

中国工程建设标准化协会标准（CECSG）

《公路赤泥（拜耳法）路基技术规程》制订

征求意见稿

山东省交通科学研究院

二〇一九年一月

前言

《公路赤泥(拜耳法)路基技术规程》逐条制订内容如下，包括每个一级或二级目录的条文内容和工作内容。该标准制订过程中肯定还会发现其他需要增加或删改订的内容，针对专家提出的其他制订建议和行业反映的其他相关问题，编制组将在科学判断的基础上一并做出修订。

本规程根据已实施赤泥试验路、示范工程、实体工程以及相关课题总结编制，在使用中应不断总结完善，若发现问题应及时函告编写组，以便修订。在未修订之前应严格执行本规程。

征求意见稿

目 录

1 总则	- 1 -
2 术语和符号	- 2 -
2.1 术语	- 2 -
2.2 符号	- 2 -
3 基本规定	- 3 -
3.1 一般规定	- 3 -
3.2 赤泥的放射性与浸出毒性控制指标	- 3 -
4 赤泥路基设计	- 5 -
4.1 一般规定	- 5 -
4.2 赤泥与改性赤泥	- 5 -
4.3 设计参数	- 6 -
4.4 路基横断面	- 8 -
4.5 稳定验算和沉降计算	- 9 -
4.6 压实标准	- 10 -
5 赤泥路基环境监测要求	- 12 -
5.1 一般规定	- 12 -
5.2 环境监测	- 12 -
6 赤泥路基施工	- 14 -
6.1 一般规定	- 14 -
6.2 测量	- 14 -
6.3 试验	- 15 -
6.4 场地处理	- 16 -
6.5 赤泥储运	- 16 -

6.6 试验段	- 16 -
6.7 赤泥路基压实要求	- 17 -
6.8 路拌法施工	- 17 -
6.9 集中厂拌法施工	- 19 -
6.10 赤泥路基的养护	- 20 -
6.11 冬季和雨季路基施工	- 21 -
6.12 石灰土封层施工	- 22 -
6.13 粘土包边施工	- 22 -
7 赤泥路基质量管理及验收	- 24 -
7.1 一般规定	- 24 -
7.2 材料试验	- 24 -
7.3 中间检验	- 24 -
7.4 竣工检验	- 26 -
附录 A 赤泥动态回弹模量标准试验方法	- 29 -
附录 B 本规范用词说明	- 32 -

1 总则

1.0.1 本规程适用于赤泥用于公路路基的设计与施工。

1.0.2 本规程适用于新建及改扩建的赤泥填筑路基工程。且应通过试验论证并经上级主管部门批准，方可使用。

征求意见稿

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 赤泥 Red Mud

采用氧化铝生产过程中排放的废渣。

2.1.2 改性赤泥 Red Mud Based Road Concrete

经外加剂改性固化处理后的赤泥。

2.1.3 赤泥浸出毒性 Extraction Toxicity

赤泥浸出毒性是指赤泥按规定的浸出方法的浸出液中，有害物质的浓度超过规定值，从而会对环境造成污染的特性。

2.1.4 地下水质量 Ground Water Quality

由地下水的物理、化学、生物和放射性组分构成的地下水的基本属性。

2.1.5 常规指标 Regular Indices

反映地下水质量基本状况的指标。

2.2 符号

c —路基填料黏聚力；

E_0 —路基回弹模量；

E_s —路基填料、地基土压缩模量；

F_s —路基稳定系数；

H —路基高度、边坡高度；

K —安全系数；

K_c —挡土墙抗滑动稳定系数；

K_0 —挡土墙抗倾覆稳定系数；

φ —路基填料、地基、边坡的岩土内摩擦角；

γ —路基填料、地基土的重度。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 本规程所选赤泥必须符合国家现行环境保护的有关规定或经过改性处理以后符合国家现行环境保护的有关规定。

3.1.2 应避免对环境造成污染，严禁采用不符合国家现行环境保护的有关规定的赤泥用于路基填料。

3.1.3 赤泥公路路基的设计与施工必须符合《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）第3.10.1章有关规定。

3.1.4 赤泥路用之前，应将赤泥改性固化处理且经改性固化赤泥的环保控制指标应符合本标准的规定。

3.1.5 改性固化赤泥路用材料（赤泥基道路混凝土）检测必须符合国家相关法律法规要求，重金属浸出浓度优于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）地下水质量分类标准Ⅲ类。

3.1.6 改性固化赤泥路用材料（赤泥基道路混凝土）浸出液的主要污染物含量优于《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级排放标准。

3.1.7 赤泥路基施工必须遵守国家有关土地管理法规，节约土地，保护林地、耕地和农田水利设施，应尽量以挖作填，减少土地占用。

3.1.8 赤泥公路路基施工应尽量减少环境污染，保护生态环境。对原地表清除的表土应尽可能集中堆于两侧平整带内，以便绿化利用。

3.1.9 赤泥路基施工应推行机械化施工，集中调配劳力机具，优化组合，连续施工。

3.1.10 赤泥路基施工应遵循边施工边防护的原则，集中力量完成一段，防护一段，以减少病害的发生。

3.1.11 赤泥路基施工必须贯彻安全生产的方针，制定技术安全措施，加强安全教育，严格执行安全操作规程，确保安全生产。

3.1.12 在符合工艺要求和质量标准的条件下，赤泥工程应用设计与施工应积极采用经过鉴定的新材料、新技术、新工艺、新设备。

3.2 赤泥的放射性与浸出毒性控制指标

3.2.1 本规程所采用赤泥路用材料的放射性应分别符合表3.2.1的规定。

表 3.2.1 赤泥材料放射性核素控制指标要求

检测项目	参考标准	控制指标
内照射 I_{Ra}	GB6566-2010	≤ 1.0
外照射 I_r	GB6566-2010	≤ 1.3

3.2.2 赤泥路用材料按照HJ/T 299-2007制备的固体废物浸出液中，任何一种危害成分含量不得超过表3.2.2中所列的浓度限值要求。

表 3.2.2 路用赤泥材料浸出毒性控制指标

序号	检测项目	控制指标限值 (mg/L)	检测方法
1	总汞	≤ 0.05	GB 5085.3-2007
2	总铬	≤ 1.5	GB 5085.3-2007
3	六价铬	≤ 0.5	GB/T 15555.4-1995
4	铅	≤ 1.0	GB 5085.3-2007
5	镉	≤ 0.1	GB 5085.3-2007
6	铜	≤ 1.0	GB 5085.3-2007
7	锌	≤ 5.0	GB 5085.3-2007
8	铍	≤ 0.005	GB 5085.3-2007
9	钡	≤ 1.0	GB 5085.3-2007
10	镍	≤ 1.0	GB 5085.3-2007
11	砷	≤ 0.5	GB 5085.3-2007
12	钴	≤ 0.05	GB 5085.3-2007
13	硒	≤ 0.01	GB 5085.3-2007
14	锰	≤ 2.0	GB 5085.3-2007
15	无机氟化物	≤ 50.0	GB 5085.3-2007

4 赤泥路基设计

4.1 一般规定

4.1.1 赤泥公路工程设计之前应收集公路沿线气候、水文、地形地貌、地质、地震等资料，查明地层岩土性质、厚度、空间分布特征及有关物理力学参数。

4.1.2 禁止在江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡等法律、法规规定禁止倾倒、堆放废弃物的地点使用赤泥及其产品填筑路基。

4.1.3 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、风景名胜區、饮用水水源保护区、基本农田保护区和其他需要特别保护的区域内，禁止使用赤泥及其产品填筑路基。

4.1.4 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，保证赤泥公路工程具有足够的强度和稳定性，在荷载作用、降水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。

4.1.5 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，可采取换填其他材料等措施，如换填石灰土、烧结法赤泥、砂砾料等，以保证达到压实度和强度的要求。

