

ICS 93.020
CCS P22

辽宁省地方标准

DB21

DB21/T XX-202X

J XXXX-202X

预拌流态固化土填筑工程技术标准

Technical standard for backfilling projects using premixed
fluidized solidified soil

(征求意见稿)

202X-X-XX 发布

202X-X-X 实施

辽宁省住房和城乡建设厅

辽宁省市场监督管理局

联合发布

辽宁省地方标准

预拌流态固化土填筑工程技术标准

Technical standard for backfilling projects using premixed
fluidized solidified soil

DB21/T XX-202X

Jxxxx-202X

主编单位：中国建筑东北设计研究院有限公司

批准部门：辽宁省住房和城乡建设厅

施行日期：202X年X月X日

202X 沈阳

前 言

根据辽宁省市场监督管理局《关于印发 2025 年辽宁省地方标准立项计划的通知》（辽市监发[2025] 28 号）的要求，由中国建筑东北设计研究院有限公司会同省内外相关单位组成标准编制组，标准编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考相关标准及技术文献，结合辽宁省工程实际，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、设计、材料和配合比、施工与验收。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由辽宁省住房和城乡建设厅和辽宁省市场监督管理局负责管理，由中国建筑东北设计研究院有限公司负责具体内容的解释。在执行中如有意见或建议，请寄送中国建筑东北设计研究院有限公司（地址：沈阳市和平区光荣街 65 号，邮编：110006）。

主编单位：中国建筑东北设计研究院有限公司

参编单位：东北大学、大连理工大学、中国建筑第二工程局有限公司、东北电力大学、苏州大学、应急管理部信息研究院、苏州市建研城市更新有限公司、辽宁水利土木工程咨询有限公司、中核大地生态科技有限公司、大连博勘建筑工程科技有限公司、辽宁晖祥工程技术有限公司、大连市勘察测绘研究院集团有限公司、大连大勘岩土工程有限公司、辽宁汉大工程技术有限公司、南京工业大学、大连金源勘测技术有限公司、大连市勘察测绘研究院集团有限公司、沈阳工业大学、辽宁地质海上工程勘察院有限责任公司、中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司、中国中建设计研究院有限公司、浙泡科技(辽宁)有限公司

主要起草人：陈晨、梁峰、汪智慧、张广超

（以下按姓名笔画排序）

王飞、王剑峰、刘博、李根、李和禄、李良伟、李慎刚、吴昊、余文辉、杨钢、杨俊岭、张绰、季铁军、林盛根、范鹤、孟祥瑞、柏谦、胡立雄、郝冬雪、赵文、赵中棕、赵朕、祝国栋、高源、贾鹏蛟、郭晓红、常振军、庞宇斌、曹洋、韩庆飞、靳舒凯、裴华富、潘晓娜

主要审查人：XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	2
3 基本规定	4
4 设 计	5
4.1 一般规定	5
4.2 设计要求	5
5 材料和配合比	7
5.1 材 料	7
5.2 配 合 比	7
6 施工和验收	10
6.1 一般规定	10
6.2 固化土制备	10
6.3 固化土填筑与养护	11
6.3 质量验收	12
本标准用词说明	13
引用标准名录	14
附：条文说明	15

1 总 则

1.0.1 为了贯彻执行节约资源和保护环境国家政策，规范预拌流态固化土工程应用，做到安全可靠、经济合理、保证质量、技术先进、绿色环保，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于辽宁省行政区域内建筑、市政等建设领域预拌流态固化土填筑工程应用的设计、施工、质量检验与验收。

1.0.3 预拌流态固化土应在不断总结科研和工程实践经验的基础上，积极采用新技术、新工艺、新材料、新设备。

1.0.4 预拌流态固化土工程应用，除应符合本标准外，尚应符合国家和辽宁省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 预拌流态固化土 premixed fluidized solidified soil

在土中加入一定量的固化剂、外加剂和水拌合均匀，形成具有一定流动性，且凝固后能达到一定强度的混合物，本标准简称“流态固化土”。

2.1.2 土料 soil

可用于生产流态固化土的不同含水率、不同粒径的土，包括原状土、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。

