

团 体 标 准

T/JSCTS ×××—××××

环氧高聚物稳定钙基脱硫灰道路基层施工 技术规范

Technical Specification for Construction of Epoxy Polymer Stabilized
Calcium-based Desulfurization Ash Roadbase
(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原材料	2
5 配合比设计	3
6 施工	4
7 质量控制与验收	9
附录 A（规范性）改性环氧基齐聚物含量试验	12
附录 B（规范性）自修复性能试验	13

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《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这些专利的责任。

本文件由上海梅山钢铁股份有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：上海梅山钢铁股份有限公司、南京大学、江苏赛福瑞新材料有限公司、南京江北生态环境科技园有限公司、江苏国路环保科技有限公司。

本文件主要起草人：杨小青、汤浦、孟祥康、孙颖刚、王金万、任华、卞晓静、林子熙、韩加友、朱祥勇、仲正、王东、王军、宋超、马卫星。

环氧高聚物稳定钙基脱硫灰道路基层施工技术规范

1 范围

本文件规范了江苏省环氧高聚物稳定钙基脱硫灰道路基层、底基层的混合料设计、施工、质量管理与检查验收，保证基层、底基层工程质量。

本文件适用于重交通、中等交通和轻交通的二级及以下公路、主干路、次干路、支路、厂矿道路、林区道路、堆场的新建、改扩建及养护工程，适用层位为基层、底基层。其它交通等级和道路等级，应进行充分论证后采用。

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/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
- GB/T 25499 城市污水再生利用 绿地灌溉水质
- CJ/T 486 土壤固化外加剂
- CJJ/T 286 土壤固化剂应用技术标准
- DB32/T 3960 抗水性自修复稳定土基层施工技术规范
- JTG 3430 公路土工试验规程
- JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
- JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
- JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则
- T/CHTS 10103 高聚物稳定细粒土基层应用技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语

3.1.1

环氧高聚物固化剂 epoxy polymer soil stabilizing admixtures

采用高分子聚合物微粒技术制备的液体外加剂，内含改性水分散环氧齐聚物，通过与无机结合料、细粒状固体废弃物和水的物理和（或）化学反应，以改善和提高细粒状固体废弃的工程性能。

3.1.2

改性水分散环氧基齐聚物 modified waterborne epoxy oligomer

一种提高混合料强度、抗水性能和自修复性能的高分子聚合物。

3.1.3

钙基脱硫灰 calcium-based desulfurization ash

以钙基化合物作为吸收剂，干法、半干法脱硫工艺过程中产生的脱硫产物，是主要成分为 $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 、 CaSO_4 、 CaCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等的混合物。

3.1.4

环氧高聚物稳定钙基脱硫灰 epoxy polymer stabilized calcium-based desulfurization ash

采用环氧高聚物固化剂和水泥（必要时添加石灰）按一定比例掺入钙基脱硫灰中而形成的具有良好的路用性能，且满足道路基层、底基层使用技术要求的混合料。

3.1.5

固含量 solid content

固化剂液体中所含固形物的总量，包括液体中的可溶物经干燥后可以形成固体的所有化学物质。

3.1.6

自修复性能 self-healing performance

环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料在产生微裂纹条件下能够自动愈合的能力，采用自修复系数和自修复系数比两个指标表征。

3.1.7

自修复系数 self-healing coefficient

标准养生7d后对检测试件施加80%的最大破坏荷载，然后进行15d标准养生后测试的劈裂强度与7d劈裂强度的比值，以%计。

3.1.8

自修复系数比 self-healing coefficient ratio

检测试件与基准试件（不添加固化剂的钙基脱硫灰试件）自修复系数的比值。

3.2 代号

SC—固含量(Solid Content)

SHC—自修复系数(Self-healing Coefficient)

SHCR—自修复系数比(Self-healing Coefficient Ratio)

4 原材料

4.1 钙基脱硫灰

钙基脱硫灰被稳定前应开展颗粒分析、液限和塑性指数、硫酸盐含量等试验检测，各项指标宜满足表1中的技术要求。

表 1 被稳定材料的技术要求

序号	检测项目	技术要求	试验方法
1	结块粒径大于 10mm 的质量 占总质量的比例/%	≤15	JTG 3430 T 0115
2	液限/%	≤40	JTG 3430 T 0118
3	塑性指数	≤17	

