

## 流态粉煤灰路基设计与施工技术规范

（征求意见稿）

主要起草单位：黑龙江省交投公路建设投资有限公司

联系人：卢欣欣

联系电话：15776621626

联系邮箱：185840940@qq.com

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 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 材料要求 ..... 1

    4.1 粉煤灰 ..... 1

    4.2 水泥 ..... 1

    4.3 水 ..... 2

    4.4 外加剂 ..... 2

5 配合比设计 ..... 2

    5.1 配合比方案制定 ..... 2

    5.2 混合料设计 ..... 2

6 施工工艺 ..... 2

    6.1 施工前准备 ..... 2

    6.2 混合料拌和 ..... 4

    6.3 混合料的运输 ..... 4

    6.4 混合料的浇筑 ..... 4

    6.5 混合料的养生 ..... 5

    6.6 混合料的防冻层设置 ..... 5

7 施工质量管理和验收 ..... 5

    7.1 管理和验收方法 ..... 5

    7.2 质量控制与管理 ..... 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。

本文件由黑龙江省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：黑龙江省交投公路建设投资有限公司、黑龙江省公投中路交通科技有限公司、黑龙江省绥庆高速公路投资建设有限公司、黑龙江省交通规划设计研究院集团有限公司、黑龙江省鹤伊高速公路投资建设有限公司。

本文件主要起草人：成刚、张扬、何占伟、刘双、李猛、高宏双、尤丹峰、赵永辉、刘洪伟、李晶华、刘慧敏、王立超、李梓豪、费燕华、李新宇、代双超、苏文娟、王剑伦、丁荣宇、刘磊、高振东、刘亚男、王寒夫、张明宇、韩松、陈思、卢欣欣、梁嘉浩、王晨、于宵。

# 流态粉煤灰路基设计与施工技术规范

## 1 范围

本文件规定了流态粉煤灰路基设计与施工技术规范的材料要求、配合比设计、施工工艺、施工质量管理 and 验收等相关方面的内容。

本文件适用于各等级公路工程流态粉煤灰路基施工，其他竖井（采空区）、管道等狭小位置回填施工可参照使用。

## 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 175 通用硅酸盐水泥
- GB 8076 混凝土外加剂规范
- GB/T 50430 工程建设施工企业质量管理规范
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 流态粉煤灰混合料

将粉煤灰、水泥、水与其他外加剂混合形成的具有较好流动性的流态状混合料。

## 4 材料要求

### 4.1 粉煤灰

4.1.1 施工使用的粉煤灰技术要求应按表 1 执行。

表1 粉煤灰技术要求

| 项目                                                                                       | 指标     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 和Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 总量 (%) | ≥ 70   |
| 烧失量 (%)                                                                                  | ≤ 20   |
| 比表面积 (cm <sup>2</sup> /g)                                                                | ≥ 2500 |

4.1.2 干粉煤灰与湿粉煤灰均可以用于回填施工，若使用干粉煤灰，应加以覆盖；若使用湿粉煤灰，其含水量不应超过 35 %。

### 4.2 水泥

宜采用42.5级水泥，其各项技术指标应符合GB 175规定的要求。

4.3 水

用于施工的水应符合JCJ 63规定的要求。

4.4 外加剂

外加剂主要包括减水剂与激发剂，施工使用的减水剂与激发剂应符合GB 8076规定的要求。

5 配合比设计

5.1 配合比方案制定

混合料的抗压强度、抗冻性与稠度是制定施工配合比的关键指标，抗压强度、抗冻性及稠度应按表2执行。通过配合比试验选择合适的粉煤灰与水泥比例，确定水的最佳用量及外加剂的掺配比例。

表2 强度和稠度设计要求

| 项目        |      | 技术标准                            |
|-----------|------|---------------------------------|
| 抗压强度（MPa） | 7 d  | ≥ 0.5                           |
|           | 28 d | ≥ 1.0                           |
| 稠度（mm）    |      | 100 ~ 200                       |
| 抗冻性       |      | 5次冻融循环后抗压强度损失率≤ 25 %且质量损失率≤ 5 % |

5.2 混合料设计

- 5.2.1 根据设计稠度确定水的用量，用水量不得大于 50 %（外掺比例）。
- 5.2.2 按照 4 种~ 5 种不同水泥剂量配制混合料，其中水泥用量为粉煤灰与水泥总量的 5 % ~ 10 %。
- 5.2.3 外加剂用量宜为水泥用量的 2 %。
- 5.2.4 测试混合料的 7 d、28 d 抗压强度、抗冻性及稠度，选择满足稠度、抗压强度及抗冻性设计要求的配合比作为混合料设计配合比。

