要重新筛分，因此最后确定采用京山宋河碎石厂玄武岩，特点是砂当量大，磨耗值低，5#料和3#料按4：6掺配后级配满足MS—2级配要求，见表1。

石料筛分结果 表1

| 材料名称 | | 掺配比例（%） | 各筛孔（mm）通过率（%） | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| 粗集料（玄武岩） | | 40 | 100 | 90 | 38 | 15 | —— | —— | —— | —— |
| 细集料（玄武岩） | | 60 | 100 | 100 | 88 | 69 | 55 | 44 | 28 | 12 |
| 合成级配（%） | | | 100 | 96 | 68 | 47.4 | 33 | 26.4 | 16.8 | 7.2 |
| 设计要求通过率（%） | 中值 | | 100 | 95 | 77.5 | 57.5 | 40 | 24 | 15.5 | 10 |
| | 上值 | | 100 | 100 | 90 | 70 | 50 | 30 | 21 | 18 |
| | 下值 | | 100 | 90 | 65 | 45 | 30 | 18 | 10 | 5 |

**2.2 改性乳化沥青：**采用宜昌砼富公路养护公司生产的 BCR 改性乳化沥青，技术指标见表 2.

改性乳化沥青技术指标 表 2

| 项目 | 检测结果 |
|---|---|
| 赛波特粘度（25℃）（s） | 31 |
| 蒸发残留物(%) | 62.2 |
| 筛上剩余物试验（850um）（%） | <0.01 |
| 储存稳定度（1d）（%） | <1 |
| 电荷 | + |
| 蒸发残留物性质 | |
| 针入度（25℃，100g,5s）(0.1mm) | 67 |
| 软化点（℃） | 63 |
| 5℃延度（cm） | >100 |
| 溶解度（三+氯乙烯）（%） | >99 |

**2.3 水泥：**采用当地水泥厂生产的 32.5 级普通硅酸盐水泥。

**2.4 水：**采用工地附近干净无杂质的堰塘水或和河水。

**2.5 配合比设计**

施工前采用以上材料，在试验室进行配合比设计，选取几种不同配合比，利用湿轮磨耗试验确定最小乳化沥青用量，要求浸水 1h 湿轮磨耗值不大于 540g/㎡，利用负荷轮碾压实验确定最大乳化沥青用量，要求粘附砂量不大于 450 g/㎡，试验结果见表 3。

微表处混合料设计 表 3

| 混合料配比（集料：水泥：水：改性乳化沥青） | | 100:2:8:9.5 | 100:2:8:10 | 100:2:8:10.5 | 100:2:8:11 | 规范要求 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 可拌和时间（S） | | .>120 | | | | >120 |
| 浸水 1h 湿轮磨耗(g/㎡) | | 563.1 | 471.3 | 325.1 | 213.2 | 不大于 540g |
| 粘附砂量(g/㎡) | | 306.8 | 379.9 | 417.6 | 521 | 不大于 450g |
| 轮辙变形（%） | 宽度变化率 | 3.1 | 3.9 | 4.0 | 4.8 | 不大于 5% |
| 粘聚力（N.m） | 30min | 1.01 | 1.20 | 1.65 | 1.69 | 不小于 1.2 |
| | 60min | 2.0 | 2.25 | 2.45 | 2.55 | 不小于 2.0 |

根据试验确定采用集料：水泥：水：改性乳化沥青=100：2：8：10.5 的配合比，满足《微表处与稀浆封层技术指南》要求，混合料油石比为 6.5%。

## 3 微表处施工

**3.1** 施工前首先对原路面进行检测，基层强度不足的路面要进行补强，对坑槽、裂缝进行修补、灌缝，进行路面清扫，用胶带将两边标线覆盖 ，既可作为施工导线又可避免重新标线。

**3.2** 做好设备标定，摊铺车的标定是否准确直接关系到混合料的配比是否准确，是确保工程质量的关键。在大面积铺筑前还宜先铺筑 100——200 米试验段，对配合比进行验证。

**3.3** 做好交通管制，在微表处成型前严禁行人、车辆碾压，微表处的特点是开放交通快，气温 25℃用时 2 小时左右即可开放交通。一般道路都可以半副施工半副通行，对交通的影响较小。

**3.4** 做好原材料的检验、保管，防止石料污染，雨天应用油布覆盖，严格按配合比设计施工，任何材料性质的改变和用量的增减都可能改变微表的质量和施工性能，必须通过实验确定。由于气温等原因造成混合料可拌和时间不足时应及时添加外加剂进行调整拌和时间。

**3.5** 施工中做好纵横缝处理，处理不好会影响外观质量，对局部缺陷及时进行人工修补。

## 4 施工效果

通车 2 个月以后，施工路面表面平整密实，颜色均匀一致，无骨料剥落脱皮现象，达到了预期的效果。见图 1。施工前后对比图 2，图 3。

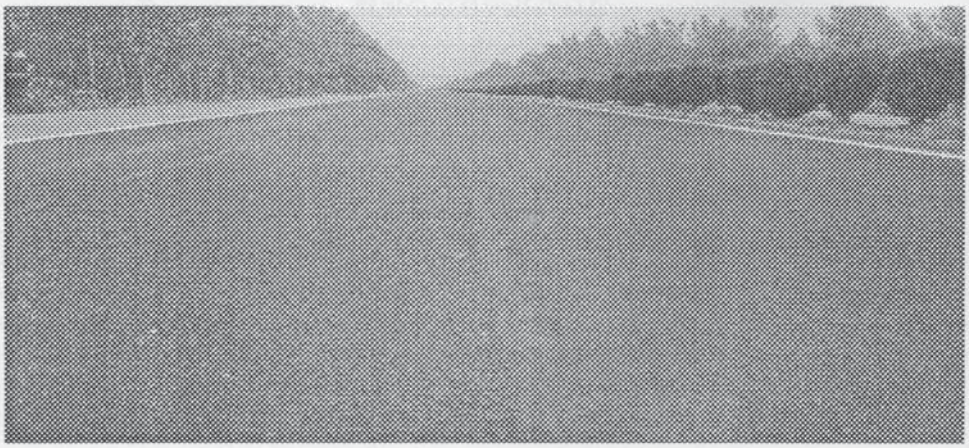


图 1：施工效果

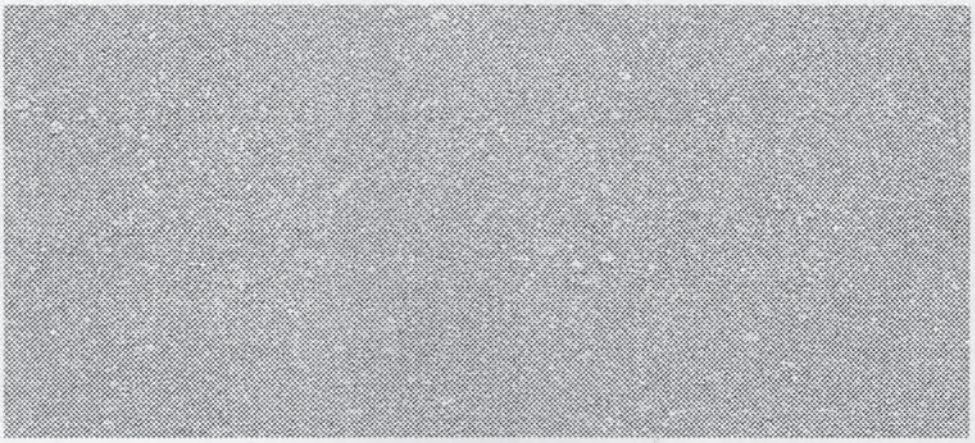


图 2：施工前油面层孔隙率大，渗水系数大。

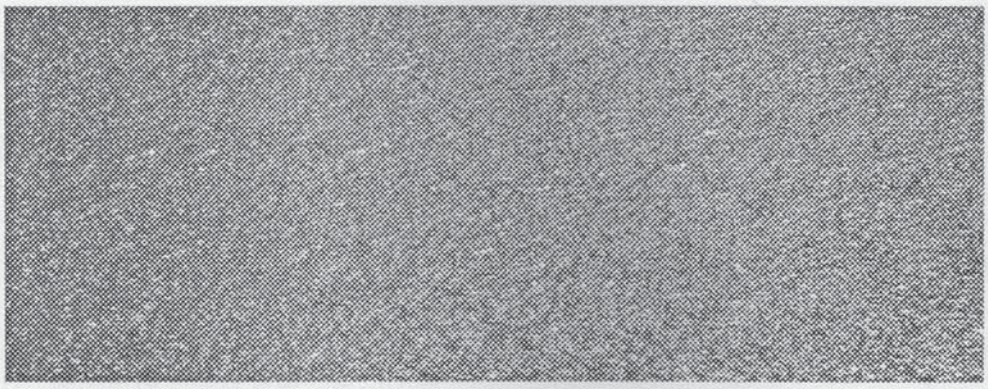


图 3：施工后具有较好的抗滑性及抗渗水性。

对施工路段路用性能的检测表明微表处具有良好的抗滑性及抗渗水性能，见表4。通车2个月后，施工路面摩擦系数均值分别为56BPN及50BPN，构造深度均值分别为0.87mn及0.82mm， 渗水系数为0，可有效的防止路表水下渗减小路面水损坏。

施工路面检测结果 表4

| 检测项目 / 检测路段 | 摆值FB20 | | 构造深度（mm） | | 渗水系数(mL/min) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 均值 | 标准差 | 均值 | 标准差 | |
| 天仙路K17—K19 | 53 | 2.4 | 0.87 | 0.11 | 0,不渗水 |
| 汉宜路K229—K231 | 50 | 1.1 | 0.82 | 0.07 | 0，不渗水 |

## 5 结论

通过此次微表处在公路预防性养护上的应用，以及国内其他路段微表处的使用验证，微表处技术有以下特点：

5.1 与普通稀浆封层和热拌沥青混合料相比，微表处具有良好的抗滑性能，微表处厚度一般为8—10mm摊铺后不经压路机碾压，粗骨料“顶天立地”，具有较好的构造深度和摩擦系数，由于采用改性乳化沥青，沥青软化点高，只要油石比控制适当，不会出现明显的“泛油”现象，确保了微表处具有长期良好的抗滑性能。

5.2 良好的微表处施工可以做到完全不透水，有效减少水损坏，微表处主要材料是石屑，粉料含量多，油石比大，一般达6.5%左右，根据国内已完工微表处检测情况，在经过1—2个月行车碾压后，渗水系数几乎均为0.

5.3 施工成本低，使用寿命长。热拌沥青混合料罩面一般需3—4cm厚，微表处仅8—10mm，施工综合成本要低30%以上，使用寿命并不比3cm厚热拌沥青混合料罩面差，和热拌沥青混合料罩面一样，微表处的使用寿命主要受基层强度的影响，在路面基层稳定的情况下使用寿命可达3—5年。高速公路的应用证明，微表处可以应用于重载大交通量公路。

5.4 可以进行车辙修复。对于多车道道路，由于标线引导和行车习惯，容易形成渠化交通现象，造成主行车道出现车辙，采用其他手段很难处理，而微表处很好的解决了这一问题。

5.5 可快速开放交通。在气温25℃时，微表处一般2小时左右可以开放交通，可减少公路养护对交通的影响。

5.6 微表处虽然有众多优点，但主要应用于道路预防性养护，它不能改善路面强度，对路面平整度的改善作用也有限，实践证明成功的微表处来自于优质的材料，科学的设计，先进的设备和有经验的技术人员。

5.7 根据微表处性能特点，其主要应用在以下几方面：

（1）作封水处理，减少路面水损害。路面的早期损坏很大一部分是沥青面层级配差，施工材料离析，孔隙率大渗水导致基层软弱沉陷变形，采用微表处预防性养护防渗水可有效减少路面病害，避免结构性破坏，延长路面寿命。

（2）改善路面性能，作磨耗层、抗滑层、修复路面车辙等。道路经长期服役出现路面老化、麻面、泛油、车辙等病害，对局部病害处治后进行微表处可恢复路面服务功能。对修补较多的路段微表处可改善路面形象。

（3）用于桥面罩面可以减轻桥梁重量，在城市等不宜增加高程的路段也适宜使用。

随着我省路网建设道路逐渐进入养护高峰期，微表处优越的性能将在我省国省干线公路预防性养护中得到更广泛的应用。

## 参考文献

[1]黄颂昌，徐剑，秦永春.改性乳化沥青及微表处技术.人民交通出版社，2010.

# 谈湖北省农村公路养护管理工作

罗羽[1] 王睿[1] 毋刚[2]

1 湖北省公路局 2 省公路局科研所

**摘 要:** 近年来，我省农村公路得到了飞速发展，农村公路总里程每年均以五位数的速度在增长，但农村公路大规模建设的同时，其养护管理工作的不足严重影响了农村公路的发展。针对湖北省农村公路现状，以及在养护与管理中存在的问题，谈谈个人的浅见。

**关键词:** 农村公路 管理 养护 持续发展

## 1 前言

至十一五期末，我省农村公路已达到187740公里，其中一级公路754公里，二级公路3924公里，三级公路11849公里，四级公路152869公里，等外公路18344公里。农村公路网络已初步形成，农村公路的快速发展不仅推动了县域经济发展，改善了农村交通运输条件，也为社会主义新农村建设做出了重要贡献。

但是在农村公路高速建设的同时，其管理养护工作的不到位已经严重影响了农村公路在经济建设发展中的作用，损害政府部门在广大群众中的形象。

## 2 农村公路发展过程中凸显的主要问题

**2.1 责任主体不明确。**虽然《湖北省农村公路条例》明确了地方人民政府是农村公路建养管的责任主体，但部分地方政府对责任主体的职责认识不明确，仍认为农村公路管养是交通公路部门的事。虽然各地均以政府名义出台了农村公路养护管理办法，但是并没有把农村公路的管养工作纳入正常的政府行政管理。

**2.2 管养水平低下。**我省农村公路总里程占全省公路总里程91%以上，农村公路包含了从一级公路到等外公路的所有技术等级公路，而且农村公路各类桥梁众多(现有桥梁21886座)，因此农村公路对管养的技术要求也较高，由于基层大部分地区没有专职的管养队伍和机构，绝大部分农村公路仍处于粗放式的管养状态，管养水平较低下。

**2.3 安全隐患大。**我省农村公路建设大部分是在原有路基上进行改建和扩建，建设标准较低，线形差，加上我省山区、河流等地质环境复杂，存在很多傍山、临塘、急弯等危险路段。由于农村公路建设资金投入有限，绝大多数农村公路安保设施仍处于空白状态，加之农民群众安全意识薄弱，公路修好后，违规占道、打场晒粮、超速行驶等现象反倒增多，给农村公路通行带来了很大的安全隐患。

**2.4 病危桥梁较多。**我省大部分地区属于平原湖区和山岭重丘区，导致农村公路桥梁数量较大。据调查，我省农村公路桥梁大多修建于上世纪六七十年代，相对现在的交通流量，建设标准明显偏低，加之缺乏有效的管养，经过多年的运营，全省病危桥梁呈逐年递增趋势。据了解，我省近几年加大了桥梁加固改造投入，但与全省实际需求相比，仍显不足。

**2.5 抗灾减灾能力弱。**我省大部分农村公路基础差、技术等级低、抗灾能力弱，特别是近年来，我省恶劣天气明显增多，农村公路出现水毁、路基坍塌、路面损坏等频率大大增加，严重影响了农村公路通行能力。

**2.6 路政管理较困难。**农村公路线长面广，路政人员相对不足，要实施有效管理难度很大，加之农村公路建设时未征地，也尚未明确路产路权，亦没有埋设界桩，虽有《公路法》等保护，但在红线控制区内土地使用和管理上政出多门，出现违章建筑处理难。

**2.7 管养资金难到位。**根据《湖北省农村公路管理养护体制改革实施方案》的相关规定，我省农村公路管养资金来源主要为省级统筹安排的农村公路管养资金和市州、县人民政府列入本级财政预算的管养资金。省级统筹安排的资金主要用于农村公路养护工程，标准是固定的；市州、县人民政府安排的资金主要用于农

村公路日常管养，标准是每年每公里不低于1000元，由于农村公路数量大，市州、县人民政府每年需配套资金较多，各级政府筹资压力大，每年投入到农村公路的管养资金十分有限，导致农村公路日常管养没有稳定的资金保障。

## 3 针对农村公路发展的几点建议

这些问题的存在严重制约了我省农村公路健康发展，也不符合国家倡导的可持续发展方针，更是在很大程度上影响了车辆正常通行，给国家和人民群众的生命财产带来了安全隐患。在社会主义新农村建设的新形势下，如果有效解决这些问题，将显得非常必要，也迫在眉睫。

**3.1 建立长效管理机制。**根据《湖北省农村公路管理养护体制改革实施方案》的要求，建议实行干支分离，建立农村公路长效管理机制。原县级公路部门主要负责干线公路管养工作，再在市州、县市交通部门成立专职农村公路管理机构，负责本地区农村公路管理养护工作的具体落实。同时，明确省级农村公路管理部门，负责农村公路管理养护的行业管理工作，争取在全省构建责任明确、运转高效的农村公路管理长效机制。

**3.2 农村公路管养资金筹集与利用。**由于农村公路危桥加固改造和安保工程建设数量多，技术要求高，资金投入大，因此，建议省级财政将危桥加固改造、安保工程等专项工程列入省级财政预算，安排专项资金，每年根据实际需要安排建设计划，并确保资金及时落实到位；根据《方案》要求，农村公路日常养护管理，建议由县级政府负责根据实际需求，安排专项资金。与此同时，我们可以加快全省农村公路养护市场化进程，允许市场化的养护公司进入农村公路管养单位并存，以市场化的养护公司取代现有的养护道班，加快培育和发展公路养护工程市场，建立适应市场规律的运行机制，推动农村公路养护规模化、机械化、专业化。我们还可以通过招投标方式确定养护单位，以此减少工程造价，节约成本，加大资金利用率。

**3.3 管养模式多样化。**由于我省农村公路养护里程长，地区差异较大，在管养模式上，我们可以充分借鉴潜江、襄阳谷城县、黄冈蕲春县等地的经验进行管养。对县乡公路，在各乡镇成立公路养护所，召集专业养护人员，一年四季对公路进行养护；对村道，可根据各村的财务状况，在乡镇指导下，制定养护协议，由村委会组织人员根据路面情况，不定期进行养护。农村公路管养考核由省市农村公路管理机构制定管养考核方案，定期进行考核。