4.2 环氧高聚物固化剂

用于稳定钙基脱硫灰的环氧高聚物固化剂的技术指标宜满足表2的要求。

表 2 环氧高聚物固化剂的技术要求

序号	检测项目	技术要求	试验方法
1	外观	呈均匀状态，不应有沉淀或絮状现象	目测
2	固含量/%	≥40	GB/T 8077
3	密度/ (g/cm ³)	实测	GB/T 8077
4	pH 值	6.0~9.0	GB/T 8077
5	溶解性	完全溶解	GB/T 6324.1
6	稳定性/% ^a	≤3	JTG E20 T 0656
7	改性水分散环氧基齐聚物含量/%	≥5	本文件附录 A
8	可溶性金属离子含量 ^b	水溶液中重金属含量最大值应符合 GB/T 25499 的规定	GB/T 25499

^a 稳定性试验方法参照 JTG E20 中 T 0655 乳化沥青储存稳定性试验，测定静置 28 天后的高聚物固化剂上层与下层的固含量差值。

^b 可溶性金属离子含量即固化剂中镉、砷、汞、铅、铬、镍、铜、锌重金属含量。

4.3 水泥

水泥应符合《通用硅酸盐水泥》（GB 175）中普通硅酸盐水泥的相关规定。

宜采用强度等级为42.5的普通硅酸盐水泥，不应采用快硬水泥、早强水泥。

水泥初凝时间应大于3h，终凝时间应在6h~10h。

不同等级、厂牌、品种、出厂日期的水泥不得混用。

4.4 石灰

石灰选择应遵循因地制宜的原则，其技术要求不得低于《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）中Ⅲ级石灰的相关规定，且粒径不大于9.5mm。

4.5 水

环氧高聚物稳定钙基脱硫灰拌和和养生用水应符合《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）中拌和与养生用水的相关规定。

5 配合比设计

5.1 一般规定

环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料组成设计应按设计要求，选择技术经济合理的配合比。

应根据交通荷载等级和路面应用层位等因素合理确定环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料技术要求。

5.2 材料性能要求

应采用7d龄期无侧限抗压强度作为环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料组成设计和施工质量控制的主要指标。

强度满足要求时应开展环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料的水稳定性检验和自修复性能试验。环氧高聚物稳定钙基脱硫灰的水稳定性和自修复性能指标应满足表3的规定。

表 3 水稳定性和自修复性能技术要求

使用性能	技术指标	技术要求	试验方法
水稳定性	水稳定性系数 WSC/%	≥85	CJ/T 486 附录 B
	水稳定性系数比 WSCR	≥1.2	
自修复性能	自修复系数 SHC/%	≥120	本文件附录 B
	自修复系数比 SHCR	≥1.3	

5.3 材料设计参数

在进行路面结构设计时，环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料的弯拉强度和弹性模量可参照表4取值。

表 4 弯拉强度和弹性模量取值范围

弯拉强度 MPa	弹性模量 MPa
0.6~1.0	4000~6000

注：结合料用量高、环氧高聚物固化剂用量高、材料性能好、压实度大时取高值，反之取低值。

5.4 配合比设计流程

应根据所用钙基脱硫灰的特点，通过原材料性能及成分的试验评定，选择适宜的无机结合料类型，确定环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料配合比设计的技术标准。配合比设计宜按照图1的步骤进行。

