**DB**

广西壮族自治区工程建设地方标准

**UDCC**

**DBJ/T 45-000-2018**

**P**　　　　　　　　　　**备案号：xxxx**

**装配式旋压扩头钢管桩**

**技术规程**

Technical specification for prefabricated spinning

steel pipe pile with enlarged end

（征求意见稿）

**xxxx-xx-xx** 发布 **xxxx-xx-xx** 实施

广西壮族自治区住房和城乡建设厅 发布

广西壮族自治区地方标准

装配式旋压扩头钢管桩

技术规程

Technical specification for prefabricated spinning

steel pipe pile with enlarged end

**DBJ/T 45-000-2018**

主编单位：广西大学

南宁市建筑设计院

广西盛虎建筑科技有限公司

批准部门：广西壮族自治区住房和城乡建设厅

施行日期：2019年01月01日

广西科学技术出版社

2018 南 宁

前 言

本规程根据广西壮族自治区住房和城乡建设厅《自治区住房城乡建设厅关于下达2018年度全区工程建设地方标准、图集制（修）订项目第一批计划的通知》（桂建标[2018]21号）要求，由广西大学会同南宁市建筑设计院、广西盛虎建筑科技有限公司等18家岩土工程勘察、设计、施工、科研单位及高等院校编制，形成送审稿，最后经审定定稿。

本规程主要技术内容是：总则；术语和符号；基本规定；设计基本资料和勘察要求；设计；施工；质量检查和验收。

本规程由广西壮族自治区住房和城乡建设厅负责管理，由广西大学负责具体技术解释。

为了及时纳入先进理论和技术内容，请各单位在执行本规程的过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给广西大学《装配式旋压扩头钢管桩技术规程》编制管理组（地址：广西壮族自治区南宁市大学路100号；邮箱：zhangwei@gxu.edu.cn，邮编：530004），以便今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位和主要起草人：

主编单位：广西大学

南宁市建筑设计院

广西盛虎建筑科技有限公司

参编单位：广西壮族自治区建设工程质量安全监督总站

广西壮族自治区建筑工程质量检测中心

华蓝设计（集团）有限公司

广西大学设计研究院

广西华安建设工程质量检测有限公司

中国轻工业南宁设计工程有限公司

广西建工集团有限责任公司

广西建工集团第二建筑工程有限责任公司

广西壮族自治区建筑科学研究设计院

广西壮族自治区城乡规划设计院

广西交通职业技术学院

南宁市建筑安装工程集团有限公司

广西路桥工程集团有限公司

南宁绿港建设投资集团有限公司

广西新厦工程咨询有限公司

广西交通设计集团有限公司

主要起草人员：张 伟 零祝建 刘 宏 黄磊群

陈道松 李其勇 黄 健 冯江泉

麦 东 顾 胜 肖平平 叶 彤

肖玉明 李大朋 周德勋 玉俊峰

王 新 梁振南 杜海龙 任 重

龚国强 尹振杰 米德才

主要审查人员：

目 次

1 总则........................................................................................1

2 术语和符号 2

[2.1 术 语 2](#_Toc3242)

[2.2 符 号 4](#_Toc16306)

[3 基本规定 10](#_Toc25631)

[3.1 一般规定 10](#_Toc21374)

[3.2 材 料 1](#_Toc28641)2

[4 设计基本资料与勘察要求 1](#_Toc6631)8

[4.1 设计基本资料 1](#_Toc8755)8

[4.2 勘察要求 1](#_Toc10851)9

[5 设 计 22](#_Toc21006)

[5.1 一般规定 22](#_Toc28687)

[5.2 构造 23](#_Toc5617)

[5.3 桩顶作用效应计算 31](#_Toc10183)

[5.4 竖向承载力计算 32](#_Toc7748)

[5.5 抗拔承载力计算 35](#_Toc21376)

[5.6 水平承载力计算 3](#_Toc21415)8

[5.7 其他承载力和沉降计算 44](#_Toc30160)

[5.8 桩身承载力计算 45](#_Toc24806)

[5.9 防腐蚀规定 4](#_Toc16032)8

[6 制作与施工](#_Toc19821) 50

[6.1 一般规定 50](#_Toc23110)

[6.2 产品制作与出厂检验 51](#_Toc23110)

[6.3 施工准备 51](#_Toc13419)

[6.4 施工工艺 52](#_Toc24223)

[7 质量检查和验收 56](#_Toc17929)

[7.1 一般规定 56](#_Toc28138)

[7.2 施工前检验 56](#_Toc27487)

[7.3 施工检验 57](#_Toc9574)

[7.4 施工后检验 57](#_Toc27407)

[7.5 基桩及承台工程验收资料 58](#_Toc24073)

[附录A 典型旋压扩头钢管桩的桩身型号和承载力 60](#_Toc17929)

[附录B 典型旋压扩头钢管桩的扩大头型号和参数 6](#_Toc17929)3

[本规范用词说明 6](#_Toc17929)4

[引用标准名录 6](#_Toc17929)5

附：[条文说明 67](#_Toc7082)

Contents

[1 General Provisions……………………………………………](#_Toc519235009)1

[2 Terms and Symbols …………………………………………](#_Toc519235010)2

[2.1 Terms …………………………………………………](#_Toc519235011)2

[2.2 Symbols ……………… ………………………………](#_Toc519235012)4

[3 Basic Requirements ………………………………………](#_Toc519235013)10

[3.1 General Requirements ………………………………](#_Toc519235014)10

[3.2 Materials………………………………………………](#_Toc519235015)12

[4 Basic Information of Design and Survey Requirements ……](#_Toc519235016)18

[4.1 Basic Information of Design …………………………](#_Toc519235017)18

[4.2 Survey Requirements…………………………………](#_Toc519235018)19

[5 Design………………………………………………………](#_Toc519235019)22

[5.1 General Requirements …………… …………………](#_Toc519235020)22

[5.2 Detailings ……………… ……………………………](#_Toc519235021)23

[5.3 Calculation of Action Effect of Pile Top ……………](#_Toc519235022)31

[5.4 Calculation of Ultimate Vertical Bearing Capacity …](#_Toc519235023)32

[5.5 Calculation of Ultimate Uplift Bearing Capacity … …](#_Toc519235024)35

[5.6 Calculation of Ultimate Horizontal Bearing Capacity](#_Toc519235025) 38

[5.7 Calculation of Other Bearing Capacity and Settlements…](#_Toc519235026)44

[5.8 Calculation of Bearing Capacity of Pile………………](#_Toc519235027)45

[5.9 Anti-Corrosion Requirements ………………………](#_Toc519235028)48

[6 Fabracation and Construction ………………………](#_Toc519235029)……50

[6.1 General Requirements ………………………………](#_Toc519235031)50

[6.2 Fabracation Inspection ………………………………](#_Toc519235030)51

[6.2 General Requirements ………………………………](#_Toc519235031)51

[6.3 Construction Process ………………………………](#_Toc519235032)51

6.4 construction technology………………………………52

[7 Inspection and Accepdance ………………………………](#_Toc519235033)56

[7.1 General Requirements ………………………………](#_Toc519235034)56

[7.2 Pre Construction Inspection …………………………](#_Toc519235035)56

[7.3 Construction Inspection ……………………………](#_Toc519235036)57

[7.4 Post Construction Inspection ………………………](#_Toc519235037)57

[7.5 Acceptance Data of Pile and Cap ……………………](#_Toc519235038)58

Appendix A Pipe Model and Bearing Capacity for Typical

prefabricated spinning steel pipe pile ………… 60

Appendix B Enlarged End Model and Bearing Capacity for

Typical prefabricated spinning steel pipe pile 63

[Explanation of Wording in This Code ………………………](#_Toc519235033)64

[List of Quoted Standards ………………………](#_Toc519235033)65

Addition:  [Explanation of Provisions ………………………](#_Toc519235033)67

## 1 总 则

**1.0.1** 为使装配式旋压扩头钢管桩勘察、设计、施工及质量检验符合安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境的要求，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于建筑工程、市政工程、交通工程、水利工程和铁路工程中装配式旋压扩头钢管桩的勘察、设计、施工及验收。

**1.0.3** 装配式旋压扩头钢管桩的勘察、设计、施工及质量检验，应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；并应重视因地制宜，注重概念设计，合理选择承台形式，优化布桩，节约资源；强化施工质量控制与管理。

**1.0.4**  装配式旋压扩头钢管桩的勘察、设计、施工及质量检验除应符合本规程外，尚应符合国家、广西和行业现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

**2.1.1** 装配式旋压扩头钢管桩prefabricated spinning steel pipe pile with enlarged end

由工厂制作带掘削刃和螺旋翼片的扩大头和钢管桩身组成，采用旋压机械通过不排土旋压施工工法，旋压贯入至设计持力层的一种桩，简称旋压扩头钢管桩。

**2.1.2** 旋压扩头钢管桩的扩大头enlarged end of the prefabricated spinning steel pipe pile

由工厂制作的掘削刃、螺旋翼片和带封头扩头轴管共同组成，用于旋压成孔并承受桩端阻力的桩头。

**2.1.3** 掘削刃cutting edge

采用高强度、高硬度材料制作而成，焊接在扩头轴管封头上，用于与螺旋翼片共同掘进岩土体的部件。

**2.1.4** 螺旋翼片helical gill

焊接在扩头轴管外部呈螺旋形布置的钢板翼片，用于将旋压挤出的土体挤压至桩周，与掘削刃共同掘进岩土体，和扩头轴管封头共同承受桩端阻力的部件。

**2.1.5** 扩头轴管steel pipe for enlarged end

采用高强度、焊接性能良好材料制作而成，旋压扩头钢管桩扩大头的管身部分，与上部桩身焊接为整体的部件。

**2.1.6** 封头head

采用高强度材料制作而成，扩头轴管的底部封口部件。

**2.1.7** 不排土施工construction without dumping soil

适用于旋压扩头钢管桩，将掘进过程中产生的破碎岩土体挤压至桩周，施工过程中无需向地面排出土或泥浆的旋压施工工艺。

**2.1.8** 桩身pile shaft

旋压扩头钢管桩桩顶到扩大头顶部的部分。

**2.1.9** 旋压扩头钢管桩竖向极限承载力标准值ultimate vertical bearing capacity of prefabricated spinning steel pipe pile with enlarged end

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

**2.1.10** 旋压扩头钢管桩极限侧阻力标准值 ultimate shaft resistance of prefabricated spinning steel pipe pile with enlarged end

相应于旋压扩头钢管桩顶作用极限荷载时，桩身侧表面所发生的岩土体阻力。

**2.1.11** 旋压扩头钢管桩极限端阻力标准值ultimate tip resistance of prefabricated spinning steel pipe pile with enlarged end

相应于旋压扩头钢管桩顶作用极限荷载时，桩端所发生的岩土体阻力。

**2.1.12** 旋压扩头钢管桩竖向承载力特征值characteristic value of the vertical bearing capacity of prefabricated spinning steel pipe pile with enlarged end

旋压扩头钢管桩竖向极限承载力标准值除以安全系数后的承载力值。

**2.1.13** 旋压扩头钢管桩抗拔极限承载力标准值ultimate uplift bearing capacity of prefabricated spinning steel pipe pile with enlarged end

旋压扩头钢管桩在拔力作用下到达破坏状态前或出现不适于继续承载的变形时所对应的最大荷载，它取决于土对桩的抗拔阻力和桩身承载力。

### 2.2 符 号

**2.2.1**  作用和作用效应

——按荷载效应标准组合计算的作用于承台顶面的竖向力；

——桩基承台和承台上土自重标准值，地下水位以下取浮重度；

——群桩基础所包围体积的桩土总自重除以总桩数的平均自重；

——基桩自重，地下水位以下取浮重度；

——荷载效应标准组合下，作用于桩基承台底面的水平力；

——荷载效应标准组合下，作用于第*i*基桩的水平力；

、——作用于承台底面，绕通过桩群形心的*x*、*y*主轴的力矩标准值；

——荷载效应标准组合轴心竖向力作用下，基桩的平均竖向力

——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下第*i*基桩的竖向力；

——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下，桩顶最大竖向力；

——地震作用效应和荷载效应标准组合下，基桩的平均竖向力；

——地震作用效应和荷载效应标准组合下，基桩的最大竖向力；

——桩身截面作用的设计剪力；

——桩身截面作用的设计弯矩；

——旋压施工时施加的最大轴向力；

——旋压施工时施加的最大扭矩；

——基桩承受的桩承台底面以上建筑物自重、承台及其上土重标准值；

——承台底地基土分担的竖向总荷载标准值；

——螺旋翼分担的荷载；

——大气影响急剧层中第*i*层土的极限胀切力；

——承台下的基桩数；

——分别为沿水平荷载方向与垂直水平荷载方向

每排桩中的桩数。

**2.2.2**  抗力和材料性能

——桩身和扩大头钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

——桩身和扩大头钢材的抗剪强度设计值；

——填芯混凝土中的钢筋抗拉强度设计值；

——焊缝抗压强度设计值；

——焊缝抗拉强度设计值；

——焊缝抗剪强度设计值；

——螺栓连接承压强度设计值；

——螺栓连接抗拉强度设计值；

——螺栓连接抗剪强度设计值；

——承台混凝土的局部承压强度；

——填芯混凝土与管桩内壁的粘结强度设计值；

——钢材弹性模量；

——钢材剪切模量；

——钢材线膨胀系数；

——钢材质量密度；

——桩身抗弯刚度；

——单桩竖向极限承载力标准值；

、——分别为竖向总极限端阻力标准值和总极限侧阻力标准值；

、——分别为桩侧第*i*层土极限侧阻力标准值和桩端极限端阻力标准值；

——极限抗拔桩端阻力标准值；

——旋压扩头钢管桩单桩竖向承载力特征值；

——单桩基础或群桩中基桩的水平承载力特征值；

——单桩的水平承载力特征值；

——桩端上方3*D*w范围内地基标准贯入试验的平均锤击数；

——桩端上方*D*w和下方*D*w范围内地基标准贯入试验的平均锤击数；

——桩端上方3*D*w范围内地基标准贯入试验的平均锤击数；

——桩端上方*D*w和下方*D*w范围内地基重型圆锥动力触探试验的平均锤击数；

——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；

——总极限端阻抗拔力标准值；

——总极限侧阻抗拔力标准值；

——桩顶允许水平位移。

**2.2.3**  几何参数

*A* ——承台总面积；

——桩身净截面面积；

——混凝土局部受压面积；

——竖向极限承载力计算的桩端有效截面积；

——抗拔极限承载力计算的桩端有效截面积；

——管桩内孔连接钢筋总公称截面面积；

——桩身外直径；

——桩身的有效周长；

——桩群外围周长；

——桩内孔圆周长；

——螺旋翼扩大头外直径；

——桩身管壁厚度；

——扩大头螺旋翼厚度；

——桩身长度；

——扩大头长度；

——桩侧第*i* 层土的厚度；

——连接钢筋伸入承台内的长度需满足锚固长度；

——桩顶填芯混凝土深度；

——大气影响急剧层中第*i*层土的厚度；

、——第*i*、*j*根基桩至桩群形心*y*轴的距离；

、——第*i*、*j*根基桩至桩群形心*x*轴的距离。

——桩身的计算宽度；

——沿水平荷载方向的距径比；

——承台受侧向土抗力一边的计算宽度；

——承台宽度；

h——桩的入土深度；

——承台高度；

*S*——计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积矩；

——截面验算处的桩身截面扇性惯性矩；

——截面验算处的桩身截面扇性惯性矩。

**2.2.4**  计算系数

——截面塑性发展系数；

——结构重要性系数

——单桩竖向承载力的安全系数；

——抗拔系数；

——桩端竖向承载力系数；

——桩的水平变形系数；

——桩端抗拔承载力系数；

——桩顶水平位移系数；

*m*——桩侧土水平抗力系数的比例系数；

——群桩效应综合系数；

——桩的相互影响效应系数；

——桩顶约束效应系数；

——承台侧向土抗力效应系数；

——承台底摩阻效应系数；

——承台底与基土间的摩擦系数；

——承台效应系数；

——基桩承载系数；

——土层液化折减系数；

——螺旋翼屈服荷载系数。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 旋压扩头钢管桩宜采用适合的岩土层作为桩端持力层。当缺乏地区经验时，应通过试验确定其适用性。