2.1.3 固化剂 solidified agent

以 CaO、活性 Al₂O₃ 和 SiO₂ 为主要成分，同时添加具有改善土颗粒表面的功能性添加剂和活性激发剂制成的功能性复合胶凝材料。

2.1.4 外加剂 additive

为改善流态固化土的和易性或强度而在固化过程中添加的调节材料，以改善流态固化土的凝结时间、流动性、收缩性能或强度指标。

2.1.5 固化剂掺入比 mixing ratio of solidified agent

掺入的固化剂质量与被搅拌的干土质量之比，以百分数表示。

2.1.6 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流态固化土拌合物的各材料组成质量。

2.1.7 扩展度 fluidity of mixture

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

2.1.8 坍落度 mixture slump

固化土拌合物流动性和可泵送性的控制指标，指将固化土拌合物注入混凝土坍落度筒，测试拌合物在自重作用下的坍落高度。

2.1.9 立方体抗压强度 cube compressive strength

固化土立方体试件在无侧限压力条件下，抵抗轴向压力的极限强度，简称“抗压强度”。

2.2 符号

α —— 固化剂掺入比；

m_c —— 掺入固化剂的质量 (kg)；

m_d —— 固化土所用土料的干质量 (kg)；

m_0 —— 试验用土料的质量 (kg)；

m_c —— 固化剂的质量 (kg)；

ω_0 —— 试验用土料的含水量 (%)；

m_w ——拌合用水的质量 (kg) ;

μ ——固化剂浆液水灰比;

m_a ——外加剂的质量 (kg) ;

α_a ——外加剂的掺量百分比 (%)。

3 基本规定

3.0.1 预拌流态固化土技术可应用于建筑物基础肥槽、空洞、管沟、基坑、挡土墙、堤防培土及市政道路路基的回填等工程。

3.0.2 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。

3.0.3 固化土的设计和施工应包括以下步骤：

- 1 材料的选用和检测；
- 2 固化土的配合比设计；
- 3 施工方案的编写；
- 4 固化土的施工；
- 5 固化土的质量验收。

3.0.4 流态固化土填筑工程施工前应进行工艺试验，确定工艺可行性和施工控制参数，并制定专项施工方案。

3.0.5 采用流态固化土填筑的工程在施工期内越冬，存在产生冻土的可能性时，应考虑冻胀融沉对填筑工程的作用。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 在固化土设计前，应完成下列工作：

- 1 应进行土料和固化剂调研，遵循因地制宜、就地取材、节约土地、保护环境的原则；
- 2 应了解当地相关工程经验、配合比和影响固化土强度的因素；
- 3 调查和勘察，获取设计所需的各项地质、水文、气象资料和岩土物理力学参数。

4.1.2 固化土设计内容应包括材料选择、配合比、龄期强度要求、坍落度、扩展度等。

4.1.3 设计应根据填筑工程的特点和要求，确定与龄期相关的固化土的立方体抗压强度要求作为施工和验收的标准。

4.1.4 标准养护条件下边长为 100mm 的固化土试块 28d 立方体抗压强度应满足工程功能要求。当没有明确设计要求时，固化土立方体抗压强度宜不小于 0.4MPa。

4.2 设计要求

4.2.1 流态固化土抗压强度应满足设计要求，当无明确设计要求时，可参照表 4.2.1 取值。

表 4.2.1 固化土的设计参数推荐值

应用类别		最小抗压强度 (MPa)		坍落度 (mm)	扩展度 (mm)
管沟回填		0.6		80~150	/
空洞回填		0.4		150~240	>400
基坑回填					
挡土墙回填					
堤防培土					
路基回填 (含路基孔洞)	路面底面以下深度 (m)	a 类	b 类	80~150	/
	0.0~0.8	0.8	0.6		
	0.8~1.5	0.5	0.4		
>1.5	0.4				

注：1.表中 a 类为城市快速路、主干路；b 类为其他等级市政道路；

2.固化土立方体抗压强度测试方法参照现行行业标准《水泥土配合比设计规程》JTG/T 233 执行；

3.固化土坍落度和扩展度的测定方法参照现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 执行。

4.2.2 填筑体有抗渗性要求时，28d 龄期的流态固化土渗透系数不宜大于 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ；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 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。

