

ICS

团体标准

T/CHTS XXXXX-20XX

公路湿法岩沥青改性沥青路面施工 技术指南

Technical Guideline for Construction of Modified Asphalt
Pavement with Wet Rock Asphalt

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

本规则版权为中国公路学会所有。除用于国家法律法规规定用途，或事先得到中国公路学会文字上的许可，不得以任何形式擅自复制、改编、汇编、翻译、发行或传播本标准。

中国公路学会地址：北京市朝阳区安华路 7 号

电话：010-64288725

网址：<http://www.chts.cn/> 电子信箱：CHTS-S@qq.com

团体标准

公路湿法岩沥青改性沥青路面施工技术指南

Technical Guideline for Construction of Modified Asphalt Pavement with
Wet Rock Asphalt

T/CHTS XXXXX-20XX

主编单位：交通运输部科学研究院

发布单位：中国公路学会

实施日期：2019 年××月××日

人民交通出版社股份有限公司

中国公路学会关于发布《公路湿法岩沥青改性 性沥青路面施工技术指南》的

公 告

×××× (文号)

现发布中国公路学会标准《公路湿法岩沥青改性沥青路面施工技术指南》(T/CHTS ×××××—×××××), 自 2019 年××月××日起实施。

《公路湿法岩沥青改性沥青路面施工技术指南》(T/CHTS ×××××—×××××) 的版权和解释权归中国公路学会所有, 并委托主编单位交通运输部科学研究院负责日常解释和管理工作。

中国公路学会

XXXX 年 XX 月 XX 日

前 言

天然岩沥青改性沥青采用“活化”湿法加工工艺，可解决大规模生产的技术难题，本指南是在系统总结天然岩沥青研究成果和工程应用经验的基础上编制而成。

本指南按照《中国公路学会标准编写规则》（T/CHTS 10001）编写。本指南共分为6章、2个附录、1个用词说明、1个条文说明，主要内容包括：总则、术语、材料要求、配合比设计、施工及质量控制等。

标准实施过程中，请将发现的问题和对标准的意见建议反馈至交通运输部科学研究院（地址：北京市朝阳区惠新里 240 号，联系方式：010-58278695，电子邮箱：676247365@qq.com），供修订时参考。

本标准由交通运输部科学研究院提出，受中国公路学会委托，由李亚非负责具体解释工作。

主编单位：交通运输部科学研究院

参编单位：湖北正康天然沥青科技有限公司、安徽省公路工程检测中心、新疆生产建设兵团公路科学技术研究所。

主要起草人：陈景、李亚非、闫瑾、张德军、罗代松、李霖、方晓坤、陈明、沈训龙、田春林、彭琴、张立敏、屈磊、田苗苗、程寅、葛章顺、沈俊庆、琚晓辉、朱逢超、桂启涛。

主要审查人：

目 次

1 总则	1
2 术语	1
3 材料	1
4 配合比设计	4
5 施工	8
6 施工质量控制	9
附录 A 岩沥青活化检测试验方法	12
附录 B 岩沥青湿法加工工艺	14
用词说明	15
条文说明	16

公路湿法岩沥青改性沥青路面施工技术指南

1 总则

- 1.0.1 为指导公路路面湿法岩沥青改性混合料设计、施工，提高路面质量，制定本指南。
- 1.0.2 本标准适用于各等级公路新建或改建工程沥青路面。
- 1.0.3 公路路面湿法岩沥青改性混合料的设计与施工除应符合本指南规定外，尚应符合有关法律法规及国家、行业现行有关标准的规定。
- 1.0.4 本指南未尽事项均参照现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）的有关规定执行。

2 术语

2.0.1 岩沥青活化

将岩沥青磨细至规定粒度范围后，在 150℃~180℃温度范围内加热，使岩沥青颗粒缝隙内沥青覆盖岩沥青颗粒表面的加工工艺，检测方法见附录 A。

2.0.2 岩沥青湿法加工工艺

将岩沥青与基质沥青（亦可掺加一定比例的添加剂）按一定比例采用专用设备搅拌、研磨、反应制成改性沥青，并用于生产改性沥青混合料的工艺，见附录 B。

2.0.3 岩沥青掺量

以岩沥青与基质沥青的质量百分比计算（外掺），以百分比（%）计，计算公式如下：

$$W=\frac{m_B}{m_b}$$

式中： m_B —岩沥青质量，单位为克（g）； m_b —基质沥青质量，单位为克（g）；

W —外掺比例。

3 材料

3.1 岩沥青

- 3.1.1 岩沥青应符合《沥青混合料改性添加剂第 5 部分：天然沥青》JT/T860.5-2014 中要

求。

3.2 岩沥青改性沥青

3.2.1 岩沥青改性沥青应符合表 3.2.1 中的规定。

表 3.2.1 岩沥青改性沥青技术要求

试验项目		单位	技术要求			试验方法
			I 型	II 型	III 型	
针入度 (25℃, 100g, 5s)		0.1mm	60-80	40-60	30-40	T0604
针入度指数 PI, 不小于		/	-1.0	-0.8	-0.6	T0604
软化点 $T_{R\&B}$, 不小于		℃	>50	>54	>58	T0606
运动粘度 (135℃)		Pa·s	<3			T0620
闪点		℃	≥230			T0611
溶解度 (三氯乙烯)		%	76~90			T0607
灰分		%	6~20			T0614
TFOT	质量变化	%	±0.8			T0609
	针入度比 (25℃, 100g, 5s)	%	≥57	≥60	≥63	T0604
备注		①现场制作岩沥青改性沥青宜随配随用, 贮存时间不宜超过 24h; ②在进行岩沥青改性沥青性能试验时, 应采用 0.6mm 的滤筛过筛。③岩沥青改性沥青成品在长途运输过程中, 运输储存罐应增加搅拌设备。				

