

前言

根据河南省住房和城乡建设厅《关于印发 2022 年工程建设标准编制计划的通知》（豫建科〔2023〕4 号）的要求，编制组经广泛调查研究、试验，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，结合我省实际情况，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共 7 章和 7 个附录。主要技术内容包括：总则；术语；基本规定；设计；原材料与配合比；生产与施工；验收等。

本标准由河南省住房和城乡建设厅负责管理，由中国建筑第七工程局有限公司负责具体技术内容的解释。执行本标准过程中如有意见或建议，请反馈至中国建筑第七工程局有限公司（地址：河南省郑州市经开十五大街 267 号，邮编 450000，联系电话：0371-66350125，邮箱：zjqjhndb@163.com）。

主编单位：中国建筑第七工程局有限公司

河南绿岩工程科技有限公司

参编单位：德通智能科技股份有限公司

河南理工大学

郑州市建筑设计研究院有限公司

北京工业大学

河南康晖水泥制品有限公司

中建七局第一建设工程有限公司

河南省中工设计研究院集团股份有限公司
中建七局第二建筑有限公司
河南省水利第一工程局集团有限公司
河南中豫建安集团有限公司
中建七局建设发展有限公司
郑州市市政工程勘测设计研究院有限公司
中建七局西南建设有限责任公司

编制人员：张中善 黄昆鹏 马 璐 朱妹静 何光献
林向武 张体浪 黄延铮 王宇光 张晓果
李佳男 徐 平 周永祥 郜玉芬 张梦荻
李晓军 陈 璐 乔海洋 马志华 丁亚红
李 阳 孔鲜宁 顾勇志 刘其昂 张敏霞
海 阳 李冠峰 康奇孟 洪紫杰 王清山
胡 凯 万晨光 杨 帅 高 宇 安 旭
刘金明 董鹏飞 朱明阳 李小华 王浩錡
赵 旭 尚恺喆 完颜健飞 刘 彬 张仁杰
审查人员：于秋波 徐振宇 周建设 李美利 孙宝珊
光军伟 张茂亮

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	设计	5
4.1	一般规定	5
4.2	技术指标	5
5	原材料与配合比	9
5.1	原材料	9
5.2	配合比	10
6	生产与施工	13
6.1	一般规定	13
6.2	生产	14
6.3	施工	15
7	验收	19
7.1	一般规定	19
7.2	原材料	20
7.3	配合比设计	21
7.4	流态固化土施工	22
7.5	质量验收	23
附录 A	流态固化土体积稳定性试验方法	25
附录 B	流态固化土配合比设计计算方法	27
附录 C	流态固化土配合比设计表	29
附录 D	流态固化土流动扩展度及经时流动扩展度试验方法	30
附录 E	流态固化土泌水率试验方法	34

附录 F 流态固化土立方体无侧限抗压强度试验方法	36
附录 G 工程质量检验验收表	40
本标准用词说明	41
引用标准名录	42
条文说明	43

1 总则

1.0.1 为规范流态固化土的应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、质量可靠、绿色环保，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于河南省流态固化土工程应用的设计、生产、施工及验收。

1.0.3 流态固化土工程应用除应符合本标准外，尚应符合国家和河南省现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 流态固化土 flowable solidified soil

预处理原料土、固化剂、水及必要的外加剂按适当比例通过搅拌形成流动性的拌合物，经填筑成型、养护等工艺，硬化后具有强度且体积稳定的回填材料。

2.0.2 原料土 raw soil

能够满足流态固化土生产的土，包括各种工程开挖弃土、淤泥、工程泥浆，建筑垃圾再生骨料，处置的河流、湖泊、水厂的污泥和底泥，无害低品质工、矿业固废，二次开挖的固化土类材料等。

2.0.3 固化剂 soil solidifier

能够与原料土发生反应，生成满足性能要求流态固化土的复合胶凝材料。

2.0.4 流动扩展度 fluidity of mixture

将注满流态固化土拌合物的测试筒从平面上垂直提起，拌合物在自重作用下从圆柱筒内坍落形成饼状物的最大直径和与最大直径垂直直径的平均值，单位 mm。

2.0.5 经时流动扩展度 duration fluidity of mixture

从搅拌机卸出的均质流态固化土拌合物经过一段时间后的流动扩展度，单位 mm。

2.0.6 泌水率 bleeding rate

新拌流态固化土拌合物表面析出自由水的体积与其拌合用水的体积之比，以百分数表示。

2.0.7 立方体无侧限抗压强度 unconfined compressive strength of cube

标准养护满足龄期的流态固化土立方体试块在无侧限压力条件下，单位面积上所能抵抗轴向的最大压力，单位 MPa。

2.0.8 渗透系数 hydraulic conductivity

在单位水力梯度下，水通过标准养护满足龄期流态固化土的单位流量，用于表征固化土体渗透能力的技术指标，单位 cm/s。

2.0.9 水稳系数 water stability coefficient

标准养护 28d 或指定龄期，一组试件浸入 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 水中 24h 后的立方体无侧限抗压强度与另一组未浸水试件的立方体无侧限抗压强度的比值，以百分数表示。

