

云南省工程建设地方标准

DB

DBJ 53/T-XX-2025

云南省螺杆灌注桩技术规程

Technical specification for part-screw pile in Yunnan

(征求意见稿)

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

云南省住房和城乡建设厅 发布

云南省工程建设地方标准

云南省螺杆灌注桩技术规程

Technical specification for part-screw pile in Yunnan

DBJ 53/T-XX-2025

(征求意见稿)

主编单位：云南建投第一勘察设计有限公司

重庆卓典建设工程有限公司

昆明市建筑设计研究院股份有限公司

批准部门：云南省住房和城乡建设厅

施行日期：20xx 年 x 月 x 日

出版社名称

2025 昆明

前 言

根据《云南省住房和城乡建设厅关于印发 2024 年第一批工程建设地方标准编制计划的通知》要求，编制组在广泛调查研究的基础上，总结省内外螺杆灌注桩实际工程经验，参考有关的地方工程建设标准，结合云南省工程建设环境条件，制定本规程。

螺杆灌注桩技术是由我国自主创新的一种涵盖基桩、成桩设备、成桩工法于一体的异型灌注桩专利技术，对传统桩工艺技术进行了关键性变革，具有以下技术特征：

- 1、成孔成桩一次性完成，杜绝因孔壁塌方造成的安全质量事故；
- 2、桩身带有螺纹型构造，显著提高了基桩承载力；
- 3、施工高效，用材节约，有效降低工程造价；
- 4、施工微取土、无须泥浆护壁、噪音和震动较小。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 勘察；5 桩基设计；6 复合地基；7 施工；8 质量检验与验收；9 安全和环境保护。

本标准由云南省住房和城乡建设厅负责管理，云南建投第一勘察设计有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有意见或建议，请反馈至云南建投第一勘察设计有限公司（地址：云南省昆明市五华区羊仙坡南路4号；联系电话：0871-65340124；邮编：650102；电子邮箱：ynjtyksxc@163.com），以供今后修订时参考。

主编单位： 云南建投第一勘察设计有限公司

重庆卓典建设工程有限公司

昆明市建筑设计研究院股份有限公司

参编单位： 建研地基基础工程有限责任公司

中国有色金属工业昆明勘察设计院有限公司

西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司

云南省设计院集团勘察院有限公司

海南卓典高科技开发有限公司

浙江卓典技术工程有限公司

云南兴滇建筑设计咨询有限公司

云南建安昆宁工程设计咨询有限公司

云南工程勘察设计院集团有限公司

云南地质工程勘察设计院有限公司

中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司

中国南方电网有限责任公司超高压输电公司

云南千岩工程质量检测有限公司

云南科仑工程质量检测有限公司

云南省租赁住房管理运营有限公司

云南省城乡建设投资有限公司

云南工程建设总承包股份有限公司

云南省房地产开发经营（集团）有限公司

思欧工程科技有限公司

江苏浦江建设有限公司

本规程主要起草人员（以下排名不分先后）：

XXX XXX XXX XXX XXX XXX

XXX XXX XXX XXX XXX XXX

本规程主要审查人员： XXX XXX XXX XXX XXX XXX

XXX XXX XXX XXX XXX XXX

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.....	5
4	勘察.....	6
4.1	一般规定.....	6
4.2	勘察要求.....	6
4.3	勘察评价.....	7
5	桩基设计.....	8
5.1	一般规定.....	8
5.2	基桩构造.....	8
5.3	螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力.....	10
5.4	桩身承载力.....	12
6	复合地基设计.....	14
7	施工.....	16
7.1	一般规定.....	16
7.2	施工准备.....	16
7.3	施工控制.....	17
8	质量检验与验收.....	21
8.1	一般规定.....	21
8.2	施工前检验.....	21
8.3	施工过程检验.....	21
8.4	施工后检验.....	22
8.5	工程质量验收.....	23
9	安全和环境保护.....	24
附录 A	螺杆灌注桩桩形.....	26
附录 B	组合式齿状螺纹钻具.....	27
附录 C	螺杆灌注桩极限侧阻力标准值 q_{sik} 、极限端阻力标准值 q_{pk} 、螺纹段的极限侧阻力增强系数 β_i	28
附录 D	螺杆灌注桩施工质量记录表.....	31
本规程用词说明.....		33
引用标准目录.....		34
附：条文说明.....		
1	总则.....	37
2	术语和符号.....	38
2.1	术语.....	38
3	基本规定.....	39
4	勘察.....	40
4.2	勘察要求.....	40
4.3	勘察评价.....	40
5	桩基设计.....	41
5.1	一般规定.....	41
5.2	基桩构造.....	41
5.3	螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力.....	42
5.4	桩身承载力.....	43
6	复合地基设计.....	44

7 施工.....45

 7.1 一般规定 45

 7.2 施工准备 47

 7.3 施工控制 47

8 质量检验与验收.....50

 8.1 一般规定 50

 8.2 施工前检验 50

 8.4 施工后检验 50

 8.5 工程质量验收 50

1 总则

1.0.1 为规范螺杆灌注桩设计、施工及检验的技术要求，贯彻执行国家和本地区的技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于云南省内与螺杆灌注桩相关的勘察、设计、施工及验收，各行业均可参照使用。

1.0.3 螺杆灌注桩基的设计与施工，应综合考虑工程地质与水文地质条件、工程重要性、上部结构类型、使用功能、荷载特征、施工技术条件与环境；应重视地方经验，因地制宜，合理选择成桩工艺，优化布桩，节约资源；应强化施工质量控制与管理。

1.0.4 在进行螺杆灌注桩基设计、施工及验收时，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准、规范、规程的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 螺杆灌注桩 part-screw pile

采用具有加压装置和同步技术的专用桩机形成的一种上部为圆柱型、下部为螺纹型的组合式部分挤土型灌注桩，简称“螺杆桩”，其桩形特征详附录 A。

2.1.2 标准同步 standard synchronous manner

钻杆每向上（下）相应位移一个螺距，钻杆相应正向（反向）旋转一周，所形成的桩孔或桩为等距螺纹。

2.1.3 非标准同步 nonstandard synchronous manner

钻杆每向上（下）相应位移一个螺距，钻杆相应反向（正向）旋转一周，所形成的桩孔或桩为非等距螺纹。

2.1.4 非同步 unstandard synchronous manner

钻具向上（向下）移动一个螺距，钻杆旋转大于或小于一周，可改变转速和钻杆尺寸从而调整取土量，所形成的桩孔为圆柱型。

2.1.5 螺牙 screw thread

螺杆灌注桩桩身的螺纹段连续凸起部分。

2.1.6 螺距 screw pitch

螺杆灌注桩桩身螺纹段相邻螺牙之间的中心距。

2.1.7 螺牙厚度 the thickness of the screw thread

螺牙两螺旋线之间的最小距离。

2.1.8 螺牙宽度 the width of the screw thread

螺牙垂直于轴线方向的长度。

2.1.9 桩芯 pile core

螺杆灌注桩螺纹段不包括螺牙的桩体。

2.1.10 螺杆灌注桩内径 inner diameter of part-screw pile

螺杆灌注桩桩芯的直径。

2.1.11 螺杆灌注桩外径 external diameter of part-screw pile

螺杆灌注桩桩身包括螺牙在内的桩体直径。

2.1.12 螺杆灌注桩扩大体 expanded body of part-screw pile

在螺杆灌注桩桩身或桩端部分通过重复压灌或机械挤土扩孔连续泵送混凝土形成的扩大桩身。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

N ——荷载效应基本组合时，桩顶轴向压力设计值；

N_s ——荷载效应基本组合时，作用于螺纹段顶截面的轴向压力设计值。

2.2.2 抗力和材料性能

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定取值；

f'_y ——纵向主筋抗压强度设计值；

f_{cu} ——桩体试块(边长 150mm 立方体)标准养护 28d 的立方体抗压强度平均值；

f_{spk} ——复合地基承载力特征值；

f_{sk} ——处理后桩间土承载力特征值；

f_{spa} ——深度修正后的复合地基承载力特征值；

f_{rk} ——岩石单轴饱和抗压强度标准值，泥岩取天然湿度单轴抗压强度标准值；

Q_{uk} ——螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力标准值；

Q_{sk} ——螺杆灌注桩非嵌岩段总极限侧阻力标准值；

Q_{sk1} ——螺杆灌注桩直杆段总极限侧阻力标准值；

Q_{sk2} ——螺杆灌注桩螺纹段总极限侧阻力标准值；

Q_{sk3} ——螺杆灌注桩扩大体段总极限侧阻力标准值；

Q_{rk} ——螺杆灌注桩嵌岩段总极限阻力标准值；

Q_{pk} ——螺杆灌注桩桩端极限端阻力标准值；

Q_{pk1} ——螺杆灌注桩扩大体极限端阻力标准值；

q_{sik} ——螺杆灌注桩桩身范围内第 i 层土的极限侧阻力标准值；

q_{pk} ——极限端阻力标准值；

T_{uk} ——螺杆灌注桩单桩抗拔极限承载力标准值；

T_{uk1} ——螺杆灌注桩直杆段抗拔极限承载力标准值；

T_{uk2} ——螺杆灌注桩螺纹段抗拔极限承载力标准值；

T_{uk3} ——螺杆灌注桩扩大体段抗拔极限承载力标准值；

R_a ——螺杆灌注桩单桩竖向承载力特征值；

p_k ——作用于直杆段的轴向压力计算值；

p'_k ——作用于螺纹段顶截面的轴向压力计算值；

γ_m ——基础底面以上土的加权平均重度。

2.2.3 几何参数

u ——桩身周长；

A_p ——螺杆灌注桩直杆段横截面积；

A_{ps} ——螺杆灌注桩桩芯横截面积；

A_{p1} ——螺杆灌注桩扩大体横截面积；

d_p ——基础埋置深度；

l_i ——相应于桩周第 i 层土的厚度。

2.2.4 计算系数

α_i ——直杆段与扩大体段第 i 层土的极限侧阻力标准值的增强系数；

β_i ——螺纹段第 i 层土的极限侧阻力增强系数；

K ——安全系数；

ξ_r ——嵌岩段侧阻和端阻综合系数；

ϕ_c ——螺杆灌注桩成桩工艺系数；

ϕ_l ——土层液化影响折减系数；

λ ——抗拔系数；

m ——面积置换率；

λ_i ——单桩承载力发挥系数；

β ——桩间土承载力发挥系数；

3 基本规定

3.0.1 桩基础应按下列两类极限状态设计：

- 1 承载能力极限状态：桩基达到最大承载力、整体失稳或发生不适于继续承载的变形；
- 2 正常使用极限状态：桩基达到建筑物正常使用所规定的变形限值或达到耐久性要求的某项限值。

3.0.2 桩基的设计应满足承载力、变形、稳定性和耐久性要求。

3.0.3 螺杆灌注桩适用于填土、黏性土、粉土、砂土、碎石土、全风化岩、强风化岩、中风化岩等地层的建设场地。

3.0.4 螺杆灌注桩可用作桩基础中的基桩或复合地基中的增强体。

3.0.5 桩基设计和施工前，应具备以下资料：

- 1 建设场地地形图和岩土工程详细勘察资料；
- 2 施工场地及环境条件的有关资料；
- 3 施工条件有关资料；
- 4 上部结构的有关资料；
- 5 本地区或相似场地上类似工程的工程经验、施工情况及技术经济指标等资料。

3.0.6 螺杆灌注桩应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定进行工程质量检验和验收。

3.0.7 采用螺杆灌注桩的建（构）筑物在施工期间及使用期间，应按现行国家标准《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 和《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定进行沉降观测，直至沉降稳定。

4 勘察

4.1 一般规定

4.1.1 在螺杆灌注桩设计、施工前，应对场地进行岩土工程详细勘察。

4.1.2 岩土工程勘察前应搜集区域地质资料、当地工程经验，了解场地的工程地质与水文地质条件，并应取得下列资料：

- 1 建筑场地地形图、建筑总平面图等；
- 2 建筑物的高度、层数、结构类型、荷载、结构安全等级、预计的基础形式和埋置深度，以及使用功能上的特殊要求等；
- 3 场地周边环境条件及地下管道、电缆、地下构筑物等的分布情况。

4.1.3 岩土工程勘察应采用与场地岩土特性相适应的勘察手段与原位测试方法。

4.2 勘察要求

4.2.1 详细勘察的勘探点宜根据建筑物的平面形状，在建筑物的周边线、角点、中心点布置；重大设备基础应布置勘探点；控制性勘探孔的数量应根据建筑物的重要性和场地、地基复杂程度等确定，且不应少于勘探孔总数的 1/3；单栋高层建筑的勘探点不应少于 4 个，单栋高层建筑控制性勘探孔不应少于 2 个；对高层建筑群每栋建筑物至少应有 1 个控制性勘探点。

4.2.2 勘探点间距应符合下列规定：

- 1 对于端承型桩（含嵌岩桩）：勘探点间距宜为 12m~24m，当相邻两个勘探点揭露的桩端持力层面坡度大于 10%或桩端持力层起伏较大、地层分布复杂时，应根据具体工程条件适当加密勘探点；
- 2 对于摩擦型桩：勘探点间距宜为 20m~30m，当土层的性质或状态在水平方向分布变化较大，或存在可能影响成桩的土层时，应适当加密勘探点；
- 3 复杂地基的一柱一桩工程，宜每柱设置勘探点。