3.3 粗集料

3.3.1 粗集料技术要求应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 粗集料技术要求

指 标		单位	高速公路 及一级公路	其他等级公路	试验方法
石料压碎值	不大于	%	26	30	T 0316
洛杉矶磨耗损失	不大于	%	28	35	T 0317
表观相对密度	不小于	t/m ³	2.60	2.45	T 0304
吸水率	不大于	%	2.0	3.0	T 0304
坚固性	不大于	%	12	—	T 0314

粘附性	不小于		4	3	T 0616
针片状颗粒含量（混合料）不大于	%		15	20	T 0312
其中粒径大于 9.5mm 不大于	%		12	—	
其中粒径小于 9.5mm 不大于	%		18	—	
水洗法<0.075mm 颗粒含量 不大于	%		1	1	T 0310
软石含量	不大于	%	3	5	T 0320

注：粗集料的其他要求参照现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）执行。

3.3.2 粗集料粒径规格应按表 3.3.2 的规定加工和使用。

表 3.3.2 粗集料规格

规格 名称	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)												
		106	75	63	53	37.5	31.5	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
S7	10~30					100	90-100	—	—	—	0-15	0-5		
S8	10~25						100	90-100	—	0-15	—	0-5		
S9	10~20							100	90-100	—	0-15	0-5		
S10	10~15								100	90-100	0-15	0-5		
S11	5~15								100	90-100	40-70	0-15	0-5	
S12	5~10									100	90-100	0-15	0-5	
S13	3~10									100	90-100	40-70	0-20	0-5
S14	3~5										100	90-100	0-15	0-3

3.4 细集料

3.4.1 细集料技术要求应符合表 3.4.1 的规定。

表 3.4.1 细集料技术要求

项	目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	不小于	t/m ³	2.50	T 0328
坚固性(>0.3mm 部分)	不小于	%	12	T 0340
含泥量(小于 0.075mm 的含量)	不大于	%	3	T 0333
砂当量	不小于	%	60	T 0334
亚甲蓝值	不大于	g/kg	25	T 0346
棱角性(流动时间)	不小于	s	30	T 0345

注：细集料的其他要求参照现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）执行。

3.4.2 细集料规格应符合表 3.4.2 的规定。

表 3.4.2 细集料规格

规格	公称粒径 (mm)	水洗法通过各筛孔的质量百分率(%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S15	0~5	100	90~100	60~90	40~75	20~55	7~40	2~20	0~8
S16	0~3		100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~12

3.5 填料

3.5.1 填料宜采用石灰岩石料经磨细得到的矿粉。高速公路、一级公路禁止使用拌合机回收粉料。矿粉的技术指标应符合表 3.5.1 的相关规定。

表 3.5.1 矿粉技术要求

项 目		单 位	技术要求	试验方法
表观相对密度 不小于		t/m ³	2.50	T 0352
含水量 不大于		%	1	T0103 烘干法
粒度范围	<0.6mm	%	100	T 0351
	<0.15mm	%	90~100	
	<0.075mm	%	75~100	
外观		—	无团粒结块	—
亲水系数		—	<1	T 0353
塑性指数		—	<4	T 0354
加热安定性		—	实测记录	T 0355

4 配合比设计

4.1 岩沥青改性混合料级配范围

4.1.1 岩沥青改性混合料配合比设计根据沥青混合料类型进行，本标准主要针对 AC 类沥青混合料，其级配范围应符合表 4.1.1 中的相关规定。其他类型参照 JTG F40-2004 的相关规定执行。

表 4.1.1 矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)												
		31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
粗粒式	AC-25	100	90-100	75-90	65-83	57-76	45-65	24-52	16-42	12-33	8-24	5-17	4-13	2-6
中粒式	AC-20		100	90-100	78-92	62-80	50-72	26-56	16-44	12-33	8-24	5-17	4-13	2-6
	AC-16			100	90-100	76-92	60-80	34-62	20-48	13-36	9-26	7-18	5-14	3-7
细粒式	AC-13				100	90-100	68-85	38-68	24-50	15-38	10-28	7-20	5-15	3-7
	AC-10					100	90-100	45-75	30-58	20-44	13-32	9-23	6-16	3-7
砂粒式	AC-5						100	90-100	55-75	35-55	20-40	12-28	7-18	4-9

4.2 岩沥青改性混合料设计方法和技术要求

4.2.1 岩沥青改性混合料应采用马歇尔配合比设计方法进行马歇尔试验与性能检验,具体设计指标见《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)中规定。

4.2.2 岩沥青改性混合料性能技术要求应符合表 4.2.1、表 4.2.3、表 4.2.4 的要求,宜符合表 4.2.2 的要求。

表 4.2.1 岩沥青改性混合料车辙试验动稳定度技术要求

气候条件与技术指标		相应于下列气候分区所要求的动稳定度(次/mm)								试验 方法	
七月平均最高气温(℃) 及气候分区		>30				20~30					<20
		1. 夏炎热区				2. 夏热区					3. 夏凉区
		1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4		3-2
技术要求	不小于	2600		3000		2200	2600			2000	T 0719

表 4.2.2 岩沥青改性混合料低温弯曲试验破坏应变(με)技术要求

气候条件与技术指标		相应于下列气候分区所要求的破坏应变(μɛ)										试验 方法
年极端最低气温(℃) 及气候分区		<-37.0		-21.5~-37.0			-9.0~-21.5			>-9.0		
		1. 冬严寒区		2. 冬寒区			3. 冬冷区			4. 冬温区		
		1-1	2-1	1-2	2-2	3-2	1-3	2-3	1-4	2-4		
技术要求	不小于	3000		2800			2500					T 0715

表 4.2.3 岩沥青改性混合料水稳定性检验技术要求

气候条件与技术指标		相应于下列气候分区的技术要求 (%)				试验 方法
年降雨量(mm)及气候分区		>1000	500~1000	250~500	<250	