**3.4 提升农村公路服务能力。**一是加大县乡公路改造升等力度，县乡公路等级提高了，抗灾减灾能力也就会增强，因恶劣天气导致交通阻断事件的频率也会大大降低，县乡公路在农村公路中的交通主干线作用也会得到充分体现。二是加大路网结构改造投入力度，逐步减少农村公路危桥数量，完善农村公路配套设施。

**3.5 拓宽养护资金渠道。**要对农村公路实行有效的管养，落实管养资金是关键。一方面，县级人民政府作为农村公路管养的责任主体，应负责筹集农村公路管养资金，指导和督察辖区内农村公路管养工作，并将农村公路管养工作纳入年度工作考核目标。另一方面，各级农村公路管理机构要拓宽筹资渠道，扩大融资方式，可采用县级财政安排一点、社会各界捐一点、各类企业帮一点、沿线群众挤一点的灵活多样的方式筹措资金。

## 4 结语

在建设社会主义新农村的背景下，我们相信农村公路建设将会起到关键作用，而如何对农村公路进行长期、有效的管理是我们必须要面对的问题。要解决这个问题，管理者必须要引起足够的重视，只有在政府及职能部门的密切配合、广大群众大力支持下，我们才能保证农村公路保持可持续发展，使农村公路建设养护走上正轨。交通部门要正确树立建养并重，有路必养的理念，面对新时代，必要勇于革新，以适应社会的发展，使广大人民群众切实体会到交通为他们带来的新机遇、新发展。要致富，先修路，修好路，管养好路，才是真正的幸福路。

## 参 考 文 献

[1]《公路法》

[2]国务院办公厅《关于印发农村公路管理养护体制改革方案》

[3]《湖北省农村公路条例》

[4]《湖北省农村公路管理养护体制改革实施方案》

# 沥青路面预防性养护技术应用研究

朱文琪[1] 刘松[2] 熊巍[2] 王崇军[2]

1 湖北汉十高速公路管理处 2 湖北省高速公路实业开发有限公司

**摘 要**：选择典型路段修建了各种预防性养护技术试验段，通过长期跟踪观测研究了适宜的病害类型、应用效果和经济性分析，为其推广应用积累了经验，可资类似工程参考借鉴。

**关键词**：沥青路面 预防性养护 应用研究

所谓预防性养护就是在适当的时间，采用正确方法在路面状况良好的情况下采取的对现有道路系统进行养护策略，对路面潜在病害提前采用专门的措施进行养护。预防性养护是延长路面使用时间，降低养护费用的有效方法，也是化被动养护为主动养护的重要手段，因此受到国内外公路管养单位的高度重视。我国自 2000 年前后开始引进和应用部分预防性养护技术，主要有微表处、同步碎石封层、雾封层、超薄磨耗层等，截止目前沥青路面预防性养护技术还处在不断发展和完善阶段。

尽管预防性养护技术得到了长足发展，然而每一种技术的适用范围、应用效果、经济性等方面还有待深入研究。湖北省高速公路实业开发有限公司于 2003 年开始设立课题组进行预防性养护技术应用研究，在相关单位的大力支持下修建了试验段，进行了长期跟踪观测，据此进行了技术经济分析。

## 1 微表处技术（Micro-Surfacing）

### 1.1 技术特点

微表处源于稀浆封层技术，技术进步发展有力推动了微表处技术的发展和应用，使其成为世界上应用最为广泛的预防性养护技术。从目前国内外工程应用实践来看，微表处技术可用于包括高速公路在内各个等级公路、城市主干线、机场道面的养护，其特点和适应性主要体现在以下几个方面：

（1）微表处的一次施工厚度可达 10～15mm，两层施工厚度可达 40mm，可具有某些修复性功能，例如用于车辙填补、轻度松散、泛油等病害的校正。

（2）微表处施工方便，生产效率高，凝固成型快，开放交通早，养护成本低，特别适合大交通流量道路的快速养护。

（3）微表处结构密实，抗滑性能好，因此可加铺在水泥路面和桥面上作为抗滑磨耗层，以及在水泥混凝土—沥青复合路面上之间的防水粘结层等等。

（4）微表处抗裂性能不强，表明粗糙，因此作为抗滑表层不能有效抑制反射裂缝的发展，行车噪音较高。

### 1.2 应用概况

京港澳高速公路湖北北段于 2001 年建成通车，2005 年部分路段出现中轻度车辙及局部渗水，为此采取微表处进行预防性养护处治。施工采用壳牌沥青有限公司生产的改性乳化沥青、MS-II 型辉绿岩级配集料、325 号普通硅酸盐水泥，通过级配设计、湿轮磨耗值和砂粘附量试验，确定最佳油石比为 7.0%(有效固含量)。

#### 1.2.1 技术方案

经过路面检测和调查，主行车道车辙深度为 5～25mm，国际平整度指数为 1.0～1.8m/km，部分路段渗水系数 30～120ml/min，为此采用微表处对主行车道进行预防性养护，根据路面技术状况制定以下养护方案：

（1）超车道和紧急停车带病害较少，只进行灌缝处理。

（2）渗水严重但基本未出现严重破损路段，全幅加铺 1 cm 微表处。

（3）对出现裂缝路段先灌缝，然后施工 1cm 厚微表处。

（4）对出现坑槽、松散、局部沉陷等病害路段，采用新拌沥青混合料修补后加铺1cm微表处。

（5）对于车辙路段先铣刨路面隆起部分，并清扫干净，再用微表处添补车辙，15mm以内的车辙一次填补，15～25mm车辙分两层填补。

施工时间为2005年7～10月，施工长度为25km（单幅），施工时要求路面干燥无湿印，养护成型期间不会下雨。

### 1.2.2 应用效果

试验路段施工前后，课题组进行了连续的跟踪观测和检测（见表1）。

**表1 原路面与微表处路面路用性能检测结果**

| 实测项目 | | 原路面 | 施工后 | 06年10月 | 07年10月 | 10年12月 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 抗滑系数（BPN） | | 63 | 66 | 60 | 58 | 57 |
| 车辙深度（mm） | 平均值 | 18 | | 3.2 | 5.4 | 6.2 |
| | 最大值 | 28 | | 8 | 12 | 14 |
| 平整度（m/km） | 平均值 | 1.05 | 1.08 | 1.12 | 1.24 | 1.25 |
| | 最大值 | 1.8 | 1.6 | 1.8 | 1.8 | 1.9 |
| 渗水系数（ml/min） | 平均值 | 75 | 6.5 | 5 | 4.2 | 4.0 |
| | 最大值 | 120 | 25 | 22 | 24 | 21 |

检测数据表明，经过微表处养护处理后沥青路面车辙、渗水系数、平整度和抗滑性能等方面都取得了明显的改善，特别是绝大部分渗水系数为0。通车5年中，通过跟踪观测和调查发现试验路存在局部少量掉皮和横向裂缝，但裂缝数量少于超车道。应用效果表明微表处可有效封水，防止坑槽、松散等水损坏病害的发生；降低车辙和裂缝的发展速度，但是不能完全抑制。微表处技术性能已被我省公路管养单位认可，目前在我省京港澳、武黄、黄黄、襄荆等高速公路推广应用，总里程达到180km（单幅）。

## 2 雾封层技术（Fog Seal）

### 2.1 技术特点

雾封层（Fog seal）是将雾状的乳化沥青或专用的再生剂喷洒在老化的沥青路面上，以封闭旧沥青路面微裂缝或微孔隙，修复旧沥青老化损失，达到封水和延长沥青路面使用寿命的目的。雾封层其特点和适应性主要体现在以下几个方面：

（1）可以预防沥青路面水损坏，延缓沥青老化速度，从而延长沥青路面使用寿命。

（2）施工方便，速度快，开放交通早，养护成本低。

（3）由于雾封层施工后会轻度降低沥青路面抗滑性能，因此不适合路面摩擦系数较低和构造深度较小的沥青路面。该技术成败的关键是雾封材料的喷洒量，过大不仅会提高工程造价，而且会降低抗滑性能；过小则难以达到理想的效果，因此应根据路面实际情况确定材料用量。

### 2.2 应用概况

湖北沪渝高速公路武汉东段K25～K26超车道抗滑表层原设计为AK-16A，采用玄武岩碎石，通车后发现部分路段空隙率偏高，路面渗水严重，局部松散，横向裂缝多，为此于2006年8月采用雾封层进行预防性养护。施工智能洒布车喷洒改性乳化沥青，其技术指标如下：

**表2 雾封层用改性乳化沥青的技术指标**

| 实测项目 | 产品性能指标 |
|---|---|
| 蒸发残留物含量 | 51% |
| 蒸发残留物软化点 | 56℃ |
| 蒸发残留物低温延度（5℃） | 60mm |
| 蒸发残留物粘结强度 | 0.5MPa |
| 标准粘度 | 12s |

雾封层施工前后课题组进行现场检测和跟踪观测，见下表：

表3 原路面与雾封层路面路用性能对比

| 实测项目 | | 原路面 | 施工后 | 06年10月 | 08年10月 |
|---|---|---|---|---|---|
| 构造深度（mm） | | 0.73 | 0.69 | 0.68 | 0.68 |
| 抗滑系数（BPN） | 平均值 | 63 | 57 | 57 | 56 |
| | 最大值 | 71 | 64 | 64 | 63 |
| 渗水系数（ml/min） | 平均值 | 167 | 20 | 23 | 24 |
| | 最大值 | 112 | 22 | 28 | 28 |

从检测结果可见，雾封层施工后路面渗水系数大幅降低（平均降低84.9%），且离散系数较小，说明雾封层有效防止了路面渗水。抗滑系数和构造深度略有较低，由于施工路段原构造深度较大，因此施工后仍然满足规范要求。通车使用5年来，路面色泽均匀，松散和坑槽数量显著降低，说明达到了减少水损坏的预期效果，目前已在我省襄荆高速公路推广应用。

## 3 同步碎石封层技术（Synchronous Surface Dressing）

### 3.1 技术特点

同步碎石封层是在碎石封层技术基础上研发的一种新技术，得益于现代化机械技术的发展，它将粘结剂的喷洒和集料撒布两道工序集中在一台车辆上同步完成。以下是同步碎石封层的技术原理。

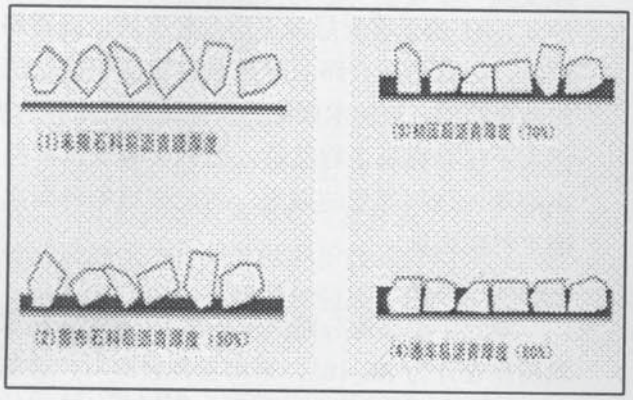


图3 同步碎石封层技术原理

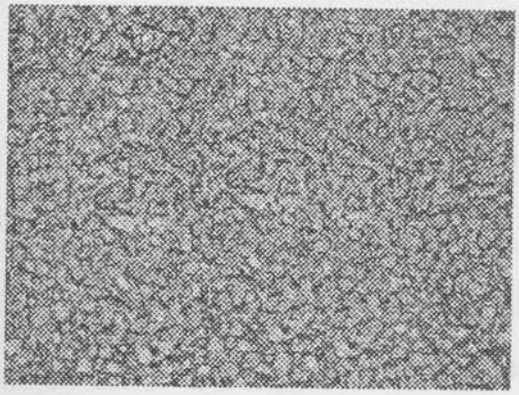


图4 施工后的同步碎石封层路面

沥青路面经过同步碎石封层处理后具有良好的抗滑性能和防渗水性能，能有效治愈路面松散、轻微网裂、透水、磨光等病害。其特点和适应性主要体现在以下几个方面：

（1）提高路面防渗水性能和结合强度，延缓了裂缝发生和发展速度，可延长路面使用寿命。

（2）均匀撒布的单级配碎石可提高原路面摩擦系数，即增加了路面抗滑性能，并使路面平整度得到一定程度的恢复。

（3）同步碎石封层厚度薄，不能完全抑制反射裂缝的发生，同时沥青结合料用量、流动性和旧路面表面状况是施工控制的关键，必要时要对旧路面进行清洁、拉毛预处理。

（4）开放交通初期可能会存在少量碎石剥落现象，因此通车24h后应根据实际情况进行清扫，防止行车安全隐患。

### 3.2 应用概况

湖北汉宜高速公路宜汉向 K102+000～K96+000 主要存在磨光和裂缝病害，为提高沥青路面抗滑性能，避免水损坏，于 2009 年 8 月对该段采用同步碎石封层进行预防性养护，施工面积约 34000 平米，主要施工工艺如下：

（1）对裂缝进行灌缝处治后将路面清扫干净。

（2）第一次喷洒高粘度改性乳化沥青，洒布量为 0.4 Kg/m$^2$。

（3）同步碎石封层车以适宜的速度匀速行驶，保证石料和粘结料撒布均匀，数量匹配且适宜，粘结料洒布量为 1.0 Kg/m$^2$，3～5mm 碎石撒布量为 5～8 m$^3$/1000m$^2$。

（4）采用胶轮压路机碾压固定石料，如有必要再喷洒一遍结合料，洒布量为 0.2 Kg/m$^2$ 左右，确保石料稳定，避免脱落。

（5）养生 4h 后扫除多余的碎石，然后开放交通。

表 4　汉宜高速公路同步碎石封层检测结果

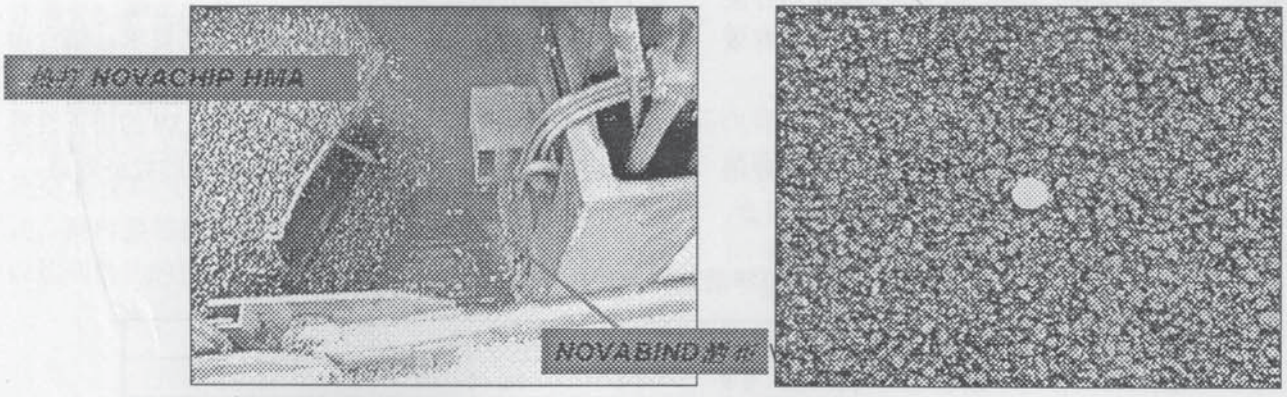
| 实测项目 | 原路面 | | 同步碎石封层 | |
|---|---|---|---|---|
| | 点数 | 平均值 | 点数 | 平均值 |
| 构造深度（mm） | 60 | 0.51 | 60 | 1.12 |
| 摩擦系数（BPN） | 60 | 42 | 60 | 65 |
| 渗水系数（ml/min） | 12 | 22.6 | 12 | 5.2 |

施工完成后课题组进行了现场检测，结果表明构造深度和摩擦系数显著提高，说明抗滑性能得到明显改善；路面渗水系数接近 0，基本不渗水，达到了预防性养护的目的。从外观来看，碎石封层石料均匀嵌挤，基本无掉粒现象产生，说明施工工艺是合理的。需要特别说明的是，同步碎石封层施工工艺对质量影响显著，特别是结合料的洒布量要根据原路面粗糙度及缺陷情况合理选定，如有必要应先试洒以确定合理的洒布量。本次施工分三次洒布，既保证了原路面缺陷填补，又可使集料牢固粘接，以及表面色泽均匀美观。

## 4　超薄磨耗层技术（Novachip）

### 4.1 技术特点

NovaChip 是美国研究开发的薄层罩面技术，其技术原理是在旧路面上洒布适量的 Novabond 专用改性乳化沥青，紧接着采用 Novapaver 摊铺机摊铺厚度 2.5cm 左右的 NovaChip 热拌沥青混合料，并迅速碾压密实。该技术可有效解决沥青路面磨光、渗水、中轻度车辙及平整度差的问题，近年来在我国应用面积超过 2000 万 m$^2$。



采用NovaChip罩面具有以下特点：

（1）Novabond可封闭旧路面微孔隙或微裂缝；NovaChip混合料具有较高的弹性和柔韧性，作为罩面层可达到封水和延缓裂缝发展的目的。

（2）NovaChip为单级配混合料空隙率高，作为罩面层构造速度大，同时可以减少行车水雾，路面抗滑性能好。

（3）可处理裂缝、松散、中轻度车辙、磨光、平整度差等病害，适用范围广。

（4）施工速度快，摊铺速度达到8～20m/min，罩面层温度降低到50℃以下后既可开放交通。

### 4.2 应用概况

湖北沪渝高速公路武汉东段K27＋800～K30+800，通车6年后路面出现裂缝、局部松散、坑槽、轻度车辙、渗水系数偏高等病害，为延长路面使用寿命，于2007年7月采用25mm厚Novachip进行预防性养护，施工全长3Km，双幅4车道，面积约70000 $m^2$。根据路面技术状况，确定以下施工工艺：

（1）对路面横向裂缝进行灌缝，并对局部松散、坑槽进行挖补。

（2）彻底清扫路面杂物，保证路面干净、干燥。

（3）从超车道开始分幅摊铺Novachip混合料，前后幅之间搭接宽度5～10cm。

（4）迅速采用双钢轮压路机将混合料碾压密实。

（5）新路面温度降低到50℃以后开放交通。

路面施工前后及使用过程中，课题组进行了现场检测和跟踪观测，结果汇总如下表：

**表5 路用性能检测结果**

| 测点项目 | 原路面 | Novachip | 通行4个月 | 通行 18个月 |
|---|---|---|---|---|
| 平整度σ（mm） | 1.588 | 1.203 | 1.201 | 1.221 |
| 摩擦系数（BPN） | 60 | 66.5 | 62.5 | 62.0 |
| 构造深度（mm） | 0.8 | 1.3 | 1.25 | 1.2 |
| 透水系数(mL/min) | 不渗水 | >500 | >500 | >500 |

