**UDC**

**广西壮族自治区工程建设地方标准 DB**

**DBJ/TXX-xxxx**

 **备案号：xxxxx**

**螺杆灌注桩技术规程**

**Technical code for Screw Pile**

(征求意见稿)

**2020-XX-XX发布 2020-XX-XX 实施**

广西壮族自治区住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据广西壮族自治区住房和城乡建设厅《关于下达2019年度全区工程建设地方标准、图集制(修)订项目计划的通知》（桂建标【2019】21号）的要求，规程编制组经过广泛的调查研究，总结广西壮族自治区建筑工程螺杆灌注桩的研究与实践经验，参考有关国家和地方标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

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.设计；6.施工；7.检查与验收。

本规程由广西壮族自治区住房和城乡建设厅负责管理，由广西华蓝岩土工程有限公司负责技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至广西华蓝岩土工程有限公司(地址：南宁市望州路北二里38号，邮政编码：530001)。

主编单位：

参编单位：

本规范主要起草人：

本规范为首次发布。

目 次

[1 总 则 1](#_Toc1018)

[2 术语和符号 2](#_Toc403)

[2.1 术 语 2](#_Toc18870)

[2.2 符 号 3](#_Toc10895)

[3 基本规定 5](#_Toc26428)

[4 勘察 7](#_Toc13341)

[4.1 一般规定 7](#_Toc13573)

[4.2 勘探点平面布置 7](#_Toc5060)

[4.3 勘探孔深度 8](#_Toc26258)

[4.4 勘察成果和评价 8](#_Toc24057)

[5 设计 9](#_Toc12674)

[5.1 一般规定 9](#_Toc9564)

[5.2 竖向抗压承载力 12](#_Toc16474)

[5.3 竖向抗拔承载力 18](#_Toc21852)

[5.4 单桩水平承载力 20](#_Toc27605)

[5.5 桩基沉降验算 25](#_Toc20895)

[5.6 复合地基承载力计算 27](#_Toc26515)

[5.7 复合地基沉降计算 29](#_Toc18156)

[6 施工 30](#_Toc8117)

[6.1 一般规定 30](#_Toc24971)

[6.2 施工准备 30](#_Toc25953)

[6.3 材料要求 32](#_Toc13320)

[6.4 施工工艺 33](#_Toc22281)

[6.5 施工规定 34](#_Toc10452)

[6.6 施工质量控制 37](#_Toc3068)

[6.7 褥垫层 39](#_Toc32285)

[6.8 成品保护 39](#_Toc9565)

[7 检查与验收 40](#_Toc1378)

[7.1 一般规定 40](#_Toc14327)

[7.2 检验与检测 40](#_Toc27774)

[7.3 验收 46](#_Toc23941)

[附录A 螺杆灌注桩大样图 47](#_Toc17481)

[附录B 多个扩大体构造方式的螺杆灌注桩大样图 48](#_Toc29031)

[附录C 使用组合式齿状螺纹钻具的螺杆灌注桩大样图 48](#_Toc21243)

[附录D 螺杆灌注桩成桩工艺过程示意图 48](#_Toc10311)

[附录E 消除桩挤土效应的屏障技术示意图 51](#_Toc2743)

[附录F 螺杆灌注桩质量控制记录表 52](#_Toc17885)

[附录G 螺杆灌注桩施工记录表 53](#_Toc4285)

[附录H 桩的极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值 54](#_Toc4123)

[本规范用词说明 58](#_Toc13108)

[引用标准名录 59](#_Toc25277)

[附：条文说明 61](#_Toc21591)

1. 总 则
2. * 1. 为了保证螺杆灌注桩在建筑地基基础设计与施工中的规范化，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，特制定本规范。
		2. 本规范适用于广西壮族自治区工业与民用建（构）筑物以及市政工程中螺杆灌注桩的勘察、设计、施工及其验收，其他行业亦可参照使用。
		3. 螺杆灌注桩的设计与施工应根据工程地质及水文条件、工程特点、场地环境、施工设备性能、上部结构类型和荷载特征等因素综合考虑，因地制宜，重视当地经验与条件，精心设计、严格施工。
		4. 螺杆灌注桩的勘察、设计、施工、及验收，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关规范、规程及标准的规定。
3. 术语和符号
4. 1. 术 语
		1. 螺杆灌注桩 screw pile

简称“螺杆桩”，专利名称为“半螺丝桩”，是一种“上部为圆柱型，下部为螺丝型”组合式灌注桩。

* + 1. 提高系数 correction factor

由土体侧摩阻力标准值计算螺纹段总侧阻力标准值的参数。

* + 1. 螺杆灌注桩内径 inner diameter of screw pile

螺纹段上下螺牙间圆柱体部分的直径。

* + 1. 螺杆灌注桩外径 external diameter of screw pile

桩身包括螺牙在内的外轮廓的直径。

* + 1. 同步技术 synchronous manner

钻杆每向上（下）相应位移一个螺距，钻杆刚好正向（反向）旋转一周，所形成的桩孔或桩为螺丝状。

* + 1. 非同步技术 unsynchronous manner

钻具向下移动一个螺距，钻杆旋转2～3圈，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形。

* + 1. 桩身螺牙 screw thread

施工完成后在桩身表面形成的具有螺旋线形式的连续凸起。

* + 1. 褥垫层 mattress

施工完成后在桩身表面形成的具有螺旋线形式的连续凸起。在建（构）筑物基础底面与复合地基之间铺设的起到传递上部结构荷载和调整桩土荷载分配作用的柔性材料。

* 1. 符 号
		1. 作用和作用效应

——螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力标准值；

——螺杆灌注桩螺纹段总极限侧阻力标准值；

——螺杆灌注桩直杆段总极限侧阻力标准值；

——螺杆灌注桩扩大体段总极限侧阻力标准值；

 ——螺杆灌注桩桩端极限端阻力标准值；

——螺杆灌注桩扩大体极限端阻力标准值；

——螺杆灌注桩直杆段单桩抗拔极限承载力极限值；

——螺杆灌注桩螺纹段单桩抗拔极限承载力极限值；

——螺杆灌注桩扩大体单桩抗拔极限承载力极限值；

* + 1. 材料性能和抗力性能

——桩侧第i层土的极限侧阻力标准值；

——桩端极限端阻力标准值；

——桩扩大体底面极限端阻力标准值；

——混凝土轴心抗压强度设计值。

* + 1. 几何参数

*D* ——螺杆灌注桩外径（等于直杆段直径、螺纹段外径）；

d ——螺杆灌注桩内径（等于桩芯直径）；

—— 桩长范围内第i层土的分层厚度；

—— 桩身直杆段截面面积；

——桩身螺纹段截面面积。

* + 1. 计算系数

——成桩工艺系数；

 ——桩身为螺纹段时，桩长范围内第i层土的侧阻力提高系数；

 ——混凝土泵填充系数；

 ——充盈系数。

1. 基本规定
2.

**3.1.1** 螺杆灌注桩应分别按承载能力极限状态或正常使用极限状态进行计算，按最不利状态确定设计取值。

**3.1.2** 根据建筑规模、功能特征、对差异变形的适应性、场地地基和建筑物体型的复杂性，以及因螺杆灌注桩基础损坏可能造成的后果（如危及人身安全、造成经济损失、产生社会影响等）或影响正常使用的程度，将螺杆灌注桩按表3.1.2所列的三个设计等级进行划分。设计时应根据表3.1.2确定设计等级。

**表3.1.2 建筑桩基设计等级**

|  |  |
| --- | --- |
| 设计等级 | 建筑物类型 |
| 甲级 | （1）重要的建筑；（2）30层以上或高度超过100m的高层建筑；（3）体型复杂且层数相差超过10层的高低层（含纯地下室）连体建筑；（4）20层以上框架-核心筒结构及其他对差异沉降有特殊要求的建筑；（5）场地和地基条件复杂的7层以上的一般建筑及坡地、岸边建筑；（6）对相邻既有工程影响较大的建筑。 |
| 乙级 | 除甲级、丙级以外的建筑 |
| 丙级 | 场地和地基条件简单、荷载分布均匀的7层及7层以下的一般建筑 |

**3.1.3** 螺杆灌注桩适用于一般黏性土、粉土、砂土、碎石土、卵石土、全/强风化岩、中风化软岩等土层。直杆段在流塑状黏性土、淤泥或淤泥质土中应用时，尚需采用屏障技术辅助成孔成桩。也可采用在桩身范围内的较好土层形成一个或多个扩大体的构造方式来调整桩身承载力应力分担比（详见附录B）。

