

TB

江西省土木建筑学会标准

备案号 JXXX-202X

编号 TB/XXX-XXXX-202X

旋挖植桩技术标准（征求意见稿）

Technical standard for rotary excavation planting pile

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

江西省土木建筑学会发布

前 言

根据江西省住房和城乡建设厅《关于下达 2014 年第二批江西省工程建设标准设计编制项目计划的通知》赣建设[2014]20 号的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进技术标准，并在广泛征求意见的基础上，结合本省实际情况编制本标准。

本标准共分 6 章，主要内容为：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.设计；5.施工；6.质量检测与验收。

本标准由江西省土木建筑学会负责管理，建华建材（江西）有限公司负责具体技术内容的解释。执行本标准过程中如有意见或建议，请将有关意见或资料寄送至建华建材（江西）有限公司（地址：江西省南昌市南昌县南新乡西江村，邮政编码：330225）。

本标准主编单位：建华建材（江西）有限公司
江西省土木建筑学会地基基础专业委员会

本标准参编单位：江西省建筑设计研究总院集团有限公司
中国瑞林工程技术股份有限公司
南昌大学设计研究院
江西同济建筑设计咨询有限公司
中铁水利水电规划设计集团有限公司
江西省建筑科学研究院检测中心
江西省环球建筑设计院
江西省土木建筑设计院有限公司
深圳中海世纪建筑设计有限公司（南昌分公司）
广州宝贤华瀚建筑工程设计有限公司（南昌分公司）
华东交通大学土木建筑学院
南昌工程学院土木工程与建筑学院
江西省勘察设计研究院
赣州市建筑设计研究院
江西省桂能综合设计研究院有限公司
九江市建筑设计院
建华建材（湖南）有限公司
中国电建集团江西省水电工程局有限公司
江西中柱地下空间科技有限公司
中禾元丰建设工程有限公司

主要起草人：

主要审查人：

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 设计	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 构造.....	7
4.3 桩基设计.....	8
5 施工	12
5.1 一般规定.....	12
5.2 施工设备.....	12
5.3 预制桩的起吊、运输和堆放.....	12
5.4 施工工艺.....	13
5.5 接桩与截桩.....	17
6 质量检测与验收.....	18
6.1 质量检测.....	18
6.2 验收.....	19
附录 A 预应力超高强混凝土管桩（UHC）结构形式.....	22
附录 B UHC 管桩桩身配筋及相关参数.....	24
附表 A 植入沉桩施工记录表.....	30
附表 B 细石混凝土（水泥砂浆）施工记录表.....	31
引用标准名录.....	32
本标准用词说明.....	33
附：条文说明.....	34

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Term and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	2
3	Basic Requirements.....	4
4	Design Considerations.....	6
4.1	General Requirements.....	6
4.2	Tectonics.....	7
4.3	Pile Foundation Design.....	8
5	Construction.....	12
5.1	General Requirements.....	12
5.2	Construction Equipment.....	12
5.3	Lifting, Transportation and Stacking of Prefabricated Piles.....	12
5.4	Construction Technology.....	13
5.5	Pile Connection and Pile Cutting.....	17
6	Quality Inspection and Acceptance.....	18
6.1	Quality Inspection.....	18
6.2	Acceptance.....	19
Appendix A	Prestressed Ultra-high Strength Concrete Pipe Pile (UHC) Structure Form	22
Appendix B	UHC Pipe Pile Body Reinforcement and Related Parameters.....	24
Schedule A	Insert Pile Driving Construction Record Sheet.....	30
Schedule B	Fine Stone Concrete (Cement Mortar) Construction Record Form.....	31
	List of Reference Standards.....	32
	The Terms Used in this Standard are Rtated.....	33
	Addition: Explanantiong of Provisions	34

1 总 则

1.0.1为规范旋挖植桩技术在工程中的应用，贯彻执行国家技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、节约资源、保护环境，制定本标准。

*旋挖植桩技术作为一种新型的桩基形式，结合了灌注桩和预制桩两种不同的成桩工艺特点，具有机械化施工程度高、桩身质量可靠、节能环保、施工速度较快等优点，目前已在江西地区逐步推广使用；通过钻孔、灌浆、植桩等工艺将基桩置于较硬土层上，能获得较高承载力，经济效益和社会效益较为明显。为确保工程质量、规范操作，根据我省旋挖植桩的实际应用情况，制定本标准。

1.0.2本标准适用于工业与民用建筑（包括构筑物）工程中旋挖植桩的设计、施工及质量检测与验收。交通市政、水利水运、电力等桩基工程可参照本标准执行。

*旋挖植桩技术目前主要还是用于工业与民用建筑（包括构筑物）领域。鉴于交通市政、水利水运、电力等部门都有各自相应的桩基方面的规范和标准，考虑到桩基工程中设计、施工及质量检测与验收都具有一定的共性，故这些领域的低承台桩基可参照使用。

1.0.3旋挖植桩的应用需综合考虑工程地质与水文地质条件、上部结构类型、使用功能、荷载特征、施工技术条件与环境保护等因素，选择相应的桩体材料和施工工艺，并应加强施工过程中的质量控制和管理。

*本条主要是强调旋挖植桩的应用需考虑的各种因素。详细勘察、合理设计、精心施工、严格监控是桩基安全适用、经济合理、质量可控的前提。

1.0.4旋挖植桩工程的设计、施工、质量检测与验收，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和本行业现行有关规范、标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 旋挖植桩法 planting pile in rotary hole

预先采用机械设备在桩位处旋挖成孔至设计深度或设计要求的持力层,在孔内灌注适量水泥砂浆或细石混凝土等填充料,在填充料初凝前,用沉桩设备将预应力混凝土空心桩压入或打入孔底。

2.1.2 预应力混凝土管桩 prestressed concrete pipe pile

采用离心和预应力工艺成型的圆环形截面的预应力混凝土桩,简称管桩。桩身混凝土强度等级为 C105 及以上的管桩为预应力超高强混凝土管桩(简称 UHC 管桩),桩身混凝土强度等级 C80 的管桩称为预应力高强混凝土管桩(简称 PHC 管桩),桩身混凝土强度等级 C60 的管桩称为预应力混凝土管桩(简称 PC 管桩)。

2.1.3 预应力混凝土空心方桩 prestressed concrete hollow square pile

采用离心和预应力工艺成型的外方内圆型截面的预应力混凝土桩,简称空心方桩。桩身混凝土强度等级 C80 的空心方桩称为预应力高强混凝土空心方桩(简称 PHS 桩),桩身混凝土强度等级 C60 的管桩称为预应力混凝土空心方桩(简称 PS 桩)。

2.1.4 混合配筋高强混凝土管桩 prestressed high-strength concrete pipe pile with composite bars

主筋形式为预应力钢棒和普通钢筋组合布置且混凝土强度等级不低于 C80 的高强混凝土管桩(简称 PRC 管桩)。

2.1.5 填充料 filling material

在预先成孔的桩孔内灌入一定量的水泥砂浆或细石混凝土等材料。

2.1.6 填芯混凝土 core filled concrete

填筑在预应力混凝土空心桩内腔一定深度的混凝土。

2.1.7 内芯 inner core

复合桩桩体中心的预制桩部分。

2.1.8 外芯 outer core

复合桩中预制桩以外的细石混凝土或水泥砂浆部分。

2.2 符号

2.2.1 几何参数

A_p ——内芯桩横截面面积;

A_{py} ——全部纵向预应力钢棒的总截面面积;

l_i ——第 i 层岩土厚度;

l ——内芯桩长度;

u_l ——桩群体外围周长；

u_D ——外芯桩周长；

u_d ——内芯桩周长。

2.2.2 作用和作用效应

N ——荷载效应基本组合下的桩顶轴向压力设计值；

N_t ——荷载效应基本组合下桩顶轴向拉力设计值。

2.2.3 抗力和材料性能

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{cu} ——与桩身填充料配合比相同的室内填充料试块(边长为70.7mm的立方体)在标准养护条件下28d龄期的立方体抗压强度平均值；

