

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T 2171—2025

粉煤灰路基填筑应用技术规范

Technical specifications for application of fly ash in roadbed
filling

2025 – 09 – 12 发布

2025 – 11 – 11 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

 4.1 粉煤灰 2

 4.2 其他材料 2

5 粉煤灰路基设计 2

 5.1 一般规定 2

 5.2 设计要求 2

6 粉煤灰路基施工 4

 6.1 一般规定 4

 6.2 施工准备 4

 6.3 存储与运输 4

 6.4 摊铺与碾压 5

7 质量控制与验收 5

 7.1 一般规定 5

 7.2 质量控制 5

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。

本文件由宁夏回族自治区交通运输厅提出、归口并组织实施。

本文件主要起草单位：宁夏交通建设股份有限公司、宁夏交建交通科技研究院有限公司、宁夏交通投资集团有限公司、宁夏乌玛北高速公路管理有限公司、宁夏交投工程建设管理有限公司、中交公路规划设计院有限公司、宁夏大学、宁夏宁东资源循环利用科技发展有限公司、宁东能源化工基地管理委员会建设和交通局、宁夏嘉恒绿色低碳新材料科技有限公司、长安大学、宁夏公路建设有限公司、新疆交通建设集团股份有限公司、宁夏嘉惠建设科技有限公司、宁夏路嘉公路工程试验检测有限公司、宁夏新中通建设工程有限公司、宁夏回族自治区宁东能源化工基地建设工程质量监督站。

本文件主要起草人：惠迎新、门光誉、闫升、贾小龙、袁正国、贾小彤、刘祺、王杰、叶锋、程月、王宁杰、窦占双、马思明、李宏波、王朝辉、周永桂、惠冰、马莲霞、滕逸伟、王金国、王成、陶智忠、李浩、杜乾中、陈蕾、伍旗、刘章强、张文俊、袁明、贾卓龙、张学恩、贾斌、陈伟。

粉煤灰路基填筑应用技术规范

1 范围

本文件规定了粉煤灰路基填筑原材料、设计、施工、质量控制与验收。

本文件适用于新建、改建和扩建的各等级公路路基，不得用于高速、一级公路和二级及二级以下公路的上路床，其他道路可参照使用。

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/T 176 水泥化学分析方法
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB/T 17642 土工合成材料 非织造布复合土工膜
- GB/T 39701 粉煤灰中铵离子含量的限量及检验方法
- HJ 557 固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法
- 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/T 3610 公路路基施工技术规范
- JTG D30 公路路基设计规范
- JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

粉煤灰 fly ash

燃煤电厂煤粉炉烟道气体中收集的粉末。

3.2

封层 seal coat

粉煤灰路基顶部设置的具有一定封水作用的功能层。

3.3

夹层 mezzanine

粉煤灰路基层间设置的以砂砾土等作为填筑材料便于施工且保证压实性的功能层。

4 原材料

4.1 粉煤灰

- 4.1.1 粉煤灰作为路基填料，不应含团块、腐殖质及其他杂质。
- 4.1.2 粉煤灰路基填筑技术要求应符合表 1 的规定。

表1 粉煤灰技术指标

检测项目	技术要求	试验方法
SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 和 Fe ₂ O ₃ 的总含量（%）	≥70	JTG 3441 T0816
烧失量（%）	≤20	JTG 3441 T0817
2 mm 筛孔通过率（%）	≥90	JTG 3441 T0818
0.075 mm 筛孔通过率（%）	≥45	JTG 3441 T0818
三氧化硫含量（%）	≤3	GB/T 176
氨含量（mg/kg）	≤210	GB/T 39701

- 4.1.3 粉煤灰应按照 HJ 557 规定的方法进行浸出重金属含量的测定，其指标应符合 GB 8978 的规定。
- 4.1.4 粉煤灰放射性指标应符合 GB 6566 的相关规定。

