备案号： J10103-20×

四川省工程建设地方标准

DBJ51/T××-20××

四川省螺杆灌注桩技术标准

Technical standard for screw drilling and pressure

grouting pile in Sichuan Province

(征求意见稿)

20××-××-××发布 20××-××-××实施

四川省住房和城乡建设厅 发布

四川省工程建设地方标准

四川省螺杆灌注桩技术标准

Technical standard for screw drilling and pressure

grouting pile in Sichuan Province

DBJ51/T ××-20××

(征求意见稿)

主编单位： 中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

 重庆卓典建设工程有限公司

 中节能建设工程设计院有限公司

批准部门： 四川省住房和城乡建设厅

施行日期： 20××年××月××日

2024 成都

关于发布四川省工程建设地方标准

《四川省螺杆灌注桩技术标准》的通知

川建标发〔20xx〕XX 号

各市州及扩权试点县住房城乡建设行政主管部门、各有关单位：

由中国建筑西南勘察设计研究院有限公司、重庆卓典建设工程有限公司和中节能建设工程设计院有限公司主编的《四川省螺杆灌注桩技术标准》已经我厅组织专家审查通过，现批准为四川省推荐性工程建设地方标准，编号为：DBJ51/T0XX-20XX，自20XX年XX月XX日起在全省实施。

该标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理，中国建筑西南勘察设计研究院有限公司携专利拥有单位和主编单位负责具体技术内容的解释。

四川省住房和城乡建设厅

 20xx年xx月xx日

前 言

根据四川省住房和城乡建设厅《关于下达2023年四川省工程建设地方标准(修)编制计划的通知》(川建标函﹝2023﹞1835号文)的要求，由中国建筑西南勘察设计研究院有限公司、重庆卓典建设工程有限公司和中节能建设工程设计院有限公司会同有关单位共同编制本标准。

标准编制组经广泛调查研究，认真总结近年来四川省各地灌注桩地基基础工程的相关实践经验，参考有关国家标准和其他省市相关标准、并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分8章，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、勘察、设计、施工、质量检查与验收、安全和环境保护。

本标准的某些内容涉及专利《半螺丝桩及其成桩工法》(专利号03128265.2)、专利《螺杆桩、螺纹桩成桩设备及成桩工法》(专利号200610019756.6)的技术问题，使用者可直接与专利持有人(海南卓典高科技开发有限公司)协商处理；本标准的某些内容涉及专利《SDL桩工掘进方法及专用于实施该方法的桩工钻机》(专利号ZL201310238659.6)、专利《螺旋钻杆、钻机及螺旋钻杆成型的桩孔和VDS灌注桩》(专利号ZL201611145464.7)的技术问题，使用者可直接与专利持有人(郑州金泰利工程科技有限公司)协商处理。

本标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理，由中国建筑西南勘察设计研究院有限公司携专利权属单位和主编单位负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑西南勘察设计研究院有限公司(地址：四川省成都市成华区龙潭经济总部航天路33号；邮编：610052；联系电话：028-82888166；电子邮箱：zjxkyjsbz@cscec.com)。

**主编单位：**中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

重庆卓典建设工程有限公司

中节能建设工程设计院有限公司

**参编单位：**卓典设计(海南)有限公司

郑州金泰利工程科技有限公司

四川省川建勘察设计院有限公司

四川正基岩土工程有限公司

四川大学

重庆大学

西南交通大学

民航机场建设集团西南设计研究院有限公司

四川省公路规划勘察设计研究院有限公司

中国水利水电第十工程局有限公司

中铁二局集团有限公司

**主要起草人：**朱志勇 郑立宁 郑玉辉 彭桂皎 邵金安 黎 鸿 涂铁军

聂浩帆 陈亚丽 文 兴 薛新华 刘新荣 李建国 谭燕姬

刘永权 向 波 郭婷婷 刘建风 卫 备 王玉玺 陈永生

田玉中 张雅丽 邱存家 邓树密 漆仕平 周应华 宋志坚

刘道川 郭建宗 杨 彪 崔 亮 陈杨春 刘华强 周 俊

王中军 刘 鑫 秦 雁 彭 灿 罗 奕

**主要审查人：**

# 目 次

[1 总 则 1](#_Toc18425)

[2 术语和符号 2](#_Toc22937)

[2.1 术 语 2](#_Toc28173)

[2.2 符 号 3](#_Toc32106)

[3 基本规定 6](#_Toc12057)

[4 勘 察 8](#_Toc26857)

[4.1 一般规定 8](#_Toc17486)

[4.2 勘察要求 8](#_Toc30548)

[4.3 勘察评价 9](#_Toc12182)

[5 设 计 11](#_Toc28670)

[5.1 一般规定 11](#_Toc7080)

[5.2 基本资料 11](#_Toc6325)

[5.3 桩的布置 12](#_Toc3423)

[5.4桩的构造 12](#_Toc26655)

[5.5单桩竖向承载力计算 13](#_Toc31003)

[5.6 复合地基设计 23](#_Toc16420)

[6 施 工 27](#_Toc9218)

[6.1 一般规定 27](#_Toc6316)

[6.2 施工准备 28](#_Toc14415)

[6.3 施 工 29](#_Toc1330)

[7 质量检查与验收 35](#_Toc27924)

[7.1 一般规定 35](#_Toc5113)

[7.2 施工前检查 36](#_Toc25885)

[7.3 施工期检测 37](#_Toc15336)

[7.4 施工后检验 37](#_Toc17875)

[7.5 验 收 39](#_Toc30300)

[8 安全和环境保护 40](#_Toc20049)

[8.1 一般规定 40](#_Toc19569)

[8.2 安全 40](#_Toc14346)

[8.3 环境保护 41](#_Toc7045)

附录A：螺杆灌注桩大样图 42

附录B：螺杆灌注桩构造参数表 42

[本标准用词说明 44](#_Toc13075)

[引用标准名录 45](#_Toc18997)

[条 文 说 明 46](#_Toc15886)

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc3335)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc17769)

[2.1 Terms 2](#_Toc6944)

[2.2 Symbols 3](#_Toc31601)

[3 Basic requirements 6](#_Toc21094)

[4 Geotechnical investigation 8](#_Toc10694)

[4.1 General requirements](#_Toc14489) 8

[4.2 Geotechnical engineering investigation requirements 8](#_Toc4149)

[4.3 Investigation and evaluation 9](#_Toc29783)

[5 Design 1](#_Toc24964)1

[5.1 General requirements 1](#_Toc32241)1

[5.2 Basic information 1](#_Toc10945)1

[5.3 Layout of piles 1](#_Toc21561)2

[5.4 Structures of piles 1](#_Toc28738)2

[5.5 Determination of vertical bearing capacityof single pile  1](#_Toc28713)3

[5.6 Design of composite foundation 2](#_Toc16814)3

[6 Construction 2](#_Toc7566)7

[6.1 General requirements 2](#_Toc21175)7

[6.2 Construction preparation 2](#_Toc19360)8

[6.3 Construction 2](#_Toc26218)9

[7 Quality inspection and acceptance 3](#_Toc22895)5

[7.1 General requirements 3](#_Toc31333)5

[7.2 Inspection before construction 3](#_Toc7392)6

[7.3 Inspection during construction 3](#_Toc2824)7

[7.4 Inspection after construction 3](#_Toc20153)7

[7.5 Acceptance 3](#_Toc27733)9

[8 Safety and environmental protection 4](#_Toc24551)0

[8.1 General requirements 4](#_Toc19638)0

[8.2 Safety 4](#_Toc27048)0

[8.3 Environmental protection 4](#_Toc31461)1

[Appendix A Detail plan of screw grout pile 4](#_Toc6244)2

[Appendix B Structural parameters of screw grout pile 4](#_Toc6244)2

[Explanation of wording in this standard 4](#_Toc28662)4

[List of quoted standards 4](#_Toc11774)5

[Explanation of provisions 4](#_Toc26330)6

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻国家和四川省的技术经济政策，规范螺纹钻压灌桩的勘察、设计、施工与验收，做到安全适用、技术先进、经济合理、保护环境，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于四川省内房屋建筑、市政工程及其他建设工程螺纹钻压灌桩的勘察、设计、施工及验收。

**1.0.3** 螺纹钻压灌桩的设计和施工应综合考虑工程地质条件、水文地质条件、上部结构类型、荷载特征、使用功能、施工设备性能、施工环境和施工技术等因素；应重视地方经验，因地制宜，优化设计、节约资源；应强化施工质量控制与管理。

**1.0.4** 螺纹钻压灌桩的勘察、设计、施工、验收，除应符合本标准外，尚应符合国家和四川省现行有关规范、标准的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1 术 语

**2.1.1** 螺纹钻压灌桩screw drilling and pressure grouting pile

采用特定动力的桩机和带螺纹（旋）的钻具成孔至设计深度，通过钻杆芯管连续压力泵送混凝土从孔底至桩顶后，形成的素混凝土桩或钢筋混凝土灌注桩，包含长螺旋钻孔压灌桩、螺杆灌注桩和变径螺旋挤土灌注桩。

**2.1.2**  长螺旋钻孔压灌桩long-screw drill grouting pile

采用长螺旋桩机和带螺纹（旋）的钻杆钻进土体成孔，连续压灌混凝土形成的非挤土型灌注桩。

**2.1.3** 螺杆灌注桩screw grout pile

简称“螺杆桩”，是指采用带有加压装置和具有同步控制技术的桩机，通过带螺牙的钻杆旋转挤压土体成孔，连续压灌混凝土形成可控螺纹形态的挤土型灌注桩。

**2.1.4** 变径螺旋挤土灌注桩variable diameter screw squeeze pile

简称“VDS 桩”、又称“双动力成孔灌注桩”，采用 SDL工法的专用桩机，具有旋切和冲击复合动力，利用变径螺旋钻进岩土体成孔至设计深度并夯实孔底，管内连续压灌混凝土、螺旋挤压混凝土形成的灌注桩。

**2.1.5** 挤土效应displacement effect

施工过程中因排挤土体使周围土体产生显著位移的效应。

**2.1.6** 挤土桩displacement pile

成桩过程中，存在明显挤土效应的桩。

**2.1.7** 非挤土桩non-displacement pile

成桩过程中，不存在明显挤土效应的桩。

**2.1.8** 旋切钻进 rotary cutting drilling

钻进成孔过程中，通过钻机的旋转动力输出，钻具传输扭矩，钻头获得旋切动力，实现孔底进尺的一种钻进方法。

**2.1.9** 冲击钻进percussion drilling

钻进成孔过程中，利用具备特定冲击频率和能量的钻具和钻头周期性做功，实现孔底进尺的一种钻进方法。

**2.1.10** 直杆段straight rod section

螺杆灌注桩构造中，桩体上部形成的光面圆柱体等直径段。

**2.1.11** 螺纹段screw section

螺杆灌注桩构造中，桩体下部形成的桩周带规律螺牙的非等直径段。

**2.1.12**  螺牙screw thread

螺杆灌注桩桩身螺纹段的纹路。

**2.1.13** 螺距screw pitch

螺杆灌注桩桩身螺纹段相邻螺牙之间的中心距。

**2.1.14** 同步synchronization

钻杆每正向（反向）匀速旋转一周，钻杆向下（上）相应匀速位移一个螺距。

**2.1.15** 非同步non-synchronization

钻杆每正向（反向）匀速旋转一周，钻杆向下（上）相应匀速位移不等于一个螺距。

## 2.2 符 号

**2.2.1**  几何参数

——桩身(端)截面积；

——纵向主筋截面面积；

——桩身直径；

——单桩分担的地基处理面积的等效圆直径；

——基础埋置深度；

——桩身周长；

——桩群外围周长；

——桩周第*i*层土的厚度；

——桩侧不可压缩地层的厚度；

——可压缩地层的厚度；

**2.2.2** 作用和作用效应

——荷载效应基本组合时，桩顶轴向压力设计值；

——荷载效应标准组合计算的基桩拔力；

——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；

——基桩自重，地下水位以下取浮重度。

**2.2.3** 材料性能和抗力

——混凝土轴心抗压强度设计值；

——纵向主筋抗压强度设计值；

——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；

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

——单桩竖向承载力特征值；

——桩侧第i层土的极限侧阻力标准值；

——桩端土极限端阻力标准值；

——螺纹钻压灌桩单桩竖向极限承载力标准值；

——总极限侧阻力标准值，或螺纹钻压灌桩作为嵌岩桩时非嵌岩段总极限侧阻力标准值；

——总极限端阻力标准值；

——直杆段总极限侧阻力标准值；

——螺纹段总极限侧阻力标准值；

——桩侧不可压缩地层段桩身总极限侧阻力标准值；

——桩侧可压缩地层段桩身总极限侧阻力标准值；

——螺纹钻压灌桩嵌岩段总极限阻力标准值；

——群桩呈整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值；

——群桩呈非整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值；

——复合地基承载力特征值；

——天然地基承载力特征值；

——深度修正后的复合地基承载力特征值。

**2.2.4** 计算系数

——安全系数；

——相应于直杆段第*i*层土的极限侧阻力提高系数；

——相应于螺纹段第j层土的极限侧阻力提高系数；

——可压缩地层第*m*层土的极限侧阻力提高系数；

——桩端土的极限端阻力提高系数；

——成桩工艺系数；

——嵌岩段侧阻和端阻综合系数；

——抗拔系数；

——单桩承载力发挥系数；

——面积置换率；

—— 处理后桩间土承载力发挥系数；

——基础底面以上土层厚度的加权平均重度。

# 3 基本规定

**3.0.1** 螺纹钻压灌桩的设计应满足承载力、变形、稳定性和耐久性要求。

**3.0.2** 螺纹钻压灌桩可用于素填土、黏性土、粉土、砂土、碎（卵）石土、全风化岩、强风化岩、中风化岩等地层，应根据地层特点选择合适的成孔工艺、桩工设备。当应用于流塑状黏性土、淤泥、淤泥质土、泥炭质土、泥炭、膨胀土及坚硬岩等特殊性岩土地层时，应通过现场试验或按地区经验确定适用性。

**3.0.3** 螺纹钻压灌桩可用作桩基础中的基桩或复合地基中的增强体，其设计应符合现行国家标准《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003的规定。螺纹钻压灌桩用于基桩设计时，所采用的作用效应与相应的抗力限值应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94的规定；对于欠固结土、湿陷性土、可液化土等特殊土地基，采用螺纹钻压灌桩作为复合地基增强体时，应满足处理后的地基土和增强体共同承担荷载的技术要求。