3 基本规定

3.0.1 流态固化土宜用于建筑、管廊基槽，桥涵台背，挡土墙，空洞，市政管沟，市政道路路基等回填工程。

3.0.2 流态固化土的原材料应满足设计、环保和安全要求，填筑硬化后的固化土浸出物不得对周围建筑、水源、环境等有危害，并应符合环保要求。

3.0.3 流态固化土生产、运输、施工应符合安全、绿色环保要求，且应建立对应工序的安全、环保管理制度和配备必要的器具和标识。

3.0.4 流态固化土应用应进行设计、生产、运输、施工全过程质量管理。

3.0.5 流态固化土不宜在干湿交替或昼夜温差大于 15℃的环境中应用。

3.0.6 当对流态固化土的水稳系数、渗透系数、抗冻融性、体积稳定性、重金属浸出物毒性、热容量、阻尼、回弹模量等性能指标有要求时，应将以上指标列为施工检验项目的主控项目。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 流态固化土的技术指标应包括流动扩展度、湿密度、泌水率及立方体无侧限抗压强度等。

4.1.2 当流态固化土用于富水工况时，应根据工程特点确定流态固化土立方体无侧限抗压强度、渗透系数、体积稳定性等技术要求。

4.2 技术指标

4.2.1 流态固化土的技术指标应根据工程需求、施工工艺等进行设计。

4.2.2 应根据工程条件确定流态固化土的流动扩展度、28d 立方体无侧限抗压强度、泌水率等设计指标，并应符合表 4.2.2 的要求。

表 4.2.2 流态固化土的设计指标

设计指标	项目			
	建筑、管廊基槽， 桥台背、涵台背， 挡土墙，废弃隧 道，房心，临时地 坪，地下结构物顶 板回填	退 出 人 防工程、 脱 空 空 洞、溶洞	市 政 管 沟 (电力、通 讯、水利、 热力、燃气 等管道)	市政道路 路基
流动扩展 度 (mm)	≥160	≥220	管道周围 160~220 其他部位> 220	140~180
28d 立方 体无侧限 抗压强度 (MPa)	非承重部位 28d 立 方体无侧限抗压 强度≥0.3；承重部 位 28d 立方体无侧 限抗压强度≥0.8	28d 立方 体 无 侧 限 抗 压 强度≥0.3	28d 立方体 无侧限抗压 强度≥0.3	28d 立方体 无侧限抗压 强度≥0.8
泌水率 (%)	有承重、防水和体 积收缩要求的部 位≤1；非重要部位 ≤3	≤3	≤3；大口径 埋管≤1	≤1
备注	其他指标根据工 程需要确定	其 他 指 标 根 据 工 程 需 要 确 定	管道周围土 料最大粒径 应≤13mm， 其他指标根 据工程需要 确定	湿 密 度 ≥ 1600kg/m³， 水稳系数≥ 80%，其他 指标根据工 程需要确定

4.2.3 当对填筑流态固化土的工程部位二次开挖或拆除时，固化土 28d 龄期的立方体无侧限抗压强度不宜高于 1.0MPa。

4.2.4 流态固化土拌合物的湿密度不宜低于 1400kg/m³。当应用于桥台背，涵台背及空洞填筑时，应根据地基对填筑体自重要求设计流态固化土的湿密度。

4.2.5 当流态固化土拌合物水下填筑时，可采用在拌合物中掺入粘度不低于 20 万的纤维素醚，也可采用提高流态固化土水下抗分散能力和自硬性的外加剂。

4.2.6 当流态固化土用于水下时，标准养护 28d 立方体无侧限抗压强度目标值不应小于本标准表 4.2.2 中推荐 28d 立方体无侧限抗压强度的 1.3 倍，固化土体积吸水率不应超过 10%。流态固化土的体积吸水率试验应按现行行业标准《泡沫混凝土制品性能试验方法》JC/T 2357 的规定执行。

4.2.7 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渗透系数。流态固化土渗透系数测试试验应按现行行业标准《水工混凝土配合比设计规程》JGJ/T 233 的规定执行。

4.2.8 当流态固化土与裸露钢结构或钢筋直接接触时，固化土拌合物中氯离子含量（以氯离子质量计）不应大于固化剂质量的 0.10%。流态固化土中氯离子含量测试试验方法应符合现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 的规定。

4.2.9 当对填筑体重金属浸出物限值有要求时，应明确指定龄

期的流态固化土重金属浸出物限值。流态固化土浸出重金属检测方法应符合现行国家标准《水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法》GB/T 30810 的规定。

4.2.10 流态固化土应用于管沟回填时应满足不同工作状态下管道的变形和轴向位移，流态固化土的收缩或垂直压缩不得超过管道允许的环向变形。

4.2.11 当对填筑体有体积稳定性要求时，应明确指定龄期的流态固化土体积稳定性。流态固化土体积稳定性试验方法应按本标准附录 A 执行。

5 原材料与配合比

5.1 原材料

5.1.1 流态固化土的原材料宜包括原料土、固化剂、外加剂和水。

5.1.2 流态固化土的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 的规定。

5.1.3 原料土宜符合下列规定：

1 工程弃土、工程泥浆不得含有土壤污染防治规定的有害物质，河流、湖泊、水厂的污泥和底泥，盾构渣土泥浆，低品质工、矿业固废及建筑垃圾再生骨料等应符合相关无害化处置的规定；

2 灰土、水泥石、流态固化土和压实型固化土等应试验确定残存胶凝材料对流态固化土配合比设计和服役性能的影响；

3 原料土中的有机质含量不应超过 5%；

4 工程泥浆、盾构渣土泥浆应通过试验确定泥浆中化学物质对流态固化土凝结时间、立方体无侧限抗压强度等性能的影响；

5 建筑垃圾再生粗骨料质量应符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的规定，建筑垃圾再生细骨料质量应符合现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T