6 施工工艺

6.1 施工前准备

6.1.1 材料准备

- 6.1.1.1 施工前须对每种原材料的来源与质量进行检查。尤其是水泥、粉煤灰、外加剂等主要原材料，货源提供方须提供原材料的最新且正式的出厂检测试验报告。所有原材料须按标准进行抽样检测，原材料来源于质量检查合格后，可进行购入。
- 6.1.1.2 各种原材料在施工开始前须以“批”为单位进行检查，原材料应符合本文件第 4.1 条、第 4.2 条、第 4.3 条、第 4.4 条中相关规定。水泥以同一料源、同一次购入并运至生产现场的相同规格材料 60 t 为一批，不足 60 t 按 60 t 计；粉煤灰以同一料源、同一次购入并运至生产现场的相同规格材料 200 t 为一批，不足 200 t 按 200 t 计。
- 6.1.1.3 各种原材料在施工开始前须确认原材料各自的存放位置，存放位置应进行防潮处理并设置防水与排水措施。

6.1.1.4 已进场的所有原材料来源与质量应与招标时提供的样品一致，不一致的材料严禁使用。

6.1.2 拌和设备

高速公路等高等级公路开展流态粉煤灰路基施工时宜采用常规水泥混凝土拌和站强制式搅拌机进行拌和；其他等级公路宜采用强制式搅拌机或滚筒式搅拌机进行拌和。

6.1.3 施工设备

施工需配备的施工机械，宜按表3执行。

表3 施工设备

| 序号 | 设备名称  | 数量（台） |
|----|-------|-------|
| 1  | 挖掘机   | 1     |
| 2  | 压路机   | 1     |
| 3  | 装载机   | 1     |
| 4  | 小型冲击夯 | 1     |
| 5  | 自制溜槽  | 1     |

6.1.4 包边土施工

根据台后填土高度、边坡坡率测放出台背回填施工范围，完成路基两侧包边土施工，包边土的压实标准应不低于路基压实标准。进行包边土施工作业时，应符合下列规定：

- a) 包边土宜选择塑性指数大于 12 的粘性土；
- b) 保证压实设备的施工作业面、台后修整面和坡面刷坡后的密实度；
- c) 包边土包边厚度为 200 cm，填筑过程中每侧宽出设计边线不小于 20 cm。

6.1.5 基坑开挖与清理

基坑开挖与清理施工应符合下列规定：

- a) 确定混合料回填的施工范围，并予以明显标识；
- b) 对台后填土进行粗放的台阶开挖，原地面的台阶长度宜不小于 3 m 加上两倍的回填高度，以保证现场有足够的压实工作面；
- c) 彻底清除基坑内松散土层，不得留有废渣和浮土；
- d) 基底处理后，根据当前填土高度进行台阶的精细开挖，台阶开挖尺寸宜为宽 150 cm，高 100 cm；
- e) 开挖的基坑形状宜为规整的长方形或梯形；
- f) 基坑压实宜采用 22 T 压路机进行碾压，局部受场地或空间限制部位宜采用小型冲击夯进行夯实。

6.1.6 基坑验收

基坑在开挖、清理及压实后，应对基底压实度进行验收，压实度要求不低于93 %，验收合格后方可进行后续施工。

6.1.7 防水层施工

清理基坑并验收基底后，对结构物侧墙表面涂刷两遍热沥青，厚度不小于1.5 mm。涂刷后进行两布一膜铺设，铺设应采用搭接方式，铺设后用钢钉钉住，防止浇筑时混合料流出两布一膜。浇筑后的混合料顶部亦采用两布一膜覆盖。两布一膜铺设应与图 1相符合。

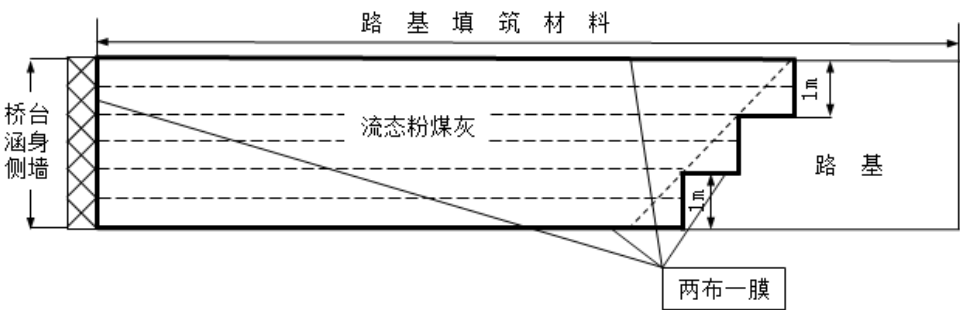


图1 两布一膜铺设示意图

6.2 混合料拌和

6.2.1 在进行混合料拌和前，首先应对现场的粉煤灰进行含水量测试，并根据测定结果合理调整水泥和水的使用量。为适应现场施工的实际需求，宜在室内配合比设计试验的基础上调高 1.0 %的水泥用量，同时，根据粉煤灰含水量检测结果，必须严格把控各种材料的使用量，对于材料用量控制，应按表 4 执行。