**3.0.4** 螺纹钻压灌桩设计和施工前，应具备下列资料：

**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** 建筑物、构筑物的有关资料；

**4** 施工机械设备有关资料；

**5** 施工条件及施工工艺适宜性评估资料；

**6** 施工组织设计或专项施工方案。

**3.0.5** 螺纹钻压灌桩设计和施工前，宜进行工程类比，应搜集本地区或相似场地的施工情况、使用情况及技术经济指标等资料。

**3.0.6** 螺纹钻压灌桩的设计，应根据工程地质条件、水文地质条件、设计要求及荷载特征，选用适宜的螺纹钻压灌桩类型及对应参数。

**3.0.7** 螺纹钻压灌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进行地基承载力计算和变形验算。

**3.0.8** 螺纹钻压灌桩的施工设备性能应与工程地质与水文地质条件、施工场地及环境条件、设计参数等相匹配。

**3.0.9**  螺纹钻压灌桩用于复合地基或用作按沉降计算的建筑桩基时，应在施工期间及使用期间对建筑物进行沉降观测，直至沉降达到稳定为止。

# 4 勘 察

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 螺纹钻压灌桩的详细勘察应符合现行国家标准《工程勘察通用规范》GB 55017、《岩土工程勘察规范》GB 50021的要求。

**4.1.2** 螺纹钻压灌桩详细勘察前应收集场地及场地附近的地质资料、地区工程经验，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、设计场平标高；

**2** 建筑物高度、层数、结构类型、荷载、地下室层数、地基允许变形、拟采用基础形式和埋深，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线、高压架空线、地下建（构）筑物等的分布情况。

## 4.2 勘察要求

**4.2.1** 勘探点平面布置应符合下列规定：

**1** 对端承型桩，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** 对摩擦型桩，勘探点间距宜为20m～30m，当土层性质或状态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桩基础应按柱列线布置勘探点，并宜每柱（桩）设一勘探点。

**4.2.2** 勘探孔的深度应符合下列规定：

**1** 一般性勘探孔深度应进入预计桩端平面以下岩土层不小于3d（d为桩径），且不应小于3m；对于桩身直径大于或等于800mm的桩，不得小于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** 对嵌岩桩，应钻入预计嵌岩面以下3d～5d，并穿过溶洞、破碎带，软弱夹层，到达稳定地层。

**4.2.3** 岩土工程勘察应采用与场地岩土特性相适应的勘察手段，宜采用钻探、物探、触探以及其他原位测试相结合的方式进行。

**4.2.4** 岩土室内试验应满足下列要求：

**1** 当需估算桩的侧阻力、端阻力和验算下卧层强度时，宜进行三轴剪切试验或无侧限抗压强度试验；三轴剪切试验的受力条件应模拟工程的实际情况；

**2** 对需估算沉降的桩基工程，应进行压缩试验，试验最大压力应大于上覆自重压力与附加压力之和；

**3** 当桩端持力层为基岩时，应在预计桩端以下3d～5d范围内采取岩样进行饱和单轴抗压强度试验，必要时尚应进行软化试验；对软岩和极软岩，可进行天然湿度的单轴抗压强度试验。对无法取样的破碎和极破碎的岩石，宜进行原位测试或点荷载试验。

**4.2.5** 施工揭露地质条件、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** 螺纹钻压灌桩基础的勘察评价应包括下列内容：

**1** 建议桩端持力层，提供螺纹钻压灌桩设计及施工所需的岩土参数；

**2**当采用基岩作为桩的持力层时，确定其坚硬程度、完整程度和基本质量等级，判定有无洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层；

**3** 当有软弱下卧层时，应提供软弱下卧层验算所需的岩土参数；

**4** 评价地下水对桩基设计和施工的影响；

**5** 对存在欠固结土或有大面积堆载、回填土、自重湿陷性土的项目，分析桩侧产生负摩阻力的可能性及其影响，提供负摩阻力系数和消减负摩阻力措施的建议；

**6** 分析评价螺纹钻压灌桩成桩的可能性，评价成桩可能遇到的风险以及施工对环境影响，提出设计、施工应注意的问题；

**7** 持力层为倾斜地层，基岩面凹凸不平或岩土中有洞穴时，应评价桩的稳定性，并提出处理措施的建议。

**4.3.2** 螺纹钻压灌桩地基处理评价应包括下列内容：

**1** 提供地基处理设计和施工所需的岩土参数；

**2** 提出地基处理设计和施工可能遇到的风险及对环境的影响；

**3** 提出应注意的问题和检（监）测的建议。

# 5 设 计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 螺纹钻压灌桩适用于桩基础的基桩、复合地基的基桩等地基基础工程。

**5.1.2**  工程设计前，宜进行试桩和静载荷试验，确定设计及施工控制指标，试桩试验应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106及地方标准《四川省建筑地基基础检测技术规程》DBJ 51/014的有关要求，当相近场地已有试桩检测数据的可参照。

**5.1.3**  螺纹钻压灌桩应用于复合地基时，可根据工程实际需要在桩身上部配置构造钢筋或桩身不配钢筋。

**5.1.4** 螺纹钻压灌桩应用于深厚填土时，应分析计算桩侧负摩阻力对基桩的影响。

**5.1.5** 螺纹钻压灌桩基础应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

**5.1.6** 螺纹钻压灌桩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的有关规定执行，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。

**5.1.7**有抗震设防的桩基应进行抗震验算。

## 5.2 基本资料

**5.2.1** 当项目的岩土工程勘察文件无法满足螺纹钻压灌桩桩基设计要求时，宜进行桩基专项勘察。

**5.2.2** 桩基设计除了岩土工程勘察文件以外还应收集以下资料：

**1** 建筑场地与环境条件的有关资料：

**1）**建筑场地现状，包括交通设施、架空线路、地下管线和地上（下）构筑物的分布及施工条件有关资料；

**2）**相邻建筑物安全等级、基础形式及埋置深度；

**3）**周围建筑物的防振、防噪声的要求；

**4）**场地弃土条件；

**5）**建筑物所在地区的抗震设防烈度和建筑场地类别。

**2** 建筑物的有关资料：

**1）**建筑物的总平面布置图；

**2）**建筑物的结构类型、荷载，建筑物的使用条件和设备对基础竖向及水平位移的要求；

**3）**建筑结构的安全等级；

**4）**工程基础平面图及地下结构剖面图；

**5）**结构设计要求的承载力和变形控制值，以及对基础竖向及水平位移的要求。

## 5.3 桩的布置

**5.3.1** 设计桩径宜为400mm～1000mm。

**5.3.2** 桩长应满足承载力计算、 变形计算和稳定性验算要求。

**5.3.3** 应选择较硬土层作为桩端持力层。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。当存在软弱下卧层时，桩端以下硬持力层厚度不宜小于3d。

**5.3.4** 当桩端嵌岩时，对于嵌入平整、完整的坚硬岩和较硬岩深度不应小于0.2m；对于嵌入倾斜的完整和较完整岩断面深度不宜小于0.5m；倾斜度大于30%的中风化基岩，宜根据倾斜度及岩石完整性适当加大嵌岩深度。

**5.3.5** 螺纹钻压灌桩的布置基桩中心距应符合表5.3-1的规定。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 成桩工艺与地基土类型 | 摩擦型桩基：排数不少于3排且桩数不少于9根 | 其他情况 |
| 长螺旋钻孔压灌桩 | 3.0d | 3.0d |
| 螺杆灌注桩变径螺旋挤土灌注桩 | 非饱和土、饱和非黏性土 | 3.5d | 3.0d |
| 饱和黏性土 | 4.0d | 3.5d |

表5.3-1 基桩最小中心距

注：d一桩身设计直径。

## 5.4桩的构造

**5.4.1** 螺纹钻压灌桩桩径宜按5.3.1条选取，桩长应满足5.3.2条要求，其中螺杆灌注桩桩身构造及相关参数见附录A。

**5.4.2**  螺纹钻压灌桩应按下列规定配筋：

**1** 配筋率：正截面配筋率可取0.65%～0.3%(小直径桩取高值)，对受荷载特别大的桩、抗拔桩和嵌岩端承桩应根据计算确定配筋率，并不应小于上述规定值。

**2** 配筋长度：

1）受水平荷载和弯矩较大的桩，配筋长度应通过计算确定；

2）桩身配筋长度应穿过可液化土层或软弱土层，进入稳定土层；

3）作为端承型桩使用时，桩身应通长配筋，作为摩擦型桩使用时桩配筋长度不宜小于2/3桩长；

4）受负摩阻力的桩、因先成桩后开挖基坑而随地基土回弹的桩，其配筋长度应穿过软弱土层并进入稳定土层，进入的深度不应小于2～3倍桩身直径；

5）位于坡地岸边的基桩、专用抗拔桩及因地震作用、冻胀或膨胀力作用而受拔力的桩，应通长配筋。

**3** 对于受水平荷载较大的桩，纵向主筋不应少于812；对于抗压桩和抗拔桩，主筋不应少于610；纵向主筋应沿桩身周边均匀布置，其净距不应小于60mm。

**4** 箍筋应采用螺旋式按下列规定配筋：

直径不应小于6mm，间距宜为200mm～300mm；受水平荷载较大的桩基、承受水平地震作用桩基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；当考虑箍筋受力作用时，箍筋配置应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定，应每隔1.5m～2m设一道直径不小于12mm的焊接加劲箍筋；当桩身位于液化土层范围内时箍筋应加密。

**5.4.3** 螺纹钻压灌桩的桩身混凝土及混凝土保护层厚度应符合下列要求：

**1** 桩身混凝土强度等级不应小于C25；

**2** 主筋的混凝土保护层厚度不应小于50mm，在腐蚀环境下应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046及《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476的有关规定。

## 5.5单桩竖向承载力计算

**5.5.1** 螺纹钻压灌桩单桩竖向抗压承载力特征值应按下式确定：

 （5.5.1）

式中：——螺纹钻压灌桩单桩竖向极限承载力标准值；

　 ——安全系数，取＝2。

**5.5.2** 单桩竖向极限承载力标准值应通过单桩静载荷试验确定。单桩竖向抗压静载荷试验应采用慢速维持荷载法。

**5.5.3** 当根据土的物理指标与承载力参数之间的经验关系，确定螺纹钻压灌桩单桩竖向抗压极限承载力标准值时，初步设计可按下式估算：

**1** 长螺旋钻孔压灌桩

  （5.5.3-1）

式中：*Qsk*——总极限侧阻力标准值（kN）；

*Qpk*——总极限端阻力标准值（kN）；

*qsik*——桩侧第*i*层土的极限侧阻力标谁值（kPa），宜根据试验资料和当地工程经验确定，当缺乏试验资料时可按表5.5-1取值；

*qpk*——桩端土极限端阻力标准值（kPa），宜根据试验资料和当地工程经验确定，当缺乏试验资料时可按表5.5-2取值；

*Ap*——桩端截面面积（m2）；

*u*——桩身周长（m），*u*=*πd*，*d*为设计桩径；

*li*——桩周第*i*层土的厚度（m）。

**表5.5-1 长螺旋钻孔压灌桩的极限侧阻力标准值*qsk***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土的名称 |  土的状态 | 极限侧阻力标准值*qsk*（kPa） |
| 黏性土 | 流塑 | *IL*> l.00 | 21～39 |
| 软塑 | 0.75 <*IL*≤1.00 | 38～55 |
| 可塑 | 0.50<*IL*≤0.75 | 53～69 |
| 硬可塑 | 0.25<*IL*≤0.50 | 66～86 |
| 硬塑 | 0<*IL*≤0.25 | 82～98 |
| 坚硬 | *IL*≤0 | 94～109 |
| 粉土 | 稍密 | e>0.90 | 24～44 |
| 中密 | 0.75 <e≤0.90 | 42～65 |
| 密实 | e≤0.75 | 62～86 |
| 粉细砂 | 稍密 | 10<*N*≤15 | 22～48 |
| 中密 | 15<*N*≤30 | 46～67 |
| 密实 | *N* >30 | 64～90 |
| 中砂 | 中密 | 15<*N*≤30 | 53～76 |
| 密实 | *N* >30 | 72～99 |
| 粗砂 | 中密 | 15<*N*≤30 | 76～103 |
| 密实 | *N* >30 | 98～126 |
| 砾砂 | 稍密 | 5< *N* 63.5≤153<N120≤8 | 60～105 |
| 中密、密实 | *N63.5*> 15/N120＞8 | 112～137 |
| 圆砾、角砾 | 中密、密实 | *N63.5* > 10/N120＞6 | 135～158 |
| 碎石、卵石 | 中密、密实 | *N63.5*> 10/N120＞6 | 150～179 |
| 全风化软质岩 |  | 30< *N*≤50 | 80～105 |
| 全风化硬质岩 |  | 30< *N*≤50 | 120～157 |
| 强风化软质岩 |  | *N63.5*>10/N120＞6 | 140～231 |
| 强风化硬质岩 |  | *N63.5*>10/N120＞6 | 160～273 |
| 中风化软质岩 | — | 𝑁 63.5＞10/N120＞6 | 180～260 |

注：1 *IL*为液性指数，e为孔隙比；

2 N为标准贯入试验锤击数，*N63.5*/*N120*为重型/超重型动力触探试验锤击数；

3 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5.5-2 长螺旋钻孔压灌桩的极限端阻力标准值*qpk***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 岩土名称 | 状态 | 极限端阻力标准值*qpk*（kPa） |
| 5≤*l<*10 | 10≤*l<*15 | *l≥*15 |
| 黏性土 | 软塑 |  | 200～420 | 400～735 | 700～998 |
| 可塑 |  | 500～735 | 800～1155 | 1000～1680 |
| 硬可塑 |  | 850～1155 | 1500～1786 | 1700～1995 |
| 硬塑 |  | 1600～1890 | 2200～2520 | 2600～2940 |
| 粉土 | 中密 |  | 800～1260 | 1200～1470 | 1400～1680 |
| 密实 |  | 1200～1785 | 1400～1995 | 1600～2205 |
| 粉砂 | 稍密 |  | 500～998 | 1300～1689 | 1500～1785 |
| 中密、密实 |  | 900～1050 | 1700～1995 |
| 细砂 | 中密、密实 |  | 1200～1680 | 2000～2520 | 2400～2835 |
| 中砂 | 1800～2520 | 2800～3990 | 3600～4620 |
| 粗砂 | 2900～3780 | 4000～4830 | 4600～5460 |
| 砾砂 | 3500～5250 |
| 角砾、圆砾 | 𝑁120＞6 | 4000～5775 |
| 碎石、卵石 | 4500～6825 |
| 全风化软质岩 | — |  | 1200～2100 |
| 全风化硬质岩 | — | 1400～2520 |
| 强风化软质岩 | — | 𝑁120＞6 | 1600～2730 |
| 强风化硬质岩 | — | 2000～3150 |