4.2.3 固化土拌合物的固化剂掺量宜为 7%~25%，最终用量应根据试配确定。固化土的水灰比应根据现场施工条件确定。

4.2.4 流态固化土技术指标应满足现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 中承载力

及变形的相关规定。

4.2.5 软土地区流态固化土路基设计宜包含路基稳定和路基工后沉降验算，应按现行行业标准《城市道路路基设计规范》CJJ 194 的有关规定进行验算。

5 材料和配合比

5.1 材 料

5.1.1 土料应采用现场开挖土、工程渣土或建筑垃圾再生料，不得采用膨胀土、盐渍土及污染土，且土料还应满足下列要求：

- 1 土料的有机质含量不得超过 5%，颗粒最大粒径宜与固化土拌合设备相匹配；
- 2 土料的粒径、有机质含量等指标的检测可按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的有关规定执行；
- 3 土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。

5.1.2 固化剂成品的性能应满足下列要求：

- 1 物理指标应满足表 5.1.2-1 的规定：

表 5.1.2-1 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 μm 方孔筛筛余量)	$\leq 10\%$	现行国家标准《软土固化剂》CJ/T 526
2	含水量	$\leq 1\%$	
3	外观	色质均匀，不结块	目测

- 2 工艺指标应符合表 5.1.2-2 的规定：

表 5.1.2-2 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	$\geq 100\text{mm}$	现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077
		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、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346	
3	终凝时间	$< 720\text{min}$		

注：1.施工时从搅拌到填筑时间不超过 1h 时，净浆流动度可不作要求；

2.固化剂应能满足固化土硬化强度和填筑施工要求。

5.1.3 固化土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 中关于素混凝土用水的规定。当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，固化土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 中关于钢筋混凝土用水的规定。

5.2 配 合 比

5.2.1 配合比设计前应根据固化土的设计和施工要求，确定固化剂类型、固化土坍落度和扩展度等指标。

5.2.2 无特殊要求时，可使用普通硅酸盐水泥作为主要固化剂，水泥用量为 60~300kg/m³。

5.2.3 配合比设计的固化土立方体抗压强度目标值不应小于设计强度值的 1.2 倍。

5.2.4 配合比设计应采用工程实际使用的原材料。试配前，应对原材料进行检验，其中土的检验内容应包括含水量、粒径、有机质的含量等，检验结果应符合本标准第 5.1.1 条的规定。

5.2.5 配合比计算前应根据土料的成分和性能指标确定固化剂掺入比，固化剂掺入比基准值可按设计要求的固化剂掺入比执行。当无设计要求时，可根据当地经验并结合设计要求的固化土性能指标综合确定。

固化剂掺入比应按式(5.2.5)计算：

$$\alpha = m_c / m_d \times 100\% \quad (5.2.5)$$

式中： α —— 固化剂掺入比；

m_c —— 掺入固化剂的质量（kg）；

m_d —— 固化土所用土料的干质量（kg）。

5.2.6 固化土材料的用量应按下列步骤确定：

1 初步确定试验所需土料的质量 m_0 ，不少于 30kg；

2 依据选定的固化剂掺入比基准值计算掺入的固化剂质量，掺入的固化剂质量应按式(5.2.6-1)计算：

$$m_c = \alpha m_0 / (1 + \omega_0) \quad (5.2.6-1)$$

式中： m_0 —— 试验用土料的质量（kg）；

m_c —— 固化剂的质量（kg）；

ω_0 —— 试验用土料的含水量（%）。

3 依据选定的固化剂浆水灰比，加水量应按式(5.2.6-2)计算：

$$m_w = \mu \alpha m_0 / (1 + \omega_0) - \omega_0 m_0 / (1 + \omega_0) \quad (5.2.6-2)$$

式中： m_w —— 拌合用水的质量（kg）；

μ —— 固化剂浆液水灰比，根据经验确定。

4 外加剂的用量应按式(5.2.6-3)计算：

$$m_a = \alpha_a m_c \quad (5.2.6-3)$$

式中： m_a —— 外加剂的质量（kg）；

α_a —— 外加剂的掺量百分比（%），按经验取值。

5.2.7 根据土料的质量、含水量及计算所得固化剂质量、加水量、外加剂质量，进行配合比试验。

5.2.8 在计算配合比的基础上通过试验确定最终设计配合比。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。

