

ICS 93 010

CCS P 66

团 体 标 准

T/JSJTQX XX—2025

钛石膏路用技术规程

Technical code for titanium gypsum for road engineering

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

江苏省交通企业协会 发布

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

 4.1 钛石膏 2

 4.2 素土 2

 4.3 石灰 2

 4.4 水 2

5 钛石膏混合料 错误！未定义书签。

 5.1 一般规定 2

 5.2 配合比设计 3

6 施工 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 施工准备 4

 6.3 路拌法施工 4

 6.4 厂拌法施工 5

7 质量检验 5

 7.1 一般规定 5

 7.2 原材料质量检验 5

 7.3 钛石膏混合料性能检验 6

 7.4 路基施工质量检验 6

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专利的责任。

本文件由江苏省交通企业协会提出并归口。

本文件起草单位：镇江润钛循环科技有限公司，江苏科技大学，江苏省交通工程集团有限公司，苏州市公路事业发展中心，苏州交通投资集团有限责任公司

本文件主要起草人：迟维菽，陆群，詹其伟，潘志宏，李晓伟，顾保玉，刘彪，薛立新，朱翔，张永胜，任建斌，李俊，姚刚，丁玉春，段文山，丁昊伟，王鑫宇，刘玉婷，胡海涛，杨金晶，孙新选。

钛石膏路用技术规程

1 范围

本文件规定了钛石膏混合料填筑公路路堤的原材料、钛石膏混合料、施工、质量检验等。

本文件适用于各等级公路新建、改（扩）建工程的钛石膏混合料填筑公路非浸水路堤，其他道路可参照执行。

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/T 5484 石膏化学分析方法
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB/T 30760-2024 水泥窑协同处置固体废物技术规范
- 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 42346 钒钛磁铁矿综合利用 术语和定义
- GB/T 45015 钛石膏综合利用技术规范
- CJJ/T 286 土壤固化剂应用技术标准
- CJ/T 486 土壤固化外加剂
- HJ/T 299 固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法
- JTG D30 公路路基设计规范
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册土建工程
- JC/T 479 建筑生石灰
- 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 3450 公路路基路面现场测试规程
- JTG/T 3610 公路路基施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钛石膏 titanium gypsum

采用硫酸法工艺生产钛白粉的过程中，产生的酸性废水经石灰、电石渣等钙基碱性物质中和、脱水后，得到以二水硫酸钙($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)为主要成分的固体滤渣。

[来源：GB/T 42346-2023，5.4.6，有修改]

3.2

钛石膏混合料 titanium gypsum mixture

钛石膏与素土、石灰中的一种或两种按照比例拌合均匀的混合物。

4 原材料

4.1 钛石膏

4.1.1 钛石膏应无刺激性气味，pH值范围应在6~9。

4.1.2 钛石膏中附着水(H_2O)含量(湿基)不应超过30%、水溶性氧化钾(K_2O)含量(干基)不应超过0.30%、水溶性氧化镁(MgO)含量(干基)不应超过2%、三氧化二铁(Fe_2O_3)含量不应超过20%。

4.1.3 钛石膏内照射指数(I_{Ra})、外照射指数(I_r)均不应超过1.0。

4.1.4 钛石膏中重金属污染物应符合GB/T 30760-2024的相关要求，其他指标应符合GB/T 45015的相关要求，未经处理的钛石膏不应直接作为路基填筑材料使用。

4.2 素土

4.2.1 素土中有机质含量(重量比)不应超过10%。

4.2.2 素土内污染物应符合GB 36600的相关要求，未经处理的污染土不应直接使用。

4.3 石灰

4.3.1 石灰应选用生石灰粉，其氧化钙和氧化镁总量不应低于75%，且应符合JC/T 479中的技术要求。

4.4 水

4.4.1 拌合用水应符合JGJ 63的规定。

5 钛石膏混合料

5.1 一般规定

5.1.1 钛石膏混合料配合比应采用质量比，素土、石灰掺量宜采用占钛石膏干质量的百分比表示。

5.1.2 钛石膏混合料配合比设计时，应以路基填料液塑限、加州承载比、压实度等为设计性能指标。

- 5.1.3 钛石膏混合料中钛石膏掺量宜为10%，超过该掺量时应根据室内和现场试验以及工程设计要求综合确定。
- 5.1.4 钛石膏混合料的加州承载比、液限和塑限应符合JTG D30的规定，其他性能指标应符合表1的规定。