4.2.3 勘探孔的深度应符合下列规定：

- 1 一般性勘探孔的深度应进入预计桩端平面以下岩土层不小于 $3d$ （ d 为桩身设计桩径），且不应小于 3m；对桩身直径大于或等于 800mm 的桩，不应小于 5m；
- 2 控制性勘探孔深度应满足下卧层验算要求；对需验算沉降的桩基，应满足地基变形计

算深度要求；

3 钻至预计深度遇软弱层时，应予加深，穿过软弱层；在预计勘探孔深度内遇稳定坚实岩土时，可适当减小；

4 对于嵌岩桩，控制性勘探孔深度应进入预计桩端平面以下岩层不小于 $3d$ ，一般性勘探孔进入预计桩端平面以下岩层不小于 $1d$ ，且应穿过溶洞、破碎带到达稳定岩层；

5 当需进行抗浮设计时，勘探孔深度应满足抗浮设计要求；

6 当存在多种可能的桩长方案时，应确保达到最长桩方案所对应的勘探孔深度要求。

4.2.4 采取岩土试样和原位测试应符合下列规定：

1 采取土试样和原位测试的勘探孔数量，应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特点确定，且不应小于勘探孔总数的 $1/2$ ；

2 每个场地每一主要土层的不扰动试样或原位测试数据不应少于 6 件（组），当采用连续记录的静力触探或动力触探时，每个场地不应少于 3 个勘探孔；

3 评价场地类别的剪切波速测试深度不应小于 20m 或覆盖层深度；

4 采用标准贯入锤击数进行液化判别时，每个场地标贯试验勘探孔数量不应少于 3 个。

4.2.5 对于岩溶发育区应进行桩基础专项施工勘察，桩径小于或等于 800mm 时，每桩布置 1 个钻孔，桩径为 800mm 以上时，每桩应布置 1~3 个钻孔。施工揭露工程地质条件、水文地质条件与勘察报告出现明显差异时，应进行施工勘察。

4.3 勘察评价

4.3.1 岩土工程勘察应根据地质条件、结构类型、荷载特征，结合地方经验评价螺杆灌注桩成孔和成桩的可行性。

4.3.2 场地的不良地质作用、液化土层和特殊岩土等对桩基工程的危害程度应有明确的判断和结论，并提出防治方案和建议。

4.3.3 提供场地地下水的类型、埋藏条件及年变化幅度等水文地质条件，判定地下水对建筑材料的腐蚀性，评价地下水对桩基设计和施工影响。

4.3.4 提供各层岩土的桩侧阻力值、桩端阻力值、地基承载力特征值及其它设计、施工所需参数，提出桩端持力层的建议。

4.3.5 对存在欠固结土及大面积堆载、回填土等的项目，分析桩侧产生负摩阻力的可能性及其影响，并提供负摩阻力系数和减少负摩阻力措施的建议。

4.3.6 评价成桩可能遇到的风险以及桩基施工对环境影响，提出设计、施工应注意的问题。

4.3.7 提出桩基础检测建议。

5 桩基设计

5.1 一般规定

5.1.1 建筑桩基设计等级应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定确定。桩基设计时所采用的作用效应组合与相应的抗力应按现行国家标准《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 及行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行。

5.1.2 可根据需要在螺杆灌注桩桩身上设置一个或多个扩大体，达到提升单桩竖向承载力的目的。扩大体应设置在承载力高且层位稳定的地层。

5.1.3 单桩竖向极限承载力标准值应通过单桩静载试验确定。

5.1.4 桩基工程沉降计算应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行。

5.2 基桩构造

5.2.1 设计桩径 d 可采用 400mm~1200mm。螺杆灌注桩的构造（见图 5.2.1）

5.2.2 基桩螺纹段应满足以下要求：

1 螺牙端部厚度宜为 30mm~50mm，根部厚度宜为 50mm~70mm，螺距不宜小于 350mm，螺距与桩径 d 之比宜为 0.6~1.0（小直径取高值）；

2 桩内径 d_0 构造几何尺寸取值为 $(0.90\sim0.95)d$ ，用于承载力计算时应根据受力情况相应折减。

5.2.3 基桩直杆段长度宜为桩长的 1/3，且不宜小于桩身设计直径 d 的 5 倍。当桩周土层可能引起桩侧负摩阻力时，中性点以上的负摩阻力区域应为直杆段。

5.2.4 扩大体直径和高度可根据工程经验确定，设计估算时扩大体直径宜为 $1.4d$ ，高度不宜小于 1m。

5.2.5 桩基应选择稳定的中、低压缩性土层或岩层作为桩端持力层。桩端全断面进入持力层的深度，对于黏性土、粉土不宜小于 $2d$ ，砂土不宜小于 $1.5d$ ，碎石类土不宜小于 $1d$ 。当桩端存在软弱下卧层时，桩端以下硬持力层厚度不应小于 $3d$ 。

5.2.6 当桩端嵌岩时，对于嵌入倾斜的完整和较完整岩的全断面深度不宜小于 $0.4d$ 且不小于 0.5m；嵌入倾斜度大于 30% 的中风化岩时，宜根据倾斜度及岩石完整性加大嵌岩深度；对于嵌入平整、完整的坚硬岩和较硬岩的深度不宜小于 $0.2d$ ，且不应小于 0.2m。

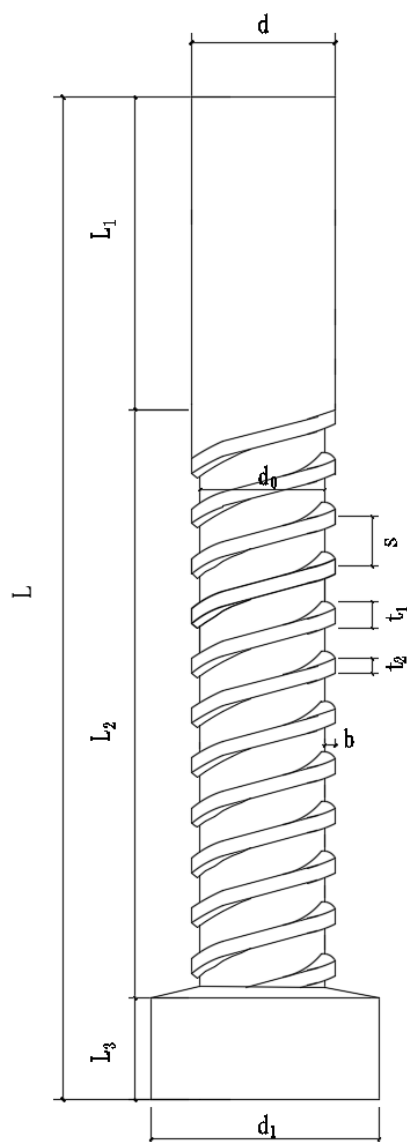


图 5.2.1 螺杆灌注桩示意图

L —设计桩长； L_1 —直杆段长度； L_2 —螺纹段长度； L_3 —扩大体段高度； d —外径； d_0 —内径； d_1 —扩大体外径； t_1 —螺牙根部厚度； t_2 —螺牙端部厚； b —螺牙宽度； s —螺距。

5.2.7 桩的最小中心距应符合表 5.2.7 规定。

表 5.2.7 螺杆灌注桩基桩的最小中心距

土类	排数不少于 3 排且桩数不少于 9 根的摩擦型桩桩基	其他情况
非饱和土、饱和非黏性土	$3.5d$	$3.0d$
饱和黏性土	$4.0d$	$3.5d$

5.2.8 桩身混凝土强度等级不应低于 C25。

5.2.9 灌注桩主筋的混凝土保护层厚度应从内径 d_0 的外表面算起，其值不应小于 50mm。

5.2.10 灌注桩正截面配筋率可取 0.3%~0.65%，小直径桩取高值；对于受荷载特别大的

桩、抗拔桩和端承桩应根据计算确定配筋率，且不应小于最小配筋率的规定值。

5.2.11 配筋长度应符合下列规定：

- 1 端承型桩应通长配筋；
- 2 摩擦型桩配筋长度不应小于 2/3 桩长，且应进入 2/3 螺纹段长度范围；
- 3 对于受地震作用的基桩，应通长配筋；
- 4 对于受负摩阻力的桩，配筋应穿过软弱土层，进入稳定土层的深度不应小于 3d；
- 5 抗拔桩应通长配筋。

5.2.12 对于受水平荷载的螺杆灌注桩，主筋不应小于 $8\phi 12$ ；对于抗压桩和抗拔桩，主筋不应少于 $6\phi 10$ ；纵向主筋应沿桩身周边均匀布置，其净距不应小于 60mm。

5.2.13 箍筋应采用螺旋式，直径不应小于 6mm，间距宜为 200mm~300mm。

1 受水平荷载较大的桩基、承受水平地震作用的桩基以及考虑主筋作用计算桩身受压承载力时，桩顶以下 5d 范围内的箍筋应加密，间距不应大于 100mm；

2 当桩身位于液化土和震陷软土范围内时，箍筋配置应符合现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 的有关规定；

3 当考虑箍筋受力作用时，箍筋配置应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定；

4 当钢筋笼长度超过 4m 时，应每隔 2m 设一道直径不小于 12mm（大直径桩不小于 16mm）的焊接加劲箍筋。

5.3 螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力

5.3.1 单桩竖向承载力特征值 R_a 应按下列式确定：

$$R_a = \frac{1}{K} Q_{uk} \quad (5.3.1)$$

式中： Q_{uk} ——螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力标准值；

K ——安全系数，取 $K=2$ 。

5.3.2 单桩极限承载力标准值应通过现场静载试验确定。初步设计时可按下列规定估算：

$$Q_{uk} = Q_{sk1} + Q_{sk2} + Q_{pk} \quad (5.3.2-1)$$

$$Q_{sk1} = u \sum \alpha_i q_{sik} l_i \quad (5.3.2-2)$$

$$Q_{sk2} = u \sum \beta_i q_{sik} l_i \quad (5.3.2-3)$$

$$Q_{pk} = q_{pk} A_p \quad (5.3.2-4)$$

式中： Q_{sk1} ——螺杆灌注桩直杆段总极限侧阻力标准值（kN）；

Q_{sk2} ——螺杆灌注桩螺纹段总极限侧阻力标准值 (kN);

Q_{pk} ——螺杆灌注桩桩端极限端阻力标准值 (kN);

q_{sik} ——螺杆灌注桩桩身范围内第 i 层土的极限侧阻力标准值, 宜根据试验资料和工程经验确定, 当缺乏试验资料时, 可按附录 C 表 C.0.1 取值;

q_{pk} ——极限端阻力标准值, 宜根据试验资料确定, 当缺乏试验资料时, 可按附录 C 表 C.0.2 取值;

u ——桩身周长 (mm), $u=\pi d$;

A_p ——螺杆灌注桩直杆段横截面积 (mm^2)

l_i ——相应于桩周第 i 层土的厚度 (m) ;

α_i ——直杆段与扩大体段第 i 层土的极限侧阻力标准值的增强系数, 宜根据试验资料和工程经验确定, 当缺乏试验资料时, 依据土性选择 $\alpha_i=1.0\sim 1.2$; 黏性土、粉土、黄土宜取低值, 砂土、砾砂、角砾、圆砾、碎石、卵石、全风化岩、强风化岩和中风化软岩宜取高值;

β_i ——螺纹段第 i 层土的极限侧阻力增强系数, 宜根据试验资料和工程经验确定, 当缺乏试验资料时, 可按附录 C 表 C.0.3 取值。

5.3.3 桩端置于完整、较完整基岩的嵌岩桩单桩竖向极限承载力可按下列公式估算:

$$Q_{uk}=Q_{sk}+Q_{rk} \quad (5.3.3-1)$$

$$Q_{rk}=\xi_r f_{rk} A_p \quad (5.3.3-2)$$

式中: Q_{sk} ——螺杆灌注桩非嵌岩段总极限侧阻力标准值 (kN) ;

Q_{rk} ——螺杆灌注桩嵌岩段总极限阻力标准值 (kN) ;

f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值, 泥岩取天然湿度单轴抗压强度标准值;

ξ_r ——嵌岩段侧阻和端阻综合系数, 按表 5.3.3 取值。

表 5.3.3 螺杆灌注桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数 ξ_r

嵌岩深径比 h_r/d	0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
极软岩、软岩	0.72	0.96	1.14	1.42	1.62	1.78	1.88	1.96	1.99	2.04
较硬岩	0.54	0.78	0.97	1.08	1.20	1.25	—	—	—	—

5.3.4 螺杆灌注桩嵌入软质岩中的单桩极限承载力估算值应取式 (5.3.2-1) 与式 (5.3.3-1) 计算值的大值。

5.3.5 对于桩身周围有液化土层的低承台桩基, 当承台底面上下分别有厚度不小于 1.5m、1.0m 的非液化土或非软弱土层时, 可将液化土层极限侧阻力乘以土层液化影响折减系数计

