

重庆市工程建设标准

## 流态固化土壤筑应用技术标准

Application technical standard for filling project of  
flowable solidified soil

DBJ50/T-549-2026

主编单位:重 庆 大 学

重庆市住房和城乡建设技术发展中心

批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期:2 0 2 6 年 9 月 1 日

2026 重 庆

重庆工程建设

# 重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标[2026]10号

## 重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《流态固化土填筑应用技术标准》的 通知

各区县(自治县)住房城乡建委,重庆高新区建设局,万盛经开区住房城乡建委,双桥经开区建设局、经开区生态环境建管局,有关单位:

现批准《流态固化土填筑应用技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-549-2026,自 2026 年 9 月 1 日起施行。标准文本可在标准备案后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆大学负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2026 年 4 月 1 日

重庆工程建设

## 前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2024 年度重庆市工程建设标准制定修订项目立项计划的通知》(渝建科〔2024〕17 号)文件要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考国内外相关标准,结合重庆市流态固化土填筑应用实践经验,并在广泛充分征求意见的基础上,制定本标准。

本标准主要技术内容包括:总则;术语和符号;基本规定;材料;设计;施工;质量验收。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆大学土木工程学院负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈给重庆大学土木工程学院(地址:重庆市沙坪坝区沙北街 83 号重庆大学 B 区岩土馆,邮编:400045;邮箱:fangxiangwei1975@163.com,电话:17723156926)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人、审查专家：

主编单位：重庆大学

重庆市住房和城乡建设技术发展中心

参编单位：重庆科技大学

中交天津港湾工程研究院有限公司

河海大学

中建八局两江建设有限公司

中电建铁路建设投资集团有限公司

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

中铁长江交通设计集团有限公司

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司

重庆市城市建设投资(集团)有限公司

重庆高速公路集团有限公司

江苏斯维尔建筑设计院有限公司

重庆高远建筑垃圾综合利用有限公司

重庆市轨道交通设计研究院有限责任公司

中铁二院重庆勘察设计院有限责任公司

中交长江(重庆)水利水电工程有限公司

重庆设计集团有限公司

重庆市地质矿产勘查开发局南江水文地质工程地质队

重庆泰恒建筑科技有限公司

重庆市十八土鑫诚灌浆防水工程有限公司

中铁一局集团有限公司

中电建生态环境集团有限公司

中国水利水电第十一工程局有限公司

重庆四方新材股份有限公司

重庆治地环保科技有限公司

重庆市揽众农业发展有限责任公司

主要起草人:方祥位 关志鹏 申春妮 陈永辉 刘爱民  
刘超 李小勇 李云 刘亚洲 孔纲强  
李铮 陈超 杨修明 仇文岗 王刚  
郑升宝 王忍 王春艳 高学成 熊珮西  
王鲁琦 张耀屹 金伟 侯晋芳 冷艳锋  
郑琨鹏 吴蕾 李伟 韩晟 田竟  
胡旭辉 郑邦友 肖瑶 付静 陈小平  
罗洪波 王凯 杜天刚 邹光炯 崔英明  
鲍挺 覃长兵 欧强 王成龙 李玉豪  
孙雁斌 蒋春勇 王煜成 林文逸 胡丰慧  
武文浩 李望平 李修齐 李语霖 金超  
蒋先琴 卿晓丽 罗珈淇 叶腾超 成慧  
李蓉 陈大可 张海荣 谭鑫 蔡年刚  
审查专家:张京街 黄刚 陈正汉 熊启东 沈治宇  
张群 钟鸣

重庆工程建设

# 目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
4	材料	5
4.1	原料土	5
4.2	固化剂	5
4.3	外加剂和拌合用水	6
5	设计	8
5.1	设计要求	8
5.2	配合比设计	9
6	施工	13
6.1	准备	13
6.2	制备	13
6.3	填筑	15
6.4	养护	17
7	质量验收	18
7.1	一般规定	18
7.2	原材料	20
7.3	流态固化土	21
附录 A	流态固化土流动度测试方法	23
附录 B	流态固化土立方体抗压强度测试方法	24
附录 C	流态固化土填筑记录表	26

附录 D 流态固化土质量验收记录表 .....	27
本标准用词说明 .....	29
引用标准名录 .....	30
条文说明 .....	31

重庆工程硕士

## Contents

1	General provisions .....	1
2	Terms and symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	3
3	Basic requirements .....	4
4	Materials .....	5
4.1	Soils .....	5
4.2	Solidified agents .....	5
4.3	Admixtures and mixing water .....	6
5	Design .....	8
5.1	Design requirements .....	8
5.2	Mixing proportion design .....	9
6	Construction .....	13
6.1	Preparation .....	13
6.2	Production .....	13
6.3	Filling .....	15
6.4	Maintenance .....	17
7	Quality acceptance .....	18
7.1	General requirements .....	18
7.2	Materials .....	20
7.3	Flowable solidified soil .....	21
Appendix A	Method for measuring flowability of flowable solidified soil .....	23
Appendix B	Method for testing the cube compressive strength of flowable solidified soil .....	24

Appendix C	Pouring record tables of flowable solidified soil	26
Appendix D	Quality acceptance record tables of flowable solidified soil	27
	Explanation of Wording in this standard	29
	List of quoted standards	30
	Explanation of provisions	31

## 1 总 则

**1.0.1** 为提高流态固化土壤筑应用技术水平,做到安全适用、质量可靠、经济合理、技术先进、绿色环保,制订本标准。

**1.0.2** 本标准适用于重庆市建筑、市政等建设工程中流态固化土壤筑应用技术的设计、施工和验收。

**1.0.3** 流态固化土壤筑应用技术,除应符合本标准外,尚应符合国家、行业和重庆市现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 流态固化土 flowable solidified soil

由原料土、固化剂、水和外加剂按照一定配比拌合均匀,形成具有规定流动性和自密实性能,经成型、养护后能达到一定强度的填筑/填充材料。

#### 2.1.2 原料土 soil

可用于生产流态固化土的不同种类、不同含水率和不同粒径的土,包括原状土、工程弃土和杂填土等。

#### 2.1.3 固化剂 solidified agent

以普通硅酸盐水泥或者以  $\text{CaO}$ 、活性  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$  为主要成分掺入活性激发剂,同时掺加具有改善土颗粒表面性质的添加剂制成的复合胶凝材料。

#### 2.1.4 外加剂 admixture

根据原料土土质和填筑工程设计特殊要求,为改善流态固化土的流动性、凝结时间等性能和施工质量而掺入的小掺量材料,包括早强剂、缓凝剂、防水剂、引气剂和保水剂等化学制剂。