25176 的规定。

5.1.4 原料土应预处理，并应符合下列规定：

1 预处理后的原料土颗粒粒径不应大于 19mm，10mm 以上颗粒质量不宜超过 10%，含水率不宜大于 20%；

2 应筛分去除具有缠绕性状的细软异物和粒径大于 19mm 的硬物；

3 灰土、水泥土、流态固化土和压实型固化土等应破碎、颗粒均化；

4 工程泥浆、盾构渣土泥浆应筛分除杂和调浆密度均匀；

5 污泥、底泥宜先加水解泥调整密度，再筛分除杂。

5.1.5 固化剂的物理指标和性能指标应符合现行行业标准《软土固化剂》CJ/T 526 和《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286 的规定。

5.1.6 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》GB50119 的规定。

5.1.7 固化剂、外加剂应与原料土、拌合用水等相适配，对生产、运输、施工等设备无腐蚀，对应用环境无污染。

5.1.8 流态固化土的拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

5.2 配合比

5.2.1 流态固化土技术指标，固化剂、外加剂、拌合用水的选

型及掺量应根据填筑工程需求、原材料特性、生产设备型式、运输工具类型、交通路况、填筑方式、施工工艺及环境等综合因素确定。

5.2.2 流态固化土配合比设计应按下列步骤进行：

- 1 确定原材料，预处理后取样检测；
- 2 确定流态固化土技术指标；
- 3 确定原材料掺量基准值；
- 4 计算各原材料质量；
- 5 确定最佳拌合工艺；
- 6 各原材料不同掺量试配并记录对应技术指标；
- 7 确定施工配合比。

5.2.3 土的物理特性、化学成分和矿物成分检测应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定。

5.2.4 当采用多种原料土的混合物制备流态固化土时，应以混合均匀原料土的特性选择固化剂、外加剂，再设计配合比。

5.2.5 试验室配合比设计所采用的各原材料应与生产各原材料保持一致。

5.2.6 固化剂基准掺量宜为预处理原料土干质量的 5%~35%，也可根据地区经验确定。

5.2.7 外加剂品种和掺量应根据试验或工程经验确定。

5.2.8 流态固化土配合比设计计算方法宜按本标准附录 B 执行。

5.2.9 配合比设计设定的标准养护指定龄期的流态固化土立方体无侧限抗压强度不应小于设计立方体无侧限抗压强度的1.2倍。

5.2.10 试配时应测试拌合物的流动扩展度、湿密度、泌水率及设计指定龄期的立方体无侧限抗压强度，以及设计要求的其他技术指标，试验结果记录可按本标准附录C执行。流态固化土的流动扩展度及经时流动扩展度试验方法应按本标准附录D执行，流态固化土泌水率试验方法应按本标准附录E执行，流态固化土立方体无侧限抗压强度试验方法应按本标准附录F执行。

5.2.11 施工配合比应根据试配结果选择性能满足要求、原材料来源广泛、经济效益优的配合比。

5.2.12 当对流态固化土拌合物的流动性有经时损失要求时，流态固化土拌合物的经时流动扩展度、凝结时间应满足施工要求。流态固化土拌合物初凝和终凝时间的检测方法应符合现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法》GB/T 1346的规定。

5.2.13 固化剂、外加剂的种类、掺量和拌合用水量应考虑拌合物从出机至作业面填筑完成流动扩展度的损失。

5.2.14 原材料来源、种类、特性发生变化时，应重新设计。

6 生产与施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工前应编制施工方案，确认环保要求、交通运输、气候环境等因素，并考虑以上因素变化对施工安全、施工质量的影响。

6.1.2 流态固化土施工方案应包括工程概况、施工部署、施工平面布置、原材料管理、技术指标、生产设备、运输工具、填筑设备、填筑工艺、质量验收、施工工期和质量、安全、环境保护措施等。

6.1.3 施工前应对填筑作业面内的松散土壤、垃圾、有机物质、积水和其他有害物质进行清理，作业面隐蔽工程验收合格后方可进行流态固化土填筑施工。

6.1.4 填筑前，应对支撑流态固化土凝固成型的模板、支架等结构进行强度、刚度及稳定性验算。

6.1.5 施工前流态固化土生产记录表、工程质量检验验收表、设备校秤记录表、生产安全标识等应准备齐全。

6.1.6 施工前应对有关人员进行安全技术交底及安全教育。

6.2 生产

6.2.1 流态固化土生产应根据填筑工程场地条件、施工工期、填筑工程量及天气条件等选择生产设备型式、型号及运输、填筑设备等。

6.2.2 流态固化土生产宜采用集中厂拌,也可采用移动式设备施工现场生产。

6.2.3 原料土预处理宜包括破碎、筛分、泥浆均化搅拌等设备。

6.2.4 配料计量装置应采用电子传感器计量各原材料质量,生产过程中各原材料质量每盘动态计量精度应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 原材料质量每盘动态计量精度

原材料	每盘动态计量精度
原料土	$\pm 2\%$
固化剂	$\pm 1\%$
外加剂	$\pm 1\%$
拌合用水	$\pm 1\%$

6.2.5 配料计量装置应定期校秤,厂拌设备校秤频率宜为 3 个月 1 次;移动式设备每次组装或移动后应进行校秤,校秤频率宜为每月 1 次。

6.2.6 生产原材料应与配合比设计原材料保持一致,生产前应检测土粒径级配、含水量,泥浆密度、含固量等参数,试生产时应进行开盘鉴定和湿密度校验。

6.2.7 使用酸、碱性的固化剂、外加剂时，与其接触的结构部件应具有防腐性能，并应做好防泄漏措施。

6.2.8 流态固化土搅拌时间应以各原材料投料结束至混合物达到均匀的时间为准，强制式搅拌机的搅拌时间不应少于 90s，振动搅拌机的搅拌时间不应少于 60s。

6.2.9 流态固化土拌合物出机检验应包括流动扩展度和湿密度检测，当流动扩展度检测值超出设计值 $\pm 20\text{mm}$ 时，应对原料土特性和配料计量装置进行检查，调整合格后方可继续生产，并保留记录。