表 1 钛石膏混合料性能指标

检测项目	规定值	检测方法
自由膨胀率/ %	≤25	按JTG 3430规定的执行
7d水稳系数/ %	≥80	按CJ/T 486的规定执行

- 5.1.5 钛石膏混合料的浸出重金属含量限值应符合GB/T 30760-2024中表2、表3的规定。
- 5.2 配合比设计
- 5.2.1 配合比设计应按下列步骤进行：
- a) 钛石膏、素土取样试验；
 - b) 根据素土类型和性质，拟定基准配合比；
 - c) 计算各原材料用量；
 - d) 进行钛石膏混合料试配；
 - e) 调整和确定配合比。
- 5.2.2 素土应进行颗粒分布、液塑限、塑性指数、有机质含量、pH值、含水量、最佳含水量等试验，有特殊要求时，应增加其他相关指标测试，测试方法应符合JTG 3430的有关规定。
- 5.2.3 配合比设计时，素土的最大粒径不宜大于15 mm，且粒径大于10 mm土的质量不应超过土总量的5%。
- 5.2.4 钛石膏混合料试配时，首先确定一组基准配合比，其他各组配合比应在基准配合比的基础上对素土、石灰掺量进行适量调整。
- 5.2.5 应通过击实试验确定钛石膏混合料的最佳含水量和最大干密度，并应符合JTG 3441进行试件制备、成型及养护。
- 5.2.6 应测定钛石膏混合料加州承载比、液限和塑性指数。
- 5.2.7 根据试配结果，应选择符合设计性能要求、经济指标较好的配合比。当试配不满足设计要求时，应调整配合比，并重新进行试验。

6 施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 钛石膏、石灰原材料必须分仓贮存，并应有明显标识，避免混杂或污染，并应有防雨措施。
- 6.1.2 当素土含水量高于40%时，应采取翻拌、晾晒或脱水处理等措施，使其含水量降至40%以下。
- 6.1.3 施工前，应先填筑试验路段，试验段施工长度不宜小于100 m，确定钛石膏混合料的松铺系数、碾压工艺及其他施工技术参数，编制施工技术方案。
- 6.1.4 施工机械及相应型号的选择，应根据工程规模、设计要求、施工条件与环境条件综合确定。
- 6.1.5 当室外日平均气温连续5天低于5℃时，不应进行施工。
- 6.1.6 雨期施工应做好防雨和排水工作，不应在雨天施工。

6.2 施工准备

- 6.2.1 施工应合理划分作业单元，采用流水作业，每一单元宜为1000 m²~3000 m²。
- 6.2.2 其他施工准备工作参照JTG/T 3610执行。

6.3 路拌法施工

- 6.3.1 路拌法施工工艺流程应包括场地准备、施工放样、摊铺、拌合、整平、碾压和养生。
- 6.3.2 施工放样应在施工段上放线并设置标桩，直线段应以每15 m~20 m设一桩，平曲线段应每10 m~15 m设一桩，并应在两侧路肩边缘外设指示桩；在两侧指示桩上应采用明显标记，标出路基边缘的设计高度。
- 6.3.3 摊铺时素土不应有树木、草皮、大块颗粒，粒径大于40 mm的石料应清除；松铺厚度应根据压实厚度乘以松铺系数确定，且每层应不大于300 mm；摊铺长度宜根据从混合料拌合开始至碾压成型在1个工作日内完成确定；应计算各种材料的摊铺面积，确定摆放的行数、间距和用量，并应摊铺均匀。
- 6.3.4 拌合深度应根据施工路基层填筑厚度的要求确定；宜采用路拌机械由两侧向中心进行拌合，且不应漏拌；当分层施工时，拌合深度应达下一层并宜侵入下一层不小于5 mm~10 mm，设专人随时检查拌合深度，并配合拌合设备操作员调整拌合深度；拌合结束应以混合料干湿和颜色基本一致且无团块为准；混合料含水量宜比最佳含水量高1%~2%。当混合料的实际含水量超过上述范围时，应将混合料摊开、晾晒，使其达到上述要求。
- 6.3.5 整平时混合料拌合均匀后，应及时采用平地机初步整平。在直线段，平地机应由两侧向路中心进行刮平；在平曲线段，平地机应由内侧向外侧进行刮平；局部采用人工整平时，应先用锹和耙将混合料摊平，再用路拱板整平。
- 6.3.6 碾压时混合料整平后，其含水量若在其最佳含水量±2%时，应按试验段确定的碾压方案迅速碾压。当混合料的实际含水量低于上述范围内时，应均匀洒水，使其达到上述要求后方可进行碾压；