#### 2.1.5 固化剂浆液 solidified agent slurry

将固化剂与水按一定比例拌合形成的浆液。

#### 2.1.6 配合比 mixing proportion

满足设计要求的流态固化土中各种原材料的质量比。

#### 2.1.7 配合比设计 design of mixing proportion

根据原材料性能及室内试验确定的能满足设计要求的流态固化土中各种原材料质量比例的设计。

### 2.1.8 流动度 degree of flowability

测试流态固化土拌合物流动性的控制指标。指流态固化土拌合物从流动度筒中坍落后扩展形成的饼状体的直径。

### 2.1.9 经时流动度 degree of flowability after a period of time

流态固化土拌合物经过一定时间后的流动度保留值。

### 2.1.10 立方体抗压强度 cube compressive strength

流态固化土立方体试块在无侧向压力条件下,单位面积上抵抗轴向压力的最大值。简称“抗压强度”。

## 2.2 符 号

$m_o$  ——原料土的质量;

$m_c$  ——固化剂的质量;

$m_a$  ——外加剂的质量;

$m_d$  ——原料土的干质量;

$w_o$  ——原料土的含水率;

$m_w$  ——拌合用水的质量;

$\alpha$  ——固化剂的掺入比;

$\beta$  ——外加剂的掺入比;

$\mu$  ——流态固化土拌合物的水固比。

### 3 基本规定

3.0.1 流态固化土填筑应用的工程应进行可行性分析, 并进行专项填筑设计。

3.0.2 流态固化土的原料土选用应因地制宜, 充分利用当地土料和工程弃土, 并根据工程实际要求、原料土土质及施工条件, 优化固化剂方案和流态固化土配合比。

3.0.3 流态固化土的原料土不应采用受污染的土; 污染土未经专项验证并获准允许使用时, 不得作为流态固化土的原料土。

3.0.4 固化剂选用宜充分利用当地工、矿业固废等作为补充胶凝材料, 但应满足环保要求。

3.0.5 流态固化土应进行试配并确保其性能满足填筑要求。

3.0.6 流态固化土填筑施工前应编制专项施工方案, 并进行全过程质量控制。

## 4 材 料

### 4.1 原料土

4.1.1 原料土宜采用现场开挖土、工程弃土或建筑垃圾再生料等。原料土中的有机质含量不应超过 5%，且不应混杂有毒有害物质；当原料土中含有建筑垃圾再生细骨料和砖粉等时，其轻物质、云母及硫酸盐等有害物质含量宜低于 1%。

4.1.2 原料土应进行筛分，其所含粗颗粒最大粒径宜与固化土拌合设备相匹配且不得大于 60mm；采用泵送方式填筑时，原料土最大粒径不得超过 20mm；当含有板结、结块土料时，应碾碎、分散后使用。

### 4.2 固化剂

4.2.1 固化剂的细度、含水率和外观等物理指标应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 固化剂物理指标要求

序号	项目	技术要求	测试方法
1	细度 (80 $\mu\text{m}$ 方孔筛筛余量)	$\leq 10\%$	现行行业标准 《土壤固化剂应用技术标准》 CJJ/T 286
2	含水率	$\leq 1\%$	
3	外观	不结块，色质均匀	目测

4.2.2 固化剂的净浆流动度、初凝和终凝时间等工艺指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 固化剂工艺指标要求

序号	项目		技术要求	测试方法
1	净浆流动度	初始	$\geq 100\text{mm}$	现行行业标准 《软土固化剂》CJ/T 526
		30min	$\geq 90\text{mm}$	
		60min	$\geq 80\text{mm}$	
2	初凝时间		$\geq 45\text{min}$	现行国家标准 《水泥标准稠度用水量、 凝结时间与安定性检验 方法》GB/T 1346
3	终凝时间		$\leq 720\text{min}$	

### 4.3 外加剂和拌合用水

4.3.1 流态固化土力学强度或流动度不满足填筑质量要求时，应掺入外加剂提高强度或流动度，外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和现行行业标准《土壤固化外加剂》CJ/T 486 的规定。采用新型外加剂前，应进行专项试验验证后方可使用。

4.3.2 流态固化土拌和用水水质应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 固化土拌合用水水质要求

序号	项目	指标要求	测试方法
1	pH 值	$\geq 4.5$	现行行业标准 《混凝土用水标准》 JGJ 63
2	不溶物(mg/L)	$\leq 10000$	
3	可溶物(mg/L)	$\leq 10000$	
4	氯化物(以 $\text{Cl}^-$ 计,mg/L)	$\leq 3500$	
5	硫酸盐(以 $\text{SO}_4^{2-}$ 计,mg/L)	$\leq 2700$	

4.3.3 当流态固化土填筑工程可能影响周围钢筋混凝土结构的耐久性时，拌合用水水质应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 考虑钢筋混凝土耐久性的固化土拌合用水水质要求

序号	项目	预应力混凝土	钢筋混凝土	素混凝土	测试方法
1	pH 值	$\geq 5.0$	$\geq 4.5$	$\geq 4.5$	现行行业标准 《混凝土用水 标准》JGJ 63
2	不溶物 (mg/L)	$\leq 2000$	$\leq 2000$	$\leq 5000$	
3	可溶物 (mg/L)	$\leq 2000$	$\leq 5000$	$\leq 10000$	
4	$\text{Cl}^-$ (mg/L)	$\leq 500$	$\leq 1000$	$\leq 3500$	
5	$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L)	$\leq 600$	$\leq 2000$	$\leq 2700$	
6	碱含量 (mg/L)	$\leq 1500$	$\leq 1500$	$\leq 1500$	

## 5 设计

### 5.1 设计要求

5.1.1 流态固化土填筑技术可应用于肥槽、管线、采空区或房芯等的回填。

5.1.2 流态固化土设计内容应包括原料土的选取、固化剂的选择和配合比设计,以满足强度和流动度要求。

5.1.3 流态固化土强度应满足设计要求。28d 立方体抗压强度不宜低于 0.3MPa,不宜大于 8.0MPa;需要二次拆除或开挖时,采用机械开挖的填筑体强度不宜高于 2.0MPa,人工开挖的填筑体强度不宜高于 0.8MPa。强度测试方法应按照本标准附录 B 的方法进行。

5.1.4 流态固化土流动度应满足设计要求。采用泵送方式填筑时初始流动度应大于 160mm,采用非泵送方式填筑时初始流动度不宜小于 120mm;拌合物的流动性应保证填筑体充盈、无明显孔洞。可根据填筑施工实际情况测试拌和物出机后 30min、1h、2h 等时间节点的经时流动度,作为控制拌和物施工性能的指标。流动度测试方法应按照本标准附录 A 的方法进行。

5.1.5 流态固化土拌和物应保持良好的匀质性,不得离析和出现明显泌水。流态固化土初凝前不应出现显著泌水,泌水率宜小于 3%。

5.1.6 流态固化土对体积收缩有要求时,应确定与龄期相关的干缩系数作为施工和验收的标准。

5.1.7 流态固化土有抗渗要求时,应确定与龄期相关的渗透系数作为施工和验收的标准。当无特殊需求时,28d 龄期的固化土

渗透系数不宜大于  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s;当建筑物地下室有抗浮要求时,28d 龄期的固化土渗透系数应满足设计要求,且不宜大于  $5.0 \times 10^{-7}$  cm/s;有防治污染物扩散等特殊要求的,28d 龄期的固化土渗透系数不宜大于  $1.0 \times 10^{-7}$  cm/s。

