

中华人民共和国建材行业标准

JC/T XXXXX—XXXX

预拌流态固化土应用技术规范

Technical code for the application of ready-mixed fluid solidified soil

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

根据《工业和信息化部办公厅关于印发2024年第六批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2024〕503号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国家有关标准和国外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规范。

本规范共分8章和4个附录，主要内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 材料；5 设计；6 施工；7 安全与环境保护；8 质量检验与验收。

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

本规范由中国建筑材料联合会归口管理，由中国建筑科学研究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，请寄送解释单位（地址：北京市朝阳区北三环东路30号，邮编：100013，邮箱：xiasnxia@126.com）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总 则 1

2 术 语 2

3 基本规定 4

4 材 料 5

 4.1 一般规定 5

 4.2 原料土 5

 4.3 固化剂 6

 4.4 水 6

 4.5 其他材料 7

5 设 计 8

 5.1 一般规定 8

 5.2 性能设计 8

 5.3 配合比设计 10

6 施 工 13

 6.1 施工准备 13

 6.2 制备 13

 6.3 填筑与养护 14

7 安全与环境保护 17

 7.1 一般规定 17

 7.2 施工安全 17

 7.3 环境保护 17

8 质量检验与验收 18

 8.1 一般规定 18

 8.2 检验 18

 8.4 验收 20

附录 A 流态固化土流动扩展度测试方法 22

附录 B 流态固化土泌水率测试方法 24

附录 C 流态固化土立方体抗压强度测试方法 26

附录 D 流态固化土填筑验收记录表 27

附录 E 流态固化土实体钻芯取样抗压强度检验方法 28

用词说明 29

引用标准名录 30

附：条文说明 31

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms	2
3	Basic requirements.....	4
4	Materials and performance.....	5
	4.1 General requirements.....	5
	4.2 Soil.....	5
	4.3 Solidifying agent.....	6
	4.4 Water.....	6
	4.5 Other material.....	7
5	Design.....	8
	5.1 General requirements.....	8
	5.2 Performance design.....	8
	5.3 Mix proportion design.....	10
6	Constration.....	13
	6.1 Construction preparation.....	13
	6.2 Preparation.....	13
	6.3 Filling and maintenanc	14
7	Safety and environmental protection.....	17
	7.1 General requirements.....	17
	7.2 Safe construction.....	17
	7.3 Environmental protection.....	17
8	Inspection and acceptance.....	18
	8.1 General requirements.....	18
	8.2 Inspection.....	18
	8.3 Acceptance.....	20
	Appendix A Method for Determining The Fluidity of Mixture of Fluid Solidified Soil.....	22
	Appendix B Method for Determining The Bleeding Rate of Fluid Solidified Soil	24
	Appendix C Method for Determining The Strength of Fluid Solidified Soil Cubes	26
	Appendix D Record form for filling of fluid solidified soil.....	27
	Appendix E Method for Testing The Compressive Strength of FluidSolidified Soil Solid Core Sampling.....	28
	Explanation of Wording in This Specification.....	29
	List of Quoted Standards.....	30

Addition: Explanation of Provisions.....	31
--	----

1 总 则

1.0.1 为规范流态固化土的应用，保障工程质量，做到质量可控、安全适用、经济合理、技术先进、绿色环保，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于流态固化土的设计、生产、施工、质量检验与验收。

1.0.3 流态固化土应用除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 原料土 raw soil

原状土、工程弃土、废弃工程泥浆、尾矿、石屑、建筑垃圾再生料、壤土、杂填土等可用于生产流态固化土的不同含水率、不同粒径的土。

2.0.2 预拌流态固化土 ready-mixed fluidized solidified soil

由原料土、固化剂、水及必要的添加剂按照一定比例拌合均匀，形成可浇筑施工的混合料，经浇筑、养护后，固化成为具有一定强度、水稳定性、低渗透性和长期稳定的岩土工程材料，简称“流态固化土”。

2.0.3 固化剂 soil solidifier

以活性 CaO 、 Al_2O_3 和 SiO_2 为主要成分，并掺加一定比例的活性激发剂和改善土颗粒表面性质制剂制成的复合胶凝材料。

2.0.4 添加剂 additives

为改善流态固化土流动性、固化时间以及抗渗、抗裂性能等而在其生产过程中添加的调节材料。

2.0.5 固化剂掺量 mixing ratio of solidified agent

固化剂质量与土质量之比。以百分数表示。

2.0.6 配合比 mixing proportion

流态固化土组成材料的质量比例关系。一般表达为每立方米固化土拌和物的各材料组成质量。

2.0.7 流动扩展度 fluidity of mixture

流态固化土拌和物从内径 75mm、高 150mm 的圆柱形测试筒中坍落后扩展形成饼状物的直径。

2.0.8 泌水率 bleeding rate

用于表征流态固化土在运输、振捣或泵送过程中水分迁移特性匀质性的技术指标。

2.0.9 立方体抗压强度 unconfined compressive strength

固化土立方体试件在无侧限压力条件下，单位面积抵抗轴向压力的最大值，简称“抗压强度”。

2.0.10 工厂拌制法 plant mixing method

集中设置拌合基地，采用专用设备拌合制备固化土混合料的施工方法。

2.0.11 现场拌制法 on site mixing method

在施工现场就地拌合制备固化土混合料的施工方法。

3 基本规定

3.0.1 采用流态固化土填筑的工程应进行专项填筑设计。流态固化土的性能指标应根据工程实际要求确定。

3.0.2 工程建设非结构类填筑及回填工程宜采用流态固化土，并应在项目设计阶段予以明确。

3.0.3 流态固化土应充分利用工程渣土、泥浆，并协同利用其它建筑垃圾及一般工业固废，并应根据设计要求、原料土性质以及施工条件，优化固化剂组成方案及固化土配合比。

3.0.4 污染成分超标的土壤不得作为流态固化土的原料土，一般工业固废不宜完全替代原料土使用。

3.0.5 填筑工程采用流态固化土应进行全过程质量控制，并在填筑施工前制定专项施工方案。

3.0.6 流态固化土适用于地下或水下封闭环境，不宜暴露在空气中。

3.0.7 流态固化土填筑过程中应加强施工现场安全标准化管理，落实安全施工责任制，并做好施工现场环境保护工作。

3.0.8 流态固化土原材料、性能以及施工工序应按规定进行质量检验和验收，填筑施工记录和相应的试验报告等技术文件应保存完整。

3.0.9 流态固化土生产、施工应符合绿色环保的要求。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 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 及《固体废物再生利用污染防治技术导则》HJ 1091 的有关规定进行原料土含水率、比重、粒径、有机质含量、污染物含量等试验。

4.1.2 流态固化土原材料放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定。

4.1.3 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。

4.2 原料土

4.2.1 生产流态固化土的原料土应符合下列规定：

- 1 宜采用当地的工程弃土、建筑垃圾再生料、尾矿、石屑；
- 2 当采用杂填土、壤土、废弃工程泥浆时，应加强预处理和质量控制；
- 3 污染土需经试验验证，满足相关要求后方可使用；
- 4 采用低品质工矿业废弃物替代部分原料土时，应进行充分的试验研究，满足设计和环保要求时方可使用。