6.2.10 流态固化土拌合物应均匀、稳定，在运输、浇筑和成型过程中不得出现离析和泌水。

6.3 施工

6.3.1 流态固化土的运输应符合下列规定：

- 1 集中厂拌的流态固化土宜采用混凝土罐车运输；
- 2 施工现场生产的流态固化土，可采用泵管输送或混凝土罐车运输。

6.3.2 流态固化土混合料从加水搅拌至填筑完成时间不宜超过 3h，不得向已拌合均匀的流态固化土中二次加水。

6.3.3 施工过程质量控制应以流动扩展度、湿密度和泌水率为主要指标。填筑前，应对流态固化土的流动扩展度进行检验。

6.3.4 流态固化土拌合物的填筑方式应根据流态固化土的性质

能、施工条件等确定，宜采用泵送填筑或直接填筑。

6.3.5 流态固化土分层填筑应符合下列规定：

1 分层厚度应根据流态固化土拌合物对建筑物或构筑物的主体、模板及其支架的作用力确定；

2 同层对称填筑高差不宜大于 0.5m，相邻两层填筑时间间隔应根据试验确定；

3 相邻填筑点流态固化土拌合物堆积高差不宜超过 1m；

4 回填作业面底部不平整或标高不一致时，宜从低向高推进填筑。

6.3.6 流态固化土填筑时不得直接冲击建筑物、构筑物主体和支护装置等，当填筑作业面出现冒浆、漏浆、基础沉降、结构体移位、变形等现象时，应立刻停止填筑并采取措施处理。

6.3.7 当流态固化土拌合物流动扩展度小于 160mm 时，应采用辅助振捣措施。

6.3.8 管沟填筑应符合下列规定：

1 填筑前应根据管道截面面积、管道材质密度及流态固化土拌合物湿密度等确定管道分段填筑长度和每层填筑厚度；

2 填筑前应对管道分段固定，当固定装置需拆除时，应在流态固化土承载力满足该段管道自重后拆除；

3 应分层对称填筑，填筑速度应受控且相邻或对称填筑点流态固化土拌合物高差应小于计算的分层填筑厚度；

4 管道圆周 0.5m 范围内，流态固化土的流动扩展度应取

设计范围值的最小值。

6.3.9 空洞填筑应符合下列规定：

1 作业区域应设置注浆管、排气管，含有积水时应加设排水管；

2 注浆管、排气管和排水管等排布间距和排布数量应根据施工条件和流态固化土填充性能确定；

3 填充空洞时，应对空洞内、外压差，建筑物、构筑物的地基沉降，结构体的变形、位移和开裂裂缝进行监测。当监测值超出限定值时，应立刻停止施工，并采取补救措施；

4 每次填筑流态固化土后，应在空洞内、外压力和建筑物、构筑物基础和结构体受力达到新的平衡且稳定后再次施工；

5 宜采用泵送方式填筑，因不可抗力需中断注浆时，中断时间不应超过拌合物的初凝时间。

6.3.10 退出人防工程流态固化土填筑时，应先对主、副空洞进行填筑隔离，再单独填筑，单独填筑宜采用先外围后内部的填筑方式。

6.3.11 水中填筑应符合下列规定：

1 导管应低于水面，埋入新填筑流态固化土拌合物深度不应低于 500mm，应随拌合物填筑高度提升注浆管；

2 填筑区域存在涌水点时，宜先对涌水点进行填筑处置；

3 在流动水域应控制水的流速。

6.3.12 流态固化土施工环境温度不宜低于 5℃。冬期施工时，

应在流态固化土中掺入防冻剂，填筑完毕后应及时保温蓄热养护。

6.3.13 流态固化土填筑应避免雨期，若施工中突降大雨或持续小雨，应对作业面采取排水措施，对已填筑未固化的流态固化土拌合物应采用塑料薄膜覆盖。

6.3.14 流态固化土的养护应符合下列规定：

1 大风、高温天气，应对填筑的流态固化土进行覆盖、保湿养护；

2 应在流态固化土表面自由水消失时进行收面、覆盖、保湿养护，养护时间不应少于 7d；

3 养护期间，人员、车辆和设备不应在填筑体表面通行；养护期满后，经确认流态固化土满足承载要求后，方可上人或开展下道施工工序。

7 验收

7.1 一般规定

7.1.1 流态固化土施工质量管理，应包括填筑作业面隐蔽工程检验验收、原材料质量检测、配合比设计、设备计量校准、流态固化土质量检测和施工质量控制等。

7.1.2 填筑工程施工质量验收应划分为分项工程和检验批。划分原则应符合现行国家标准《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032 的规定。

7.1.3 施工前，应由施工单位制定分项工程和检验批的划分方案，并由监理单位审核。对于特殊分项工程和检验批，可由建设单位组织监理、施工等单位协商确定。

7.1.4 流态固化土采用集中厂拌时，质量检测应分为出厂检验和交货检验。

7.1.5 流态固化土采用移动式设备施工现场生产时，应由施工单位负责流态固化土的质量检验。

7.1.6 流态固化土的施工质量控制应符合下列规定：

1 回填工程采用的原材料、半成品、成品和设备应进行进场检验。凡涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的重要材料应按各专业工程施工规范、验收规范和设计文件等规定进行复验，并应经监理工程师检查认可；

