

T/HBTS

团 体 标 准

T/HBTS ? ? -2026

桥梁桩基钻渣资源化利用技术导则

Technical guidelines for resource utilization of drill
cuttings from bridge piles

(征求意见稿)

2026-??-??发布

2026-??-??实施

湖北省公路学会 发 布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 总体原则与要求 3

5 利用方式与路径 3

 5.1 一般规定 3

 5.2 利用方式 3

 5.3 利用路径 3

6 碾压固化土 4

 6.1 一般规定 4

 6.2 材料 4

 6.3 配合比设计 5

 6.4 施工 6

 6.5 质量控制 6

7 流态固化土 6

 7.1 一般规定 7

 7.2 材料 7

 7.3 配合比设计 7

 7.4 施工 7

 7.5 质量控制 8

8 泡沫轻质土 8

 8.1 一般规定 8

 8.2 材料 8

 8.3 配合比设计 9

 8.4 施工 9

 8.5 质量控制 9

9 其他 9

9.1 一般规定 10

9.2 技术要求 10

9.3 质量控制 10

10 安全生产与环境保护 10

10.1 一般规定 10

10.2 安全生产 10

10.3 职业健康防护 11

10.4 环境保护 11

参考文献 11

前 言

本文件按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中建三局集团有限公司提出。

本文件由湖北省公路学会归口。

本文件起草单位：中建三局集团有限公司、武汉工程大学。

本文件主要起草人：

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省公路学会，联系电话：027-83461637，邮箱：421378854@qq.com。对本文件的修改意见请反馈至武汉工程大学，联系电话：13407169249，邮箱：467798234@qq.com。

桥梁桩基钻渣资源化利用技术导则

1 范围

本文件确立了桥梁桩基钻渣资源化利用的方式与路径，规定了桥梁桩基钻渣制作碾压固化土、流态固化土、泡沫轻质土以及其他利用方式的基本技术要求，安全生产与环境保护等内容。

本文件适用于公路与市政桥梁桩基钻渣的资源化利用，铁路桥梁桩基钻渣、其他工程渣土可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175	通用硅酸盐水泥
GB 5085.3	危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
GB 6566	建筑材料放射性核素限量
GB 15618	土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
GB 36600	土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）
GB/T 1596	用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB/T 8076	混凝土外加剂
GB/T 18046	用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
GB/T 20491	用于水泥和混凝土中的钢渣粉
GB/T 37785	烟气脱硫石膏
GB/T 50123	土工试验方法标准
GB/T 50145	土的工程分类标准
GB/T 50743	工程施工废弃物再生利用技术标准
CJ/T 486	土壤固化外加剂
CJ/T 526	软土固化剂
JC/T 2199	泡沫混凝土用泡沫剂
JGJ 63	混凝土用水标准
JTG 3430	公路土工试验规程
JTG 3441	公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG D30	公路路基设计规范
JTG F90	公路工程施工安全技术规范
JTG/T 3610	公路路基施工技术规范
JTG/T F20	公路路面基层施工技术细则
DB42/T 2492	工程渣土再生填料路用技术规程

T/HBTS 04 公路工程现浇泡沫聚合土设计施工技术规范

T/HBTS 06 桥梁桩基钻渣固化土路基施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

桥梁桩基钻渣 bridge pile drill cuttings

桥梁桩基施工中岩土破碎与泥浆混合形成的复合型固体废弃物。

3.2

桩基施工废弃泥浆 waste slurry of pile foundation construction

桩基施工产生的废置或剩余泥浆，为高含水率悬浊浆液，含细粒土、膨润土及少量砂石。

3.3

钻渣资源化利用 resource utilization of drill cuttings

钻渣经分类收集、运输、处置等过程，再加以利用的行为。

3.4

干化土 dewatered soil

将含水率较大的桥梁桩基钻渣（含废弃泥浆）通过机械处理或自然晾干处置后含水率小于40%的土。

3.5

碾压固化土 compacted stabilized soil

将钻渣与固化剂按一定比例混合，经拌料、闷料等工艺处理后，满足道路工程等材料性能指标要求的粒料状混合物。

3.6

流态固化土 liquid solidified soil

钻渣/泥浆、固化剂、外加剂和水经均匀拌和，形成具有一定流动性且凝结硬化后能达到一定强度的混合物。

3.7

泡沫轻质土 foamed polymer-treated soil

以水泥等作为胶凝材料，与桩基施工废弃泥浆、水等按一定比例混合均匀，再加入泡沫充分搅拌形成混合料浆，经浇筑成型、养护固结而形成的一种含有大量均匀封闭微气孔的轻质固态材料。