**3.1.2** 旋压扩头钢管桩设计时，应按下列两类极限状态设计：

**1** 承载能力极限状态：桩基达到最大承载能力、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。

**3.1.3** 当旋压扩头钢管桩应用于建（构）筑物中，根据建筑规模、功能特性、对差异变形的适应性、场地地基和建筑物体型的复杂性以及由于桩基问题可能造成建筑破坏或影响正常使用的程度，应将旋压扩头钢管桩设计分为表3.1.3所列的三个设计等级。其他行业工程可参照表3.1.3和相应行业规定确定设计等级。

表**3.1.3** 建筑桩基设计等级

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

**3.1.4**  旋压扩头钢管桩应根据具体条件分别进行下列承载能力计算和稳定性验算：

**1** 应根据桩基的使用功能和受力特征分别进行桩基的竖向承载力计算和水平承载力计算；

**2** 应进行局部压屈验算；

**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；

**6** 对于抗震设防区的桩基应进行抗震承载力验算。

**3.1.5** 下列建筑桩基应进行沉降计算：

**1** 设计等级为甲级的非嵌岩桩和非深厚坚硬持力层的桩基；

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

**3**  软土地基多层建筑减沉复合疏桩基础。

**3.1.6**  对受水平荷载较大，或对水平位移有严格限制的旋压扩头钢管桩，应计算其水平位移。

**3.1.7**  旋压扩头钢管桩设计时，所采用的作用效应组合与相应的抗力应符合下列规定：

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

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

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

**4**  在计算桩基结构承载力和确定尺寸时，应采用传至承台顶面的荷载效应基本组合。

**5**  桩基结构设计安全等级、结构设计使用年限和结构重要性系数应按现行有关建筑结构规范的规定采用，除临时性建筑外，结构重要性系数不应小于 1.0。

**6** 当桩基结构进行抗震验算时，其承载力调整系数应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011执行。

**3.1.8**  对于本规程第3.1.5条规定应进行沉降计算的旋压扩头钢管桩，在其施工过程及建成后使用期间，应进行系统的沉降观测直至沉降稳定。

### 3.2 材 料

**3.2.1** 旋压扩头钢管桩所用钢材，应根据建筑物的重要性、自然条件、受力状况和防腐蚀要求等，在满足设计对其机械性能和化学组成要求的前提下，考虑材料的加工性能和焊接性能，通过技术经济比较后确定。

**3.2.2** 旋压扩头钢管桩采用Q235-B级及以上镇静钢，并根据工程需要选用合适的材性等级。对防腐蚀要求较高的工程，经技术经济论证后，也可采用耐腐蚀钢。同一结构的钢管桩所用钢材宜取同一型号的钢种。钢材的质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591的有关规定。

**3.2.3** 焊接材料应与旋压扩头钢管桩主材的性能相适应。当旋压扩头钢管桩主材为普通碳素钢或低合金结构钢时，焊接材料应符合下列规定。

**1**  手工焊接时，应选用与主材相适应的结构钢焊条。一般碳钢采用E43型焊条，低合金钢采用E50型或E55型焊条；焊接材料应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117和《低合金焊条》GB/T 5118等标准的有关规定。重要工程或需要在低温下焊接时，应采用低氢焊条。

**2** 自动焊接时，应采用与主体金属特性相匹配的焊接用焊丝和焊剂。焊接材料应符合现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/ T 5293和《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/ T 12470等标准的有关规定。

**3.2.4** 螺栓材料用4.6级及4.8级普通螺栓为C级普通螺栓，5.6级及8.8级普通螺栓为A级普通螺栓或B级螺栓，其性能和质量应符合现行国家标准《紧固件机械、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1的规定。C级螺栓与 A级、B级螺栓的规格及尺寸应分别符合现行国家标准《六角头螺栓C级》GB/T 5780与《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定。

**3.2.5** 材料的强度设计值应符合下列规定。

**1** 钢材的强度设计值应根据钢材厚度或直径按表3.2.5-1取值。

表3.2.5-1 钢材的强度设计值（）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢材 | | 抗拉、抗压和抗弯*f* | 抗剪*f*v | 端面承压（刨平顶紧）*f*ce |
| 牌号 | 厚度或直径（mm） |
| Q235 | ≤16 | 215 | 125 | 325 |
| ＞16～40 | 205 | 120 |
| ＞40～60 | 200 | 115 |
| Q345 | ≤16 | 300 | 175 | 400 |
| ＞16～40 | 295 | 170 |
| ＞40～63 | 290 | 165 |
| Q390 | ≤16 | 345 | 200 | 415 |
| ＞16～40 | 330 | 190 |
| ＞40～63 | 310 | 180 |
| Q420 | ≤16 | 375 | 215 | 440 |
| ＞16～40 | 355 | 205 |
| ＞40～63 | 320 | 185 |
| Q460 | ≤16 | 410 | 235 | 470 |
| ＞16～40 | 390 | 225 |
| ＞40～63 | 355 | 205 |

**2** 焊接材料的强度设计值应按表3.2.5-2确定。

表3.2.5-2 焊缝的强度设计值（）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 焊接方法和  焊条型号 | 钢材牌号规格  和标准号 | | 对接焊接 | | | | 角焊接 |
| 牌号 | 厚度或直径(mm) | 抗压 | 焊缝质量为下列级时 | | 抗剪 | 抗拉、抗压和抗剪 |
| 一、二级 | 三级 |
| 自动焊、半自动焊和E43型焊条的手工焊 | Q235 |  | 215 | 215 | 185 | 125 | 160 |
|  | 205 | 205 | 175 | 120 |
|  | 200 | 200 | 170 | 115 |
| 自动焊、半自动焊和E50型焊条的手工焊 | Q345 |  | 305 | 305 | 260 | 175 | 200 |
|  | 295 | 295 | 250 | 170 |
|  | 290 | 290 | 245 | 185 |
| 自动焊、半自动焊和E50、E55型焊条的手工焊 | Q390 |  | 350 | 350 | 300 | 205 | 200(E50)  220(E55) |
|  | 335 | 335 | 285 | 190 |
|  | 315 | 315 | 270 | 180 |
| 自动焊、半自动焊和E55、E60型焊条的手工焊 | Q420 |  | 375 | 375 | 320 | 215 | 220(E55)  240(E60) |
|  | 355 | 355 | 300 | 205 |
|  | 320 | 320 | 270 | 185 |
| 自动焊、半自动焊和E55、E60型焊条的手工焊 | Q460 |  | 410 | 410 | 350 | 235 | 220(E55)  240(E60) |
|  | 390 | 390 | 330 | 225 |
|  | 355 | 355 | 300 | 205 |

注：1 自动焊和半自动焊所采用的焊丝和焊剂，应保证其熔敷金属力学性能不低于现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293和《低合金钢埋弧用焊剂》GB/T 12470中有关规定；

2 对接焊缝在受压区的抗弯强度设计值取，在受拉区的抗弯强度设计值取；

3 焊缝质量等级应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定。其中厚度小于8mm钢材的对接焊缝，不应采用超声波探伤确定焊缝质量等级。

4 进行无垫板的单面施焊对接焊缝的连接计算时，上表规定的强度设计值应乘折减系数0.85。

3 螺栓连接的强度设计值应按表3.2.5-3确定。

表3.2.5-3 螺栓连接的强度设计值（）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 螺栓的性能等级、锚栓和构件钢材的牌号 | | 普通螺栓 | | | | | | 承压型高强度螺栓 | | |
| C级螺栓 | | | A级、B级螺栓 | | |
| 抗拉 | 抗剪 | 承压 | 抗拉 | 抗剪 | 承压 | 抗拉 | 抗剪 | 承压 |
| 普通  螺栓 | 4.6级、4.8级 | 170 | 140 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 5.6级 | -- | -- | -- | 210 | 190 | -- | -- | -- | -- |
| 8.8级 | -- | -- | -- | 400 | 320 | -- | -- | -- | -- |
| 承压型连接高强度螺栓 | 8.8级 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 400 | 250 | -- |
| 10.9级 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 500 | 310 | -- |
| 构件 | Q235 | -- | -- | 305 | -- | -- | 405 | -- | -- | 470 |
| Q345 | -- | -- | 385 | -- | -- | 510 | -- | -- | 590 |
| Q390 | -- | -- | 400 | -- | -- | 530 | -- | -- | 615 |
| Q420 | -- | -- | 425 | -- | -- | 560 | -- | -- | 655 |
| Q460 | -- | -- | 450 | -- | -- | 595 | -- | -- | 695 |

注：1 A级螺栓用于*d*≤24mm和*L*≤150mm（按较小值）的螺栓；B级螺栓用于*d* >24mm和*L*>10d或*L*>150mm（按较小值）的螺栓；*d*为公称直径，*L*为螺栓公称长度；

2 A、B级螺栓孔的精度和孔壁表面粗糙度，C级螺栓孔的允许偏差和孔壁表面粗糙度，均应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的要求。

**3.2.6** 钢材的物理性能指标应按表3.2.6确定。

表3.2.6 钢材的物理性能指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢材种类 | 弹性模量*E* (N/mm2) | 剪切模量G (N/mm2) | 线膨胀系数α (1/℃) | 线膨胀系数ρ(kg/m3) |
| 钢材 | 2.06×105 | 0.79×105 | 1.20×10-5 | 7.85×103 |

## 4 设计基本资料与勘察要求

### 4.1 设计基本资料

**4.1.1** 设计前，应取得下列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、高压架空线、地下管线和地下构筑物分布；

**2** 相邻建筑物安全等级、基础形式及埋置深度；

**3**  附近类似工程地质条件的试桩资料和单桩承载力设计参数；

**4** 抗震设防烈度和场地类别。

**4.1.2** 设计前，应取得下列建筑物有关资料：

**1** 建筑物总平面布置图；

**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。

**4.1.3** 设计前，应取得下列有关施工条件资料：

**1** 施工机械设备条件、动力条件，施工工艺对地质条件的适应性；

**2** 水、电条件及有关建筑材料的供应状况；

**3** 施工机械的进出场及现场运行条件。

**4.1.4** 设计前，应取得下列岩土工程勘察资料：

**1** 对建筑场地的滑坡、崩塌、泥石流、岩溶、土洞等不良地质作用的判断、结论和防治方案；

**2** 推荐桩端持力层，提供持力层标高、层厚及层面变化等值线图；关于施工工法及桩端进入持力层深度的建议；

**3** 设计所需用的岩土物理力学参数及原位测试参数；

**4** 验算桩基沉降的计算参数；

**5** 地下水埋藏情况、类型和水位变化幅度及抗浮设计水位，土、水的腐蚀性评价；

**6** 抗震设防区的液化土层资料及液化评价；

**7** 地基土的湿陷性、胀缩性和溶陷性评价；

**8** 桩基施工对环境影响的评价与对策，其他应注意事项的建议。

### 4.2 勘察要求

**4.2.1** 岩土工程勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定，并应符合下列规定：

**1** 查明拟建场地各岩土层的类型、成因、深度、分布、工程特性、岩土特性和变化规律；可采用地质调查钻孔以及标准贯入试验获得岩土层标准贯入试验锤击数或重型圆锥动力触探击数；

**2** 查明场地水文地质状况，包括地下水类型、埋藏深度、地下水位变化幅度和地下水对桩身材料的腐蚀性等；

**3** 当采用土层作为桩端持力层时，应查明其承载力、岩土特性及变形特性；采用基岩作为桩端持力层时，应查明基岩的岩性、构造、岩面变化和风化程度，确定其坚硬程度、完整性和基本质量等级，判定有无洞穴、临空面、破碎岩体或软弱夹层、风化球体等；

**4** 应查明不良地质作用，提供可液化土层和特殊性岩土的分布及其对桩基的危害程度，并提出防治措施的建议；

**5** 评价成桩可能性，论证桩的施工条件及其对环境的影响。

**4.2.2** 勘探孔的间距、勘探孔的深度应符合现行《岩土工程勘察规范》GB50021的相关要求。

**4.2.3** 勘察深度范围内的每一岩土层，均应采取原状岩土试样进行室内试验或原位测试。室内试验和原位测试应符合现行《岩土工程勘察规范》GB50021的相关规定。

**4.2.4** 当旋压扩头钢管桩桩端承于全风化岩或强风化岩时，确定其强度的试验应符合下列规定：

**1**  应采取不少于6组的岩样进行饱和状态的单轴抗压强度试验；

**2** 对黏土质岩，在确保施工期间及使用期不致遭水浸泡时，也可采取天然湿度岩土样进行单轴抗压强度试验；

**3** 对取样有困难的破碎风化岩体，可进行点荷载强度试验，其试验标准和岩体单轴抗压强度的换算应符合现行国家标准《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266、《工程岩体分级标准》GB 50218的规定。

**4.2.5**旋压扩头钢管桩的岩土工程勘察评价，除满足现行《岩土工程勘察规范》GB50021的相关要求，尚应评价以下内容：

**1** 提供可选的桩端持力层，并提出桩长和桩径方案的建议；

**2** 当有软弱下卧层时，验算软弱下卧层的强度；

**3** 对欠固结土和有大面积堆载的工程，应分析桩侧产生负摩阻力的可能性及其对桩基承载力的影响，并提供负摩阻力系数和减少负摩阻力措施的建议；

**4** 分析成桩可能性，成桩和挤土效应的影响，并提供保护措施的建议；

**5** 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，并提供处理措施的建议。

## 5 设 计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 旋压扩头钢管桩基桩的布置宜符合下列条件

**1** 桩中心距宜在2*D*w以上，桩中心距承台边缘间距宜在1.5*d*以上；

**2** 排列基桩时，宜使桩群承载力合力点与竖向永久荷载合力作用点重合，并使基桩受水平力和力矩较大方向有较大抗弯截面模量；

**3**  应选择较硬土层作为桩端持力层；桩端扩大头全断面进入持力层的深度，对于黏性土和粉土不宜小于3*D*w，砂土不宜小于1.5*d*，碎石类土不宜小于1*d*；当存在软弱下卧层时，桩端以下硬持力层厚度不宜小于3*d*且不小于5.0m；

**4** 嵌岩桩的嵌岩深度应综合荷载、上覆土层、基岩、桩径、桩长等因素确定；对于嵌入倾斜的完整和较完整岩的全断面深度不宜小于0.4*d*且不小于0.5m，倾斜度大于30%的中风化岩，宜根据倾斜度及岩石完整性适当加大嵌岩深度；对于嵌入平整、完整的坚硬岩和较硬岩的深度不宜小于0.2*d*，且不应小于0.2m。