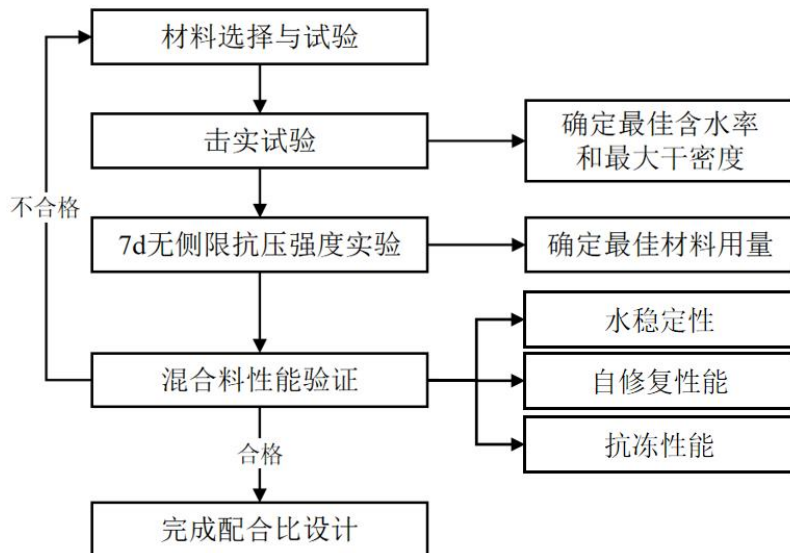


图 1 配合比设计流程图

配合比设计中，应选择不少于5个无机结合料剂量和3个固化剂掺量。配合比试验推荐无机结合料剂量可参照表5中的范围进行取值。

表 5 材料配合比试验推荐剂量

层位	无机结合料剂量 ^a %	固化剂掺量 ^b mL/m ³
基层	3~10	150~300
底基层	2~8	100~250

^a 无机结合料剂量为无机结合料干质量（水泥）占钙基脱硫灰干质量的百分率，即：无机结合料剂量=无机结合料干质量/钙基脱硫灰干质量×100。在能估计合适剂量的情况下，可将无机结合料剂量缩减到3~4个。
^b 固化剂掺量为固化剂原液体积与环氧高聚物稳定钙基脱硫灰混合料压实后体积的比值，即：固化剂掺量=固化剂原液体积/环氧高聚物稳定钙基脱硫灰混合料压实后体积。

参照《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》（JTG E51）中T 0804击实试验确定最大、中间和最小3个无机结合料剂量条件下环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料的最佳含水量和最大干密度，其它两种无机结合料剂量的最佳含水量根据内插法确定。

应根据试验确定的最佳含水量、最大干密度及压实度要求成型标准试件，验证不同无机结合料剂量和固化剂掺量条件下环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料的7d无侧限抗压强度，确定满足设计要求的无机结合料剂量和固化剂掺量。

对于满足强度要求的环氧高聚物稳定钙基脱硫灰混合料应视需求开展水稳定性验证试验和自修复性能验证试验，对于不满足要求的应调整配合比，重新开展试验。

根据性能验证试验结果，并综合考虑经济性、便宜性等原则，确定最佳的材料配合比。

天气炎热或运距较远时，含水量宜比室内试验确定的最佳含水量增加0.5%~1.5%。

6 施工

6.1 一般规定

对于二级公路、主干路及次干路施工时应采用专用拌和设备拌制、摊铺机摊铺的施工工艺，对于二级以下公路及支路施工时可采用人工路拌、推土机摊铺、平地机整平的施工工艺。

环氧高聚物稳定钙基脱硫灰从拌和至碾压完成时间不宜超过2h。

环氧高聚物稳定钙基脱硫灰季节性施工参照《土壤固化剂应用技术规程》（CJJ/T 286）中6.4相关要求。

6.2 现场准备

下承层存在低洼或坑洞时，应填补及压实，对搓板和槽辙应刮除，对松散应耙松洒水并重新碾压，达到平整密实。

下承层表面应平整、坚实，具有规定的路拱。

施工放样。应在下承层上恢复中线，直线段应每15m~20m设一桩，平曲线段应10m~15m设一桩，并应在两侧路肩边缘外设指示桩，且用明显标记标出环氧高聚物稳定钙基脱硫灰层边缘的设计高程。

