

团 体 标 准

TB

T/SXCAS 041—2025

预拌流态固化土应用技术标准

Technical standard for the application of
premixed fluid solidified soil

2025-5-6 发布

2025-6-1 实施



0 0 1 5 5 1 6 0 5 6 7 7 >

统一书号：155160·5677
定 价： 36.00 元

山西省土木建筑学会 发布

山西省土木建筑学会团体标准

预拌流态固化土应用技术标准

Technical standard for the application of
premixed fluid solidified soil

T/SXCAS 041-2025

批准部门：山西省土木建筑学会
主编单位：山西六建集团有限公司
太原理工大学
施行日期：2025年6月1日

中国建设科技出版社有限责任公司
China Construction Science and Technology Press Co., Ltd.

2024 北京

山西省土木建筑学会团体标准

预拌流态固化土应用技术标准

Technical standard for the application of
premixed fluid solidified soil
T/SXCAS 041-2025

主编：山西六建集团有限公司
太原理工大学

出版发行：中国建设科技出版社 有限责任公司
地 址：北京市西城区白纸坊东街 2 号院 6 号楼
印 刷：山西康全印刷有限公司

开 本：850mm×1168mm 1/32
字 数：30 千字
印 张：2
版 次：2025 年 5 月第 1 版
印 次：2025 年 5 月第 1 次印刷

定 价：36.00 元
统一书号：155160·5677

版权所有 翻印必究

前 言

为贯彻国家绿色发展政策及环境保护要求，积极推广绿色建造技术，推进预拌流态固化土技术在建筑工程中的应用，加强施工管理、保证施工质量和检查验收，根据山西省土木建筑学会《关于同意〈预拌流态固化土应用技术标准〉立项的通知》（晋土建标字〔2023〕8号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分7章和5个附录，主要内容包括：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.设计；5.施工；6.质量检验与验收；7.安全与环境保护。

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

本标准由山西省土木建筑学会负责管理，山西六建集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送至山西六建集团有限公司（地址：山西省太原市万柏林区和平南路192号，邮编：030024，邮箱：1411571942@qq.com），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：山西六建集团有限公司
太原理工大学

本标准参编单位：山西一建集团有限公司
山西省建筑科学研究院集团有限公司
山西省建筑材料工业设计研究院有限公司
山西陆祥建设工程检测有限公司
山西省勘察设计研究院有限公司

本标准主要起草人员：宋红旗 杜红秀 张存贵 李东驰 刘茂青
王林浩 路国运 王宇杰 刘姝言 刘 晖
尚兴宇 李艳艳 张松峰 王秀峰 王江平
韩东平 曹晓霞 李智敏 马永林 李 绩
滕朝晖 程炳华 郭东荣 杨晓兰 李国荣
连卫保 任文瑞 赵永亭 王龙飞 宁振波
周全红 孟祥虎 王学良 刘丽虹 栗子龙
梁 进 张怀建 刘艳丽 张文星 段刚强
张鹏程 郭永强 帅永刚 彭 辉 曹宗胜
李文燕 翟艳军

本标准主要审查人员：王荣香 赵志红 张 霞 张 志 常彦妮
宋 宁 李 涛

山西省土木建筑学会
关于发布《预拌流态固化土应用技术标准》的
公 告

晋土建标字〔2025〕第04号

山西省土木建筑学会现批准《预拌流态固化土应用技术标准》
为团体标准，编号为 T/SXCAS 041-2025，自 2025 年 6 月 1 日起实
施，现予公告。

山西省土木建筑学会
2025 年 5 月 6 日

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	设计	6
4.1	一般规定	6
4.2	设计要求	6
4.3	材料要求	9
4.4	配合比设计	12
5	施工	15
5.1	施工准备	15
5.2	固化土制备	16
5.3	固化土施工	19
6	质量检验与验收	21
6.1	一般规定	21
6.2	原材料质量检验	21
6.3	固化土拌合性能检验	23
6.4	固化土硬化性能检验	23
6.5	现场施工检验	25
6.6	施工质量验收	25
7	安全与环境保护	27
7.1	一般规定	27
7.2	安全施工	27
7.3	环境保护	28
附录 A	固化土施工申请表	29

附录 B 固化土施工记录·····30
附录 C 隐蔽工程验收记录·····31
附表 D 固化土质量验收记录·····32
附表 E 固化土开盘鉴定记录·····34
本标准用词说明·····35
引用标准名录·····36
条文说明·····39

国家标准

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic requirements	4
4	Design	6
4.1	General provisions	6
4.2	Design requirements	6
4.3	Material requirements	9
4.4	Design of mix proportion	12
5	Construction	15
5.1	Preparations for construction	15
5.2	Cure soil preparation	16
5.3	Cure soil Construction	19
6	Quality inspection and acceptance	21
6.1	General provisions	21
6.2	Raw material quality inspection	21
6.3	Mix performance test of cured soil	23
6.4	Test of solidified soil hardening performance	23
6.5	Site construction inspection	25
6.6	Construction quality acceptance	25
7	Safety and environmental protection	27
7.1	General provisions	27
7.2	Safe construction	27
7.3	Environmental protection	28

Appendix A Application form for solidified soil fill.....29

Appendix B Cure soil filling record.....30

Appendix C Record of acceptance of concealed work31

Appendix D Curing soil quality acceptance record.....32

Appendix E Solidified soil opening appraisal record.....34

Explanation of wording in this standard35

List of quoted standards.....36

Explanation of provisions.....39



1 总 则

1.0.1 为规范预拌流态固化土在工程中的应用，做到安全可靠、技术先进、确保质量、经济合理、绿色环保，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山西省行政区域内预拌流态固化土工程的设计、施工、质量检验与验收。

1.0.3 预拌流态固化土工程的设计、施工、质量检验与验收及安全与环境保护，除应符合本标准外，尚应符合国家及山西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 fluid stabilized soil

利用土料，添加一定量的固化剂、外加剂和水拌合和均匀，形成具有一定流动性，凝固后能达到一定强度、渗透性能要求的工程材料，本标准简称“固化土”。

2.1.2 固化剂 solidified agent

以 CaO、活性 Al_2O_3 和 SiO_2 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。

2.1.3 固化剂浆液 solidified agent slurry

固化剂和水按一定掺入比拌合和的混合液。

2.1.4 土壤固化外加剂 soil stabilizing admixtures

加入土壤中，通过与无机结合料、土壤和水的物理和（或）化学反应，改善土壤工程性能的外加剂。

2.1.5 固化剂掺入比 admixture ratio of Solidified agent

固化剂质量与所用土料的干质量之比，以百分数表示。

2.1.6 固化土水固比 water-solid ratio of solidified soil

固化土中水与土料和固化剂混合料质量总和的质量比。

2.1.7 固化土配合比 mix ratio of solidified soil

满足设计要求的固化土组成材料的比例关系。

2.1.8 固化土拌合物坍落度 slump of solidified soil mixture

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，测得的固化土拌合物在自重作用下的坍落度，本标准简称“坍落度”。

2.1.9 坍落扩展度 slump extension

将固化土拌合物注入混凝土坍落度筒，测得的固化土拌合物坍

落后扩展的直径，本标准简称“扩展度”。

2.1.10 固化土立方体抗压强度 the cube compressive strength of solidified soil

固化土的力学性能，表征其抵抗外力作用的能力。固化土立方体试块在无侧限压力条件下，单位面积抵抗轴向压力的最大值，本标准简称“固化土抗压强度”。

2.2 符 号

m_0 ——试验用土料的质量；

m_a ——外加剂的质量；

m_c ——掺入固化剂的质量；

m_d ——固化土所用土料的干质量；

m_w ——拌合用水的质量；

α ——固化剂掺入比；

α_a ——外加剂的掺量百分比；

ω_0 ——试验用土料的含水率；

μ ——固化土水固比；

S——固化土抗压强度等级。

3 基本规定

3.0.1 采用流态固化土施工的工程应进行专项设计。流态固化土的性能指标应根据工程实际要求确定。

3.0.2 在固化土设计前，应完成下列工作：

1 原材料宜就地取材、供应充足，满足填筑材料的绿色环保要求；

2 固化土选用的原材料宜查明其来源及存放状态、所处地域气候环境，应检测土料作为原材料现状相关物理性质如土料堆积密度、固体颗粒含量、含水率、干密度等；应明确土的工程分类及性质如淤泥、淤泥质土、黏土、粉土、粉质黏土、砂土、建筑垃圾再生料等；