算单桩极限承载力标准值。土层液化影响折减系数 ψ_l 可按表 5.3.5 确定。

表 5.3.5 土层液化影响折减系数 ψ_l

$\lambda_N = N_0/N_{cr}$	自地面算起的液化土层深度 $d_L(m)$	ψ_l
$\lambda_N \leq 0.6$	$d_L \leq 10$	0
	$10 < d_L \leq 20$	1/3
$0.6 < \lambda_N \leq 0.8$	$d_L \leq 10$	1/3
	$10 < d_L \leq 20$	2/3
$0.8 < \lambda_N \leq 1.0$	$d_L \leq 10$	2/3
	$10 < d_L \leq 20$	1.0

注：1 N_0 为饱和土标贯击数实测值； N_{cr} 为液化判别标贯击数临界值。

2 当承台底面上下非液化土层厚度小于以上规定时，土层液化影响折减系数 ψ_l 取 0。

5.4 桩身承载力

5.4.1 桩身承载力除应验算桩顶正截面受压承载力外，尚应验算螺纹段桩身正截面受压承载力。

5.4.2 直杆段桩身正截面受压承载力应符合下列规定：

1 当桩顶以下 5d 范围的桩身螺旋式箍筋间距不大于 100mm，且符合本标准第 5.2.12 条、第 5.2.13 条规定时，桩身正截面受压承载力应满足下式要求：

$$N \leq \psi_c f_c A_p + 0.9 f'_y A'_s \quad (5.4.2-1)$$

2 当桩身配筋不符合上述 1 款规定时，桩身正截面受压承载力应满足下式要求：

$$N \leq \psi_c f_c A_p \quad (5.4.2-2)$$

式中： N ——荷载效应基本组合时，桩顶轴向压力设计值（kN）；

ψ_c ——螺杆灌注桩成桩工艺系数，可取 0.75~0.85；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值（kPa），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定取值；

A_p ——螺杆灌注桩直杆段横截面积（mm²）；

f'_y ——纵向主筋抗压强度设计值（kPa）；

A'_s ——纵向主筋截面面积（mm²）。

5.4.3 螺纹段桩身正截面受压承载力应符合下列规定：

1 对于端承桩或长径比小于 15 的嵌岩桩时，作用于螺纹段顶截面的轴向压力设计值 N_s 按下式计算，并满足式（5.4.3-2）的要求：

$$N_s = N \quad (5.4.3-1)$$

2 其他情况，螺杆灌注桩螺纹段桩身正截面受压承载力应按式计算：

$$N_s \leq \psi_c f_c A_{ps} \quad (5.4.3-2)$$

$$\text{其中，} N_s \leq N - 0.675 Q_{sk1} \quad (5.4.3-3)$$

式中： N_s ——荷载效应基本组合时，作用于螺纹段顶截面的轴向压力设计值（kN）；

A_{ps} ——螺杆灌注桩桩芯横截面积（mm²）；

Q_{sk1} ——螺杆灌注桩直杆段总极限侧阻力标准值。

5.4.4 抗拔极限承载力的确定应符合下列规定：

1 单桩的抗拔极限承载力应通过现场单桩上拔静载荷试验确定。单桩上拔静载荷试验及抗拔极限承载力标准值取值可按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 进行。

2 初步设计时单桩抗拔极限承载力标准值可按下式估算：

$$T_{uk} = T_{uk1} + T_{uk2} + T_{uk3} \quad (5.4.4-1)$$

$$T_{uk1} = u \sum \alpha_i q_{sik} l_i \lambda \quad (5.4.4-2)$$

$$T_{uk2} = u \sum \beta_i q_{sik} l_i \lambda \quad (5.4.4-3)$$

$$T_{uk3} = u \sum \alpha_i q_{sik} l_i \lambda \quad (5.4.4-4)$$

式中： T_{uk} ——螺杆灌注桩单桩抗拔极限承载力标准值；

T_{uk1} ——螺杆灌注桩直杆段抗拔极限承载力标准值；

T_{uk2} ——螺杆灌注桩螺纹段抗拔极限承载力标准值；

T_{uk3} ——螺杆灌注桩扩大体段抗拔极限承载力标准值；

λ ——抗拔系数，无经验时可按表 5.4.4 取值。

表 5.4.4 抗拔系数 λ

土层分类	抗拔系数
砂土	0.50~0.70
黏性土、粉土	0.70~0.80

注：桩长 L 与桩径 d 之比小于 20 时， λ 取小值。

5.4.5 对于受水平荷载和地震作用的螺杆灌注桩应按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关要求执行。

6 复合地基设计

6.0.1 作为复合地基增强体的螺杆灌注桩，桩径宜采用 400mm~600mm。螺杆灌注桩的最小中心距不宜小于 $3.5d$ ，在软土地区，宜适当增大桩中心距，一般不小于 $4.0d$ 。

6.0.2 螺杆灌注桩可只在基础范围内布置，并应根据建筑物荷载分布、基础形式和地基土性状按下列规定布桩：

- 1 框架核心筒结构内筒部位可采用减小桩距、增大桩长或桩径布桩；
- 2 对相邻柱荷载水平相差较大的独立基础，应按变形控制确定桩长和桩距；
- 3 筏板厚度与跨距之比小于 $1/6$ 的平板式筏基、梁的高跨比大于 $1/6$ 且板的厚跨比（筏板厚度与梁的中心距之比）小于 $1/6$ 的梁板式筏基，应在柱（平板式筏基）和梁（梁板式筏基）边缘每边外扩 2.5 倍板厚的面积范围内布桩；
- 4 对荷载水平不高的墙下条形基础可采用墙下单排布桩。

6.0.3 桩的中心与基础边缘的距离不宜小于 $1d$ ；桩的边缘与基础边缘的距离，条形基础不宜小于 75mm，其他形式的基础不宜小于 150mm。

6.0.4 螺杆灌注桩单桩承载力特征值、复合地基承载力特征值应通过静载荷试验结合工程经验综合确定。

6.0.5 螺杆灌注桩桩顶和基础之间应设置褥垫层。褥垫层材料宜用中砂、粗砂、级配砂石或碎石等，最大粒径不宜大于 30mm。褥垫层厚度宜取 200mm~300mm。

6.0.6 螺杆灌注桩复合地基承载力特征值初步设计时，可按下列公式估算：

$$f_{\text{spk}} = \lambda_i m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1 - m)f_{\text{sk}} \quad (6.0.6)$$

式中： f_{spk} ——复合地基承载力特征值（kPa）；

A_p ——螺杆灌注桩直杆段横截面积（mm²）；

R_a ——螺杆灌注桩单桩竖向承载力特征值（kN），按本规程式（5.3.1）和式（5.3.2）计算；

f_{sk} ——处理后桩间土承载力特征值（kPa），可按地区经验确定，如无经验时，对于一般黏性土地基，可取天然地基承载力特征值，松散粉土、砂土可取天然地基承载力特征值（1.1~1.4）倍；

m ——面积置换率， $m=d^2/d_e^2$ ； d 为螺杆灌注桩直杆段直径（m）， d_e 为一根桩分担的处理地基面积的等效圆直径（m）；等边三角形布桩 $d_e=1.05s$ ，正

方形布桩 $d_e=1.13s$ ，矩形布桩 $d_e = 1.13\sqrt{s_1s_2}$ ， s 、 s_1 、 s_2 分别为桩间距、纵向桩间距和横向桩间距；

λ_i ——单桩承载力发挥系数，可按地区经验取值，无地区经验时可取 1.0；

β ——桩间土承载力发挥系数，可按地区经验取值，无经验时可取 0.9~1.0。

6.0.7 螺杆灌注桩桩身混凝土强度等级不应低于 C25，且应符合下列规定：

- 1 作为复合地基增强体的螺杆灌注桩桩身强度应满足式(6.0.7-1)、(6.0.7-2)的要求。

$$f_{cu} \geq 4 \frac{\lambda_i p_k}{A_p} \quad (6.0.7-1)$$

$$f_{cu} \geq 4 \frac{\lambda_i p'_k}{A_{ps}} \quad (6.0.7-2)$$

- 2 当复合地基承载力进行深度修正时，螺杆灌注桩桩身强度应满足式(6.0.7-3)、(6.0.7-4)的要求。

$$f_{cu} = 4 \frac{\lambda_i p_k}{A_p} \left[1 + \frac{\gamma_m (d_p - 0.5)}{f_{spa}} \right] \quad (6.0.7-3)$$

$$f_{cu} = 4 \frac{\lambda_i p'_k}{A_{ps}} \left[1 + \frac{\gamma_m (d_p - 0.5)}{f_{spa}} \right] \quad (6.0.7-4)$$

- 3 作用于直杆段的轴向压力应按下式计算：

$$p_k = R_a \quad (6.0.7-5)$$

- 4 对于端承桩或长径比小于 15 的嵌岩桩，作用于螺纹段顶截面的轴向压力应按下式计算：

$$p'_k = R_a \quad (6.0.7-6)$$

- 5 其他情况，作用于螺纹段顶截面的轴向压力应按下式计算：

$$p'_k = R_a - 0.5Q_{sk1} \quad (6.0.7-7)$$

式中： f_{cu} ——桩体试块（边长 150mm 立方体）标准养护 28d 的立方体抗压强度平均值（kPa）；

p_k ——作用于直杆段的轴向压力计算值（kN）；

p'_k ——作用于螺纹段顶截面的轴向压力计算值（kN）；

γ_m ——基础底面以上土的加权平均重度(kN/m³)，地下水位以下取有效重度；

d_p ——基础埋置深度（m）；

A_{ps} ——螺杆灌注桩桩芯横截面积（mm²）。

6.0.8 螺杆灌注桩复合地基变形计算应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定执行。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工前应编制螺杆灌注桩专项施工方案。采用专用成桩机械必须经鉴定合格，且应满足下列要求：

- 1 配备直流动力装置和加压装置；
- 2 具有能实现同步技术控制的自动控制系统；
- 3 采用组合式齿状螺纹钻具；
- 4 动力装置额定直流输出扭矩不宜小于 250kN·m。

7.1.2 工程桩施工前应结合静载荷试验进行成桩工艺的验证。试桩应确定钻头钻进速度、钻杆提升速度、钻进扭矩、加压提拔力以及混凝土充盈系数等关键工艺参数。试桩应选择在有代表性的地质钻孔位置进行，试桩数量应满足现行国家规范的相关要求，且不得小于 3 根。

7.1.3 桩基施工应控制最后一次混凝土灌注量，桩顶超灌高度应不少于 0.5m，凿除泛浆后必须确保桩顶混凝土强度达到设计等级要求。

7.1.4 混凝土充盈系数应符合设计要求且不宜小于 1.2。

7.1.5 桩基施工的允许偏差应满足表 7.1.5-1、表 7.1.5-2 的规定。

表 7.1.5-1 螺杆灌注桩桩基础施工允许误差

桩径允许偏差 (mm)	垂直度允许偏差 (%)	桩位允许偏差 (mm)	
		1~3 根桩、条形桩基沿垂直方向和群桩基础中的边桩	条形桩基沿轴线方向和群桩基础的中间桩
不小于设计值	1	$d/6$ 且不大于 100	$d/6$ 且不大于 150

注：d 为设计桩径。

表 7.1.5-2 螺杆灌注桩复合地基施工允许误差

桩径允许偏差 (mm)	垂直度允许偏差 (%)	桩位允许偏差 (mm)	
		条形布桩	满堂布桩
0, +50	1	$\leq 0.4d$	$\leq 0.25d$

注：d 为设计桩径。

7.2 施工准备

7.2.1 工程桩施工应具备下列资料：

- 1 施工场地地形图及岩土工程详细勘察报告；
- 2 螺杆灌注桩基础设计施工图及图纸会审纪要；
- 3 施工场地和邻近区域内建筑物、地下管线、地下构筑物、危房、精密仪器车间等调查资料；
- 4 专用施工机械及其配套设备的技术性能资料；
- 5 桩基工程的施工组织设计；
- 6 水泥、砂、石、钢筋等原材料及其制品的质检报告；
- 7 试桩静载荷试验参数资料。

7.2.2 桩基施工现场应符合下列规定：

- 1 施工场地应平整，施工工作面应满足桩机工作要求，地基承载力特征值不宜小于120kPa；
- 2 施工场地内应有完善的排水设施，并按施工组织设计的要求做好相关生产要素的布设；
- 3 桩基施工用的供水、供电、道路、临时房屋等临时设施应在开工前准备就绪。

7.2.3 施工组织设计、会审纪要连同施工图等应作为施工依据，列入工程档案。

7.2.4 基桩轴线的控制点和水准点应设置在不受施工影响的地方。开工前，经复核后应妥善保护，施工中应根据需要进行复测。

7.2.5 成桩工艺试验应符合下列规定：

- 1 试验点位的岩土条件应具有代表性；
- 2 应记录成孔深度、成孔直径、成孔时间、加压力及分层钻进扭矩等参数；
- 3 应确定混凝土缓凝时间、充盈系数等指标；
- 4 应对桩顶和地面土体的竖向和水平位移进行监测；
- 5 遇有挤土敏感、易窜孔土层时应确定合理施工间距；
- 6 应根据成桩工艺试验结果确定施工工艺及其控制参数。