2 每道施工工序完成后，经施工单位自检符合规定后，才能进行下道工序施工。工程质量检验验收可按本标准附录 G 执行。

7.2 原材料

I 主控项目

7.2.1 固化剂进场时应对其品种、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并对其物理指标和性能指标按现行行业标准《软土固化剂》CJ/T 526 和《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286 的规定进行复检。

检验数量：同一生产厂家、同一批号，袋装粉体固化剂不超过 200t 为一检验批；散装粉体固化剂不超过 500t 为一检验批，每个检验批抽样不少于 1 次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告、进场抽样检验报告。

II 一般项目

7.2.2 原料土应进行含水量、颗粒级配的质量检验，并应符合下列规定。

检验数量：每 2000m³ 为一检验批，原料土性能发生明显变化时，应重新检测。

检验方法：烘干法、筛分法。

7.2.3 流态固化土拌合用水宜采用饮用水，并应符合下列规定。

检验数量：同一水源检查不应少于 1 次。

检验方法：检查水质分析检验报告。

7.2.4 外加剂进场时应对其品种、包装、出厂日期等进行检查，并应对外加剂的相关性能指标进行检验，检验结果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》GB50119 的规定。

检验数量：按同一厂家、同一品种、同一性能、同一批号且连续进场的外加剂，不超过 50t 为一批，每批抽样数量不应少于 1 次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告、进场抽样检验报告。

7.3 配合比设计

I 主控项目

7.3.1 流态固化土配合比设计应通过试验确定，并应满足其力学性能、耐久性能和拌合物性能等要求；当有特殊要求时，尚应符合国家现行有关标准的相应规定。

检验方法：检查配合比设计资料。

II 一般项目

7.3.2 首次使用的流态固化土配合比应进行开盘鉴定，其性能应满足设计配合比要求。开始生产时应至少留置一组标准养护

试件，作为验证配合比的依据。

检验方法：检查开盘鉴定资料和试件立方体无侧限抗压强度检验报告。

7.3.3 流态固化土生产前，应对工程弃土，低品质工、矿业固废等进行含水量和颗粒级配检验；对工程泥浆、盾构渣土泥浆等进行密度、含水量检验，并根据测试结果调整材料用量，提出施工配合比。

检验数量：每工作班检查 1 次。

检验方法：检查含水量、颗粒级配、密度测试结果和施工配合比通知单。

7.4 流态固化土施工

I 主控项目

7.4.1 施工质量验收应以流态固化土标准养护满足龄期的立方体无侧限抗压强度为主要指标，并应满足设计要求。用于检测流态固化土立方体无侧限抗压强度的试件，应在浇筑地点随机取样。

检验数量：流态固化土试件留置组数应符合下列规定：

1 同一工程，同一原材料来源，同一配合比的流态固化土每 300m³ 制取一组试件，不足 300m³ 时制取一组试件。

2 同条件养护试块的留置组数应根据项目现场需求确定。

检验方法：检查生产记录、施工记录和试件立方体无侧限

抗压强度检验报告。

II 一般项目

7.4.2 流态固化土拌合物流动扩展度和湿密度应满足设计要求。

检验数量：同一工程、同一配合比，同一原材料来源，每台班开机生产前三盘，每盘取样检测不少于 1 次。

检验方法：检查流动扩展度、湿密度检测记录。

7.4.3 流态固化土拌合物泌水率应满足设计要求。

检验数量：同一工程、同一配合比，同一原材料来源，每台班开机生产前三盘，每盘取样检测不少于 1 次。

检验方法：检查泌水率检测记录。

7.4.4 流态固化土填筑标高、填筑范围、外观质量应符合设计要求。

检验数量：全数检查。

检验方法：水准仪测量、尺量检查、观察检查。

7.5 质量验收

7.5.1 检验批质量应按主控项目和一般项目验收，并应符合下列规定：

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，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 应具有完整的质量验收记录。

7.5.2 工程质量验收应包括下列内容：

- 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抽样检验报告；
- 4 外加剂出厂质量证明文件和进场抽样检验报告；
- 5 原料土检测报告；
- 6 流态固化土配合比；
- 7 设备校秤记录；
- 8 流态固化土生产记录；
- 9 流态固化土填筑记录；
- 10 流态固化土试件技术指标检测报告；
- 11 隐蔽工程验收记录；
- 12 生产、填筑影像资料；
- 13 质量验收记录。

7.5.3 当检验批施工质量不符合验收标准时，施工单位应进行返工或返修，并重新进行质量检验与验收。

7.5.4 返工或返修后仍不符合要求的检验批，不得验收；经返修或加固处理满足结构安全或使用功能要求的检验批，可按技术方案和协商文件的要求予以验收。

附录 A 流态固化土体积稳定性试验方法

A.0.1 本试验方法适用于测定新拌流态固化土拌合物固化过程中的体积稳定性。

A.0.2 试验仪器设备应符合下列规定：

1 1000ml 立式透明圆筒，直径小于 6cm，透明圆筒材质宜为塑料或玻璃；

2 筛子，网孔尺寸 19mm；

3 捣棒 1 个、抹布 1 块、取样桶 1 个、刚性平板 1 个、箔纸若干。

A.0.3 新拌流态固化土拌合物体积稳定性测试应按下列步骤进行：

1 采用抹布将透明圆筒擦拭干净并晾干，放置于水平刚性平板上；

2 采用取样桶对制备好的流态固化土取样并拌合均匀，对拌合物进行过筛，去除大于 19mm 的粗颗粒料，取筛下拌合物注入透明圆筒 $900\text{ml} \pm 5\text{ml}$ ，捣棒上下多次轻振透明圆筒，避免拌合物内部形成空腔或夹杂气泡，然后用干燥抹布擦拭干净量筒内高于拌和物液面的挂壁拌和物，箔纸密封透明圆筒，静置；

