

### 流态固化土填筑应用技术规程

2026 - 04 - 07 发布

2026 - 07 - 07 实施

黑龙江省市场监督管理局  
黑龙江省住房和城乡建设厅

发 布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号 .....	2
4.1 表示百分比的符号 .....	3
4.2 表示比值的符号 .....	3
4.3 表示质量或单位体积质量的符号 .....	3
4.4 表示湿表观密度的符号 .....	3
5 基本要求 .....	3
6 设计 .....	4
6.1 一般要求 .....	4
6.2 设计要求 .....	4
7 材料与配合比 .....	5
7.1 一般要求 .....	5
7.2 材料 .....	5
7.3 配合比 .....	7
8 流态固化土制备 .....	13
8.1 一般要求 .....	13
8.2 工艺 .....	13
8.3 制备 .....	14
9 施工 .....	14
9.1 准备 .....	14
9.2 填筑方式与振捣 .....	15
9.3 常温填筑 .....	15
9.4 冬期填筑 .....	16
9.5 养护 .....	16
10 质量检验与验收 .....	16
10.1 一般要求 .....	17
10.2 质量检验 .....	17
10.3 质量验收 .....	20
11 安全施工与环境保护 .....	20
11.1 一般要求 .....	20
11.2 安全施工 .....	21
11.3 环境保护 .....	21

附录 A（规范性）	流态固化土无侧限立方体抗压强度测试方法	22
A.1	试验材料与设备	22
A.2	试件制备与试验方法	22
附录 B（资料性）	流态固化土施工记录	23
附录 C（资料性）	隐蔽工程检查验收记录表	24
附录 D（资料性）	流态固化土质量验收记录	25
附录 E（规范性）	流态固化土实体钻芯取样无侧限立方体抗压强度试验方法	27
E.1	钻芯取样方法	27
E.2	无侧限立方体抗压强度试验	27

## 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅负责组织实施。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅负责解释。

本文件起草单位：黑龙江省建工集团有限责任公司、黑龙江省土木建筑学会、哈尔滨工业大学、黑龙江省建设投资集团有限公司、北大荒建设集团有限公司、黑龙江省农业开发建设集团有限公司、黑龙江建筑职业技术学院、黑龙江工程学院、黑龙江省寒地建筑科学研究院、黑龙江省黑建一建筑工程有限责任公司、黑龙江省三建建筑工程有限责任公司、黑龙江省四建建筑工程有限责任公司、黑龙江省六建建筑工程有限责任公司、黑龙江省八建建筑工程有限责任公司、黑龙江星海建设工程发展有限公司、黑龙江省龙元建设发展有限公司、黑龙江龙华岩土工程有限公司、哈尔滨学院、哈尔滨市建筑工程研究设计院有限公司、哈尔滨第一市政工程有限公司。

本文件主要起草人：石新波、王海云、肖会刚、张成武、李梓丰、王威、邵斌、汪鸿山、马黎黎、江守恒、温香芝、何檀、张威、刘福昌、林宝臣、赵宪达、裴金哲、李昊、王海恒、王春生、刘立君、李永昌、武晓东、王君、姚玉峰、苏典帅、李宁、陈宏佳、柳尧军、王运东、赵文良、刘萍、王一琪、张春良、刘中华、唐博、杨治国、邓君帅、孟斌、刘富军、赵连平、赵欣、宋志敏、刘睿、胡浩、冯强、林旭、王若尘、董宪章、郭海龙、艾宏宇、周盛桐、曹宇、孙丽英、张鹏、刘虹、陈德兴、王厚纯、刘佳欢、许文跃、邢立国、李松涛、刘英健、刘欣、王旭阳、丁思名、王文琦、谢宇琨。



# 流态固化土填筑应用技术规程

## 1 范围

本文件规定了流态固化土填筑应用技术的术语和定义、符号、基本要求、设计、材料与配合比、流态固化土制备、施工、质量检验与验收、安全施工与环境保护等内容。

本文件适用于黑龙江省行政区域内流态固化土填筑应用技术。

## 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/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法

GB 5085.1 危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别

GB 6566 建筑材料放射性核素限量

GB/T 8076 混凝土外加剂

GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法

GB/T 14848 地下水质量标准

GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料

GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准

GB/T 50123 土工试验方法标准

CJ/T 486 土壤固化外加剂

CJ/T 526 软土固化剂

HJ/T 299 固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法

JC/T 2199 泡沫混凝土用泡沫剂

JC/T 2357 泡沫混凝土制品性能试验方法

JGJ 63 混凝土用水标准

JGJ 79 建筑地基处理技术规范

JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程

JGJ/T 384 钻芯法检测混凝土强度技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 流态固化土

在原料土中按比例加入水、固化剂、外加剂及其他添加材料后搅拌均匀，满足设计要求的流动性且凝固后能达到设计规定强度的拌合物。

3.2

**轻质流态固化土**

在流态固化土（3.1）中掺加泡沫剂、轻质材料等物料后搅拌均匀所形成的满足设计要求的流动性和强度且湿表观密度低于 $1\ 000\ \text{kg}/\text{m}^3$ 的轻质拌合物。

3.3

**原料土**

用于生产流态固化土的具有不同物理、力学性质的土。

3.4

**固化剂**

能够将原料土固化并与改善土颗粒表面功能性外加剂和活性激发剂具有相容性的功能材料。

3.5

**外加剂**

为改善流态固化土的和易性、泌水性或强度等性能在拌制过程中或拌制后添加的调节材料。

3.6

**坍落度**

流态固化土拌合物装入坍落度筒抹平后提起筒体在自重作用下产生的下坍高度。

3.7

**无侧限立方体抗压强度**

流态固化土立方体试件在 X 轴和 Y 轴方向无侧限条件下抵抗 Z 轴方向单位面积上应力最大值。

3.8

**配合比**

流态固化土所选用各种材料之间的质量比例关系。

3.9

**解泥**

通过机械设备将成团的土块或粘性泥聚体在水中打散,使其成为可与固化剂或其他材料充分拌合的细颗粒泥浆的一种物理措施。

3.10

**冬期填筑**

连续5 d日平均气温低于 $5\ ^\circ\text{C}$ 时进行的流态固化土填筑作业。

3.11

**渗透系数**

在单位水力梯度、常温（ $20\ ^\circ\text{C}\pm 2\ ^\circ\text{C}$ ）条件下，流态固化土硬化体达到规定龄期后允许水或其他流体在单位时间内垂直通过试件单位截面积的体积流量。

3.12

**水稳系数**

流态固化土在保水状态下的无侧限立方体抗压强度与干燥状态下（标养状态下）的无侧限立方体抗压强度之比。

3.13

**细粒土**

粒径小于等于 $0.075\ \text{mm}$ 的颗粒（细粒组，即粘粒、粉粒）质量大于或等于总质量 50%的土。

4 符号

下列符号适用于本文件。

#### 4.1 表示百分比的符号

$\alpha$ : 表示固土比 ( $G/T$ )，即每立方米流态固化土中固化剂掺入占拌合物中干土质量百分比，系百分比率 (%)。

$\alpha_{fd}$ : 表示防冻剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)。

$\alpha_{fs}$ : 表示防水剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)。

$\alpha_j$ : 表示减水剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)。

$\alpha_p$ : 表示泡沫剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)。

$\alpha_q$ : 表示轻质材料占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)。

$\alpha_z$ : 表示早强剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)。

$w_0$ : 表示试验用原料土的含水率，系百分比率 (%)。

#### 4.2 表示比值的符号

$G/T$ : 表示固土比，即每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中固化剂与干土之比，无单位。

$W/F$ : 表示水粉比，即每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中水与粉状原材料之比，无单位。

$W/G$ : 表示水固比，即每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中水与固化剂之比，无单位。

$W/T$ : 表示水土比，即每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中水与干土之比，无单位。

#### 4.3 表示质量或单位体积质量的符号

$m_0$ : 表示试配量下的含水原料土质量，单位为千克 (kg)。

$m_{fd}$ : 表示每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中防冻剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$m_{fs}$ : 表示每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中防水剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$m_g$ : 表示每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$m_{gsp}$ : 表示试配量下的固化剂质量，单位为千克 (kg)。

$m_j$ : 表示每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中减水剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$m_p$ : 表示每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中泡沫剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$m_q$ : 表示每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中轻质材料的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$m_w$ : 表示每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中用水量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$m_y$ : 表示每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中所用原料土的干质量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$m_z$ : 表示每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中早强剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