**5.1.8** 当流态固化土用作建筑地基处理时,其技术指标应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定。

## 5.2 配合比设计

**5.2.1** 流态固化土的配合比设计应按下列步骤进行:

- 1 确定原料土,并对原料土进行检验;
- 2 确定固化剂种类与掺入比;
- 3 计算固化剂掺入质量;
- 4 按填筑工程要求,确定外加剂种类与掺入比并计算外加剂的掺入质量;
- 5 确定合适水固比,并计算拌合水用量;
- 6 计算并确定原材料的试验配合比,并进行室内试验试配;
- 7 确定施工配合比,并应表达为  $1\text{m}^3$  流态固化土各种原材料的组成质量。

**5.2.2** 配合比设计设定的流态固化土抗压强度目标值不应小于设计强度值的 1.2 倍。

**5.2.3** 流态固化土的配合比设计应采用工程实际使用的原材料进行试配,试配前应对原材料进行检验,包括原料土的含水率、密度、粒径和有机质含量、固化剂的物理指标和工艺指标、外加剂的性能指标、水的化学指标等,检测结果应符合本标准第 4 章的规定。

**5.2.4** 固化剂的种类和掺入比应根据土质、固化土性能要求和当地情况等综合因素确定。固化剂掺入比宜为 5%~25%,设计强度低时取小值,设计强度高时取大值。掺入比基准值应依据设计要求执行,当设计未提供时,可根据地区经验确定。固化剂掺

入比应按下式计算：

$$\alpha = \frac{m_c}{m_d} \times 100\% \quad (5.2.4)$$

式中： $\alpha$ ——固化剂的掺入比(%)；

$m_c$ ——固化剂的质量(kg)；

$m_d$ ——原料土的干质量(kg)。

5.2.5 固化剂掺入质量应按下式计算：

$$m_c = \frac{am_0}{1 + w_0} \quad (5.2.5)$$

式中： $m_0$ ——原料土的质量(kg)；

$w_0$ ——原料土的含水率(%)。

5.2.6 外加剂种类和掺入质量应根据流态固化土特殊性能要求确定。掺入外加剂的质量应按下式计算：

$$m_a = \beta \times m_d \quad (5.2.6)$$

式中： $m_a$ ——外加剂的质量(kg)；

$\beta$ ——外加剂的掺入比。

5.2.7 水固比应根据土质和流动度要求等确定。水固比应按下式计算：

$$\mu = \frac{m_w}{m_d + m_c} \quad (5.2.7)$$

式中： $\mu$ ——流态固化土拌合物的水固比。

$m_w$ ——拌合用水的质量(kg)；

5.2.8 拌合用水的质量应按下式计算：

$$m_w = \mu \frac{1 + \alpha}{1 + w_0} m_0 - \frac{w_0}{1 + w_0} m_0 \quad (5.2.8)$$

5.2.9 流态固化土应根据原料土的质量、含水率及计算的固化剂掺入质量、外加剂掺入质量和拌合用水质量进行配合比试验。

5.2.10 试验标准试件的制作应满足下列要求：

- 1 模具内拌合物应高于试模顶面，试模装满后，应轻敲模具

周围,用平口刀沿试模顶面刮平试件,放入恒温恒湿箱中进行养护;

2 应在标准养护环境下养护并控制拆模时间。

5.2.11 试验应采用不同配合比同时进行,配合比应满足下列要求:

1 应采用3种配合比进行试配,其中一种配合比的固化剂掺入比为计算的基准值,另外两种配合比的固化剂掺入比宜比基准值分别增加和减少2%~3%;

2 每种配合比应至少制作3组标准试件,并在标准养护条件下养护至指定龄期。

5.2.12 试配应测试拌和物的初始流动度及经时流动度、凝结时间以及设计指定龄期的抗压强度,并应测试其他设计要求的技术指标。

5.2.13 当拌合物流动性和抗压强度不满足设计要求时,流态固化土配合比可按表5.2.13的方法进行调整,直至满足设计要求。当设计对固化土有泌水性、体积收缩、渗透性等要求时,可通过调整配合比或掺入外加剂满足设计要求,外加剂种类和掺入比应通过试验确定。

表 5.2.13 流态固化土配合比调整方法

序号	性质	问题	调整方法
1	流动性	偏高	1. 减少用水量 2. 减少改善土颗粒表面性质的添加剂
2		偏低	1. 增加用水量 2. 增加改善土颗粒表面性质的添加剂
3	强度	偏高	减少胶凝材料用量
4		偏低	1. 增加胶凝材料用量 2. 减少用水量同时增加改善土颗粒表面性质的添加剂

5.2.14 应根据试配结果,选择满足要求的配合比作为设计配合比。当有一组以上配合比满足要求时,应选择较为经济的配

合比;当原材料来源或性质发生显著变化时,应重新进行配合比设计。

**5.2.15** 流态固化土施工配合比应根据现场原料土实际含水率变化对设计配合比进行必要调整。

## 6 施 工

### 6.1 准 备

6.1.1 流态固化土填筑施工前应掌握和了解以下信息：

- 1 现场施工条件；
- 2 工程填筑要求和施工进度计划；
- 3 原料土与固化剂材料来源及性能，施工器械及主要施工设备的规格和数量；
- 4 施工安全评估、交通运输、环境条件和环保要求等。

6.1.2 施工设备应按施工方案安排有序进场，并应做好设备安装、调试和标定等工作。

6.1.3 原材料应按使用计划安排有序进场，并应进行复核检验工作；原料土应进行分类管理，固化剂和外加剂应按要求条件存放，检验通过后方可使用。

6.1.4 填筑前应确认满足填筑条件，应及时清除填筑区沟槽、基坑、填筑作业面上的杂物和积水；当地下水位高于填筑区时，应有降低地下水位的措施；天气干燥时，应保持填筑区基底湿润，但不应有积水。

### 6.2 制 备

6.2.1 流态固化土制备宜在专用搅拌站集中拌合，也可采用移动式制备设备现场搅拌，作业场地应获得许可并满足环保要求；当采用移动式制备设备现场搅拌时，尚应符合现行重庆市工程建设标准《建筑施工现场扬尘控制标准》DBJ50/T-386 的规定。

6.2.2 流态固化土制备的设备宜包括预处理设备、物料输送设备、配料计量设备以及流态固化土专用搅拌机等,并应根据场地条件、施工工期和生产量等情况进行配置,应满足连续施工作业的能力。

6.2.3 流体固化土制备设备宜具有自动计量功能,且满足生产数量和精度要求,可实时显示各原料的输送速率和配料总量。各原材料计量允许偏差应符合表 6.2.3 的规定。计量设备应定期进行校准,校准频率宜为每 3 月一次。