**3.1.4** 设计螺杆灌注桩时，所采用的作用效应组合与相应的抗力应符合下列规定：

1 确定桩数和布桩时采用传至承台底面的荷载效应标准组合，相应的抗力采用基桩或复合基桩承载力特征值；

2 计算荷载作用下的桩基沉降和水平位移时，采用荷载效应标准永久组合；计算水平地震作用、风载作用下的桩基水平位移时，采用水平地震作用、风载效应标准组合；

3 验算坡地、岸边建筑桩基的整体稳定时，采用荷载效应标准组合；在抗震设防区，采用地震作用效应和荷载效应的标准组合；

4 计算桩基础承载力、确定桩身尺寸和配筋时，采用传至承台顶面的荷载效应基本组合。当进行承台和桩身裂缝控制验算时，分别采用荷载效应标准组合和荷载效应标准永久组合。

**3.1.5** 螺杆灌注桩可根据地质情况，使用组合式齿状螺纹钻具（详附录C），采用挤土或部分挤土工艺，形成挤土或部分挤土桩。

1. 勘察
2. 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，勘察工作应符合有关技术标准的规定。

**4.1.2** 详细勘察前应了解场地的工程地质、水文地质条件，并应取得下列资料：

1 比例尺不小于1:1000的地形图、建筑总平面图等；

2 建筑物高度、层数、结构类型、荷载、地下室层数和埋深，以及设计、施工的特殊要求等；

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** 应采用与场地岩土性能相适应的勘察手段与原位测试方法。

* 1. 勘探点平面布置

**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、柱列线、角点、中心点布置；单栋高层建筑的勘探点不应少于4个。

**4.2.2**详细勘察的勘探点的间距应符合下列要求：

1 端承型桩：根据桩端持力层顶面坡度确定，间距取12m～24m，相邻勘探孔揭露的持力层层面高差宜控制为3m；当相邻两个勘探孔揭露出的桩端持力层层面坡度大于10%或持力层起伏较大、地层分布复杂时，根据具体工程条件适当加密勘探点。

2 摩擦型桩：一般情况下，间距取20m～30m；对于岩溶地区、土层的性质或状态在水平方向分布变化较大、存在可能影响成桩的土层等复杂地质条件的场地，孔距取6m～12m；

3 对一柱一桩基础：每桩布置勘探点。

**4.2.3** 复合地基的详细勘察勘探点可按天然地基布点要求布置，勘探点间距应根据地基的复杂程度确定，其间距宜小于30m。

**4.2.4** 对于岩溶发育区、破碎硅质岩区等土层变化较大的地层，如采用桩基础时应进行施工勘察，桩径小于800mm时，每桩布置1个钻孔，桩径为800mm～1500mm时，每桩应布置1个～3个钻孔。

* 1. 勘探孔深度

**4.3.1** 控制性勘探孔的数量应根据建筑物的重要性和场地、地基复杂程度确定，其占总勘探点数量不应少于1/3～1/2，且每栋建筑物不应少于2个。

**4.3.2** 勘探孔的深度应符合下列规定：

1 桩基和复合地基的一般性勘探孔深度深入预计桩端位置以下3d～5d，且不小于5m；

2 控制性勘探孔深度满足软弱下卧层验算和变形计算的要求；

3 对嵌岩桩，钻入预计桩端进入稳定地层3d～5d深度；

4 基坑周边勘探孔深度不小于基坑深度的2倍。

* 1. 勘察成果和评价

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、液化土层和特殊岩土等对桩基工程的危害程度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影响；

3 提供各层岩土的桩侧阻力值、桩端阻力值、天然地基承载力特征值及其它设计、施工所需的岩土参数，提出桩端持力层和桩端进入持力层深度的建议；

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。

1. 设计
2. 1. 一般规定

**5.1.1** 在设计计算前，应确定所设计螺杆灌注桩是承受竖向力的基桩、水平力的支护桩或是复合地基的桩。

**5.1.2** 设计螺杆灌注桩时应取得下列资料：

1 拟建工程场地的岩土工程勘察文件；

2 建筑物的总平面图及上部结构对地基基础的结构要求；

3 桩机设备性能、施工工艺对场地条件的适应性等。

**5.1.3** 桩的构造应符合下列规定：

1 配筋率：正截面配筋率可取0.4％～0.65％，小桩径取高值；对受荷载特别大的桩、抗拔桩，应根据计算确定配筋率，并不应小于上述规定值；

2 直杆段为螺杆灌注桩配筋桩段，配筋长度、主筋保护层厚度、钢筋笼构造等应符合《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008第4.1节对灌注桩相应的要求；

3 承受水平荷载的桩，主筋不应小于8φ12；抗压桩和抗拔桩，主筋不应小于6φ10；纵向主筋应沿桩身周边均匀布置，其净距不应小于60mm。

4 螺杆灌注桩技术适用于各种桩基础及复合地基，仅当应用于复合地基时桩身可不配钢筋。

**5.1.4** 桩的布置应符合下列规定：

1 螺杆灌注桩桩径是指直杆段桩的直径，螺纹段外径等于直杆段直径，螺杆灌注桩桩径一般为300mm～1000mm，上覆土较软弱时可加大桩径，但最大不应超过1000mm，且桩长不宜大于50D。

2 螺杆灌注桩大样图详附录A，其中桩长及直杆段长度应满足以下要求：

1）直杆段的长度宜为有效桩长的1/3，且不小于5D；

2）直杆段顶部和底部的截面应力应分别按本规程5.2.4条进行强度验算；

3 螺杆灌注桩的螺纹段尺寸与螺杆灌注桩机及其后续衍生产品相匹配，应满足以下要求：

1）螺杆灌注桩螺牙端部厚度为30mm～50mm，根部厚度为50mm～70mm，螺距与桩径D之比宜为0.6～1.0。

2）螺杆灌注桩用于抗压设计时标准内径可按表5.1.4-1取值，螺杆灌注桩用于抗拔设计时标准内径可按表5.1.4-2取值，设计要求单桩承载力高、且桩径不小于500mm时，螺杆灌注桩内径可酌情增加10%～20%

**表5.1.4-1 螺杆灌注桩用于抗压设计时内径标准取值**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 桩径D(mm) | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 700~1000 |
| 内径d(mm) | 260 | 360 | 460 | 540 | 640 | 0.9D |

**表5.1.4-2 螺杆灌注桩用于抗拔设计时内径标准取值**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 桩径D(mm) | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 700~1000 |
| 内径d(mm) | 273 | 299 | 340 | 380 | 450 | 0.65D |

4 螺杆灌注桩的最小中心距应满足表5.1.4-3。

**表5.1.4-3 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 |
| 可塑～坚硬黏土、砂土、非饱和粉土、碎石土 | 3.5*D* | 3.0*D* |
| 饱和黏性土、饱和粉土、饱和粉细砂 | 4.0*D* | 3.5*D* |

5 在挤土效应明显的地层中施工时，应适当选择较大的设计桩间距，并采取跳打施工或屏障技术（仅在上部为淤泥或淤泥质土时使用）等施工措施。屏障技术示意图详见附录E。

6 基桩排列依照《建筑桩基技术规范》JGJ94第3.3.3条第2款执行。

7 桩身混凝土强度等级不得小于C25。

**5.1.5** 对建筑桩基设计等级为甲级、场地复杂或无螺杆灌注桩地方经验的工程项目，应在场地有代表性的区域进行现场试验或试验性施工，并进行必要的测试，以检验设计参数和处理效果。达不到要求的，应查明原因，修改设计参数。

* 1. 竖向抗压承载力

**5.2.1** 螺杆灌注桩后插钢筋笼灌注桩的设计应按JGJ 94执行。

**5.2.2** 确定单桩抗压竖向承载力特征值应符合下列规定：

1 设计等级为甲级、乙级的建筑桩基应通过单桩静载试验确定。试验方法及承载力取值应按 JGJ 106执行，在同一条件下的试桩数量，不少于总桩数的1%，且每个单体工程不少于3根；

2 设计等级为丙级的建筑桩基可根据原位测试和经验参数确定；

3 根据土的物理指标与承载力参数之间的经验关系估算Ra时，宜按式（5.2.2-1）计算：

  （5.2.2-1）

  （5.2.2-2）

 （5.2.2-3）

  （5.2.2-4）

  （5.2.2-5）

 （5.2.2-6）

 （5.2.2-7）

 式中：—— 螺杆灌注桩单桩竖向极限承载力标准值；

、、—— 螺杆灌注桩螺纹段、直杆段、扩大体总极限侧阻力标准值；

 —— 螺杆灌注桩桩端极限端阻力标准值；

 —— 螺杆灌注桩扩大体极限端阻力标准值；

 —— 螺杆灌注桩桩身范围内第i层土的极限侧阻力标准值，可根据工程经验取值；无经验时，可按《建筑桩基技术规范》JGJ94表5.3.5-1中混凝土预制桩取值，即附录H.1；

