

JTJ

中华人民共和国行业标准

JTJ 016—93

公路粉煤灰路堤设计 与施工技术规范

Technical specifications for Design and
construction for Fly ash Embankment

1993—07—03 发布

1993—12—01 实施

中华人民共和国交通部发布

中华人民共和国行业标准

公路粉煤灰路堤设计与施工
技 术 规 范

Technical Specifications for Design and
Construction of Fly ash Embankment

JTJ 016—93

主编部门：交通部重庆公路科学研究所

批准部门：交通部

实行日期：1993年12月1日

人民交通出版社

1993·北京

(京)新登字091号

中华人民共和国行业标准
公路粉煤灰路堤设计与施工
技术规范

JTJ 016—93

插图设计：王惠茹 正文设计：崔凤莲 请作校对：王秋红

人民交通出版社出版发行
(100013 北京和平里东街10号)
各地新华书店经销
顺义飞龙印刷厂印刷



开本：850×1168 1/32 印张：1.125 字数：24千

1993年12月 第1版

1993年12月 第1版 第1次印刷

印数：0001-10000册 定价：2.00元

ISBN 7-114-01786-3

U·01183

关于发布交通行业标准《公路粉煤灰 路堤设计与施工技术规范》的通知

交工发〔1993〕694号

(不另行文)

兹批准、发布交通行业标准《公路粉煤灰路堤设计与施工技术规范》，编号为JTJ 016—93，自一九九三年十二月一日起实行。

该规范由交通部重庆公路科学研究所负责解释。希各单位在实践中注意积累资料，总结经验，及时将发现的问题和修改意见函告交通部重庆公路科学研究所，以便修订规范时参考。

中华人民共和国交通部
一九九三年七月三日

1631/11

目 录

1 总则	1
2 粉煤灰路堤设计	2
2.1 一般规定	2
2.2 粉煤灰	2
2.3 设计参数	3
2.4 路堤横断面	4
2.5 稳定验算和沉降计算	6
2.6 压实标准	7
3 粉煤灰路堤施工	9
3.1 准备工作	9
3.2 粉煤灰储运	10
3.3 粉煤灰摊铺	10
3.4 粉煤灰压实	11
3.5 粉煤灰路堤的养护	12
4 粉煤灰路堤施工质量管理及检验	14
4.1 一般规定	14
4.2 材料试验	14
4.3 中间检验	15
4.4 竣工检验	15
附件 公路粉煤灰路堤设计与施工技术规范条文说明	19
编制说明	20
1 总则	21
2 粉煤灰路堤设计	23
2.1 一般规定	23
2.2 粉煤灰	23

2.3	设计参数	24
2.4	路堤横断面	26
2.5	稳定验算和沉降计算	26
2.6	压实标准	27
3	粉煤灰路堤施工	28
3.4	粉煤灰压实	28
4	粉煤灰路堤施工质量管理及检验	29
4.4	竣工检验	29

1 总 则

1.0.1 为促进粉煤灰填筑公路路堤技术的推广应用，确保工程建设质量，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于各级公路新建、改建的纯粉煤灰路堤工程，间隔粉煤灰路堤或其他结构类似的粉煤灰回填工程可参照使用。

1.0.3 本规范所述的粉煤灰是指燃煤发电厂排放的湿排灰（池灰）和调湿灰（干灰掺水调湿），属硅铝型低钙粉煤灰。

1.0.4 粉煤灰路堤系指全部采用粉煤灰（纯灰）或部分采用粉煤灰（灰土间隔）填筑的公路路堤，应具有足够的强度和稳定性，满足公路路堤的技术要求。软弱地基上的高路堤在技术经济合理的条件下应优先采用粉煤灰修筑路堤方案。

1.0.5 粉煤灰路堤具有不同于土石路堤的特性，必须按照设计要求，认真做好施工前的准备工作，编制切实可行的施工组织设计并精心组织施工，健全科学的现场管理制度，坚持“质量第一”的方针，充分发挥工程的经济效益。