3.8

泥饼 mud cake

桩基施工废弃泥浆经压滤机、离心机或真空过滤等固液分离设备脱水处理后，所形成的含水率较低、呈饼状或块状的固体残留物。

4 总体原则与要求

- 4.1 桥梁桩基钻渣资源化利用应遵循因地制宜、统筹规划、需求导向、科学利用、安全环保的原则。
- 4.2 资源化利用的钻渣不应混入生活垃圾、工业垃圾和危险废物。钻渣污染物含量应符合下列规定：
- a) 用于工程建设（公路、市政等）时，污染物含量应低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600）的规定；
 - b) 用于绿化栽植、工程复垦时，污染物含量应低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618）的规定；
 - c) 放射性核素限量应低于《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566）的规定；
 - d) 浸出毒性指标应满足《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3）中规定的限值要求，确保不属于危险废物。
- 4.3 钻渣资源化利用前，应对其含水率、液塑限、粒径分布、有机质含量、污染物含量等特性进行检测分析。
- 4.4 钻渣资源化利用应建立完善的质量保证体系和安全生产管理体系，制定质量管理制度和安全技术措施，加强全过程质量控制与安全作业管理。
- 4.5 钻渣的收集、运输、储存、处理、利用等全过程应遵守国家环境保护法律法规，采取有效措施控制扬尘、废水、噪声及固体废弃物污染。

5 利用方式与路径

5.1 一般规定

- 5.1.1 钻渣资源化利用的方式与路径应根据桩基施工方法、钻渣来源、性质、产生量与工程实际需求等综合确定。
- 5.1.2 钻渣资源化利用宜遵循先就地利用、后集中处理的原则。
- 5.1.3 同一工程项目的钻渣资源化利用宜优先采用单一主导方式，以便于质量控制和施工管理。当确需采用多种利用方式时，应分别建立质量控制体系。

5.2 利用方式

- 5.2.1 钻渣资源化利用的主要方式包括制作碾压固化土、流态固化土、泡沫轻质土及其他利用方式。
- 5.2.2 钻渣有机质含量不超过 5%、液限小于 50%、塑性指数小于 26 时，根据工程实际需求，宜优先利用钻渣制作碾压固化土。
- 5.2.3 钻渣有机质含量不超过 10%时，可利用钻渣与桩基施工废弃泥浆制作流态固化土。
- 5.2.4 当工程需要泡沫轻质土填料时，宜优先利用桩基施工废弃泥浆制作。当钻渣符合《土的工程分类标准》（GB/T 50145）中细粒类土的规定，且有机质含量不大于 15%时，也可利用钻渣制作。

5.3 利用路径

5.3.1 旋挖钻（开挖泥浆池+泥浆净化装置）

- a) 旋挖钻钻渣经沥水风干至含水率低于 35%后可掺灰改良制作碾压固化土，也可用于制作砌块、砖、填筑施工便道等；
- b) 旋挖钻钻渣的淤泥占比较高、易于分堆存放时，可单独堆存用于绿化栽植、工程复垦等；
- c) 旋挖钻钻渣的碎石、卵石占比较高、易于分堆存放时，可单独堆存用作石料或填筑便道等；
- d) 桩基施工中经泥浆净化装置分离出的砂与砾石，技术指标满足要求时可用作砂石料；
- e) 桩基施工的废弃泥浆可制作泡沫轻质土、流态固化土，也可压滤成泥饼后制作碾压固化土、

砌块、砖等。

5.3.2 循环钻、冲击钻等（开挖泥浆池+泥浆净化装置）

- a) 桩基施工中经泥浆净化装置分离出的砂与砾石，利用方法同 5.3.1（d）；
- b) 从泥浆池掏挖出的钻渣，利用方法同 5.3.1（a）；
- c) 剩余废弃泥浆，利用方法同 5.3.1（e）。

5.3.3 循环钻、旋挖钻等（采用钢制泥浆箱+泥浆净化装置）

- a) 桩基施工中经泥浆净化装置分离出的砂与砾石，利用方法同 5.3.1（d）；
- b) 从钢制泥浆箱掏挖出的钻渣以及旋挖钻钻渣，利用方法同 5.3.1（a）；
- c) 剩余废弃泥浆，利用方法同 5.3.1（e）。