 —— 螺杆灌注桩桩端所在土层极限端阻力标准值，可根据工程经验取值；无经验时，可按《建筑桩基技术规范》JGJ94表5.3.5-2中混凝土预制桩取值，即附录H.2；

 —— 螺杆灌注桩扩大体底面所在土层极限端阻力标准值，可根据工程经验取值；无经验时，可按《建筑桩基技术规范》JGJ94表5.3.5-2中混凝土预制桩取值，即附录H.2；

 —— 桩身周长，;

 —— 桩端面积，;

 —— 扩大体截面积，无经验时可按：;

 —— 桩周第i层土的厚度;

 —— 螺纹段第i层土的桩侧极限阻力提高系数，按表5.2.2取值，无经验时取低值，通过静载试验得到数据后再进行优化调整；

 —— 直杆段与扩大体段第i层土的桩侧极限侧阻力标准值的提高系数，可根据工程经验确定，无经验时依据土性选择=1.0~1.2；粉土、黏性土、黄土、粉细砂宜取低值，砾砂、砾砂土、卵石、碎石、全风化岩、强风化岩、中风化软岩宜取高值；取值宜根据现场单桩静载试验结果或当地已有试桩资料进行验证和调整。

—— 安全系数，取K=2;

**表5.2.2 螺纹段第**i**层土的桩侧极限侧阻力提高系数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土的名称 | 土的状态 | 桩侧阻力提高系数 |
| 黏性土 | 软塑 | 1.2～1.5 |
| 可塑 | 1.5～1.8 |
| 硬塑、坚硬 | 1.2～1.5 |
| 粉土 | 稍密 | 1.7～2.0 |
| 中密 | 1.5～1.7 |
| 密实 | 1.3～1.5 |
| 粉细砂 | 稍密 | 1.8～2.1 |
| 中密 | 1.5～1.8 |
| 密实 | 1.2～1.5 |
| 中砂 | 中密 | 1.5～1.8 |
| 密实 | 1.2～1.5 |
| 粗砂 | 中密 | 1.5～1.8 |
| 密实 | 1.2～1.5 |
| 砾砂 | 中密 | 1.5～1.8 |
| 密实 | 1.2～1.5 |
| 圆砾、角砾 | 中密、密实 | 1.2～1.5 |
| 卵石、碎石 | 中密、密实 | 1.2～1.5 |
| 风化岩 | 全风化、强风化 | 1.2～1.5 |
| 中风化 | 1.0～1.2 |

**5.2.3** 螺杆灌注桩用于嵌岩桩时单桩竖向极限承载力由桩周土总极限侧阻力和嵌岩段总极限阻力组成。当根据岩石单轴抗压强度确定单桩竖向极限承载力标准值时，可按下列公式估算：

 (5.2.3-1)

  (5.2.3-2)

式中：——为螺杆灌注桩嵌岩段总极限阻力标准值;

 ——岩石单轴饱和抗压强度标准值，黏土岩取天然湿度单轴抗压强度标准值；

 ——嵌岩段侧阻和端阻综合系数，可按表5.2.3取值；

——桩端面积。

**表5.2.3 螺杆桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 嵌岩深径比 | 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 | — | — | — | — |

**5.2.4** 螺杆灌注桩桩身承载力除应验算桩顶轴心抗压承载力外，尚应验算桩身直径变径处的桩身抗压承载力。

1 螺杆灌注桩的桩顶轴心抗压承载力验算应符合下式规定：

 （5.2.4-1）

式中：——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；

——螺杆灌注桩施工工艺系数，一般可取0.7～0.8；

——混凝土轴心抗压强度设计值，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；

——桩身直杆段截面面积，此处桩径为螺杆桩外径(桩身直杆段直径)，= 。

2 螺杆灌注桩桩身螺纹段的抗压承载力验算应符合下式规定：

 （5.2.4-2）

 （5.2.4-3）

式中：——相应于荷载效应基本组合时，作用于螺杆灌注桩上部直杆段底部的轴向压力设计值；

——桩身螺纹段截面面积，= ，为螺杆灌注桩桩芯直径。

**5.2.5** 对于桩身周围有液化土层的低承台桩基，当承台底面下分别有厚度不小于1.5m、1.0m的非液化土时，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。土层液化折减系数可按表5.2.5确定。

**表5.2.5 土层液化折减系数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| λN=N/Ncr | 自地面算起的液化土层深度dL (m) |  |
| λN≤0.6 | dL≤1010<dL≤20 | 01/3 |
| 0.6<λN≤0.8 | dL≤1010<dL≤20 | 1/32/3 |
| 0.8<λN≤1.0 | dL≤1010<dL≤20 | 2/31.0 |
| 注：N为饱和土标贯击数实测值；Ncr为液化判别标贯击数临界值。 |

当承台底面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取0。

* 1. 竖向抗拔承载力

**5.3.1** 确定桩的抗拔承载力特征值应符合下列规定：

1 设计等级为甲级和乙级的建筑桩基，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。试验方法及承载力取值应按JGJ 106执行，在同一条件下的试桩数量，不少于总桩数的1%，且不少于3根。

2 设计等级为丙级的建筑桩基，单桩呈非整体破坏时，在纵筋满足要求的条件下，单桩竖向抗拔承载力特征值可按式（5.3.1-1）计算：

 （5.3.1-1）

 （5.3.1-2）

 （5.3.1-3）

  （5.3.1-4）

式中: —— 单桩竖向抗拔承载力特征值；

、、 ——螺杆灌注桩螺纹段、直杆段、扩大体单桩抗拔极限承载力标准值；

  —— 抗拔系数，无经验时可按表5.3.1取值。

**表5.3.1 抗拔系数**

|  |  |
| --- | --- |
| 土类 | 值 |
| 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，取小值。

**5.3.2** 确定钢筋混凝土轴心抗拔桩正截面受压承载力应符合下式（65.3.2）规定：

 (5.3.2)

式中：*N*——荷载效应基本组合下的桩顶轴向拉力设计值；

——钢筋的抗拉强度设计值；

——钢筋截面面积。

**5.3.3** 螺杆灌注桩用于抗拔时应进行抗裂和裂缝宽度验算，验算方法按《建筑桩基技术规范》JGJ94的有关规定执行，螺纹段取内径。

* 1. 单桩水平承载力

**5.4.1** 确定单桩水平承载力特征值应符合下列规定：

1 设计等级为甲级、乙级的建筑桩基，单桩水平极限承载力标准值应通过现场单桩水平静载试验确定。试验方法及承载力取值应按JGJ 106执行，在同一条件下的试桩数量，不少于总桩数的1%，且不少于3根；

2 对于桩身正截面配筋率要求不小于0.65%的灌注桩，可根据静载试验结果取地面处水平位移为10mm（对于水平位移敏感的建筑物取水平位移6mm）所对应的荷载的75%为单桩水平承载力特征值；

3 对于桩身配筋率小于0.65%的灌注桩，可取单桩水平静载试验的临界荷载的75%为单桩水平承载力特征值；

4 当缺少单桩水平静载试验资料时，对于桩身配筋率小于0.65%的桩，其单桩水平承载力特征值可按式（5.4.1-1）估算：

  （5.4.1-1)

式中：*α* ——桩的水平变形系数，按本规范第5.4.2条确定；

*R*ha——单桩水平承载力特征值，“±”根据桩顶竖向力性质确定，压力取“+”，拉力取“-”；

*γ*m——桩截面模量塑性系数，圆形截面*γ*m=2；

*f*t ——桩身混凝土抗拉强度设计值；

*W*0 ——桩身换算截面受拉边缘的截面模量；

圆形截面为：

其中*d*——桩芯直径；

 *d*0——扣除保护层厚度的桩芯直径；

*α*E——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值；

*ν*M——桩身最大弯距系数，按表5.4.1取值，当单桩基础和单排桩基纵向轴线与水平力方向相垂直时，按桩顶铰接考虑；

**——桩身配筋率；

*A*n ——桩身换算截面积，圆形截面为：；

*ζ*N—— 桩顶竖向力影响系数，竖向压力取0.5，竖向拉力取1.0；

*N*k——在荷载效应标准组合下桩顶的竖向力（kN）。

 **表5.4.1 桩顶（身）最大弯矩系数和桩顶水平位移系数**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 桩顶约束情况 | 桩的换算埋深（*αh*） |  |  |
| 铰接、自由 | 4.03.53.02.82.62.4 | 0.7680.7500.7030.6750.6390.601 | 2.4412.5022.7272.9053.1633.526 |
| 固接 | 4.03.53.02.82.62.4 | 0.9260.9340.9670.9901.0181.045 | 0.9400.9701.0281.0551.0791.095 |
| 注1 ：铰接（自由）的系桩身的最大弯矩系数，固接的系桩顶的最大弯矩系数； 注2 ：当*αh*＞4时，取*αh* = 4.0。 |

