

# 前 言

根据《河北省住房和城乡建设厅〈关于印发2019年度省工程建设标准和标准设计第一批编制计划〉的通知》（冀建质安函〔2019〕27号）的要求，标准编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内相关标准，结合河北省实际，在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准共分7章和8个附录，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 材料；5. 设计；6. 施工；7. 质量检验与工程验收。

本标准由中国兵器工业北方勘察设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释，由河北省绿色建筑推广与建设工程标准编制中心负责管理。

本标准执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验、积累资料，如有意见或建议及时反馈至中国兵器工业北方勘察设计研究院有限公司（地址：河北省石家庄市长安区建设南大街45号，邮编：050011，电话：0311-86662167，邮箱：csgdjtnzc@163.com），以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查人员名单：

主编单位：中国兵器工业北方勘察设计研究院有限公司  
汤始建华建材（天津）有限公司  
衡水京坤岩土工程有限公司

参编单位：河北省建筑科学研究院有限公司  
北京中岩大地科技股份有限公司

北方工程设计研究院有限公司  
河北太行宏业建设集团有限公司  
中兵北勘（河北）工程检测有限公司  
中土大地国际建筑设计有限公司  
中建八局发展建设有限公司  
唐山中冶地岩土工程有限公司  
河北省水文工程地质勘察院  
石家庄铁路职业技术学院  
河北省地下空间工程岩土技术创新中心

主要起草人：孙会哲 毛由田 崔建波 许鹏展 柳建国  
梁耀哲 吴 浩 陆洪根 周志刚 杨金雷  
刘 超 王永波 何学礼 王长科 武文娟  
王新洲 杨宝森 王治国 张春辉 李亚军  
魏晓萌 郑铁柱 黄 磊 亢永强 王瑞华  
刘 佳 陈 朋 闻建忠 李亚然 何学锥  
张卫良 刘 岩 王玉瑛 裴志广 段永乐  
王云龙 张 珍 曹 阳 程 佳 王 欣  
张国召 吉新萌 王 宁 常淑敏 王德银  
张 勇 张玉峰 刘 阳 王晓磊 张爱国  
谢彦朝 张彦德 赵 莉  
审 查 人 员：聂庆科 王孟科 何柏林 张振栓 周保良  
王海周 岳祖润

# 目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	4
4	材料	6
4.1	材料	6
4.2	构造与性能	7
5	设计	9
5.1	一般规定	9
5.2	构造要求	9
5.3	桩基设计	12
5.4	复合地基设计	17
5.5	支护桩设计	19
6	施工	22
6.1	一般规定	22
6.2	施工准备	23
6.3	水泥石制备	25
6.4	长螺旋成孔与压灌水泥石	25
6.5	静压植桩	27
6.6	施工安全和环境保护	32
7	质量检验与工程验收	33
7.1	一般规定	33

7.2	施工前检验	33
7.3	施工中检验	33
7.4	施工后检验	34
7.5	工程验收	36
附录A	施工记录表	37
附录B	设备技术参数及适用范围表	39
附录C	施工前质量检验标准	40
附录D	施工中质量检验标准	41
附录E	施工后质量检验标准	42
附录F	单桩竖向抗压静载试验	43
附录G	单桩竖向抗拔静载试验	49
附录H	单桩水平静载试验	52
	本标准用词说明	56
	引用标准名录	57
	条文说明	59

# Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	4
4	Material	6
4.1	Material	6
4.2	Construction and Property	7
5	Design	9
5.1	General Requirement	9
5.2	Detailed Requirements	9
5.3	Design of Pile Foundation	12
5.4	Design of Composite Foundation	17
5.5	Design of Retaining Pile of Bracing	19
6	Construction	22
6.1	General Requirement	22
6.2	Construction Preparation	23
6.3	Preparation of Cement Soil	25
6.4	Long Spiral Pore Forming and Pressure Irrigation Soil	25
6.5	Static Pressure Planted Pile	27
6.6	Construction Safety and Environmental Protection	32
7	Inspection and Acceptance of Quality	33
7.1	General Requirement	33

7.2	Inspection Before Construction	33
7.3	Inspection During Construction	33
7.4	Inspection After Construction	34
7.5	Project Acceptance	36
Appendix A	Construction Record Sheet	37
Appendix B	Equipment Selection Table	39
Appendix C	Quality Inspection Standard Before Construction	40
Appendix D	Quality Inspection Standards in Construction	41
Appendix E	Quality Inspection Standard After Construction	42
Appendix F	Vertical Compressive Static Load Test on Single Pile	43
Appendix G	Vertical Uplift Static Load Test on Single Pile	49
Appendix H	Lateral Static Load Test on Single Pile	52
	Explanation of Wording in This Standard	56
	List of Quoted Standards	57
	Explanation of Provisions	59

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范长螺旋压灌水泥土静压预制桩的应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、质量可靠、保护环境、节约资源，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于河北省长螺旋压灌水泥土静压预制桩技术的设计、施工、监测和检验验收。

**1.0.3** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩技术除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和河北省现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