#### 4.4 表示湿表观密度的符号

$\rho_{st}$ : 表示不掺外加剂流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$\rho_{stfd}$ : 表示掺防冻剂流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$\rho_{stfs}$ : 表示掺防水剂流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$\rho_{stj}$ : 表示掺减水剂流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$\rho_{stp}$ : 表示掺泡沫剂流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$\rho_{stq}$ : 表示掺轻质材料流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

$\rho_{stz}$ : 表示掺早强剂流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

### 5 基本要求

- 5.1 采用流态固化土填筑的工程应进行专项填筑设计，性能指标应根据工程实际要求确定。
- 5.2 配制流态固化土的原材料中不应混入危害性废物与污染废料，不应使用被放射性物质污染的原料土作为流态固化土的配制原材料。
- 5.3 当确定原料土被污染时首先应检测污染物的种类，当确定为非放射性物质时应对原料土进行专项研究并获准允许使用的要件。
- 5.4 填筑后的流态固化土不应危害其接触物或墙体面并应符合环保要求。
- 5.5 流态固化土的配制应充分利用工地开挖土、工程废弃物和采矿业废弃物、建筑垃圾再生料、采矿尾矿、采煤业废弃物与燃烧后的废弃物、采石业废弃物等细土类原料土，并根据设计要求、开挖土、细粒土的性质以及施工条件，优选固化剂的品种和优化流态固化土的配合比。
- 5.6 流态固化土填筑施工前应制定专项施工方案并进行全过程质量控制跟踪，做到工程施工记录完整、试验报告和检测报告等技术文件齐全、施工影像留置符合要求。
- 5.7 对于缺少流态固化土填筑工程经验的地区在施工前应进行工艺试验，确定可行的工艺参数。
- 5.8 填筑施工前应对流态固化土的原料土、固化剂、外加剂和水进行检测，施工过程中应对流态固化土拌合物的流动性和泌水性及施工环节进行留取试块并质量检验，且按检验批进行验收。
- 5.9 流态固化土的制备、施工应符合安全、绿色、环保要求。
- 5.10 流态固化土冬期施工应符合 JGJ/T 104 的相关规定。

## 6 设计

### 6.1 一般要求

- 6.1.1 流态固化土设计应遵循安全性、适用性和经济性原则。
- 6.1.2 流态固化土填筑工程设计应明确流态固化土的强度、湿表观密度、坍落度或扩展度性能要求，对于特殊工程可根据工程特点，经过专项研究和论证提出流态固化土的耐久性能和变形性能，必要的环保性能和其他要求。
- 6.1.3 采用流态固化土的填筑工程应以无侧限立方体抗压强度要求作为设计、施工质量控制和验收的主要技术指标，并根据工程特点明确流态固化土的强度测试龄期要求。
- 6.1.4 对于没有特殊要求的填筑工程流态固化土 28 d 或更长龄期的无侧限立方体抗压强度最低限值宜不低于 0.3 MPa，最高限值宜不高于 8.0 MPa，需要二次开挖或拆除的临时性填筑部位，流态固化土 28 d 或更长龄期的无侧限立方体抗压强度宜不高于 1.0 MPa，流态固化土无侧限立方体抗压强度的测试方法按附录 A 规定执行。
- 6.1.5 流态固化土湿表观密度测试方法按 GB/T 50080 的规定执行。
- 6.1.6 流态固化土的坍落度或扩展度的测试方法按 GB/T 50080 的规定执行。
- 6.1.7 对于非地下环境中的填筑工程应提出流态固化土 180 d 或 360 d 的无侧限立方体抗压强度值及抗冻性能和干湿循环等性能要求。

### 6.2 设计要求

- 6.2.1 无特殊要求时流态固化土的设计指标按表 1 确定，并应符合下列规定：
  - a) 当流态固化土服役环境处于地下水位以下或水位变动区时，流态固化土无侧限立方体抗压强度设计值应根据工程所处条件在表 1 基础上提高 40%以上；
  - b) 当轻质流态固化土服役环境处于地下水位以下或水位变动区时，流态固化土的体积吸水率不应超过 15%，轻质流态固化土的体积吸水率的试验方法应符合 JC/T 2357 的规定；
  - c) 当流态固化土用作建筑地基换填时应进行专项设计，技术指标应符合 JGJ 79 的相关规定。

表 1 流态固化土的设计指标

回填部位	最小无侧限立方体抗压强度 MPa	坍落度 mm	扩展度 mm
建筑、轨道交通工程等基槽，空洞或其他狭窄空间回填	0.6	180~240	≥550
室内回填	0.5		
管沟(廊)、肥槽回填	0.3		
基坑回填	0.3		
挡土墙	0.3		
孔洞回填	0.3		

6.2.2 流态固化土填筑体内有抗渗要求时应提出规定龄期的渗透系数，无龄期要求时以 28 d 龄期为基准，其渗透系数不大于  $1.0 \times 10^{-6}$  cm/s，有防治污染扩散等特殊要求时 28 d 龄期的渗透系数不大于  $1.0 \times 10^{-7}$  cm/s，流态固化土渗透系数测试方法按 GB/T 50123 中变水头渗透试验方法执行。

6.2.3 当设计对流态固化土水稳系数有要求时，水稳系数的试验方法按 CJ/T 486 有关规定执行。

6.2.4 当设计对流态固化土金属浸出物毒性有要求时，试验方法按 CJ/T 526、HJ/T 299 有关规定执行。

6.2.5 对于流态固化土固化后重金属浸出毒性的评定按 28 d 固化浸出液中重金属含量应符合 GB/T 14848 中 V 类限值的规定、pH 值符合 GB 5085.1 的规定。

## 7 材料与配合比

### 7.1 一般要求

7.1.1 配制流态固化土的原材料应优先使用工程渣土包括各类粘土、粉土、砂土、细粒土类等。

7.1.2 杂填土、有机质土（有机质含量≤5%）、净水厂尾泥等应处理后使用。

7.1.3 原料土中不应含有重污染土、盐渍土及膨胀土等特殊土且也不应含有未分类处理装修垃圾、园林垃圾及砖瓦石块。

7.1.4 原料土中添加建筑垃圾产生的细骨料、砖粉时应符合 GB/T 25176 的有关规定。

7.1.5 原料土搅拌前应筛分，颗粒粒径不大于 40 mm，当采用泵送工艺时原料土的最大粒径与输送管径之比不大于 1/3。

### 7.2 材料

7.2.1 生产流态固化土的原料土应符合下列规定：

- 采用当地的工程废弃土和采矿业废弃物、建筑垃圾再生料、采矿尾矿、采煤弃物与燃烧后的废弃物、采石业弃除物；
- 当采用杂填土、壤土、废弃工程泥浆时加强预处理和质量控制；
- 轻污染土需经试验验证满足相关要求后使用；
- 采用低品质工矿业废弃物代替部分原料土时进行充分的试验研究，满足设计要求和环保要求时使用。

7.2.2 原料土预处理和质量控制符合下列规定：

- 原料土筛分去除杂物和粒径大于 40 mm 的大颗粒土团，其中的石块粒径应按施工方式进行控制，当采用泵送工艺时原料土的最大粒径与输送管径之比不大于 1/3，采用溜槽工艺时不应大于 40 mm，超径的土料需经破碎后使用；

- b) 各类原料土中的有机物含量不应超过占土体总质量的 5%，且不应混杂有毒有害物质；
- c) 工程泥浆应分析泥浆中所用物质的化学成分，经试验后确认对液态固化土的性能及环境、墙体、槽体无污染腐蚀后使用；
- d) 配制液态固化土前应对原料土进行匀化处理并控制其稳定含水率。

7.2.3 液态固化土用固化剂可选用无机类、有机类、离子类、生物酶类等类别的材料，其状态可为粉体和液体。

7.2.4 液态固化土用固化剂的性能符合下列规定：

- a) 固化剂均质性指标应符合表 2 的规定；

表 2 固化剂均质性指标

序号	项目	指标		试验方法
		液体固化剂	粉体固化剂	
1	外观	呈均匀状态，不应有沉淀	均匀一致，不应有结块	CJ/T 486
2	含固量	(S±2.0)%	—	
3	含水率	—	(W±2)%	
4	密度 g/cm <sup>3</sup>	D±0.03	D±0.03	
5	pH值	A±1.0	—	