7.3 施工控制

7.3.1 桩基施工工艺流程宜按图 7.3.1 执行。

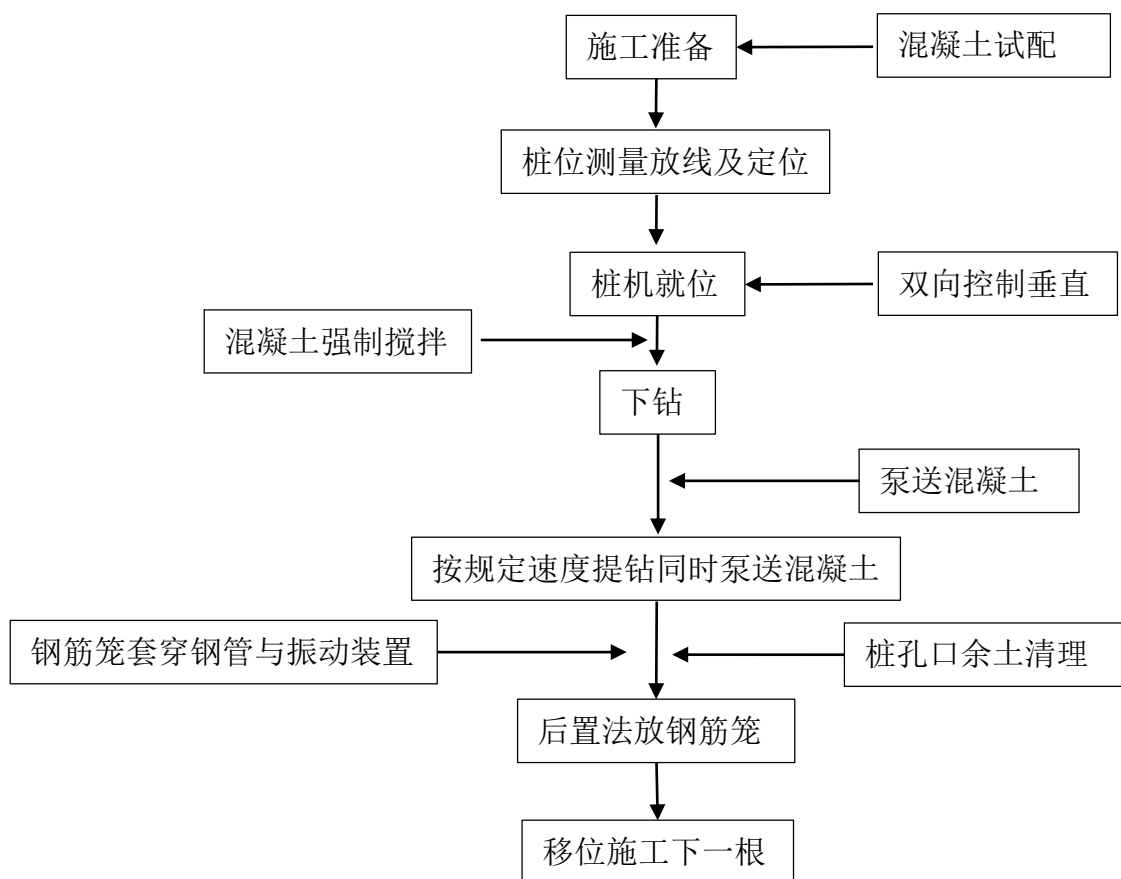


图 7.3.1 螺杆灌注桩施工工艺流程图

7.3.2 桩基施工应按表 7.3.2 选择不同的成桩工艺。

表 7.3.2 螺杆灌注桩成桩工艺

桩段		下钻	提钻
直杆段	一般土层	正向同步	正向非同步
	坚硬土层	正向非同步	
螺纹段		正向同步	反向同步

7.3.3 工程桩施工应根据试桩的结果和场地土层的渗透性、挤土效应等情况确定合理的施工速度和顺序，并符合下列规定：

- 1 对于密集桩群，宜由中间向两个方向或四周对称施工；
- 2 当一侧毗邻建筑物时，宜由毗邻建筑物处向另一方向施工；
- 3 根据桩端设计标高，宜先深后浅施工；
- 4 根据桩的规格，宜先大后小、先长后短施工；
- 5 根据桩的布置，宜先密后疏施工；
- 6 对于软土、松散填土、液化土层或地下水位以下施工时，宜采用跳桩法施工。

7.3.4 成孔设备就位后必须保证平整、稳固，成桩过程中不应发生倾斜和偏移，桩机上应设

置控制深度和垂直度的仪表或标尺，并应在施工过程中进行观测记录。

7.3.5 成孔的控制应符合下列规定：

1 钻进过程中，应正向旋转钻进，螺纹段采用正向同步钻进；桩机施加扭矩的同时应施加竖向压力，钻至设计深度前，不得反向旋转或提升钻杆；

2 钻至设计深度后，应正向或反向旋转提钻，并应同时泵送混凝土。螺纹段应采用同步提钻，直杆段应采用非同步提钻。

7.3.6 终孔标准应结合工程地质情况、桩端持力层性状及桩端进入持力层的钻进速度、钻进扭矩等因素综合确定：

1 对于摩擦型桩，应以控制桩长为主，以控制加压力、钻进扭矩为辅；

2 桩端持力层为硬塑、坚硬的黏性土，中密以上的粉土、砂土、卵石，极软岩～软岩时，应以控制加压力、钻进扭矩为主，以控制桩长为辅。

7.3.7 施工时的最大提钻速度应符合表 7.3.7 规定。

表 7.3.7 螺杆桩施工最大提钻速度

桩径（mm）	300	400	500	600	700 以上
提钻速度（m/min）	≤5.0	≤3.0	≤1.8	≤1.2	≤1.0

7.3.8 桩身混凝土应符合下列规定：

1 施工前应按设计要求通过试验确定混凝土配合比，混凝土坍落度宜为 180mm～240mm；

2 粗骨料粒径宜为 5mm～15mm，细骨料宜为中粗砂，混凝土水泥用量不宜小于 400kg/m³，初凝时间不宜少于 6h。

7.3.9 泵送混凝土应符合下列规定：

1 提钻及泵送过程应连续进行，提钻速度应与混凝土泵送量相匹配，钻杆管内的混凝土高度高于钻头不宜小于 2m；

2 混凝土泵料斗内的混凝土应连续搅拌。泵送混凝土时，料斗内混凝土的高度不得低于 400mm；

3 混凝土输送泵管布置宜减少弯道、保持水平，输送泵管应保证密封良好，输送泵管下应垫实；

4 当气温高于 30℃时，应采取降温、隔热措施。

7.3.10 钢筋笼的制作、安装应符合下列规定：

1 钢筋笼的材质、尺寸应符合设计文件规定，制作允许偏差应符合表 7.3.10 的规定；

表 7.3.10 钢筋笼制作允许误差

项目	允许偏差 (mm)
主筋间距	±10
箍筋间距	±20
钢筋笼直径	±10
钢筋笼长度	±100

2 钢筋笼制作应符合国家现行标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定；

3 螺旋箍筋与主筋应采用焊接，不得采用绑扎连接；

4 钢筋笼的加劲箍筋宜设在主筋内侧；

5 钢筋笼底部应收口，形成漏斗状；

6 钢筋笼应设置混凝土保护块或耳筋；

7 搬运和吊装钢筋笼时，应采取有效措施防止钢筋笼变形；

8 混凝土压灌结束后，应立即将钢筋笼对准孔位，插至设计深度；

9 钢筋笼安装使用钻机副卷扬或吊车进行吊装，平板振动器上焊接大刚度钢管，钢管从钢筋笼内部伸入钢筋笼，将平板振动器的振动力传递至钢筋笼底部，将钢筋笼插入桩体。

10 大直径螺杆灌注桩钢筋笼内可根据设计要求放置声波检测管，声波检测管的安放应符合相关规定。

7.3.11 清土和截桩时，应减少对桩间土的扰动和避免设计桩顶标高以下桩身的断裂。

7.3.12 当基桩龄期达 14 天后方可破除桩头，素混凝土桩可用手提切割锯割除桩头，钢筋混凝土桩宜采用专门的机械，也可采用风镐将桩头凿至设计标高，严禁横向锤击桩头。

7.3.13 褥垫层铺设宜采用静力压实法，当基础底面下桩间土的含水量较低时，也可采用动力夯实法，夯填度不应大于 0.9。

7.3.14 在施工过程中应按本规程附录 D 要求做好记录。

8 质量检验与验收

8.1 一般规定

8.1.1 桩基工程应对施工完成的工程桩进行桩位、桩长、桩径、桩身质量、承载力的检验。

8.1.2 桩基工程的检验按时间顺序分为三个阶段：施工前检验、施工检验和施工后检验。

8.1.3 对砂、石子、水泥、钢材等桩体原材料质量的检验项目和方法应符合国家现行有关规范、标准的规定。

8.2 施工前检验

8.2.1 施工前应对已放线桩位进行复测确认。

8.2.2 施工前应按下列要求进行检验：

1 应对拌制混凝土的原材料的质量与计量、混凝土配合比、坍落度等进行检查；商品混凝土应有合格证和搅拌站提供的质量检查资料。

2 应对钢筋规格、焊条规格、品种、焊口规格、焊缝长度、焊缝外观和质量、主筋和箍筋的制作偏差进行检查。

8.2.3 螺杆灌注桩施工前应采用静载试验进行试验桩检测并确定单桩极限承载力。

8.3 施工过程检验

8.3.1 施工过程中应按下列要求进行检验：

1 灌注混凝土前，应对已成孔的中心位置、孔深、孔径和垂直度进行检验；

2 安装前应对制作完成的钢筋笼进行质量验收，并对安放实际位置进行检查，并填写相应质量检测、检查记录；

3 应对进场混凝土进行现场试件取样和坍落度检查；

4 应记录混凝土灌注起止时间及其单桩混凝土灌注方量，计算充盈系数；

5 进行超灌高度检查；

6 施工过程中应对桩顶和地面土体的竖向和水平位移进行系统观测，若发现异常，应暂停作业，并分析原因，采取相应措施。

8.3.2 对采用螺杆灌注桩复合地基设置的褥垫层材料应进行压实度检验。

8.3.3 灌注桩混凝土强度检验的试件应在施工现场随机留取。来自同一搅拌站的混凝土，大直径桩或单桩混凝土量超过 25m³ 的桩，每根桩桩身混凝土应留有 1 组试件；非大直径桩或单桩混凝土量不超过 25m³ 的桩，每个灌注台班不得少于 1 组；对单柱单桩，每根桩应至少留置 1 组试件；每组试件应留 3 件。

8.4 施工后检验

8.4.1 施工完成后应按下列要求进行检验：

- 1 应按设计图纸进行检查验收，测量桩位偏差和桩顶标高并进行记录；
- 2 工程桩应进行单桩承载力和桩身完整性检测，并提供相关检测报告。

8.4.2 存在下列情况之一的螺杆桩基础工程，应采用静载荷载试验对工程桩单桩竖向承载力进行验收检测。检测数量不应少于同一条件下桩基分项工程总桩数的 1%，且不少于 3 根；当总桩数小于 50 根时，检测数量不应少于 2 根。检测桩应选择下列情况：

- 1 安全性要求高及特别重要的桩基工程。
- 2 施工过程中变更了工艺参数或施工质量出现异常；
- 3 施工质量有疑问的桩；
- 4 局部地基条件出现异常的桩；
- 5 地质条件复杂条件下桩的施工质量可靠性低；
- 6 设计文件有明确的检测要求。

8.4.3 发现检测数据异常时，应查找原因，必要时重新检测或扩大检测范围。

8.4.4 现场操作环境应符合检测设备仪器的使用要求。

8.4.5 桩身完整性检测方法可采用动测法，对于大直径螺杆灌注桩还可采取钻芯法、声波透射法；检测方法和数量应根据现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 确定。

8.4.6 采用低应变法检测螺杆灌注桩桩身完整性时，抽检数量不应少于总桩数的 30%，且不得少于 20 根，且在所检测桩中抽取 10% 的桩做钻芯法或声波透射法检测。对直线段较短的螺杆灌注桩，桩身完整性宜用钻芯法或声波透射法检测。

8.4.7 对抗拔桩或对水平承载力有特殊要求的桩基工程，应进行单桩抗拔静载试验和水平静载试验检测。

8.4.8 螺杆灌注桩复合地基承载力采用具有代表性的复合地基载荷试验确定。当设计有单桩竖向承载力要求时，还应进行单桩竖向承载力静载试验。

8.4.9 复合地基载荷试验每个单体工程的检测数量不应少于总桩数的 1%，且不应少于 3 个点；单桩静载试验每个单体工程的检测数量不应少于总桩数的 1%，且不应少于 3 根。

8.5 工程质量验收

8.5.1 当桩顶设计标高与施工场地标高相近时，基桩的验收应待基桩施工完毕后进行；当桩顶设计标高低于施工场地标高时，应待开挖到设计标高后进行验收。

8.5.2 桩基隐蔽工程应在施工单位自检合格后，于隐蔽前通知参建单位和相关人员检查验收，并形成中间验收文件。

8.5.3 验收应包括下列资料：

- 1 岩土工程勘察报告、桩基施工图、图纸会审纪要、设计变更单及材料代用通知单等；
- 2 经审定的施工组织设计、施工方案及执行中的变更单；
- 3 桩位测量放线图，包括工程桩位线复核签证单；
- 4 原材料的质量合格证和检测报告；
- 5 基桩施工工艺和承载力试验报告；
- 6 工程桩施工记录及隐蔽工程验收文件；
- 7 成桩质量检测报告；
- 8 单桩承载力、复合地基承载力及褥垫层检测报告；
- 9 基桩竣工平面图（含影像资料）及桩顶标高图；
- 10 其他必须提供的文件和记录。

