

泥态固化土道路填筑技术规程

Technical code of practice for backfill of muddy solidified soil in road engineering

2023 - 01 - 19 发布

2023 - 02 - 19 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 原材料要求	2
4.1 固化剂	2
4.2 原土	3
4.3 水	3
4.4 辅助材料	3
5 配合比设计	3
5.1 一般规定	3
5.2 初步配合比设计	4
5.3 配合比调整	5
6 工程设计	5
6.1 一般规定	5
6.2 性能要求	5
6.3 地基表层处理	6
6.4 路基断面设计	6
6.5 路基稳定性及沉降验算	8
6.6 辅助设施	9
7 工程施工	9
7.1 施工准备	9
7.2 施工设备	9
7.3 浇注施工	10
7.4 辅助设施施工	10
8 质量检验和验收	11
8.1 一般规定	11
8.2 基本要求	11
8.3 实测项目	13
8.4 外观鉴定	13
8.5 质量验收	13
附录 A（规范性） 湿重度和流动度试验方法	15
附录 B（规范性） 无侧限抗压强度试验方法	16
附录 C（资料性） 检验记录及评定表	17

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。

本文件由天津市交通运输委员会提出并归口。

本文件起草单位：天津市政工程设计研究总院有限公司、长安大学、天津生态城市政景观有限公司、河海大学、天津大学、天津市永暖建材科技开发有限公司、天津中岩大地材料科技有限公司、天津高速公路集团有限公司、天津市公路事业发展服务中心、东南大学、东华大学、天津城建大学、天津工勘检测技术发展有限公司、天津市佰世恒建筑工程有限公司、中铁十五局集团第五工程有限公司、烟台市龙口公路建设养护中心。

本文件主要起草人：王朝辉、王新岐、曾伟、高玉峰、刘润有、高志伟、杜衍庆、霍知亮、李永刚、王刚、王磊、罗晓青、李凯、周明、问鹏辉、杨爱武、宋俊达、孙立强、谢沛祥、庄妍、安玉峰、程海波、李鹏、王雷、郭伟、郎瑞卿、任民、位树、方恒亮、魏源、孙峰伟、吴鸿胜、肖田、魏有军、熊军、代茂华、张国梁、杨丽丽、单鸿飞。

泥态固化土道路填筑技术规程

1 范围

本文件规定了道路工程泥态固化土的原材料要求、配合比设计、工程设计、工程施工、质量检验和验收等相关方面的内容。

本文件适用于本市各等级道路新建、改（扩）建工程的泥态固化土填筑设计、施工、质量检验和验收。

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 8076 混凝土外加剂
- GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB/T 1345 水泥细度检验方法筛析法
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- CJJ 194 城市道路路基设计规范
- CJ/T 526 软土固化剂
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JTG D30 公路路基设计规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准
- JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
- JTG/T D32 公路土工合成材料应用技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

原土 original soil

尚未参加固化剂的原状淤泥、淤泥质土、疏浚土、建筑泥浆、工程开挖土、废弃渣土及其他细粒土。

3.2

基泥 original mud

天然形成或利用原土经加水（或加土）制成的，尚未掺入固化剂的泥浆。

3.3

固化剂 stabilizer

用于固化基泥的无机水硬性胶凝材料，通过与基泥充分搅拌后经物理、化学反应能形成满足强度和
环境要求并保持长期稳定的材料。

3.4

泥态固化土 muddy solidified soil

掺加固化剂、外加剂和水等材料的原土经均匀拌和，形成具有一定流动度且凝结硬化后能达到一定
强度的混合物。

3.5

固化剂掺入比 mixing ratio of stabilizer

掺入的固化剂质量与原土的干质量之比，以百分数表示。

3.6

搅拌含水率 stirring moisture content

能使基泥自身或与固化剂等材料经充分搅拌后形成的泥态固化土达到流动度设计要求的含水率。

3.7

流动度 fluidity

表示泥态固化土流动性的指标，指拌和均匀的泥态固化土坍落后扩展的直径。

3.8

湿重度 wet weight

基泥或泥态固化土硬化前流动状态下的单位体积重度。

3.9

浇注区 pouring zone

连续分布的路基、台背、沟槽及基坑等独立泥态固化土浇注空间。

3.10

路基区段 subgrade section

路线纵向上泥态固化土路基顶面高程一致的路基段落。

4 原材料要求

4.1 固化剂

4.1.1 固化剂匀质性指标应满足表 1 的规定。

表 1 固化剂匀质性指标

序号	项目	指标
1	外观	均匀一致，不应有结块
2	含水率 (%)	≤1
3	80 μm 方孔筛筛余量 (%)	≤10

4.1.2 固化剂初凝时间应不小于 45min。

4.1.3 固化剂中重金属含量最大值应符合表 2 规定。

4.1.4 泥态固化土固化剂掺入比宜为 8%~26%，可根据试验确定。

表 2 固化剂重金属含量限值

项目	限值 (mg/L)
总铬	0.1
六价铬	0.05
铜 (以总Cu计)	1
锌 (以总Zn计)	1
铅 (以总Pb计)	0.05
镉 (以总Cd计)	0.01
铍 (以总Be计)	0.0002
镍 (以总Ni计)	0.05
砷 (以总As计)	0.05
锰 (以总Mn计)	0.1
钼 (以总Mo计)	0.1
铊 (以总Tl计)	0.0001