1.0.6 粉煤灰路堤的设计与施工，应符合国家有关环保规定，应采取必要措施，预防运输和施工过程中对环境的污染。

1.0.7 粉煤灰路堤的设计、施工及有关测试方法，除应符合本规范外，尚应符合现行部颁规范的规定。

2 粉煤灰路堤设计

2.1 一般规定

2.1.1 用粉煤灰修筑公路路堤，应采取相应的技术措施，做好断面设计、结构设计和排水设计，保证粉煤灰路堤有足够的强度和稳定性，在荷载作用和水温等自然因素的不利影响下，应能满足设计要求，并具有可供铺筑路面的坚实基础。

2.1.2 对道路局部边角地带，如检查井周围、桥台或挡墙后背，沟槽回填等不能使用大型压路机碾压的部位，应采取换填其他材料等措施，如换填石灰土、粉煤灰掺石灰、砂砾料等，以保证达到压实度和强度的要求。

2.1.3 对于软弱地基上的粉煤灰路堤，其设计结构形式应与软基处治设计同步进行，并应进行稳定验算和沉降计算。

2.1.4 位于地震基本烈度6度和6度以上地区的粉煤灰路堤，应按现行的《公路工程抗震设计规范》的有关规定进行设防。

2.2 粉煤灰

2.2.1 电厂排放的硅铝型低钙粉煤灰，都可作为路堤填料使用。

2.2.2 用于高速公路、一级公路路堤的粉煤灰烧失量宜小于12%，烧失量超过标准的粉煤灰应作对比试验，分析论证后采用。

2.2.3 粉煤灰粒径应在0.001~2mm之间，为便于压实，小于0.074mm的颗粒含量宜大于45%。

2.2.4 设计粉煤灰路堤应预先调查料源并作好必要的室内试验，掌握粉煤灰材料的工程特性。室内试验项目参见表2.2.4，试验方法遵照《公路土工试验规程》执行。

粉煤灰室内试验项目一览表

表2.2.4

序号	试验内容	应提交的试验结果	备 注
1	含水量	天然含水量范围	必要时测定
2	相对密度	相对密度	
3	密度	天然密度变化范围	
4	液限	液限	
5	颗粒分析	粒组成分, 级配曲线	必要时测定
6	天然休止角	天然休止角度(干燥、水中)	
7	毛管水上升高度	强烈毛细水上升高度	
8	化学分析	化学成分、烧失量、pH值	
9	重金属含量测定	浸出液有害微量元素含量报告	轻、重型击实
10	击实试验	最大干密度, 最佳含水量	
11	不排水抗剪强度	粘结强度C, 内摩擦角 φ (饱水、不饱水)	
12	回弹模量	回弹模量值(饱水、不饱水)	
13	承载比	CBR值	必要时测定

2.3 设计参数

2.3.1 粉煤灰使用前必须选择有代表性的试样进行击实试验, 以实测确定最大干密度和最佳含水量, 粉煤灰的松干密度在 $450 \sim 700 \text{ kg/m}^3$ 范围内。

2.3.2 应通过试验测定粉煤灰的内摩擦角 φ 和粘结强度C。用直剪仪在不固结快剪状态测得的C、 φ 值范围参见表2.3.2, 可供初步设计稳定验算时选用。

粉 煤 灰 C、 φ 值

表2.3.2

击实标准		压实度(%)	内摩擦角 $\varphi(^{\circ})$	粘结强度C(kPa)
重型	饱 水	90	18~33	10~20
	不 饱 水	90	30~42	25~50
轻型	饱 水	95	14~33	6~20
	不 饱 水	95	28~35	21~25

2.3.3 宜通过承载板法等实测手段确定粉煤灰路堤的回弹模量值。在初步设计中如无实测资料时,可按表2.3.3选用。

粉煤灰路堤设计回弹模量值 表2.3.3

压 实 度 (%)	轻型95%	重型90%
回弹模量(MPa)	25~30	35~40

注:①表值系指路槽底高度大于80cm的路堤。

②地基湿软时取用下限值。

2.3.4 粉煤灰的渗透系数、压缩系数、毛细水上升高度随粉煤灰的粒组成份、压实度不同而变化,宜通过试验确定。

2.4 路堤横断面

2.4.1 粉煤灰路堤由路堤主体部分(粉煤灰)、护坡和封顶层(粘性土或其他材料)、隔离层、排水系统等部分组成。粉煤灰路堤结构示意图如图2.4.1所示。

2.4.2 纯灰路堤的边坡和路肩应采取土质护坡保护措施。

2.4.2.1 土质护坡的坡面防护应符合现行的路基设计规范的规定。

2.4.2.2 护坡土料宜采用塑性指数不低于6的粘质土。土质护坡厚度应根据道路等级、地理环境、自然条件、土质、施工条件等因素而定,土质护坡水平方向厚度应保证不小于1m。如果护坡土的塑性较低,应适当加宽护坡宽度并采取坡面防护措施,防止地表径流水冲刷坡面。