3 应调查固化土应用的场景、所需的技术要求、当地相关经验以及对对应可实施的配套设施如拌制场地、运输机械、道路交通状况以及环保要求等；

4 应查明固化土应用场地地下水位、地下水质量状况、服役环境处于地下水位或水位变动区时地下水对固化土与选用的固化剂以及土壤固化外加剂的适配性。

3.0.3 固化土的设计和施工应包括以下步骤：

- 1 组成固化土的原材料的选用和检测；
- 2 固化剂以及土壤固化外加剂的选用和检测；
- 3 固化土的配合比设计；
- 4 施工方案的编写；
- 5 固化土的施工；
- 6 固化土的检验和验收。

3.0.4 固化土施工前应制定专项施工方案。

3.0.5 流态固化土施工应进行全过程质量控制，对原材料和固化土的性能以及施工环节进行质量检验，并按检验批进行验收。

3.0.6 固化土应保存完整的施工及质量检验记录和相应的试验报告等技术文件。

全图因体粉

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 固化土设计内容应包括材料选择、配合比、坍落度、扩展度、强度要求等。对于特殊工程，可根据工程特点，经过专项研究和论证，提出固化土的适应性、长期性能、耐久性能、必要的环保性能和其他要求。

4.1.2 采用固化土施工的工程，应以固化土立方体抗压强度作为设计、施工和质量检验与验收的主要技术指标，坍落度和扩展度等其他参数作为一般控制指标。

4.1.3 固化土配合比设计时，固化土混合料宜采用质量比。

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。当设计没有明确要求时，固化土抗压强度宜不小于 0.3MPa。有抗渗、抗冻等特殊要求时，宜掺入外加剂，其种类和掺量应通过试验确定。

4.1.5 对于非地下环境中的施工部位，应提出固化土的长期强度及抗冻融和干湿循环等性能。

4.2 设计要求

4.2.1 固化土的设计指标应根据工程设计要求确定，无特殊要求时可参考表 4.2.1 确定。

表 4.2.1 固化土的设计指标

应用类别	固化土抗压强度 (MPa)	坍落度 (mm)	扩展度 (mm)
低层、多层建筑且地基土周围无化学腐蚀环境的地基换填	根据工程需要确定, 且 28d 抗压强度宜 $\geq 1.0\text{MPa}$	80~150	—
孔洞、坑穴、基槽、管涵、土层稳定固化以及建(构)筑物内部、上部空间非承重部位填筑	根据工程需要确定, 28d 抗压强度宜 $\geq 0.3\text{MPa}$	180~240	>400
地下管线安装填埋	根据工程需要确定, 28d 抗压强度宜 $\geq 0.3\text{MPa}$	180~240	>400
对填筑体有防渗要求、场地的液化治理和污染土壤的封存固化	根据工程需要确定, 28d 抗压强度宜 $\geq 1.0\text{MPa}$	150~200	—
道路路基、低等级道路、临时道路、临时地坪	根据工程需要确定, 28d 抗压强度宜 $\geq 1.0\text{MPa}$	80~150	—
交通工程的台背、涵背和墙背等部位回填	根据工程需要确定, 28d 抗压强度宜 $\geq 0.8\text{MPa}$	180~240	>400

注：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 固化土拌合物的固化剂掺入比宜为土料干质量的 6% ~ 25%，对应固化土抗压强度 0.3MPa ~ 5.0MPa，设计固化土抗压强度介于 0.3MPa ~ 5.0MPa 之间时采用插值法换算固化剂掺入比。设计没有要求时参考表 4.2.2 不同固化土抗压强度对应配合比（质量比）。

表 4.2.2 不同固化土抗压强度对应配合比（质量比）

固化土 抗压强度（MPa）	固化剂掺量 （%）	土料	固化土水固比
0.3	6	1	0.37
0.4	7	1	0.37
0.5	8	1	0.37
0.6	10	1	0.36
0.8	14	1	0.35
1.0	15	1	0.35
2.5	19.6	1	0.33
5.0	24.2	1	0.32

注：土料为干质量。

4.2.3 应进行水、固化剂及土料适配性试验，验证固化土 7d 无侧限抗压强度指标。有设计要求时按设计要求执行，没有要求时按现场环境和后续工序需求执行。

4.2.4 固化土水固比应根据现场施工条件试验确定。一般介于 0.30 ~ 0.50 之间。

4.2.5 当设计对施工部位有抗渗性要求时，按指定龄期的固化土的渗透系数。当无特殊要求时，28d 龄期的固化土渗透系数不宜大于 1.0×10^{-5} cm/s。固化土用于隔绝水汽循环的道路基层下填充层或防治污染物扩散等特殊要求时，28d 龄期的固化土渗透系数不宜大于 1.0×10^{-7} cm/s。固化土渗透系数的测试方法应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 中变水头渗透试验方法。

4.2.6 当用作处理重金属污染土时，28d 固化土浸出液中重金属含量最大限度应符合现行国家标准《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》GB/T 25499 和《地下水质量标准》GB/T 14848 中Ⅳ类限值的规定。

4.2.7 固化土作为孔洞、坑穴、基槽、管涵、土层稳定固化以及建（构）筑物内部、上部空间非承重部位填筑等有二次开挖需求时，固化土抗压强度不宜大于 0.8MPa。

4.2.8 当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/T 30810 的规定。

4.3 材料要求

4.3.1 土料宜采用现场开挖的土料、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应超过 5%，且不得混杂有毒有害物质。所含粗骨料最大粒径不宜超过 50mm，或每立方米固化土中粗骨料的体积不宜超过 0.2m³。当回填部位有抗渗指标要求时，固化土最大泥块粒径不宜大于 10mm。

2 采用泵送方式粗骨料最大公称粒径与输送管径之比宜不大于 1:4.0。

3 未经处理且符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《土壤环境质量标准》GB 15618 相关指标要求的污染土不得作为固化土的原材料。

4 对于泥炭土、有机质含量大于 5%或 pH 小于 4 的酸性土，必须进行现场和室内试验确定其实用性，

5 当土料的塑性指数大于 25 时，宜先采取晾晒、破碎等措施，进行强制搅拌，

6 土料相关物理性质检测应满足现行国家标准《土工试验方法》GB/T 50123 的有关规定，

7 石质骨料有害物质硫化物及硫酸盐（折算成 SO₂，按质量计）应小于 2%，氯化物（按氯离子质量计）应小于 0.06%。

经碱集料反应后，由石质骨料制备的试件无裂缝、酥裂或胶体外溢等现象，膨胀率应小于 0.10%。

4.3.2 固化剂成品的性能指标应符合下列规定：

1 固化剂应符合现行行业标准《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286、《土壤固化外加剂》CJ/T 486、《软土固化剂》CJ/T 526

的有关规定。

2 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定，水泥宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，或强度等级不应低于 42.5 级的其他品种通用硅酸盐水泥，不同等级、厂牌、品种、出厂日期的水泥不得混用。

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 粒化高炉矿渣应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的有关规定。