4.2 其他材料

- 4.2.1 粉煤灰路基填料拌和所使用的水，应符合 JTG / T F20 的相关规定。
- 4.2.2 包边土、夹层、隔离层所用砾类土应符合 JTG/T 3610 的相关规定。
- 4.2.3 土工布、土工合成材料应符合 GB/T 17642 的相关规定。

5 粉煤灰路基设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 粉煤灰路基设计应做好公路沿线工程地质勘查试验工作，查明沿线水文、地质条件获取设计所需要的岩土物理力学参数。
- 5.1.2 粉煤灰路基设计应根据公路的功能和等级，遵循因地制宜、就地取材、节约土地、保护环境的原则，通过技术经济综合比选，合理确定粉煤灰路基方案。
- 5.1.3 粉煤灰可用于各等级公路路基，不得应用于高速、一级公路路床，二级及二级以下公路上路床；不得直接用于填筑冰冻地区的路床及浸水部分的路堤。
- 5.1.4 粉煤灰路基应设置完善的防排水系统，包括地表排水、地下排水及内部排水设施。
- 5.1.5 粉煤灰路基应根据气候、水文、地形、地质条件等情况，采取工程防护或植物防护措施，防治路基病害，保证路基稳定。

5.2 设计要求

- 5.2.1 粉煤灰路基设计应做好横断面形式、路基结构、防排水系统和防护工程的综合设计。
- 5.2.2 粉煤灰路基应采取封闭式路基结构，宜设置上封层、垫层、隔离层和土质包边防护。
- 5.2.3 上封层材料可采用土质材料，或者是石灰土、二灰土，如果路床采用水泥土填筑，可代替作为上封层。

- 5.2.4 粉煤灰路基应高于地下水位或地表长期积水位 0.5m 以上，否则应设置基排水垫层，排水垫层宜选用天然砂砾或中粗砂，排水垫层厚度不应小于 0.5m。
- 5.2.5 粉煤灰路基可全部采用粉煤灰与砾类土分层间隔填筑，当粉煤灰路基填筑厚度超过 1.8m 时，宜在路基中部设置土质夹层，夹层厚度不宜小于 0.5m。
- 5.2.6 隔离层可选用土工膜、复合土工膜、复合防排水板等土工合成材料，防渗材料的厚度、材料及类型应根据气候、地质条件确定。
- 5.2.7 粉煤灰路基包边土应与粉煤灰同步施工，高速公路、一级公路包边土宽度宜为 2m~3m，二级及二级以下公路包边土宽度宜为 1m~2m。
- 5.2.8 粉煤灰路基包边土上应设置排水盲沟，排除粉煤灰路堤内部积水。排水盲沟宜设置于路堤的中下部，盲沟竖向间距宜为 2m，水平间距宜为 10m~15m。盲沟可采用反渗透布包裹碎石形式，断面尺寸宜为 0.4×0.5m。盲沟伸入粉煤灰路堤内部不应小于 1.0m，排水横坡不宜小于 3%。
- 5.2.9 粉煤灰路基设计时，应预先调查粉煤灰料源，做好室内试验，试验项目和试验内容应符合表 2 的规定。

表2 粉煤灰路基填料试验项目和内容一览表

检测项目	试验指标	试验方法
含水率试验	天然含水率	JTG 3430 T0103
密度试验	表观密度	JTG 3441 T0819
界限含水率试验	液限、塑限、塑性指数	JTG 3430 T0118
重型击实试验	最大干密度、最佳含水率	JTG 3430 T0131
固结快剪试验	黏聚力、内摩擦角	JTG 3430 T0141
动态回弹模量试验	动态回弹模量	JTG 3430 T0194

- 5.2.10 粉煤灰路基填料应均匀，粉煤灰路基填料最小承载比应符合表 3 的规定。

表3 粉煤灰路基填料最小承载比要求

路基部位		填料最小承载比		
		高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路
上路床		—	—	—
下路床	轻、中等级重交通	—	4	3
	特重、极重交通	—	4	—
上路堤	轻、中等级重交通	4	3	3
下路堤	轻、中等级重交通	3	2	2
	特重、极重交通			