检测结果及使用状况表明，施工Novachip后路面平整度和抗滑性能均有明显提高，自通车以来没有松散、坑槽等病害发生，说明有效遏制了水损坏发生，特别是使用18各月后透水系数仍L>500(mL/min)，基本成为透水性路面，有效防止了行车水雾发生和路面积水，提高了行车安全性。实践证明NovaChip技术施工工艺简单、施工速度快，能有效改善原路面的行驶性能，是预防性和恢复路面表面功能的一种十分有效的养护方法。

## 5 预防性养护技术综合性能分析评估

预防性养护的重要意义体现在：保持路面良好的使用性能；延长路面的使用寿命；节约养护维修资金；施工时间短，开放交通快，是一种“费用——效益”十分良好的养护措施。不同预防性养护技术适宜不同的病害，性价比也不相同，预防性养护技术的实施既要把握合理的养护时机，更要合理选择费用-效益最优的养护形式，为此对各种预防性养护技术经济技术性能进行全面分析是必要的。

### 5.1 经济性分析

按照各种预防性养护技术施工工艺要求，结合湖北省内的材料、费率、机械设备等综合计算各种养护技术的养护费用，都低于9.62万元/年.KM的矫正性养护平均费用，可见预防性养护具有较好的经济效益。

**表6 各种养护方案每年消耗养护费用（万元/年.KM）**

| 方案 | 微表处 | 雾封层 | 同步封层 | Novachip |
|---|---|---|---|---|
| 造价 | 22.05 | 9.8 | 26.95 | 56.35 |
| 年消耗 | 4.4～2.76 | 4.9～2.45 | 6.74～4.49 | 7.04～5.64 |
| 平均 | 3.39 | 3.27 | 5.39 | 6.26 |

### 5.2 适用范围

各种预防性养护技术适用于不同的病害，题组结合国内外经验，根据试验段长期跟踪观测结果总结了各种养护方案的适用范围如下：

表 7 各种预防性养护技术适用范围

| 方案 | 微表处 | 雾封层 | 同步封层 | Novachip |
|---|---|---|---|---|
| 裂缝 | ▂ | ■ | ■ | ■ |
| 松散 | ▂ | ■ | ■ | ■ |
| 磨光 | ■ | □ | ■ | ■ |
| 渗水 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 车辙 | ■ | □ | ■ | ■ |
| 平整度差 | ▂ | □ | ▂ | ■ |
| 疲劳损坏 | ▂ | ▂ | ▂ | ■ |

■表示显著有效，■表示基本有效，▂表示效果甚微，□表示基本无效。

### 5.3 综合性能分析

课题组通过试验段施工和使用效果的长期研究，基本摸清了各种预防性养护技术的特点、使用寿命、适用病害、关键技术问题和经济效益，为后期推广应用积累了宝贵经验，现对各类预防性养护技术应用的适用性进行综合分析如下。

表 8 各类预防性养护技术的在我省的适用性评价

| 技术种类 | 微表处 | 雾封层 | NovaChip | 同步碎石封层 |
|---|---|---|---|---|
| 优点 | 施工简单/应用广 | 施工简单/单价低 | 寿命长/行驶舒适性好/噪音低 | 行驶舒适性好/噪音低 |
| 缺点 | 噪音大/寿命较短 | 寿命较短/影响抗滑性能 | 材料要求高 | 工艺要求高 |
| 使用年限 | 5～8 | 2～4 | 8～10 | 4～6 |
| 适用路面病害 | 磨光、水损害 | 水损害 | 磨光、水损害 | 松散、微裂缝、磨光 |
| 关键技术问题 | 设备和工艺 | 设备 | 材料和设备 | 设备和工艺 |
| 经济效益比 | 最高 | 最高 | 一般 | 较高 |

## 6 结语

沥青路面预防性养护技术已受到各路管养部门的普遍青睐和高度重视，在我国推广应用方兴未艾，课题组通过大量试验研究得到以下结论：

（1）各种预防性养护技术具有不同的特点，应根据原路面技术状况、结构形式、病害类型和成因，以及交通量和气候等环境条件合理选择最佳的养护方式，同时要根据病害程度和成因选择最佳养护时机，以达到最佳的质量经济效益。

（2）预防性养护技术具有明显的经济效益，按照养护费用折算为年消耗费用为 3.27～6.26 万元/年.km，远低于矫正性养护平均年消耗（9.62 万元/年.km）。

（3）预防性养护具有施工方便，开放交通快，可改善路面使用性能，延长路面使用寿命的优点，具有显著的经济和社会效益，值得大力推广应用。

### 参 考 文 献

[1]湖北省高速公路实业开发有限公司，《沥青路面智能养护关键技术研究》

# 岩溶地区桥梁桩基础设计浅析

宗金东　任亚　董健

湖北省交通规划设计院

**摘　要：** 石灰岩地区由于岩溶的存在，对桥梁基础危害极大。本文分析了岩溶地区桥梁桩基础设计的一些基本原则，并且在湖南桂武高速的工程设计实例中采用了此设计方法。

**关键词：** 岩溶地区　桥梁基础　顶板　安全厚度

喀斯特地貌，因前南斯拉夫西北部伊斯特拉半岛碳酸岩高原所具有的典型特征而得名，主要表现为可溶性岩石经受水流溶蚀、侵蚀以及岩体重力崩落、坍陷等作用过程，形成于地表和地下各种侵蚀和堆积物体形态的总称。在我国，这种可溶性石灰岩，也有较广泛的分布。其在地表下形成的溶洞对于桥梁基础的设计有很大的安全隐患，是我们进行岩溶地区桥梁设计的重点与难点之一。岩溶地区桥梁基础的设计，必须要综合考虑安全、经济等各方面的因素，以确定合理的基础方案。

## 1　桥梁基础选择概述

在实际设计中，由于灰岩强度一般都较高，因此扩大基础有很好的适应能力，并且对于溶洞埋置较深的情况，若能合理利用上层溶洞的顶板强度而采用扩大基础，在经济上，将具有很高的价值。但是，由于勘察设计中不可能非常准确探明基础下溶洞的具体大小与形态，而只能通过物探以及定向钻探进行初步探明，所以扩大基础的使用有一定的安全隐患，并且在一些较高桥墩中，扩大基础对于桥墩稳定性有很大影响，所以，在岩溶地区的桥梁基础设计中，桩基础还是应用最为广泛的基础结构型式。但同扩大基础一样，溶洞对桩基的承载能力也有着重大影响，溶洞直接影响桩周摩擦力与桩端抗阻力。特别是当桩周顶板厚度不够时，在桥梁荷载作用下，顶板被压碎，从而使桩基承载能力损失而引起桥梁结构的破坏是桩基设计中必须避免的！另外，因“逢洞必穿”的思想而造成的桩基过长，使岩溶区桩基在施工过程中可能引起的斜桩、卡钻、塌孔、扩孔、埋钻甚至断桩等一系列施工事故的可能性极大增加，也是设计应该考虑的。因此，岩溶地区的桥梁桩基础设计，必须在结构安全的前提下，综合考虑施工与经济等各方面因素，采用最合理的桩长与桩径。

## 2　桩基础计算基本方法

在进行岩溶地区的桥梁桩基础设计之前，必须有充分的地质勘探，以期探明基础下岩溶发育程度及岩溶形态的空间分布。具体为先进行物探，根据物探查明的岩溶初步状况，再对每个桩基础进行逐桩钻孔。结合物探和逐桩钻孔的情况，就可以对基础下地质情况有一个基本了解。对于某些重要基础或者钻孔揭示地质复杂的桩基，还可以通过采用一桩多孔等方式进一步具体探明桩基下溶洞的分布情况。

在桩基础设计中，对于桩位以下较浅范围内的，不断有溶洞穿越，并且钻孔揭示深度有限，部分溶洞顶板无法满足嵌岩桩的深度要求，可以通过摩擦桩进行考虑。在桩基计算中，不考虑桩端的抗阻力作用，这样在承载能力上就能有一定安全储备。

在桩基础设计中，对桩位以下较深范围内的，有较密集的溶洞，桩基无必要完全穿越所有溶洞，可以

采用相对较厚的溶洞顶板作为桩端持力层，以减小桩长，提高经济性。因而，正确计算持力层安全厚度就是此类桩基础设计的关键了。

设计时，可以根据岩溶区基桩桩端受力特性，按照极限平衡法对溶洞顶板建立极限平衡模型。假设一定的稳定安全系数下，桩端作用在顶板的力与顶板岩石的抗力存在一种极限平衡，当桩端力大于顶板岩石所能承受的抗力时，平衡破坏。根据岩石的一般破坏特性，按照抗冲切、抗剪切、抗弯三种模式建立极限平衡模型[1]进行计算分析。

**2.1 按抗冲切计算**

按抗冲切计算时，桩端岩溶顶板抗冲切极限平衡分析模型为：

$$K_1 = \pi\sigma_t(dh + h^2\tan\theta)/P \tag{1}$$

式中，$K_1$ 为桩端岩溶顶板抗冲切安全系数；h 为冲切锥台高度（m），由持力岩层厚度减去基桩嵌岩深度得到；θ为冲切锥台的冲切角，与岩体特性（矿物成分、结构与构造和微裂隙分布）及其所受应力状态等有关，一般取 45°；$\sigma_t$ 为顶板岩体抗拉强度（kPa），按工程地质报告选取或者取饱和单轴抗压强度的 1/10。P 为桩端荷载（kN），采用按承载力确定嵌岩深度时所取桩端荷载。

在此种极限平衡模型下，主要验算桩端下（以桩周 45°斜截面以下）岩石的抗冲切能力，保证在桩端荷载 P 作用下，溶洞顶板岩石不至于发生冲切破坏。

**2.2 按抗剪计算**

按抗剪计算时，桩端岩溶顶板抗剪极限平衡分析模型为

$$K_2 = \pi dh\sigma_s/(P + \pi\gamma hd^2/4) \tag{2}$$

式中，$K_2$ 为桩端岩溶顶板抗剪安全系数，γ为顶板岩层重度（kN/m$^3$），$\sigma_s$ 为顶板岩体抗剪强度（kPa），对于石灰岩取饱和单轴抗压强度的 1/12。

在此种极限平衡模型下，主要验算桩端下岩石的抗剪能力。其中抗剪面取桩周以下截面，在平衡模型下，该截面的抗剪能力与桩端荷载（包含截面内岩石的重力）之比大于抗剪安全系数。

**2.3 按抗弯计算**

按抗弯计算时，桩端岩溶顶板抗弯极限平衡分析模型为

$$K_3 = bh^2\sigma_b/6M \tag{3}$$

式中，$K_3$ 为桩端岩溶顶板抗弯安全系数；$\sigma_b$ 为岩体抗弯强度（kPa），取饱和单轴抗压强度的 1/10；M 为岩溶顶板所受最大弯矩（kN/m）；b 为顶板计算宽度（m），可取为基桩的计算宽度，其中，圆形截面半径按照下式换算成方形截面边长：

$$b = \sqrt{\pi d^2/4} \tag{4}$$

若假定桩端下溶洞的跨径为 $l$，梁板的计算宽度可取基桩的计算宽度，且认为桩的计算宽度与溶洞跨径之比 $b/l$ 较小，故可导得梁板的最大正、负弯矩分别为：

$$M_{max} = \left[\frac{\gamma Hl^2}{24} + \frac{b(b-l)(P-\gamma H)}{8}\right] \tag{5}$$

$$M_{min} = -\left[\frac{\gamma Hl^2}{12} + \frac{bl(P-\gamma H)}{8}\right] \tag{6}$$

式中，H 为溶洞顶板以上各土层厚度总和(m)；γ为溶洞顶板以上各土层加权平均重度（kN/m$^3$）。

在此极限平衡模型下，假设溶洞顶板作为一个两端固定的连续梁，而桩端荷载作为集中荷载作用在此连续梁[2]上。通过建立极限平衡模型，保证在桩端荷载 P 的作用下，该连续梁抵抗弯矩能力满足平衡条件。

根据上述三种计算模式，分别计算各种极限平衡模型下的顶板最小厚度。而取计算结果的最大值作为该桩基下溶洞的最小顶板安全厚度 h 的要求值。通过对最小顶板安全厚度 h 与桩基嵌岩深度之和的判断就可以知道持力层溶洞顶板是否符合设计要求了。

## 3 工程设计实例

湖南省桂武高速公路地处湘西南较典型的喀斯特地貌，地质以灰岩为主，在进行桥梁基础设计时，通过地质勘探发现，大部分桥梁基础下岩溶发育。下面为一个采用极限平衡法进行溶洞顶板计算的设计实例。

桂武高速门口河大桥为10-40m连续T梁结构，地质钻孔显示，岩溶特别发育。其中3号桥墩为三柱式桥墩，平均墩高26.18m。其3-5号基桩，地质钻孔显示：①0~2.3m：粉质粘土层；②2.3~4.0m：粘土层；③4.0~18.6m：中风化灰岩，岩石较硬，岩体完整；④18.6~20.7：溶洞，无填充物；⑤20.7~26.8：中风化灰岩。由钻孔资料显示，该桩基在地下18.6m至20.7m处出现一个中型溶洞，根据相关物探报告及相邻钻孔揭示，溶洞最大跨径达到5m。若要采用桩基础穿越此溶洞，必须穿过顶板14.6m较硬灰岩，若能利用此溶洞顶板，采用合理基础型式或者较短桩长，将有效降低施工难度并具有一定经济性。对于扩大基础的方案，因为该桥墩高较高，达到26.18m，因此，扩大基础对于桥墩稳定性计算不能满足要求，必须采用桩基础设计。在满足最小设计桩长的前提下，桩底至溶洞顶的顶板厚度还有6m，通过抗冲切、抗剪和抗弯分别计算的最小顶板安全厚度h如下：

### 3.1 抗冲切计算

根据地质勘查报告，桩端下岩石的饱和单轴抗压强度 $f_{rk}$=59.5Mpa，因此可取岩体抗拉强度 $\sigma_t$=5950 kPa。另 d=2.0m，θ=45°，P=9922KN。安全系数 $K_1$ 取3，代入公式(1)，计算得：h=0.62m

### 3.2 抗剪计算

顶板岩体的抗剪强度 $\sigma_s$ 取桩端下岩石的饱和单轴抗压强度（$f_{rk}$=59.5Mpa）的1/12，故 $\sigma_s$=4958 kPa。另d=2.0m，岩石容重 γ=20 kN/m$^3$，P=9922KN。安全系数 $K_2$ 取3，代入公式(2)，计算得：h=0.99m

### 3.3 抗弯计算

顶板岩体的抗剪强度 $\sigma_b$ 取桩端下岩石的饱和单轴抗压强度（$f_{rk}$=59.5Mpa）的1/10，故 $\sigma_b$=5950 kPa。另计算 b=1.77m，由 $l$=5m 以及 P=9922KN 计算 M=11339KN.m 安全系数 $K_3$ 取3，代入公式(3)，计算得：h=4.40m

通过以上三种计算可以看出，在安全系数取3的情况下，桩底6m的溶洞顶板厚度还是足够的，有一定安全储备。在设计中，可以采用此顶板作为桩端持力层。

## 4 结论

在岩溶区桩基设计中，对利用某一溶洞顶板作为桩端持力层必须要进行充分的论证计算。本文通过建立溶洞顶板岩石与桩端力的极限平衡模型，按照抗冲切、抗剪、抗弯分别计算溶洞顶板的强度，可以较合理的确定桩端下要求的最小岩石顶板厚度，为设计人员在桩长的设计中提供依据。

### 参 考 文 献

[1] 赵明华，袁腾方；岩溶区桩端持力岩层安全厚度计算研究[J]；公路，2003(1)

[2] 赵明华，曹文贵，何鹏祥；岩溶及采空区桥梁桩基桩端岩层安全厚度研究[J]；岩土力学，2004(1)

# EPC模式在军山长江大桥桥面大修项目管理中的应用

谭冰

湖北省京珠高速公路管理处

**摘　要：** 在当前建筑市场激烈的竞争环境下，EPC模式成为建筑承包商获得持续竞争优势和良好经济效益所采取的新型项目管理模式。本文首先概述了EPC工程总承包项目成本管理理论基础，然后针对湖北京珠高速公路军山长江大桥桥面大修项目成本管理的问题，并借鉴其它项目成本管理的经验教训，提出一套基于EPC管理模式下的工程项目成本集成管理体系及其实施应用，以期达到EPC项目建设成本最低，同时为其它工程项目提供项目成本管理的基本思路与范例。

**关键词：** EPC模式　军山长江大桥　项目管理

## 0　引言

武汉军山大桥桥面铺装2001年建设完成，采用双层SMA铺装结构，上层为35mm厚的SMA-13，下层为40mm厚的SMA-10，大桥建成通车三年后，出现了大面积推移、车辙、坑槽、开裂等病害。2006年和2008年，湖北京珠管理处对桥面铺装组织进行了中修养护，面积为12000m$^2$，采用了橡胶环氧砂浆+双层AC体系，新方案实施后，基本解决了车辙和推移问题。为了进一步提高桥面铺装的行车舒适性，彻底解决军山大桥钢桥面铺装养护技术问题，2010年湖北省京珠高速公路管理处对军山大桥钢桥面铺装进行了大修养护。本次大修工程采取了职能式的项目管理模式，确定验收标准和工期，由中标单位制定大修方案并组建项目部负责实施，项目部全面负责管理本工程项目的进度、质量、成本、安全环保等各个方面的管理，取得较好的效果，现将EPC模式下军山长江大桥桥面项目管理实施总结如下。

## 1　军山长江大桥桥面大修项目管理目标体系

通过对技术力量、施工能力和报价的综合比选，确定中标单位为湖北高速公路实业开发有限公司承担军山桥桥面大修工程。为做好军山长江大桥桥面大修项目管理，高开公司首先成立项目部，划分项目部各岗位工作范围，制定进度计划，编制项目成本估算。然后在此基础上，规定了军山大桥大修项目的总体经营目标。