	1.潮湿区	2.湿润区	3.半干区	4.干旱区	
浸水马歇尔试验残留稳定度(%) 不小于					
技术要求	90		85		T 0709
冻融劈裂试验的残留强度比(%) 不小于					
技术要求	80		75		T 0729

表 4.2.4 沥青混合料试件渗水系数(ml/min)技术要求

级配类型	渗水系数要求(ml/min)	试验方法
技术要求 不大于	120	T 0730

4.2.3 岩沥青改性混合料的矿料级配、最佳沥青用量、添加剂类型与用量应通过目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段确定。

4.3 目标配合比设计

4.3.1 岩沥青改性混合料的目标配合比设计宜按如下步骤进行。

1 矿料级配初选。按照表 4.1.1 矿料级配范围，结合已有工程经验，初选 3 组矿料级配，根据当地的实践经验选择适宜的沥青用量，分别制作 3 组级配的马歇尔试件，测定 VMA，初选一组满足或接近设计要求的级配作为设计级配。

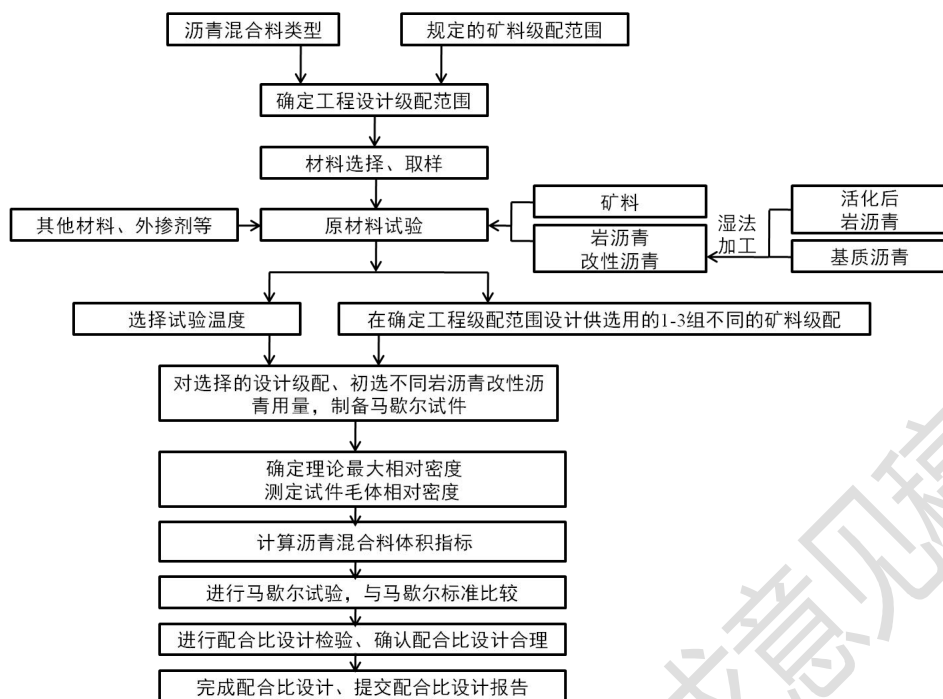
2 岩沥青掺量的确定。岩沥青掺量一般宜为基质沥青掺量的 10%~30%（外掺），并结合项目所在地区的气候和交通等条件、根据试验检测结果进行适当调整。岩沥青掺量的确定还应考虑：

- (1) 岩沥青的天然沥青含量及品质确定；
- (2) 按照拌合站给出的油石比掺加相对应的岩沥青的掺量；
- (3) 使用层次、费用成本等因素；
- (4) 已有工程使用技术经验，特别是本地区应用岩沥青路面使用性能良好的工程案例。

3. 最佳改性沥青用量确定。按照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）中方法确定，示例见条文说明。

4 混合料性能验证。以确定的矿料级配和最佳沥青用量拌和沥青混合料，制备试件，分别进行浸水马歇尔试验、冻融劈裂试验、动稳定度试验和低温弯曲试验，其试验指标均应满足 4.2.2 中规定的技术要求。

5 在各项指标均满足 4.2.2 技术要求的情况下，出具配合比设计报告。



4.3.1 岩沥青改性混合料配合比设计流程图

4.3.2 岩沥青改性沥青混合料室内拌和及成型温度控制应符合表 4.3.2 的要求。

表 4.3.2 岩沥青改性混合料室内试验温度与拌和时间控制

工艺环节	单位	技术参数
沥青加热温度	℃	155~165
集料加热温度	℃	集料加热温度比沥青温度高 10~30
沥青混合料拌和温度	℃	165~175
试件击实或压实温度	℃	155~165
拌和时间	s	180

4.4 生产配合比设计

4.4.1 按规定方法取样测试各热料仓的材料级配，确定各热料仓的配合比，供拌和机控制室使用。同时选择适宜的筛孔尺寸和安装角度，尽量使各热料仓的供料大体平衡。

4.4.2 取目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC、OAC±0.3%等 3 个沥青用量进行马歇尔试验

和试拌，通过室内试验及从拌和机取样试验，综合确定生产配合比的最佳沥青用量，且确定的最佳沥青用量与目标配合比设计的最佳沥青用量的差值不宜大于±0.2%。

4.5 生产配合比验证

4.5.1 按生产配合比结果进行混合料试拌、铺筑试验段，并取样进行马歇尔试验；从试验路段钻取芯样测试空隙率；综合确定生产配合比，并进行车辙试验、浸水马歇尔和冻融劈裂试验。

4.5.2 确定的生产配合比在施工过程中不得随意变更，对其生产过程应加强跟踪检测，严格控制进场材料的质量。当沥青混合料的矿料级配、空隙率等技术指标不符合要求时，应及时调整配合比；当原材料发生变化时，应重新进行配合比设计。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 岩沥青改性混合料路面施工除满足 5.2 节~5.4 节的要求外，应按照现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定执行。