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

f_{py} ——预应力钢筋抗拉强度设计值；

q_{sik} ——第*i*层岩土极限侧阻力标准值；

q_{pk} ——桩端极限阻力标准值；

q_{sk} ——内芯桩与填充料界面极限侧阻力标准值；

Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值；

R_a ——单桩竖向承载力特征值；

T_{sk} ——群桩呈整体破坏时基桩抗拔极限承载力标准值；

T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩抗拔极限承载力标准值。

2.2.4 计算参数及其他

C ——考虑预应力钢筋墩头与端板连接处受力不均匀等因素的影响而取的折减系数；

K ——安全系数；

n ——桩基中的桩数；

φ_c ——工作条件系数；

φ_l ——钻孔灌注桩抗拔系数；

φ ——预制空心桩抗拔系数；

η ——桩身填充料强度折减系数；

ξ ——内芯桩与填充料界面极限侧阻力标准值所对应位置填充料立方体抗压强度平均值之比；

φ_T ——桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数。

3 基本规定

3.1.1 旋挖植桩适用于填土、黏性土、粉土、砂土、碎石土、风化岩等地质条件。对于下列情况的场地，应通过现场试验确定其适用性：

- 1 流塑状黏性土、淤泥、淤泥质土、泥炭质土、泥炭等土层；
- 2 场地中存在孤石、坚硬夹层、障碍物、岩溶、土洞和构造断裂等不良地质条件；
- 3 地下水水位较高、水流速较大。

*在实际工程中，常遇有砂、砾石、岩层浅埋的土质情况，在满足了高层建筑基础埋深之后，传统的预制桩由于挤土效应，通过静压或锤击也难以穿过较厚的砂、砾石层，更不太可能进入岩层，以致出现桩长较短，承载力不够的现象，而旋挖成孔是一种比较成熟的施工工艺，它适宜于各种不同的土层，较好的解决了预制桩难以进入较硬土层的问题，通过灌浆、植桩又保证了桩身质量，提高了桩的承载力。使用时可通过现场试验来确定其适用性。

3.1.2 旋挖植桩中的空心桩应根据实际工程要求，选择基本性能、规格与构造相适应的桩型。当采用超高强混凝土管桩（UHC 管桩）时，其结构形式和力学性能宜符合本规程附录 A 和附录 B 的规定。

*工程设计中多采用 C60 和 C80 管（空方）桩，所选用的国标图集主要为《预应力混凝土管桩》（10G409）和《预应力混凝土空心方桩》（08SG360）。随着预应力混凝土空心桩生产、应用的快速发展，近年来，预应力超高强混凝土管桩应用也越来越多。本标准参照广东省地方标准及建华建材集团企业标准，经计算、统计后列出了 UHC 型管桩的结构形式及力学性能等图表，以供设计时选用。

3.1.3 岩土工程勘察报告中对预应力混凝土空心桩选用的评价应包括下列内容：

- 1 评价预应力混凝土空心桩应用于该场地的适宜性；
- 2 当场地中存在孤石、坚硬夹层、障碍物、岩溶、土洞和构造断裂等不良地质条件时，评价成桩的可行性及施工中可能出现的对环境的影响和应注意的问题提出意见和建议；
- 3 需提供灌注桩和预制桩两种不同成桩工艺桩的侧阻力和端阻力极限标准值及变形计算有关参数的建议值。

*旋挖植桩主要为端承桩和摩擦端承型桩，对这类桩的勘察要求如：勘探点的间距、孔深等在《岩土工程勘察规范》（GB50021）中已规定得十分详细了。本条主要是针对可能出现的不良或特殊地质提出的要求，并建议对成桩的可能性做出评价。

3.1.4 旋挖植桩的基础设计应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的有关规范执行。

3.1.5 旋挖植桩桩基础设计应根据建筑规模、工程性质、对差异变形的适应性、场地地基和建筑物体形的复杂程度以及由于桩基问题可能造成建筑破坏或影响正常使用程度，采用不同的设计等级，等级划分应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ94）的规定。

*划分建筑桩基设计等级，旨在界定桩基设计的复杂程度，计算内容和应采取的相应技术措施。桩基设计等级是根据建筑物的规模、体型和功能特征、场地地质与环境的复杂程度，以及由于桩基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度划分为甲、乙、丙三个等级。

3.1.6旋挖植桩设计应满足承载力、变形、稳定性要求，并应符合下列规定：

- 1 根据场地地质条件、建（构）筑物结构要求和荷载特征选用桩型及设计参数；
- 2 根据建筑安全等级、场地复杂程度，选择有代表性的场地上进行相应的现场试验或试验性施工，并进行必要的测试，检验设计方案、施工参数的可靠性。

3.1.7旋挖植桩的耐久性应符合设计使用年限的要求。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 旋挖植桩设计前应准备下列资料：

- 1 详细的岩土工程勘察报告、水文地质及地基基础设计等资料；
- 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 了解本地区施工条件及类似工程地质条件的工程经验和使用情况；
- 5 当地施工设备、能力以及对地质条件的适应性；
- 6 根据工程设计要求确定施工工艺和桩的设计参数；
- 7 供选用的预应力混凝土空心桩的规格、接头形式和生产条件。

*本条是关于旋挖植桩设计应准备的资料，在特殊情况下尚应根据具体情况增加必要的相关资料以满足设计要求。

4.1.2 单桩竖向极限承载力标准值应符合下列规定：

设计等级为甲级、乙级的旋挖植桩基础，应在施工前采用单桩静载荷试验确定，在同一条件下的试桩数量不少于3根并需符合如下要求：

- 1 试桩的规格、长度及地质条件应具有代表性；
- 2 试桩应选在地质勘探孔附近；
- 3 试桩施工条件应与工程桩一致。

*本条规定了单桩竖向抗压、抗拔极限承载力标准值的确定方法。单桩竖向极限承载力计算受计算模式、土体强度参数、成桩工艺等因素影响较大，故以原位原型荷载试验为最可靠的方法。对于设计等级为甲级和乙级的旋挖植桩基础，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的应在施工图设计之前进行，二是要根据实际工程情况，重视综合判定思路。静载荷试验方法应按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》（JGJ106）执行，为设计提供依据的静载荷试验应采用慢速维持荷载法。

4.1.3 旋挖植桩应根据具体条件分别进行下列承载力计算和稳定性验算：

- 1 应根据植入桩的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 对于桩侧土不排水抗剪强度小于10kPa且长径比大于50的桩，应进行桩身压屈验算；对于混凝土预制桩，应按吊装、运输和锤击作用进行桩身承载力验算；
- 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 对位于坡地、岸边的桩基，应进行整体稳定性验算；
- 5 对于抗浮，抗拔桩基，应进行基桩和群桩的抗拔承载力计算。

*桩基承载力计算和稳定性验算，是承载力极限状态设计的具体内容，应结合工程具体条件有针对性地进行计算和验算。

4.1.4 旋挖植桩设计应根据建筑物结构要求、工程地质条件、荷载特征确定桩径、桩长。

4.1.5 下列旋挖植桩基应进行沉降计算：

- 1 对设计等级为甲级的非嵌岩桩基础；
- 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。

4.1.6 旋挖植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》（JGJ94）执行。

*桩基变形涵盖水平位移和沉降两方面，水平位移包括长期水平荷载，高烈度区地震作用及风荷载等引起的水平位移；桩基沉降是计算绝对沉降、差异沉降、整体倾斜和局部倾斜的基本参数。

4.1.7 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。

4.2 构造

4.2.1 旋挖植桩宜采用等长桩，其构造示意图如图 4.2-1 所示。

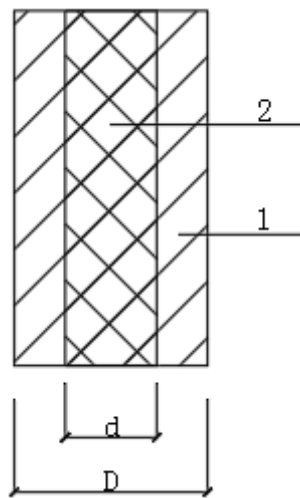


图 4.2-1 旋挖植桩构造示意图

1—细石混凝土（或水泥砂浆） 2—预制桩

注：d 为内芯桩直径或边长，D 为复合桩外芯直径

4.2.2 旋挖植桩的选型应符合下列规定：

1 复合桩的几何尺寸应根据上部荷载特征、工程地质及水文地质等条件，通过多方案技术经济比较后确定；

2 内芯可选用 UHC 管桩、PHC 管桩、PC 管桩、PRC 管桩、PHS 桩、PS 桩等预制桩；

3 外桩直径应大于预制桩直径或边长，外桩直径与内芯桩的直径或边长差宜取 100~300mm，并需考虑成孔工艺，预钻孔孔径需设计时明确。

4 外芯填充料可根据实际情况选用水泥砂浆、细石混凝土，水泥砂浆强度宜 \geq M15，细石混凝土强度等级宜 \geq C25。

*旋挖植桩多选用较硬土层为桩端持力层，呈摩擦端承型或端承桩，承载力主要靠端阻力的发挥，甚至会出现由桩身混凝土强度来控制的情况。本条提出 100~300mm（每边 50~100mm）的范围值，主要是考虑桩长与桩身垂直度之间的协调，当桩较短且持力层为基岩时可取小值，反之取大值。

