

**T/CECS** XXX- 202X

**中国工程建设标准化协会标准**

道路用流态固化土填筑技术规程

**Technical specification for backfill of liquid solidified soil**

**in road engineering**

**（征求意见稿）**

**中国XX出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**道路用流态固化土填筑技术规程**

**Technical specification for backfill of liquid solidified soil**

**in road engineering**

**T/CECS XXX-202X**

|  |  |
| --- | --- |
| 主编单位： | 天津市政工程设计研究总院有限公司 |
| 批准单位： | 中国工程建设标准化协会 |
| 施行日期： | 202X年XX月XX日 |

**中国XX出版社**

**202X**北　　京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2020 年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2020]23号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章和3个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、原材料要求、配合比设计、应用范围及性能要求、工程设计、工程施工、质量检验和验收等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会城市交通专业委员会归口管理，由天津市政工程设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给天津市政工程设计研究总院有限公司（地址：天津市高新技术产业园区海泰南道30号，邮编：300392，邮箱：zonggongb@mail.tmedi.com.cn）。

主编单位： 天津市政工程设计研究总院有限公司

参编单位：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 主要起草人： |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 主要审查人： |  |  |  |  |  |

**目 次**

[1 总 则 （1）](#_Toc149809077)

[2 术语和符号 （2）](#_Toc149809078)

[2.1 术语 （2）](#_Toc149809079)

[2.2 符号 （2）](#_Toc149809080)

[3 原材料 （4）](#_Toc149809081)

[3.1 原土 （4）](#_Toc149809082)

[3.2 水 （4）](#_Toc149809083)

[3.3 基泥 （4）](#_Toc149809084)

[3.4 固化剂 （4）](#_Toc149809085)

[3.5 辅助材料 （5）](#_Toc149809086)

[4 配合比设计 （6）](#_Toc149809087)

[4.1 一般规定 （6）](#_Toc149809088)

[4.2 初步配合比设计 （6）](#_Toc149809089)

[4.3 配合比调整与确定 （8）](#_Toc149809090)

[5 应用范围及性能要求 （9）](#_Toc149809091)

[5.1 一般规定 （9）](#_Toc149809092)

[5.2 性能要求 （9）](#_Toc149809093)

[6 工程设计 （11）](#_Toc149809094)

[6.1 一般规定 （11）](#_Toc149809095)

[6.2 地基表层处理 （11）](#_Toc149809096)

[6.3 路基断面设计 （11）](#_Toc149809097)

[6.4 路基稳定性及沉降验算 （13）](#_Toc149809098)

[6.5 辅助设施 （14）](#_Toc149809099)

[7 工程施工 （16）](#_Toc149809100)

[7.1 施工准备 （16）](#_Toc149809101)

[7.2 施工设备 （16）](#_Toc149809102)

[7.3 浇注施工 （17）](#_Toc149809103)

[7.4 辅助设施施工 （18）](#_Toc149809104)

[8 质量检验和验收 （20）](#_Toc149809105)

[8.1 一般规定 （20）](#_Toc149809106)

[8.2 基本要求 （20）](#_Toc149809107)

[8.3 实测项目 （22）](#_Toc149809108)

[8.4 外观鉴定 （22）](#_Toc149809109)

[8.5 质量验收 （22）](#_Toc149809110)

[附录 （24）](#_Toc149809111)

[附录A 湿重度和流动度试验方法 （24）](#_Toc149809112)

[附录B 无侧限抗压强度试验方法 （26）](#_Toc149809113)

[附录C 检验记录及评定表 （28）](#_Toc149809114)

[本规程用词说明 （34）](#_Toc149809115)

[引用标准名录 （35）](#_Toc149809116)

附：[条文说明 （36）](#_Toc149809117)

**Contents**

1 General provisions （1）

2 Terms and symbols （2）

2.1 Terms （2）

2.2 Symbols （3）

3 Raw material （4）

3.1 Original soil （4）

3.2 Water （4）

3.3 Original mud （4）

3.4 Stabilizer （4）

3.5 Auxiliary materials （5）

4 Mix proportion design （6）

4.1 General requirements （6）

4.2 Preliminary mix design （6）

4.3 Mix proportion adjustment （8）

5 Application scope and performance requirements （9）

5.1 General requirements （9）

5.2 Performance requirements （9）

6 Engineering design （11）

6.1 General requirements （11）

6.2 Foundation surface treatment （11）

6.3 Subgrade section design （11）

6.4 Checking calculation of subgrade stability and settlement （13）

6.5 Auxiliary facilities （14）

7 Engineering construction （16）

7.1 Construction preparation （16）

7.2 Construction equipment （16）

7.3 Pouring construction （17）

7.4 Construction of auxiliary facilities （18）

8 Quality inspection and acceptance （20）

8.1 General requirements （20）

8.2 Basic requirements （20）

8.3 Measured items （22）

8.4 Appearance identification （22）

8.5 Quality acceptance （22）

Appendix （24）

Appendix A Wet weight and fluidity test （24）

Appendix B Unconfined compressive strength test （26）

Appendix C Inspection record and evaluation form （28）

Explanation of wording （34）

List of quoted standards （35）

Addition: Explanation of provisions （36）

# 总 则

**1.0.1** 为规范流态固化土在城市道路和公路填筑工程中的应用，做到生态环保、安全适用、经济合理、确保质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于各等级城市道路和公路新建、改（扩）建工程中流态固化土填筑工程的设计、施工、质量检验与验收。

**1.0.3**流态固化土填筑工程除应满足本规程外，尚应符合国家现行有关标准和中国工程建设标准化协会标准的规定。

# 术语和符号

## 术语

### 原土 original soil

尚未掺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。

### 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。

### 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。

### 流态固化土 liquid solidified soil

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

### 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。

### 搅拌含水率 mixing 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流态固化土达到流动度设计要求的含水率。

### 流动度 fluidity

表示流态固化土流动性的指标，指拌和均匀的流态固化土坍落后扩展的直径。

### 湿重度 wet weight

基泥或流态固化土硬化前流动状态下的单位体积重度。

### 浇注区 pouring zone

连续分布的路基、台背、沟槽及基坑等独立流态固化土浇注空间。

## 符号

——固化剂掺入比；

——外加剂的掺量百分比；

*c*——粘聚力；

——外加剂质量；

——固化剂质量；

——原土质量；

——拌和用水的总质量；

*R*——重度；

*Rfw*——施工湿重度；

——含水率；

——试验用原土的液限；

——搅拌含水率；

——内摩擦角。

# 原材料

## 原土

### 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选用。

### 原土的有机质含量不宜超过10%。

### 原土内污染物应符合现行国家标准《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600的相关要求，未经处理的污染土或泥不得作为流态固化土的原材料。

### 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。

## 水

### 拌和用水宜符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的有关规定。

### 当流态固化土填筑不影响既有结构及流态固化土填筑工程耐久性时，可采用海水作为拌和用水。

## 基泥

### 采用原土与水拌合制备基泥的流动度宜为180mm～220mm。

### 基泥应拌和均匀，最大泥块粒径不宜大于5mm。

## 固化剂

### 固化剂匀质性指标应满足表3.4.1的规定。

**表3.4.1 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 | 80μm方孔筛筛余量（%） | ≤10 |

### 固化剂初凝时间应不小于45min。

### 固化剂中重金属含量最大限值应符合表3.4.3的规定。

**表3.4.3 固化剂重金属含量最大限值**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 最大限值 （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 |