6.3 厂拌法施工

6.3.1 工艺说明

a) 厂拌法施工指在固定的拌和工厂或移动式拌和站，采用专用拌和设备将钙基脱硫灰、固化剂和无机结合料集中拌制成混合料，通过运输车运送至现场摊铺的施工方法。

b) 厂拌法施工适用于的二级公路、主干路、次干路道路基层新建、改扩建及养护工程。

c) 厂拌法施工的工艺流程宜按图2的顺序进行。

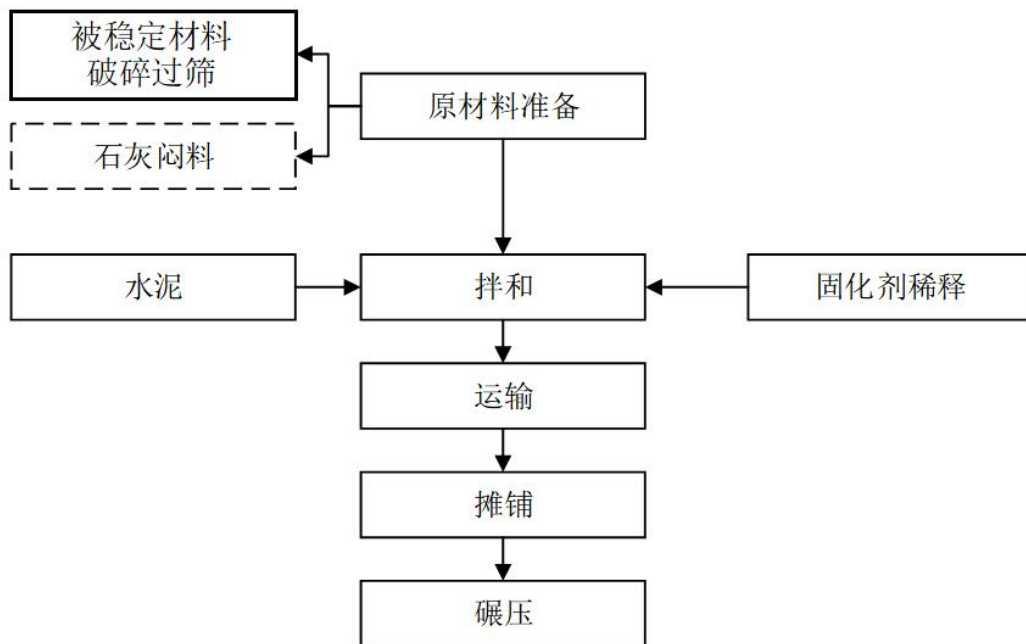


图2 厂拌法施工工艺流程

6.3.2 原材料准备

a) 厂拌法拌和设备宜采用强制式搅拌机，并配备水泥料仓、储水罐、固化剂存储罐等，拌和机的拌和能力应与现场摊铺能力相匹配。各类原材料存储设备应具有独立的计量系统，确保环氧高聚物稳定钙基脱硫灰配合比满足设计要求。

b) 被稳定材料中结块应粉碎，最大尺寸应不大于15mm，且宜采取覆盖措施，防止雨淋。

c) 固化剂应按照设计剂量预先加入到水中进行稀释，固化剂使用前要充分摇匀，使沉淀充分溶解。配制固化剂稀释液时，应根据混合料的实测含水量和最佳含水量以及设计的固化剂剂量来确定稀释比例，稀释倍数一般为25倍~30倍。

6.3.3 拌和

- a) 在正式拌制环氧高聚物稳定钙基脱硫灰之前，应通过设备调试使混合料的含水量等满足配合比设计要求。
- b) 应保证混合料在拌缸中具有足够的拌和时间，以确保环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料的均匀性。
- c) 天气炎热或运距较远时，环氧高聚物稳定钙基脱硫灰拌和时宜适当增加1%~2%的含水量。

6.3.4 运输

- a) 应根据工程量的大小和运距的长短，配备相应数量的混合料运输车。
- b) 运输车装好料后应及时运送到铺筑现场，并采用篷布进行覆盖，减少路途或现场排队等候造成的水分散失。

6.3.5 摊铺

- a) 应在摊铺前通过试验段铺筑确定被稳定材料的松铺系数，没有经验时，可按1.45~1.55进行选择试用。
- b) 应在下承层施工质量检测合格后，开始摊铺上面结构层。环氧高聚物稳定钙基脱硫灰作为下承层时，宜将其顶面拉毛或采用凸块式压路机碾压，再摊铺上层混合料。
- c) 对无法使用机械摊铺的超宽路段，应采用人工同步摊铺、修正，并同时碾压成型。
- d) 摊铺后的被稳定材料层应平整，并有一定的路拱，应检验松铺被稳定材料层的厚度。

6.4 路拌法施工

6.4.1 工艺说明

- a) 路拌法施工宜采用层铺路拌法，将被稳定材料（即钙基脱硫灰）、固化剂和无机结合料就地逐层摊铺，用路拌机以及其他机械或人工就地拌和，形成混合料结构层。
- b) 路拌法施工适用于二级公路、主干路、次干路道路底基层和二级以下公路、支路、临时道路基层、底基层新建、改扩建及养护工程。
- c) 路拌法施工的工艺流程宜按图3的顺序进行。