**5.1.2** 旋压扩头钢管桩桩端扩大头应穿透软弱土层。

**5.1.**3桩身应采用管型钢材，桩头可采用5.2.2条给出的构造。对于特殊地层和高承载力要求，可根据桩基地层情况和承载力要求合理配置掘削刃和螺旋翼片。

**5.1.4**旋压扩头钢管桩在使用期和施工期应分别进行桩身强度计算、稳定性验算和连接验算。计算应按国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017执行。

**5.1.5**旋压扩头钢管桩在进行使用阶段的强度和稳定验算时，钢管的壁厚和螺旋翼片的厚度应扣除设计使用年限内地下水或土对钢管的腐蚀厚度，腐蚀厚度可按5.9.5条确定。

**5.1.6** 承台构造和计算应按国家现行标准《建筑桩基础技术规范》JGJ94验算承台受弯承载力、受冲切承载力、受剪承载力、局部受压承载力和抗震验算，并确定承台板或承台梁的截面高度和配筋。

**5.1.7** 嵌岩桩计算应按国家现行标准《建筑桩基础技术规范》JGJ94执行。

**5.1.8**  在桩内浇注混凝土所形成的扩头钢管混凝土桩，符合钢管混凝土结构条件时，桩身强度可按钢管混凝土结构计算。

**5.1.9**  应对旋压扩头钢管桩在掘削刃与封头间、封头与扩大头轴管间、螺旋翼与扩大头轴管间、扩大头与桩身间的焊缝进行焊缝尺寸和外观质量检查，并应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017的相关规定。

### 5.2 构造

**5.2.1**旋压扩头钢管桩的外径和厚度比不宜大于100。

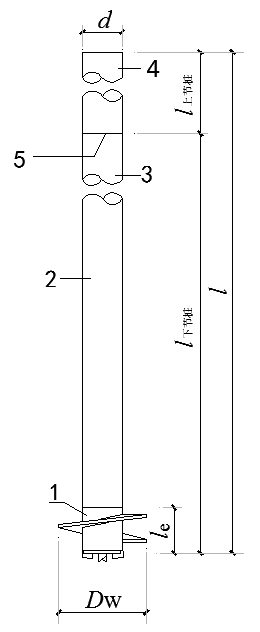
**5.2.2**旋压扩头钢管桩和扩大头构造见图5.2.2，相关尺寸应符合下列规定。

**1** 桩身直径*d*宜取60~800mm；

**2**  螺旋翼扩大头外缘直径*Dw*宜取2.0~4.0*d*，且不宜小于120mm；

**3**  桩身钢管壁最小厚度宜为4mm，螺旋翼板厚度不宜小于10mm；

**4** 扩大头轴管壁厚不应小于桩身钢管壁厚。



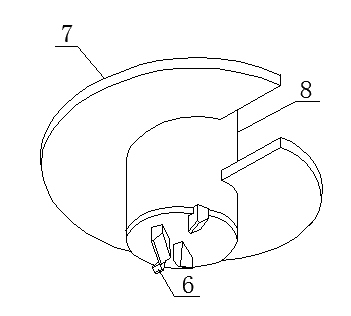
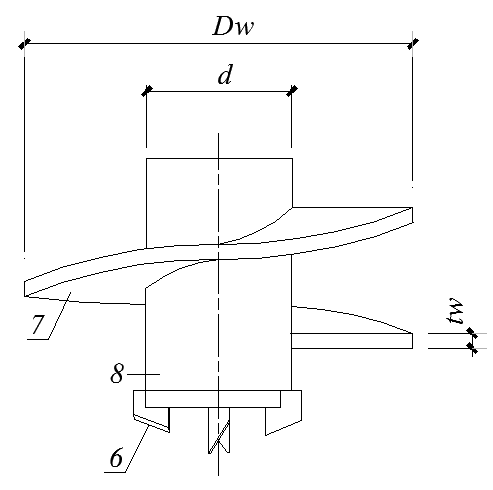
(a) 旋压扩头钢管桩

1—扩大头；2—桩身；3—下节桩

4—上节桩；5—连接

*l*—桩身长度；*d*—桩身直径；*D*w—螺旋翼外缘直径

*le*—扩大头长度；*l*上节桩—上节桩长度；*l*下节桩—下节桩长度



(b) 旋压扩头钢管桩

6—掘削刃；7—螺旋翼；8—扩大头轴管

*t*w—螺旋翼厚度

图5.2.2 旋压扩头钢管桩和扩大头示意图

**5.2.3**桩节长度宜为6～15m，接头采用焊接或螺栓连接，应采用等强度连接。

**5.2.4** 旋压扩头钢管桩顶与承台连接应符合下列规定。

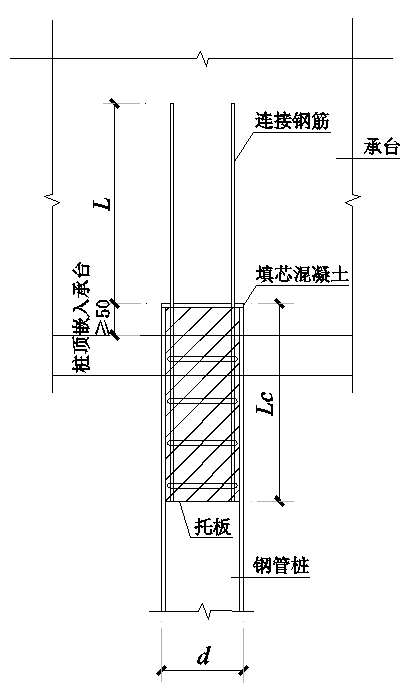
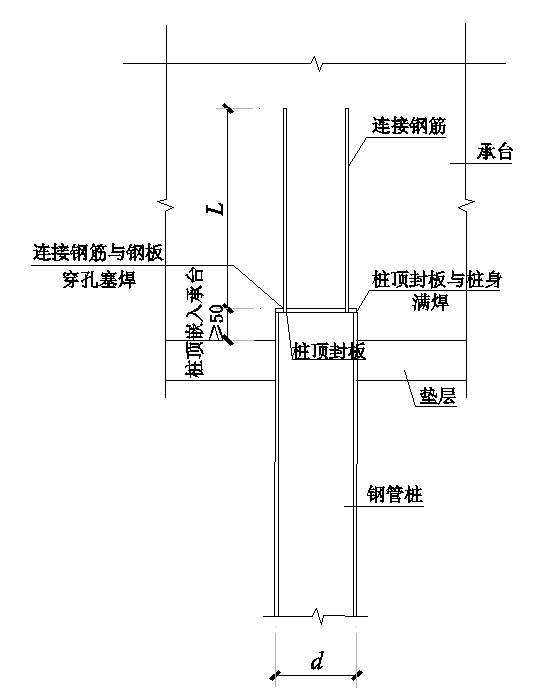
**1**  可采用图5.2.4的2种连接方式：桩顶封板并加焊连接钢筋方式（图a）；桩顶混凝土灌芯并设置连接钢筋方式（图b）；

**2**  桩顶嵌入承台内的长度不宜小于50mm；

**3**  填芯混凝土应采用无收缩混凝土，其强度等级不得低于承台混凝土强度等级且不低于C30，填芯深度*L*c应按本规程5.2.5条或5.2.6条规定计算确定，且不得小于2*d*或2.0m；

**4** 连接钢筋数量不宜小于4根，钢筋直径不宜小于Φ12；埋入桩顶填芯混凝土中的连接钢筋长度应与桩顶填芯混凝土深度相同；埋入填芯混凝土部分的箍筋应为Φ6@200（4根连接钢筋）或Φ8@200（多于4根连接钢筋）；

**5** 连接钢筋伸入承台内的长度需满足锚固长度，其中承压桩不宜小于35倍钢筋直径，抗拔桩不得小于40倍钢筋直径。

**6**  桩顶封板厚度应根据计算确定，且不小于6mm。

(a) 桩顶封板并加焊连接钢筋 (b) 桩顶混凝土灌芯并设置连接钢筋

图5.2.4 桩顶与承台的连接方式

**5.2.5** 竖向承压桩采用图5.2.4（b）方法时，填芯混凝土深度*L*c应符合下列要求：

 (5.2.5)

式中：——桩顶填芯混凝土深度，不应少于2.0m；

——相应于荷载效应基本组合时，单桩竖向压力设计值；

——混凝土局部受压面积；

——承台混凝土的局部承压强度，按国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010执行；

——填芯混凝土与管桩内壁的粘结强度设计值，宜由现场试验确定；

——桩内孔圆周长。

**5.2.6** 抗拔桩连接钢筋总公称截面面积应符合式(5.2.6-1)要求；抗拔桩采用图5.2.4（b）方法时，填芯混凝土深度*L*c应符合式(5.2.6-2)要求：

 (5.2.6-1)

 (5.2.6-2)

式中：——相应于荷载效应基本组合时，单桩竖向拔力设计值；

——管桩内孔连接钢筋总公称截面面积；

——钢筋的抗拉强度设计值。

**5.2.7** 上、下节采用不同壁厚的桩时，接桩位置应避开软弱土层。

**5.2.8** 旋压扩头钢管桩需要接桩时，应符合下列规定。

**1**  接桩位置应满足下列要求：

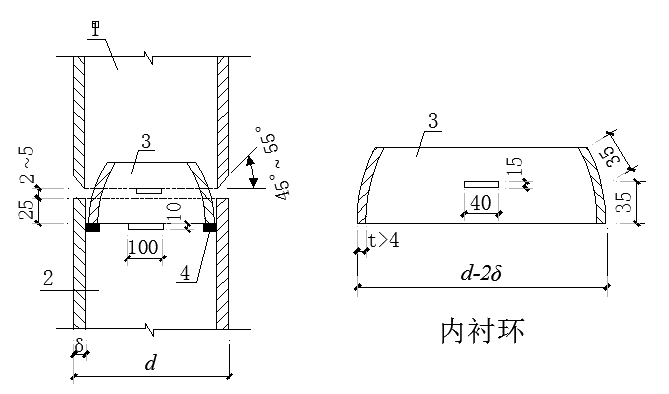
**1）**设在内力较小处；

**2）**避免在桩身壁厚变化处；

**3）**避免接桩时桩端处于软弱土层上。

**2** 接桩构造可采用焊接连接和螺栓连接。焊接连接可采用图5.2.8的连接构造。螺栓连接采用便于接桩、且能安全传递上节桩与下节桩间内力的连接方式。

**3** 接头处的抗压、抗拉和抗弯性能不得低于桩身的抗压、抗拉和抗弯极限强度值。



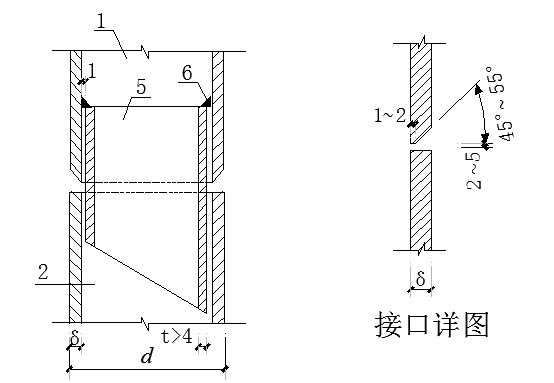


图5.2.8 焊接连接的接桩构造

1-上节桩；2-下节桩；3-内衬环；4-托块；5-内衬套；6-电焊

*d*-钢管桩外径

**5.2.9** 焊缝形式和尺寸应符合下列规定。

**1**  钢管桩工厂组装时应采用对接焊缝，不得用搭接或侧面有覆板的焊接形式；

**2** 工厂预制时宜采用平焊。焊缝坡口的型式和尺寸，宜根据板厚和施工条件按现行国家标准《气焊手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》GB/T985.1和《埋弧焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》GB/T985.2或其他相关规范的要求选用；

**3** 采用单边V形坡口时，上节桩的坡口角度宜采用45°~55°，下节桩不宜开坡口；在钢管桩的内壁应设有内衬套或内衬环。

**5.2.10** 纵向焊缝和管节组装应符合下列规定。

**1** 钢管桩任一横截面内，宜采用一条纵向焊缝，不得超过两条；

**2** 同一横截面内两条纵缝的间距应大于300mm，管节组装时，相邻管节纵缝距离应大于1/8周长；

**3** 为减少桩的环缝对接数量，管节预制长度宜加大；

**4** 管壁厚度不等的环缝对接，当板厚差超过表5.2.10规定时，应在较厚的板上作出单面斜边（图5.2.10）。斜边坡度不应大于1:3。焊缝坡口尺寸应根据较薄板的厚度按第5.2.9条规定确定。

表5.2.10 环缝对接最大允许板厚差（mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 较薄板的厚度 | >912 | >12 |
| 最大允许板厚差 | 3 | 4 |

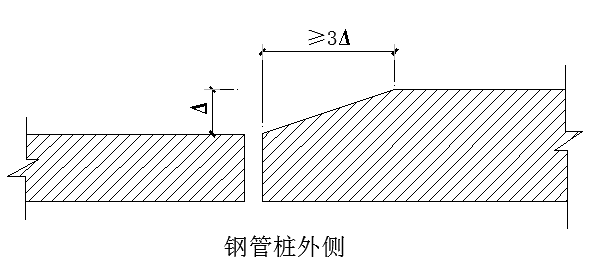


图5.2.10 管壁厚度不等对接

Δ-板厚差

**5.2.11** 角焊缝的最大焊缝高度不宜大于较薄板厚的1.2倍，最小焊缝高度应符合现行行业标准《钢结构设计标准》GB 50017的有关规定；主要受力构件的焊缝宜采用剖口焊，不得采用断续焊缝。

**5.2.12** 在设计钢管桩时，应根据工程的重要性、荷载特征和地质条件等，对钢管桩焊缝的检查方法和数量提出要求，并应符合第7章的有关规定。

### 5.3 桩顶作用效应计算

**5.3.1** 对于一般建筑物的旋压扩头钢管群桩基础，应按下列公式计算柱、墙、核心筒群桩中基桩或桩顶作用效应：

**1**  竖向力

轴心竖向力作用下，应按下式计算：

 (5.3.1-1)

偏心竖向力作用下，应按下式计算：

 (5.3.1-2)

**2** 水平力

 (5.3.1-3)