4.2 原土

4.2.1 原土宜优先就地选用淤泥、淤泥质土、疏浚土、建筑泥浆、工程开挖土及废弃土，其他土经处理后满足基泥技术指标要求也可以选用。

4.2.2 原土的有机质含量不宜超过 10%。

4.2.3 原土内污染物应满足 GB 36600 的相关要求，未经处理的污染土或泥不得作为泥态固化土的原材料。

4.2.4 采用含草皮、树根、腐殖质的土、泥炭土及易溶盐超过 0.3% 的土制作基泥时，必须采取技术措施进行处理，经检验满足设计要求后方可使用。

4.3 水

4.3.1 拌和用水应符合 JGJ 63 的有关规定。

4.3.2 当泥态固化土填筑不影响既有结构及泥态固化土填筑工程耐久性时，可采用海水作为拌和用水。

4.4 辅助材料

4.4.1 外加剂性能及试验方法应符合 GB 8076 的有关规定，掺量应通过试验确定。

4.4.2 泥态固化土沉降缝之间的填缝材料宜采用 18mm 胶合板或 20mm~30mm 聚苯乙烯板。

4.4.3 加筋格栅、防渗土工膜应符合 JTG/T D32 的有关规定。

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 泥态固化土配合比设计前应按照 GB/T 50123、GB 36600 有关规定进行原土含水率、界限含水率、

比重、粒径、有机质含量、易溶盐含量、污染物含量等试验，并应满足设计要求。

- 5.1.2 泥态固化土配合比设计应包括材料选择、配合比、湿重度、流动度及无侧限抗压强度要求等。
- 5.1.3 泥态固化土配合比设计应以流动度合格为前提，以达到 28d 无侧限抗压强度标准值为依据，并结合设计及施工要求，进行技术及经济综合比较后酌情确定最适宜的固化剂品种及掺入比。
- 5.1.4 因工程需要或环境条件制约，需明确泥态固化土的抗冻性指标时，可通过试验确定。
- 5.1.5 泥态固化土搅拌含水率应通过拌和基泥及试拌泥态固化土的流动度确定，以保证满足运输和施工泵送的技术要求。

5.2 初步配合比设计

5.2.1 泥态固化土初步配合比设计应按下列步骤进行：

- a) 原材料试验；
- b) 确定搅拌含水率及固化剂掺入比；
- c) 计算各材料用量；
- d) 制备试件；
- e) 泥态固化土流动度、无侧限抗压强度、湿重度测定；
- f) 调整和确定设计配合比。

5.2.2 采用原土制备基泥应按下列原则进行：

- a) 制备的基泥流动度宜为 180mm~220mm，基泥应拌和均匀，最大泥块粒径不宜大于 5mm；
- b) 原土流动度满足 180mm~220mm 要求时，可直接作为基泥进行初步配合比试验；
- c) 原土流动度小于 180mm 时，应按照其含水率 ω_0 、液限 ω_{yL} 加水制备满足 a) 款要求的基泥；
- d) 当原土流动度大于 220mm 时，可直接掺加固化剂，测试掺加固化剂后 28d 无侧限抗压强度是否满足设计要求。如固化剂掺入比大于 26% 时强度仍不满足要求，可参加少量砂测试强度是否满足要求，否则应对原土采取降水处置措施，使其流动度满足 a) 款要求。

5.2.3 按照固化剂掺入比 2% 递增方式分别测试掺加固化剂后泥态固化土 28d 无侧限抗压强度，以满足设计要求时固化剂最小掺入比作为设计固化剂掺入比 α 。

5.2.4 泥态固化土原材料的用量应按下列步骤确定：

- a) 初步确定试验所需原土的质量 m_0 ，不少于 30kg；
- b) 根据基泥流动度试验确定搅拌含水率 μ ；
- c) 依据选定的固化剂掺入比基准值计算掺入的固化剂质量 m_c ，应按式（1）计算：

$$m_c = \frac{\alpha m_0}{1 + \omega_0} \dots \dots \dots (1)$$

式中： m_c ——固化剂质量（kg）；

α ——固化剂掺入比；

m_0 ——原土质量（kg）；

ω_0 ——原土含水率，以百分数表示。

d) 依据确定的泥态固化土搅拌含水率 μ ，拌和用水的总质量应按式（2）计算：

$$m_w = \mu \left(\frac{m_0}{1 + \omega_0} + m_c \right) - \frac{\omega_0}{1 + \omega_0} m_0 \dots \dots \dots (2)$$

式中： m_w ——拌和用水的总质量（kg）；

μ ——泥态固化土搅拌含水率，以百分数表示，可结合基泥流动度试验确定；

m_c ——固化剂质量 (kg)。

e) 外加剂的质量应按式 (3) 计算:

$$m_a = \alpha_a \cdot m_c \dots \dots \dots (3)$$

式中: m_a ——外加剂质量 (kg);

α_a ——外加剂的掺量百分比, 按经验取值。

5.2.5 根据原土的质量 m_0 、含水率 ω_0 及计算所得固化剂质量 m_c 、拌和用水质量 m_w 、外加剂质量 m_a , 确定泥态固化土的计算配合比。

5.2.6 初步配合比试验应符合下列规定:

- a) 应采用不少于 3 种配合比进行试验。当采用 3 种配合比试验时, 其中 1 种应按本文件确定计算配合比, 另外 2 种配合比在计算配合比基础上对固化剂掺入比进行调整, 宜分别增加和减少 2%;
- b) 每种配合比试验时, 拌和物流动度均应满足施工要求;
- c) 每种配合比至少应制作 1 组标准试件, 并在 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 条件下密封养护至指定龄期;
- d) 试块应按附录 B 进行指定龄期的无侧限抗压强度试验, 当强度不满足设计要求时, 应分析原因, 调整配合比后重新进行无侧限抗压强度试验。