### 1.1 项目预期目标

①成本目标：项目总成本约10448万元，其中设计费用约355万元，设备及材料采购费用约4567万元，工程施工费用约3673万元。

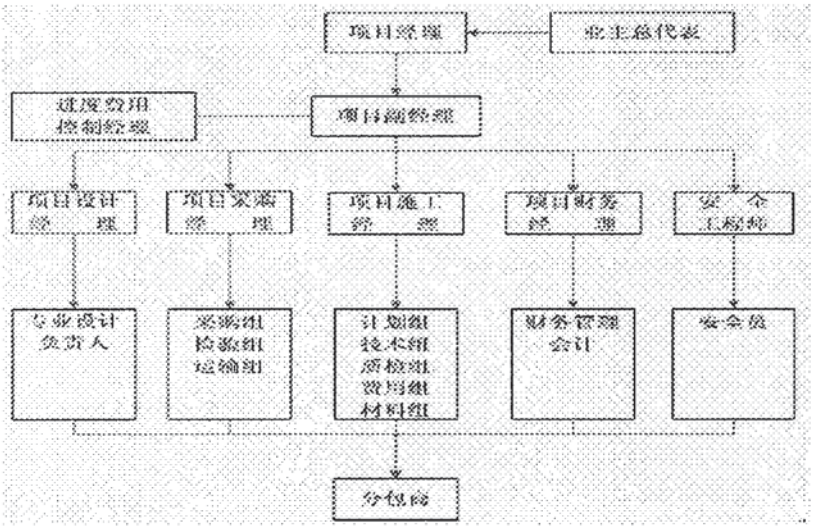
②进度目标：项目开工日期为2010年7月6日，竣工日期为2011年1月6日，整个工程历时6个月。

③质量目标：工程各项质量全部达优。

④安全环保目标：保证零伤亡事故，环保达优。

### 1.2 项目组织结构

湖北高速公路实业开发有限公司根据本工程项目的特点，采取了职能式的项目管理模式，由项目经理部全面负责管理本工程项目的进度、质量、成本、安全环保等各个方面的管理。其组织结构框图如图1所示：




### 1.3 项目的成本管理方法

项目成本管理按照成本预测和计划、成本控制、成本核算、成本分析和考核等程序进行。

首先高开公司根据总承包合同价，确定项目的总体成本目标，并向项目经理部下达项目成本目标；然后由项目部确定工作分解结构图，设计部经理组织估算项目成本，费用控制经理编制成本计划，项目部财务组和控制组负责成本核算并编制项目成本分析报告；最后由高开公司经营部进行工程结算审核；项目部控制组进行成本决算，编制成本总结资料并按规定存档。

项目部建立以项目经理为中心的成本控制体系，并设立项目控制负责人、财务负责人等成本控制负责人，全体管理人员均参与成本管理的基本责任体系。

## 2 军山长江大桥桥面大修项目目标集成管理

目标成本是成本管理的一项重要内容，是成本管理活动中目标集成化管理的基础，也是对目标集成化管理实施效果的考核标准。它将项目各类人员的权利与成本责任联系在一起，促使项目全员参与成本管理。项目部具体的目标成本编制程序如图2所示

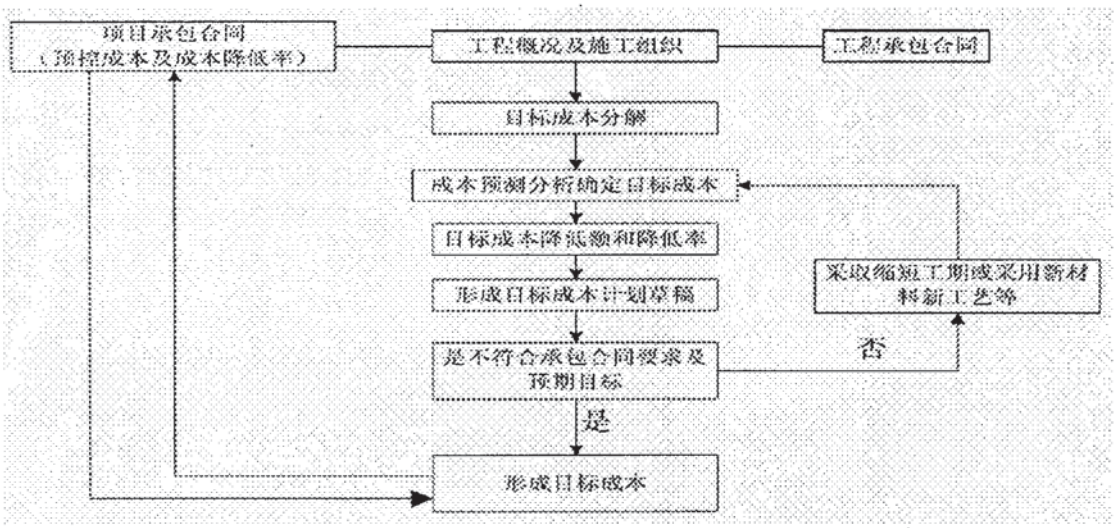



图2 军山长江大桥桥面大修项目目标成本编制程序图

## 3 军山长江大桥桥面大修项目信息集成管理

### 3.1 建立项目管理信息系统

(1)在项目资料管理部门负责人的组织下，集合项目所有部门负责人进行项目信息需求分析和数据流分析，即根据各自职能范围内的工作，整理和分类各部门对内、对外的数据流。通过对决策层、管理层和操作层管理信息的规范化描述，可为信息系统的设计打好基础。

(2)建立项目管理信息资源的基础管理标准，包括信息分类编码标准、数据格式标准、数据库表标准等。信息资源管理标准的建立，是做好稳定的信息系统的基础，这些标准将会贯穿信息系统开发的全过程。

(3)建立项目信息系统模型。在对大量项目管理信息分析工作的基础上，由信息系统工程师完成信息系统框架建设工作，并由部门领导、管理人员和系统分析开发人员在工程项目管理信息系统设计方面达成一致。

(4)建立健全的项目信息管理制度。项目信息管理制度包括网络端口授权制度、限时信息录入传递规定、工程信息反馈制度。

(5) 军山长江大桥桥面大修项目信息集成管理系统如图 3 所示：

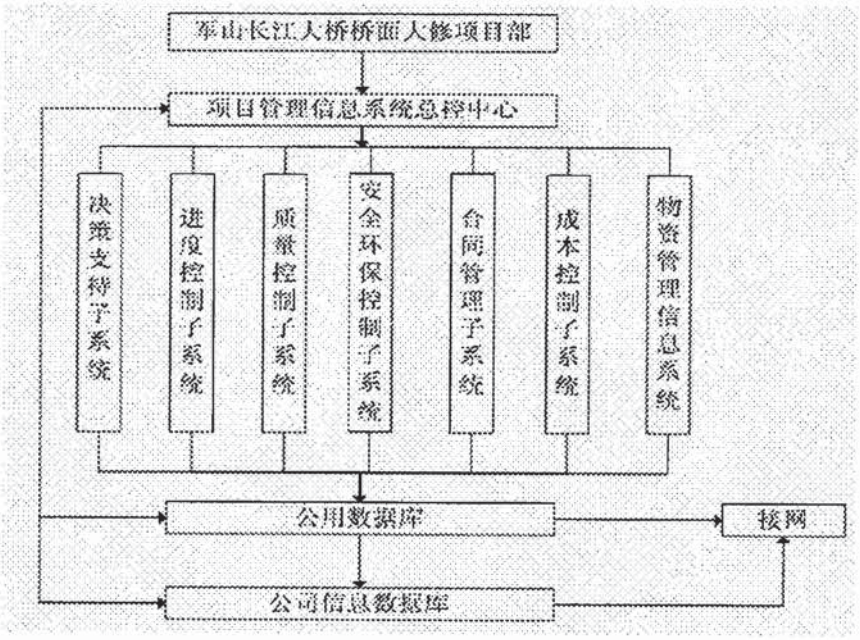



图 3 军山长江大桥桥面大修项目信息管理系统

各子系统的功能设置如下：

(1)决策支持子系统：该子系统的主要服务对象是军山长江大桥桥面大修项目管理层，负责收集其它子系统的反馈信息。并在该子系统内部嵌入一定的决策软件，对项目的基础信息进行必要的加工分析，然后为管理提供决策上的初步建议。

(2)进度控制子系统：负责项目施工进度总计划、周进度计划、月进度计划的编制以及各时期的施工进度报告。该子系统可自动生成施工进度计划，并绘制相应的横道图、网络图，并且计算各个时段的人力、物资、资金等资源的消耗状况，同时统计月成本偏差和累计成本偏差。管理人员可根据这些数据进行工期优化，节约项目成本。

(3)质量控制子系统：内容主要有项目质量计划的编制、质量保证体系的构建、每个工序的质量验收记录，质量预控措施、质量事故信息。管理人员可以及

时了解到施工过程中的质量相关信息，并对质量损失做出及时的处理。通过这个子系统，管理人员可以严格控制项目的质量成本。

(4)安全环保控制子系统：此功能模块主要是建立项目的安全风险清单、环保清单，并组织专家对项目可能存在的安全风险、环境影响进行预评估以建立专家知识库，为安全人员提供决策建议。此外，安全监控人员还要负责上传每天的安全监测记录，有利于安全、环境隐患及时得到处理，从而节约安全环保成本。

(5)合同管理子终统：包括常用的合同条款，合同的生成、履行、查询、变更，违约索赔等。合同的生成提供建筑市场和公司内部常用的合同标准文本格式。合同管理的内容包括合同信息、工程款支付情况、合同变更、违约索赔、查询、以及与合约相关的政策法规等。

(6)成本控制子系统：从该系统可以直接获得施工图预算数据，施工进度计划，并以系统内部的企业定额为计价标准，辅助管理人员编制成本计划，包括总计划、年计划、月计划、周计划等。此外，该子系统收集了每个时段的项目施工预结算报表，方便成本管理人员建立项目成本台帐，统计实际成本费用，可以将项目的计划成本与实际成本进行对比分析，对发生的成本偏差进行及时纠正，同时为提供下个阶段的成本预测。因此，它可以实现进度、预算、资源、合同等多方面的数据联动，保证项目成本控制的时效性、动态性。

(7)物资管理子系统：主要包括物资需求计划的编制，物资采购信息、物资的租赁、周转、进场验收信息，物资的仓库保管、收发信息。通过该系统可以直接读取物资需求信息、库存信息，方便物资管理人员节约采购成本，同时节约施工现场的材料成本。

(8)公用数据库和公司信息数据库：这两个功能模块主要收集项目和公司的基础信息，包括项目、公司的各种程序文件、行业标准规范、施工设计图纸、各参建单位信息等。

### 3.2 编制项目信息资料分配和传递程序

项目部特制定项目信息管理程序如图4所示：

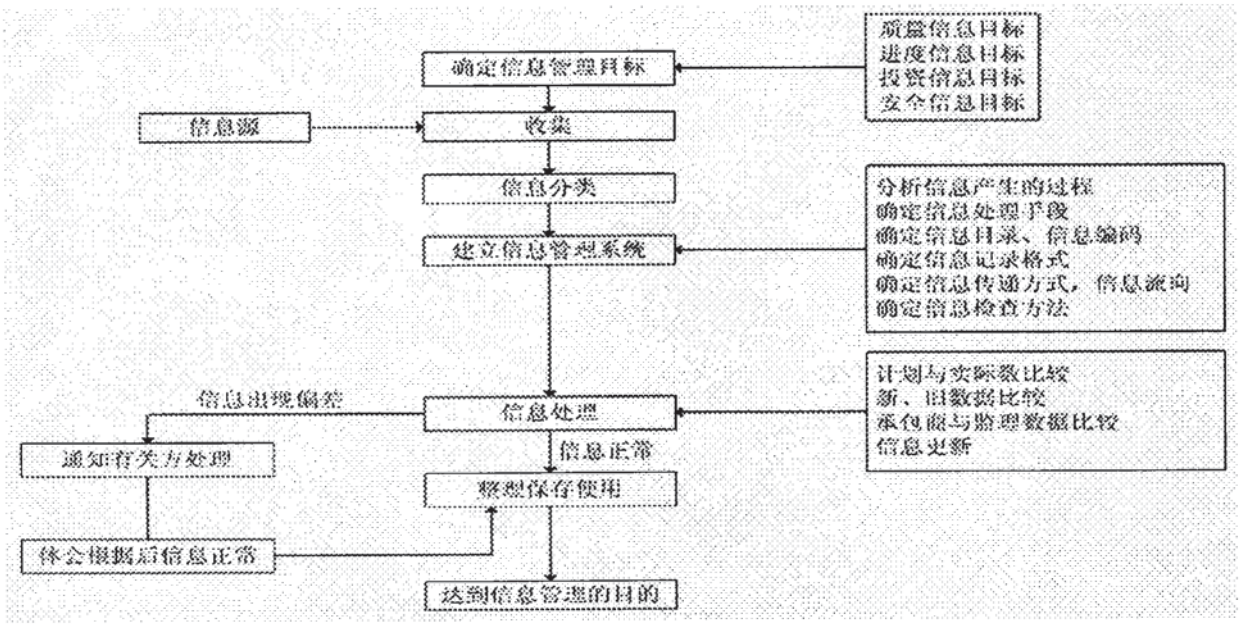



图4 军山长江大桥桥面大修项目信息管理程序

## 4 军山长江大桥桥面大修项目组织集成管理

### 4.1 项目组织结构设计

由于EPC工程项目涉及到的面广，工程规模较大，基于EPC的军山长江大桥桥面大修项目也采用矩阵式

项目管理模式。其组织结构见图5。

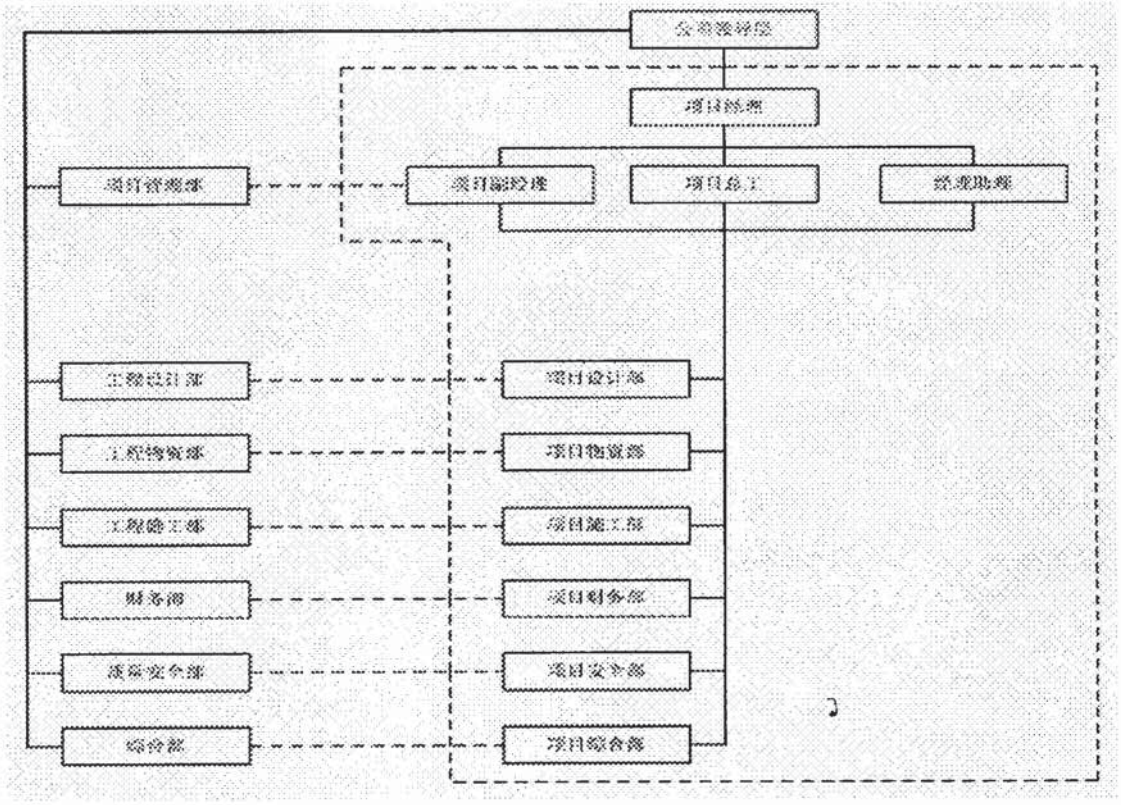


图5 组织结构图

**4.2 项目部的成本管理工作职责设计**

我们根据EPC项目组织机构的原则,对项目的成本管理工作的职责加以明确。

(1)项目经理工作职责：全面负责整个项目的经营管理工作，组织负责项目的工作结构分解WBS；对项目施工成本计划总支出承担责任，按照合适的方法组织相关管理人员，按管理岗位将项目建造成本计划总支出分解成若干个分项指标。项目经理与相关管理岗位的人员或者负责人商量、落实项目的岗位成本责任控制指标、考核办法。

(2)项目控制组的职责:协助项目经理进行目标成本指标的分解工作；负责编制项目费用计划、资源计划；在项目实施的过程中，收集项目所有相关的成本信息，进行成本核算与分析，对发生的成本偏差进行必要的纠正，以及对后期的施工提出成本预测进行成本预控。

(3)质量安全组职责：负责制定项目的质量标准评价体系，并编制质量管理计划和质量保证体系，以及在实施过程中对项目质量进行控制，并落实质量成本责任制。

(4)设计组职责：参与编制工作结构分解工作；负责设计阶段的成本估算编制工作；负责工程设计阶段的经济技术分析和项目设计优化工作，并编制设计方案的技术经济效益分析报告；在项目实施过程中负责做好项目变更签证，为后期的索赔收集好证据。

(5)物资采购组职责：负责物资采购计划的编制与采购工作；负责采购费用控制与采购进度控制；负责项目的库存物资管理。

(6)施工组职责：负责项目的施工管理工作；负责项目施工费用计划的编制；负责施工组织设计优化工作以控制施工阶段的费用支出，从而节约成本。

(7)财务组职责：负责项目部日常的财务、会计业

务；参与项目部的成本预测及计划编制工作；负责编制项目部的财务资金计划；根据项目岗位责任成本考核对象，建立岗位成本的台帐，按期组织项目岗位责任成本考核，并形成成本考核报告，为兑现和奖罚及时提供必要的数据。

## 5 军山长江大桥桥面大修设计方案

### 5.1 设计原则及思路

（1）设计方案应基于军山大桥桥面铺装养护工程本身的特点

军山大桥桥面铺装大修设计需根据本项目属于养护工程的特点、功能、使用要求及大桥所处的气候、环境等自然条件，结合军山大桥所处的地理环境、交通状况以及结构形式，结合国内外钢桥面铺装建设和养护的经验进行方案设计。设计中遵循技术先进、经济合理、安全适用、施工方便、利于养护及环保的原则，最终确定大修养护设计方案。