式中：——荷载效应标准组合下，作用于承台顶面的竖向力；

——桩基承台和承台上土自重标准值，对稳定的地下水位以下部分应扣除水的浮力；

——荷载效应标准组合轴心竖向力作用下，基桩的平均竖向力；

——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下，第*i*基桩的竖向力；

、——荷载效应标准组合下，作用于承台底面，绕通过桩群形心的*x*、*y*主轴的力矩；

、、、——第*i*、*j*基桩至*y*、*x*轴的距离；

——荷载效应标准组合下，作用于桩基承台底面的水平力；

——荷载效应标准组合下，作用于第*i*基桩的水平力；

——桩基中的桩数。

### 5.4 竖向承载力计算

**5.4.1** 旋压扩头钢管桩的桩基竖向承载力计算应符合下列要求：

**1** 荷载效应标准组合

轴心竖向力作用下，应符合下式要求：

 (5.4.1-1)

偏心竖向力作用下除符合上式外，尚应符合下式要求：

 (5.4.1-2)

**2** 地震作用效应和荷载效应标准组合

轴心竖向力作用下，应符合下式要求：

 (5.4.1-3)

偏心竖向力作用下除符合上式外，尚应符合下式要求：

 (5.4.1-4)

式中：——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下，桩顶最大竖向力；

——地震作用效应和荷载效应标准组合下，基桩的平均竖向力；

——地震作用效应和荷载效应标准组合下，基桩的最大竖向力；

——旋压扩头钢管桩单桩竖向承载力特征值。

**5.4.2** 单桩竖向承载力特征值应按下式确定：

 (5.4.2)

式中：——单桩竖向极限承载力标准值；

——安全系数，。

**5.4.3** 旋压扩头钢管桩的单桩竖向极限承载力标准值应符合下列规定：

**1** 设计等级为甲级的建筑桩基，应通过单桩静载试验确定；

**2** 设计等级为乙级的建筑桩基，当地质条件简单时，可参照地质条件相同的试桩资料，结合静力触探、动力触探、标准贯入试验等原位测试和经验参数综合确定；其余均应通过单桩静载试验确定；

**3** 设计等级为丙级的建筑桩基，可根据原位测试和经验参数确定。

**5.4.4** 单桩竖向极限承载力标准值、极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值应按下列规定确定：

**1** 单桩竖向静载试验应按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 执行；

**2** 对于嵌岩桩，可通过直径为0.3m岩基载荷试验确定极限端阻力标准值，也可通过直径为0.3m 嵌岩短墩载荷试验确定极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值；

**3** 桩的极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值宜通过埋设桩身轴力测试元件由静载试验确定。并通过测试结果建立极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值与土层物理指标、岩石饱和单轴抗压强度以及与静力触探等土的原位测试指标间的经验关系，以经验参数法确定单桩竖向极限承载力。

**5.4.5** 可根据土的物理指标与承载力参数间的经验关系按下式估算旋压扩头钢管桩竖向极限承载力标准值：

 (5.4.5-1)

式中：和——分别为总极限侧阻力标准值和总极限端阻力标准值（kN）；

——桩身的有效周长，（m）；

——桩周第*i*层土的厚度（m）；

——桩侧第*i* 层土极限侧阻力标准值，如无当地经验值时，可参考同等直径的混凝土预制桩极限侧阻力标准值乘以折减系数后采用（kPa）；

——桩端极限端阻力标准值（kPa），如无当地经验值时，可参考《建筑桩基础技术规范》JGJ94执行。对于砂土、粘土和全风化岩持力层也可按式(5.4.5-2)计算，砾石和强风化岩持力层也可按式(5.4.5-3)计算：

 (5.4.5-2)

 (5.4.5-3)

式中：——桩端竖向承载力系数，砂土和粘土持力层可取，全风化岩可取，砾石和强风化岩可取；

——桩端上方*D*w和下方*D*w范围内地基标准贯入试验的平均锤击数，，时取，时取；

——桩端上方*D*w和下方*D*w范围内地基重型圆锥动力触探试验的平均锤击数，， 时取；

——竖向极限承载力计算的桩端有效截面积（m2），；

——桩身直径（m）；

——扩大头外直径（m）。

### 5.5 抗拔承载力计算

**5.5.1** 承受拔力的桩基，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的抗拔承载力：

(5.5.1-1)

(5.5.1-2)

式中：——按荷载效应标准组合计算的基桩拔力；

——群桩呈整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值，可按本规范第5.5.2条确定；

——群桩呈非整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值，可按本规范第5.5.2条确定；

——群桩基础所包围体积的桩土总自重除以总桩数的平均自重，地下水位以下取浮重度；

——基桩自重，地下水位以下取浮重度。

**5.5.2** 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** 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。单桩上拔静载荷试验及抗拔极限承载力标准值取值可按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106进行。

**2** 如无当地经验时，群桩基础及设计等级为丙级建筑桩基，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：

 (5.5.2-1)

式中：和——分别为总极限侧阻抗拔力标准值和总极限端阻抗拔力标准值（kN）；

——抗拔系数，可按表5.5.2并乘以折减系数后取值。

表5.5.2 抗拔系数

|  |  |
| --- | --- |
| 土类 | 值 |
| 砂土 |  |
| 黏性土、粉土 |  |

注：桩长*l*与桩径*d*之比小于20时，取小值。

——桩侧表面第*i*层土的抗压极限侧阻力标准值，可按本规范5.4.5取值（kPa）；

——桩身周长，对于等直径桩取（m）；

——抗拔极限承载力计算的桩端有效截面积（m2），；

——极限抗拔桩端阻力标准值（kPa），如无当地经验值时，可按下式计算：

 (5.5.2-2)

式中：——桩端抗拔承载力系数，对于砂土、粘土和碎石质桩端持力层，可取；

——桩端上方3*D*w范围内地基标准贯入试验的平均锤击数，，时取，时取。

**（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：

 (5.5.2-3)

式中：——桩群外围周长；

**5.5.3** 膨胀土上轻型建筑的短桩基础，应按下列公式验算群桩基础呈整体破坏和非整体破坏的抗拔稳定性：

(5.5.3-1)

(5.5.3-2)

式中：——群桩呈整体破坏时，大气影响急剧层下稳定土层中基桩的抗拔极限承载力标准值，可按本规范第5.5.2条计算；

——群桩呈非整体破坏时，大气影响急剧层下稳定土层中基桩的抗拔极限承载力标准值，可按本规范第5.5.2条计算；

——基桩承受的桩承台底面以上建筑物自重、承台及其上土重标准值；

——大气影响急剧层中第*i*层土的极限胀切力，由现场浸水试验确定；

——大气影响急剧层中第*i*层土的厚度。

### 5.6 水平承载力计算

**I 单桩基础**

**5.6.1**受水平荷载的一般建筑物和水平荷载较小的高大建筑物单桩基础和群桩中基桩应满足下式要求

 (5.6.1)

式中：——在荷载效应标准组合下，作用于基桩*i*桩顶处的水平力；

——单桩基础或群桩中基桩的水平承载力特征值，对于单桩基础，可取单桩的水平承载力特征值。

**5.6.2** 旋压扩头钢管桩单桩的水平承载力特征值的确定应符合下列规定：

**1**  对于受水平荷载较大的设计等级为甲级、乙级的建筑桩基，单桩水平承载力特征值应通过单桩水平静载试验确定，试验方法可按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 执行；

**2**  可根据静载试验结果取地面处水平位移为10mm（对于水平位移敏感的建筑物取水平位移6mm）所对应荷载的75%为单桩水平承载力特征值；

**3**  验算永久荷载控制的桩基水平承载力时，应将第2款方法确定的单桩水平承载力特征值乘以调整系数0.80；验算地震作用桩基的水平承载力时，宜将按第2款方法确定的单桩水平承载力特征值乘以调整系数1.25。

**5.6.3** 当旋压扩头钢管桩的水平承载力由水平位移控制，且缺少单桩水平静载试验资料时，可按下式估算单桩水平承载力特征值：

 (5.6.3)

式中：——桩身抗弯刚度；

——桩顶允许水平位移；

——桩顶水平位移系数，可参考表5.6.3取值；

——桩的水平变形系数，按本规程5.6.4条确定；

表5.6.3 桩顶水平位移系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 桩顶约束情况 | 桩的换算埋深（*h*） |  |
| 铰接、自由 | 4.0  3.5  3.0  2.8  2.6  2.4 | 2.441  2.502  2.727  2.905  3.163  3.526 |
| 固 接 | 4.0  3.5  3.0  2.8  2.6  2.4 | 0.940  0.970  1.028  1.055  1.079  1.095 |

**5.6.4** 旋压扩头钢管桩的水平变形系数和地基土水平抗力系数可按下列规定确定：

**1** 桩的水平变形系数 (1/m)；

(5.6.4)

式中：*m*——桩侧土水平抗力系数的比例系数；

——桩身的计算宽度(m)；当直径时，;当直径时，。

**2** 桩侧土水平抗力系数的比例系数*m*，宜通过单桩水平静载试验确定，当无静载试验资料时，可按表5.6.4取值。

**表5.6.4 地基土水平抗力系数的比例系数*m*值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 地基土类别 | 旋压扩头钢管桩 | |
| m（MN/） | 相应单桩在地面处水平位移（mm） |
| 1 | 淤泥：淤泥土质 | 2 | 10 |
| 2 | 流塑（）、软塑（0.75）状黏性土；e0.9粉土；松散粉细砂：松散、稍密填土 | 4.56.0 | 10 |
| 3 | 可塑（）状黏性土、湿陷性黄土；e=0.750.9粉土；中密填土：稍密细砂 | 6.010 | 10 |
| 4 | 硬塑（）、坚硬）状黏性土、e；中密的中粗砂：密实老填土 | 1022 | 10 |

注：1 当桩顶水平位移大于表列数值时，*m*值应适当降低；

2 当水平荷载为长期或经常出现的荷载时，应将表列数值乘以0.4降低采用；

3 当地基为可液化土层时，应将表列数值乘以本规范表5.6.5中相应的系数。

**5.6.5** 对于桩身周围有液化土层的低承台桩基，当承台底面上下分别有厚度不小于1.5m、1.0m的非液化土或非软弱土层时，可将液化土层极限侧阻力乘以土层液化折减系数计算单桩极限承载力标准值。土层液化系数可按表5.6.5确定：

表5.6.5 土层液化折减系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 自地面算起的液化土层深度*d*1（m） |  |
|  |  | 0  1/3 |
|  |  | 1/3  2/3 |
|  |  | 2/3  1.0 |

注：1 为饱和土标贯击数实测值；为液化判别标贯击数临界值；为土层液化指数；

2 对于挤土桩当桩距小于4*d*，且桩的排数不少于5排、总桩数不少于25根时，土层液化系数可取2/3～1；桩间土标贯击数达到时，取；

3 当承台底非液化土层厚度小于1m时，土层液化折减系数按表5.6.5中降低一档取值。

**II 群桩基础**

**5.6.6** 群桩基础（不含水平力垂直于单排桩基纵向轴线和力矩较大的情況）的基桩水平承载力特征值应考虑由承台、桩群、土相互作用产生的群桩效应，可按下列公式确定：

(5.6.6-1)

考虑地震作用且时：

(5.6.6-2)

（5.6.6-3)

（5.6.6-4)

（5.6.6-5)

（5.6.6-6)

（5.6.6-7)

（5.6.6-8)

（5.6.6-9)

式中:——群桩效应综合系数；

——桩的相互影响效应系数；

——桩顶约束效应系数（桩顶嵌入承台长度50～100mm时），按表5.6.6-1取值；

——承台侧向土抗力效应系数（承台侧面回填土为松散状态时取＝0）；

——承台底摩阻效应系数；

——沿水平荷载方向的距径比；

——分别为沿水平荷载方向每排桩数、垂直水平荷载方向每排桩数、总桩数；

m——承台侧面土水平抗力系数的比例系数，当无试验资料时可按本规范表5.6.4取值；

——桩顶（承台）的水平位移允许值，当以位移控制时，可取x0a＝10mm（对水平位移敏感的结构物取x0a＝6mm）；当以桩身强度控制时，可近似按本规范式（5.6.6-5）确定；

——承台受侧向土抗力一边的计算宽度；

——承台宽度；

——承台高度（m）；

——承台底与地基土间的摩擦系数，可按表5.6.6-2取值；

——承台底地基土分担的竖向总荷载标准值；

——承台效应系数，可按表表5.6.6-3取值；当承台底为可液化土、湿陷性土、高灵敏度软土、欠固结土、新填土时，沉桩引起超孔隙水压力和土体隆起时，不考虑承台效应；

*A*——承台总面积；

——不考虑扩大头的桩身截面面积。

表5.6.6-1 桩顶约束效应系数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 换算深度*ah* | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.5 |  |
| 位移控制 | 2.58 | 2.34 | 2.20 | 2.13 | 2.07 | 2.05 |
| 强度控制 | 1.44 | 1.57 | 1.71 | 1.82 | 2.00 | 2.07 |

注：，h为桩的入土长度。

表5.6.6-2 承台底与基土间的摩擦系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土的类别 | | 摩擦系数 |
| 黏性土 | 可塑 |  |
| 硬塑 |  |
| 坚硬 |  |
| 粉土 | 密实、中密（稍湿） |  |
| 中砂、粗砂、砾砂 | |  |
| 碎石土 | |  |
| 软岩、软质岩 | |  |
| 表面粗糙的较硬岩、坚硬岩 | |  |

表5.6.6-3 承台效应系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 3 | 4 | 5 | 6 |  |
|  | 0.060.08 | 0.140.17 | 0.220.26 | 0.320.38 | 0.500.80 |
| 0.40.8 | 0.080.10 | 0.170.20 | 0.260.30 | 0.380.44 |
|  | 0.100.12 | 0.200.22 | 0.300.34 | 0.440.50 |
| 单排桩条形承台 | 0.150.18 | 0.250.30 | 0.380.45 | 0.500.60 |

注：1 表中为桩中心距与桩径之比；为承台宽度与桩长之比。当计算基桩*d*非正方形排列时，，为承台计算域面积，为总桩数；

2 对于桩布置与墙下的箱、筏承台；可按单排桩条基取值；

3 对于单排桩条形承台，当承台宽度小于1.5d时，按非条形承台取值；

4 对于饱和黏性土中的桩基、软土地基土的桩基承台，宜取低值的0.8倍。

**5.6.7**  计算水平荷载较大和水平地震作用、风载作用下带地下室的高大建筑物桩基水平位移时，可考虑地下室侧墙、承台、桩群和土共同作用，计算方法应符合《建筑桩基技术规范》JGJ94的有关规定。

### 5.7 其他承载力和沉降计算

**5.7.1** 旋压扩头钢管桩的沉降计算、水平位移计算以及特殊条件下竖向承载力验算应符合《建筑桩基技术规范》JGJ94及其国家现行相关标准的规定。

### 5.8 桩身承载力计算

**5.8.1** 桩身应进行承载力计算。计算时应考虑桩身材料强度、成桩工艺、吊运、约束条件和环境类别诸因素，除按本节有关规定执行外，尚应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017和《建筑抗震设计规范》GB 50011的有关规定。

**5.8.2** 当考虑地震作用验算桩身抗拔承载力时，应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定，对作用于桩顶的地震作用效应进行调整。

**I** 受压桩和抗拔桩

**5.8.3** 旋压扩头钢管桩轴力下截面强度应符合下列规定：

 (5.8.3)