9 安全和环境保护

9.0.1 螺杆灌注桩施工安全管理和施工现场环境与卫生管理应符合现行国家标准《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》GB 55034 的有关规定。

9.0.2 施工作业人员管理应符合下列规定：

1 施工单位应对从业人员定期进行安全生产教育和安全生产操作技能培训，未经培训考核合格的作业人员，不得上岗作业；

2 作业人员应配备符合国家标准标准的劳动防护用品，未按规定佩戴和使用劳动防护用品的施工作业人员，不得上岗作业。

9.0.3 施工机械设备应采用符合工程需要的专用成桩设备，定期对施工机械设备、工具和配件进行检查，确保完好和使用安全。

9.0.4 施工现场临时用电应符合现行行业标准《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》JGJ/T46 的规定。

9.0.5 施工现场焊、割作业点，氧气瓶、乙炔瓶、易燃易爆物品的距离和防火、防爆要求应符合《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720 的有关规定。

9.0.6 螺杆桩机或配合作业的相关机具在工作时，必须有专业人员指挥，任何人员不得在工作回转半径范围内停留或通过。

9.0.7 特殊气象条件下施工应符合下列安全要求：

1 遇 6 级以上大风、暴雨、雷电、冰雹、浓雾、暴雪等气象灾害时，应停止现场施工作业；

2 冬季施工作业现场应采取防滑措施，并应及时清除作业场地内和钻机上的冰雪。

9.0.8 施工作业需符合下列环境保护要求：

1 施工组织设计应包含建筑物、地下管线的安全保护技术措施，并标出施工区域内外的建筑物、地下管线的分布示意图；

2 临时设施应建盖在安全场地，临时设施及辅助施工场所应采取环境保护措施，减少土地占压和生态环境破坏；

3 施工作业前，应对作业人员进行安全环境保护交底；

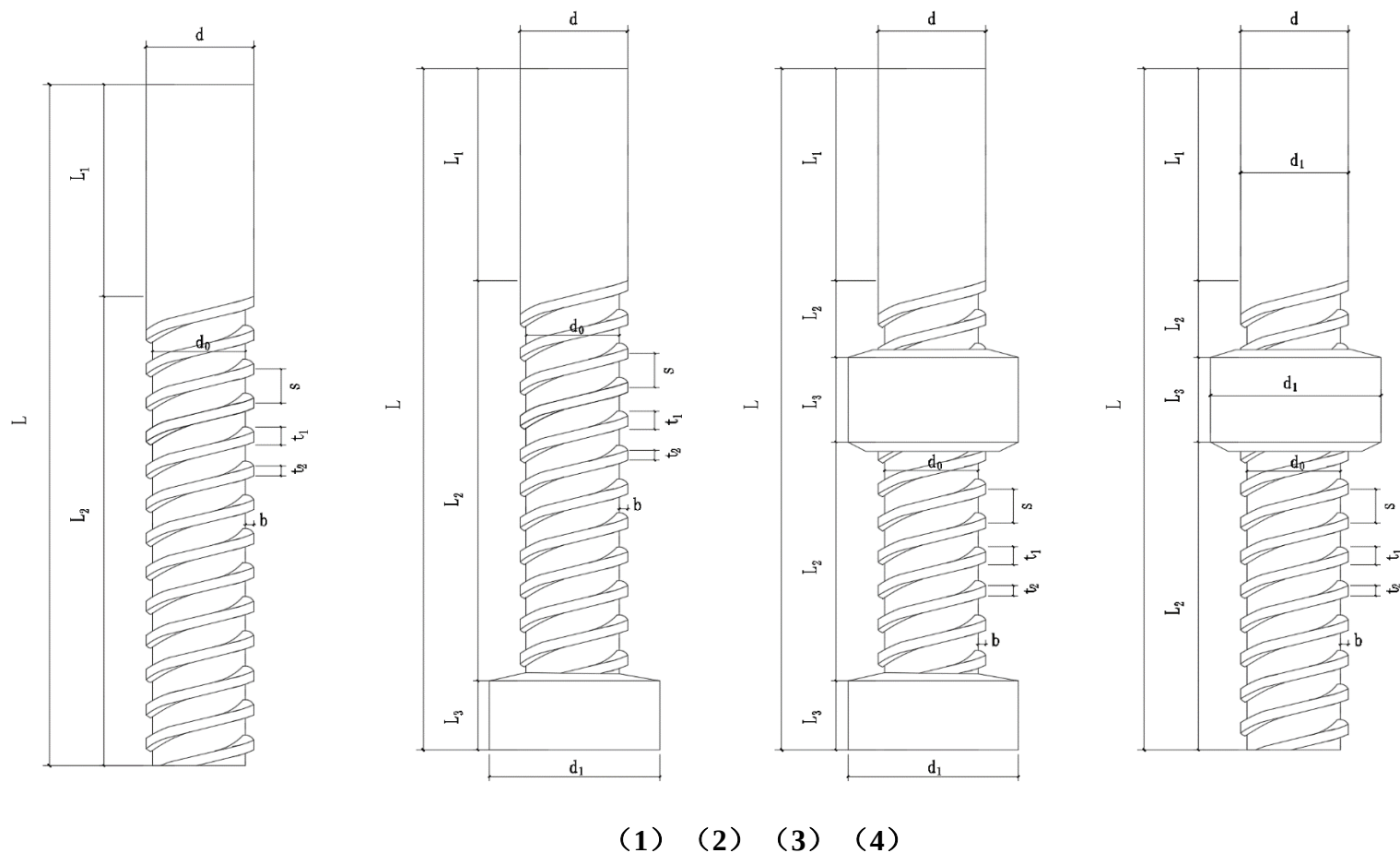
4 对机械使用、维修保养过程中产生的废弃物应集中收集存放、统一处理，严禁机械使用的油类渗漏进入地下水中或市政下水道；

5 施工现场严禁焚烧各类废弃物，作业过程产生的弃土弃渣应集中堆放，易产生扬尘的

渣土应采取覆盖、洒水等防护措施；

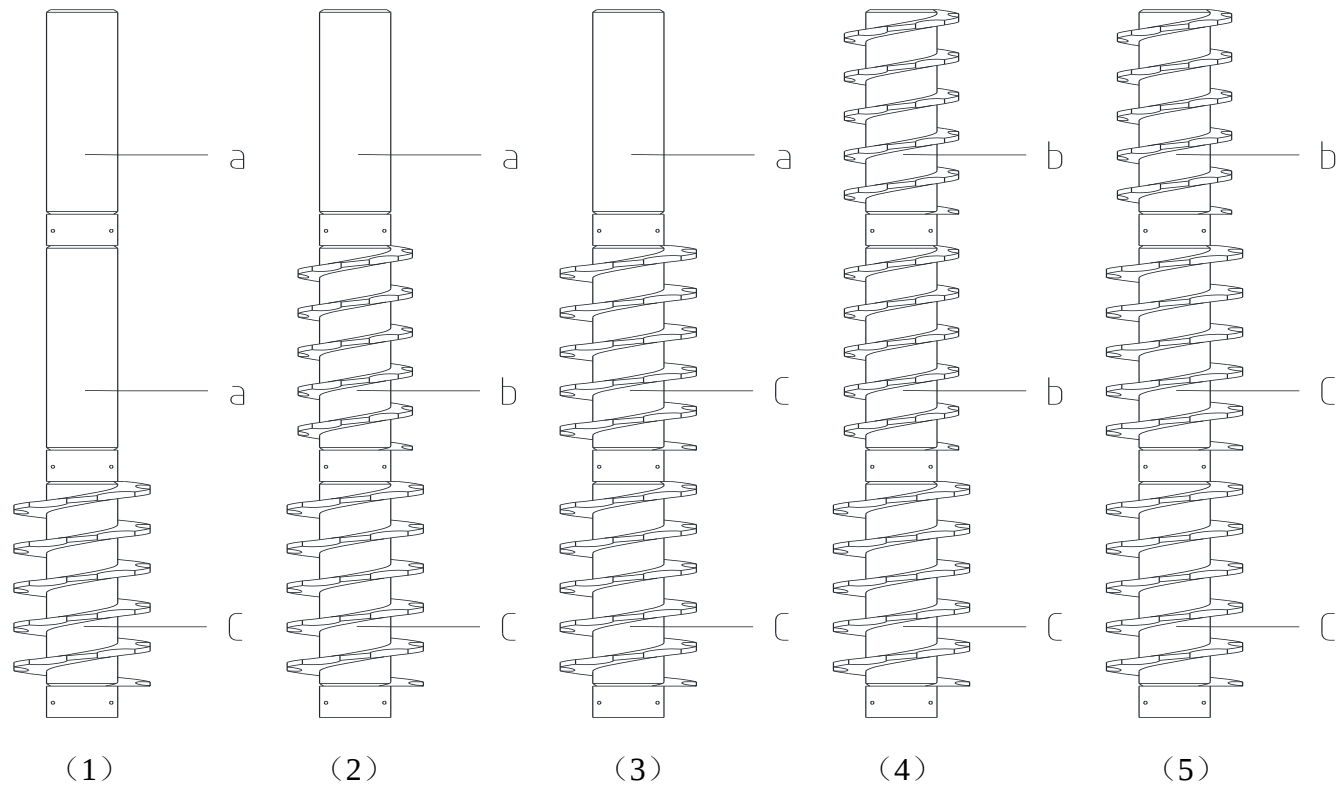
6 施工期间应严格控制噪声，并应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 的规定。

附录 A 螺杆灌注桩桩形



说明：(1) 上部直杆型，下部为螺纹型；(2) 上部直杆型，下部为螺纹型，桩端带扩大体；(3) 上部直杆型，下部为螺纹型，桩身和桩端各带一个扩大体；
(4) 上部直杆型，下部为螺纹型，桩上部带一个扩大体。

附录 B 组合式齿状螺纹钻具



说明：a 为光壁杆；b、c 为齿状螺纹钻杆；且 b 外径 < c 外径；

(1) 从上到下为 a+a+c；(2) 从上到下为 a+b+c；(3) 从上到下为 a+c+c；(4) 从上到下为 b+b+c；(5) 从上到下为 b+c+c。

根据土层情况采用各类不同直径的钻杆排列组合，使钻具外径从上到下由小直径变为大直径直至与设计桩长等径的组合式齿状螺纹钻具，可以有效的排出土体中的气体，使钻进过程阻力减少，效率以及桩身质量得到保证。

附录 C 螺杆灌注桩极限侧阻力标准值 q_{sik} 、极限端阻力标准值 q_{pk} 、 螺纹段的极限侧阻力增强系数 β_i

表 C.0.1 螺杆灌注桩极限侧阻力标准值 q_{sik} (kPa)

土的名称	土的状态		极限侧阻力标准值 q_{sik} (kPa)
填 土	—		22~30
淤 泥	—		14~20
淤泥质土	—		22~30
黏性土	流塑	$I_L > 1$	24~40
	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	40~55
	可塑	$0.5 < I_L \leq 0.75$	55~70
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.5$	70~86
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	86~98
	坚硬	$I_L \leq 0$	98~105
红黏土	$0.7 < a_w \leq 1$		13~32
	$0.5 < a_w \leq 0.7$		32~74
粉土	稍密	$e > 0.9$	26~46
	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	46~66
	密实	$e < 0.75$	66~88
粉细砂	稍密	$10 < N \leq 15$	24~48
	中密	$15 < N \leq 30$	48~66
	密实	$N > 30$	66~88
中砂	中密	$15 < N \leq 30$	54~74
	密实	$N > 30$	74~95
粗砂	中密	$15 < N \leq 30$	74~95
	密实	$N > 30$	95~116
砾砂	稍密	$5 < N_{63.5} \leq 15$	70~110
	中密（密实）	$N_{63.5} > 15$	116~138
角砾、圆砾	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	160~200
碎石、卵石	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	200~300
全风化软质岩	—	$30 < N \leq 50$	100~120
全风化硬质岩	—	$30 < N \leq 50$	140~160
强风化软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	160~240
强风化硬质岩	—	$N_{63.5} > 10$	220~300
中风化软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	180~260

注：1 对于尚未完成自重固结的填土和以生活垃圾为主的杂填土，不计算其侧阻力；

2 a_w 为含水比， $a_w = \omega / \omega_l$ ， ω 为土的天然含水量， ω_l 为土的液限；

3 N 为标准贯入击数， $N_{63.5}$ 为重型圆锥动力触探击数；

4 全风化、强风化软质岩和全风化、强风化硬质岩系指其母岩分别为 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ 、 $f_{rk} > 30\text{MPa}$ 的岩石。

表 C.0.2 螺杆灌注桩极限端阻力标准值 q_{pk} (kPa)

