

ICS 93.020
CCS P 22

DB21

辽宁省地方标准

DB21/T 3912—2024

螺杆灌注桩技术规程

Technical specification for part-screw pile

2024 - 01 - 30 发布

2024 - 03 - 01 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

螺杆灌注桩技术规程

Technical specification for part-screw pile

DB21/T 3912 - 2024

主编部门：辽宁省住房和城乡建设厅

批准部门：辽宁省住房和城乡建设厅

施行日期：2024 年 3 月 1 日

2024 年 沈阳

前 言

根据辽宁省住房和城乡建设厅的辽住建科〔2021〕49号文件《2022年度辽宁省工程建设地方标准编制/修订计划》的通知，规程编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国家标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规程。

本规程主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 勘察；5. 基桩设计；6. 螺杆灌注桩复合地基设计；7. 施工；8. 检验和验收。

本规程涉及专利技术，专利持有人向本规程发布机构承诺：同意在取得授权许可的条件下，依法使用专利技术。

本标规程由辽宁省住房和城乡建设厅负责日常管理，由大连市建筑科学研究设计院股份有限公司、大连理工大学、海南卓典高科技开发有限公司负责技术内容的解释。请各单位在本规程执行过程中，总结经验，积累资料，并将有关意见和建议寄送至大连市建筑科学研究设计院股份有限公司（地址：辽宁省大连市沙河口区春柳街3号，邮政编码：116023，电话0411-84633103），以便今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人

主 编 单 位：大连市建筑科学研究设计院股份有限公司

参 编 单 位：大连理工大学

海南卓典高科技开发有限公司

大连大学

大连民族大学

辽宁水文地质工程地质勘察院有限责任公司

大连市勘察测绘研究院集团有限公司

辽宁地质海上工程勘察院有限责任公司

辽宁有色基础工程有限公司

辽宁省建设科学研究院有限责任公司

中国建筑东北设计研究院有限公司

中国建筑第八工程局有限公司

中冶沈勘工程技术有限公司

大连空港建设发展有限公司

主要起草人：王金来 王 健 刘 刚 关立军

水金锋 杨 庆 胡立雄 彭桂皎

王 谦 吕海洋 刘 楠 王 浩

王岳华 李金奎 樊 成 赵 杰

何 燕	王 利	杨军春	关延东
王 刚	杨靖波	刘大金	李东方
陈 硕	于鑫忠	马成龙	李 玥
高 华	周荣福	孙 和	王海鹏
高 嵩	全希坤	曹永成	姜 宏
杨 峰	王金鑫	谭燕姬	陈海同
主要审查人：	李庆钢	邢玉东	于永彬
	夏志忠	卢伟然	白 阳

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
5 桩基设计	8
5.1 一般规定	8
5.2 桩的布置及桩基构造	8
5.3 单桩竖向极限承载力	9
5.4 桩身承载力	12
5.5 单桩水平承载力	13
6 螺杆灌注桩复合地基设计	14
7 施 工	16
7.1 基本规定	16
7.2 施工准备	16
7.3 施工流程	17
7.4 施工控制	17
8 检验和验收	20
8.1 一般规定	20
8.2 施工前检验	20
8.3 施工检验	20
8.4 施工后检验	21
8.5 工程质量验收	21
附录 A 螺杆灌注桩示意图	23
附录 B 螺杆灌注桩成桩工艺过程示意图	24
附录 C 消除桩挤土效应的屏障技术示意图	25
附录 D 螺杆灌注桩施工记录表	26
本规程用词说明	28
引用标准名录	29
条文说明	31

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	3
3	Basic Requirements.....	5
4	Geotechnical Investigation.....	6
5	Design of Foundation Pile.....	8
5.1	General Requirements.....	8
5.2	Pile Layout and Foundation Pile Construction.....	8
5.3	Ultimate Vertical Bearing Capacity of a Single Pile.....	10
5.4	Pile Bearing Capacity.....	12
5.5	Lateral Load Capacity of a Single Pile.....	13
6	Design of Composite Foundation with Part-Screw Piles.....	14
7	Construction.....	16
7.1	Basic Requirements.....	16
7.2	Construction Preparation.....	16
7.3	Construction Process.....	17
7.4	Construction Control.....	17
8	Inspection and Acceptance.....	20
8.1	General Requirements.....	20
8.2	Pre-Construction Inspection.....	20
8.3	Inspection During Construction.....	20
8.4	Post-Construction Inspection.....	21
8.5	Acceptance of Quality.....	21
Appendix A	Schematic Diagram of Part-Screw Pile.....	23
Appendix B	Schematic Diagram of Pile Forming Process of Part-Screw Pile.....	24
Appendix C	Sketch Map of Barrier Technology for Eliminating Pile Compacting Effect...	25
Appendix D	Construction Record of Part-Screw Pile.....	26
	Explanation of Wording in This Specification.....	28
	List of Quoted Standards.....	29
	Addition: Explanation of Provisions.....	31

1 总 则

- 1.0.1 为规范螺杆灌注桩及螺杆灌注桩复合地基的勘察、设计、施工及检验，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 本规程适用于建筑与市政工程中的螺杆灌注桩及螺杆灌注桩复合地基勘察、设计、施工、检验和验收。
- 1.0.3 螺杆灌注桩及螺杆灌注桩复合地基的勘察、设计、施工和质量检验除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 螺杆灌注桩 part-screw pile

采用具有同步技术的专用桩机形成的一种“上部为圆柱型，下部为螺丝型”的组合式挤土型灌注桩。

2.1.2 同步技术 synchronous technology

钻具每正向(反向)旋转一周，钻具向下(上)相应位移一个螺距的成桩施工技术。

2.1.3 桩芯 pile core

螺杆灌注桩螺纹段不包括螺牙的桩体轴芯部分。

2.1.4 螺牙 screw thread

螺杆灌注桩桩身螺纹段的纹路。

2.1.5 螺距 screw pitch

螺杆灌注桩桩身螺纹段相邻螺牙之间的中心距离。

2.1.6 螺杆灌注桩复合地基 composite foundation with part-screw piles

采用具有同步技术的专用桩机钻具旋转挤压土体成孔，钻杆管内泵压混凝土形成竖向增强体的复合地基。

2.1.7 地基承载力特征值 characteristic value of subsoil bearing capacity

由载荷试验测定的地基土压力变形曲线线性变形段内规定的变形所对应的压力值，其最大值为比例界限值。

2.1.8 单桩竖向极限承载力标准值 standard value of ultimate vertical bearing capacity of a single pile

单桩在竖向荷载作用下到达破坏状态前或出现不适于继续承载的变形时所对应的最大荷载，它取决于土对桩的支承阻力和桩身承载力。

2.1.9 极限侧阻力标准值 standard value of ultimate shaft resistance

相应于桩顶作用极限荷载时，桩身侧表面所发生的岩土阻力。

2.1.10 极限端阻力标准值 standard value of ultimate tip resistance

相应于桩顶作用极限荷载时，桩端所发生的岩土阻力。

2.1.11 单桩竖向承载力特征值 characteristic value of the vertical bearing capacity of a single pile

单桩竖向极限承载力标准值除以安全系数后的承载力值。

2.1.12 褥垫层 cushion

指设置于基础和复合地基之间用以调整桩土应力比、减小桩土不均匀沉降的传力层。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

- N ——相应于荷载效应基本组合时，作用于螺杆灌注桩桩顶的轴向压力设计值；
 N_s ——相应于荷载效应基本组合时，作用于螺杆灌注桩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；
 f_y' ——纵向主筋抗压强度设计值；
 f_{cu} ——桩体混凝土试块（边长150mm的立方体）标准养护28d立方体抗压强度平均值；
 f_{spk} ——复合地基承载力特征值；
 f_{sk} ——处理后桩间土的承载力特征值；
 f_{spa} ——深度修正后的复合地基承载力特征值；
 Q_{uk} ——螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力标准值；
 Q_{sk1} ——螺杆灌注桩直杆段极限侧阻力标准值；
 Q_{sk2} ——螺杆灌注桩螺纹段极限侧阻力标准值；
 Q_{pk} ——螺杆灌注桩桩端总极限端阻力标准值；
 q_{sik} ——桩身范围内第*i*层土的极限侧阻力标准值；
 q_{pk} ——单桩极限端阻力标准值；
 R_a ——螺杆灌注桩单桩竖向承载力特征值；
 R_a' ——作用于螺纹段顶截面的轴向压力计算值；
 R_{ta} ——螺杆灌注桩单桩竖向抗拔承载力特征值；
 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。

2.2.3 几何参数

- u ——桩身周长；
 A_{p0} ——螺杆灌注桩桩芯横截面积；
 A_p ——螺杆灌注桩直杆段横截面积；
 d_0 ——螺杆灌注桩内径；
 d_1 ——螺杆灌注桩外径、桩身设计直径；
 d ——基础埋置深度；
 d_e ——一根桩分担的处理地基面积的等效圆直径；
 l_i ——桩长范围内第*i*层土的厚度。