4.2.3 旋挖植桩桩端宜采用闭口型桩尖封闭。

*施工过程中，孔内常有积水现象，此时采用闭口型桩尖较为合适；当孔内相对干燥，在孔底灌入填充

料后宜采用开口型桩尖植桩，以形成土塞。

4.2.4 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，接头宜位于非腐蚀土层中；
- 2 植入桩上、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。

4.2.5 植入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；对于抗拔桩，填芯混凝土深度应符合现行行业标准《预应力混凝土管桩技术标准》（JGJT406）的规定，且不小于 3m；对于桩顶承担较大水平力的植入桩，填芯混凝土深度应按计算确定，且不得小于 6 倍桩径并不得小于 3m。
- 2 填芯混凝土强度等级应比承台和承台梁提高一个等级，且不应低于 C30。应采用无收缩混凝土或微膨胀混凝土。
- 3 填芯混凝土应灌注饱满，振捣密实，下封层不得漏浆。

*无论是承压桩还是抗拔桩，桩顶均应设置填芯混凝土，主要用于插筋的锚固，有利于桩与承台的连接，同时从整体上改善桩顶部位桩身的抗剪、抗弯能力。填芯混凝土的施工质量与整个植桩基础的质量紧密相连，故一定要做到精心施工。

4.2.6 植入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 50mm，当受水平力较大时，不宜小于 100mm；
- 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。

4.2.7 桩的中心距不宜小于 3.0d，以中、微风化岩为持力层的端承桩，最小中心距可取 2.5d。

4.2.8 旋挖植桩桩端持力层选择应符合下列规定：

- 1 持力层宜选择层位稳定、压缩性较低的可塑-坚硬状态黏性土、中密以上的粉土、砂土、碎石土和残积土，以及不同风化程度的基岩；不应选择在可液化土层、湿陷性土层或软土层中；
- 2 当存在软弱下卧层时，桩端以下硬持力层厚度宜超过 3 倍桩径，且不宜小于 5m。

4.3 桩基设计

4.3.1 桩顶竖向作用效应计算应按照现行行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ94）的有关规定执行。

4.3.2 荷载效应标准组合、地震作用效应和荷载效应标准组合竖向力作用下，桩基竖向承载力计算应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ94）的有关规定。

*上述两条所需的计算，是桩基设计中沿用已久的单桩桩顶作用力的计算公式，是基于上部结构分析得到的柱、墙等竖向构件作用于基础的荷载作用，直接采用行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ94）中的公式，这里不加赘述。

4.3.3 单桩竖向承载力特征值 R_a 应按下式确定：

$$R_a \leq \frac{1}{K} Q_{uk} \quad (4.3.3)$$

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 $K \geq 2$ 。

4.3.4 初步设计时，单桩竖向极限承载力标准值可按下式估算：

1 当旋挖植桩为摩擦端承桩或端承桩时：

$$Q_{uk} \leq u_D \sum q_{sik} l_i + q_{pk} A_p \quad (4.3.4-1)$$

式中： u_D ——外芯桩周长(m)；

l_i ——第 i 层岩土层的厚度(m)；

A_p ——内芯桩横截面面积(m^2)；

q_{sik} ——第 i 层岩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，可按行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ94）表 5.3.5-1 给出灌注桩极限侧阻力标准值区间的高值取值；

q_{pk} ——桩端极限阻力标准值(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，可按行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ94）表 5.3.5-2 中预制桩的值取值。

2 当旋挖植桩为嵌岩桩时：

$$Q_{uk} \leq u_D \sum q_{sik} l_i + \zeta_r f_{rk} A_p \quad (4.3.4-2)$$

式中： f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值(kPa)，黏土岩取天然湿度单轴抗压强度标准值；

ζ_r ——桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数，可按表 4.3.4 采用。

表 4.3.4 嵌岩段侧阻和端阻综合系数 ζ_r

嵌岩深径比 h_r/d	0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
极软岩 软岩	0.72	0.96	1.14	1.42	1.62	1.78	1.88
较硬岩 坚硬岩	0.54	0.78	0.97	1.08	1.2	-	-

注：1、极软岩、软岩是指 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ ，较硬岩、坚硬岩是指 $f_{rk} > 30\text{MPa}$ 。

2、 h_r 为桩身嵌岩深度，当岩面倾斜时，以坡下方嵌岩深度为准；当 h_r/d 为非表列值时，

ζ_r 可按内插取值。

*本条为单桩竖向极限承载力标准值的估算公式，与传统的灌注桩和预制桩有所不同，植桩法在预成孔、清孔后灌入水泥砂浆或细石混凝土，在植桩时，孔内填充料将会扩散到周边土体或上翻至桩的上部，桩的

侧阻力和端阻力均有所提高，故公式 4.3.4-1 的 q_{sik} 按灌注桩的上限值取值， q_{pk} 按预制桩的值取值。通过锤击或静压，预制桩桩端置于岩层上，类似于灌注桩的“清孔干净”，故表 4.3.4 的 ζ_r 比行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ94）表 5.3.9 提高了 1.2 倍。

4.3.5 桩顶荷载组合不得超过预制桩桩身混凝土轴心抗压强度设计值，且应满足下式要求：

$$N \leq \psi_c f_c A_p \quad (4.3.5-1)$$

式中： N ——荷载效应基本组合下的桩顶轴向压力设计值（kN）；

ψ_c ——工作条件系数，根据桩施工工艺对桩身可能造成的损伤程度确定，可取 0.85~0.9；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值（kPa）。

*传统的预制桩经静压或锤击往往会对桩身造成不同程度的损坏，而植桩法在最后一个环节将其锤入或压入孔底，时间短，基本处于非挤土状态，桩身损伤不大，经收集诸多实际工程的实测资料，尤其对无接头的静压桩，桩身几乎完好。本条在行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ94）及《预应力混凝土管桩技术标准》（JGJ/T406）的基础上提出 $\psi_c=0.85\sim0.9$ ，建议对静压植入的单节桩可取上限值，供设计时根据实际情况选择。对采用 C60（PC 桩）和 C80（PHC 桩）的空心桩， f_c 可按国标《混凝土设计规范》（GB50010）取值，当采用 C105 及以上的管桩（UHC 桩）时， f_c 可按本标准附录 B 取值。

4.3.6 承受竖向拔力的旋挖植桩基础，群桩基呈整体破坏和呈非整体破坏基桩的抗拔承载力验算应按行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ94）的规定执行。

4.3.7 初步设计时，群桩基础及基桩的抗拔极限承载力的估算应符合下列规定：

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估算，并取其中的较小值：

$$T_{uk} \leq u_D \sum \zeta_i q_{sik} l_i \quad (4.3.7-1)$$

$$Q_{uk} \leq u_d \zeta q_{sk} l \quad (4.3.7-2)$$

$$\text{其中： } q_{sk} \leq \zeta f_{cu}$$

式中： T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩抗拔极限承载力标准值（kN）；

ζ_i ——钻孔灌注桩抗拔系数，可按表 4.3.7 取值；

ζ ——预制空心桩抗拔系数，宜按现场试验或地区经验取值，无试验资料和地区经验时，可取 0.8。

u_d ——内芯桩周长（m）；

l ——内芯桩长度（m）；

ζ ——桩身填充料强度折减系数，可取 0.33；

ζ ——内芯桩与填充料界面极限侧阻力标准值所对应位置填充料立方体抗压强度平均值之比，可取 0.16；

f_{cu} ——与桩身填充料配合比相同的室内填充料试块（边长 70.7mm 的立方体）在标准养护条件下 28d 龄期的立方体抗压强度平均值（kPa）；

q_{sk} ——内芯桩与填充料界面极限侧阻力标准值（kPa）。

土类	抗拔系数 λ_i
砂土	0.5~0.7
粘性土、粉土	0.5~0.7

注：当长径比 < 20 时， λ_i 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式计算：

$$T_{gk} \leq \frac{1}{n} u_l \sum \lambda_i q_{sik} l_i \quad (4.3.7-3)$$

式中： T_{gk} ——群桩呈整体破坏时基桩抗拔极限承载力标准值（kN）；

u_l ——桩群体外围周长（m）；

n ——桩基中的桩数。

*单桩竖向极限抗拔承载力标准值宜通过现场静载荷试验确定，亦可按 4.3.7 条中的经验公式估算，公式未考虑桩身重量。旋挖植桩与传统的灌注桩和预制桩有所不同，它应该存在着三种破坏模式，一是桩受竖向上拔荷载时，存在预制桩和填充料结石体一起从地基土中拔出，其次是预制桩从填充料结石体中拔出，三是预制桩桩身材料的破坏。因此群桩呈非整体破坏时，单桩竖向抗拔极限承载力标准值应按公式 4.3.7-1 和 4.3.7-2 分别计算，并按本标准公式 4.3.8 验算桩身受拉承载力，以其中最小值对单桩竖向抗拔承载力起控制作用。