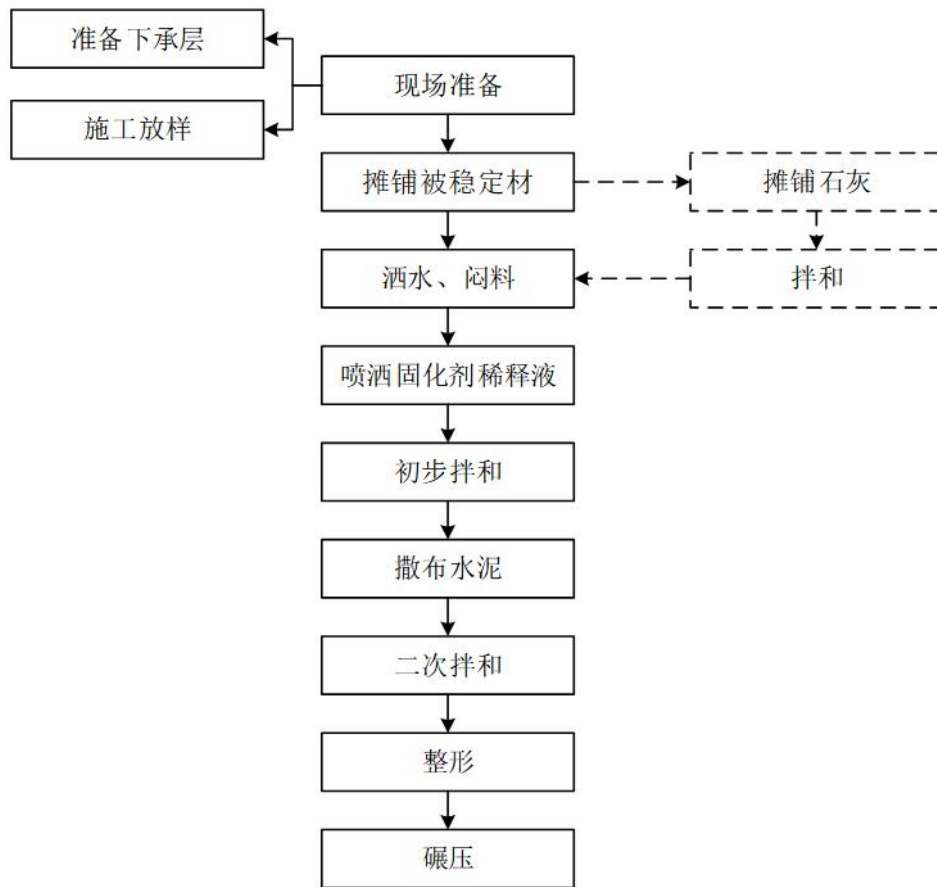


图3 路拌法施工工艺流程

6.4.2 摊铺被稳定材料

- 应符合本文件6.3.5a)、6.3.5b)、6.3.5d)的规定。
- 将检验合格的被稳定材料在摊铺无机结合料的前一天运至施工路段进行摊铺，摊铺过程中，应将结块、超尺寸颗粒及其它杂物拣除。当结块较多时，应采用专用机械进行粉碎，无专用机械时，也可用旋转耕作机、圆盘耙等设备进行粉碎。

6.4.3 洒水、闷料

土的含水量过小时，应在土层上洒水闷料12h，洒水应均匀，洒水量宜较最佳含水量低3%~5%。

6.4.4 喷洒固化剂稀释液

- 配制固化剂稀释液，具体要求和办法见本文件6.3.2c)。
- 喷洒固化剂稀释液。通过试喷，检查压力洒水车液流的压力，并根据用量调整车速和流量。为了保证均匀性，固化剂稀释液喷洒宜分两次进行，每次喷洒量为50%。

6.4.5 初步拌和

- 可采用路拌机或其它拌和机械沿路拌和，使固化剂稀释液和被稳定材料充分混合。
- 采用专用稳定土拌和设备拌和时，拌和次数不少于两遍，且应设专人随时检查拌和深度，并配合拌和设备操作员调整拌和深度，拌和深度应达稳定层底并宜侵入下承层不小于5mm~10mm。拌和层底部严禁留有未拌和的部分。