局部混合料采用人工摊铺和整平时，宜先用轻型压路机碾压1遍～2遍，再用重型压路机碾压；压路机不应在已完成的或正在碾压的路段上掉头或紧急制动。

6.3.7 碾压完成后，应及时养生。

6.4 厂拌法施工

6.4.1 厂拌法施工工艺流程应包括场地准备、施工放样、拌合、运输、摊铺、整平、碾压和养生。

6.4.2 场地准备、施工放样、整平、碾压、养生均应符合本文件第6.3节的相关规定。

6.4.3 拌合时混合料宜采用强制式搅拌机均匀拌合；拌合应按混合料配合比设计确定的原材料规格及配比进行；素土应粉碎，最大粒径应不大于15 mm；混合料含水量宜比最佳含水量高1%～2%，当混合料的实际含水量超过上述范围时，应进行焖料处理，使其达到上述要求。

6.4.4 运输宜采用自卸式运输车；应根据工程量的大小和运距的长短，配备足够数量的运输车；装料前，应清理车厢，不应存有杂物；装料后，应采用篷布将厢体覆盖严密，直到准备卸料时方可打开。

6.4.5 摊铺时混合料应根据松铺系数均匀摊铺，摊铺机械的选用应符合国家现行相关标准的规定。

7 质量检验

7.1 一般规定

7.1.1 钛石膏混合料路基的质量检验应包括原材料质量检验和路基施工质量检验，质量检验评定标准除应符合本文件规定外，还应符合JTG D30、JTG/T 3610和JTG F80/1的规定。

7.1.2 每道工序完成后，均应进行质量检验，合格后方可进入下一道工序施工，经检验不合格的应进行返修至符合要求。当对钛石膏混合料性能有异议时，宜进行实体检验。

7.2 原材料质量检验

应符合表2的规定。

表 2 原材料质量检验项目

项次	检验项目	规定值	检验方法和频率
1	钛石膏	符合本文件4.1的规定	GB/T 5484、GB 6566、HJ/T 299的规定执行；同分类、同规格每5000t为一检验批
2	素土	符合本文件4.2的规定	按JTG 3430的规定执行；相同土质每个工程项目至少检验1次
3	石灰	符合本文件4.3的规定	按CJ/T 486的规定执行；同分类、同规格每200t为一检验批
4	水	符合本文件4.4的规定	按JGJ 63的规定执行；同一水源至少检验1次

7.3 钛石膏混合料性能检验

应符合表3的规定。

表 3 钛石膏混合料性能检验项目

项次	检验项目	规定值	检验方法和频率
1	液限、塑限	符合本文件条文5.1.4的规定	按JTG 3430的规定执行；同配合比、同工艺至少检验1次
2	自由膨胀率 / %		
3	7d水稳系数 / %		按CJ/T 486 的规定执行；同配合比、同工艺至少检验1次
4	浸出重金属含量 / %	符合本文件条文5.1.5的规定	按GB/T 30760-2024的规定执行；同配合比、同工艺至少检验1次

7.4 路基施工质量检验

完工后的路基应表面平整、坚实、稳定、路拱合适、排水良好，路基施工质量检验应满足设计要求，在没有设计要求的情况下应符合表4的规定。

表 4 路基施工质量检验项目

项次	检验项目				规定值或允许偏差			检验方法和频率
					高速公路 一级公路	其他公路		
						二级公路	三、四级公路	
1	压实度 / %	上路堤	轻、中及重交通荷载等级	0.8m~1.5m	≥94	≥94	≥93	按 JTG F80/1 的规定执行；密度法：每 200m 每压实层 2 处
			特重、极重交通荷载等级	1.2m~1.9m	≥94	≥94	—	
		下路堤	轻、中及重交通荷载等级	> 1.5m	≥93	≥92	≥90	
			特重、极重交通荷载等级	> 1.9m	≥93	≥92	≥90	
2	加州承载比 / %	上路堤	轻、中及重交通荷载等级	0.8m~1.5m	5	4	4	按 JTG 3450 的规定执行；每 200m 每压实层 2 处
			特重、极重交通荷载等级	1.2m~1.9m	5	4	4	
		下路堤	轻、中及重交通荷载等级	> 1.5m	4	3	3	
			特重、极重交通荷载等级	> 1.9m	4	3	3	
3	弯沉 / 0.01mm				≤设计弯沉值			按 JTG F80/1 的规定执行
4	纵断高程 / mm				+10, -15	+10, -20		水准仪：中线位置每 200m 测 2 点
5	中线偏差 / mm				50	100		全站仪：每 200m 测 2 点，弯道加 HY、YH 两点

表 4 路基施工质量检验项目（续）

项次	检验项目	规定值或允许偏差		检验方法和频率
		高速公路 一级公路	其他公路	
			二级公路	
6	宽度 / mm	满足设计要求		尺量：每 200m 测 4 点
7	平整度 / mm	≤15	≤20	3m 直尺：每 200m 测 2 处 ×5 尺
8	横坡 / %	±0.3	±0.5	水准仪：每 200m 测 2 个断面
9	边坡	满足设计要求		尺量：每 200m 测 4 点