4.3.8 轴心受拉的基桩桩身受拉承载力应满足下式：

$$N_t \leq C \cdot f_{py} \cdot A_{py} \quad (4.3.8)$$

式中： N_t ——荷载效应基本组合下桩顶轴向拉力设计值（kN），可近似按 $\frac{T_{uk}}{2}$ 的 1.35 倍计算；

C ——考虑预应力钢棒锚头与端板连接处受力不均匀等因素的影响而取的折减系数， $C \leq 0.85$ 。

f_{py} ——预应力钢棒锚头抗拉强度设计值（N/mm²）；

A_{py} ——全部纵向预应力钢棒的总截面面积（mm²）。

4.3.9 抗拔桩采用机械连接时，机械接头的受弯承载力、轴心受拉承载力、受剪承载力等指标不得低于桩身的力学性能，并应进行验算。

4.3.10 水平受荷的旋挖植桩设计应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ 94）的规定执行。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 施工前应掌握场地的工程地质和环境资料，了解不良地质现象和地下障碍物的分布和发育情况，应重点查明：

- 1 地下岩溶的分布及发育情况；
- 2 场地是否有承压水及水头和水量。

5.1.2 施工前应根据工程特点和地质条件编制施工组织设计，制定应急预案。

5.1.3 施工前应组织对现场施工操作人员进行安全技术交底，明确施工操作内容，合理布置施工材料、施工机械和施工线路。

5.1.4 施工前应平整场地、清除施工区域的表面硬层及地下障碍物。如遇松软地基时，应进行处理，确保桩机和起重设备的平稳移动。

5.1.5 施工前应进行试沉桩和静载荷试桩的试验性施工，确定施工工艺和施工参数。

5.1.6 施工前应确保施工现场水、电、路畅通，并做好施工现场环境保护工作，文明施工。当遇四周有居民居住时，应做好防扰民措施。

*施工前应准备好相关的各种资料，应着重三个方面：一是场地地形、地质、气象资料，根据场地情况现状及周边环境包括影响桩基施工的高压架空线、地下电缆、地下管线、位于桩位处的旧建筑物基础、杂填土中的石块及场地回填等情况；其次应考虑施工对周边建筑物及环境造成的影响；三是要编写施工组织设计以作为现场管理和质量保障的主要依据。

5.2 施工设备

5.2.1 旋挖植桩法的施工机械宜由旋挖钻机、静压桩机或锤击桩机和其他辅助设备组成。

5.2.2 其他辅助设备应由小型挖掘机、送桩器、电焊机和其他设备组成：

- 1 小型挖掘机：主要用于排土处理；
- 2 送桩器：用于把桩头沉设至地面以下；
- 3 电焊机：焊接采用电弧焊或二氧化碳气体保护焊。

5.2.3 施工前应对施工机械各组成部分进行系统检查、试运行正常后方可施工。

5.2.4 砂浆、混凝土注入装置、输送管线等组成的供料系统应先进行调试、试运转正常后方可施工。

5.3 预制桩的起吊、运输和堆放

5.3.1 预制桩的吊装应符合下列规定：

- 1 预制桩在吊装过程中应轻吊轻放，严禁碰撞损伤；
- 2 预制桩不宜在施工现场多次倒运；
- 3 当预制桩长度不大于15m且符合现行相关标准规定的单节长度时，宜采用两点起吊，如图5.3.1-1所示；也可采用专用吊钩钩住预制空心桩两端内壁进行水平起吊，吊绳与桩夹

角应大于 45° ；

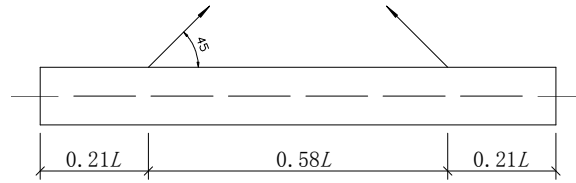


图 5.3.1-1 桩长 15m 以下预制桩的吊点位置示意图

4 当预制桩长度大于15m且小于30m 的预制桩或拼接桩时,应按图5.3.1-2采用四点吊;长度大于30m 的预制桩或拼接桩,应采用多点吊,吊点位置应另行验算。

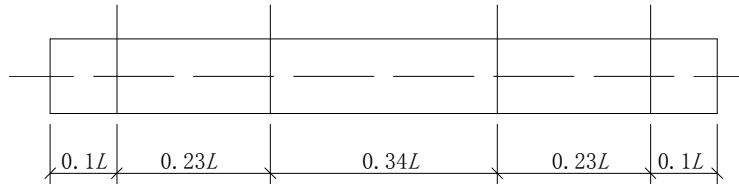


图 5.3.1-2 桩长 15m~30m 的预制桩吊点位置示意图

5.3.2 预应力混凝土空心桩的吊装应符合下列规定:

- 1 出厂前应作出厂检查,其规格、批号、制作日期应符合所属的验收批号内容;
- 2 在吊运过程中应轻吊轻放,避免剧烈碰撞;
- 3 单节桩可采用专用吊钩勾住桩两端内壁直接进行水平起吊;
- 4 运至施工现场时应进行检查验收,严禁使用质量不合格及在吊运过程中产生裂缝的桩。

5.3.3 预制桩运输宜采用平板车装卸及运输时应采取防止桩滑移与损伤等措施。

5.3.4 预制桩的现场堆放应符合下列规定:

- 1 堆放场地应平整坚实,排水条件良好;
- 2 堆放时应采取支垫措施,支垫材料宜选用长方木或枕木,不得使用有棱角的金属构件;
- 3 应按不同规格、长度及施工流水顺序分类堆放;
- 4 堆叠的层数应满足地基承载力的要求。

5.3.5 施工现场移桩应符合下列规定:

- 1 预制桩叠层堆放时,应采用吊机取桩,严禁拖拉移桩;
- 2 应保持桩机的稳定和桩的完整;
- 3 采用三点支撑履带自行式打桩机施工时不宜拖拉取桩。

*现场预应力混凝土空心桩的堆放多采用单层堆放或双层堆放,堆放对场地平整要求较高,双层堆放应在桩下放置垫木。

5.4 施工工艺

5.4.1 旋挖植桩法施工工艺流程(图 5.4.1)。

5.4.2 放样定位测量控制应符合下列规定:

- 1 施工前,应根据轴线及桩位布置情况,在场地内建立测量控制网确定各桩位中心点;

2 开孔前，在桩位外设置定位龙门桩；

3 桩位轴线采取在地面设十字控制网和基准点。钻机就位时，确保垂直度偏差不大于1%。通过自身履带爬行至需钻桩位，由机械自身电脑控制进行钻机桅杆与机身水平和垂直调整。在钻进过程中，采用连续性筒式取土钻进成孔。

*确定桩位是植桩施工前的首要工作，是控制工程质量的第一道工序，必须采取严格的测量、检查手段。为确保放线定位的准确性，基桩轴线的控制点和水准点应设置在不受施工影响的地方，设置的位置应稳定，易于长期保存，并妥善保管。