表 6.2.3 原材料计量允许偏差

序号	原材料	用量质量偏差
1	原料土	$\pm 3\%$
2	固化剂、水	$\pm 2\%$
3	外加剂	$\pm 1\%$

6.2.4 流态固化土制备的工艺流程宜参照图 6.2.4 实施。

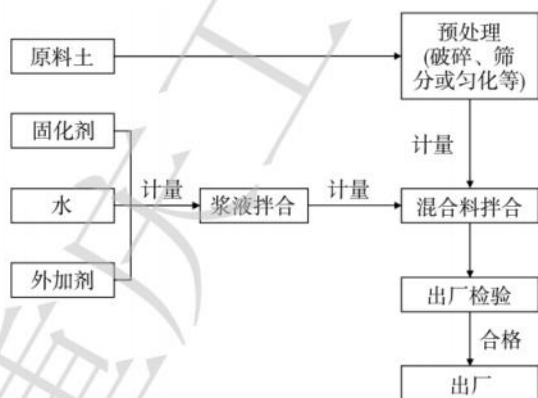


图 6.2.4 流态固化土制备工艺流程图

6.2.5 原料土应在制备前进行预处理,粗粒土应进行破碎、筛分处理,保证颗粒均匀;细粒土宜增加解泥步骤,可加水制备成泥浆并过筛。

**6.2.6** 流态固化土的制备过程可分为制作固化剂浆液和混合搅拌原料土两部分。固化剂浆液制作应按照原料土含水率、固化剂掺入比和拌合后固化土流动度设计值配制,并将固化剂、水、外加剂使用专业制浆设备搅拌成浆液。混合搅拌原料土应将原料土和固化剂浆液使用专用搅拌机进行拌合,搅拌时间不应少于2min,应保证拌合料满足均匀性、和易性要求。

**6.2.7** 专用搅拌站集中拌合制备的流态固化土宜采用混凝土罐车运输至施工现场,运输要求应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

**6.2.8** 运输过程应使流态固化土均匀不离析,运输过程和填筑前不应添加水或其他外加剂。

**6.2.9** 应做好制备、运输和填筑之间的衔接工作,流态固化土制备完成至填筑的时间间隔不应超过 2h,若间隔时间超过 2h,宜在制备时掺入适量缓凝剂调整。

### 6.3 填 筑

**6.3.1** 流态固化土可采用泵送或直接浇筑(溜槽或溜管)方式填筑,具体填筑方式应根据施工现场条件和流态固化土性能确定。

**6.3.2** 填筑前应考虑流态固化土凝固前对模板和支撑的侧压力,模板位置、尺寸应准确,支撑系统的强度、刚度和稳定性应满足要求;还应考虑流态固化土凝固前对结构或设施的浮力作用带来的负面影响,并应准备相应的防治措施。

**6.3.3** 填筑前应测试流动度值,应满足填筑要求,当固化土流动度低于 160mm 时,填筑时宜进行振捣,振捣设备可采用混凝土施工的振捣装置。

**6.3.4** 流态固化土填筑时,不得直接冲击基础、支护结构和建筑物外墙等,并做好对已设置防水系统的防护。

**6.3.5** 流态固化土应采用分段、分层填筑;分段应便于施工,不

宜超过 20m；分层厚度应根据流态固化土未硬化前对基础和建筑物侧壁或模板的侧压力确定，不宜超过 2m；首层填筑厚度不宜大于 1m，相邻片区填筑高差不宜超过 1m。

**6.3.6** 施工时应采用对称填筑，同时控制填筑速度和填筑高差；当基槽底部标高不同时，填筑宜按由低到高的顺序施工。

**6.3.7** 填筑时不得加水，同一施工段内应连续填筑，两次分层填筑间隔时间应根据经验或试验确定；上层填筑应在下层初凝之后进行。

**6.3.8** 填筑工程有防渗或其他特殊要求时，填筑分层界面应先将其表面浮浆和杂物清除，再在界面采取必要的处理措施，可在界面上填筑提高固化剂掺量 2%~3%、厚 100mm~200mm 的固化土后，再进行上一层填筑。

**6.3.9** 填筑遇到围岩塌陷、孔洞等部位时，应在相应部位埋设灌浆管路和排气管，埋管数量和位置应根据工程需要和现场施工条件确定。

**6.3.10** 填筑过程中若发现冒浆、漏浆和模板系统位移等现象时，应立即停止填筑，分析原因，并采取相应处理措施。

**6.3.11** 填筑施工时应充分考虑现场的环境气候条件，并应满足下列要求：

1 夏季施工时，应避免高温天气填筑，室外温度不宜超过 35℃，否则应设置必要的温控措施。遇大风干燥天气时，应对填筑作业面采取挡风、保湿措施，防止表面水分过快蒸发；

2 冬季施工时，流态固化土流动度宜采用小值，填筑厚度宜取大值，拌合物入模温度不得低于 5℃，应避免日平均气温 5℃以下的冬期施工，并在夜间做好相应的保温防冻工作；

3 雨季施工时，应注意雨情变化，中等雨量时应停止施工，对于已经填筑但未凝结硬化的流态固化土应采取防水措施。

**6.3.12** 流态固化土填筑应做好施工记录，施工记录表格可参照本标准附录 C 的规定。

## 6.4 养 护

6.4.1 流态固化土每层填筑完成或顶层填筑完成后,应对固化土进行养护。

6.4.2 固化土每一层填筑完成后,宜在表面自由水消失后及时用覆盖土工布或塑料薄膜进行保湿养护,土工布应保持湿润但无积水,塑料薄膜应保持膜内有凝结水;当进行上一层填筑时,应撤除土工布或塑料薄膜。

6.4.3 固化土顶层填筑完成后,应在自由水消失或抹面后及时用覆盖土工布或塑料薄膜进行保湿养护,养护应符合本标准 6.4.2 的要求;顶层固化土养护时间不应少于 7d。

6.4.4 当流态固化土无法进行覆膜养护时,应在填筑体表面流态固化土硬化后及时喷淋或喷雾养护,喷淋应采用细微水流间歇式喷洒,不得在填筑体表面形成积水。

6.4.5 冬季施工时应采取保温养护措施,可采用草帘、棉被或不小于 5cm 厚度的泡沫苯乙烯板等保温蓄热材料对填筑后的固化土进行覆盖养护。

6.4.6 养护期间内应做好安全防护措施,避免车辆和人员掉入未硬化流态固化土中;养护时长达到 7d 后方可上人,养护期结束后方可开放交通。

## 7 质量验收

### 7.1 一般规定

7.1.1 流态固化土工程质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 及现行重庆市工程建设标准《建筑与市政工程地基基础施工质量验收标准》DBJ50/T-125 的规定。

7.1.2 流态固化土的质量检验和验收应以施工段为检验单元，每个连续填筑区可划分为一个检验单元，验收的检验批可根据施工需求、质量控制和专业验收需要，按单个或若干个检验单元划分为检验批。

7.1.3 采用专用搅拌站集中拌合的流态固化土，质量检验应分为出厂检验和交货检验，供方应负责出厂检验并提供出场合格证明，需方负责交货后的复检。

7.1.4 流态固化土填筑应作为一个分项工程进行质量检验评定，填筑工程的质量检验包括原材料质量检验和流态固化土质量检验两方面，应包括表 7.1.4 中所有项目。

表 7.1.4 流态固化土的质量检验项目

检验内容		分类	检验项目
原材料		主控项目	固化剂
		一般项目	原料土
			外加剂
			水
流态固化土	开盘鉴定	一般项目	资料检验、留置试块、拌合物湿密度、凝结时间、流动度