5 当桩的水平承载力由水平位移控制，且缺少单桩水平静载试验资料时，对于桩身配筋率不小于0.65%的桩，其单桩水平承载力特征值可按式（5.4.1-2）估算：

 (5.4.1-2）

式中：

 EI——桩身抗弯刚度，对于钢筋混凝土桩=；其中为混凝土弹性模量，为桩身换算截面惯性矩；圆形截面为= ；

*x*0*a*—— 桩顶允许水平位移；

*νx*—— 桩顶水平位移系数，按表5.4.1取值，取值方法同*ν*M。

**5.4.2** 桩的水平变形系数和地基土水平抗力系数的比例系数m可按下式（5.4.2）规定确定：

1 桩的水平变形系数（1/*m*）

 (5.4.2）

式中：*m*——桩侧土水平抗力系数的比例系数；

——桩身计算宽度(m)；

圆形桩：当直径*d*≤1m 时，＝0.9（1.5*d*＋0.5）；

当直径*d*＞1m 时，＝0.9（*d*＋1）；

EI——桩身抗弯刚度，按本规范第5.4.1条的规定计算。

2 地基土水平抗力系数的比例系数*m*，宜通过单桩水平静载试验确定，当无静载试验资料时，可按表5.4.2取值。

**表5.4.2 地基土水平抗力系数的比例系数m值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 地基土类别 | *m*（MN/m4） | 相应单桩在地面处水平位移（mm） |
| 1 | 淤泥；淤泥质土 | 2.5～6 | 6～12 |
| 2 | 流塑（*I*L＞1）、软塑状（0.75＜*I*L≤1）黏性土；*e*＞0.9 粉土；松散粉细砂；松散、稍密填土 | 6～14 | 4～8 |
| 3 | 可塑状（0.25＜*I*L≤0.75）黏性土；*e*＝0.75～0.9 粉土；中密填土；稍密细砂 | 14～35 | 3～6 |
| 4 | 硬塑状（0＜*I*L≤0.25）、坚硬状（*I*L≤0）黏性土；*e*＜0.75 粉土；中密的中粗砂；密实老填土 | 35～100 | 2～5 |
| 5 | 中密、密实的砾砂、碎石类土 | 100～300 | 1.5～3 |
| 注1 ：当桩顶水平位移大于表列数值或灌注桩配筋率较高（≥0.65%）时，*m*值应适当降低； 注2 ：当水平荷载为长期或经常出现的荷载时，应将表列数值乘以0.4降低采用； 注3 ：当地基为可液化土层时，应将表列数值乘以本标准表5.2.5中相应的系数。 |

**5.4.3** 螺杆灌注桩用于基坑支护时，设计应符合JGJ 120的有关规定。

* 1. 桩基沉降验算

**5.5.1** 下列建筑物的桩基应进行沉降计算：

1 设计等级为甲级的非嵌岩桩和非深厚坚硬持力层的桩基；

2 设计等级为乙级的体型复杂、荷载分布显著不均匀或桩端平面以下存在软弱土层的桩基；

3 软土地基多层建筑减沉复合疏桩基础。

**5.5.2** 建筑桩基沉降变形计算值不应大于建筑物变形允许值。

**5.5.3** 桩基变形可用下列指标表示：

1 沉降量；

2 沉降差；

3 整体倾斜（建筑物桩基础倾斜方向两端点的沉降差与其距离之比值）；

4 局部倾斜（墙下条形承台沿纵向某一长度范围内桩基础两点的沉降差与其距离之比值）。

**5.5.4** 建筑桩基变形允许值应按表5.5.4规定采用。

**表5.5.4 建筑桩基沉降变形允许值**

|  |  |
| --- | --- |
| 变 形 特 征 | 允 许 值 |
| 砌体承重结构基础的局部倾斜 | 0.002 |
| 各类建筑相邻柱（墙）基的沉降差（1）框架、框架－剪力墙、框架－核心筒结构（2）砌体墙填充的边排柱 （3）当基础不均匀沉降时不产生附加应力的结构 | 0.0020.00070.005 |
| 单层排架结构(柱距为6m)桩基的沉降量(mm) | 120 |
| 桥式吊车轨面的倾斜(按不调整轨道考虑)纵向横向 | 0.0040.003 |
| 多层和高层建筑的整体倾斜 | Hg≤2424＜Hg≤6060＜Hg≤100Hg＞100 | 0.0040.0030.00250.002 |
| 高耸结构桩基的整体倾斜 | Hg≤2020＜Hg≤5050＜Hg≤100100＜Hg≤150150＜Hg≤200200＜Hg≤250 | 0.0080.0060.0050.0040.0030.002 |
| 高耸结构基础的沉降量(mm) | Hg≤100100＜Hg≤200200＜Hg≤250 | 350250150 |
| 体型简单的剪力墙结构高层建筑桩基最大沉降量(mm) | — | 200 |
| 注： 为相邻柱（墙）两测点间距离，Hg为自室外地面算起的建筑物高度（m）。 |

**5.5.5** 计算桩基础沉降时，最终沉降量宜按等效作用分层总和法计算。等效作用面位于桩端平面，等效作用面积为桩承台投影面积，等效作用附加压力近似取承台底平均附加压力。等效作用面以下的应力分布采用各向同性均质线性变形体理论；计算应按GB 50007执行。

* 1. 复合地基承载力计算

**5.6.1** 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。

**5.6.2** 螺杆灌注桩复合地基承载力特征值，应通过现场复合地基静载荷试验或基桩竖向承载力静载试验结果和其周边土的承载力特征值结合经验确定，初步设计时可按式（5.6.2）估算：

  (5.6.2)

式中： ——复合地基承载力特征值；

——单桩竖向承载力特征值；

——单桩承载力发挥系数，如无经验时可取0.8～0.9，褥垫层的厚度与螺杆灌注桩素混凝土桩直径比小时取大值；

*m*——面积置换率，；D为螺杆灌注桩直杆段直径（m），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=1.05s，正方形布桩=1.13s；矩形布桩=1.13，s、、分别为桩间距、纵向桩间距和横向桩间距；

 —— 桩身直杆段截面面积；

——桩间土承载力折减系数，宜按地区经验取值，如无经验时可取0.9～1.0，天然地基承载力较高时取大值，对变形要求高的建筑取较低值；

——处理后桩间土承载力特征值，宜按地区经验取值，如无经验时，可取天然地基承载力特征值。

**5.6.3** 复合地基桩体试块抗压强度平均值应满足式（5.6.3-1）要求。当对复合地基承载力进行基础深度修正时，桩体试块抗压强度平均值应满足式（5.6.3-2）要求。

  (5.6.3-1)

 (5.6.3-2)

式中：——桩体混凝土试块（边长150mm立方体）标准养护28d抗压强度平均值；

——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；

——基础埋置深度（m）；

——深度修正后的复合地基承载力特征值。

**5.6.4** 复合地基与基础之间应铺设褥垫层，并符合下列规定：

1 褥垫层材料宜采用中砂、粗砂、碎石、级配砂石。碎石、级配砂石的最大粒径不宜大于30mm，其厚度宜取150mm～300mm。当需要桩承受较大荷载时，褥垫层厚度取较低值；需要土承受较大荷载时，褥垫层厚度可取较高值；桩顶标高与褥垫层底面标高齐平；

2 褥垫层的夯填度不应大于0.90。夯填度的检查方法是用钢尺量测夯实后和虚铺的褥垫层厚度，比计算出两者的比值。

**5.6.5** 桩端以下存在软弱下卧层时，应按GB 50007有关规定验算软弱下卧层的承载力。

* 1. 复合地基沉降计算

**5.7.1** 桩端复合地基变形不应大于建筑物的变形允许值。

**5.7.2** 地基处理后的变形计算可采用复合模量法应按GB 50007执行。复合土层的分层与天然地基相同，各复合土层的压缩模量等于该层天然地基压缩模量的倍。值可按式（5.7.2）确定。

  （5.7.2)