注：1 *IL*为液性指数，e为孔隙比；

2 N为标准贯入试验锤击数，*N63.5*/*N120*为重型/超重型动力触探试验锤击数,*l*为桩长；

3 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。

**2** 螺杆灌注桩

 (5.5.3-2)

式中：*Qsk1*——直杆段总极限侧阻力标准值（kN）；

*Qsk2*——螺纹段总极限侧阻力标准值（kN）；

*Qpk*——总极限端阻力标准值（kN）；

*u*——桩身周长（m），*u*=*πd*，*d*为直杆段设计桩径；

*Ap*——直杆段桩端截面面积（m2）；

*qsik、qsjk*——相应于直杆段周围第*i*层土、螺纹段周围第*j*层土的极限侧阻力标准值，无地区经验时，可按长螺旋钻孔压灌桩的极限侧阻力标准值表5.5-1取值；

*qpk*——桩端土极限端阻力标准值（kPa），宜根据试验资料和当地工程经验确定，当缺乏试验资料时可按表5.5-3取值；

*li*、*lj*——相应于直杆段穿过的第*i*层土、螺纹段第*j*层土的厚度（m）；

*αi*——相应于直杆段第*i*层土的极限侧阻力提高系数，可根据工程经验确定，无经验时依据土性选择*α*=1.0～1.2；黏性土取1.0，粉土、粉砂、细砂、中砂宜取低值，粗砂、砾砂、碎石土、全风化岩、强风化岩、中等风化岩宜取高值；

*βsj*—— 相应于螺纹段第*j*层土的极限侧阻力提高系数，无地区经验时，*βsj*可按表5.5-4取值。

表5.5-3 螺杆灌注桩的极限端阻力标准值*qpk*

| 岩土名称 | 土的状态 | 极限端阻力标准值（kPa） |
| --- | --- | --- |
| 桩长𝑙 （m） |
| 𝑙≤9 | 9*＜*𝑙≤16 | 16*＜*𝑙≤30 | 𝑙*＞*30 |
| 黏性土 | 软可塑 | 0.5＜L≤0.75 | 850～1700 | 1400～2200 | 1900～2800 | 2300～3600 |
| 硬可塑 | 0.25＜L≤0.50 | 1500～2300 | 2300～3300 | 2700～3600 | 3600～4400 |
| 硬塑 | 0＜L≤0.25 | 2500～3800 | 3800～5500 | 5500～6000 | 6000～6800 |
| 粉土 | 中密 | 0.75≤≤0.9 | 950～1700 | 1400～2100 | 1900～2700 | 2500～3400 |
| 密实 | ＜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 | 9500～11000 |
| 砾砂 | 6000～9500 | 9000～10500 |
| 角砾、圆砾 | 𝑁63.5＞10𝑁120＞6 | 7000～10000 | 9500～11500 |
| 碎石、卵石 | 8000～11000 | 10500～13000 |
| 全风化软质岩 | - | 30＜𝑁≤50 | 4000～6000 |
| 全风化硬质岩 | - | 5000～8000 |
| 强风化软质岩 | - | 𝑁 63.5＞10𝑁120＞6 | 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，土愈密实，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frk≤15MPa、frk＞30MPa的岩石。

表5.5-4 螺杆灌注桩螺纹段的极限侧阻力提高系数*βsj*

| 土的名称 | 土的状态 | 桩侧阻力提高系数*βsj* |
| --- | --- | --- |
| 黏性土 | 软塑 | 1.0～1.2 |
| 可塑 | 1.4～1.9 |
| 硬塑、坚硬 | 1.3～1.7 |
| 粉土 | 稍密 | 1.7～2.0 |
| 中密 | 1.5～1.7 |
| 密实 | 1.3～1.5 |
| 粉砂、细砂 | 稍密 | 1.6～1.9 |
| 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 | 1.5～1.9 |
| 密实 | 1.2～1.5 |
| 砾砂 | 中密 | 1.5～1.8 |
| 密实 | 1.2～1.5 |
| 卵石、碎石 | 中密 | 1.5～1.8 |
| 中密、密实 | 1.2～1.5 |
| 风化岩 | 全风化、强风化 | 1.2～1.5 |
| 中风化软质岩 | 1.0～1.2 |

**3** 变径螺旋挤土灌注桩

 （5.5.3-3）

式中：*Qsk3*——桩侧不可压缩地层段桩身总极限侧阻力标准值（kN）；

*Qsk4*——桩侧可压缩地层段桩身总极限侧阻力标准值（kN）；

*Qpk*——总极限端阻力标准值（kN）；

*u*——桩身周长（m），*u*=*πd*，*d*为不可压缩段设计桩径；

*Ap*——桩端截面面积（m2）；

*qsik、qsmk*——桩侧不可压缩地层第*i*层土、可压缩地层第*m*层土的极限侧阻力标准值（kPa），宜根据试验资料和当地工程经验确定，当缺乏试验资料时可按长螺旋钻孔压灌桩的极限侧阻力标准值表5.5-1取值；

*qpk*——桩端土极限端阻力标准值（kPa），宜根据试验资料和当地工程经验确定，当缺乏试验资料时可按螺杆灌注桩的极限端阻力标准值表5.5-3取值；

*lm*、*ln*——桩侧不可压缩地层、可压缩地层的厚度（m）；

*βsm*——可压缩地层第*m*层土的极限侧阻力提高系数，无地区经验时，*βsm*可按表5.5-6取值；

*βp*——桩端土的极限端阻力提高系数，无地区经验时，*βp*可按表5.5-5取值。

**表5.5-5 变径螺旋挤土灌注桩提高系数*βsm*、*βp***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 岩土名称 | 状态 | 桩侧阻力提高系数 | 桩端阻力提高系数 |
| *βsm* | *βp* |
| 黏性土 | 软塑 | 1.0～1.1 | 1.2～1.5 |
| 可塑 | 1.3～1.4 | 1.2～1.4 |
| 硬塑、坚硬 | 1.1～1.3 | 1.1～1.3 |
| 粉土 | 稍密 | 1.4～1.6 | 1.1～1.4 |
| 中密 | 1.2～1.4 | 1.1～1.3 |
| 密实 | 1.1～1.2 | 1.1～1.2 |
| 粉砂、细砂 | 稍密 | 1.3～1.4 | 1.1～1.5 |
| 中密 | 1.2～1.3 | 1.1～1.4 |
| 密实 | 1.1～1.2 | 1.1～1.3 |
| 中砂 | 中密 | 1.2～1.4 | 1.1～1.5 |
| 密实 | 1.1～1.2 | 1.1～1.3 |
| 粗砂 | 中密 | 1.2～1.4 | 1.1～1.3 |
| 密实 | 1.1～1.2 | 1.1～1.2 |
| 砾砂 | 中密 | 1.2～1.4 | 1.1～1.4 |
| 密实 | 1.1～1.2 | 1.1～1.2 |
| 圆砾、角砾 | 中密、密实 | 1.1～1.3 | 1.2～1.4 |
| 卵石、碎石 | 中密、密实 | 1.1～1.3 | 1.1～1.2 |
| 风化岩 | 全风化、强风化 | 1.1～1.3 | 1.1～1.2 |
| 中风化软质岩 | 1.0～1.1 | 1.0～1.2 |

**5.5.4** 螺纹钻压灌桩桩端置于完整、较完整基岩的嵌岩桩单桩竖向抗压极限承载力，可按下列公式估算：

 （5.5.4-1）

 （5.5.4-2）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 螺纹钻压灌桩非嵌岩段总极限侧阻力标准值（kN）； |
|  | —— | 螺纹钻压灌桩嵌岩段总极限阻力标准值（kN）； |
|  | —— | 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（kPa）； |
|  | —— | 嵌岩段侧阻和端阻综合系数，按表 5.5-6取值。  |

**表5.5-6 螺纹钻压灌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 | 0.45 | 0.65 | 0.81 | 0.90 | 1.00 | 1.04 | — | — | — | — |

**5.5.5** 螺纹钻压灌桩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5.4.1条规定时，正截面受压承载力应满足下式要求：

 （5.5.5-1）

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

 （5.5.5-2）

**3** 当采用上部直杆段，下部螺纹段的螺杆灌注桩时，螺纹段桩身正截面压力的计算应符合下列规定：

**1）**对于端承桩或长径比小于15的嵌岩桩，螺纹段桩身正截面压力按下式计算

 *Ns*=*N*（5.5.5-3）

**2）**其他情况，螺纹段桩身正截面压力按下式计算

 （5.5.5-4）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 荷载效应基本组合时，桩顶轴向压力设计值（kN）； |
| *Ns* | —— | 荷载效应基本组合时，螺纹段顶截面的轴向压力设计值（kN）； |
|  | —— | 混凝土轴心抗压强度设计值（kPa），按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定取值； |
|  | —— | 纵向主筋抗压强度设计值（kPa）； |
|  | —— | 纵向主筋截面面积（m2）；  |
|  | —— | 成桩工艺系数，可取0.75～0.85； |
|  | —— | 桩身截面积，螺纹桩取桩芯截面积（m2）。 |

**5.5.6** 螺纹钻压灌桩软质岩嵌岩桩单桩极限承载力估算值可取本标准式（5.5.3-1、5.5.3-2和5.5.3-3）与式（5.5.4-1）计算值的大值，并根据静载试验确定。

**5.5.7** 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的抗拔承载力：

 （5.5.7-1）

 （5.5.7-2）

式中:

*Nk* ——按荷载效应标准组合计算的基桩拔力（kN）；

*Tgk* ——群桩呈整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值（kN），可按本标准第5.5.8条确定；

*Tuk* ——群桩呈非整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值（kN），可按本标准第5.5.8条确定；

*Ggp* ——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（kN/m3）；

*GP* ——基桩自重，地下水位以下取浮重度（kN/m3）。

**5.5.8** 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** 基桩的抗拔极限承载力应通过现场单桩竖向抗拔静载荷试验确定。

**2** 初步设计时，基桩的抗拔极限载力取值可按下列规定计算：

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式计算：

 （5.5.8-1）

式中:

*Tuk* ——基桩抗拔极限承载力标准值（kN）；

*ui* ——桩身周长（m）；

*qsik* ——桩侧表面第*i*层土的抗压极限侧阻力标准值（kN），可按本标准表5.5-1取值；

——抗拔系数，可按表5.5-7取值。

**表5.5-7 抗拔系数**

|  |  |
| --- | --- |
| 土层分类 | **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。

1. 群桩呈整体破坏时，基桩的抗拔极限承载力标准值可按下式计算：

 （5.5.8-2）

式中：

*ul* ——桩群外围周长（m）；

*n* ——桩基中的桩数。

## 5.6 复合地基设计

**5.6.1** 螺纹钻压灌桩复合地基适用于处理黏性土、粉土、砂土、卵石、全风化～强风化岩和自重固结已完成的素填土等地基。遇有下列情况之一时，应对拟作为桩间土的地基进行预先处理：

**1** 可能产生负摩阻力的场地；

**2** 存在天然或人工洞穴、既有建筑基础、承压水等地段；

**3** 同一基础单元下天然地基承载力特征值相差3倍及以上的地基；

**4** 液化土的场地；

**5** 其他不适合直接作为桩间土的场地。

**5.6.2** 作为复合地基增强体的压灌桩，桩径宜采用400mm～800mm。螺纹钻压灌桩的中心距不宜小于3d。

**5.6.3** 螺纹钻压灌桩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基础可采用减小桩距、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。

**5.6.4** 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，对于条形基础不宜小于75mm，对于其他形式的基础不宜小于150mm。

**5.6.5** 螺纹钻压灌桩的间距，应根据基础形式、设计要求的复合地基承载力和变形、土性及工艺等确定，宜取3～6倍桩径。

**5.6.6** 螺纹钻压灌桩桩顶和基础之间应设置褥垫层。褥垫层材料选择应符合下列规定：

**1** 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；

**2** 当单桩承载力较高或沉降差较大时，可在褥垫层中铺设土工材料、防腐处理过的钢筋网片等加筋材料；

**3** 基底桩间土为膨胀土、风化泥岩等地层宜采用厚度不大于200mm、强度等级不高于M10的砂浆或渗透性小的密实灰土、流态固化土等作为褥垫层；

**4** 膨胀土、软岩碎料不得用作褥垫层材料。

**5.6.7** 螺纹钻压灌桩复合地基承载力特征值应通过静载荷试验结合地方经验综合确定。初步设计时，可按下列公式估算：

*f*spk＝*λmR*a/*A*p＋*β*(1－*m*)*f*sk  （5.6.7）

式中:

*f*spk——复合地基承载力特征值（kPa）；

*λ* ——单桩承载力发挥系数，宜按地区经验取值，无经验时按表5.6-1取值；褥垫层较厚时取小值；

*m*——面积置换率，*m*＝*d*2/*d*e2 ；

*d*——桩身直径（m）；

*d*e——单桩分担的地基处理面积的等效圆直径：按等边三角形布桩时，取1.05*s*0；按正方形布桩时，取1.13*s*0；按矩形布桩时，取1.13值。其中*s*0、*sx*、*sy*分别是桩间距、纵向桩间距、横向桩间距（m）；

*R*a ——单桩竖向承载力特征值（kN）；按本标准公式（5.5.1）和（5.5.3-1～5.5.3-3）计算；

*A*p ——桩身截面积（m2）；

*β* ——处理后桩间土承载力发挥系数，宜按地区经验取值，如无经验时按表5.6-1取值；天然地基承载力较高时取大值，对变形要求高的建筑取低值；

*f*sk——基础底面以下3倍桩径范围内天然地基承载力特征值最低值（kPa），当浅层地基为上硬下软且硬层厚度超过3倍桩径时，可取5倍桩径范围内天然地基承载力特征值厚度加权平均值。