**2.1.1 长螺旋压灌水泥土静压预制桩** bored cement-soil static pressure pile

采用长螺旋钻机等成孔后，在孔中灌注水泥土、水泥砂浆等形成水泥土桩，与同心植入的预制混凝土桩复合而形成的基桩。

**2.1.2 水泥土** cement soil

水泥、水和土以及其他组分按适当比例混合、拌制，满足一定工作性能的材料。

**2.1.3 水泥土复合桩基础** cement-soil composite pile foundation

由设置于土层中的水泥土复合桩和连接于桩顶的承台组成的基础。

**2.1.4 水泥掺入比** cement mixing ratio

掺入的水泥质量与被加固土的天然质量之比，以百分数表示。

### 2.2 符号

**2.2.1 抗力、材料性能和作用效应**

$f_{ak}$  —— 地基承载力特征值；

$f_{cu}$  —— 与复合桩桩身材料配比相同的室内加固土边

长为 70.7mm 或 50.0mm 的立方体试块，在标准



养护条件下 28d 龄期的立方体抗压强度平均值；

$f_{sk}$  —— 桩间土的承载力特征值；

$f_{spk}$  —— 复合地基的承载力特征值；

$T_{uk}$  —— 群桩呈非整体破坏时水泥土静压桩单桩竖向抗拔承载力特征值；

$T_{gk}$  —— 群桩呈整体破坏时水泥土静压桩单桩竖向抗拔承载力特征值；

$Q_{uk}$  —— 单桩竖向极限承载力特征值；

$R_a$  —— 单桩竖向承载力特征值；

$N$  —— 轴心竖向力作用下单桩所受竖向压力设计值。

### 2.2.2 几何参数

$A_p$  —— 复合桩桩身截面积；

$A_p^c$  —— 复合桩内预制桩桩身截面积；

$u$  —— 水泥土扩体桩桩身周长；

$u_l$  —— 桩群外围周长。

### 2.2.3 计算系数

$K$  —— 安全系数；

$m$  —— 面积置换率；

$\gamma_0$  —— 重要性系数；

$\beta$  —— 桩间土承载力发挥系数；

$\lambda_i$  —— 抗拔系数。

## 3 基本规定

**3.0.1** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩设计施工，应综合考虑场地岩土工程条件、周边环境、上部结构类型，因地制宜。

**3.0.2** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩适用于黏性土、粉土、砂土、人工填土等地基；对湿陷性土、膨胀土等特殊土，地下水影响成桩质量，腐蚀性环境中和无工程经验的地区时，在应用本标准时应结合当地工程经验或通过试验确定其适用性。

**3.0.3** 地基基础设计等级为甲级的建筑物在使用时应进行专门研究，并经充分论证。

**3.0.4** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩设计前应具备下列资料：

- 1 岩土工程勘察报告和地基基础设计资料；
- 2 建筑总平面布置图及上部结构类型、荷载大小及分布、建筑物对基础变形的要求；
- 3 施工场地及其周边建筑物、道路、地下管线等分布情况；
- 4 施工条件及类似的工程经验和使用情况；
- 5 施工设备能力以及对地质条件的适应性；
- 6 供选用的预制桩的规格和接头形式。

**3.0.5** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩设计应满足承载力、变形和稳定性要求。

**3.0.6** 施工前应进行水泥土配合比试验。

**3.0.7** 在进行水泥土配合比设计前，应完成下列工作：

- 1 收集详细的岩土工程勘察资料；
- 2 根据工程设计的要求，确定配合比试验所需的各种材料

并检验其性能指标；

**3** 结合工程情况，了解当地相关经验、配合比试验资料和影响水泥石强度的因素。

**3.0.8** 水泥石的配合比宜进行 7d、28d 和 90d 三种龄期的试验。无特殊要求的工程，水泥石的性能指标宜以 90d 龄期的试验结果为准；有特殊要求的工程，水泥石的性能指标可按设计要求执行。

**3.0.9** 长螺旋压灌水泥石静压预制桩的耐久性应符合现行国家相关标准的规定。

**3.0.10** 对于采用长螺旋压灌水泥石静压预制桩技术的建（构）筑物，应按现行标准的有关规定进行变形监测。

## 4 材 料

### 4.1 材 料

**4.1.1** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩的填充料水泥土 28d 龄期的立方体抗压强度平均值不宜小于 4MPa。水泥浆料宜掺入高效减水剂，细砂、膨润土、粉煤灰等其他外加剂，外加剂的掺入量宜通过配比试验确定。

**4.1.2** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩的内芯可选用超高强预应力混凝土管桩（UHC 管桩）、高强预应力混凝土管桩（PHC 管桩）、预应力混凝土管桩（PC 管桩）、混合配筋混凝土管桩（PRC 管桩）、高强预应力混凝土离心方桩（PHS 桩）、先张法预应力混凝土离心方桩（PS 桩）、预应力混凝土方桩（YRS 桩）等预制桩。

**4.1.3** 当无可靠的水泥土复合桩基础工程经验时，设计前应针对桩长范围内主要土层进行室内水泥土配合比试验，选择合适的水泥品种、外掺剂及其掺量，并应符合下列规定：

- 1 宜选用普通硅酸盐水泥，强度等级可选用 42.5 级以上，对于地下水有腐蚀性环境宜选用抗腐蚀性水泥；
- 2 水泥掺入比不宜小于 15%；
- 3 水泥浆的水灰比应按工程要求确定，可取 0.8~1.5；
- 4 外掺剂可根据工程需要和地质条件选用具有早强、缓凝及节省水泥等作用的材料。

**4.1.4** 水泥土的土料宜优先选用场地原土，可选用素填土、粉

土、黏性土、砂土。土料中有机物质含量不得超过 5%，不得含有冻土或膨胀土，土料粒径不应大于 20mm。

**4.1.5** 水泥土外加剂可根据工程需要和土质条件选用具有早强、缓凝、减水以及节省水泥等性质的材料，应避免污染环境，并符合下列规定：

1 可根据工程需要和土质条件选用不同类型的外加剂，其品种和掺量应通过试验或工程经验确定；

2 外加剂性能应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定。

## 4.2 构造与性能

**4.2.1** 混凝土预制桩的纵向钢筋混凝土保护层厚度应符合以下规定：

1 当预制桩用于桩基工程时，混凝土保护层厚度不应小于 35mm；

2 当预制桩用于复合地基、临时支护工程和临时性设施基础时，混凝土保护层厚度不应小于 25mm。

**4.2.2** 预制桩作承压桩时，可不设置桩端锚固筋；当用作抗拔桩或支护桩时，可根据具体要求设置桩端锚固筋。

**4.2.3** 预制桩的钢筋应均匀布置，用于桩基工程的预制桩的最小配筋率和钢筋根数应符合表 4.2.3 的规定，间距允许偏差应为  $\pm 5\text{mm}$ 。

**表4.2.3 预制桩的最小配筋率和钢筋根数**

类别	最小配筋率 (%)	根数
预应力混凝土管桩 (PC、PHC、UHC)	0.5	不少于 6 根
预应力混凝土空心方桩 (PS、PHS)	0.4	不少于 8 根
预应力混凝土实心方桩 (YFZ)	0.4	不少于 4 根
混合配筋预应力混凝土管桩 (PRC)	0.5	不少于 6 根
地基处理用管桩 (PC、PTC、PHC)	0.4	不少于 6 根

**4.2.4** 预制桩出厂时的桩身混凝土抗压强度不得低于设计要求。成桩质量及抗弯要求应满足相关规范的要求。

# 5 设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩应进行工艺性试验，确定有关设计、施工参数及工艺措施。工艺性试验应选择有代表性场地进行，同一条件下成桩数量不宜少于 3 根。

**5.1.2** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩应根据具体条件进行下列验算：

1 应根据使用功能和受力特征分别进行桩的竖向承载力计算和水平承载力计算；

2 混凝土预制桩应按吊装、运输和沉桩分别进行桩身强度验算；

3 当桩端平面以下存在软弱下卧层时，应进行软弱下卧层承载力验算；

4 位于坡地、岸边的桩基应进行整体稳定性验算；

5 抗拔桩基应进行基桩和群桩的抗拔承载力计算。

**5.1.3** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩设计时所采用的设计等级、作用组合和抗力限值应符合相关现行国家和地方标准的规定。

## 5.2 构造要求

**5.2.1** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩结构如图 5.2.1 所示，其构造应符合下列要求：水泥土桩外径应大于预制桩直径，两径比 1.4~3.0，水泥土厚度不小于 150mm。