有可靠依据及成熟经验时，也可采用其它方法计算。

**5.7.3** 地基变形计算深度应大于复合土层的厚度，并符合GB 50007地基变形计算深度的有关规定。

1. 施工
	1. 一般规定

**6.1.1** 螺杆灌注桩所用材料质量应符合设计要求及相关标准的规定。

**6.1.2** 施工前应进行成桩工艺试验，试桩应选择在有代表土层的区域进行，且试桩数量不宜少于3根。

**6.1.3** 施工前应编制专项施工方案，详细阐述施工工艺流程。

**6.1.4** 施工中各个工序应连续进行，如需停顿，且间隔时间超过混凝土初凝时间时，混凝土泵车罐内及管内混凝土应及时处理。成桩后应及时清除钻杆及导管内残留的混凝土。长时间停置时，应用清水将钻杆、导管、地泵清洗干净。

* 1. 施工准备

**6.2.1** 螺杆灌注桩施工前应具备以下资料：

1 建筑场地岩土工程详细勘察报告；

2 建筑物平面布置图；

3 桩基或复合地基施工图及图纸会审纪要；

4 建筑场地和相邻近区域内的建筑物、道路、地下管线、地下构筑物等相关资料；

5 施工桩机及其配套设备的技术性能资料；

6 桩基工程施工组织设计或专项施工方案及技术交底资料；

7 有关承载力、施工工艺试验参考资料；

8 混凝土、钢材等材料及其制品的质检报告。

**6.2.2** 螺杆灌注桩施工现场应具备下列条件：

1 施工场地应平整，施工工作面应满足桩机工作要求，不满足要求时应采取相应的技术措施；

2 施工前应清除地上和地下障碍物并平整场地，探明和清除桩位处的地下障碍物；

3 按平面布置图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。

**6.2.3** 施工前应进行图纸和施工方案交底，并做好原材料质量检验工作。

**6.2.4** 桩位放线定位前应设置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，并应复核桩位位置以减少偏差，经有关部门验线合格后方可施工。

**6.2.5** 螺杆灌注桩施工前应进行试桩，用以检测以下技术参数：

1 桩径是否满足设计要求；

2 成孔深度能力和成孔直径；

3 成孔终孔的控制电流及加压吨位；

4 相邻孔之间的影响；

5 每根桩的混凝土用量；

6 确定控制系统施工参数；

7 单桩破坏性静载试验。

如单桩破坏性静载试验结果满足设计要求，则将上述1～6项施工工艺参数作为正式施工时的工艺参数。

**6.2.6** 试桩钻孔到达设计深度后，应在钻机立柱上设置醒目标记，作为桩施工长度的依据，正式施工时，应根据地面高程和工作高差，作相应调整。

**6.2.7** 软土或回填土场地在设备进场前宜根据场地条件进行表面硬化处理。

* 1. 材料要求

**6.3.1** 宜采用和易性好、泌水性较小的预拌混凝土，强度等级符合设计要求，初凝时间不小于6h。素混凝土压灌桩砼灌注前坍落度宜为160mm～180mm，采用后插钢筋笼时灌注前的坍落度宜为 180mm～220mm。

**6.3.2** 水泥强度等级不应低于32.5，质量符合 GB 175 的规定，并具有出厂合格证明文件和检测报告。

**6.3.3** 应选用洁净中砂，含泥量不大于3%，质量符合 JGJ 52 的规定。

**6.3.4** 应选用质地坚硬的粒径10 mm～20 mm 的碎石或砾石，含泥量不大于2%，质量符合 JGJ 53 的规定。

**6.3.5** 宜选用Ⅰ级或Ⅱ级粉煤灰，掺入量分别不大于12%和20%，质量检验合格，掺量通过配比试验确定。

**6.3.6** 宜选用液体缓凝剂，质量符合相关标准要求，并应有性能检验报告，掺量和种类根据施工季节通过配比试验确定。

**6.3.7** 搅拌用水应符合JGJ 63 的规定。

**6.3.8** 钢筋品种、规格、性能符合现行国家产品标准和设计要求，并有出厂合格证明文件及检测报告。主筋可以选用 HRB400，加强筋可以选用 HRB335，箍筋可以选用 HPB300。

* 1. 施工工艺

**6.4.1** 螺杆灌注桩的施工工艺流程按图6.4.1执行。

施工准备

桩位测量放线及定位

桩机就位

双向控制垂直

下钻

按规定速度提钻同时泵压混凝土

钢筋笼套穿钢管与振功装置

后置法放钢筋笼

移位施工下一根

图6.4.1 螺杆灌注桩施工工艺流程

**6.4.2** 螺杆灌注桩下钻成孔应符合下列规定：

1 钻机开始下钻时下钻速度应缓慢；钻进过程中，钻头采用正向旋转，在钻机施加扭矩的同时施加竖向压力，在钻头达到设计桩端标高前，钻具不应反钻或提升钻杆；

2 钻头钻至设计标高后，钻头应停止旋转，将混凝土泵入钻杆内的空心管道，启运钻杆正向旋转，并提升钻具，提升速度应与混凝土泵送量相匹配，必须保证钻具内的混凝土高于自然地面不小于1m 。

**6.4.3** 螺杆灌注桩下钻终孔应符合下列规定：

1 终孔标准原则上应结合工程地质情况、单桩竖向承载力、入土深度、电流变化、桩端持力层性状及桩端进入持力层深度等因素综合考虑确定。终孔标准应定性分析达到的桩端持力层和电流，并定量分析最后 1m～3m的每米电流变化作为收桩的主要控制目标。终孔标准应通过静载试验或试沉桩确定。

2 桩端位于一般土层的摩擦型桩，应保证设计桩长，电流值作为参考。

3 桩端进入坚硬、硬塑的黏性土、中密以上粉土、砂土、卵石，极软岩～软岩时以电流值为主，控制桩长为辅。

4 若电流值达到要求而设计桩长未达到，应查明原因 ，一般以继续钻进1m～3m确定终孔。

* 1. 施工规定

**6.5.1** 施工场地天然地基承载力应不小于120kPa，且应满足承载螺杆桩机自重的要求。
**6.5.2** 螺杆灌注桩成桩设备应满足螺杆灌注桩成桩工艺的以下需求：
  1 具有能实现同步技术与非同步技术的自动控制系统；
  2 额定直流输出扭矩不小于200kN·m。
**6.5.3** 螺杆灌注桩成桩工艺可分为下钻工艺和提钻工艺，下钻工艺和提钻工艺又可分别分为直杆段工艺和螺纹段工艺，详见表6.5.3。施工时应根据地质情况、设计要求选择适合的工法组合。

**表6.5.3 螺杆灌注桩成桩工法表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 桩段 | 下钻 | 提钻 |
| 直杆段 | 常规工法 | 正向同步技术 | 正向（扫螺） |
| 坚硬土层 | 正向非同步技术 |
| 螺纹段 | 正向同步技术 | 反向同步技术 |

螺杆灌注桩上部直杆段范围采用直杆段工艺，下部螺纹段范围采用螺纹段工艺。
 **6.5.4** 螺杆灌注桩施工应根据试打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，以避免造成串浆或挤土效应
 **6.5.5** 桩机就位后必须保证平整、稳固，确保在成桩过程中不发生倾斜和偏移，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。
 **6.5.6** 在下钻前试泵1～2泵并返泵，必须在提钻的同时连续泵送混凝土，严禁间接泵送，即禁止先泵送再提钻。
 **6.5.7** 提钻速度：
   1 提钻速度应根据试桩的混凝土用量和混凝土泵的排量计算确定；
   2 成桩过程应连续进行；
   3 直杆段范围内的提钻速度应小于螺纹段；
   4 提钻至软土层时应适当放慢提钻速度。
**6.5.8** 严禁直提钻杆。
**6.5.9** 钢筋笼制作、安装
  1 钢筋笼制作及允许偏差应根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ94执行，应符合表6.5.9的规定；

**表6.5.9 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 |

2 螺旋筋与主筋应采用焊接，不得采用绑扎连接，笼底部应收口，形成漏斗状；

3 钢筋笼应采用后插笼工艺，一次到位；

4 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，将钢筋笼拉入桩体；

5 为保证钢筋笼安装时位于桩中心，钢筋笼的上部和下部按水平部分分别设置一道耳筋，每道耳筋的数量应不少于主筋数量的一半。
**6.5.10** 螺杆灌注桩泵送混凝土注意事项：