式中：——所计算截面的压力设计值或桩顶拔力设计值；

——钢材强度设计值；

——桩身净截面面积，当多个截面有孔时，取最不利的截面；

——基桩承载系数，压力时，拔力时。

**5.8.4**  计算轴心受压桩正截面受压承载力时，一般取稳定系数。对于高承台基桩、桩身穿越可液化土或不排水抗剪强度小于10kPa 的软弱土层的基桩，应考虑压屈影响，可按《建筑桩基技术规范》JGJ94确定值，进行截面强度计算。

**5.8.5**  对偏心受压桩进行截面强度验算时，需考虑截面弯矩作用，符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的有关规定。

**5.8.6** 旋压扩头钢管桩受压时可按以下规定验算桩身局部压曲：

**1** ，，压应力小于钢材强度设计值时，可不进行局部压屈验算；

**2**  ，可按下式验算

 (5.8.6-1)

式中：*t*和*d*——分别为桩身壁厚和外径；

*E*——钢材弹性模量。

**II** 受水平作用桩

**5.8.7** 对于受水平荷载和地震作用的桩，其桩身抗剪承载力验算应符合下列规定：

 (5.8.7)

式中：——截面作用的设计剪力；

*S*——计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积矩；

*t*——桩身管壁厚度；

——钢材的抗剪强度设计值。

**III** 吊运和旋压施工验算

**5.8.8** 旋压扩头钢管桩吊运时单吊点和双吊点的设置，应按吊点（或支点）跨间正弯矩与吊点处的负弯矩相等的原则进行布置。考虑预制桩吊运时可能受到冲击和振动的影响，计算吊运弯矩和吊运拉力时，可将桩身重力乘以1.5 的动力系数。其桩身承载力验算应符合下列规定：

 (5.8.8)

式中：——作用管身的弯矩；

*E*——钢材弹性模量；

——截面塑性发展系数，可取1.15；

——桩身净截面抗弯模量。

**5.8.9** 旋压扩头钢管桩采用旋压施工工艺时，需考虑1.5的动力系数，根据所施加压力和扭矩验算桩身承载力：

 (5.8.9-1)

 (5.8.9-2)

 (5.8.9-3)

式中：*N*——旋压施工时施加在旋压扩头钢管桩上的最大轴向力；

——旋压施工时施加在旋压扩头钢管桩上的最大扭矩；

——截面验算处的桩身截面扇性惯性矩。

**IV** 扩大头螺旋翼厚度计算

**5.8.10** 旋压扩头钢管桩螺旋翼厚度可根据下列规定计算：

 (5.8.10-1)

 (5.8.10-2)

 (5.8.10-3)

式中：——螺旋翼的厚度；

——螺旋翼分担的荷载；

——螺旋翼屈服荷载系数。

### 5.9 防腐蚀规定

**5.9.1** 旋压扩头钢管桩应进行防腐蚀处理，根据建筑物的重要性、使用年限、腐蚀环境、结构部位、施工可能性、维护方法和防腐材料等，经技术经济比较确定防腐蚀处理方法，可采用外表涂防腐层、增加腐蚀余量、阴极保护和耐腐蚀钢材。当应用于海港码头时，应符合《港口工程桩基规范》JTS 167-4的相关规定。

**5.9.2** 旋压扩头钢管桩的内壁与外界密闭隔绝时，可不考虑内壁腐蚀。

**5.9.3** 旋压扩头钢管桩的防腐处理应符合下列规定

**1** 当有地下水和土对钢结构的腐蚀作用实测资料时，年腐蚀速率可按表5.9.3-1确定。

**2** 当无腐蚀作用实测资料时，年腐蚀速率可按表5.9.3-2确定。

**3** 对于PH值小于4或大于10，以及严重污染环境不宜采用，如采用应做专门的防腐蚀试验研究。

表5.9.3-1 有腐蚀资料的年腐蚀速率参考值

|  |  |
| --- | --- |
| 地下水和土对钢结构的腐蚀作用程度 | 单面腐蚀率（mm/a） |
| 微腐蚀作用 | 0.01 |
| 弱腐蚀作用 | 0.02 |
| 中等程度腐蚀作用 | 0.03 |
| 强腐蚀性作用，或土及地下水受海水影响时 | 0.05 |

表5.9.3-2 无腐蚀资料的年腐蚀速率参考值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢桩所处环境 | | 单面腐蚀率（mm/a） |
| 地面以上 | 无腐蚀性气体或腐蚀性挥发介质 | 0.05～0.1 |
| 地面以下 | 水位以上 | 0.05 |
| 水位以下 | 0.03 |
| 水位波动区 | 0.1～0.3 |

**5.9.4** 涂层的涂刷范围和材料应符合下列规定。

**1** 桩顶处涂层的涂刷范围应伸入桩帽或横梁底高程以上50~100mm；

**2** 涂层前的除锈及底漆的质量要求和技术要求应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205等的有关规定。

## 6 制作与施工

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 旋压扩头钢管桩材料、构件、焊缝和成品质量检验应在工厂制作过程中进行，并应提供产品合格证明。

**6.1.2** 旋压扩头钢管桩施工前应检查产品合格证明，并根据设计要求进行尺寸和外观检验。

**6.1.3** 旋压扩头钢管桩宜采用两点吊，桩长较大时也可采用四点吊。采用吊耳板时，可在上吊点对称侧增设便于桩纳入龙口的吊耳板。

**6.1.4** 旋压机械和设备就位后，必须确保在施工过程中不发生倾斜和偏移。应在旋压机具上设置量测深度的标尺，并应在施工中进行观测深度记录。

**6.1.5** 施工前应在场地进行3根以上试验桩，并确定达设计要求时的终桩扭矩。

**6.1.6** 旋压控制深度应达到设计桩长，并应使桩端达到进入持力层的深度要求，同时需满足试验桩的终桩扭矩要求。

**6.1.7** 施工现场所有设备、设施、安全装置、工具配件以及个人劳保用品必须定期检查，确保使用安全。

**6.1.8** 旋压扩头钢管桩最大施工深度不宜超过130*d*，抗拔桩最小施工深度不宜低于4.0m。

### 6.2 产品制作与出厂检验

**6.2.1** 制作旋压扩头钢管桩所采用钢材应为按照国家现行标准所规定的性能、技术与质量要求生产的钢材。

**6.2.2** 钢板厚度和外形尺寸应符合现行国家标准《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709 的规定。钢管规格、外形、重量和允许偏差应符合相关的现行国家标准的规定。

**6.2.3** 采用的钢材应具有屈服强度、伸长率、抗拉强度、冲击韧性和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构尚应具有碳含量（或碳当量）的合格保证。

**6.2.4** 焊接材料熔敷金属的力学性能应不低于相应母材标准的下限值或满足设计要求。

**6.2.5** 旋压扩头钢管桩制作前，应检查钢材的材质证明，进行外观、尺寸和锈蚀检查，并按现行国家标准规定进行分批次的钢材性能试验检测。

**6.2.6** 旋压扩头钢管桩焊接作业可采用机械手焊接或人工焊接，焊接结束后不应将焊缝急剧冷却。

**6.2.6** 旋压扩头钢管桩出厂前，应按现行国家标准规定进行构件、焊缝和成品质量检验，提供产品合格证明。

### 6.3 施工准备

**6.3.1** 旋压施工机具及工艺的选择，应根据桩型、贯入深度、土层情况及处理条件综合确定。

**6.3.2** 施工组织设计应结合工程特点，有针对性地制定质量管理措施，主要应包括下列内容：

**1** 施工平面图：标明桩位、编号、施工顺序、水电线路、堆场和临时设施的位置；

**2** 确定施工机械、配套设备以及合理施工工艺的有关资料；

**3**  施工作业计划和劳动力组织计划；

**4** 机械设备、备件、工具和材料供应计划；

**5** 桩基施工时，对安全、劳动保护、防火、防雨、防台风、爆破作业、文物和环境保护等方面应按有关规定执行；

**6**  安全生产和季节性施工的技术措施；

**7** 技术交底、加工制作、施工工法、施工质量的保障制度和技术措施。

**6.3.3** 成桩机械必须满足施工能力和安全要求。

**6.3.4** 应组织图纸会审，会审纪要、施工图、设计变更和施工联系函等应纳入工程档案。

**6.3.5** 施工用的供水、供电、道路、排水和临时房屋等临时设施，必须在开工前准就绪，施工场地应进行场地平整处理，保证施工机械正常作业。

**6.3.6** 基桩轴线的控制点和水准点应设在不受施工影响的区域。开工前，经复核后应妥善保护，施工中应该定期复测。

**6.3.7** 用于施工质量检验的仪表和器具的性能指标，应符合现行国家相关标准的规定。

**6.3.8** 调查相邻建筑物周边情况。

### 6.4 施工工艺

**I** 制作

**6.4.1** 旋压扩头钢管桩的材料应符合设计要求，并应有出厂合格证和试验报告。

**6.4.2** 旋压扩头钢管桩制作的允许偏差应符合表6.4.2的规定。

表6.4.2 旋压扩头钢管桩制作的允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 容许偏差 |
| 外径或断面尺寸 | 桩端部 | 外径或边长 |
| 桩身 |  |
| 长度 | | 0 mm |
| 矢高 | | 1桩长 |
| 桩端平整度 | | 2mm |
| 端部平面与桩身中心线的倾斜值 | | 2mm |

**6.4.3** 用于地下水有侵蚀性的地区或腐蚀性土层的旋压扩头钢管桩，应按设计要求做防腐处理。

**II**连接

**6.4.4** 旋压扩头钢管桩采用焊接连接时应符合下列规定：

**1** 必须清除桩端部的浮锈、油污等脏物，并保持干燥；

**2** 上下节桩焊接时应校正垂直度，对口的间隙宜为2～3mm；

**3**  焊丝（自动焊）或焊条应保持干燥；

**4**  焊接应对称进行；

**5** 应采用多层焊，各层焊缝的接头应错开，焊渣应清除；

**6** 当气温低于0℃或雨雪天及无可靠措施确保焊接质量时，不得焊接；

**7** 每个接头焊接完毕，应冷却1min后方可继续施工；

**8**  焊接质量应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205和《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81的规定，每个接头处应按本规程表6.3.4规定进行外观检查外，还应按接头总数的5%进行超声波或2%进行X射线拍片检查，对于同一工程，探伤抽样检验不得少于3个接头。

表6.4.4 接桩焊缝外观允许偏差

|  |  |
| --- | --- |
| 上下节桩错口 | 允许偏差（mm） |
| ①桩外径700mm | 3 |
| ②桩外径700mm | 2 |

**III** 运输和堆放

**6.4.5** 旋压扩头钢管桩的运输与堆放应符合下列规定：

**1** 堆放场地应平整、坚实及排水通畅；

**2** 桩的两端应有适当保护措施，应设保护圈；

**3** 搬运时应防止桩体撞击而造成桩端、桩身损坏或弯曲；

**4** 应按规格和材质分别堆放，堆放层数：Φ800mm的不宜大于3层；Φ600mm的不宜大于4层；Φ400mm的不宜大于5层。支点设置应合理，桩的两侧应采用木楔塞住使各桩桩身相互分离。

**IV**旋压施工

**6.4.6**  旋压扩头钢管桩宜采用四个阶段旋压成型。

**1** 旋压打桩机就位，将桩安装至打桩机的旋压驱动装置上；

**2** 校准桩端中心与设计轴线相符，调整钢管桩的垂直度，用旋压驱动装置贯入桩；

**4**  需要接桩时，连接好上、下节桩，将上节桩身安装至旋压驱动装置上，用旋压驱动装置贯入桩；

**5** 桩长和桩端达到设计要求时，将桩身与打桩机分离，完成施工。

**6.4.7** 旋压过程中，终桩前1.0*D*w岩土层范围内，严禁逆旋施工。

**6.4.8** 旋压过程中，遇到难以旋压掘进时，建议停止旋压施工2小时以上，再行旋压掘进。

## 7 质量检查和验收

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 应进行桩位、桩长、桩径、桩身质量和单桩承载力的检验。

**7.1.2** 检验按时间顺序可分为三个阶段：施工前检验、施工检验和施工后检验。

**7.1.3** 对钢材等桩体原材料质量的检验项目和方法应符合国家现行有关标准的规定。

**7.1.4**  基桩施工结束至基桩承载力检测的休止时间。当无成熟地区经验时，休止时间建议不应少于表7.1.4规定的时间：

表7.1.4 休止时间

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

注：条件允许时，建议休止14天以上。

**7.1.5** 应用于基坑支护时，应按现行国家标准《建筑基坑工程检测技术规范》GB50497执行。

### 7.2 施工前检验

**7.2.1** 施工前严格复核桩位。

**7.2.2** 施工前应对桩体尺寸、原材料、焊丝和焊剂、防腐涂料进行检验：

**1**  桩体尺寸检验：施工前应对桩身直径和扩大头直径进行复核；

**2** 钢板原材料检验：查验钢板生产厂家的产品合格证；

**3** 焊丝和焊剂检验：查验使用材料生产厂家的产品合格证；

**4** 防腐涂料检验：查验生产厂家的产品质量保证书。

### 7.3 施工检验

**7.3.1** 施工过程中应进行下列检验：

**1** 旋压深度、停压标准、终止压力值及桩身（架）垂直度检查；

**2** 接桩质量、接桩间歇时间及桩顶完整状况；

**3** 旋压加载数值、旋压深度和桩端标高等。

**7.3.2** 施工过程需对桩顶和地面土体的竖向和水平位移进行系统观测。若发现异常，应采取复压、引孔、设置排水措施及调整贯桩速率等措施。

### 7.4 施工后检验

**7.4.1** 旋压扩头钢管桩的桩位偏差，应符合表7.4.1的规定。

表7.4.1 桩位的允许偏差（mm）

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 允许偏差 |
| 带有基础梁的桩：（1）垂直基础梁的中心线  （2）沿基础梁的中心线 | 100+0.01*H*  150+0.01*H* |
| 桩数为1～3根桩基中的桩 | 100 |
| 桩数为4～16根桩基中的桩 | *d*/2 |
| 桩数大于16根桩基中的桩：（1）最外边的桩  （2）中间桩 | *d*/3  *d*/2 |

注：*H*为施工现场地面标高与桩顶设计标高的距离。

**7.4.2** 工程桩应进行承载力和桩身质量检验。

**7.4.3**  有下列情况之一的桩基工程，应采用静荷载试验对工程桩单桩竖向承载力进行检测，检测数量应参考桩基设计等级、本工程施工前取得试验数据的可靠性，按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106确定：