c) 二级以下公路及支路在没有专用拌和设备时,可采用农用旋转耕作机与多铧犁或平地机相配合拌和,拌和时间不可过长,拌和次数不少于四遍。

6.4.6 撒布水泥

a) 按计算的每袋无机结合料摆放的纵横间距,在摊铺后的被稳定材料层上做标记,并将当日施工用的无机结合料卸在做标记的地点,并检查有无遗漏和多余。

b) 用刮板将无机结合料均匀摊开,路段表面应没有空白位置,也没有无机结合料过分集中的区域,每袋无机结合料的摊铺面积应相等。

6.4.7 二次拌和

a) 采用初步拌和设备对摊铺水泥后的钙基脱硫灰进行二次拌和,拌和次数为2遍~3遍。

b) 拌和过程结束时,应及时检测含水量,含水量宜略大于最佳值。含水量不足时,宜用喷管式洒水车补充洒水。

c) 拌和后的环氧高聚物稳定钙基脱硫灰应色泽一致,没有灰条、灰团和花面现象。

6.4.8 整形

a) 环氧高聚物稳定钙基脱硫灰拌和均匀后,应及时采用平地机进行初步整形。在初平的路段上,应用拖拉机、平地机或轮胎压路机快速碾压一遍。

b) 整形前,对局部低洼处应用齿耙将其表层50mm以上的材料耙松,并用新拌的混合料找平,再碾压一遍。

c) 应用平地机再整形一次,应将高出料直接刮出路外,严禁形成薄层贴补现象。

d) 反复整形,直至满足技术要求,每次整形都应达到规定的坡度和路拱。

e) 人工整形时,应用锹和耙先将混合料摊平,用路拱板整形。用拖拉机初压1遍~2遍后,应根据实测松铺系数,确定纵横断面高程,并设置标记和挂线。

6.5 碾压

a) 应根据路宽、压路机的轮宽和轮距的不同,制定不同碾压方案,并铺筑试验段,根据试验段实施效果确定合理的碾压工艺。碾压成型后每层的厚度不小于160mm,最大厚度宜不大于200mm。

b) 整形后对结构层进行全宽碾压,使各部分碾压到的次数尽量相同,路面的两侧多压2遍~3遍。在直线段和不设超高的平曲线段,宜从两侧路肩向路中心碾压,且轮迹应重叠1/2轮宽,后轮应超过两段的接缝处。碾压次数宜为6遍~8遍。

c) 采用人工摊铺和整形的环氧高聚物稳定钙基脱硫灰,宜先用拖拉机或6~8t两轮压路机或轮胎压路机碾压1遍~2遍,再用重型压路机碾压。

d) 采用钢轮压路机初压时,宜采用双钢轮压路机稳压2遍~3遍,再用22t以上的单钢轮压路机、18t~21t三轮压路机或30t以上的轮胎压路机继续碾压密实,最后采用双钢轮压路机碾压消除轮迹或采用凸块式压路机碾压收面。

e) 采用轮胎压路机初压时,应采用30t以上的重胶轮压路机稳压1遍~2遍,错轮不超过1/3的轮迹带宽,再采用重型振动压路机碾压密实,最后采用双钢轮压路机碾压,消除轮迹。

f) 压路机前两遍的碾压速度宜为1.5 km/h~1.7km/h,以后宜为2.0 km/h~2.5km/h。

g) 严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上掉头或紧急制动。

h) 碾压过程中,环氧高聚物稳定钙基脱硫灰的表面应始终保持湿润,水分蒸发过快时,宜及时补洒少量的水,严禁大量洒水。

i) 碾压过程中,有“弹簧”、松散、起皮等现象时,应及时翻开重新拌和或换填新料,并再次碾压。

j) 在碾压结束前,应用平地机终平一次,纵坡、路拱和超高应符合设计要求。终平时,应将局部高出部分刮除并扫出路外,对局部低洼之处,不再找补。

k) 碾压应达到要求的压实度,碾压成型后的表面应平整、无轮迹。

6.6 接缝处理

同日施工的两个工作段，前一段拌和整形后，留5m~8m不碾压，后一段施工时，在前一段的未压部分再加部分水泥重新拌和，并与后一段一起碾压。

每天最后一段施工缝的做法应符合下列规定：

a) 在已碾压完成的稳定材料层的末端挖出一条横贯路宽、宽约300mm的槽，直至下承层顶面。在槽内放置两根与压实厚度等厚、长为全宽一半的方木紧贴已碾压完成的端面；

b) 用原挖出的材料回填槽内其余部分；

c) 第二天邻接作业段拌和后除去方木，用环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料回填；

d) 靠近方木未能拌和的一小段，应人工补充拌和；

e) 整平时，接缝处的稳定材料应较已完成断面高出约50mm；

f) 新稳定材料碾压过程中，应将接缝处修整平顺。

应避免出现纵向接缝。分两幅施工时，纵缝应垂直相接，并应符合下列规定：

a) 前一幅施工时，在靠中央一侧应用与环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料层的压实厚度相同的方木或钢模板作支撑；

b) 混合料拌和结束后，靠近支撑的部分，应人工补充拌和，再整形和碾压；

c) 应在铺筑后一幅之前拆除支撑；

d) 后一幅稳定材料拌和结束后，靠近前一幅的部分，宜人工补充拌和，再整形和碾压。

6.7 养生

碾压完成后，经压实度检查合格后应立即开始养生，养生期不得少于7d。

养生可采取洒水养生、薄膜覆盖养生、土工布覆盖养生、草帘覆盖养生等方式，宜结合工程实际情况选择适宜的养生方式，应始终保持环氧高聚物稳定钙基脱硫灰层表面湿润。不同养生方式要求可参照《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）执行。