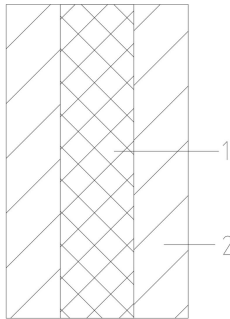


图5.2.1 构造示意图

1—预制桩；2—混凝土桩

### 5.2.2 预制桩的接头应符合下列规定：

1 每根桩的接头数量不宜超过 3 个，对防腐桩应尽量减少接头数量，接头宜位于微腐蚀土层中；

2 桩上、下节拼接可采用端板焊接或机械接头连接，接头应保证桩内纵向钢筋与端板等效传力，接头连接强度不应低于桩身强度；

3 用于抗拔桩的接头宜采用机械连接或经专项设计。

### 5.2.3 预制桩顶部与承台连接处的混凝土填芯应符合下列规定：

1 对于承压桩，填芯混凝土深度不应小于 3 倍桩径且不应小于 1.5m，当预制桩内充满水泥浆无法采用填芯与承台连接时，预制桩与承台连接应符合下列要求（图 5.2.3）：



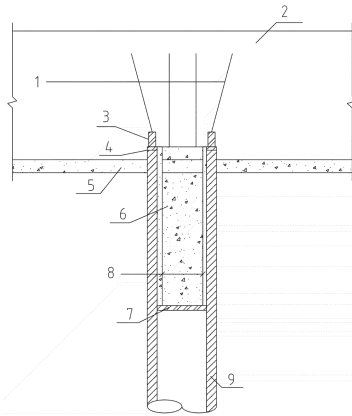


图5.2.3 桩顶与承台连接详图

1—锚固钢筋；2—承台；3—连接钢板；4—端板；5—混凝土垫层；6—填芯混凝土；  
7—托板；8—钢筋；9—预制桩

1) 主筋应与端板焊牢，双面焊，焊缝不应小于  $6d$  ( $d$  为钢筋直径，下同)，其焊点位置应避开钢筋弯曲半径  $10d$  以上。钢筋焊接尚应满足相关焊接规程及验收规范的要求。

2) 预制桩与承台的连接配筋应符合相关规定。

2 对于抗拔桩，填芯混凝土深度、桩顶与承台连接按照图集《预应力混凝土管桩》23G409 的规定执行。

3 填芯混凝土的强度等级应比承台和承台梁高一个等级，且不应低于 C30。应采用无收缩混凝土或微膨胀混凝土。

4 填芯混凝土应灌注饱满，振捣密实，下封层不得漏浆。

**5.2.4** 预制桩与承台连接应符合下列规定：

1 预制桩桩顶嵌入深度不小于  $50\text{mm}$ ，当受水平力较大时，不宜小于  $100\text{mm}$ ；

2 对于抗压桩，应将桩本身的纵向受力钢筋全部锚入承台内，锚固长度不应小于 35 倍纵向受力钢筋直径；

3 对于抗拔桩，连接钢筋的数量应根据抗拔承载力确定，锚入承台内的长度尚应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

## 5.3 桩基设计

5.3.1 长螺旋压灌水泥土静压预制桩荷载效应标准组合、地震作用效应及桩基承载力的计算应按照现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行。

5.3.2 桩的中心距不宜小于 4.0 倍内芯直径且不宜小于 2.5 倍水泥土桩直径。

5.3.3 桩端持力层宜选择中、低压缩性土层，桩端全断面进入持力层的长度可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行；当存在软弱下卧层时，桩端以下持力层厚度不宜小于 3 倍水泥土桩直径。

5.3.4 单桩竖向承载力特征值  $R_a$  应按下式确定：

$$R_a = \frac{1}{K} Q_{uk} \quad (5.3.4)$$

式中： $Q_{uk}$  —— 单桩竖向极限承载力标准值（kN）；

$R_a$  —— 单桩竖向承载力特征值（kN）；

$K$  —— 安全系数，取  $K=2$ 。

5.3.5 初步设计时，可根据土的物理力学性质指标或原位测试结果，按下式进行承载力估算，尚应进行破坏界面强度及桩身材料强度验算，根据式（5.3.5-1）、式（5.3.5-2）估算，并取其中小值。

1) 桩侧破坏面位于水泥土桩和桩周土的界面时，单桩竖向

抗压极限承载力标准值可按下式估算：

$$Q_{uk} = u \odot q_{sik} l_i + q_{pk} A_p \quad (5.3.5-1)$$

桩侧破坏面位于预制桩和水泥土的界面时，单桩竖向抗压极限承载力标准值可按下式估算：

$$Q_{uk} = u^c q_{sk}^c l_i + q_{pk}^c A_p^c \quad (5.3.5-2)$$

式中：  $Q_{uk}$  —— 单桩竖向极限承载力标准值（kN）；

$u$  —— 水泥土复合桩桩身周长（m）；

$u^c$  —— 预制桩桩身周长（m）；

$l_i$  —— 第*i*层土厚度（m）；

$q_{sik}$  —— 水泥土桩第*i*土层极限侧阻力标准值（kPa），宜按现场试验或地区经验取值；无试验资料和地区经验时，可按表5.3.5-1取值；

$q_{sk}^c$  —— 预制桩极限侧阻力标准值（kPa），宜按现场试验或地区经验取值；无试验资料和地区经验时，复合段极限侧阻力标准值宜取室内相同配比水泥土试块在标准条件下90d龄期的立方体（边长70.7mm）无侧限抗压强度的0.05~0.10倍；

$q_{pk}$  —— 桩端极限端阻力标准值（kPa）；宜按现场试验或也可取桩端地基土未经修正的承载力特征值；

$q_{pk}^c$  —— 桩端极限端阻力标准值（kPa）；宜按现场试验或地区经验取值；无试验资料和地区经验时，可按表5.3.5-2取值；

$A_p$  —— 水泥土复合桩身截面积（m<sup>2</sup>）；

$A_p^c$  —— 预制桩桩身截面积 ( $m^2$ )。

表5.3.5-1 桩的极限侧阻力标准值 $q_{sk}$ (kPa)

