

DB13

河北省地方标准

DB13/T 2469—2017

铁尾矿砂路基施工技术规范

2017-05-17 发布

2017-08-01 实施

河北省质量技术监督局 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由河北省交通运输厅提出并归口管理。

本标准起草单位：唐山市公路建设管理处、石家庄铁道大学、河北交通职业技术学院。

本标准主要起草人：成子满、杨广庆、李铁山、张郃生、吕 鹏、孙廷钧、张欣亮、訾爱民、谷振楠、赵庆新、李 义、石经纬、李 珊。

铁尾矿砂路基施工技术规范

1 范围

本标准规定了铁尾矿砂路基施工的术语和定义、一般规定、施工准备、施工技术、施工注意事项、质量要求和检查验收。

本标准适用于河北地区的铁尾矿砂路基工程施工。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 6566-2010 建筑材料放射性核素限量

GB/T 31288-2014 铁尾矿砂

GB/T 50123-1999 土工试验方法标准

JTG D30-2015 公路路基设计规范

JTG E40-2007 公路土工试验规程

JTG F10-2006 公路路基施工技术规范

JTG F80/1-2004 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG/T D32-2012 公路土工合成材料应用技术规范

GB/T 14684-2011 建设用砂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铁尾矿

铁尾矿是指铁矿开采出的矿石经磨细、分选出有价值的精矿后产生的砂状废渣，是工业固体废弃物的主要组成部分。其矿物成分主要包括石英、长石、辉石、石榴石、角闪石等，化学成分主要含有二氧化硅（ SiO_2 ）、氧化铝（ Al_2O_3 ）、氧化钙（ CaO ）、氧化铁（ Fe_2O_3 ）、氧化镁（ MgO ）等以及少量的氧化钾（ K_2O ）、氧化钠（ Na_2O ）、硫（S）、磷（P）等元素。

3.2

铁尾矿砂

铁尾矿砂是指铁矿石经磨细、分选后产生的粒径小于4.75mm的废弃颗粒。

3.3

铁尾矿砂路基

铁尾矿砂路基是指在路基断面两侧填筑一定宽度的包边黏土，断面中部采用铁尾矿砂填筑，其底部沿纵向每隔一定距离设置一处横向排水盲沟，并在其底部设置隔离层，顶部设置一定厚度封层黏土的路基结构物。

4 一般规定

4.1 铁尾矿砂

铁尾矿砂的矿物组成、放射性、有害物质等指标经检测合格后方可用于施工。

4.1.1 颗粒级配

宜选取级配良好的铁尾矿砂用作公路路基填料，其颗粒级配应符合表1的规定。

表 1 铁尾矿砂的颗粒级配

筛孔的公称直径	铁尾矿砂	
	细砂	特细砂
方筛孔	累积筛余 /%	
4.75mm	10~0	0
2.36mm	15~0	15~0
1.18mm	25~0	20~0
600 μ m	40~16	25~0
300 μ m	85~55	55~20
150 μ m	94~75	90~30

4.1.2 放射性

铁尾矿砂的放射性应符合GB 6566-2010的规定。

4.1.3 有害物质

铁尾矿砂中云母、硫化物及硫酸盐、氯化物等有害物质含量应符合表2的规定。

表 2 铁尾矿砂中有害物质含量

项目	指标
云母 /%	≤ 2.0
有机物 /%	≤ 10.0
硫化物及硫酸盐 /%	≤ 0.5
氯化物（以氯离子质量计）/%	≤ 0.02

4.1.4 石粉含量和泥土含量

铁尾矿砂的石粉含量和泥土含量应符合表3的规定。

表3 铁尾矿砂的石粉含量和泥土含量

项目		指标
石粉含量 /%	MB 值 \leq 1.4 或快速法试验合格	\leq 15.0
	MB 值 $>$ 1.4 或快速法试验合格	\leq 5.0
泥土含量 /%		\leq 1.0

注 1：“MB 值是”指人工砂中亚甲蓝测定值。

注 2：“快速法试验”指按照 GB/T 14684-2011 中 7.5 的规定执行。

4.2 黏土

路基两侧包边黏土及顶部封层黏土、底部黏土隔离层的最小承载比应满足 JTG D30-2015 的要求。液限大于 50%、塑性指数大于 26 的细粒土，不可直接用作包边及顶部封层、底部隔离层的黏土填料。