4.1.6 对于软弱地基上的赤泥公路工程，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。

4.1.7 设计应充分考虑水和冰冻对路基性能的影响，设置完善的防排水系统或防冻害设施，以及必要的路基防护工程，防治路基病害。

4.1.8 位于地震基本烈度 6 度和 6 度以上地区的赤泥公路工程，应按现行的《公路工程抗震设计规范》的有关规定进行设防。

4.2 赤泥与改性赤泥

4.2.1 在利用赤泥进行路基填筑前，应进行化学成分和矿物成分分析试验，确定其化学成份、矿物成份、浸出液有害物质含量、pH 值、烧失量等，评价其对水体、土壤及生态环境的影响程度。

4.2.2 赤泥必须经过改性固化处理，符合国家现行环境保护的有关规定且满足路用要求之后才能用于路基填筑。

4.2.3 应通过试验，确定赤泥或改性赤泥的强度特性内摩擦角、粘结强度、压缩系数、膨胀系数、回弹模量和 CBR 值。

4.2.4 遵照《公路土工试验规程》（JTG E40-2007）规定，经改性处理之后的赤泥 7 天无侧限抗压强度应不低于 1.5MPa。

4.2.5 各施工单位应按规定频率和方法取样，将试样送中心试验室做相关试验，试验报告送建设项目办公室审批后执行。

4.2.6 应预先调查清楚赤泥料源，确定好赤泥改性处理方案，并作好必要的室内试验，掌握赤泥材料的工程特性。室内试验项目参见表 4.2.1，试验方法遵照《公路土工试验规程》（JTG E40-2007）执行。

表 4.2.1 赤泥室内试验项目一览表

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	
2	相对密度	相对密度	必要时测定
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	
6	化学分析	化学成分、烧失量、PH 值	
7	重金属含量测定	浸出液重金属含量	
8	击实试验	最大干密度、最佳含水量	重型击实试验
9	不排水抗剪强度	粘聚力 c、内摩擦角	
10	回弹模量	回弹模量值	必要时测定
11	承载比	CBR 值	必要时测定

4.3 设计参数

4.3.1 赤泥路基结构设计应充分考虑交通荷载和环境因素对路基长期性能的影响，合理确定赤泥路基设计参数，保证赤泥路基结构具有足够的整体稳定性、抗变形能力和耐久性以及环境污染指标可控性。

4.3.2 赤泥路基填料应均匀，承载比和粒径应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 路基填料最小承载比和最大粒径要求

填料应用部位 (路面底标高以下深度 m)		填料最小承载比 (CBR) (%)			填料最大粒径 (mm)
		高速、一级公路	二级公路	三、四级公路	
路堤	上路床 (0~0.30)	8	6	5	50
	下路床 (0.30~0.80)	5	4	3	50
	上路堤 (0.80~1.50)	4	3	3	100

	下路堤 (>1.50)	3	2	2	100
零填及 挖方路基	(0~0.30)	8	6	5	50
	(0.30~0.80)	5	4	3	50

注：① 该表 CBR 试验条件应符合现行《公路土工试验规程》(JTG E40-2007) 的规定；

② 三、四级公路铺筑沥青混凝土和水泥混凝土路面时，应采用二级公路的规定。

③ 年平均降雨量小于 400mm 地区，路基排水良好的非浸水路基，可采用平衡湿度状态的含水量作为 CBR 试验条件，并结合当地气候条件和汽车荷载等级，通过试验论证确定路基填料最小 CBR 控制标准。

4.3.3 赤泥路基结构应以路床顶面回弹模量为设计指标，以路床顶面竖向压应变为验算指标，并应符合下列要求：

- 1 路床顶面回弹模量应与交通量等级相适应，并应符合表 4.3.2 的规定。
- 2 沥青路面路床顶面竖向压应变的计算值应满足沥青路面永久变形的控制要求。
- 3 水泥混凝土路面路床顶面竖向压应变可不作控制。

表 4.3.2 赤泥路床顶面回弹模量要求值

交通量等级	极重交通	特重	中等或重交通	轻交通
回弹模量 (MPa)	≥120	≥90	≥60	≥40

注：表列回弹模量为考虑环境作用（干湿循环或冻融循环），路基达到平衡湿度状态下的动态回弹模量。

4.3.4 新建赤泥公路路基回弹模量设计值 E_0 可由标准状态下的路基回弹模量按式 (4.3.4-1) 确定，并应满足式 (4.3.4-2) 的要求。

$$E_0 = K_S \cdot K_\eta \cdot M_R \quad (4.3.4-1)$$

$$E_0 \geq [E_0] \quad (4.3.4-2)$$

式中： E_0 ——路基回弹模量设计值 (MPa)；

$[E_0]$ ——路面结构设计的路基回弹模量要求值 (MPa)，应符合表 4.3.3 的规定；

M_R ——标准状态（最佳含水率、最大干密度）下路基回弹模量值 (MPa)，按第 4.3.6 条确定；

K_S ——路基回弹模量湿度调整系数，为平衡湿度（含水率）状态下的回弹模量与标准状态下的回弹模量之比，按第 4.3.7 条确定；

K_η ——干湿循环或冻融循环条件下路基土模量折减系数，通过试验确定。初步设计时，非冰冻地区可根据土质类型、失水率确定，季节性冰冻区可根据冻结温度、含水率确定，折减系数可取 0.7~0.9。

4.3.5 标准状态下赤泥路基回弹模量值应综合考虑公路等级和设计阶段，根据路床深度范围内赤泥的回弹模量，按下列方法确定：

- a) 回弹模量应根据路基结构应力水平，采用附录 A 重复加载三轴压缩试验方法，通过试验获得。
- b) 宜通过承载板法等实测手段确定赤泥路基的回弹模量值。受试验条件限制时，在初步设计中如无实测资料时，可按表 4.3.3 选用回弹模量参考值。

表 4.3.3 赤泥路基设计回弹模量值

压实度 (%)	90%	93%	96%
回弹模量 (MPa)	35~40	60~90	90~120

注：① 表值系指路槽底高度大于 80cm 的路基。

② 地基湿软时取下限值。

c) 初步设计阶段，也可参照式 (4.3.5-1)、(4.3.5-2) 由赤泥的 CBR 值估算标准状态下赤泥的回弹模量值：

$$M_R = 17.6CBR^{0.64} \quad (2 < CBR \leq 12) \quad (4.3.6-1)$$

$$M_R = 22.1CBR^{0.55} \quad (12 < CBR < 80) \quad (4.3.6-2)$$

4.3.6 赤泥的渗透系数、压缩系数随赤泥的粒组成份、压实度不同而变化，宜通过试验确定。

4.4 路基横断面

4.4.1 赤泥路基由路基主体部分（改性赤泥）、护坡和封顶层（一般粘性土或其他材料）、隔离层、排水系统等部分组成。

4.4.2 赤泥路基不应用于浸水地段以及洪水浸淹部位。

4.4.3 赤泥路基设计应根据路基所处的环境条件、改性赤泥的性质及填筑部位等，做好赤泥路基横断面形式、路基结构、防排水系统和防护工程的综合设计，保证赤泥路基具有足够的强度和稳定性，同时防止对地表水、地下水、土壤以及生态环境造成污染。

4.4.4 赤泥路基的结构设计应符合下列要求：

a) 赤泥路基应采用封闭式路基结构，对边坡和路肩采取土质护坡保护措施，在土质护坡中设置排水渗沟，并采取相应措施防止渗沟淤塞。

b) 赤泥路基上路床范围应采用改性赤泥填筑。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料作封顶层。

c) 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。

d) 当赤泥路基高度超过 4m 时，可在路基中部设置土质夹层。

4.4.5 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。设置盲沟断面尺寸宜为 40cm×50cm，水平间距 10~15m，垂直间距 1.0~1.5m 呈梅花形交叉布置。路基底都可适当增加盲沟数量，并应采取措施防止盲沟淤塞。