2.2.4 计算系数

- α_i ——直杆段第*i*层土的极限侧阻力增强系数；
 β_i ——螺纹段第*i*层土的极限侧阻力增强系数；
 K ——安全系数；
 λ ——抗拔系数；
 m ——面积置换率；
 β ——桩间土承载力发挥系数；
 γ_m ——基础底面以上土的加权平均重度；

ψ_c ——成桩工艺系数；

ψ_l ——土层液化影响折减影响系数；

λ_i ——单桩承载力发挥系数。

3 基本规定

- 3.0.1 螺杆灌注桩的设计应满足承载力、变形、稳定性和耐久性要求。
- 3.0.2 螺杆灌注桩可用于黏性土、粉土、砂土、碎石土、全风化岩、强风化岩等地层。其中螺纹段应用于硬塑及坚硬的黏性土、密实的砂土、碎石土、全风化及强风化岩等土层时，应通过挤土成螺纹孔、灌注成螺纹段的试验确定其适应性。
- 3.0.3 螺杆灌注桩应用于复合地基时增强体可不配钢筋。对于欠固结土、湿陷性黄土、可液化土等特殊土地基，采用螺杆灌注桩作为复合地基增强体时，应满足处理后地基土和增强体共同承担荷载的技术要求。
- 3.0.4 螺杆灌注桩可根据地层情况，选择匹配的螺杆钻具，形成螺纹段和直杆段组合桩。
- 3.0.5 螺杆灌注桩设计和施工前，应具备以下资料：
- 1 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 建筑场地和邻近区域内的建（构）筑物、地下管线、地下构筑物等的相关资料。
- 3.0.6 螺杆灌注桩设计和施工前宜搜集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。
- 3.0.7 当螺杆灌注桩用于上部结构荷载或刚度差异较大的工程时，宜按上部结构、基础和地基的共同作用方法进行承载力计算和变形验算。
- 3.0.8 螺杆灌注桩的施工设备的性能应与地质条件、设计参数相匹配。
- 3.0.9 螺杆灌注桩应按现行国家标准《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003、《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。
- 3.0.10 采用螺杆灌注桩的建筑物和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 的有关规定进行沉降观测，直至沉降稳定。
- 3.0.11 螺杆灌注桩及螺杆灌注桩复合地基的设计应综合考虑场地地质条件、上部结构类型、使用功能、荷载特征等因素，并重视地方经验，因地制宜，节约资源。

4 勘 察

4.0.1 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、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及特征情况;

4 搜集影像资料,了解建筑场地及周边一定范围内的历史变迁情况。

4.0.2 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。

4.0.3 螺杆灌注桩的详细勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关规定外,尚应满足下列规定:

1 勘探点间距:

1) 对于端承型桩: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,当土层性质在水平方向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) 复杂地质条件下的柱下单桩基础应按每柱设置勘探点。

2 勘探孔深度:

1) 控制性勘探孔深度应满足软弱下卧层验算和变形计算的要求;对于嵌岩桩,控制性勘探孔深度应达到预计桩端平面以下3倍~5倍桩身设计直径且不小于5m;当相邻桩底的基岩面起伏较大时应加深勘探孔的深度;

2) 一般性勘探孔深度应达到预计桩端平面以下3倍~5倍桩身设计直径且不小于3m;对于大直径桩或大面积群桩,不得小于5m;

3) 在断层破碎带地区,勘探孔应钻穿断层破碎带进入稳定土层,进入深度应满足控制性勘探孔和一般性勘探孔的要求;

4) 当预计深度有溶洞存在且可能影响地基稳定时,全部勘探孔进入洞底基岩面以下的深度不应小于5m。

4.0.4 螺杆灌注桩的施工勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关规定外,尚应满足下列规定:

1 岩溶地区的端承桩应进行施工勘察:柱下单桩或多桩的工程,每柱下至少设置一个勘探孔;对于群桩的工程,勘探孔数量不应少于总桩数的1/3;

2 构造发育、风化极不均匀的建筑场地端承桩宜进行施工勘察:柱下单桩或多桩的工程,每柱下至少设置一个勘探孔;对于群桩的工程,勘探孔数量不应少于总桩数的1/3。

4.0.5 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。

4.0.6 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。

4.0.7 岩土工程勘察报告应提供下列成果并作出评价:

1 对场地的不良地质作用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;

2 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、复合地基设计和施工的影响;

- 3 提供各层岩土의 桩侧极限阻力值、桩端极限阻力值、天然地基承载力特征值及其它设计、施工所需的岩土参数，提出桩端持力层的建议；
- 4 对需进行沉降计算的桩基、复合地基工程，应提供地基土层的变形参数；
- 5 评价螺杆灌注桩成孔和成桩的可能性，预测施工期间可能遇到的岩土工程问题，并提出预防和处理措施；
- 6 评价螺杆灌注桩成孔和成桩对环境的影响。

5 基桩设计

5.1 一般规定

5.1.1 螺杆灌注桩基桩设计时所采用的作用效应组合与相应的抗力应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94的有关规定执行。

5.1.2 螺杆灌注桩的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。

5.1.3 采用螺杆灌注桩的桩基础应按下列两类极限状态设计：

1 承载力极限状态：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。

5.1.4 螺杆灌注桩基桩设计时，应根据工程地质条件、水文地质条件、荷载情况等确定桩长、桩径及螺纹段长度，螺纹段长度宜为桩长的2/3，且直杆段长度不宜小于桩身设计直径的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。螺杆灌注桩示意图及符号说明见附录A。

5.1.5 采用螺杆灌注桩的桩基工程的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 桩的布置及基桩构造

5.2.1 螺杆灌注桩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 $2d_1$ ，砂土不宜小于 $1.5d_1$ ，碎石类土不宜小于 $1d_1$ 。当桩端存在软弱下卧层时，桩端以下持力层厚度不应小于 $3d_1$ 。

5.2.2 螺杆灌注桩的最小中心距应符合表5.2.2规定。

表 5.2.2 螺杆灌注桩基桩的最小中心距

	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	$3.5d_1$	$3.0d_1$
饱和黏性土	$4.0d_1$	$3.5d_1$

注： d_1 —桩身直杆段外径。

5.2.3 在挤土效应明显的地层（淤泥或淤泥质土）时，可采取跳打施工或屏障技术等施工措施。屏障技术所采用的屏障钢管等屏障措施，应穿过挤土效应明显的地层。屏障技术示意图详见附录C。

5.2.4 螺杆灌注桩设计桩径宜采用300mm~1000mm。

5.2.5 螺杆灌注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，螺距与桩身设计直径之比宜为0.6~1.0（小直径取高值）；

2 螺杆灌注桩用于抗压桩设计时内径可按表5.2.5-1取值，用于抗拔桩设计时内径可按表5.2.5-2取值，当螺杆灌注桩既用于抗压桩也用于抗拔桩设计时内径取表5.2.5-1与表5.2.5-2中的大值。

表 5.2.5-1 螺杆灌注桩用于抗压桩设计时内径取值参考表

设计桩径 d_1 (mm)	400	500	600	700	800~1000
内径 d_0 (mm)	360	460	560	660	$0.95d_1$

表 5.2.5-2 螺杆灌注桩用于抗拔桩设计时内径取值参考表

设计桩径 d_1 (mm)	300	400	500	600	700	800~1000
内径 d_0 (mm)	273	299	340	380	450	$0.65d_1$

5.2.6 螺杆灌注桩直杆段长度宜为桩长的1/3,且不宜小于桩身设计直径的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。

5.2.7 作为基桩的螺杆灌注桩,桩身混凝土强度等级不应小于C30。

5.2.8 螺杆灌注桩纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于50mm,腐蚀环境中螺杆灌注桩纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于55mm,螺杆灌注桩的保护层厚度从螺纹段的内径算起。

5.2.9 螺杆灌注桩的最小配筋率可取0.4%~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。

5.2.10 螺杆灌注桩的配筋长度应符合下列规定:

1 作为端承型桩使用时,应沿桩身等截面或变截面通长配筋;

2 作为摩擦型桩使用时,配筋长度不应小于2/3桩长;当受水平荷载时,配筋长度尚不宜小于 $4.0/\alpha$ (α 为桩的水平变形系数);

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 $3d_1$;

5 对于抗拔桩及承受拔力的桩,应等截面或变截面通长配筋。

5.2.11 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。

5.2.12 箍筋应采用螺旋式,直径不应小于6mm,间距宜为200mm~300mm;受水平荷载较大的基桩、承受水平地震作用的基桩以及考虑主筋作用计算桩身受压承载力时,桩顶以下 $5d_1$ 范围内的箍筋应加密,间距不应大于100mm;当桩身位于液化土层范围内时箍筋应加密;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》GB 50010的有关规定;当钢筋笼长度超过4m时,应每隔2m设一道直径不小于12mm的焊接加劲箍筋;当钢筋笼长度超过20m且主筋较小时,应每隔1.5米设置一道直径不小于12mm的焊接加劲箍筋。