5 复合掺合料应符合现行行业标准《混凝土用复合掺合料》JG/T 486 的有关规定。

6 固化剂及固化外加剂浸出液中镉、砷、汞、铅、铬、镍、铜、锌等重金属含量最大限值应符合现行国家标准《城市污水再生利用绿地灌溉水质》GB/T 25499 的有关规定。

7 土壤固化外加剂应符合现行行业标准《土壤固化外加剂》CJ/T 486 的规定，同时应满足固化剂生产厂家对固化剂相关性能指标的要求。选用硅酸钠固化外加剂时应符合现行国家标准《工业硅酸钠》GB/T 4209 中液体硅酸钠波美度 $40^{\circ}\text{be}'$ 以上指标，模数宜为 2.2 ~ 3.4。

8 固化剂物理指标应满足表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 固化剂物理指标要求

序号	指标	要求 (%)
1	细度 (80 μm 方孔筛筛余量)	≤ 10
2	含水率	≤ 1

注：固化剂指粉体类。

9 固化剂应能满足固化土抗压强度和浇筑施工要求。采用固化剂及固化外加剂，使用前应进行适应性试验、专项试验验证，对固化土的生产、施工和相关性能无不良影响时方可使用。

4.3.3 固化土拌合用水水质要求应符合表 4.3.3 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问题时，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。

表 4.3.3 固化土拌合用水水质要求

项 目	指标要求
pH 值	≥4.5, ≥8.5
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
碱含量 (mg/L)	≤1500

注：碱含量按 $\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{k}_2\text{O}$ 计算值来表示。采用非碱活性骨料时，可不检验碱含量。

4.3.4 固化土抗压强度 (f) 应按 28d 立方体抗压强度划分等级。每组试件抗压强度的平均值和最小值不应小于表 4.3.4 中的规定值。

表 4.3.4 固化土抗压强度等级

固化土 抗压强度 等级	28d 抗压强度 (MPa)		固化土 抗压强度 等级	28d 抗压强度 (MPa)	
	平均值	最小值		平均值	最小值
S0.3~S0.5	0.3	0.26	S3.0~S3.5	3.0	2.55
	0.5	0.43		3.5	2.98
S1.0~S1.5	1.0	0.85	S4.0~S4.5	4.0	3.40
	1.5	1.28		4.5	3.83
S2.0~S2.5	2.0	1.70	S5.0	5.0	4.25
	2.5	2.13			

注：表中标注及未标注强度等级最小值依据《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 中公式 (5.1.2-4) 计算。

4.4 配合比设计

4.4.1 固化土配合比设计前,应根据设计要求和工程条件确定试配试块的立方体抗压强度、坍落度、扩展度等设计指标。

当上部结构层对填筑固化土有荷载要求时,一般试配试块的立方体抗压强度值应不小于设计抗压强度的 1.2 倍。

4.4.2 固化土配合比设计前,应根据固化土的设计和施工要求确定固化剂、固化外加剂、固化土坍落度和扩展度等指标,且应满足本标准表 4.2.1 的要求。

4.4.3 试配前,应对原材料进行检验,其中土的检验内容包括含水率、密度、粒径、有机质的含量等,应符合本标准第 4.3.1 条、第 6.2 节的有关规定。

4.4.4 固化土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。当无固化剂掺入比设计要求时,可根据设计要求并结合当地经验的固化土性能指标参考本标准第 4.2.2 条综合确定。

固化剂掺入比应按式(4.4.4-1)计算:

$$\alpha = \frac{m_c}{m_d} \times 100\% \quad (4.4.4-1)$$

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)。

土料的干质量 m_d 计算如下:

$$m_d = \frac{m_0}{1 + \omega_0} \quad (4.4.4-2)$$

式中: m_0 ——试验用土料的质量(kg);

ω_0 ——试验用土料的含水率(%)。

4.4.5 固化土水固比应通过试拌,确定试拌固化土拌合物流动性,并应保证运输和施工泵送或自卸的技术指标。

4.4.6 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（4.4.6-1）计算：

$$m_c = \frac{\alpha m_0}{1 + \omega_0} \quad (4.4.6-1)$$

式中： m_c ——固化剂的质量（kg）；

m_0 ——试验用土料的质量（kg）；

ω_0 ——试验用土料的含水率（%）。

3 依据选定的固化土水固比，拌合用水量按式（4.4.6-2）计算：

$$m_w = \mu \frac{1 + a}{1 + \omega_0} m_0 - \frac{\omega_0}{1 + \omega_0} m_0 \quad (4.4.6-2)$$

式中： m_w ——拌合用水的质量（kg）；

μ ——固化土水固比，根据经验确定。

4 土壤固化外加剂的用量应按式（4.4.6-3）计算：

$$m_a = \alpha_a \times m_c \quad (4.4.6-3)$$

式中： m_a ——土壤固化外加剂的质量（kg）；

α_a ——土壤固化外加剂的掺量百分比（%），可根据外加剂性能按经验取值。土壤固化外加剂选用硅酸钠（波美度 40°be'，模数 2.2 ~ 3.4）时，一般按固化剂质量的 2% ~ 5% 之间取值。

4.4.7 根据土料的质量、含水率及计算所得固化剂质量、加水量、外加剂质量，确定固化土的计算配合比。

4.4.8 在计算配合比的基础上通过试验确定最终设计配合比。配合比试验每次试配搅拌量不宜小于搅拌机额定搅拌量的 1/4，应采用搅拌机拌制试样。

4.4.9 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 个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 3 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 当试配过程中坍落度和扩展度不满足要求时则固化土掺入比不变，调整水固比；当试配结果中强度等参数不满足设计要求时，则调整掺入比基准值，重新进行试配。

4.4.10 根据试验结果、固化土的施工性能要求，综合确定固化土施工配合比。

5 施 工

5.1 施 工 准 备

5.1.1 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规格型号及数量。

5.1.2 固化土施工前应根据现场条件制定施工方案。施工方案应包括但不限于以下内容：

- 1 编制依据；
- 2 施工概况；
- 3 施工部署；
- 4 施工进度计划；
- 5 施工准备及资源配置计划；
- 6 主要施工方法及工艺要求；
- 7 施工现场平面布置；
- 8 有关施工质量、安全、环境等管理措施；
- 9 还应考虑不同的施工顺序对邻近建筑和场地的影响。

5.1.3 原材料应按相关标准进行进场验收和性能检验，符合要求后方可使用。

5.1.4 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。

5.1.5 施工时应清除填筑部位内的垃圾、树根等杂物，当有积水时应分析原因，采取措施清除后施工。

5.1.6 固化土应采用分层施工，模板和支撑的强度、刚度及稳定性应满足受力要求，并做好端部封堵。

5.2 固化土制备

5.2.1 应根据现场施工场地、工期要求、土料储存地选择合适的制备地点和设备。固化土制备设备包括土的破碎设备、筛分设备、固化剂浆液拌制设备和固化土拌合和设备。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 计量设备应定期进行校准，校准频率为每 3 个月一次。

5.2.2 原材料的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 原材料进场后应按本标准第 6.2 节的规定进行进场检验；
- 3 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；
- 4 土料的堆场应有遮雨设施，作业时含水率偏差宜控制在 $\leq \pm 2\%$ ，并应符合环境保护的规定；

5 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。

5.2.3 原材料的计量应符合下列要求：

- 1 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；
- 2 原材料的质量计量允许偏差应符合表 5.2.3 的规定；

表 5.2.3 原材料的质量计量允许偏差

原材料	质量计量允许偏差（%）
固化剂、水	± 1
土	± 5
外加剂	± 0.5

3 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。

5.2.4 固化土的拌合和应符合下列规定：

1 固化土的拌合和可采用现场或场外拌合和站集中拌合和。现场拌合和应根据施工现场场地条件、环保要求和工期选择匹配的拌合和设备。场外拌合和站集中拌合和应综合考虑运输时间、路线、距离等因素。