1 钻头提离设计桩顶前不应停泵，提钻及泵送过程应连续进行；

2 超灌高度宜为50～70cm；

3 施工中每根桩的实际灌入量不得小于理论计算量，充盈系数宜为1.05～1.20。

**6.5.11** 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。

**6.5.12** 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。

* 1. 施工质量控制

**6.6.1** 施工前应进行以下检测和试验：

1 钻具尺寸检测；

2 同步控制试验；

3 成孔试验，检测成孔深度和效率，结合混凝土供应情况确定混凝土缓凝时间指标，将钻进过程中的电流整理成表，与岩土工程勘察报告中的土层性质比对，将电流统计值作为本工程的收桩依据；对桩顶和地面土体的竖向和水平位移进行系统观测，如挤土效应明显应采取相应技术措施；

4 成桩试验，计算出本工程的充盈系数，存在挤土敏感土层、易窜孔土层时应做不同施工间距的成桩试验，确定本工程的合理最小施工间距。

**6.6.2** 桩位按设计要求确定后，在桩中心点上插一标杆，移动施工钻机至施工桩位，桩机就位后，校正垂直度至允许误差范围，使钻杆垂直并对准桩位中心，确保垂直度不小于1.0%。
**6.6.3** 如泵送过程被中断，应将泵送发生中断时的深度记录，发生泵送中断的桩应检测其桩身质量。

**6.6.4** 提钻速度与泵送速度可根据式6.6.4-1和6.6.4-2计算，并应满足表6.4.4要求，泵送过程应连续进行。

 （6.6.4-1）

 （6.6.4-2）

式中： 、 ——直杆段、螺纹段提钻速度（m/min）；

 ——混凝土泵填充系数，一般可取0.7～0.8；

 ——泵送速度（泵/min），一般为8～12泵，混凝土泵行程较大时取低值；

 ——每泵理论体积（m3），根据混凝土泵缸径和行程计算；

 ——充盈系数；

 、—直杆段、螺纹段横截面积（m2）。

**表6.6.4 最大提钻速度取值表**

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

**6.6.5** 连续泵送过程如发生中断，应先正向同步下钻一周，再恢复泵送。

**6.6.6** 清运弃土时应注意保护桩位放线点。检查成孔质量合格后应尽快灌注混凝土。混凝土灌注须留混凝土试件，每灌注50m3混凝土应取1组试件；每个灌注台班灌注量不足50m3时应每个灌注台班取1组试件。

**6.6.7** 应根据试桩时的混凝土用量计算出充盈系数作为本工程的标准充盈系数，每根桩记录和计算充盈系数，充盈系数与标准充盈系数相差较大的桩应检测其桩身完整性。

**6.6.8** 当基桩龄期达14d后方可破除桩头，素混凝土桩可用手提切割锯割除桩头，钢筋混凝土桩可用风镐将桩头凿至设计标高，严禁横向锤击桩头。

* 1. 褥垫层

**6.7.1** 铺设厚度应均匀，厚度允许偏差±10mm。

**6.7.2** 褥垫层铺设范围应超过基础边缘，超出宽度不小于褥垫层厚度，虚铺厚度按夯填度计算确定。

**6.7.3** 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小时，也可采用动力夯实法, 夯填度不应大于 0.9。

* 1. 成品保护

**6.8.1** 施工前应确定钻机行走路线，避免钻机碾压成品桩。

**6.8.2** 施工时，宜及时清运钻孔弃土。清运弃土应与灌注桩施工配合进行，严禁设备碰撞灌注桩。清运弃土时应注意保护桩位放线点。

1. 检查与验收
	1. 一般规定

**7.1.1** 桩基工程应进行桩位、桩长、桩径、桩身质量、垂直度及承载力检验。

**7.1.2** 砂、石子、水泥、钢材等桩体原材料质量的检验项目和检验方法应符合现行有关标准。

**7.1.3** 对砂、石子、水泥、钢材等桩体原材料质量检验应符合国家现行有关标准的规定。

* 1. 检验与检测

**7.2.1** 施工前应检验桩位，桩位偏差应符合 GB 50202 的规定。

**7.2.2** 施工前应进行下列检验：

1 在现场拌制混凝土的，对原材料质量与计量、混凝土配合比、坍落度等进行检查；使用预拌混凝土的，应有产品合格证和搅拌站提供的质量检查资料；

2 制作钢筋笼时，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等进行检查。

**7.2.3** 螺杆灌注桩钢筋笼质量检验应符合表7.2.3 的要求。

**表7.2.3 钢筋笼质量检验标准**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 序号 | 检查项目 | 允许偏差或允许值 | 检查方法 |
| 主控项目 | 1 | 主筋间距 | ±10mm | 用钢尺量 |
| 2 | 钢筋笼长度 | ±100mm | 用钢尺量 |
| 一般项目 | 1 | 钢筋材质检验 | 设计要求 | 抽样送样 |
| 2 | 箍筋间距 | ±20mm | 用钢尺量 |
| 3 | 钢筋笼直径 | ±10mm | 用钢尺量 |

**7.2.4** 施工过程中应进行下列检验：

1 灌注混凝土前，对已成孔的中心位置、孔深、孔径及垂直度进行检验；

2 对钢筋笼安放的实际位置等进行检查，并填写相应质量检测、检查记录；

3 检查单桩灌注方量和灌注完成时间等。

**7.2.5** 螺杆灌注桩质量检验宜符合表7.2.5的要求。

**表7.2.5 螺杆灌注桩质量检验标准**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 序号 | 检查项目 | 允许偏差或允许值 | 检查方法 |
| 主控项目 | 1 | 桩位 | 1 根～3 根桩、条形桩基沿垂直轴线方向和群桩基础中的边桩：70 mm；条形桩基沿轴线方向和群桩基础的中间桩：150mm；支护桩桩位允许偏差，不宜大于50mm。 | 用钢尺和全站仪量测 |
| 2 | 孔深 | +300mm | 测钻杆长度，应确保进入设计要求的持力层深度 |
| 3 | 混凝土强度 | 设计要求 | 试件报告或钻芯取样送检 |
| 一般项目 | 1 | 垂直度 | 桩基：不大于 1%支护桩：不大于 0.5% | 用经纬仪/钻机水平尺 |
| 2 | 桩径 | -20mm | 用钢尺量 |
| 3 | 桩顶标高 | +30mm，-50mm | 用水准仪，需扣除桩顶浮浆层及劣质桩体 |
| 4 | 保护层厚度 | ±20mm | 用钢尺量 |
| 5 | 混凝土坍落度 | 180mm～220mm | 用坍落度仪 |
| 6 | 钢筋笼插入深度 | ±100mm | 用钢尺量 |
| 7 | 混凝土充盈系数 | ＞1 | 检查每根桩的实际灌注量 |
| 注：桩径允许偏差的负值是指个别断面。 |

**7.2.6** 褥垫层材料宜采用中砂、粗砂、级配砂石和碎石等，最大粒径不宜大于30 mm。

**7.2.7** 施工完成后应按桩基或复合地基的要求检查桩位偏差和桩顶标高。

**7.2.8** 后插钢筋笼灌注桩应进行桩身完整性和单桩承载力抽样检测；复合地基应进行桩身完整性、复合地基载荷试验和单桩承载力抽样检测。

**7.2.9** 现场检测前应调查、收集下列资料：

1 收集被检测工程的岩土工程勘察资料、桩基或地基设计图纸、施工记录；了解施工工艺和施工中出现的异常情况。

2 明确委托方的具体要求；

3 检测项目现场实施的可行性。

**7.2.10** 应根据调查结果和检测目的，选择检测方法并制定检测方案。检测方案宜包含以下内容：工程及地质概况、检测方法及其依据的标准、抽样方案，所需的机械或人工配合，试验周期。

**7.2.11** 检测开始时间应符合下列规定：

1 当采用低应变法检测时，受检桩混凝土强度至少达到设计强度的70%，且不小于15 MPa；

2 当采用钻芯法检测时，受检桩的混凝土龄期达到28 d 或同条件养护的预留试块强度达到设计强度；

3 承载力检测前的休止时间除应达到本条第2款规定的桩身混凝土强度外，当无成熟的地区经验时，尚不应少于表7.2.11规定的时间。

**表7.2.11 休止时间**

|  |  |
| --- | --- |
| 土的类别 | 休止时间（d） |
| 砂土 | 7 |
| 粉土 | 10 |
| 黏性土 | 非饱和 | 15 |
| 饱和 | 25 |