5.2 施工温度

5.2.1 岩沥青改性混合料施工温度应按照表 5.2.1 的范围选用。

表 5.2.1 岩沥青改性混合料的施工温度

工序	温度（℃）
沥青加热温度	150~160
改性沥青现场制作温度	155~165
成品改性沥青加热温度，不大于	175
集料加热温度	集料加热温度比沥青温度高 10~30
沥青混合料出料温度	160~175

混合料贮料仓贮存温度	贮料过程中温度降低不超过 10
混合料废弃温度，高于	195
运输到现场温度，不低于	155
混合料摊铺温度，不低于	150
开始碾压的混合料内部温度，不低于	140
碾压终了的表面温度，不低于	90
开放交通的路表温度，不高于	50

5.2.2 采用其它石油沥青、聚合物改性沥青或掺加添加剂拌和的岩沥青改性混合料，其施工温度应通过试验确定。

5.3 拌合

5.3.1 岩沥青改性混合料宜采用间歇式拌和机拌和，并逐盘采集材料用量和沥青混合料拌和量、拌和温度等数据。同时，每个台班结束时应进行数据汇总，用于混合料生产质量及铺筑厚度的总量检验。总量检验的数据有异常波动时，应立即停止生产，分析原因。。

5.3.2 岩沥青改性混合料拌和时间应通过试拌确定，确保沥青完全裹覆集料。拌和机每盘的生产周期不宜少于 45s（其中湿拌时间不少于 30s）。当采用聚合物改性沥青或掺加添加剂时，其拌和时间宜延长 5s 以上。

5.4 压实及成型

5.4.1 按生产配合比验证阶段确定的碾压机具组合及工艺进行压实作业。

6 施工质量控制

6.0.1 相同原材料、相同配合比和生产工艺所拌和的岩沥青改性混合料应按以下要求进行抽检：

1 按 3000t/台班为一批，不足 3000t/台班时按一批，进行矿料级配、沥青结合料用量和空隙率抽检；

2 按 10000t/台班为一批，超过 3000t/台班不足 10000t/台班时按一批，进行浸水马歇尔、冻融劈裂强度比、动稳定度和低温弯曲试验破坏应变抽检；

3 当原材料（集料、填料、沥青结合料等）来源、种类、规格，或拌和的沥青混合料出现明显变化时，按第 4 章要求重新进行配合比设计；

4 采用添加剂时，添加剂的技术要求应根据目标配合比确定的指标进行验收。

6.0.2 岩沥青改性沥青的检查项目与频度应符合表 6.0.2 的规定。

表 6.0.2 岩沥青改性沥青施工过程中质量检查的项目与频率

检测项目	检测频率	试验规范规定的平行试验次数或一次试验的试验数
针入度（25℃，100g，5s）	每天 1 次	3
软化点（℃）	每天 1 次	2
灰分	每天 1 次	2

6.0.3 岩沥青改性混合料路面施工过程中工程质量的检查内容、频率、允许偏差应符合表 6.0.3 的规定。

表 6.0.3 岩沥青改性混合料路面施工过程中工程质量的控制标准

检测项目	检测频率	质量标准	试验方法
外观	随时	均匀、色泽亮、无花白、离析、油团	目测
混合料出场温度	逐车检测评定	符合本指南规定	自动检测与打印、存储
混合料温度波动	逐盘检测记录，每天标准差评定	符合本指南规定	自动检测与打印、存储
级配检查	每日 2 次	0.075mm: ±1.5%; 2.36/4.75mm: ±3%;	JTG E20 T0725 或 T07325

		其他筛孔: $\pm 3\%$	
	逐盘在线检测	0.075mm: $\pm 1.0\%$; 2.36/4.75mm: $\pm 2\%$; 其他筛孔: $\pm 3\%$	自动检测与打印、存储
油石比	每日汇总	$\pm 0.3\%$	燃烧法或 T 0722
	逐盘在线检测	$\pm 0.2\%$	自动检测与打印、存储
岩沥青掺量	每日汇总	$\pm 0.1\%$	总量检验
	逐盘在线检测	$\pm 0.2\%$	自动检测与打印、存储
最大理论密度	每日 1 次	实测记录	JTG E20 T0711
马歇尔试件空隙率	每日 2 次	与设计偏差 $\pm 1.0\%$	JTG E20 T070 或 T0709
马歇尔试件 矿料间隙率	每日 2 次	与设计偏差 $\pm 1.0\%$	JTG E20 T070 或 T0709
马歇尔稳定度、流值	每日 2 次	符合本指南规定	JTG E20 T070 或 T0709
马歇尔残留稳定度	每 2 日 1 次	符合本指南规定	JTG E20 T070 或 T0709
动稳定度	每 2 日 1 次	符合本指南规定	JTG E20 T0719

附录 A 岩沥青活化检测试验方法

A.1 试验仪器

A.1.1 坍落度桶：上口 100mm，下口 200mm，高 300mm。

A.1.2 钢尺：量程 50cm，刻度 0.1cm。

A.1.3 托盘

A.1.4 隔离剂：甘油：滑石粉=2:1 或 黄油

A.1.5 烘箱

A.1.6 橡胶板：0.2cm-0.5cm 厚

A.1.7 砝码：圆柱状，500g

A.2 取样

A.2.1 在活化岩沥青成品区取样，随机分取 10 个不同位置的岩沥青，每袋分取上、中、下三个部位，每个部位取 200，共计 6kg。

A.3 实验准备

A.3.1 提前打开烘箱，温度设定为 60℃，室温控制在 25℃。

A.3.2 按照 T0305-1994 方法测试岩沥青的含水率，含水率低于 1%可进行下一步试验。

A.3.3 将岩沥青搅拌均匀分成三份，每份约 2kg。

A.4 操作步骤

A.4.1 将三份岩沥青、砝码、坍落度桶、托盘置入 60℃烘箱中，养护 1h。

A.4.2 将坍落度桶内壁均匀涂抹隔离剂后，放在托盘中央，一边将岩沥青倒在里面，一边用钢尺轻轻抚平岩沥青表面，岩沥青表面高度高于坍落度桶上沿约 1cm 为止。不得刻意压实或捣实岩沥青。