表5.6-1 不同类型压灌桩*λ 、β* 取值表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 压灌桩类型 | *λ*  | *β* |
| 长螺旋钻孔压灌桩 | 0.7～0.9 | 0.9～1.0 |
| 螺杆灌注桩 | 0.9～1.0 | 1.0～1.3 |
| 变径螺旋挤土灌注桩 | 0.8～1.0 | 1.0～1.2 |

注：桩间距大时取小值。

**5.6.8** 桩体混凝土强度不应小于C25，且应符合下列规定：

**1** 复合地基增强体桩身强度应满足式5.6.8-1的要求，当复合地基承载力进行基础埋深的深度修正时，增强体桩身强度应满足式5.6.8-2的要求。

*f*cu ≥ 4*λ* （*pk*/*A*p） （5.6.8-1）

*f*cu ≥ (4*λ pk*/*A*p)[1＋*γ*m (*d*0－0.5)/*f*spa] （5.6.8-2）

式中:

*f*cu——桩体混凝土试块（边长150mm立方体）标准养护28d立方体抗压强度平均值（kPa）；

*γ*m——基础底面以上土厚度的加权平均重度（kN/m3），地下水位以下取浮重度；

*d*0——基础埋置深度（m）；

*λ* ——单桩承载力发挥系数，宜按地区经验取值，无经验时按表5.6-1取值；

*pk*——作用于桩顶的轴向压力计算值（kN），直杆段*pk=**R*a，*R*a为单桩竖向承载力特征值（kN）；

*A*p——桩身截面积，其中螺纹段取桩芯截面积（m2）；

*f*spa——深度修正后的复合地基承载力特征值（kPa）；

**2** 当复合地基增强体为上部直杆段下部螺纹段的螺杆灌注桩时，螺纹段桩身强度应满足下列要求：

**1）**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处轴向压力按下式计算

 *P´k* =*R*a （5.6.8-3）

**2）**其他情况，螺纹段顶截面处轴向压力按下式计算

 *P´k* =*R*a-0.5*u∑qsikli* （5.6.8-4）

式中:

*P´k*——作用于螺纹段顶截面的轴向压力计算值（kN）；

*R*a ——单桩竖向承载力特征值（kN）。

*u*——桩身周长（m），*u*=*πd*，*d*为直杆段设计桩径；

*qsik*——直杆段周围第*i*层土的极限侧阻力标准值，无地区经验时，可按长螺旋钻孔压灌桩的极限侧阻力标准值表5.5-1取值；

*li*——相应于直杆段穿过的第*i*层土的厚度（m）；

**5.6.9** 螺纹钻压灌桩复合地基变形计算应按国家现行标准《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。

# 6 施 工

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 螺纹钻压灌桩施工场地应符合下列规定：

**1** 施工场地地基承载力应大于桩机接地比压的 1.2 倍；

**2** 施工前应平整场地，不应有妨碍施工的高压线路、地下障碍物及地下管线，当无法避免时应有符合安全规范的措施，整平后地面坡度宜小于3%；

**3** 临近边坡桩基应在保证边坡稳定条件下进行施工。

**6.1.2** 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。

**6.1.3** 在正式施工前，应按下列要求进行成桩工艺试验：

**1** 应按设计要求的数量、位置施工试桩。试桩位置应具有代表性，桩径、桩长应符合设计要求，试桩数量不宜少于3根；

**2** 试桩过程应准确记录各岩土层成孔深度、成孔时间、加压力以及分层钻进扭矩，结合混凝土供应情况确定成孔工艺参数和混凝土缓凝时间、充盈系数等指标；

**3** 成孔过程应准确记录钻进过程中电流值数据，结合地质条件选择冲击功或加压力适配参数及终孔标准依据；

**4** 成桩施工过程中，应对桩顶和地面土体竖向及水平位移进行系统观测。并应加强临近建筑物、地下管线等的观测、监护；

**5** 如遇挤土敏感地层、易窜孔地层应进行不同施工间距成桩试验，确定合理的施工间距；

**6** 应根据成桩工艺试验进行参数优化设计，并应根据试桩的结果调整施工方案。

**6.1.4** 成桩过程应根据地质条件、布桩情况，采取措施消减挤土效应的不利影响， 确保成桩质量。

**6.1.5** 螺纹钻压灌桩施工桩顶标高宜高出设计桩顶标高不小于 0.5m。

**6.1.6** 螺纹钻压灌桩施工的允许偏差应满足表 6.1-1、6.1-2 的要求。

**表** **6.1-1 螺纹钻压灌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） |
| ≥0 | ≤1 | ≤70+0.01H（D＜500mm） ≤100+0.01H（D≥500mm） |

注： 1 H 为桩基施工面至设计桩顶的距离（mm）；

2 D 为设计桩径（mm）。

**表 6.1-2 螺纹钻压灌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） |
| 条基边桩沿轴线 | 垂直轴线 | 其他情况 |
| ≥0 | ≤1 | ≤1/4D | ≤1/6D | ≤2/5D |

注：D 为设计桩径（mm）。

**6.1.7** 螺纹钻压灌桩施工安全管理、施工现场环境与卫生管理应符合国家和现行 行业标准《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》GB 55034 、《建 筑施工安全检查标准》JGJ 59 、《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 和《市政工程安全检查标准》CJJ/T 275 的有关规定。

## 6.2 施工准备

**6.2.1** 螺纹钻压灌桩施工前应具备下列资料：

**1** 建筑场地岩土工程详细勘察报告；

**2** 施工图设计文件、试桩资料及图纸会审纪要；

**3** 建筑场地和邻近区域地面建筑物及地下管线、地下构筑物等的调查资料；

**4** 施工桩机及其配套设备的技术性能资料；

**5** 桩基或复合地基专项施工方案；

**6** 混凝土、水泥、砂、石、钢筋等原材料的质检报告。

**6.2.2** 施工用供水、供电、道路、排水、临时房屋等临时设施，应在开工前准备 就绪。

**6.2.3**  施工人员应符合下列规定：

**1** 应根据专项施工方案的要求，合理配备人员，建立健全工程质量保证体系；

**2** 施工前应对作业人员做好技术交底和安全交底工作；

**3** 应对从业人员进行安全生产教育和安全生产培训，培训合格后方能上岗，特种作业人员应持证上岗。

**6.2.4** 螺纹钻压灌桩施工应采用专用桩机，施工机械及其配套设备的技术性能应 符合下列规定：

**1** 施工机械应根据桩径、成孔深度、地层情况和试桩资料综合确定；

**2** 施工设备设施应具有出厂合格证、检验合格证，其性能指标应符合现行国家相关标准的规定；

**3** 应根据桩基施工过程质量控制的要求配备相应的检查仪器、仪表，其技术性能指标应符合现行国家、行业相关标准的规定。

**6.2.5** 设备拆装时应设立隔离区，由专业人员按说明进行拆卸和组装。设备组装完成后应进行验收，严禁使用不合格设备。

**6.2.6** 施工前应对场地测量基准控制点和水准点进行复核，建立桩基轴线控制 网。

## 6.3 施 工

**6.3.1** 螺纹钻压灌桩包括长螺旋钻孔压灌桩、螺杆灌注桩、变径螺旋挤土（VDS） 灌注桩。施工应根据土层情况和荷载要求选择合适的桩工设备。当地层中存在高灵敏度土（如：饱和砂土、粉土、淤泥、淤泥质土等），遇溶洞、承压水或其他动水环境严重影响成桩质量时，不宜直接采用螺纹钻压灌桩。

**1** 长螺旋钻孔压灌桩

适用于素填土、黏性土、粉土、砂土、极软岩及部分软岩等地层。当地基土主要为淤泥、淤泥质土、 流塑状粘性土、饱和松散砂土、密实碎石土（粒径大、厚层）等地层时，不宜采用长螺旋钻孔压灌桩。

**2** 螺杆灌注桩

适用于素填土、黏性土、粉土、砂土、砾石土、碎（卵）石土、全风化岩、强风化岩及单轴抗压强度≤30MPa 的中风化较软岩等地层。

**3** 变径螺旋挤土(VDS)灌注桩

适用于填土（含块石堆填层）、湿陷性土、黏性土、粉土、砂土、砾石土、碎（卵）石土、漂（块）石土、全风化岩、强风化岩及单轴抗压强度≤50MPa的中风化较硬岩等地层。

**6.3.2** 螺纹钻压灌注桩施工顺序应符合下列规定：

**1** 对于不受挤密效应影响的开阔场地，宜从中间开始向四周进行；受构筑物影响区域、从靠近构筑物开始由近至远进行；

**2** 宜先施工长桩，后施工短桩；

**3** 宜先施工大直径桩，后施工小直径桩；

**4** 宜先施工主楼（高层）基桩，后施工裙房（低层）基桩；

**5** 宜先施工密距桩，后施工疏距桩；

**6** 桩间距小于3倍桩径时，宜采用跳桩施工；

**7** 确定桩机行走路线，避免桩机碾压成品桩造成损坏。

**6.3.3** 长螺旋钻孔压灌桩成孔应符合下列规定：

**1** 开钻前钻头阀门应封闭；

**2** 钻杆下移至钻头触及地面时，应取掉钻头阀门插销后方可钻进；

**3** 钻进速度应先慢后快；

**4** 当钻杆摇晃或难以钻进时，应放慢钻进速度或停机，查明原因并采取措施后继续钻进，严禁强行钻进；

**5** 钻机提钻时，应配备专职人员同步清除钻杆螺旋叶片间的泥土，不得带泥上提；

**6** 成孔过程中应随时检查钻头、钻杆螺旋叶片的磨损情况，磨损严重影响成孔直径时，应及时更换；

**7** 钻孔深度应根据设计桩长及施工面标高作为控制标准。

**6.3.4** 螺杆灌注桩成孔应符合下列规定：

**1** 螺杆灌注桩施工应根据土层情况和荷载要求选择合适的成孔工艺，应按表 6.3-1 选用；

**表** **6.3-1 螺杆灌注桩成孔工艺**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 桩段 | 土层情况 | 下钻 | 提钻 |
| 直杆段 | 非挤土敏感土层 | 正向同步 | 非同步 |
| 挤土敏感土层 | 正向非同步 |
| 螺纹段 |  | 正向同步 | 反向同步 |

**2** 螺杆灌注桩施工应采用加压及同步技术。施工时遇填土、密实碎石土、岩层时可采用非同步技术；

**3** 钻进过程中，应正向旋转，螺纹段应采用正向同步钻进；桩机施加扭矩的同时应施加竖向压力，钻进至设计深度前，不应反向旋转钻杆或提升钻杆；

**4** 钻孔深度应根据设计桩长及进入桩端持力层最后1m～3m的钻进速度、钻进扭矩作为控制标准；

**5** 钻至设计深度后，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，直杆段应采用非同步提钻。

**6.3.5** 变径螺旋挤土（VDS）灌注桩成孔应符合下列规定：

**1** 一般土层选择以旋切钻进为主、冲击夯实孔底同步压灌混凝土成桩；

**2** 旋切钻进困难的地层，采用“SDL”工法，启动冲击辅助旋切双动力钻进；

**3** 启用冲击辅助钻进前、必须确认提升卷扬的钢绳处于非受力松弛状态、随钻同步跟进；

**4** 冲击能由小到大设定，每次冲击进尺量≤5cm为宜，严禁提升卷扬受力状态启用冲击作业；

**5** 遇坚硬地层，成孔钻进时间过长不能满足混凝土随灌要求时，应采用引孔后灌注成桩。

**6.3.6** 螺纹钻压灌桩终孔标准应根据设计及施工控制要求，并结合工程地质情况、 入土深度、桩端持力层性状及竖向压力、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** 桩端进入坚硬、硬塑的黏性土，中密以上粉土、砂土、卵石土、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。

**6.3.7** 螺纹钻压灌注桩桩身混凝土应符合下列规定：

**1** 施工前应通过试验确定混凝土配合比，混凝土强度应满足设计要求，混凝土坍落度宜为160mm～220mm；

**2** 粗骨料粒径宜为5mm～15mm，细骨料宜为中粗砂，混凝土水泥用量及强度等级应符合现行国家、行业相关标准的规定，初凝时间不宜少于 6小时。

**6.3.8** 螺纹钻压灌注桩泵送混凝土宜符合下列规定：

**1** 混凝土泵与钻机距离应满足混凝土连续压灌要求。泵送混凝土至孔底并加压后方可提钻，严禁先提钻后泵送混凝土。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，提钻速度应满足表 6.3-2 要求。

**表 6.3-2 最大提钻速度**

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

**2** 混凝土压灌过程中，应保持钻具排气孔畅通。混凝土泵料斗内的混凝土面高于料斗底面的高度不应小于400mm；

**3** 冬期施工时，应在输送泵管周围包裹保温材料，混凝土入孔温度不应低于5℃；

**4** 夏季施工时，当气温高于30℃时，宜在输送管上覆盖隔热材料等措施，定时洒水降温；

**5** 混凝土压灌充盈系数不应小于1.0。

**6** 成桩过程中，应现场取样制作混凝土试块，每个台班不得少于1组，每组试件不少于3件。

**6.3.9** 螺纹钻压灌注桩钢筋笼制作、安装应符合下列规定：

**1** 钢筋笼的材质、尺寸应符合设计要求，制作允许偏差应符合表6.3-3的规定；

**表 6.3-3 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** 钢筋笼主筋应采用机械连接或焊接，并应符合现行《钢筋机械连接通用技术规程》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 的要求；

**3** 钢筋笼宜整体制作，底部应做成锥形，并设置加强钢筋；

**4** 钢筋笼加劲箍筋宜设置在主筋内侧，并与主筋点焊接，螺旋箍筋与主筋应全部连接；

**5** 钢筋笼制作时，应在钢筋笼上设置对中支架，确保混凝土保护层厚度；

**6** 搬运和吊装钢筋笼时，应采取有效措施防止钢筋笼变形；

**7** 混凝土压灌至设计标高后，应立即将钢筋笼对准桩孔中心，进行植入施工；

**8** 钢筋笼植入时可依靠钢筋笼的自重和振动装置缓慢植入，并采取有效措施保证钢筋笼的垂直度和保护层厚度，避免钢筋笼碰撞孔壁；

**9** 钢筋笼应连续植入，不宜停顿，并应在桩身混凝士初凝前完成钢筋笼植入工作；

**10** 钢筋笼植入达到设计标高后，断开振动装置与钢筋笼的连接，缓慢连续振动并拔出导入管。

**6.3.10** 作为复合地基增强体的压灌桩，应在桩顶和基础之间设置褥垫层，褥垫 层材料应符合设计要求。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，夯实后的垫层厚度与虚铺厚度的比值不得大于0.9。