4.2.2 原料土应进行预处理，并应符合下列规定：

- 1 原料土应进行筛分，去除杂物和粒径大于 20 mm 的大颗粒土，超径的原料土可在破碎后使用；
- 2 原料土中含碎石时，碎石含量不超过 15%，碎石粒径不超过 20mm；
- 3 有机质含量不宜超过 5%；
- 4 工程泥浆应考虑其中化学物质对流态固化土性能的影响；
- 5 使用前宜进行匀化处理，并控制含水率稳定在一定范围内；

6 当有特殊要求时，可增加土样其它相关性能的试验。

4.2.3 原料土中添加建筑装饰垃圾中细骨料和砖粉时，应符合《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的有关规定。

4.3 固化剂

4.3.1 固化剂物理指标应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 固化剂物理指标

项目	指标要求	测试方法
外观	均匀一致，不应有结块	目测
含水率	≤1%	《软土固化剂》CJ/T 526
细度（80μm 方孔筛筛余量）	≤10%	
比表面积	≥350 m²/kg	《水泥比表面积测定方法 勃氏法》GB/T 8074

4.3.2 固化剂性能指标应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 固化剂性能指标

项目		指标要求	测试方法
净浆流动度	初始	≥100mm	《软土固化剂》CJ/T 526 附录 A
	30min	≥90mm	
	60min	≥80mm	
初凝时间		≥45min	《水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法》GB/T 1346
终凝时间		<720min	
抗压强度	7d	≥8MPa	《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》GB/T 17671
	28d	≥20MPa	

4.3.3 固化剂应能满足流态固化土设计要求的相关性能 。

4.4 水

4.4.1 流态固化土拌合用水应符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 流态固化土拌合用水水质要求

项目	指标要求
pH 值	≥4.5
不溶物(mg/L)	≤10000

可溶物(mg/L)	≤ 10000
氯化物(以 Cl^- 计, mg/L)	≤ 3500
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计, mg/L)	≤ 2700

4.4.2 回收用水作为拌合用水时, 应进行水质检测; 当采用废弃泥浆代替部分拌合水时, 应通过试验验证其对流态固化土性能无显著不利影响, 方可使用。

4.4.3 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问题时, 流态固化土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63 中关于钢筋混凝土用水的规定。

4.5 其他材料

4.5.1 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。

4.5.2 石灰应采用消石灰或生石灰粉, 并应符合现行行业标准《建筑消石灰》JC/T 481 和《建筑生石灰》JC/T 479 的有关规定。

4.5.3 粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的有关规定。

4.5.4 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定。

4.5.5 泡沫剂应符合现行行业标准《泡沫混凝土用泡沫剂》JC/T 2199 的有关规定。

5 设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 设计应遵循因地制宜、就地取材、节约土地、保护环境的原则，并应满足强度、稳定性和耐久性的相关要求。
- 5.1.2 采用流态固化土的填筑工程，应以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强度测试的龄期要求。
- 5.1.3 对于没有特殊要求的填筑工程，流态固化土 28d 或更长龄期的立方体抗压强度不宜低于 0.3MPa，不宜大于 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 28d 或更长龄期的立方体抗压强度不宜高于 1.0MPa。流态固化土立方体抗压强度的测试方法应按本标准附录 C 执行。
- 5.1.4 对于有特殊要求的填筑工程，可根据工程特点，经研究和论证，提出流态固化土的长期性能及必要的环保要求。

5.2 性能设计

- 5.2.1 流态固化土的性能指标应根据填筑工程的类别、需求和填筑工艺进行设计。
- 5.2.2 应根据工程条件确定流态固化土的拌合物湿密度、流动扩展度、泌水率和 28d 抗压强度等设计指标，并宜符合表 5.2.2 的要求。

表 5.2.2 流态固化土的设计指标

应用场景	拌合物湿密度 (kg/m³)	流动扩展度(mm)	泌水率 (%)	28d 抗压强度 (MPa)
基槽、孔洞、坑穴或其它狭小空间和机具施做困难部位的填筑；房心等建筑空间内的非承重填筑	≥1400	180~250	≤1.5	>0.3
明挖车站、明挖隧道、地铁站房等地下结构物顶板回填	≥1600	160~220	≤1	>0.3

地基处理（仅限于低层建筑）；临时地坪的底层；且地基土周围无化学腐蚀环境的地基处理	≥ 1800	120~200	≤ 1	≥ 1.0
桥墩基础、桩基周边等回填	≥ 1600	≥ 140	≤ 1.5	> 0.3
挡土墙填筑	≥ 1500	≥ 140	≤ 1.5	$f \geq 1.0$ （挡土墙高度 $h \leq 6.0\text{m}$ ） $f \geq 2.5$ （挡土墙高度 $6.0\text{m} < h \leq 12.0\text{m}$ ）
洞穴填筑	≥ 1500	≥ 140	≤ 1.5	$f \geq 0.3$ （溶洞高度 $h < 5.0\text{m}$ ） $f \geq 0.5$ （挡土墙高度 $5.0\text{m} \leq h \leq 10.0\text{m}$ ） $f = 0.8 \sim 1.0$ （顶面需承担较大的桩基荷载）
道路路基及台背回填	≥ 1600	≥ 140	≤ 1	$f \geq 0.6$ 台背填筑 （城市快速路、高速公路一级公路、主干路） 路床填筑 $f \geq 0.8$ 路堤填筑 $f \geq 0.6$ （其他等级公路） 路床填筑 $f \geq 0.6$ 路堤填筑 $f \geq 0.5$
地下管网回填	≥ 1600	≥ 140	≤ 1	（机动车道下） $1.2 \geq f \geq 0.8$ （人行道下） $0.8 \geq f \geq 0.3$

注：1.在确定上述要求时，须充分考虑施工条件和适用用途的重要性等；

- 2.有 CBR、抗剪性能、地基反力等设计要求时，可以通过试验测定调整配合比；
- 3.当直接接触海水或河水的使用时，应考虑采用改善透水系数或掺防水剂的配比；
- 4.当道路恢复时间较短的，应添加早强剂。
- 5 当流态固化土应用于复杂工况时，应按较高值规定其性能指标要求；
- 6 对敏感性地下管线回填，应考虑流态固化土收缩性的影响。

5.2.3 流态固化土应用于寒冷地区和严寒地区时，抗冻性指标及试验方法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 的有关规定。

5.2.4 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 有关规定。

5.2.5 当对填筑体有抗渗性要求时，应明确指定龄期的流态固化土的渗透系数。当无特殊需求时，28d 龄期的流态固化土渗透系数不宜大于 $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ；有防治污染物扩散等特殊要求时，28d 龄期的流态固化土渗透系数不宜大于 $10 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。流态固化土渗透系数的测试方法可按照现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 中变水头渗透试验方法进行。

5.2.6 当流态固化土与饮用水接触或有环境控制要求时，应明确流态固化土的重金属浸出物毒性的限值，测试方法宜符合现行国家标准《水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法》GB/T30810 的规定。