5.3.4 循环钻、旋挖钻等（采用钢制沉渣箱+泥浆净化系统）

- a) 桩基施工中经泥浆净化系统分离出的石子与砂，技术指标满足要求时可用作砂石料；
- b) 对旋挖钻钻渣，利用方法同 5.3.1（a）；
- c) 桩基施工的废弃泥浆，利用方法同 5.3.1（e）。

6 碾压固化土

6.1 一般规定

6.1.1 应根据道路等级、钻渣性质、填筑部位等确定固化剂类型，选择技术、经济合理的配合比，并符合设计文件的相关规定。

6.1.2 原料来源包括干化土、泥浆压滤泥饼（含水率宜小于 40%），以及经泥浆净化设备分离出的砂砾。当钻渣初始含水率高于 40%时，宜采用晾晒、风干等预处理工艺降低含水率。

6.1.3 鼓励使用粉煤灰、矿渣粉、钢渣、脱硫石膏、电石渣等工业废渣与石灰复合改良钻渣。

6.1.4 碾压固化土宜采用厂拌法、砂化法集中制备，采用全封闭方式运输，并实现摊铺、碾压、检测与养护的连续作业，以保证施工质量与效率。

6.2 材料

6.2.1 钻渣

钻渣应符合以下要求：

- a) 不属于《国家危险废物名录》规定的危险废物；
- b) 干化土性质差别较大时，应按《土的工程分类标准》（GB/T 50145）要求进行分类；
- c) 钻渣进场含水率应不超过 40%，液限、塑性指数、有机质含量等符合 5.2.2 的规定。

6.2.2 固化剂

a) 固化剂可采用一种或几种复合，宜就地取材。石灰可使用 I 级～III 级石灰，磨细生石灰可不经消解直接使用。对于储存较久或经过雨淋的消解石灰，应重新检测，当其有效氧化钙加氧化镁含量不低于 50%时方可使用；

b) 水泥应符合《通用硅酸盐水泥》（GB 175）的规定；出厂超过三个月的水泥，应重新检验合格后方能使用；水泥初凝时间应不小于 45min，终凝时间应满足固化土运输、摊铺、碾压等作业时间要求；

c) 粉煤灰应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB/T 1596）中 II 级及以上等级的规定，烧失量不应大于 8%；

d) 矿渣粉应符合《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》（GB/T 18046）中 S95 级及

以上等级的规定：

- e) 钢渣应符合《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》（GB/T 20491）的规定；
- f) 脱硫石膏应符合《烟气脱硫石膏》（GB/T 37785）的规定，二水硫酸钙含量不应小于 85%；
- g) 电石渣可参考《电石渣固化土道路路基工程应用技术规范》（T/CSER 002），且有效氧化钙含量（干基）不应小于 60%，湿电石渣含水率不应大于 40%。
- h) 当选用其他工业废渣或特殊固化剂时，应满足《土壤固化外加剂》（CJ/T 486）的有关规定，其性能、掺量及改良效果应通过试验验证，并符合技术、经济及环保要求。

6.2.3 水

宜采用自来水，若采用清洁的地表水、地下水等其他水源，应符合《混凝土用水标准》（JGJ 63）的规定。

6.3 配合比设计

6.3.1 配合比设计应遵循先室内试配、再现场验证、后工艺适配的原则。

6.3.2 配合比设计应按下列步骤进行：

- a) 检测钻渣的含水率、液限、塑性指数、有机质含量及颗粒粒径；
 - b) 拟定固化剂种类及掺量方案（不少于3组）；
 - c) 进行击实试验，确定最佳含水率和最大干密度；
 - d) 成型试件，测试CBR值（用于路基时）、7d无侧限抗压强度（用于路面下基层时）；
 - e) 根据试验结果调整配合比，确定施工配合比；
 - f) 当钻渣来源或性质发生变化时，应重新进行配合比设计。
- 6.3.3 碾压固化土配合比应以质量比表示，固化剂掺量以固化剂质量占干钻渣质量的百分比表示；实际采用的固化剂剂量宜比室内试验确定的剂量多 0.5%~1.0%。