3 2h 后，在透明圆筒上读取刻度值 H_2 ；

4 24h 后进行第二次读数，记录 H_{24} ，若拌合物未硬化，应

适当延长静置时间。

A.0.4 试验结果计算及确定应符合下列规定：

1 试件的体积稳定性应按下列公式计算：

$$A = \frac{H_2 - H_{24}}{H_2} \quad (\text{A.0.4})$$

式中： A ——收缩量（%），精确至 0.01；

H_2 ——流态固化土拌合物静置 2h 的体积数值（ml）；

H_{24} ——流态固化土拌合物静置 24h 的体积数值（ml）。

2 试验结果的确定应符合下列规定：

1) 试件应取三个试样测量值的平均值；

2) 三个测量值中的最大值或最小值，有一个与中间值之差超过中间值的 15% 时，应以其中最接近的 2 个试件的平均值作为该组试件的试验结果；

3) 最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时，应重新试验。

3 除了确定沉降体积外，还应对样品进行目视检查，并记录环形间隙、裂缝、气泡或夹杂自由水等。

附录 B 流态固化土配合比设计计算方法

B.0.1 本方法适用于固定用水量法计算流态固化土配合比各原材料的质量。

B.0.2 将预处理原料土混合均匀,根据搅拌机理论容量及试验组数确定单锅预处理原料土用量 m ,取 100g 土样采用烘干法确定其含水量,计算出单锅用量预处理原料土中的含水量 m_s 、干质量 m_g 。

B.0.3 选定固化剂掺量基准值,确定掺入的固化剂质量,并按照下式计算:

$$m_c = m_g \alpha_c \quad (\text{B.0.3})$$

式中: m_c ——固化剂的质量 (kg);

α_c ——固化剂的掺量 (%)。

B.0.4 外加剂质量可按式计算:

$$m_a = m_c \alpha_a \quad (\text{B.0.4})$$

式中: m_a ——外加剂的质量 (kg);

α_a ——外加剂的掺量 (%),可根据外加剂性能按经验取值。

B.0.5 拌合用水质量可按式计算:

$$m_w = \mu(m_g + m_c + m_a) \quad (\text{B.0.5})$$

式中: m_w ——拌合用水的质量 (kg);

μ ——水固比，以百分数表示，按经验取值。

B.0.6 外加用水的质量可按下式计算：

$$m_j = m_w - m_s \quad (\text{B.0.6})$$

式中： m_j ——外加用水的质量（kg）。

B.0.7 配合比试验应采用间歇式强制搅拌机搅拌原材料，每锅试配搅拌量不宜小于搅拌机理论容量的 1/4。

附录 C 流态固化土配合比设计表

表 C 流态固化土配合比设计表

项目名称								取土地点				土样编号				试验时间				试验员			
序号	预处理原料土 (kg)			预处理 泥浆密 度 (kg/m³)	固化 剂 (kg)	固化 剂掺 量(%)	外加 剂 (kg)	外加 剂掺 量 (%)	外加 用水 (kg)	搅拌 机型 式	拌合 时间 (s)	性能指标											
	湿 重	干 重	含 水 量									流动 扩展 度 (mm)	湿密度 (kg/m³)	泌 水 率 (%)	7d 立方体 无侧限抗 压强度 (MPa)	28d 立方体 无侧限抗 压强度 (MPa)							
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
◆	大于 10mm 粗颗粒含量(%)				最佳配合比推荐				固化剂成本（元/m³）				外加剂成本（元/m³）										

注：根据以上数据绘制横坐标湿密度、左纵坐标流动扩展度、右纵坐标指定龄期立方体无侧限抗压强度的配合比设计图，根据流态固化土性能设计目标，推荐最佳指导生产配合比。

附录 D 流态固化土流动扩展度及经时流动扩展度试验

方法

D.1 流动扩展度试验

D.1.1 本试验方法适用于原料土最大公称粒径小于 19mm 的流态固化土流动扩展度的测定。

D.1.2 试验材料应符合本标准第 5 章的规定。

D.1.3 卧轴强制式振动搅拌机应符合下列规定：

1 振动搅拌轴的振动强度代表值应为 4~6；

2 振动搅拌机的机架振动强度代表值不应大于振动搅拌轴振动强度代表值的 25%；

3 振动搅拌机与流态固化土混合料接触部位振动搅拌轴的振动频率允许偏差应为设计值的 $\pm 2\%$ ，振幅允许偏差应为设计值的 $\pm 10\%$ ；

4 搅拌叶片和侧刮板与搅拌筒内壁的最大间隙不宜大于 5mm。

D.1.4 非振动搅拌设备应符合现行行业标准《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233 的规定。

D.1.5 试验器材应符合下列规定：

1 测量筒 1 个。测量筒应为内径 75mm，长度 150mm 的

上下敞口且具有一定刚性的圆柱筒。材质宜为钢、塑料或其他非吸收性材料，不得与流态固化土拌合物组分发生反应。测量筒内壁光滑，断面平整，两端平面应平行且垂直于筒体纵轴；