土的名称	土的状态		桩的极限侧阻力 $q_{sk}$ (kPa)
填土	—		20~28
黏性土	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	38~53
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	53~68
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	68~84
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	84~96
	坚硬	$I_L \leq 0$	96~102
粉土	稍密	$e > 0.9$	24~42
	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	42~62
	密实	$e < 0.75$	62~82
粉砂	稍密	$10 < N \leq 15$	22~46
	中密	$15 < N \leq 30$	46~64
	密实	$N > 30$	64~86
细砂	稍密	$10 < N \leq 15$	22~46
	中密	$15 < N \leq 30$	46~64
	密实	$N > 30$	64~86
中砂	中密	$15 < N \leq 30$	53~72
	密实	$N > 30$	72~94
粗砂	中密	$15 < N \leq 30$	74~95
	密实	$N > 30$	95~116
砾砂	稍密	$5 < N_{63.5} \leq 15$	50~90
	中密(密实)	$N_{63.5} > 15$	116~130

表5.3.5-2 桩的极限端阻力标准值 $q_{pk}$ (kPa)

土的名称	土的状态		桩的极限端阻力 $q_{pk}$ (kPa)			
			$5 \leq I < 10$	$10 \leq I < 15$	$15 \leq I < 30$	$30 \leq I$
黏性土	软塑	$0.75 < I_L \leq 0.1$	150~250	250~300	300~450	300~450
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	350~450	450~600	600~750	750~800
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	800~900	900~1000	1000~1200	1200~1400
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	1100~1200	1200~1400	1400~1600	1600~1800
粉土	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	300~500	500~650	650~750	750~850
	密实	$e < 0.75$	650~900	750~950	900~1100	1100~1200

土的名称	土的状态		桩的极限端阻力 $q_{pk}$ (kPa)			
			$5 \leq l < 10$	$10 \leq l < 15$	$15 \leq l < 30$	$30 \leq l$
粉砂	稍密 中密、密实	$10 < N \leq 15$	350~500	450~600	600~700	650~750
		$N > 15$	600~750	750~900	900~1100	1100~1200
细砂	中密、密实	$N > 15$	650~850	900~1200	1200~1500	1500~1800
中砂			850~1050	1100~1500	1500~1900	1900~2100
粗砂			1500~1800	2100~2400	2400~2600	2600~2800
砾砂	中密、密实	$N > 15$	1400~2000		2000~3200	

注： $l$ 为桩身长度。

## 2) 桩身强度验算：

应根据混凝土原材料及生产制作工艺、成桩工艺、工作条件按下式验算桩身强度：

$$N \leq \psi_c f_c A_j \quad (5.3.5-3)$$

式中： $N$  —— 轴心竖向力作用下单桩所受竖向压力设计值 (kN)；

$\psi_c$  —— 管桩施工工艺系数，取0.85；

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

$A_j$  —— 预制桩桩身横截面面积 ( $m^2$ )。

**5.3.6** 抗拔桩应进行抗拔承载力、桩身强度和裂缝控制验算。群桩基础及其基桩的抗拔极限承载力应符合下列规定：

1 对于设计等级为甲级和乙级建筑桩基，基桩的抗拔极限

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

2 如无当地经验，群桩基础及设计等级为丙级建筑桩基，基桩的抗拔极限承载力取值可按下列规定计算：

1) 群桩呈非整体破坏时，可根据破坏面位置假定按式 (5.3.6-1)、式 (5.3.6-2) 估算，并取两者小值：

$$T_{ua} = u^c \lambda^c q_{sk}^c l_i \quad (5.3.6-1)$$

$$T_{ua} = u \textcircled{C} \lambda_i q_{sik} l_i \quad (5.3.6-2)$$

式中：  $T_{ua}$  —— 基桩的抗拔极限承载力标准值 (kN) ；

$q_{sik}$  —— 桩侧表面第  $i$  层土的抗压极限侧阻力标准值，可按本标准表 5.3.5-1 取值；

$\lambda^c$ 、 $\lambda_i$  —— 抗拔系数，可按表 5.3.6 取值。

表 5.3.6 抗拔系数

土类	$\lambda^c$ 值	$\lambda$ 值
砂土	0.90~1.00	0.50~0.70
黏性土、粉土	0.80~0.90	0.70~0.80

注：当桩长  $l$  与桩径  $d$  之比小于 20 时， $\lambda$  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下式计算：

$$T_{gk} = \frac{1}{n} u_1 \textcircled{C} \lambda_i q_{sik} l_i \quad (5.3.6-3)$$

式中：  $u_1$  —— 桩群外围周长。

3 芯桩正截面受拉承载力、裂缝控制计算应符合现行行业

标准《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406 的相关规定。

**5.3.7** 下列长螺旋压灌水泥土静压预制桩桩基应进行沉降计算：

- 1 设计等级为甲级的桩基础；
- 2 设计等级为乙级的体型复杂、荷载分布均匀性差或桩端平面以下存在软弱土层的桩基。

**5.3.8** 桩基的沉降和水平变形计算应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

**5.3.9** 桩基沉降变形计算应符合下列规定：

1 沉降量计算可按等代实体深基础的单向压缩分层总和法进行，相应地基内应力的计算宜采用均质各向同性弹性体变形理论方法，沉降计算位置应从桩端开始，计算深度处的附加应力 $\sigma_z$ 与土的自重应力 $\sigma_c$ 应符合 $\sigma_z \leq 0.2\sigma_c$ 的要求。

2 桩基沉降变形计算值不应大于沉降变形允许值。沉降变形允许值应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

**5.3.10** 桩基承台的构造尺寸应满足抗冲切、抗剪切、抗弯和上部结构要求。

## 5.4 复合地基设计

**5.4.1** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩用于复合地基适用于处理黏性土、粉土、砂土和自重固结已经完成的素填土地基。

**5.4.2** 桩长应根据上部结构对承载力和变形的要求确定，且应选择承载力和压缩模量相对较高的土层作为桩端持力层，宜穿透软弱土层到达承载力相对较高的土层。

**5.4.3** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩复合地基设计时可只在基础范围内布桩，并根据建筑物荷载分布、基础形式和地基土性状，合理确定布桩参数。置换率应根据设计要求的复合地基承载力、地基土特性、施工工艺等确定，桩的中心距不宜小于3倍内芯直径且不宜小于1.5倍水泥土桩直径。

**5.4.4** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩复合地基承载力特征值确定应符合下列规定：

1 复合地基承载力特征值应根据单桩复合地基或多桩复合地基载荷试验确定。

2 初步设计时，复合地基承载力特征值可按下式估算：

$$f_{\text{spk}} = \lambda m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m)f_{\text{sk}} \quad (5.4.4)$$