**6.3.11** 冬期施工时，应在混凝土终凝前做好防冻措施。

**6.3.12** 清土和截桩时应注意对桩体及桩间土的保护，采用人工或小型机械进行 施工，不得造成桩身断裂、桩间土扰动，截桩后应保证桩顶平整。

**6.3.13** 影响成孔钻进的浅层孤石及障碍物的挖除深度不宜大于3m，且排除障碍后的回填土夯实，应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79相关规定。

**6.3.14** 施工过程中出现异常情况时应停止施工，由监理和建设单位组织勘察、 设计、施工等相关单位共同分析情况，提出解决方案，形成文件资料，消除隐患后方可进行施工。

# 7 质量检查与验收

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 本章节检测方法适用于螺纹钻压灌桩的质量检查与验收，具体根据成桩工艺，可分为长螺旋钻孔压灌桩、螺杆灌注桩、变径螺旋挤土灌注桩（又称“VDS”桩）质量检查与验收。

**7.1.2** 施工方案中应包括质量检查检验的实施细则，成桩质量检查检验分施工前、施工过程和施工后三个阶段。检查及验收需做好计划，并做好相关检查验收记录。

**7.1.3** 用于施工质量检查的仪器、仪表、器具等性能指标，应符合国家现行相关标准的规定。

**7.1.4** 螺纹钻压灌桩试桩应按设计及规范要求进行检测。

**1** 试桩检测数量在同一条件下不应少于3根，当预计工程桩总数在50根以内时，试桩检测数量不应少于2根。

**2** 试桩静载荷试验前、试验后均应进行桩身完整性检测。

**7.1.5** 螺纹钻压灌工程桩的桩身完整性和承载力检测，方法和数量应按照国家现行标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106、地方标准《四川省建筑地基基础检测技术规程》DBJ 51/ 014等有关规定执行。

**7.1.6** 主控项目的质量检验结果必须全部符合检验标准，一般项目的验收合格率不得低于80%，质量检验标准应符合表7.1-1的规定。

|  |
| --- |
| **表7.1-1 螺纹钻压灌桩质量检验标准** |
| 项目 | 序号 | 检验项目 | 允许值 | 允许偏差 | 检验方法 |
| 主控项目 | 1 | 承载力 | 设计值 | 不小于 | 静载试验 |
| 2 | 混凝土强度 | 设计值 | 不小于 | 28d试块强度或钻芯法 |
| 3 | 桩长(或孔深) | 设计值 | ～+0.5m | 测量钻杆有效长度或用测绳测孔深或钻芯法 |
| 4 | 桩径 | 设计值 | 不小于 | 用钢尺量 |
| 5 | 桩身完整性 | 低应变法或钻芯法 |
| 一般 项 目 | 1 | 混凝土坍落度 | 160mm~220mm |  | 用坍落度仪 |
| 2 | 混凝土充盈系数 | 1.0 | 不小于 | 检查灌注量 |
| 3 | 钻头与桩位偏差 | 桩位中心点 | 不大于20mm | 用钢尺量 |
| 4 | 垂直度 | 基础桩：1% | 不大于 | 用全站仪/钻机水平尺 |
| 5 | 桩位 | 设计值 | 不大于70mm | 用钢尺和全站仪量测 |
| 6 | 桩顶标高 | 设计值 | -50mm～30mm | 水准测量 |
| 7 | 钢筋笼标高 | 设计值 | ±100mm | 水准测量 |
| 8 | 保护层厚度 | 设计值 | ±20mm | 用钢尺量 |
| 9 | 桩顶褥垫层夯填度 | 夯填度0.9 | 不大于 | 水准测量 |

**7.1.7** 采用螺纹钻压灌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。

## 7.2 施工前检查

**7.2.1**  人员、设备、场地及技术等准备工作应符合本标准要求，并应具备健全的质量管理体系和质量保障措施。

**7.2.2** 砂、石子、水泥、钢材等桩体原材料质量检验应符合国家、行业、四川省现行有关标准的规定。

**7.2.3** 应对桩位放线位置进行检查复测。

**7.2.4** 钢筋笼制作应对钢筋规格、焊条规格、品种、焊口规格焊缝长度、焊缝外观和质量、钢筋保护层等进行检查。

**7.2.5** 钢筋笼在同一断面主筋的接头数量不应超过主筋总数的50%。主筋接头质量应符合国家现行标准《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和《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定。

## 7.3 施工期检测

**7.3.1** 施工过程中，应对钻头与桩位偏差、钻杆垂直度、钻孔深度等进行质量检查，质量控制偏差应符合本标准表7.1-1 的规定。

**7.3.2** 成桩过程中，应现场取样制作混凝土试块。每组试件应留3件，标准养护，送检28天抗压强度；单桩混凝土量不超过50m3的桩，每个灌注台班不得少于1组；单桩混凝土量超过50m3的桩，每根桩桩身混凝土应留有1组试件；混凝土灌注后应检查单桩灌注方量、灌注完成时间和单桩混凝土充盈系数。

**7.3.3** 检查钻头和钻杆直径，应满足成桩直径的要求。

**7.3.4** 应检查超灌高度，必须保证凿除浮浆后暴露的桩顶混凝土强度达到设计等级。

## 7.4 施工后检验

**7.4.1** 施工完成后应按本标准表7.1-1的要求检验桩径、桩位偏差、桩顶标高、钢筋笼顶标高、混凝土保护层厚度。

**7.4.2** 应先进行桩身完整性检测，后进行承载力检测。

**7.4.3** 螺纹钻压灌桩桩身完整性检测应符合下列规定:

**1** 对于桩径小于500mm的桩，选取30%且不少于20根进行低应变法检测，每个柱下承台检测桩数不应少于1根，一柱一桩应全数检测；桩径大于或等于500mm的桩，应全数进行低应变法检测；

**2** 对于桩径大于或等于800mm，且以中风化或微风化基岩为桩端持力层的端承型桩，还应选取10%且不少于10根进行钻芯法检测桩底沉渣厚度和桩端岩石性状，钻孔深度应超过桩底以下3d且不得小于5m。

**3** 当采用低应变法检测时，受检桩的混凝土龄期不应少于7 d，且桩身混凝土强度不应低于设计强度的70%；当采用钻芯法检测时，受检桩的混凝土龄期应达到28d，或受检桩同条件养护试件强度应达到设计强度要求。

**7.4.4** 螺纹钻压灌桩承载力检测应符合下列规定:

**1** 采用静载试验对工程桩的单桩竖向承载力进行检测，抽检数量为每个单位工程（子单位工程）同一条件不应少于总桩数的1%，且不少于3根；当总桩数在50根以内时，不应少于2根。对抗拔承载力和水平承载力有特殊要求的桩基工程，应进行单桩竖向抗拔静载试验和单桩水平静载试验检测，检测方法及数量应符合《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的规定；

**2** 复合地基承载力检验采用竖向增强体载荷试验和复合地基载荷试验。竖向增强体载荷试验检测数量应为总桩数的1%，且每个单位工程（子单位工程）的试验数量不应少于3点；复合地基载荷试验，每个单体工程（子单位工程）不应少于总桩数的2%且不应少于6点。当桩间距较大或单桩复合地基承载力较高时，因试验设备能力限制，采用压重平台、锚桩横梁反力装置均难以实施单桩复合地基载荷试验时，可分别进行竖向增强体载荷试验、桩间土地基载荷试验，对单桩、桩间土的承载力进行核验。每个单位工程（子单位工程）竖向增强体载荷试验抽检数量不应少于总桩数的 3%，且不得少于9根；每个单位工程（子单位工程）桩间土抽检数量不应少于6点；

**3** 受检桩混凝土龄期应达到28天，或受检桩同条件养护试件强度应达到设计强度要求；

**4** 当基础设计等级为丙级的桩基础，当地质条件复杂、成桩质量可靠且满足高应变法适用条件时，可采用高应变法检测基桩竖向抗压承载力，当采用高应变法进行基桩承载力验收检测时，按同条件下施工桩数的5%且不少于10根抽取，应有本地区相近条件的高应变法与静载试验的对比验证资料；

**5** 抗拔桩承载力验收检测应采用单桩竖向抗拔静载试验，抗拔主筋强度应满足最大试验荷载的要求；

**6** 水平载荷试验应提前考虑反力桩的设置，并应对反力桩实施监测；

**7** 有条件实施锚桩法检测单桩竖向承载力的工程，应对锚桩提供反力、锚筋强度、钢梁进行验算；

**8** 复合地基竖向增强体单桩竖向抗压静载荷试验实施前，宜对桩头进行加固，在桩顶设置带水平钢筋网片的混凝土桩帽或采用钢护筒桩帽，加固桩头前应凿成平面，混凝土宜提高强度等级和采用早强剂。桩帽高度不宜小于1d的桩径，帽下桩顶标高及地基土标高应与设计标高一致。

**7.4.5** 检测工作程序、验证与扩大检测、检测结果评价和检测报告内容，应符合现行《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106、《建筑地基检测技术规范》JGJ 340和《四川省建筑地基基础检测技术规程》DBJ 51/014的有关规定。验证检测、扩大检测采用的检测方案应由建设、勘察、设计、监理、施工、检测等单位共同确认。

**7.4.6** 复合地基褥垫层材料使用前应检验颗粒级配是否达到设计要求。褥垫层夯实后，应检验夯填度，确保褥垫层夯填度达到规范及设计要求。

## 7.5 验 收

**7.5.1** 基桩或复合地基的验收应待基桩施工完毕后，且开挖到桩顶设计标高后进行。

**7.5.2** 螺纹钻压灌桩工程质量验收应符合现行《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的规定。

**7.5.3** 隐蔽工程应在施工单位自检合格后，隐蔽前通知有关人员检查验收，并形成中间验收文件。

**7.5.4**  验收应具备下列资料:

**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验报告、混凝土检测报告及评定资料；

**5** 施工记录、施工日志及隐蔽工程验收文件；

**6** 成桩质量检查记录、褥垫层质量检查与检测记录；

**7** 桩身完整性报告和桩（复合地基）承载力检测报告；

**8** 桩基竣工图；

**9** 其他必须提供的文件和记录。

# 8 安全和环境保护

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 施工前应充分了解进场线路、场地和邻近区域内的管线、地下设施及施工现场周边临近建（构）筑物状况，必要时采取相应保护措施。

**8.1.2** 对不能拆迁的管线应编制专项方案，采取有效的保护措施。

**8.1.3** 施工机械的使用应符合现行《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 的相关规定。

**8.1.4** 施工作业现场应设置警戒区域，悬挂安全标志，非工作人员不得进入。场地内的架空输电线路、地下管线等应设置安全标志。

**8.1.5** 遇有雷电、大雨、大雾、大雪和六级以上大风等恶劣气候时，应停止一切作业，并把桩机的重心调至面对风的方向，锁住制动器。

**8.1.6** 施工时，应采取有效措施减少噪声、振动、扬尘、废水等对环境产生的影响。

## 8.2 安全

**8.2.1** 施工临时用电应符合现行《施工现场临时用电安全技术规程》JGJ 46的相关规定。

**8.2.2** 施工前应对地下水丰富和易发生坍塌的地层编制专项施工方案。

**8.2.3** 各桩周围1.5m范围和承台的沟槽边应有防滑措施和明显标志。夜间操作时，应设置照明措施。

**8.2.4** 桩机或其配合作业的相关机具在工作时，现场必须有专业人员指挥，现场必须设置标志牌，任何人员不得在工作回转半径范围内停留或通过。

**8.2.5** 作业人员在导管对接时必须戴防割手套，且手套大小应合适，并应严格注意安装时手的位置，防止手被导管夹伤。

**8.2.6** 桩机钻孔时，如发现紧固螺栓松动应立即停机，重新紧固后方可继续作业。

**8.2.7** 桩机应落实专机专人负责，持证上岗。非专业人员不得动用机器设备，各种机械要强化保养，提高可靠性，严禁带病运行。

**8.2.8** 施工过程的安全检查应符合现行《建筑施工安全检查标准》JGJ 59 的相关规定。

## 8.3 环境保护

**8.3.1** 施工现场环境应符合现行《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 的相关规定。

**8.3.2** 应加强对施工机械的维修保养，防止机械漏油污染土壤和地下水。

**8.3.3** 施工机械的废油废水，必须采用隔油池等有效措施加以处理，不得超标排放。

**8.3.4** 施工单位应加强控制施工机械、运输车辆的噪声、振动，减轻噪声扰民。

**8.3.5** 施工过程产生的废土及渣土应及时覆盖，防止扬尘，并及时外运。

**8.3.6** 施工单位应当对产生粉尘、噪声等危害因素的场所进行检测、监测，并将检测、监测结果存档。

**8.3.7** 外运车辆应为密封车或有遮盖自卸车，车辆及车胎应保持干净。

**8.3.8** 渣土、废弃液体的处置应符合有关环境保护的规定，不得污染环境。

# 附录A：螺杆灌注桩大样图



L—设计桩长；L1—直杆段桩长；L2—螺纹段桩长；d—桩外径；d0—内径；

t1—螺牙根部厚；t2—螺牙端部厚；b—螺牙宽；s—相邻螺牙间中到中的距离。

# 附录B：螺杆灌注桩构造参数表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 外径*d*(mm) | 内径*d*0(mm) | 螺牙根部厚度*t*1(mm) | 螺牙端部厚度*t*2(mm) | 螺距*s*(mm) |
| 400 | 340~360 | 40 | 30 | 250 |
| 500 | 440~460 | 40 | 30 | 250 |
| 600 | 540~560 | 40 | 30 | 250 |
| 700 | 640~660 | 50 | 30 | 350 |
| 800 | 740~760 | 50 | 30 | 350 |

# 本标准用词说明

**1** 为方便在执行本标准条文时区别对待，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：

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、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.《建筑地基基础设计规范》 GB 50007

