

团 体 标 准

T/ACEF XXX-XXXX

粉煤灰基工程填料应用技术规范

Technical specifications for application of fly ash based engineering
fillers

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言	I
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	2
6 施工	3
7 质量控制与验收	5
8 环境保护要求	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 XXXXX 提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

粉煤灰基工程填料应用技术规范

1 范围

本文件规定了粉煤灰基工程填料的原材料、配合比设计、施工、质量管理与验收及环境保护要求等内容。

本文件适用于公共停车场、广场、建筑周边地坪等场地地基处理项目，尤其适用于粉煤灰等固体废物资源丰富且取土困难的地区。

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/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB/T 30760 水泥窑协同处置固体废物技术规范
- GB/T 30810 水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法
- GB50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50011 建筑抗震设计标准
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- JC/T 479 建筑生石灰
- JC/T 481 建筑消石灰
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JTG 3441 公路工程无机结合料稳定材料试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

粉煤灰基工程填料 fly ash based engineering fillers

以粉煤灰为主要原料，与其他一般固体废物（如炉渣、脱硫灰、碱渣、工程弃土等）、无机结合料（如需）等按照一定比例经预拌和或现场拌和而成的混合料，经摊铺、碾压和养生后，满足建筑地基相关规范要求的材料。

4 原材料

4.1 粉煤灰

4.1.1 粉煤灰应清洁无杂质，具体技术要求应符合表 1 的规定。

表1 粉煤灰技术要求

序号	指标	规定值或允许值	试验方法	
1	45 μm方孔筛筛余（%）	≤45	GB/T 50123	
2	界限含水率 ^①	液限		≤50%
		塑性指数		≤26
3	烧失量（%）	≤20.0		
4	有机质含量（%）	≤3.0		
5	游离氧化钙（f-CaO）质量分数（%）	≤1.0	GB/T 176	
6	三氧化硫（SO ₃ ）质量分数（%）	≤3.0		
7	二氧化硅（SiO ₂ ）、三氧化二铝（Al ₂ O ₃ ）和三氧化二铁（Fe ₂ O ₃ ）总质量分数（%）	≥50		
8	强度活性指数（%）	≥70	GB/T 1596	

注：①界限含水率指粒径小于0.5 mm细粒料的液限、塑性指数。

4.2 无机结合料

4.2.1 无机结合料包括水泥、石灰、矿渣胶凝材料等。

4.2.2 水泥可采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥，强度等级不宜低于 42.5。初凝时间不得小于 3 h，终凝时间宜在 6 h 以上且小于 10 h，不应使用快硬水泥、早强水泥。

4.2.3 石灰采用建筑生石灰和消石灰，其技术要求应符合 JC/T 479 和 JC/T 481 的规定。生石灰或消石灰（扣除结合水和游离水后）中（CaO+MgO）的百分含量应不低于 75%。

4.3 水

4.3.1 粉煤灰基工程填料施工用水应符合现行 JGJ 63 的有关规定。

5 配合比设计

5.1 结合工程场地使用要求、荷载等级、结构形式、材料特性、场地所处的环境条件等因素，确定工程填料组成，可根据经验初步确定原材料配比及无机结合料掺量。

5.2 宜采用单因素试验或正交试验等进行承载比（CBR）试验，并满足设计要求。当设计没有明确要求时，粉煤灰基工程填料承载比（CBR）应满足表 2 的规定。

5.3 对于满足强度要求的工程填料试件应进行渗透性试验。当渗透系数不满足表 3 的要求时，应调整配合比重新试验。

- 5.4 根据试验结果，并综合考虑经济性、施工便利性和环境保护等因素，确定设计配合比。
- 5.5 粉煤灰基工程填料配合比设计应按下列步骤进行：
- 1) 确定试验用材料及其含水率；
 - 2) 确定粉煤灰等原料掺入比例；
 - 3) 选取不同材料用量比例，进行粉煤灰基工程填料试配；
 - 4) 采用重型击实方法确定粉煤灰基工程填料的 ρ_{dmax} 和最佳含水率；
 - 5) 进行承载比（CBR）试验；
 - 6) 对于满足强度要求的混合料试件进行水稳定性试验；
 - 7) 调整和确定粉煤灰基工程填料配合比。