6.3.4 强度、压实控制标准（重型击实）

- a) 碾压固化土用于道路路基填筑时，性能指标应符合表 1 的规定。

表 1 碾压固化土用于路基填筑性能指标

路基部位		路面底面 以下深度 (m)	最大 粒径 (mm)	填料最小强度（CBR）（%）			试验方 法
				高速公路、一级公路、 快速路、主干路	二级公路、次 干路	三级公路、四 级公路、支路	
上路床		0~0.3	100	8	6	5	《公路 土工试 验规 程》 （JTG 3430）
下 路 床	轻、中等及 重交通	0.3~0.8		5	4	3	
	特重、极重 交通	0.3~1.2					
上 路 堤	轻、中等及 重交通	0.8~1.5	150	4	3	3	
	特重、极重 交通	1.2~1.9					
下 路	轻、中等及 重交通	1.5 以下		3	2	2	

堤	特重、极重 交通	1.9 以下					
---	-------------	--------	--	--	--	--	--

b) 碾压固化土用于道路下基层时，性能指标应符合表 2 的规定。

表 2 碾压固化土用于下基层的性能指标

结构层	道路等级	中、轻交通		试验方法
		7d 无侧限抗压强度（MPa）	最大粒径（mm）	
下基层	高速公路、一级公路、快速路、主干路	≥2.0	50	《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》（JTG 3441）
	其他等级公路与城市道路	≥1.0		

6.3.5 碾压固化土设计含水率应充分考虑运输、摊铺、碾压等过程中水分的损失，设计含水率宜比最佳含水率高 0.5%~1%（冬季）、1%~2%（夏季）。

6.4 施工

- 6.4.1 碾压固化土施工前应进行施工调查及现场核对，并编制专项施工组织设计，明确施工流程、设备配置、质量控制要点、安全环保措施等。
- 6.4.2 应根据施工规模配置人员与设备，并对施工人员进行岗位培训和技术、质量、安全及环保交底。
- 6.4.3 钻渣掺灰改良的拌和方法主要有路拌法、简易厂拌法、厂拌法、砂化法等，应根据工程规模、工期、造价、现场施工条件等合理选用。
- 6.4.4 简易厂拌法、厂拌法、砂化法的拌和基地宜设置在路基沿线，面积应与施工规模、进度相适应，占地面积不宜少于 8000 m²且应合理分区，运距宜控制在 20 km 范围内。
- 6.4.5 应加强施工排水，路基两侧设置临时排水沟，基底顶面形成 2%~4%的排水横坡。
- 6.4.6 碾压固化土的钻渣、固化剂应准确配料，均匀拌和，处于最佳含水率时碾压达标。
- 6.4.7 施工前应铺筑试验路段，试验路段长度不宜小于 200 m，宜包括碾压固化土的全填筑层施工作业。

6.5 质量控制

- 6.5.1 钻渣进场应取样检测，每批次 5000 m³ 检测一次，不足 5000 m³ 按一批次计，指标应符合 6.2.1 的规定。
- 6.5.2 成品固化土应检测含水率、CBR 值、固化剂掺量、颗粒粒径等指标，检验方法、限值按照《公路土工试验规程》（JTG 3430）、《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）执行；填筑路面下基层时，7 d 无侧限抗压强度应符合表 2 的规定。
- 6.5.3 固化土填筑路基的主控项目包括压实度和弯沉值，检测频率、限值应满足设计文件要求；实测项目、外观鉴定等应符合《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）的规定。
- 6.5.4 固化土填筑路面下基层时应检测压实度和固化剂掺量，检验方法、频率及限值应符合《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）的规定。

7 流态固化土

7.1 一般规定

7.1.1 宜优先就地采用桩基施工废弃泥浆与钻渣制作流态固化土，可适用于公路与市政道路的路基、台背、沟槽及基坑工程等。

7.1.2 泥浆与钻渣应符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600）的规定，钻渣的有机质含量不宜超过 10%。

7.1.3 流态固化土应进行配合比设计和试验，配合比应采用质量比。

7.2 材料

7.2.1 水泥应符合《通用硅酸盐水泥》（GB 175）的规定，其强度等级宜为42.5级；采用其他固化剂时，应符合《软土固化剂》（CJ/T 526）的规定，且初凝时间应不小于 45min。固化剂掺入比宜为 8%~26%，具体根据试验确定。