2.4.2.3 应根据施工季节或当地降雨量大小,决定是否在土质护坡中设置排水盲沟。盲沟断面尺寸宜为40cm×50cm,水平间距10~15m,垂直间距1.0~1.5m呈梅花形交叉布置。路堤底部可适当增加盲沟数量,并应采取措施防止盲沟淤塞。

2.4.3 粉煤灰路堤路槽标高以下20~30cm应设置土质封顶层,也可与路面结构层相结合,采用石灰土、二灰土等路面底基层材

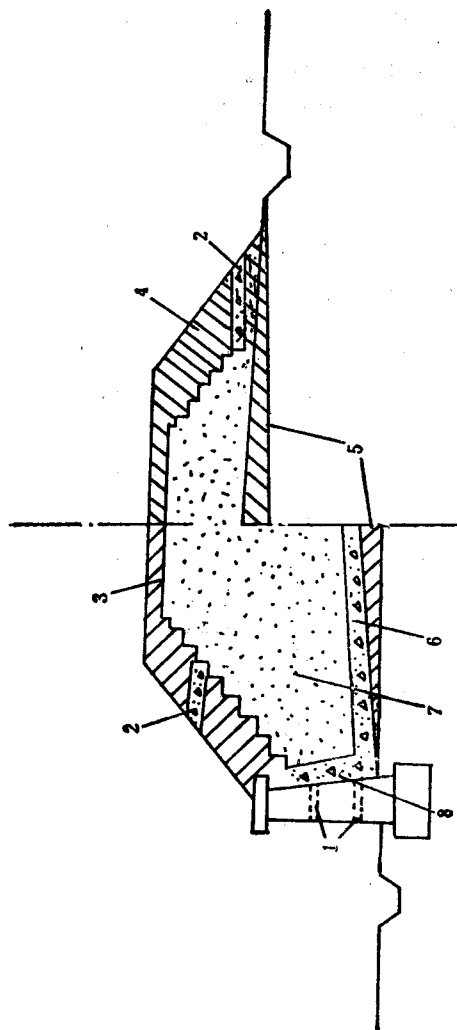


图2.4.1 粉煤灰路堤结构示意图
 注：1-泄水孔 2-封顶层 3-封顶层 4-土质护坡 5-土质路拱 6-粒料隔离层 7-粉煤灰 8-反滤层

料作封顶层。

2.4.4 为隔离毛细水的影响，粉煤灰路堤底部应离开地下水位或地表长期积水位50cm以上，否则应设置隔离层。宜采用稳定性好的工业废渣、炉渣、钢渣、矿渣，或天然砂砾料、采石场碎块片石等透水性良好的材料填筑隔离层。隔离层厚度不宜小于30cm，如地基软弱应根据计算沉降量留足备沉土质路拱，防止倒拱和离地下水位高度不足。隔离层横坡不宜小于3%，以利排水。

2.4.5 临时积水或毛细水影响不大的路段，隔离层可采用粘质土或砂性土，但禁用粉性土。

2.4.6 粉煤灰路堤边坡率应视路堤高度而定。5m以下的路堤，边坡率应为1:1.5，5m以上的路堤，上部边坡率应为1:1.5，下部边坡率应为1:1.75。如受用地限制，下部可做路肩挡墙，视具体条件可适当减小边坡率。

2.4.7 粉煤灰路堤的挡墙结构，应按有关规范设计，但应注意，墙体泄水孔进水口处应设置反滤层，以防止粉煤灰淋溶流失。下层泄水孔须高出墙面积水位30cm以上，防止水流倒灌。