4.4.6 为隔离或减轻污染物扩散的影响，赤泥路基底部应离开地下水位或地表长期积水位500mm以上，否则应设置防渗隔离层。

4.4.7 防渗隔离层宜选用防渗土工膜进行施工，且防渗模施工应符合下列要求：

a) 铺设防渗土工膜应焊接牢固，达到强度和防渗漏要求，局部不应产生下沉拉断现象。土工膜的焊（粘）接处应通过试验检验。

b) 在垂直高差较大的边坡铺设防渗土工膜时，应设锚固平台，平台高差应结合实际地形确定，不宜大于10m。边坡坡度宜小于1:2。

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

4.4.9 赤泥路基边坡率应视路基高度而定。5m以下的路基，边坡率应为1:1.5；5m以上的路基，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。

4.5 稳定验算和沉降计算

4.5.1 对于非软弱地基上的赤泥路基，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以上的路基，必须验算路基自身的稳定性，一般采用简单的直线滑动面或圆弧滑动面进行验算。

4.5.2 赤泥路基高度超过5.0m时应进行路基稳定性检算，路基稳定性计算方法及其抗滑稳定系数应符合表4.5.1有关规定。

表 4.5.1 高填方赤泥路基与陡坡路基稳定安全系数

分析内容	地基强度指标	分析工况	安全系数	
			二级及以上公路	三、四级公路
路基的堤身稳定性、路基和地基的整体稳定性	采用直剪的固结快剪或三轴剪的固结不排水剪指标。	正常工况	1.45	1.35
		非正常工况I	1.35	1.25
		非正常工况II	1.30	1.20
	采用快剪指标。	正常工况	1.35	1.30
		非正常工况I	1.25	1.15
		非正常工况II	1.20	1.10
路基沿斜坡地基或软弱层滑动的稳定性	-	正常工况	1.30	1.25
		非正常工况I	1.20	1.15

		非正常工况Ⅱ	1.15	1.05
--	--	--------	------	------

4.5.3 对深厚软弱地基上的赤泥路基，其高度超过软弱地基极限高度时，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。

a) 深厚均质软弱地基上路基极限高度可按式估算：

$$H_c = 5.52 \frac{c_u}{\gamma} \quad (4.5.3)$$

式中： H_c ——路基极限高度（m）；

c_u ——由快剪法测得的软土粘结强度（Pa）；

γ ——填料的湿重度（N/m³）。

b) 厚层非均质软弱地基上的赤泥路基的稳定分析与一般土质路基的验算方法相同，采用圆弧滑动面法验算路基的抗滑稳定性。赤泥的内摩擦角 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如其抗滑安全系数应大于 1.25。

4.5.4 对软弱地基上的赤泥路基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基堤身压缩量可忽略不计。

$$S = m_s \sum_{i=1}^n \frac{e_{0i} - e_{li}}{1 + e_{0i}} \Delta H_i \quad (4.5.4)$$

式中： e_{0i} ——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 $m_s=1.0\sim1.4$ ；

S ——最终沉降量（cm）。

4.6 压实标准

4.6.1 应遵照《公路土工试验规程》(JTG E40-2007)室内重型击实试验方法，确定赤泥的最大干密度和最佳含水量。

4.6.2 应根据道路等级、路基高度确定赤泥路基压实标准。

4.6.3 赤泥路基应分层铺筑，均匀压实，计算压实度时采用的最大干密度应与施工压实工艺相适应，且压实度应符合下列要求：

a) 填料最大粒径应大于 50mm。

b) 压实度应符合表 4.6.1 的规定。

c) 路床顶面横坡应与路拱横坡一致。

表 4.6.1 赤泥路床压实度要求

路基结构形式		路面底面以下深度 (m)	路床压实度 (%)		
			高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
上路床		0~0.3	≥96	≥95	≥94
下路床	轻、中交通	0.3~0.8	≥96	≥95	≥94
	重、特重交通	0.3~1.2	≥96	≥95	—
上路基	轻、中等及重交通	0.8-1.5	≥94	≥94	≥93
	特重、极重交通	1.2-1.9	≥94	≥94	≥93
下路基	轻、中等及重交通	1.5以下	≥93	≥92	≥90
	特重、极重交通	1.9以下			

注：1.表中所列压实度系按《公路土工试验规程》(JTG E40-2007)重型击实试验所得最大干密度求得的压实度；

2.三、四级公路铺筑沥青混凝土和水泥混凝土路面时，其压实度应采用二级公路压实度标准；

3.路基处于特殊气候地区时，压实度标准可根据试验路在保证路基回弹模量要求的前提下降低 1~2 个百分点。

4.6.4 一般情况下，重型击实试验每公里不少于一组。确定最大干密度所采用的赤泥试样应与施工路段的赤泥相适应。施工中如发现赤泥试验特性有变化时，应及时报告监理工程师和业主并补做最大干密度室内试验。

5 赤泥路基环境监测要求

5.1 一般规定

5.1.1 赤泥采样制样采用《工业固体废物采样制样技术规范》（HJ/T 20-1998）规定方法进行。

5.1.2 放射性限量标准采用《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566-2010）规定方法检测。

5.1.3 浸出毒性控制标准按《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）规定方法测定。

5.2 环境监测

5.2.1 监测范围

对于建设完成的赤泥路基，应进行环境影响监测。监测范围包括可能对地下水、地表水产生环境影响。

5.2.2 监测对象

监测对象主要为地下水，必要时也应包括地表水、土壤等。

5.2.3 监测项目

监测项目应根据前期环境调查阶段性结论与实施阶段工作计划确定。包括环境调查确定的场地污染物和场地特征参数，可能涉及的危险废物监测项目应参照《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）中相关指标确定。

5.2.4 监测工作的组织与实施

监测工作一般包括信息收集整理、监测计划编制、监测点位布设、样品采集及现场分析、样品实验室分析、数据处理、监测报告编制等。其中，布点采样是监测工作的实施重点，在样品的采集、准备、运输及分析过程中，应采取必要的技术和管理措施。

5.2.5 监测点布设

- 1) 根据现场环境调查所确定的地理位置、场地边界，确定布点范围。
- 2) 对于布点范围内水文地质条件相近的区域，可采用随机布点法进行监测点位的布设。
- 3) 地下水监测布点应在疑似环境影响严重的区域，同时考虑在地下水径流的下游布点。
- 4) 地表水监测布点应在疑似环境影响严重的区域，同时考虑在地下水径流的下游或汇集处布点。
- 5) 土壤监测布点应在疑似环境影响严重的区域，采用分区布点法进行布设。

5.2.6 样品采集

1) 地下水采样时应根据当地的水文地质条件，利用最低采用频次获得最有代表性的样品。设置监测井时，应避免采用外来的水及流体，同时在地面井口处采取防渗措施。

2) 地表水采样时, 应避免搅动水底沉积物。为反映地表水与地下水的水力联系, 地表水的采样频次与采样时间应尽量与地下水采样保持一致。

3) 土壤样品采集一般采用挖掘方式进行, 一般采用锹、铲等简单工具, 也可进行钻孔取样。取样过程应尽量减少土壤扰动, 保证土壤样品在采样过程中不被二次污染。

5.2.7 样品测试分析

1) 在取样完成后, 可采用便携式分析仪器设备进行现场样品的定性和半定量分析。

2) 地下水、地表水、土壤的样品实验室定量分析, 应严格按照环保相关标准规范的要求进行。

征求意见稿

6 赤泥路基施工

6.1 一般规定

6.1.1 赤泥的选择应遵循经济合理的原则，宜考虑工程沿线就近的赤泥堆料场。

6.1.2 赤泥堆场的存量应满足设计填方的借方量，尽可能减少赤泥变化导致的施工变异性。

6.1.3 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。

6.1.4 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，保证赤泥路基施工期间的排水。

6.1.5 赤泥路基应采用机械施工，机具主要有自卸汽车、推土机、平地机、路拌机、20~50 吨的中型和重型振动压路机或自行式、机械设备性能应良好，并作好检修和保养工作。