4.3 排水盲沟

排水盲沟位于铁尾矿砂路基底部的黏土隔离层上部两侧，用于排除铁尾矿砂路基内部水分。排水盲沟宜采用无纺土工织物包裹的碎石填充。水分应经排水盲沟导入至两侧边沟内。无纺土工织物指标应符合现行 JTG/T D32-2012 的规定。

4.4 临时防护

黏土包边填筑施工完毕至刷坡前应采取必要临时防护措施，以避免降水冲刷、风力侵蚀等因素对坡面的损害。

4.5 土地资源节约与保护

施工单位应确定取土场、弃土场的合理位置及规模，尽量减少对耕地、林地的占用。对施工驻地、材料堆场、施工便道等临时性占地应合理统筹安排，在工程完工后应做好相应的土地复耕、复垦工作。

5 施工准备

5.1 现场调查与施工组织

路基开工前，应在全面理解设计交底的基础上，进行现场调查与核对。在进行详尽的现场调查后，根据设计要求、合同、现场情况等编制实施性施工组织设计，并按相关规定报批。

5.2 测量

控制测量、导线复测、水准点复测、中线放样及路基放样等应符合 JTG C10-2007 的规定。

5.3 试验

5.3.1 铁尾矿砂

用作路基填料的铁尾矿砂在开工前应进行取样试验。试验项目包括天然含水率、颗粒分析、化学成分试验、标准击实试验、CBR 试验等，应满足相关技术标准的要求。在施工过程中若发现铁尾矿砂填

料发生变化,则应及时取样进行补充试验。此外,尚应按照GB/T 31288-2014要求测定其有害物质、放射性等指标,其数值应符合我国环保和安全方面的相关要求。

5.3.2 黏土

路基两侧包边黏土、顶部封层黏土及底部隔离层黏土应进行天然含水率、液限、塑限、标准击实试验、CBR试验等,必要时应做颗粒分析、比重、有机质含量、易溶盐含量、冻胀和膨胀量等试验,应满足JTG E40-2007、JTG D30-2015中相关技术指标的要求。

5.4 场地清理

应对路幅范围内原地面表层腐殖土、表土、草皮和农作物的根系等进行清理,并按设计要求整平压实。地基表层应满足JTG D30-2015的要求,清理出来的表层土宜充分利用。

5.5 试验路段

5.5.1 试验路段选择

试验路段应选择在地质条件、断面型式等工程特点具有代表性的地段,路段长度不宜小于100m。

5.5.2 内容

试验路段施工应获得以下资料:

- a) 填料试验与检测报告;
- b) 压实工艺主要参数:机械组合、压实机械规格、松铺厚度、碾压遍数、碾压速度;最佳含水量及碾压时含水量允许偏差;
- c) 过程质量控制方法、指标;
- d) 质量评价指标、标准;
- e) 优化后的施工组织方案及工艺;
- f) 原始记录及分析总结;
- g) 其它所需的数据。

6 铁尾矿砂路基碾压法施工

6.1 适用条件

该工艺适用于在天然含水率状态下采用振动压路机及光面压路机对铁尾矿砂路基填料进行分层碾压施工。振动压路机自重应 $\geq 15\text{t}$,推土机功率应 ≥ 140 马力。

6.2 填料准备与运输

根据填筑段落的长度及宽度,按松铺系数计算每层需要的铁尾矿砂及包边黏土填筑数量,划定完成卸料分段网格后,逐格卸料并保证其虚铺厚度满足设计要求。

6.3 摊铺整平

采用包边黏土与铁尾矿砂同步施工的方法,在摊铺过程中严禁黏土和铁尾矿砂填料混杂。使用推土机和平地机配合完成摊铺施工,同时人工配合整理尾矿砂和黏土填料的交界处以形成整齐的分界线。虚铺厚度应按照松铺系数确定,一般可按照每层压实后厚度为20cm~30cm进行上料摊铺。两侧包边黏土的实际铺设宽度均应大于设计宽度30cm以上。

摊铺时，先用推土机进行初平然后采用平地机进行精平作业，作业面应保持朝向外侧1.5%~3%的横向坡度。碾压作业面在经精平后应达到纵横向平顺均匀，层面无明显局部凹凸的要求。