注：S、W、D、A分别为含固量、含水率、密度、pH值的生产厂控制值。

- b) 粉体固化剂的细度为 80 μm 方孔筛筛余应不大于 15%，试验方法应符合 CJ/T 486 的有关规定；
- c) 固化剂的净浆性能应符合表 3 的规定。

表 3 固化剂净浆性能

序号	指标	要求	试验方法	
1	净浆流动度 mm	初始	≥100	GB/T 8077
		30 min	≥90	
		60 min	≥80	
2	初凝时间 min	≥45	GB/T 1346	

注1：施工时从搅拌到填筑时间不超过1 h时对净浆流动度可不作要求。  
 注2：固化剂应能满足液态固化土设计要求的相关性能。  
 注3：固化剂的强度按工程实际和设计要求依7.3规定的配合比设计步骤配制成液态固化土确定。  
 注4：固化剂的放射性应符合GB 6566的有关规定。

7.2.5 选用的普通减水剂、高效减水剂、高性能减水剂的各项性能指标应符合 GB/T 8076 中相应减水剂剂种的要求，且普通减水剂的减水率不小于 8%、高效减水剂的减水率不小于 18%、高性能减水剂的减水率不小于 27%。

7.2.6 选用的早强剂应能有效提高液态固化土的 7 d、28 d 同龄期不掺早强剂的液态固化土强度，其抗压强度比 7 d 不小于 130%、28 d 不小于 110%，试验方法按 GB/T 8076 的规定执行。

7.2.7 泡沫剂应符合 JC/T 2199 的规定。

7.2.8 轻质材料应符合相应的材料标准及检验方法的规定。

7.2.9 防水剂应符合 GB/T 8076 的规定且防水剂性能应满足表 4 的要求。

表 4 防水剂性能

项 目		性能指标	试验方法
凝结时间之差	初凝 min	$\geq -90$	GB/T 8076
抗压强度比	28 d	$\geq 90\%$	
	48 h	$\leq 65\%$	
收缩比		$\leq 135\%$	

注：凝结时间之差中的“-”号表示防水剂流态固化土比基准流态固化土凝结时间提前。

7.2.10 选用的防冻剂应能保证流态固化土填筑后在天气最低气温为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下不冻结且在流态固化土自身温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下强度持续增长，防冻剂流态固化土强度发展要求应满足表 5 的规定。

表 5 防冻剂流态固化土强度发展要求

天气最低温度 $^{\circ}\text{C}$	指标	$0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下强度发展 $f_i/f_0$ 比			
		-7 d	-14 d	-28 d	-28 d+28 d
-10	不冻结	$\geq 10\%$	$\geq 30\%$	$\geq 50\%$	$\geq 95\%$

注 1： $f_i/f_0$ 的-7 d、-14 d、-28 d 表示流态固化土试件  $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  变负温条件下的 7 d、14 d、28 d 强度发展值与标准养护  $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下试件强度值之比。

注 2： $f_i/f_0$ 的-28 d+28 d 表示流态固化土试件在  $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  变负温条件下养护 28 d 后转入标准养护室  $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  养护 28 d 试件抗压强度值与标准养护基准流态固化土强度值之比。

注 3： $f_0$ 表示流态固化土标养 28 d 试件强度值。

7.2.11 其他外加剂使用前应进行适应性试验，对流态固化土的生产、施工和相关性能应无不良影响，采用新型外加剂前应进行专项试验验证，达到设计要求后方可使用。

7.2.12 采用混凝土搅拌站产生的废水余浆拌制流态固化土的用水量应通过试验确定。

7.2.13 采用其他来源的水拌制流态固化土应经试验验证满足设计要求时方可使用。

### 7.3 配合比

7.3.1 流态固化土配合比设计前应取得试验所需要的原料土、固化剂、减水剂、早强剂、泡沫剂与轻质材料、防水剂、防冻剂、其它外加剂、水等原材料的检测报告单，试验时应分别采用工程产生的原料土和搅拌站库存原料土进行对比试验。

7.3.2 流态固化土配合比设计需要按工程所在地点的施工条件包括填筑部位的形状、工地施工输送与浇筑的条件、被填肥槽、窄巷、空洞等荷载条件和开始浇筑的时间等，按设计提出流态固化土的性能要求，以无侧限立方体抗压强度、拌合物湿表观密度和坍落度或扩展度等指标作为流态固化土配合比设计参数，最后通过试验室试验确定满足所需性能指标的流态固化土配合比。

7.3.3 流态固化土配合比设计步骤应符合下列规定：

- 选择配合比的原材料组成；
- 确定固化剂的掺入比；
- 计算固化剂的掺入量；

- d) 确定水固比 (W/G), 计算拌合水用量;
- e) 计算外加剂用量;
- f) 确定水土比 (W/T)、水粉比 (W/F)、固土比 (G/T) 的值, 并确定土料含水率;
- g) 选定土料用量以干土质量换算为湿土质量;
- h) 假定流态固化土的湿表观密度;
- i) 计算每立方米流态固化土中各种材料的用量;
- j) 试配流态固化土配合比, 并用固土比 (G/T) 进行上下幅度调节;
- k) 确定施工用流态固化土配合比。

7.3.4 流态固化土配合比设计时以无侧限立方体抗压强度、拌合物湿表观密度和坍落度或扩展度等性能为设计指标, 并根据填筑工程的设计要求和工地施工的实际情况而定。

7.3.5 流态固化土试配试件的无侧限立方体抗压强度值应大于设计强度的 1.2 倍, 以 28 d 龄期标准养护条件下的无侧限立方体抗压强度为标准, 试验方法按 GB/T 50081 规定执行, 试件尺寸以 100 mm×100 mm×100 mm 立方体试件为准。

7.3.6 固化剂、各类外加剂、干原料土和用水量以及特殊条件下的减水剂、早强剂、泡沫剂与轻质材料、防水剂、防冻剂等材料以生产单位或供应单位说明书提供的各不同强度等级推荐掺量为基准通过试验确定, 无特殊要求时, 在无侧限立方体抗压强度为 0.3 MPa~8.0 MPa 时粉体固化剂用量范围宜为 90 kg/m<sup>3</sup>~360 kg/m<sup>3</sup>或按照占干原料土的质量 8%~27%掺入。

7.3.7 外加剂的掺入量和用水量应以拌合物运输过程中坍落度损失以及凝结时间变化的实际条件为基准。

7.3.8 流态固化土的坍落度或扩展度应满足施工要求, 当施工无明确要求时流态固化土拌合物工作性按照表 6 确定, 当需要控制流态固化土对结构或管道、设施等的浮力时应根据试验确定拌合物的坍落度或扩展度。

表 6 流态固化土拌合物工作性

工程应用类别	施工时拌合物的工作性
建筑、轨道交通工程等基槽, 空洞或其他狭窄空间的回填	根据工程需要的坍落度或扩展度选用
室内回填	一般性坍落度或扩展度为 180 mm~240 mm 或 550 mm~600 mm
基坑回填	大流动性拌合物的坍落度或扩展度为大于 220 mm 或大于 600 mm
管沟(廊)、肥槽回填	根据地下空间窄宽程度选用, 坍落度不低于 180 mm 或扩展度不小于 550 mm
临时地坪的底层	根据工程需要和设计要求选用, 对于非狭窄空间, 坍落度宜为 150 mm~180 mm, 或扩展度宜为 450 mm~600 mm
挡土墙回填、孔洞回填	根据地下空间窄宽程度选用, 坍落度不低于 200 mm 或扩展度不小于 600 mm
仅限于低层、多层建筑且地基土周围无化学腐蚀环境的地基处理	根据工程需要和设计要求选用, 对于非狭窄空间, 坍落度宜为 150 mm~180 mm, 或扩展度宜为 450 mm~600 mm

7.3.9 固化剂的类型及其掺量、外加剂的类型及其掺量、原料土用量和用水量应通过试验确定并应表达为 1 m<sup>3</sup> 流态固化土的各种材料用量。

7.3.10 固化剂的类型和掺量宜根据原料土性质、流态固化土的性质要求等因素综合确定, 固化剂的掺量宜为干土质量 8%~27%, 设计强度低时取小值, 设计强度高时取大值, 掺入比以基准计可按生产单位或供应单位推荐试配或按设计单位给出的基准值试配, 当设计单位未提供基准值时可根据地区经验确定