表2 工程填料承载比要求

序号	项目	填筑地基顶面以下深度			试验方法
		0~0.8m	0.8~1.5m	≥ 1.5	
1	CBR (%)	≥ 3	≥ 3	≥ 2	GB/T 50123

表3 工程填料水稳定性要求

项目	技术要求	试验方法
渗透性（28d）	渗透系数 $k \leq 10^{-4}$ cm/s	GB/T 50123 第16章

6 施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 对于位于抗震设防烈度为6度及6度以上地区的建筑，应严格按照现行 GB 50011 进行设计的要求进行施工。
- 6.1.2 粉煤灰基工程填料不宜在钢结构、钢筋混凝土建（构）筑物附近直接填筑。
- 6.1.3 粉煤灰基工程填料在软土地基上填筑时，应同时考虑下卧软土层处理。
- 6.1.4 粉煤灰基工程填料填筑地基受到地下水影响时，应采取地下水控制措施。
- 6.1.5 施工前应具备以下资料：
- a) 岩土工程勘察报告；
 - b) 建筑地基、基础、基坑及边坡工程施工所需的设计文件；
 - c) 拟建工程施工影响范围内的建（构）筑物、地下管线和障碍物等资料；
 - d) 施工组织设计和专项施工、监测方案。
- 6.1.6 施工前应测量和复核地基的平面位置与标高。
- 6.1.7 基底标高不同时，宜按先深后浅的顺序进行施工。
- 6.1.8 宜在气温较高、少雨的季节组织施工，日最低气温应在5℃以上。

6.2 施工前准备

6.2.1 施工前应完成对粉煤灰基工程填料的相关试验检验，并出具检测报告，满足本文件及相关标准规定的性能和环保指标的方可使用。

6.2.2 粉煤灰基工程填料施工前，应根据室内试验成果进行现场填筑工艺性试验，试验面积不应小于100 m²。现场填筑试验应完成以下内容：

- a) 粉煤灰基工程填料试验、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、碾压遍数、碾压速度、最佳含水率及碾压时含水率范围等；
- c) 过程质量控制指标及方法；
- d) 质量验收指标及标准；
- 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。

6.2.3 粉煤灰基工程填料施工前，应对现场做好以下准备工作：

- a) 填筑场地清除杂草、树根、农作物根茎及局部软弱层；
- b) 按设计要求检查排水、过滤及封闭等系统；
- c) 排干填筑区内的积水，并清除表层淤泥和腐殖土等；
- d) 放样应按摊铺厚度要求设置松铺厚度控制桩。