养生期达到7d后应通过钻取芯样的方式检查环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料的整体成型情况，并对芯样的高度进行测量，取出完整芯样时方为合格，取芯频率为每1500m²~2000m² 6个点，取芯筒直径150mm。当取出的芯样不完整时，应找出实际路段相应的范围，返工处理。

养生期间应封闭交通，除洒水车和小型通勤车辆外严禁其他车辆通行。洒水车和小型通勤车的载重应小于13t，行驶速度应小于40km/h。

施工结束后7d~10d内应对弯沉值进行检测，不满足要求的应需找出原因并返工处理。

在养生完成后加铺上层结构前，应对结构层间进行处理，具体处理工艺可参照《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20）执行。

7 质量控制与验收

7.1 一般规定

基层、底基层的质量标准与控制应包括原材料检验、施工参数确定、施工过程中的质量检查验收等方面。

施工过程中发现质量缺陷时，应加大检测频率；必要时停工整顿，查找原因并进行处理。

施工结束后，应开展质量检查和验收，合格后方可进行下一个工序。凡经检验不合格的部分，应进行整改重做。

7.2 铺筑试验段

基层、底基层正式施工前，应铺筑试验段，长度宜为200m~300m。

通过试验段铺筑验证混合料配合比设计结果，确定环氧高聚物稳定钙基脱硫灰拌和、摊铺及碾压等施工关键技术参数，并根据工程实际情况进行调整。

应对试验段施工过程中的环氧高聚物稳定钙基脱硫灰混合料含水量、7d无侧限抗压强度、浸出毒性等以及施工后的压实度、弯沉、取芯结果等进行检测，并开展试验段总结，编制试验段总结报告。

将试验段确定的配合比、含水量、松铺系数、碾压工艺等施工关键技术参数作为施工过程中质量要求和控制的标准。

试验段不满足技术要求时，应重新铺筑试验段。试验段各项指标合格后，方可正式施工。

7.3 施工质量控制

施工过程中的质量控制包括材料质量检查和工程质量检查两部分。

开工前及施工过程中，应对拟采用的材料质量按照表6要求的检查项目、频度和质量标准进行检测评定。

表 6 施工过程中的材料质量检查项目、频度和质量标准

序号	材料	检查项目	频度	质量标准
1	原材料抽检	水泥	强度、初凝时间、终凝时间	满足本文件要求
2		石灰	有效钙、镁含量	
3		固化剂	固含量、改性水分散环氧基齐聚物含量、溶解性、稳定性、pH值	
4		被稳定材料	含水量、液限、塑限、颗粒分析	
5	混合料抽检	无机结合料剂量 ^a	每 2000m ² 1 次	不小于设计值-1.0%
6		固化剂掺量 ^b	每 2000m ² 1 次	不小于设计值
7		最大干密度	每 2000m ² 1 次	/
8		含水量	每 2000m ² 1 次	与最佳含水量绝对误差不大于 2%
9		7d 无侧限抗压强度 ^c	每工作日 1 次	不小于设计值
10		水稳定性	每次配合比试验	满足本文件要求
11		自修复性能	每次配合比试验	满足本文件要求
12		浸出毒性 ^{d e f}	每工作日 1 次	浸出液满足地下水质量标准 (GB/T 14848-2017) III类地下水要求
^{a b} 无机结合料剂量和固化剂掺量通过总量控制。 ^{c d} 7d 无侧限抗压强度和浸出毒性检测采用施工前场取回的样本进行室内成型。 ^e 浸出毒性检测方法参照《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3)。 ^f 若被稳定材料本身满足水质标准 (GB/T 14848-2017) III类地下水要求，则无需进行检测。				

施工过程中应随时检查现场摊铺和碾压的质量，包括摊铺是否出现离析、压实机械是否满足要求、碾压组合和碾压次数是否合理等。

施工过程中的工程质量控制主要包括外形尺寸检查，其检查项目、频度和质量标准应符合表7中的规定。

表 7 施工过程中的工程质量检查项目、频度和质量标准

序号	检查项目	频度	质量标准	
			基层	底基层
1	纵断高程/mm	每 20m 1 处	+5~-15	+5~-20
2	厚度/mm	每 2000 m ² 6 处	均值	≥-10
			单个值	≥-20
3	宽度/mm	每 40m 1 处	>0	>0
4	横坡度/%	每 100m 3 处	±0.5	±0.5
5	平整度/mm	每 200m 2 处，每处连续 10 尺 (3m 直尺)	≤12	≤15