并按公式（1）进行计算：

$$\alpha = \frac{m_g}{m_y} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\alpha$  ——固土比（ $G/T$ ），即每立方米（ $m^3$ ）流态固化土中固化剂掺入占拌合物中干土质量百分比，系百分比率（%）；

$m_g$  ——每立方米流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米（ $kg/m^3$ ）；

$m_y$  ——每立方米流态固化土中所用原料土的干质量，单位为千克每立方米（ $kg/m^3$ ）。

7.3.11 试配时当土中含水时应先测试原料土中的含水率  $w_0$ ，以 30 kg 含水原料土为基准，固化剂用量按公式（2）进行计算：

$$m_{gsp} = \frac{\alpha m_0}{1+w_0} \quad (2)$$

式中：

$m_{gsp}$  ——试配量下的固化剂质量，单位为千克（kg）；

$\alpha$  ——固土比（ $G/T$ ），即每立方米（ $m^3$ ）流态固化土中固化剂掺入占拌合物中干土质量百分比，系百分比率（%）；

$m_0$  ——试配量下的含水原料土质量，单位为千克（kg）；

$w_0$  ——试验用原料土的含水率，系百分比率（%）。

7.3.12 选定配合比的拌合水的用量，每立方米流态固化土的水固比（ $W/G$ ）按经验选定，按配制强度高可在 2.0~5.7 之间选用，按公式（3）进行计算：

$$m_w = \left[ \frac{(W/G)\alpha - w_0}{1+w_0} \right] m_0 \quad (3)$$

式中：

$m_w$  ——每立方米（ $m^3$ ）流态固化土中用水量，单位为千克每立方米（ $kg/m^3$ ）；

$W/G$  ——水固比，即每立方米（ $m^3$ ）流态固化土中水与固化剂之比，可在 2.0~5.7 之间选用或通过试验确定；

$\alpha$  ——固土比（ $G/T$ ），即每立方米（ $m^3$ ）流态固化土中固化剂掺入占拌合物中干土质量百分比，系百分比率（%）；

$w_0$  ——试验用原料土的含水率，系百分比率（%）；

$m_0$  ——试配量下的含水原料土质量，单位为千克（kg）。

7.3.13 采用假定湿表观密度法一次投料时，无外加剂状况的流态固化土配合比组成材料为原料土、固化剂和水，外加剂均以零计，流态固化土配合比设计中，按强度等级大小每立方米干原料土的选用范围为 1 050 kg~1 350 kg，水的选用范围为 450 kg~650 kg，当采用假定表观密度法设计时最大干表观密度范围为 1 200  $kg/m^3$ ~1 800  $kg/m^3$ ，最大湿表观密度范围为 1 350  $kg/m^3$ ~1 950  $kg/m^3$ ，也可根据经验选用，试配前，也可根据经验法先进行湿表观密度测试，选取设计强度下的参数。

7.3.14 采用泥浆法二次投料的流态固化土配合比设计中，可先配制出湿表观密度为 1 100  $kg/m^3$ 、1 150  $kg/m^3$ 、1 200  $kg/m^3$ 、1 250  $kg/m^3$ 、1 300  $kg/m^3$  和 1 350  $kg/m^3$  的泥浆，然后按照经验法再选定固化剂、剩余原料土、水和必要时的外加剂用量。

7.3.15 流态固化土中选用的普通减水剂、高效减水剂、高性能减水剂等减水剂以占固化剂质量百分比表示，可按公式（4）进行计算：

$$m_j = \alpha_j \cdot m_g \quad (4)$$

式中：

- $m_j$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中减水剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )；
- $\alpha_j$ ——减水剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)；
- $m_g$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

7.3.16 流态固化土中选用的早强剂以占固化剂质量百分比表示，可按公式 (5) 进行计算：

$$m_z = \alpha_z \cdot m_g \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $m_z$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中早强剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )；
- $\alpha_z$ ——早强剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)；
- $m_g$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

7.3.17 流态固化土中选用的泡沫剂以占固化剂质量百分比表示，可按公式 (6) 进行计算：

$$m_p = \alpha_p \cdot m_g \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- $m_p$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中泡沫剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )；
- $\alpha_p$ ——泡沫剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)；
- $m_g$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

7.3.18 流态固化土中选用的轻质材料以占固化剂质量百分比表示，可按公式 (7) 进行计算

$$m_q = \alpha_q \cdot m_g \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- $m_q$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中轻质材料的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )；
- $\alpha_q$ ——轻质材料占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)；
- $m_g$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

7.3.19 流态固化土中选用的防水剂以占固化剂质量百分比表示，可按公式 (8) 进行计算：

$$m_{fs} = \alpha_{fs} \cdot m_g \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- $m_{fs}$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中防水剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )；
- $\alpha_{fs}$ ——防水剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)；
- $m_g$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

7.3.20 流态固化土中选用的防冻剂以占固化剂质量百分比表示，可按公式 (9) 进行计算：

$$m_{fd} = \alpha_{fd} \cdot m_g \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- $m_{fd}$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中防冻剂的用量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )；
- $\alpha_{fd}$ ——防冻剂占固化剂的质量百分比，系百分比率 (%)；
- $m_g$ ——每立方米 ( $m^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $kg/m^3$ )。

7.3.21 轻质流态固化土湿表观密度可根据泡沫剂的掺入量、轻质材料的表观密度与掺入量、按设计要

求的无侧限立方体抗压强度及湿表观密度控制，一般情况下取值小于  $1\ 000\ \text{kg}/\text{m}^3$ ，也可根据经验选用。

7.3.22 流态固化土配合比设计参数中的水土比 ( $W/T$ )、水粉比 ( $W/F$ )、水固比 ( $W/G$ )、固土比 ( $G/T$ ) 的选用范围为  $0.35\sim 0.45$ 、 $0.33\sim 0.37$ 、 $2.00\sim 5.70$ 、 $0.08\sim 0.27$ ，其中粉料为干土与固化剂之和。

7.3.23 流态固化土配合比可采用假定湿表观密度法进行设计，根据原料土的质量、含水量及计算的固化剂质量、用水量、必要时的减水剂掺量进行配合比试验，有早强要求的流态固化土可掺入早强剂进行试验，早强剂的掺量以占固化剂用量的百分比计算，有防水要求的流态固化土可掺入防水剂进行试验，防水剂的掺量以占固化剂用量的百分比计算，有冬期防冻要求的流态固化土可掺入防冻剂进行试验，防冻剂的掺量以占固化剂用量的百分比计算，工程要求采用轻质流态固化土时，可根据泡沫剂的发泡倍数和选用的轻质材料的表观密度与体积进行试验。

7.3.24 每立方米流态固化土中各种材料的用量可按公式 (10) —公式 (17) 进行计算：

a) 当无特殊要求时：

$$\rho_{\text{st}} = m_{\text{y}} + m_{\text{g}} + m_{\text{w}} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- $\rho_{\text{st}}$  ——不掺外加剂流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{y}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用原料土的干质量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{g}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{w}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中用水量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

注：原料土中的含水率折算为含水量并入  $m_{\text{w}}$  中，以下各公式中均相同。

b) 当设计有减水要求时：

$$\rho_{\text{stj}} = m_{\text{y}} + m_{\text{g}} + m_{\text{w}} + m_{\text{j}} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- $\rho_{\text{stj}}$  ——掺减水剂流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{g}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{j}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中减水剂的用量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{w}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中用水量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{y}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用原料土的干质量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

c) 当有早强要求时：

$$\rho_{\text{stz}} = m_{\text{y}} + m_{\text{g}} + m_{\text{w}} + m_{\text{z}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- $\rho_{\text{stz}}$  ——掺早强剂流态固化土的假定湿表观密度，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{y}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用原料土的干质量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{g}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{w}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中用水量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；
- $m_{\text{z}}$  ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中早强剂的用量，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

d) 当设计要求采用轻质流态固化土时可掺入泡沫剂或轻质材料：

1) 当单掺泡沫剂时：

$$\rho_{\text{stq1}} = m_{\text{y}} + m_{\text{g}} + m_{\text{p}} + m_{\text{w}} \dots\dots\dots (13)$$