5.3 单桩竖向极限承载力

1 受压桩

5.3.1 螺杆灌注桩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 (kN)；

K ——安全系数，取 $K = 2$ 。

5.3.2 螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力标准值应通过单桩静载试验确定。单桩竖向静载荷试验及竖向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 执行。初步设计时，螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力标准值可按本节计算方法进行估算。

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

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

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

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

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} ——螺杆灌注桩桩端总极限端阻力标准值 (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《建筑桩基技术规范》JGJ 94 表 5.3.5-1 中混凝土预制桩取值；

q_{pk} ——桩端极限端阻力标准值，宜根据试验资料和工程经验确定，当缺乏试验资料时，可按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 表 5.3.5-2 中混凝土预制桩取值；

u ——桩身周长 (m)，直杆段及螺纹段 $u = \pi d_1$ ；

A_p ——螺杆灌注桩直杆段横截面面积 (m²)；

l_i ——相应于桩周第 i 层土的厚度 (m)；

α_i ——直杆段第 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，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，对于适应的土层，可取 $1.3 \sim 1.7$ ，当螺纹段桩侧土以砂土为主时取高值，以粘性土为主时取低值。

5.3.3 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 5.3.3 确定。

表 5.3.3 土层液化影响折减系数 ψ_l

$\lambda_N = N/N_{cr}$	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 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。

II 抗拔桩

5.3.4 承受拔力的基桩，应按下列公式同时验算群桩基础呈整体破坏和呈非整体破坏时基桩抗拔承载力：

$$N_k \leq T_{gk} / 2 + G_{gp} \quad (5.3.4-1)$$

$$N_k \leq T_{uk} / 2 + G_p \quad (5.3.4-2)$$

式中： N_k ——按荷载效应标准组合计算的基桩拔力；

T_{gk} ——群桩呈整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值；

T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值；

G_{gp} ——群桩基础所包围体积的桩土总自重除以总桩数，地下水位以下取浮重度；

G_p ——基桩自重，地下水位以下取浮重度。

5.3.5 群桩基础及其基桩的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 执行。

2 初步设计时，群桩基础及单桩抗拔极限承载力标准值可按下列公式估算：

1) 群桩呈非整体破坏时，基桩的抗拔极限承载力标准值可按下列公式计算：

$$T_{uk} = T_{uk1} + T_{uk2} \quad (5.3.5-1)$$

$$T_{uk1} = u \sum \lambda_i \alpha_i q_{sik} l_i \quad (5.3.5-2)$$

$$T_{uk2} = u \sum \lambda_i \beta_i q_{sik} l_i \quad (5.3.5-3)$$

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；

q_{sik} ——螺杆灌注桩侧面第*i*层土的抗压极限侧阻力标准值；

u ——桩身周长(m),直杆段及螺纹段 $u = \pi d_1$ ；

λ ——抗拔系数，无经验时可按表 5.3.5 取值。

表 5.3.5 抗拔系数 λ

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

注：桩长 l 与桩径 d_1 之比小于 20 时，取小值。

2) 群桩呈整体破坏时，基桩的抗拔极限承载力标准值可按下列公式计算：

$$T_{\text{gk}} = \frac{1}{n} u_1 \sum \lambda_i q_{\text{sik}} l_i \quad (5.3.5-4)$$

式中： u_1 ——桩群外围周长。

5.4 桩身承载力

1 受压桩

5.4.1 螺杆灌注桩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 螺杆灌注桩桩顶直杆段正截面受压承载力应符合下列规定：

1 当桩顶以下 $5d_1$ 范围的桩身螺旋式箍筋间距不大于 100mm，且符合本规程第 5.2.9~5.2.12 条规定时：

$$N \leq \psi_c f_c A_p + 0.9 f_y' A_s' \quad (5.4.2-1)$$

2 当桩身配筋不符合上述 1 款规定时：

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

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，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；

A_s' ——纵向主筋截面面积。

5.4.3 螺杆灌注桩桩身螺纹段正截面受压承载力应符合下列规定：

$$N_s \leq \psi_c f_c A_{p0} \quad (5.4.3-1)$$

1 对于端承桩，作用于桩身螺纹段的轴向压力设计值：

$$N_s = N \quad (5.4.3-2)$$

2 其他情况，作用于桩身螺纹段的轴向压力设计值：

$$N_s = N - Q_{\text{sk1}} / 2 \quad (5.4.3-3)$$

式中： N_s ——荷载效应基本组合时，作用于桩身螺纹段的轴向压力设计值(kN)；

A_{p0} ——螺杆灌注桩桩芯横截面积(m²)。

5.4.4 对于高承台基桩、桩身穿越可液化土或不排水抗剪强度小于 10kPa 的软弱土层的基桩，应考虑压屈影响，计算方法按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

II 抗拔桩

5.4.5 螺杆灌注桩轴心抗拔桩的正截面受拉承载力应符合下式规定：

$$N \leq f_y A_s \quad (5.4.5)$$

式中： N ——荷载效应基本组合下桩顶轴向拉力设计值；

f_y ——普通钢筋的抗拉强度设计值；

A_s ——普通钢筋的截面面积。

5.4.6 螺杆灌注桩按荷载效应标准组合计算的最大裂缝宽度应符合下列规定：

$$\omega_{\max} \leq \omega_{\lim} \quad (5.4.6)$$

式中： $\omega_{\max}$ ——按荷载效应标准组合计算的最大裂缝宽度可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 计算；

$\omega_{\lim}$ ——最大裂缝宽度限值，应满足行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中关于耐久性的规定。

5.5 单桩水平承载力

5.5.1 螺杆灌注桩单桩水平承载力特征值的确定按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

6 螺杆灌注桩复合地基设计

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 $3.5d_1$ ，在软土地区，宜适当增大桩间距，一般不小于 $4.0d_1$ 。

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 边桩中心至基础边缘的距离不宜小于 $1d_1$ ；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 150mm~300mm，垫层的夯填度不应大于 0.9。对湿陷性黄土，垫层材料应采用灰土。

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：

$$f_{spk} = \lambda_1 m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m)f_{sk} \quad (6.0.6)$$

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(m²)；

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，宜按现场原位实验结果或地区经验取值，如无经验时，可取天然地基承载力特征值；

m ——面积置换率， $m = d_1^2 / d_e^2$ ； d_1 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 $d_e = 1.13\sqrt{s_1 s_2}$ ， s 、 s_1 、 s_2 分别为桩间距、纵向桩间距和横向桩间距；

λ_1 ——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 0.8~0.9；

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

6.0.7 螺杆灌注桩桩身混凝土强度等级不应小于 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直杆段、螺纹段桩身强度应分别满足式 (6.0.7-1)、(6.0.7-2) 的要求。

$$f_{cu} \geq 4 \frac{\lambda_1 R_a}{A_p} \quad (6.0.7-1)$$

$$f_{cu} \geq 4 \frac{\lambda_1 R'_a}{A_{p0}} \quad (6.0.7-2)$$

2 当复合地基承载力进行深度修正时，螺杆灌注桩直杆段、螺纹段桩身强度应分别满足式(6.0.7-3)、(6.0.7-4)的要求。

$$f_{cu} \geq 4 \frac{\lambda_1 R'_a}{A_p} \left[1 + \frac{\gamma_m (d - 0.5)}{f_{spa}} \right] \quad (6.0.7-3)$$

$$f_{cu} \geq 4 \frac{\lambda_1 R'_a}{A_{p0}} \left[1 + \frac{\gamma_m (d - 0.5)}{f_{spa}} \right] \quad (6.0.7-4)$$

3 作用于直杆段的轴向压力应取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。

4 对于端承桩，作用于螺纹段顶截面的轴向压力应按式计算：

$$R'_a = R_a \quad (6.0.7-5)$$

5 其他情况，作用于螺纹段顶截面的轴向压力应按式计算：

$$R'_a = R_a - 0.5 Q_{sk1} \quad (6.0.7-6)$$

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)；

R'_a ——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 ——基础埋置深度 (m)；

f_{spa} ——深度修正后的复合地基承载力特征值 (kPa)。

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、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定执行。

7 施 工

7.1 基本规定

- 7.1.1 螺杆灌注桩的施工质量管理应符合现行国家施工技术标准规范的要求，且应建立健全质量保证体系、施工质量控制和检验制度。
- 7.1.2 螺杆灌注桩施工应采用螺杆灌注桩桩机及相关配套设备，螺杆灌注桩机应满足下列要求：
- 1 配备电力动力装置和加压装置；
 - 2 具有能实现同步控制技术的自动控制系统；
 - 3 采用匹配的螺杆钻具；
 - 4 动力装置额定直流输出扭矩不小于250kN·m。
- 7.1.3 施工前应结合静载试验进行成桩工艺试验，确定钻进速度、钻杆提升速度、泵送速度、加压力、混凝土充盈系数等工艺参数。试桩数量不宜少于3根。
- 7.1.4 螺杆灌注桩施工桩顶标高宜高出设计桩顶标高0.5m~1.0m。
- 7.1.5 螺杆灌注桩的混凝土充盈系数应符合设计要求且不应小于1.0。
- 7.1.6 螺杆灌注桩施工的允许偏差应满足表7.1.6-1，表7.1.6-2的规定。