- 5.2.11 粉煤灰路基压实度标准应通过试验段确定，并符合表 4 的规定。

表4 粉煤灰路基压实度

路基部位	压实度 (%)	
	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路
上路床	—	—
下路床	—	≥92
上路堤	≥92	≥90
下路堤	≥90	≥88

注：不同电厂产生的粉煤灰其粒度分布、化学成分等具有一定的差异性，导致不同粉煤灰作为路基填筑，其压实度具有一定的差异性，为此，在保证路基强度和回弹模量要求的前提下，通过试验段验证后，压实度标准可减低1~2个百分点。

5.2.12 粉煤灰路基其他设计应符合 JTG D30 的相关规定。

6 粉煤灰路基施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工前应全面熟悉设计文件，进行现场核对和施工调配，根据工程数量和工期要求，制定施工组织方案。

6.1.2 粉煤灰若颗粒组成、最大干密度和最佳含水率有明显差异，应分别堆放，分段填筑，分别检测。

6.2 施工准备

6.2.1 路基施工前应对粉煤灰等按照原材料相关技术指标进行检验，检验合格后方可施工。

6.2.2 开工前应进行粉煤灰路基试验路段施工，试验路段应选择地质条件、路基断面形式等工程特点具有代表性的地段，路段长度应不小于 200m。

6.2.3 试验段施工及总结应包括下列内容：

- a) 原材料试验、检测报告等；
- b) 压实工艺主要参数：机械组合、压实机械规格、松铺厚度、压实厚度、碾压遍数、碾压速率、最佳含水率、闷料时间及碾压时含水率范围等；
- c) 压实度控制标准；
- d) 过程工艺控制和质量控制标准；
- e) 施工组织方案及工艺的优化；
- f) 原始记录、过程记录；
- g) 对施工图的修改建议等；
- h) 安全、环保等措施方案。

6.2.4 其他施工准备工作应符合 JTG/T 3610 的相关规定。

6.3 存储与运输

6.3.1 粉煤灰存储场地应排水通畅，地面应硬化或防渗处理，应设置雨水沉淀池，堆场应安装洒水设备，防止扬尘。

6.3.2 粉煤灰在装卸、运输、摊铺时应避免扬尘、撒漏、必要时应采取洒水、封盖等防尘措施。

6.3.3 粉煤灰宜在电厂排灰口进行含水量的调节，应根据运输距离和气候条件将含水量调节到略高于

最佳含水量的范围。

6.4 摊铺与碾压

- 6.4.1 粉煤灰路基上料摊铺前应先填筑包边土再填筑粉煤灰，预压高度宜高于同层粉煤灰 50~100mm，与同层粉煤灰同步压实，粉煤灰与包边土衔接部分应补压密实。
- 6.4.2 粉煤灰路基施工应合理组织上料路线，铺筑上层时，应控制卸料车的行驶方向和速度，不得在下层灰面上掉头、高速行驶、急刹车等。粉煤灰路基施工应合理组织上料路线，铺筑上层时，宜采用反向上料方式。
- 6.4.3 高于最佳含水率的粉煤灰应摊铺晾晒，低于最佳含水率的粉煤灰应在摊铺前 2~3d 进行洒水闷料。
- 6.4.4 粉煤灰路基应分层填筑，分层碾压，当分成不同作业段填筑时，先填路段应分层预留台阶，每个压实层相互重叠搭接，搭接长度应不小于 150cm。
- 6.4.5 粉煤灰摊铺应保证足够的厚度，具体摊铺厚度、压实厚度应根据摊铺能力和压实功率，通过试验段确定。
- 6.4.6 粉煤灰碾压过程中应注意测定粉煤灰的含水率变化情况，摊铺后的粉煤灰应及时调节含水率，应在处于最佳含水率或略大于最佳含水率时碾压成型，应做到当天摊铺，当天碾压完毕。
- 6.4.7 碾压顺序应遵循先低后高的原则，直线段由土质护坡向路中心碾压，曲线段由弯道内侧向外侧碾压。碾压速度，稳压时采用 1.5 km/h~1.7km/h，振压时采用 2.0 km/h~2.5km/h 为宜。
- 6.4.8 碾压应沿线路纵向进行压实，先轻后重、先慢后快，先静压后弱振、再强振的操作程序进行碾压。具体碾压工艺应根据摊铺能力和压实功率，通过试验段确定。
- 6.4.9 碾压完成的粉煤灰路基应洒水润湿，防止表面干燥松散，粉煤灰路基施工期间禁止车辆通行。
- 6.4.10 施工间隔较长时，应在粉煤灰路基顶面覆盖 50cm 砂砾封闭土层，并压实。
- 6.4.11 粉煤灰路基施工气温应不低于 0℃，且避开大风天气。
- 6.4.12 阴雨天气，当土质护坡高于粉煤灰路基表面时，应及时挖好护坡临时排水沟，排除粉煤灰路基表面的积水。
- 6.4.13 对湿软局部地方，应采取翻晒或挖换处理。
- 6.4.14 其他摊铺和碾压要求应符合 JTG/T 3610 的相关规定。