7.4 质量验收

施工结束后宜以1km长的路段为单元对工程质量进行检查评定；采用大流水作业法施工时，以每天完成的段落为评定单元。

工程质量验收应包括外形尺寸检查和质量检查两方面，其中，外形尺寸检查项目、频度和质量标准应符合表7中的规定，质量检查与验收标准应符合表8中的规定。

表 8 质量检查与验收标准

序号	检查项目		频度	标准值	极限低值
1	压实度/%	基层	每一评定段 6~10 处	≥ 94	≥ 90
		底基层		≥ 93	≥ 89

附录 A

(规范性)

改性环氧基齐聚物含量试验

A.1 改性环氧基齐聚物提取

精确称取 10.0000g (精确到 0.0001g) 固化剂材料于 100ml 烧杯内 (记录质量为 m , 单位: g), 加入 25ml 甲苯溶剂, 用保鲜膜封口, 并用针扎几个小孔, 然后在 50°C 水浴条件下, 用超声波振荡器提取 30min, 静置分层后, 收集下层清液, 再次加入 25ml 去离子水, 超声波震荡提取 10min, 重复两次。将提取的高分子-甲苯溶液 80°C, 0.098MPa 条件下除去甲苯, 得到聚合物成分。重复提取三份。

A.2 改性环氧基齐聚物含量测定

配制盐酸-丙酮溶液, 用移液管移取 150mL 丙酮溶液, 放入塞磨口锥形瓶中, 用新的移液管移取 1.2mL 盐酸倒入, 均匀混合, 现配现用。

在提取到的聚合物成分中, 用移液管准确加入盐酸-丙酮 20mL, 塞紧瓶口, 摇匀后, 放在 45°C 水浴中恒温静置 1 小时, 使其充分反应。

至少加 3 滴混合指示剂在已经溶解的试样中。在自动电位滴定仪中加入已准确标定浓度的氢氧化钠乙醇-水溶液 (浓度为 C , 单位: mol/L), 在不断搅拌的状态在滴定碱液, 直至刚好显现紫蓝色并保持颜色至少稳定 10s, 滴定结束, 记录数据 (V_1 , 单位: L)。

用 20mL 溶剂以相同方法进行空白测定。记录所滴定氢氧化钠乙醇-水溶液体积 (V_0 , 单位: L)。

A.3 计算方法

改性环氧基齐聚物含量 W 按式 A.3.1 计算。

$$W = \frac{(V_0 - V_1) \times C}{m} \times M \times 100 \quad (\text{A.3.1})$$

式中: W —固化剂材料改性环氧基齐聚物含量, %;

V_0 —20ml 盐酸-丙酮溶液所消耗的 NaOH 的溶液体积, L;

V_1 —固化剂材料改性环氧基齐聚物所消耗的 NaOH 溶液的体积, L;

C —NaOH 乙醇-水标准溶液的浓度, mol/L;

m —固化剂材料的质量, g;

M —改性环氧基齐聚物的摩尔质量, g/mol。

附录 B

(规范性)

自修复性能试验

同一配比的环氧高聚物稳定钙基脱硫灰材料制备 12 个无侧限抗压强度标准试件，6 个一组，共两组。

两组试件均采用标准养生龄期 7d。养生结束后，其中一组试件开展间接抗拉强度试验（参照 JTG E51 中 T0806），并计算最大荷载和间接抗拉强度。另一组试件加载至最大荷载的 80%后卸载，然后放置于标准养生室养生 15d 后开展间接抗拉强度试验，计算间接抗拉强度。

通过式 B.1 计算稳定土材料的自修复系数。

$$SHC = \frac{R_i^1}{R_i^0} \times 100 \quad (\text{B.1})$$

式中：SHC——自修复系数，%；

R_i^0 ——7d 间接抗拉强度，MPa；

R_i^1 ——养生 15d 后的间接抗拉强度，MPa。

将不添加固化剂的稳定土材料作为基准试件，添加固化剂的稳定土材料作为检测试件，通过检测试件的自修复系数与基准试件的自修复系数比值计算自修复系数比，如式 B.2。

$$SHCR = \frac{SHC_1}{SHC_0} \quad (\text{B.2})$$

式中：SHCR——自修复系数比；

SHC_0 ——基准试件的自修复系数，%；

SHC_1 ——检测试件的自修复系数，%。

自修复系数 SHC 和自修复系数比 SHCR 应满足表 3 中的技术要求，如不满足时应重新进行配合比。