表4 各种材料用量允许偏差

| 项目  | 允许偏差 (%) |
|-----|----------|
| 粉煤灰 | ± 2      |
| 水泥  | ± 1      |
| 水   | ± 2      |
| 外加剂 | ± 2      |

注：各成分均以质量计。

- 6.2.2 基于拌和物稠度、均质性以及强度稳定性等关键因素，进行试拌操作。在此过程中，应采用拌和站进行拌和，以确保拌和充分，且拌和时间不宜少于 60 s。
- 6.2.3 拌和前，应对所有衡器进行校正以确保计量无误。
- 6.2.4 拌和前需确保粉煤灰不存在结块现象，若有结块则破碎粉煤灰。
- 6.2.5 外加剂应先调成适当浓度溶液再掺入拌和，其稀释用水的水量，应从混合料拌和的总加水量中扣除。
- 6.2.6 不得在施工过程中变更水泥、粉煤灰等原材料的品种与产地，如有改变，应重新进行混合料配合比设计后进行拌和施工。
- 6.2.7 禁止在四级以上风力环境下进行混合料拌和施工。

6.3 混合料的运输

运输以罐车运输为主，流态粉煤灰的浇筑速度应与拌和速度相匹配，以确保做到连续供应的同时也不离析。

6.4 混合料的浇筑

- 6.4.1 浇筑时一般利用混合料的自身流动性充满基坑，无需振捣，宜连续不间断施工，如果施工中断，浇筑层厚度不宜低于 50 cm。
- 6.4.2 浇筑时自由倾落高度一般不宜超过 2 m，若有超过 2 m 的情况出现，则应使用导流槽将混合料导入基坑内部。
- 6.4.3 浇筑过程中，应采用人工辅助刮平的方式以确保浇筑层基本水平。
- 6.4.4 浇筑完成后用刮板人工整平至 2 %横坡。
- 6.4.5 浇筑完成后洗刷搅拌罐的水自行处理到路基范围之外。
- 6.4.6 连续 5 d 平均环境温度低于 5 ℃时，不宜进行施工。

6.5 混合料的养生

混合料浇筑完成后，应立即加盖土工布保湿养护 7 d，以保证混合料强度增长，期间应做好临边防护工作，严禁车辆及行人通过。在养生初期强度增长过程中，由于混合料的收缩作用，表面可能会产生收缩裂缝，宜采用混合料将裂缝进行灌浆处理。

6.6 混合料的防冻层设置

混合料浇筑后应设置防冻层，宜采用透水性材料进行填筑，填筑厚度不低于 100 cm，在透水性材料结构层上依据图纸设计要求进行路面结构层铺筑。

7 施工质量和验收

7.1 管理和验收方法

- 7.1.1 混合料施工质量和验收应符合 GB/T 50430 规定的要求。每个施工环节经检查合格后，方可进行下一环节施工。混合料养生结束后，立即开展全面检查、验收工作。
- 7.1.2 工地试验室应配备相关技术指标检测的试验设备与仪器。
- 7.1.3 对混合料进行检查与检测时，应做好影像资料留存工作。

7.2 质量控制与管理

- 7.2.1 每天施工开始一小时后与结束一小时前对混合料稠度进行检测；施工过程中每个构造物每天至少做 2 组试件进行立方体抗压强度检测。
- 7.2.2 验收项目和检测频率应按表 5 执行。

表5 验收项目和检测频率

| 检查项目            | 规定值或允许偏差    | 检查方法     | 检查频率          |
|-----------------|-------------|----------|---------------|
| 稠度（mm）          | 100 ~ 200   | 砂浆稠度测定仪  | 2组/天          |
| 7 d立方体抗压强度（MPa） | ≥ 0.5（或设计值） | JGJ/T 70 | 2组/每个构造物      |
| 纵断高程（mm）        | + 10，- 20   | 水准仪      | 每200 m测4个断面   |
| 宽度              | 不小于设计值      | 尺量       | 每200 m测4处     |
| 平整度（mm）         | 15          | 3 m直尺    | 每200 m测2处×10尺 |