7 质量控制与验收

7.1 一般规定

- 7.1.1 施工质量控制与验收应包括材料检验、施工过程质量控制、工程质量验收等。
- 7.1.2 工程质量检验评定标准应按照 JTG F80/1 中对于土方路基的有关规定执行。

7.2 质量控制

7.2.1 原材料检验

- 7.2.2 当粉煤灰来源或品质发生变化时，应重新进行粉煤灰各项指标检验。
- 7.2.3 粉煤灰原材料试验项目和要求应按表 5 规定执行。

表5 粉煤灰原材料试验项目和要求

项次	试验项目	频率	试验方法
1	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 和Fe ₂ O ₃ 的总含量 (%)	使用前及材料变化时测2个样品	JTG 3441 T0816
2	烧失量 (%)	使用前及材料变化时测2个样品	JTG 3441 T0817
3	2 mm筛孔通过率 (%)	使用前及材料变化时测2个样品	JTG 3441 T 0818
4	0.075 mm筛孔通过率 (%)	使用前及材料变化时测2个样品	JTG 3441 T 0818
5	三氧化硫含量 (%)	使用前及材料变化时测2个样品	GB/T 176
6	粉煤灰含水率 (%)	实时监测	JTG 3430 T0103
7	CBR (%)	使用前及材料变化时测2个样品	JTG 3430 T0134
8	最大干密度 (g/cm ³)	使用前及材料变化时测2个样品	JTG 3441 T0131

7.2.4 施工过程质量控制

7.2.4.1 施工过程质量控制包含粉煤灰路基外观尺寸和质量控制。外观尺寸应注意路基宽度、松铺厚度、包边土宽度等。

7.2.4.2 粉煤灰路基压实度标准应通过试验路段确定，压实度宜采用灌砂法进行检测，检测时宜填上层检下层。

7.2.4.3 碾压过程中若发现松软、弹簧现象，应立即停止碾压，检测含水率后，适当补水或晾晒（换填）处理后，方可进行碾压。

7.2.4.4 粉煤灰路基施工过程质量控制的检测项目、频率、质量标准、检测方法等要求应符合表 6 的规定。

表6 施工过程质量控制要求

项次	检测项目	检测频率	质量标准	检测方法
1	含水率	据实观察、异常时随时测定	处于最佳含水率或略大于最佳含水率	酒精燃烧法、烘干法
2	填筑厚度	每100m设置一个控制断面	符合试验段确定的填筑厚度	高程控制桩或标尺
3	压实度	每200m压实层检测2处	符合表4的规定	灌砂法
4	包边土宽度	每200m压实层检测2处	不小于设计宽度	尺量