2 混合料拌合和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。

3 固化土制备可分为两步：先将固化剂与一定量的水拌合和成浆液，再将固化剂浆液与土进行拌合和。固化土的制备工艺流程见图 5.2.4。

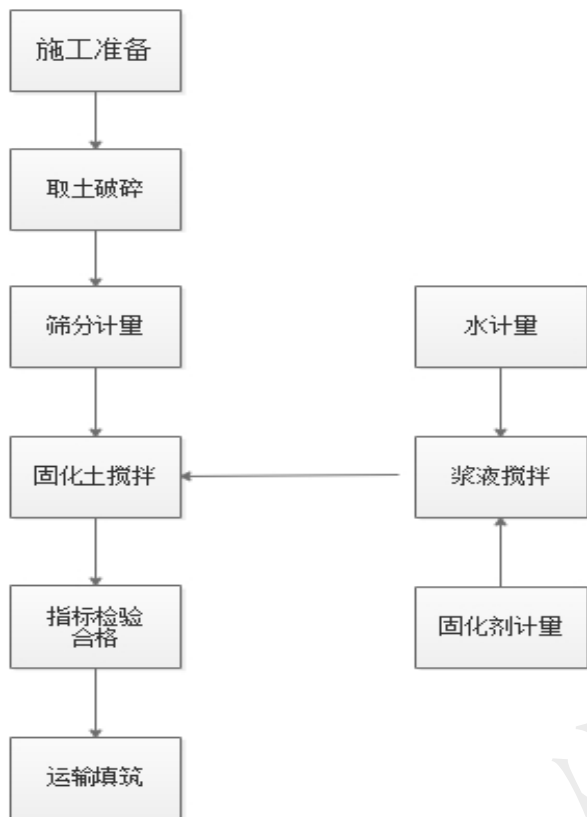


图 5.2.4 固化土的制备工艺流程

4 每盘固化土拌合和的最短时间不应少于 2min。

5 冬期拌合和应采取防冻措施，优先采用加热水的方法提高拌合和温度，拌合和用水温不应高于 60℃。

5.3 固化土施工

5.3.1 固化土的施工方式根据现场的施工条件确定,可采用泵送或自卸方式进行。

5.3.2 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,应分析路线及作业面环境安全的影响。

5.3.3 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 3h 时,宜调整和控制固化剂的凝结时间。

5.3.4 固化土应采用分层进行施工,并应符合下列规定:

- 1 每工作班浇筑厚度应通过计算确定。
- 2 分层浇筑厚度不宜超过 0.5m,每工作班浇筑厚度不宜大于 2.0m,相邻区域浇筑高差不宜大于 1.0m。
- 3 当浇筑基槽底标高不一致时,应按先深后浅的顺序施工。
- 4 上一层的浇筑应在下一层固化土初凝之后进行。分层施工缝应按台阶状相互交替搭接,搭接长度不小于 1.0m。
- 5 当有防渗或特殊要求时,应对分层界面处理后再进行上一层施工。可采用提高固化剂掺量 2%~3%的固化土在界面填筑 100mm~200mm 厚度的方式处理。

6 对地下管线回填浇筑前,应进行管线抗浮稳定性能计算,采取管线本体、管内水体自重抗浮或分层、间断浇筑等措施。

5.3.5 大面积地基基层换填施工时,应分区、分段、分层施工且对称进行,并符合下列规定:

- 1 当浇筑体长度超过 15m 时,应按 10m~15m 间距设置沉降缝,缝宽不宜小于 10mm;当浇筑体底面有突变时,应在突变位置增设沉降缝;
- 2 设计对固化土干缩有严格要求时,按设计要求执行。没有要求时,一般固化土干缩率 28d 龄期 $\leq 0.15\%$;
- 3 当填筑体顶面有坡度要求时,填筑体顶面宜分级设置台阶,

每台阶高度不应小于 0.5m；

4 施工缝采取土工格栅措施加强时，土工格栅施工应符合设计要求和现行地方标准《加筋土地基技术标准》DBJ04/T 429 的有关规定；

5 设计承载力应通过现场载荷试验确定。

5.3.6 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 浇筑时，遇大雨或持续小雨天气时，应对未硬化的表层固化土进行覆盖，且不应再开新作业段；

2 冬期施工时，固化土施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104d 有关规定。及时采取防冻保温措施，施工环境及入模温度不宜低于 5℃。施工完成及时对固化土表面封闭保温，防止填筑层表面受冻，不得在已冻土层上继续施工。

5.3.7 当采用泵送施工时，出料不得直接冲击建（构）筑物、支护等结构。

5.3.8 当设计要求固化土坍落度小于 150mm 时，浇筑后需进行辅助振捣。

5.3.9 流态固化土用于地基换填施工，固化土的立方体抗压强度应满足设计强度值要求，地基换填垫层承载力应通过现场荷载试验确定。

5.3.10 固化土的养护应符合下列规定：

1 每一层浇筑完成 24h 后，应进行洒水养护；

2 浇筑完后，应对浇筑体表面覆盖塑料薄膜进行保湿养护，养护时间不少于 7d。

5.3.11 固化土施工应做好施工记录，施工表格包括固化土施工申请表、固化土施工记录、隐蔽工程验收记录、质量验收记录、固化土开盘鉴定记录，记录格式可采用本标准附录 A ~ 附录 E。

6 质量检验与验收

6.1 一般规定

6.1.1 固化土质量验收的检验批划分应符合下列规定：

- 1 单一区域且固化土能连续衔接的施工环境；
- 2 相同原材料、固化剂及配合比；
- 3 根据工程施工段的划分要求；

4 根据工程特点、现场环境需要单独划分的，由施工单位会同监理单位（建设单位）在施工前确定。

6.1.2 固化土的质量检验与验收内容包括原材料质量检验、拌合性能检验、硬化性能检验、现场施工检验、施工质量验收。

6.1.3 固化土检验项目为主控项目和一般项目，主控项目包含土料、固化剂、水、配合比、固化土强度、固化土养护；一般项目包含固化土施工方式、坍塌度、扩展度、每盘称重偏差及标高控制。当设计对固化土有渗透系数、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。

6.2 原材料质量检验

6.2.1 土料质量检验应符合下列规定：

1 土料的粒径、有机质含量等指标的检测应按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的相关规定执行；

2 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 的相关规定；

3 土料质量涉及污染控制指标应符合现行国家标准《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600 的相关规定；

4 骨料应满足现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的相关规定；

5 建筑垃圾再生骨料、粉料应满足现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177、《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的相关规定；其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 的相关规定；

6 土料原材料质量要求还应符合本标准第 4.3.1 条的要求。

检验数量：拌合和用土料应按每 2000m³ 为 1 个检验批，每检验批不少于 3 组试样；在拌合和过程中土料含水率等属性明显变化影响固化土拌合和及固化强度的，应及时对变化土料质量进行检验。

检验方法：烘干法、烧失法、筛分法，核查检测报告。

6.2.2 固化剂的质量检验应符合以下规定：

1 固化剂进场必须按批次对其品种、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，其质量应符合本标准第 4.3.2 条的规定；

2 固化剂的含水率检测方法应按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 执行，细度检测方法应按现行国家标准《水泥细度检验方法筛析法》GB/T 1345 执行；

3 当使用中对固化剂质量有存疑或固化剂出厂日期超过保质期时，必须再次进行性能试验，满足要求后方可使用；

4 土壤固化外加剂质量检验要求应符合现行行业标准《土壤固化外加剂》CJ/T 486 的规定；

检验数量：同一生产厂家、同一批号且连续进场的固化剂，根据选用的固化剂类型按本标准第 4.3.2 条固化剂成品的性能指标要求每 500t 为一批进行抽样，每批不少于 3 组试样，每批抽样不少于 1 次。