2 容量足够的铲斗或勺子 1 个；

3 容量足够的取样桶 1 个；

4 具有一定刚度的非吸收性材料平板 1 个，边长不小于 600mm，表面光滑，无缺陷，无孔。宜选不锈钢板、玻璃板、铝板或聚乙烯板等；

5 钢尺 1 把，有效量程不宜小于 380mm，精度为 1mm；

6 抹布 1 块，玻璃棒或不锈钢棒 1 根，抹刀 1 把。

D.1.6 拌合物流动扩展度试验应按下列步骤进行：

1 将平板放在无振动或其他干扰的平坦水平区域，用湿润抹布擦拭表面并保持湿润，平板表面不得有积水；

2 测量筒浸水湿润，擦拭干净，将其置于光滑的平板中心位置；

3 采用取样桶对出机新拌流态固化土拌合物或施工现场填筑流态固化土拌合物取样，取样量应不小于保证均匀性所需的最小量；

4 使用勺子从取样桶中心部位舀出，分 2 次加注，测量筒刚好满或略满，每次注入后采用不锈钢棒均匀插捣不少于 5 次；

5 用抹刀将测量筒上部的流态固化土拌合物沿上端面刮平，直至拌合物表面与测量筒顶部端面平齐，擦去测量筒外壁

和平板上的残留物；

6 在 2s~5s 内将测量筒垂直向上迅速 1 次性提起且不得有横向或扭转运动，待拌合物坍落在平板上形成的饼状物稳定后，用钢尺测量饼状物的最大伸展直径及与此直径相互垂直的扩散直径，精确到 2mm；

7 当两直径之差小于 20mm 时，应取其算术平均值作为流态固化土拌合物的流动扩展度值；当两个直径之差大于 20mm，应重新取样测定。

D.1.7 流动扩展度试验从开始装料到测得流态固化土拌合物流动扩展度值的整个过程应连续进行，并应在 5min 内完成。

D.1.8 试验报告中应包含项目名称，日期，测试员姓名，配合比，拌合时间，流动扩展度值，填筑部位等信息。

D.2 经时流动扩展度试验

D.2.1 本试验方法适用于流态固化土拌合物经过一段时间后的流动扩展度测定。

D.2.2 经时流动扩展度试验的流态固化土拌合物应符合本标准附录 D.1 节的规定。

D.2.3 经时流动扩展度试验的试验器材应符合本标准附录 D.1 节的第 D.1.5 条的规定。

D.2.4 经时流动扩展度试验应按下列步骤进行：

1 采用取样桶装取足够量的出机均质流态固化土拌合物；

2 测量出机 5min 内新拌流态固化土拌合物的初始流动扩展度值；

3 取样桶应用桶盖或塑料薄膜密封静置，静置中不宜振动或冲击取样桶；

4 自均匀拌合物出机开始计时，静置到设计时间用勺子对其充分搅拌，然后用勺子从取样桶中间取出适量流态固化土拌合物进行流动扩展度试验，检测的流动扩展度数值即为对应静置时间的经时流动扩展度值。

D.2.5 应根据工程需要设定静置时间，重复本标准第 D.2.4 条步骤，测定不同静置时间对应的流态固化土拌合物经时流动扩展度值。

D.2.6 试验报告中应包含项目名称、日期、测试员姓名、配合比、静置时间、经时流动扩展度等。

附录 E 流态固化土泌水率试验方法

E.0.1 本试验方法适用于原料土最大公称粒径小于 19mm 的新拌流态固化土泌水率的测定。

E.0.2 试验器材应符合下列规定：

- 1 容量筒 3 个，有效容量 500ml，并应配有盖子；
- 2 振动台 1 个，频率 (50 ± 3) Hz，空载时台面中心振幅 (0.52 ± 0.1) mm；
- 3 电子天平 1 台，最大量程 3.2kg，感量不应大于 1g；
- 4 钟表 1 个、铁铲 1 个、抹刀 1 个、抹布 1 块等。