（2)设计方案应基于06年技术方案的实施效果评价

军山大桥 06 年技术方案的实施效果证明了通过在下面层和钢桥面板之间设置橡胶环氧砂浆过渡层，有效保证了下面层与钢板的粘接及防腐问题，基本上解决了桥面铺装的推移和车辙，所实施的 12000m2 路段，目前无推移病害发生，车辙深度在 10mm 以内，因此这一设计方案的实施取得了明显效果，但是桥面铺装仍存在纵向疲劳开裂和水损坏病害，尚需继续研究以解决这类问题。

（3）设计方案应基于重点解决以下关键技术问题

设计目的:根据军山大桥钢板较薄的柔性支撑体系和纵坡大的结构特点，以及交通量特大、气候环境严酷和现有病害的表现形式和养护的特殊要求，要搞好军山大桥钢桥面铺装的养护必须重点解决以下关键技术问题：

①铺装层本身应具有较好的高温抗车辙性能、低温抗裂性能及耐疲劳性能；

②橡胶环氧砂浆过渡层应具有一定的强度，同时应具有良好的柔韧性和抗疲劳性能；

③铺装面层与橡胶环氧砂浆过渡层应具有较高的粘接强度；

④铺装结构施工时间不应过长，应尽可能减少对交通的影响；

⑤新的铺装方案应注重长效经济效益，便于后期管理，且养护费用不宜过高。

### 5.2 年钢桥面铺装大修养护设计方案

军山大桥钢桥面铺装大修主要针对病害严重的行车道和超车道，对于硬路肩，由于行车荷载较少，为节省投资本次大修宜保留。军山大桥钢桥面铺装本次大修实施面积为对钢箱梁桥面双向三个主车道和左缘带进行彻底翻修，清除原铺装后，重新铺筑新的橡胶环氧砂浆+双层 SMA 体系，总厚度铺装为 7.5cm。通过系统的室内、室外试验，并结合 06 年军山大桥桥面铺装养护方案的设计和使用情况，提出 2010 年军山大桥桥面铺装的养护设计方案如下：m2

表 2-1 军山大桥桥面铺装养护方案

| | |
|---|---|
| 上面层 | 表面硅胶封水处理 |
| | 4.0cm SMA-13（高弹改性沥青）+0.5%矿物纤维 |
| 粘接层 | 改性乳化沥青粘层(0.3～0.6Kg/m²) |
| 下面层 | 3.0cm SMA-10（高弹改性沥青）+0.5%矿物纤维 |
| 粘接层 | GF-2 防水粘接层（洒布量 0.4～0.5Kg/m²）+2.36～4.75mm 碎石 |
| 过渡层 | 5 mm 橡胶改性环氧砂浆过渡层+1.18～2.36mm 碎石 |
| 粘接层 | GF-1 防水粘接层（洒布量 0.2～0.3Kg/m²） |
| 钢桥面板 | 喷砂除锈 3.0 级，40～80μm |

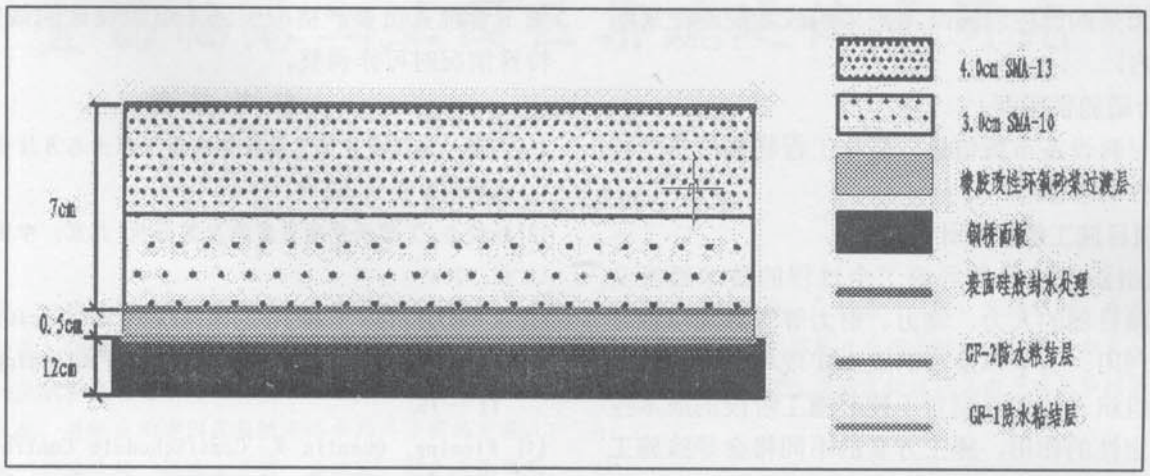



图 2-1 军山大桥桥面铺装结构图

硬路肩按照 300cm 宽度进行保留,采用橡胶环氧砂浆封闭中央分隔带与桥面铺装开口，尺寸和形状与左钢缘石一致，使中央分隔带内雨水顺其纵坡流出。

## 6 军山长江大桥桥面大修项目成本控制的主要策略

从设计方面的影响出发，本文针对军山长江大桥桥面大修项目的实际，提出以下几种设计阶段的成本控制策略。

### 6.1 采用限额设计

依据中标价计算出来的工程项目总成本，控制施工图设计，同时保证工程达到合同约定使用功能要求的前提下，按照成本分配的限额，严格控制技术设计与施工图设计，以保证成本总额不会被突破。

### 6.2 运用价值工程优化设计方案

优化设计就是计算与工程建设可行性研究相关的技术经济参数，同时运用现代数学方法，进行工程设计方案的技术、经济效果分析，使之最优化，常见的方法有线性规划、动态规划、排除论、对策论等。工程设计的整个过程都应该围绕建设工程的功能来进行。在优化设计时，应该通过价值工程分析，对建设工程项目的各个子系统进行优化，去掉局部的功能过剩以节约成本，强化项目局部功能的不足以减少运营期维修成本，从而使项目的功能与成本到达最优比例。

### 6.3 推行标准化设计

工程建设标准和规范设计，来源于工程建设的实践经验和科研成果，是工程建设必须遵循的科学依据，对降低工程造价有着很重要的作用。推广标准设计有益于较大幅度地降低工程造价，具体表现在：(1)节约设计费用大大加快提交设计图纸的速度，缩短设计周期；(2) 构件的标准设计能使工艺定形，容易提高工人技术，提高劳动生产率，有利于统一配料、节约用料以及构配件生产成本的大幅度降低；(3) 可以使施工准备和定制预制构件等工作提前；(4) 标准设计有较强的通用性，可大量重复使用符合最佳经济性要求。

### 6.4 面向成本进行设计——并行工程

并行工程设计是以集成的、并行的方式设计产品及其相关过程，旨在使产品开发人员在设计一开始就考虑产品生命周期全过程的所有因素，包括质量、成本、用户需求、环境保护等，最终使产品达到最优化。在 EPC 管理模式下，并行工程设计就是强调整个建设过程的协同和并行，强调设计、施工、采购不同过程和不同专业设计人员的协同与集成工作，打破了传统的部门分割式的管理，强调整个建设过程的整体优化，有利于减少工程项目的全寿命周期成本。

### 6.5 制定合理的采购计划预算和限价指标

项目部根据项目工作结构分解所分配的采购成本指标，在项目采购实施前，对项目的采购成本进行一个合理的估计与预算，即采购预算，来积极主动控制项目采购费用支出，从而达到控制项目成本的目的。同时在项目采购的过程中，采购部根据当前建设主管单位发布的市场价格指导信息制定阶段性指导价位，

并以此作为采购的控制标准，把采购成本控制在采购预算范围内。

**6.6 选择合适的供应商。**

掌握材料设备市场信息，强化工程物资信息统计管理，实行动态管理。

**6.7 优化项目施工组织设计**

施工组织设计是指导施工全过程的技术经济文件。它将项目部的人力、物力、财力等资源加以合理的分配与利用，力争以最小的成本实现项目的功能，因此施工组织设计的编制对于控制施工阶段的成本控制有着决定性的作用，施工方案的不同将会导致施工费用有较大的差别。因此，项目部在施工前由项目经理组织设计、采购、技术、质量、施工、机械、材料、劳务等相关人员，共同研究编制施工组织设计及其优化，对于关键工序或者对工程造价成本影响较大的工程部位进行分析，有针对性的提出确实有效的技术、经济措施来降低建造成本，在施工过程中保证工序衔接的紧凑和各资源效用的最大化。在施工的过程中，施工管理人员要严格按照施工组织设计的规定施工，特殊情况时可作调整。

**参 考 文 献**


[1]邵彦. 建设项目信息系统集成管理理论与方法研究[M]. 武汉理工大学，2006年

[2]杨俊杰. 工程承包项目案例及其分析. 北京，中国计划出版社，2007

[3] J. Harrington. Computer Integrated Manufacturing, 1973, reprint NewYork: Robert E. Krieger Publishing Co, 1979, 11 — 76.

[4] Fleming, Quentin W. Cost/Schedule Control Systems Criteria: The Management Guide to C/SCSC[M]. Chicago, Illionois: Probus Publishing Company, 1992.

[5] J Davidson Frame. The New Project Management. Jossey — BassPublisher, 1994.

[6]程学昌，奚涵川. 建设工程项目的全过程成本管理. 建筑经济，2007年第11期

[7]田英，黄辉等. 生产与动作管理. 机械工业出版社，2009年


（下接61页）

**表10 远期区间最短路时间 （单位：分钟）**

Table 10.The shortest travel time of long-term interval

| 地区名 | 咸宁市区 | 嘉鱼县 | 赤壁市 | 崇阳县 | 通城县 | 通山县 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 咸宁市区 | — | 30 | 30 | 40 | 60 | 30 |
| 嘉鱼县 | 30 | — | 25 | 60 | 90 | 60 |
| 赤壁市 | 30 | 25 | — | 30 | 50 | 90 |
| 崇阳县 | 40 | 60 | 30 | — | 20 | 40 |
| 通城县 | 60 | 90 | 50 | 20 | — | 60 |
| 通山县 | 30 | 60 | 90 | 40 | 60 | — |

## 5 结 语

以保持社会经济持续、稳定、协调发展为目的，使公路网系统的规划建设与社会经济发展相适应、相协调，是进行公路网规划方案技术评价的根本出发点。

本文运用实际调查数据对咸宁市公路网的技术等级、路网密度、路网等级水平指数、路网节点连通度、区域网值等技术指标对进行了评价，制定了合理的规模和发展目标，并对其进行了合理性布局，为咸宁市的进一步发展奠定了坚实的基础。

**参 考 文 献**


[1] 杨涛. 公路网规划[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.

[2] 施耀忠, 陈学武, 刘小明. 公路网规划的技术评价指标与评价标准研究[J]. 中国公路学报, 1995, 8(增1): 120-124.

[3] 杨兆升, 季常煦, 杨楠. 公路网规划方案技术水平评价方法的研究[J]. 公路交通科技, 2001, 14(4): 12-17.

[4] 朱顺应, 王红. 公路网规划技术指标相关性分析系统工程理论与实践[J]. 系统工程理论与实践. 2002, 12: 132-136.

[5] 贾俊红, 朱继新, 张立新. 重要度分析法在区域公路网布局优化中的应用[J]. 东北公路, 2001(1): 46-48.

# 宜昌临港工业园区集疏运体系研究

巴可伟　卢冬生　沈阳

湖北省交通规划设计院

**摘　要：** 宜昌市开发区猇亭园区位于宜昌主城区东部，北接三峡机场，南邻长江，区位条件优越、交通便利，成为投资热土和市域工业新区。伴随着产业的发展，园区货运量大幅增长，现有交通基础设施已不能满足日益增长的物流需求。本文分析了园区集疏运体系的现状和交通存在的问题，预测了产业发展后园区内的物流需求，在此基础上提出了促进园区内产业发展的集疏运体系目标和合理级配，并给出构建园区集疏运体系的具体实施方案。

**关键词：** 公路运输　临港工业园　集疏运　综合运输体系

## 0　引言

宜昌开发区猇亭园区位于宜昌主城区东部，北与三峡国际机场接壤，南与长江黄金水道毗邻，总面积40.28平方公里，是宜昌市发展现代制造业和物流业的重点区域，近年来以其优越的区位条件、便利的交通设施、良好的投资环境、广阔的市场前景备受关注，成为投资热土，成为市域工业新区。

随着园区内以三峡全通涂镀板、宜化集团、兴发集团等为代表的企业快速发展，尤其是三峡全通涂镀板第一期涂镀板项目投产以及二期、三期项目的逐步实施，未来园区物流量将大幅增长，预测2015年园区物流总量将超过7200万吨。因此，园区交通能力能否满足未来产业的物流需求，将成为影响园区经济发展的重要因素。

## 1　猇亭园区物流发展的现状

### 1.1 园区集疏运系统现状分析

研究人员采用个案访谈、座谈会、问卷调查和文献查阅等方法，对猇亭园区的主要企业和交通运输情况进行了调查。通过对调研资料的分析，发现猇亭园区物流业的发展存在以下几个特点：

#### 1.1.1 园区区位优势明显，已形成多层次集疏运系统

目前园区对外主要交通基础设施有：汉宜高速公路、荆宜高速公路、318国道、临江坪港区、古老背港区、云池港区、宜昌长江公路大桥、汉宜城际铁路、三峡机场等（如下图1所示），设施齐备，已形成水、公、铁、空立体型交通网络。

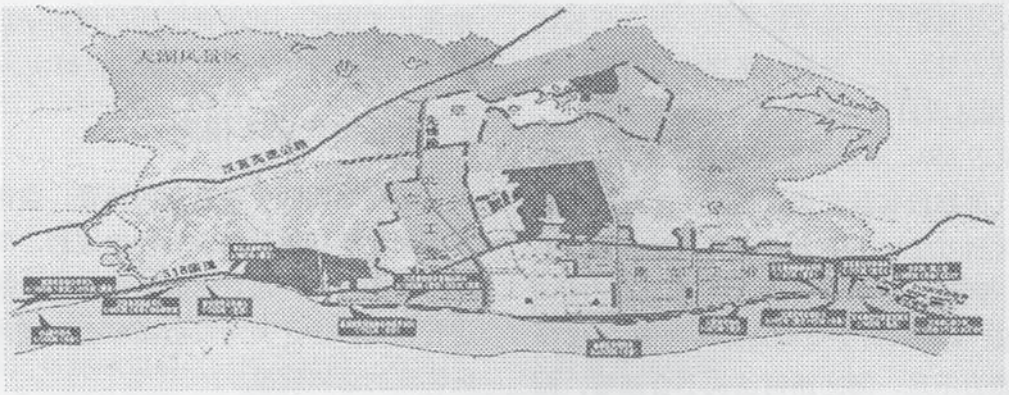


图1　园区交通区位图

1.1.2 园区进出物流总量增长迅猛，园区内货物集散全部依赖公路运输

根据对园区现状物流的调查，2010 年园区进出总物流量达 1842 万吨，其中水路、公路、铁路分别为 56.7%、27.0%和 16.3%。水路运输 2009 年完成吞吐量 224 万吨，2010 年需求量达 1044 万吨，由此可见水运的需求量增长迅猛。而园区内货物对外集散主要依赖公路运输，318 国道目前承担着园区所有物流量的集散功能，通过物流量达 1842 万吨。

1.1.3 物流市场的供需不平衡，供给和需求存在缺口

根据园区目前开发进度，已经实现工业开发并形成生产力的工业用地面积约占工业总用地面积的 35%，目前其他工业用地开发项目正在积极洽谈和协商中，预计到 2015 年，园区工业用地基本实现投产，届时物流量倍数增长。园区的运量供需如下表 1 所示：

**表 1 2010 年园区物流量供需表**

| 年份 | 水路（万吨、万 TEU） | | | 铁路（万吨） | | | 公路（小客车/日，断面量总和） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 需求 | 供给 | 缺口 | 需求 | 供给 | 缺口 | 需求 | 供给 | 缺口 |
| 2010 年 | 1044（10） | 1082（56） | 38（46） | 301 | 0 | -301 | 18026 | 25000 | 6974 |

由表中数据可知，园区物流需求和港口码头吞吐能力供给基本平衡；由于园区还未建成铁路，因此铁路运输物流需通过公路转移到园区以外的铁路站点疏运；318 国道园区段交通量饱和度达 0.72，服务水平较低，高峰时段拥堵情况较为突出。猇亭园区产业和经济的发展明显受到了来自交通运输能力的限制，交通供给的缺乏和运输系统的级配不合理对物流业的发展形成了紧约束。

**1.2 园区交通存在的主要问题**

1.2.1 318 国道交通压力问题

318 国道交通量主要由园区自身交通量、吸引交通量，以及沿线城镇所产生交通量组成，致使 318 国道园区路段呈现交通流量大、货车比重大、混合交通比例高、人车干扰大等特点。根据公路交通量观测站提供的数据，目前园区段日均交通量为 1.8 万小客车/日，其中货车交通量占 65%，非机动车交通量占 22%，路段交通量饱和度（即路段实际交通量与最大通行能力的比值，下同）达到 0.72。根据相关公路技术规范，路段服务水平处于四级，交通承载能力已难以满足园区未来的发展需求，高峰时段交通拥堵较为严重。318 国道园区段通行能力不足、园区路网结构不合理等，制约了园区的发展。

1.2.2 岸线资源利用率不高

为园区提供水运服务的临江坪至云池段岸线资源利用率不高。一是部分岸线被小型码头占用，装卸工艺落后，吞吐能力小。二是大部分岸线的前沿水域为浅滩，斜坡道型式的泊位较多，受装卸工艺限制效率较低。三是园区码头分布零散，吞吐能力发挥不足。

1.2.3 重件运输问题

涂镀板项目的原材料运输单车超限率分布在 45%～64%之间；产品运输单车超限率在 9%以下，属于车辆尺寸满足要求，但车货总重超限。三峡全通涂镀板项目运输占了园区运量的 40%以上，随着今后几年全通涂镀板项目二、三期陆续投产，原材料和产成品运输量大大增长，其重件运输问题需予以足够重视，并须通过适宜的交通组织方案加以解决。

## 2 园区物流需求预测

通过对园区主要企业的调查，获得了各个主要企业未来生产规模及物流规模的规划，同时根据园区用地开发的进度，可以对园区待开发土地产生的物流量进行预测，上述两项预测指标合并就可得到预测年园区物流的总体规模。

预测 2015 年园区总物流量 7169 万吨，三峡全通

涂镀板项目物流量2400万吨，占园区总物流量的33%。2011年，园区物流总量中水路、公路、铁路各自承担的物流量比重分别为56.7%、27.0%和16.4%，到2015年，水路、公路、铁路各自承担的物流量比重分别为49.3%、37.4%和13.3%。