7.2.2 外加剂性能及试验方法应符合《混凝土外加剂》（GB 8076）的规定，掺量应通过试验确定。

7.2.3 拌和水应符合《混凝土用水标准》（JGJ 63）的规定。

7.3 配合比设计

7.3.1 流态固化土配合比设计包括材料选择、配合比、湿重度、流动度及无侧限抗压强度要求等。

7.3.2 流态固化土无侧限抗压强度应满足设计要求，设计未规定时应符合表 3 的规定。

表 3 流态固化土无侧限抗压强度要求

应用范围	应用层位(路面底面以下深度)	无侧限抗压强度 ^a (MPa)	
		高速公路、一级公路、快速路、主干路	二级公路及以下、次干路
路基	路床	≥0.8	≥0.6
	路堤	≥0.6	≥0.5
台背	1.2m 以内	≥0.8	≥0.6
	1.2m 以下	≥0.6	
沟槽、基坑		≥0.4	
^a 无侧限抗压强度为龄期 28 d、边长 100 mm 的立方体抗压强度。			

7.3.3 流态固化土配合比设计应按下列步骤进行：①原材料试验；②确定搅拌含水率及固化剂掺入比；③计算各材料用量；④制备试件；⑤测定流态固化土流动度、无侧限抗压强度、湿重度；⑥调整和确定设计配合比。

7.3.4 采用废弃泥浆与钻渣拌合制备基泥的流动度宜为 180 mm~220 mm。

7.3.5 配合比试验应采用不少于 3 种配合比进行，当采用 3 种配合比试验时，其中 1 种按计算的配合比，另外 2 种在计算配合比基础上对固化剂掺入比进行调整，宜分别±2%。每种配合比试验时，拌和物流动度均应满足施工要求。每种配合比至少制作 1 组标准试件，在 20℃±2℃条件下采用保鲜膜覆盖密封养护至指定龄期，再进行无侧限抗压强度试验。

7.3.6 根据流态固化土的初步设计配合比结果、施工性能要求及造价，综合确定流态固化土的施工配合比。

7.4 施工

7.4.1 施工前，应全面分析设计图纸，调研施工现场，编制施工组织计划。对浇筑体应合理划分浇筑区与浇筑层，为浇注施工做好规划。

7.4.2 流态固化土浇注前应对原有地基按设计高程和尺寸进行开挖、清理、整平、压实，设置好排水设施。

7.4.3 流态固化土路基填筑施工前，基底不应有明显积水和杂物；在地下水位以下浇注时，应采取临时降水措施并确保基底无积水。

7.4.4 流态固化土现场制备、输送与浇注应采用专用施工设备，应设有钻渣预处理、基泥制备、固化剂添加、钻渣添加及加泥浆（或水）设施，拌和设备宜具备配合比自动配置及记录功能。

7.4.5 流态固化土制备时，先将钻渣与一定量的桩基施工废弃泥浆拌和形成均匀的基泥，然后将基泥与固化剂进行拌和形成流态固化土。

7.4.7 流态固化土应做到配合比准确、拌和均匀一致。其中，基泥拌和后最大泥块粒径不宜大于5mm。

7.4.6 应根据施工现场条件确定流态固化土的浇注方式，可采用泵送或溜槽方式进行。

7.4.8 出料口在浇注过程中不宜悬空，当无法满足要求时宜保证出料口离流态固化土流动表面的高差控制在1m以内。

7.4.9 流态固化土不得在雨天施工，已施工尚未硬化的流态固化土，在雨天应采取遮雨措施。

7.4.10 流态固化土浇注至设计厚度后，应对浇注体表面覆盖塑料膜或无纺土工布进行保湿养护，养护时间宜不少于7d。

7.5 质量控制

7.5.1 流态固化土原材料检验关键项目为固化剂，应按规定批次验收其出厂检验报告或合格证等质量证明文件。此外，固化剂进场应按批次对品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并对其强度及其他必要性能进行复检。

7.5.2 流态固化土主要技术指标包括湿重度、流动度、无侧限抗压强度和干缩性能，施工前及施工过程中应对湿重度、流动度进行检测，并认真填写检测记录。

7.5.3 流态固化土质量控制的主控项目包括湿重度、流动度、无侧限抗压强度，一般项目包括顶面高程、中线偏位、宽度、回填长度，检测结果应符合相关规范与设计文件要求。