### 固化剂掺入比宜为8%～26%，可根据试验确定。

## 辅助其他材料

### 外加剂性能及试验方法应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076的有关规定，掺量应通过试验确定。

### 流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。

### 加筋格栅、防渗土工膜应符合现行行业标准《公路土工合成材料应用技术规范》JTG/T D32的有关规定。

# 配合比设计

## 一般规定

### 流态固化土配合比设计前应按照现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600的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。

### 流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。

### 流态固化土配合比设计时，应综合考虑流动度、28d无侧限抗压强度及经济性确定固化剂品种及掺入比。

### 因工程需要或环境条件制约，需明确流态固化土的抗冻性指标时，可通过试验确定。

### 流态固化土搅拌含水率应通过拌和基泥及试拌流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。

## 初步配合比设计

### 流态固化土配合比设计应按下列步骤进行：

**1** 原材料试验；

**2** 确定搅拌含水率及固化剂掺入比；

**3** 计算各材料用量；

**4** 制备试件；

**5** 测定流态固化土流动度、无侧限抗压强度、湿重度；

**6** 调整和确定设计配合比。

### 原土流动度满足180mm～220mm要求时，可直接可作为基泥进行初步配合比试验。

### 原土流动度小于180mm时，应按照其含水率、液限加水制备符合本规程4.2.2条规定的基泥。

### 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。当固化剂掺入比为26%后强度仍不满足要求，可继续掺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，使其流动度符合本规程第4.2.2条的有关规定。

### 按照固化剂掺入比2%递增方式分别测试掺加固化剂后流态固化土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。

### 流态固化土原材料的用量应按下列步骤确定：

**1** 初步确定试验所需原土的质量，不少于30kg；

**2** 根据基泥流动度试验确定搅拌含水率；

**3** 依据选定的固化剂掺入比基准值计算掺入的固化剂质量，应按式（4.2.6-1）计算：

 (4.2.6-1)

式中：——固化剂质量（kg）；

——固化剂掺入比；

——原土质量（kg）；

——原土含水率，以百分数表示。

**4** 依据确定的流态固化土搅拌含水率，拌和用水的总质量应按式（4.2.6-2）计算：

 (4.2.6-2)

式中：——拌和用水的总质量（kg）；

——流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；

——固化剂质量（kg）。

**5** 外加剂的质量应按式（4.2.6-3）计算：

 (4.2.6-3)

式中：——外加剂质量（kg）；

——外加剂的掺量百分比，按经验取值。

### 根据原土的质量、含水率及计算所得固化剂质量、拌和用水的质量、外加剂质量，确定流态固化土的计算配合比。

### 配合比试验应符合下列规定：

**1** 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种应按本规程确定计算配合比，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%；

**2** 每种配合比试验时，拌和物流动度均应满足施工要求；

**3** 每种配合比至少应制作1组标准试件，并在20℃±2℃条件下采用保鲜膜覆盖密封养护至指定龄期；

**4** 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。

## 配合比调整与确定

### 在计算配合比的基础上通过试验确定最终设计配合比。流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。

### 根据流态固化土的初步设计配合比结果、施工性能要求及造价，综合确定流态固化土施工配合比。

### 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。

# 应用范围及性能要求

## 一般规定

### 用于路基、台背、沟槽及基坑工程等不同场景的流态固化土原材料应符合本规程第3章中的有关规定。

### 流态固化土在应用时应做到配合比准确，拌和均匀一致。

### 在流态固化土配合比设计及工程设计阶段应根据工程的特点及要求，确定与龄期相关的流态固化土无侧限抗压强度作为施工及验收标准。

## 性能要求

### 流态固化土主要技术指标包括湿重度、流动度、无侧限抗压强度和干缩性能等。

### 用于路基、台背、沟槽及基坑工程的流态固化土施工湿重度应符合设计要求，试验方法见附录A。

### 流态固化土流动度宜符合表5.2.3的规定，试验方法见附录A。

**表5.2.3 流态固化土流动度**

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

### 城市快速路、主干路、高速公路及一级公路路床部位的流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。

### 流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5.2.5的规定，试验方法见附录B。

**表5.2.5 流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） | |
| 城市快速路、主干路、高速公路及一级公路 | 城市次干路、二级公路及以下 |
| 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。