2.5 稳定验算和沉降计算

2.5.1 对于非软弱地基上的粉煤灰路堤，其高度小于5.0m，采用不小于1:1.5边坡率时，可不作稳定性验算。对于5.0m以上的路堤，必须验算路堤自身的稳定性，一般采用简单的直线滑动面或圆弧滑动面进行验算。也可查用有关稳定验算图表，其抗滑安全系数应大于1.25。

2.5.2 对厚层软土地基上的粉煤灰路堤，其高度超过软土地基极限高度时，应考虑堤身和地基共同的滑动破坏，必须进行边坡稳定性验算。

2.5.2.1 厚层均质软土地基上路堤极限高度可按下式估算：

$$H_0 = 5.52 \frac{C_u}{\gamma} \quad (2.5.2)$$

式中: H_0 ——路堤极限高度 (m);

C_u ——由快剪法测得的软土粘结强度 (Pa);

γ ——填料的湿容重 (N/m^3)。

2.5.2.2 厚层非均质软土地基上的粉煤灰路堤的稳定分析与土质路堤的验算方法相同, 采用圆弧滑动面法验算路堤的抗滑稳定性。粉煤灰的内摩擦角 φ 和粘结强度 C 应用饱水后测得的 C 、 φ 值为准, 地基土各层次的 C 、 φ 值应按选用的计算方法取用相应的计算参数, 其抗滑安全系数应大于1.25。

2.5.3 对软土地基上的粉煤灰路堤应进行最终沉降量计算, 计算方法用分层总和法计算主固结沉降, 考虑瞬时沉降、蠕变沉降的影响, 可采用综合修正系数予以修正, 计算最终沉降量。达到压实度要求的路堤堤身压缩量可忽略不计。

$$S = m_s \sum_{i=1}^n \frac{e_{oi} - e_{li}}{1 + e_{oi}} \Delta H_i \quad (2.5.3)$$

式中: e_{oi} ——地基中各分层的天然孔隙比;

e_{li} ——受荷载后各分层的稳定孔隙比;

ΔH_i ——各分层厚度 (cm);

m_s ——综合修正系数 $m_s = 1.0 \sim 1.4$;

S ——最终沉降量 (cm)。

2.6 压实标准

2.6.1 应根据道路等级、路堤高度确定粉煤灰路堤压实标准。对高速公路、一级公路应采用重型压实标准, 其他公路可采用轻型压实标准。二级公路 (包括二级汽车专用公路) 宜采用高速、一级公路的压实标准。

2.6.2 各等级公路压实度标准见表2.6.2。

各等级公路粉煤灰路堤压实度标准

表2.6.2

路堤类型	距路槽底深度 (cm)	压 实 度 (%)			
		高速公路、一级公路		其 他 公 路	
		重 型	轻 型	重 型	轻 型
纯 灰 路 堤	0~30封顶层	95	—	93	98
	30~80	93	—	90	95
	80~150	92	—	87	92
	>150	90	—	87	92

注：①表列压实度系按交通部现行《公路土工试验规程》轻、重型击实试验法求得的最大干密度的密实度系数。

②封顶土层一般厚度为20~30cm，按土方路基压实度标准要求。

③灰土间隔路堤可参照执行。

④特殊干旱或特殊潮湿地区，表内压实度数值可减少1%~2%。

3 粉煤灰路堤施工

3.1 准备工作

3.1.1 施工单位应全面熟悉设计文件,进行现场核对和施工调查,对不符合实际的设计可根据施工管理程序向有关部门提出修改意见。

3.1.2 根据工程数量和工期要求,制订施工组织设计。做到材料、机具设备、劳动力、临时工程、生活供应等全面落实。

3.1.3 应按设计图表,恢复路线中桩,定出路堤坡脚、护坡道及边沟等具体位置,以便清理现场和施工。

3.1.4 在路堤填筑前,应按现行《公路路基施工规范》的规定,将路堤范围内原地面的淤泥、腐殖土、杂草、农作物根茎、树根等进行清理和整修。若路堤位于水塘、水沟等局部低洼积水地段,应先抽干积水,清除淤泥,回填符合要求的当地土、粗粒料或工业废渣,并分层碾压至基底标高,且应防止基底积水。

