

ICS:91.100.30

CCS:P22

T/YCST

河南省建设科技协会团体标准

T/YCST 037-2025

长螺旋取土喷射注浆一体化应用技术规程

Technical specification for integrated long screw drilling and injection grouting

2025-12-30 发布

2026-01-30 实施

河南省建设科技协会 发布

河南省建设科技协会团体标准

长螺旋取土喷射注浆一体化应用技术规程

Technical specification for integrated long screw drilling and injection grouting

T/YCST037-2025

主编单位：郑州大学

河南省城乡规划设计研究总院股份有限公司

批准单位：河南省建设科技协会

施行日期：2026年01月30日

河南省建设科技协会文件

豫建科协（2025）64号

河南省建设科技协会

关于发布团体标准《长螺旋取土喷射注浆一体化应用技术规程》的公告

现批准由郑州大学、河南省城乡规划设计研究总院股份有限公司主编的《长螺旋取土喷射注浆一体化应用技术规程》为河南省建设科技协会团体标准，在国家标准化信息平台予以公开，标准编号为：T/YCST037-2025，自2026年01月30日起施行。

现予公告。

河南省建设科技协会

2025年12月30日

前 言

根据《河南省建设科技协会关于印发〈2024年第三批协会标准编制计划〉的通知》（豫建科协[2024]50号）的要求，编制组在广泛调查研究，认真总结工程实践经验，并在广泛征求意见的基础上制定本规程。

本规程的主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、设计、施工、检验与监测，以及相应的附录。

本规程的发布机构提请注意，本规程涉及专利：“一种取土喷射搅拌水泥土桩施工方法”（专利号：ZL201810440490.5）、“一种取土旋喷水泥土桩施工装置（专利号：ZL202323496402.9）”，本规程的发布机构对于上述专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

本规程的某些内容仍可能涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由河南省建设科技协会负责管理，由郑州大学负责技术内容的解释。实施过程中如有意见或建议，请反馈至郑州大学综合设计研究院有限公司（地址：郑州市文化北路97号；邮编：450002；电子邮箱：zth1964@126.com）。

主编单位：郑州大学

河南省城乡规划设计研究总院股份有限公司

参编单位：郑州豫华基础工程有限公司

黄淮学院

郑州大学综合设计研究院有限公司

黄河科技学院

江西中恒地下空间科技有限公司

河南华丰岩土工程有限公司

主要起草人：周同和 高伟 张满忠 张景伟 李晴 张浩

郜新军 程学全 郑华民 贺浩 曹开伟 朱翔

张凯 伍朋朋 李永松 吴赞 高登辉 李向阳

谭永强 孙旭辉 张玉申 蔡庆坤

主要审查人：李清波 孙文怀 付进省 赵迷军 赵海生 刘炜嶧 李曙光

目 次

1	总则	2
2	术语和符号	3
2.1	术语	3
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	设计	7
5	施工	11
5.1	一般规定	11
5.2	设备配置	12
5.3	施工准备	12
5.4	施工与安全措施	13
6	检验与监测	16
附录 A	长螺旋取土喷射注浆一体化施工技术参数	18
附录 B	长螺旋取土喷射注浆一体化施工记录	19
附录 C	长螺旋取土喷射注浆一体化施工质量检验记录	20
	本规程用词说明	21
	引用标准名录	22
	条文说明	23

CONTENTS

1	General provisions	2
2	Terms and symbols	3
2.1	Terms	3
2.2	Symbols	3
3	Basic requirements	4
4	Design	6
5	Construction	10
5.1	General	10
5.2	Equipment configuration	11
5.3	Construction preparation	11
5.4	Construction and safety measures	12
6	Inspection and monitoring	16
Appendix A	Technical parameters of integrated long screw drilling and injection grouting	18
Appendix B	Construction record of integrated long screw drilling and injection grouting	19
Appendix C	Quality inspection record of integrated long screw drilling and injection grouting	20
	Explanation of wording	20
	List of quoted standards	21
	Addition: Explanation of provisions	22

1 总 则

1.0.1 为规范长螺旋取土喷射注浆一体化技术的工程应用，做到安全可靠、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑与市政工程、港口与水利工程中采用长螺旋取土喷射注浆一体化技术的工程设计、施工、检验与监测；对采用先取土成孔后插入喷浆管喷射注浆技术的工程，可参照执行。

1.0.3 采用长螺旋取土喷射注浆一体化技术的工程，应综合考虑工程地质和水文地质条件、周边环境条件、工程特性、施工条件等因素，合理设计，精心施工，严格管理。

1.0.4 长螺旋取土喷射注浆一体化技术的工程设计、施工、监测、质量检验及验收，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 长螺旋取土喷射注浆一体化

采用长螺旋钻孔工艺取出部分土体，利用长螺旋钻杆或钻头上的喷嘴喷射高压水泥浆液和压缩空气切削、冲击土体，使水泥浆液等固化剂与桩孔周边土体充分拌合，形成固化土或固化土桩的技术。

2.1.2 三维喷射注浆

钻杆提升、水平向喷射注浆过程中，利用向下的喷嘴同步喷射注浆的施工方法。

2.1.3 定喷注浆

钻杆或喷浆管提升喷射注浆过程中，可仅提升、不转动，喷嘴朝一固定方向进行高压喷射注浆形成壁状固化土的施工方法。

2.1.4 坐底喷射注浆

钻孔底部进行初始旋喷注浆作业时，仅进行高压注浆但不提升钻杆或喷浆管的喷射注浆施工方法。

2.1.5 扩体桩

在已经形成的水泥土桩中植入预制桩，形成的扩体预制桩，也可称为水泥土扩体预制桩，简称为水泥土扩体桩。

2.1.6 扩体

扩体预制桩中芯桩外围包裹的桩身。

2.1.7 芯桩

扩体预制桩中被扩体包裹的预制桩。

2.2 符号

2.2.1 材料性能参数

γ_s ——置换土体重度；

γ_c ——水泥重度；

γ_m ——水泥浆重度。

2.2.2 几何参数

d ——长螺旋取土成孔直径；

D ——设计桩径；

a ——咬合宽度；

h ——咬合桩墙体等效厚度；

V ——钻杆提升速度；

Q ——水平喷浆、竖向喷浆总量。

2.2.3 其他参数

α ——水泥掺入比。

3 基本规定

3.0.1 长螺旋取土喷射注浆一体化技术，可用于建筑与市政工程、港口与水利工程的填土、黏性土、粉土、砂土、碎石土等的地基处理、土体加固、扩体桩工程以及截水帷幕或防渗墙工程。