A.4.3 将橡胶板底部均匀涂抹隔离剂，放在岩沥青上，刚好遮盖住整个表面位置为宜，将 500g 的砝码加在橡胶板正中心处。

A. 4. 4 将托盘置入烘箱中，烘箱温度升至 60℃时开始计时，保持 15min，过程温度控制在 60℃（±0.5℃）。

A. 4. 5 打开烘箱，取下砝码、橡胶板。用钢尺刮掉超出坍落桶上沿的岩沥青，使岩沥青面和坍落桶边缘在一个平面上，取下坍落桶。整个过程在烘箱中操作，时间不得超过 1min。

A. 4. 6 关闭烘箱，10min 后测量坍落高度 a。

A. 5 计算

A. 5. 1 坍落度小于 150mm 时活化合格。

附录 B 岩沥青湿法加工工艺

B.1 岩沥青湿法加工工艺流程及设备

B.1.1 岩沥青改性沥青活化湿法加工流程，主要包括四个步骤（见图 1）

- （1）岩沥青的添加；
- （2）基质沥青、活化后岩沥青等原材料的预混；
- （3）混合物经过研磨设备的研磨；
- （4）岩沥青改性沥青的反应过程及存储；

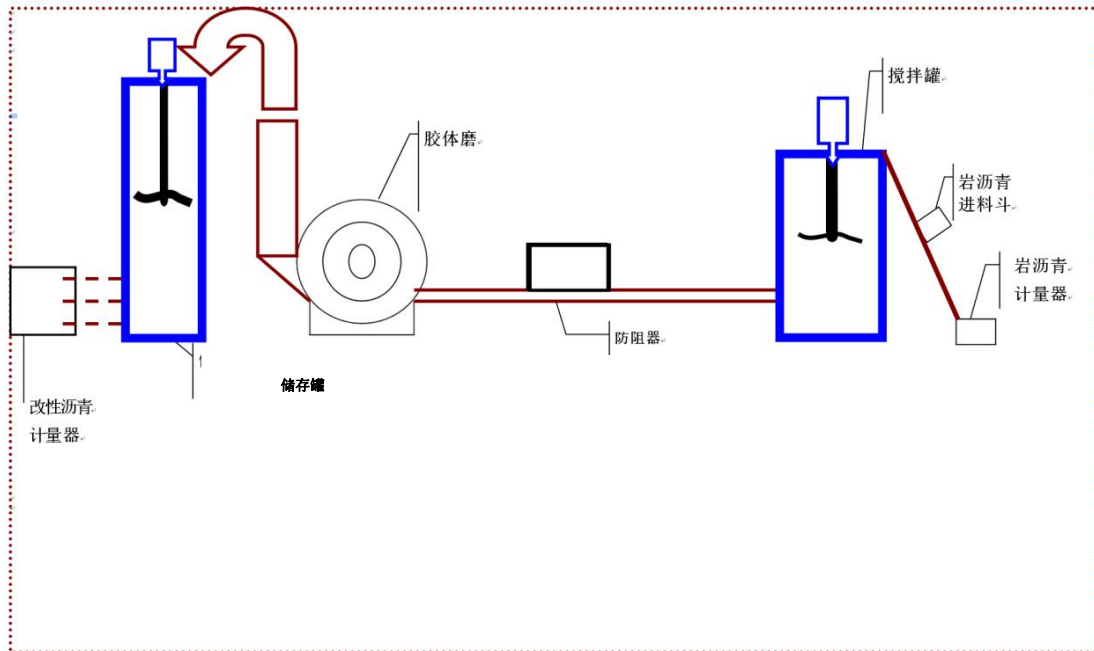


图 1 岩沥青改性沥青湿法加工流程图

B.2 岩沥青改性混合料加工前准备

B.2.1 岩沥青改性沥青制备设备应靠近拌合站，减少导热油套管的长度，降低输送过程中的热损失；

B.2.2 岩沥青改性沥青生产前，应对设备的计量装置、温度控制装置进行专门标定；

B.2.3 在正式生产前，岩沥青改性沥青设备应进行试生产，检测设备的运行状况。

B.2.4 在正式生产前应对现场操作人员进行安全及技术交底，现场操作人员必须佩戴安全帽、隔热手套等安全设施。

用词说明

1 本指南执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准或行业标准时，应表述为“应符合×××××的有关规定”。(×××××为标准编号)

2) 当引用标准中的其他规定时，应表述为“应符合本指南第×章的有关规定”、“应符合本指南第×.×节的有关规定”、“应按本指南第×.×.×条的有关规定执行。”

条文说明

1 总则

岩沥青在公路沥青路面中的应用包括“干法”工艺与“湿法”工艺，本标准仅针对“湿法”工艺。

2 术语

岩沥青活化预处理是制备岩沥青改性沥青的关键工艺，未经活化的岩沥青，天然沥青分布在岩石的缝隙中，改性基质沥青的效果差；活化后的岩沥青，岩沥青内 95%以上的天然沥青覆盖在岩石表面，有效促进了岩沥青极性官能团与基质沥青中活性基团（羧基、醛、羰基、萘等）的交联聚合，改善了基质沥青分子的排列方式和网状结构（结点和强度），增强了沥青内聚力，使得岩沥青改性沥青的流动性、抗氧化性、粘附性和感温性等获得明显的提高，进而提高岩沥青改性混合料的抗高温、抗水损坏及抗疲劳性能，改性效果大幅提升。同时，考虑到活化的概念系首次提出，无相关试验检测方法，课题组提出利用塌落度桶检测岩沥青的活化完成程度，具体方法见附录 A。