式中： $f_{\text{spk}}$ ——复合地基承载力特征值（kPa）；

$\lambda$ ——单桩承载力发挥系数，应按地区经验取值，无经验时可取0.80~0.90；

$m$ ——面积置换率；

$R_a$ ——单桩竖向抗压承载力特征值（kN），应根据载荷试验确定，或按本标准第5.3估算；

$A_p$ ——水泥土桩桩截面积（m<sup>2</sup>）；

$\beta$ ——桩间土承载力发挥系数，应按地区经验取值，无经验时可取0.8~1.0；

$f_{\text{sk}}$ ——处理后桩间土承载力特征值（kPa），应按地区经验确定；无试验资料时，可取天然地基承载力特征值。



**5.4.5** 复合地基的变形计算应符合现行标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定，变形量应为复合土层的平均压缩变形与桩端下未加固土层的压缩变形之和。

**5.4.6** 复合地基处理深度范围以下存在软弱下卧层时，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定进行承载力、变形和稳定性验算。

**5.4.7** 桩顶和基础之间应设置褥垫层，并应符合下列规定：

1 褥垫层材料宜用中砂、粗砂或级配砂石，碎石最大粒径不宜大于 30mm；

2 褥垫层厚度宜取水泥土复合桩直径的 1/2，且不小于 200mm，当桩径大或桩距大时褥垫层厚度宜取大值；

3 褥垫层夯填度不应大于 0.90。

## **5.5 支护桩设计**

**5.5.1** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩用于支护工程时，应综合考虑周边环境、工程地质、水文条件、支护深度等因素，选择悬臂式、双排桩、锚拉式、支撑式和组合式等支护结构。

**5.5.2** 预制桩的选型应符合下列要求：

1 宜选用混合配筋桩，挠曲变形不应大于 30mm；采用全预应力桩时，挠曲变形不应超过 20mm；

2 采用多节桩时，接头位置宜避开计算最大弯矩或剪力位置，且相邻桩的接头位置应错开，错开距离不宜小于 1m；

3 多节桩可根据预制桩计算内力和土层情况，选用混合配筋桩与预应力桩组合使用的方式。

**5.5.3** 水泥土桩尺寸应根据预制桩形状和尺寸确定，并应符合下

列要求:

1 混凝土桩直径应大于预制桩直径或方桩对角线长度的300mm;

2 混凝土桩长度应大于预制桩长度0.5m~1.0m。

**5.5.4** 多节桩的接头应满足与桩身等强度设计的要求，接桩处按荷载效应标准组合计算的弯矩值应符合下列公式的规定：

$$\gamma_0 M_k \leq M_{cr}$$

式中： $M_{cr}$  —— 不考虑非预应力钢筋作用的预制桩桩身开裂弯矩计算值；

$M_k$  —— 接桩处按荷载效应标准组合计算的弯矩值；

$\gamma_0$  —— 支护结构重要性系数，一级基坑取1.1，二、三级取1.0。

**5.5.5** 支护桩顶部应设置混凝土冠梁，混凝土冠梁与支护桩的连接应符合下列要求：

1 支护桩伸入冠梁的深度不宜小于100mm；

2 冠梁宽度宜大于预制桩直径或边长，高度不宜小于400mm；

3 当空心支护桩内充满水泥浆时，支护桩与冠梁应采用端板焊接锚固钢筋的方式进行连接；否则应按本标准第5.2.3条的规定采用填芯混凝土的方式。

**5.5.6** 锚拉式或支撑式支护结构设置腰梁时，宜采用在冠梁内预埋吊筋的方式（图5.5.6），吊筋伸入冠梁和腰梁内的长度应满足锚固长度，且应与冠梁顶部及腰梁底部主筋绑扎或焊接。

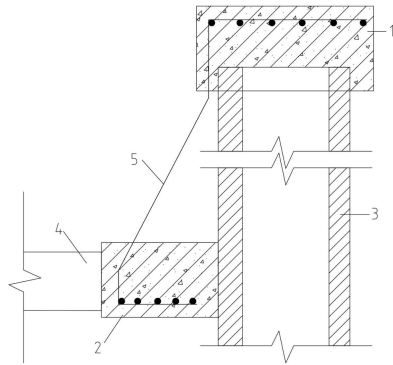


图 5.5.6 腰梁连接图

1—冠梁；2—腰梁；3—芯桩；4—内支撑；5—吊筋

**5.5.7** 预制支护桩的设计尚应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关规定，计算采用的桩身直径应取预制桩直径。

# 6 施 工

## 6.1 一 般 规 定

**6.1.1** 施工前应编制钻孔水泥土静压桩施工组织设计或施工专项方案。

**6.1.2** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩主要施工工序为：

- 1 施工机具就位、桩机调平；
- 2 制备水泥土浆；
- 3 钻机成孔；
- 4 钻机提升注入水泥土浆；

5 采用整体式施工机械时，旋转桩架、预制桩定位；采用组合式施工机械时，移走水泥土桩施工机具，预制桩施工机具就位、预制桩定位调直；

6 水泥土初凝前，将预制桩同心植入水泥土桩中、接桩、送桩至设计标高；

- 7 移位，进行下一根桩施工。

**6.1.3** 施工场地应满足施工机械安全行走要求，且作业面标高宜高于设计桩顶标高不小于500mm。

**6.1.4** 施工前应进行施工地面标高测量和桩的定位放线，桩位放线标志埋设应可靠稳固，桩位放样偏差不应大于10mm。

**6.1.5** 钻机塔身应保持垂直，垂直度的允许偏差应为0.5%。

**6.1.6** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩成孔工艺应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《长螺旋钻孔压灌桩技术标

准》JGJ/T 419，地方标准《长螺旋钻孔泵压混凝土桩复合地基技术标准》DB13(J)/T 8514 中有关施工规定；当用于基坑支护桩时，尚应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规范》JGJ 120 的规定。

**6.1.7** 施工前应进行成桩工艺试验，确定施工工艺和施工参数。

成桩工艺试验应符合下列规定：

- 1 试验点位的工程地质条件应具备代表性；
- 2 试验点位的桩长、桩径应符合设计要求；
- 3 试验应记录钻进速度、成孔深度、水泥浆水灰比及流量、沉桩深度、贯入度等信息；
- 4 采用泥浆护壁时，宜确定泥浆配比及性能要求；
- 5 压桩全过程记录，包括桩不同入土深度时的压桩力、压桩力曲线等；
- 6 接头形式及施工记录；
- 7 孔口返浆情况。