3.0.2 长螺旋取土喷射注浆一体化工艺，可根据成桩形状和功能要求采用旋喷注浆工艺、定喷注浆工艺。复合地基增强体、预制桩扩体、土体加固，宜采用旋喷注浆工艺；截水帷幕，可采用旋喷注浆或定喷注浆工艺，形成圆形咬合截面或对称蝴蝶形咬合截面（图 3.0.2）。

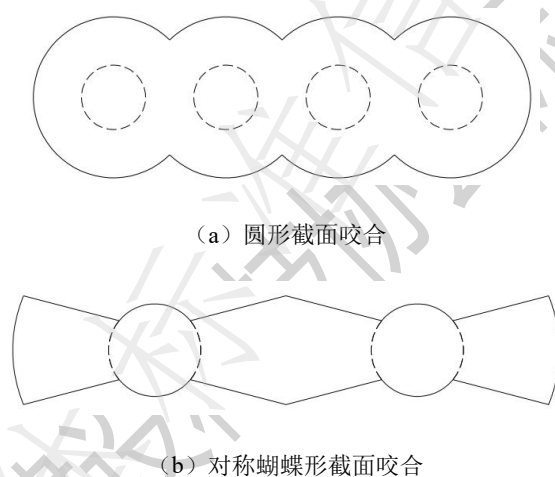


图 3.0.2 帷幕形式

3.0.3 长螺旋取土喷射注浆一体化采用的固化主材应为水泥，宜根据性能和用途，结合工程所在地区固体废弃物资源化利用条件，加入适量的粉煤灰、矿粉、石粉等地聚物材料，以及早强剂、缓凝剂等外加剂。

3.0.4 长螺旋取土喷射注浆一体化设计应根据工程特性和使用要求、周边环境条件、施工条件、工程地质和水文地质条件进行，设计内容包括桩、帷幕截面尺寸、形状、布置、水泥掺入量、水灰比、水泥石强度、渗透系数、垂直度、搭接尺寸、工艺选型及质量检验要求等。

3.0.5 施工前应根据设计要求进行工艺性试验，检验设备的性能和工艺适用性，确定相应的施工参数，评估成桩质量及对周边环境的影响。

3.0.6 周边环境有保护要求的工程，施工期间应对周边环境进行监测，监测内

容应根据保护要求及设计文件确定。

3.0.7 长螺旋取土喷射注浆一体化应进行全过程质量检验，并应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定，进行分部分项工程或整体工程验收。

海南省建设科技协会标准浏览

4 设计

4.0.1 长螺旋取土喷射注浆一体化设计，应具备下列资料：

- 1 岩土工程勘察报告；
- 2 场地周边建（构）筑物、市政管线设施等环境调查资料；
- 3 场地内不良地质、障碍物等调查资料；
- 4 场地红线图、建筑总平面图、主体工程基础资料；
- 5 土体加固、帷幕等设计要求。

4.0.2 应根据土层条件、地材情况，通过必要的试验和技术经济性比较、分析，选择合适的固化剂或添加剂。

4.0.3 初步设计时，长螺旋取土旋喷注浆成桩直径、定喷注浆加固范围及喷射压力和流量、压缩空气压力和流量、喷浆管提升速度等技术参数，可按本规程附录 A 的规定选取。

4.0.4 长螺旋取土喷射注浆一体化取土孔径设计应符合下列规定：

- 1 旋喷注浆，长螺旋取土孔设计孔径宜按下式计算：

$$d = \sqrt{\frac{\alpha \gamma_s}{\gamma_c}} D \quad (4.0.4)$$

式中： d ——长螺旋取土孔设计孔径（m）；

α ——水泥掺入比；

γ_s ——置换土体重度（ kN/m^3 ）；

γ_c ——水泥重度（ kN/m^3 ）；

D ——设计桩径（m）。

- 2 定喷注浆帷幕，长螺旋取土孔设计孔径不应小于帷幕墙体最小厚度。

4.0.5 加固土体或桩（墙）身强度，宜符合下列规定：

- 1 加固土、帷幕，28d 龄期水泥土无侧限抗压强度应根据工程抗渗要求、加固土体性能要求确定，不宜小于 1.0MPa；

- 2 复合地基增强体桩、水泥土插芯组合桩桩身强度，应按复合地基承载力设计要求确定，并应符合现行国家行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ79、

现行中国土木工程学会标准《水泥土插芯组合桩复合地基技术规程》T/CCES 21 的规定；

3 扩体桩应按现行中国土木工程学会标准《根固混凝土桩技术规程》T/CCES 35 的规定执行。

4.0.6 水泥用量设计应符合下列规定：

1 采用纯水泥时，宜采用强度等级不低于 P.O 42.5 级的普通硅酸盐水泥，水泥掺入量和水灰比应根据地层条件及水泥土强度要求确定，水泥土桩，黏性土不宜小于固化土体重量的 25%，砂性土不宜小于固化土体重量的 20%；帷幕桩、土体加固，水泥掺入量不宜小于加固土体重量的 15%。

2 采用水泥、地聚物混合料时，水泥用量应根据水泥土强度、抗渗要求通过配比确定，不宜小于固化土体重量的 10%。

4.0.7 复合地基增强体设计，桩长和桩间距等，应根据复合地基承载力和沉降控制要求经计算确定，计算方法应符合现行国家行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的规定。