检验方法：核查产品合格证、出厂检验报告、产品型式检验报告和进场复试报告，并进行凝结时间和固化土强度试验。

6.2.3 施工用水的质量检定应符合以下规定：

固化土拌合用水应符合本标准第 4.3.3 条的规定。采用饮用水时，可不检验；采用中水等其他水源时，应对其成分进行检验。

检查数量：同一水源检查不应少于 1 次。

检验方法：委托具有资质的第三方检测单位进行水质分析，核查检测报告。

6.3 固化土拌合性能检验

6.3.1 首次使用的固化土配合比，应进行固化土的开盘鉴定，并应符合以下规定：

原材料的检测资料和固化土的适配检验报告、坍落度和扩展度应符合设计要求。

检查数量：同一配合比的固化土检查不应少于 1 次。

检验方法：应检查开盘鉴定资料，测量坍落度、扩展度。

6.3.2 固化土拌合物坍落度和扩展度应符合本标准第 4.2.1 条的规定并满足设计要求。

检查数量：对同一配合比的固化土，取样应符合下列规定：

1 每拌合和 200m³ 时，取样不得少于 1 批次；

2 每工作班拌制不足 200m³ 时，取样不得少于 1 批次。

检验方法：检查坍落度和扩展度的抽样检验记录。

6.3.3 固化土坍落度和扩展度的测定方法可按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的有关规定执行。

6.3.4 固化土凝结时间应满足设计和施工要求。测定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》GB/T 1346 的有关规定执行。

6.4 固化土硬化性能检验

6.4.1 固化土硬化性能指标应符合设计要求，硬化性能指标应包括抗压强度、渗透系数等。

6.4.2 固化土抗压强度检测采用标准养护 28d 立方体抗压强度或现场留置同条件试块 90d 立方体抗压强度。

6.4.3 固化土试块强度评价指标应采用标准养护 28d 立方体抗压强

度平均值，最小值不应低于本标准表 4.3.4。不满足要求时采用钻芯法检测，并以取芯试验强度作为最终固化土强度评判依据。钻芯法检测应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的相关要求，钻芯取样部位应取最上层浇筑厚度的中部。

6.4.4 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。

6.4.5 固化土施工强度检测试件应符合以下规定：

- 1 用于检测固化土强度的试件应在浇筑地点随机抽取；
- 2 标准试件制作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，并采用薄膜覆盖；同时严格控制拆模时间。

6.4.6 固化土试件留置组数应符合下列规定：

- 1 每次填筑取样至少留置一组标准养护试件、一组同条件养护试件；
- 2 同一配合比连续浇筑不大于 500m^3 时，应每次制取一组试件；
- 3 同一配合比连续浇筑大于 500m^3 时，应按每 500m^3 制取一组试件；
- 4 渗透试验时，同一配合比的试块取样留置数量不应少于 3 组。

6.4.7 固化土同条件试块养护应在具有代表性的填筑工作面合适位置（避免阳光直接照射）放置试件，用一层塑料薄膜严密覆盖，然后覆盖麻袋等保湿材料浇湿保水。

6.4.8 固化土立方体抗压强度试验的检验方法应按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定执行。

6.4.9 固化土的渗透试验可按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定执行。

6.5 现场施工检验

6.5.1 施工现场条件检验应符合下列规定：

回填前将槽内的杂物、积水清除。

检查数量：全数检查。

检验方法：现场观察。

6.5.2 固化土的养护应符合下列规定：

固化土填筑完毕后应及时进行养护，养护时间及养护方法应符合本标准第 5.3 节的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：现场检查。

6.5.3 施工标高检查应符合以下规定：

固化土最终填筑完成后，应检查其顶标高，其允许误差为 $\pm 20\text{mm}$ 。

检查数量：每 100m^2 检查 3 点或每 10m 检查 1 点。

检验方法：采用水准仪测标高。

6.6 施工质量验收

6.6.1 固化土的质量验收应符合下列规定：

1 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。

2 填筑应按本标准的规定进行质量控制，各工序完毕后应进行自检，并形成文件；

3 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) 固化土施工申请表；
- 4) 固化土施工记录；
- 5) 隐蔽工程验收记录；
- 6) 强度检测报告；
- 7) 质量验收记录；
- 8) 关键环节施工影像资料；

9) 场外预拌时提供出厂合格证。

6.6.2 检验批合格质量应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量检验应全部合格；
- 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。

6.6.3 当工程质量验收不合格时，可按国家现行的有关标准或由建设单位、设计单位、监理单位、施工单位参与的专家论证意见进行处理，处理后应重新进行质量检验与验收。

7 安全与环境保护

7.1 一般规定

7.1.1 采用工程地基土、渣土、泥浆、建筑垃圾再生料等生产流态固化土过程中应加强原材料的重金属及有机污染物的监测，重金属及有机污染物等有害物质超标的流态固化土严禁用于工程建设项目。

7.1.2 流态固化土实施前必须对场外路线及场内调研和施工进行部署，根据场外、场内的工作环境特点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、环境保护措施及应急预案。

7.1.3 按照国家有关规定结合场内环境设置安全警示标志和消防设施，对基坑临边、临时用电、运输路线、高空坠物等与施工工作范围有影响的因素应设置明显的警示内容。

7.1.4 施工区域内流态固化土未初凝前，应采取拉设警戒带、安装防护栏、智能电子警戒提示器等措施，并派专人看护，避免行人及机动设施陷入未凝固的固化土中。

7.1.5 建立健全职业病管理制度

1 设置职业卫生管理制度，配备专职或兼职的卫生人员，负责职业病防治工作；

2 固化土生产过程中加强防尘、防噪声措施，采用密闭、通风、防尘措施，减少和杜绝工人接触粉尘机会；

3 为工人提供符合标准的口罩、耳塞等劳保防护用品；

4 每年进行一次健康体检，为职工建立健康档案。

7.2 安全施工

7.2.1 杜绝施工中发生意外事故，杜绝重大机械设备事故，杜绝交通事故，杜绝人员、设备坠入固化土施工作业面。

7.2.2 施工前对有关人员进行技术交底，设专职安全工程师或安全

员等，施工前进行安全教育，组织学习国家有关技术规程和安全操作规程；对于具有特殊工艺、具有一定危险性的施工，需经由专业培训过的人员操作，并持证上岗。施工中严禁机械带故障操作、人员疲劳操作。

7.2.3 施工人员必须遵守安全技术规程。施工人员进入现场，必须佩戴安全帽，禁止穿拖鞋和高跟鞋进入现场，未按要求执行的施工人员禁止进入现场。

7.2.4 机械操作人员在操作生产时，应注意机械操作半径内的情况，并与辅助人员协调，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。

7.2.5 施工现场周围设置醒目的警示标志，对可能存在的隐患进行提醒，严禁无关人员靠近、接近施工区域。对于必须进入现场的人员，需服从指挥，遵守各项安全生产制度，正确使用个人防护用品。

7.2.6 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 施工工地在城区或固化土浇筑方量较少时，宜采用场外厂拌法施工，避免对施工现场造成较大的环境影响。

7.3.2 场内预拌宜优先采用移动式成套拌制设备，设备具备破碎、防尘、降噪等功能。

7.3.3 对于有条件在现场内生产的环境，应符合下列要求：

1 设备宜就近固化土原料场地，生产设备应设置在场地下风口，对产生扬尘的地方应采取覆盖等措施。

2 现场使用的车辆、机械应满足环保相关要求。固化土运输车辆严禁抛撒，自卸后在专用清洗池及时冲洗，冲洗后的浆体沉淀，泥浆、清水回用。严禁排泄至城市管网。

附录 B 固化土施工记录

B.0.1 固化土施工记录应符合表 **B.0.1** 的规定。

表 B.0.1 固化土施工记录

固化土施工记录				资料编号			
工程名称							
施工单位							
施工部位						设计强度	
施工开始时间		年 月 日 时		施工完成时间		年 月 日 时	
天气情况		室外气温 ($^{\circ}\text{C}$)				固化土完成数量 (m^3)	
固化土来源	场外预拌 固化土	生产厂家				供料强度	
		运输单编号					
	场内固化土 开盘鉴定编号						
实测坍落度、 扩展度 (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							
固化土施工中 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。冬季施工需填写出盘温度和入模温度。