6.1.6 赤泥填料的最小承载比和粒径应符合表 4.3.1 的规定。

6.1.7 赤泥路基填筑施工，应从最低处起分层填筑，逐层压实；当地面横坡缓于 1:5 且基底经处理符合要求时，可直接在经处理的地基上分层填筑路基。当原地面纵坡大于 12%或横坡陡于 1:5 时，应按设计要求挖成台阶，或设置坡度向内并大于 4%、宽度大于 2m 的台阶。

6.1.8 若填方路基分几个作业段施工，两段交接处，不在同一时间填筑的，应将先填地段挖成宽度不小于 2m 的台阶；同一时间填筑的则应分层相互交叠衔接，其搭接长度不得小于 2m。

6.1.9 赤泥在施工现场临时存放的，应采取防渗、防风、防雨措施；施工过程应采取防风抑尘措施，防止产生扬尘。

6.1.10 未使用完的赤泥应及时回收，并运回赤泥产生单位的赤泥堆场（库）等符合环保要求的合法规范的固体废物处置场所。

6.2 测量

6.2.1 控制性桩号，应进行现场交桩，并保护好交桩成果。

6.2.2 施工前应按现行有关规范做好施工测量工作，包括导线、中线、水准点复测、横断面抽查与补测、增设水准点等。施工测量的精度应符合交通部颁布实施的《公路路线勘测规程》的要求。导线、中线、水准点的复测应符合现行《公路路基施工技术规范》中的有关规定，必要时应增补点位。若发现控制点、水准点位于路基施工范围内应移至路基施工影响范围之外，并设在较为稳定的、长度不少于 1.0m 的混凝土桩上，必要时应设护桩进行保护。

6.2.3 赤泥路基施工前应按现行《公路路基施工技术规范》中的有关条款规定进行路基放样。

1) 施工前应详细检查、核对纵、横断面图,发现问题及时进行复测。复测时按设计文件提供的桩号进行放样,复核土方数时不得增减桩号。

2) 根据恢复的中线、设计图表、施工工艺和有关规定,钉出路基用地界桩和路基坡脚、路堑顶、边沟、取赤泥位置、平整带、弃赤泥位置等具体桩位,距路中心一定安全距离处设立控制桩,其间隔不宜大于 50m。桩上应标明桩号与路基中心填挖高度,用(+)表示填方,用(-)表示挖方。

3) 在放完边桩后,应进行边坡放样,对深挖高填地段每挖 5m 应复测中线桩,侧定其标高及宽度,以控制边坡的大小。

4) 施工期间,每隔一定时间应复测导线点、水准点。在春融以后必须复测水准点、导线点、控制点等。

5) 机械施工中,应在边桩处设立明显的坡挖标志,在不大于 200m 的段落内距中心桩一定距离处设控制标高的控制桩进行施工控制。若发现控制桩丢失或碰倒应及时补上。

6) 对取赤泥位置应定点设立明显标志,注明允许的挖掘深度、宽度和所供应的路基范围桩号。

7) 边沟、截水沟和排水沟放样时,宜先做成样板架检查,也可每隔 10-20m 在沟内、外边缘钉木桩,并注明里程及挖深。

8) 施工过程中,应保护所有标志,特别是主要控制点、导线点、水准基点等原始控制点。

6.3 试验

6.3.1 应对赤泥路基范围内地质、水文情况进行详细调查。

6.3.2 应根据设计文件提供的资料,对用于路基填料的赤泥每隔一定距离进行复查和取样试验。

6.3.3 用于路基填筑的赤泥、改性赤泥应做下列试验项目,其方法按照现行《公路土工试验规程》、《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》、《公路路面基层施工技术规范》等执行。

6.3.4 赤泥或改性赤泥填筑路段试验项目

a.颗粒分析试验

b.液限、塑限、塑性指数、天然稠度或液性指数

c.天然含水率试验

d.重型击实试验(确定最大干密度、最佳含水量)

e.强度试验(CBR 值)

f.无侧限抗压强度

6.3.5 施工中如发现赤泥试验特性较大发生变化,应及时补做赤泥全部试验项目。

6.4 场地处理

6.4.1 施工前应按设计要求进行公路用地放样，由业主办证征用土地手续。施工单位根据施工需要提出临时用地计划，并绘制用地平面图及用地划界表，送交有关单位办理拆迁及临时占用土地手续。

6.4.2 路基用地范围内的既有房屋、道路、河沟、通讯、电力设施、上下水道、坟墓及其它建筑物，均应协助有关部门事先拆迁或改造；对于路基附近的危险建筑应予以适当加固；对文物古迹应妥善保护。

6.4.3 路基用地范围内的树木、灌木丛等均应在施工前砍伐或移植清理，砍伐的树木应移置于路基用地之外，进行妥善处理。应将路基范围内的树根全部挖除，并将坑穴填平碾压密实。

6.4.4 在填方和借方地段的原地面应进行表面清理，清理深度应根据腐土厚度决定，清出的腐土应集中堆放。填方地段在清理完地面后，应整平压实到规定要求，才可进行填方作业。

6.4.5 原地面坑、洞、穴、泉眼或露头地下水，应按设计要求，采取有效导排措施后方可填筑路基。

6.4.6 地基为耕地、土质松散、水稻田、湖塘、软土、高液限土等时，应按设计要求进行处理，局部软弹的部分也应采取有效的处理措施。

6.4.7 地下水位较高地段、陡坡地段、土石混合地基、填挖界面、高填方地基等应按设计要求进行处理。

6.4.8 做好施工期临时排水总体规划 and 建设，临时排水设施应与永久性排水设施综合考虑，并与工程影响范围内的自然排水系统相协调。

6.4.9 做好原地面临时排水设施，并与永久排水设施相结合。排走的雨水，不得流入农田、耕地；亦不得引起水沟淤积和路基冲刷。

6.4.10 施工过程中应根据施工季节、路基横断面形状、纵坡、横坡等情况设置必要的排水设施，特别是在夏季暴雨较为集中时应防止雨水对赤泥路基的冲刷。

6.5 赤泥储运

6.5.1 赤泥含水量的调节宜在赤泥堆场进行。过湿的赤泥应平铺晾晒，过干的赤泥应在摊铺前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2~3%范围。

6.5.2 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。

6.5.3 应防止运输途中的赤泥扬尘或洒落污染，必要时应采取覆盖措施。

6.6 试验段

6.6.1 赤泥路基大面积施工之前应根据本规程有关条款规定,采用不同的施工机械进行试验路施工,熟悉和掌握赤泥路基施工的基本方法和程序,以便指导大面积施工。

6.6.2 试验路段位置应选择在地质条件、断面型式均具有代表性的地段,路段长度不宜小于 100m。

6.6.3 试验所用的赤泥材料和施工机械应与将来全线施工所用的材料和施工机械相同。赤泥路基试验路段施工应包括以下内容:

- 1 赤泥填料试验、检测报告等;
- 2 赤泥压实工艺主要参数: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等;
- 3 过程质量控制方法、指标;
- 4 质量评价指标、标准;
- 5 优化后的施工组织方案及工艺;
- 6 原始记录、过程记录;
- 7 对施工设计图的修改建议等。

6.6.4 试验路段施工中及完成以后,应加强对有关指标的检测;完工后,应及时写出试验报告。如发现路基设计有缺陷或本规程有关条款不完善时,应提出意见报监理工程师或业主审批。