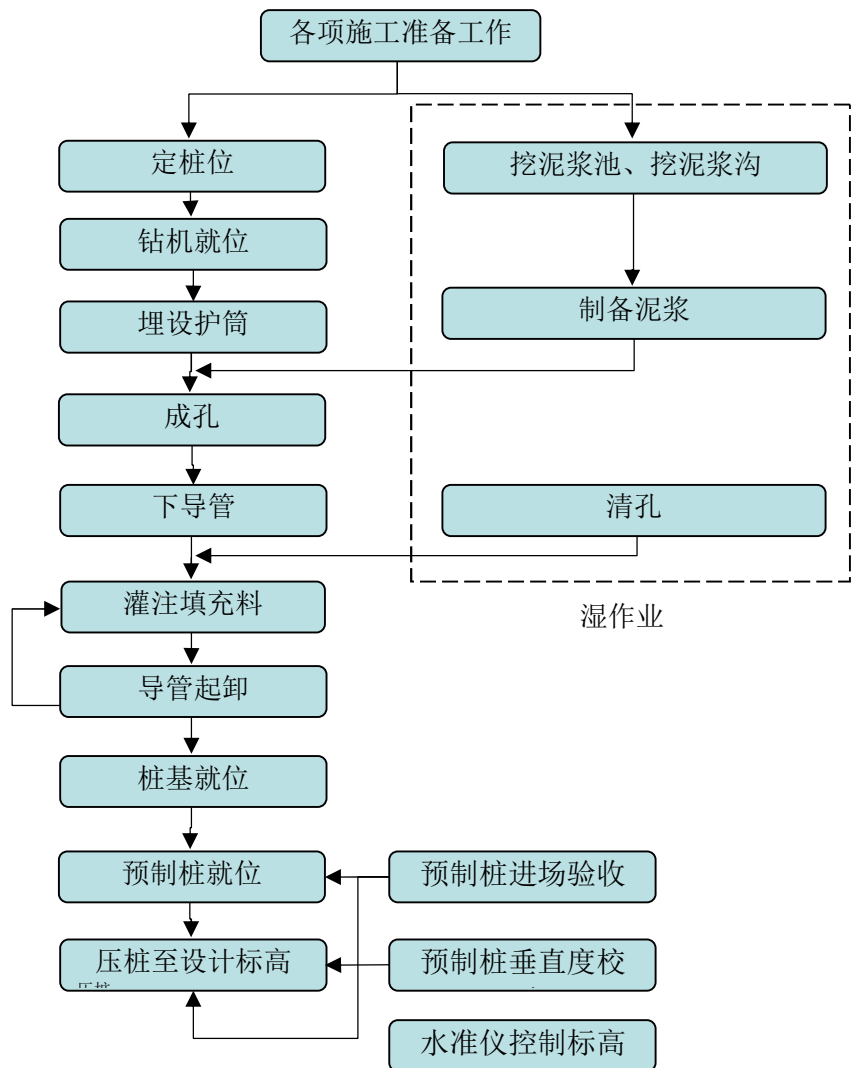


图5.4.1 旋挖植桩法施工工艺流程图

5.4.3 旋挖机的就位应符合下列规定：

1 在桩位复核正确，护筒埋设符合要求，护筒、地坪标高已测定的基础上，钻机方可就位；

2 旋挖钻机就位后，在测量和施工人员的指导下，钻尖对准桩位中心，钻机旋挖至一定深度取出土后下放护筒。护筒埋深宜为1m~2m，高出地面宜为30cm。桩机定位应准确、水

平、垂直、稳固，钻机导杆中心线、回旋盘中心线、护筒中心线应保持在同一直线。钻头中心与桩位中心误差应小于10mm。

5.4.4护筒的埋设应符合下列规定：

1 护筒直径应比桩孔直径大200mm，护筒长度应满足护筒底进入黏土层不少于0.5m的要求；

2 护筒顶端宜高出地面0.3m，护筒埋设的倾斜度应控制在1%以内，偏差不宜超过30mm且四周采用黏土回填，分层夯实；

3 复测、校正桩位与护筒中心偏差：护筒埋设后，由测量人员和监理人员进行桩位复核校正。

5.4.5旋挖机成孔应符合下列规定：

1 钻机在就位时应重新测量、定位；

2 当地下水位较高，含有较厚的砂土、砂卵石时，宜采用泥浆护壁；

3 在施工过程中泥浆比重一般控制在1.2~1.3之间，视护壁情况也可在泥浆中掺入一定比例的膨润土以防止孔壁坍塌。

5.4.6清孔应符合下列规定：

1 当钻进至设计桩底标高时，应停止钻进，提出钻头。

2 干作业施工时，应采用取土器，将孔内残土取尽，保持孔底干净。

3 湿作业施工时，应放入掏渣筒并静止0.5h后，将悬浮在泥浆中的砂砾进行第一次清孔，清孔结束后应静止不小于0.5h方可测孔底沉渣，当孔底沉渣大于设计要求时，需进行二次清孔直至孔底沉渣满足设计要求。

*清孔是保证桩基质量的重要一环，通过清孔确保桩孔质量、控制沉渣，在灌入填充料及沉桩过程中应尽可能保证桩端持力层无孔底无虚土、沉渣等现象，并应制定相应的技术措施。

5.4.7导管应符合下列规定：

1 导管的选择应符合下列规定：

宜选用采用丝扣连接的导管，其内径 $\phi 200\text{mm} \sim \phi 300\text{mm}$ ，底管长度宜为4m，中间每节长度宜为2.5m。在导管使用前，应对导管的外观及对接进行检查并应符合下列规定：

1)外观检查：检查导管有无变形、坑凹、弯曲，以及有无破损或裂缝等，并应检查其内壁是否平滑，对于新导管应检查其内壁是否光滑及有无焊渣，对于旧导管应检查其内壁是否有混凝土粘附固结。

2)对接检查：导管接头丝扣应保持良好，连接后应平直、同心。

3)经以上检验合格后方可投入使用，对于不合格导管严禁使用。导管长度应根据孔深进行配备且应满足清孔及水下混凝土浇筑的要求，清孔时可下至孔底；水下浇筑时，导管底端距孔底宜为0.5m，混凝土应能顺利从导管内灌至孔底。

2 导管下放时，导管在孔口连接处应牢固，设置密封圈，吊放时，应使位置居中，轴线顺直，稳定沉放。

5.4.8外芯填充料灌注应符合下列规定：

1 填充料应根据设计要求选择，当采用预灌注细石混凝土时，应根据施工设备和施工组织，添加缓凝剂以满足植入桩时间需要，混凝土坍落度宜控制在180~220mm。当采用水泥砂浆作为填充料时应根据设计要求通过配合比试验确定。

2 水泥砂浆或细石混凝土的灌入量应结合地层、沉渣等情况计算确定，宜为钻孔体积扣除沉入孔内桩身体积的1.1~1.2倍，并根据施工情况及时进行调整。

3 填充料应采用导管灌注，导管应伸至孔底，灌注填充料时应缓慢提管。

5.4.9桩植入过程中，应随时检测桩位和桩身垂直度，桩位偏差不得超过30mm，桩身垂直度偏差不应大于0.5%。

*沉桩时必须严格控制桩的垂直度，特别是对锤击植入的桩，宜在桩孔口设置卡口，以使桩身相对固定；对于多节桩的植入，必须严格控制第一节沉桩质量，发现有偏移或倾斜时，应分析原因，及时校正。

5.4.10静压法植入预制桩，应符合下列规定：

1 静压沉桩可选用顶压式沉桩或抱压式沉桩设备。

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。

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 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。

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

7 静压法施工过程应根据现场静载试验桩或试压桩的试验结果，确定终压标准条件控制质量，预设终压标准可取单桩承载力特征值1.5~1.8。

5.4.11锤击法植入预制桩，应符合下列规定：

1 桩机的选择应满足沉桩施工的设计技术要求，并具有足够的强度、刚度和稳定性。

2 锤重的选择可根据设计要求、工程地质条件、现有施工条件、预制桩类型、入土深度等因素确定，或根据试桩资料选择合适的锤型。

3 桩帽及锤垫、桩垫的选择应符合下列要求：

1) 桩帽应与预制桩的截面相匹配，具有足够的刚度、强度和耐打性，且桩帽或送桩帽与桩周围的间隙应为5~10mm。

2) 桩帽的上部与桩锤之间，需设置锤垫，厚度宜为150mm~200mm，打桩前应进行检查、校正或更换。

3) 桩帽套筒底面与桩头之间应设置弹性桩垫，其压实厚度不应小于120mm，且应在打桩期间经常检查，及时更换。

4 锤击法施工过程的质量控制应符合下列要求：

1) 施工时最大锤击压应力和锤击拉应力均不应大于混凝土的轴心抗压强度设计值和轴心抗拉强度设计值。

- 2) 收锤标准应结合地质条件、桩承载力性状、锤重、桩的规格和长度、进入持力层的要求，以及相同地质条件和邻近工程的沉桩经验综合确定，收锤标准宜比通常锤击桩适当放宽。
- 3) 最后 1.0m 的锤击数分别不宜超过 200 击；当持力层为较薄的强风化覆盖层，且上覆土层较软弱时，最后贯入度可适当减小，但不宜小于 $30\text{mm}\sim 50\text{mm}/10$ 击。当持力层为中风化层，最后贯入不宜大于 $30\text{mm}/10$ 击。