土名称	土的状态		螺杆灌注桩桩长 l (m)			
			$l\leq 9$	$9<l\leq 16$	$16<l\leq 30$	$l>30$
黏性土	软塑	$0.75<I_L\leq 1$	—	—	—	-
	可塑	$0.5<I_L\leq 0.75$	850~1700	1400~2200	1900~2800	2300~3600
	硬可塑	$0.25<I_L\leq 0.5$	1500~2300	2300~3300	2700~3600	3600~4400
	硬塑	$0<I_L\leq 0.25$	2500~3800	3800~5500	5500~6000	6000~6800
粉土	中密	$0.75\leq e\leq 0.9$	950~1700	1400~2100	1900~2700	2500~3400
	密实	$e<0.75$	1500~2600	2100~3000	2700~3600	3600~4400
粉砂	稍密	$10<N\leq 15$	1000~1600	1500~2300	1900~2700	2100~3000
	中密、 密实	$N>15$	1400-2200	2100~3000	3000~4500	3800~5500
细砂	中密、 密实	$N>15$	2500~4000	3600~5000	4400~6000	5300~7000
中砂			4000~6000	5500~7000	6500~8000	7500~9000
粗砂			5700~7500	7500~8500	8500~10000	9500~11000
砾砂	中密、 密实	$N>15$	6000~9500		9000~10500	
角砾、圆砾		$N_{63.5}>10$	7000~10000		9500~11500	
碎石、卵石			8000~11000		10500~13000	
全风化软质岩		$30<N\leq 50$	4000~6000			
全风化硬质岩			5000~8000			
强风化软质岩		$N_{63.5}>10$	6000~9000			
强风化硬质岩			7000~11000			
中风化软质岩			9000~13000			

注：1 砂土和碎石土中桩的极限端阻力取值，宜综合考虑土的密实度，桩端进入持力层深径比 h_b/d ，土愈密实， h_b/d 愈大，取值愈高；

2 螺杆灌注桩的岩石极限端阻力指桩端支承进入全风化岩、强风化岩、中风化软质岩一定深度条件下极限端阻力；

3 软质岩和硬质岩指其母岩分别为 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ 、 $f_{rk} > 30\text{MPa}$ 的岩石。

表 C. 0. 3 螺杆灌注桩螺纹段极限侧阻力增强系数 β_i

土的名称	土的状态	桩侧阻力增强系数 β_i
黏性土	软塑	1.2~1.5
	可塑	1.5~2.0
	硬塑、坚硬	1.3~1.7
粉土	稍密	1.7~2.0
	中密	1.6~1.9
	密实	1.3~1.7
粉砂、细砂	稍密	1.6~1.9
	中密	1.6~2.0
	密实	1.4~1.8
中砂	中密	1.6~2.0
	密实	1.4~1.8
粗砂	中密	1.6~2.0
	密实	1.4~1.8
砾砂	中密、密实	1.6~2.0
砾石、卵石	松散	1.2~1.5
	中密、密实	1.3~1.6
风化岩	全~强风化	1.2~1.5
	中风化软质岩	1.0~1.2

附录 D 螺杆灌注桩施工质量记录表

D.0.1 螺杆灌注桩施工记录可按表 D.0.1 执行。

表 D.0.1 螺杆灌注桩施工记录表

施工单位:

工程名称:

编号:

施工日期:

设计有效桩长: m

设计桩径: mm

混凝土坍落度: mm

序号	桩编号	施工桩长 (m)	螺纹段长度 (mm)	钻孔时间		泵送时间		投料量 (m3)	施工面标高 (m)	桩顶标高 (m)	桩端进入持力层 深度 (m)	终孔钻进扭矩 (kN·m)	加压力 (kN)	备注
				起	止	起	止							

记录 (签名):

机长 (签名):

专业工长 (签名):

监理/建设单位代表 (签名):

D.0.2 螺杆灌注桩质量控制记录可按表 D.0.2 执行。

表 D.0.2 螺杆灌注桩质量控制记录表

施工单位：

工程名称：

编号：

序号	桩号	桩长 (mm)	混凝土是否强制 搅拌 3~5 分钟	下钻前扇门是 否自由开闭	是否先泵 送后提钻	是否先冒出砼 后出钻头	是否连续泵送混凝土（连 续泵送中断深度）	理论泵送方量 (m³)	实际泵送方量 (m³)	备注

记录（签名）：

专业工长（签名）：

监理/建设单位代表（签名）：

本规程用词说明

- 1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，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：
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”。
- 2 条文中指明应按其他标准执行的写法：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准目录

- 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
- 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 《建筑地基检测技术规范》JGJ 340

附：条文说明

云南省工程建设地方标准

云南省螺杆灌注桩技术规程

DBJ 53/T-XX-2025

条 文 说 明

目 次

1	总则（一勘司主编）	37
2	术语和符号（市院）	38
2.1	术语	38
3	基本规定（卓典主编）	39
4	勘察（市院主编）	40
4.2	勘察要求	40
4.3	勘察评价	40
5	桩基设计（卓典主编）	41
5.1	一般规定	41
5.2	基桩构造	41
5.3	螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力	42
5.4	桩身承载力	43
6	复合地基设计（卓典主编）	44
7	施工（一勘司主编）	45
7.1	一般规定	45
7.2	施工准备	47
7.3	施工控制	47
8	质量检验与验收（市院主编）	50
8.1	一般规定	50
8.2	施工前检验	50
8.4	施工后检验	50
8.5	工程质量验收	50

1 总则

1.0.1 螺杆灌注桩是一种带螺牙的异形混凝土灌注桩，它采用带自控装置的螺杆桩机施工，通过特制的组合式齿状螺纹钻具钻进土层，经自控系统严格控制钻杆提升速度与旋转速度同步，钻至设计深度的同时在土体中形成带螺纹的钻孔，混凝土由高压泵输送至空心螺纹钻杆由钻头泵出，在孔中填实形成桩侧带正反螺纹的混凝土基桩。该施工技术具有噪声小、不塌孔、无沉渣、无泥浆污染等优点，是一种绿色的施工方法；其独特的施工工艺和桩身形态可显著提高基桩的单桩承载力；螺杆灌注桩与其它灌注桩相比，成桩速度快、质量稳定、承载力高、无污染，综合整体造价经济合理。

国内某项目中，在同一建设场地内、相同的地质条件下分别采用螺杆灌注桩、PHC 管桩、旋挖灌注桩三种不同的桩型进行施工，成桩后经竖向静载荷试验进行破坏性极限荷载验证，其试验结果（详表 1）表明螺杆灌注桩在承载力方面表现出极大的优势。

表 1 不同桩型承载力对比

桩型	桩径（mm）	桩长（m）	单桩竖向抗压承载力极限值（kN）
螺杆灌注桩	Φ600	16.5	8458
PHC 管桩	Φ600	16.3	5561
旋挖灌注桩	Φ800	19.0	7072

近年来，螺杆灌注桩已在海南及全国近 20 个省市自治区及多个行业推广应用。在海南、广东、广西、四川、重庆、陕西等地成功实现了桩身带扩大体的螺杆灌注桩，并写入了新的地方规程。国内某项目中采用直径为 600mm 螺杆灌注桩，桩长 26 米，桩端持力层为硬塑粉质黏土，桩端及中部（粗砂层）共设置了两个扩大体，经现场单桩静载试验，加载至 8000kN 时，沉降 14.45mm。

1.0.2 螺杆灌注桩适用范围广泛，在桩基础及复合地基中均得到成功应用。近几年，螺杆灌注桩不仅在国内建筑 and 市政工程中得到广泛应用，在公路、铁路、港口、水利、电力等行业也得到迅速推广和应用。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 螺杆灌注桩系列技术不仅在外形上包含了上部直杆、螺纹与直杆并存的桩身构造，即当前为业界广泛熟知的“螺杆桩”；更重要的是，在施工方法上采用专用的螺杆桩成桩设备与组合式齿状螺纹钻具（**详见附录 B**），顺时针旋转成孔成形至设计深度，利用泵机挤压混凝土，从钻杆底压出混凝土，并正向或反向旋转提钻杆、保持钻杆内与土体周边介质的压力差，不得中断混凝土，逆时针旋转提升混凝土，通过挤压了形成下部螺丝型结构部分。经过多年的工程实践以及桩机机械效能的跨代提升，现在已可实现在桩身任意部分形成桩身扩大体的“膨胀螺丝”构造手段，并形成正反等径螺纹形状，通过大扭矩旋转挤压成型保证桩侧地基土剪切滑动面的完整或基本完整，从而大幅提升单桩承载力。

螺纹的成型方式可分为两大类：第一类，剪切成型；第二类，挤压成型。

剪切成型工艺所形成的螺纹，仅仅是改变了桩与土之间的接触状态，即增大了桩与土之间的摩擦系数，而且在剪切过程中对原状土进行了扰动，因而对桩承载力的提升作用有限；而挤压成型工艺所形成的螺纹，通过严格的正反旋同步和介质压力，保持并提升了原状土的力学性状，在理论上桩承载力的本质是土的剪切强度，尽管本规程仍将其简化为侧阻增强系数，但挤压成型螺杆灌注桩的侧阻增强系数要高于和有别于其他剪切成型的螺纹桩。

2.1.2 ~2.1.4 同步技术和非同步技术是通过螺杆灌注桩机高精度自控系统实现，使钻具旋转速度和主卷扬（为动力头和钻具提供竖向力卷扬器）竖向位移速度按照自控系统预定参数而形成相应比例关系的一种控制技术。需要指出的是，实现同步技术的关键是桩机需要具备加压装置。

2.1.5~2.1.11 螺杆灌注桩桩身结构具有一定的特殊性，比普通灌注桩更为复杂。螺杆灌注桩内径、螺杆灌注桩外径、螺牙厚度、螺牙宽度、螺距的大小，都直接影响螺杆桩的受力机理、承载力与稳定性。其受力较为特殊，螺牙宽度、螺纹间距和深度不同，其承载力机理发挥也不同，但为方便设计，假定螺杆桩承载力由端承力和按螺杆灌注桩外径形成的侧面提供的侧阻力提供，提出了等效侧阻的概念。等效侧阻就是桩侧提供的承载力除以桩侧的面积。

2.1.12 螺杆灌注桩桩身扩大体是在桩身较硬土层部分和桩端通过专用螺杆桩机钻具重复压灌混凝土形成扩大腔体，同时对扩大体周围土层进行挤密，提高了桩的整体承载力。

3 基本规定

3.0.3 螺杆灌注桩在深厚回填土、黏性土、粉土、砂土、卵石或碎石、全风化岩、强风化岩、中风化软质岩等建设场地中已得到成功应用。对于流塑状黏性土、淤泥、淤泥质土的场地可采取跳打、取土及降低施工速率等措施进行施工。对于有机质土、泥炭质土、泥炭等特殊地层应通过现场试验确定其适用性。

根据已有施工经验，30MPa 以内的中风化岩可钻进，大于 30MPa 的中风化岩钻进困难，需采取辅助设备或特殊工艺处理。需要指出的是，现在市场上利用最新研发的第三代螺杆灌注桩机，已经具有钻进 50Mpa 岩层的成功案例。

3.0.4 当地基土为欠固结土、湿陷性土、可液化土等特殊土，采用螺杆灌注桩作为复合地基时，设计时综合考虑土体的特殊性质，采取相应的技术措施（如：配筋、加筋土等），以保证处理后的地基土和增强体共同承担荷载。

3.0.5 对于桩基设计和施工前应具备的资料，应按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关要求执行，条文中列出的五款内容是对 JGJ 94 相关内容的概括和补充。

4 勘察

4.2 勘察要求

4.2.4 为了保证勘察质量，本条规定了需要采取岩土试样和进行原位测试勘探孔的基本数量。

1 本条采取土试样及原位测试数量计算时，勘探孔总数不包括查明基岩等地层起伏而布置的钻孔，以及为查明埋藏的河、沟、池、浜以及杂填土分布区等布置的一些钻孔。

2 本条取土试样指 I、II 级土试样。

3 由于土性指标的变异性，单个指标不能代表土的工程特性，需要通过统计分析确定其代表性，故本条规定了取土试样和原位测试的最少数量。

4 本条第 2 款前半句的原位测试，主要指标准贯入试验以及十字板剪切试验、扁铲侧胀试验等，不包括载荷试验，连续记录的静力触探试验和动力触探试验等。6 组取土试样试验数据和 3 个勘探试验孔两个条件至少满足其中之一。不同测试方法的数量不能相加，例如取土试样与标准贯入试验不能相加，静力触探试验与动力触探试验数量不能相加。

4.3 勘察评价

4.3.1 螺杆灌注桩成孔、成桩施工受周边环境、地层条件、基坑开挖顺序、桩的施工顺序及机械施工能力等因素的制约。螺杆灌注桩在饱和土体中成桩会产生一定的超孔隙水压力，故应在掌握可靠资料的基础上，综合分析成桩可能性及对周围环境的影响，防止对场地内已成桩和周边建筑物、地下管线产生危害。

5 桩基设计

5.1 一般规定

5.1.2 螺杆灌注桩采用特殊工艺可在桩端或在桩身较硬土层形成一个或多个扩大体，加大了桩端或桩身的截面积，有效提高单桩承载力。设置扩大体的螺杆灌注桩桩形可参考本规程附录 A 所示。

螺杆灌注桩扩大体的设置原则，一是选择设置扩大体的土层地基承载力高、地层结构稳定且符合设置扩大体持力层的厚度要求；二是设置扩大体的土层具有比较高的压缩模量和内摩擦角，如中密、密实的砂土和粉土。