到2015年，集疏运系统中各种交通运输方式的结构发生显著变化，公路的分担比上升较多，同时园区物流总量也大幅度增长，公路运输方式的重要作用凸显；水运和铁路运输运量增加，然而在集疏运体系中所占的份额下降。物流量的快速增长和各运输方式分担比的变化对园区的集疏运系统提出新的要求，园区亟需建立一个结构合理、功能明确的集疏运系统以促进猇亭工业园的迅速发展。

## 3 园区集疏运体系规划方案

### 3.1 园区集疏运体系的合理级配

按照“水路为主导，铁路为辅助，公路为纽带”的目标，充分发挥三种运输方式的比较优势，构建高效、经济、低碳的综合运输体系，为园区发展提供全面的交通服务。

1)发挥水路运量大、成本低、低碳环保等优势，水路运输承担园区物流量总量的一半左右，打造沿江工业带，降低物流成本。

2)针对园区物流发展趋势将呈现规模大、货种多等特点，将铁路运输作为解决大宗物资快速疏运的有效途径。若能实现“铁路运输进园区、主要企业建站台”的目标，不仅可以大大缓解公路、水路的运输压力，而且可大幅提高园区物流运输效益。

3)通过合理的公路网布局，一是将园区物流与过境交通实现分区，二是实现公路与铁路、水运、航空的快速对接，缩短企业与港口、铁路的公路运距，三是减少重件运输的影响范围，对重件运输影响路段采取适宜的设计和建设方案，满足重件运输需要。

### 3.2 集疏运体系规划方案

在“水路为主导；铁路为辅助，公路为纽带”的集疏运体系层次结构的基础上，本文提出了猇亭园区的集疏运体系规划方案，如下图2所示：

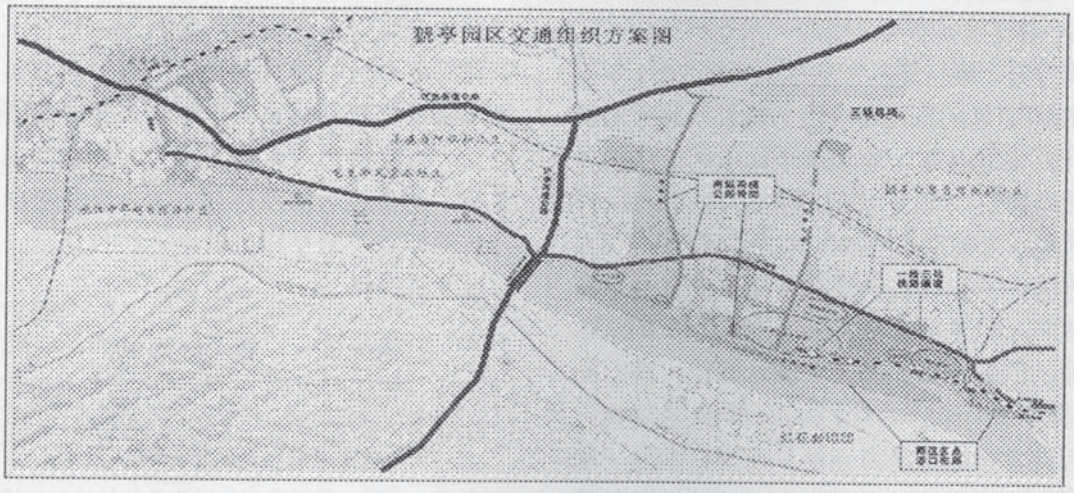



图2 集疏运体系规划方案图

3.2.1 建立两纵两横骨干路网，实现“陆运畅区”

路网架构方案：短期内公路运输仍然是园区物流进出的主要方式。目前承担园区陆路运输的公路除厂区自有道路外，主要运输通道为：南北向的先锋路、迎宾大道、东西向的318国道，随着沿江大道建成和迎宾大道、先锋南路改造升级，即可在园区形成“两纵两横骨干路网”。

路网承担功能：按照“合理分工、减少影响”的

原则，根据园区交通设施分布情况对道路进行合理分工。318国道主要承担过境运输、城区出口通道、园区混合交通疏运功能；沿江大道主要承担园区内部物流、园区与港口、铁路站场间的集疏运功能；先锋路主要承担沿江大道与318国道、园区西部与汉宜高速公路的连接线功能，同时可与三峡机场路、东山四路、发展大道串联一线，与宜兴线、宜巴线相接，构建磷矿石等原材料进入园区的快速通道；迎宾大道主要承担沿江大道与318国道的连接线功能，同时园区东北部的安猇路将迎宾大道和汉宜高速形成对接，使园区物资不须穿过机场路、而通过安猇路直接在枝江安福寺上汉宜高速。

路网作用意义："两纵两横骨干路网"形成后，一是可缓解318国道超负荷运行的"瓶颈"问题，畅通城区出口通道；二是适应园区物流最短距离连接港口进行疏运的需求，降低物流成本；三是尽可能减少重件运输对公路的影响范围，有利于针对性地对局部道路进行适应性建设；四是公路网络在园区形成一个闭合的"通道圈"，进一步拓宽了整体园区的交通架构；五是各条道路成为园区水、公、铁、空综合运输方式的对接纽带，使园区物流运输更加便捷、顺畅。

3.2.2 建立两区多点港口布局，实现"水运兴区"

港口布局方案：根据园区发展需要，到2015年需为园区新增2090万吨的水运吞吐能力弥补水路运输能力缺口。为此，古老背至云池港两个作业区沿线总计需要新增开发岸线约1760米形成泊位约20个。届时，将形成"两区多点"的港口布局。

港口发展方向：运输成本低和环境影响低是水路运输的主要优势，也是低碳经济的必然选择，同时也符合园区企业的产业特点。园区"因水而建，因水而兴"，长江黄金水道是园区的重大资源优势，也是园区发展之本，因此，建立两区多点港口布局，实现"水运兴区"是园区物流发展的主导方向。具体内容包括鼓励建设公用码头、采用先进的装卸工艺、口岸建设同步等。

3.2.3 建立一线三站铁路通道，实现"铁运强区"

铁路规划布局：在园区物流中依靠铁路运输的企业主要有两家，2010年两企业铁路运量均超过100万吨。按照"突出重点、兼顾一般"的原则，铁路入园运输，首先是满足这两家企业的铁路运量，然后是服务于其它企业。即：建设紫云铁路进入园区，在云池设置1个公用工业站及货场、在两个企业分别设置企业站台（简称"一线三站"）。

铁路实施方案：鉴于近期园区存在301万吨的铁路运量缺口，尤其是考虑到，重件材料运入园区对318国道的不利影响。按照紫云铁路工可方案，在2013年前在园区建立"一线三站铁路通道"非常必要。为保证铁路方案的顺利实施，园区在建设沿江大道、公用码头的同时，要一并规划预留轨道及站台位置，并提前做好施工组织设计。

铁路作用意义：紫云铁路在园区内"一线三站"形成后，一是可将园区物流直接融入全国铁路运输网中，解决大宗物资快捷运输问题，大幅提高园区物流运输效益，二是可进一步缓解重件运输对公路设施的影响，促进各种运输方式合理分工，三是可将云池港区与焦柳铁路有机联系起来，为水、铁联运创造良好条件，实现"铁运强区"。

## 4 结束语

猇亭园区是宜昌市的比较优势和核心战略资源，园区集疏运交通一定要统筹规划。整合水路、公路、铁路等多种运输方式的优势资源，建立层级分明，功能明确的集疏运体系对于园区未来的发展具有重要的意义。本文提出"水路为主导，铁路为辅助，公路为纽带"的集疏运体系规划方案，充分考虑了各种运输方式的特点及猇亭园区的地理区位优势，以期能促进园区经济的腾飞。

## 参 考 文 献

[1]卢冬生，巴可伟，等. 猇亭园区交通研究(2010-2015)[R]. 湖北：湖北省交通规划设计院，2010.

[2]林勇，王健. 我国现代物流体系的缺位和构建[J]. 综合运输，2006，(1)：37-41

[3]唐颖，谭世琴. 港口集装箱集疏运系统现状及分析[J]. 物流工程与管理，2009，(3)：21-32

[4]刘铭. 港口集疏运问题研究[J]. 现代商贸工业，2010，(7)：39-42

# 高速公路项目工程变更造价管理浅析

邓永红[1] 杨力[2]

1 湖北楚天高速公路股份有限公司 2 湖北省京珠高速公路管理处

**摘 要** 分析高速公路建设项目中可能发生工程变更的种类，对业主如何合理控制工程变更的造价进行探讨，就进一步完善工程变更及合同管理提出建议。

**关键词** 高速公路 建设 工程变更

## 1 概况

在高速公路项目建设过程中，往往因为工程设计变更或其它未预见到的原因引起工程数量、单价变更，造成实际工程造价与合同清单总金额不一致。而在工程招标文件和技术规范中，对计量方式、新增支付细目的作价方法均有详细规定，在项目管理中，严格执行招标文件的具体规定，合理确定变更工程造价，是合同管理的重要工作之一。在此，结合高速公路项目建设过程中可能发生的工程变更进行简要分析。

## 2. 工程变更的种类和原因

### 2.1 总体类

招标工程量清单与施工图设计的数量差异。编制招标工程量清单时，业主及其委托的咨询单位按照设计图纸分解工程数量、汇总到清单支付细目中，形成招标工程量清单，发售招标文件时，清单数量一般予以固化，便于评标时考量投标人的报价差异。投标过程中，投标单位一般均按此固化清单报价（在投标过程中，对招标清单所列数量提出疑义者较少）。经过评标、定标、发出中标通知书、谈判后，中标单位的清单成为合同清单。合同签订后，中标单位进场进行施工准备，组织施工图会审时，往往会发现合同清单与施工图设计的数量存在较大差异，还未开始施工就需要进行变更。但不管合同清单数量合理与否，合同清单数量是所有后续变更的原始依据，而施工图设计数量是所有后续变更的基础。

### 2.2 路基工程类

2.2.1 路基土石方调配的优化调整。因为施工图设计的原因和施工过程中的监理指令，往往会存在路基土石方调配的优化调整，引起相应的数量变更。

2.2.2 挖方土石比例的变化。因为设计阶段地勘工作深度、频率不足，施工图设计所列的挖方土石比例与实际施工现场挖方土石比例不符。虽然有些业主已经预见到此种情况会发生，一般在招标文件中规定以施工图设计所列的挖方土石比例为准不予调整（除施工图设计计算错误外），但如果现场情况与施工图设计差异太大(例如4:6变为2:8)，就不仅仅是简单的价格问题，而会对工程进度、施工组织方案造成影响，因此，在现场情况与施工图设计差异太大的前提下，必须进行相应的数量变更。

2.2.3 填方路段基底清淤换填。因为设计阶段地勘工作深度、频率不足，投标单位的现场考察不足，施工图设计所列的清淤换填数量与实际施工现场清淤换填数量不符。往往会由业主、设计、监理、施工三方组成现场联测小组，重新核定清淤换填数量后进行数量变更。

2.2.4 软基处理方案变化。当有些路段实际存在软基而施工图设计文件中未列，或因工程进度等原因，施工方采取经业主、监理批准的处治方式，而与施工图设计中所处治方式不同，则引起方案变更，其数量、单价、造价需要重新核定，并与合同清单内相应的细目造价进行比较，确定金额的增减。

2.2.5 低填浅挖路段换填处理。在浅挖土方路段，往往挖到设计标高后，经现场检测弯沉不够或承载力不足，

需要继续下挖一定深度后换填石渣等适用的填料，则由设计标高继续下挖的土方是否为招标文件所指的非适用材料一般存在争议。设计方往往认为它是超挖的土方（按招标文件规定，超挖土方不予计量），而施工方则认为它属于非适用材料。而且一般投标清单中，挖除非适用材料与挖土方报价相差很大，是否能办理变更，业主往往采纳设计方最终确定的结果。

2.2.6 填挖交界处工程处理。填挖交界处往往在施工图设计外增加一些路基盲沟等，而且施工图设计中所列的土工格栅、锚钉钢筋的数量也会有所增减。

2.2.7 排水、防护工程数量。在实际施工中，排水设施工程的数量一般随小构的位置、形式变化而发生变化，经设计代表、监理现场逐段审批后，排水设施工程的最终完成总量不可能与施工图设计总量相符，更不可能与合同清单总量相符，防护工程数量亦是如此。需要在工程完工后由业主、设计、监理、施工方最终核定实际完成数量，与原合同清单总量对比后办理变更。

2.2.8 三改工程。在施工图设计时，设计方调查的三改工程数量与现场符合程度较高。但在实际施工中，因为地方协调等原因，三改工程数量一般都会重新核定，经业主、设计代表、监理现场逐段核定后，三改工程的最终完成总量不可能与施工图设计总量相符，更不可能与合同清单总量相符，需要在工程完工后由业主、设计、监理、施工方最终核定实际完成数量，与原合同清单总量对比后办理变更。

**2.3 桥涵工程类**

2.3.1 增减小型构造物。在施工图设计时，设计方根据汇水面积、横向通行的调查情况进行小构设计。但在实际施工中，往往因地方要求增加小型构造物，地方要求得不到批准时甚至会发生地方阻工事件。小型构造物工程数量一般都会重新核定，经业主、设计代表、监理现场逐段核定后，小型构造物工程的最终完成总量不可能与施工图设计总量相符，更不可能与合同清单总量相符，需要在工程完工后由业主、设计、监理、施工方最终核定实际完成数量，与原合同清单总量对比后办理变更。

2.3.2 小型构造物移位及结构、形式变化。施工图设计中已经确定的小型构造物位置、结构、形式，在施工中，往往因为地方的强烈要求发生变更，如移位（一般沿路基纵向移动50m以内）、倒虹吸竖井高度增加、圆管涵管径加大等等。此类变更造成小型构造物工程的最终完成总量与合同清单总量不符，部分小型构造物单价发生变更。

2.3.3 桥梁工程局部优化设计（数量勘误、防撞墙、伸缩缝、附属设施）。桥梁工程由于组成部件多，施工图设计中构件的钢筋数量计算难免会发生错误，存在数量勘误的变更；此外，施工图设计中采用通用图的部件，如毛肋伸缩缝，通用图中所列钢纤维混凝土填缝宽度（32cm）不足以填满台背与毛肋伸缩缝型钢之间的空隙（50cm），而合同清单中毛肋伸缩缝单价按伸缩量分类以m为单位（不考虑横断面宽度），则是否变更单价容易引起争议。

**2.4 路面工程类**

路面基层设计宽度与计量宽度控制。施工图设计中，路面基层面积是按照长度乘以基层横断面（梯形）的中位线宽度计算的，但交通部发布的工程量清单计量规则中规定，路面基层按长度乘以顶宽计算面积。施工单位投标报价时，基本没有考虑该数量差的影响，但如果业主按照工程量清单计量规则规定以长度乘以顶宽计量，需要办理负变更时，施工单位抵触很大。

**2.5 交安设施工程类**

隔离设施形式变更。隔离设施由于地形的变化需要变换隔离形式，设计图的隔离形式过于单一，至使实际施工时变更过多。

## 3 合理控制工程变更造价的探讨

**3.1 建立变更计量的零号台账**

由业主专门组织参建标段和监理驻地办的计量管理人员，采取集中培训、集中录入的方式，由参建标段的项目总工负责核对、分解施工图设计数量，逐项汇总到工程量清单分解汇总表中，并将汇总数据与合同工程量清单（即招标工程量清单）进行核对，找出图纸汇总数量与合同工程量清单数量的差别，将成果提交监理驻地办计量工程师复核，复核完成后，由总监办计量工程师和设计代表处进行审核，审核确认数量以后，由标段项目部办理零号工程变更，零号变更报总监办、业主审批后，由标段计量工程师录入项目管理系统，形成项目管理系统零号台账，零号台账的工程数量作为后续工程变更、工程计量的基础和依据。

**3.2 新增细目时优选方案**

当确因工程需要新增细目时，控制变更工程造价的关键就是设计方案，要达到同样的工程效果，设计代表可以在确保质量、安全、环保等硬性指标前提下，制定多种备选方案，业主通过综合比较工期、造价、效果，优选出综合指标最好的方案。

**3.3 控制造价权重较大细目的变更**

业主和监理工程师应逐项清理合同清单中单价较高、数量较大的细目，当某个细目合价超过合同清单总价的2%（视不同项目该百分比值或有所不同）时，则表示该细目合价在清单总价中的权重较大，在工程变更时应严格、谨慎地控制其数量。

**3.4 合理审定新增细目报价**

当新增细目需要重新核定单价时，业主和监理工程师应该按招标文件规定，采用施工单位在投标预算书中的工料机单价和费率，并按设计代表和监理工程师审定的新增细目施工方法，选用与之对应的预算定额子目，核定出合理的单价，并与施工单位协商，取得一致意见后执行。

**3.5 控制不平衡报价细目的数量变更**

业主和监理工程师可以编制细目单价一览表，将各投标单位相同细目的不同单价列表计算出平均值，然后将中标单位（即施工单位）的单价逐一与平均价进行比较，若报价比平均价高，甚至为平均价的倍数（视清单数量而定，当清单数量较大时，比平均价高出50%对造价影响也很大），则可以大致得出其为不平衡报价，在后续施工变更中，应严格、谨慎地控制其数量变更。

## 4 完善工程变更及合同管理的建议

**4.1 完善设计，提高设计质量**

尤其重视地勘，加强对特殊地质地段的地勘监理，确保不良地质地段能全部被勘测到，并在设计文件中反应出来，减少工程实施过程中发生变更的数量；其次加强小构设计前的勘察，多在地方进行调查、走访，多征询地方政府和居民意见，多综合比选，最好取得地方政府和村组的书面确认，以免在工程实施过程中发生变更；此外，应加强三改工程设计方案比选。在施工图设计中，应尽量考虑多种可能性将设施形式列全，甚至多列形式予以备选，招标时编入清单内，由投标单位在投标阶段完成报价。当实际施工中因特殊地形需要选用哪种形式时，可以直接在图纸、清单中采用，避免因为设施形式变化引起重新报价的单价变更。

**4.2 进一步细化招标文件**

招标文件是投标人了解业主对项目要求的主要载体，更是合同的重要组成部分，是施工单位全面响应的前提。业主对本项目的所有规定，一定要在招标文件中进行详细规定，与其他项目的不同之处或要提醒投标人重视的地方，一定重点予以强调，不能一笔带过，尤其是涉及工程变更、计量的规定，必须清楚明了，不得含糊其词，以免日后造成合同纠纷。