**5.2.6** 流态固化土干缩性能应满足设计要求。

# 工程设计

## 一般规定

### 流态固化土可用于路基、台背、沟槽及基坑等工程。

### 流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。

### 流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。

### 流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。

### 流态固化土路基设计应符合现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30和《城市道路路基设计规范》CJJ 194的有关规定。

## 地基表层处理

### 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，采取疏干排水、抛石挤淤等措施处理**。**

### 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。

### 当地下水影响流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。

## 路基断面设计

### 流态固化土路基高度设计应符合下列要求：

**1** 流态固化土路堤设计直立浇注高度宜不大于15m，最小设计浇注高度宜不小于1m，地面横坡较大时流态固化土浇注宽度不宜小于2m。

**2** 浇注成型的流态固化土不得直接暴露。沟槽、基坑及地基置换流态固化土应利用开挖侧壁进行防护；无侧壁保护的直立式流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挡墙。

**3** 流态固化土路基填筑区高宽比大于1且高度大于3m时，应进行抗滑动、抗倾覆稳定性验算。

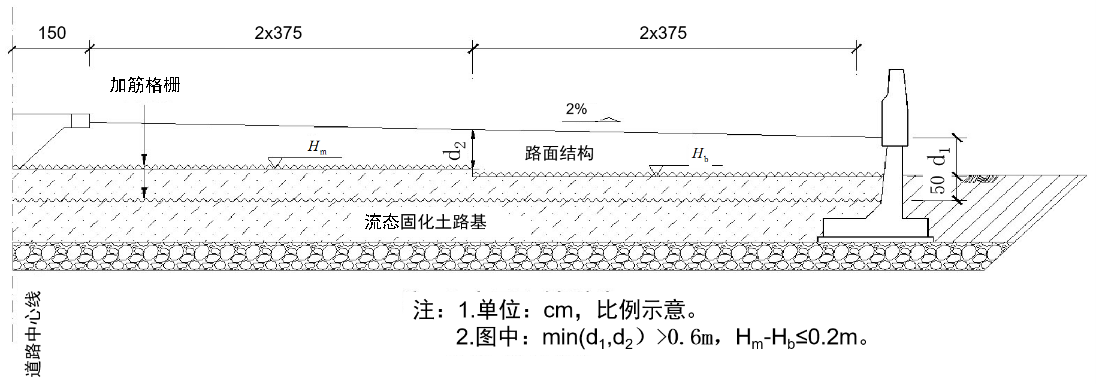
**4** 软土地段流态固化土路基应沿路基纵向设置变形缝，其间距宜为10m～20m，缝宽宜为10mm~20mm，并填塞胶合板或聚苯乙烯板。

**5** 流态固化土顶面宜设置加筋格栅和土工膜，并应延伸至一般路堤侧不小于2m。流态固化土高度大于1m时，宜在距其顶面0.5m处增设一层加筋格栅。

### 流态固化土路基横断面设计应符合下列要求：

**1** 流态固化土路基横断面可参照图6.3.2设计，流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。

**2**  流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6.3.2 流态固化土路基横断面典型设计**

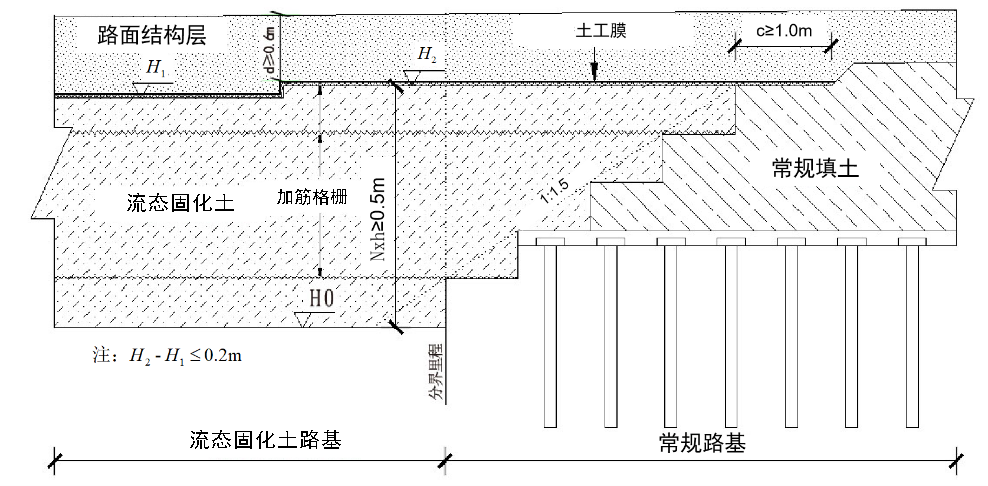
**3** 流态固化土回填沟槽横断面可参照图6.3.2设计，按照横坡要求顶面宜采用台阶形式，单个台阶高差宜控制在0.2m内，按平台设计，台阶顶面高程应满足路面结构层最小厚度不小于0.6m。

**4** 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。

### 流态固化土路基纵断面设计应符合下列要求：

**1** 流态固化土路基纵断面可参照图6.3.3设计，流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。

**2** 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6.3.3 流态固化土路基纵断面及交界面典型设计**

**3** 流态固化土回填沟槽、桥头台背、基坑横断面可参照图6.3.3设计，浇注区段长度应以浇注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。单个浇注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。

**4** 流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0.5~1m，坡比宜为1∶1~1∶2，且流态固化土路基应置于一般填土路基上方。

**5** 流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，加筋格栅置于防渗土工膜下。

## 路基稳定性及沉降验算

### 流态固化土路基设计计算时，不同的环境条件和工程条件下流态固化土的相关性能指标取值应符合表6.4.1的要求。

**表6.4.1 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（kN/m3） | 地下水位以上 | 施工湿重度 |
| 地下水位以下 |  |
| 结构上覆荷载验算时自重应力计算 | 重度（kN/m3） | 地下水位以上 | 施工湿重度 |
| 地下水位以下 |  |
| 抗浮验算时自重应力计算 | 重度（kN/m3） | 地下水位以上或以下 | 施工湿重度 |
| 路堤整体稳定性验算 | 粘聚力、内摩擦角 | 地下水位以上 | 试验确定，无试验资料时，， |
| 地下水位以下 | 试验确定，无试验资料时，， |
| 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 | 地下水位以上 | 0.6 |
| 地下水位以下 | 0.5 |
| 与粘性土、强风化层接触面摩擦系数 | 地下水位以上 | 0.5 |
| 地下水位以下 | 0.4 |

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

### 流态固化土路基浇注区高宽比大于1且高度大于3m时，应按现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30的有关规定进行抗滑动、抗倾覆稳定性验算。

### 软土地区流态固化土路基设计宜包含路基稳定验算，应按现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30和《城市道路路基设计规范》CJJ 194的有关规定进行地基稳定性验算。

### 软土地区流态固化土路基工后沉降应符合现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30中有关规定，应按现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30和《城市道路路基设计规范》CJJ 194的有关规定进行地基沉降验算。

## 辅助设施

### 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0.3m2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。

### 壁材的稳定性主要考虑现浇流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。

### 流态固化土与常规路基、沟槽、基坑交界面处宜设置加筋格栅，位置为距流态固化土顶部0.5m～1.0m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。

### 在陡坡或道路加宽路段，流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/2m2～1根/4m2，锚固件进入地基的垂直深度不应小于0.5m。

# 工程施工

## 施工准备

### 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。

### 应进行施工调查及现场核对，对现场地形地貌进行踏勘，宜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。

### 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。

### 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。

### 流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。

### 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、工程废料清运措施，确保整个施工期满足环保要求。

### 流态固化土路基、台背、沟槽及基坑填筑工程施工应符合现行行业标准《公路路基施工技术规范》JTG/T 3610的有关规定。

## 施工设备

### 流态固化土现场制备、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。

### 流态固化土自动化搅拌设备允许计量误差应满足表7.2.2要求。

**表7.2.2 流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% |

### 单套流态固化土拌和设备产能应不低于90m3/h。

### 现浇流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。

### 流态固化土制备时，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流态固化土。

### 可采用泵送方式将制备完成的流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。

### 流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。

## 浇注施工

### 流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。

### 流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。

### 流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。

### 流态固化土浇注前应根据施工现场的条件确定浇注方式，流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流态固化土湿重度、流动度进行检测，并认真填写检测记录。

### 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。

### 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。

### 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流态固化土流动表面的高差控制在1m以内。

### 单个浇注层宜一次性浇注完毕，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。

### 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，临时降水措施应在流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。