5.5 接桩与截桩

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

- 1 桩的接头次数不应超过 3 次，且宜尽量减少接头次数。
- 2 入土部分桩段的桩头宜高出地面 1.0m。
- 3 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。
- 4 上、下节桩接头端板坡口应洁净、干燥，且焊接处应刷至露出金属光泽。
- 5 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。
- 6 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。
- 7 手工电弧焊接时，第一层宜用 $\Phi 3.2\text{mm}$ 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。
- 8 桩接头焊好后应进行外观检查，检查合格后，方可继续沉桩，严禁浇水冷却。
- 9 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。
- 10 雨天焊接时，应采取防雨措施。

5.5.2 预制桩采用机械连接方式时，应符合相应机械连接方式操作要求的规定。

5.5.3 预制桩截桩应采用专用锯桩器，严禁采用大锤横向敲击截桩或强行扳拉截桩。

6 质量检测与验收

6.1 质量检测

6.1.1 旋挖植桩法采用的预制桩质量检查和检测应按单位工程进行抽检，并按检验批进行抽检。

1 内芯的检查和检测：

- 1) 应按照设计图纸要求，根据产品合格证、运货单及预制桩外壁的标志，对预制桩的规格和型号进行逐条检查。当施工工艺对龄期有要求时，应核查龄期，预制桩的龄期应满足施工工艺要求；
- 2) 应对预制桩的尺寸偏差和外观质量进行抽检。抽查数量不应少于预制桩桩节总数的2%，预制桩的尺寸偏差和外观质量应符合现行国家标准的有关规定。同一检验批中，当抽检结果出现一节预制桩不符合质量要求时，应加倍检查，若再发现不合格的预制桩，该检验批的预制桩不准使用；
- 3) 应对预制桩端板几何尺寸进行抽检。抽查数量不应少于预制桩桩节总数的2%，检测结果应符合现行国家标准的有关规定，凡端板厚度或电焊坡口尺寸不合格的桩，不得使用；
- 4) 应对预制桩的预应力钢棒数量和直径、螺旋筋或箍筋直径和间距、箍筋加密区的长度及钢筋混凝土保护层厚度进行抽检。每个检验批抽检桩节数不应少于2根，检测结果应符合设计要求或现行国家标准的有关规定。同一检验批中，当发现不合格的预制桩，该检验批的预制桩不准使用。
- 5) 对砂、石子、水泥、钢材等桩体原材料质量的检验项目和方法应符合设计要求或国家现行有关标准的规定。

*单位工程所用的预应力混凝土空心桩进行质量检查和检测时，是否需要划分若干个检验批，应视工程实际情况而定。如果验收批的样本数量较大，当出现不合格情况时，该检验批的桩不准使用，可能会造成较大的浪费；如单位工程划分的检验批较多，可能会增加抽检数量。诸如预应力混凝土空心桩的规格、型号、尺寸偏差和外观质量，端板几何尺寸等检查项目，可按供货批次划分检验批；对桩的预应力钢棒数量和直径、螺旋筋直径和间距、螺旋筋加密区的长度、钢筋混凝土保护层厚度以及桩身混凝土强度等检查项目，也可按预应力混凝土空心桩生产厂家划分检验批。

6.1.2 施工过程中应对桩身垂直度进行检查。检查应符合下列规定：

- 1 应检查第一节桩定位时的垂直度；当垂直度偏差不大于 0.5%时，方可进行施工；
- 2 在施工过程中，应及时抽检桩身垂直度；
- 3 送桩前，应对桩身垂直度进行检查。

6.1.3 施工记录应按下列规定进行审核：

- 1 当配置施工自动记录仪时，应检查自动记录仪是否正常，对所记录的各种施工数据进行逻辑分析判断；
- 2 当采用人工记录时，应检查作业班组是否安排专人记录，记录内容是否齐全、真实、清楚；
- 3 工程桩施工完成后，施工记录应经旁站监理人员签名确认，方可作为施工记录。

6.1.4 桩基施工后应对桩顶标高和桩位偏差进行检测，检测结果应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202）的有关规定。

*对工程桩单桩承载力和桩身完整性的检测，除设计有要求外，尚应执行现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》（JGJ106）的有关规定，“规范”中对检测数量和检测方法都有明确的规定，这里不再赘述。

6.1.5 工程桩施工完毕后，工程桩单桩承载力和桩身完整性应进行抽样检测，检测数量和检测方法应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》（JGJ 106）的有关规定，单桩承载力试验应采用静载试验。

6.1.6 施工过程中对周边环境的影响监测应符合下列规定：

- 1 应根据施工方案检查植桩的施工顺序；
- 2 当施工的振动可能危及到周边的建筑物、道路、市政设施时，应对其变形和裂缝等情况进行监测。

6.1.7 下列桩基础工程应在承台完成以后的施工期间及使用期间进行沉降变形观测直至沉降达到稳定标准，当设计有要求时，应满足设计要求。

- 1 地基基础设计等级为甲级的基础工程；
- 2 地质条件复杂地基基础设计等级为乙级的基础工程；
- 3 桩端持力层为遇水易软化风化岩层的基础工程。

6.2 验收

6.2.1 工程桩应进行承载力和桩身完整性检验。检测数量和检测方法应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的有关规定。单桩承载力应采用静载试验进行确定。

6.2.2 对单位工程内且在同一条件下的工程桩，当符合下列条件之一时，应采用静载荷试验

对工程桩单桩竖向抗压承载力进行检验：

- 1 设计等级为甲级、乙级的建筑桩基；
- 2 静载检测开始时间可在试验桩施工完成 15d 后进行；
- 3 抽检数量不应少于总桩数的 1%，且不少于 3 根；当总桩数在 50 根以内时，不应少于 2 根。

*对传统施工的预制桩，静载试桩前的休止时间，对于砂土不少于 7 天，对于粉土不少于 10 天，对于非饱和的黏性土不少于 15 天。旋挖植桩一般都是选择较硬土层作为桩端持力层，虽有一些填充料的灌入，但主要还是以端承为主，多数桩都会出现承载力由桩身混凝土强度控制的情况，一般在沉桩后 15d 就可进行静载荷试验。

6.2.3 桩身完整性检测宜采用低应变动测法，检测数量不应少于总桩数的 20%，且不应少于 10 根，每根柱子承台下的桩抽检数量不应少于 1 根。

6.2.4 对专用抗拔桩和对水平承载力有特殊要求的桩基工程，应进行单桩抗拔静载试验和水平静载试验检测。

6.2.5 工程验收时应具备下列资料：

- 1 桩基设计文件和施工图，包括施工图纸会审纪录、设计变更资料；
- 2 桩位测量放线图，包括工程基线复核签证单；
- 3 岩土工程勘察报告；
- 4 施工组织设计或施工方案；
- 5 预制桩出厂合格证、产品说明书；
- 6 施工记录汇总，包括桩位编号图；
- 7 工地用桩检查资料，包括桩的规格型号，尺寸偏差和外观质量，桩身配筋，钢筋混凝土保护层厚度，桩端板和桩尖的尺寸，预应力钢棒和螺旋筋抽检、接头焊缝验收记录等汇总资料；
- 8 桩基工程竣工图（桩位实测偏位情况，补桩、试桩位置等）；
- 9 桩顶标高、桩顶平面位置、垂直度偏差检测结果；
- 10 预应力钢棒、螺旋筋、桩端板材质检验报告，桩混凝土强度检测报告；
- 11 桩身完整性检测报告；
- 12 单桩承载力检测报告，对桩复合地基还应有复合地基承载力检测报告；
- 13 监测资料；
- 14 发生质量事故时的处理记录；

15 施工技术措施记录。

6.2.6工程验收尚应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202）的有关规定。

附录 A 预应力超高强混凝土管桩 (UHC) 结构形式

A.0.1 管桩结构形式

1 预应力超高强混凝土管桩的结构形式 (图 A.0.1):