**4.3 精心编制工程量清单**

业主应组成由工程管理人员、合同管理人员、设计代表共同组成的小组，依据施工图设计文件编制招标工程量清单，清单编制完成后，最好由另一平行小组进行全面复核。复核完成后，清单数量必须经过设计单位审核并书面确认。

**4.4 合理编制投标控制限价**

业主应委托具有相应造价资质的咨询单位进行编制，除控制总价外，对特殊细目（易发生变更的细目），还要规定报价的上下限，以抑制投标人的不平衡报价。

**4.5 项目实施过程中加强控制**

业主应依据交通部颁发的《公路工程设计变更管理办法》，制定本项目的变更管理办法和实施细则，明确工程变更的分类、审批流程和权限。监理单位应在第一次工地会议时，组织全体参建单位学习贯彻项目的变更管理办法。业主可以建立适用的项目管理、造价管理软件系统，利用计算机系统对变更、计量进行管理。

## 5 结语

高速公路项目建设周期长，设计内容较多，不同的地区、不同的地形地质条件，具体设计不尽相同。在此，笔者仅就中部地区平原微丘区高速公路和建设管理中容易发生变更的地方进行了粗浅分析，希望借此引起高速公路设计和管理人员对工程变更的关注，以便进一步提高设计质量和管理水平。不当之处，敬请批评指正。

# 控制债务规模 探索筹资方式 促进公路建设可持续发展

葛海涛

咸宁市公路管理局

**摘　要:** 本文结合咸宁市公路行业实际情况，从政府还贷二级公路建设起源、债务产生原因、公路建设成就等方面，全面阐述收费公路产生的原因及影响，并对公路部门筹融资新模式进行探讨。

**关键词:** 控制债务 多方筹资 公路可持续发展

“十五”以来，我国公路建设取得了突飞猛进的发展，至2010年底，我国公路通车里程已达398.4万公里，其中高速公路通车里程7.4万公里，以高速公路为主的全国干线公路网初具规模，公路运输能力显著增强，公路交通对国民经济和社会发展所起的重要促进作用已普遍被认同。但是，在公路建设取得跨越式发展的同时，公路建设负债与筹资矛盾也日益显现出来，成为当前影响公路建设可持续发展的重要制约因素。

## 1　公路建设债务形成原因

（1）收费公路建设债务。根据国务院1984年12月第54次常务会议出台的“贷款修路，收费还贷”政策，我市积极响应国家政策号召，利用省统贷和市州贷款资金，投入收费公路建设，收费公路建设所产生的债务，根据省政府1999年下发的《关于对全省收费公路统一规范管理的通知》要求，将债权债务集中到市公路部门，由公路部门实行统贷统还。

（2）国省主要干线路网建设以及农村公路建设债务。1999年收费站归口后前三年后三年路网建设，以及2003年交通部启动的农村公路建设，建设的主体都是各市州交通公路部门，资金筹集的方式是省公路贷款补助和市州自贷相结合，从而，大额贷款债务由市公路部门背负。

收费还贷公路、公路路网改造和农村公路建设构成我市公路建设债务的主要形成原因。

## 2　贷款修路建设成果

上世纪八十年代以前，咸宁市公路交通基础设施建设相对落后，全市二级以下公路仅有200公里，经过收费公路建设，我市共修建了107国道横沟桥至北枫桥、武蒲公路、崇阳陆水二桥、蒲圻陆水二桥、106国道铁柱至余码头路段等近10条收费路段。至1999年，我市公路总里程达到3605公里，其中一级公路80公里、二级公路440公里，二级以下县乡道3085公里，公路交通状况得到明显改善，但仍不能满足经济社会高速发展的需要。

“十五”至“十一五”，是我市公路建设发展的黄金十年，公路交通基础设施得到极大改善。截至2010年底，全市公路通车里程已达13029.395公里，与10年前比公路通车里程翻了四倍，其中一级公路138.478公里、二级公路828.116公里、三四级公路9839.491公里，等级公路比重达83%。全市公路密度达132.13公里/百平方公里。

从2003年开始的农村公路建设，经过8年建设，截至到2010年底，全市县乡村道已达12281.738公里，

次高级以上路面里程达到9090.894公里，所有的行政村已经全部通油路（或水泥路），通畅率达100%。

收费公路、公路路网建设使我市公路交通得到了翻天覆地的变化，极大地改善了咸宁的投资环境，极大地推动了我市的城镇化进程，极大地促进了旅游业的发展；农村公路建设不仅解决了农民出行的问题，还有效地改善了农民生产、生活条件，为建设社会主义新农村创造了有力条件。

## 3 公路建设债务造成的影响

2009年4月30日24点开始，湖北省撤销所有收费还贷二级公路收费站，而在此之前，政府还贷二级公路债务申报工作已有序进行，在经历了长达1年半时间的债务申报、债务锁定、债务核定等相关审计程序后，2010年4月份完成相关工作，以咸宁市来讲，财政部武汉特派办最后核定债务30亿元，银行贷款19亿元，其中市州贷款4.6亿，每年需要支付市工行、建行贷款利息近3000万元，至2010年年底，利息缺口达9755万元，收不抵息的问题越来越严重，我省其他地市州公路部门同样出现类似情况，长此下去，势必对公路部门发展造成不良影响。

### 3.1 影响公路建设可持续发展

在目前的投资体制下，我国公路建设以地方投资为主，由于地方财政财力有限而公路建设投资额巨大，地方配套资金落实难度大，绝大部分公路建设资金依赖各级银行贷款和国债转贷，尤其是高度依赖银行贷款，目前各地用于公路建设的各级政府资金、燃油税资金、国债资金等加在一起，仍不能满足当年公路建设和养护资金需求，普遍存在资金缺口，偿还巨额债务本息的能力不足，而随着借贷规模的进一步增加和偿还风险的加大，势必增加交通部门再融资难度和银行放贷的风险，使公路建设陷入资金短缺的瓶颈制约因素。

### 3.2 带来金融风险和社会矛盾

“贷款修路，收费还贷”的筹融资方式虽然已成为过去，但是它产生的高额负债所带来的一系列的问题却渐渐显现出来。费改税后，将不能利用交通规费收入偿还贷款本金，而通过燃油税下达的债务偿还专项资金迟迟不能下达，贷款利息将继续产生，利息缺口逐渐扩大，将造成各项目工程款被银行直接划扣，拖欠工程款事件时有发生，资金不能及时拨付到位，广大的公路职工收入得不到保障，农民工的血汗钱得不到及时支付，群众上访、闹事的情况时有发生，在社会上造成不良影响；同时，由于没有足额资金偿还贷款本金，不得不出现“借新债还旧债”的现象，一旦进入还贷高峰期，如果筹集不到巨额偿债资金，公路部门将面临被银行起诉追究法律责任的尴尬局面，不利于公路部门稳定发展。

### 3.3 贷款资金缺乏有效监管

在目前的公路建设投融资机制下，地方交通厅作为举债人，所借银行贷款大部分借款资金未经财政部门担保，也未纳入地方政府预算管理体系，缺乏有效监督制约机制，债务责任不与权力挂钩，导致公路建设投资效益被忽视，甚至出现了形象工程和政绩工程，工程建设资金的使用管理出现严重问题。

### 3.4 财政政策不能得到有效的贯彻落实

自从2009年撤销收费站至今，湖北省公路部门没有安排地市州公路部门还本付息资金计划，造成市级公路部门缺乏付息资金来源，而金融机构按月从单位资金账户上划扣贷款利息，造成公路部门“十一五”项目资金、养护专项资金等专款资金被划扣付息，专款专用的财政政策不能得到真正贯彻落实。

## 4 公路行业可持续发展的建议

今后相当一个时期，我国公路建设仍处于加快发展阶段，按目前的投资渠道所筹集到的资金对于庞大的公路建设资金需求来说是杯水车薪，尤其是费改税后，以前以通行费收入抵押贷款的融资平台不复存在，探索新的筹融资渠道，破解公路建设资金不足的难题，实现公路建设又好又快地发展，必须创新原有的投融资体制，拓宽筹资渠道，科学控制负债规模。

### 4.1 转变投资主体

公路是国家重要的公益性基础设施，也是地方经济社会发展的重要基础，当地政府应承当应尽的责任，政府投资应占绝对主导地位。发达国家在公路建设过程中，资金来源主要是政府支出和税费收入，政府投资占绝对主导地位。相比之下，我国公路建设依然是以行业投资为主，地方政府配套投资为辅的投资模式，造成公路行业自身负债累累，而各级政府投资公路建设的积极性没有调动起来，追究原因还是由于公路建设投资的主体没有转变，各级政府应根据自身优势，按照市场经济运行规律，通过招商等手段，选择具有一定实力的社会投资人作为投资主体，由其发起组建项目公司，政府授予项目公司一定年限的公路收费经营权，允许项目公司通过收取车辆通行费、经营公路的相关服务设施等取得的其他收益作为其投资回报，最终达到政府牵头，企业参与，交通公路行业配合的方式，来共同完成公路建设。以咸宁市为例，为引进世界 500 强中交股份公司，咸宁市委书记、市长亲自参与中交股份洽谈合作事宜，经过多方努力，最终达成投资意向，投资咸宁市咸通高速公路项目建设。咸通高速是咸宁首条以市为主建设的高速公路，湖北省第一条采用 BOT+EPC 模式建设的高速公路，是一条政府搭台，企业唱主角的政企合作路。

**4.2 盘活交通公路部门存量资产，确保国有资产保值增值**

交通公路部门应采用多种方式筹集资金，其中对现有固定资产进行开发，确保公路资产保值增值，为公路建设筹集资金，如对现有房屋、土地的开发，对收费公路收费经营权进行转让等等。咸宁市交通公路部门在这方面也做了积极的探索，为了扩大筹资渠道，咸宁市交通公路部门一方面积极参与市政工程建设，扩大交通建设业务范围；另一方面，在市政府没有资金支付市政建设工程款的情况下，通过土地置换工程款的方式获得土地，市交通运输局成立专门的交通投资公司，对现有的土地等资产进行开发，开发获得的收益资金再投入到公路建设中。投入项目建设——获得置换土地——土地开发——获取利润——投入项目建设……如此不断良性循环，不仅确保了国有资产保值增值，也为我市交通公路部门的发展储备了一定的建设资金，保证我市交通事业健康、可持续发展。

**4.3 整合交通公路企业资源，积极参与资本市场**

当前，我省交通公路部门公路建设企业比较分散，归属于各地方交通公路部门，资源、设备、人力、资金等各方面优势比较有限，在竞争激烈的公路建设行业很难形成规模，笔者认为，如果举全省交通公路部门之力，整合公路建设企业资源，增强实力，提高竞争力，最终发行股票上市交易，通过资本市场筹集资金。除此以外，还可以通过发行公路建设债券，发行公路建设彩票筹资等方式。

**4.4 尽快出台相关政策偿还已锁定债务**

政府还贷二级公路债务审计和核定工作自 2008 年 10 月份开始就全面展开，历时 1 年半，先后经过省公路局、省审计厅审计，财政部武汉特派办核定，但是到目前为止，仍没有出台具体债务偿还政策，市州公路部门背负的贷款付息压力非常大，公路债务问题已到十分困难的时刻。尽快出台债务偿还政策，对于缓解公路债务危机，促进公路事业发展，将起到非常重要的作用。

## 参 考 文 献

[1]《国务院办公厅关于转发发展改革委交通运输部财政部逐步有序取消政府还贷二级公路收费实施方案的通知》(国办发【2009】10号)

[2]《湖北省公路资金管理办法》

# 中小城市公路网布局方法探讨

李薇[1] 刘卫娟[2] 何晓鸣[2]

1 中国地质大学，武汉工业学院国际学院 2 武汉工业学院交通研究所

**摘 要：** 随着社会经济的发展，我国大多中小城市格局和规模发生了很大的变化，相应的城市道路网运输体系也得到了较快发展。目前运用较多的公路网布局规划方法适合于大城市的道路网规划。因此，需要合理的适宜于中小城市的公路网规划方法。本文以咸宁市公路网规划为例，在"节点重要度法"和"直接连线法"相结合进行系统分析的基础上，运用实际调查数据对咸宁市公路网的技术等级、路网密度、路网等级水平指数、路网节点连通度、区域网值等技术指标对进行了评价，制定了合理的规模和发展目标，并对其进行了合理性布局。

**关键词：** 中等城市 公路网 布局方法

## 0 引 言

随着改革开放的逐渐深入，我国的国民经济急需保持高速增长，城市化进程明显加快，许多中小城市的城市格局及其用地规模也发生了很大的变化，与之相应的，城市交通运输基础设施的建设也得到了很快的发展。然而，目前中小城市的交通规划理论和方法的研究，却远远落后于城市的发展。没有超前于实践的理论，是无法指导实践的。因此，研究中等城市的交通规划，将对中等城市的交通发展起到决定性的指导和推动作用。本文结合湖北咸宁市公路网规划布局，建立了适应我国中等城市公路网布局的模型和规划方法，以资参考。

## 1 公路网现状分析

咸宁市现状公路基本形成了以京珠高速公路为龙头，以国省二级公路为主干，以县乡公路为分支的区域公路网络体系。现有106、107、316等3条国道285.775公里，省道10条，共计466.261km；县道45条1271.641km，乡道3485.751km，村道6364.893km。至2007年底，全市公路通车里程达到11874.321km，公路密度为120.42km/100km2，其中，一级公路75.834km，二级公路828.325km，三级公路559.156km，四级公路5857.665km；从各等级公路所占比重，可见四级与等外级公路占绝大多数，两类公路占全市公路总里程的87.68%。公路行政等级结构中乡道、村道所占比重最大，两者之和占总里程的82.95%。提高公路等级，改善公路等级结构，应该是全市公路网规划的重要任务之一。

## 2 公路网合理规模确定

公路网在不同的发展阶段应有确定的发展规模，它的发展与一定时期社会经济所处的发展阶段状况、规划节点分布状况及交通发展状况密切相关。因此，在进行确定各层次公路理论目标长度时，主要应考虑以区域社会经济指标建立相关的数学分析模型。

由于相同里程不同等级公路的作用相差较大，所以用单纯的公路网总里程无法准确衡量公路网的发达程度，为了寻求一个既能表示公路网长度又能描述公路网等级水平的指标，以此引入公路网等效里程的概念。等效里程是根据各等级公路的全日适应交通量，把不同等级里程换算为二级公路的里程。

建立模型如下：

$$L_{eq}=4L_{sw}+2L_1+L_2+0.5L_3+0.2L_4 \quad (1)$$

式中：$L_{eq}$为等效里程，km；$L_{sw}$为高速公路里程，km；$L_1$为一级公路里程，km；$L_2$为二级公路里程，km；$L_3$为三级公路里程，km；$L_4$为四级公路里程，km。

在本次的研究中针对咸宁市在不同规划期(2010、2015、2020年)的市域公路网进行了计算与分析。

### 2.1 全社会等级公路里程规模

通过同世界上部分国家和地区的路网密度进行对比分析，以人均国民生产总值作为路网密度的变量，构造数学模型进行统计分析，得出一定人均国民生产总值情况下相应的路网密度函数，推算本地区规划期的合理密度，然后计算路网总里程。

根据国土系数理论，公路网长度与经济发展水平、人口及国土面积有关。其关系表达式为：

$$L = \alpha I\sqrt{P \cdot A} = K \cdot \sqrt{P \cdot A} \quad (2)$$

式中：$L$为公路网总里程，km；$\alpha$为国土系数；$I$为平均国民收入，万元；$K$为经济发展水平的系数；$A$为区域面积，$km^2$；$P$为人口数，万人。

利用世界各主要国家的数据进行回归分析，可以拟合出总公路网系数 K 和人均国内生产总值的关系式：$K=6.87269+0.000658663\ P_{GDP}$，(相关系数 $R$=0.9849)

式中：$P_{GDP}$人均国内生产总值，美元/人。

**表1 咸宁市各规划年里全社会公路总里程**

Table 1.The total highway mileage of whole society in each planning year of Xianning

| 规划年份 | 人均 GDP (美元/人) | 人口 P (万人) | 面积 ($km^2$) | 公路总里程 (km) |
|---|---|---|---|---|
| 2007 | 1054 | 281.75 | 9861 | 12612.8 |
| 2010 | 1325.25 | 281.46 | 9861 | 12904.0 |
| 2015 | 1818.32 | 289.27 | 9861 | 13630.3 |
| 2025 | 2947.82 | 303.72 | 9861 | 15254.1 |

## 3 公路网布局

### 3.1 公路网布局分析

依据咸宁市社会经济发展状况、综合运输发展状况、公路网发展现状以及公路网发展目标，按照公路网布局的原则与布局的基本思路，以“节点重要度法”[5]定量分析与“直接连线法”定性分析相结合的方法进行路网布局。

本次公路网布局统一按公路功能分为三个层次，第一层次为国省骨架公路，第二层次为市域快速公路，第三层次为县、乡(村)通达公路。第一层次公路由上级规划确定，第二、三层次公路是本次规划的重点。

### 3.2 规划等级结构计算与路线等级配置

确定出规划路网里程总需求之后，还要计算出各级道路的结构。而现有的路网等级结构计算方法共有的缺点就是将复杂的实际问题转化为简单的数学模型时，不可避免地会出现与实际情况脱节的问题。为了尽量减小其模型带来的误差，规划使用最小费用优化模型时反复进行比较来计算路网等级结构。

优化模型如下：

$$MinI_N = \sum_{j=0}^{5} A_j L_j - I_0 \quad (3)$$

$$L_j^{\ 0} \le L_j \le L_j' \quad (4)$$

$$\sum_{j=0}^{5} L_j \ge L'(j=0,1,2,3,4,5) \quad (5)$$

$$\sum_{J=0}^{5} L_j \ge Q/(S \cdot C_j) \quad (6)$$

式中：$L_N$为公路网规划的总投资(万元)；$L_j$为级公路的规划里程，km；$A_j$为级公路造价(万元/公里)；$j$为公路等级代码，$j$=0,1,2,3,4,5 分别表示高速、一级、二级、三级、四级、等外公路；$I_0$为现有公路折算总值；$L'$为公路网总里程下限值，km；$L_j^{\ 0}$、$L_j'$为$j$级公路的约束条件($j$级公路规划里程的上、下限值)，km；$Q$为未来路网的交通周转量，车公里/d；$S$为规划路网的服务水平系数；$C_j$为$j$级公路通行能力，辆/d。