5.3 配合比调整

5.3.1 在计算配合比的基础上通过试验确定最终设计配合比。泥态固化土配合比拌和试验宜采用搅拌机拌制试样, 每次试配搅拌量不宜小于搅拌机额定搅拌量的 1/4。

5.3.2 根据泥态固化土的初步设计配合比结果、施工性能要求及造价, 综合确定泥态固化土施工配合比。

5.3.3 施工单位可根据常用材料设计出常用的配合比备用, 并应在使用过程中予以验证或调整。

6 工程设计

6.1 一般规定

6.1.1 泥态固化土可用于路基、台背、沟槽及基坑等工程。

6.1.2 用于不同工程场景的泥态固化土原材料应符合本文件第 4 章中的有关规定。

6.1.3 泥态固化土在应用时应做到配合比准确, 拌和均匀一致。

6.1.4 泥态固化土工程设计前应进行调查和勘察, 获取设计所需的各项地质、水文、气象资料和岩土物理力学参数。

6.1.5 泥态固化土工程设计应保证工程具有足够的强度、稳定性、抗变形能力和耐久性。

6.1.6 泥态固化土工程设计应遵循因地制宜、就地取材、节约土地、保护环境的原则, 合理确定填筑方案。

6.1.7 在泥态固化土工程设计阶段应根据工程的特点及要求, 确定与龄期相关的泥态固化土无侧限抗压强度作为施工及验收标准。

6.1.8 泥态固化土工程设计应符合 JTG D30 和 CJJ 194 的有关规定。

6.2 性能要求

6.2.1 泥态固化土用于公路及城市道路工程时主要技术指标包括湿重度、流动度及无侧限抗压强度等。

6.2.2 用于公路及城市道路路基、台背、沟槽及基坑工程的泥态固化土施工湿重度应符合设计要求，试验方法应符合附录 A。

6.2.3 用于公路及城市道路路基、台背、沟槽及基坑工程的泥态固化土流动度宜符合表 3 的规定，试验方法应符合附录 A。

表 3 泥态固化土流动度

应用范围	流动度 (mm)
路基、台背	170~190
沟槽、基坑	180~210

6.2.4 高速公路、一级公路、城市快速路及主干道路床部位的泥态固化土配合比宜采用掺砂配合比，流动度宜为 150mm~170mm，且砂与固化剂的质量比宜控制在 0.5~2.0。

6.2.5 泥态固化土无侧限抗压强度应满足设计要求，设计未规定时应符合表 4 的规定，试验方法应符合附录 B。

表 4 泥态固化土无侧限抗压强度

应用范围	应用层位 (路面底面以下深度)	无侧限抗压强度 (MPa)	
		高速公路、一级公路、城市快速路及主干道路	二级公路、城市次干道及以下
路基	路床	≥ 0.8	≥ 0.6
	路堤	≥ 0.6	≥ 0.5
台背	1.2m 以内	≥ 0.8	≥ 0.6
	1.2m 以下	≥ 0.6	
沟槽、基坑		≥ 0.4	

注：无侧限抗压强度为龄期 28d、边长 100mm 的立方体抗压强度。

6.2.6 泥态固化土干缩性能应满足设计要求。

6.3 地基表层处理

6.3.1 地基顶面存在滞水时，应根据积水深度及水下淤泥层范围和厚度，采取排水疏干、抛石挤淤等措施处理。

6.3.2 当原地面存在横坡时，地面应开挖台阶，台阶宽度不宜小于 2m，基岩面上覆盖层较薄时，先清除覆盖层再挖台阶，覆盖层较厚且稳定时可予保留。

6.3.3 当地下水影响泥态固化土工程稳定性时，应采取拦截、引排地下水或设置渗水性好的隔断层等措施处理。

6.4 路基断面设计

6.4.1 泥态固化土路基高度设计应符合下列要求：

- a) 泥态固化土路堤设计直立浇注高度不宜大于 15m，最小设计浇注高度不宜小于 1m，地面横坡较大时泥态固化土浇注宽度不宜小于 2m；

- b) 填筑沟槽、基坑的泥态固化土应利用开挖侧壁进行防护；无侧壁保护的直立式泥态固化土路堤高度小于 3m 时，坡面可采用水泥混凝土预制块防护，高度大于 3m 时，应采用钢筋混凝土挡土墙；
- c) 泥态固化土路基浇注区高宽比大于 1 且高度大于 3m 时，应进行抗滑动、抗倾覆稳定性验算；
- d) 软土地段泥态固化土路基应沿路基纵向设置变形缝，其间距宜为 10m~20m，缝宽宜为 10mm~20mm，并填塞泡沫塑料板；
- e) 泥态固化土顶面宜设置加筋格栅和土工膜，并延伸至一般路堤侧不小于 2m。泥态固化土高度大于 1m 时，宜在距其顶面 0.5m 处增设一层加筋格栅。
- 6.4.2 泥态固化土路基横断面设计应符合下列要求：
- a) 泥态固化土路基横断面可参照图 1 设计，泥态固化土路基顶面不设路拱横坡，采用台阶形式，单个台阶高差宜控制在 0.2m 内，按平台设计，采用基层材料调整路拱横坡。泥态固化土路基横断面顶面高程应满足路面结构层最小厚度不低于 0.6m；