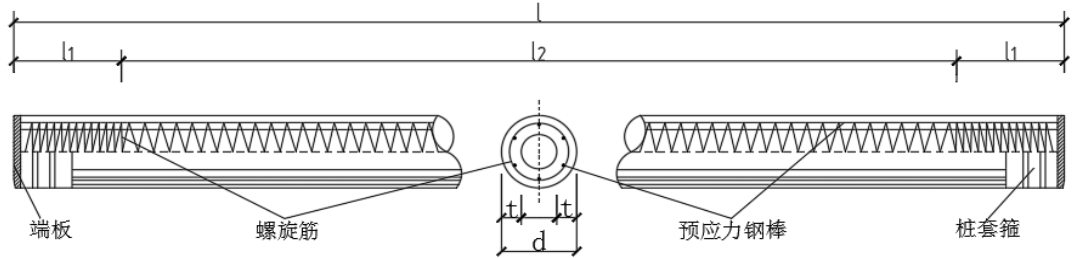


图 A.0.1 预应力超高强混凝土管桩结构形式

t —壁厚; l —桩长; d —管桩外径; l_1 —桩端加密区长度; l_2 —非加密区长度

A.0.2 受压管桩与承台连接构造 (图 A.0.2) 及填芯混凝土内配筋表 (表 A.0.2)。

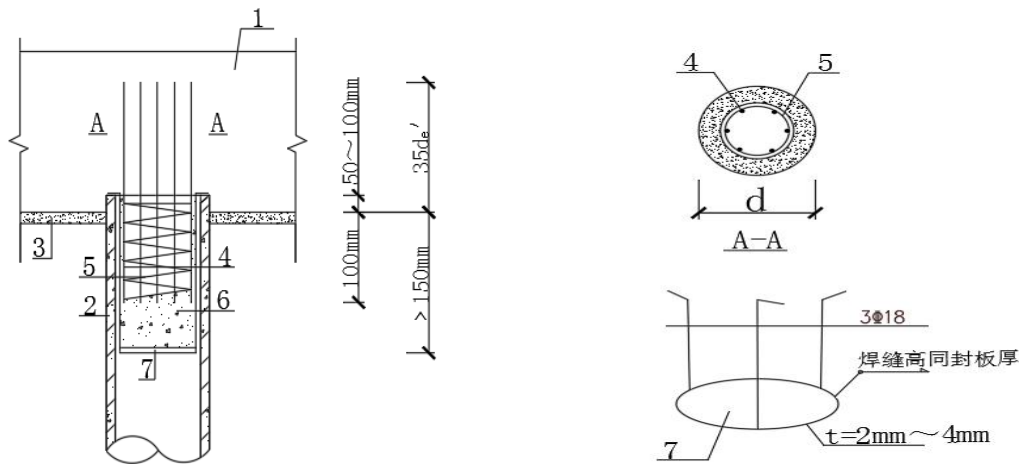


图 A.0.2 受压管桩与承台连接构造图

1—承台或底板; 2—管桩; 3—垫层; 4—灌芯混凝土内纵筋; 5—灌芯混凝土内箍筋;
6—微膨胀混凝土灌芯; 7—支托钢板及吊筋; d_e —填芯钢筋直径 (mm)

表 A.0.2 填芯混凝土内配筋表

管桩外径 d (mm)	灌芯混凝土内配筋	
	灌芯混凝土内纵筋	灌芯混凝土内箍筋
300	4C14	A6@200
400	4C16	A6@200
500	6C16	A8@200
600	6C18	A8@200

700	6C18	A8@200
800	6C20	A8@150
1000	8C20	A8@150
1200	10C20	A8@150
1400	12C20	A8@150

附录 B UHC 管桩桩身配筋及相关参数

表 B.0.1 UHC 管桩桩身配筋及相关参数 (C105)

规格(代号—外径—壁厚)	型号	单节最大桩长(m)	主筋数量与直径(mm)	螺旋筋直径(mm)	混凝土有效预压应力 σ_{ce} (MPa)	预应力钢筋分布圆周直径 D_p (mm)	桩身受弯承载力设计值[M](kN·m)	桩身受剪承载力设计值[V](kN)	桩身轴心受拉承载力设计值[N](kN)	桩身轴心受压承载力设计值(未考虑压屈影响)[R](kN)	按标准组合计算的抗裂弯矩 $M_k \leq$ (kN·m)	按标准组合计算的抗裂拉力 $N_k \leq$ (kN)	理论重量(kg/m)
UHC400 (95)	A	12	7, ^D 9.0	4	4.31	308	65	165	381	3309	68	401	237
	AB	13	7, ^D 10.7		5.90		89	185	536		78	552	
	B	14	10, ^D 10.7		8.09		121	209	765		92	766	
	C	15	13, ^D 10.7		10.10		150	229	995		105	968	
UHC500 (100)	A	14	11, ^D 9.0	5	4.86	406	132	233	598	4568	131	625	327
	AB	15	11, ^D 10.7		6.63		180	261	842		151	859	
	B	16	11, ^D 12.6		8.83		239	293	1169		178	1158	
	C	17	13, ^D 12.6		10.15		273	311	1381		194	1343	
UHC500 (125)	A	13	12, ^D 9.0	5	4.55	406	137	274	653	5354	137	685	383
	AB	14	12, ^D 10.7		6.22		187	307	918		158	943	
	B	15	12, ^D 12.6		8.30		249	345	1275		185	1273	
	C	16	15, ^D 12.6		10.03		299	373	1594		208	1553	
UHC600 (110)	A	15	14, ^D 9.0	5	4.61	506	207	305	762	6156	213	798	440
	AB	16	14, ^D 10.7		6.30		283	342	1071		246	1099	
	B	18	14, ^D 12.6		8.41		377	384	1488		288	1483	
	C	19	17, ^D 12.6		9.91		441	441	1806		319	1763	

续表 B. 0. 1

规格(代号—外径—壁厚)	型号	单节最大桩长(m)	主筋数量与直径(mm)	螺旋筋直径(mm)	混凝土有效预压应力 σ_{ce} (MPa)	预应力钢筋分布圆周直径 D_p (mm)	桩身受弯承载力设计值[M](kN·m)	桩身受剪承载力设计值[V](kN)	桩身轴心受拉承载力设计值[N](kN)	桩身轴心受压承载力设计值(未考虑压屈影响)[R](kN)	按标准组合计算的抗裂弯矩 $M_k \leq$ (kN·m)	按标准组合计算的抗裂拉力 $N_k \leq$ (kN)	理论重量(kg/m)
UHC600 (130)	A	15	16, ^D 9.0	5	4.65	506	228	352	870	6978	229	912	499
	AB	16	16, ^D 10.7		6.34		312	396	1224		265	1255	
	B	17	16, ^D 12.6		8.46		415	444	1700		310	1693	
	C	19	20, ^D 12.6		10.22		498	480	2125		349	2065	
UHC700 (110)	A	17	12, ^D 10.7	6	4.62	590	300	364	918	7412	314	962	530
	AB	18	24, ^D 9.0		6.37		414	410	1306		364	1338	
	B	20	24, ^D 10.7		8.59		555	462	1836		429	1826	
	C	22	24, ^D 12.6		11.28		718	518	2550		511	2438	
UHC700 (130)	A	16	13, ^D 10.7	6	4.40	590	316	413	995	8463	334	1045	605
	AB	20	26, ^D 9.0		6.07		437	465	1414		386	1455	
	B	22	26, ^D 10.7		8.21		589	523	1989		454	1988	
	C	24	26, ^D 12.6		10.81		766	587	2763		539	2660	
UHC800 (110)	A	19	15, ^D 10.7	6	4.91	690	436	433	1148	8669	448	1198	620
	AB	20	15, ^D 12.6		6.62		588	484	1594		515	1628	
	B	22	30, ^D 10.7		9.09		801	550	2295		616	2266	
	C	24	30, ^D 12.6		11.90		1031	616	3188		735	3019	

续表 B. 0. 1

规格(代号—外径—壁厚)	型号	单节最大桩长(m)	主筋数量与直径(mm)	螺旋筋直径(mm)	混凝土有效预压应力 σ_{ce} (MPa)	预应力钢筋分布圆周直径 D_0 (mm)	桩身受弯承载力设计值[M](kN·m)	桩身受剪承载力设计值[V](kN)	桩身轴心受拉承载力设计值[N](kN)	桩身轴心受压承载力设计值(未考虑压屈影响)[R](kN)	按标准组合计算的抗裂弯矩 $M_k \leq$ (kN·m)	按标准组合计算的抗裂拉力 $N_k \leq$ (kN)	理论重量(kg/m)
UHC800 (130)	A	18	16, ^D 10.7	6	4.59	690	455	488	1224	9948	477	1283	711
	AB	19	16, ^D 12.6		6.20		616	546	1700		547	1746	
	B	21	32, ^D 10.7		8.51		844	620	2448		651	2436	
	C	23	32, ^D 12.6		11.22		1095	695	3400		775	3254	
UHC1000 (130)	A	21	32, ^D 9.0	6	4.99	880	834	647	1741	12918	852	1816	924
	AB	23	32, ^D 10.7		6.80		1135	727	2448		988	2494	
	B	25	32, ^D 12.6		9.04		1500	816	3400		1162	3360	
	C	26	32, ^D 14.0	8	10.76		1798	878	4189		1298	4037	