岩沥青湿法加工工艺见附录 B，值得指出的是，为了满足不同气候分区的需求，加工过程中会添加不同种类与不同比例的添加剂，与岩沥青复合改性沥青，以满足现行规范要求。对于掺量而言，为了方便计算，本规范中岩沥青与外掺剂均采用外掺的计算方法。

3 材料

本标准中采用的岩沥青主要是印尼布敦岛产的布敦岩沥青，在配置不同种类的岩沥青改性沥青时会参配一定比例的伊朗岩沥青与北美岩沥青，因此，要求岩沥青自身技术指标应满足《沥青混合料改性添加剂 第 5 部分：天然沥青》JT/T860.5-2014 中的规定。

岩沥青改性沥青与其他种类的改性沥青相比，特点在于含有灰分，通过胶体磨的研磨作用，灰分颗粒粒度一般在 120 目以上，均匀的分布在沥青中，因此，岩沥青改性沥青的性质与这种材料分布特征具有直接关系。当采用延度试验检测岩沥青改性沥青的延度时，往往会在灰分颗粒处产生应力集中，试件被拉断，不同组的试验结果离散性极大，通过 PG 分级试验，岩沥青改性沥青 BBR 试验结果可达到-22℃，同时岩沥青改性沥青混合料低温弯曲试验破坏应变($\mu\epsilon$)也可满足现有规范对于改性沥青混合料的要求，因此，在岩沥青改性沥青技术指标中不再提出延度的技术要求。

对于集料而言，突出了高速公路与一级公路粗集料的技术指标，将其他公路等级的指标划到其他一类，由于岩沥青改性沥青中含有一定的灰分，因此，细集料主要提高了 0.075mm 粒径的要求。

4 配合比设计

目前而言,岩沥青改性混合料应用较多的混合料类型均为密级配 AC 类混合料,在应用过程中发现,由于岩沥青改性沥青中灰分的存在,在级配设计时 0.075mm 的通过率应下调 1%,因此推荐的 AC 类沥青混合料的级配范围与部颁规范相比,仅调整了 0.075mm 的通过率,其他类型沥青混合料可以参考。

岩沥青改性混合料设计方法和技术要求中,提高了混合料的车辙试验动稳定度与浸水马歇尔试验残留稳定度的技术要求,与部颁规范中改性沥青混合料的技术指标相比,岩沥青改性混合料的动稳定度至少可以提高 200 次/mm,浸水马歇尔试验残留稳定度至少可提高 5%,以上数据是大量室内试验与工程实践所总结提炼而来,也是岩沥青改性混合料性能的体现。

(1) 原材料试验结果

以布敦岩沥青改性沥青混合料 AC-13C 为例,进行目标配合比设计。本次目标配合比设计,沥青采用 70 号 A 级道路石油沥青;岩沥青采用湖北正康天然沥青科技有限公司生产的布敦岩沥青;粗集料采用玄武岩碎石和石灰岩碎石;细集料采用石灰岩细集料,规格分别为玄武岩 1#(9.5~13.2)mm、玄武岩 2#(4.75~9.5)mm、石灰岩 3#(2.36~4.75)mm、石灰岩 4#(0~2.36)mm。各种原材料技术要求及检测结果如下:

表 4-1 70 号 A 级道路石油沥青基本指标技术要求与试验结果

试验项目	单位	技术要求	试验结果	检测方法
针入度(25℃, 100g, 5s)	0.1mm	60~80	68	T0604
软化点(R&B)	℃	≥46	47.5	T0606
延度(15℃, 15±0.25cm/min)	cm	≥100	>100	T0605

表 4-2 布敦岩沥青基本指标技术要求与试验结果

试验项目		单位	技术要求	试验结果	试验方法
含水量		%	<2	1.8	T0332
灰分含量		%	≤80	61.7	T0735
密度		g/cm ³	>1.6	1.710	T0328
颜色		/	黑色、褐色粉末	褐色粉末	目测法
粒度范围	4.75mm	%	100	100	T0327
	2.36mm	%	95~100	95.8	
	1.18mm	%	>80	82.8	

岩沥青掺量一般宜为基质沥青掺量的 10%~30%,并结合项目所在地区的气候和交通等条件、岩沥青掺量根据试验检测结果进行适当调整。本次示例采用岩沥青外掺 30%制备布敦岩沥青改性沥青成品。具体试验检测指标见表 4-3。

表 4-3 布敦岩沥青改性沥青基本指标技术要求与试验结果

试验项目		单位	试验结果	技术要求	检测方法
针入度 (25℃, 100g, 5s)		0.1mm	43	40~60	JTG E20 T0604
软化点		℃	55.0	>54	JTG E20 T0606
针入度指数 PI, 不小于		/	-0.2	≥-0.8	JTG E20 T0604
运动粘度 (135℃)		Pa·s	0.361	<3	JTG E20 T0620
闪点		℃	298	≥230	JTG E20 T0611
溶解度 (三氯乙烯)		%	86	76~90	JTG E20 T0607
灰分		%	9	6~20	JTG E20 T0614
TFOT	质量变化	%	-0.371	±0.8	JTG E20T 0609
	针入度比 (25℃, 100g, 5s)	%	71	>60	JTG E20T 0604