5.3 配合比设计

5.3.1 配合比试验前应确定试验所需要的原材料，并对原材料进行检验，检验结果应符合本规范第 4 章节的规定。

5.3.2 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。

5.3.3 配合比设计时，应综合考虑流动扩展度、28d 无侧限抗压强度及经济性确定固化剂品种及掺入比。

5.3.4 流态固化土配合比设计应按下列步骤进行：

- 1 确定原材料，进行材料复试；
- 2 确定固化剂掺入比；
- 3 计算固化剂掺入量；
- 4 根据水固比，计算拌合用水量；
- 5 计算外加剂掺量；
- 6 流态固化土试配；
- 7 确定施工配合比。

5.3.5 应根据原料土的质量、含水量及计算的固化剂质量、用水量、外加剂掺量进行配合比试验。

5.3.6 按照固化剂掺入比 2% 增减方式分别测试流态固化土 3d 或 7d、28d 抗压强度，以满足设计要求的固化剂最小掺入比作为设计固化剂掺入比。掺入比基准值可按设计要求执行，当设计未提供时，可根据地区经验确定，固化剂掺入比应按式（5.3.6）计算：

$$\alpha = \frac{m_c}{m_d} \times 100\% \quad (5.3.6)$$

式中： α ——固化剂掺入比(%)；

m_c —— 固化剂的质量 (kg)；

m_d —— 流态固化土所用原料土的干质量 (kg)。

5.3.7 固化剂质量可按式（5.3.7）计算，其中试验原料土的质量 m_0 不应少于 30kg：

$$m_c = \frac{\alpha m_0}{1 + \omega_0} \quad (5.3.7)$$

式中： m_c ——固化剂质量 (kg)；

m_0 ——原土质量 (kg)；

ω_0 ——原土含水率，以百分数表示。

5.3.8 拌合用水量可依据选定的水固比按式（5.3.8）计算：

$$m_w = \mu \left(\frac{m_0}{1 + \omega_0} + m_c \right) - \frac{\omega_0}{1 + \omega_0} m_0 \quad (5.3.8)$$

式中： m_w ——拌和用水的总质量 (kg)；

μ ——水固比，以百分数表示；

m_c ——固化剂质量 (kg)。

5.3.9 外加剂的质量应按式（5.3.9）计算：

$$m_a = \alpha_a \cdot m_c \quad (5.3.9)$$

式中： m_a ——外加剂质量 (kg)；

α_a ——外加剂的掺量百分比，按经验取值。

5.3.10 配合比试验应采用搅拌机拌制试样，每次试配搅拌量不宜小于搅拌机额定搅拌量的1/4。

5.3.11 试配应测试拌合物的初始流动扩展度、经时流动扩展度、湿密度、泌水率、凝结时间以及设计指定龄期的抗压强度，并应测试其他设计有要求的技术指标。流态固化土的流动扩展度的试验方法应按本规范附录 A 执行、泌水率的试验方法应按本规范附录 B 执行、初凝和终凝时间试验方法可按现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 执行。

5.3.12 设计配合比应根据试配结果选择满足要求的配合比。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；当任何一个配合比都不能满足要求或原料土来源或性质发生显著变化时，应重新进行配合比设计。

5.3.13 施工配合比应根据原料土的实际含水率等变化对设计配合比进行必要调整后确定。

5.3.14 首次采用的流态固化土配合比应进行开盘鉴定。

6 施 工

6.1 施工准备

6.1.1 流态固化土填筑施工前应根据工程需要进行下列调查：

- 1 现场施工场地条件；
- 2 交通运输和环境条件；
- 3 材料来源、施工机械及主要施工设备的数量和规格。

6.1.2 流态固化土填筑施工方案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，并应考虑不同施工工序对场地和邻近建筑的影响。

6.1.3 施工设备应按施工方案组织进场，并做好安装和调试。

6.1.4 原材料应按计划组织进场，并进行复核检验，满足要求后方可使用。

6.1.5 施工的平面布置和运输路线应符合施工方案的规定。当调整平面布置和运输路线时，应分析其对施工安全产生的影响。

6.1.6 流态固化土填筑前，应对模板和相关支撑的强度、刚度及稳定性进行验算。流态固化土在凝固前对结构或设施有浮力作用时，采取措施降低其不利影响。

6.1.7 使用泵车将流态固化土运输至浇筑处时，浇筑作业前应设置泵管。当回填坑道等闭塞空间时，应在顶部设置排气管或气孔。

6.1.8 正式填筑前，应制定试验方案，进行试验性施工，验证浇筑方案、配合比、支撑体系等的合理性，并验证分层浇筑高度和抗浮措施的可靠性。

6.2 制备

6.2.1 流态固化土的生产系统宜包括土的预处理设备、物料输送与计量设备、流态固化土专用搅拌机等，并根据场地条件、生产量等情况进行配置。

6.2.2 原料土应采用破碎筛分设备进行预处理；当原料土为流动或可塑状时，应采用搅拌匀化设备进行预处理，必要时配有加入其他处理药剂的计量和输送设备。

6.2.3 物料输送与计量设备应满足精度和生产数量的要求。生产过程中原材料的质量允许计量偏差应符合表 6.2.3 的规定。计量设备应定期进行校准，校准频率为每 3 个月至少 1 次。

表 6.2.3 原材料的质量允许计量偏差

原材料	计最偏差控制
固化剂、水	±2%
原料土	±5%
外加剂	±1%

6.2.4 流态固化土拌合物应使用强制式专用机械搅拌均匀，搅拌时间不少于 2min；生产能力和设备性能应满足连续作业要求；搅拌机的转速和叶片形式应适合流态固化土的生产特点。

6.2.5 首次生产流态固化土前，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进行必要的调整。

6.2.6 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，亦可采用移动式生产设备在现场搅拌后进行填筑。

6.3 填筑与养护

6.3.1 填筑前应清除填筑工作面的杂物和积水。当采用水下填筑或排水法填筑时，应制定专门的材料和施工技术方案。

6.3.2 当填筑基槽底标高不一致时，应做成阶梯状或斜坡状，并应按先深后浅的顺序施工；当大面积施工时应分段、分区，相接处应做成阶梯状，上下层错缝的距离不宜小于 1m。

6.3.3 流态固化土的填筑方式应根据施工现场的条件确定，可采用泵送或溜槽填筑。

6.3.4 采用泵送或溜槽施工时，不得使拌合物直接冲击地下室外墙和支护结构，且不得损伤已设置的防水措施。

6.3.5 流态固化土从搅拌至填筑完成的时间间隔不宜超过 3h；当间隔时间超过 3h 时，宜调整和控制固化剂的凝结时间。

6.3.6 运输过程中应保证流态固化土均匀，浇筑前宜检测其流动扩展度是否满足浇筑要求。

6.3.7 当扩展流动度小于 140 mm 的流态固化土拌合物浇筑时，宜采取辅助振捣措施。振捣设备可采用混凝土施工的振捣装置。

6.3.8 流态固化土宜采用分层填筑，并应符合下列规定：

- 1 填筑厚度应根据对侧壁或模板的侧压力确定；
- 2 管线沟槽、基槽其它狭窄空间的填筑：首层填筑厚度不宜超过 2m，每层填筑厚度不宜大于 4m；顶板回填、地基处理等大面积填筑首层填筑厚度不宜超过 1m，每层填筑厚度不宜大于 2m；
- 3 相邻片区填筑高差不宜大于 1 m；
- 4 上一层的浇筑应在下一层流态固化土初凝之后进行；
- 5 当有防渗或特殊要求时，应对分层填筑的界面处理后方可进行上一层填筑。处理时，可采用提高固化剂掺量 2%~3% 的流态固化土在界面上填筑，厚度宜为 100 mm~200 mm。