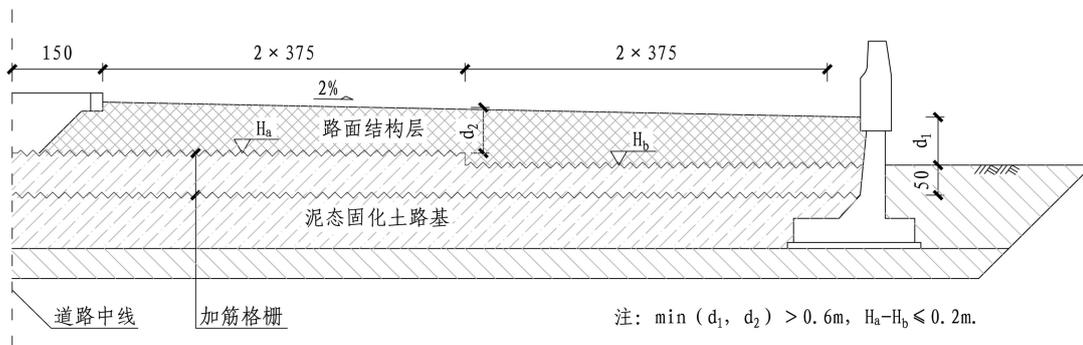


图 1 泥态固化土路基横断面典型设计

- b) 泥态固化土填筑沟槽横断面可参照图 1 设计，按照横坡要求顶面宜采用台阶形式，单个台阶高差宜控制在 0.2m 内，按平台设计，台阶顶面高程应满足路面结构层最小厚度不小于 0.6m；
- c) 拓宽既有路基时，应对既有路基开挖台阶，台阶宽度不小于 1m，加宽拼接宽度小于 0.75m 时，可采取超宽填筑或翻挖既有路基等工程措施。
- 6.4.3 泥态固化土路基纵断面设计应符合下列要求：
- a) 泥态固化土路基纵断面可参照图 2 设计，泥态固化土路基顶面不设纵坡，采用台阶形式，浇注区段长度应以区段内路面纵坡高差不超过 0.2m 为准，区段长度宜为 10m~20m；
- b) 单个区段顶面纵向为平坡，纵断面顶面高程应满足路面结构层最小厚度不小于 0.6m；

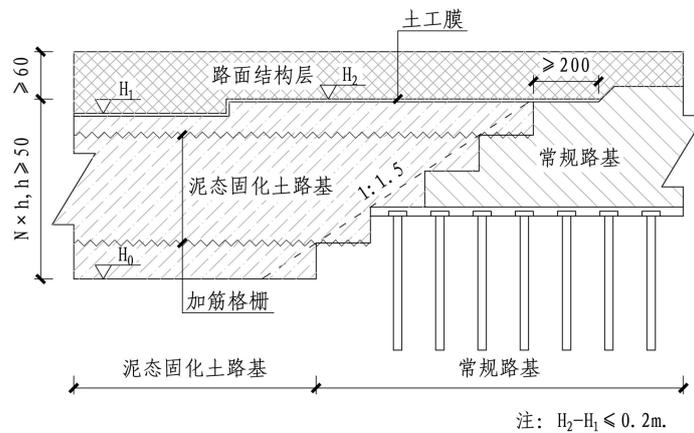


图2 泥态固化土路基纵断面及交界面典型设计

- c) 泥态固化土填筑沟槽、桥头台背、基坑横断面可参照图2设计，浇注区段长度应以区段内路面纵坡高差不超过0.2m为准，区段长度宜为10m~20m，不应超过30m。单个区段顶面纵向为平坡，台阶顶面高程应满足路面结构层最小厚度不小于0.6m；
- d) 泥态固化土路基与常规填土路基之间应设置过渡段。过渡段应采用台阶式衔接，台阶高度宜为0.5m~1.0m，坡比宜为1:1~1:2，且泥态固化土路基应置于常规填土路基上方；
- e) 泥态固化土路基与常规路基交界处顶面宜设置1层防渗土工膜和1层加筋格栅，设置范围应至交界面两侧至少1m，加筋格栅应置于防渗土工膜下。

6.5 路基稳定性及沉降验算

6.5.1 泥态固化土路基设计计算时，不同的环境条件和工程条件下泥态固化土的相关性能指标取值应符合表5的要求。

表5 设计计算时性能指标取值

验算内容	验算指标	验算指标取值	
		地下水条件	指标取值
沉降验算时自重应力计算	重度 R (kN/m^3)	地下水水位以上	施工湿重度 R_{w}
		地下水水位以下	$R = (1.1 \sim 1.3)R_{\text{w}}$
结构上覆荷载验算时自重应力计算	重度 R (kN/m^3)	地下水水位以上	施工湿重度 R_{w}
		地下水水位以下	$R = (1.1 \sim 1.3)R_{\text{w}}$
抗浮验算时自重应力计算	重度 R (kN/m^3)	地下水水位以上或以下	施工湿重度 R_{w}
路堤整体稳定性验算	粘聚力 c 、内摩擦角 φ	地下水水位以上	试验确定，无试验资料时， $c=120$ kPa, $\varphi = 6^\circ$
		地下水水位以下	试验确定，无试验资料时， $c=100$ kPa, $\varphi = 4^\circ$
抗滑、抗倾覆稳定性验算	与碎石土、砂类土或基岩接触面摩擦系数	地下水水位以上	0.6
		地下水水位以下	0.5
	与粘性土、强风化层接触面摩擦系数	地下水水位以上	0.5
		地下水水位以下	0.4

6.5.2 对于地面坡率陡于1:2.5的斜坡上的泥态固化土路基，以及不良地质、特殊地段的填方路基，应进行稳定、变形计算。

6.5.3 泥态固化土路基浇注区高宽比大于1且高度大于3m时，应按JTG D30中有关规定进行抗滑动、抗倾覆稳定性验算。

6.5.4 软土地区泥态固化土路基设计宜包含路基稳定性验算，应按JTG D30和CJJ 194中有关规定进行地基稳定性验算。

6.5.5 软土地区泥态固化土路基工后沉降应符合JTG D30的有关规定，应按JTG D30和CJJ 194中有关规定进行地基沉降验算。

6.6 辅助设施

6.6.1 保护壁材料可选择混凝土类、石材类砌块或直接采用薄壁式混凝土挡墙，砌块类壁材单块平面尺寸以单面面积不超过 0.3m^2 为宜；薄壁式混凝土挡墙沿长度方向应设置必要的预切缝，间距以10m为宜；壁材厚度最大不宜超过50cm。

6.6.2 壁材的稳定性主要考虑现浇泥态固化土硬化前的侧压力可能导致的倾覆翻倒，侧压力的计算范围仅考虑单层浇注厚度。

6.6.3 泥态固化土与常规路基、沟槽、基坑交界面处宜设置加筋格栅，位置为距泥态固化土顶部 $0.5\text{m}\sim 1\text{m}$ 的浇注体内；在陡坡地段或道路加宽地段，底部设有过渡台阶时，宜在台阶面设置一层加筋格栅。