6.7 赤泥路基压实要求

6.7.1 赤泥路基填筑应采用振动压实机械水平分层、分段填筑,分层压实。按照横断面全宽分成水平层次逐层向上填筑。

6.7.2 赤泥的压实松铺厚度应通过试验确定,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。

6.7.3 拌合与摊铺后的赤泥必须及时碾压,做到摊铺完成立刻压实。以防止水分变化而影响压实效果。碾压时,应使赤泥处于最佳含水量范围内。

6.7.4 每一填筑层压实后的宽度不得小于设计宽度。

6.7.5 赤泥路基的施工气温应在 0℃ 以上。以防止赤泥中含有大量冰晶影响压实效果和工程质量。

6.8 路拌法施工

6.8.1 路拌法施工工艺流程图:

①施工前准备→②地表处理→③检测合格→④赤泥运输→⑤整平→⑥摊铺赤泥改性材料→⑦路拌机拌合→⑧稳压→⑨振动压实→⑩终压→⑪检测合格→⑫养护→⑬下一层施工(返回第④步循环

施工直至达到规定的填筑高程)。

6.8.2 施工前准备与地表处理按照第 6.4 节要求进行。

6.8.3 对原地表应采用振动压路机压实处理。压实后的地基经检测应达到本规程规定的地基压实标准后方可进行赤泥路基施工，检测不合格时应补压直到合格为止。

6.8.4 整平：对运送至填方路段内的赤泥采用推土机摊铺并整平或采用推土机配合平地机整平。摊铺平整后可采用填料前后定点测量高程控制松铺厚度，每层松铺厚度宜采用前期试验段确定。

6.8.5 掺加赤泥改性材料：随时跟踪检测已填土体含水率，一般比最佳含水率稍高 2~3 百分点时，可安排掺加改性材料。宜采用方格法或其他合适的布料方式，撒布赤泥改性材料，并严格控制改性剂的掺加剂量。

6.8.6 路拌机拌合：改性材料撒布完成之后，应采用大型拌合机组合的拌合方式进行拌合。拌合保证无夹层，拌合宽度每道重合 30cm，拌合过程中随时检查拌合深度及搭接宽度，随时检查固化材料与赤泥是否均匀，土体颗粒是否满足设计及规范要求（最大粒径不大于 50mm），不满足要求的应进行第 2 次拌合，第 2 次拌合仍不能满足要求进行第 3 次拌合。

6.8.7 稳压：赤泥压实应遵循先轻后重原则，宜先用履带式机具或轻型压实机械稳压，稳压时按照一般土方路基的压实工艺，从路基边缘向内侧逐轮碾压，碾压时轮迹重叠宽度不小于 1/2 单轮宽度，单侧轮迹布满一个作业面为一遍，稳压 2 遍。

6.8.8 赤泥路基振动压实时应按下列规定进行：

1) 振动压实宜用 20~50t 的中型或重型振动压路机进行，碾压应先慢后快，采用强振进行振动碾压。

2) 压实遍数应根据赤泥路基试验段确定的压实遍数进行控制。若控制压实遍数超过 10 遍，应考虑减少填料层厚，经压实度检验合格方可转入下道工序，不合格时应进行补压再做检验，直到合格为止。

3) 在没有试验段压实遍数数据的条件下，建议振动压路机碾压遍数不低于 6 遍。

4) 碾压轮迹应相互搭接，且搭接宽度不应小于 1/3，轮迹布满一个作业面为一遍。

5) 压路机的碾压时行驶速度不宜超过 2.5km/h；碾压时直线段由两边向中间进行，小半径曲线段由内侧向外侧，纵向进退式进行。前后相邻两区段（碾压区段之前的平整预压区段与其后的检验区段）应纵向重叠 2.0m 以上，达到无漏压、无死角，确保碾压均匀。

6) 对路基层部边角地带，如检查井周围、桥台或挡墙后背、沟槽回填等不能使用压路机碾压的部位，应采用小型手扶或振动压路机、蛙式夯实机进行碾压夯实并达到规定的压实度。

6.8.9 终压：终压压实工艺与稳压相同，轮迹重叠宽度不小于 1/2 单轮宽度，终压 2 遍。

6.8.10 检测：赤泥路基压实完成之后应及时进行压实度检测，压实度检测优先采用灌砂法。压实度应达到本规程规定的标准，若不达到要求时应及时进行补压，直到合格方可进行下一道工序的作业。检测取样位置、深度也应符合本规程有关条款之规定。

6.8.11 赤泥路基全部施工完毕且经检测符合规定要求之后后方可继续填筑上层。

6.8.12 在进行下一层施工之前，应控制卸料汽车的行驶方向和速度，不得在下层赤泥顶面上调头、高速行驶、急刹车等，以免造成赤泥压实层松散。

6.9 集中厂拌法施工

6.9.1 改性赤泥材料可以在中心厂站采用厂拌设备进行集中拌和。对于高速公路和一级公路宜采用集中厂拌生产改性赤泥混合料（赤泥基道路混凝土）。

6.9.2 在正式厂拌施工赤泥拌制混合料之前，选择合适的集中厂拌设备且必须先对所用厂拌设备进行调试，满足赤泥拌合要求。

6.9.3 集中厂拌赤泥混合料应符合下列要求：

a) 厂拌赤泥的含水量宜控制在略高于最佳含水量+3%，且使混合料运到现场摊铺后碾压时的含水量不小于最佳含水量。

b) 对赤泥结块应统一破碎至最大尺寸不大于50mm；

c) 改性固化材料剂量控制应准确，误差不大于 $\pm 0.5\%$

d) 拌和应均匀，无夹层。

6.9.4 在潮湿多雨地区或其他地区的雨季施工时，应采取措施，防护赤泥，防止雨淋或浸水。

6.9.5 厂拌合格的赤泥混合料应尽快运送到铺筑现场。运输过程中应进行覆盖，减少水分损失和洒落。

6.9.6 对于高速公路和一级公路，宜采用沥青混凝土摊铺机或专用的稳定土摊铺机进行赤泥混合料摊铺。

6.9.6 集中厂拌设备与摊铺机的生产能力应互相匹配，且应实现连续摊铺。当集中厂拌设备的生产能力较小，在用摊铺机摊铺赤泥混合料时，应采用低速摊铺，减少摊铺机停机待料的情况。

6.9.7 二级及以下等级公路赤泥混合料施工，可采用推土机或平地机组合摊铺混合料，赤泥混合料运输应从路基一端开始向前逐渐推进，用推土机摊料，平地机整平，半幅路基全宽一次进行。也可以用自动平地机按以下步骤摊铺混合料：

a) 根据铺筑层的厚度和要求达到的压实干密度，计算每车混合料的摊铺面积；

b) 将混合料均匀地卸在路幅中央，路幅宽时，也可将混合料卸成两行；

c) 用平地机将混合料按松铺厚度摊铺均匀。

6.9.8 赤泥混合料摊铺完成之后，应采取先轻后重的原则及时压实。先用轻型压路机跟在摊铺机后及时碾压，再采用 20~50t 的中、重型振动压路机或轮胎压路机继续碾压密实。

6.9.9 集中厂拌赤泥摊铺完成后的碾压和检测验收均与路拌法施工相同。

6.9.10 集中厂拌法施工时的横向接缝应符合下列要求：

a) 用摊铺机摊铺混合料时，不宜中断，如因故中断时间超过 4h，应设置横向接缝，摊铺机应驶离混合料末端；

b) 人工将末端含水量合适的混合料整理整齐，紧靠混合料放两根方木，方木的高度应与混合料的压实厚度相同；整平紧靠方木的混合料；

c) 摊铺机返回到已压实层的末端，重新开始摊铺混合料；

d) 如摊铺中断后，未按上述方法处理横向接缝，而中断时间已超过 4h，则应将摊铺机附近及其未经压实的混合料铲除，并将已碾压密实且高程和平整度符合要求的末端挖成与路中心线垂直并垂直向下的断面，然后再摊铺新的混合料。