表 7.1.6-1 螺杆灌注桩桩基础施工允许偏差

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、条形桩基沿垂直轴线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
≥0	1	$d_i/6$ 且不大于100	$d_i/4$ 且不大于150

表 7.1.6-2 螺杆灌注桩复合地基施工允许偏差

桩径允许偏差 (mm)	垂直度允许偏差 (%)	桩位允许偏差(mm)	
		条基布桩	满堂布桩
≥0	1	$\leq 0.25d_i$	$\leq 0.4d_i$

7.2 施工准备

- 7.2.1 螺杆灌注桩施工前应具备下列资料：
- 1 建筑场地岩土工程勘察报告；
 - 2 螺杆灌注桩施工图及图纸会审纪要；
 - 3 建筑场地和邻近区域内的建筑物、地下管线、地下构筑物等相关资料；
 - 4 桩基工程施工组织设计或施工方案；
 - 5 有关承载力、施工工艺试验参数资料；
 - 6 施工桩机及配套设备的技术性能资料。
- 7.2.2 施工前应清除地上和地下障碍物并平整场地，按设计的要求做好施工现场的施工道路、供水供电、施工设施布置、材料堆放等有关布设。
- 7.2.3 施工前应进行图纸会审，编制专项施工方案，做好技术交底和原材料质量检验工作。

7.2.4 桩位放线定位前应测量定位点和水准基点，并采取妥善措施加以保护。根据设计桩位图在施工现场布置桩位，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，经有关部门验线合格后方可施工。

7.2.5 螺杆灌注桩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；
- 3 水、电等应满足施工要求。

7.2.6 螺杆灌注桩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、泵送速度等指标；
- 4 应对桩顶和地面土体的竖向和水平位移进行监测；
- 5 遇有挤土敏感土层、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 施工流程

7.3.1 螺杆灌注桩施工工艺流程宜按图7.3.1执行：

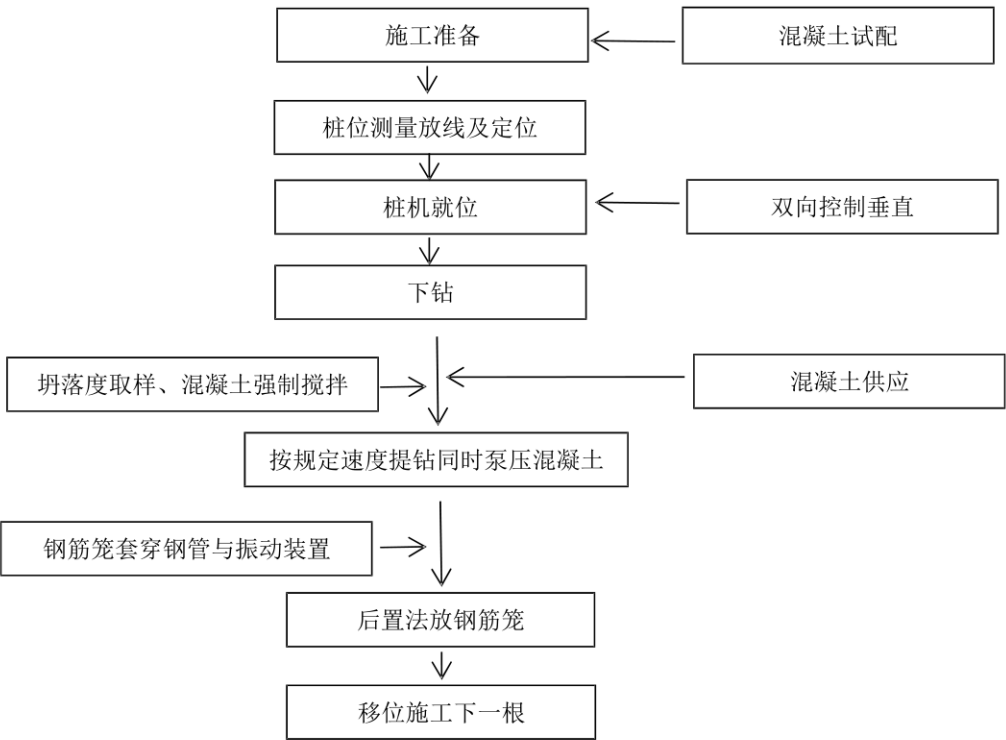


图7.3.1 螺杆灌注桩施工工艺流程

7.4 施工控制

7.4.1 螺杆灌注桩施工应按表7.4.1选择施工工艺。

表 7.4.1 螺杆灌注桩成桩工艺

桩段		下钻	提钻
直杆段	常规工艺	正向同步	正向
	坚硬土层	正向非同步	
螺纹段		正向同步	反向同步

7.4.2 螺杆灌注桩施工应根据试桩的结果和地层的渗透性、挤土效应情况确定合理的施工顺序。

7.4.3 螺杆灌注桩机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，并应在施工中进行观测记录。

7.4.4 螺杆灌注桩的施工顺序应符合下列规定：

- 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 根据基础的设计标高，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 当土层为软土、松散填土或液化土层时，宜采用跳桩施工。

7.4.5 螺杆灌注桩的成孔成桩应符合下列规定：

- 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，应正向和反向旋转提钻，并应同时泵送混凝土。螺纹段应采用反向同步提钻，直杆段应采用正向非同步提钻。

7.4.6 螺杆灌注桩的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 桩端持力层为中低压缩性的土层或岩层时，应以控制加压力、钻进扭矩为主，以控制桩长为辅。

7.4.7 最大提钻速度应符合表7.4.7规定。

表 7.4.7 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

7.4.8 螺杆灌注桩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，初凝时间不宜少于6h。

7.4.9 螺杆灌注桩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。

7.4.10 螺杆灌注桩钢筋笼制作、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7.4.10 的规定；

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；

表 7.4.10 钢筋笼制作允许偏差

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

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，将钢筋笼压入桩体；

10 大直径螺杆灌注桩钢筋笼内可根据设计要求放置声测管，声测管的安放应符合《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106规定。

7.4.11 清土和截桩时，不得造成桩顶标高以下桩身断裂或桩间土扰动。

7.4.12 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。

7.4.13 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。

7.4.14 在施工过程中应按本规程附录D要求做好记录。

8 检验和验收

8.1 一般规定

- 8.1.1 桩基工程应进行桩位、桩长、桩径、桩身质量、承载力的检验。
- 8.1.2 桩基工程的验收应按时间顺序分为施工前检验、施工中检验和施工后检验。
- 8.1.3 对主要材料，砂子、石子、水泥、外加剂、混凝土、钢筋等质量的检验项目和方法应符合国家现行有关标准的规定。

8.2 施工前检验

- 8.2.1 施工前，人员、材料、设备、场地及技术等准备工作应符合本规程要求，并应具备健全的质量管理体系和质量保证措施。
- 8.2.2 水泥、砂、石子、钢筋等原材料的质量、检验项目、批量和检验方法，应符合国家现行标准的规定。
- 8.2.3 施工前应对放线后的桩位进行严格检查，应满足桩位允许偏差要求。
- 8.2.4 商品混凝土应有合格证和搅拌站提供的质量检查资料。
- 8.2.5 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。
- 8.2.6 螺杆灌注桩施工前应试桩。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；试桩数量在同一地质条件下不应少于3根，且不宜少于预计总桩数的1%；当预计工程桩总数在50根以内时，试桩数量不应少于2根。

8.3 施工检验

- 8.3.1 施工过程中应进行下列检验：
- 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 应对钢筋笼安放的实际位置进行检查，并填写相应质量检测、检查记录；
 - 3 对混凝土强度等级、混凝土配合比、坍落度等进行检查；
 - 4 混凝土灌注应检查单桩灌注方量，记录灌注完成时间，计算充盈系数；
 - 5 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 复合地基褥垫层材料应进行夯填度检验。
- 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，大直径桩或单桩混凝土量超过 25m^3 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 25m^3 的桩，每个灌注台班不得少于1组；每组试件应留3件。
- 8.3.4 螺杆灌注桩复合地基的质量检验标准应符合表8.3.4的规定。

表 8.3.4 螺杆灌注桩复合地基的质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值	检查方法
----	----	------	----------	------

			单位	数值	
主控项目	1	原材料	设计要求		查产品合格证书或抽样送检
	2	桩径	mm	≥ 0	用钢尺量
	3	桩身强度	设计要求		查28天试块强度
	4	地基承载力	设计要求		按《建筑地基处理技术规范》JGJ 79中复合地基静载荷试验
一般项目	1	桩身完整性	设计要求		按《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106中低应变法检测
	2	桩位偏差		满堂布桩 $\leq 0.4d_i$	用钢尺量, d_i 为桩径
				条基布桩 $\leq 0.25d_i$	
	3	桩垂直度	%	≤ 1.0	用经纬仪测桩管
	4	桩长	mm	+100	测钻杆
	5	褥垫层夯填度	≤ 0.9		用钢尺量