续表7.1.4

检验内容		分类	检验项目
流态固化土	施工	主控项目	强度
			其他设计要求指标(需要时)
		一般项目	流动度
			施工现场
			养护
			标高

7.1.5 当流态固化土用作建筑地基处理等时,应根据实际工程需要增加相应的检验项目。

7.1.6 流态固化土应做好施工质量验收记录,施工验收记录表格可参照本标准附录 D 的规定。

7.1.7 固化土的施工质量验收应满足下列要求:

1 原材料、成品质量应符合设计标准,应具有完整的检验资料;

2 填筑工程应按本标准进行质量控制,各工序完毕后应进行自检,并形成记录文件;

3 质量验收资料应包括下列内容:

- 1) 施工工程设计文件和施工方案;
- 2) 固化剂出厂质量证明文件和复试检测报告;
- 3) 固化土配合比试验报告;
- 4) 隐蔽工程验收记录;
- 5) 固化土填筑记录;
- 6) 强度检测报告;
- 7) 填筑施工影像资料;
- 8) 固化土质量验收记录。

7.1.8 检验批合格质量应满足下列要求:

- 1 主控项目质量应全部检验合格;

2 一般项目合格率应在 80% 以上,且有指标要求的项目不合格点的最大偏差值不得超过规定允许偏差值的 1.5 倍;

3 应具有完整的施工质量检查记录。

7.1.9 当施工质量验收不合格时,施工单位应进行缺陷修补或返工,并应重新进行施工质量验收。

## 7.2 原材料

7.2.1 固化剂的质量检验应满足下列要求:

固化剂进场时应有验收合格文件,应按照批次对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行验收;固化剂出场超过三个月或者对其质量存疑应进行抽样复检,满足要求后方可采用。

检验数量:同一厂家、同一批号且连续进场的固化剂,应按 500t 为一检验批,当不足 500t 时,按同一批次检验,每批次抽样检测应不少于 1 次。

检验方法:检测相关质量证明报告以及抽样复验报告。

7.2.2 原料土应符合本标准 4.1 节的规定,并进行粒径、含水率、有机质含量和环境指标的检测。

检验数量:每 2000m<sup>3</sup> 检测 1 次,当土的性质发生明显变化时,重新检测。

检验方法:颗粒分析可采用筛分法测定,含水率及有机质含量可采用烧失法测定,环境指标应委托具有资质的第三方检测单位进行检测。

7.2.3 外加剂应符合本标准 4.3 节的规定。

检验数量:每 50t 为一检验批次,不足 50t 时,按同一批次检验。

检验方法:应检验外加剂的出厂检测报告。

7.2.4 拌合用水质量应符合本标准 4.3 节的规定,当采用饮用水作为施工用水时,可不检验,若采用其他水源应进行检验,质量达标方可使用。

检验数量:同一水源检查不应少于1次。

检验方法:应委托具有资质的第三方检测单位进行水质分析,检查水质分析检测报告。

### 7.3 流态固化土

**7.3.1** 首次采用的配合比,应进行流态固化土的开盘鉴定检验。原材料的检测报告和流态固化土的试配检验报告、拌合物湿密度、凝结时间和流动度应符合设计要求。

检验数量:同一配合比的流态固化土检查不应少于1次。

检验方法:应检查开盘鉴定资料,并应测试拌合物湿密度、凝结时间和流动度。

**7.3.2** 流态固化土强度应符合设计要求,评价指标可采用试样最低抗压强度,用于检验的试样应随机从浇筑前稳定卸料中段抽取,采用立方体试模,尺寸为 $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 100\text{mm}$ 。

检验数量:固化土试件留置数量应满足下列要求:

- 1 同一配合比连续填筑少于或等于 $400\text{m}^3$ 时,留置1组试件;
- 2 同一配合比连续填筑大于 $400\text{m}^3$ 时,每填筑 $400\text{m}^3$ 留置1组试件;
- 3 对于地下管廊、地铁隧道、重要建筑基础等对填筑体质量要求较高的工程,或施工条件变化较大时,每填筑 $200\text{m}^3$ 宜留置1组试件。

检验方法:应检测施工记录和强度试验报告,固化土立方体抗压强度测试方法应符合本标准附录B的规定。

**7.3.3** 流态固化土的流动度应满足设计要求。

检验数量:每拌合 $200\text{m}^3$ 应至少检验1次,每工作台面拌合不足 $200\text{m}^3$ 也应至少检验1次,每段、每层填筑区域内应至少检验1次。固化土的流动度应分别在搅拌站和填筑地检验,若采用现场拌合可只检验1次。

检验方法:应检查抽样检测报告,固化土流动度的测试方法应符合本标准附录 A 的规定。

**7.3.4** 施工现场应对填筑区内的杂物、积水清除等进行检查。

检验数量:全数检查。

检验方法:现场观察。

**7.3.5** 固化土填筑完成后应及时进行养护,养护时间和方法应符合本标准 6.4 节规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:现场检查。

**7.3.6** 固化土最终填筑完成后,应按设计要求检查顶点标高,误差不应超过 $\pm 20\text{mm}$ 。

检验数量:每 $100\text{m}^2$ 检查 3 点或每 $10\text{m}$ 检查 1 点。

检验方法:采用水准仪测量标高。

**7.3.7** 流态固化土有泌水性、体积收缩、抗渗和重金属浸出物毒性等设计要求时,应符合本标准 5.1 节规定。

检验数量:同一工程、同一配合比的固化土,取样不得少于 1 次。

检验方法:泌水率的测试应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法》GB/T 50080 有关规定;干缩系数的测试应符合现行行业标准《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG 3441 有关规定;渗透系数的测试应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 有关规定;重金属浸出物的测试应符合现行国家标准《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》GB 5085.3 有关规定。

## 附录 A 流态固化土流动度测试方法

**A.0.1** 本附录规定了流态固化土流动度的测试方法。

**A.0.2** 试验材料应满足下列要求：

- 1 原料土应符合本标准 4.1 节的规定。当土样中含有粗颗粒时,应进行破碎,并筛除 20mm 以上颗粒备用;
- 2 固化剂应符合本标准 4.2 节的规定;
- 3 外加剂应符合本标准 4.3 节的规定;
- 4 水应符合本标准 4.3 节的规定。

**A.0.3** 设备仪器应满足下列要求：

- 1 搅拌设备等应符合现行行业标准《水泥石灰土配合比设计规程》JGJ/T 233 的规定;
- 2 流动度测试装置为内壁光滑,上下贯通的空心亚克力玻璃圆筒,内径 80mm,高 80mm;
- 3 边长不小于 500mm 的光滑亚克力玻璃平板 1 块;
- 4 秒表 1 块;
- 5 钢尺 1 把,量程为 500mm,精度为 1mm。