附录 D 固化土质量验收记录

D.0.1 固化土原材料与配合比质量验收记录应符合表 **D.0.1** 的规定。

表 D.0.1 固化土原材料与配合比质量验收记录

固化土质量验收记录（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			
施工执行标准 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	土料	第 4.3.1 条				
	2	固化剂	第 4.3.2 条				
	3	水	第 4.3.3 条				
	4	配合比	第 4.4 章				
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： 年 月 日				
监理（建设）单位验收结论			专业监理工程师： （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。

D.0.2 固化土施工与强度质量验收记录应符合表 **D.0.2** 的规定。

表 **D.0.2** 固化土施工与强度质量验收记录

固化土质量验收记录（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	
施工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	固化土强度	第 4.2.1 条		
	2	固化土养护	第 5.3 节		
一般项目	1	施工方式	第 5.3 节		
	2	固化土坍落度、扩展度	第 4.2.1 条		
	3	每盘称重偏差	第 5.2.1 条		
	4	标高	第 6.5.3 条		
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（建设）单位验收结论			专业监理工程师：		
			（建设单位项目专业技术负责人）：		

注：本表由施工单位填写。

附录 E 固化土开盘鉴定记录

E.0.1 固化土开盘鉴定记录应符合表 **E.0.1** 的规定。

表 E.0.1 固化土开盘鉴定记录

施工单位：

鉴定日期：

编号：

工程名称						施工部位				
搅拌方式		坍落度				固化土配合比单编号				
固化土设计强度等级				水固比				土料分类性质		
土料含水率						要求固化土的渗透系数				
材料用量		土料	固化剂	水	固化剂	外加剂	要求坍落度			
实验室配合比	(kg/m ³)									
	(kg/盘)									
施工配合比	(kg/盘)									
	土料含水率		%		固化土搅拌后的质量密度 (kg/m ³)					
实测结果		每盘								
鉴定结果	鉴定项目	固化土拌合物			固化土试块抗压强度 (MPa)	原材料品种、规格、型号、是否与配合比单相符				
		坍落度	扩展度	保水性		土料	固化剂	外加剂		
	设计									
	实际									
鉴定意见：										
会签栏	监理（建设）单位		施工单位			固化土试配单位（供应单位）				
			专业技术人员负责人	质检员	专业工长	负责人				
	年 月 日		年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日				

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 标准中指定应按其他有关规程和规范执行时写法为：“**应符合……的规定**”或“**应按……执行**”。

引用标准名录

- 《通用硅酸盐水泥》GB 175
《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
《土壤环境质量标准》GB 15618
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600
《岩土工程勘察规范》GB 50021
《水泥细度检验方法筛析法》GB/T 1345
《水泥标准稠度用水量、凝结时间、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
《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
《工业硅酸钠》GB/T 4209
《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081
《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
《土工试验方法标准》GB/T 50123
《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》GB/T 25499
《地下水质量标准》GB/T 14848
《水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法》GB/T 30810
《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171
《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》GB/T 9142
《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177
《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176
《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10
《混凝土用水标准》JGJ 63
《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104

- 《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286
《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384
《土壤固化外加剂》CJ/T 486
《软土固化剂》CJ/T 526
《加筋土地基技术标准》DBJ04/T 429

中国团体标准

全国团体标准

山西省土木建筑学会团体标准

预拌流态固化土应用技术标准

T/SXCAS 041-2025

条 文 说 明

目 次

1	总则	41
2	术语和符号	42
2.1	术语.....	42
3	基本规定	44
4	设计	45
4.1	一般规定.....	45
4.2	设计要求.....	46
4.3	材料要求.....	48
4.4	配合比设计.....	49
5	施工	52
5.1	施工准备.....	52
5.2	固化土制备.....	52
5.3	固化土施工.....	53
6	质量检验与验收	54
6.1	一般规定.....	54
6.2	原材料质量检验.....	54
6.3	固化土拌合性能检验.....	54
6.4	固化土硬化性能检验.....	55
6.5	现场施工检验.....	55
6.6	施工质量验收.....	55

1 总 则

1.0.2 本标准适用于山西省行政区域内工业、民用、市政、轨道交通等项目的采用预拌流态固化土的填筑工程的设计、施工、质量检验与验收，还可适用于采空区、管沟、肥槽、路基等其他项目的回填以及砂卵石、回填土等松散地层土层稳定固化。

1.0.3 本标准包括了预拌流态固化土应用的设计、施工、质量检验与验收、安全与环境保护、附录的相关内容，在预拌流态固化土的使用过程中除应符合本标准外，尚应符合国家及山西省现行有关标准。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 固化土是在土中加入一定量的固化剂、固化外加剂和水拌合和均匀，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 120mm~240mm，强度一般可达到 0.3MPa~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。作为基槽、房心、管涵、采空区回填的固化土，强度一般为 0.3MPa~1.0MPa，需要较强的流动性，应采用较大的扩展度。当用于换填时，更多控制坍落度和强度。

2.1.2 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、水一起拌合和可以达到一定的强度。固化剂是以 CaO、活性 Al_2O_3 和 SiO_2 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。也有厂家生产液体固化剂，其液体固化剂相关性能指标参考厂家产品说明书实施。

有采用单一矿渣硅酸盐水泥或硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥作为固化剂，也有从经济性、环保性角度采用高掺量的粉煤灰、高炉矿渣、水泥混合料作为固化剂的，应根据固化土应用环境、性能要求及土料形状做对应性适配。

2.1.3 土壤固化外加剂从经济性角度考虑一般采用硅酸钠固化外加剂，也有用氢氧化钠、氢氧化钙、氯化钙、三乙醇胺、石膏粉等作为助凝剂。

2.1.5 水固比指固化土原材料中水与固化剂和土料混合料质量总和的质量比。以便区别其他标准中的水灰比、水胶比，这里强调固化

剂和土料固体总质量。

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、2.1.8 固化土坍落度和扩展度指标是控制固化土施工的可操作性、填充的饱满度以及流动度的关键指标，应充分结合现场环境、土料特性及实施部位要求加以控制。

2.1.9 传统回填换填以压实系数作为密实度控制指标，由于固化土为非散体材料，无法用该指标进行控制，压实系数指标一般为 0.93、0.95 及 0.97，而固化土最小立方体抗压强度要求不小于 0.3MPa，其远大于回填满足压实系数工况下的承载力，因此采用固化土技术不仅提高土体承载性能，而且保证质量、绿色环保。

3 基本规定

3.0.1 本条强调固化土应根据设计要求进行专项设计。有些设计对回填、换填采用土料压实系数控制指标，但结合现场情况、环保要求及对周围设施影响需设计变更，两种工艺指标物理属性的差别，需要专项设计以对应压实系数和相应的抗压强度，同时由于掺加的固化剂种类的差别，回填、换填与周围环境的影响，专项设计更加准确，也更经济环保。

3.0.2 固化土设计前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尽量利用现场土料，避免土料外运。不能现场拌合和的应尽量选择在附近的废弃土料场地拌合和或固化土搅拌站集中拌制。开挖出的土料含有砖石等建筑垃圾时，采用破碎方式适当添加可提高固化土的强度。但在黏性土黏粒含量高挖出后放置时间长的情况下可能出现结块现象，普通搅拌机对结块难以破碎，考虑搅拌叶片，增加破碎装置或采用强制搅拌机以及先破碎再搅拌工艺。因此对土料的现状相关物理性质应充分掌握。