注：1. UHC 管桩 C105 混凝土的力学性能指标见表 B. 0. 3；
 2. 旋挖植桩 UHC 管桩工作条件系数 ψ 取 0.85 进行计算。

表 B.0.2 UHC 管桩桩身配筋及相关参数 (C125)

规格(代号—外径—壁厚)	型号	单节最大桩长(m)	主筋数量与直径(mm)	螺旋筋直径(mm)	混凝土有效预压应力 σ_{cc} (MPa)	预应力钢筋分布圆周直径 D_0 (mm)	桩身受弯承载力设计值[M](kN·m)	桩身受剪承载力设计值[V](kN)	桩身轴心受拉承载力设计值[N](kN)	桩身轴心受压承载力设计值(未考虑压屈影响)[R](kN)	按标准组合计算的抗裂弯矩 $M_k \leq$ (kN·m)	按标准组合计算的抗裂拉力 $N_k \leq$ (kN)	理论重量(kg/m)
UHC400 (95)	A	12	7, ^D 9.0	4	4.32	308	65	185	381	3779	76	401	237
	AB	13	7, ^D 10.7		5.91		89	206	536		86	552	
	B	14	10, ^D 10.7		8.11		122	232	765		100	767	
	C	15	13, ^D 10.7		10.13		152	254	995		113	969	
UHC500 (100)	A	14	11, ^D 9.0	5	4.87	406	133	260	598	5217	146	625	327
	AB	15	11, ^D 10.7		6.64		182	291	842		166	860	
	B	16	11, ^D 12.6		8.85		242	325	1169		193	1160	
	C	17	13, ^D 12.6		10.18		277	344	1381		209	1345	
UHC500 (125)	A	13	12, ^D 9.0	5	4.56	406	137	307	653	6114	153	685	383
	AB	14	12, ^D 10.7		6.22		188	343	918		174	943	
	B	15	12, ^D 12.6		8.32		252	383	1275		201	1274	
	C	16	15, ^D 12.6		10.05		304	413	1594		224	1554	
UHC600 (110)	A	15	14, ^D 9.0	5	4.62	506	208	342	762	7030	238	798	440
	AB	16	14, ^D 10.7		6.31		285	382	1071		271	1099	
	B	18	14, ^D 12.6		8.42		381	427	1488		313	1484	
	C	19	17, ^D 12.6		9.93		448	456	1806		344	1765	

续表 B. 0. 2

规格(代号—外径—壁厚)	型号	单节最大桩长(m)	主筋数量与直径(mm)	螺旋筋直径(mm)	混凝土有效预压应力 σ_{ce} (MPa)	预应力钢筋分布圆周直径 D_0 (mm)	桩身受弯承载力设计值[M](kN·m)	桩身受剪承载力设计值[V](kN)	桩身轴心受拉承载力设计值[N](kN)	桩身轴心受压承载力设计值(未考虑压屈影响)[R](kN)	按标准组合计算的抗裂弯矩 $M_k \leq$ (kN·m)	按标准组合计算的抗裂拉力 $N_k \leq$ (kN)	理论重量(kg/m)
UHC600 (130)	A	15	16, ^D 9.0	5	4.65	506	229	395	870	7969	255	912	499
	AB	16	16, ^D 10.7		6.35		314	441	1224		291	1256	
	B	17	16, ^D 12.6		8.48		420	493	1700		337	1695	
	C	19	20, ^D 12.6		10.24		505	532	2125		376	2067	
UHC700 (110)	A	17	12, ^D 10.7	6	4.62	590	301	408	918	8465	350	962	530
	AB	18	24, ^D 9.0		6.38		417	457	1306		401	1339	
	B	20	24, ^D 10.7		8.60		561	513	1836		466	1828	
	C	22	24, ^D 12.6		11.32		732	574	2550		548	2441	
UHC700 (130)	A	16	13, ^D 10.7	6	4.40	590	317	463	995	9665	373	1046	605
	AB	18	26, ^D 9.0		6.08		440	519	1414		426	1456	
	B	19	26, ^D 10.7		8.22		595	582	1989		494	1990	
	C	21	26, ^D 12.6		10.84		780	650	2763		580	2663	
UHC800 (110)	A	19	15, ^D 10.7	6	4.92	690	438	484	1148	9900	498	1199	620
	AB	20	15, ^D 12.6		6.63		592	539	1594		566	1629	
	B	22	30, ^D 10.7		9.11		812	610	2295		667	2269	
	C	24	30, ^D 12.6		11.94		1052	682	3188		787	3023	

续表 B. 0. 2

规格(代号—外径—壁厚)	型号	单节最大桩长(m)	主筋数量与直径(mm)	螺旋筋直径(mm)	混凝土有效预压应力 σ_{ce} (MPa)	预应力钢筋分布圆周直径 D_p (mm)	桩身受弯承载力设计值[M](kN·m)	桩身受剪承载力设计值[V](kN)	桩身轴心受拉承载力设计值[N](kN)	桩身轴心受压承载力设计值(未考虑压屈影响)[R](kN)	按标准组合计算的抗裂弯矩 $M_k \leq$ (kN·m)	按标准组合计算的抗裂拉力 $N_k \leq$ (kN)	理论重量(kg/m)
UHC800 (130)	A	18	16, ^D 10.7	6	4.60	690	457	548	1224	11360	532	1284	711
	AB	19	16, ^D 12.6		6.21		620	609	1700		602	1747	
	B	21	32, ^D 10.7		8.56		854	688	2448		707	2438	
	C	23	32, ^D 12.6		11.26		1116	770	3400		832	3258	
UHC1000 (130)	A	21	32, ^D 9.0	6	5.00	880	838	724	1741	14752	947	1817	924
	AB	23	32, ^D 10.7		6.81		1145	810	2448		1084	2496	
	B	25	32, ^D 12.6		9.06		1520	905	3400		1259	3363	
	C	26	32, ^D 14.0		10.79		1800	972	4189		1396	4042	

注：1. UHC 管桩 C125 混凝土的力学性能指标见表 B. 0. 3；
2. 旋挖植桩 UHC 管桩工作条件系数 ψ_c 取 0.85 进行计算。

表 B. 0. 3 UHC 管桩混凝土极限强度标准值、弹性模量

混凝土强度等级	f_{ck} (MPa)	f_{tk} (MPa)	E_c ($\times 10^4$ MPa)
C105	63.4	3.75	3.95
C125	72.4	4.46	4.04

注： f_{ck} —混凝土轴心抗压强度标准值； f_{tk} —混凝土轴心抗拉强度标准值； E_c —混凝土的弹性模量。

附表 A 植入沉桩施工记录表

工程名称:

施工单位:

建设单位:

总包单位:

施工日期:

桩 号:

桩型及规格		设计承载力特征值 (kN)		配桩		
钻孔深度		实际钻孔深度		自然地面标高		
钻孔直径		桩顶设计标高		桩顶实际标高		
钻孔过程记录						
序号	接杆米数	开始钻孔时间	钻孔完成时间	备注		
1						
2						
3						
修孔及拔杆过程记录						
项目	开始时间		完成时间			
修孔过程						
拔杆过程						
植桩过程记录						
序号	桩型	植入桩机 型号	开始接桩 时间	接桩完成 时间	开始沉桩 时间	沉桩完成 时间
1						
2						
3						
总桩长			桩校正完成时间			
备注						
<p>质量检查员:</p> <p>施工负责人:</p>						

附表 B 细石混凝土（水泥砂浆）施工记录表

浇筑时间：

工程名称		施工单位	
桩号		天气情况	
混凝土设计标号		混凝土配合比	
初次灌入混凝土量		最终灌入混凝土量	
混凝土拌和方法		混凝土灌入方式	
坍落度要求		混凝土级配单编号	
备注：			
质量检查员： 施工负责人：			

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 2 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 3 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 4 《建筑抗震设计规范》 GB50011
- 5 《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 6 《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB 50046
- 7 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202
- 8 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205
- 9 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 10 《先张法预应力混凝土管桩》 GB 13476
- 11 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 12 《建筑基桩检测技术规范》 JGJ 106
- 13 《建筑地基检测技术规程》 JGJ 340
- 14 《预应力空心方桩》 JGJ/T 197
- 15 《预应力混凝土管桩技术标准》 JGJ/T 406
- 16 《先张法预应力混凝土管桩用端板》 JC/T 947
- 17 《预应力离心混凝土空心方桩用端板》 JC/T 2239

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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 标准中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

江西省土木建筑学会标准

旋挖植桩技术标准

TB/XXX-XXXX-202X

条文说明