8 泡沫轻质土

8.1 一般规定

8.1.1 宜优先就地采用桩基施工废弃泥浆制作泡沫轻质土，可适用于公路与市政工程的新建路堤、路基拼宽、台背回填、软基换填、地下或狭小空间填充等工程。

8.1.2 泥浆不得含有对泡沫轻质土性能产生不利影响的有害物质，有机质含量应小于15%，且应经筛分、调质、去杂等预处理，确保物理化学性质稳定。

8.1.3 泥浆泡沫轻质土应进行配合比设计和试验，配合比应采用质量比。泡沫轻质土的强度等级、密度等级、技术性能应满足道路等级、交通荷载及赋存环境的要求。

8.2 材料

8.2.1 水泥应符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175)的规定，其强度等级宜为42.5级；采用地聚合物等其他胶凝材料时，应符合6.2.2的规定。

8.2.2 发泡剂应符合《泡沫混凝土用发泡剂》(JC/T 2199)的规定。

8.2.3 外加剂、掺合料应满足相关规范要求，使用前应进行试验。

8.2.3 拌和水应符合《混凝土用水标准》（JGJ 63）的规定。

8.3 配合比设计

8.3.1 泡沫轻质土配合比设计应以无侧限抗压强度、湿密度、流动度为核心控制指标，并应满足设计和相关规范要求。

8.3.2 泡沫轻质土用于路基填筑时，应根据道路等级、荷载条件、填筑部位按表 4 确定抗压强度。

表 4 泡沫轻质土无侧限抗压强度要求

路基部位		无侧限抗压强度 ^a （MPa）	
		高速公路、一级公路、快速路、主干路	二级及二级以下公路、次干路及支路
路床	轻、中等及重交通	≥0.8	≥0.6
	特重、极重交通	≥1.0	
路堤		≥0.6	≥0.5
地基置换		≥0.4	
^a 无侧限抗压强度为龄期 28 d、边长 100 mm 的立方体抗压强度。			

8.3.3 泡沫轻质土施工最小湿密度等级不应低于 D800，施工最大湿密度等级不宜高于 D1600 级。

8.3.4 泡沫轻质土施工流动度宜为 180 mm~220 mm。

8.3.5 泡沫轻质土消泡率应不大于 5%、标准沉降距应不大于 3 mm。

8.3.6 当赋存环境对泡沫轻质土的耐久性有要求时，干湿循环强度系数、软化系数检测应达标。

8.4 施工

8.4.1 施工前，应全面分析设计图纸，结合具体工程实际，编制施工组织计划，特别是对浇筑体应合理划分浇筑区与浇筑层。

8.4.2 泡沫轻质土路基的地基应按设计高程和尺寸进行开挖、清理、整平、压实，设置好排水设施。当在地下水位以下浇注时应有降水措施，不得在基底有水的状态下浇注。

8.4.3 泡沫轻质土的拌和、输送与浇筑应采用专用施工设备，其计量系统应通过检测机构标定。

8.4.4 浆液拌和设备、泡沫轻质土拌和设备应具有配合比自动配置及记录功能。

8.4.5 泡沫宜采用压缩空气与发泡剂水溶液混合的方式生成，不得采用搅拌发泡法生产泡沫。此外，发泡装置应能设置稳定的发泡倍率，能稳定生成标准泡沫密度的泡沫。

8.4.6 泡沫轻质土料浆搅拌时间应确保各组分混合均匀。

8.4.7 泡沫轻质土应在出料软管的前端直接浇注，出料口宜埋入泡沫轻质土中。除空洞充填类工程除外，出料口离浇筑点的高差应控制在1 m以内。

8.4.8 泡沫轻质土不得在雨天施工，已施工尚未硬化的轻质土，在雨天应采取遮雨措施。

8.4.9 泡沫轻质土浇注至设计厚度后，应覆盖塑料膜或无纺土工布进行保湿养护，养护时间宜不少于7 d。

8.5 质量控制

8.5.1 泥浆流态固化土原材料检验关键项目包括泥浆、发泡剂、水泥或其他胶凝材料；检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告与进场复验报告。