6.6.4 在陡坡或道路加宽路段，泥态固化土直立填筑高度超过5m时，可视情况设置必要的抗滑锚固措施，抗滑锚固材料采用镀锌钢管，直径不宜小于DN20，长度不宜小于1m，平面布置形式可为梅花形或矩形，间距为1根/ $2\text{m}^2\sim 1$ 根/ 4m^2 ，锚固件进入地基的垂直深度不应小于0.5m。

7 工程施工

7.1 施工准备

7.1.1 施工前，应熟悉设计文件，详细分析设计图纸，根据设计要求、合同条件及现场条件等进行施工组织设计。

7.1.2 应进行施工调查及现场核对，对现场地形地貌进行踏勘，必要时进行相关工程的测量复核，以检查工程数量、设计图纸是否与实际相吻合。

7.1.3 施工前应收集当地历史气候资料及施工期的天气预报，为异常天气的施工提前制定相关预防保护措施。

7.1.4 应结合设备生产能力、工期要求等进行浇注区和浇注层的划分，为浇注施工做好相关规划。

7.1.5 泥态固化土浇注前应对原有地基按设计高程和尺寸进行开挖、清理、整平、压实，设置排水沟或其他排水设施。

7.1.6 确认施工电源、施工用水、施工便道、施工设备及主要材料的准备工作是否就位；做好施工废水、工程废料的清运措施，确保整个施工期满足环保要求。

7.1.7 泥态固化土路基、台背、沟槽及基坑填筑工程施工应符合JTG/T 3610的有关规定。

7.2 施工设备

7.2.1 泥态固化土现场制备、输送与浇注应采用专用施工设备，应设有原土预处理、基泥制备、固化剂添加、原土添加及加水设施，拌和设备宜具备配合比自动配置及记录功能。

7.2.2 泥态固化土自动化搅拌设备允许计量误差应满足表6要求。

表 6 泥态固化土搅拌设备控制允许计量误差

项 目	允许计量误差
固化剂	±2%
原土	±3%
水	±2%
外加剂	±2%

7.2.3 单套泥态固化土拌和设备产能应不低于 90m³/h。

7.2.4 现浇泥态固化土施工设备进场后，建设单位和监理单位应对设备功能进行逐项检查，仅当设备功能全部满足要求时，方能展开施工。

7.2.5 泥态固化土制备时，先将原土与一定量的水拌和形成均匀的基泥，然后将基泥与固化剂进行拌和形成泥态固化土。

7.2.6 可采用泵送方式将制备完成的泥态固化土运送至工点；采用混凝土运输车运输时，应保证连续供应、不间断、不离析。

7.2.7 泥态固化土原材料的计量设备应定期进行校准，校准频率为每 3 个月一次。

7.3 浇注施工

7.3.1 泥态固化土浇注前应将浇注区划分为面积不大于 400m²、长轴不超过 30m 的浇注区，每个浇注区单层浇注厚度宜为 0.3m~1.0m，路床部位应按 2×0.4m 或 1×0.8m 划分浇注层。

7.3.2 泥态固化土路基每个浇注层浇注前，应对浇注层顶面高程做现场标记，标记点数不少于 3 点或以标线的形式标记。

7.3.3 泥态固化土浇注路堤时，应每隔 10m~15m 设置一道变形缝，设计有加筋格栅的位置，应为浇注层分层界面。

7.3.4 泥态固化土浇注前应根据施工现场的条件确定浇注方式，泥态固化土浇注可采用泵送或溜槽方式进行，施工前及施工过程中应对泥态固化土湿重度、流动度进行检测，并认真填写检测记录。