**1** 工程施工前已进行单桩静载试验，但施工过程变更了工艺参数或施工质量出现异常时；

**2** 施工前工程未按本规程第5.4.3条规定进行单桩静载试验的工程；

**3** 地质条件复杂、桩的施工质量可靠性低。

**7.4.4** 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。

### 7.5 基桩及承台工程验收资料

**7.5.1** 当桩顶设计标高与施工场地标高相近时，基桩的验收应待基桩施工完毕后进行；当桩顶设计标高低于施工场地标高时，应待开挖到设计标高后进行验收。

**7.5.2** 基桩验收应包括下列资料：

**1** 岩土工程勘察报告、桩基施工图、图纸会审纪要、设计变更单及材料代用通知单等；

**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** 原材料的质量合格和质量鉴定书；

**5** 半成品的合格证；

**6** 施工记录及隐蔽工程验收文件；

**7** 成桩质量检查报告；

**8** 单桩承载力检测报告；

**9**  基桩竣工平面图及桩顶标高图；

**10** 其他必须提供的文件和记录。

**7.5.3** 承台工程验收时应包括下列资料：

**1** 承台钢筋、混凝土的施工与检查记录；

**2** 桩头与承台的锚筋、边桩离承台边缘距离、承台钢筋保护层记录；

**3** 桩头与承台防水构造及施工质量；

**4** 承台厚度、长度和宽度的量测记录及外观情况描述等。

**7.5.4** 承台工程验收除符合本节规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定。

## 附录A 典型旋压扩头钢管桩的桩身型号和承载力

**A.0.1** 典型旋压扩头钢管桩的桩身型号、参数和承载力设计值见表A.0.1-1（Q235钢）和A.0.1-2（Q345钢）。

表A.0.1-1 典型旋压扩头钢管桩的桩身型号和承载力设计值（Q235钢）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管身直径d(mm) | 厚度  t(mm) | 重量  (N/m) | 截面积  A(×102mm2) | 周长  (m) | 抗弯抵抗矩  W(×103mm4) | 抗压（拉）承载力(kN) | 抗弯承载力(kN・m) | 抗剪承载力(kN) |
| 89 | 4 | 84 | 10.68 | 0.280 | 21.73 | 230 | 5 | 134 |
| 4.5 | 94 | 11.95 | 24.03 | 257 | 5 | 149 |
| 102 | 4.5 | 108 | 13.78 | 0.320 | 32.18 | 296 | 7 | 172 |
| 5 | 120 | 15.24 | 35.23 | 328 | 8 | 190 |
| 114 | 4 | 121 | 15.48 | 0.358 | 40.77 | 333 | 9 | 194 |
| 4.5 | 134 | 17.12 | 44.70 | 368 | 10 | 214 |
| 6 | 160 | 20.36 | 52.23 | 438 | 11 | 254 |
| 140 | 5 | 166 | 21.21 | 0.440 | 69.11 | 456 | 15 | 265 |
| 6 | 198 | 25.26 | 81.15 | 543 | 17 | 316 |
| 7 | 229 | 29.25 | 92.64 | 629 | 20 | 366 |
| 168 | 5 | 201 | 25.60 | 0.528 | 101.33 | 550 | 22 | 320 |
| 6 | 240 | 30.54 | 119.42 | 657 | 26 | 382 |
| 7 | 278 | 35.41 | 136.83 | 761 | 29 | 443 |
| 194 | 6 | 278 | 35.44 | 0.609 | 161.57 | 762 | 35 | 443 |
| 7 | 323 | 41.12 | 185.57 | 884 | 40 | 514 |
| 8 | 367 | 46.75 | 208.79 | 1005 | 45 | 584 |
| 219 | 6 | 315 | 40.15 | 0.688 | 208.10 | 863 | 45 | 502 |
| 7 | 366 | 46.62 | 239.46 | 1002 | 51 | 583 |
| 8 | 416 | 53.03 | 269.90 | 1140 | 58 | 663 |
| 10 | 515 | 65.66 | 328.15 | 1412 | 71 | 821 |
| 12 | 612 | 78.04 | 383.00 | 1678 | 82 | 975 |
| 273 | 6 | 395 | 50.33 | 0.858 | 328.72 | 1082 | 71 | 629 |
| 7 | 459 | 58.50 | 379.29 | 1258 | 82 | 731 |
| 8 | 523 | 66.60 | 428.70 | 1432 | 92 | 833 |
| 10 | 648 | 82.62 | 524.11 | 1776 | 113 | 1033 |
| 12 | 772 | 98.39 | 615.10 | 2115 | 132 | 1230 |
| 325 | 6 | 472 | 60.13 | 1.021 | 470.85 | 1293 | 101 | 752 |
| 7 | 549 | 69.93 | 544.25 | 1504 | 117 | 874 |
| 8 | 625 | 79.67 | 616.24 | 1713 | 132 | 996 |
| 10 | 776 | 98.96 | 756.09 | 2128 | 163 | 1237 |
| 12 | 926 | 118.00 | 890.55 | 2537 | 191 | 1475 |
| 14 | 1073 | 136.78 | 1019.75 | 2941 | 219 | 1710 |

表A.0.1-2 典型旋压扩头钢管桩的桩身型号和承载力设计值（Q345钢）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管身直径d(mm) | 厚度  t(mm) | 重量  (N/m) | 截面积  A(×102mm2) | 周长  (m) | 抗弯抵抗矩  W(×103mm4) | 抗压（拉）承载力(kN) | 抗弯承载力(kN・m) | 抗剪承载力(kN) |
| 89 | 4 | 84 | 10.68 | 0.280 | 21.73 | 320 | 7 | 187 |
| 4.5 | 94 | 11.95 | 24.03 | 358 | 7 | 209 |
| 102 | 4.5 | 108 | 13.78 | 0.320 | 32.18 | 414 | 10 | 241 |
| 5 | 120 | 15.24 | 35.23 | 457 | 11 | 267 |
| 114 | 4 | 121 | 15.48 | 0.358 | 40.77 | 464 | 12 | 271 |
| 4.5 | 134 | 17.12 | 44.70 | 514 | 13 | 300 |
| 6 | 160 | 20.36 | 52.23 | 611 | 16 | 356 |
| 140 | 5 | 166 | 21.21 | 0.440 | 69.11 | 636 | 21 | 371 |
| 6 | 198 | 25.26 | 81.15 | 758 | 24 | 442 |
| 7 | 229 | 29.25 | 92.64 | 877 | 28 | 512 |
| 168 | 5 | 201 | 25.60 | 0.528 | 101.33 | 768 | 30 | 448 |
| 6 | 240 | 30.54 | 119.42 | 916 | 36 | 534 |
| 7 | 278 | 35.41 | 136.83 | 1062 | 41 | 620 |
| 194 | 6 | 278 | 35.44 | 0.609 | 161.57 | 1063 | 48 | 620 |
| 7 | 323 | 41.12 | 185.57 | 1234 | 56 | 720 |
| 8 | 367 | 46.75 | 208.79 | 1402 | 63 | 818 |
| 219 | 6 | 315 | 40.15 | 0.688 | 208.10 | 1204 | 62 | 703 |
| 7 | 366 | 46.62 | 239.46 | 1399 | 72 | 816 |
| 8 | 416 | 53.03 | 269.90 | 1591 | 81 | 928 |
| 10 | 515 | 65.66 | 328.15 | 1970 | 98 | 1149 |
| 12 | 612 | 78.04 | 383.00 | 2341 | 115 | 1366 |
| 273 | 6 | 395 | 50.33 | 0.858 | 328.72 | 1510 | 99 | 881 |
| 7 | 459 | 58.50 | 379.29 | 1755 | 114 | 1024 |
| 8 | 523 | 66.60 | 428.70 | 1998 | 129 | 1166 |
| 10 | 648 | 82.62 | 524.11 | 2479 | 157 | 1446 |
| 12 | 772 | 98.39 | 615.10 | 2952 | 185 | 1722 |
| 325 | 6 | 472 | 60.13 | 1.021 | 470.85 | 1804 | 141 | 1052 |
| 7 | 549 | 69.93 | 544.25 | 2098 | 163 | 1224 |
| 8 | 625 | 79.67 | 616.24 | 2390 | 185 | 1394 |
| 10 | 776 | 98.96 | 756.09 | 2969 | 227 | 1732 |
| 12 | 926 | 118.00 | 890.55 | 3540 | 267 | 2065 |
| 14 | 1073 | 136.78 | 1019.75 | 4104 | 306 | 2394 |

## 附录B 典型旋压扩头钢管桩的扩大头型号和参数

**B.0.1** 典型旋压扩头钢管桩的扩大头型号和参数见表B.0.1。

表 B.0.1 典型旋压扩头钢管桩的扩大头型号和参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 轴径d(mm) | 翼径Dw(mm) | 翼轴径比Dw/d | Q235钢翼厚tw(mm) | Q345钢翼厚tw(mm) |
| 89 | 240 | 2.70 | 16 | 16 |
| 102 | 260 | 2.55 | 16 | 16 |
| 114 | 300 | 2.63 | 18 | 16 |
| 140 | 350 | 2.50 | 20 | 16 |
| 168 | 400 | 2.38 | 20 | 18 |
| 194 | 400 | 2.06 | 16 | 14 |
| 450 | 2.32 | 24 | 22 |
| 500 | 2.58 | 30 | 24 |
| 219 | 450 | 2.05 | 18 | 14 |
| 500 | 2.28 | 24 | 20 |
| 520 | 2.37 | 26 | 22 |
| 550 | 2.51 | 30 | 25 |
| 600 | 2.74 | 40 | 32 |
| 273 | 550 | 2.01 | 20 | 18 |
| 600 | 2.20 | 26 | 22 |
| 620 | 2.27 | 28 | 24 |
| 650 | 2.38 | 32 | 28 |
| 700 | 2.56 | 40 | 34 |
| 325 | 650 | 2.00 | 24 | 20 |
| 700 | 2.15 | 30 | 24 |
| 750 | 2.31 | 36 | 30 |
| 800 | 2.46 | 44 | 36 |

本规程用词说明

**1** 为了便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

**1)** 表示很严格，非这样做不可的：正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

**2)**表示严格，在正常情况下均应这样做的：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

**3)**表示允许稍有选择，在条件允许时首先应这样做的：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

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

1. 《建筑桩基础技术规范》JGJ94
2. 《港口工程桩基规范抗拔承载力计算》JTS 167-4
3. 《大直径扩底灌注桩技术规程》JGJ/T 225
4. 《建筑地基基础设计规范》GB50007
5. 《钢结构设计标准》GB50017
6. 《混凝土结构设计规范》GB50010
7. 《建筑抗震设计规范》GB50011
8. 《岩土工程勘察规范》GB 50021
9. 《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266
10. 《工程岩体分级标准》GB 50218
11. 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300
12. 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202
13. 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
14. 《建筑基坑工程检测技术规范》GB50497
15. 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
16. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
17. 《碳素结构钢》GB/T 700
18. 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
19. 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709
20. 《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81
21. 《碳钢焊条》GB/T 5117
22. 《低合金焊条》GB/T 5118
23. 《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293
24. 《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470
25. 《气焊手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》GB/T 985.1
26. 《埋弧焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》GB/T 985.2
27. 《紧固件机械、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1
28. 《六角头螺栓C级》GB/T 5780
29. 《六角头螺栓》GB/T 5782

广西壮族自治区工程建设地方标准

装配式旋压扩头钢管桩技术规程

DBJ/T45-000-2018

## 条文说明

目 次

[1 总 则 70](#_Toc14282)

[2 术语和符号 71](#_Toc23117)

[2.1 术 语 71](#_Toc27728)

[3 基本规定 73](#_Toc28437)

[3.1 一般规定 73](#_Toc3078)

[3.2 材 料 73](#_Toc5733)

[4 设计基本资料与勘察要求](#_Toc8418) 74

[4.1 设计基本资料 74](#_Toc23818)

[4.2 勘察要求 74](#_Toc19560)

[5 设 计 75](#_Toc11964)

[5.1 一般规定 75](#_Toc25256)

[5.2 构造 7](#_Toc12699)8

[5.4 竖向承载力计算 81](#_Toc7827)

[5.5 抗拔承载力计算 84](#_Toc27112)

[5.8 桩身承载力计算 8](#_Toc19780)7

[5.9 防腐蚀规定 8](#_Toc10100)8

[6 制作与施工 8](#_Toc16666)9

[6.1 一般规定 8](#_Toc3320)9

[6.3 施工准备 8](#_Toc3320)9

[6.4 施工工艺 8](#_Toc27296)9

[7 质量检查和验收................................................................91](#_Toc10960)

## 1 总 则

**1.0.1、1.0.2** 随着我国工程建设的快速发展，旋压扩头钢管桩在各类工程中都得到了广泛应用。该类型桩有以下特点：

**1** 旋压扩头钢管桩扩大头的螺旋翼增加了桩端阻力的有效面积，且扩大头的掘削刃提供了良好的入岩能力，可以显著提高单桩竖向承载力和抗拔承载力；

**2** 旋压扩头钢管桩采用旋压不排土施工工艺将基桩施压至设计持力层，具有对地基扰动小、噪音低、施工速度快、人工投入少的特点，并可通过逆转将桩基旋出重复利用。

**3** 旋压扩头钢管桩可采用工业化生产、装配式施工，有利于桩基工程的质量和工期控制。

由于旋压扩头钢管桩的以上特点，与普通钢管桩的承载特性和施工方法不同，采用现行地基基础设计标准和桩基技术标准已不能完成旋压扩头钢管桩的勘察、设计、施工及质量检验，因此编制一部适用于我区的装配式旋压扩头钢管桩技术规程是十分必要的。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

**2.1.1** 旋压扩头钢管桩，是在传统钢管桩的基础上增加了桩端扩大头，通过旋压不排土工艺将基桩旋压至设计持力层，单桩竖向极限承载力和抗拔极限承载力都较传统钢管桩有显著的提高，施工工艺也有显著的不同。

**2.1.2～2.1.6** 扩大头是旋压扩头钢管桩的桩头部分，由掘削刃、螺旋翼片和扩头轴管组成，是提高单桩承载力、旋压施工的核心部件。

**2.1.7** 旋压扩头钢管桩采用旋压方式将桩旋压至设计的持力层过程中，无需排出破碎后的岩土体碎屑或泥浆，而是将破碎后的岩土体由螺旋翼片传输并挤压至桩周的一种施工工艺，该工艺具有对环境污染小的优点。

**2.1.9～2.1.12** 旋压扩头钢管桩竖向极限承载力取决于持力层对桩的支承力和桩身承载力。采用原位测试和经验参数估算竖向极限承载力标准值时，与传统钢管桩计算不同，旋压扩头钢管桩竖向极限承载力需要考虑扩大头增加桩端有效面积的有益作用。将单桩极限承载力除以安全系数2，作为单桩竖向极限承载力特征值。

**2.1.13** 装配式旋压扩头钢管桩抗拔极限承载力取决于扩大头上覆土对桩的抗拔阻力和桩身承载力，采用原位测试和经验参数估算竖向极限承载力标准值时，与传统钢管桩计算不同，旋压扩头钢管桩竖向极限承载力需要考虑扩大头上部覆土的有益作用。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 旋压扩头钢管桩的适用条件可以归纳为以下几点：