5.2.9 固化剂浆液水灰比应通过试拌，观察试拌固化土拌合物流动性确定，并应保证运输和施工泵送的技术指标。

5.2.10 标准试件制作应符合下列规定：

1 模具内拌合物应高于试模顶面。试模装满后，应轻微敲击试模，用平口刀沿试模顶面刮平试件，并采用保鲜膜覆盖；

2 严格控制拆模时间和养护环境，避免试块的损坏。

5.2.11 配合比试验应符合下列规定：

1 应采用不少于 3 种配合比进行试验。当采用 3 种配合比试验时，其中 1 种应按本标准确定的计算配合比，另外 2 种配合比在计算配合比基础上对固化剂用量进行调整，宜分别增加和减

少 3%~5%;

2 每种配合比试验时,拌合物坍落度和扩展度均应满足施工要求;

3 每种配合比至少应制作 1 组标准试件,并在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下养护至指定龄期;

4 试块应进行指定龄期的强度试验。当强度不满足设计要求时,应分析原因,调整配合比后重新进行强度试验。

5.2.12 根据试验结果、流态固化土的施工性能要求、造价,综合确定流态固化土施工配合比。

6 施工和验收

6.1 一般规定

6.1.1 施工前应根据工程需要进行下列调查：

- 1 现场施工条件；
- 2 交通运输和环境条件；
- 3 工程材料来源、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前应根据现场条件制定施工方案。流态固化土填筑施工方案应包括土料等材料的供应、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，并应考虑不同的施工顺序对邻近建筑和场地的影响。

6.1.3 应按施工方案，组织施工设备进场，并做好设备的安装和调试。

6.1.4 应按原材料使用计划，组织原材料进场，并进行复核检验，符合要求后使用。

6.1.5 填筑前应及时清除沟槽、基坑肥槽、孔洞内的积水、垃圾及其他杂物。

6.1.6 流态固化土浇筑时，模板和支撑的强度、刚度及稳定性应满足受力要求，并检查接缝的密封情况和预埋件的位置。

6.2 固化土制备

6.2.1 应根据现场施工场地、施工工期选择合适的制备设备。固化土制备设备包括土的筛分设备、固化剂浆液拌制设备和流态固化土拌合设备。固化土制备设备应符合下列规定：

- 1 搅拌、浇筑设备的生产能力和设备性能应满足连续作业要求；
- 2 搅拌设备应具备固化剂、水及土等材料的计量和拌合的功能；
- 3 混合料拌合设备应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》GB/T 9142 的有关规定；
- 4 搅拌设备的质量计量偏差应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 搅拌设备的允许质量计量偏差

原材料	质量计量偏差控制
水	±2%
土	±3%
固化剂	±1%

6.2.2 原材料进场应符合下列规定：

- 1 选择与试验相同的固化剂，并提供合格的检验报告；
- 2 固化剂应采用专门的设备储存，并采取防潮措施，出现结块的固化剂不得使用；
- 3 土料的堆场应有遮雨设施，并应符合环境保护的规定；

4 液态外加剂应储存在密封的容器内，并防晒防冻，如有沉淀等异物现象，经检验合格后方可使用。

6.2.3 应选择和试验原材料类别和成分相同的土料作为施工土料，当施工土料与试验土料土性不同时，应重新进行配合比试验；当施工土料和试验土料含水量不同时，应根据施工土料的含水量，确定实际施工配合比。

6.2.4 固化土制备可分为两步：先将固化剂与一定量的水拌合成浆液，再将固化剂浆液与土进行拌合。

6.2.5 混合料应搅拌均匀，搅拌时间不少于 2min。

6.2.6 固化土的指标除无侧限抗压强度，还包括坍落度和扩展度。当固化土的指标不满足设计要求时，应分析原因，并调整参数重新拌合。

6.2.7 冬季拌合应采取相应防冻措施，可采用提高拌合用水温度的方法，提高拌合物温度，拌合用水温度不应超过 60℃。

6.2.8 原材料的计量设备应定期进行校准，校准频率为每 3 个月一次；原材料计量宜采用电子计量设备，设备的精度应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171 的有关规定。