7.3.5 浇注方向宜自浇注区长轴中间位置附近向两端浇注；如采用两条以上浇注管，亦可从两端向中间位置浇注；如浇注层底高程有明显差异，宜自较低的位置开始浇注。

7.3.6 单个浇注区浇注层的浇注施工时间不应超过固化剂的初凝时间；上下相邻两层浇注层的浇注间隔时间不宜小于 8h。

7.3.7 出料口在浇注过程中不宜悬空，当无法满足要求时宜保证出料口离泥态固化土流动表面的高差控制在 1m 以内。

7.3.8 单个浇注层宜一次性浇注完毕，必要时最多分两次浇注，待前次浇注固化具备初始强度后方可进行下一阶段的浇注施工。

7.3.9 在地下水位以下浇注时，应采取临时降水措施并确保基底无积水，临时降水措施应在泥态固化土养护龄期不少于 3d 且施工满足抗浮要求的条件下方能撤除。

7.3.10 泥态固化土不得在雨天施工。已施工尚未硬化的泥态固化土，在雨天应采取遮雨措施。不宜在气温低于 5℃时浇注，否则应采取保温措施。

7.3.11 泥态固化土浇注至设计厚度后，应对浇注体表面覆盖塑料膜或无纺土工布进行保湿养护，养护时间宜不少于 7d。

7.4 辅助设施施工

- 7.4.1 泥态固化土分区施工时，分区模板应安装拼接紧密，不漏浆。宜在分区浇注施工缝处设置变形缝。变形缝宜采用 20mm~30mm 泡沫塑料板填充，上下可不贯通。
- 7.4.2 旧路加宽老路堤与泥态固化土交界的坡面，清理厚度宜不小于 0.3m，从老路堤坡脚向上按设计要求挖台阶。土体台阶必须密实、无松散物。泥态固化土浇注应采用分层分块方式，不宜沿横向分块浇注。纵向填挖结合，应合理设置台阶。
- 7.4.3 保护壁施工应符合以下要求：
- 钢筋混凝土挡墙类保护壁，在高度小于 2m 时，可一次性施工至设计标高，否则，可分 2~3 次施工；
 - 砌块类保护壁，砌筑砂浆应满足 M7.5 号砂浆的质量要求，砌缝宜采用勾缝，缝宽不应超过 1cm；施工过程中，砌筑高度以不超过当前泥态固化土浇注面 3 层砌块高度为准，按照随浇随砌的原则施工。
- 7.4.4 防渗土工膜施工应符合以下要求：
- 当浇注体位于地下水位以下时，应采取防水措施；
 - 铺设前，应清除下承层的尖锐物，避免刺破，必要时，应先铺设一层无纺针刺土工布作为垫护；
 - 相邻幅的土工膜，重叠搭接宽度不宜小于 10cm，且应采用胶粘的方式进行搭接。
- 7.4.5 加筋格栅施工应符合以下要求：
- 加筋格栅铺设前，应检查其外观，有明显缺陷的加筋格栅不得采用；
 - 相邻幅的加筋格栅，搭接宽度不宜小于 15cm，不同层面的搭接位置应相互错开；
 - 加筋格栅在泥态固化土表面处不得露出。

8 质量检验和验收

8.1 一般规定

- 8.1.1 泥态固化土路基、台背、沟槽及基坑填筑工程应按分项工程进行工程质量验收和评定。
- 8.1.2 泥态固化土施工资料和图表残缺，缺乏最基本的数据，或有伪造涂改者，不予检验和评定。
- 8.1.3 工程检验内容包括基本要求、实测项目、外观鉴定三个部分，其中基本要求不符合规定时，不得进行工程质量的检验和评定。
- 8.1.4 实测项目中包括主控项目和一般项目，其中主控项目包括湿重度、流动度、无侧限抗压强度，一般项目包括顶面高程、中线偏位、宽度、回填长度。
- 8.1.5 泥态固化土路基、台背、沟槽及基坑填筑工程质量评价要求如下。
- 采用规定频率进行现场随机抽样，按单点(组)测定值是否符合标准要求进行评定，并计算合格率；

$$\text{检查项目合格率}(\%) = \frac{\text{合格的点(组)数}}{\text{该检查项目的全部检查点(组)数}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

- 工程质量一般项目合格率不低于 80%，涉及安全和使用功能的重要实测项目合格率不低于 95%，且检测值不得超过规定极值，否则必须进行返工处理；
- 对验收工程项目外表状况应逐项进行全面检查，如发现外观缺陷，不满足规定要求，须采取措施进行整修处理。

8.2 基本要求

8.2.1 场地要求

- 8.2.1.1 浇注施工前，应以浇注区为单位，参照附录 C 进行浇注场地验收。
- 8.2.1.2 泥态固化土路基填筑施工前，基底不应有明显积水和杂物。如设计有垫层，垫层施工应满足设计和规范要求。无垫层设计时，基底土层应为自然沉积土或基岩。
- 8.2.1.3 浇注区平面尺寸应不小于设计值，基底高程与设计值的偏差不应超过 $\pm 0.1\text{m}$ 。
- 8.2.1.4 当浇注区内存在既有地下管线时，应对管线进行必要的保护处理。对于底部高程高于基底高程的管道，应进行必要的支撑处理。对于地下电缆或通讯线缆，宜采用防渗土工膜进行双层包裹处理。
- 8.2.1.5 台背回填应分层浇注，每层表面平整。台背回填应按设计要求的方式与路基搭接。台背回填的防、排水应满足设计要求。

8.2.2 原材料质量检验

- 8.2.2.1 材料进场时，泥态固化土所用固化剂质量检验作为现浇泥态固化土原材料质量检验的主控项目，应按规定批次验收其出厂检验报告或合格证等质量证明文件。
- 8.2.2.2 固化剂进场必须按批次对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并对其强度及其他必要性能进行复检，其质量应符合本文件 4.1 的规定，并应按照表 7 进行质量检验。

表 7 固化剂质量检验

项次	检测项目	检验方法
1	细度	GB/T 1345
2	含水率	GB/T 50123
3	净浆流动度	CJ/T 526
4	凝结时间	GB/T 1346
5	重金属含量	CJ/T 526

- 8.2.2.3 固化剂检验数量及要求应符合 CJ/T 526 中有关规定。
- 8.2.2.4 泥态固化土所用水及原土的质量检验作为现浇泥态固化土原材料质量检验的一般项目。
- 8.2.2.5 原土检测项目及取样频率应按照表 8 要求确定。

表 8 原土试验项目、频率和方法

序号	试验项目	取样频率	检验方法
1	含水率	每天使用前 2 个样品	GB/T 50123
2	比重	每种土使用前 2 个样品	GB/T 50123
3	颗粒分析	每种土使用前 2 个样品	GB/T 50123
4	界限含水率	每种土使用前 2 个样品	GB/T 50123
5	易溶盐含量	每种土使用前 2 个样品	GB/T 50123
6	有机质含量	每种土使用前 2 个样品	GB/T 50123
7	污染物基本项目（45 项）	每种土使用前 3 个样品	GB 36600

- 8.2.2.6 采用饮用水作为施工用水时可不检验，其他情况应符合本文件 4.3 节的规定。
- 8.2.2.7 对于工程量不超过 10000m^3 的泥态固化土填筑工程，除非设计另有规定，在施工配合比试配试验满足要求的前提下，原材料可不进场检验。

8.2.2.8 泥态固化土填筑工程所采用的加筋格栅、无纺土工布、防渗土工膜等材料进场应出具出厂合格证，可不进场复检。

8.3 实测项目

8.3.1 现浇泥态固化土路基工程实测项目中的主控项目应符合表 9 的规定。

表 9 填筑工程主控项目检验

项次	检测项目	允许偏差	检验方法	检验频率
1	湿重度 (kN/m^3)	在设计范围内	本文件附录 A	每连续填筑 100m^3 检验 1 次，单次连续填筑不足 100m^3 时也检验 1 次。
2	流动度 (mm)	± 10	本文件附录 A	当同一配合比连续浇注少于 200m^3 时，取样不得少于 1 次；当连续浇注大于 200m^3 时，应按每 200m^3 制取一组试件。
3	无侧限抗压强度 (MPa)	在规定值或设计范围内	本文件附录 B	当同一配合比连续浇注少于 400m^3 时，应按每 200m^3 制取一组试件 (3 个)，当连续浇注大于 400m^3 时，应按每 400m^3 制取一组试件。