4.0.8 水泥土扩体桩设计，应符合下列规定：

1 扩体直径应符合现行中国土木工程学会标准《根固混凝土桩技术规程》T/CCES 35 的规定；

2 设计桩底标高宜与预制桩标高保持一致。

4.0.9 截水帷幕或围堰防渗墙设计，应符合下列规定：

1 帷幕深度不大于 30m 时，可采用定喷形成对称蝴蝶形咬合截面，也可采用旋喷注浆形成圆形咬合截面，注浆桩体之间最小有效搭接厚度不宜小于 300mm；

2 帷幕深度大于 30m 时，宜采用圆形咬合截面，桩有效搭接宽度，应根据成桩直径、深度和垂直度偏差等因素综合确定，且不宜小于 400mm。

3 截水帷幕水泥土渗透系数不应大于 $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，帷幕深度应满足抗渗流稳定性要求；桩搭接应满足自防渗最小厚度要求，咬合墙体等效厚度（图 4.0.9）计算可按下列式计算：

$$h = \sqrt{2aD - a^2} \quad (4.0.9)$$

式中： D ——咬合桩设计桩径（m）；

a ——咬合宽度 (m)。

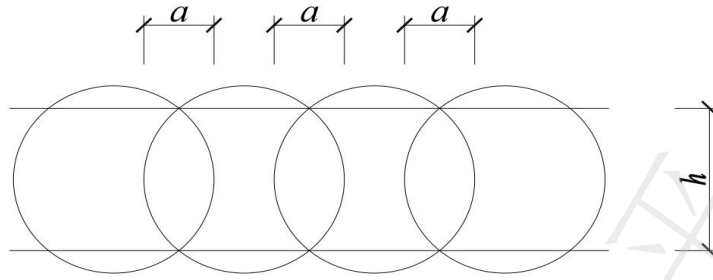


图 4.0.9 咬合桩墙体等效厚度计算示意

4.0.10 土体加固设计，桩身宜采用圆形截面，桩布置形式宜符合下列规定：

1 用于基坑工程主动区、被动区和局部深坑土体加固时，加固体宜采用格栅形布置，相邻桩间应有效搭接，搭接尺寸不宜小于 200mm，加固体的宽度、深度和平面布置等应符合设计要求；

2 用于隧道进出洞洞口土体加固时，相邻桩间应有效搭接，有效搭接尺寸不宜小于 500mm，加固体厚度应满足强度计算和防渗漏的要求。

4.0.11 水泥土桩（墙）与型钢、预制桩等构件组合形成支挡结构，设计应符合下列规定：

1 有回收支护结构要求时宜采用水泥土桩或墙中植入型钢支护结构，设计计算应符合现行国家行业标准《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T199 的规定；

2 水泥土桩或墙中植入预应力混凝土桩支护结构，设计计算应符合现行中国建筑学会标准《基坑工程复合支护技术标准》T/ASC 41 的有关规定。

4.0.12 长螺旋取土喷射注浆一体化桩（墙）垂直度偏差，应符合下列规定：

- 1 水泥土桩、土体加固桩不应大于 1/100；
- 2 水泥土扩体桩不应大于芯桩垂直度偏差设计要求；
- 3 帷幕垂直度偏差不应大于 1/200，当注浆深度大于 30m，帷幕垂直度偏差不应大于 1/250。

4.0.13 长螺旋取土喷射注浆一体化加固体质量检验，宜符合下列规定：

1 复合地基增强体，应进行桩身强度检验和增强体单桩承载力检验及复合地基承载力检验。

2 帷幕工程，宜进行强度检验及渗透系数检验；防渗要求严格的尚应进行止水效果检验。

3 土体加固、扩体桩工程，应进行强度检验。

4.0.14 长螺旋取土喷射注浆一体化施工期间，应对可能受到影响的周边环境进行监测，对孔底水头大于 10m 的土层尚应进行土体沉降或影响范围内孔隙水压力的监测。

河南省建设工程科学技术协会标准浏览

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 长螺旋取土喷射注浆一体化施工，应具备下列资料：

- 1 测量基线和水准点资料；
- 2 长螺旋取土喷射注浆一体化设计文件；
- 3 包括补充勘察或施工勘察内容在内的岩土工程勘察报告；
- 4 包括地下建筑、地下管线周边环境调查报告；
- 5 经评估可能受施工影响的保护建筑物、构筑物及地下管网相关资料。

5.1.2 施工前应根据设计要求、工程地质和水文地质条件、周边环境资料及场地条件等编制施工方案，施工方案应包括工艺性试验内容。

5.1.3 施工前工艺性试验，应符合下列规定：

- 1 增强体桩、扩体桩、咬合桩试验数量不应少于 3 根；
- 2 定喷注浆帷幕，不应少于 3 个施工单元；
- 3 工艺试验施工完成后，应采用开挖检查、取芯等方法对效果进行检查；

有承载力或强度要求时，应按工程设计要求进行承载力或强度检验；检验结果不满足要求时，应通过调整工艺参数或机具等重新进行工艺试验。

5.1.4 水泥、掺合料、外加剂等原材料进场时应具有产品合格证、出厂试验报告，进场后应按现行国家有关标准的规定进行检验。

5.1.5 长螺旋取土喷射注浆一体化用于排桩外侧截水帷幕时，应先施工排桩；用于地下连续墙槽段接缝止水时，宜待墙身达到设计强度后再进行喷射注浆施工；用于水泥土扩体桩帷幕一体化支护结构时，宜先施工水泥土帷幕桩后施工扩体桩。

5.1.6 施工过程中的环境保护和安全文明施工应符合现行国家行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59、《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 的有关规定。

5.1.7 临时用电应符合现行国家行业标准《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》JGJ/T 46 的有关规定。

5.1.8 施工机械的使用应符合现行国家行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 的有关规定。

5.2 设备配置

5.2.1 长螺旋取土喷射注浆一体化施工设备，应包括长螺旋钻机主机、高压泥浆泵、空压机、配套设备及辅助设备；应根据地质条件、成桩入土深度和直径、周边环境要求等进行合理选择。