表 4-4 粗集料物理性能指标与试验结果

试验项目	试验结果			技术指标	检测方法
	(9.5~13.2)	(4.75~9.5)	(2.36~4.75)		
表观相对密度	2.936	2.918	2.718	≥2.6	JTGE42 T0304
表干相对密度	2.908	2.895	2.686	/	JTGE42 T0304
毛体积相对密度	2.894	2.883	2.667	/	JTGE42 T0304
吸水率 (%)	0.49	0.42	0.71	≤2.0	JTGE42 T0304
针片状含量 (%)	10.6	11.0	/	>9.5mm ≤12	JTGE42 T0312
				<9.5mm ≤18	
压碎值 (%)	12.1	/	/	≤26	JTG E42 T0316
<0.075mm 含量 (%)	0.4	0.3	2.3	≤1	JTG E42 T0310
备注	对 2.36~4.75 规格的粗集料, 针片状可不予要求, <0.075mm 含量可放宽到 3%				

表 4-5 细集料物理性能指标与试验结果

试验项目	试验结果	技术指标	检测方法
表观相对密度	2.745	≥2.5	JTG E42 T0328
表干相对密度	2.699	/	JTG E42 T0328
毛体积相对密度	2.672	/	JTG E42 T0328

吸水率 (%)	0.99	/	JTG E42 T0330
砂当量 SE (%)	68	≥60	JTG E42 T0334

表 4-6 矿粉物理性能指标与试验结果

试验项目	试验结果	技术指标	检测方法
表观密度 (t/m ³)	2.688	≥2.5	JTG E42 T0352
含水量 (%)	0.3	≤1	JTG E42 T0103
亲水系数	0.6	<1	JTG E42 T0353
塑性指数 (%)	3.6	<4	JTG E40-2007 T 0118-2007

采用水洗法对矿料进行筛分，具体筛分试验结果见表 4-7。

(2) 矿料设计级配的确定

根据本地区工程经验和 JTG F40-2004 中对 AC-13C 型沥青混合料级配范围的要求，经过反复调整、计算。最终确定 AC-13 工程设计合成级配，合成级配试验结果和级配曲线图分别见表 4-8 和图 4-1。

表 4-7 矿料筛分试验结果

筛孔尺寸 (mm) 集料规格	筛孔通过率 (%)									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1#(9.5~13.2)mm	100.0	78.5	4.8	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
2#(4.75~9.5)mm	100.0	100.0	95.3	3.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
3#(2.36~4.75)mm	100.0	100.0	100.0	96.3	4.9	2.9	2.6	2.3	2.3	2.3
4#(0~2.36)mm	100.0	100.0	100.0	100.0	85.8	60.7	40.9	26.1	19.5	13.4
矿粉	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.4	78.6

表 4-8 AC-13 矿料合成级配试验结果

矿料	配合比 (%)	筛孔通过率 (%)									
		16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1#	24	24.0	18.8	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2#	34	34.0	34.0	32.4	1.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3#	10	10.0	10.0	10.0	9.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
4#	30	30.0	30.0	30.0	30.0	25.7	18.2	12.3	7.8	5.9	4.0
矿粉	2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6
合成级配		100.0	94.8	75.6	42.9	28.5	20.7	14.7	10.3	8.2	6.0
工程设计	级配上限	100.0	100.0	85.0	68.0	50.0	38.0	28.0	20.0	15.0	7.0
级配范围	级配下限	100.0	90.0	68.0	38.0	24.0	15.0	10.0	7.0	5.0	3.0

最终确定的矿料比例为：1#（9.5~13.2）mm:2#(4.75~9.5)mm:3#(2.36~4.75)mm:4#(0~2.36)mm:矿粉=24%:34%:10%:30%:2%;