3.1.5 施工前,应截断流向路堤作业区的水源,并应在设计边沟的位置上开挖临时排水沟,保证施工期间的排水。

3.1.6 湿润粉煤灰的用水,应采用人或牲畜可饮用的水,遇有可疑水源时,应进行试验鉴定。

3.1.7 粉煤灰路堤宜用机械施工,机具主要有自卸汽车、推土机、平地机、洒水车或其他洒水设备,20~50t的中型和重型振动压路机或自行式、拖式羊足碾,机械设备性能应良好,并作好检修和保养工作。

3.1.8 凡粉煤灰与桥涵等混凝土结构、金属结构物接触处,宜在结构物表面均匀涂刷一层沥青,以防腐蝕。

3.2 粉煤灰储运

3.2.1 粉煤灰含水量的调节宜在堆场或灰池中进行。过湿的粉煤灰应堆高沥干，过干的粉煤灰应在摊铺前2~3天在堆场中洒水闷料，视运输距离和气候条件将含水量调节到略高于最佳含水量范围。

3.2.2 运输方式要因地制宜，宜采用自卸汽车运输和机械化装车，减少中转环节，降低运输成本。应防止运输途中的扬尘或流失污染，必要时应采取覆盖措施。

3.2.3 中转站堆灰场地宜为硬地面，以利机械作业和排水。大型灰场需设置雨水沉淀池，防止粉煤灰流失并减少污染。堆场应设有洒水设备，以利控制、调节粉煤灰的含水量，并防止干灰扬尘污染环境。

3.2.4 粉煤灰的颗粒组成以及最大干密度和最佳含水量有显著差别的灰源应分别堆放，分段填筑，分段检测。

3.2.5 粉煤灰宜采用机械装卸，当采用人工取灰和装卸时，应配备劳动保护用品，以保证工人的劳动安全。

3.3 粉煤灰摊铺

3.3.1 按设计要求铺筑土质或粒料隔离层，隔离层底的路拱横坡度不宜小于3%，碾压应达到规定的压实度。

3.3.2 摊铺前应先放样，划出路堤边线、土质护坡界线、盲沟位置等。边线要准确、顺直、弯道要圆顺。摊铺长度应以当天摊铺、当天碾压结束为原则。

3.3.3 粉煤灰路堤采用水平分层填筑法施工。当分成不同作业段填筑时，先填地段应分层留台阶，使每个压实层相互重叠搭接，搭接长度应大于150cm，保证相邻作业段接头范围内的压实度。

3.3.4 土质护坡应与粉煤灰填筑同步进行。土质护坡摊铺宽度应保证削坡后的净宽满足设计要求，同时应按设计要求作好土质

护坡的排水盲沟。

3.3.5 摊铺前应在路堤中心、路堤边缘等处设置松铺厚度控制桩，控制摊铺厚度。粉煤灰的松铺系数应通过试验确定，无实测资料时，可按下列数值选用并在施工中予以调整。

人工摊铺：1.5~1.7；

推土机摊铺：1.2~1.3；

平地机摊铺：1.1~1.2。

3.3.6 粉煤灰的含水量宜在灰场调节后再运到工地直接摊铺碾压，以达到提高工效之目的。已摊铺的粉煤灰因故造成过湿或过干，应晾晒或喷洒水分调整含水量，以达到1.0~1.1倍含水量为度。加水量可按下列式计算：

$$Q = \frac{L \times B \times H \times \rho_{LW}}{1 + 0.01W_0} \times 0.01(W_1 - W_0) \quad (3.3.6)$$

式中：Q——所需加水量(kg)；

L——路段长度(m)；

B——路段宽度(m)；

H——松铺厚度(m)；

ρ_{LW} ——松铺湿密度(kg/m³)；

W_0 ——粉煤灰原始含水量(%)；

W_1 ——粉煤灰要求达到的含水量(%)。

3.4 粉煤灰压实

3.4.1 摊铺后的粉煤灰必须及时碾压，做到当天摊铺，当天碾压完毕，以防止水分蒸发而影响压实效果。碾压时，应使粉煤灰处于最佳含水量范围内。

3.4.2 粉煤灰路堤应分层填筑，分层碾压，宜采用振动压路机碾压。压实厚度应根据压实机械的种类和压实功能的大小而定，事先应进行碾压试验。一般20~30t的中型振动压路机，每层压实厚度应不大于20cm，中型振动羊足碾或40~50t的重型振动压路机，每层压实厚度不得大于30cm。