5.2.2 长螺旋钻机主机及配套设备应符合下列规定：

1 主机应符合下列规定：

1) 应具备调节旋转速度、提升速度功能；进行定喷施工的应具备摆喷角度控制、步进间距控制等的功能；

2) 钻杆垂直度控制应能够满足钻孔垂直度控制要求，且不应大于 1/300；

3) 应具备卫星定位功能；

4) 宜具备施工参数预先设定功能。

2 高压泥浆泵、空压机应具备稳定的工作压力与喷射流量；高压泥浆泵应提供不低于 40MPa 的工作压力、且不小于 200L/min 的喷射流量；

3 喷浆管应配备浆、气独立的通道；

4 应配置能够实时显示现场施工参数的自动显示记录仪；

5 制浆设备应采用全自动拌浆系统，制浆能力应满足施工要求。

5.2.3 长螺旋钻机喷射注浆系统，应具备侧向喷浆、竖直向下喷浆装置，必要时应具备可调节钻孔直径的液压系统。

5.3 施工准备

5.3.1 长螺旋取土喷射注浆一体化施工前应进行场地平整，并应对作业范围内的明、暗浜等不良地质进行处理，施工用水、用电及施工道路应满足施工要求。

5.3.2 施工前应对设备进行调试和检验。主机与高压泥浆泵的距离不宜大于 50m，主机前端施工操作面不宜小于 1m，施工净高不宜低于 6m。

5.3.3 工程的轴线定位点和高程水准点经复测后应妥善保护，并应定期复测。施工前应测量和复核桩位的位置和标高。

5.3.4 施工前应根据周边环境保护要求制定施工环境监测方案，并应做好监测

点的保护。

5.3.5 排浆沟槽尺寸应根据地质条件、成桩直径和现场情况等确定，沟槽宽度不宜小于 1.0m，深度不宜小于 0.8m。

5.3.6 水泥等固化剂、水、掺合料和外加剂的掺入量，应根据设计要求并结合工艺性试验确定。

5.3.7 现场供电应满足主机及配套设备的作业要求，并宜配置应急电源保障连续作业。

5.3.8 长螺旋取土喷射注浆一体化冬季施工应采取防止浆液冻结的措施。夏季施工制浆用水温度不宜超过 35℃，注浆暂停时盛浆桶和注浆管路不宜暴露于阳光下。

5.4 施工与安全措施

5.4.1 长螺旋取土喷射注浆一体化正式施工前应在地面进行喷射试验，试验前应设置警戒线，浆液喷射范围内严禁站人。

5.4.2 施工时喷嘴距上部覆土厚度不应小于 1m。对环境保护要求高的工程，应严格控制施工速率、施工顺序，减小对土体的扰动和环境的影响。

5.4.3 长螺旋取土喷射注浆一体化施工时主机就位对中的平面偏差不应大于 20mm，施工宜按下列顺序：

- 1 测量放样，主机就位；
- 2 管路连接，确认管路正常后进行试喷作业；
- 3 长螺旋钻孔至设计深度；
- 4 开启注浆泵、空压机，提升钻杆、喷射注浆作业；
- 5 喷射结束，清洗设备，移动主机进行下一孔位施工。

5.4.4 取土成孔作业应符合下列规定：

- 1 取土成孔垂直度偏差满足成桩垂直度的设计要求；
- 2 环境条件复杂时，地下水位较高、易发生剪切液化的深厚粉土、砂土中宜在钻机钻进过程中采用辅助管道压入适量膨润土浆液或黏土浆液进行护壁；
- 3 钻进中遇地下障碍物时，宜探明原因采用专用钻头进行引孔。

5.4.5 喷射注浆作业应符合下列规定：

- 1 喷射注浆应在成孔完成后钻杆提升前开始；用于根固桩或水泥土扩体桩

时宜采用坐底喷射注浆工艺；

2 喷射注浆流量应与钻杆提升速度匹配，当采用单程喷射注浆工艺时，水泥浆流量可按下式进行估算：

$$Q = \frac{\pi d^2 \gamma_s V}{8 \gamma_m} \quad (5.4.5)$$

式中： V ——钻杆提升速度（m/min）；

Q ——水平喷浆、竖向喷浆流量之和（m³/min）；

γ_m ——水泥浆重度（kN/m³）；

γ_s ——土体重度（kN/m³）；

d ——取土孔径（m）。

3 喷射注浆过程中出现压力骤然下降、上升等异常情况时，应查明原因并采取措施。

5.4.6 连续搭接成桩施工时，宜采取跳桩施工，跳桩间隔宜为“隔二打一”，相邻桩施工间隔时间不宜小于 48h。施工中发现已成桩有窜浆现象时，应加大跳桩距离与相邻桩的施工间隔时间，并应根据周边环境监测数据调整施工时间间隔。

5.4.7 桩顶标高控制有严格要求的工程，可在原桩位采用抬高喷射注浆标高或回灌浆液等措施。

5.4.8 扩体预制桩的长螺旋取土喷射注浆一体化施工，应符合下列规定：

1 成孔施工垂直度偏差控制值，应小于预制桩垂直度偏差要求值。

2 预制桩持力层为砂土、碎石土、硬黏土时，应采用坐底喷射注浆工艺。

3 桩顶标高以上为建筑垃圾土、砂土、碎石土时，宜旋喷注浆标至施工地面标高。

4 水泥土扩体桩空桩范围内喷射注浆压力，宜根据预制桩直径结合取土成孔直径及土层情况确定。当取土成孔直径大于预制桩直径时，可采用（3~5）MPa 低压注浆，提升速度为（1.0~2.0）m/min；当取土成孔直径小于预制桩直径时，可采用（5~10）MPa 高压注浆，提升速度可为（0.5~1.0）m/min。

5.4.9 长螺旋取土喷射注浆一体化施工过程，宜按附录 B 进行施工记录。

5.4.10 全自动拌浆系统应进行封闭处理，成桩外侧应搭设临时围挡防止泥浆外

溅；泥浆池等危险处应设置安全防护设施及安全警示标志。

5.4.11 施工产生的置换土体、泥浆应集中堆放，应待脱水或晾干后外运。需要时，也可采用泥水分离系统分离后外运。

海南省建设科技协会标准浏览

6 检验与监测

6.0.1 长螺旋取土喷射注浆一体化施工，应进行施工前准备检查、施工过程质量控制和施工后质量检验。

6.0.2 施工前应核查施工设备性能，对压力表和流量计应根据要求鉴定或校准，检查水泥等固化剂和外加剂等材料质量。检查数量应按检验批检查，检验方法应核查产品合格证及复试报告。