6.3.9 流态固化土的养护应符合下列规定：

- 1 每一层填筑完成后，应在表面自由水消失前及时覆盖塑料薄膜养护，进行上一层填筑时应撤除养护薄膜；
- 2 当无法进行覆盖薄膜养护时，应在表层流态固化土凝固后及时喷淋或喷雾保湿养护，喷淋应采用细微水流，不得在流态固化土表面形成积水；
- 3 填筑体顶层填筑完毕后，应在自由水消失或抹面后及时覆盖塑料薄膜养护，养护时间不应少于 14d；
- 4 根据工程需求，可在流态固化土开始初凝后 2h~3h 进行抹面处理，必要时可在抹面时撒布一定量固化剂后再及时覆盖塑料薄膜养护。

6.3.10 施工中应根据工程所在地的气候环境，确定冬期、雨期的起、止时间；冬、雨期施工时，应制订专门的材料与施工技术方案，并应符合下列要求：

- 1 冬期、雨期施工应及时掌握气象条件变化，做好防范准备；
- 2 填筑时，遇大雨或持续小雨天气时，应对未硬化的填筑体表层进行防水覆盖；
- 3 冬期应根据气温情况掺入防冻剂，防冻剂的种类和掺量应经过试验确定；
- 4 冬期未掺入防冻剂的流态固化土，拌合物入模温度不得低于 10℃；
- 5 冬期施工时入模后的流态固化土应采取措施蓄热养护。

6.3.11 当室外日平均气温连续 5 日低于 5℃时，流态固化土施工应采取冬期施工措施或停止施工；当日平均气温达到 30℃及以上时，应按高温施工要求采取措施。冬期施工措施及高温施工措施技术要求应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 有关规定。

7 安全与环境保护

7.1 一般规定

7.1.1 流态固化土填筑前必须做现场调研，并根据施工现场的地形、水文、工作面情况等，对施工过程中可能出现的安全隐患及可能对环境造成的影响进行评估，并针对性制定相应的安全施工和环境保护措施。

7.1.2 在施工现场应设置醒目的安全警示标志以及相应的防护措施。流态固化土初凝前，需要专人看护，避免行人及工人陷入未凝固的流态固化土。

7.1.3 流态固化土生产过程中加强防尘、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。

7.2 施工安全

7.2.1 施工前应对有关人员进行安全技术交底及安全教育。

7.2.2 施工人员必须遵守安全技术规程。

7.2.3 机械操作人员在操作生产时，应注意观察机械操作半径内的情况，禁止在机械的作业范围内出现无关人员；多台设备同时运行时，各机械之间应注意保持安全距离。

7.2.4 定期进行安全检查，及时发现事故隐患，及时检查防触电、易燃品等安全隐患。对于检查中发现的各项问题及时采取措施并有效解决。

7.3 环境保护

7.3.1 施工工地在城区或流态固化土浇筑方量较少时，宜采用工厂拌制法施工，避免对施工现场造成较大的环境影响。若条件不允许时，可采用现场拌制法施工。

7.3.2 工厂拌制法施工时，厂区堆放的弃土应采取覆盖等措施，避免可能产生的扬尘；生产废水宜经沉淀池回收再利用，若需排放处理，应满足相关国家行业标准要求。

7.3.3 现场拌制法施工时，流态固化土原料等应设置在工地下风口，并采取覆盖、洒水等措施，现场使用的设备、车辆须满足环保相关要求。

8 质量检验与验收

8.1 一般规定

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

8.1.2 流态固化土的检验项目应包括表 8.1.2 的所有项目。

表 8.1.2 流态固化土的检验项目

检验内容	分类	检查项目
材料	主控项目	固化剂
	一般项目	原料土、拌合水、外加剂
开盘鉴定	主控项目	资料检验和留置试块
	一般项目	拌合物湿密度、凝结时间、流动扩展度
施工	主控项目	抗压强度
	一般项目	拌合物湿密度、流动扩展度、泌水率
		施工现场条件检验
		养护检验
		标高检验

8.1.3 当设计对流态固化土填筑体的抗冻性能、渗透系数、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。

8.1.4 流态固化土若采用厂拌模式，其质量检测分为出厂检验和交货检验。供方负责出厂检验的取样和试验并提供出厂合格证；需方负责到货的复检。

8.1.5 当判定流态固化土质量是否符合要求时，交货检验项目以交货检验为依据，其他检验项目按合同规定执行。

8.2 检验

8.2.1 固化剂进场必须按批次对其品种、包装或散装仓号、出厂日期等进行验收，并测试固化剂的凝结时间和按照流态固化土确定的配合比测试强度，其质量应符合本规范第 4.3 节的相关规定。

检验数量：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 500 t 时，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次数的 20%，且不少 1 次。

检验方法：流态固化土生产应检查固化剂的出厂检验报告，并进行凝结时间和流态固化土强度试验。

8.2.2 原料土应符合本规范 4.2 节的要求并进行含水量、有机质含量和粒径的检测。

检验数量：原料土应按每 2000m³ 为一检验批，土性发生明显变化时，重新检测。

检验方法：应采用烧失法、筛分法测定。

8.2.3 流态固化土拌制可采用饮用水作为施工用水，其他情况应符合本规范 4.4 节的要求。

检验数量：同一水源检测不应少于 1 次。

检验方法：委托应具有资质的第三方检测单位进行水质分析试验。。

8.2.4 外加剂应符合本规范 4.5 节的规定。

检验数量：同一配合比检测不应少于 1 次。

检验方法：应检查外加剂的出厂检验报告，并按照确定的配合比测试流态固化土强度和其他设计要求的技术指标。

8.2.5 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、凝结时间、拌合物流动扩展度应符合设计要求。

检查数量：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，测量拌合物凝结时间、拌合物流动扩展度。

8.2.6 流态固化土应进行立方体抗压强度试验，其强度应满足设计要求。用于检测流态固化土强度的试件应在填筑地点随机取样制作并进行同条件养护。试块采用立方体试模，尺寸为 70.7mm×70.7mm×70.7mm。

检验数量：流态固化土试件留置组数应符合下列规定：

1 每检验单位至少留置一组标准养护试样；同条件下养护试样组数量根据施工现场确定。

2 同一配合比连续填筑不大于 600m³ 时，应每次填筑 300m³ 制取一组试件。

3 同一配合比连续填筑大于 600m³ 时，应按每 300m³ 制取一组试件。

检验方法：检查施工记录和强度检测报告。

8.2.7 当同条件养护方法应符合下列规定：

1 在具有代表性的填筑工作面合适位置（避免阳光直接照射），放置拆模后的流态固化土试件，用一层塑料薄膜严密覆盖试件，然后覆盖麻袋并用水浇湿，在麻袋外再覆盖一层塑料薄膜；