2.《混凝土结构设计标准》GB/T 50010

3.《建筑抗震设计规范》 GB 50011

4.《岩土工程勘察规范》 GB 50021

5.《工程勘察通用规范》 GB 55017

6.《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003

7.《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202

8.《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

9.《混凝土结构施工质量验收规范》 GB 50204

10.《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》GB 55034

11.《建筑桩基技术规范》 JGJ 94

12.《建筑地基处理技术规范》 JG J79

13.《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18

14.《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107

15.《建筑基桩检测技术规范》 JGJ 106

16.《建筑地基检测技术规范》 JGJ 340

17.《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33

18.《建筑施工安全检查标准》JGJ 59

19.《施工现场临时用电安全技术规程》JGJ 46

20.《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146

21.《长螺旋钻孔压灌桩技术标准》 JGJ/T 419

22.《螺杆灌注桩技术规程》T/CECS 780

23.《建筑地基基础工程施工质量验收规范》DBJ 50-125

24.《四川省建筑地基基础检测技术规程》DBJ 51/014

25.《市政工程安全检查标准》 CJJ/T 275

四川省工程建设地方标准

四川省螺纹钻压灌桩技术标准

Technical standard for screw drilling and pressure

grouting pile in Sichuan Province

DBJ51/T ××—20××

(征求意见稿)

# 条 文 说 明

目 次

[1 总 则 48](#_Toc22492)

[2 术语和符号 49](#_Toc21088)

[2.1 术 语 49](#_Toc21693)

[3 基本规定 50](#_Toc14169)

[4 勘 察 52](#_Toc21528)

[4.1 一般规定 52](#_Toc27413)

[4.2 勘察要求 52](#_Toc28064)

[4.3 勘察评价 52](#_Toc8681)

[5 设 计 53](#_Toc23040)

[5.1 一般规定 53](#_Toc22745)

[5.2 基本资料 53](#_Toc13603)

[5.3 桩的布置 54](#_Toc27442)

[5.4 桩的构造 54](#_Toc10224)

[5.5 单桩竖向承载力计算 55](#_Toc21989)

[5.6 复合地基设计 56](#_Toc23723)

[6 施 工 58](#_Toc7892)

[6.1 一般规定 58](#_Toc31643)

[6.2 施工准备 59](#_Toc18287)

[6.3 施 工 60](#_Toc6567)

[7质量检查与验收 65](#_Toc11605)

[7.1一般规定 65](#_Toc4352)

[7.2 施工前检查 66](#_Toc4302)

[7.3 施工期检测 66](#_Toc15392)

[7.4 施工后检验 67](#_Toc30821)

[8 安全和环境保护 69](#_Toc3482)

[8.1 一般规定 69](#_Toc8671)

[8.2 安 全 69](#_Toc5009)

[8.3 环境保护 69](#_Toc29798)

# 1 总 则

**1.0.1**螺纹钻压灌桩是采用特定动力的桩机和带螺纹（旋）的钻具成孔，压灌混凝土后，再根据设计是否需要后置钢筋笼形成的（钢筋）混凝土灌注桩。具有技术集成或成套技术特征，包含长螺旋钻孔压灌桩、螺杆灌注桩和变径螺旋挤土灌注桩，其施工噪声小、不塌孔、无泥浆污染、施工准备工作少、工作效率高等优点，已在我省逐步得到推广应用。为适应行业发展需求，规范该技术在四川省行政区域的应用，制定了本标准。

**1.0.2** 螺纹钻压灌桩适用范围广泛，在工业与民用建筑、市政工程的桩基础和复合地基处理中都取得了成功应用。近年来，在电力、公路、铁路和水利等行业也得到迅速推广。

**1.0.3** 为实现安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境的目标，螺纹钻压灌桩的设计与施工，应根据成套技术中各类型桩工设备的特点、优势，综合考虑工程地质条件、水文地质条件、上部结构类型、施工技术及环境条件等因素，并应重视地方经验。

# 2 术语和符号

**2.1 术 语**

**2.1.1** 螺纹钻压灌桩是系列成套灌注桩施工技术，符合新质生产力发展需要，具有不塌孔、无沉渣、无泥浆污染等特点，桩身质量容易保证，是一种绿色施工方法。随着我国房屋建筑、市政基础设施的迅猛发展，以长螺旋钻孔压灌桩、螺杆灌注桩及变径螺旋挤土灌注桩（双动力成孔灌注桩）等成套压灌桩技术的成功应用，其施工速度快、质量稳定、适用地层范围广，环比其他灌注桩施工，整体造价低廉，已得到行业普遍认可。

螺纹钻压灌桩技术还在不断发展和完善。目前，螺杆灌注桩已实现钻杆接长打深桩技术和钢螺杆反力桩检测技术突破；双动力成孔灌注桩已实现孤石、硬岩（单轴抗压强度≤50MPa）高效钻掘技术和可压缩地层桩身扩径（体）技术，以上新技术选择性纳入本标准。

**2.1.4** 变径螺旋挤土灌注桩是一项全新的基桩施工技术，已录入《中国基桩新技术精集》第52章。该钻机具有冲击钻进、旋切钻进和冲旋联动三种作业模式，具有微机单板控制一键适时切换功能，可实现土层、软岩地层旋切钻进，松散土层、可压缩地层冲击挤扩钻进，孤石、硬岩地层冲旋联动高效钻进，压灌混凝土后置钢筋笼成桩质量可靠，适配钻具还能实现一机多能、用于多种复杂地层预制桩植桩等施工工艺。

# 3 基本规定

**3.0.2** 螺纹钻压灌桩成套技术在素填土、黏性土、粉土、砂土、碎 (卵)石土、全风化岩、强风化岩、中风化岩等地层中已得到成功的应用。

根据已有施工经验，长螺旋钻孔压灌桩适用于黏性土、粉土、砂土、非坚硬碎石土及极软岩地层；螺杆灌注桩适用于黏性土、粉土、砂土、粒径小于50cm块石土及30MPa以内岩石地层；变径螺旋挤土灌注桩，在块石填土、松散碎石土及穿透孤石地层已有成功应用，适用于黏性土、粉土、砂土、碎石土、漂石土及50MPa以内的孤石和岩石等复杂地层。

对于流塑状黏性土、淤泥、淤泥质土可采取跳打、部分取土及降低施工速率等措施进行螺纹钻压灌桩施工。对于泥炭、泥炭质土等土层以及膨胀土等特殊土地层应通过现场试验确定其适用性。

当地层中存在高灵敏度土、饱和松散砂土、饱和粉土，压灌桩施工质量难以保证时，不宜采用螺纹钻压灌桩。

**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。螺纹钻压灌桩可用于复合地基中的增强体。当地基土为欠固结土、湿陷性土、可液化土等特殊性土，采用螺纹钻压灌桩作为复合地基时，设计时应综合考虑土体的特殊性质，采取相应的技术措施（如：配筋、加筋土垫层等），以保证处理后的地基土和增强体共同承担荷载。

**3.0.8** 螺纹钻压灌桩施工需采用专门的施工设备。其中，因实现同步控制技术、钻遇孤石和硬岩地层对设备性能要求相对较高，可根据地质条件、设计参数合理选用对应的螺纹钻压灌桩桩机，其中螺杆灌注桩桩机性能参数参照表3-1，变径螺旋成孔灌注桩桩机性能参数参照表3-2。

**表3-1 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 |
| 最大成孔深度(m) | 25 | 30 | 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) | 80 | 110 | 150 |
| 主卷扬机提拔力(kN) | 800 | 1000 | 1250 |

**表3-2 变径螺旋成孔灌注桩桩机性能参数表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 型号 | SDL-Ⅰ | SDL-Ⅱ | SDL-Ⅲ |
| 最大成孔直径(mm) | 600 | 800 | 1000 |
| 最大成孔深度(m) | 25 | 30 | 35 |
| 动力头电机功率kw) | 交流150+50 | 交流180+55 | 交流220+75 |
| 额定扭矩(kN.m) | 230 | 320 | 370 |
| 钻杆转速(r/min) | 0～7 | 0～7 | 0～7 |
| 动态冲击(能量、频率) | 变量设定 | 变量设定 | 变量设定 |
| 桩机自重(t) | 105 | 120 | 140 |
| 主卷扬机提拔力(kN) | 720 | 900 | 1100 |

# 4 勘 察

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 螺纹钻压灌桩可归类于桩基础，其详细勘察应满足现行国家标准对桩基础勘察的规定。

**4.1.2** 为满足桩基础设计所需的基本资料，除建筑场地工程地质、水文地质资料外，场地环境条件、新建工程平面布置、结构类型、荷载分布、使用功能上的特殊要求、结构安全等级、抗震设防烈度、场地类型、桩的施工条件、类似地质条件的试桩资料等，都是桩基设计所需的基本资料。

## 4.2 勘察要求

**4.2.1** 本条是对螺纹钻压灌桩详细勘察阶段勘探点布置的要求。勘察孔位、间距宜根据条件综合确定，确保勘察成果满足设计和规范要求。

**4.2.2** 本条是对螺纹钻压灌桩详细勘察阶段勘探孔深度的要求。

**4.2.3** 桩基础设计和施工所需的某些参数单靠钻探取土是无法获取的，因此勘察手段应精心选择。对软土、黏性土、粉土和砂土的测试手段宜采用静力触探和标准贯入试验；对卵（碎）石土宜采用重型或超重型圆锥动力触探。

**4.2.4** 本条主要强调当桩端持力层为基岩时，应在预计桩端以下3～5d范围内采取岩样并进行试验。

## 4.3 勘察评价

**4.3.1** 本条规定了螺纹钻压灌桩桩基础评价内容的基本要求。

**4.3.2** 本条规定了螺纹钻压灌桩桩地基处理评价内容的基本要求。

# 5 设 计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 在基底桩间土较好的地基中，可采用复合地基，螺纹钻压灌桩用于复合地基中的增强体。

**5.1.3** 复合地基可采用素混凝土桩或桩身上部配置一定长度构造钢筋笼的素混凝土桩。

**5.1.4** 螺纹钻压灌工艺可有效解决传统钻孔灌注桩在深厚填土层中的垮孔问题，但设计计算时应充分分析计算桩侧负摩阻力对基桩的影响。

**5.1.5** 螺纹钻压灌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。

**5.1.6** 螺纹钻压灌桩设计时荷载效应组合和抗力极限值应符合下列规定：

**1**当按单桩承载力确定螺纹钻压灌桩桩数时，传至承台基础底面的荷载效应应按正常使用极限状态下荷载效应的标准组合计算。相应抗力应采用单桩承载力特征值；

**2** 计算螺纹钻压灌桩桩基或复合地基变形时，传至基础底面的荷载应按正常使用极限状态下荷载效应的准永久组合计算，不计入风荷载和地震作用。相应的地基变形限值应为地基变形允许值；

**3** 在计算桩基结构承载力、确定尺寸和配筋时，应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，应分别采用荷载效应标准组合和荷载效应准永久组合。

## 5.2 基本资料

**5.2.1**提供的岩土工程勘察资料中，应有以下内容：勘探点深度、勘探线和勘探点间距、工程地质剖面图、螺纹钻压灌桩的极限侧阻力标准值*qsik*与极限端阻力标准值*qpk*及有关参数与结论等。

## 5.3 桩的布置

**5.3.1** 螺纹钻压灌桩尺寸也可根据工程实际情况及设计需求进行相应调整，但需对螺纹段桩身的受力进行验算或试验。

**5.3.3～5.3.4** 桩端持力层的选择和进入持力层的深度直接影响基柱承载力与沉降量，应综合考虑设计单桩承载力大小，地层性状、钻机设备能力及成孔、成桩工艺可行性等因素。桩端进入破碎岩石或软质岩的桩，按一般桩来计算桩端进入持力层的深度。

**5.3.5** 基桩的合理最小中心距确定是重点，基桩最小中心距基于以下两个因素确定。一是有效发挥桩的承载力。二是对于挤土桩，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挤土效应的影响和桩的排列与数量因素。螺杆灌注桩、变径螺旋挤土灌注桩为具有挤土效应基桩，为避免和减小成桩过程中挤土效应的负面影响，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适当加大。

## 5.4 桩的构造

**5.4.1** 螺纹钻压灌桩桩型和尺寸可根据工程实际需要选取，螺杆桩外形结构通常为上部直杆段、下部螺纹段，长螺旋钻孔压灌桩和变径螺旋挤土灌注桩外形结构通常为等截面圆桩。

**5.4.2** 配筋长度主要考虑轴向荷载的传递特征与荷载性质。对于端承桩和抗拔桩宜通长等截面配筋，摩擦型桩可分段变截面配筋。

**5.4.3** 当用作桩基础时，桩身混凝土的最低强度等级为C25，根据《混凝土结构设计标准》GB/T 50010规定，设计使用年限为50年，环境类别为二a时，最低强度等级为C25；环境类别为二b和三类时，最低强度等级为C30。

## 5.5 单桩竖向承载力计算

**5.5.2** 本条沿用《建筑桩基技术规范》JGJ 94的要求，目前对单桩竖向极限承载力仍以原位原型试验为最可靠的确定方法，其次是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确定。对于不同桩基设计等级应采用不同可靠性水准的单桩竖向极限承载力确定方法。单桩竖向极限承载力的确定，要把握两点，一是以单桩静载试验为主要依据，二是要重视综合判定的思想。因为静载试验一则数量少，二则在很多情况下如地下室土方尚未开挖，设计前不具备进行与实际完全相符的试验条件。因此，在设计过程中，离不开综合判定。

**5.5.3** 长螺旋钻孔压灌桩、螺杆灌注桩、变径螺旋挤土灌注桩都属于压灌桩成套技术。这三种桩施工技术相同点是：均采用提钻时连续压力泵送灌注混凝土，后置钢筋笼成桩。不同点是：基桩成孔所用的钻具不同，导致对桩孔底及侧壁岩土体的挤压效果不同。长螺旋钻孔压灌桩技术较为成熟，采用长螺旋桩机和带螺旋的钻杆钻进土体成孔，无明显挤土效应；螺杆灌注桩简称“螺杆桩”，是指采用带有加压装置和具有同步控制技术的桩机，通过带螺牙的钻杆旋转挤压土体成孔；变径螺旋挤土灌注桩又称“VDS”桩，是指采用具有旋切与冲击动力的SDL工法专用桩机及变径螺旋钻成孔。

长螺旋钻孔压灌桩单桩极限承载力标准值按照《长螺旋钻孔压灌桩技术标准》JGJT 419-2018执行。

螺杆灌注桩技术目前在国内已推广多年，多个省份已有相应的地方标准，福建省实施了《福建省螺杆灌注桩技术规程》DBJ/T 13-246-2016，安徽省实施了《螺杆桩基础技术规程》DB34/T 5010-2014，海南省实施了《海南省螺杆灌注桩技术标准》DBJ 46-026-2021，河南省实施了《螺杆桩技术标准》DBJ 41/T160-2022等，多本技术规程中对单桩竖向极限承载力的估算均采用本标准中的公式5.5.3-2。 本标准在螺杆桩承载力估算时，端阻采用表5.5-3螺杆压灌桩的极限端阻力标准值*qpk*和侧阻采用表5.5-1长螺旋钻孔压灌桩的极限侧阻力标准值*qsk*，并在极限侧阻力标准取值上增加了增大修正系数，直杆段增大系数α，螺纹段增大系数*βsj*。