6.3 固化土填筑与养护

6.3.1 填筑前应根据施工现场的条件确定填筑的方式，流态固化土填筑可采用泵送或溜槽方式进行。

6.3.2 施工时应严格按照施工方案中的平面布置和材料运输路线施工，当调整平面布置和运输路线时，应分析其对基坑的安全影响。

6.3.3 流态固化土搅拌至浇筑完成的时间不宜超过 3h。当间隔时间超过 3 小时时，宜调整并添加缓凝剂。

6.3.4 流态固化土宜采用分层进行填筑。每层填筑的厚度应通过核算，首层填筑厚度不宜超过 0.5m，每次填筑厚度不宜大于 2m，相邻片区填筑高差不宜大于 1m。

6.3.5 当填筑基槽底标高不一致时，应做成阶梯状或斜坡状，并按先深后浅的顺序施工。

6.3.6 大面积地基基层填筑施工时，应分段施工且对称进行；相接处应做成阶梯状，上下层错缝的距离不宜小于 1m。

6.3.7 施工中应根据工程所在地的气候环境，确定冬、雨期的起、止时间；冬、雨期施工应加强与气象部门联系，及时掌握气象条件变化，做好防范准备。

1 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覆盖，且不应再开新作业段；

2 冬季填筑固化土时，固化土的入模温度不应低于 5℃，并做好保温措施；

3 应避免高温天气填筑，室外温度不宜超过 35℃，否则应设置遮阳措施。

6.3.8 当肥槽回填采用泵送施工时，出料不得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。

6.3.9 当采用的固化土坍落度小于 150mm 时，填筑后要进行振捣。

6.3.10 填筑体顶层填筑完后，应对填筑体表面覆盖塑料薄膜或土工布进行保湿养护，养护时间不少于 7d。

6.3 质量验收

6.4.1 流态固化土的原材料、成品应按相应质量标准进行检验，具有完整的检验资料。

6.4.2 流态固化土的填筑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。

6.4.3 流态固化土质量验收资料应包括以下内容：

- 1 固化剂出厂质量证明文件和复试检测报告；
- 2 固化土配合比；
- 3 固化土浇筑记录；
- 4 隐蔽工程验收记录；
- 5 强度检测报告；
- 6 施工照片；
- 7 质量验收记录。

6.4.4 当工程质量验收不合格时，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。

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于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，在条件许可时首先应这样做的用词：
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用词，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《水泥标准稠度、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346
- 2 《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419
- 3 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
- 4 《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》GB/T 9142
- 5 《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171
- 6 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 7 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 8 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 9 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 10 《软土固化剂》CJ/T 526
- 11 《水泥土配合比设计规程》JTG/T 233
- 12 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 13 《城市道路路基设计规范》CJJ 194

辽宁省地方标准

预拌流态固化土填筑工程技术标准

DB21/T XX—202X

条文说明

制定说明

为便于广大设计、施工、科研等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。

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

目 次

1 总 则	18
2 术语和符号	19
2.1 术 语	19
3 基本规定	20
4 设 计	21
4.1 一般规定	21
4.2 设计要求	21
5 材料和配合比	22
5.1 材 料	22
5.2 配 合 比	22
6 施工和验收	23
6.1 施工准备	23
6.2 固化土制备	23
6.3 固化土浇筑与养护	23

1 总 则

1.0.1 预拌流态固化土是一种创新的工程技术，率先应用在建筑行业 and 市政行业。突破了利用当地工程弃土和地材制备流态型固化土的技术瓶颈，形成了“材料开发成套设备—工艺优化—施工组织”的技术体系，达到了预拌流态固化土技术的新高度。为进一步系统总结预拌流态固化土在省内取得的实践经验，规范其设计、生产与填筑工程应用的施工与质量验收，制定本标准。

1.0.2 预拌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。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 流态固化土是在土中加入一定量的固化剂、外加剂和水进行拌合均匀，具有一定流动性，且凝固后能达到一定强度的混合物。固化土坍落度一般为 80mm~220mm，强度一般可达到 0.4MPa~10MPa。固化土设计的强度指标须考虑原料土、后期用途、施工设备等因素综合确定，其坍落度应根据固化剂的种类，并考虑现场施工条件、强度等因素综合确定。