2) 当单掺轻质材料时：

$$\rho_{\text{stq}2} = m_y + m_g + m_q + m_w \dots\dots\dots (14)$$

3) 当泡沫剂与轻质材料同掺时:

$$\rho_{\text{stq}3} = m_y + m_g + m_q + m_w + m_p \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- $\rho_{\text{stq}1}$ ——单掺泡沫剂的流态固化土的假定湿表观密度, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $\rho_{\text{stq}2}$ ——单掺轻质材料的流态固化土的假定湿表观密度, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $\rho_{\text{stq}3}$ ——同掺泡沫剂与轻质材料的流态固化土的假定湿表观密度, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_y$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用原料土的干质量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_g$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_p$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中泡沫剂的用量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_q$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用轻质材料的质量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_w$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中用水量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

e) 当设计有防水要求时:

$$\rho_{\text{stfs}} = m_y + m_g + m_w + m_{\text{fs}} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- $\rho_{\text{stfs}}$ ——掺防水剂流态固化土的假定湿表观密度, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_y$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用原料土的干质量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。
- $m_g$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_w$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中用水量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_{\text{fs}}$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中防水剂的用量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

f) 当有防冻要求时:

$$\rho_{\text{stfd}} = m_y + m_g + m_w + m_{\text{fd}} \dots\dots\dots (17)$$

式中:

- $\rho_{\text{stfd}}$ ——掺防冻剂流态固化土的假定湿表观密度, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_{\text{fd}}$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中防冻剂的用量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_g$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用固化剂的质量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_w$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中用水量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_y$ ——每立方米 ( $\text{m}^3$ ) 流态固化土中所用原料土的干质量, 单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

7.3.25 配合比试验宜采用水泥混凝土搅拌机拌制试样, 每次试配搅拌量不宜少于搅拌机公称容量的 1/4。

7.3.26 试件成型时采用 100 mm×100 mm×100 mm 标准立方体试件制作且应符合下列规定:

- a) 模具内流态固化土拌合物应高于试模顶面, 试模装满后应轻微敲击试模并每端掀起试模 20 mm 高度各下蹲 5 次后用腻子刀对每块试件沿边上下插捣 15 次, 用腻子刀沿试模顶面刮平试件并采用保鲜膜覆盖;
- b) 采用振动台振动成型时, 振动时间不超过 15 s;
- c) 控制拆模时间和养护环境, 48 h 后试件拆模。

7.3.27 流态固化土试配时应以固化剂用量为增减配比进行试配并符合下列规定:

- a) 以计算固化剂为基准，上增 3%~5%固化剂掺量为上限组，下减 3%~5%固化剂掺量为下限组，共配制 3 种不同配合比流态固化土试件；
- b) 每种配合比至少应制作 3 组标准试件，并在 20℃±2℃条件下养护至规定龄期；
- c) 经规定龄期养护后测试流态固化土的无侧限立方体抗压强度值应满足设计要求和施工要求，否则应调整配合比重新试配。

7.3.28 流态固化土试配时应测试拌合物的初始坍落度或扩展度及经时坍落度或扩展度、湿表观密度、凝结时间以及设计规定龄期的无侧限立方体抗压强度值，并应测试其他设计有要求的技术指标，流态固化土坍落度或扩展度、湿表观密度测试应符合 GB/T 50080 的规定，凝结时间的测试应符合 GB/T 1346 的规定。

7.3.29 流态固化土施工配合比优化应以满足最小抗压强度且经济性最优为准。

## 8 流态固化土制备

### 8.1 一般要求

8.1.1 制备预拌流态固化土的搅拌站应具备多处不同类别的储存原料土的封闭式现场，对于特殊土应设置专门堆场。

8.1.2 搅拌站应具有处理不同工况下各类土的破碎筛分设备和均化设备。

8.1.3 搅拌站应具有必要的原料土的混合设备和上料设备。

8.1.4 搅拌站应具备储存固化剂、减水剂、早强剂、泡沫剂与轻质材料、防水剂、防冻剂等专用且干燥的储存仓，当固化剂为粉料且罐车运输时应具备相应的专用储存罐。

8.1.5 搅拌站应具有良好的用水系统和回收固化土浆池洗刷沉淀与回水系统。

8.1.6 搅拌站宜安装消除空间粉尘的雾化喷淋设备并具备运输车进出搅拌站关口的清洗设备。

### 8.2 工艺

8.2.1 流态固化土拌合、计量应采用专用设备，拌合系统和计量系统应进行定期检查和标定，校准频率为每 3 个月至少一次。

8.2.2 流态固化土制备过程中，拌合设备应具有原材料自动计量功能，原材料质量计量允许偏差限值应符合表 7 的规定。

表 7 原材料质量计量允许偏差限值

材料	计量偏差控制
原料土	±5%
固化剂	±2%
减水剂	±1%
早强剂	±1%
泡沫剂与轻质材料	±1%
防水剂	±2%
防冻剂	±2%

8.2.3 流态固化土拌合物应使用专用搅拌机械搅拌均匀，搅拌时间不少于 3 min，专用搅拌机可分为立轴式搅拌机和卧轴式搅拌机，生产能力和性能应满足连续作业要求，搅拌机的特点和叶片形式应适合流

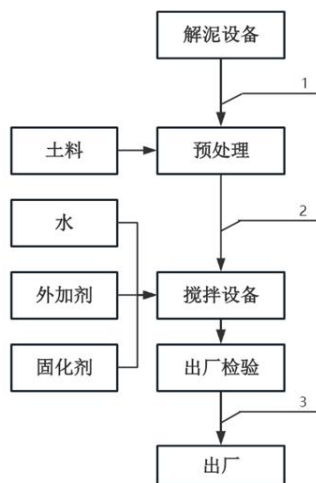
态固化土的生产特点。

8.2.4 特殊情况下流态固化土生产单位应具备原料土的解泥设备。

### 8.3 制备

8.3.1 首次制备流态固化土前应按生产配合比进行试生产，并根据试生产结果对生产配合比工艺流程进行必要的调整，确认满足设计和施工要求后再进行正式生产。

8.3.2 流态固化土制备流程示意图见图 1。



标引序号说明：

- 1——必要时；
- 2——计量；
- 3——合格。

图 1 流态固化土制备流程示意图

8.3.3 流态固化土搅拌设备的生产能力应满足连续运输和浇筑的要求，拌合时间应充分，让各组分拌合均匀，搅拌时间不小于 3 min。

8.3.4 流态固化土拌合物宜在专用搅拌站集中生产后运输到现场进行填筑，特殊工程条件允许时，经批准后流态固化土可采用移动式生产设备在现场搅拌进行填筑。

## 9 施工

### 9.1 准备

9.1.1 流态固化土填筑施工前根据工程需要取得的资料应符合下列规定：

- a) 现场施工条件；
- b) 流态固化土的运输路线与现场停车、置泵、布管等条件；
- c) 工程材料来源、施工机械及主要施工设备的数量和规格；
- d) 施工安全评估、环境评估；
- e) 特殊条件下的施工批准件。

9.1.2 流态固化土施工方案内容制定应包括原料土等材料的供应、施工平面布置、流态固化土配合比、每层回填厚度、施工顺序和检验项目及标准等，并应提出不同的施工顺序对施工现场其它作业的影响。

9.1.3 施工设备应按施工方案组织进场，并做好安装和调试。

9.1.4 专用搅拌站进行预拌流态固化土生产应按填筑数量复核检验原材料储备量，满足要求后方可开机试生产。

9.1.5 移动式搅拌站进行预拌流态固化土生产应根据现场条件规划好原材料储备量与连续后续供应能力，满足要求后方可开机试生产。

9.1.6 流态固化土填筑前应验算模板和支撑体系的强度、刚度及稳定性，并检查接缝的密封情况和预埋件的位置，回填管线沟槽、设有保温板地下室基坑肥槽施工前应验算流态固化土产生的上浮力对管线、保温板等的影响，当回填坑道等形成闭塞空间时应在顶部设置排气管或排气孔。

9.1.7 流态固化土填筑前应及时清除沟槽、肥槽、孔洞内的积水、垃圾及其他杂物，填筑区域存在孔洞、贯通的管线腔体等其他相邻地下空间时应采取防止流态固化土窜入措施，当采用水下填筑或排水法填筑时应制定专门的使用材料和施工技术方案。