8.3.2 泥态固化土填筑工程及台背回填中一般项目质量检验应符合表 10 和表 11 的规定。

表 10 填筑工程一般项目质量检验

项次	检查项目	规定值或允许误差		检查方法和频率
		高速公路、一级公路、城市快速路及城市主干道	二级公路、城市次干道及以下	
1	顶面高程 (mm)	+10, -15	+10, -20	水准仪：中线位置每 200m 测 2 点
2	中线偏位 (mm)	50	100	全站仪：每 200m 测 2 点，弯道加 HY、YH 两点
3	宽度 (mm)	满足设计要求		尺量：每 200m 测 4 点

表 11 台背回填实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	回填长度 (mm)	\geq 设计值	尺量：每桥台测顶、底面两侧

8.4 外观鉴定

8.4.1 浇注泥态固化土浇注体固化后表面应光滑平顺，线形平顺，沉降缝上下贯通顺直。

8.4.2 浇注体表面出现非受力贯穿裂缝宽度应小于 2mm，表面蜂窝面积应小于总面积的 1%。

8.5 质量验收

8.5.1 浇注体的质量验收应符合下列规定：

- a) 原材料、半成品、成品和设备应按本文件第 8.2 节、第 9.2~9.4 节的规定进行检验，检验结果应经监理工程师检查认可；
- b) 浇注应按本文件第 8.3 节的规定进行质量控制，各工序之间应进行自检、交接检验，并形成文件。

8.5.2 质量保证资料应包括下列内容：

- a) 所用原材料、半成品和成品的质量检验结果；
- b) 施工配合比、浇注场地、保护壁面板施工检查和浇注检查记录；
- c) 各项质量控制指标的试验数据和质量检验资料；
- d) 施工过程中遇到的非正常情况记录及其对工程质量影响分析；
- e) 施工过程中如发生质量事故，经处理补救后，达到设计要求的认可证明文件。

8.5.3 检验批合格质量应符合下列规定：

- a) 主控项目的质量应全部检验合格；
- b) 一般项目的合格率应达到 80%及以上，且不合格点的最大偏差值不得大于规定允许偏差值的 1.5 倍；
- c) 具有完整的施工质量检查记录。

8.5.4 对工程质量验收不合格的，监理单位应责令施工单位进行缺陷修补或返工，并应重新进行质量检验与验收。

附录 A
(规范性)
湿重度和流动度试验方法

A.1 试验仪器:

- a) 容量筒: 金属制成, 内径 108mm, 净高 109mm, 筒壁厚 2mm, 容积为 1L;
- b) 圆筒: 金属或硬质塑料制成, 内径 80mm, 净高 80mm, 筒壁厚 2mm;
- c) 电子秤: 量程 3000g, 精度 0.1g;
- d) 平板: 塑料板或光面瓷砖, 厚度 1cm, 边长 30cm;
- e) 游标卡尺: 量程不小于 300mm, 精度 0.1mm;
- f) 秒表。

A.2 湿重度试验按以下步骤进行:

- a) 将容量筒内外壁用抹布擦拭干净, 并称其重量, 精确至 0.1g;
- b) 向容量筒内轻轻倒入事先制备好的泥态固化土(符合 6.1 要求), 至泥态固化土略高出筒口;
- c) 刮平容量筒筒口, 使泥态固化土料与筒口平齐, 擦拭干净筒外壁, 称其重量, 精确至 0.1g;
- d) 按下式计算湿重度:

$$\rho_w = \frac{m_2 - m_1}{100V} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- ρ_w ——湿重度(kN/m³), 精确至0.1kN/m³;
 m_1 ——容量筒质量(g);
 m_2 ——容量筒及试样质量(g);
 V ——容量筒容积(L)。

A.3 流动度试验按以下步骤测定:

- a) 将平板表面、圆筒内外壁用湿抹布擦拭干净, 并将圆筒置于平板上。向圆筒内轻轻倒入事先制备好的泥态固化土(符合 6.1 要求), 至泥态固化土略高出筒口。刮平圆筒筒口, 使泥态固化土料与筒口平齐, 擦拭干净筒外壁及平板;
- b) 轻轻将圆筒向高处提起, 直至圆筒内所有样料落在平板上, 并同时用秒表开始计时。此时, 样料在平板上会形成圆饼状;
- c) 当秒表计时达到 1min 时, 用游标卡尺量测平板上的样料圆饼直径, 沿互相垂直的两个方向分别量测(其中一个方向为最大直径方向), 取其算术平均值作为本次流动度试验结果, 流动度精确至 1mm。

附录 B
(规范性)
无侧限抗压强度试验方法

B.1 试验仪器:

- a) 材料试验机: 除应符合 GB/T 2611 中技术要求的规定外, 精度不应低于±2%, 量程的选择应能使试件的预期最大破坏荷载处在全量程 20%~80%范围内;
- b) 电子称: 最大量程 5000g, 精度 1g;
- c) 钢直尺: 尺长 300mm, 分度值为 0.5mm.