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。

2.1.3 固化剂是一种水硬性胶凝材料，通过固化剂的水化反应，与土颗粒、水一起拌合可以达到一定的强度。固化剂是以 CaO、活性 Al₂O₃ 和 SiO₂ 为主要成分，不同的项目采用的固化剂成分也不相同，固化剂的确定一般根据拌合土的特性和工程要求，同时结合场地材料，做到环保、造价经济的原则。其技术路线为：复合矿物设计+化学激发作用。

2.1.6 在固化土设计和施工前，应根据设计的技术指标进行配合比试验，在满足材料基本性能的条件下选择最经济的配合比进行设计和施工。实际施工过程中，当实际所用的土与试验所用土的物理指标不同时，应考虑对配合比的影响进行换算。

2.1.7 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 50mm，底部内径 10mm，高度 150mm；日本常用的圆柱筒，内径 80mm，高度 80mm；美国常用的圆柱筒，内径 75mm，高度 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 75mm、高 150mm 的圆柱筒。

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 30min、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。

2.1.9 本标准采用边长为 100mm 的立方体试件作为标准尺寸试件。

3 基本规定

3.0.2 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、水稳系数、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，根据实际土料和其他原材料情况，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。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 固化土设计前应应对当地的拌合土料和固化剂进行调研，能消纳现场开挖土料的应尽量利用现场土料，避免土料外运，不能现场拌合的应尽量选择在附近的废弃土料场地拌合，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。

4.1.3 固化土填筑采用分层填筑，当固化土呈流态和固化状态时对周围侧壁的侧压力是不同的，考虑施工过程的影响，有时也会对特定龄期有强度要求，比如 3d 强度或 7d 强度。因此设计时应根据填筑工程的特点和要求，确定与龄期相关的固化土立方体抗压强度。

4.1.4 固化土作为回填材料，当用于结构的受力部位或作为地基处理时对固化土有具体强度要求。但当固化土作为肥槽回填时，一般对承载力没有具体要求，只有压实度的要求。固化土没有压实系数，但固化土的强度与承载力有一定的对应关系，因此固化土设计时用强度控制，应满足强度要求，当没有强度要求时一般不小于 0.4MPa。

4.2 设计要求

4.2.1 固化土抗压强度是填筑后最重要的参数之一，根据填筑部位提出了相关要求。本表中路基部分强度规定参考现行行业标准《气泡混合轻质土填筑工程技术规程》CJJ/T 177 的相关要求；其余部分强度推荐值参考团体标准《自密实固化土填筑技术规程》T/CECS 1175 的相关要求。

施工条件不同，对固化土的指标包括坍落度和扩展度等要求也不同，因此固化土的设计指标应根据实际工程确定。空洞和基坑等回填受场地限制，宜采用流动性大的固化土，其坍落度选用大于 150mm、强度大于 0.4MPa。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，可选用较低的坍落度，可控制为 80mm~150mm。

4.2.2 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。当流态固化土渗透系数较低时，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。

4.2.3 固化土中固化剂的掺合量是影响固化土最终强度的最重要的指标。掺合量越大，其强度也越大。目前固化土在实际应用中，填筑的强度要求一般为 0.4MPa~5.0MPa，根据工程经验，满足该强度的固化土其固化剂的掺合量一般为 7%~25%。工程应用中可以根据设计要求的强度，选用适合的掺合量。

5 材料和配合比

5.1 材 料

5.1.1 固化土施工土料优先采用现场开挖土、工程渣土或建筑垃圾再生料，不能采用膨胀土、污染土、盐渍土。开挖土料包括素填土、黏性土、粉土、砂土或混合土，其土颗粒大小本身对固化土的强度性能影响不大，但对流动性等有一定的影响，过去由于受设备影响，土颗粒的最大粒径不宜超过 5cm，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。为保证固化土的质量稳定性，土中有机质的含量不得超过 5%，否则影响其耐久性。固化土强度与土性、粒径级配有一定的关系，为达到设计要求的强度，当采用软土料作为原材料拌合时可加入一定比例的砂或碎石。