注：1 夯填度指夯实后的褥垫层厚度与虚铺厚度的比值。

8.4 施工后检验

- 8.4.1 工程桩应进行承载力和桩身质量检验。
- 8.4.2 施工完成后应按灌注桩基础或复合地基的要求检查桩位偏差和桩顶标高。
- 8.4.3 施工完成后的桩基工程，应采用静荷载试验对工程桩的单桩竖向承载力进行检测，抽检数量不少于总桩数的1%，且不少于3根；当总桩数在50根以内时，不应少于2根。
- 8.4.4 螺杆灌注桩桩身质量除对预留混凝土试件进行强度等级检验外，尚应进行现场检测。检测方法可采用低应变法，对于大直径螺杆灌注桩还应采用钻芯法或声波透射法；检测数量应满足现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的规定。
- 8.4.5 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。
- 8.4.6 对专用抗拔桩和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。
- 8.4.7 螺杆灌注桩复合地基承载力检验采用复合地基载荷试验。当设计有单桩竖向承载力要求时，应分别进行复合地基载荷试验和单桩静载试验。检验应在桩身强度满足试验荷载条件时，并宜在施工结束28天后进行。
- 8.4.8 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。

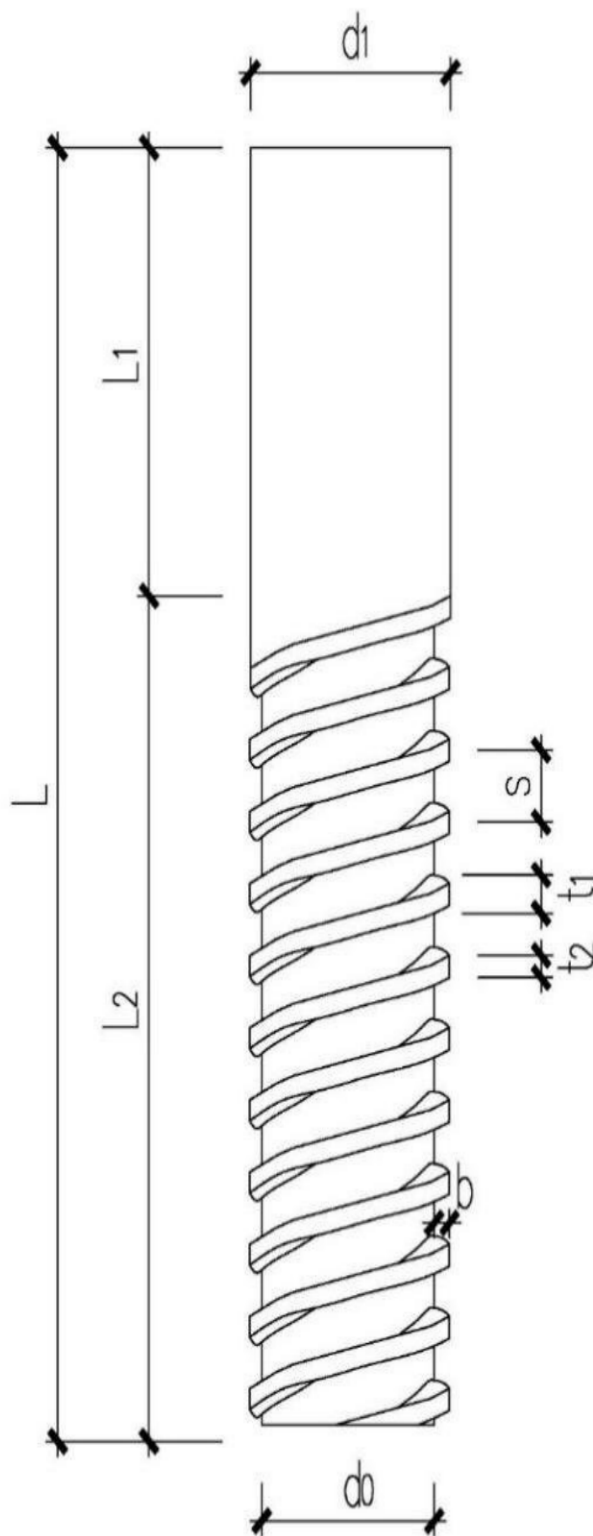
8.5 工程质量验收

- 8.5.1 螺杆灌注桩复合地基工程质量验收应按现行《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202、《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79和《建筑地基检测技术规范》JGJ 340等标准、规范执行。
- 8.5.2 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，应待开挖到设计桩顶标高后进行验收。
- 8.5.3 隐蔽工程应在施工单位自检合格后，于隐蔽前通知有关人员检查验收，并形成中间验收文件。

8.5.4 螺杆灌注桩基础及复合地基工程质量验收应在施工单位自检合格的基础上进行。工程验收时应提供下列技术文件和记录：

- 1 岩土工程勘察报告、施工图纸及会审纪要、设计变更及材料代用通知单；
- 2 经审定的施工组织设计及变更情况记录；
- 3 桩位测量放线图和工程桩位质量复核签证单；
- 4 原材料质量合格证明及试验检验资料；
- 5 施工记录及隐蔽工程验收文件；
- 6 混凝土检测报告及评定资料；
- 7 成桩质量检查报告，单桩承载力检测报告，复合地基承载力检测报告；
- 8 竣工平面图（含影视资料）及收方记录；
- 9 其它相关资料。

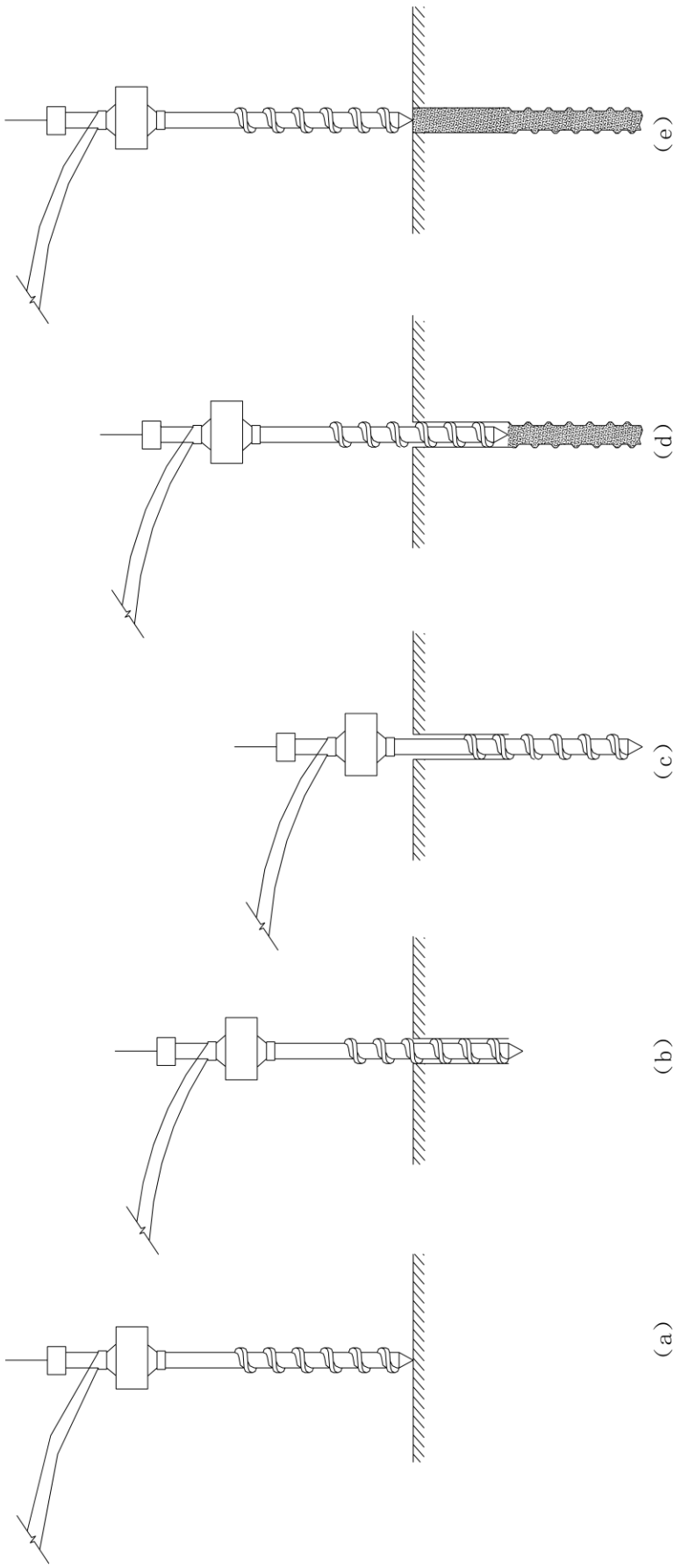
附录 A 螺杆灌注桩示意图
(规范性)