B.2 试件制备:

- a) 试件成型: 在钢模内浇注成型;
- b) 规格数量: 100mm×100mm×100mm 的立方体试件, 共一组, 每组 3 块;
- c) 试件养护: 试件由试模中拆出后, 应按组密封养生至 28d, 养生温度应为 20℃±2℃。

B.3 无侧限抗压强度试验步骤:

- a) 应检查每块试件外观, 试件表面必须平整, 不得有裂缝或明显缺陷;
- b) 应测量每块试件尺寸, 并应计算试件的承压面积;
- c) 取 1 块试件放在材料试验机下压板的中心位置, 试件承压面应与成型的顶面垂直;
- d) 开动材料试验机, 当上压板与试件接近时, 应确保试件接触均衡;
- e) 应以 0.03kN/s~0.15kN/s 速度连续均匀地加荷, 直至试件破坏, 并应记录破坏荷载;
- f) 应重复 a)-e) 的试验步骤, 并应测定记录试件的承压面积、破坏荷载;
- g) 试件的无侧限抗压强度、饱水无侧限抗压强度应分别按下式计算:

$$q_u = \frac{P_u}{A} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$q_s = \frac{P_s}{A} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中: q_u ——试件无侧限抗压强度 (MPa), 精确至 0.01MPa;

q_s ——试件的饱水无侧限抗压强度 (MPa), 精确至 0.01MPa;

P_u ——试件的破坏荷载 (N);

P_s ——饱水试件的破坏荷载 (N);

A ——试件的承压面积 (mm²)。

- h) 应取 3 块试件无侧限抗压强度、饱水无侧限抗压强度的算术平均值分别作为泥态固化土的无侧限抗压强度、饱水无侧限抗压强度。

附 录 C
(资料性)
检验记录及评定表

表 C.1 泥态固化土浇注场地验收表

编号：

项目名称				施工单位				合同段	
工程部位				监理单位				公路等级	
浇注区号									
宽度及高程 检查	位置	里程	宽度 (m)		高程 (m)				
			设计	实测	设计	实测			均值
	左	中				右			
	起点断面								
	中间断面								
终点断面									
基底积水									
基底杂物									
基底垫层									
地下管线									
自检意见									
监理意见									
检测			施工员		技术主办		项目主管		

注：当浇注区长度超过20m或浇注区底面形状有突变，则增加中间断面的宽度和高程检查；其它情况仅检查起点断面和终点断面即可。

表 C.3 泥态固化土路基浇注施工记录表

编号：

工程名称				分项工程名称				验收部位			
施工单位				项目技术负责人				项目经理			
现场施工员				现场检测员				工程数量			
执行标准 名称及编号											
施工配合比				设计湿重度 (kN/m ³)				天气			
								气温			
								施工			
								日期			
序号	浇注 桩号	浇注层 序	浇注时 间	浇注层 底标高 (m)	平均浇注 厚度 (m)	浇注 方量 (m ³)	检查记录				
							湿重度 (kN/m ³)		流动度 (mm)		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
试样制取		组数				湿重度 (kN/m ³)		流动度 (mm)			
		编号									
		制取部位									
施工单位 检查结果		<p style="text-align: right;">签名： 年 月 日</p>									
监理（建设） 单位 检查意见		<p style="text-align: right;">签名： 年 月 日</p>									

表 C.4 泥态固化土路基宽度及高程检验记录表

编号：

项目名称		施工单位			合同段								
工程部位		监理单位											
浇注区号		浇注区底面里程及宽度 (m)			浇注区底面高程 (m)								
		起点里程	中间里程	终点里程	起点断面			中间断面			终点断面		
测量日期					左	中	右	左	中	右	左	中	右
		起点宽度	中间宽度	终点宽度									
浇注层号	测量日期	浇注层顶宽度 (m)			浇注层顶高程 (m)								
		起点断面	中间断面	终点断面	起点断面			中间断面			终点断面		
					左	中	右	左	中	右	左	中	右
		浇注区底面里程及宽度 (m)			浇注区底面高程 (m)								
测量日期		起点里程	中间里程	终点里程	起点断面			中间断面			终点断面		
					左	中	右	左	中	右	左	中	右
		起点宽度	中间宽度	终点宽度									
自检意见													
监理意见													
检测		施工员		记录		技术主办		项目主管					

注：当浇注区长度超过20m或浇注区形状有突变，则增加中间断面的宽度和高程检查；其它情况仅检查起点断面和终点断面即可。

表 C.5 泥态固化土路基施工质量检验记录表

里程范围： _____ 路堤部位（距路面底面距离，m）： 路床(0~0.8) 路堤(>0.8) 第 _____ 页 共 _____ 页

项目名称				起止桩号				合同段				施工日期						
施工单位				监理单位				公路等级				检测日期						
项次	检测项目	单位	规定值或允许偏差	检查频率	检测值													
1	湿重度	(kN/m ³)																
2	流动度	(mm)																
3	无侧限抗压强度 q_{u28d}	(MPa)																
4	顶面高程	(mm)																
5	中线偏位*	(mm)																
6	宽度	(mm)																
外观检查																		
自检意见		签名： _____ 日期： _____						监理意见		签名： _____ 日期： _____								

检测： _____ 复核： _____ 施工员： _____ 质检负责人： _____ 技术主办： _____ 项目主管： _____ 日期： _____

注 1：本表按不同路堤部位分别填写；
注 2：表中带*的项目，仅对路床顶部检测。

表 C.6 泥态固化土路基工程质量检验评定表

编号：

项目名称				监理单位			公路等级	
工程部位				施工单位			合同段	
项次	检测项目			规定值或允许 偏差	检测结果			
					检测数	合格数	合格率 (%)	
1△	流动度 (mm)	距路面地面距离 (m)	0~1.2					
			>1.2					
2△	无侧限抗压 强度 (MPa)	距路面地面距离 (m)	0~1.2					
			>1.2					
3△	施工湿重度 (kN/m ³)	距路面地面距离 (m)	0~1.2					
			>1.2					
4	路床顶面高程 (mm)							
5	中线偏位 (mm)							
6	宽度 (mm)							
外观鉴定								
质量保证资料								
监理意见及签名								
工程质量等级评分		等级：						

统计：

复核：

技术主办：

项目主管：

日期