5.1.2 固化剂的主要成分是以 CaO、活性 Al_2O_3 和 SiO_2 为主要成分的无机水硬性胶凝材料。固化剂可单独使用水泥，也可掺入粉煤灰、工业矿渣粉以及激发剂、晶化诱导剂、分散剂、表面活性剂、吸附剂、微膨胀剂中的一种或数种材料，以改善拌合物的颗粒级配，激发水化反应，提高强度，但其物理和工艺指标等应满足相关标准和工程的要求。

净浆流动度参照现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077 中规定的方法进行试验。称取固化剂 900g，倒入搅拌锅内，加入 540g 水，低速搅拌 1min，再高速搅拌 2min，测定净浆流动度初始值；将拌好浆体中的剩余浆体分两份用保鲜袋密封放入标准养护箱中养护，分别在 30min 和 60min 时取出，高速搅拌 1min，按初始流动度测定要求操作，获得 30min 和 60min 时的浆体流动度。

5.1.3 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。

5.2 配 合 比

5.2.2 固化剂含量是强度最显著的影响因素，并呈现明显的正相关关系。根据日本与课题组的相关试验，当水泥用量为 $60\sim 100\text{kg/m}^3$ 时，流态固化土 28d 强度可达到 $0.5\sim 0.7\text{MPa}$ ；当水泥用量为 $250\sim 300\text{kg/m}^3$ 时，流态固化土 28d 强度可达 $4\sim 5\text{MPa}$ 。当原料土类型、水的添加量不同时，强度仍会出现较大差异。因此该范围仅是配合比计算时的一个初步值。根据初步估算值进行配合比适配，最终应以配合比适配及现场实际情况作为配合比的最终依据。

5.2.11 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，当强度和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 施工和验收

6.1 施工准备

6.1.1 施工前应根据工程需要进行施工现场的调查,了解土的来源、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。固化土如采用外部集中拌合,运输至现场时,应进行覆盖,防止水分蒸发和环境污染,应尽量减少运输时间,防止流态固化土初凝。

6.1.2 施工前应编制详细的施工方案,包括施工平面布置、配合比和施工顺序等,还应验算浇筑固化土对围护结构和主体结构的影响,确定关键的施工参数。

6.1.6 由于固化土施工常常采用分段施工,施工前必须进行支模和支撑,为保证施工质量,施工前应验算模板及支撑的强度,以满足施工过程中固化土的侧压力不至于造成模板和支撑的破坏。

6.2 固化土制备

6.2.1 固化土搅拌分为:土的筛分计量、固化剂浆液搅拌设备和固化土拌合。

固化土拌合站包括以下几个系统:

1 固化剂各组分存储、输送及计量系统。本系统主要完成固化剂各组分的存储、输送及计量。将固化剂输送至浆液搅拌器,输送采用螺旋机,计量控制采用电子秤计量。

2 水输送及计量系统。拌合水输送采用清水泵,采用流量计计量。

3 浆液拌合及输送计量系统。本系统将投入固化剂及水拌合成固化剂浆液,原材料多为细粉颗粒,搅拌设备应具有密闭性。浆液输送采用运输车输送至现场搅拌站浆桶,固化剂浆液采用电磁流量计计量,并按照配合比投入同化土搅拌器。

4 土输送及计量系统。本系统采用配料机及输送带,将土送至固化土搅拌器。计量控制采用电子称重计量。

5 固化土拌合系统。本系统将投入的固化剂浆液和土拌合成满足设计要求的固化土。

6.2.4 流态固化土既可在施工现场拌和制备,也可在场外集中制备后再运输至施工现场,拌和及运输应在固化剂初凝时间前完成。现场拌合应加强扬尘管控,裸露的原料土临时堆场应及时覆盖,易扬尘的粉料应密闭存储。上料、拌合等易扬尘步骤应采取雾炮、洒水、喷淋、高杆喷雾等降尘措施。施工单位应选用低噪声工艺和设备,并采取有效措施减少振动、降低噪声。

6.3 固化土浇筑与养护

6.3.4 固化土初凝前不具备强度或具备很低强度,会对侧壁产生压力,因此应分层填筑,避免侧向压力过大,影响模板等侧向支撑结构的稳定性。为防止产生较大的侧向推力,填筑时应对称进行,且应控制不同部位填筑的高度差。