6.3 拌和

6.3.1 粉煤灰等原料的含水率过高时应晾晒或烘干处理，避免含水率过高影响材料质量。

6.3.2 为保障工程填料的均匀性，宜使用专用稳定材料拌和设备拌制工程填料，按照粉煤灰等原料、无机结合料（如需）、水的顺序进行投料。

6.3.3 根据运输距离和气候条件，工程填料的含水率宜高于最佳含水率1%~3%，以补偿摊铺和碾压过程中水分的损失。

6.4 摊铺

6.4.1 宜采用摊铺机或平地机等机械设备进行摊铺，对无法使用摊铺设备摊铺的，宜采用人工配合挖掘机同步进行摊铺。

6.4.2 工程填料应分层进行摊铺，每层的摊铺厚度300 mm~400 mm。

6.4.3 采用机械或人工方法摊铺粉煤灰基工程填料，应边运边铺，确定合理的运输路线，避免在同一线重复行走、调头。

6.5 碾压

6.5.1 应依据现场填筑工艺性试验施工经验，确定合理的碾压机具、碾压遍数及压密特性。宜选用合适的振动压路机、三轮光碾胶轮压路机、胶轮压路机进行碾压。

6.5.2 碾压时，工程填料的含水率保持在最佳含水率 $\pm 2\%$ 范围内，如含水率低，则需洒水增补，含水率过高需要晾晒，待含水率适当时再行碾压。

6.5.3 碾压完毕后及时检查压实度，符合规定后继续填筑上层。

6.5.4 铺好的工程填料应在试验确定的延迟时间内完成碾压。

6.5.5 压路机不得在已完成或正在碾压的区域上调头和急刹车，以免造成压实层松散。

6.6 养生

6.6.1 碾压完成并检测合格后即可养生，养生可采取洒水养生、薄膜养生或土工布覆盖养生等方式。

6.6.2 洒水养生时，洒水车应采用喷雾式喷头，不得采用高压式喷管。

6.6.3 在养生期内应始终保持基层处于湿润状态，但不得有薄层积水。

6.6.4 养生期的长短应根据环境温度确定，当环境温度在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上时，不得少于 7 d；当环境温度在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，不得少于 14 d。当超过规定养生期，仍未满足设计指标时，应延长养生期限。

7 质量控制与验收

7.1 质量控制

7.1.1 粉煤灰等一般固废材料和无机结合料等应按照本规范技术要求进行质量检验。所有原材料应检验合格后方可使用。原材料的检验批次应符合下列规定：

- 1) 水泥、石灰等无机结合料应按每 500 t 为一个检验批，当不足上述数量时，按一批进行检验。
- 2) 粉煤灰应按每 2000 t 为 1 个检验批，不足 2000 t 的按 1 个检验批。
- 3) 其他一般固废材料应按每 1000 t 为 1 个检验批，不足 1000 t 的按 1 个检验批。
- 4) 拌合用水应按同一水源不少于 1 个检验批。

7.1.2 粉煤灰基工程填料混合料检查项目、频度、质量要求和方法应符合表 4 的规定。

表4 工程填料混合料检验要求

项目	频度	质量要求	试验方法
均匀性	随时观察	整体颜色均匀	目测
含水率	每2000 m ² 检查1次	最佳含水率 $\pm 2\%$	GB/T 50123
水泥、石灰等无机结合料（如需）剂量	每2000 m ² 检查1次	不小于设计值的1%	JTG 3441 T0809

7.1.3 施工过程中每道工序完成后均应进行检验，确认合格后方可进行下道工序施工。

7.2 质量验收

7.2.1 粉煤灰基工程填料填筑地基工程的施工质量验收应按照 GB 50202 和 GB 50300 的有关规定执行。

7.2.2 粉煤灰基工程填料填筑的地基质量检验标准应符合表 5 的规定。其中，粉煤灰基工程填料填筑地基的承载力检验时，验收检验静载荷试验最大加载量不应小于承载力特征值的 2 倍。

表5 质量检验标准

项	序号	检查项目	允许值或允许偏差	检验方法和频率
主控项目	1	地基承载力 (kPa)	满足设计要求	静载试验：每300 m ² 不应少于1点，超过3000 m ² 部分每500 m ² 不应少于1点；每单位工程不应少于3点。压板面积不宜小于1 m ² 。
	2	压实度 (%)	满足设计要求	环刀法、灌砂法：每1000 m ² 至少测2处，不足1000 m ² 测2处。
一般项目	1	平整度 (mm)	≤20	3m直尺：每200 m测2处×10尺
	2	厚度 (mm)	±10	水准仪：每100 m ² 测1处
	3	标高 (mm)	+5, -15	水准仪：每100 m ² 测1处

8 环境保护要求

- 8.1 在国务院和国务院有关主管部门及省、自治区、直辖市人民政府划定的自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区和其他需要特别保护的区域内，不应使用粉煤灰基工程填料填筑地基。
- 8.2 原材料应分类堆放，并设有专门堆放料场，堆放场地应进行硬化处理，并采用防雨、防潮、防扬撒措施。
- 8.3 原材料放射性指标应符合 GB 6566 的有关规定。
- 8.4 粉煤灰基混合料填筑前，应选取不少于 5 个样品按照 GB/T 30810 规定的方法测定的可浸出重金属含量应满足 GB/T 30760 中第 8 章规定。
- 8.5 粉煤灰基工程填料施工前应编制施工环境保护措施，并在施工过程中严格落实。