同时，地下水位高低涉及水质是否具有腐蚀性，与固化土施工后对固化土中的固化剂效能是否有影响及固化剂添加的种类都有很大关系。

场内场外环境决定采取搅拌、运输、施工的工艺整个环节，应调查清楚，具体分析，为施工的可行性提供依据。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.2 明确固化土主要控制技术指标,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,施工位置不同相应的抗压强度、坍落度、扩展度有较大区别,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。

同时,在图纸会审提出固化土施工工艺时,由于原来设计尤其是周围环境存在挡墙式建筑,应验算固化土施工过程、施工工艺、施工间歇、固化土早期强度对原有挡墙结构的影响。

4.1.3 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。但当固化土作为基槽回填时,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 0.3MPa。大量实验证明,回填、换填控制的压实系数指标,对于固化土,不小于 0.3MPa 均能满足。

考虑施工过程的影响,有时会对特定龄期有强度要求,比如 3d 强度、7d 强度、28d 强度及 90d 强度,但一般工程验收仍采用 28d 龄期强度。

4.1.4 固化土除具有抗渗、抗冻或设计特殊要求,一般土料中可以含有部分破碎满足粒径要求的建筑垃圾固废等石质骨料,采用 100mm 试块作为 28d 立方体抗压强度是比较适合的,对土料粒径有严格要求的或需满足抗渗抗冻指标的泥块粒径需严格控制。

4.2 设计要求

4.2.1 固化土目前可作为以下场景应用：

- 1 低层、多层建筑且地基土周围无化学腐蚀环境的地基换填。
- 2 孔洞、坑穴、基槽、管涵、土层稳定固化以及建（构）筑物内部、上部空间非承重部位填筑。
- 3 地下管线安装填埋；对填筑体有防渗要求、场地的液化治理和污染土壤的封存固化。
- 4 道路路基、低等级道路、临时道路、临时地坪。
- 5 交通工程的台背、涵背和墙背等部位回填其应用类别不同，对固化土的强度要求也不同；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。基槽和采空区填筑受场地限制，宜采用流动性大的固化土，其坍落度选用大于 150mm、强度大于 0.3MPa。路基回填不受场地限制，施工也较为方便，可选用较低的坍落度、扩展度，可控制在 120mm ~ 180mm，在施工便利情况下坍落度可减小至 80mm。

对于要求流动性大的固化土，扩展度是衡量流动性的技术指标，扩展度大便于填注密实，但往往固化时间有所延长，应根据现场情况调整水固比满足扩展度要求。

考虑建筑垃圾固废、石质骨料的含量对固化土的泌水率没有严格要求，但一般情况下不宜大于 3%，防止连续浇筑情况下，骨料的下沉。

4.2.2 固化土中固化剂的掺入比大小是影响固化土最终强度的最重要指标。掺入比越大，其强度也越高。目前固化土在实际应用中，填筑的强度要求一般为 0.3MPa ~ 5.0MPa，根据工程经验，满足该强度的固化土其固化剂的掺入比一般为 6% ~ 25%，工程应用中可以根据设计要求的强度，选用适合的固化剂掺入比。试配不同强度的固化土可采用插值法试配。设计没有要求固化剂掺量时，可参考表 4.2.2 不同固化土抗压强度对应配合比（质量比）技术指标试配。

对于抗压强度大于 5.0MPa 的固化土，从经济性考虑宜掺加建筑垃圾固废或工业固废轻质骨料，提高抗压强度效果更明显。

给定的配合比、固化剂掺量、水固比区间是介于大流动性以及固化土强度要求给定参考值，需根据现场条件依据设计要求试验确定。

4.2.3 本条强调 7d 无侧限抗压强度是鉴于固化土强度属于低强度凝结材料，对现场环境和下一道工序的要求，没有要求时可参考本标准表 4.4.3。

4.2.5 固化土作为基槽填筑的材料，除了强度要求外，在特殊位置还会有别的指标要求，比如渗透性。根据室内试验，土料在粒径不大于 10mm、1.5m 高的水头压力下，固化土的渗透系数一般可达到 $2 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。对具有抗渗要求和抗浮要求的肥槽回填具有良好的防渗效果。

对于北方地区冻土层深度范围内表层有沥青、混凝土、块材等有铺装要求的面层，为隔绝水汽循环造成的基层、面层破坏而采取的防渗透隔水汽循环作用填筑流态固化土措施，根据姚仰平教授提出的机场“锅盖效应”理论，28d 龄期的固化土渗透系数不宜大于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。

4.2.6 本条说明被重金属污染的土场，采用开挖污染土流态固化及化学处理二次回填，起到封存污染土作用或对污染土周围利用固化原理形成封闭抗渗墙阻止污染源扩散。

4.2.7 当固化土用作基础设施市政管线回填尤其是狭窄街巷、管廊、建筑物基础外围有市政管线时，考虑市政管线的维护管理，一般固化土的强度不宜过高，否则二次开挖施工困难，从经济上考虑也不宜强度过高，一般不超过 0.8MPa。对于市政管线上部有道路交通等级要求时，固化土回填强度还应符合现行行业标准《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286 的有关规定。

4.3 材料要求

4.3.1 固化土施工土料可就近选用，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，根据目前的施工设备土颗粒的最大粒径不宜超过 50mm，否则设备容易损坏，同时影响固化土的匀质性。为保证固化土的稳定性，土中有机质的含量不得超过 5%。为保护自然环境，未经处理的污染土不可作为施工原材料。

当采用淤泥作预拌材料时，由于淤泥颗粒较细，需对淤泥或淤泥质土进行改良，为达到设计要求的强度、施工的可操作性，宜加入一定量的细骨料和粗骨料。

在工程土方开挖时往往伴随有建筑垃圾，建筑垃圾需破碎满足再生骨料要求后添加使用，对骨料添加量的限制是考虑填筑的施工便利性和浆料比例，过多的骨料会形成较大的离析和填充不密实不均匀状况，添加骨料的固化土在填筑过程中宜分散布料，防止骨料集中沉淀。同时配比时注意固化土的和易性。

塑性指数大于 25 的土料黏粒较高，不易搅拌均匀，甚至采用普通搅拌机土料结块不易碎裂，应先晾晒、再破碎甚至添加部分骨料改善土料的可拌性。

4.3.2 固化剂的作用是和土颗粒发生水化反应，形成一定强度的固化土，因此土性不同、强度要求不同，固化剂选用也不同。设计前必须根据实际拌合和用途和固化土的强度选用合适的固化剂。固化剂是以 CaO 、活性 Al_2O_3 和 SiO_2 为主要成分的无机水硬性胶凝材料。其材料包括水泥、粉煤灰和矿渣粉等。水泥为主要的胶凝材料，保证了固化土水化后产生强度，掺入粉煤灰和矿物质的主要目的是改善拌合物的颗粒级配、激发水化反应，以提高强度。对固化剂的性能要求首先是指物理指标和工艺指标，可确保拌合和后固化土的施工性能，另外固化剂的选择还必须保证拌合和后固化土的强度。

4.3.3 本条表 4.3.3 拌合用水水质中 pH 值的设定主要是考虑酸碱度的环境对固化剂及固化外加剂的效能影响；不溶物指标要求为不大于 10000 (mg/L)，而混凝土拌合用水为不大于 5000 (mg/L)，主要是考虑固化土应用环境为低强度等级场景，不能严格对比混凝土结构的应用场景。碱含量指标主要针对土料原料中石质骨料、建筑垃圾固废骨料的存在而设定，如果没有或极少石质骨料、建筑垃圾固废骨料，可不考虑碱含量的要求。

4.3.4 本条对固化土的强度等级划分以及 28d 强度等级平均值、最小值的设定，是对到龄期的试块强度检验的评定依据。参考现行国家标准《混凝土强度检验标准》GB/T 50107 中公式 (5.1.2-4) 计算，即 $f_{cu,min} \geq 0.85f_{cu,k}$ ，强度低于该值的概率为 5%。每组固化土试件强度代表值的确定应符合下列规定：