2 每隔 3d 检查一次，当发现麻袋变干时，应揭开外层塑料薄膜浇湿麻袋，再覆盖外层塑料薄膜；

3 当填筑工作面无合适位置，可在施工现场合适位置（避免阳光直接照射），开挖深度为 0.5m~1.0m 的土坑，用于存放同条件养护试件。

8.2.8 流态固化土流动扩展度应满足本规范 5.2.2 节的要求。

检验数量：对同一配合比的流态固化土，每拌和 600m³ 时，取样不得少于 1 次，每工作班拌制不足 600m³ 时，取样不得少于 1 次，每段、每一层取样不得少于 1 次。

检验方法：检查抽样检验报告。

8.2.9 流态固化土湿密度应满足本规范 5.2.2 节的要求。

检验数量：对同一配合比的流态固化土，每拌和 600 m³ 时，取样不得少于 1 次，每工作班拌制不足 600m³ 时，取样不得少于 1 次，每段、每一层取样不得少于 1 次。

检验方法：检查抽样检验报告。

8.2.10 填筑前应将槽内杂物、积水清除；填筑后应对养护条件进行检验，养护条件及养护时间应符合本规范 6.3 要求。

检验数量：填筑工程的所有作业面。

检验方法：现场检查。

8.2.11 流态固化土顶层填筑完成后，应检查其施工标高，允许误差为 ±20 mm。

检查数量：每 200m 检查 3 点或每 10 m 检查 1 点。

检验方法：采用水准仪测标高。

8.3 验收

8.3.1 流态固化土填筑工程验收应符合下列规定：

1 原材料、成品应按照相应质量标准进行检验，具有完整的检验资料。

2 填筑工程应按本标准规定进行质量控制，各工序完毕后应进行自检，并形成文件。

8.3.2 验收资料应至少包括下列内容：

- 1 设计文件；
- 2 施工方案；
- 3 固化剂出厂质量证明文件和进场检测报告；
- 4 流态固化土配合比；
- 5 流态固化土填筑记录，记录表可参照本标准附录 E；
- 6 隐蔽工程验收记录；
- 7 强度检测报告；
- 8 填筑部位影像资料；
- 9 验收记录。

8.3.3 流态固化土填筑体的强度检验应符合下列规定：

- 1 现场取样的流态固化土标养试件平均值应满足设计强度；
- 2 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强度试验。同条件试件的强度数据应除以 0.85 后作为验收评定的强度数值；
- 3 当无法获取同条件养护试件的强度时，应在实际工程的固化土填筑体钻芯取样（龄期不少于 28d），按附录 F 进行试验，测试其抗压强度。

8.3.4 当设计对固化土的水稳系数、渗透系数、重金属浸出物毒性等提出要求时，其测试结果应符合设计要求。

8.3.5 对检验批合格质量应符合下列规定：

- 1 主控项目的检验应全部合格；
- 2 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得大于规定允许偏差值的 1.5 倍；
- 3 应具有完整的施工质量检查记录。

8.3.6 当填筑工程质量验收不合格时，应进行缺陷修补或返工，并重新进行质量检验与验收。

附录 A 流态固化土流动扩展度测试方法

A.0.1 范围

本附录规定了流态固化土流动扩展度的测试方法。

A.0.2 试验材料应符合下列要求：

- 1 固化剂应符合本标准第 4.3 条的要求；
- 2 试验用水应符合本标第 4.4 条的要求；
- 3 试验原料土应在现场进行原料土取样，取样点不少于 3 个每个取样点不少于 10 kg，每个取样点取样时应该从土体的靠近中部取样。取样后应充分混合，当有大颗粒时，应进行破碎，去 10 mm 以上颗粒备用。

A.0.3 试验设备与器材应符合下列规定：

- 1 搅拌设备等应符合现行行业标准《水混凝土配合比设计规程》JGJ/T 233 的规定；

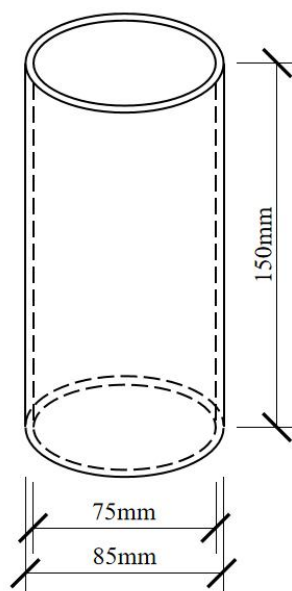


图 A.0.3 测试筒尺寸示意

- 2 边长不小于 500 mm 的玻璃平板 1 块；
- 3 水准仪 1 个；
- 4 圆柱筒测试筒 1 个，其上下开口内径应为 75 ± 1 mm，高应为 150 ± 1 mm，内壁应光滑，壁厚不应小于 5mm，圆柱筒两端平齐光滑。圆柱筒材质宜为高分子塑料或钢；

5 钢尺 1 把，量程为 500 mm，精度为 1mm。

A.0.4 拌合物流动扩展度试验方法应符合下列规定

1 应将玻璃平板放置于水平桌面或地面上，采用水准仪测试并调整玻璃平板，使其在两个垂直方向上均保持水平。

2 应用湿毛巾擦拭玻璃平板，使其保持润湿状态。

3 应将塑料圆柱筒的一端竖直放置在玻璃平板中心位置处，让圆柱筒的一个断面与玻璃板紧密接触。

4 应将搅拌好或从现场取样的流态固化土拌合物，分两次装入圆柱筒中；每装入一次，应采用捣棒均匀插到 10 次，并用捣棒轻敲圆柱筒外壁几次，促使排气。

5 最后应在圆柱筒上端面用抹刀将拌合物沿上端面刮平擦去圆柱筒外壁和平板玻璃上的粘留物。

6 应将圆柱筒垂直向上一次性拔起，拌合物落后在玻璃平板上形成饼状物，用钢尺在最大直径方向及其垂直方向上分别测量饼状物的直径，精确到 5mm，此即为流态固化土拌合物流动扩展度。

附录 B 流态固化土拌合物泌水率测试方法

B.0.1 范围

本附录规定了流态固化土拌合物泌水率的测试方法。

B.0.2 设备仪器

- 1 秤：分度值不大于0.01 kg；
- 2 振动台：频率（50±3）Hz，空载时台面中心振幅（0.52±0.1）mm；
- 3 大量筒：容量为500mL的量筒2个，能够加盖密封，如无盖可用玻璃板代替。
- 4 具塞小量筒：100mL。
- 5 辅助器具：吸液管、钟表、铁铲、捣棒、抹刀等。