**6.1.8** 应对施工前、施工中、施工后的全过程进行质量检查；施工过程中应记录施工过程，施工记录表可参照本标准附录 A，全部桩施工完成后，应进行承载力和桩身质量检验，并对桩位进行核对验收。

## 6.2 施 工 准 备

**6.2.1** 长螺旋压灌混凝土静压预制桩施工应具备下列资料：

- 1 拟建场地的岩土工程勘察报告；
- 2 拟建场地周围道路、建（构）筑物、地下管线、高空线

路等相关技术资料；

3 经审查批准的桩基础施工图、施工组织设计或专项施工方案；

4 施工作业人员技术安全交底书；

5 主要施工设备的技术性能资料，部分设备可参照本标准附录 B 选用；

6 预制桩产品试验报告、合格证及说明书；

7 水泥等原材料质检报告；

8 水泥土配合比及工艺指标；

9 施工工艺试验资料；

10 保障工程质量、安全生产、文明施工和季节性施工的技术措施。

**6.2.2** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩施工前应做如下准备：

1 调查评估场地及临近区域内高空线路、地下管线、建筑物、地下障碍物、场地围挡等对施工影响，并提出相应的技术安全措施；

2 边桩与周边建（构）筑物、管线、基坑支护结构的最近距离；

3 场地平整，清除施工区域的表面硬层及地下障碍物。压桩设备的接地压强应满足地基承载力要求，对易陷机的软弱地基应采用加固措施；

4 压桩设备选型应根据场地环境条件、地质条件、工程特性、压桩阻力、施工条件等因素，并结合工程经验综合确定；

5 施工平面控制点和高程控制点应设在不受施工影响处，应妥善保护和复核；

## 6.3 水泥土制备

**6.3.1** 水泥土可采用水泥或固化剂与土搅拌制备。

**6.3.2** 水泥浆应过筛后使用，其搅拌时间不应少于2min，自制备至用完的时间不应超过2h。

**6.3.3** 土料可就地取材，基坑（槽）挖出的粉细砂、粉土及粉质黏土均可用作水泥土的原料。土料所含粗粒最大粒径不超过15mm，土料的有机质含量不得超过5%。淤泥、耕土、冻土、膨胀土、未经处理的污染土等不得使用。

**6.3.4** 拌合用水宜符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63的规定。当采用其他生产用水时应进行试验验证。

**6.3.5** 水泥土的和易性采用坍落度控制，其坍落度应满足灌注工艺要求。

**6.3.6** 水泥土配合比设计应采用工程实际使用的原材料，并应符合《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233的相关规定。

**6.3.7** 施工时，宜先将水泥、外加剂与一定的水拌合成浆液，再将水泥浆加土和水拌合均匀。水泥土拌合宜采用机械拌合，机械拌合可用强制式混凝土搅拌机，搅拌时间不低于2min。拌合好的水泥土应及时用完，放置时间超过2h，不宜使用。

**6.3.8** 水泥土可采用现场搅拌，或在搅拌站集中搅拌，并通过混凝土罐车运输到现场。

## 6.4 长螺旋成孔与压灌水泥土

**6.4.1** 长螺旋钻成孔直径一般为0.6m~1.0m，深度不宜超过30m。

**6.4.2** 施工中应根据地层、成桩直径等不同条件选择钻进参数：

1 转速：一般为 30r/min~60r/min；

2 钻压：一般小扭矩钻机加压 1t~1.5t，大扭矩钻机可加压 2t~3t。

**6.4.3** 钻进时应符合下列规定：

1 钻进施工前可在桩位上放置定位环；

2 当钻进或穿过软硬土层交界处时，宜缓慢钻进，并保持钻杆垂直；

3 在含砖头、瓦块的杂填土层或含水量较大的软塑性土层中钻进时，应注意减少钻杆摆动，以免扩大孔径；

4 钻进中出现钻杆晃动、跳动或不进尺时，应停车检查。

5 应根据孔内阻力大小及时调整钻进速度并尽量保持匀速钻进，以免造成机具损坏和孔内事故；

6 钻进过程中，随时清理孔口积土，遇到孔内渗水、塌孔、缩径等异常情况时，应将钻具从孔内提出。

**6.4.4** 成孔终孔及压灌水泥土应确保桩端持力层且孔底无虚土。对不同直径、深度的桩孔分别计算出填充料浇筑灌入量，施工中要保证灌入量满足要求，超灌高度宜为600mm~1000mm。

**6.4.5** 钻机提钻时，应及时清除钻杆叶片上的泥土，不得带泥上提。

**6.4.6** 水泥土输送泵及相关设备的规格和性能应根据工程需要选用。连接水泥土输送泵与钻机的钢管、高强柔性管内径，应与水泥土输送泵及钻机的水泥土输送口管径相匹配。

**6.4.7** 钻孔施工至设计标高后，螺旋钻杆宜停止转动并开始泵送水泥土。



**6.4.8** 水泥土压灌过程中，应保持钻具排气孔畅通，钻杆提升速度应与水泥土泵送量相匹配。

**6.4.9** 当采用导管灌注时，孔内经检查沉渣满足规范要求，导管需伸至孔底，逐渐灌注填充料时缓慢提管。

**6.4.10** 冬期施工时，水泥土泵、输送管路应采用覆盖保温材料等措施，水泥土入孔温度不应低于5℃。

**6.4.11** 施工期间气温高于30℃时，水泥土泵、输送管路应采用覆盖隔热材料等措施。

**6.4.12** 停止施工后应及时用清水清洗水泥土泵及管路。

## **6.5 静压植桩**

**6.5.1** 预应力高强混凝土空心桩的吊运和堆放应符合现行行业标准《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406 的规定。

**6.5.2** 静压法沉桩应符合下列规定：

1 静压沉桩应根据地质条件、预制桩型号、入土深度等因素，选用顶压式沉桩工法或抱压式沉桩工法。