- 1 取一组 3 个试件强度的算术平均值作为每组试件的强度代表值；
- 2 当一组试件中强度的最大值或最小值与中间值之差超过中间值的 15% 时，取中间值作为该组试件的强度代表值；
- 3 当一组试件中强度的最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时，该组试件的强度不应作为评定的依据。

4.4 配合比设计

4.4.1 固化土配合比设计前应确定相关的设计指标和施工指标，包括抗压强度、坍落度、扩展度等，有防渗要求的还应确定相关指标，并进行相关试验，考虑现场条件和实验条件的不同，以及上部结构层对固化土强度的要求，试验配合比控制强度应不小于设计抗压强度的 1.2 倍。

4.4.2 固化土配合比应通过适配确定，但有经验的地区可结合当地的土性制定针对不同强度的经验配合比，表 1 是基于黏土和粉土在山西潇河会展中心试验所得不同强度对应的配合比，该地区的项目可

参照此表的配合比进行适配和设计。涉及山西区域的固化土配比设计应结合当地施工环境、土料来源及土料物理性质做相应的土工分析后进行配合比设计。

表 1 参考配合比表

抗压强度 (MPa)	固化剂 (kg)	± (kg)	水 (kg)
0.3	100	1600	629
0.4	108	1530	612
0.5	122	1520	608
0.6	150	1500	600
0.8	205	1460	585
2.5	276	1410	564
5.0	332	1370	548

固化土 7d 抗压强度一般要求参考如表 2。没有设计要求，不影响后续工序，设计抗压强度低于 0.8MPa 时，不小于 30%，其余应高于设计抗压强度的 50%。

表 2 固化土无侧限抗压强度

强度等级	无侧限抗压强度 (MPa)		强度等级	无侧限抗压强度 (MPa)	
	7d	28d		7d	28d
0.3	≥0.1	≥0.30	0.9	≥0.45	≥0.90
0.4	≥0.12	≥0.40	1.0	≥0.50	≥1.00
0.5	≥0.15	≥0.50	2.0	≥0.10	≥2.00
0.6	≥0.18	≥0.60	3.0	≥0.15	≥3.00
0.7	≥0.21	≥0.70	4.0	≥2.00	≥4.00
0.8	≥0.40	≥0.80	5.0	≥2.50	≥5.00

4.4.4~4.4.6 固化土配合比土料采用干土质量指土被完全烘干时的质量。由于天然土体、渣土等土料含水率各有不同，配合比采用干土质量能准确反映相互关系。

计算公式（4.4.6-2）指拌合用水总需求量，其中 $\frac{\omega_0}{1+\omega_0} m_0$ 代表天然土体中水的含水量； $\mu \frac{1+a}{1+\omega_0} m_0$ 代表按需要的水固比与土料干质量和固化剂混合后总体质量的含水率。固化外加剂选用其他材料时，其掺量应按固化外加剂材料产品说明书或试配确定。

5 施 工

5.1 施 工 准 备

5.1.1 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。

5.1.2 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。

5.1.6 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。

5.2 固 化 土 制 备

5.2.1 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和。

固化土拌合和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。将粉体类固化剂输送采用螺旋机至浆液搅拌机，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 浆液拌合和及输送计量系统。本系统将投入固化剂及水拌合和成固化剂浆液，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，并按照配合比投入固化土搅拌机。

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 固化土拌合和系统。本系统利用专用固化土搅拌器，将投入的固化剂浆液和土拌合和成坍落度满足设计要求的固化土。

5.2.4 固化土可以在施工现场集中搅拌，也可在施工现场外集中制备，然后再运输到施工现场进行填筑。固化土制备的施工工艺一般分为两步：制备固化剂浆液，再将固化剂浆液与土拌合和成固化土。

5.3 固化土施工

5.3.4 固化土用于基槽回填，初凝时没有强度，流态的固化土会对侧壁产生一定的压力，因此应分层分片进行浇筑，每层浇筑的厚度应通过强度验算，分层浇筑的厚度不宜超过 0.5m。为了防止固化土对基槽或管线产生较大的侧向推力，浇筑时应对称进行，且应控制不同部位浇筑的高度差。高差一般不宜超过 1.0m，经过计算满足强度和稳定性要求时高差可适当增加。

5.3.5 流态固化土用于地基垫层时，大面积分区、分段施工，施工缝应采取铺设土工格栅以增加施工缝处的强度和整体性，设计时参照山西省工程建设地方标准《加筋土地基技术标准》DBJ04/T 429 的有关规定。

5.3.9 流态固化土用于地基垫层的填筑，固化土的立方体抗压强度应满足设计强度值要求，地基垫层承载力应通过现场荷载试验确定。

6 质量检验与验收

6.1 一般规定

6.1.1 固化土检验批按照单一区域连续衔接的填筑环境以及有施工段划分的要求确定，施工现场条件、工况有特殊要求的需要由施工单位、监理单位（建设单位）共同确定进行划分。

6.2 原材料质量检验

6.2.1 固化土采用的土料地理环境不同、区域不同，土料的物理属性存在差别，对选用的土料进行相关土工试验，明确土料天然含水率、土料干质量密度、土料塑性指数、土壤类别，以及土料中的有机物含量、放射性核素含量、污染物含量，同时石质骨料的粒径和含量，确保土料的质量、固化土的拌合和施工质量，最终实现固化土填筑的实体质量。

6.2.2 固化剂的种类品种多样，有单纯水泥类固化剂，有水泥、粉煤灰、矿渣组成的三组分无机混合料固化剂，有水泥与复合掺合料双组分无机混合料固化剂，有碱类激发外加剂参与的无机混合料固化剂。因此在选用固化剂时均应符合相应的固化剂有关规定。

6.2.3 由于固化土应用一般没有特殊环境要求，满足本标准表 4.3.3 中 pH 值、不溶物、可溶物、氯离子、硫酸盐离子含量要求即可，但在可能影响周围环境的耐久性情况下，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 的有关规定。

6.3 固化土拌合性能检验

6.3.2 固化土的拌合性能通过坍落度、扩展度以及凝结时间指标控制，

拌合性能的优劣以满足现场填筑要求为前提，采用泵送方式应考虑骨料的含量是否会造成离析、堵泵现象。如果采用小型泵送设备，对骨料的粒径应加以限制。

6.4 固化土硬化性能检验

6.4.2 固化土的硬化性能包括抗压强度和渗透系数，一般采用 28d 立方体抗压强度作为评定控制指标，根据现场情况采用 28d 强度指标或采用 90d 同条件试块均可。不能满足上述二者任一条件时则采用钻芯取样法最终判定。

固化土包含立方体抗压强度试验、施工现场条件检验、养护检验和标高检验，其中固化土养护、强度试验为主控项目，其他为一般项目。施工前应检查资料是否齐全，是否进行了相关检测。对于现场的施工强度，主要通过立方体抗压强度试验检验，一般不进行原位检测。因为固化土填筑工程，首先其质量容易保证，其次现场施工空间狭小，原位检测不易操作。当留置试块强度不满足要求时，可进行固化土原位取芯强度试验，若强度满足要求，可作为验收的检测资料。

6.4.5 由于采用的土料未经精细加工，存在粒径差别，对试块试模的选用进行了设定，这样对含有不同粒径的骨料的土料试验试块制作更有针对性。

6.5 现场施工检验

增加现场施工检验是为了对浇筑前现场环境的控制，明确填筑后的养护要求以及填筑后顶标高的规定，确保施工的质量。

6.6 施工质量验收

本条说明了固化土包含的资料内容、检验批合格要求以及当工程质量验收不合格时采取的措施。