8.5.2 施工过程质量控制的关键检验项目包括湿密度、贯入深度、裂缝情况，一般检验项目包括流值、泡沫密度、消泡率。

8.5.3 流态固化土路基硬化后质量控制的关键检验项目为抗压强度，一般检验项目为准干密度、顶面高程、平面位置、尺寸及厚度。

9 其他

9.1 一般规定

9.1.1 钻渣资源化利用的其他方式包括但不限于：制砖或砌块、绿化栽植、场地平整、修筑便道、填筑洼地等。

9.1.2 钻渣采用其他资源化利用方式时，应进行专项技术论证，确保原材料合规、配合比合格、施工规范、耐久性达标与环保安全。

9.1.3 经检测不符合上述任何利用方式技术要求的钻渣，应运至合法消纳场所处置。

9.1.4 经检测属于危险废物的钻渣，应按国家相关规定单独收集、运输和处置。

9.2 技术要求

9.2.1 利用钻渣制砖或砌块，应除杂、控制有机质含量、粒径、含水率及环保指标；免烧砖或砌块配料压制成型并标准养护，烧结砖或砌块经坯体干燥、焙烧，成品强度、抗冻、收缩等性能检测合格方可使用。

9.2.2 钻渣用作绿化栽植基质应先剔除大块杂物，调节酸碱度、有机质与颗粒级配，复配腐殖土、改良辅料等，基质水肥、孔隙及污染物指标达标后方可用于栽植、客土喷播等。

9.2.3 钻渣用于其他用途时应参照相关标准执行，并应进行现场试验验证。

9.3 质量控制

9.3.1 应根据具体用途，参照相关标准或经批准的专项技术方案执行。

9.3.2 验收时应提供原材料检测报告、施工记录、质量检测报告等相关资料，验收记录应归档保存。

10 安全生产与环境保护

10.1 一般规定

10.1.1 钻渣资源化利用全过程应遵守国家关于安全生产、职业健康防护和环境保护的法律法规。

10.1.2 利用钻渣前应结合场地条件、工艺特点、设备配置、运输组织及周边环境，分析可能存在的安全风险和环境影响，并制定相应控制措施。

10.1.3 钻渣资源化利用应建立安全生产、职业健康和环境保护管理制度，明确岗位职责、操作要求和应急处置措施。

10.1.4 钻渣的收集、运输、暂存、预处理、拌和、施工利用及剩余废弃物处置等环节，均应纳入安全生产和环境保护管理。

10.1.5 施工现场和生产场地应合理布置作业区、堆放区、运输通道及排水设施，并设置必要的安全警示、消防器材和防护设施。

10.2 安全生产

10.2.1 钻渣资源化利用施工应符合《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90）的相关规定。

10.2.2 作业人员应经培训合格后上岗，并按岗位要求配备和使用劳动防护用品。

10.2.3 生产设备运行前应检查关键部位和安全防护装置，确认正常后方可启动；设备运转时不得

进行检修、清理和调整。

10.2.4 钻渣掺灰改良加工场内车辆和机械设备应按规定路线行驶、作业，限速行驶，避免交叉干扰。

10.2.5 高处作业、临时用电和夜间施工应符合有关安全规定；遇暴雨、大风、雷电等不利天气时，应采取相应安全措施。

10.3 职业健康防护

10.3.1 对破碎、筛分、投料、拌和、清扫等易产生粉尘的作业环节，应采取抑尘、通风或密闭措施，减少人员接触粉尘。

10.3.2 对噪声超标的设备和作业区域，宜采取减振、隔声或合理布置措施，作业人员应佩戴符合标准的耳塞、耳罩等防护用品。

10.3.3 对接触石灰、水泥及其他可能刺激皮肤、眼睛、呼吸道物料的岗位，应加强人员与操作防护。

10.3.4 宜按相关规定开展职业健康培训和健康检查，应定期对接触粉尘、噪声等有害因素的作业人员进行职业健康检查。

10.4 环境保护

10.4.1 钻渣资源化利用应遵守国家环境保护、水土保持和大气污染防治的法律法规，采取有效措施防止粉尘、噪声、废水、固体废物对环境造成污染。

10.4.2 钻渣装卸、转运、堆放、破碎、筛分、拌和等环节，宜采取覆盖、喷淋、围挡、密闭运输和道路清扫等抑尘措施。

10.4.3 生产废水和场地排水经沉淀或处理达标后循环利用或排放；泥浆池、沉淀池、暂存区和拌和区应根据需要采取防渗、防漏措施。

10.4.4 钻渣资源化利用过程中产生的不可利用废渣、废料等固体废物，应按照相关规定分类收集、规范处置。

10.4.5 钻渣资源化利用的加工处理厂、临时设施占用的土地，在使用完毕后应及时进行清理、平整，并按照原有土地使用功能或环评批复要求进行植被恢复或复垦。

参 考 文 献

- [1] DB32/T 5172—2025 工程渣土资源化利用技术规程