9.1.8 采用水下不分散流态固化土填筑水下肥槽、狭窄空间应进行专门水下坍塌度或扩展度测试。

## 9.2 填筑方式与振捣

9.2.1 流态固化土填筑方式应根据施工现场的条件确定，采用泵送填筑方式或溜槽填筑方式，浇筑过程中不应加水。

9.2.2 采用泵送填筑或溜槽填筑时，浇筑口底部宜控制在填筑面上 1 m 以内，出料不应直接冲击沟槽侧壁、预埋管道、地下室外墙、支护结构、防水设施。

9.2.3 当流态固化土坍塌度小于 150 mm 或扩展度小于 350 mm 时宜采用辅助振捣措施，振捣设备可采用混凝土施工的振捣棒或平板振捣器。

## 9.3 常温填筑

9.3.1 流态固化土常温填筑应在天气平均温度连续 5 d 稳定高于 +5℃ 的条件下进行。

9.3.2 流态固化土常温填筑时从拌合完成至填筑时间不宜大于 6 h，当间隔时间超过 6 h 时，宜添加外加剂调整。

9.3.3 常温填筑时当日浇筑完毕后应及时清理泵送管道中残留的流态固化土，清理时产生的稀浆不应排入填筑工作面。

9.3.4 流态固化土宜采用分层分区填筑，并符合下列规定：

- a) 填筑厚度根据对侧壁或模板的侧压力确定；
- b) 每层填筑厚度宜不大于 2 m；
- c) 当填筑沟槽时采取分层对称浇筑，控制浇筑速度和高差，首次填筑不宜超过 0.5 m，并采取控制管道上浮和偏摆的措施；
- d) 相邻片区填筑高差不宜大于 1 m；
- e) 上一层的浇筑宜在下一层流态固化土初凝之后进行；
- f) 当有防渗或特殊要求时宜对分层填筑的界面处理后再进行上一层填筑，可采用提高固化剂掺量 2%~3% 的流态固化土，在界面上填筑 100 mm~200 mm 厚度的处理方式。

9.3.5 当基槽填筑底标高不一致时应按先深后浅的顺序施工。

9.3.6 多雨、高温等不利气候条件下施工时符合下列规定：

- a) 施工浇筑遇大雨或持续小雨天气时应应对未硬化的填筑体表层进行覆盖且不应再开新作业段；
- b) 避免高温天气填筑，室外温度超过 35℃ 时应设置遮阳措施。

## 9.4 冬期填筑

9.4.1 流态固化土冬期填筑应在天气平均温度连续 5 d 稳定低于+5℃的条件下实施，且施工环境最低温度应不低于-10℃。

9.4.2 冬期填筑前的准备工作应符合下列规定：

- a) 提出切实可行的冬期施工方案并经专家论证、履行审批程序后实施；
- b) 备足工程所用保温材料与防风、防止水分蒸发材料；
- c) 制定完善的测温技术措施；
- d) 进行安全培训与环境保护教育。

9.4.3 房屋的肥槽、窄巷、狭槽类沟槽填筑时宜采用早强流态固化土填筑，且填筑后应立即覆盖保温材料与防失水材料。

9.4.4 当采用防冻流态固化土填筑时应根据工程实际条件并综合防冻剂的性能及其对周边环境的影响进行选择防冻剂品种。

9.4.5 给水管线沟槽、回填后上部种植物的沟槽或肥槽回填时应采用加热法进行，采用防冻剂法时应选用尿素类为主的防冻剂品种，不应选用影响植物生长的亚硝酸盐或氯盐类防冻剂。

9.4.6 冬期填筑时预拌流态固化土的坍落度宜取小值，浇筑厚度取大值。

9.4.7 冬期填筑时流态固化土拌合物的入模温度不应低于+15℃，入模后的流态固化土保温措施构造层应通过热工计算确定。

9.4.8 冬期配制流态固化土采用含硅酸盐类、硫铝（铁）酸盐类水泥组分作为固化剂时，早强剂、防冻剂的掺入量按固化剂中水泥含量的百分比计。

9.4.9 早强流态固化土填筑后的养护温度不应低于+5℃。

9.4.10 防冻流态固化土填筑后养护温度不应低于防冻剂的规定温度。

9.4.11 非水泥类固化剂配制的流态固化土养护温度不应低于+10℃。

9.4.12 无侧限立方体抗压强度设计等级低于 1.0 MPa 的流态固化土不应进行冬期填筑。

9.4.13 对于渗透系数要求小于  $1.0 \times 10^{-7}$  cm/s 的特殊填筑体不应进行冬期填筑。

9.4.14 天气最低温度进入 0℃前进行填筑且未达到设计等级的流态固化土应进行越冬维护。

9.4.15 冬期施工流态固化土受冻临界强度应通过试验确定。

## 9.5 养护

9.5.1 非连续填筑时每一层填筑完毕或顶层填筑完毕后应对流态固化土及时进行养护，连续填筑时可填筑完毕后再进行养护。

9.5.2 流态固化土的养护可采用浇水或覆盖保湿，采用塑料薄膜覆盖养护时，流态固化土表面应覆盖严实并保持膜内有凝结水。

9.5.3 常温填筑顶层流态固化土养护龄期不应少于 14 d。

9.5.4 市政道路下管道沟槽回填需尽早开放交通的宜添加早强剂进行拌制。

9.5.5 市政道路下管道沟槽回填的流态固化土最上层浇筑完毕后有后续作业应待流态固化土强度满足要求后方可进行后续作业，顶层流态固化土在养护期间内车辆不应在浇筑面通行。

9.5.6 流态固化土填筑后突遇寒流袭击时应加强养护措施，并增加保温层的厚度，当天气温度下降幅度不低于 10℃时应应在原保温层上铺设一层厚度为 0.3 mm 塑料布，之后再铺设一层厚度为 50 mm 的保温棉被，最后覆盖一层厚度为 0.3 mm 的塑料布或彩条布，以确保流态固化土的硬化温度不低于+10℃。

9.5.7 冬期填筑流态固化土养护龄期应不少于 90 d。

## 10 质量检验与验收

## 10.1 一般要求

10.1.1 流态固化土填筑工程验收的检验批可根据施工需求、质量控制和专业验收的需要，按工程量、施工段、变形缝等进行划分。

10.1.2 流态固化土质量检验项目应符合表 8 规定。

表 8 流态固化土质量检验项目

检验内容	分类	检查项目
材料	主控项目	固化剂、减水剂、早强剂、泡沫剂与轻质材料、防水剂、防冻剂
	一般项目	水
		土
开盘鉴定	主控项目	资料检验和留置试块
	一般项目	拌合物湿表观密度、凝结时间、坍落度或扩展度
施工	主控项目	无侧限立方体抗压强度
	一般项目	坍落度或扩展度
		施工现场条件检验
		检查测温记录
	分层填筑厚度检验	

10.1.3 当设计对流态固化土填筑体的水稳系数、渗透系数、安全浸出物毒性等提出要求时应将上述参数列于试验项目的主控项目。

10.1.4 流态固化土填筑工程施工记录见附录 B 的规定。

10.1.5 流态固化土填筑工程的隐蔽工程检查验收记录见附录 C 的规定。

10.1.6 流态固化土填筑工程的质量验收记录见附录 D 的规定。

## 10.2 质量检验

### 10.2.1 固化剂

10.2.1.1 进场应按批次对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行验收，并对其强度、凝结时间进行试验，其性能应符合 7.2.4 的规定，当使用中固化剂质量有怀疑或固化剂出厂日期超过 3 个月时应再次进行强度试验，满足要求后方可使用。

10.2.1.2 检验数量按同一生产厂家、同一批号且连续进场的固化剂，每 500 t 为一批进行抽样，当不足上述数量时也按一批进行抽样，每批抽样不少于 1 次，平行检验或见证取样检测，抽检次数为施工单位抽检。

10.2.1.3 检验方法为查验固化剂的出厂检验批号、合格证及其质量保证资料且应采用见证取样检测方式对抗压强度、凝结时间进行试验。

### 10.2.2 其它外加剂

10.2.2.1 减水剂、早强剂、泡沫剂与轻质材料、防水剂、防冻剂及其它外加剂或新型外加剂检查与检验应符合 7.2.5—7.2.11 的规定。

10.2.2.2 检查数量按每批进场各类外加剂检查不应少于1次，并见证取样检测。

10.2.2.3 检验方法为查验减水剂、早强剂、泡沫剂与轻质材料、防水剂、防冻剂及其它外加剂或新型外加剂的出厂检验报告、合格证及其质量保证资料，并按照规定查验现场见证取样检测报告。