### 流态固化土不得在雨天施工。已施工尚未硬化的流态固化土，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。

### 流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。

## 辅助设施施工

### 流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聚苯乙烯板填充，上下可不贯通。

### 旧路加宽老路堤与流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。流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。

### 保护壁施工

**1** 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；

**2** 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流态固化土浇注面3层砌块高度为准，按照随浇随砌的原则施工。

### 防渗土工膜施工

**1** 当浇注体位于地下水位以下时，应采取防水措施；

**2** 铺设前，应清除下承层的尖锐物，避免刺破，同时宜先铺设一层无纺针刺土工布作为垫护；

**3** 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。

### 加筋格栅施工

**1** 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；

**2** 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；

**3** 加筋格栅在流态固化土表面处不得露出。

# 质量检验和验收

## 一般规定

### 流态固化土路基、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。

### 流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。

### 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。

### 实测项目中包括主控项目和一般项目，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。

### 流态固化土路基、台背、沟槽及基坑填筑工程质量评价要求如下。

**1** 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，并按下式计算合格率：

 (8.1.4)

**2** 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。

**3** 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。

## 基本要求

### 场地要求

**1** 浇注施工前，应以浇注区为单位，按附录C.1进行浇注场地验收。

**2** 流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。

**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±0.1m。

**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。

**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。

### 原材料质量检验

**1** 材料进场时，流态固化土所用固化剂质量检验作为现浇流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。

**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，其质量应符合本规程3.1节的规定。应按照表8.2.2-1要求进行质量检验。

**8.2.2-1 固化剂质量要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 |

**3** 固化剂检验数量及要求应符合现行行业标准《软土固化剂》CJ/T 526的有关规定。

**4** 流态固化土所用水及原土的质量检验作为现浇流态固化土原材料质量检验的一般项目。

**5** 原土检测项目及取样频率应按照表8.2.2-2要求确定。

**表8.2.2-2 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 |

**6** 采用饮用水作为施工用水时可不检验，其他情况应符合本规程3.3节的有关规定。

**7** 对于工程量不超过10000m3的流态固化土填筑工程，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，原材料可不做进场检验。

**8** 流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，可不做进场复检。

## 实测项目

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

**表8.3.1 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/cm3） | 在设计范围内 | 本规程附录A | 每连续填筑100m3检验1次，单次连续填筑不足100m3时也检验1次。 |
| 2 | 流动度（mm） | ±10 | 本规程附录A | 当同一配合比连续浇注少于200m3时，取样不得少于1次；当连续浇注大于200m3时，应按每200m3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 | 本规程附录B | 当同一配合比连续浇注少于400m3时，应按每200m3制取一组试件（3个），当连续浇注大于400m3时，应按每400m3制取一组试件。 |

**8.3.2** 流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8.3.2-1和表8.3.2-2的规定。

**表8.3.2-1 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8.3.2-2 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） | ≥设计值 | 尺量：每桥台测顶、底面两侧 |

## 外观鉴定

**8.4.1** 浇注流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%。

## 质量验收

**8.5.1** 浇注体的质量验收应符合下列规定：

**1** 原材料、半成品、成品和设备应按本规程第7.2节、第8.2～8.4节的有关规定进行检验，检验结果应经监理工程师检查认可。

**2** 浇注应按本规程第7.3节的有关规定进行质量控制，各工序之间应进行自检、交接检验，并应形成文件。

**8.5.2** 质量保证资料应包括下列内容：

**1** 所用原材料、半成品和成品的质量检验结果。

**2** 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。

**3** 各项质量控制指标的试验数据和质量检验资料。

**4** 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。

**5** 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：

**1** 主控项目的质量应全部检验合格。

**2** 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。

**3** 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

**附录A 湿重度和流动度试验方法**

**A.0.1**  **试验仪器**

**1**  容量筒：金属制成，内径108mm，净高109mm，筒壁厚2mm，容积为1L。

**2** 圆 筒：金属或硬质塑料制成，内径80mm，净高80mm，筒壁厚2mm。

**3** 电子秤：量程3000g，精度0.1g。

**4** 平 板：塑料板或光面瓷砖，厚度1cm，边长30cm。

**5** 游标卡尺：量程不小于300mm，精度0.1mm。

**6** 秒表。

**A.0.2** 湿重度试验按以下步骤进行：

**1** 将容量筒内外壁用抹布擦拭干净，并称其重量，精确至0.1g。

**2** 向容量筒内轻轻倒入事先制备好的流态固化土（符合5.1要求），至流态固化土略高出筒口。

**3** 刮平容量筒筒口，使流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。

**4** 按下式计算湿重度：

 (A.0.2)

式中 ——湿重度（kN/m3），精确至0.1kN/m3；

——容量筒质量（g）；

——容量筒及试样质量（g）；

——容量筒容积（L）。

**A.0.3** 流动度试验按以下步骤测定：

**1** 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流态固化土（符合5.1要求），至流态固化土略高出筒口。刮平圆筒筒口，使流态固化土料与筒口平齐，擦拭干净筒外壁及平板。

**2** 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。

**3** 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 无侧限抗压强度试验方法**

**B.0.1** 试验仪器

**1** 材料试验机：除应符合现行国家标准《试验机通用技术要求》GB/T 2611的有关规定外，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的20%~80%范围内；

**2** 电子称：最大量程5000g，精度1g；

3 钢直尺：尺长300mm，分度值为0.5mm。

**B.0.2** 试件制备

**1** 试件成型：在钢模内浇注成型；

**2** 规格数量：100mm×100mm×100mm的立方体试件，共一组，每组3块；

**3** 试件养护：试件由试模中拆出后，应按组放入塑料袋内密封养生至28d，养生温度应为20℃±2℃。

**B.0.3** 强度试验步骤

**1** 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；

**2** 应测量每块试件尺寸，并应计算试件的承压面积；

**3** 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；

**4** 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；

**5** 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；

**6** 应重复1-5的试验步骤，并应测定记录试件的承压面积、破坏荷载；

**7** 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：

 (B.1)

 (B.2)