**A.0.4** 测试应按下列步骤进行：

- 1 应将玻璃平板水平放置,将空心圆筒置于玻璃平板的中央;
- 2 应将拌合物缓慢倒入空心圆筒,使拌合物充满空心圆筒,并沿顶端刮平,刮去多余的拌合物,擦去圆筒外壁及玻璃平板上的残留物;
- 3 应将圆筒垂直向上一一次性提起,使拌合物自然流动形成饼状物,同时开启秒表计时,1min 后用钢尺测量饼状物最大直径及其垂直方向上的直径,取二者平均值为流动度。

## 附录 B 流态固化土立方体抗压强度 测试方法

**B.0.1** 本附录规定了流态固化土立方体抗压强度的测试方法。

**B.0.2** 试验材料应满足下列要求：

1 原料土应符合本标准 4.1 节的规定。当土样中含有粗颗粒时，应进行破碎，并筛除 20mm 以上颗粒备用；

2 固化剂应符合本标准 4.2 节的规定；

3 外加剂应符合本标准 4.3 节的规定；

4 水应符合本标准 4.3 节的规定。

**B.0.3** 设备仪器应满足下列要求：

压力试验机应符合现行国家标准《试验机 通用技术要求》GB/T 2611 的技术要求，此外压力试验机精度不应低于 $\pm 2\%$ ，应使预期最大破坏荷载处于试验机全量程的 20%~80%。

**B.0.4** 试件制备应满足下列要求：

1 应根据设计配合比，将各原材料按质量比，并按一定投料顺序加入搅拌机混合均匀，获得流态固化土拌合物；流态固化土拌合物也可以在现场取样获得，取样应具有代表性和随机性；

2 试模应采用 100mm×100mm×100mm 的带底模具，应符合现行行业标准《混凝土试模》JG 237 的规定。试模内应涂刷一薄层机油或隔离剂。应将流态固化土拌合物一次性灌入试模，且应高于试模 5mm~8mm。当固化土流动度低于 160mm 时，宜采用人工振捣成型，采用振捣棒均匀插捣 20 次~25 次。待表面稍干后，应将高出试模的部分刮去并抹平；

3 制备好的试件应在温度为 20±5℃ 的环境中静置 48±2h 后拆模并编号。拆模后应将试件放在温度为 20±2℃，相对湿度

为 95% 以上的标准养护室养护至标准龄期。

**B.0.5** 抗压强度试验和计算方法应按现行行业标准《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233 规定的方法执行。

重庆工程建設

## 附录 C 流态固化土填筑记录表

流态固化土填筑记录			资料编号		
工程名称					
施工单位					
填筑部位				设计强度 (MPa)	
填筑开始 时间			填筑完成 时间		
天气情况		室外气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )		流态固化土 完成数量 ( $\text{m}^3$ )	
流态固化土 来源	搅拌站	生产厂家		供料强度 (MPa)	
		运输单编号			
	现场自拌 开盘编号				
实测流动度 (mm)		出盘温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )		入模温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	
试件留置种类、数量、编号					
流态固化土填筑中 出现的问题及处理情况					
施工负责人			填表人		

注：本表由施工单位填写。





## 本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待,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”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行时,写法为:“应符合……的规定(或要求)”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《混凝土外加剂》GB 8076
- 2 《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》GB 5085.3
- 3 《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598
- 4 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》  
GB 36600
- 5 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 6 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 7 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 8 《水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法》  
GB/T 1346
- 9 《试验机 通用技术要求》GB/T 2611
- 10 《普通混凝土拌合性能试验方法标准》GB/T 50080
- 11 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 12 《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286
- 13 《土壤固化外加剂》CJ/T 486
- 14 《软土固化剂》CJ/T 526
- 15 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》HJ 25.3
- 16 《混凝土试模》JG 237
- 17 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 18 《水泥石配合比设计规程》JGJ/T 233
- 19 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG 3441
- 20 《建筑与市政工程地基基础施工质量验收标准》DBJ50/  
T-125
- 21 《建筑施工现场扬尘控制标准》DBJ50/T-386

重庆市工程建设标准

DBJ50/T-549-2026

条文说明

2026 重 庆

重庆工程建设

# 目 次

1	总则	35
2	术语和符号	36
2.1	术语	36
3	基本规定	38
4	材料	40
4.1	原料土	40
4.2	固化剂	40
4.3	外加剂和拌合用水	40
5	设计	42
5.1	设计要求	42
5.2	配合比设计	43
6	施工	44
6.1	准备	44
6.2	制备	44
6.3	填筑	45
6.4	养护	46
7	质量验收	47
7.1	一般规定	47
7.2	原材料	47
7.3	流态固化土	47

重庆工程建设

## 1 总 则

**1.0.2** 流态固化土适用于工业与民用建筑、市政、交通、矿山、水利、能源、环保等领域填筑工程,尤其适用于狭小和异型空间、填筑深度大等填筑工程。

**1.0.3** 本标准编写过程中参考了以下团体标准和地方标准:《预拌流态固化土填筑技术标准》TCECS 1037-2022、《自密实固化土填筑技术规程》TCECS 1175-2022、《流态填筑料回填工程技术标准》T/CMEA 32-2023、《预拌流态固化土(PFSS)填筑工程技术标准》TBGEA 001-2018、《建筑垃圾与工程泥浆再生自密实填筑技术规程》DB31/T 1483-2024、《预拌流态固化土回填技术规程》DB13/T 5821-2023 和《预拌流态固化土工程应用技术标准》DBJ51/T 188-2022 等。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

**2.1.2** 可用于生产流态固化土的土料范围广泛,包含了不同种类、不同含水率和不同粒径的土。常见的有各类原状土、工程弃土和杂填土等,工程泥浆、石屑、尾矿和建筑垃圾再生料等特殊土经过一定处理后均可用作原料土。

**2.1.3** 流态固化土固化剂主要由胶凝组分和流动组分组成。胶凝组分可以采用普通硅酸盐水泥,或者类似于水泥基的以  $\text{CaO}$ 、活性  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$  为主要成分同时掺入活性激发剂制成的胶凝材料,或者前二者按一定比例混合得到的胶凝材料等;流动组分通常采用具有改善土颗粒表面性质的添加剂。将固化剂与土拌合后,通过固化剂各组分之间以及与土颗粒之间的物理和化学反应,可显著改善土的物理力学性质,达到设计要求。

**2.1.4** 根据原料土土质和填筑工程设计特殊要求,可以通过掺加外加剂改善流态固化土的性能和施工质量,以达到设计要求。主要包括为改善流态固化土的早期或最终强度等而掺入的强度外加剂和提高流态固化土流动均匀性或减小流动度损失等而掺入的流动外加剂。

对于一些特殊土料和有早强要求的流态固化土,可根据需要掺加小掺量强度外加剂,改善土体的微观结构、增强土粒之间的黏结力或促进固化过程,确保固化土体的抗压强度达到设计要求,提高工程的质量和安全性;常见的包括早强剂、缓凝剂、防水剂、金属螯合剂、外加纤维等。

对于一些特殊土料和有特殊流动性要求的流态固化土,可根

据需要掺加小掺量流动外加剂,改变浆体的流变性能、减少内摩擦或增加润滑作用,使流态固化土更易于填筑,提高工程的施工效率和质量,常见的包括分散剂、引气剂、阳离子表面活性剂、保水剂等。