### 10.2.3 拌制用水

10.2.3.1 流态固化土拌制采用饮用水作为施工用水时，可不检验，其他情况应符合 JGJ 63 的规定。

10.2.3.2 检查数量按同一水源检查不应少于1次，同一配合比检测不应少于1次，并见证取样检测。

10.2.3.3 检验方法为委托具有资质的第三方检测单位进行水质分析化验。

### 10.2.4 原料土

10.2.4.1 原料土应进行含水率、有机质含量和粒径的检测。

10.2.4.2 检查数量按每 2000 m<sup>3</sup> 检查 1 次。

10.2.4.3 检查方法为采用烘干法、筛分法测定。

### 10.2.5 流态固化土开盘鉴定

10.2.5.1 首次使用的流态固化土配合比应进行流态固化土的开盘鉴定检验，且原材料的检测资料和流态固化土的试配检验报告、拌合物浇筑时的坍落度或扩展度应符合设计要求。

10.2.5.2 检查数量按同一配合比的流态固化土检查不应少于1次。

10.2.5.3 检验方法为检查开盘鉴定资料，测量受检段（批）拌合物浇筑的时间、拌合物坍落度或扩展度。

### 10.2.6 流态固化土湿表观密度

10.2.6.1 流态固化土湿表观密度检查与检验应符合设计要求。

10.2.6.2 检查数量按对同一配合比的流态固化土，每拌合 500 m<sup>3</sup> 时，取样不应少于1次，每工作班拌制不足 500 m<sup>3</sup>，取样不应少于1次，每段、每一层取样不应少于1次。

10.2.6.3 检验方法为用 5 L 或 1 L 容积升取样。

### 10.2.7 拌合物坍落度或扩展度

10.2.7.1 流态固化土拌合物坍落度或扩展度检查与检验应满足设计要求。

10.2.7.2 同一配合比的流态固化土取样检查数量符合下列规定：

- a) 对同一配合比的流态固化土，每拌合 500 m<sup>3</sup> 时，取样不应少于1次；
- b) 每工作班拌制不足 500 m<sup>3</sup> 时，取样不应少于1次；
- c) 每段、每一层取样不应少于1次。

10.2.7.3 检验方法为检查拌合物坍落度或扩展度的抽样检验记录。

### 10.2.8 流态固化土试件

10.2.8.1 流态固化土应进行无侧限立方体抗压强度试验并满足设计要求，用于检测流态固化土无侧限立方体抗压强度的试件应在浇筑地点随机取样制作并进行同条件养护和标准养护，试件采用立方体试模成型，尺寸为 100 mm×100 mm×100 mm。

10.2.8.2 流态固化土试件留置组数应符合下列规定：

- a) 每次填筑取样至少留置一组标准养护试件，同条件养护试块的留置组数根据现场要求确定；
- b) 同一配合比连续浇筑不大于 500 m<sup>3</sup> 时，每次浇筑制作一组试件；
- c) 同一配合比连续浇筑大于 500 m<sup>3</sup> 时，按每 500 m<sup>3</sup> 制作一组试件。

10.2.8.3 检查方法为检查施工记录及无侧限立方体抗压强度试验报告。

10.2.8.4 同条件试件养护方法符合下列规定：

- a) 应在具有代表性的填筑工作面且避免阳光直接照射的适当位置，放置拆模后的流态固化土试件，用一层塑料布严实覆盖试件，然后覆盖一层用水浇湿的麻袋片，在湿麻袋片外再覆盖一层塑料布并四周包边包裹严实；
- b) 每隔3天检查一次，当发现麻袋片变干时，应揭开外层塑料布后浇湿麻袋片，然后同时把外层塑料布盖好并包裹严实；
- c) 当浇筑工作面无合适位置，可在施工现场找出一块避开阳光直接照射或背阴的开挖深度为500 mm~1000 mm的土坑，用于存放同条件试块进行养护。

### 10.2.9 水稳系数

10.2.9.1 流态固化土水稳系数检查与检验应符合设计要求。

10.2.9.2 检查数量按对同一工程、同一配合比的流态固化土，取样不应少于1次。

10.2.9.3 检验方法为检查施工记录及水稳系数试验报告。

### 10.2.10 渗透系数

10.2.10.1 流态固化土渗透系数检查与检验应符合设计要求。

10.2.10.2 检查数量按对同一工程、同一配合比的流态固化土取样不应少于1次。

10.2.10.3 检验方法为检查施工记录及渗透系数试验报告。

### 10.2.11 金属浸出物毒性

10.2.11.1 流态固化土金属浸出物毒性检查与检验应符合设计要求。

10.2.11.2 检查数量按对同一工程、同一配合比的流态固化土取样不应少于1次。

10.2.11.3 检验方法为检查金属浸出物毒性试验报告。

### 10.2.12 回填前检查

10.2.12.1 回填前应检查槽内的杂物、积水清除情况，槽内不应存留任何杂物与积水。

10.2.12.2 检查数量：全数检查。

10.2.12.3 检验方法：检查现场观察记录。

### 10.2.13 养护

10.2.13.1 流态固化土浇筑完毕后应及时进行养护，养护时间及养护方法应符合9.5要求。

10.2.13.2 检查数量按全数检查。

10.2.13.3 检验方法为检查现场养护记录。

### 10.2.14 填筑标高

10.2.14.1 流态固化土每层填筑完成后标高符合设计要求。

10.2.14.2 检查数量按每100 m<sup>2</sup>检查3点或每10 m检查1点。

10.2.14.3 检验方法为检查水准仪标高测试记录。

### 10.2.15 冬期检查

10.2.15.1 冬期施工流态固化土检查与检验应符合9.4的规定。

10.2.15.2 检查数量按全数检查。

10.2.15.3 检验方法为检查冬期施工现场测温记录、养护记录、防冻剂出厂检验及型式检验报告、冬期施工流态固化土负温养护无侧限立方体抗压强度试验报告。

### 10.3 质量验收

10.3.1 流态固化土填筑工程的质量验收应符合下列规定：

- a) 原材料、成品应按相应质量标准进行检验，具有完整的检验资料；
- b) 填筑工程应按本文件规定进行质量控制，各工序完毕后应进行自检，并形成施工质量验收资料；
- c) 流态固化土施工质量验收资料包括的内容应符合下列规定：
  - 1) 设计文件；
  - 2) 施工方案；
  - 3) 固化剂出厂质量证明文件和复试检测报告；
  - 4) 流态固化土配合比；
  - 5) 按附录 B 规定的流态固化土填筑记录；
  - 6) 按附录 C 规定的流态固化土隐蔽工程验收记录；
  - 7) 无侧限立方体抗压强度试验报告；
  - 8) 填筑部位影像资料；
  - 9) 按附录 D 规定的流态固化土质量验收记录。

10.3.2 流态固化土填筑体的无侧限立方体抗压强度试验符合下列规定：

- a) 现场取样的流态固化土标养试件平均值符合设计要求；
- b) 当施工环境的日平均气温低于 20℃时，同条件养护试件可在等效龄期达到对应的标准养护龄期时再进行无侧限立方体抗压强度试验，等效龄期标养可按 JGJ/T 104 规定执行，同条件的试件强度数据除以 0.88 后作为强度数值验收依据；
- c) 当无法获得同条件养护试件的无侧限立方体抗压强度时在养护龄期不低于 28 d 的填筑工程中进行流态固化土钻芯取样，用钻取的芯样进行填筑体的无侧限立方体抗压强度试验，流态固化土实体钻芯取样无侧限立方体抗压强度试验方法按附录 E 的规定进行。

10.3.3 当设计对流态固化土的水稳系数、渗透系数、金属浸出物毒性等提出要求时，其测试数值应符合设计要求。

10.3.4 检验批合格质量符合下列规定：

- a) 主控项目的质量检验应全部合格；
- b) 一般项目的合格率应达到 80%及以上，且有指标要求的项目其不合格点的最大偏差值不应大于规定允许偏差值的 1.5 倍；
- c) 应具有完整的施工质量检查记录。

10.3.5 当工程质量验收一般项目不合格时，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。

## 11 安全施工与环境保护

### 11.1 一般要求

11.1.1 流态固化土开工前应做现场调查，并根据施工现场的地形、水文环境条件等对施工过程中出现的安全隐患和对环境造成的影响进行评估，提出安全施工和环境保护措施。