B.0.3 试验步骤应按下列规定执行：

- 1 拌制或取样获得流态固化土拌合物。
- 2 用水润湿 500mL 量筒，控干水分。
- 3 将大约 420~450mL 的固化土拌和物一次装入 500mL 量筒，每组两个试样，用振动台振实，密实后，将容器口及外表面擦净，读取拌合物体积 V_0 （精确到 1mL）。
- 4 将大量筒和试样静置于无振动的地方，加盖后开始计时。试验环境温度应为（20 ± 5）℃。
- 5 前 60min 每隔 30min 用吸液管吸出泌水一次，以后每隔 60min 吸水一次，直至连续三次无泌水或达到指定时间 3h 为止。每次吸取泌水前，将大量筒底一侧垫高使容器倾斜使水汇集，吸水后仍将大量筒轻轻放平盖好。每个试样对应一个小量筒。吸出的泌水注入小量筒后应及时塞紧不得蒸发损失。直至无泌水或达到指定时间 3h 后读取小量筒中收集的泌水总体积 V_w （精确到 1mL）。如小量筒底部有泥浆沉淀，应扣除其体积。

B.0.4 试验结果处理应按下列规定执行：

- 1 流态固化土拌和物泌水率按照公式（B.0.4）计算：

$$B = \frac{V_w}{V_0} \times 100\% \quad (\text{B.0.4})$$

式中：B——泌水率，%；

V_w ——泌水总体积，mL；

V_0 ——试样总体积，mL。

2 以两个测值的平均值作为试验结果，精确至 0.1%。

附录 C 流态固化土立方体抗压强度测试方法

C.0.1 范围

本附录规定了流态固化土立方体抗压强度的测试方法。

C.0.2 试样制备应按下列规定执行：

- 1 采用立方体试件，每组试件3个；
- 2 将试模内涂刷薄层机油或脱模剂，将拌合物缓缓浇筑入边长为70.7mm的立方体模具中，在 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $>90\%$ 的环境中养护至设定龄期。

C.0.3 试验步骤应按下列规定执行：

- 1 清理试块上下表面，确保试样平整、无缺陷；
- 2 设置加压的恒定速率 5mm/min ，；
- 3 将试样加压直至破坏，记录施加的最大荷载。每10个样进行一次完全加压破坏试验，观察试样内部，确保试样内部无明显的分隔面、孔洞等材料缺陷。

C.0.4 试验结果处理应按下列规定执行：

- 1 流态固化土立方体抗压强度按照公式（C.0.4）计算：

$$f = \frac{N}{A} \quad (\text{C.0.4})$$

式中： f ——固化土立方体抗压强度（Mpa）；

N ——试件破坏荷载（N）；

A ——试件承压面积（ mm^2 ）；

- 2 固化土立方体抗压强度应精确至 0.1Mpa 。
- 3 当三个测值的最大值或最小值中如有一个与中间值的差值超过中间值的15%时，则把最大值及最小值一并舍除，取中间值作为该组试件的抗压强度值；如有两个测值与中间值的差值均超过中间值的15%时，则该组试件的试验结果无效。

附录 D 流态固化土填筑验收记录表

表 D 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	
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	℃	流态固化土完成数量	m ³	
固化土来源	生产厂家				实测强度	
	运输单编号					
	流态固化土					
	开盘鉴定编号					
实测流动扩展度	mm	拌合物湿密度	kg/m ³	入模温度	℃	
试件留置种类、数量、编号						
浇筑、振捣方式、养护措施						
填筑中出现问题及处理情况						
施工负责人			填表人			

附录 E 流态固化土实体钻芯取样抗压强度检验方法

E.0.1 钻芯应采用混凝土钻芯取样设备，钻取实体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.0.2 流态固化土填筑实体的钻芯取样应符合下列要求：

- 1 针对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；
- 2 流态固化土填筑实体的养护龄期不应少于 28d；
- 3 一个检验批取样不应少于 3 个。

E.0.3 芯样处理应符合下列要求：

- 1 芯样钻取后，应立刻密封保存，且避免失水，不得长时间直接暴露于空气中；
- 2 芯样不得有裂缝、缺陷和杂物；
- 3 可采用水泥砂浆对芯样试件进行修补，修补后的芯样断面的不平整度在 100 mm 长度上不应大于 0.1 mm；
- 4 芯样原样在实验室进行切割，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应小于 0.95，也不应大于 1.05；
- 5 芯样试件的端面与轴线的不垂直度不应大于 1°；
- 6 沿芯样高度的任一直径与其平均值之差不应大于 2mm。

E.0.4 芯样的抗压强度试验应按现行行业标准《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233 规定的方法执行。对于同一强度等级标准的流态固化土填筑体，当符合下列要求时，可判定为合格：

- 1 芯样抗压强度算术平均值不应小于设计强度值的 85%；
- 2 芯样圆柱的抗压强度的最小值不应小于设计强度值的 75%。

用词说明

为便于在执行本规范条款时区别对待，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

- 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600
- 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
- 《混凝土结构工程施工规范》GB50666
- 《水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法》GB/T 1346
- 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
- 《混凝土外加剂》GB 8076
- 《水泥胶砂强度检验方法(ISO法)》GB/T 17671
- 《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176
- 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 《水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法》GB/T30810
- 《混凝土用水标准》JGJ63
- 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 《建筑生石灰》JC/T 479
- 《建筑消石灰》JC/T 481
- 《泡沫混凝土用泡沫剂》JC/T 2199
- 《土壤固化外加剂》CJ/T 486
- 《软土固化剂》CJ/T 526
- 《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286
- 《固体废物再生利用污染防治技术导则》HJ 1091
- 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG 3441

中华人民共和国建材行业标准

预拌流态固化土应用技术规范

JC/T XXX-XXXX

条 文 说 明

制 订 说 明

《预拌流态固化土应用技术规范》JC/T XXX-XXXX，工业和信息化部××年××月××日以第××号公告批准、发布。

本规范编制过程中，编制组总结我国流态固化土应用实践经验的基础上，经参考有关资料广泛征求有关专家和单位的意见并积极听取各方建议编制而成。规范的编制进行了大量的调研和验证试验，对主要问题进行了反复讨论并广泛征求了各方意见，与相关标准规范进行了协调。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《预拌流态固化土应用技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范中的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1 总 则34

2 术 语35

3 基本规定36

4 材 料37

 4.2 原料土37

 4.4 水37

5 设 计38

 5.1 一般规定38

 5.2 性能设计38

 5.3 配合比设计39

6 施 工41

 6.1 施工准备41

 6.2 制备41

 6.3 填筑与养护41

7 安全与环境保护43

 7.1 一般规定43

 7.3 环境保护43

8 质量检验与验收44

 8.1 一般规定44

 8.3 验收44

1 总 则

1.0.1 随着国家对可持续发展和环保的要求不断提高，资源节约和环境保护已成为社会发展的重要方针。特别是在大型工程中，材料的选择和应用直接影响到工程的整体质量和环境影响。流态固化土是一种新型建筑材料，其优点在于能够有效减少传统填筑材料（如混凝土、砂浆等）的使用量，从而达到节省资源的目的。同时，由于其施工过程更加高效和灵活，也能够提升工程的经济性和质量控制能力。因此本条明确了制定标准的核心目标，通过规范化流态固化土的应用，确保其在工程中的安全可靠、经济合理以及绿色环保，同时保证整体质量。