6.4 振动压路机碾压

应按下述程序进行：

- a) 结合试验路段确定的碾压范围、碾压方式、碾压遍数、碾压速度等施工工艺参数进行施工；
- b) 碾压时采用由包边黏土向路基中心碾压的方法，在铁尾矿砂与包边黏土交界处应着重碾压；
- c) 振动压路机碾压方式一般为：静压→弱震→强震→弱震→轮胎碾静压，压路机碾压时的行驶速度一般不超过4km/h。碾压时轮迹重叠宽度应不小于1/3 轮迹宽，轮迹布满一个作业面为一遍。

6.5 静压收光

振动碾压完成后，应采用重型光面压路机进行静压收光作业，一般需静压2~4遍。

6.6 埋设排水盲沟

路基底部黏土隔离层碾压完成并检验合格后，沿压实后的路基面上横断面方向，分别在两侧设置排水盲沟，相邻盲沟间距一般为10~30m。排水盲沟底部清理平整后，铺设无纺土工织物。当排水盲沟内回填碎石后再用无纺土工织物将其包裹好，然后用轻型振动压实设备回填至压实的路基面高程。

6.7 施工质量检测

路基压实度等指标应满足JTG D30-2015及相关技术要求。

6.8 顶部封层黏土施工

施工至设计标高后，按照现行JTG F10-2006进行顶部封层黏土施工。

7 铁尾矿砂路基水坠碾压法施工

7.1 适用条件

该工艺适用于水源充足地段的铁尾矿砂路基填筑施工。采用先施工两侧包边黏土、后施工铁尾矿砂路基主体的填筑方法。

7.2 包边黏土上料摊铺整平

包边黏土土方量及开挖运输应参照本规程 6.2 进行，在摊铺前应准确划出路基边线、铁尾矿砂与包边黏土的分界线。包边黏土内侧摊铺宽度应比设计值宽 ≥ 20 cm，外侧摊铺宽度比设计值宽 ≥ 30 cm。应采用水平分层摊铺、摊铺整平主要采用推土机和平地机完成，严禁包边黏土和铁尾矿砂填料混杂。

7.3 包边黏土碾压施工

应按下述程序进行：

- a) 对作业面积较大，便于采用大型碾压施工设备的区域可参照本规程 6.4 中相关条款进行施工作业；

- b) 对作业面积狭小，如台背回填等位置，可采用蛙式打夯机、手扶式压路机等小型设备进行分层压实。相应的虚铺厚度、碾压遍数、机械组合等施工参数应通过试验确定。每层施工完毕后均应测定其压实度，严格确保工程质量。

7.4 埋设排水盲沟

路基地部黏土隔离层碾压完成并检验合格后，沿压实后的路基横断面方向，分别在两侧设置排水盲沟，相邻盲沟间距一般为10~30m。排水盲沟底部清理平整后，铺设无纺土工织物。当排水盲沟内回填碎石后再用无纺土工织物将其包裹好，然后用轻型振动压实设备回填至压实的包边黏土路基面。

7.5 铁尾矿砂上料摊铺整平

应按照下列程序进行：

- a) 铁尾矿砂上料摊铺前，应用人工将包边黏土内侧切削至设计的尾矿砂与包边黏土分界线处，应确保切削后的包边黏土已全部压实，否则应对包边黏土进行补压修补；
- b) 铁尾矿砂上料摊铺、整平可参照本规程 6.2 中相关条款进行。施工中应注意对已施工的包边黏土部分进行保护，防止出现破坏；
- c) 应通过工程试验段确定铁尾矿砂填料的虚铺厚度，以确保碾压后和包边黏土高度一致。

7.6 设置围堰分区灌水

应按照下列程序进行：

- a) 在摊铺、整平好的铁尾矿砂路基表面分区设置围堰。设置围堰时应根据纵坡、横坡大小适当划段，每段距离根据供水能力确定。围堰高度应 $\geq 30\text{cm}$ ，宽度 $\geq 30\text{cm}$ ；长度应 $\geq 10\text{m}$ ，宽度应 $\geq 5\text{m}$ ；
- b) 灌水：围堰设置好之后开始灌水，灌水应连续进行，灌水时水流流速应稍大，铁尾矿砂路基顶面上的水头高度应 $\geq 20\text{cm}$ ，灌水量应通过试验确定。在尾矿砂与包边黏土结合部位应控制水量以避免将包边黏土浸泡松软。