**2.1.8** 用于测试拌和物流动度的测试筒,有若干类型和尺寸,如截锥筒,常见的尺寸为:上部内径 50mm,底部内径 100mm,高度 150mm;如日本常用的圆柱筒,内径 80mm,高 80mm;如美国常用的圆柱筒,内径 75mm,高 150mm。同一种拌和物在不同测试筒测试条件下的流动性是不同的。本标准采用的测试筒为内径 80mm、高 80mm 的圆柱筒。具体测试方法参见本标准附录 A。

**2.1.9** 拌和物出机后测试的为初始流动度,拌和物经过一段时间后,再次测试的为经时流动度,可根据需要测试拌和物出机后 30min、1h、2h 等时间节点的经时流动度,作为控制拌和物施工性能的指标。如经时期间有静置过程,再次测试流动度前应进行搅拌。具体测试方法参见本标准附录 A。

**2.1.10** 本标准采用边长为 100mm 的立方体试件作为标准尺寸试件。具体测试方法参见本标准附录 B。

### 3 基本规定

**3.0.1** 采用流态固化土的填筑工程设计,应根据工程实际要求明确固化土的强度、流态拌和土的湿密度和水稳系数等技术指标;同时,应提出施工性能要求,包括流动度、经时流动度等。应根据原材料情况,提前进行固化土试配,得到满足设计和施工要求的固化土配合比。

**3.0.2** 流态固化土技术的一个重要特征和优势为可以采用不同土质类型,并可考虑不同应用或施工方式。因此流态固化土技术应充分利用现场开挖及工程弃土,并根据不同施工要求优化固化剂方案和流态固化土配合比。

**3.0.3** 污染土作为原料土时,需要考虑所含成分对固化剂固化效果的影响程度,应进行预处理及充分试验验证。另外,污染土固化后对环境的影响程度应满足现行国家标准《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 36600 和现行行业标准《建设用地土壤污染风险评估技术导则》HJ 25.3 的有关规定。

**3.0.4** 流态固化土固化剂主要由胶凝组分和流动组分组成。胶凝组分可以采用普通硅酸盐水泥,或者类似于水泥基的以  $\text{CaO}$ 、活性  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$  为主要成分同时掺入活性激发剂制成的胶凝材料。因此可以考虑充分利用当地工、矿业固废等同时掺入活性激发剂作为补充胶凝材料,但应满足环保要求。

**3.0.6** 流态固化土填筑施工前施工方应根据工程要求,结合现场条件和工程进度制定专项施工方案。若遇到危险性较大的填筑工程,应组织专家对专项施工方案进行论证,论证通过后方可进行施工。

编制专项施工方案前,应详细调查了解施工作业场所情况、填筑区域周围地质条件、回填土种类、回填区域形状、回填处所受载荷、运输时间及路线等。施工方案应包括原料土和固化剂等原材料的保障供应方案、固化土配合比、每层回填厚度、施工平面布置、施工作业面处置、施工工艺和质量管理等,同时还应考虑不同施工顺序对临近建(构)筑物和场地的影响。

流态固化土填筑工程质量控制资料应包含必要的工程基本信息、施工日志、施工图纸、施工质量检查记录、安全检查记录、试验和检测记录等施工过程中的各种信息。

## 4 材 料

### 4.1 原料土

4.1.1 原料土宜采用现场开挖土、工程弃土或建筑垃圾再生料等,包括黏土、粉质黏土、粉土、砂土、混合土、杂填土、废弃工程泥浆、石屑、低品质工矿业废弃物、建筑垃圾再生料等。

4.1.2 现有工程实践表明,由于受拌合设备影响,原料土中颗粒最大粒径过大时容易引起搅拌设备损坏,随着拌合设备的不断改进,对粒径的要求没有那么严格,只要与拌合设备相匹配即可,但考虑流动性要求,最大粒径不得大于60mm;泵送填筑时,粒径大于20mm时容易引起堵塞;粒径不满足要求时,应采用振动筛进行拌前分选。

### 4.2 固化剂

4.2.2 本条规定了固化剂净浆的工艺指标要求。液态固化土施工时,若从搅拌到填筑时间不超过1h,净浆流动度可不作要求。固化剂应能满足固化土工程设计和环保要求的相关性能。

### 4.3 外加剂和拌合用水

4.3.1 本条规定了外加剂的使用原则。液态固化土常用外加剂性能指标应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076和现行行业标准《土壤固化外加剂》CJ/T 486的规定。对于新型外加剂,需要有充分的试验数据作为应用的支撑。

**4.3.3** 流态固化土一般不配钢筋,其用水标准一般不需要达到钢筋混凝土拌和用水的标准,若干指标可以适当放宽。但如果固化土可能影响周边钢筋混凝土结构的耐久性时,应考虑加强对拌和用水质量的控制。

## 5 设计

### 5.1 设计要求

**5.1.2** 流态固化土无须采用压实工艺,因此不再有压实度的技术要求。作为一种工程材料,强度是一个非常重要的技术指标。压实型固化土其他的一些技术指标,也将逐步转化成强度指标控制;流动度是确保拌和物施工性能的重要指标。因此,设计应明确提出流态固化土的强度和流动度指标。除了强度和流动度指标,有的工程还有泌水性、体积收缩、抗渗和重金属浸出物毒性等特殊要求,应针对性研究。

**5.1.3** 本条给出了一般情况下流态固化土强度设计的建议值,供设计参考使用;设计应根据具体工程的特点,针对性提出强度要求。考虑流态固化土填筑的应用要求和经济性,一般 28d 抗压强度在 0.3MPa~2.0MPa 之间。同时参考美国混凝土协会(ACI116R)将 28 天抗压强度不大于 8.3MPa 的材料定义为可控低强度材料(CLSM, controlled low strength material),本标准将流态固化土的强度上限值定为 8.0MPa。当工程有特殊需要,要求 28d 抗压强度高于 8.0MPa 时,应通过专项配合比试验验证其技术可行性与经济合理性;或者可以考虑采用混凝土技术体系。

流态固化土的强度测试不同于道路基层的无侧限抗压强度测试方法,通常采用边长为 100mm 的固化土试件 28d 立方体抗压强度作为设计、质量控制和验收的主要依据。同时明确了按照本标准附录 B 的方法进行强度测试。测试强度的龄期可以根据工程特点提出,一般为 28d,对于有早强要求的可为 7d 或 14d;对于不需要较早使用的工程,可为 56d、90d、120d 和 180d 等。设置

长龄期检验强度,有利于充分利用当地的低活性废渣作为胶凝材料的原材料,促进绿色减排。

**5.1.4** 用于测试拌和物流动度的测试筒,有若干类型和尺寸,同一种拌和物在不同测试筒测试条件下的流动度是不同的。本标准采用的测试筒为内径 80mm、高 80mm 的圆柱筒。具体测试方法参见本标准附录 A。

## 5.2 配合比设计

**5.2.2** 考虑到工程实际生产和填筑施工多种不可控因素影响,为了确保固化土的强度和稳定性,进行配合比设计时应留有一定富余度;在实验室配制的流态固化土抗压强度目标值不小于设计强度值的 1.2 倍,这样可以确保在实际施工过程中,固化土能够达到预期的强度要求,并且具有一定的安全储备。