6.9.11 应尽量避免纵向接缝。高速公路和一级公路的基层宜分两幅摊铺，宜采用两台摊铺机一前一后相隔约 10~20m 同步向前摊铺混合料，并一起进行碾压。

6.9.12 在不能避免纵向接缝的情况下，纵缝必须垂直相接，严禁斜接，并符合下列规定：

a) 在前一幅摊铺时，在靠中央的一侧用方木或钢模板做支撑，方木或钢模板的高度应与赤泥混合料层的压实厚度相同；

b) 养生结束后，在摊铺另一幅之前，拆除支撑方木或钢模板。

6.9.13 赤泥及改性赤泥材料在改性处理厂站的临时存放场（库），应采取防渗、防风、防雨措施。

6.9.14 赤泥改性厂站内的运输道路应及时清扫、洒水抑尘；改性赤泥生产设备应安装防尘设施，防止生产扬尘；严格控制改性赤泥材料含水率，防止产生施工扬尘。

6.9.15 拌和厂站及施工现场未使用的赤泥及改性赤泥材料应及时回收，并运回赤泥产生单位的赤泥堆场（库）等符合环保要求的合法规范的固体废物处置场所。

6.10 赤泥路基的养护

6.10.1 经检验达到质量要求的赤泥路基，应采用覆盖养生或者洒水养生，每天洒水的次数应视气候而定，整个养生期间应保持赤泥层表面潮湿。

6.10.2 赤泥混合料施工碾压完成后，宜养生 3 天后铺筑上层赤泥混合料。

6.10.3 在养生期间应封闭交通或暂时不能立即铺筑上层赤泥的路段，应禁止或限制重型车辆行驶。若必须通车时，应限速在 30km/h 以下。

6.10.4 当赤泥路基因故较长时间不能继续施工时，应进行表层覆土或毛毡覆盖，作好路拱横坡，以利表面排水。应保持路基排水设施的完好，加强日常养护工作。复工前，路堤若有损毁，应按设计要求进行整修。

6.11 冬季和雨季路基施工

6.11.1 应根据季节特点和施工段的地质地形条件，制定合理的施工方案。

6.11.2 应做好临时排水，并与永久排水设施衔接顺畅。

6.11.3 应加强安全管理，制定安全预案，加强气象信息的收集工作，避免灾害和事故发生。

6.11.4 赤泥路基冬季施工要求：

1) 在反复冻融地区，昼夜平均温度在-3℃以下，且连续 10 天以上，或者昼夜平均温度虽在-3℃以上，但冻土没有完全融化时，均应按冬季施工办理。

2) 高速公路、一级公路的赤泥路基和地质不良地区二级及二级以下公路赤泥路基不宜进行冬季施工。河滩低洼地带，可被水淹没的赤泥路基不宜冬季施工。赤泥路基路床以下 1m 范围内，不得进行冬季施工。半填半挖地段、挖填方交界处不得在冬季施工。

3) 冬季路基施工应采取措施，及时排放雨雪水及路堑开挖时出现的地下水。

4) 赤泥路基填筑应按横断面全宽平填，每层松铺厚度应比正常施工减少 20%~30%，且松铺厚度不得超过 300mm。当天填土应当天完成碾压。中途停止填筑时，应整平填层和边坡并进行覆盖防冻，恢复施工时应将表层冰雪清除，并补充压实。

5) 当填筑标高距路床底面 1m 时，碾压密实后应停止填筑，在顶面覆盖防冻保温层，待冬季过后整理清表，再分层填至设计标高。

6.11.5 赤泥路基雨季施工要求：

1) 雨季施工应综合规划、合理设置现场防排水系统，采取有效措施，及时引排地面水。

2) 赤泥路基填筑的每一层表面应设 2%~4%的排水横坡。

3) 在已填路基路肩处，应采取设置纵向临时挡水土埂、每隔一定距离设出水口和排水槽等措施，引排雨水至排水系统。

4) 雨季路堑施工宜分层开挖，每挖一层均应设置纵横排水坡，使水排放畅通。

5) 路基应分层填筑，当天填筑的土层应当天或雨前完成压实。

6.12 石灰土封层施工

6.12.1 石灰土封层施工前应提交石灰土相关试验资料。

6.12.2 石灰土封层施工厚度应符合设计要求，与路基路床位置设计同宽，内侧中央分隔带处每侧宽出路面底基层不小于 25cm。

6.12.3 石灰土封层所用材料及施工技术要求与石灰稳定土路面底基层要求基本相同。土的塑性指数不应小于 8，土团最大尺寸不应大于 15mm；石灰质量符合Ⅲ级以上生石灰或消解石灰的技术指标，消石灰应过孔径 10mm 的筛，并应尽快使用。混合料中石灰剂量以 8-10%为宜。石灰土 7 天无侧限抗压强度（养生 6 天，饱水 24 小时）应达到 0.6MPa 以上，其检测项目、方法、频率应符合有关规范的规定。

6.12.4 石灰土封层施工前应对赤泥路基顶面用推土机稳压、平整，并整理路拱横坡使其与路面横坡一致。

6.12.5 石灰土封层大面积施工前应选择具有代表性的路段修筑长度不小于 200m 的试验段，总结出机械组合、松铺厚度、压实遍数的最优组合以便指导全线施工。

6.12.6 石灰土封层应采用集中拌和法施工。拌和时含水率宜略大于最佳含水率值，且在混合料摊铺前应对路基表面洒水碾压，使表面 3~5cm 赤泥层保持湿润状态；混合料运输应从路基一端开始向前逐渐推进，用推土机摊料，平地机整平，半幅路基全宽一次进行。摊铺长度大于 100m 时可分段进行碾压成型。其施工工艺、方法要求应按有关规范的石灰稳定土底基层的规定执行。

6.12.7 石灰土封层应在混合料等于或略小于最佳含水率时进行碾压。压实遍数应通过试验确定，一般碾压遍数不小于 6 遍。

6.12.8 石灰土封层的厚度及高程须经严格控制，其路基横坡应与路面横坡一致。施工中应采取适当的措施，防止路面积水冲刷边坡。

6.12.9 石灰土封层在碾压完成后应进行养生，养生期间应保持一定的湿度，不应过湿或忽干忽湿。养生可视具体情况采用洒水或覆盖养生处理。

6.12.10 赤泥路基上部采用素土分层填筑时，其施工工艺、检测项目和方法、压实标准基本要求应符合现行《公路路基施工技术规范》中有关规定执行。该类型路基顶面不做石灰土封层。

6.12.11 石灰土封层完成后应进行质量检测。检测的内容、方法、允许偏差值等应符合有关规范中石灰稳定土底基层检测项目的要求。

6.13 粘土包边施工

6.13.1 为防止赤泥路基边坡风蚀和雨水冲刷，确保路基稳定，应优先选用粘土包边对赤泥路基

边坡及时进行防护。既有效防护路基边坡，降低造价，又便于植草绿化，改善生态环境。

6.13.2 粘土包边所用粘土材料的塑性指数应在 10~15 之间。

6.13.3 粘土包边施工前应提交相关试验资料，主要包括土的击实试验、塑性指数等。

6.13.4 粘土包边宜与赤泥路基同时施工成型或在赤泥路基成型、顶面石灰土封层完成后开始施工。包边厚度应符合设计要求，沿坡面等厚度水平填筑。

6.13.5 赤泥路基边坡用粘土包边时，应在路基宽度范围之外的边坡上铺筑，底部埋入原地面下 20cm，顶部至硬路肩底面，并做成向外 5%的横坡。施工时先按要求对赤泥路基边坡进行整修，然后从坡脚开始水平分层向上铺筑；每层松铺厚度应不大于 15cm，宽度应大于包边宽度，适当洒水后采用蛙式打夯机或手扶式压路机分层夯实，每层夯实后应取样测其压实度。每层每 50 米检测两点，取样时应随机抽查，每点压实度不小于 90%，不合要求时应继续夯实直到合格为止。具体碾压或夯实遍数应通过试验确定。