变径螺旋挤土灌注桩技术是冲击和旋切两种传统工法优化组合形成的一种新工法；SDL钻机具备三种工作模式：第一种旋切钻进，第二种冲击钻进，第三种是冲击和旋切联动钻进，三种工作模式一键操作切换应用于简单和复杂地层的快速钻进，可提高功效。成孔过程中除了碾压混凝土加固桩周地层提高桩周侧阻力以外，成孔完成后通过对桩底持力层进行夯实，进一步提高桩端阻力。本标准在估算时采用表5.5-1长螺旋钻孔压灌桩的极限侧阻力标准值*qsk*和表5.5-3螺杆压灌桩的极限端阻力标准值*qpk*来计算，并在可压缩地层的极限侧阻力标准值上增加了增大修正系数*βsm*，极限端阻力标准值上增加了增大修正系数*βp* 。

**5.5.4** 桩身混凝土的受压承载力是桩身受压承载力的主要部分，本条沿用《建筑桩基技术规范》JGJ 94的要求。其强度和截面变异受成桩工艺的影响。螺纹钻压灌桩的成桩工艺系数取0.75～0.85，填土、软土取小值，卵石土、硬塑黏土、强风化及中风化岩取大值。

## 5.6 复合地基设计

**5.6.1** 下列情况中由于其加固机理尚需要进一步研究，且场地的地基浅层存在厚度不大的软弱地层，若采用其他方式又不具有经济合理性，而采用复合地基方案时桩土应力比较大，因此需要采用适宜的地基加固方法对桩间土进行处理，以提高桩土工作最佳的效果：

**1** 新近填土、大面积堆载等场地的地基，对增强体具有显著的负摩擦力，变相增加了桩的承载力要求，在摩擦型增强体的情况下总沉降量会更大，尽管已通过理论研究确定了计算方法，但过程和内容比较繁琐，从工程使用的角度，需要通过其他方法处理后再采用；

**2** 存在天然或人工洞穴、既有建筑基础、承压水等地段会影响桩和桩间土受力状态；

**3** 层厚变化较大的地基，增强体的持力层不一致，导致复合地基刚度差异较大，并可能造成较大的差异沉降，增大了对基础刚度的要求，从综合效益的角度比较也不宜直接采用；

**4** 此类场地采用螺纹钻压灌桩复合地基的性能状态以及是否还能沿用复合地基的方法进行设计计算目前缺少必要的验证资料支撑，从安全的角度考虑暂不建议直接使用。

5.6.6 桩顶与基础之间设置褥垫层，选用的材料应能充分发挥其在复合地基中的协调作用：

**1** 保证桩土共同作用；

2 通过调整褥垫层厚度来调整桩垂直荷载的分担，通常褥垫层厚度越薄，桩承担的荷载比例越高；

3 减少桩顶的应力集中；

4 调整桩土水平荷载的分配；

5 及时封闭复合地基表面，防止水敏性桩间土浸水软化。

**5.6.7** 螺纹钻压灌桩复合地基承载力设计计算方法沿用《建筑地基处理技术规范》JGJ 79中有粘结强度增强体复合地基的设计计算方法，更多的是出于工程实用和确保安全方面的考虑。

另外考虑到压灌桩类型，不同施工工艺对桩间土挤密效果的差异性，因此单桩承载力发挥系数、处理后桩间土承载力发挥系数分别给出了范围参考值。

**5.6.8** 螺纹钻压灌桩复合地基桩体强度是桩体承载力发挥的必要条件，必须保证桩体有一定的安全度，参考《建筑地基处理技术规范》JGJ 79中取4，桩体材料强度须根据增强体上的压力进行验算，其验算方法参照JGJ 79的相关规定。

**5.6.9** 螺纹钻压灌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。

# 6 施 工

**6.1** **一般规定**

**6.1.1** 施工场地内及周边环境状况在施工前应进行详细调查，对水、电、气、通 讯电缆等设施位置、埋设深度应调查清楚，并做出明显标识；施工场地应满足桩工设备对接地比压的要求，地面坡度要求是桩机稳定性需要，满足设备移机行走安全，若场地软弱，应进行预处理，如铺设钢板、对软弱层进行不小于1m 的换填等。

**6.1.2** 桩机下钻前应复核桩位，保证桩位偏差控制在设计要求内。桩机就位后，应用桩机塔身的前后和左右的垂直标杆检查塔身导杆，校正位置，使钻杆垂直对准桩位中心，确保垂直度偏差小于1.0%，并用吊垂吊线直接对准钻杆校正。

**6.1.3** 正式施工前应进行成桩工艺试验，一般选择在工程桩以外的同条件场地进行试打，若已有当地静载荷试验资料和类似地层中的成桩经验，也可在工程桩位进行试成孔试验及挤土效应试验。

成桩工艺试验工作应详细记录成孔直径、成孔深度、成孔时间、加压力或冲击能量以及钻进扭矩、进入持力层的深度、相邻孔之间成孔、成桩的影响、混凝土缓凝时间、 充盈系数等施工工艺参数，为工程桩施工及优化设计提供依据，保证工程桩的质量。

由于成桩过程中可能造成浅层土体的隆起和深层土体的横向挤扩，挤土效应 对周围路面和建筑物引起破坏，使周围开挖基坑坍塌或位移增大，因此需要对桩顶和地面土体的竖向和水平位移进行监测，并应加强邻近建筑物、地下管线等的观测、监测和保护。

**6.1.4** 成桩过程中可能造成浅层土体的隆起和深层土体的横向挤扩，挤土效应对周围路面和建筑物引起破坏，使周围开挖基坑坍塌或位移增大，对已经施打的桩的影响表现为桩身倾斜、浅桩上浮及桩顶上段断裂，采取的措施有：

**1)** 控制布桩密度；

1. 控制施工速率，并制定有效的施工流水路线，控制日成桩量；
2. 设置袋装砂井或塑料排水板，消除部分附加孔隙水压力；
3. 成桩过程中应加强临近建筑物、地下管线的观测、监护，对靠近特别重要 的管线及建筑物处应作施工方案专项论证评审，评审通过后方可进行施工。
4. VDS灌注桩可采取调整钻杆变径螺旋段的配置长度、提高转速、降低进尺速度，提高钻具调配钻渣能力降低挤土负效应。

**6.1.5** 施工中桩顶混凝土超灌高度应不小于 0.5m，是基于以下几个因素：

**1)** 成桩时混凝土灌注高度要高出桩顶设计标高一段长度，避免桩顶标高低于设计要求；

**2)** 桩顶一般由于受浮浆的影响，靠桩顶一段桩体混凝土强度较低；

**3)** 已成桩混凝土尚未终凝时，施打新桩可能导致刚施打完邻桩受振动挤压，混凝土上涌使桩径缩小。增大混凝土顶面的高度即增加了自重压力下抵抗桩周土围压的能力，确保成桩质量。

**6.1.7** 螺纹钻压灌桩施工应符合国家相关安全文明施工的标准及当地相关部门要求，做到绿色、低碳、环保、安全施工。

**6.2** **施工准备**

**6.2.1** 施工前应收集场地地质资料、水文资料、施工图设计文件、试桩资料、场地地下管线及周边环境资料，并进行图纸会审，根据场地地质条件、设计要求选择合适的螺纹钻压灌桩桩机。编制桩基施工的专项方案，桩基施工专项方案应明确钻孔直径、钻孔深度、桩身混凝土强度等级、混凝土灌注量、桩身保护长度等主要施工技术参数，还应明确质量、安全和环境保护等技术措施。施工前还应根据设计要求对水泥、砂、石、钢筋等原材料进行质量检验，并进行配合比实验，进场的原材料和设备应符合设计和相关规范标准的要求。

**6.2.3** 进场施工人员应进行三级安全生产教育和安全生产培训，对作业人员做好技术交底和安全交底工作，让作业人员了解现场作业的风险因素和质量控制关键环节，确保优质、高效、安全提供合格产品。电工、焊工、桩机操作工等特种作业人员应持证上岗。

**6.2.4** 四川省螺纹钻压灌桩包括长螺旋钻孔压灌桩、螺杆灌注桩、变径螺旋挤土（VDS）灌注桩。具体选用哪种桩型要综合考虑设计要求、场地地质条件，根据场地地层成孔、成桩可行性和工作效率进行选择。国内生产螺纹钻压灌桩桩机的厂家较多，机械设备性能一般按桩工设备动力头提供动力、 扭矩、主桅杆高度、钻具类型、行走方式等参数进行划分，设备的选择要根据成孔试验结果、成孔直径、成孔深度、场地地层、设计要求承载力以及成桩效率等因数进行综合考虑。

**6.2.5** 螺纹钻压灌桩桩基拆装是事故发生率较高的环节，桩机拆装时应有专业技术人员现场监督指导，并应由专业人员对桩机的各部件、保险装置进行检查，确保组装后的桩机合格，桩机组装完成后，应有相关人员共同进行验收，合格后方能投入使用。

**6.2.6** 桩基施工前必须对桩位进行精准定位，桩位偏差应满足有关标准要求。桩的定位放线应在场区测量放线控制网上进行，施工中如有桩点标识物遭破坏应重新复测定位。

**6.3** **施** **工**

**6.3.1** 本条对螺纹钻压灌桩的三种桩型应用场景进行了说明。

**1** 长螺旋钻孔压灌桩施工当地基土为密实的、粒径大且厚的碎石土以及完整较硬岩层时，很难成孔，成桩效率极低，不宜采用长螺旋钻孔压灌桩。桩长目前受钻机塔架高度的限制，其桩长不宜大于 35m。桩机可更换不同直径的钻杆施工不同直径的长螺旋钻孔压灌桩，根据现有设备的能力，桩径宜取 400mm～1000mm。

**2** 螺杆灌注桩施工遇较坚硬岩时，很难成孔，成桩效率低，不宜采用螺杆灌注桩。常规桩基最大施工桩长45m，使用接钻杆技术的桩机，最大施工桩长可达 70m。桩机可更换不同直径的钻杆施工不同直径的螺杆灌注桩，根据现有设备的能力，桩径宜取 400mm～800mm。 螺杆灌注桩的直径、螺距及螺牙厚度可参考附录B选用。

**3** 变径螺旋成孔灌注桩又称 VDS 灌注桩、采用“SDL工法”冲击辅助旋切双动力钻进，主要用于解决块石堆填、建筑垃圾填土、密实卵砾石、坚硬孤石、桩底较坚硬岩等复杂地层钻进难、效率低的施工问题，可施工挤土或非挤土成孔灌注桩。根据施工经验，为确保施工效率，成孔钻进岩石的强度不宜大于 50MPa。

当采用挤土钻进时，桩径宜为 400mm～800mm ，当采用排土钻进时，桩径宜为 400mm～1000mm 。桩长目前受桩机塔架高度的限制，其桩长不宜大于35m。

**6.3.2** 桩的施工顺序应充分考虑工程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。同场地设计为长短桩情况下，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，采取跳桩施工，或采用控制桩身混凝土浇筑后缩短凝固时间的施工技术，避免施工时相邻桩体发生窜孔。

**6.3.3** 开钻前，钻杆向下移动至钻头接触地面时，应取掉钻头盖插销，以保证提钻时混凝土能顺利泵出。成孔钻进过程中如难以钻进，应放低钻进速度，若强行钻进，会导致桩位偏差、桩身倾斜甚至于钻杆拧断。同时应定期检查钻头直径与钻杆直径，分析混凝土充盈系数，充盈系数不足应及时更换钻具，确保成桩直径达到设计要求。

**6.3.4** 螺杆灌注桩的成孔与成桩是施工的关键工艺，应按以下要点控制工程施工质量：

(1) 钻杆螺旋变径段的配置长度大于孔深范围第 i 层相对低压缩性地层厚度， 以减少挤土负效应、造成地表隆起影响邻桩施工质量。

(2) 采用正向旋转挤压土体下钻，钻孔时，应先慢后快，这样既减少钻杆摇晃，又容易控制钻孔的偏差，以便及时纠正，在下钻过程中应注意是否挤桩。在下钻约 2m时，应对桩位偏差进行检测，如偏差过大，需采取提钻、回填、复钻的方式来控制桩位偏差。

(3) 钻具在下钻过程中，通过桩机加压系统，正向(顺时针)同步技术旋转挤压土体成孔，直至到达设计桩底标高，钻进至设计深度前，不应反向旋转钻杆或提升钻杆。

(4) 钻头到达桩端设计标高后，钻具开始反向(逆时针)同步旋转上提，并启动泵送混凝土，待泵送的混凝土进入钻具后，在保持反向同步旋转的同时缓慢提升钻具。在钻具旋转提升的全过程中，必须保持混凝土泵连续泵料，钻杆提升速度应与混凝土泵送速度相匹配，保证钻具内具有足够高度的混凝土，实现混凝土的连续泵送。

**6.3.5** 采用 SDL工法的 VDS桩，即变径螺旋成孔灌注桩，是根据被钻进施工地层的工况需要，软地层采用旋切钻进，旋切钻进困难的硬质地层启动冲击辅助旋切钻进、并冲击夯实孔底残渣、管内压灌混凝土成桩。实现新工法的桩工钻机，拥有冲击和回转两种动力组合实现复合动力做功模式。

钻进施工：(1)钻头对准桩位点后启动钻机，根据地层选择合适的钻杆转速，保持动力头工作电流不大于额定电流、钻进到达设计深度或达到收钻电流时停钻，启动低档位冲击夯实孔底后收钻。(2)当动力头工作电流值大于额定电流时、应放缓或停止进尺继续旋转使电流下降至正常范围继续正常钻进。(3)动力头输出扭矩和工作电流小、旋切进尺缓慢或不进尺时、先确认提升钢绳处于非受力松弛状态，后启动冲击辅助快速钻进，根据地层适时选择冲击能量大小，通过控制器设定，启用冲击时，确保提升卷扬与进尺速度同步，使钢绳保持适度松弛状态，以免冲击功影响提升装置，但要注意钢绳过度松弛易乱绳。(4)含松动块石易卡钻地层、采用冲击和旋切模式交替配合钻进，非稳定岩土层不得采用冲旋联动模式。(5)钻进到达终孔标高，停钻夯实孔底后，钻杆正向旋转起钻并同步压灌混凝土，提钻高度达到 500mm时停顿确认钻门打开、钻杆内混凝土面到达地面高度、钻杆正转提钻，变径螺旋碾压混凝土与桩周融合、完成灌注成桩。