1.0.2 流态固化土可以在建筑、市政、轨道交通、道路等领域的填筑工程中进行应用。不同的工程类型，对流态固化土材料性能和服役性能要求不同，需要分别进行设计和实施。

1.0.3 流态固化土应用涉及不同工程类别及国家标准或行业标准，在使用中除执行本规范外，还需按所属工程类别符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 可用于生产流态固化土的原料土范围广泛，包含了不同含水率、不同粒径的土。常见的有工程弃土，尾矿、石屑、再生料为颗粒较粗的建筑垃圾。不宜使用“特殊土”，因其在勘察界尤其特定的土类含义。

2.0.2 流态固化土是将固化剂、外加剂和水按一定比例混合拌匀后，再与原料土按一定比例拌合，形成具有一定流动性，且凝固后能达到一定强度的混合物。固化土硬化强度一般可达到 0.3MPa~10MPa。作为回填工程的固化土强度一般为 0.3MPa~1.0MPa，高强度固化土可施工复合地基或劲性复合等。

2.0.3 固化剂是一种水硬性胶凝材料，与土颗粒、水一起拌合后，通过水化反应，拌合物可以达到一定的强度。

2.0.6 在固化土填筑前，需根据设计技术指标进行配合比试验，在满足性能要求的条件下选择经济性最好的配合比进行设计和施工。实际施工过程中，当实际所用的原料土与试验所用的原料土物理指标不同时，需考虑其对配合比的影响进行换算。

2.0.7 用于测试拌合物流动扩展度的测试筒，有不同类型和尺寸，如截锥筒，常见的尺寸为上部内径 50 mm，底部内径 100 mm，高度 150 mm；日本常用的圆柱筒，内径 80 mm，高 80 mm；美国常用的圆柱筒，内径 75mm，高 150mm。同一种拌合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 75 mm、高 150 mm 的圆柱筒，具体方法参见本标准附录 A。拌合物出机后测试的流动扩展度为初始流动扩展度，拌合物经过一段时间后，再次测试的流动扩展度为经时流动扩展度，可根据需要测试拌合物出机后30 min、1h、2h等时间节点的经时流动扩展度，作为控制拌合物施工性能的指标。如经时期间有静置过程，再次测试流动扩展度前应进行搅拌。

2.0.9 传统回填为保证回填的密实度，其控制指标为压实系数，由于固化土为非散体材料，无法用该指标进行控制。传统回填控制密实度的目的，一方面是确保回填材料不至于下沉，另一方面是确保对地下空外墙提供一定的侧向约束以抵抗水平力，若固化土强度达到一定要求，也能起到相同的效果，故采用立方体抗压强度对固化土的填筑进行技术控制。

3 基本规定

3.0.1 采用流态固化土的填筑工程设计，包括在设计图纸中明确流态固化土的强度以及必要的拌合物湿密度、泌水率、渗透系数等技术指标。施工可根据填筑空间形状和实施条件，提出流态固化土的施工性能要求，包括流动扩展度、流动扩展度经时损失等。为达到此目标，根据实际原料土和其他原材料情况提前进行流态固化土试配，获得满足设计和施工要求的流态固化土配合比。

3.0.3 流态固化土技术的一个重要技术特征和优势在于充分利用当地的渣土，同时利用当地的粉煤灰、钢渣、废石膏等作为固化剂的补充原材料。“因土、因地、因用”是该项技术开发的三个原则。

3.0.4 污染成分超标的土壤可能含有有害物质，这些物质在固化过程中可能无法完全稳定化，导致环境污染风险。因此，污染成分超标的土壤不得作为流态固化土的原料土，以确保工程的环境安全性。

3.0.5 流态固化土填筑工程的质量控制需贯穿整个施工过程，包括原料选择、配合比设计、施工工艺、施工过程监控等。在填筑施工前，制定专项施工方案，明确各环节的质量控制措施，确保填筑工程的质量和安全性。

3.0.8 流态固化土的原材料、性能以及施工工序应按照相关标准进行质量检验和验收。施工过程中应详细记录各项数据，并保存相应的试验报告等技术文件。这些文件的完整保存有助于后续的质量追溯和工程验收，确保工程质量的可靠性和可追溯性。

4 材 料

4.2 原料土

4.2.1 工程弃土、建筑垃圾再生料、尾矿、石屑是制备流态固化土较为优质的原料土，杂填土、壤土、工程泥浆往往需要加强预处理或采用针对性的材料方案。铬铁渣、钛矿渣等冶炼渣需要进行必要的试验验证。安定性和吸水膨胀率不合格的钢渣原则上不得用作固化土的原材料，对于安定性和吸水膨胀率等合格的细钢渣颗粒，也应进行充分的试验研究，确保不影响流态固化土的长期性能方可使用。工矿业废渣替代原料土时，还应关注其重金属浸出毒性。

4.2.2 本条规定了原料土的预处理要求。工程泥浆含水率高，且可能含有分散剂、保水剂等添加剂，这些对流态固化土的性能均有影响，在处理工程泥浆时，应充分考虑这些物质的影响，并采取针对性措施。原料土颗粒大小对流态固化土的强度性能影响不大，但对流动性等有一定的影响。根据目前的施工设备，原料土颗粒的最大粒径不宜超过 20mm，否则设备容易损坏。

4.4 水

4.4.3 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，这也是为有效利用混凝土搅拌站废水余浆开辟了良好的途径。但如果流态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 一般规定

5.1.1 固化土设计前应应对当地的拌合原料土和固化剂进行调研。能消纳现场开挖原料土的应尽量利用现场原料土，避免原料土外运，不能现场拌合的应尽量选择附近的废弃原料土场地拌合，消纳废弃土。固化剂应尽量利用本地的矿物废料，做到绿色环保。

5.1.2 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，通常采用立方体抗压强度作为设计、质量控制和验收的主要依据。测试强度的龄期可以根据工程特点提出，一般为 28 d，对于有早强要求的可为 7d 或 14 d；对于不需要较早使用的工程，可为 56d、90 d、120 d、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。

5.1.3 本条给出了一般情况填筑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。同时明确了按照本标准附录 C 的方法进行强度测试。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 0.3 MPa~2.0 MPa。同时参考美国混凝土协会（ACI 116R）将 28 d 抗压强度不大于 8.3MPa 的材料定义为可控低强度材料 controlled low strength material, CLSM,)，本标准将流态固化土的强度上限值定为 8.0 MPa。如需要更高强度的材料，则可以考虑采用混凝土技术体系。

5.2 性能设计

5.2.2 设计应考虑流态固化土的强度、拌合物湿密度、泌水率、流动扩展度等要求。表 5.2.2 给出的是一般情况下的建议值，供参考使用。设计需根据具体工程的特点，针对性地提出具体要求。关于密度问题，考虑到填筑工程多处于地下环境，且拌合物湿密度便于施工及时测量和控制，因此建议设计采用拌合物湿密度。如需要控制流态固化土最终的干密度，应通过试验得出相应的拌合物湿密度加以控制。