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

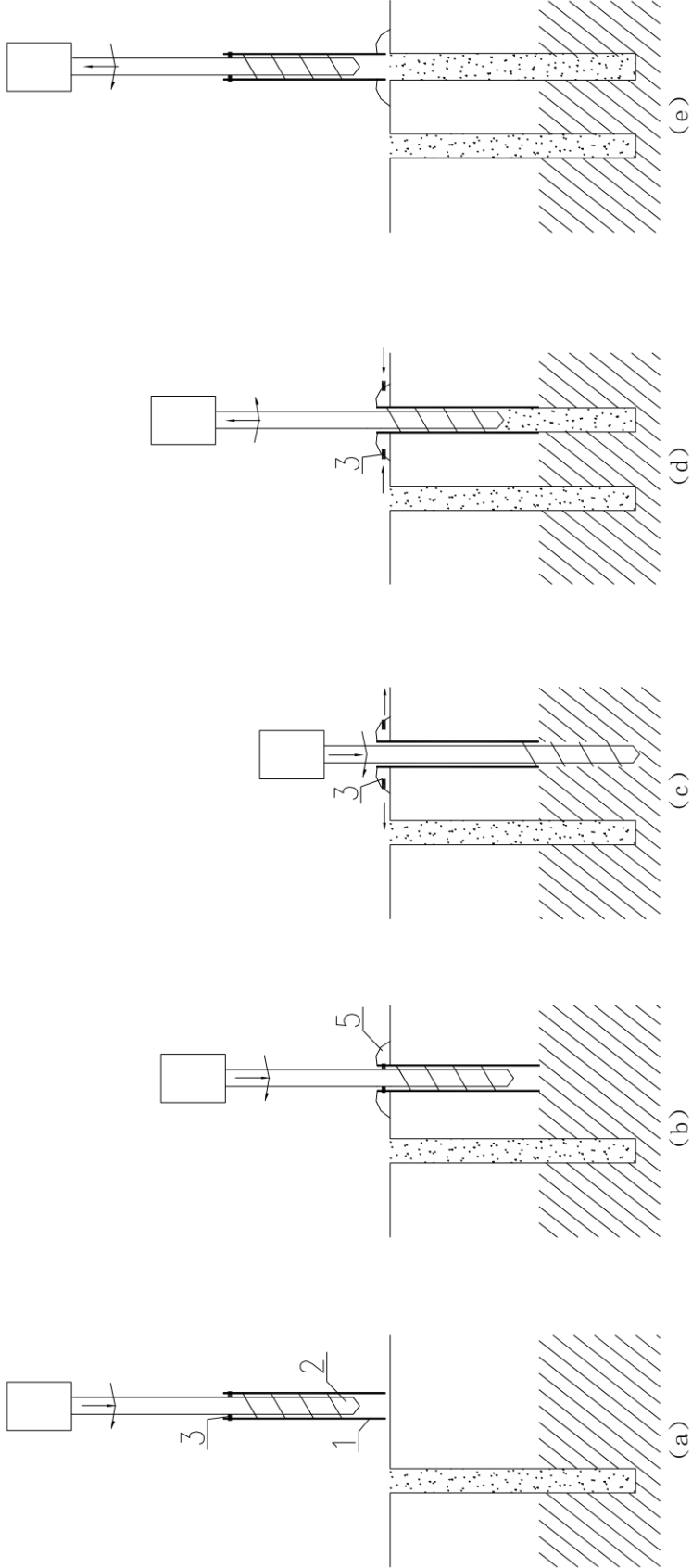
附录 B 螺杆灌注桩成桩工艺过程示意图

(资料性)



说明：(a) 第一步：桩工钻机对准桩位；(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，形成桩的螺旋段；(d) 第四步：在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旋状桩体和上部圆柱状桩体；(e) 混凝土浇筑完毕，形成螺杆灌注桩。

附录 C 消除桩挤土效应的屏障技术示意图
(资料性)



注：1—屏障钢管（上下敞开、周边封闭的横截面为圆形）；2—连续齿状螺旋挤土型钻具；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粘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旋纹状的挤土型桩体，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，将连续螺旋纹状挤土型钻具及屏障器连接定位。连续螺旋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，形成直杆状取土型桩。最终形成上部为取土型、下部为挤土型的部分挤土型桩。

附录 D 螺杆灌注桩施工记录表
(资料性)

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

工程名称:

施工单位:

编号:

施工日期:

m

设计桩径:

mm

mm

混凝土坍落度:

记录(签名):

机长(签名):

现场技术主管(签名):

监理(签名):

[illegible]

D. 0. 2 螺 杆 灌 注 桩 质 量 控 制 可 按 表 D. 0. 2 执 行。

表 D. 0. 2 螺 杆 灌 注 桩 质 量 控 制 记 录 表

工程名称：		施工单位：		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 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 (m ³)	实际泵送方量 (m ³)	充盈系数	备注	

记录（签名）：

本规程用词说明

- 1 为方便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 规程中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定或要求”。

引用标准名录

- 1 《工程结构通用规范》GB 55001
- 2 《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003
- 3 《工程勘察通用规范》GB 55017
- 4 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 5 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 6 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 7 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 8 《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004
- 9 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 10 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 11 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 12 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
- 13 《建筑地基检测技术规范》JGJ 340
- 14 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 15 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 16 《螺纹桩技术规程》JGJ/T 379
- 17 《建筑地基基础设计规范》DB21/T 907

辽宁省地方标准

螺杆灌注桩技术规程

DB21/T 3912-2024

条文说明

目 次

1	总 则	33
2	术语和符号	34
2.1	术语	34
3	基本规定	35
4	勘 察	36
5	基桩设计	37
5.2	桩的布置及基桩构造	37
5.3	单桩竖向极限承载力	37
5.4	桩身承载力	38
6	螺杆灌注桩复合地基设计	39
7	施 工	40
7.1	基本规定	40
7.2	施工准备	40
7.4	施工控制	40
8	检验和验收	42
8.1	一般规定	42
8.2	施工前检验	42
8.4	施工后检验	42
	螺杆灌注桩桩基设计说明（参考）	43

1 总 则

1.0.1 螺杆灌注桩技术原称“半螺丝桩技术”，由于这种技术在实际应用时可根据实际需要调整“螺”与“杆”的比例，“半螺丝桩”叫法有一定局限性，现已统称为“螺杆灌注桩”，主要用于以承受竖向抗压及抗拔为主的基桩或复合地基增强体。目前，在螺杆灌注桩基础上已衍生了一系列桩型及其工法，形成螺杆灌注桩成套技术体系。

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灌注桩机施工，通过配套的螺杆钻具钻进，自控系统严格控制钻杆提升速度与旋转速度同步，钻至设计深度在土体中形成带螺纹的钻孔后，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向螺纹的混凝土桩基。该技术具有单桩承载力高、成桩速度快、不坍孔、无沉渣、无噪音、无泥浆排放及整体造价低的特点。

近年来，螺杆灌注桩已在全国近20个省市自治区及多个行业推广应用，主要应用于高层和超高层建筑。

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，螺杆灌注桩在国内建筑和市政工程中得到广泛应用。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1~2.1.6 螺杆灌注桩系列技术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“螺杆灌注桩”；更重要的是，在施工方法上采用专用的螺杆灌注桩成桩设备与配套的螺杆钻具，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。

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。

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。

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，都直接影响螺杆灌注桩的受力机理、承载力与稳定性。

螺杆灌注桩受力较为特殊，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，假定螺杆灌注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。

3 基本规定

3.0.2 根据目前的施工设备以及收集的工程资料，螺杆灌注桩在黏性土、粉土、砂土、碎石土、全风化岩、强风化岩等地层积累一定的工程经验，螺纹段设计在这些土中可压缩性较大的地层里时是可行的，施工设备也能满足施工要求。对于可压缩性较小的硬塑及坚硬的黏性土、密实的砂土、碎石土、全风化及强风化岩等地层，应通过挤土形成螺纹桩孔的试验确定其适应性。在湿陷性黄土中有一定工程经验，但黄土土性较为特殊，在该类土中的螺杆灌注桩应用研究有限，故本规程没有特别将黄土作为螺杆桩可适用的土，但经过成桩、成孔和荷载试验，并采取一定工艺消除黄土的湿陷性或在设计中考虑湿陷性对螺杆桩单桩承载力的影响，仍可采用螺杆桩。当应用于软土、泥炭、冻土、膨胀土、盐渍土等特殊岩土层，应通过现场试验或按地区经验确定适用性。

3.0.3 复合地基是指由地基土、竖向增强体、褥垫层等组成，可以共同承担荷载的人工地基。螺杆灌注桩可用于复合地基中的增强体。当地基土为欠固结土、可液化土等特殊土，采用螺杆灌注桩复合地基时，设计时综合考虑土体的特殊性质，采取相应的技术措施，以保证处理后的地基土和增强体共同承担荷载。

3.0.11 螺杆灌注桩设计与施工要实现安全适用、技术先进、经济合理、保证质量、节能环保等目标，应综合考虑工程与水文地质条件、上部结构类型和荷载特征、施工技术及环境条件等因素，把握相关技术要点。