6.0.3 水泥等固化剂、外加剂等原材料的检验项目和技术指标应符合设计要求。

6.0.4 水泥等固化剂掺入量、水灰比应符合设计和施工工艺要求，浆液不得离析。检查数量，应按台班检查，每台班不应少于 3 次；检验方法，水泥掺入量应采用计量装置检查，水灰比应采用比重计检查。

6.0.5 工艺性试验应检验成桩直径、帷幕厚度，深度和加固体质量，综合判断施工工艺和参数的合理性。

6.0.6 成桩过程质量控制应包括：孔位偏差、垂直度、水泥土桩或帷幕顶标高、底标高、水泥等固化剂用量、水灰比、提升速度、旋转速度、水泥浆喷射压力和流量、压缩空气压力和流量等。

6.0.7 长螺旋取土喷射注浆固结体质量检验点布置，应符合下列规定：

- 1 有代表性的部位；
- 2 施工过程中出现异常情况的部位；
- 3 地质情况复杂，可能影响施工质量的部位。

6.0.8 长螺旋取土喷射注浆固结体强度采用取芯法检验时，钻孔深度及取芯时龄期应满足设计要求，取芯数量应符合现行行业标准《建筑地基检测技术规范》JGJ340 的规定。

6.0.9 截水帷幕防渗性能检验，宜符合下列规定：

1 根据其重要程度可采用芯样渗透试验确定桩墙抗渗性能，也可结合桩身注水或压水试验综合确定抗渗性能。

2 钻孔技术要求及钻孔数量应按本规程第 6.0.8 条执行，抗渗芯样组数及位置选取应结合加固土层特性确定，每组应取 6 个芯样试件。

3 注水试验可利用满足垂直度要求的取芯钻孔进行，数量不宜少于 2 个。

6.0.10 长螺旋取土喷射注浆一体化施工质量检验标准,应符合表 6.0.10 的规定,检验记录可按本规程附录 C 执行。

表 6.0.10 长螺旋取土喷射注浆一体化施工质量检验标准

序	检查项目	允许偏差	检验方法
1	桩身长度	不小于设计值	测量喷射注浆起、止标高
2	固结体强度	不小于设计值	钻芯法
3	桩身垂直度	倾斜不大于设计值	经纬仪双向测喷浆管
4	固化剂用量	不小于设计值	检查流量计
5	引孔位置偏差	不大于 20mm	钢尺测量
6	桩顶标高	不小于设计值	水准测量
7	水灰比	设计值	计量、称重
8	桩体直径或墙体厚度	不小于设计值	有条件时钢尺测量
9	固结体渗透系数	不大于设计值	取样渗透系数试验

6.0.11 长螺旋钻孔、喷射注浆过程中应对钻杆垂直度、注浆压力、喷气压力、浆液流量进行监测。

6.0.12 长螺旋取土喷射注浆一体化工程监测,宜符合下列规定:

- 1 长螺旋成孔施工阶段,灵敏度较高的土层宜进行孔隙水压力监测及地面沉降监测,可通过深层土体位移监测判定成孔、注浆对周围土体的扰动情况。
- 2 软土地区应对桩底埋深 1.5 倍范围内的周边建筑及管线水平位移、竖向位移、变形进行监测。
- 3 建(构)筑物、地面可能出现的裂缝监测。
- 4 监测方法可按现行国家标准《工程测量规范》GB50026、《建筑基坑工程监测技术标准》GB50497 的规定执行。

附录 A 长螺旋取土喷射注浆一体化施工技术参数

A.0.1 长螺旋取土喷射注浆一体化施工技术参数应符合表 A.0.1 的规定。

附表 A.0.1 长螺旋取土喷射注浆一体化施工技术参数

成桩尺寸与施工参数		增强体桩、水泥土扩体桩	帷幕、土体加固
成桩直径或帷幕单幅宽度 (mm)		600~1200	800~1200
取土成孔直径 (mm)		300~600	400~600
最大成桩或帷幕深度 (m)		50	50
	水灰比	1:1	2:1~1.2:1
水泥浆	喷射压力 (MPa)	高压 20~40; 低压 3~5	高压 25~40; 低压 3~5
	喷射流量 (L/min)	计算确定	计算确定
	高压喷嘴数量	不少于 2 个	不少于 2 个
	低压喷嘴数量	1	0 或 1
空气	压力 (MPa)	不小于 0.7	0.7~1.0
	流量 (m ³ /min)	0.5~2.0	0.5~2.0
喷浆管	旋转速度 (r/min)	25	25
	提升速度 (mm/min)	黏性土不大于 500; 砂性土不大于 1000	不大于 1000

注：1 取土成孔直径不宜大于本标准式 (4.0.4) 计算结果；

2 喷嘴直径应按喷射压力和泵送流量设计通过计算确定，侧向高压喷嘴直径宜为 2.5mm~3.5mm，竖向低压喷嘴直径宜为 3.0~5.0mm。

附录 B 长螺旋取土喷射注浆一体化施工记录

表 B 长螺旋取土喷射注浆一体化施工记录表

编号：

工程名称						分项工程						施工单位	监理单位			
桩径 (m)			地坪相对 标高 (m)			桩顶标高 (m)			桩底标高 (m)			水泥标号及 批号			水泥掺入量	
单桩水泥 用量 (T)			水灰比			步进间距 (mm)			旋转速度 (r/min)			空气压力 (MPa)			空气流量 (m³/min)	
序 号	取土成孔施工					喷浆施工										
	标高	开始	结束	垂直度	膨润土/ 外加剂	标高	开始时间	结束时间	累计时间 (min)	提升速度 (mm/min)	侧向喷浆 压力 (MPa)	喷浆流量 (L/min)	坐底喷浆 时间(min)	竖向喷射 压力		