**1** 旋压扩头钢管桩以端阻力为主，需要在一定深度范围内有满足承载力和稳定性要求的持力层，目前已在砂土、粘土、砾石、砂岩、泥岩和石灰岩中得到应用；

**2**  旋压扩头钢管桩有较高的竖向承载力，适用于建筑、市政、交通、水利、铁路等工程的桩基工程中，也可应用于地基处理和基坑支护工程中。

### 3.2 材 料

**3.2.1** 旋压扩头钢管桩所用钢材，除常规机械性能和化学组成要求外，还需重视防腐蚀、加工和可焊性要求，通过技术经济比较后确定。

**3.2.2** Q235-B级及以上镇静钢能较好保证碳含量，有利于旋压扩头钢管桩的焊接质量。耐腐蚀特种钢，一般价格较贵，应用经验有待积累。

**3.2.3**  应根据钢材机械性能选择焊条或焊丝的型号，焊剂应与焊丝相适应。

**3.2.5、3.2.6** 旋压扩头钢管桩在材料强度设计值和物理性能指标方面，给出了可能应用的钢材及其规格。

## 4 设计基本资料与勘察要求

### 4.1 设计基本资料

**4.1.1～4.1.4** 旋压扩头钢管桩设计需要提供建筑场地与环境、建筑物、施工、岩土工程勘察相关资料。

### 4.2 勘察要求

**4.2.1** 由于旋压扩头钢管桩以端阻力为主，因此勘察工作中需要准确获得桩端承载力和变形特性的参数，推荐选择合理的桩端持力层。

**4.2.4** 本条是旋压扩头钢管桩端承于全风化岩和强风化岩体时其强度试验的规定。对于黏土质岩，浸水饱和后通常不能进行试验或强度显著降低，在确保施工期间及使用期不致遭水浸泡时，也可采取天然温度岩样进行单轴抗压强度试验。

**4.2.5** 本条是针对旋压扩头钢管桩岩土工程勘察的附加规定，要求提供桩端持力层、桩长、桩径的建议，验算软弱下卧层强度要求，提供负摩阻力系数和减少负摩阻力措施的建议，提供成桩可能性和保护措施的建议等。

## 5 设 计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 旋压扩头钢管桩布置宜满足以下几点：

1 桩心间距和桩心距承台边缘间距要求如图1；

2 部分典型的桩基布置方案如图2。

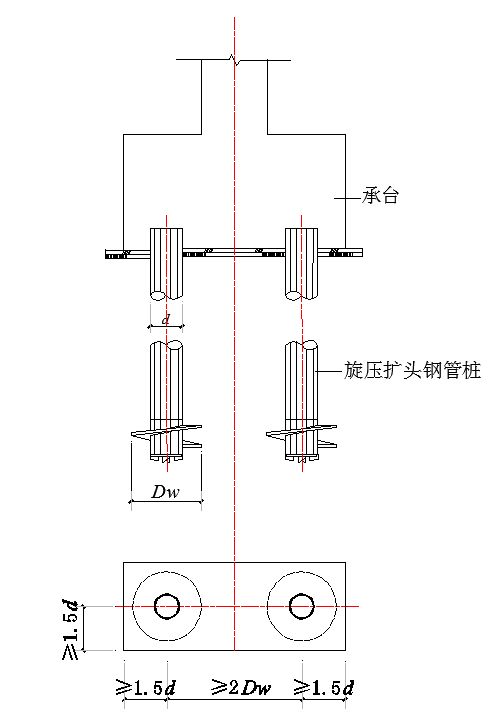


图1 桩心间距和桩心距承台边缘间距要求

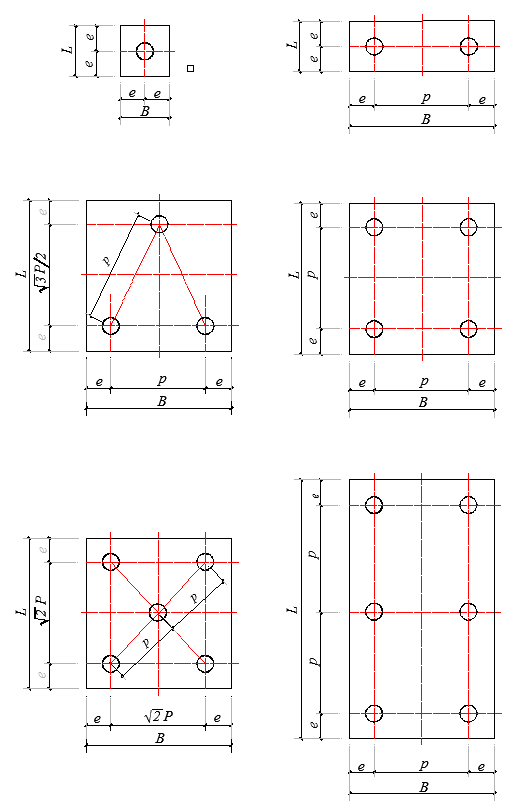


图2 典型的桩基布置方案

*e*=1.5*d*; *P*=2*D*w

**5.1.**2 旋压扩头钢管桩桩长可根据工程要求和工程地质条件通过计算确定：

**1** 当软弱土层厚度不大时，旋压扩头钢管桩桩长宜穿过软弱土层；

**2** 当软弱土层厚度较大时，对按稳定性控制的工程，旋压扩头钢管桩桩长应不小于处理后最危险滑动面以下2m的深度；对按变形控制的工程，旋压扩头钢管桩桩长应满足加固后地基变形量不超过国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB50007中建筑物地基容许变形量和满足软弱下卧层强度要求；

**3**  对可液化的地基，旋压扩头钢管桩桩长按要求的抗震处理深度确定。

**5.1.3** 旋压扩头钢管桩通常建议采用图5.2.2的单叶片旋压扩头钢管桩和扩大头构造，以充分发挥其承载力和施工工法优势。对于特殊地层和高承载力要求时，可以结合试验研究调整掘削刃和螺旋翼片的设置、形体及其数量，并根据单桩承载力试验数据进行设计，以更好地发挥扩大头的承载力和施工工法优势。

**5.1.5** 考虑到旋压扩头钢管桩端桩在使用期间的可能腐蚀状况，为保证结构安全，要扣除钢管的壁厚和螺旋翼片的腐蚀厚度，进行旋压扩头钢管桩的强度和稳定验算。

**5.1.7、5.1.8** 采用嵌岩桩、扩头钢管混凝土桩时，需参考本规范和相关规范进行设计。

### 5.2 构造

**5.2.1**为防止旋压扩头钢管桩发生屈曲破坏，对桩身管壁厚度作了规定。

**5.2.2**旋压扩头钢管桩和扩大头构造要求，可以归纳为以下几点：

**1** 桩身直径范围根据现有技术经济要求和加工能力确定，桩身直径*d*宜取60~800mm；

**2**  螺旋翼扩大头外缘直径根据单桩承载力和施工经验确定，螺旋翼扩大头外缘直径*Dw*宜取2.0~4.0*d*，并取120 mm以上；

**3**  桩身钢管壁和螺旋翼最小厚度根据运输、加工和安装及稳定性要求确定；桩身钢管壁最小厚度宜为4mm，螺旋翼板最小厚度宜为10mm。

**5.2.3**旋压扩头钢管桩连接需满足“强节点，弱构件”要求，分段长度为6～15m时有较好的经济技术性能。

**5.2.4**本条说明旋压扩头钢管桩与承台连接构造要求。

**1** 可采用桩顶封板并加焊连接钢筋、桩顶混凝土灌芯并设置连接钢筋两种连接方式，前者相对较易于应用，有条件时推荐采用；

**2** 旋压扩头钢管桩嵌入承台的长度根据实际工程经验确定，嵌入承台深度过大会降低承台的有效高度，不利承载；

**3**  采用桩顶封板并加焊连接钢筋时，连接钢筋数量和规格，可按下列规定采用：桩身直径在400以内时，不小于4Φ12；桩身直径在400～600时，不小于4Φ16；桩身直径在600以上时，不小于4Φ25。承受较大水平力的桩时，在端板上需焊接抗剪连接件，保证节点的抗剪能力；

**4**  采用桩顶混凝土灌芯并设置连接钢筋方式时，需采用足够的箍筋、C30以上无收缩混凝土，并需保证填芯长度满足抗压和抗拔要求；

**5**  加焊钢筋需满足锚固长度要求，一般情况下不宜小于35倍钢筋直径。对于专用抗拔桩，桩顶纵向主筯的锚固长度应按现行《混凝土结构设计规范》GB50010的受拉钢筋锚固长度确定。

**5.2.5**采用封板加焊钢筋方法时，填芯混凝土的托板没有和钢管连接，受压桩需要验算桩顶填芯混凝土深度。

**1**  桩顶填芯混凝土深度计算原理为：桩顶填芯混凝土提供的粘接力与混凝土局部承压之和应大于等于桩的设计压力；

**2**  填芯混凝土与管桩内壁的粘结强度设计值宜由现场试验测试得到，Morishita等通过系列试验得到圆形截面钢管混凝土的钢管与混凝土间平均粘接强度为0.2～0.4MPa；

**3** 计算填芯高度较大、难于实现时，宜考虑在钢管桩外侧设置抗剪栓钉并增加桩入承台的深度；

**4** 填芯混凝土深度*L*c计算时可适当考虑桩身外侧摩阻的有利作用。

**5.2.6**采用桩顶封板并加焊连接钢筋时，抗拔桩需要验算连接钢筋面积**；**采用封板加焊钢筋方法时，抗拔桩需要验算桩顶填芯混凝土深度和连接钢筋面积。

**1** 钢筋面积计算原理为：钢筋提供的抗拉承载力应大于等于桩的设计抗拔力。

**2** 桩顶填芯混凝土深度计算原理为：桩顶填芯混凝土提供的粘接力应大于等于桩的设计抗拔力；

**3** 填芯混凝土深度*L*c计算时可适当考虑桩身外侧摩阻的有利作用。

**5.2.8**旋压扩头钢管桩接桩要求可以归纳为以下几点：

**1** 接桩部位为避免结构安全问题，应设在内力较小处，避开壁厚变化的应力集中处；

**2** 接桩部位为避免施工控制难度，桩端避免位于软弱土层时接桩；

**3**  接桩可以采用两种连接方式焊接连接和螺栓连接。

**5.2.9～5.2.12** 旋压扩头钢管桩的纵缝和环缝都属于主要结构焊缝，故均应采用对接，不得用搭接或其他形式。为了保证焊接质量，尽可能进行工厂焊接，并采用双面施焊。如不能采取双面施焊，则应设内衬板单面施焊，或采用其他可靠的焊接工艺，否则焊缝强度应适当降低。为保障焊缝质量，需对焊缝间距、数量、允许板厚差、焊缝高度、检查方法，给出具体要求。

### 5.4 竖向承载力计算

**5.4.5**当缺乏试验数据时，可根据土的物理力学指标与单桩承载力参数间的经验关系估算旋压扩头钢管桩竖向极限承载力标准值。

**1** 如无当地经验值时，桩侧第*i* 层土极限侧阻力标准值可以参考同等直径的混凝土预制桩参数（表1），同时考虑到扩大头对桩侧土的扰动，需对表1中侧阻力进行折减，折减系数可采用0.2~0.4，且；

**2** 扩大头螺旋翼增大了旋压扩头钢管桩的有效受力面积，传统预制桩与旋压扩头钢管桩竖向承载机理对比如图3所示；

**3** 极限端阻力标准值可按《建筑桩基础技术规范》JGJ94执行。同时，考虑扩大头的有利影响，也可参考日本扩头钢管桩经验按式(5.4.5-2)估算砂土和粘土的极限端阻力标准值，根据多个单桩静载试验结果按(5.4.5-3)估算砾石和强风化岩的极限端阻力标准值。根据式(5.4.5-2)，砂土和粘土条件下典型旋压扩头钢管桩的总极限端阻力标准值见表2。

**4** 桩端的有效截面积适当考虑了扩大头有利作用，技术经济比较后采用下式：

 （1）

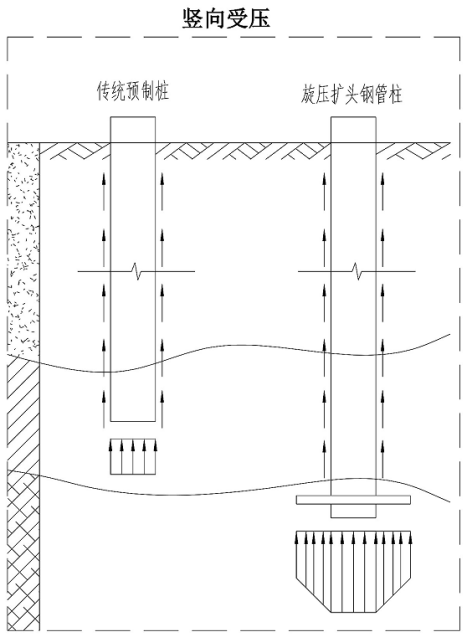


图3 传统预制桩与旋压扩头钢管的竖向承载机理对比

表1 混凝土预制桩极限侧阻力标准值（kPa）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 土的名称 | 土的状态 | | 侧阻力 |
| 填土 | -- | |  |
| 淤泥 | -- | |  |
| 淤泥质土 | -- | |  |
| 黏性土 | 流塑  软塑  可塑  硬可塑  硬塑  坚硬 |  |  |
| 红黏土 |  | |  |
| 粉土 | 稍密  中密  密实 |  |  |
| 粉细砂 | 稍密  中密  密实 |  |  |
| 中砂 | 中密  密实 |  |  |
| 粗砂 | 中密  密实 |  |  |
| 砾砂 | 稍密  中密（密实） |  |  |
| 圆砾、角砾 | 中密、 密实 |  | 160～200 |
| 碎石、卵石 | 中密、 密实 |  | 200～300 |
| 全风化软制岩 |  |  | 100～120 |
| 全风化硬制岩 |  |  | 140～160 |
| 强风化软制岩 |  |  | 160～240 |
| 强风化硬制岩 |  |  | 220～300 |