另外，流态固化土可以分为轻质流态固化土和非轻质流态固化土，轻质流态固化土一般需要通过加入泡沫剂或同时选用轻质填料替代部分原料土来实现。非轻质流态固化土包括常规密度和高密度（如拌合物湿密度大于 2200 kg/m^3 ）两种。

流态固化土目前可作为空洞、肥槽回填，也可作为路基的回填。肥槽回填和空洞回填由于受场地限制，一般采用流动性大的流态固化土，流动扩展度一般为 $180\sim 250\text{mm}$ ，强度大于 0.3MPa 。路基回填不受场地限制，为节省固化剂用量，施工也较为方便，可选用较低的流动扩展度，一般为 $140\sim 200\text{mm}$ 。

5.2.3 在冻融循环过程中，水分在固化土内部结冰膨胀，可能导致固化土结构破坏，强度降低。冻融循环会加速固化土的老化，降低其使用寿命。为避免因冻融循环导致的性能劣化，流态固化土必须满足抗冻性指标，包含固化土应达到一定的抗冻等级，以抵抗冻融循环的破坏；经过冻融循环试验后，固化土的强度损失率和质量损失率应符合相关标准要求。

5.2.5 填筑体无抗渗要求时，可不控制流态固化土的渗透系数。如有抗渗要求，可根据工程需要，计算提出指定龄期的流态固化土渗透系数。采用专用固化剂的流态固化土渗透系数较低，可采用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 中变水头渗透试验方法进行测试。

5.2.6 流态固化土的重金属浸出物毒性限值目前尚无明确标准，应根据填筑工程所接触的环境要求进行确定，可以参考的标准有：《地表水环境质量标准》GB3838、《地下水质量标准》GB/T 14848、《生活饮用水卫生标准》GB 5749、《污水综合排放标准》GB8978 等。测试方法采用现行国家标准《水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法》GB/T 30810 较为适宜，测试龄期也可以根据需要从 28 d 延长至更长时间。

5.3 配合比设计

5.3.2 考虑到工程实际生产、施工各种的变异因素影响，进行配合比设计时应留有一定的富裕度，在实验室配制的流态固化土抗压强度目标值要不小于设计强度值的 1.2 倍。

5.3.3 流态固化土配合比设计一般至少要考虑抗压强度、拌合物湿密度和流动扩展度，有其他要求的还要考虑收缩、渗透系数抗冻性以及浸出物控制指标等。

5.3.11 拌合物出机后测试的为初始流动扩展度，拌合物经过段时间后，再次测试的为经时流动扩展度，可根据需要测试拌合物出机后 30 min、1h、2h 等时间节点的经时流动扩展度，

作为控制拌合物施工性能的指标。如经时期间有静置过程，再次测试流动扩展度前应进行搅拌。

现行国际标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 提供了水泥净浆凝结时间的检测方法，用流态固化土的拌合物替代水泥净浆，采用相同的操作程序，可以获得流态固化土的初凝时间和终凝时间。

5.3.12 固化土配合比试验一般都会根据基准配合比进行适当参数调整，进行多个配合比试验。当强度指标不合格时，调整参数继续进行试验，为最终选择技术可行、参数满足要求且造价经济的配合比提供参考。

6 施 工

6.1 施工准备

6.1.1 施工前应踏勘施工现场，了解原料土的来源、材料的运输、设备的布置等，为制定施工方案提供详细准确的信息。

6.1.6 模板、支撑等的强度、稳定性验算时应考虑流态固化土在凝固前对模板和相关支撑面的侧压力。验算满足受力要求后方可施工。

流态固化土地下管线回填浇筑前，应制定相应的地下管线抗浮措施。混凝土管自重较大，一般可不考虑抗浮措施，球墨铸铁管或塑料管等柔性管道在进行流态固化土浇筑施工时应考虑抗浮措施。抗浮措施包括两方面：

- 1 流态固化土初凝前，地下管线宜采取管内水体自重抗浮或分层浇筑原则；
- 2 当现场条件不允许时，可采取管顶配重抗浮措施，配重体一般为袋装砂，也可为钢筋绑扎的门子架，应沿管道均匀布置，配重抗浮措施所引起管挠曲变形值不得大于管道允许弹性挠度值。

6.2 制备

6.2.4 强制式专用机械可提供充分的剪切与对流作用，确保固化剂、原料土、水及外加剂等在规定时间内实现均匀分散。若搅拌不充分，易出现结团、泌水或强度离散等问题，影响浇筑质量与最终性能。专用设备的设计参数基于流态固化土高流动性、低屈服应力的物料特性确定，可保障生产的连续性及拌合物的稳定性。

6.2.6 流态固化土的生产方式需根据工程规模、施工条件及质量控制要求确定。专用搅拌站集中生产有利于配合比控制与质量稳定性，适用于量大点多的工程。移动式设备现场搅拌可减少运输距离，适用于分散、狭小或交通受限的作业面。

6.3 填筑与养护

6.3.8 流态固化土初凝之后，对侧模压力逐渐降低。实验室测试的流态固化土凝结时间（参

考本规范第 5.3.11 条) 可以作为参考, 但需要考虑现场施工的气温、日照等情况对浇筑实体实际凝结时间的影响。

7 安全与环境保护

7.1 一般规定

7.1.2 流态固化土在初凝阶段处于一种非常容易遭到扰动的状态。为确保已经施工的区域不被人或物干扰，在这一阶段指定专人监护，避免行人或工人因不慎而陷入未凝固的材料中，进而引发伤害事故。

7.3 环境保护

7.3.1 对于浇筑方量较少的工程，工厂拌制法可以避免现场拌和设备的频繁移动和安装，可以集中控制拌和过程，减少施工现场的粉尘、噪声和废水排放，降低对周边环境和居民的影响，能够保证流态固化土的质量稳定性，减少现场施工的复杂性，提高施工效率。

8 质量检验与验收

8.1 一般规定

8.1.1 流态固化土填筑工程应按基本要求、实测项目、外观质量和质量保证资料等检验项目进行质量检验。流态固化土可分为工厂拌制法和现场拌制法，需按照一定的规模进行检验批划分，划分原则可根据每台移动式生产设备每天的现场产量（一般为 $600\text{m}^3/\text{天}$ ）；同时，参考水稳层的检测标准（每 2000 m^2 或每天一次进行检验），故检验批次按 600m^3 或每天一次进行划分。同时，流态固化土的检验批也可根据具体工程量、施工段及变形缝等的作出相应调整。

8.3 验收

8.3.3 等效龄期为大于 0°C 的日平均气温乘以对应的天数；对应的标准养护龄期为 20°C 乘以对应的天数。

8.3.6 对于一般质量缺陷，需按相关规定进行整改，自检合格后报请复验。存在严重缺陷时，可采取返工措施并重新组织验收。经处理后仍无法满足安全及主要使用功能要求的，通常不予以验收。若通过技术处理能够达到安全使用标准，可按确认的技术方案和协商文件进行验收。涉及结构安全的工程质量问题，宜由具备相应资质的检测单位鉴定，并根据鉴定结果采取相应处理措施。