7.7 碾压作业

应按照下列程序进行：

- a) 已灌水的施工路段，当水渗透至比最佳含水率稍高时（不见明水），用推土机整平；
- b) 振动压路机施工：采用先静压后振压再静压，由慢至快，从弱振至强振的碾压方式，一般不少于三遍。直线段由路侧向路中依次碾压，小半径曲线段由内侧向外侧，纵向进退式进行。前后两次轮迹横向重叠不少于 60cm，碾压区段间纵向重叠 2.0m 以上，确保达到规定压实度。经检验合格后方可进入下一道工序；
- c) 静压收光：可参照本规程 6.5 进行。

7.8 施工质量检测

路基压实质量检测应待碾压作业面多余水渗透完成后再取样，检测干密度、压实度等指标。压实度应满足 JTG D30-2015 的要求。

7.9 顶部封层黏土施工

依次重复以上相应步骤填筑至设计标高后，按照现行 JTG F10-2006 进行顶部封层黏土施工。

8 铁尾矿砂路基施工注意事项

8.1 冬季施工措施

8.1.1 冬季施工限制

高速公路、一级公路的铁尾矿砂路堤和地质不良地区二级及以下铁尾矿砂路堤不宜进行冬季施工。河滩低洼地带，可被水淹没地段不宜进行冬季施工。不应在冬季进行水坠碾压法铁尾矿砂路基施工，洒水施工前应首先试验验证。

8.1.2 冬季施工要求

填筑路堤应随挖、随运、随填、随压实，摊铺层未压实前不得中断施工。应保证挖、运、填、压的周转时间小于土的冻结时间。

8.2 雨季施工措施

8.2.1 一般措施

雨季施工应做好临时排水设施，并与永久排水设施相衔接。应制定雨季施工应急预案，做好防汛抢险的准备工作。低洼和高填地段、工程地质不良地段以及沿河路段路堤应尽量避开雨季施工。

8.2.2 路基结构措施

为减少降水冲刷影响，在施工期间在路基边坡每侧应加宽 $\geq 30\text{cm}$ ，待雨季后再修整至设计边坡线；也可采用临时防护等措施。

9 铁尾矿砂路基质量标准 and 检查验收

9.1 基本要求

应满足如下方面的主要要求：

- 应建立全过程的工程质量管理体系，每道工序均应经检验合格后方可进入下道工序；
- 交工验收前应进行自检，自检合格后编制交工资料，申请交工验收；
- 自检及交工验收均应依照《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1-2004)、本规程及相关技术标准的要求进行。

9.2 铁尾矿砂路基基本体检查验收

路基压实质量检查应从压实度、强度和外观质量等方面进行综合评定，应符合表4中的规定。

表4 铁尾矿砂路基检查验收实测项目

检查项目		质量要求和允许偏差	检查规定	
			检查频率	检查方法
压实度	上路床	$\geq 96\%$	4 断面/200m/层	检查施工记录和灌砂法相结合
	下路床	$\geq 96\%$	4 断面/200m/层	
	上路堤	$\geq 94\%$	4 断面/200m/层	
	下路堤	$\geq 93\%$	4 断面/200m/层	
纵断高程 /mm		-15, +10	4 断面/200m	水准仪检查

表 4 铁尾矿砂路基检查验收实测项目(续)

检查项目	质量要求和允许偏差	检查规定	
		检查频率	检查方法
路基宽度 /m	≥设计值	4 处/200m	尺 量
中线偏位 /mm	50	4 点/200m	经纬仪检查
横坡 /%	±0.3	4 断面/200m	水准仪检查
平整度 /mm	≤15	4 断面/200m	直尺量测
边坡 /%	≤设计值	4 处/200m	水准仪、钢尺检查
弯沉 /0.01 mm	≤设计值	3 点/100m	贝克曼梁
包边黏土宽度 /mm	≥设计值	4 处/200m	直尺量测
封层黏土厚度 /mm	≥设计值	4 处/200m	直尺量测
CBR	≥设计值	按规范要求	现场测试
外观要求	路基表面平整，边线直顺，曲线圆滑；路基边坡坡面平顺，稳定，不得亏坡，曲线圆滑；无软弹和翻浆现象。		