E.0.3 泌水率试验应按下列步骤进行：

- 1 用湿润抹布擦拭容量筒内壁，晾干后称量，并记录容量筒的质量 m_0 ；

- 2 将拌合均匀的出机新拌流态固化土拌合物注入容量筒内 $450\text{ml} \pm 5\text{ml}$ ；

- 3 当流动扩展度大于 160mm 时应 1 次性填筑完成，当流动扩展度小于 160mm 时，应分 2 次填筑，然后振动台振实；

- 4 将容量筒口、内壁及外表面擦拭干净，称量并记录容量筒与试样的总质量 m_1 ，用塑料薄膜或盖子密封容量筒静置并开始计时；

- 5 静置 24h，取下容量筒盖子或塑料薄膜，将容量筒内的水倒掉，直至容量筒内没有自由水为止，称量容量筒与试样的

总质量 m_2 ，若流态固化土未硬化，应适当延长静置时间。

E.0.4 试验结果计算及确定应符合下列规定：

- 1 流态固化土拌合物的泌水率应按下式计算。

$$B = \frac{m_1 - m_2}{(W/m_n) \times (m_1 - m_0)} \quad (\text{E.0.4})$$

式中： B ——泌水率（%），精确至 1%；

W ——试验新拌流态固化土拌合物拌合用水（g）；

m_n ——试验新拌流态固化土拌合物的总质量（g）。

- 2 试验结果的确定应符合下列规定：

1）泌水率应取三个试样测量值的平均值；

2）三个测量值中的最大值或最小值，有一个与中间值之差超过中间值的 15% 时，应以其中最接近的 2 个试件的平均值作为该组试件的试验结果；

3）最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时，应重新试验。

附录 F 流态固化土立方体无侧限抗压强度试验方法

F.0.1 本试验方法适用于测定流态固化土立方体试件的无侧限抗压强度。

F.0.2 试验材料应符合本标准第 5 章的规定。

F.0.3 搅拌设备应符合本标准附录 D.1 节的第 D.1.3 条和第 D.1.4 条的规定。

F.0.4 压力试验机应符合下列规定：

1 应符合现行国家标准《液压式万能试验机》GB/T 3159 和《试验机 通用技术要求》GB/T 2611 的规定；

2 试件破坏载荷应在压力试验机全量程的 20%~80% 之间；

3 应具有加载速度控制装置和显示仪表，且加载连续、均匀；

4 测量精度±1%；

5 宜具有压力载荷数值变化、最大值显示保持、应力应变曲线自动绘制和保存等功能；

6 承压板的平面尺寸应不小于试块承压面积，承压板应具有较好的强度、刚度及表面平面度、粗糙度等。

F.0.5 测定立方体无侧限抗压强度试验的试件尺寸和数量应符合下列规定：

1 标准立方体试件边长为 70.7mm，不平整度应为每

70.7mm 不超过 0.1mm，试件不得有肉眼可见裂纹、缺棱掉角、倾斜及变形；

2 每组试件不应少于 3 块，每次至少做 2 组试件。

F.0.6 立方体试件制备应符合下列规定：

1 根据设计配合比，称量各原材，按照一定的顺序投入搅拌机且各原材均 1 次投入，达到设计的拌合时间后，将拌合物从搅拌机卸入合适的取样桶内，流态固化土拌合物也可从运输设备现场取样，取样应具有代表性，取样量不应少于试件体积之和的 2 倍；

2 试模内部清理，刷脱模剂，试块信息标签放置试模底部，试块信息标签应含日期、配合比、流动扩展度、项目名称、填筑部位等信息；

3 流态固化土拌合物流动扩展度大于 160mm 时，应 1 次性灌满 $70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm}$ 试模，用钢棒对试模外部四周进行轻微敲击，待液面稳定且试模内充满浆液，试模静置；拌合物流动扩展度不大于 160mm 时，新拌流态固化土拌合物先灌注 $70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm}$ 的试模 1/2 容积，采用钢棒对试模内流态固化土拌合物进行插捣和试模外部轻微敲击，然后将流态固化土拌合物灌注满试模，再次用钢棒对试模内流态固化土拌合物进行插捣和试模外部轻微敲击，待液面稳定且试模内充满浆液，试模静置；

4 试件成型抹面，待表面自由水消失时，立即用塑料薄膜

或湿润土工布覆盖，静置 2d~3d，试件静置期间避免振动和冲击；

5 试件拆模后，应放置标准养护室的支架上养护，试块彼此间隔 20mm~30mm，试件表面保持潮湿，但不得直接水淋，温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不低于 95%，养护龄期可根据实际需要分为 7d、28d、56d、90d、180d 等。

F.0.7 立方体无侧限抗压强度试验应按下列步骤进行：

1 取出满足养护龄期的试块并擦拭表面，放置于擦拭干净的压力试验机下承压板中间位置，试件中心应与压力试验机下压板中心对准；

2 启动压力试验机，试件表面与上、下承压板表面应均匀接触；

3 连续均匀加荷，加荷速度应控制在 $0.03\text{kN/s} \sim 0.15\text{kN/s}$ ，直至试件破坏，记录破坏载荷，并精确至 0.01kN。

F.0.8 试验结果计算及确定应符合下列规定：

1 试件的无侧限抗压强度应按下列公式计算：

$$f_{cu} = \frac{P}{A} \quad (\text{F.0.8})$$

式中： f_{cu} ——试件无侧限抗压强度 (MPa)，精确至 0.01MPa；

P ——破坏载荷 (N)；

A ——试件横截面积 (mm^2)。

2 试验结果的确定应符合下列规定：

1) 计算 3 个试件的无侧限抗压强度的平均值作为该组

试件的强度值，精确至 0.01MPa；

2) 当 3 个试件无侧限抗压强度的最大值或最小值与中间值的差值超过 15%时，应以其中最接近的 2 个试件的平均值作为该组试件的无侧限抗压强度结果；

3) 当 3 个试件无侧限抗压强度最大值和最小值与中间值的差值均超过中间值的 15%时，该组试件结果作废。

附录 G 工程质量检验验收表

表 G 工程质量检验验收表

工程名称					施工单位										
填筑部位			隐蔽工程验收	☐ 合格 ☐ 不合格		理论填筑方量(m³)			实际填筑方量(m³)						
天气情况			室外温度			填筑开始时间			填筑完成时间						
设计配合比				生产配合比				生产设备校秤	☐ 合格 ☐ 不合格						
生产信息															
生产厂家				固化剂、外加剂进场检验	☐ 合格 ☐ 不合格			原料土含水率							
流态固化土性能指标															
项目	流动扩展度(mm)			湿密度(kg/m³)		泌水率(%)		28d 立方体无侧限抗压强度(MPa)							
设计值															
实测值															
施工质量控制															
试件尺寸			数量			编号			取样运输单编号			同条件养护试块留置组数			
送检第三方检测机构				送检日期			填筑方式	☐ 分层 ☐ 1次完成		分段长度			分层厚度		
填筑工具	☐ 泵送浇筑		☐ 直接倾倒	养护措施											
填筑中出现的問題及处理情况															
施工负责人				送检人员				填表人							

本标准用词说明

1 为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，非这样做不可的用词：

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用词：

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，在条件许可时首先这样做的用词：

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的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032

《水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法》GB/T

1346

《试验机通用技术要求》GB/T 2611

《液压式万能试验机》GB/T 3159

《建筑材料放射性核素限量》GB 6566

《混凝土外加剂》GB 8076

《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176

《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177

《水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法》GB/T 30810

《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119

《土工试验方法标准》GB/T 50123

《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286

《软土固化剂》CJ/T 526

《混凝土用水标准》JGJ 63

《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233

《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322

《泡沫混凝土制品性能试验方法》JC/T 2357