6.13.6 粘土包边分层压实后应按设计边坡坡度修整边坡，使坡面平顺。坡面植草绿化应尽早进行。

征求意见稿

7 赤泥路基质量管理及验收

7.1 一般规定

7.1.1 本规程质量管理及检验内容适用于质量管理中施工单位的自检、工序交接检验、质检部门的检查以及工程竣工检验。

7.1.2 必须建立、健全质量管理体系，实行施工单位自检和质监部门抽检相结合的质量管理制度。检查应做到方法规范、原始资料齐全、数据可靠。检验不合格的部位必须采取补救措施使其达到规定要求，经检查合格后，方可进行了一道工序。路基施工结束后，应进行全面检查、验收。

7.1.3 施工质量管理包括所用材料的标准试验、中间检查和竣工检验。工程质量检验评定标准应按照现行《公路工程质量检验评定标准》中对于土方路基的有关规定执行。

7.1.4 施工单位的工地试验室应能进行施工质量检验，且配备进行材料、施工质量控制和检验所需的试验设备和仪器，同时还应配备相应的技术和管理人员。

7.2 材料试验

7.2.1 在组织现场施工前及赤泥料源特性发生较大变化时，必须对拟采用的材料进行表 5.2.9 所规定的基本性能试验，评定材料质量是否符合要求。

7.2.2 土质护坡和石灰土封顶层所用土料的性能试验应遵照部颁《公路土工试验规程》执行。

7.2.3 隔离层和排水盲沟选用砂砾料、矿渣料等材料时，最大粒径应不大于 8cm，且 5mm 以下细料含量不大于 50%，含泥量小于 5%为宜。

7.3 中间检验

7.3.1 施工过程中的检查及各项控制按招标文件中的技术规范有关规定执行。

7.3.2 施工过程中的检验包括路基外形尺寸和路基质量的控制、检验。

7.3.3 外形尺寸主要靠日常管理加以控制。在各层施工中应注意路基宽度、护坡宽度、边坡率、松铺厚度、平整度、高程、压实度等项目的控制，并满足表 7.3.1、表 7.3.2、表 7.3.3 中所规定的工程验收标准。

7.3.4 压实度检测应符合以下规定：

1) 赤泥路基压实度应优先选用灌砂法进行检测，取样位置为每一压实层底部。用环刀法试验时，环刀中部处于压实层厚的 1/2 深度。

2) 施工过程中，每一压实层均应检验压实度，检测频率为每 1000m² 至少检验 2 点，不足 1000m² 时检验 2 点，必要时可根据需要增加检验点。

7.3.5 赤泥路基压实度应符合表 7.3.1 的规定

表 7.3.1 赤泥路基压实度标准

填挖类型		路床顶面以下深度 (m)	压实度 (%)		
			高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路
路基	上路床	0~0.30	≥96	≥95	≥94
	下路床	0.30~0.80	≥96	≥95	≥94
	上路堤	0.80~1.50	≥94	≥94	≥93
	下路堤	>1.50	≥93	≥92	≥90
零填及挖方路基		0~0.30	≥96	≥95	≥94
		0.30~0.80	≥96	≥95	-

注：① 表列压实度以《公路土工试验规程》(JTJ E40-2007)重型击实试验法为准。

② 三、四级公路铺筑水泥混凝土路面或沥青混凝土路面时，其压实度应采用二级公路的规定值。

③ 赤泥路基的压实度标准可根据试验路在保证路基强度要求的前提下可适当降低。

④ 特别干旱地区的压实度标准可降低 2%~3%。

7.3.6 赤泥路基填筑至设计标高并整修完成后，其施工质量应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 赤泥路基施工质量标准

序号	检查项目	允许偏差			检查方法或频率
		高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路	
1	路基压实度	符合规定	符合规定	符合规定	施工记录
2	弯沉	不大于设计值	不大于设计值	不大于设计值	—
3	纵断高程 (mm)	+10, -15	+10, -20	+10, -20	每 200m 测 4 断面
4	中线偏位 (mm)	50	100	100	每 200m 测 4 点，弯道加 HY、YH 两点
5	宽度	不小于设计值	不小于设计值	不小于设计值	每 200m 测 4 处
6	平整度 (mm)	15	20	20	3m 直尺：每 200m 测 2 处×10 尺
7	横坡 (%)	±0.3	±0.5	±0.5	每 200m 测 4 个断面
8	边坡坡度	不陡于设计坡度	不陡于设计坡度	不陡于设计坡度	每 200m 抽查 4 处

7.3.7 路基工程的质量应按表 7.3.3 进行控制施工和管理。

表 7.3.3 赤泥路基质量控制的项目、频率和质量标准

项次	项目	频率	质量标准	备注
----	----	----	------	----

1	含水量	根据观察随时测定	在最佳含水量允许范围之内	烘箱法、酒精法
2	碾压检查	随时全面观察	无明显轮迹、无湿软、弹簧现象产生	
3	填筑厚度	每 50m 每层设一个控制断面	符合规定的填筑厚度	使用控制桩、标尺、挖坑检测
4	压实度	每 200m 每层检测 4 处	不低于设计规定的压实度	灌砂法、环刀法
5	护坡宽度	每 200m 测量 2 处	不小于设计宽度	皮尺丈量

7.4 竣工检验

7.4.1 竣工检验的目的是评价所完成的赤泥路基是否满足设计文件和施工规范的要求。检验内容包括基本要求、外观鉴定和实测项目三部分。只有在符合基本要求的规定，并无严重的外观缺陷，始能进行实测项目的检查评定。

7.4.2 基本要求

1) 施工原始记录完整齐全。根据材料试验报告核查所用各种材料的各项性能指标，应符合设计规范要求。

2) 根据自检记录核查每层的压实厚度、含水量、压实度等，应符合设计或规范要求，检验报告齐全，频率符合规定。

3) 根据施工原始记录检验软弱地段，应按设计要求进行处治加固、设置隔离层或排水盲沟等处治措施。

7.4.3 外观鉴定

1) 路槽表面平整密实，无湿软、弹簧等现象，没有明显的碾压轮迹。

2) 路基边坡顺直，曲线圆滑，坡面平整稳定。

3) 路拱平顺，排水良好。

4) 盲沟布置合理，无阻塞。边沟通畅，路基无浸泡。

7.4.4 进行抽样检查必须是随机的，不能带有任何倾向性，实测项目分为路基、路肩、边坡和边沟等项。

7.4.5 赤泥路基

赤泥路基检验内容和要求见表 7.4.1。

表 7.4.1 赤泥路基实测项目

项次	实测项目	检测频率		规定值或允许偏差		检验方法	规定分
		范围	应测点数	高速、一级公路	其他公路		

1	纵断高程 (mm)	每 200m	4 点	10~20	10~30	水准仪	10
2	中线偏位 (mm)	每 200m	2 点(弯道加 测 ZY、YZ)	≤20	≤30	经纬仪	5
3	宽度 (mm)	每 200m	4 处	不小于设计值		皮尺	5
4	平整度(mm)	每 200m	4 处(每处 3 尺)	≤50	≤100	3m 直尺	15
5	横坡度 (%)	每 200m	4 个断面	±0.5	±0.5	水准仪	5
6	压实度 (%)	每 200m	每层测 4 处 (或根据要求 决定)	不低于表 7.3.5 规定值		灌砂法、 环刀法、 核子仪法	30
7	弯沉值 (0.01mm)	单向每个车 道	50m 测 1 个 点(或根据 要求决定)	不大于设计计算容许值		弯沉仪	15
8	回弹模量 (MPa)	每 500m 路 中心	1 点	不低于设计规定值		承载板法	15