2 压桩机型号和配重可根据设计要求和勘察报告或根据试桩资料等因素选择。在没有规定要求和现有资料的情况下，可根据本标准附录 B 选择压桩机类型。

3 静压法沉桩场地应满足压桩机接地压力的要求，当不能满足时，应采取有效措施保证压桩机的稳定。

4 压桩过程中应记录沉桩过程中的各种情况，包括压桩时间、桩位编号、桩身质量、入土深度和对应的压力读数。

5 沉桩时应符合下列要求：

1) 首节桩插入时，垂直度偏差不得大于 0.5%；

2) 压桩时压桩机应保持水平；抱压力不应大于桩身允许侧向压力的 1.1 倍；

3) 沉桩宜连续一次性将桩沉到设计标高，尽量缩短中间停顿时间，应避免在接近持力层时接桩。

**6.5.3** 抱压式液压压桩机压桩作业应符合下列规定：

1 压桩机应安装能满足最大压桩力要求的配重；

2 当机上吊机在进行吊桩续桩过程中，压桩机严禁行走和调整；

3 压桩过程中应观察桩身混凝土的完整性，一旦发现桩身裂缝或掉角，应立即停机，采取改进措施后方可再施压；

4 遇有夹持机构打滑、压桩机下陷或浮机时，应暂停压桩作业，采取处理措施。

**6.5.4** 静压施工应配备专用送桩器，严禁采用工程桩作为送桩器，送桩器应符合下列规定：

1 送桩器应有足够的强度和刚度、送桩器长度应满足送桩深度的要求；

2 送桩器的横截面外周形状应与所抱桩相一致，下端应设置套筒、套筒深度宜为 300mm~350mm，内径应比预制桩外径大 20mm~30mm，送桩器的弯曲度不得大于送桩器长度的 1%；

3 送桩器上应有尺寸标志；

4 送桩器下端应设置排气孔，保证预制桩内腔与外界相通。

**6.5.5** 采用送桩器施工时，应符合下列规定：

1 送桩器与桩顶的接触面应平整，并与送桩器中心轴线垂直。送桩器与桩顶的接触面间应加衬垫，防止桩顶压碎。衬垫需

经常更换，送桩器与桩顶接触面应密贴。

**2** 送桩前应测量桩的垂直度、并检查桩头质量。最上面一节桩的端板应套上防土桩帽。桩帽用 1mm~2mm 的薄钢板焊成。薄钢板上应开孔、保证预制桩内腔与外界连通。合格后方可送桩，送桩作业应连续进行。

**3** 送桩前，预制桩露出地面高度宜为 0.3m~0.5m。

**6.5.6** 送桩深度不宜大于 10m~12m。当送桩深度大于 8m 时，应对送桩器进行专门设计，采用专用设备起吊，并应通过试送桩检验方可使用。

**6.5.7** 终压控制标准应根据设计要求、试桩压桩情况、桩端进入持力层情况及压桩阻力等因素，结合静载试验综合确定。摩擦桩应按桩顶标高控制；端承摩擦桩应以桩顶标高控制为主，终压力控制为辅；端承桩应以终压力控制为主，桩顶标高控制为辅。预设终压标准可取单桩承载力特征值的 1.5 倍~1.8 倍。

**6.5.8** 遇下列特殊情况之一时，应暂停沉桩，研究处理后方可继续施工：

**1** 压桩力突变；压桩不到位。沉桩过程出现异常声响；桩身突然倾斜；

**2** 沉桩入土深度与设计要求的差异大；实际沉桩情况与地质报告中的土层性质明显不符；

**3** 桩头混凝土剥落、破碎，或桩身混凝土出现裂缝或破碎。

**6.5.9** 压桩终止应符合终压控制标准，出现异常时，应停止施工，及时查阅勘察报告分析原因。对地层情况有疑问时，应进行施工勘察。

**6.5.10** 焊接接桩应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 中二级焊缝的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 入土部分桩段的桩头宜高出地面 1.0m；
- 2 下节桩的桩头处宜设置导向箍或其他导向措施。接桩时，上、下节桩段应保持顺直，错位不超过 2mm，逐节接桩时，节点弯曲矢高不得大于 1/1000 桩长，且不得大于 20mm。
- 3 上、下节桩接头端板坡口应洁净、干燥，且焊接处应采取除锈措施；
- 4 手工焊接时宜先在坡口四周上对称点焊 4 点~6 点，待上、下节桩固定后拆除导向箍再分层焊接，焊接宜对称进行；
- 5 焊接层数不得少于 2 层，内层焊渣必须清理干净后方可施焊外层，焊缝应饱满连续；
- 6 手工电弧焊接时，第一层宜用  $\phi$  3.2mm 电焊条施焊，保证根部焊透。第二层可用粗焊条，宜采用 E43 型系列焊条；采用二氧化碳气体保护焊时，焊丝宜采用 ER50-6 型；
- 7 桩接头焊好后应进行外观检查，合格后方可继续沉桩。严禁浇水冷却；
- 8 钢桩尖或者混凝土桩尖宜在工厂内焊接；当在工地焊接时，宜在堆放现场焊接。严禁桩起吊后点焊、仰焊做法；
- 9 桩身接头焊接外露部分应满足设计防腐要求；
- 10 雨天焊接时，应采取防雨措施。

**6.5.11** 预制桩采用机械连接方式时，应符合相关标准的规定，并满足下列要求：

- 1 采用机械螺纹接头接桩时，应符合下列规定：
  - 1) 接桩前检查桩两端制作的尺寸偏差及连接件，无损伤后

方可起吊施工，下节桩段的桩头宜高出地面 0.8m~1.0m。

2) 接桩时，卸下上、下节桩两端的保护装置后，应清理接头残留物涂抹润滑脂。

3) 采用专用接头锥度对中，对准上下节桩后，旋紧连接。

4) 可采用专用链条式扳手旋紧，锁紧后两端板尚应有 1mm~2mm 的间隙。

2 采用机械啮合接头接桩时，应符合下列规定：

1) 连接前，连接处的桩端端头板必须先清理干净，把满涂沥青涂料的连接销用扳手逐根旋入预制桩带孔端板的螺栓孔内，并用钢模型板检测调整连接销的方位。

2) 剔除下边已就位预制桩带槽端板连接槽内填塞的泡塑保护块，在连接槽内注入不少于半槽深的沥青涂料，并沿带槽端板外周边抹上宽度 20mm、厚度 3mm 的沥青涂料。当预制桩基础的地基土、地下水为中等以上腐蚀介质时，带槽端板板面应满涂沥青涂料，厚度不应小于 2mm。