**7.2.12** 受检桩应先进行桩身完整性检测，后进行承载力检测。当基础埋深较大时，桩身完整性检测和承载力检测应在基坑开挖至基底标高后进行。

**7.2.13** 采用低应变法检测基桩桩身完整性应符合下列规定：

1 建筑桩基设计等级为甲级或地基条件复杂的工程，检测数量不少于总桩数的30%，且不少于20根；其它桩基工程，检测数量不少于总桩数的20%，且不少于10根；

2 每个柱下承台检测桩数不少于1根；

3 护坡桩工程，检测数量不少于总桩数的20%，且不少于5 根；

4 桩身完整性检测宜采用低应变法，当低应变法不能全面评价基桩完整性时，按不少于总桩数10%的比例采用钻芯法检测。

**7.2.14** 单桩承载力的检测应采用静载试验法，并应符合下列规定：

1 单桩竖向抗压承载力检测时，检测数量不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，检测数量不少于2根；

2 单桩竖向抗拔承载力和单桩水平承载力检测时，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。

**7.2.15** 复合地基检测应符合下列规定：

1 采用低应变法检测素混凝土灌注桩桩身完整性，检测数量不低于总桩数的 10%，每个柱下承台检测桩数不少于 1 根；

2 复合地基载荷试验和单桩静载荷试验的检测数量不少于总桩数的 1%，且每个单体工程的复合地基静载荷试验的检测数量不少于 3 个点。单桩竖向抗拔承载力和单桩水平承载力检测时，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。

**7.2.16** 验收检测的受检桩选择宜符合下列规定：

1 施工质量有疑问的桩；

2 设计方认为重要的桩；

3 局部地质条件出现异常的桩；

4 施工工艺不同的桩；

5 承载力验收检测时适量选择完整性检测中判定为Ⅲ、Ⅳ类桩；

6 除上述规定外，同类型桩宜均匀随机分布。

**7.2.17** 检测报告应结论明确、用词规范。检测报告应包含以下内容：

1 委托方名称，工程名称、地点，建设、勘察、设计、监理和施工单位名称，基础与结构型式；

2 建筑层数、设计要求、检测目的、检测依据、检测数量和检测日期；

3 地质条件描述；

4 受检桩的桩型、尺寸、桩号、桩位、桩顶标高和相关施工记录；

5 检测方法、检测仪器设备和检测过程叙述；

6 受检桩的检测数据、实测与计算分析曲线、表格和汇总结果；

7 与检测内容相应的检测结论。

* 1. 验收

**7.3.1** 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。

**7.3.2** 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、设计变更单及材料使用通知单等；

2 经审定的施工组织设计、施工方案及执行中的变更单；

3 桩位测量放样图，包括工程桩位线复核签证单；

4 原材料的质量合格证和检验报告；

5 施工记录及隐蔽工程验收文件；

6 成桩质量检查报告；

7 桩基或复合地基检测报告；

8 桩基竣工平面图及桩顶标高图。

附录A 螺杆灌注桩大样图

注：L—设计桩长；L1—直杆段桩长；L2—螺纹段桩长；D—桩直杆段直径；d—桩芯直径；d1—螺牙根部厚；d2—螺牙端部厚；b—螺牙宽； h—螺牙与螺牙之间的中到中距离。

附录B 多个扩大体构造方式的螺杆灌注桩大样图



附录C 使用组合式齿状螺纹钻具的螺杆灌注桩大样图



注：a—直杆段；b—大直径螺纹段；c-小直径螺纹段。

附录D 螺杆灌注桩成桩工艺过程示意图



1. （b） （c） （d） （e）

注：(a)第一步：钻机定位；(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，形成螺杆灌注桩。

附录E 消除桩挤土效应的屏障技术示意图



（a） （b） （c） （d） （e）

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，形成直杆状取土型桩体。最终形成上部为取土型、下部为挤土型的部分挤土型桩。

附录F 螺杆灌注桩质量控制记录表

|  |
| --- |
| 螺杆灌注桩灌注质量控制记录表 |
| 施工部位：  |
|  记录桩号 | 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） | 桩长（m） | 理论泵送次数 | 实际泵送次数 | 备注 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

附录G 螺杆灌注桩施工记录表

表G.0.1 螺杆灌注桩施工记录表

施工单位：

工程名称： 编 号：

设计有效桩长： m 设计桩径： mm

混凝土坍落度： cm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 施工 工日期 | 序号 | 桩编号 | 桩入土深度（m） | 施工桩长(m) | 钻孔时间 | 泵送时间 | 投料量(m³) | 地面标高(m) | 桩顶标高(m) | 持力层钻进电流最大值(A) |
| 起 | 止 | 起 | 止 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

记录（签名）： 机长（签名）： 现场技术主管（签名）： 监理（签名）：

附 录 H 桩的极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值

表H.1 螺杆灌注桩极限侧阻力标准值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土的名称 | 土的状态 | *qsik*（kPa） |
| 填土 | — | *22*～30 |
| 淤泥 | — | *14*～20 |
| 淤泥质土 | — | *22*～30 |
|  黏性土 | 流塑 | IL＞1 | 24～40 |
| 软塑 | 0.75＜IL≤1 | 40～55 |
| 可塑 | 0.50＜IL≤0.75 | 55～70 |
| 硬可塑 | 0.25＜IL≤0.50 | 70～86 |
| 硬塑 | 0＜IL≤0.25 | 86～98 |
| 坚硬 | IL≤0 | 98～105 |
| 红黏土 | 0.7＜*aw*≤1 | 13～32 |
| 0.5＜*aw*≤0.7 | 32～74 |
| 粉土 | 稍密 | *e*＞0.90 | 26～46 |
| 中密 | 0.75＜*e*≤0.90 | 46～66 |
| 密实 | *e*≤0.75 | 66～88 |
| 粉细砂 | 稍密 | 10＜N≤15 | 24～48 |
| 中密 | 15＜N≤30 | 48～66 |
| 密实 | N＞30 | 66～88 |
| 中砂 | 中密 | 15＜N≤30 | 54～74 |
| 密实 | N＞30 | 74～95 |
| 粗砂 | 中密续表H.1 | 15＜N≤30 | 74～95 |
| 密实 | N＞30 | 95～116 |
| 砾砂 | 稍密 | 5＜N63.5≤15 | 70～110 |
| 中密、密实 | N63.5＞15 | 116～138 |
| 圆砾、角砾 | 中密、密实 | N63.5＞10 | 160～200 |
| 碎石、卵石 | 中密、密实 | N63.5＞10 | 200～300 |
| 全风化软质岩 | 30＜N≤50 | 100～120 |
| 全风化硬质岩 | 30＜N≤50 | 140～160 |
| 强风化软质岩 | N63.5＞10 | 160～240 |
| 强风化硬质岩 | N63.5＞10 | 220～300 |
| 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）*aw*为含水比，*aw*=*w/wl*，*w*为土的天然含水量，*wl*为土的液限；（3）N为标准贯入实测击数；N63.5为重型圆锥动力触探试验实测击数； （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*frk*≤15MPa、*frk*＞30MPa的岩石。 |

表H.2 螺杆灌注桩极限端阻力标准值（kPa）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土的名称 | 土的状态 | *qpk*（kPa） |
| *l*≤9m | 9m＜*l*≤16m | 16m＜*l*≤30m | *l*＞30m |
| 黏性土 | 软塑 | 0.75＜IL≤1 | 210～850 | 650～1400 | 1200～1800 | 1300～1900 |
| 可塑 | 0.50＜IL≤0.75 | 850～1700 | 1400～2200 | 1900～2800 | 2300～3600 |
| 硬可塑 | 0.25＜IL≤0.50 | 1500～2300 | 2300～3300 | 2700～3600 | 3600～4400 |
| 硬塑 | 0＜IL≤0.25 | 2500～3800 | 3800～5500 | 5500～6000 | 6000～6800 |
| 粉土 | 中密 | 0.75≤e≤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≤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 | 9500～10000 |
| 砾砂 | 6000～9500 | 9000～10500 |
| 角砾、圆砾 | 中密密实 | N63.5＞10 | 7000～10000 | 9500～11500 |
| 碎石、卵石 | N63.5＞10 | 8000～11000 | 10500～13000 |
| 全风化软质岩 | 30＜N≤50 | 4000～6000 |
| 全风化硬质岩 | 30＜N≤50 | 5000～8000 |
| 强风化软质岩 | N63.5＞10 | 6000～9000 |
| 强风化硬质岩 | N63.5＞10续表H.2 | 7000～11000 |
| 中风化软质岩 | N63.5＞10 | 9000～13000 |
| 注：（1）砂土和碎石类土中桩的极限端阻力取值，宜综合考虑土的密实度，桩端进入持力层的深径比*hb/d*，土愈密实，*hb/d*愈大，取值愈高；（2）全风化、强风化软质岩和全风化、强风化硬质岩指其母岩分别为*frk*≤15MPa、*frk*>30MPa的岩石；（3）当按岩性（软、硬）和风化程度（全风化、强风化）难以确定桩端承载力时，可参考相近的土的类别来确定桩端承载力；（4）N为标准贯入实测击数，N63.5为重型圆锥动力触探试验实测击数。 |