螺杆灌注桩根据不同的地质情况和不同的承载力要求，桩身构造可多样化：在承载力较高土层，桩身可不设扩大体；可以桩身全长设置扩大体，形成大直径复合“粗桩”，大幅度提高单桩承载能力；在液化土层中可增加复打和复灌次数，增大扩大体长度及直径，固化液化土层，提高基桩抗震能力；通过带机械扩孔装置的钻具形成带螺纹的扩大体，能进一步提高桩身侧阻力。

5.1.3 初步设计时，可根据土的物理指标与承载力参数之间的关系，结合地方经验估算单桩竖向极限承载力标准值，最终结果应采用静载试验确定。

5.2 基桩构造

5.2.1 螺杆灌注桩以外径 d 为设计桩径，外径尺寸与直杆段外径一致。全国其它省市螺杆灌注桩地方标准桩径一般为 400mm~800mm，目前 1200mm 的桩径已在重庆地区试验成功。扩大体根据需要进行选择设置或不设置；扩大体的位置、数量应该根据土层分布情况确定，构造图中仅为示意。

5.2.2 螺杆灌注桩的内径 d_0 构造几何尺寸取值为 $(0.90\sim0.95)d$ 。用于承载力计算时 d_0 应根据实际情况及设计要求进行相应调整：抗压计算时按实际取值，抗拔桩计算时内径按 $(0.65\sim0.75)d$ 取用，小直径取大值。

5.2.3 相同条件下，螺杆灌注桩螺纹段侧阻力明显大于直杆段侧阻力，桩在竖向受力方面，附加应力是遵循由上至下逐步减小的规律，桩身应力逐步分担，约为 10: 1，即桩身的应力集中为上部大于下部。因此螺杆灌注桩的直杆段越短，螺纹段顶部截面所承受的轴向压力越大，合理选取螺杆灌注桩直杆段与螺纹段长度，既能充分发挥螺纹段对桩侧阻力的增大作用，又不至于因螺纹段截面面积的减小影响桩身受压承载力。根据现有螺杆灌注桩工程实践经验，

螺杆灌注桩直杆径长度宜为桩长的 1/3。

螺纹段不宜设置在可能产生负摩阻力的地层（如填土、欠固结土、湿陷性土等），如设置应在设计时考虑其不利影响。

5.2.4 螺杆灌注桩形成扩大体技术已在在海南、广东、广西、四川、重庆、陕西等地成功实施。在国内某项目，经现场开挖测量，在形成扩大体段土层复打复灌时，扩大范围灌注了原桩身两倍以上混凝土方量。

设计上可以通过增加扩大体来提高承载力，但由于工程上对扩大体的检测手段有限，其有效性最终还是只能通过静载荷试验进行验证。所以本规程对扩大体的直径和高度给出的是一个经验取值，供设计阶段对承载力进行估算，是否能行之有效取决于施工工艺和设备的选择以及施工经验的积累。扩大体成型工艺常见的有复打复灌、机械挤扩等方法，但其有效性都与地质条件密切相关，因此重视工程桩施工前的试桩环节，采用有效的扩孔工艺才是保证扩大体成型提升单桩承载力的前提。

5.2.7 螺杆灌注桩为部分挤土桩，基桩的最小中心距应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。当施工中采用跳打等削弱挤土效应措施时，可根据施工经验减小基桩的最小中心距；当采用大面积桩群设计时，桩的最小中心距宜根据当地施工经验适当加大；设置扩大头时，桩间距宜适当提高。

5.2.10 考虑螺杆灌注桩正截面强度要求及后插钢筋笼施工要求，最小配筋率提高为 0.3%~0.65%，截面直径取外径 d 计算。

5.3 螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力

5.3.2 螺杆灌注桩技术目前已在在全国范围内推广使用，多个省份已有相应的地方标准，《海南省螺杆灌注桩技术标准》（中英文双语版）DBJ46-026-2021，《福建省螺杆灌注桩技术规程》DBJ/T 13-246-2016，安徽省《螺杆桩基础技术规程》DB34/T 5010-2014，辽宁省《螺杆灌注桩技术规程》DB21/T3912-2024、陕西省《螺杆灌注桩技术规程》DB 61/T 5063-2023 等，全国推荐性标准《螺杆灌注桩技术规程》T/CECS 780-2020，多本技术规程中对单桩竖向极限承载力的估算均采用本规程中的公式 5.3.2。本标准在估算时采用极限侧阻力标准值 q_{sik} 和极限端阻力标准值 q_{pk} 来计算，并在极限侧阻力标准值上增加了修正系数，直杆段增强系数 α_i ，螺纹段增强系数 β_i ，针对不同的岩土层 β_i 取不同的值。螺杆灌注桩扩大体的高度不超过 45 度，桩在竖向荷载作用下，不出现土体脱空区域，不会因此造成承载力的损失。

对于带扩大体的情况，由于扩大体的成型与施工工艺、设备以及当地的工程经验密不可分，而且从检测的角度来说，能利用的有效手段不多，故设计时可根据当地经验酌情考虑，

单桩竖向极限承载力标准值 Q_{uk} 按下式估算，最终结果仍以静载荷试验为准。

$$Q_{uk} = Q_{sk1} + Q_{sk2} + Q_{sk3} + Q_{pk1} \quad (5.3.2-5)$$

$$Q_{sk3} = u \sum \alpha_i q_{sik} l_i \quad (5.3.2-6)$$

$$Q_{pk1} = q_{pk} A_{p1} \quad (5.3.2-7)$$

式中： Q_{sk1} ——螺杆灌注桩直杆段总极限侧阻力标准值（kN）；

Q_{sk2} ——螺杆灌注桩螺纹段总极限侧阻力标准值（kN）；

Q_{sk3} ——螺杆灌注桩扩大体段总极限侧阻力标准值（kN）；

Q_{pk} ——螺杆灌注桩桩端极限端阻力标准值（kN）；

Q_{pk1} ——螺杆灌注桩扩大体极限端阻力标准值（kN），当扩大体置于非桩端部位时，桩端极限端阻力标准值为 Q_{pk} ；

A_p ——螺杆灌注桩直杆段横截面积（mm²）；

A_{p1} ——扩大体横截面积（m²），宜根据试验资料和工程经验确定，当缺乏试验资料时，可取 $2A_p$ 。

5.4 桩身承载力

5.4.3 桩身受压承载力设计值 R_p 与桩身极限受压承载力计算值 R_u 二者的关系为 $R_u = 2R_p / 1.35$ ，即 $R_p = 1.35R_u / 2 = 0.675 R_u$ ，其中 1.35 系数为单桩承载力特征值与设计值的换算系数（综合荷载分项系数）。本规程式 5.4.3-3 中的 0.675 及由此来，将桩顶轴向压力设计值减去直杆段侧阻力设计总值后，验算螺纹段桩身正截面受压承载力。

6 复合地基设计

6.0.1 螺杆灌注桩具有单桩承载力高、沉降小、不取土等优点，作为复合地基的增强体，可使复合地基承载力得到大幅度提高，承载力提高幅值既有挤密分量又有置换分量，复合模量大大提高，地基变形减小。

螺杆灌注桩复合地基成功运用于云南元谋某工程，该工程 6 栋地上 26F 住宅楼和多栋地上 2F~ 3F 的商业组成，设一层整体式地下室，设计桩径 400mm，有效桩长 10m~20m，桩距 4d，设计复合地基承载力特征值为 478kPa，复合地基承载力及沉降均满足设计要求。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 螺杆灌注桩施工设备对成桩质量的影响至关重要，其加压装置的可靠性、自动同步控制技术的有效性 & 足够的扭矩动力是保证成桩质量的关键因素，采用专门的桩机进行施工是实现其基桩高承载力特点的前提，应杜绝使用不合格的打桩设备。因实现螺纹桩型、钻密实砂卵石及中风化岩等较硬地层对设备性能要求相对较高。采用加压动力有以下原因：其一，由于动力有了链条加压力，在旋转动力下会产生挤土正效应，提高桩侧土体的承载力，其二，由于加压，为入岩提供了切入力，达到设计岩层深度及提高工效。由于组合式钻具采取锥型结构布置，下大上小，下面与桩等径，上面逐步小于桩径，这一设计即保证了桩径，又减少了钻具随入土深度受到土体的约束力不断增大，增大耗能的不利现象，从而提高了钻进速度。实现挤土或部分挤土形成具有外形特征的螺杆灌注桩。螺杆灌注桩桩机性能参数参照表 2。

表 2 螺杆灌注桩桩机性能参数表

功率(kW)	220	280	380
最大成孔直径(mm)	500	600	900~1200
最大成孔深度(m)	30	35	45
动力头电机功率 (kW)	双直流 150	双直流 180	双直流 220
额定扭矩 (kN·m)	250	300	350
最大加压力 (kN)	320	400	700
钻杆转速 (r/min)	0~7	0~7	0~15
桩机自重 (t)	90	110	200
主卷扬机提拔力 (kN)	800	1000	1250

采用直流电机动力头，利用直流电机的衡扭性能，可以应对施工时土体因挤密产生的握裹力过大而带来的钻具抱死现象。桩机还应配备在垂直方向上为动力头提供加压力的装置，与钻具旋转产生的扭矩同时作用于土体，产生挤压下钻的效果。

同步技术是螺杆灌注桩的关键技术，是形成桩身螺纹的关键。由于螺杆灌注桩桩机的钻具旋转动力与钻具加压（包括提升）动力具有各自独立的特征，钻具的旋转与上下实现同步要靠以下条件保证：

- （1）由设置在钻具上的感应器采集钻具的旋转与上下运动轨迹的相对变化；
- （2）工控装置及可靠的同步控制系统来调整旋转动力和加压动力相对同步，使之协调一致。

组合式齿状螺纹钻具是螺杆灌注桩桩机的必要组成部分，通过对不同型号的齿状螺纹钻具进行组合，可以根据设计需要实现不同的直杆段或螺纹段桩身。同时，在泵送混凝土的压

力下，管道中的残余气体可以通过螺纹钻具的齿状凹槽排除，使混凝土不至于产生气泡而影响浇筑质量。

螺杆灌注桩成桩过程如图 1 所示，其施工应采用加压及同步技术。粉土、黏性土及砂土等土层中采用同步技术可以形成螺纹，对于密实碎石土、岩层中则可能出现乱螺现象，此时可以采用非同步技术。就设备动力装置而言，若旋转动力或压力不足则无法对地基土进行挤压，难以实现螺纹的挤压成型，因此规定输出扭矩不宜小于 $250\text{kN}\cdot\text{m}$ 的要求，该参数来自第二代螺杆桩施工设备的技术指标，第一代设备基本已经淘汰，第三代、四代的设备也逐渐进入市场，应鼓励使用新设备。

螺杆灌注桩可以通过在承载力高、层位稳定的地层设置一个或多个扩大体，以达到有效提高单桩承载力的目的。扩大体需专门扩孔设备才能实现，其成桩过程如图 2 所示。

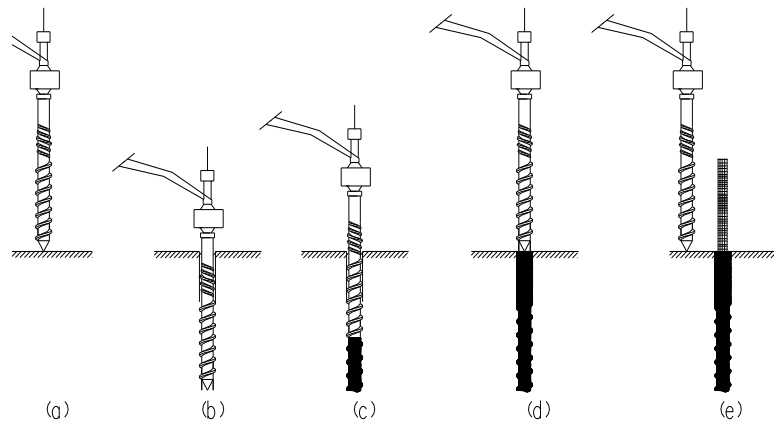


图 1 螺杆灌注桩成桩过程示意图

说明：(a)第一步：钻机对准桩位；(b)第二步：钻杆正向非同步钻进至直杆段设计深度；(c) 第三步：钻杆正向同步钻进至桩底，形成桩的螺纹段；(d)第四步：在同步反转提钻同时泵机 利用钻杆作为通道，保持额定泵压和泵速在高压状态下使混凝土形成下部螺纹状桩体和上部 圆柱状桩体；(e)混凝土浇筑完毕，采用后插筋法安置钢筋笼，形成螺杆桩。