4 勘 察

4.0.5 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 基桩设计

5.2 桩的布置及基桩构造

5.2.2 表5.2.2与现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94中表3.3.3中部分挤土桩数据相同，适用于一般的可以挤压的土层；施工间距过小时，在淤泥、硬粘土等土层会发生变形、缩径、断桩、偏斜等事故，在饱和粉土、饱和粉细砂等土层成桩时，可能会导致未初凝邻桩中的水泥浆渗涌，从而引发夹泥、缩径、断桩等事故。应尽可能选择大桩距，必要时还应采用跳打方案和屏障技术施工。

5.2.3 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，详见附录C。

5.2.4 螺杆灌注桩以外径为设计桩径，螺杆灌注桩外径尺寸与直杆段外径一致。

5.2.5 目前螺杆灌注桩机常采用的钻具标准内径有 $\phi 273$ 、 $\phi 299$ 和 $\phi 340$ 三种规格，施工时可对钻头进行改造，将内径加大至设计要求。

5.2.6 螺杆灌注桩是在全螺纹灌注桩基础上发展而来的技术，由于作用于桩身的轴向压力随着深度的增加而逐渐减小，与全螺纹灌注桩相比，螺杆灌注桩上部的直杆段具有比螺纹段更大的截面积，用于承受桩上部所受的较大荷载，为下部螺纹段发挥作用提供了缓冲和保障。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。根据现有工程实践经验，螺杆灌注桩螺纹段长度宜为桩长的2/3。螺杆灌注桩螺纹段对侧阻力有增大作用，螺纹段不能设置在可能产生负摩阻力的地层（如填土、欠固结土、液化土等）。

5.2.8 为便于操作，本条将桩身环境划分为非腐蚀环境（包含微腐蚀环境）和腐蚀环境两大类，腐蚀环境中的桩身的设计应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50045、《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476等相关规范的规定。

5.2.9 现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94要求桩径为300mm~2000mm的灌注桩正截面构造配筋率为0.2%~0.65%，但对于小桩径应取高值，螺杆灌注桩桩径为300mm~1000mm，因此将螺杆灌注桩正截面构造配筋率提高为0.4%~0.65%。

5.2.10 配筋长度主要考虑轴向荷载的传递特征与荷载性质。对于端承桩宜通长等截面配筋，摩擦型桩可分段变截面配筋，抗拔桩通长等截面配筋。需要通长配筋时，也可将钢筋笼设计为分段变径形式，分别满足直杆段和螺纹段的主筋保护层厚度要求，同时应采用有效措施保证钢筋笼的垂直度和偏移量在允许范围内。

5.3 单桩竖向极限承载力

5.3.2 单桩竖向静载荷试验是确定单桩竖向极限承载力最可靠的方法，螺杆灌注桩在各地区已成功运用于几百栋建筑，但仍需积累经验，为慎重起见，本规程规定所有桩基设计等级的螺杆灌注桩的基桩承载力采用静载试验确定。初步设计时，可利用地质条件相同的试桩资料和原位测试及端阻力、侧阻力与土的物理指标的经验关系参数计算。

螺杆灌注桩为挤土或部分挤土桩，在初步设计时，地勘中无经验参数的，桩的极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值取值可按照地勘报告中混凝土预制桩取值，在施工图设计时选取的值应根据现场单桩静载试验结果进行验证和调整。

英国科学家Tomlinson于1971年进行的螺纹桩承载力试验中，桩侧土体在形成螺纹式受力状态时，桩侧阻力最高可提高为5倍，但在淤泥土中桩侧阻力几乎没有提高，建议流塑～软塑粘土（淤泥或淤泥质土）的增强系数为1.0。

普通桩和螺杆灌注桩最大区别在桩侧等效侧阻的发挥上，普通桩侧阻为桩土间的抗剪力，而螺杆灌注桩桩侧等效侧阻来源于螺牙间土体的抗剪强度，故螺杆灌注桩等效侧阻和普通桩侧阻的不同表现为土抗剪强度和桩土界面抗剪强度的不同，地基土的内摩擦角大于桩土间的摩擦角，因此本规程提出了螺杆灌注桩的螺纹段侧阻力增强系数 β_i 。根据JGJ/T 379-2016，增强系数 β_i 与土层的内摩擦角相关，内摩擦角小的土层取小值，内摩擦角大的土层取大值。对于可压缩性较小的硬塑及坚硬的黏性土、密实的砂土、碎石土、全风化及强风化岩等地层，应通过试验确定其系数。

计算螺纹段侧阻力时，应兼顾设计安全性和经济性，螺纹段侧阻力增强系数 β_i 取值时不应盲目取高值，也不宜一味取低值，常用的方法是初步设计单桩承载力时取低值计算理论值，静载试验时取高值估算最大加载值。施工图设计时选用的 β_i 值根据现场单桩静载试验结果或已有试桩资料进行验证和调整。



图 1 螺杆灌注桩桩周土体中的“应力泡”

此外，螺纹段侧阻力及端阻力计算时采用螺纹段外径。这里要作一个合理简化性假设——假设土体破坏面是直径等于螺纹段外径的圆柱面。这种假设是安全的，因为螺杆灌注桩的螺纹段将应力向土体传递和扩散，使得破坏面不是沿着桩身，而是在桩身外围包络住整个桩身（即应力泡），实际破坏面积远比假设破坏面要大，见图1。定量地计算实际破坏面的面积非常困难，进行上述假设以简化计算过程，因此式(5.3.2)计算螺纹段侧阻力及端阻力采用的均是螺纹段外径，计算结果是安全的。

5.4 桩身承载力

5.4.3 除端承桩外，螺杆灌注桩在螺纹段桩身承载力计算时，可考虑直杆段侧摩阻力的有利作用。

6 螺杆灌注桩复合地基设计

6.0.1 复合地基是天然地基在地基处理过程中，部分土体得到增强，或被置换，或在天然地基中设置加筋体，由天然地基土体和增强体两部分组成共同承担荷载的人工地基。在桩顶和基础之间设置一定厚度的散体粒状材料组成褥垫层，由褥垫层调整桩土共同承担荷载，形成复合地基。

螺杆灌注桩具有承载力高、沉降小、不取土等优点，采用螺杆灌注桩作为复合地基的增强体，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，地基变形更小。

6.0.5 刚性桩复合地基的褥垫层的材料通常采用砂石材料，可加速桩间土排水固结；同时，当有隔水防潮要求时，褥垫层采用灰土，已有大量工程应用。

规定褥垫层的厚度的建议范围为150mm~300mm，螺杆灌注桩复合地基属于“桩承载力高、桩距大”的情形，因而，设计应当适当增大螺杆灌注桩复合地基褥垫层厚度，考虑控制总体沉降、基坑开挖深度、褥垫层造价等因素。

6.0.7 复合地基增强体的强度是保证复合地基工作的必要条件，必须保证其安全度。作为复合地基增强体的螺杆灌注桩按建筑物基础底面作用在螺杆灌注桩上的压力进行验算，当复合地基承载力验算需要进行基础埋深的深度修正时，螺杆灌注桩桩身强度验算按基底压力验算，分别按本规程式（6.0.7-3）和式（6.0.7-4）进行验算。作为复合地基增强体的螺杆灌注桩桩身强度，既要验算直杆段桩身强度，也要验算螺纹段顶截面。对于端承桩，作用于螺纹段顶截面的轴向压力计算值取 $R'_a = R_a$ ，其他情况

$$R'_a = R_a - 0.5Q_{sk1}。$$

6.0.8 螺杆灌注桩作为复合地基的增强体属刚性桩，复合地基沉降计算按国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79的有关规定执行。

7 施 工

7.1 基本规定

7.1.2 螺杆灌注桩技术经过十余年的工程实践，对于生产设备总结出很多有价值的技术经验，其中，可靠的加压装置、自动高效的同步技术和足够的扭矩动力是保证螺杆灌注桩成桩质量的关键因素，若旋转动力或压力不足无法对地基土进行挤压，难以实现螺纹的挤压成型；穿透卵石层、坚硬土层、岩层的桩基旋转动力扭矩宜大于 $250\text{kN}\cdot\text{m}$ 。

7.1.3 应重视试验桩阶段的工程参数收集，可为设计提供二次优化的参数，也可根据试桩参数形成工程桩的施工依据，有效保证工程桩质量的稳定性。

7.1.4 《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）中对不同类型灌注桩的混凝土超灌高度作了具体规定：

（泥浆护壁成孔灌注桩）灌注水下混凝土的质量控制应满足下列要求：应控制最后一次灌注量，超灌高度宜为 $0.8\sim 1.0\text{m}$ ，凿除泛浆高度后必须保证暴露的桩顶混凝土强度达到设计等级。（长螺旋钻孔压灌桩）桩顶混凝土超灌高度不宜小于 $0.3\sim 0.5\text{m}$ 。（沉管灌注桩和内夯沉管灌注桩）成桩后的桩身混凝土顶面应高于桩顶设计标高 500mm 以内。《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）7.7.3条对水泥粉煤灰碎石桩复合地基的施工规定：施工桩顶标高高出设计桩顶标高不宜少于 0.5m ；当施工作业面高出桩顶标高较大时，宜增加混凝土灌注量，提高施工桩顶标高，防止缩径。《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202则不加区分基桩的施工工艺，在桩基础的一般规定中，5.1.4条统一规定为：灌注桩的桩位偏差必须符合有关规定，桩顶标高至少要比设计标高高出 0.5m 。