现有公路折算总值的计算：

$$I_0 = \sum I_i L_i^0 \beta_i \qquad (7)$$

式中：$I_i$ 为现有路网中第 $i$ 段公路的造价，一般取现行相应等级公路的造价，万元/km；$L_i^0$ 为现有路网中第 $i$ 段公路的里程，公里；$\beta_i$ 为现有路网中第 $i$ 段公路的利用率，常用下式表示：

$$\beta = \frac{I_j - I_{j+m\to j}}{I_{j+m}} \quad (0 \le \beta_i \le 1) \qquad (8)$$

$$(0 \le j+m \le 5, 0 \le j \le 5, 0 \le m \le 5)$$

式中：$I_{j+m\to j}$ 表示从 $(j+m)$ 级升级到 $j$ 级的造价，万元/km。

求得的咸宁市各规划特征年各级公路里程需求，如下表所示。

**表 2　咸宁市各级公路规划里程需求**

Table 2.Planning mileage demand of all highway in Xianning

| 年　份 | 2007 年 | 2010 年 | 2015 年 | 2025 年 |
|---|---|---|---|---|
| 高速公路 | 76 | 126 | 292 | 320 |
| 一级公路 | 75.834 | 246 | 474 | 955 |
| 二级公路 | 821.49 | 1039 | 1397 | 1977 |
| 三级公路 | 506.801 | 892 | 1402 | 2420 |
| 四级公路 | 3662.383 | 3630 | 3305 | 2247 |
| 等外公路 | 442.92 | 215 | 0 | 0 |
| 合计 | 5509.428 | 6150 | 6870 | 7920 |

## 4　公路网规划评价

### 4.1　公路网技术评价

由于不同等级公路的通行能力相差很大，仅从路网的实际里程无法判断整个路网的优劣程度，为此，引入了路网的等效里程 $L_{eq}$ 的概念，等效里程以二级公路为标准。$L_{eq}$ 的计算公式见公式（1）。

表 3 为咸宁市各规划年份的公路网总规模。

**表 3　咸宁市规划年路网规模(单位:公里)**

Table 3. Highway net scale in planning year of Xianning(unit:km)

| 年份 | 高速 | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 | 合计 | 等效里程 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2007 | 76 | 75 | 822 | 507 | 3662 | 5509 | 2262 |
| 2010 | 126 | 246 | 1039 | 892 | 3630 | 6150 | 3209 |
| 2015 | 292 | 515 | 1355 | 1402 | 3305 | 6870 | 4917 |
| 2025 | 320 | 955 | 1977 | 2420 | 2247 | 7920 | 6828 |

从上表可以看出，在 2007 年，咸宁市公路网的等效里程与实际里程由较大的差距，表明现状的路网等级较低的道路占有较大的份额，同时规划年前期等级路网里程有大幅度的增长；从 2007～2015 规划年间，等效里程的增加明显快于实际里程，特别是规划年后期，基本是以在改善路网通达功能的同时着重于路网等级的提高；表明咸宁市在近期基础设施建设投入很大，大型项目较多，公路网络建设以高等级公路为主，

2015～2025 年间，咸宁市的公路建设以由数量增加向质量提高转变，等效里程接近实际里程，道路以一、二级公路为主，随着中后期高等级公路的建设，公路网等级将进一步完善。

### 4.2 公路网结构性能评价

4.2.1. 路网密度指标

咸宁市规划公路网密度采用以下两种指标：

面积密度(km/100km$^2$)，计算公式为：

$$DA=\frac{L}{A} \tag{10}$$

人口密度(km/万人)，计算公式为：

$$DP=\frac{L}{P} \tag{11}$$

**表 4 咸宁市公路网密度**

Table 4. Highway net density of Xianning

| 年份 | 面积密度(km/100km$^2$) | 人口密度(km/万人) |
|---|---|---|
| 2006 | 55.8 | 19.5 |
| 2010 | 62.4 | 21.8 |
| 2015 | 69.7 | 23.9 |
| 2025 | 80.3 | 26.1 |

**表 5 咸宁市规划方案等效里程密度**

Table 5. Equivalent mileage density of Xianning planning scheme

| 年份 | 面积密度(km/100km$^2$) | 人口密度(km/万人) |
|---|---|---|
| 2006 | 22.9 | 8.0 |
| 2010 | 30.3 | 10.6 |
| 2015 | 41.7 | 14.2 |
| 2025 | 62.1 | 20.1 |

从表 4、5 中可以看出，咸宁市公路网中等效里程有明显的提高。这是因为咸宁市现状公路网的密度已经达到一定的里程，但是等级较低，未来的规划方案中的建设重点主要集中于低等级公路技术等级和路网等效里程的提高上，而咸宁市社会总里程并没有有太大的改变。这也是路网等效里程大幅度提高的主要原因。

4.2.2. 路网等级水平指数($J$)

路网等级水平是指区域内各路段修正技术等级的加权平均值，公路等级的高低直接影响公路交通运行状况。等级水平的计算公式为：

$$J=\frac{\sum L_i \times J_i}{\sum L_i} \tag{12}$$

式中：$L_i$为第$i$条公路(或路段)的里程；$J_i$为第$i$条公路(或路段)等级换算系数，参照表 6 取值。表 6 列出了公路等级换算系数。

**表 6 公路等级换算系数**

Table 6. Conversion coefficient of highway grade

| 公路等级 | 高速 | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 | 等外 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 换算系数 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

路网等级水平指数为 2.0，表示公路网的平均等级为二级公路；路网等级水平指数大于 2.0，表明公路网的平均等级低于二级公路；路网等级水平指数小于 2.0，表明公路网的平均等级高于二级公路。咸宁市路网等级水平指数从现状的 3.67 到 2025 年的 2.53，升幅比较明显，路网等级提高较大，到远景年的等级水平已达到较高水平。

4.2.3 路网节点连通度(C)

路网节点连通度通过考察网络交通节点的连通状况，从路网布局方面反映公路网的结构特点，定义为规划区域内各节点间依靠公路交通相互连通的强度，在文献[1,2,3]中，提出的公路网连通度的定义大致相同，可以归纳计算公式为：

$$C=\frac{L/\xi}{\sqrt{AN}} \tag{13}$$

式中：$L$ 为区域内的公路网总里程，km；$A$ 为规划区域面积，$km^2$；$N$ 为规划区域应连通的节点数；$\xi$ 为非直线系数。

**表 7　咸宁市规划年公路网节点连通度**

Table 7.Highway net node connectivity in each of the Xianning planning year

| 年份 | 2007 | 2010 | 2015 | 2025 |
|---|---|---|---|---|
| 公路网节点连通度 | 1.44 | 1.60 | 1.79 | 2.06 |
| *公路网节点连通度* | 1.5 | 1.67 | 1.87 | 2.15 |

注：*公路网节点连通度*为扣除水域面积因素得到的各年份公路网节点连通度。

当 C 值接近 1.0 时，路网布局为树状，各节点之间多为两路连通；C 值为 2.0 时，路网布局为方格网状，节点多为四路连通；当 C 值略大于 3.0 时，路网布局为三角网状，节点多为六路连通。

实际规划 C 值与选取的节点关系很大，一般来说，C 值以 2.0～3.0 为宜；对于一般干线公路平均连通度的目标值取 C=2.0～2.5 为宜。如除咸宁水域面积占市域总面积的 $758km^2$ 这一因素，咸宁市到远景年时，一般干线公路网节点连通度比较理想，路网布局基本为方格网状。

4.2.4　区域网值($\varphi$)

区域网值的计算公式为：

$$\varphi=\frac{L}{\sqrt{P\times A}} \tag{14}$$

式中：$L$ 为区域的公路长度(km)；$P$ 为区域人口(万人)；$A$ 为区域面积($km^2$)。

**表 8　咸宁市公路网区域网值**

Table 8. The regional net value of Xianning highway net

| 年份 | 2006 | 2010 | 2015 | 2025 |
|---|---|---|---|---|
| 区域网值 | 3.31 | 3.69 | 4.07 | 4.58<br>58 |

**表 9　咸宁市公路网等效里程区域网值**

Table 9. Equivalent mileage regional net value of Xianning highway net

| 年份 | 2006 | 2010 | 2015 | 2025 |
|---|---|---|---|---|
| 区域网值 | 1.35 | 1.79 | 2.43 | 3.54 |

由表 8、9 可见，等效里程区域网值相对于绝对里程的变化更加明显，尤其到了 2010 后期公路网的等效里程区域网值有了较大的提升。主要是由于这段时间规划的高速公路与一级公路等建设得到了大力的发展，道路等级指数水平高，换算里程大，所以在这期间路网的等效里程增加较多。到 2025 年咸宁市公路网的路网区域网值已接近中等发达国家水平。

4.2.5　路网可达性(T)

公路网的可达性是指在规划区内从某一节点出发通过公路交通抵达任一目的地的行程距离、行程时间或交通费用的大小。对于公路网，采用路网的平均行程时间来表示可达性，显得更为简明。路网的平均出行时间 T[4]，采用矩阵表达形式，即：

$$T=[t_{ij}] \tag{15}$$

式中：$t_{ij}$ 为路网中 $i$、$j$ 点间的最短平均行程时间。

**（上转 46 页）**

# 讨论新形势下交通建设资金面临的问题及对策

汪贵权　黄随贤　廖英俊

谷城县交通运输局

**摘　要：** 本文分析了新的形势下交通基础设施建设资金所面临的问题，探讨了建立完善促进交通可持续发展的筹融资渠道和管理新机制，提出了增强加快交通基础设施建设的资金保障能力的思路，期望对推动交通建设可持续发展有所裨益。

**关键词：** 税费改革　交通建设资金　筹融资

交通是国民经济的基础性产业，又是经济社会发展的先行官。当前，交通运输正处在落实科学发展观，转变发展方式，构建现代交通运输业综合体系，加快“十二五”交通基础设施建设发展的重要时期，加快交通基础设施建设，资金筹措是关键，也是难题，客观分析新的形势下交通基础设施建设资金所面临的问题，探讨建立完善促进交通可持续发展的筹融资渠道和管理新机制，增强加快交通基础设施建设的资金保障能力，具有十分重要的意义。笔者对此仅作粗略概述，以期对推动交通建设可持续发展有所裨益。

## 1　当前，交通建设资金面临的主要问题

### 1.1 交通建设任务重，资金供求矛盾更加突出。

据发布的有关资料数据分析，“十二五”期间，湖北省交通建设静态投资 3059 亿元，比“十一五”1330 亿元投资增长了 230%，交通建设目标提出了“六个翻番”，任务十分繁重，但从目前资金筹措情况看，除可申请落实交通运输部投资和可安排建设资金外，仍有很大缺口。建设资金缺乏将是今后一个时期困扰交通运输发展的最大难题，尤其是成品油税费改革打破了原有的融资平台，并使资金用途和拨款渠道发生了很大变化，导致“十二五”期间交通建设资金需求和供给不足的矛盾将更加突出。

### 1.2 信贷资金受限，筹融资难度进一步加大。

成品油价格和税费改革后形成的中央专项转移支付资金由中央直接征收和分配，通过财政系统直接拨付，交通部门统筹安排和调控建设资金的能力逐步下降，原有的巨额现金流将大大减少，信用等级将大大下降，申请银行贷款难度增加。对到期贷款本金再实行“借新还旧”的办法难以为继。加之 2010 年以来，国家十分重视贷款管理和融资平台清理规范工作，国务院提出清理规范地方政府已设立的融资平台，并先后制定出台了《固定资产贷款管理办法》和《流动资金贷款管理办法》等，造成交通部门筹融资难度进一步加大。

### 1.3 建设成本不断上升，资金到位率较低。

随着建筑材料价格不断上涨，国家土地法律新制度的出台，对征地拆迁的补偿标准和补偿形式提出新要求，同时，由于各地在公路建设在计划安排上一般采取先易后难的办法，越往后计划建设的公路项目越靠近山区，地理条件非常复杂，建设难度逐渐加大，这些都直接导致公路建设成本上升。另外各地公路水路基础设施建设普遍存在地方配套资金没有着落、资金到位率较低的问题，尤其是贫困地区更为突出。

**1.4 资金管理方式转变后不确定因素增多，影响交通建设正常运转。**

税费改革后，替代“六费”的燃油消费税收入由中央财政通过转移支付分配给地方，财政转移支付的交通建设资金需逐级核拨，不确定因素很多，导致规模和到位时间等均不能适应交通建设项目的需要，同时由于改变了以前“六费”的资金运转方式，交通部门丧失了利用解缴规费时间差，用于周转的必要的流动资金。加之一些重点工程建设配套资金和政策不到位，造成交通建设资金缺口加大，影响到交通建设的正常运转，2011年，在一些地方很多计划项目由于缺乏建设资金而滞后开工。

**1.5 财政投入比例明显偏低，交通建设负债过重影响到可持续发展。**

据调查在多渠道的交通投融资体系中，商业银行信贷资金占主要份额，政府财政投入较小，占20%以下，政府投入比例过低不利于交通建设项目的市场融资和资本运作。同时由于交通建设的贷款数额较大，导致每年向银行还本付息压力很大。一些地方上面拨付的转移支付的交通建设资金一通过银行，就被银行用于扣除债务和利息，债务和债务风险问题在一段时间内困扰着交通可持续发展。

**1.6 国家财政体制改革给交通建设资金管理工作带来新的挑战。**

税费改革以来，国家财政体制改革正在不断深化，各项配套措施正在不断完善。国家实施一系列财政改革主要是建立市场经济条件下公共财政体系，新的管理机制突破了传统的筹融资、财务和资金管理模式，如何实现转变并推进交通建设资金管理的精细化、科学化，完善交通建设资金管理体制和制度建设等是新的挑战。

## 2 对策及建议

当前，交通建设面临的资金困难和问题，是在成品油价格和税费改革将对现行交通建设投资体制机制进行新的构架形势下出现的，随着改革的不断深入，依法以税筹集交通建设资金的长效机制和市场经济条件下公共财政体系的不断完善，交通建设资金问题将从根本上得以解决。但作为交通运输部门不能坐而待之，而应积极应对，着力转变思想观念、准确把握角色定位，切实把转方式、调结构、拓思路作为破解当前制约交通资金问题和难题的突破口，积极探索建立促进交通可持续发展的筹融资机制和资金保障机制，创新和完善交通基础建设发展的投融资方式方法，保障交通基础设施建设发展的资金需要。其对策及建议如下：

**2.1 尽快完善并适应新的交通基础设施建设筹融资机制。**

依据2010年5月，国务院发布了《关于鼓励和引导民间投资健康发展的若干意见》，积极探索“政府主导投资，市场运作资本”的多元化筹融资机制和方式，大力推进交通基础设施建设的市场化进程，推进和完善社会参与机制，通过发行债券、资产证券化等金融工作综合运用，拓宽发展社会性投融资渠道，鼓励国内外经济组织和社会资本、民间资本依法投资交通基础设施项目建设和经营。探讨组建规范和形式多样化的公路、港航、场站项目建设和开发经营公司，积极搭建新的融资平台，以财政和政府投入的资金作为资本金，充分利用国内外资本市场筹资，采取直接投资、BOT、收费公路权益转让等运作方式进行融资建设和运营管理。积极争取地方政府利用土地、税收、矿产等资源收入，支持沿线交通基础设施建设。研究建立政府基础设施建设风险补偿机制，通过政府规划、合理引导，建立健全科学的价费机制和投资补偿机制等配套措施，灵活运用政府补贴、财政贴息、价格等多种手段，引导社会投资，优化投资结构，确保投资者的合法利益得到有效保护，营造良好的交通筹融资环境。

**2.2 切实解读交通建设项目的筹融资新政策，理清筹融**

资新思路。

用好用活中央转移支付资金和地方财政资金政策，区分不同类型的交通建设项目，运用不同的投资政策，发挥不同筹资主体的优势，最大限度地争取中央财政资金和地方财政资金对交通事业的支持。对于普通公路、公益性港航、场站等基础设施项目，坚持以各级政府投资为主，辅以必要的政策扶持，吸引社会投资者参与交通建设；对于交通主管部门主导建设的政府还贷型收费公路，资本金的筹措坚持以各级政府提供财政性资金为主，引导社会投资者参与交通建设；对于特许经营的经营性公路、港口、场站等交通基础设施，以特许经营者作为筹资建设主体，通过市场化运作筹措资金；对于经济效益较差的交通项目，建议政府辅以必要的政策和资金支持。严格按照成品油价格和费税改革后形成的“交通资金属性不变、资金用途不变、地方预算程序不变、地方事权不变”的政策规定，确保成品油价格和税费改革中央专项转移支付资金中原公路水路建管养支出部分全部用于普通公路、水路交通建设、养护及债务偿还。

**2.3 努力降低交通建设筹融资成本。**

在筹措信贷资金方面，除充分利用好银行贷款这一主要方式外，充分利用各种金融工具，如信托产品、保险产品、资产证券化产品等多种形式，尽量保持信贷筹融资形式多样化和结构合理化，最大限度降低筹资成本。同时，在筹集银行贷款等债务性资金时，统筹考虑长短期债务结构和偿还能力，最大限度地防范财务风险，提高资金的安全性和有效性。

**2.4 积极做好交通建设资金项目的争取工作。**

积极争取国家及各级交通建设定额补助，为交通建设资金提供基本保障。积极争取地方政府积极协调财政部门将本级财政预算安排的交通建设资金及时足额拨付；积极争取地方政府落实各项工程项目配套资金；积极做好与财政部门的协调工作，对在建和即将开工建设的项目，上级补助资金已经明确的，要争取转移支付资金到达后早日划拨，早日到位；对已列入计划但投资未完全落实的，争取早日落实，对区域性关联项目，发挥地区优势，积极协调，促成关联项目的早立项、早开工。

**2.5 严格交通建设资金的管理、使用和监督。**

建立健全财务管理制度，确保交通建设资金安全完整。加强对交通工程建设资金监督检查，保证资金正常运行；严格控制建设成本，抓好工程项目审计和经济责任审计，确保交通建设资金使用效益。

新形势给交通建设筹融资和管理工作带来现实的困难，但也带来了新的机遇。交通运输部门应变压力为动力，化挑战为机遇，不断开拓新思路，进一步促进交通事业科学发展、快速发展、安全发展、协调发展。




1

# 学会活动

## 全省公路养护新技术观摩会暨公路养护座谈




2



3



4

10月25日—26日，省公路局和省公路学会联合举办了“全省公路养护新技术观摩会暨公路养护座谈会”。

1 座谈会现场

2 省公路局副局长、省公路学会副理事长章征春讲话

3 4 5 观摩现场



5




内部资料　　免费赠阅