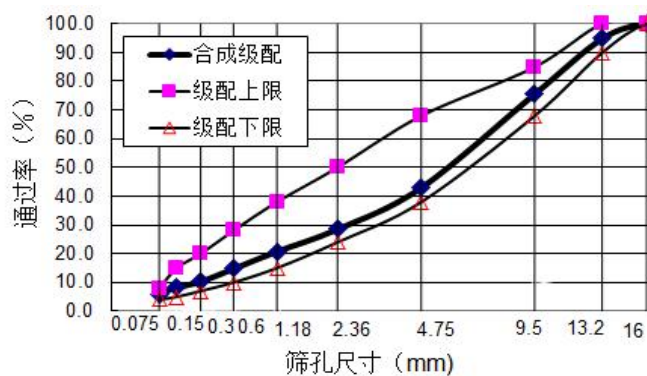


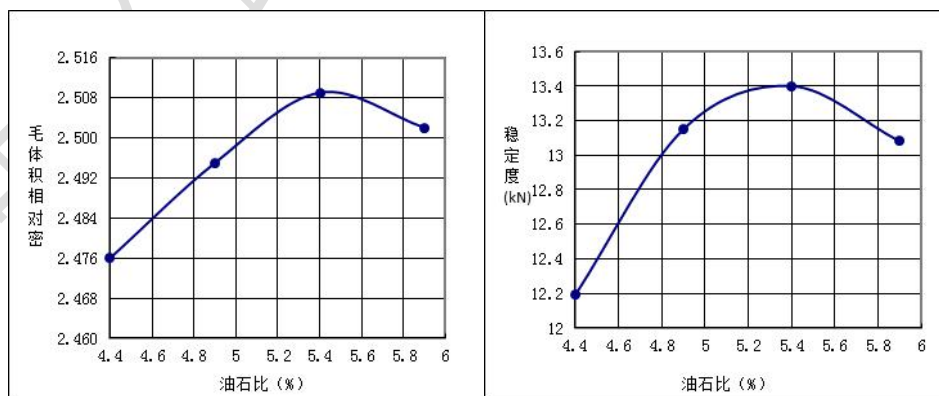
图 4-1 AC-13C 密级配沥青混凝土混合料矿料级配曲线图

(3) 最佳油石比的确定

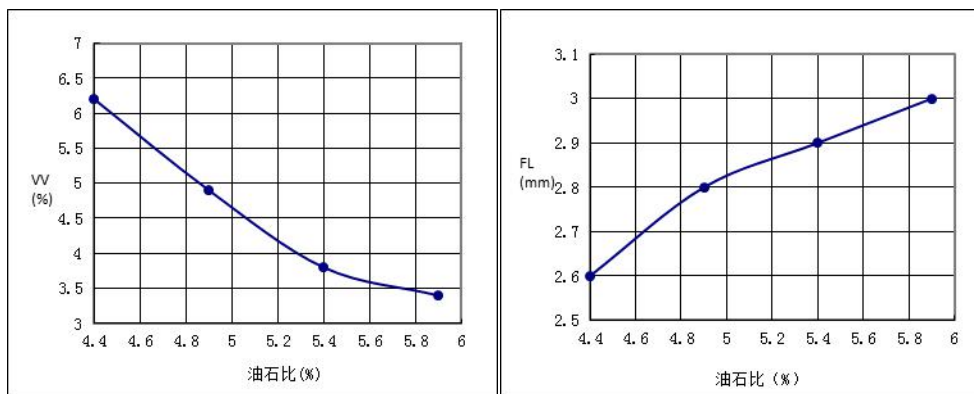
结合当地工程实际经验和 JTG F40-2004 要求，按照间隔 0.5%变化，采用不同油石比制作马歇尔试件，每一组试件数量按现行试验规程规定的要求确定。通过对试件物理指标，力学指标的测定，得出马歇尔试验结果见表 4-9。

表 4-9 沥青混合料马歇尔试验结果

序号	油石比 (%)	毛体积 相对密度	VV (%)	VMA (%)	VFA (%)	MS (kN)	FL (mm)
1	4.4	2.476	6.2	15.1	59.0	12.19	2.6
2	4.9	2.495	4.9	14.8	66.8	13.15	2.8
3	5.4	2.509	3.8	14.6	74.3	13.40	2.9
4	5.9	2.502	3.4	15.4	77.9	13.08	3.0

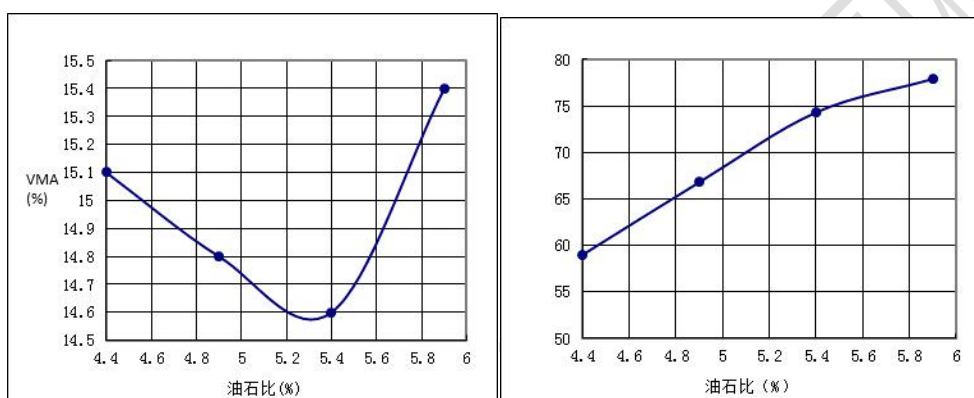


(a) 毛体积相对密度与油石比之间的关系曲线 (b) 稳定度与油石比之间的关系曲线



(c) 空隙率与油石比之间的关系曲线

(d) 流值与油石比之间的关系曲线



(e) 矿料间隙率与油石比之间的关系曲线

(f) 饱和度与油石比之间的关系曲线

依据《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40-2004 中确定最佳油石比的方法，本次目标配合比设计在所选择的油石比范围内。由图 (a) ~ (f) 曲线及沥青混合料技术指标。相应于毛体积相对密度最大值对应的油石比为 $a_1=5.4\%$ ，稳定度最大值对应的油石比为 $a_2=5.4\%$ ，4.5%目标空隙率对应的油石比 $a_3=5.1\%$ ，沥青饱和度范围的中值对应的油石比 $a_4=5.1\%$ ，则 $OAC_1=5.3\%$ ；依据马歇尔各指标和《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004) 要求空隙率 3%~6%，VFA 为 65%~75% 与油石比之间的关系曲线走势可得出 $OAC_{min}=4.8\%$ ， $OAC_{max}=5.5\%$ ， $OAC_2=5.2\%$ ，取 OAC_1 和 OAC_2 的中值计算最佳油石比 $OAC=5.0\%$ ，最佳油石比 $OAC=5.2\%$ 。

(4) 性能检验

按照目标配合比设计确定的矿料级配和最佳油石比 [1# (9.5~13.2)mm: 2# (4.75~9.5)mm: 3# (2.36~4.75)mm: 4# (0~2.36)mm: 矿粉=24:34:10:30:2; 最佳油石比 5.2% 进行性能检验。具体试验检验结果见表 10。

表 4-10 布敦岩沥青改性混合料性能检验试验结果

序号	试验项目	单位	试验结果
1	动稳定度	次/mm	4236
2	浸水马歇尔试验残留稳定度	%	93.1
3	冻融劈裂试验后残留强度比	%	83.5
4	低温弯曲试验破坏应变	$\mu\epsilon$	2558

5 施工

岩沥青改性混合料施工温度较聚合物改性沥青混合料要低 5~10℃，拌合时应适当提高湿拌时间。

6 施工质量控制

岩沥青改性沥青质量控制与聚合物类改性沥青相比，增加了对灰分的控制，灰分含量过高不仅会影响岩沥青改性沥青性能，同时也会增加沥青管道堵塞的风险，因此在施工质量控制中增加该指标的控制。

岩沥青改性混合料路面施工过程中工程质量的控制标准中提出了岩沥青掺量的控制标准，该标准的提出是为了保证岩沥青改性沥青中岩沥青的掺量与设计相符，避免因岩沥青掺量的波动，而导致的工程质量问题。

中国公路学会标准征求意见稿

ICS

中国标准文献分类号

关键词：