注：1对于尚未完成自重固结的填土和以生活垃圾为主的杂填土，不计算其侧阻力；

2 为含水比，，为土的天然含水量，为土的液限：

3 *N*为标准贯入击数；为重型圆锥动力触探击数：

4全风化、强风化软制岩和全风化、强风化硬质岩系指其母岩分别为、岩石。

表2 典型旋压扩头钢管桩的总极限端阻力标准值（砂土和粘土）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 桩径*d*(mm) | 翼径  *D*w(mm) | 桩端有效截面积*A*p(m2) | **总极限端阻力标准值****(kN)** | | | | | | | | | |
| 桩端附近平均*Ｎ*q值（击） | | | | | | | | | |
| 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 89 | 240 | 0.0230 | 32 | 64 | 97 | 129 | 161 | 193 | 225 | 258 | 290 | 322 |
| 102 | 260 | 0.0275 | 38 | 77 | 115 | 154 | 192 | 231 | 269 | 308 | 346 | 385 |
| 114 | 300 | 0.0362 | 51 | 101 | 152 | 203 | 253 | 304 | 355 | 406 | 456 | 507 |
| 140 | 350 | 0.0501 | 70 | 140 | 211 | 281 | 351 | 421 | 491 | 562 | 632 | 702 |
| 168 | 400 | 0.0667 | 93 | 187 | 280 | 373 | 467 | 560 | 653 | 747 | 840 | 933 |
| 194 | 400 | 0.0709 | 99 | 198 | 298 | 397 | 496 | 595 | 695 | 794 | 893 | 992 |
| 450 | 0.0852 | 119 | 239 | 358 | 477 | 597 | 716 | 835 | 955 | 1074 | 1193 |
| 500 | 0.1013 | 142 | 284 | 425 | 567 | 709 | 851 | 993 | 1134 | 1276 | 1418 |
| 219 | 450 | 0.0899 | 126 | 252 | 377 | 503 | 629 | 755 | 881 | 1006 | 1132 | 1258 |
| 500 | 0.1059 | 148 | 297 | 445 | 593 | 741 | 890 | 1038 | 1186 | 1334 | 1483 |
| 520 | 0.1128 | 158 | 316 | 474 | 632 | 790 | 947 | 1105 | 1263 | 1421 | 1579 |
| 550 | 0.1236 | 173 | 346 | 519 | 692 | 865 | 1039 | 1212 | 1385 | 1558 | 1731 |
| 600 | 0.1431 | 200 | 401 | 601 | 801 | 1001 | 1202 | 1402 | 1602 | 1802 | 2003 |
| 273 | 550 | 0.1355 | 190 | 379 | 569 | 759 | 949 | 1138 | 1328 | 1518 | 1708 | 1897 |
| 600 | 0.1549 | 217 | 434 | 651 | 868 | 1085 | 1302 | 1518 | 1735 | 1952 | 2169 |
| 620 | 0.1632 | 228 | 457 | 685 | 914 | 1142 | 1371 | 1599 | 1828 | 2056 | 2285 |
| 650 | 0.1761 | 246 | 493 | 739 | 986 | 1232 | 1479 | 1725 | 1972 | 2218 | 2465 |
| 700 | 0.1988 | 278 | 557 | 835 | 1114 | 1392 | 1670 | 1949 | 2227 | 2505 | 2784 |
| 325 | 650 | 0.1900 | 266 | 532 | 798 | 1064 | 1330 | 1596 | 1862 | 2128 | 2394 | 2660 |
| 700 | 0.2128 | 298 | 596 | 894 | 1192 | 1489 | 1787 | 2085 | 2383 | 2681 | 2979 |
| 750 | 0.2373 | 332 | 664 | 996 | 1329 | 1661 | 1993 | 2325 | 2657 | 2989 | 3322 |
| 800 | 0.2634 | 369 | 738 | 1106 | 1475 | 1844 | 2213 | 2582 | 2950 | 3319 | 3688 |

### 5.5 抗拔承载力计算

**5.5.1** 旋压扩头钢管桩抗拔承载力计算可以归纳为以下几点：

**1** 考虑非整体破坏和整体破坏两种破坏模式，对两种破坏模式的承载力均进行验算；

**2** 扩大头螺旋翼增大了抗拔端阻，传统预制桩与旋压扩头钢管桩的抗拔承载机理对比如图4所示。扩大头在上拔过程中，上覆土体对扩大头作用有被动土压力，增加了桩的抗拔承载力。

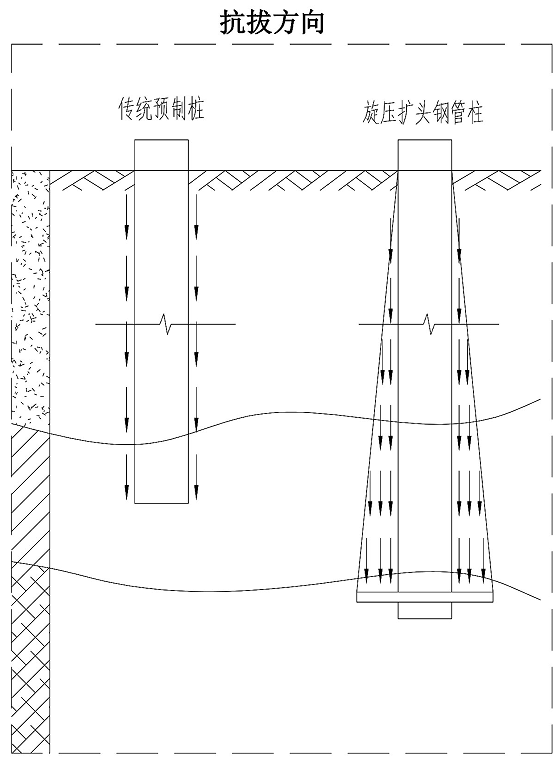


图4 传统预制桩与旋压扩头钢管桩的抗拔承载机理对比

**5.5.2** 抗拔极限承载力计算中可以归纳为以下几点：

**1**  甲级和乙级建筑的抗拔极限承载力需由现场拔静载荷试验确定，丙级建筑可以结合原位测试和经验参数估算；

**2** 对于非整体破坏模式的抗拔侧阻，考虑螺旋翼对桩周土的扰动，在《建筑桩基础技术规范》JGJ94的抗拔系数基础上再乘折减系数，折减系数可采用0.2~0.4。

**3** 对于非整体破坏模式的抗拔端阻，考虑扩大头上被动土压力的有利影响，参考日本相似扩头桩型，可按式(5.5.2-2)估算极限抗拔端阻力标准值。根据式(5.5.2-2)，砂土和粘土条件下典型旋压扩头钢管桩的总极限端阻抗拔力标准值见表3。

表3 典型旋压扩头钢管桩的总极限端阻抗拔力标准值（砂土和粘土）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 桩径d(mm) | 翼径  *D*w(mm) | 桩端有效截面面积  *A*pt(m2) | 总极限端阻抗拔力标准值(kN) | | | | | | | | | |
| 桩端附近平均*Ｎ*t値（击） | | | | | | | | | |
| 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 89 | 240 | 9 | 9 | 18 | 26 | 35 | 44 | 53 | 61 | 70 | 79 | 88 |
| 102 | 260 | 10 | 10 | 20 | 30 | 40 | 51 | 61 | 71 | 81 | 91 | 101 |
| 114 | 300 | 14 | 14 | 27 | 41 | 54 | 68 | 82 | 95 | 109 | 122 | 136 |
| 140 | 350 | 18 | 18 | 36 | 55 | 73 | 91 | 109 | 127 | 145 | 164 | 182 |
| 168 | 400 | 23 | 23 | 47 | 70 | 93 | 116 | 140 | 163 | 186 | 210 | 233 |
| 194 | 400 | 22 | 22 | 43 | 65 | 86 | 108 | 130 | 151 | 173 | 195 | 216 |
| 450 | 29 | 29 | 58 | 87 | 117 | 146 | 175 | 204 | 233 | 262 | 291 |
| 500 | 38 | 38 | 75 | 113 | 150 | 188 | 225 | 263 | 300 | 338 | 375 |
| 219 | 450 | 27 | 27 | 55 | 82 | 109 | 137 | 164 | 191 | 218 | 246 | 273 |
| 500 | 36 | 36 | 71 | 107 | 143 | 179 | 214 | 250 | 286 | 321 | 357 |
| 520 | 39 | 39 | 79 | 118 | 157 | 197 | 236 | 275 | 314 | 354 | 393 |
| 550 | 45 | 45 | 90 | 135 | 180 | 225 | 270 | 315 | 360 | 405 | 450 |
| 600 | 55 | 55 | 110 | 165 | 221 | 276 | 331 | 386 | 441 | 496 | 551 |
| 273 | 550 | 40 | 40 | 81 | 121 | 161 | 201 | 242 | 282 | 322 | 363 | 403 |
| 600 | 50 | 50 | 101 | 151 | 202 | 252 | 303 | 353 | 404 | 454 | 504 |
| 620 | 55 | 55 | 110 | 164 | 219 | 274 | 329 | 383 | 438 | 493 | 548 |
| 650 | 61 | 61 | 123 | 184 | 246 | 307 | 369 | 430 | 492 | 553 | 615 |
| 700 | 73 | 73 | 147 | 220 | 294 | 367 | 441 | 514 | 587 | 661 | 734 |
| 325 | 650 | 56 | 56 | 112 | 168 | 224 | 280 | 336 | 392 | 448 | 504 | 560 |
| 700 | 68 | 68 | 136 | 204 | 272 | 340 | 408 | 475 | 543 | 611 | 679 |
| 750 | 81 | 81 | 161 | 242 | 323 | 404 | 484 | 565 | 646 | 727 | 807 |
| 800 | 94 | 94 | 189 | 283 | 378 | 472 | 567 | 661 | 755 | 850 | 944 |

### 5.8 桩身承载力计算

**5.8.3** 旋压扩头钢管桩轴向受力时，考虑轴力偏心等初始缺陷等问题，在截面强度验算中对受压桩取基桩承载系数为0.9，以保障桩身强度安全。

**5.8.4** 工程实践中，桩身处于土体中，一般不会出现压屈失稳问题，但当桩的自由长度较大、桩周为可液化土、不排水抗剪强度小于10kPa 的软弱土层时，有可能出现桩身压屈失稳问题，稳定系数具体计算公式应按《建筑桩基础技术规范》JGJ94的相关规定执行。

**5.8.5**  对于偏心受压旋压扩头钢管桩，需考虑截面弯矩作用进行截面强度验算时，验算公式应按《钢结构设计标准》GB 50017中拉弯构件或压弯构件截面强度验算的相关规定执行。

**5.8.6** 本条说明给出了按管径及径厚比不同时的桩身局部压屈验算方法。

**5.8.7** 本条说明给出了受水平荷载和地震作用时，桩的抗剪承载力验算方法。

**5.8.8** 旋压扩头钢管桩在吊装过程中，按轴力和弯矩组合验算截面强度，内力考虑1.5的动力系数。

**5.8.9** 旋压扩头钢管桩旋压施工过程中，根据轴力和扭矩按第四强度理论验算截面强度，考虑1.5的动力系数。

**5.8.10** 扩大头直径较大或桩端阻力较大时，旋压扩头钢管桩螺旋翼有可能先于桩身和地基破坏，需要通过足够的螺旋翼厚度保证强度安全。根据多组螺旋翼屈服试验数据，给出了式(5.8.10-2)的螺旋翼屈服荷载计算方法，同时拟合出式(5.8.10-3)表征螺旋翼屈服荷载与厚度间关系的屈服荷载系数，进而建立了包含螺旋翼屈服荷载、钢材强度修正和标贯数修正的式(5.8.10-3)螺旋翼厚度计算方法。

### 5.9 防腐蚀规定

**5.9.1** 钢材的锈蚀属电化学腐蚀，旋压扩头钢管桩在大多数使用环境中锈蚀较缓慢，主要可采用外表涂防腐层和增加腐蚀余量两种措施进行防腐。

**5.9.3**  当有地下水和土对钢结构的腐蚀作用实测资料时，年腐蚀速率可参考表5.9.3-1确定；当无腐蚀作用实测资料时年腐蚀速率可按表5.9.3-2确定；日本钢管桩100年使用期时一般按1mm考虑预留腐蚀余量。

## 6 制作与施工

### 6.1 一般规定

**6.1.1、6.1.2** 材料、构件、焊缝和成品质量检验环节安排在工厂制作过程，将尺寸和外观检验安排在施工前，可以合理地发挥制作和施工的特点，减少重复环节和提高效率。

**6.1.6**  终桩需同时满足设计桩长、进入持力层的深度和试验桩终桩扭矩要求。

### 6.3 施工准备

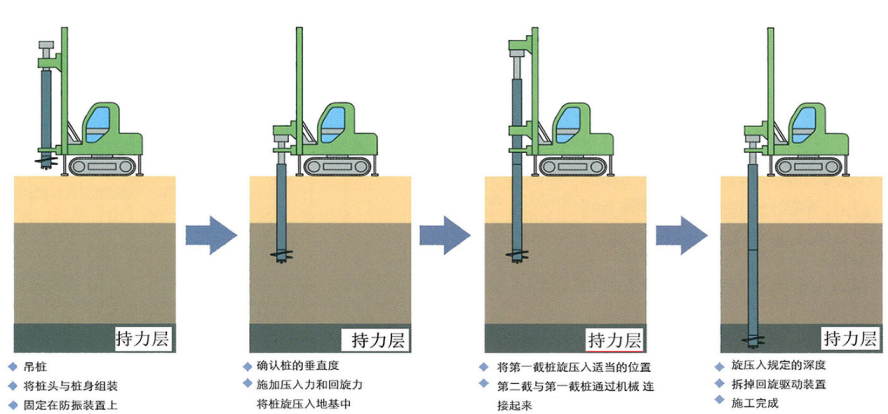
**6.3.2** 施工组织设计应从产品加工和施工工法方面制定相关制度和技术措施，确保旋压扩头钢管桩制造质量可靠、工法使用合理和施工质量符合要求。施工机械要考虑施工规模、桩径、桩长、地质条件、场地地形地貌以及材料到施工场地的运输路径及周边状况，配备可计量钢管桩旋压特性的装置，选择可以安全、高效进行桩的搬运、吊装、旋压作业的机械。

### 6.4 施工工艺

**6.4.2** 旋压扩头钢管桩需要及时校正在运输和堆放过程中因措施不当所造成的桩身局部变形，尤其需要检查顶部桩节切割和拼接后的外形尺寸。

**6.4.5** 旋压扩头钢管桩出厂时，两端应有防护圈，以防坡口受损。为防止堆放层数过多造成桩体弯曲问题，给出了堆放层数要求。

**6.4.6** 旋压扩头钢管桩宜采用图5所示的四个阶段将桩贯入至设计持力层。



1. 桩体就位 (b) 调整垂直度 (c) 接桩 (d) 施工完成

图5 旋压扩头钢管桩施工的四个阶段

**6.4.7** 持力层内的逆旋施工会严重扰动土层，使桩底一定范围内的持力层降低承载力。

**6.4.8** 旋压过程中，桩周水体上升等因素将使桩体发生难以旋压掘进的问题，建议停机2小时以上，再进行旋压掘进。

## 7 质量检查和验收

**7.1.1～7.1.3** 桩身质量与基桩承载力密切相关，桩身质量有时会严重影响基桩承载力，桩身质量检测抽样率较高，费用较低，通过检测可降低桩基安全隐患，并可为判定基桩承载力提供参考。

**7.1.4**  在进行旋压扩头钢管桩基桩承载力试验时，需考虑施工过程中对桩周土的扰动作用，留出土体重新固结的时间。若检测工期紧，无法满足休止时间规定时，应在检测报告中注明。

**7.2.1～7.4.4** 对于具体的检测项目，应根据检测目的、内容和要求，结合各检测方法的适用范围和检测能力，考虑工程重要性、设计要求、地质条件、施工因素等情况选择检测方法和检测数量。影响桩基承载力和桩身质量的因素存在于桩基施工的全过程中，仅有施工后的试验和施工后的验收是不全面、不完整的。桩基施工过程中出现的局部地质条件与勘察报告不符、工程桩施工参数与施工前的试验参数不同、原材料发生变化、设计变更、施工单位变更等情况，都可能产生质量隐患，因此，加强施工过程中的检验是有必要的。