式中：——试件无侧限抗压强度（MPa），精确至0.01MPa；

——试件的饱水无侧限抗压强度（MPa），精确至0.01MPa；

——试件的破坏荷载（N）；

——饱水试件的破坏荷载（N）；

——试件的承压面积（mm2）。

**8** 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流态固化土的无侧限抗压强度、饱水无侧限抗压强度。

**附录C 检验记录及评定表**

附录C.1 流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 |  | | 道路等级 |  | |
| 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 | | | |
| 左 | 中 | 右 | 均值 |
| 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。

附录C.2 保护壁面板质量检验记录表

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 | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | | 项目内容 | | | | 规定值/  允许偏差 | 实测值或偏差值 | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 应检数量 | 合格数量 | | 合格率（%） |
| 砌块预制 | 1 | 混凝土强度（MPa） | | | | 不小于设计值 |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 2 | 边长（mm） | | | | ±0.5% |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 3 | 两对角线差（mm） | | | | ±0.7% |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 4 | 厚度（mm） | | | | +5，-3 |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 5 | 表面平整度（mm） | | | | ±0.3% |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 6 | 预制件位置（mm） | | | | 10 |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 挡墙面板施工 | 1 | 基础混凝土强度（MPa） | | | | 不小于设计值 |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 2 | 基础断面尺寸（mm） | | | | 不小于设计值 |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 3 | 面板顶高程（mm） | | | | ±50 |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 4 | 轴线偏位（mm） | | | | 50 |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 5 | 挡板垂直度或坡度 | | | | -0.5% |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 施工单位  检查结果 | | | | 签名： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）单位  检查意见 | | | | 签名： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | |

附录C.3 流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/m3） | | |  | 天气 |  | 施工  日期 |  |
| 气温 |  |
| 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（m3） | 检查记录 | | | |
| 湿重度  （kN/m3） | | 流动度  （mm） | |
| 1 |  | |  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |
| 2 |  | |  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |
| 3 |  | |  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |
| 4 |  | |  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |
| 5 |  | |  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |
| 6 |  | |  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |
| 7 |  | |  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |
| 8 |  | |  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |
| 试样制取 | | 组数 | | |  | | | 湿重度  （kN/m3） | |  | |  | 流动度  （mm） | |  |  |
| 编号 | | |  | | |  | |  |  |  |
| 制取部位 | | |  | | |  | |  |  |  |
| 施工单位  检查结果 | | 签名： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）  单位  检查意见 | | 签名： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | |

附录C.4 流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。

附录C.5 流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 | | |  | | | | | | | | | 道路等级 | | |  | | | 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/m3） |  | |  |  | |  |  |  | |  |  |  | | |  |  | |  |  | |  |  | |  |
| 2 | 流动度 | | （mm） |  | |  |  | |  |  |  | |  |  |  | | |  |  | |  |  | |  |  | |  |
| 3 | 无侧限抗压强度*qu28d* | | （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；2.表中带\*的项目，仅对路床顶部检测。

附录C.6 流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 |  | 道路等级 |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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/m3） | 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 | | | | | | | |

# 本规程用词说明

为便于在执行本标准条款时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1** 表示很严格，非这样做不可的：

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的：

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的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4** 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

# 引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《混凝土外加剂》GB 8076

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600

《水泥细度检验方法筛析法》GB/T 1345

《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346

《土工试验方法标准》GB/T 50123

《城市道路路基设计规范》CJJ 194

《软土固化剂》CJ/T 526

《公路路基设计规范》JTG D30

《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1

《公路路基施工技术规范》JTG/T 3610

《公路土工合成材料应用技术规范》JTG/T D32

《混凝土用水标准》JGJ 63

**中国工程建设标准化协会标准**

**道路用流态固化土填筑技术规程**

**T/CECS ×××－202×**

# 条文说明

**制定说明**

本标准制定过程中，编制组针对道路用流态固化土填筑工程的设计、施工及研究开展了广泛深入的调查研究，总结了我国工程建设流态化浇注施工领域的实践经验，同时参考了国内外先进技术法规、技术标准，结合相关研究成果。此外，本规程还广泛征求了设计、科研、管理等单位的意见，在充分吸收和采纳各方意见的基础上，通过反复讨论、修改和完善，最终修订编制完成。

为便于广大技术和管理人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《道路用流态固化土填筑技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。

本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

**目 次**

[2 术语和符号 （3](#_Toc118124231)9）

[2.1 术语 （3](#_Toc118124232)9）

[3 原材料要求 （4](#_Toc118124233)1）

[3.1 固化剂 （4](#_Toc118124234)1）

[3.2 原土 （4](#_Toc118124235)1）

[3.3 水 （4](#_Toc118124236)1）

[3.5 辅助材料 （4](#_Toc118124237)2）

[4 配合比设计 （4](#_Toc118124238)3）

[4.1 一般规定 （4](#_Toc118124239)3）

[4.2 初步配合比设计 （4](#_Toc118124240)3）

[4.3 配合比调整 （4](#_Toc118124241)4）

[5 应用范围及性能要求 （4](#_Toc118124242)5）

[5.1 一般规定 （4](#_Toc118124243)5）

[5.2 性能要求 （4](#_Toc118124244)5）

[6 工程设计 （4](#_Toc118124245)7）

[6.1 一般规定 （4](#_Toc118124246)7）

[6.2 地基表层处理 （4](#_Toc118124247)7）

[6.3 路基断面设计 （4](#_Toc118124248)7）

[6.4 路基稳定性及沉降验算 （4](#_Toc118124249)8）

[6.5 辅助设施 （4](#_Toc118124250)8）

[7 工程施工 （4](#_Toc118124251)9）

[7.1 施工准备 （4](#_Toc118124252)9）

[7.2 施工设备 （4](#_Toc118124253)9）

[7.3 浇注施工 （4](#_Toc118124254)9）

[7.4 辅助设施施工 （4](#_Toc118124255)9）

[8 质量检验和验收](#_Toc118124256) （50）

[8.1 一般规定](#_Toc118124257) （50）

[8.2 基本要求](#_Toc118124258) （50）

# 2 术语和符号

**2.1 术语**

**2.1.3** 本规程从淤泥等原土的技术要求出发，结合国内相关规范提出固化剂的定义。

在《软土固化剂》（CJ/T 526-2018）规程中，对软土固化剂定义为用于固化软土及其他细粒类土的无机水硬性胶凝材料。固化剂与土充分拌和后，通过其自身各组分之间以及与土之间的物理、化学反应，可显著改善土的物理力学性质，且能形成满足环境标准并保持长期稳定的固化体。