11.1.2 施工时应按照施工方案中的平面布置和材料运输路线进行作业，当调整平面布置和运输路线时

应分析其对填筑部位的安全影响。

## 11.2 安全施工

11.2.1 机械操作人员在操作生产时应观察机械操作半径内的情况，并与辅助人员协调沟通，在机械作业范围内不应出现无关人员，多台设备同时运行时各机械之间应保持安全距离。

11.2.2 流态固化土初凝前，肥槽、沟槽边沿应设置硬质围挡，并设置醒目的警示标志，专人看护，夜间应增设照明警示，避免人员陷入未凝固的流态固化土中。

## 11.3 环境保护

11.3.1 填筑现场使用的机械、车辆应满足环保的相关要求。

11.3.2 流态固化土生产过程中应采取防尘、防噪声措施，采用密闭、通风、防尘的办法减少和杜绝作业工人接触粉尘的机会。

11.3.3 专用搅拌站供应的流态固化土清理时运输车回到搅拌站清洗并将清洗液放入专用沉淀池，沉淀后进行滤压分离处理，移动式搅拌站现场搅拌的流态固化土应在现场分离沉淀地进行清理，妥善分离沉淀物，不应污染环境。

附录 A  
(规范性)

流态固化土无侧限立方体抗压强度测试方法

A.1 试验材料与设备

A.1.1 试验材料符合下列要求：

- a) 固化剂、减水剂、早强剂、泡沫剂与轻质材料、防水剂、防冻剂及其他外加剂或新型外加剂符合 7.2.4—7.2.11 的要求；
- b) 试验用水应符合 JGJ 63 的规定；
- c) 试验原料土在现场或专用搅拌站存土堆场进行土料取样，取样点不少于 3 个，每个取样点不少于 10 kg，每个取样点取样时从土体中部区域取样，取样后充分混合，当有大颗粒时进行破碎，筛去 40 mm 以上颗粒。

A.1.2 试验设备应符合 GB/T 50080 的规定。

A.2 试件制备与试验方法

A.2.1 试件制备应符合下列规定：

- a) 根据确定或设计的配合比，将各原材料按照一定的投料顺序加入搅拌机拌合均匀，获得流态固化土拌合物，试件制备时成型试件的拌合物应从不少于以质量计 30 kg 原料土的取样混合料中重新拌制的拌合物中取得；
- b) 当流态固化土拌合物从现场取样获得时，取样应有代表性，取样量不少于所有试件体积之和的 1.5 倍；
- c) 试模采用 100 mm×100 mm×100 mm 的模具，试件的成型按 7.3.26 规定的方法或 GB/T 50080 规定的方法执行；
- d) 试件成型后在初凝前后用抹刀抹平刮平试件，并采用塑料布或湿布覆盖，拆模后将试件移入混凝土标养室进行养护，养护过程中不应泡水。

A.2.2 无侧限立方体抗压强度试验方法应按 GB/T 50081 规定的方法执行。

附 录 B  
(资料性)  
流态固化土施工记录

流态固化土填筑记录宜按表 B.1 填写。

表 B.1 流态固化土填筑记录表

液态固化土填筑记录					资料编号	
工程名称						
施工单位						
填筑部位					设计强度	
填筑开始时间		年 月 日 时		填筑完成时间		年 月 日 时
天气情况		室外气温 ℃		最高		液态固化土填筑数量 m <sup>3</sup>
				最低		
流态 固化 土来 源	预拌流态 固化土	供应单位				供应数量 m <sup>3</sup> /h
		运输单编号				固化剂来源
		开盘配合比				外加剂来源
	自拌流态 固化土	设备型号				供应数量 m <sup>3</sup> /h
		开盘鉴定编号				固化剂来源
		开盘配合比				外加剂来源
填筑 方式	预拌流态 固化土	泵送	供应能力 m <sup>3</sup> /h		溜槽	供应能力 m <sup>3</sup> /h
			状态			状态
	自拌流态 固化土	泵送	供应能力 m <sup>3</sup> /h		溜槽	供应能力 m <sup>3</sup> /h
			状态			状态
坍落度或扩展度实测		坍落度 mm			扩展度 mm	
		搅拌站出机			搅拌站出机	
		工地			工地	
流态固化土 拌合物		冬期施工出盘温度 ℃				
		冬期施工入模温度 ℃				
试件 留置	标养 试块	试块编号				
		报告编号				
流态固化土填筑中出现的问题 及处理情况						
施工技术负责人					记录人	
注1：本表由施工单位填写。						
注2：采用其它表格可另外说明。						



附 录 D  
(资料性)  
流态固化土质量验收记录

流态固化土填筑原材料质量及配合比验收记录宜按表 D.1 填写，强度与养护验收记录宜按表 D.2 填写。

表 D.1 流态固化土填筑原材料质量及配合比验收记录表

流态固化土检验批质量验收记录(一)			资料编号		
单位工程名称				分部工程名称	
分项工程名称				验收部位	
施工单位				项目经理	
分包单位				分包项目经理	
填筑执行标准名称及 编号					
施工质量验收标准的规定			施工单位检查记录	监理(建设)单位验收记录	
主控 项目	1	土			
	2	固化剂			
	3	水			
	4	外加剂			
	5	配合比			
施工单位检查结果		专业施工员		施工组长	
		项目专业质量检查员：			
监理单位验收结论		年      月      日			
		专业监理工程师：			
(建设)单位验收结论		年      月      日			
		建设单位项目专业技术负责人：			
		年      月      日			
		注：本表由施工单位填写。			

表 D.2 流态固化土填筑质量强度与养护验收记录表

流态固化土检验批质量验收记录(二)			资料编号	
单位工程名称			分部工程名称	
分项工程名称			验收部位	
施工单位			项目经理	
分包单位			分包项目经理	
填筑执行标准名称及编号				
施工质量验收标准的规定			施工单位检查记录	监理(建设)单位验收记录
主控项目	1	流态固化土强度 MPa		
	2	流态固化土养护方式		
一般项目	1	填筑方式		
	2	流态固化土坍落度或扩展度		
	3	每盘称量或来料偏差		
施工单位检查结果		专业工长(施工员)		施工组长
		项目专业质量检查员:		
监理单位验收结论		专业监理工程师:		
		年 月 日		
(建设)单位验收结论		建设单位项目专业技术负责人:		
		年 月 日		
注:本表由施工单位填写。				

## 附录 E (规范性)

### 流态固化土实体钻芯取样无侧限立方体抗压强度试验方法

#### E.1 钻芯取样方法

E.1.1 流态固化土钻芯取样应采用混凝土钻芯取样设备，钻取实体流态固化土芯样时应采用水钻法，钻筒直径应为 80 mm，钻进深度不少于 150 mm。

E.1.2 流态固化土填筑实体的钻芯取样应符合下列规定：

- a) 流态固化土填筑实体钻芯取样，仅针对某检验批无法获取同条件养护试件无侧限立方体抗压强度时或对流态固化土填筑质量有重大疑问而缺乏其他试验数据支撑时；
- b) 流态固化土填筑实体的养护龄期不少于 28 d；
- c) 一个检验批取样不少于 3 个。

#### E.2 无侧限立方体抗压强度试验

E.2.1 流态固化土芯样处理应符合下列规定：

- a) 芯样钻取后立刻密封保存且避免失水，不应长时间直接暴露于空气中；
- b) 芯样不应有裂缝、缺陷和杂物；
- c) 当芯样断面不平采用水泥砂浆对芯样试件进行修补时，修补后的芯样断面的不平整度在 100 mm 长度上不大于 0.1 mm；
- d) 芯样原样在试验室进行切割，试件高度与直径之比应为 1:1；试件高度与直径之比的实测值不小于 0.95，也不大于 1.05；
- e) 芯样试件的端面与轴线的垂直度误差不大于  $1^\circ$ ；
- f) 沿芯样高度的任一直径与其平均值之差不大于 2 mm。

E.2.2 流态固化土芯样的无侧限立方体抗压强度试验应按 JGJ/T 384 规定的方法执行，对于同一强度等级标准的流态固化土填筑体，合格判定应符合下列规定：

- a) 三个流态固化土芯样无侧限立方体抗压强度算术平均值不应小于设计强度值的 85%；
- b) 三个流态固化土芯样中，其中一个无侧限立方体抗压强度的最小值不应小于设计强度值的 75%。