本规范用词说明

**1** 为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：

 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有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《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

《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175

《建筑基坑支护技术规范》JGJ 120

《混凝土拌和用水标准》JGJ 63

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202

《复合地基技术规范》GB/T 50783

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52

《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ 53

《高层建筑岩土工程勘察规程》JGJ 72

《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

《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》DBJ/T45-066

广西壮族自治区工程建设地方标准

螺杆灌注桩技术规程

XXXXXXX

条文说明

目 次

[1 总 则 62](#_Toc9682)

[2 术语和符号 63](#_Toc24478)

[2.1术语 63](#_Toc17592)

[3 基本规定 66](#_Toc338)

[4 勘察 67](#_Toc3104)

[4.2勘探点平面布置 67](#_Toc16550)

[4.4勘察成果和评价 67](#_Toc1093)

[5 设计 68](#_Toc9986)

[5.1一般规定 68](#_Toc626)

[5.2竖向抗拔承载力 69](#_Toc16349)

[6 施工 70](#_Toc2137)

[6.2施工准备 70](#_Toc7388)

[6.5施工规定 70](#_Toc1251)

[7 质量检查与验收 71](#_Toc19914)

1. 总 则
2.

螺杆灌注桩适用范围广泛，在各种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外的建筑和市政工程中得到广泛应用，在公路、铁路、港口、水利等领域也得到应用。

1. 术语和符号

2.1术语

**2.1.1**  螺杆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见附录C，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，并逆时针旋转提钻杆、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工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，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。

在《螺纹桩技术规程》JGJ/T 379中，对螺纹桩进行了定义：

螺纹桩 screw concrete pile ，桩身带有螺牙的混凝土灌注桩。

其中，螺牙 screw thread ，是桩身的螺纹部分。

显然，《螺纹桩技术规程（JGJ/T 379-2016）》对于螺纹的定义极为宽泛，仅仅是从从外部形态上对螺纹以及螺纹桩进行了定义，并未涉及螺纹的成型方式，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，综合反映在《螺纹桩技术规程（JGJ/T 379-2016）》的侧阻提高系数偏低；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提高系数，但挤压成型螺杆桩的侧阻提高系数要高于和有别于其他剪切成型的螺纹桩。

螺杆桩桩身结构具有一定的特殊性，比普通灌注桩更为复杂。螺杆桩内径、螺杆桩外径、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。

螺杆桩受力较为特殊，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，假定螺杆桩承载力由端承力和按螺杆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。

**2.1.5～2.1.6** 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，由于粉土、砂性土具有流动补偿的特性，因此应优先考虑在埋深较深、承载力较好的粉土和砂性土中采用同步技术形成螺纹；粘性土中，尤其是较硬或硬度较大的粘土层中可能出现乱螺现象，一般宜优先考虑设置直杆段，作为桩端持力层时除外。

1971年，英国学者Tomlinson 根据试验得出，桩身形成螺纹式构造时，土体承载力最高可达摩擦式构造的5倍。本规程所述的提高系数，是通过大量工程和试验取得的数据，体现各种土层中形成螺纹式构造时土体承载力的提高程度。

* 1.
1. 基本规定
2.

**3.1.3**  场地内存在流塑状淤泥或其他挤土效应明显的饱和软土时，应优先考虑采用跳打施工，在试桩时分别进行不同间距条件下的施工，得出合理施工间距。如跳打施工难以实施，可采用附录E所示“屏障技术”进行施工，但由于该方法对工效影响较大，对混凝土缓凝的要求也较严格，因此，当挤土效应非常明显才考虑使用本方法，如工期允许，宜先将场地软土硬化后再施工，其整体经济性优于屏障技术。

**3.1.5**  螺杆灌注桩属于部分挤土桩，这一点可从两方面阐述：

1 螺纹段以外径为设计桩径，相对于相同设计桩径的挤土桩，桩的体积减小了，因此其挤土程度也降低了；

2 直杆段提钻过程中，部分土体会被钻具带出地面。

1. 勘察

4.2勘探点平面布置

**4.2.2**  端承型桩的承载力依赖于桩端土层，勘探点间距宜小些，摩擦型桩的承载力依赖于桩侧土层，勘探点间距可适当大些。

**4.2.3**  复合地基的承载力更多地依赖于基础下伏土层的性质，受力性状接近于天然地基，所以作此规定。

**4.2.4**  以广西的经验来看，岩溶发育区，南宁市五象新区的破碎硅质岩区等土层变化很大的地层，如采用桩基础时仅依靠详细勘察进行设计无法保证桩基的安全，所以建议增加施工阶段勘察。

4.4勘察成果和评价

2 本条是为螺杆灌注桩基础防腐设计服务的，所以要求岩土工程勘察中应对工程场地中的岩土层（含地下水）对螺杆灌注桩的腐蚀性进行评价。

1. 设计

5.1一般规定

**5.1.3**  螺杆灌注桩以外径为设计桩径，与同桩径的圆柱形桩相比减少了桩身螺纹之间的混凝土用量。

由于螺杆灌注桩螺纹段刚度较差，应合理控制桩的长径比，当场地无淤泥、淤泥质土、松散粉细砂、湿陷性黄土等软弱土层时，土体可以有效提供侧限，长径比可适当调高为60～80，但不应大于80。

螺杆灌注桩的配筋率、配筋长度和箍筋的配置采用以下规定：

1 正截面最小配筋率根据桩径确定。桩承受水平力时，桩身受弯截面模量为桩径的3次方，配筋对水平抗力的贡献随桩径增加而增大。《建筑桩基技术规范》JGJ94要求桩径为300～2000mm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，螺杆桩可施工桩径为300～700mm，因此将螺杆桩正截面构造配筋率提高为0.4～0.65%。

2 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。桩的配筋长度不宜小于2/3 桩长。抗拔桩应通长等截面配筋。

**5.1.4**  基桩的合理最小中心距确定是重点，基桩最小中心距应基于以下两个因素确定：

1 有效发挥桩的承载力；

 2 不同成桩工艺所导致的挤土效应大小。对于挤土桩，为减小挤土负面效应，在饱和黏土层和密实砂土层条件下，桩距应适当加大。基桩的最小中心距确定应充分考虑下负挤土效应的影响，同时考虑桩的排列与数量因素。

螺杆灌注桩为部分挤土桩，为避免和减小成桩过程中的挤土负效应，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》JGJ94的规定，按部分挤土桩执行；当施工中采用跳打等削减挤土效应措施时，可根据当地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加大。

桩端持力层和进入持力层深度的选择直接影响基桩承载力与沉降量，其确定应综合考虑设计单桩承载力大小、地层性状、钻机设备能力及成桩工艺的可行性。

5.2竖向抗拔承载力

**5.2.3**  根据《建筑基桩技术规范》JGJ94对5.8条的条文说明第4项，计算桩身强度采用的是桩身受压承载力设计值Rp，而根据本规范式6.2.2-2和6.2.2-4的计算结果确定的为桩身承载力极限值Ru，二者的转换关系为，即，本规范式5.2.4-2中的0.675即由此而来，即将桩身受压承载力设计值减去转换为设计值的直杆段侧阻力总值后，验算螺纹段桩身强度。

1. 施工

6.2施工准备

**6.2.5**  正式开工前，需要进行桩孔试成孔试验，用以确定施工参数和施工顺序。钻机要具备施打桩孔至设计直径和控制深度的能力。对于试打桩有钻孔深度的，按深度控制，并得到终孔电流控制标准，工程桩采用电流控制和桩长的双重控制。

6.5施工规定

**6.5.3**  桩的施工顺序应充分考虑施工特点和周围建筑物的情况。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。当桩距小于1.2m且地下有深厚淤泥层及松散砂层时，应采取跳跃式施工，或采用控制凝固时间间隔施工，以防桩孔间窜浆。

**6.5.6**  为保证混凝土的连续泵送，在灌注前应将混凝土强制高速搅拌3～5分钟。

1. 质量检查与验收

**7.1～7.4** 应根据检测目的、内容和要求，结合各种检测方法的适用范围和检测能力，并考虑工程重要性、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。桩基施工过程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，都可以产生质量隐患，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参照现行《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202和现行《建筑基桩检测技术规范》JGJ106执行。