3) 将上节预制桩吊起，使连接销与带槽端板上的各个连接口对准，随即将连接销插入连接槽内。

4) 加压使上、下桩节的桩端端头板接触完成接桩。

3 采用其他机械方式接桩时，应符合相应机械连接方式操作要求的规定，固定正确牢固。

**6.5.12** 预制桩截桩应采用专用锯桩器，不得采用大锤横向敲击截桩或强行扳拉截桩。

**6.5.13** 接桩时应在下节桩桩顶距离地面 0.8m~1.0m 时，用专用工具将桩固定，确保植入桩垂直对中；吊下一节桩接桩时，孔内

桩顶卡口夹具需有足够强度和刚度，防止已植入孔内的桩与孔外的桩在连接时滑落。

## 6.6 施工安全和环境保护

**6.6.1** 钻孔灌注水泥土桩施工安全应符合下列规定：

- 1 应定期检查机械及防护设施，确保安全运行；
- 2 施工前应对注浆泵、高压水泵、空气压缩机、水龙头等设备和供水、供气、供浆管路系统进行安全检查；
- 3 遇暴风雨、雷电时，应暂停施工并切断电源；
- 4 施工完成后应在桩位处设置防护措施。

**6.6.2** 环境保护应符合下列规定：

- 1 采用加防护罩等措施对施工机械进行降噪处理；
- 2 水泥运输、水泥浆搅拌应采取覆盖、封闭等防尘措施；
- 3 废弃水泥浆应处理后排放，不得污染环境；
- 4 应及时清理返浆并集中堆放。

## 7 质量检验与工程验收

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩质量检验宜按时间顺序分为三个阶段：施工前检验、施工中检验和施工后检验。

**7.1.2** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩质量检验主控项目应包括水泥及外掺剂质量、水泥用量、桩数、桩位偏差、桩身完整性和单桩承载力，详见本标准附录 C~附录 E。

**7.1.3** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩完工后，应按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 及《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 进行工程验收。

### 7.2 施工前检验

**7.2.1** 施工前应对水泥、外掺剂、预制桩、接桩用材料等产品质量进行检验。进场材料应每批次随附产品合格证。

**7.2.2** 施工前应对水泥土强度进行室内试验检验。

**7.2.3** 施工前应对施工机械设备及性能进行检验。

**7.2.4** 施工前应对基准点、桩位放样偏差进行检验。

**7.2.5** 施工前质量检验标准除本标准附录 C 外，尚应符合现行有关标准的规定。

### 7.3 施工中检验

**7.3.1** 对于成桩工艺性试验应采取浅部开挖检查的方法，主要检

查水泥土固结体形态大小、垂直度、桩身均匀程度及胶结情况。

**7.3.2** 对重要工程或因岩土工程条件复杂造成水泥土桩成桩质量可靠性较低的工程，成桩工艺性试验除按本标准第 7.3.1 条执行外，尚应采用钻孔取芯（常规取芯或软取芯）方法进行质量检查，检测数量不宜少于总桩数的 1%，且不宜少于 3 根。

**7.3.3** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩中的水泥土桩施工时检查内容包括：桩位放样偏差、水灰比、水泥用量、桩长、钻杆升降速率、桩顶及桩底标高、垂直度等施工参数及程序。

**7.3.4** 预制桩施工时检查内容包括：预制桩的压入情况、桩位、桩径、桩长、桩身垂直度、桩底及桩顶标高、接桩质量、压桩力及终压力。

**7.3.5** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩施工过程质量检验标准除本标准附录 D 外，尚应符合现行有关标准的规定。

**7.3.6** 在施工过程中施工单位应按本标准第 7.3.5 条的规定对每根桩进行质量检验，对不符合预定质量参数的桩经监理单位确认后报设计单位进行处理或予以报废。

## 7.4 施工后检验

**7.4.1** 基槽开挖至设计标高后，应检查桩径、桩数、预制桩中心偏差、桩顶标高及槽底土质情况，如不符合设计要求应采取有效的补救措施。

**7.4.2** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩质量检验应符合本标准附录 E 的规定外，尚应符合现行有关标准的规定。

**7.4.3** 施工完成后的工程桩应进行桩身完整性检验和承载力检验。



**7.4.4** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩检测及数量除应符合下列规定：

1 作为桩基时，竖向承载力的检验应采用单桩竖向抗压静载试验。检测数量不应少于工程桩总数的 1%，每个单体工程同一条件下的工程桩不应少于 3 根；当总桩数少于 50 根时，不应少于 2 根。

2 对于承受较大水平力或可能承受拉力的水泥土复合管桩，应进行单桩水平静载试验或单桩竖向抗拔静载试验，检测桩数不应少于同条件下总桩数的 1%，且不应少于 3 根。

3 作为复合地基时，应进行复合地基静载荷试验和单桩静载荷试验。复合地基静载荷试验的检验数量不应少于总桩数的 0.5%，且不应少于 3 点。单桩静载荷试验的检验数量不应少于总桩数的 0.5%，且不应少于 3 根。

4 桩身完整性检验，检测桩数不应少于总桩数的 20%，且不得少于 10 根，且每根柱下承台的检测桩数不应少于 1 根。预制桩应采用可靠的动测法进行，水泥土质量检验可按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定采用浅部开挖、轻型动力触探或钻芯法检测。

**7.4.5** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩静载荷试验除应符合现行国家行业标准的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 竖向抗压静载试验：宜在桩顶铺设粗砂或中砂找平层，厚度宜取 20mm~30mm。预估极限承载力较大时宜采用桩箍对桩头进行加固。桩帽直径应根据设计时水泥土复合桩极限承载力控制条件确定。

2 竖向抗拔静载试验：当预制桩采用空心桩时应采用桩内

灌注填芯混凝土，并配置通长抗拔锚筋、填芯混凝土底端固定抗拔钢筋等方法传递拉力。抗拔钢筋数量应通过计算确定。

**3 水平静载试验：**水平荷载应直接施加在预制桩上；单桩水平承载力特征值应按水平临界荷载的 0.6 倍取值，且不应大于单桩水平极限承载力的 50%。

## 7.5 工程验收

**7.5.1** 基坑开挖后，施工单位应对长螺旋压灌水泥土静压预制桩桩身质量及承载力、桩位、桩径、桩顶标高等进行自检，自检合格后可申请工程验收。

**7.5.2** 长螺旋压灌水泥土静压预制桩工程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、材料检验报告等；

**2** 经审批的施工组织设计或施工方案、技术交底及执行中的变更情况；

**3** 桩位测量放样图及工程桩位复核签证单；

**4** 预制桩出厂合格证、相关技术参数说明；进场验收记录；

**5** 水泥等其他材料的质量合格证明、见证取样文件及复验报告；

**6** 施工记录及隐蔽工程验收文件；

**7** 工程质量事故及事故调查处理资料；

**8** 单桩或复合地基检测报告；

**9** 竣工图和竣工报告。



设计用量								
实际用量								
专业监理工程师： 年 月 日			专业质量检查员： 年 月 日			记录： 年 月 日		

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/848017120112006123>