**6.3.6** 螺纹钻压灌桩施工时，应根据设计要求确定的桩长、桩径进行成桩工艺试验，在满足设计要求的前提下，结合工程地质情况、入土深度、桩端持力层性状及竖向加压力、钻进扭矩等因素综合确定施工参数，参照施工参数作为终孔依据。

1）长螺旋钻孔压灌桩终孔标准也根据设计桩长及施工面标高确定；2）螺杆灌注桩终孔标准，应结合工程地质情况、入土深度、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，再结合静载试验结果综合考虑确定。终孔时，以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；3）变径螺旋挤土(VDS)灌注桩终孔标准，应结合工程地质情况、入土深度、桩端持力层性状及竖向加压力、钻进扭矩等因素综合确定，主要以控制桩长为主，钻进时以静态旋切钻进为主、必要时启动动态冲击辅助钻进保证设计桩长。

施工桩长不满足设计要求、终孔施工控制参数异常时，应进行设计变更确认。

**6.3.7** 本条对螺纹钻压灌桩压灌混凝土的相关规定做出了说明：

螺纹钻压灌桩灌注混凝土宜采用和易性较好的细石混凝土，主要材料有水泥、 砂、石、粉煤灰及拌合水，所用材料的材质、品种、规格，应满足设计及现行相关标准的要求，还应取样进行检验复试，施工前还应进行和易性检查，试块取样强度检验应按台班或批次进行。如选用外加剂，宜选用液体缓凝剂，质量应符合现行《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定。

**6.3.8** 本条对螺纹钻压灌桩混凝土施工的相关规定做出了说明：

(1) 一般土层，压灌桩钻孔施工至设计标高后，螺旋钻杆应停止钻动并开始泵 送混凝土。当桩端持力层为较大粒径的卵石土时，停钻后易发生卡钻，这种情况下，允许在转动条件下泵送混凝土，钻头高于卵石层后应停止转动，继续静拔提钻并泵送混凝土。

(2) 混凝土压灌：钻进到设计深度、提钻 500mm 、稍作停顿确认钻门打开， 钻杆内混凝土面到达地表、提钻并同步灌注成桩，为保证桩端混凝土的密实度、桩底 2m～3m段灌注后复钻至设计深度，再提钻同步灌注成桩，确保桩底混凝土密实，消除残渣效应、不得影响压灌桩的桩端承载力。

混凝土压灌过程应连续进行，直至桩体混凝土泵送至施工设计标高，避免供 料不足而停机待料。混凝土压灌过程中的停机待料容易产生桩身质量问题，如断桩、缩颈、桩身混凝土不密实、钢筋笼安插不到位等质量缺陷。在易缩径的土层中应控制提钻速度，以保证混凝土的密实度，避免缩径的发生。

1. 混凝土压灌过程中，保持钻具排气畅通的目的是确保混凝土压灌的顺畅进行，防止混凝土泵送管路中出现中空段而影响桩身混凝土的质量，也可防止泵送管路发生堵管。
2. 当气温高于 30℃施工时，应在混凝土拌合时添加保水剂，施工过程中可采取在混凝土输送管上覆盖草席、洒水等降温措施。
3. 混凝土压灌充盈系数是指实际混凝土压灌量与理论计算量之比，主要受操作人员、设备、场地地层、成孔工艺等因数的影响，灌注桩的混凝土充盈系数不得小于 1.0 ，一般为 1.0～1.3 。在黏性土中充盈系数一般为 1.1 ，砂性土或卵石地层中一般比较大，在 1.2 左右，VDS 灌注桩受变径螺旋辗轧混凝土作用充盈系数会大一些。填土中会更大些，需要通过成孔工艺控制混凝土充盈系数。若充盈系数小于1.0 ，说明桩身质量存在一定的缺陷。
4. 混凝土试样的取件和留置应按照《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204执行。

**6.3.9** 钢筋笼制作应按设计要求和相关规范执行，钢筋笼设置对中定位支架，保证植入后的钢筋笼的混凝土保护层厚度。

钢筋笼的植入是成桩质量的关键工序。植入钢筋笼前应清理孔位周围的弃土，避免刮带泥土进入桩身。在植入钢筋笼过程中均应使用起重机垂直吊住钢筋笼，缓慢连续下放，并应在桩身混凝土初凝前下放完成。

**6.3.11** 混凝土终凝前，应做好防冻措施，可在桩顶覆盖保温材料，如稻草、木屑、草垫等，也可根据各地区冬季的土层冻深情况，在桩顶覆盖一定厚度的土层，一般不小于 1.0m即可取得防冻效果。

**6.3.12** 螺纹钻成孔施工中存在少量钻孔弃土，在弃土和保护土层开挖清运过程中，应避免超挖，并应预留至少 200mm厚土层用人工清除。禁止开挖和运输机械直接在桩顶面上行走，如需在已开挖完成的桩顶面上行走，应采取铺设木板等保护措施。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。

# 7质量检查与验收

## 7.1一般规定

**7.1.1** 螺纹钻压灌桩根据成桩工艺不同分为长螺旋钻孔压灌桩、螺杆灌注桩、变径螺旋挤土（VDS）灌注桩，虽成桩工艺不同，但其检测方法大同小异，有一定的通用性。

**7.1.2** 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。影响螺纹钻压灌桩承载力和桩身质量的因素存在于螺纹钻压灌桩施工的全过程中。螺纹钻压灌桩施工过程中出现的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参照本标准执行。

质量检查验收分为施工质量控制的检查验收及施工后的专项检测，专项检测通常包括但不限于桩身完整性、基桩承载力、复合地基承载力。目前常用的静载荷试验反力提供方式主要为堆载法、锚桩横梁法、堆载锚桩横梁结合法，其中锚桩可采用工程桩或钢螺杆锚桩。专项检测应有具有该检测资质的专业检测机构来完成。

**7.1.3** 对于仪器、仪表、器具应按国家计量的有关规定进行检定或校定后使用，以确保数据能有效溯源，保证准确性。

**7.1.4 本条明确了试桩的检测方法，静载荷试验受力状态遵照设计要求的受力状态。**从经济性和可操作性考虑，作为复合地基竖向增强体使用的螺纹钻压灌桩，试桩的承载力检测可采用单桩竖向抗压静载荷试验。

**1** 本标准规定“试桩检测数量在同一条件下不应少于3根，当预计工程桩总数在50根以内时，试桩数量不应少于2根”是保障合理评价试桩结果的低限要求。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，如果施工时桩的荷载参数发生了较大变动或施工工艺发生了变化，应重新试桩。

本标准所指的“同一条件”即为地基条件、桩长相近，桩端持力层、桩型、桩径、成桩工艺相同；在施工后验收检测中指地基条件相近，桩端持力层、桩型、桩径和成桩工艺相同，设计承载力特征值极差不超过平均值的 20%”。对于大型工程，“同一条件”可能包含若干个桩基分项(子分项)工程。同一桩基分项工程可能由两个或两个以上“同一条件”的桩组成，如直径400mm和500mm的两种规格的桩型应区别对待。

**2** 试桩静载荷试验前应进行桩身完整性检测，判定桩在静载荷试验前的桩身完整性等级。

**7.1.7** 沉降监测应贯穿于施工及荷载加载完毕后的一段时间。达到规范要求的稳定标准，方可停止，出现异常及时预警。

## 7.2 施工前检查

**7.2.1** 在基桩施工过程中，机械设备起到了至关重要的作用，在保证施工质量和效率的同时，也关系到施工安全。因此，为了能够保证机械设备的质量和安全性，规范机械设备的进场管理，需要进行机械设备进场报审。

**7.2.2** 做好原材料备料及质量检验是材料投入使用的前提**，**用于施工验收的原材质量检验应由建设单位委托至第三方专业检测机构，检测过程还应符合建设行政主管部门对于监管平台的相关要求。

**7.2.3** 因测量完毕与正式施工间隙外部因素引起的桩位偏差或测量误差，应在施工前对桩位放线位置进行复测，能有效保证桩位的准确性。

## 7.3 施工期检测

**7.3.1** 施工质量检验应分阶段并贯穿施工的全过程，施工质量检验的实施细则应包括：检验对象、检验项目、检验批次及频率、检验方法、检验设备和设施、检验人员配备、检验时机、质量判别标准、检验记录要求等。

施工过程中，相关参数、指标应进行相应的检查并形成对应的过程控制文件和资料。

**7.3.2** 混凝土是桩基工程最重要的材料，确保达到强度才能保证桩身具备足够的承载力，在现场制作试块，是保证检测试件及数据的有效性。每根桩预留试块或按方量预留试块，保证试验数据有代表性。

**7.3.4** 超灌一定高度能有效保证桩身混凝土强度，灌注桩的普遍做法是不低于0.5m。

## 7.4 施工后检验

**7.4.2** 桩身质量好坏与基桩承载力密切相关，桩身质量检测抽样率较高，通过检测可减少螺旋钻压灌桩安全隐患，并可为判定基桩承载力提供参考。现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》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。

完整性检测后，承载力检测选点可参考如下原则进行：**1** 在地基基础施工质量存在异议的部位应有检测点；**2** 当场地工程地质条件变化较大时，在地质条件较差的地段应有检测点；**3** 当基桩或复合地基增强体桩身完整性测试结果存在Ⅲ类桩时，适用于钻芯法的Ⅲ类桩增加钻芯法辅助检测，且在进行单桩承载力检测时应抽检Ⅲ类桩；**4** 在基础承受荷载较大或上部结构对变形敏感部位应有检测点；**5** 除本条 1、2、3、4款指定检测点外，其余检测点宜随机抽取，应满足场地均匀布置要求；**6** 检测点位应由建设、勘察、设计、监理、施工、检测等单位共同商定。

多数检测点要体现随机性抽取、均匀性分布，个别检测点位要有所侧重。各责任主体单位共同参与验收检测选点工作，有利于检测点位的针对性、代表性，同时对检测工作有一定监督作用。检测单位参与选点，有利于检测工作的可操作性或可实施性。

**7.4.3** 针对螺旋钻压灌桩的成桩工艺及桩型特点，桩身完整性检测方法首选适用、快速、经济的低应变法。由于受桩周土约束、激振能量、桩身材料阻尼和桩身截面阻抗变化等因素的影响，应力波从桩顶传至桩底再从桩底反射回桩顶的传播为一能量和幅值逐渐衰减的过程。若桩过长（或长径比较大）、桩身强度低，或桩身截面阻抗多变或变幅较大，往往应力波尚未反射回桩顶甚至尚未传到桩底，其能量已完全衰减或提前反射，致使仪器测不到桩底反射信号，而无法评定整根桩的完整性。当低应变法不能全面评判基桩完整性时，为保证准确全面的判定，应采用高应变法、钻芯法，或静载试验法与低应变法组合进行检测，浅部不能准确判定的缺陷也可结合浅部开挖综合判定。采用低应变法现场检测时，应选择合适重量的激振力锤和软硬适宜的锤垫，锤的重量及锤头材料，可改变冲击入射波的脉冲宽度及频率成分。锤头质量较大或硬度较小，适合于获得长桩桩底信号或下部缺陷的识别。锤头较轻或硬度较大时，较适宜于桩身浅部缺陷的识别及定位。螺旋钻压灌桩中的螺杆桩为一种异型桩，采用低应变法进行桩身完整性检测时，会出现有别于等截面桩的反射波,影响检测结果的准确性。在具体的工程实践中，可在试桩阶段，通过将反射波形与载荷试验、成桩工艺相结合的方法，确定一个标准波形，以便于指导工程桩检测。钻芯法检测的内容之一是桩身混凝土强度，显然受检桩应达到28d龄期或同条件养护试块达到设计强度，如果不是以检测混凝土强度为目的的验证检测，也可根据实际情况适当缩短混凝土龄期。

**7.4.4** 本条规定了在何种受力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。

复合地基在完工后应进行竖向增强体载荷试验和复合地基载荷试验及检测数量底限。复合地基承载力可以根据实际测试桩土应力分担情况，验证设计模型。但在现实生活中，受实际条件限制，有些复合地基工程难以实施复合地基载荷试验，采用竖向增强体载荷试验、桩间土地基载荷试验分别测试单桩、桩间土的承载力，对复合地基承载力进行核验。此验收方法在现行地方标准《四川省大直径素混凝土桩复合地基技术规程》DBJ 51/T061中有相同规定。采用核验承载力方式所需的单桩静载试验数量，不应少于本标准第7.4.4条第二款规定的正常情况下验收检测的增强体和单桩复合地基载荷试验数量之和。

**7.4.5** 《四川省建筑地基基础检测技术规程》DBJ 51/014对检测工作的程序、验证与扩大检测做了详尽的规定，需要注意的是验证及扩大检测通常为工程数据不满足规范或设计要求、数据异常时采取的措施。应会同各单位的意见，进行原因分析，再得出统一的验证及扩大抽检比例的检测方案。原因分析及统一意见后的检测方案应由各责任主体确认，并形成文字存档。

# 8 安全和环境保护

## 8.1 一般规定

**8.1.1-8.1.6** 螺纹钻压灌桩是长螺旋钻孔压灌桩、螺杆灌注桩、变径螺旋挤土灌注桩等成套压灌桩施工技术的总称。该成套技术的推广运用中，应充分收集资料，结合工程特点，考虑环境因素、天气影响，规范作业行为、制定有效措施，实现低碳、节能、安全、绿色施工。

## 8.2 安 全

**8.2.1-8.2.9** 为实现螺纹钻压灌桩的安全施工，从规范施工临时用电、强化施工安全检查等方面，针对机械设备和人的工作状态，就易发生产安全事故的环节、场景、行为等，进行很严格（如：必须、不得、严禁）和严格（如：应）的规定。

## 8.3 环境保护

**8.3.1-8.3.8** 为做好螺纹钻压灌桩施工期间的环境保护，从固体废弃物、液体渗漏污染处置、控制措施，减少施工噪声、作业场所粉尘危害，加强检测、监测等方面进行了规定。