《土壤固化剂应用技术标准》（CJJ/T 286-2018）对土壤固化剂定义为加入基土后，通过与基土、水和空气的物理或化学反应，改善基土工程性能的材料，分为A类和B类。A类土壤固化剂是指加入基土后，通过与无机结合料、基土、水和空气间的物理或化学反应，改善基土工程性能的外加剂，为粉体或液体。B类固化剂是指加入基土后，通过与基土、水和空气间的物理或化学反应，单独使用，不与无机结合料复掺使用的土壤固化剂。

《土壤固化外加剂》（CJ/T 486-2015）对土壤固化外加剂定义为加入土壤中通过与无机结合料、土壤和水的物理和（或）化学反应，改善土壤工程性能的外加剂。

综上所述，国内对固化剂的定义主要从材料性状和作用机理两方面入手，根据材料性状可分为无机粉状固化剂和有机液态固化剂，有机液态固化剂往往需复掺无机结合料；其作用原理可分为物理作用或化学作用。对于高含水量淤泥等泥状物，为完成将泥状物中的土颗粒作为微骨料凝结、将泥浆中的水水化两大任务，应采用能使土颗粒发生凝结硬化、同时使泥土内部结合水、自由水参与水化反应、能打破土颗粒周围结合水膜并激发土颗粒矿物活性的固化剂，利用三大过程（与泥浆搅拌混溶阶段，水化、交换、吸附、活化反应阶段，凝结硬化排斥阶段）、五大反应（水化、火山灰反应，置换水反应，离子交换作用，土颗粒吸附作用，固化剂与土颗粒间的活性反应），可使泥状物中的水、土颗粒、固化剂充分凝结硬化进而形成稳定、密实的结构。

基于以上原因，本规程对能完成固化泥状物的胶凝材料称为固化剂，并定义为“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。

**2.1.5** 参考《土壤固化剂应用技术标准》（CJJ/T 286-2018）4.1.2条规定：固化土配合比设计时，固化土混合料配合比宜采用质量比，无机结合料掺量和土壤固化剂掺量宜采用占干土质量的百分率表示。流态固化土制备时，采用固化剂质量与干土质量比值作为固化剂掺入比有利于调控流态固化土的性能，同时能够清楚表达流态固化土中固化剂、原土及总水量的关系。

在定义固化剂掺入比时有两种思路，一种是固化剂与干土的质量比例，一种是固化剂与土+水的质量比例。对于不同类型土质其达到预期流动度（拌和形成基泥）时的含水率差别较大。通过室内对比试验发现：西安黄土达到预期流动度含水率约为53%（含水率48%时流动度122 mm，含水率55%时流动度246 mm），宁波淤泥达到预期流动度含水率则为100%，天津淤泥则为70%。在制备流态固化土时，不同类型土需要拌和达到预期流动度，因此不同原土形成的基泥含水率差别较大，在掺入固化剂时仅考虑固化剂与干土的比例会忽略水对整体性能的影响；但在定义固化剂掺入比时考虑水的质量也会使得固化剂掺入比上升，且不同原土的天然含水率差别较大，在将其制备形成基泥时还需要进一步加水或加土。因此在定义时仍采用固化剂与原土的干质量比例，在配合比设计时先通过流动度调整基础搅拌含水率，再通过强度调整固化剂掺入比。

**2.1.6** 搅拌含水率是保证拌和基泥及流态固化土满足流动度设计要求的含水率。基于最佳含水率的压实理念对于软塑土甚至含水量更高的淤泥或泥浆很难契合，一般很难（也没必要）把含水量远远大于塑限、甚至液限的土或泥中的多余水分去除。因此，对于流态固化软塑土、淤泥、泥浆，提出满足实际工程需要的与含水量关系密切的新概念—搅拌含水率，即使基泥自身或与不同固化剂充分搅拌形成的流态固化土流动度满足工程要求的含水率。

**2.1.9** 划分浇注区的目的是为了确保流态固化土分层浇注可在固化剂的初凝时间内完成。

# 3 原材料

**3.1 原土**

**3.1.1** 在对淤泥、淤泥质土、疏浚土、建筑泥浆、工程开挖土及废弃土等进行堆积处理时多存在占地严重或污染环境等问题，而将上述各类土作为原土用于流态固化土制备并进行工程应用可减少工程废弃物存量，减少工程扬尘。

**3.1.2** 当原土中有机质含量过高时会影响固化效果，《土壤固化剂应用技术标准》（CJJ/T 286-2018）中规定有机质含量不宜超过10%，《土壤固化外加剂》（CJ/T 486-2015）中规定时有机质含量不宜超过5%，考虑流态固化土被固化材料主要包括淤泥等土质，控制有机质含量过低时不利于促进流态固化土工程应用，因此规定原土的有机质含量不宜超过10%。

**3.1.4** 流态固化土主要用于路基等填筑工程中，部分原土工程性质相对较差，在采用此类土进行流态固化土制备时，应进行耐久性及水稳性试验。

**3.2 水**

**3.2.2** 拌和用水选用应以不影响流态固化土的强度和耐久性为前提。在不会影响既有结构及流态固化土填筑工程耐久性的前提下，进行流态固化土浇注可采用海水作为拌和用水。

**3.4** **固化剂**

**3.4.2** 流态固化土的凝结固化与固化剂密不可分，当固化剂初凝时间过短时不利于流态固化土的施工，因此结合《软土固化剂》（CJ/T 526-2018）及《通用硅酸盐水泥》（GB 175-2007）等规范要求，限定固化剂初凝时间应不小于45min。

**3.4.4** 不同土拌和形成的基泥经固化后强度有所区别，根据对比试验及工程经验，推荐固化剂掺入比为8%～26%，工程应用时可选择满足工程要求的最小固化剂掺入比。

**3.5 辅助材料**

**3.5.1** 结合已有研究可知目前在流态固化土制备时掺加的外加剂主要是减水剂，因此要求外加剂应符合《混凝土外加剂》GB 8076的规定。对于特殊地区，如掺加防冻剂、防水剂等外加剂时，应分别符合《水泥砂浆防冻剂》JC/T 2031，《砂浆、混凝土防水剂》JC/T 474以及其他相关的国家现行标准的规定。

**3.5.3** 参考《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）中第4.11.10条有关规定：变形缝宜采用18mm胶合板或20mm～30mm聚苯乙烯板，上下可不贯通。

**3.5.4** 流态固化土选用固化剂主要为无机胶凝材料，在大体积浇注后较易出现干缩裂缝，采用加筋格栅有利于抑制裂缝产生。防渗土工膜主要起防水隔离作用，以避免流态固化土浇注过程中水分渗出对既有结构造成不利影响，同时能够防止地表水渗入流态固化土浇注体内影响其强度。