**5.2.7** 考虑到外加剂用量一般较少或可能不用,水固比计算公式(5.2.7)未考虑外加剂的影响。

**5.2.8** 考虑到外加剂用量一般较少或可能不用,拌合用水量计算公式(5.2.8)未考虑外加剂对用水量的影响。

## 6 施 工

### 6.1 准 备

**6.1.1** 正式施工前应对施工现场进行踏勘,对工程进行详细调查,熟知施工作业条件、施工区周边地质情况、回填土料和固化剂的来源及种类、生产设备的布置、材料运输路线及时间等,为编制专项施工方案提供详细准确的信息。

**6.1.3** 流态固化土的质量主要受原料土种类及其物理性质(细粒含量等)、固化材料种类的影响,对原料土进行分类管理能够保障流态固化土在一定条件下获得特定性能,进场原料土性能应符合本规范 4.1 节的规定。

### 6.2 制 备

**6.2.1** 集中搅拌站流态固化土制备设备通常包括以下几个系统:

1 固化剂各组分存储输送及计量系统。主要存储、输送及计量固化剂各组分,采用螺旋机将固化剂输送至浆液搅拌机,采用电子称进行计量控制;

2 水输送及计量系统。采用清水泵输送拌合水,采用计量计进行计量;

3 浆液拌合及输送计量系统。将固化剂、水和外加剂拌合成固化剂浆液,原材料多为细粉颗粒,搅拌设备应具有密闭性,采用电磁流量计对固化剂浆液进行计量,并按照设计配合比投入至搅拌机;

4 原料土输送及计量系统。采用配料机和输送带将原料土

运送至搅拌器,采用电子称重进行计量控制;

5 流态固化土拌合系统。配备专用的搅拌机,将固化剂浆液和原料土均匀搅拌成流动度满足设计要求的流态固化土。

6.2.3 原料土、固化剂、水、外加剂等原材料用量变化会对固化土的性能产生较大影响,若拌合设备的计量偏差过大,导致固化土实际施工配合比过于偏离设计配合比,进而影响固化土强度、流动度、凝结时间等指标,最终影响填筑效果。本条规定了原料土、固化剂、水和外加剂的计量偏差,确保流态固化土保持质量稳定。

6.2.5 流态固化土的强度主要由原料土粗细粒占比和固化剂掺量决定。粗粒土(一般指粒径大于20mm的土)应经破碎、筛分,使土的粒径均匀、外型相对规则,增加细粒占比,使其与固化剂浆液拌合时扩散更均匀,保证运输时不易泌水离析。细粒土主要包括粉土和粘土,宜先将其解泥制备成泥浆状,再与固化剂浆液进行搅拌混合。

6.2.9 流态固化土填筑施工应选择合适的集中搅拌站点,应控制固化土搅拌至填筑之间的时间间隔,若遇到泵送距离远、设备停电、设备故障等工况,会导致流态固化土不能及时浇筑,过长的时间间隔将导致拌合好的固化土发生凝结,无法满足流动度设计要求。

## 6.3 填 筑

6.3.2 流态固化土填筑施工常采用分层、分段施工,施工前必须采取支模和支撑措施,为保证施工质量和安全,施工前应验算模板及支撑强度、刚度和稳定性,满足施工过程中固化土的侧压力要求。除此以外,流态固化土初凝前需要克服其对管道的浮力问题,管径越大,浮力和重力比值越高,当理论浮力大于管节自重时,为简化施工程序,管道可分两次填筑,首次可填筑至管道中线处。

6.3.5 流态固化土处于流态时会对侧壁产生一定的侧向压力,

应采用分层分段填筑,避免填筑过程中对边槽和管线产生较大的侧向压力,填筑作业应对称进行。

**6.3.6** 为使基础、建筑物等受力均匀,预防填筑作业时流态固化土因基槽标高不一致产生分层离析现象,应保证同一施工段内填筑高差尽量一致,相邻片区填筑高差要小。

**6.3.7** 填筑作业时向流态固化土中加水会改变其水灰比,出现强度降低、沉降离析加速、表面气泡增多等问题,影响固化土使用性能,因此严禁在填筑过程中加水。

**6.3.11** 应按照本条规定遵守高温施工、冬季施工流态固化土填筑温度的上下限要求,气温较高时,流态固化土水分蒸发加快,初凝时间大幅缩短,应适当增加拌合料的流动度。流态固化土填筑为湿法施工,间断零星小雨可不停止填筑作业,已填筑尚未硬化表面应进行覆盖并做好排水措施,以防表面积水影响固化过程。

## 6.4 养 护

**6.4.2** 温度在 $10^{\circ}\text{C}$ 以上时,可采用土工布或塑料薄膜等简单养护; $30^{\circ}\text{C}$ 以上高温或大风天气,流态固化土内水分快速蒸发,且固化剂反应加剧,表面急剧蒸发失水,引起干燥收缩衍生裂纹增多,因此养护时若采用土工布或塑料薄膜最好配合喷水措施。

**6.4.3** 根据工程需要,可在固化土硬化后 $2\text{h}\sim 3\text{h}$ 内进行抹面处理,必要时可在抹面时撒布少量固化剂,之后再及时覆盖土工布或塑料薄膜进行养护。

**6.4.5** 冬季施工时,应采取一定措施避免流态固化土在初凝前受冻,出现冻胀拉裂或上层结冰下层不硬化的问题。

**6.4.6** 最后一层填筑的流态固化土受上层荷载影响最大,为避免交通荷载对养护前期流态固化土造成影响,应在养护 $7\text{d}$ 后方可上人,养护期结束后方可开放交通。

## 7 质量验收

### 7.1 一般规定

**7.1.4** 流态固化土的质量检验主要包含原材料质量检验和流态固化土质量检验两部分内容,具体分为主控项目和一般项目两类。当设计对流态固化土的泌水性、体积收缩、抗渗和重金属浸出物毒性等提出要求时,应将这些指标列为检验项目的主控项目。

**7.1.9** 流态固化土填筑工程验收不合格的项目,必须进行修补或返工,只有经过重新检查验收合格后,项目才能正常投入使用运行。

### 7.2 原材料

**7.2.1** 固化剂进场时应提供产品合格证、出厂检测报告;当固化剂出场超过三个月或者对其质量存疑时,在施工前应进行抽样复检,查看抽样复验报告,复检合格后方可使用。鼓励使用矿渣、粉煤灰、钢渣和废石膏等废弃物作为辅助固化材料,此类材料经试验合格后也可作为固化剂使用。

### 7.3 流态固化土

**7.3.2** 用于强度检验的试样,当流态土采用罐车等运输至施工现场时,应随机从同一运输车卸料量的 1/4 至 3/4 之间抽取;当流态土现场搅拌时,应避免搅拌初始和结束阶段可能不均匀的部

分,从稳定、连续的出料口中段取样。

**7.3.3** 流态固化土的流动度,需结合设计要求和现场具体情况提出合理的范围值。