施工员：

质检员：

技术负责人：

监理工程师：

年 月 日

附录 C 长螺旋取土喷射注浆一体化施工质量检验记录

表 C 长螺旋取土喷射注浆一体化施工质量检验记录表

编号：

单位（子单位）工程名称														
分部（子分部）工程名称		检验部位												
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														
施工质量检验标准			施工单位检验记录								监理（建设）单位检验记录			
1	水泥及外加剂质量	符合出厂要求												
2	水泥用量	设计要求												
3	桩身强度及完整性	设计要求												
4	桩身渗透性	设计要求												
5	地基承载力	设计要求												
6	引孔位置偏差（mm）	≤20mm												
7	桩身长度	设计要求												
8	桩身垂直度	设计要求												
9	注浆压力	按设定参数指标												
10	桩体搭接	设计要求												
11	桩体直径偏差（mm）	≤50												
施工单位检验评定结果		专业工长（施工员）				施工班组长								
		项目专业质量检验员： _____ 年 月 日												
监理（建设）单位检验结论		专业监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人) _____ 年 月 日												

本规程用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待,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么做的,采用“可”。

2 规程中指明应按其他有关标准、规范执行时的写法为:“应符合.....的规定”或“应按.....执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202
- 2 《工程测量规范》 GB 50026
- 3 《建筑基坑工程监测技术标准》 GB 50497
- 4 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 5 《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》 JGJ/T 46
- 6 《建筑施工安全检查标准》 JGJ 59
- 8 《建筑施工现场环境与卫生标准》 JGJ 146
- 9 《型钢水泥土搅拌墙技术规程》 JGJ/T 199
- 10 《水泥土插芯组合桩复合地基技术规程》 T/CCES 21
- 11 《根固混凝土桩技术规程》 T/CCES 35
- 12 《基坑工程复合支护技术标准》 T/ASC 41

河南省建设科技协会标准

长螺旋取土喷射注浆一体化应用技术规程

T/YCST 037—2025

条文说明

制定说明

长螺旋取土喷射注浆一体化技术，是在“一种取土喷射搅拌水泥土桩施工方法”（专利号：ZL201810440490.5）专利技术的基础上开发出的新型高压喷射注浆水泥土桩施工技术。核心技术是采用长螺旋取土成孔替代传统小型钻具成孔，在高压喷射注浆前取出需要置换排出的土体，减少喷嘴至桩周之间需要切割土体的厚度，从而更好地保证喷射注浆水泥土桩径、提高水泥土桩身质量。此外，由于改变了拌和空间，喷射进入取土孔中的水泥基本上可全部留在孔内与土体拌和，减少了水泥冒浆损失量，即相同水泥土强度需要的表观掺入量减少了，试验表明与传统方法相比，可节省水泥用量 20%以上。

近年来，编制组对国内外喷射注浆技术进行了广泛调查研究，总结了我国工程建设中水泥土桩技术的实践经验和最新研究成果，在参考国内外先进技术的工艺工法、技术标准，通过试验研究、工程应用总结基础上，编制形成本规程。

本规程编制以指标准确、技术合理、适用性强为原则，对重要技术指标的提出做到有理论依据指导、有实际工程案例支撑。

为便于广大工程技术和管理人员在使用本规程时能正确理解条文，按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项加以说明。

需要说明的是，条文说明不是标准正文的补充规定，不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握正文规定时参考。

目 次

1	总则	26
2	术语	27
3	基本规定	28
4	设计	30
5	施工	32
5.1	一般规定	32
5.2	设备配置	32
5.3	施工准备	32
5.4	施工与安全措施	33
6	检验与监测	34

1 总 则

1.0.3 长螺旋取土喷射注浆一体化技术,是一种新型高压喷射注浆水泥土桩施工技术,具有节能减排、节约资源的优点。但任何先进技术均有其适用性,各地区应根据土的特性、地质条件等工程实际工况,重视长螺旋取土及三维喷射注浆工程的经验在具体工程中参考作用,根据具体工程结合地区经验,选取科学、合理、经济的设计方案和施工参数。

2 术 语

2.1.1 长螺旋取土喷射注浆一体化

本规程涉及的长螺旋取土喷射注浆一体化技术，是“一种取土喷射搅拌水泥土桩施工方法”（专利号：ZL201810440490.5）专利技术原理上，开发出的新型高压喷射注浆水泥土桩施工工艺。核心技术是采用长螺旋取土成孔替代传统小型钻具成孔，在高压喷射注浆前取出需要置换排出的土体，留下水泥浆与需要切割的土体进行充分拌合需要的空间。

长螺旋喷射注浆一体化技术，指长螺旋钻机在长螺旋钻孔至预定深度后转入高压喷射注浆阶段，钻杆提升时喷射水泥浆和高压空气，水泥浆与钻孔外侧切割下的土体进行充分拌合，形成水泥土桩。采用定喷注浆工艺时，形成水泥土墙（壁）体。

与传统高压旋喷注浆法相比，因取土孔直径较大，喷嘴至桩周外边缘之间需要切割土体的厚度相对较小，从而降低喷射流冲击破坏土体的能量衰减，保证喷射注浆水泥土桩径。

此外，长螺旋钻杆提升过程中，改变了水泥浆与土体的拌和空间，喷射进入取土孔中的水泥基本上可全部留在孔内与土体拌和，减少了水泥冒浆损失量，减少了相同水泥土强度需要的表观掺入量。

2.1.2 三维喷射注浆

传统高压旋喷注浆施工工艺，在钻杆提升过程中，采用水平向（侧向）喷射注浆，本规程三维喷射注浆技术，利用向下的喷嘴同步低压注浆，一方面可有效加固长螺旋钻孔工艺在孔底可能形成的沉渣；另一方面可提高土体破碎程度，增加水泥土桩身的均匀性。

3 基本规定

3.0.1 本条规定了长螺旋取土三维旋喷注浆适用范围,在近年来的研发了大扭矩长螺旋钻孔设备,土体中粒径小于 200mm 的块石、漂石等可采用长螺旋设备旋出桩孔完成钻孔施工,也可在强度小于 25MPa 的岩体中完成钻孔施工。

取土高压喷射注浆水泥土桩与常规高压喷射注浆水泥土桩区别如下:

1) 增加了旋喷前采用机械取出一部分土体的工序。与高压喷射流将土体破碎并排出地面的方法相比,该技术高压喷射流的能量损失较小,喷射搅拌的水泥土更加均匀。

2) 喷射装置上设置了一个向下方的喷嘴进行低压喷射水泥浆,目的是在坐底旋喷时可以将底部砂层的砂土颗粒上泛至上部黏性土中,增加水泥土强度和均匀性。

3) 预先取土,减少了冒浆量,节约了水泥,提高施工工效,节能减排效果明显。

长螺旋取土喷射注浆法优点分析如下:

1) 喷射注浆压力。因喷射搅拌注浆是在已经形成的桩孔中进行,喷嘴位置外移,需要的侧向喷射压力要求明显低于传统高压旋喷注浆工艺。竖向喷射主要目的是确保孔内注浆的均匀性和注浆浓度,不需要太高的压力。

2) 钻杆旋转速度和提升速度。与传统技术相比钻杆提升速度高出 50%左右,理由是喷射工艺改变,竖向喷嘴的设置对破碎土体作用较大;与此同时也增加了水泥浆输送流量。因此,采取稍高一些的提升速度和旋转速度是可行的。

3) 对于直径大于 1m 的扩体,采用压缩空气包裹水泥浆喷射技术效果好于通过单纯依靠增加水泥浆喷射压力的方法。

4) 坐底旋喷方法可消除桩底虚土,保证桩端成桩质量。

3.0.5 工艺性试验不仅包含常规的承载力试验,也包含了工艺的适用性检验,两者存在关联性。因此,需要提供含有工艺试验在内的试桩报告,以便更好地确定场地的施工工艺参数。

关于评估成桩对周边环境的影响问题,说明如下:

理论研究与工程实践表明,在黄河中下游地区新近沉积土中,长螺旋钻机成

孔过程中的剪切、振动作用，可能产生粉土、粉砂土的液化；高压注浆压力、高压气体可在高水位场地土层形成超孔隙水压力。以上作用可能造成周边环境的土体沉降、水平位移，土体产生渗流破坏引起建筑物或构筑物不均匀沉降等。

可采取的措施包括：提高取土成孔钻进速度、钻进过程中通过喷嘴低压泵送低浓度水泥浆或膨润土浆液、控制喷气压力等。

4 设计

4.0.1 长螺旋取土三维旋喷注浆设计前应具备的基本资料，在大量工程实践中，长螺旋钻孔取土将对地层造成扰动，在水位较高的软土地区容易引起周边建筑物变形，设计时应根据工程地质条件和水文地质条件、环境条件，结合工程经验加以判断。

4.0.4 旋喷注浆桩施工前应计算长螺旋取土成孔直径，计算原则：

- 1 取土质量与水泥质量基本相等；
- 2 取土体积与水泥体积基本相等。

式（4.0.4）为采用原则 1 给出的估算公式。

例如，某工程 800mm 直径旋喷桩在粉土中成桩，水泥掺入比为土重的 25%，置换土体重度取 19kN/m³，水泥重度 16kN/m³，将 D=800 代入上式计算，有：

$$d = \sqrt{\frac{0.25 \times 0.19}{0.16}} \times 0.8 = 0.44$$

即：直径 800mm 旋喷桩，粉土层中取土孔径宜取 0.45m。

同理，直径 1000mm 旋喷桩，粉土层中取土孔直径估算值为 0.55m。

需要指出的是，长螺旋取土过程对于可能产生液化的粉土、砂土，实际取土量可能大于理论计算量。施工时应根据试验性施工最终确定取土孔直径，防止造成桩体质量问题。

4.0.6 理论上取土喷射注浆设计水泥用量，可比常规方法降低 20%~30%，考虑到工程质量的稳定性和新技术推广阶段的可靠程度，做出本条规定。说明如下：

- 1 水泥土桩。按节省 20%考虑，黏性土不宜小于固化土体重量的 25%，砂性土不宜小于固化土体重量的 20%。

- 2 帷幕桩、土体加固。为了保证检验时抗渗性能、强度增长时间有限，水泥掺入量不宜小于加固土体重量的 15%。

- 3 水泥、地聚物固化土。因工程应用相对较少，建议不宜小于固化土体重量的 10%。

4.0.9 截水帷幕的最小厚度对截水效果起控制作用，帷幕渗漏水大多发生在咬合接缝处，故咬合墙体的最小厚度处作为截水帷幕的等效厚度。

4.0.12 长螺旋取土喷射注浆一体化桩（墙）垂直度偏差，除考虑工程质量与效果控制的需外，也考虑了施工设备的先进程度和可行性，说明如下：

1 对水泥土桩、土体加固桩，垂直度控制 1/100 左右，不影响其竖向承载力。

2 水泥土扩体桩，基本上应与芯桩垂直度偏差要求保持一致，方可发挥其在减小预制桩植入阻力、提高承载性能的作用。

3 对于帷幕垂直度偏差应与帷幕深度及施工搭接宽度相匹配，现有机具最小偏差可达 1/300，甚至 1/500，因此规定 30m 以内不应大于 1/200，当注浆深度大于 30m，帷幕垂直度偏差不应大于 1/250。

4.0.14 在新近沉积粉土、砂土中，长螺旋钻孔取土将对地层造成扰动，取土孔尺寸、喷射注浆钻进速度等严格按设计要求进行，并应做好周边环境监测。对孔底水头大于 10m 的土层，因影响更加严重，尚应进行土体沉降或影响范围内孔隙水压力的监测。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.3 本条定喷注浆帷幕中的 1 个施工单元,指两个施工孔施工形成的如下图所示施工单元。

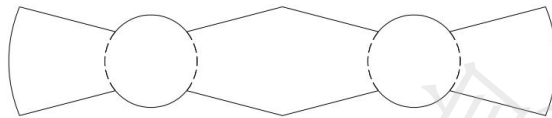


图 1 定喷注浆施工单元

5.1.5 本条对施工顺序和工况的规定基于以下考虑:

1 用于基坑工程排桩外侧截水帷幕时,先施工排桩后施工水泥土桩,可有效保证排桩施工质量及消除排桩与帷幕桩墙之间的间隙。

2 用于地下连续墙槽段接缝止水时,待墙身达到设计强度后再进行喷射注浆施工,可避免水泥土桩帷幕施工时对混凝土墙的伤害。

3 用于水泥土扩体桩帷幕一体化支护结构时,先施工水泥土帷幕桩、后施工扩体桩,可利用预制桩植入过程产生的挤密效应,增加水泥土桩抗渗性、加强水泥土桩之间的咬合效果。

5.2 设备配置

5.2.2 长螺旋钻机主机及配套设备应具备相应的性能,说明如下:

1 长螺旋主机目前尚无专门成套设备,需要在现有装备基础上另行配置,以满足具有下列性能: 1) 能够调节旋转速度、提升速度功能;进行定喷施工的应具备摆喷角度控制、步进间距控制等的功能; 2) 具备钻杆垂直度控制不大于 1/300 的能力; 3) 具备卫星定位功能,以保证定位偏差和智能化放线施工; 4) 有条件时,宜具备施工参数预先设定功能,形成自动化施工能力。

5.2.3 长螺旋钻机喷射注浆系统,除应具备侧向喷浆、竖直向下喷浆装置外,对于需要形成下部扩体桩的工程,长螺旋钻机应具备可调节钻孔直径的液压系统。

5.3 施工准备

5.3.2 主机与高压泥浆泵的距离不宜大于 50m,主要是为了减少管路压力损失,

如采用智能化系统可以对喷嘴出口压力进行监测时,在保证出口喷射压力满足设计要求的条件下,该距离可以适当放宽。

5.3.3 工程的轴线定位点和高程水准点经复测后应妥善保护,并应定期复测。施工前应测量和复核桩位的位置和标高。对于采用卫星定位系统进行桩位测定时,可采用全站仪等设备或相应的机载设备进行。

5.4 施工与安全措施

5.4.5 旋喷施工钻杆提升速度应与喷浆流量相匹配,例如,容重 19kN/m^3 粉土中采用水灰比 1.0 施工直径 800mm 旋喷桩,取土孔直径为 0.450m、钻杆提升速度 0.3m/min 时,按式(5.4.5)计算喷嘴总流量 $Q=0.3\text{m}^3$ 。

采用侧向双喷嘴时,单喷嘴流量为 0.12m^3 ,即 120L/min;计算向下喷嘴流量为 60L/min。为了保证旋喷桩直径,可根据取土孔直径、结合破坏剩余厚度 175mm(普通旋喷钻杆直径为 200mm 时该值约为 300mm),土体需要的压力工程经验调整喷嘴喷射出口压力。

该计算式适用于单程旋喷工艺,是指至下而上的一次旋喷,无需进行复喷的情形。

此外,水灰比发生变化时该公式中的系数及水泥浆容重应做相应的调整。

需要进一步说明的是,旋喷桩提升速度应根据工程经验确定,不宜大于附录 A 中规定值。

6 检验与监测

6.0.12 有关长螺旋压灌法施工对周边环境的影响，说明如下：

长螺旋在高地下水位、水头差较大（大于 10m）、土体灵敏度较高（颗粒组成影响）条件下压灌混凝土施工，因回转振动、剪切、真空抽吸等作用，易形成剪切液化和渗透破坏，轻则造成地面裂缝，重则造成临近桩施工质量问题，甚至周边建筑物、构筑物不均匀沉降，严重时造成房屋开裂，需要进行监测。

长螺旋施工影响范围宜按桩孔入土深度的 1.5 倍确定桩周边监测范围，说明如下。

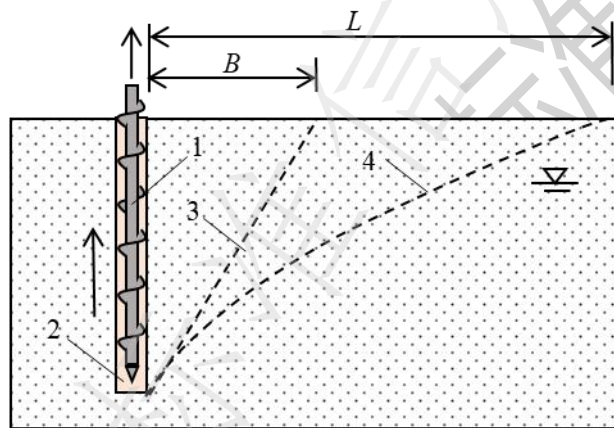


图 2 长螺旋施工地层影响范围示意图

1—长螺旋钻杆；2—长螺旋提钻瞬间形成的空腔；3—土体破裂面；4—土颗粒假想运动线

图 2 中，土体破裂面是指土体可能产生滑动下沉的假想面。所谓土颗粒假想运动线，指动水力使细颗粒土产生渗流时的假想运动轨迹，能表示假定的最远影响距离。

长螺旋成孔至孔底、拔管泵送混凝土施工瞬间，可能形成空腔并产生相当于 10 个大气压的真空负压，在孔底附近产生流砂并形成地下水渗流。

孔底附近流砂的积累一方面导致临近桩的下沉，另一方面会产生桩孔附近一定范围内土体的移动下陷。

地下水渗流产生的动水压力可能穿过粗颗粒之间的孔隙，使细颗粒土被携带走。这种物理潜蚀反复作用，将在更大范围的土中形成管状空洞，产生土体结构破坏，强度降低，压缩性增加，严重时形成地表裂缝、塌陷，产生较为严重的环境岩土工程问题，必须予以防范。

1) 孔底流砂引起的沉降影响范围可按土体可能产生的滑裂面计算：

$$B = l \tan(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \quad (1)$$

式中： l ——长螺旋施工孔深（m）；

φ ——土体内摩擦角（°）。

2) 真空抽吸效应形成的潜蚀作用影响范围，可根据临界水力坡度计算理论，有：

$$L = K (0.95 \sim 1.15) h \quad (2)$$

式中： h ——桩孔底标高处水头高度（m）；

K ——安全系数。

根据工程实测经验值的估算，考虑一定的安全距离，监测范围一般可取 $1.5h \sim 2h$ 。