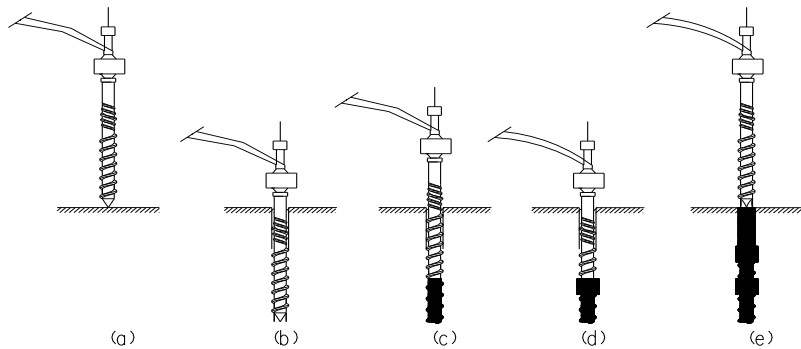


图 2 螺杆灌注桩扩大体成桩示意图

说明：(a)第一步：钻机对准桩位；(b)第二步：钻杆正向非同步钻进至直杆段设计深度；(c) 第三步：钻杆正向同步钻进至桩底，形成桩的螺纹段；(d)第四步：同步反转提钻到一定高度后，同步正转下钻至扩大体底面设计标高后同步反转提钻至设计标高，同时泵机连续泵送混凝土 利用钻杆对混凝土的挤压形成桩身扩大体；(e)可在桩身任意部位形成一个或多个桩身扩大体。

7.1.2 试桩阶段施工工艺参数的收集不仅是对施工工艺本身的检验，更是为桩基设计的优化提供了宝贵的数据支持，有助于实现工程的安全与经济目标。

7.1.3 《建筑桩基技术规范》和《建筑地基基础工程施工质量验收规范》中对于不同类型灌注桩的混凝土超灌高度作了具体的规定，目的是在于确保凿除泛浆后所暴露的桩顶混凝土强度达到设计等级，具体高出多少施工单位应根据基桩施工具体情况，结合经验与所采取的清淤手段及所能达到的效果综合判断决定，但不应少于 0.5m。

7.1.4 结合近年来云南地区的工程实践经验看，考虑到螺杆桩对周边土体的挤密作用及螺纹填充需要混凝土等因素，大部分情况充盈系数在 1.2 以上，否则会对成桩质量带来不利影响。

7.2 施工准备

7.2.1 云南省内山地地形的建设场地比较复杂，原始地形图有利于确保施工质量。施工现场及周边环境状况在施工前必须掌握清楚，对水、电、天然气、消防等设施位置、走向应做出明确标识。螺杆灌注桩桩机型号及工艺的选择，应根据试桩资料、钻孔深度、土层情况等综合确定。施工组织设计应结合工程特点，有针对性的制定相应质量管理措施，其内容应满足《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关要求。

7.2.2 螺杆桩桩机整机重量为 80t~125t，施工场地应满足螺杆桩机对地面最低承载力的要求，目前国内钻机装备要求的地基承载力一般不低于 120kPa。场地软弱会导致桩机沉陷或发生倾覆事故，软弱场地应进行预处理，如降水、铺设钢板、铺设并夯实厚度一般不小于 1m 的垫层（碎石、建筑垃圾）等。

7.2.4 桩位确定后应填写放线记录，桩位点应设有不易破坏的标记，并复核桩位位置以减少偏差、避免漏桩。

7.2.5 施工前进行试成桩工艺试验，一般选择在工程桩位外进行试打，若当地已有螺杆灌注桩静载荷试验资料及类似土层的施工经验，可考虑在工程桩位进行试成孔试验。

重视试成孔试验阶段的施工工艺参数收集，试成孔试验工作应详细记录成孔直径、成孔深度、成孔时间、加压力以及钻进扭矩、进入持力层深度、相邻孔之间的影响等参数，作为工程桩施工及优化设计的依据。

7.3 施工控制

7.3.1 螺杆灌注桩采用导管泵送混凝土，为保证浇筑质量应保持泵送的连续性，避免导管堵塞，从粗细骨料的合理选择、水泥和掺合料的质量、混凝土配合比的控制等多方面确保混凝

土具有校好的和易性。

7.3.3 桩的施工速度和顺序要充分考虑施工特点和周围建筑物的情况。螺杆灌注桩作为部分挤土桩（甚至全挤土），施工速度对其成桩质量非常敏感，要重视对施工速度的控制。施工顺序方面，对于较密集的满堂布桩可采取成排推进，并从中间向四周进行；若一侧靠近既有建筑物，宜从毗邻建筑物的一侧由近及远进行。同时根据桩的规格，宜先长后短进行施工。当桩距较小且地下有深厚淤泥层及松散砂层时，应采取跳桩施工，或采用控制混凝土凝固时间间隔的方法施工，避免相邻桩体发生窜孔。

在挤土效应明显的地层（淤泥或淤泥质土）时，还可采取屏障技术等施工措施。屏障技术是在上部为饱和软土，下部为较好土层时采用的一种消除挤土效应的方法，可理解为在套管中进行钻孔成桩，饱和软土的侧向位移被套管阻断，只能通过套管上部的空间被钻杆带出地面从而在饱和软土中形成取土型桩。进入较好土层后，套管留在原位，钻杆继续钻进并挤土成桩，需要指出，如采用屏障技术，应适当增加直杆段长度，避免因荷载过大导致桩身破坏。

屏障技术示意详图 3。

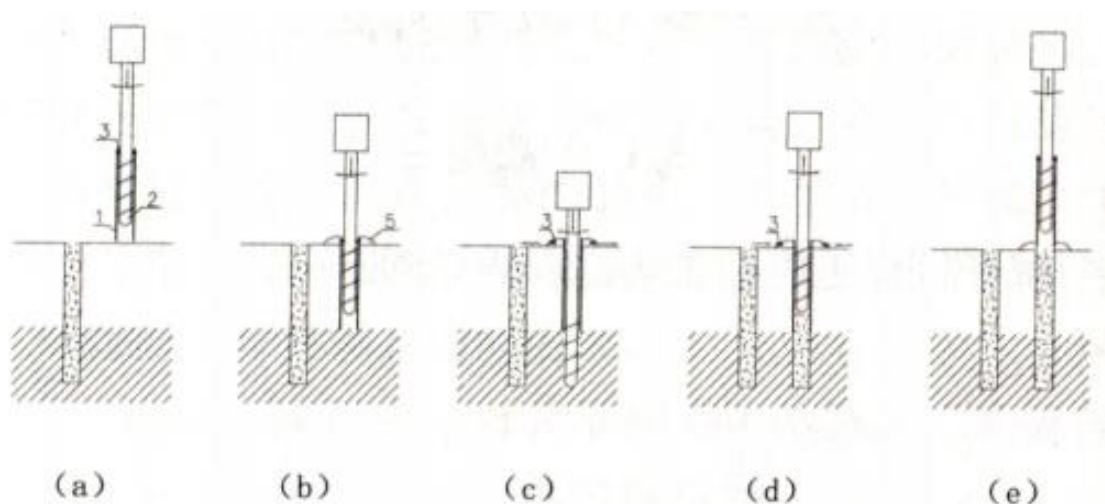


图 3 消除挤土效应的屏障技术示意图

说明：1—屏障钢管（上下敞开、周边封闭的横截面为圆形）；2—连续齿状螺纹挤土型钻具；3—定位销：

（a）将屏障器用定位销定位在钻具上；（b）将钻具往下正向旋转钻进，带动屏障器进入土中至设计要求消除挤土效应的深度时即停止下钻，从屏障器内逸出的淤泥质土或饱和性黏土从屏障器上端排出；（c）取出定位销，将钻具及屏障器分离，屏障器不动，钻具采用挤压土体成孔继续往下钻进至桩的设计深度；（d）钻具反向旋转上提，同时浇筑混凝土或水泥浆形成带螺纹状的挤土型桩体，也可采用钻具正向旋转上提，形成直杆状的挤土型桩体；（e）至屏障器上端定位销位置时停止上提，插上定位销，将连续螺纹状挤土型钻具及屏障器连接定位。连续螺纹状挤土型钻具继续正向旋转上提并带动屏障器上提，同时连续浇筑混凝土或水泥浆至地面，形成直杆状桩体。最终形成上部为取土型、下部为挤土型的部分挤土型桩

7.3.4 施工场地地面坡度宜小于 3%，即可满足螺杆灌注桩桩机的行走安全，也可防止地面积水。桩机的垂直度要求是桩机安全和成孔桩质量的重要保证，螺杆灌注桩桩机的垂直度由倾斜仪及传感器控制。

7.3.5 施工中严格控制钻进速度，刚接触地面时，下钻速度要快。钻进速度应根据土层情况

来确定：杂填土、黏性土、砂卵石层为（0.2m~0.5m）/min；素填土、黏土、粉土、砂层为（1.0m~1.5m）/min，施工前应根据试桩结果进行调整。在钻进过程中，如遇到卡钻、钻机摇晃、偏斜或发现有节奏的声响时，应立即停钻，查明原因，采取相应措施后，方可继续作业，当需停钻时间较长时，应将钻杆提至地表。

7.3.6 实践中，多以终孔时进入桩端持力层最后 1m~3m 的钻进速度、钻进扭矩作为主要的控制标准。

7.3.7 施工过程中，混凝土泵送过程应连续进行；提钻速度可根据式（1）和（2）进行估算：

$$V_p = \frac{\mu n V}{\lambda_c A_p} \quad (1)$$

$$V_{ps} = \frac{\mu n V}{\lambda_c A_{ps}} \quad (2)$$

式中： V_p 、 V_{ps} ——直杆段、螺纹段提钻速度（m/min）；

μ ——混凝土泵填充系数，一般可取 0.7~0.8；

n ——泵送速度（泵/min），一般为 8~12 泵/min，混凝土泵行程较大时取低值；

V ——每泵理论体积（m³），根据混凝土泵缸径和行程计算；

λ_c ——充盈系数；

A_p 、 A_{ps} ——直杆段、螺纹段横截面积（mm²）。

7.3.8 为保证螺杆灌注桩混凝土浇筑的质量，对混凝土工作性能的要求较高，混凝土坍落度宜为 180mm~240mm，且不小于 180mm；粗骨料的粒径宜为 5mm~15mm，且不大于 20mm。

7.3.9 混凝土泵的泵速应在施工前打 4~6 空泵并计时测算，但一般情况下每泵均有一定的填充率，这与泵的性能、老化程度以及混凝土坍落度等都有关系，一般可达到 70~80%，泵型适合、保养良好、坍落度理想的状况下可达 95%以上。

7.3.10 条文中对大直径桩的定义同《建筑桩基技术规范》JGJ 94。后插筋工艺对钢筋笼的要求与传统工艺有所不同，由此需要借助振动锤，绑扎节点可能在插筋过程中被振散，因此所有节点均要求采用焊接连接。钢筋笼后插筋工艺除满足国家相关规范要求外，还应满足以下要求：

- 1 插筋前清理桩头、钢筋笼上的杂物、泥土；
- 2 插筋过程中应慢放、点动并不断调整垂直度。

7.3.11 施工过程中存在少量钻孔弃土，对弃土处理、土层开挖、清运过程中应避免超挖，应预留至少 200mm 用人工清除。禁止开挖和运输机械直接在基桩顶面上行走，否则应采取有效的保护措施。破除桩头时宜用风镐或专用截桩设备剔凿桩头，不得横向锤击或用挖机撞击。软土地区为防止发生断桩，也可根据地区经验在桩顶一定范围配置适量钢筋。

8 质量检验与验收

8.1 一般规定

8.1.1 现行国家标准《建筑地基基础施工质量验收规范》GB50202 和行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 以强制性条文规定必须对基桩承载力和桩身完整性进行检验。桩身质量与基桩承载力密切相关，桩身质量有时会严重影响基桩承载力，桩身质量检测抽样率较高，费用较低。通过检测可减少桩基安全隐患，并可为判定基桩承载力提供参考。

8.2 施工前检验

8.2.3 试验桩检测应依据设计要求确定的基桩受力状态采用相对应的载荷试验方法确定单桩极限承载力标准值；试验桩数量在同一条件下不应少于 3 根，且不宜少于预计工程项目总桩数的 1%；当预计工程桩总数小于 50 根时，试验桩数量不应少于 2 根。若实际中由于某些原因不足以为设计提供可靠依据或设计另有要求时，可根据实际情况增加试桩数量。另外，如果施工时桩参数发生了较大变动或施工工艺发生了变化，应重新试桩。对于大型工程，“同条件下”可能包含若干个子单位工程（子分部工程）。

8.4 施工后检验

8.4.3 桩基工程属于一个单位工程的分部（子分部）工程中的分项工程，一般以分项工程单独验收。所以本规范限定的工程桩承载力验收检测范围是在一个单位工程内。本条同时规定了在何种条件下工程桩应进行单桩竖向抗压静载试验及检测数量底限。

8.4.4~8.4.6 对于具体的检测项目，应根据检测目的、内容和要求，结合各检测方法的适用范围和检测能力，考虑工程重要性、设计要求、地质条件、施工因素等情况选择检测方法和检测数量。影响桩基承载力和桩身质量的因素存在于桩基施工的全过程中，仅有施工后的试验和施工后的验收是不全面、不完整的。桩基施工中出现的局部地质条件与勘察报告不符、工程桩施工参数与施工前的试验参数不同、原材料发生变化、设计变更、施工单位变更等情况，都可能产生质量隐患，因此加强施工过程中的检验是有必要的。不同阶段的检验要求可参照现行国家标准《建筑地基基础施工质量验收规范》GB50202 和现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 执行。

8.5 工程质量验收

8.5.3 螺杆灌注桩工程检查和验收除应符合本章规定外，尚应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202、《建筑基桩检测技术规范》JGJ106、《建筑地基处理技术规范》JGJ79 和《建筑地基检测技术规范》JGJ340 等规范、标准的规定。