# 4 配合比设计

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 流态固化土试配前应对原材料进行检验，明确原土的工程性质，其中原土的检验内容应包括含水率、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。

**4.1.2** 应根据填筑工程的特点和要求明确流态固化土的湿重度、流动度及无侧限抗压强度要求。流态固化土湿重度主要与原土、搅拌含水率有关，对于不同类型流态固化土，当固化剂掺入比确定时其湿重度与流动度及龄期强度具有较强相关性，因此在设计及施工时应明确湿重度，以便现场施工时有效控制流态固化土性能满足设计要求。

**4.1.3** 流态固化土强度形成较缓慢，因此本规程在配合比设计时以28d无侧限抗压强度标准值为依据。

**4.1.4** 参考《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）第3.9.3条有关规定：因工程需要或环境条件制约，需明确泡沫轻质土的抗冻性指标时，可通过试验确定。当工程要求需明确流态固化土抗冻性指标时，可通过试验确定其重度和强度变化情况，再进行相关指标设计。若无试验资料时，按照重度损失率不大于5%、抗压强度损失率不大于10%的要求进行设计。

**4.2 初步配合比设计**

**4.2.1** 流态固化土配合比应根据原土、固化剂种类等综合设计，其中搅拌含水率则与其流动度、泌水性等可塑性密切相关，固化剂掺入比主要影响凝结硬化后流态固化土的力学性能，配合比设计应综合经济性原则及性能设计要求，确定满足设计要求的搅拌含水率及固化剂掺入比。

**4.2.2** 对于不同土质的原土，由于其主要成分、细度等不尽相同，且其流动度与含水率密切相关，为保证原土在搅拌时流动度满足要求，基于流动度对原土进行规定。流态固化土既要保证流动度满足施工要求，同时要确保强度满足要求。由于不同土达到预期流动度时，其含水率与液限、湿重度的关系差别均较大，如西安黄土达到预期流动度含水率为液限的1.23倍，天津淤泥及宁波淤泥则分别为1.71倍及2.36倍。考虑流动度测试简单易行，建议对于不同的原土均可直接采用流动度作为施工搅拌控制要求，进而确定加水量。在配合比设计时应针对具体土的种类确定其搅拌含水率。

**4.2.4** 在掺入26%固化剂强度仍不满足要求时，则说明原泥含水率过高，继续增加固化剂掺入比成本较高，参考《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）中第4.11.3条规定，可在浆体中掺入少量砂。流态固化土浇注施工主要目的是在保证工程质量的同时大幅消化泥浆，因此当掺入砂仍不能满足强度要求时，则应对原土进行降水处理。

**4.2.6** 在配合比计算过程中设定固化剂为干燥状态，即固化剂不会引入水，同时由于外加剂掺量较低，在用水量计算时未考虑外加剂影响。在进行流态固化土制备时需要先搅拌基泥使其流动度满足要求，建议采用使得基泥流动度满足设计要求的含水率作为搅拌含水率，值得注意的是搅拌含水率同时是使流态固化土流动度满足设计要求的含水率。基泥流动度主要与含水率有关，同时考虑到固化剂掺入对浆液流动度的影响，在计算拌和用水质量时，控制流态固化土中水的总质量为干土质量加固化剂质量与搅拌含水率的乘积。此外，固化剂掺入比主要根据强度设计要求进行确定。在配合比设计时以天津淤泥质土为例，其物理指标为：含水量*w*为40.2%，比重*G*s为2.73，容重*γ*为17.9kN/m3，孔隙比*e*为1.138，饱和度*S*r为98%，液限*w*L为39.8%，液性指数*I*L为1.02，取淤泥50kg进行配合比设计。采用天津淤泥制备的基泥含水率为70%时流动度满足设计要求，因此推荐搅拌含水率为70%。预设固化剂掺入比为15%，则固化剂质量为5.35kg，拌和用水的质量为14.36kg，如添加外加剂则进一步计算外加剂质量。

**4.3 配合比调整**

**4.3.1** 流态固化土试配时宜优先选用搅拌机，以保证拌和均匀性，当拌和量太小或条件不允许时可采用手工拌制进行试拌。

# 5 应用范围及性能要求

**5.1 一般规定**

**5.1.3** 流态固化土填筑时采取分区分层填筑方法，且不同填筑部位承载力要求不同，因此在设计时应根据填筑工程的特点及要求，确定与龄期相关的流态固化土立方体无侧限抗压强度。对于有特殊要求的工程施工时，可对特定龄期无侧限强度提出相应要求。

**5.2 性能要求**

**5.2.1** 《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）及《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）在对泡沫轻质土性能进行限定时，限定指标包括湿重度、流动度及无侧限抗压强度（28d），在施工阶段建议在浇注施工缝处设置变形缝降低变形影响。在《自密实混凝土应用技术规程》（JGJ/T283-2012）中性能指标还包括可选指标间隙通过率及抗离析性，考虑这两项指标主要是对于布设净距较小的钢筋的工程结构制定的指标，同时现有流态粉煤灰水泥混合料及泡沫轻质土相关行标、团标及地标均未对这两项指标作出明确规定，因此本规程仍采用湿重度、流动度及无侧限抗压强度作为主控指标。

**5.2.2** 参考《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）第4.11.2条有关规定：泡沫轻质土施工湿重度应符合设计要求。根据工程实践经验，在填筑工程中采用确定的流态固化土时，流态固化土的湿重度与流动度及无侧限抗压强度相关性较高，因此在设计阶段应根据流态固化土的流动度及无侧限抗压强度给出湿重度设计要求，以为流态固化土施工应用提供参考。

**5.2.3** 良好的流动性能有效保障流态固化土填充效果，在《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）规定泡沫轻质土的流动度宜为170mm～190mm。美国混凝土协会编制的《可控低强度材料报告》（ACI 229R-13）中将流动度分为低流动度，中流动度及高流动度，其中小于150mm为低流动度，高于200mm的为高流动度。因此在路基、台背等位置建议流动度为170mm～190mm，而对于沟槽及基坑填筑工程可适当提高流动度要求。

**5.2.5** 流态固化土填筑工程最关键的指标为施工湿重度、流动度和无侧限抗压强度。目前关于泡沫轻质土在公路中的应用逐渐增多，而流态固化土应用方面相对较少，考虑到流态固化土与泡沫轻质土在道路领域的适用性较为相似，因此在进行强度设计值规定时主要参考现有《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）及《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）对立方体无侧限抗压强度进行规定。参照《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）中轻质材料路堤相关规定，对用于不同范围的流态固化土无侧限抗压强度进行规定，对于路基按照路床及路堤进行划分，对于台背回填工程按照深度进行划分。对于快速路及主干道路面底面1.2m以内的台背回填无侧限抗压强度≥0.8MPa；路面底面1.2m以下的台背类似于下路堤，其强度要求相对较低，故要求无侧限抗压强度≥0.6MPa。对于次干道则要求无侧限抗压强度≥0.6MPa。对于沟槽及基坑填筑工程要求无侧限抗压强度≥0.4MPa。