7.2 施工准备

7.2.5 螺杆灌注桩机整机重量约为 $80\text{t}\sim 125\text{t}$ ，场地软弱会导致螺杆灌注桩机陷机或发生倾覆事故，施工场地应满足螺杆灌注桩机对地面坡度及接地压力的要求，目前国内钻机装备要求的接地压力一般不低于 120kPa 。因此软弱场地应进行预处理，如降水、铺设钢板、铺设夯实厚度大于 0.5m 的垫层等措施均有良好效果。

7.2.6 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，若已有当地静载试验资料和类似土层中的施工经验，也可在工程桩位进行试成孔试验。

重视试成孔试验阶段的工程参数收集，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施工工艺参数，以上参数可作为工程桩施工及优化设计的依据。

7.4 施工控制

7.4.5 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 $0.2\sim 0.5\text{m}/\text{min}$ ；填土、黏土、粉土、砂层为 $1.0\sim 1.5\text{m}/\text{min}$ ，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。

7.4.7 提钻速度与泵送速度可根据式（1）和（2）计算，泵送过程应连续进行。

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

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

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 ——充盈系数；

A_p 、 A_{ps} ——直杆段、螺纹段横截面积（m²）。

7.4.9 螺杆灌注桩技术选用混凝土泵的标准行程一般有1.4m、1.6m、1.8m三种规格，行程大时选用较低的泵速，且泵速应在施工前打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。

7.4.10 后插筋工艺对钢筋笼的要求与传统工艺有所不同，由此需要借助平板振动器，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（参考《建筑地基基础工程施工规范》（GB 51004-2015）

5.7.7条文说明）。

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。

8 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》GB 50202和行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106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

8.2.6 本条规定的试桩数最仅仅是下限，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

8.4.1~8.4.3 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。所以本规程限定的工程桩承载力验收检测范围是在一个单位工程内。本条同时规定了工程桩应进行单桩竖向抗压静载试验及检测数量底线。

8.4.4~8.4.8 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，因此加强施工后的检验是有必要的。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》GB 50202和现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106执行。

螺杆灌注桩桩基设计说明（参考）

1 螺杆灌注桩桩基设计说明可参考表1。

表 1 螺杆灌注桩桩基设计说明

设计依据：

- 1、XXXX勘察院提供的《XXXX岩土工程勘察报告》（工程编号：XXXX）。
- 2、《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 3、《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 4、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 5、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003
- 6、辽宁省地方标准《螺杆灌注桩技术规程》等其它现行国家规范、标准

设计说明：

- 1、本工程±0.000 相当于绝对标高_____m，以下未注明标高均为相对标高，桩顶设计相对标高为_____m。
- 2、本工程采用挤土型螺杆灌注桩承台式基础。
- 3、螺杆灌注桩桩径为_____mm，有效桩长_____m，螺纹段长度为_____m，非螺纹段长度为_____m，施工保护桩长为 700 mm，桩端进入_____土层_____m，单桩承载力特征值_____kN，极限值大于_____kN，采用 CXX 钢筋混凝土，混凝土灌注充盈系数≥1.05。
- 4、未注明桩定位均关于轴线对中。
- 5、桩基施工前应对本工程范围场地进行平整，去除表层杂填土，用素土将建筑场地填至相应标高，并对素土进行分层压实。
- 6、本工程要求先在工程桩外打试桩，并做静载试验，试桩完成到可以进行静载试验的间歇时间为四周，要求做破坏试验，试验结果应及时通知设计院，以便根据单桩承载力和挤土效应确定是否需要调整桩间距和桩径、桩长及混凝土标号。
- 7、基槽开挖时，不得在桩身部分用重锤或挖斗横向锤击或撞击，否则造成浅层断桩由基槽开挖施工方责。
- 8、桩基测试：
 - 1) 本工程做三组桩的静载试验，检测单桩竖向承载力，最大加载荷重_____kN。
 - 2) 低应变试验检测数量随机抽取不少于总桩数的30%(试桩必须做低应变动测)。
 - 3) 动测检验程序按现行国家规范、标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106执行。
- 9、施工要求：
 - 1) 本工程采用商品混凝土或自动配料机混凝土搅拌站泵送混凝土连续施工；
 - 2) 混凝土坍落度_____mm；
 - 3) 钻机拔杆速度不得超过2.5m/min，钻机钻至设计深度后，空钻杆提升高度不得超过0.5m即泵送灌注混凝土；
 - 4) 混凝土试块取样按每台班一组(一组共3块)；
 - 5) 桩机钻杆垂直度小于等于1%，采用钻机塔架双面吊线技术措施，单面吊线长度不得小于10米；
 - 6) 开工前应试打一至两根桩，确定混凝土用量并换算成泵机打泵数量(泵量/每根桩)，确定提升速度，确保混凝土用量不得少于规定用量；
 - 7) 电梯间施工应采取由中心向外逐步打桩的技术措施；
 - 8) 钻机主桅杆应在明显位置标明钻杆深度尺寸；
 - 9) 钢筋笼采用后置法放置，为避免钢筋笼下沉超过设计深度，应采用相应的技术措施。
- 10、工程桩全部完成后，应经中间验收合格并向设计单位提供桩位竣工平面图，成桩施工记录，桩的测试报告等必要的技术资料，经复查认可，并凿除桩顶浮浆，方能进行下道工序的施工。

2 螺杆灌注桩复合地基设计说明可参考表2。

表 2 螺杆灌注桩复合地基设计说明

设计依据: 1、X X X X 勘察院提供的《X X X X 岩土工程勘察报告》(工程编号: X X X X)。 2、《建筑地基基础设计规范》GB 50007 3、《建筑桩基技术规范》JGJ 94 4、《建筑地基处理技术规范》JG J79 5、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 6、辽宁省地方标准《螺杆灌注桩技术规程》等其它现行国家规范、标准 设计说明: 1、本工程±0.000 相当于绝对标高_____m, 以下未注明标高均为相对标高, 桩顶设计相对标高为_____m。 2、本工程采用螺杆灌注桩复合地基, 复合地基处理后地基承载力特征值≥_____kPa。 3、螺杆灌注桩桩径为_____mm, 有效桩长_____m, 螺纹段长度为_____m, 非螺纹段长度为_____m, 施工保护桩长为 700 mm, 桩端进入_____土层_____m, 单桩承载力特征值_____kN, 采用 C X X 素混凝土, 混凝土灌注充盈系数≥1.05。 4、桩基施工前应对本工程范围场地进行平整, 去除表层杂填土, 用素土将建筑场地填至相应标高, 并对素土进行分层压实。 5、螺杆灌注桩复合地基采用褥垫层, 褥垫层厚度为200mm, 为级配碎石垫层, 比例为5: 3: 1, [碎石(1-3cm): 中粗砂: 水], 要求褥垫层的夯填度<0.9, 应通过检测验收合格后方可进行下道工序的施工。 6、基槽开挖时, 不得在桩身部分用重锤或挖掘机挖斗横向锤击或撞击, 以避免发生桩身断裂。 7、复合地基增强体单桩静载荷试验: 1) 本工程做三组桩的静载试验, 检测单桩竖向承载力, 最大加载荷重_____kN。 2) 低应变试验检测数量随机抽取不少于总桩数的30%。 3) 检验程序按现行国家规范、标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007, 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106执行。 8、复合地基静载荷试验: 1) 本工程复合地基静载荷试验, 检测复合地基承载力, 最大加载荷重_____kPa。 2) 复合地基静载荷试验和单桩静载荷试验的数量不应少于总桩数的1%, 且每个单体工程的复合地基静载荷试验的试验数量不应少于3点; 3) 检验程序按现行国家规范、标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79执行。 9、螺杆灌注桩施工要求: 1) 本工程采用商品混凝土或自动配料机混凝土搅拌站泵送混凝土连续施工; 2) 混凝土坍落度_____mm; 3) 钻机拔杆速度不得超过2.5m/min, 钻机钻至设计深度后, 空钻杆提升高度不得超过0.5m即泵送灌注混凝土; 4) 混凝土试块取样按每台班一组(一组3块); 5) 钻机钻杆垂直度小于等于1%, 采用钻机塔架双面吊线技术措施, 单面吊线长度不得小于10米; 6) 开工前应试打一至两根桩, 确定混凝土用量并换算成泵机打泵数量(泵量/每根桩), 确定提升速度, 确保混凝土用量不得少于规定用量; 7) 电梯间施工应采取由中心向外逐步打桩的技术措施; 8) 钻机主桅杆在明显位置应标明钻杆深度尺寸; 9) 工程桩全部完成后, 应经中间验收合格并向设计单位提供桩位竣工平面图, 成桩施工记录, 桩的测试报告等资料, 经复查认可, 并凿除桩顶浮浆, 方能进行下道工序施工。