7.4.6 路肩

路肩边线应顺直，弯道应圆顺，表面平整稳定，无阻水现象。路肩允许偏差应符合表 7.4.2 的规定。

表 7.4.2 赤泥路基路肩实测项目

项次	实测项目		计量单位	检测频率		规定值或 允许偏差	检验方法	规定分
				范围	应测点数			
1	压实度		%	每 100m	检测 1 点	≥设计值	灌砂法、环刀 法、核子仪法	30
2	平整 度	土路基	mm	每 100m	检测 1 处、1 处 3 尺	≤20	3m 直尺	30
		硬路肩	mm	每 100m	检测 1 处、1 处 3 尺	≤10	3m 直尺	
3	宽度		mm	每 100m	检测 1 点	不小于设计 值	用皮尺测量	20
5	横坡度		%	每 100m	检测 1 点	±1%	用水准仪	20

7.4.7 边坡和进沟

边坡坡面必须平整、密实、稳定。严禁贴坡；边沟上口线应平齐、顺直，沟底平整，不积水，

排水畅通；边坡、边沟允许偏差应符合表 7.4.3 的规定。

表 7.4.3 赤泥路基边坡和边沟实测项目

项次	实测项目	计量单位	检测频率		规定值或允许偏差	检验方法	规定分
			范围	应测点数			
1	边坡坡度	%	每 100m	检测 2 个断面	不大于设计值	尺量	40
3	沟底高程	mm	每 100m	检测 2 点	± 30	水准仪	30
5	沟底宽度	mm	每 100m	检测 2 点	不小于设计宽度	尺量	30

7.4.8 检验评定段的计算弯沉值，考虑采用一定保证率（或概率）的测量值上波动界限应不大于设计计算容许弯沉值。

7.4.9 检验评定段的压实度（算术平均值的下置信界限）应大于设计值。

7.4.10 用承载板法实测的路基顶面的回弹模量值应不低于设计要求值。

征求意见稿

附录 A 赤泥动态回弹模量标准试验方法

A.0.1 本试验方法适用于利用动三轴试验仪在规定的加载条件下测定赤泥的动态回弹模量。

A.0.2 动三轴仪装置应符合下列规定

- 1 三轴压力室应采用聚碳酸酯、丙烯酸或其他适宜的透明材料制成,宜采用空气作为侧压流体。
- 2 加载装置应采用能够产生重复循环半正矢脉冲荷载的顶部加载式、闭路电液或电气压试验机。施加荷载的频率为 0.1~25Hz,且施加的最大轴向动应力水平应不小于 150kPa。
- 3 数据测量及采集应采用计算机控制,能测量并记录试件在每个加载循环中所承受的荷载和产生的轴向变形。三轴室压力可采用压力表、压力计或压力传感器监测,量程不应小于 200kPa,精确不应低于 1.0kPa;轴向荷载传感器量程应不小于 25kN,分辨率应不低于 5N;位移传感器可采用 LVDT 或其他合适的设备,应具有良好的动态响应特性,量程应大于 6mm,分辨率应不大于量程的 1%。

A.0.3 试验准备工作应符合下列规定

- 1 试件成型应符合下列规定:
 - 1) 现场取赤泥应采用薄壁试管取样。
 - 2) 最大粒径大于 19mm 的路基土与粒料,应筛除大于 26.5mm 的颗粒,采用振动或冲击压实成型。
 - 3) 最大粒径不超过 9.5mm,且 0.075mm 号筛通过百分率小于 10%的路基土,应采用振动压实成型。
 - 4) 最大粒径不超过 9.5mm,且 0.075mm 号筛通过百分率不小于 10%的路基土,应采用冲击或静压压实成型。
- 2 试件尺寸应符合下列规定。
 - 1) 现场取土试样的长度应不小于试件直径的 2 倍。
 - 2) 最大粒径大于 19mm 的路基土与粒料,试件尺寸应符合直径 150mm±2mm,高 300mm±2mm 的要求。
 - 3) 最大粒径小于 19mm 的路基土与粒料,试件尺寸应符合直径 100mm±2mm,高 200mm±2mm 的要求。
- 3 室内压实成型试件含水率应符合目标含水量值的 ±0.5%,压实密度应符合目标压实密度值的 ±1.0%。
- 4 对于较硬的黏性试件(不排水抗剪强度大于 36kPa,模量一般大于 70MPa),可采用石膏浆调和端部的表面缺陷,处理厚度不应超过 3mm。

5 一组试验不应少于 3 个平行试件。

A.0.4 试验步骤应符合下列规定

1 在试件上套装橡皮膜，确保密封不透气。

2 将试件放置在预浸的湿润多孔透水石和底部压盘上，并在顶部加放预浸的湿润透水石和顶部压盘。如存在透水石堵塞问题，应在试件与透水石之间放置预浸的湿润滤纸。

3 将组装好的试件置于三轴室基座的中心位置，应注意使试件中心与加载架的中心对齐。

4 安装位移传感器。当采用上下顶端式测量装置时，应将 LVDT 或逼近传感器附于钢条或铝棒（介于底部压盘与底部压盘之间）上；若采用光学变形测量仪，应将 2 个指示标直接附于试件上，每个指示标至少采用 2 个小别针定位；若采用夹持式测量装置，应将夹具置于试件 1/4 高度处。对不排水抗剪强度小于 36kPa 的较软试件，不应采用置于试件上的夹持式测量装置。

5 打开排水管阀门，连通围压供给管和三轴室，对试件施加 30.0kPa 预载围压，并对试件施加至少 1000 次、最大轴向应力为 66.0kPa 的半正矢脉冲荷载。若试件总的垂直永久应变达到 5%，预载停止，应分析原因或重新制备试件。

6 调整围压和半正矢脉冲荷载至目标设定值，以 10Hz 的频率重复加载 100 次。试验采集最后 5 个波形的荷载及变形曲线，记录并计算试验施加荷载、试件轴向可恢复变形、动态回弹模量。加载过程中，若试件总的垂直永久应变超过 5%，应停止试验并记录结果。

A.0.5 试验结果计算应符合下列规定

1 应力幅值按式（A.05.5-1）计算确定。

$$\sigma_0 = \frac{P_i}{A} \quad (\text{A.0.5-1})$$

式中： σ_0 ——轴向应力幅值，(MPa)；

P_i ——最后 5 次加载循环中轴向试验荷载平均幅值，(N)；

A ——试件径向横截面面积（可取试件上下端面面积均值），(mm²)。

2 应变幅值按式（A.0.5-2）计算确定。

$$\varepsilon_0 = \frac{\Delta_i}{l_0} \quad (\text{A.0.5-2})$$

式中： ε_0 ——可恢复轴向应变幅值，(mm/mm)；

Δ_i ——最后 5 次加载循环中可恢复轴向变形平均幅值，(mm)；

l_0 ——位移传感器的量测间距，(mm)。

3 动态回弹模量应按式（A.0.5-3）计算：

$$M_R = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} \quad (\text{A.0.5-3})$$

式中： M_R ——路基土或粒料动态回弹模量，(MPa)

征求意见稿

附录 B 本规范用词说明

为准确地掌握规范条文，对要求严格程度的用词特作如下规定：

- 1 表示很严格，非这样做不可时：正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。
- 2 表示严格，在正常情况下均应这样做时：正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。
- 3 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做时：正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

征求意见稿