# 6 工程设计

**6.1 一般规定**

**6.1.2** 地质资料是路基设计的基础，尤其对于地质情况复杂的地区，地质资料的准确性直接影响流态固化土路基设计的可靠性，因此，本条强调流态固化土工程设计前要加强地质勘察试验工作，为流态固化土路基设计奠定坚实基础。

**6.2 地基表层处理**

**6.2.1**  水是影响流态固化土工工作性能的重要因素，当地基顶面存在滞水时，不仅降低了地基承载力，也会对流态固化土路基性能产生不利影响，需要采取相应排水措施保证流态固化土工路基的稳定性。

**6.2.2**  流态固化土浇注施工时流动度较强，原地面存在横坡时应开挖台阶，《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）和《城市道路路基设计规范》（CJJ 194-2013）规定地面横坡为1∶5～1∶2.5时，原地面应开挖台阶，台阶宽度不宜小于2m，本规程参考这一标准确定地面存在横坡时开挖台阶的最小宽度。

**6.3 路基断面设计**

**6.3.1**  流态固化土路堤浇注时需设置侧向保护壁，为了保证路基稳定性，需要对流态固化土路基高度进行限制，同时，流态固化土在环境影响下其内部温度和湿度变化将产生收缩裂缝，为防止水渗入及裂缝反射，在其顶部需设置加筋格栅和土工膜，《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）规定了泡沫轻质土路基的相关指标参数，本规程参考相关内容对流态固化土路基高度、沉降缝设置、加筋格栅和土工膜设置提出了规定。

**6.3.2**  流态固化土路基浇注成型后表面为平面，无法形成路拱横坡，需通过基层材料设置路拱横坡，为了提高工程经济性，流态固化土顶面采用台阶形式，以减少基层材料用量，同时要保证路基顶面高程满足设置路面结构层最小厚度的要求。流态固化土用于路基拓宽时，需要对既有路基开挖台阶，参考《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）中对于路基拓宽的要求提出了相关规定。

**6.3.3** 流态固化土路基浇注成型后表面为平面，无法设置道路纵坡，同样采用基层材料设置纵坡，为了提高工程经济性，流态固化土路基纵断面顶面采用台阶形式，以减少基层材料用量，同时要保证路基顶面高程满足设置路面结构层最小厚度的要求。流态固化土路基与常规填土路基纵向衔接处应设置过渡段，参考《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）中关于轻质路基与普通路基过渡段的相关要求提出过渡段台阶高度、坡比等规定。

**6.4** **路基稳定性及沉降验算**

**6.4.1** 《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）规定了泡沫轻质土路堤设计计算时相关性能指标取值方法，本规程参考相关内容提出了流态固化土的相关性能指标取值。

**6.4.2** 对于陡坡上的填方路基，为了保证稳定性需进行稳定、变形计算，《城市道路路基设计规范》（CJJ 194-2013）规定地面坡率陡于1∶2.5的斜坡上的填方路基应进行稳定、变形计算和个别设计，本规程参考这一标准确定地面坡率陡于1∶2.5的斜坡上的流态固化土路基应进行稳定、变形计算。

**6.5 辅助设施**

**6.5.1** 保护壁是设置于流态固化土路堤侧向临空面的永久设施，在浇注施工期起临时模板的作用，在工程使用期，起保护流态固化土避免暴露风化降低使用性能的作用，本规程参考《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）对于挡墙的相关规定确定流态固化土路基保护壁的相关指标取值。

**6.5.3** 为了提高流态固化土与相邻土体之间的整体联接性，在流态固化土与相邻土体衔接处设置加筋格栅，减小交界面处的差异沉降。

# 7 工程施工

**7.1 施工准备**

**7.1.2** 施工前应根据工程需要及设计要求进行施工现场调查及核对，了解原土的来源、材料的运输、现场设备的布置等，为制定施工组织设计提供详细准确的信息。

**7.2 施工设备**

**7.2.2** 根据广泛调研，在流态固化土搅拌时对固化土、原土、水及外加剂等原材料的计量误差进行规定。

**7.2.5** 流态固化土既可在施工现场拌和制备，也可在场外集中制备后再运输至施工现场，拌和及运输应在固化剂初凝时间前完成。先拌和基泥可保证制备流态固化土具有良好的均质性。

**7.3 浇注施工**

**7.3.1** 参考《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）对浇注区进行划分，明确了浇注区及浇注层的划分要求。

**7.3.6** 浇注层与下一层间的浇注时间间隔，可根据气温、流态固化土凝结状况适当调整，一般不宜小于8h。

**7.3.9** 在地下水位以下进行流态固化土浇注时采取降水措施是为确保现浇施工质量不受影响。

**7.4 辅助设施施工**

**7.4.5** 加筋格栅施工应注意防止加筋格栅漏出流态固化土表面。

# 8 质量检验和验收

**8.1 一般规定**

**8.1.3** 《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）3.2.1条规定，分项工程应按基本要求、实测项目、外观质量和质量保证资料等检验项目分别检查。3.2.3条规定，分项工程应对所列基本要求逐项检查，经检查不符合规定时，不得进行工程质量的检验评定。本规程将工程检验内容分为基本要求、实测项目及外观鉴定三部分。

**8.1.4**  在进行流态固化土工程质量评价时，参考《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）有关规定执行。关键项目合格率不低于95%；一般项目合格率不低于80%；有规定极值的检查项目，任一单个检测值不应突破规定极值，否则该检查项目为不合格。检验项目评为不合格的，应进行整修或返工处理直至合格。

**8.2 基本要求**

**8.2.2** 原材料质量检验

1 固化剂对流态固化土服役性能影响最为突出，因此在原材料质量检验时作为主控项目。

2 《软土固化剂》（CJ/T 526-2018）7.1.1条规定，生产厂家根据不同型号的软土固化剂的产量和设备条件，将产品分批标号。固化剂批号根据生产厂家的年生产能力规定为：

120×104t以上，不超过1200t为一检验批；

60×104t～120×104t，不超过1000t为一检验批；

30×104t～60×104t，不超过600t为一检验批；

10×104t～30×104t，不超过400t为一检验批；

10×104t以下，不超过200t为一检验批。