

建筑结构中桩基设计浅析

张奥列

中交武汉港湾工程设计研究院有限公司, 湖北 武汉 430000

摘要：在建筑行业快速发展的时代背景下，房屋结构的耐久性和安全性被提到越来越重要的位置。而桩基础设计又是结构设计环节中最为关键的一环，所以设计人员需要按照相关的规范，科学合理地做好桩基设计工作。

关键词：桩基础；桩基分类与选型；桩基础计算

Analysis of pile foundation design in building structure

Zhang Aolie

CCCC Wuhan Harbor Engineering Design and Research Institute Co., Ltd. Wuhan, Hubei 430000

Abstract： In the background of the rapid development of the construction industry, the durability and safety of the housing structure is mentioned more and more important. The pile foundation design is the most critical part of the structural design, so the designers need to do the pile foundation design in a scientific and reasonable way according to the relevant specifications.

Key words： pile foundation; pile foundation classification and selection; pile foundation calculation

一、桩基础的定义

桩是把建筑的全部或部分负荷施加给地基土而产生一定刚性和抗力的传力结构，其纵向断面宽度远远大于其直径。而桩基础则是由安装于地面中的多根桩（称之为桩群）和把桩群串联一起一同管理工作的桩台（称之为承台）两个部分所构成^[1]。

二、桩的分类与布置

（一）桩的分类

1. 按承载力性状分类^[2]

承载力性状的二个主要类型和四种亚类型是依据它在极限强度状况下，总侧阻力与总侧摩擦力的所占份量而定。

1.1 摩擦桩：在承载能力极限状态下，桩顶竖向负荷完全由桩侧摩擦力承受，桩端阻力可以不予考虑。

1.2 端承摩擦桩：在承载能力极限状态下，桩顶竖向负荷主要由桩侧阻力承担。

1.3 端承桩：在承载能力极限状态下，桩顶的竖向负荷全由桩端阻力所承担，桩侧摩擦力可不予考虑。

1.4 摩擦端承桩：在承载能力极限状态下，桩顶的竖向负荷主要由桩端阻力承担。

2. 按成桩方法分类

2.1 非挤土桩：在成桩过程中，把相对于桩本身体积的孔挖出来，因而桩周与桩身底土之间的应力产生松动现象，桩侧摩阻力基本忽略不计。常用的非挤土桩有凿孔桩、钻孔桩等。

2.2 部分挤土桩：成桩过程中，挤土效果比较轻微，对桩周土的工程特性改变不大，目前常用的桩类型主要有预钻进入型预制桩、敞口钢管桩等。

2.3 挤土桩：在成桩过程中，原桩周土被挤出，从而使土的特性和天然状况有了很大改变，从而使侧阻力有了提升。目前常用的挤土桩类型有打进或压入的预先预制水泥桩、封底钢管桩、混凝土预应力管桩和沉管型灌注桩^[3]

3. 按制作方法分类

3.1 预制桩：是指在厂房内或施工现场预制，用锤击法进入、振动下沉等方式的桩型。

3.2 灌注桩：也叫现浇桩，直接在原设计桩位置的地基上钻孔，并在孔内放入钢筋笼，然后再在孔中灌注砼即成桩。

4. 按桩径大小分类

4.1 小直径桩： $d < 250\text{mm}$ ；

4.2 中等直径桩： $250\text{mm} < d < 800\text{mm}$ ；

4.3 大直径桩： $d \geq 800\text{mm}$ 。

（二）基桩的布置

1. 基桩施工的最小中心距。

基桩施工最小中心距规定根据以下二个原因决定。第一个，为了有效提高土的强度，通过群桩实验可以证明对非挤土桩，当桩距为3~4d时，侧阻与端阻的群桩效能系数均超过或稍等于1；砂土、粉粘土均稍高于黏性土。影响承台效果的群桩效率则均大于1。而桩基的变形因群桩效应而显著增加，也就是桩基的竖向支撑刚性因桩土相互作用而减小。基桩施工最小中心距规定需要充分考虑的第二原因是成桩工艺问题。对非挤土桩来说，无须顾及

挤土效果的实际问题；对挤土桩，为了降低挤土负面效应，桩间距应适当增大。因此对最小土间距的要求，兼顾了非挤土、部分挤土与整体挤土效果，并同时兼顾桩的排列方式和数量等因素。

2. 考虑力系的最佳均衡状态。

桩群承重的合力点宜与竖向永久荷载合力作用点相同，以减轻偏心弯矩。在桩基承担水平应力时，应使基桩所受水平力和力矩的方向产生较大的抗弯截面模量，以提高桩基抵抗水平力的强度，并减轻桩基的倾斜变化。

3. 桩箱、桩筏基础的布置原则。

对于提高支柱承台的整体受力状态，尤其是减少支柱承台的整体最大弯矩、冲切力和剪切力，宜将桩布设在墙下和柱下，并相应削弱外围。

4. 框架-核心筒结构的布桩。

为了减少差异变形现象、优化反力分配、减少承台内力的作用，宜按变刚度调平原则布桩。也就是根据负荷的分配，作到局部均匀，并充分考虑相互作用对桩土强度的影响，以加强内核心柱构造和剪力墙分区，并削弱外框区。

5. 关于桩端持力层选用与进入持力层的深度要求。

桩端持力层是直接影响基桩整体强度的关键性因素，不但控制桩侧阻力也同时直接影响侧向摩擦力的发挥，所以选用较硬土质作为桩端持力层必不可少；然后，应确定从桩端深入持力层的深浅，并合理利用其硬度。至于深入持力层的深浅，除考虑受力特性之外，宜同成桩工艺可行性相结合。

6. 关于嵌岩桩的嵌岩深浅，原则上宜按计算结果决定，在估算中综合考虑反应了施工荷载、上覆的土壤、基石特性、桩直径、桩长度等各种因素。

三、桩基础的计算

(一) 单桩抗压承载力的确定

桩基础工程设计前期，设计人员必须依据地勘报告中提出的结构承受能力和有关物理性质技术指标，并依据与《建筑工程桩基技术标准》(JGJ94-2008)相关的计算结果公式，来测算单桩竖向强度的基本特征值。目前，对单桩竖向极限承载力测定中受土强度参数、成桩工艺、计算结果模型等不确定性因素的可信程度分析仍处在探讨阶段的情形下，对单桩竖向极限承载力仍以通过原位原型试验为最安全的鉴定方式，然后是通过使用与地质要求相似的试桩资源，和原位测试及端摩擦力、侧摩擦力和土的物理性质指数等的经验相关参数确认^[4]。单桩对竖向极限强度的判断，要抓住两点，一是以单桩静荷载试验为主要基础，二是要注

意综合评价的基本思想。由于静荷载试验一测量较少，二则在许多情形下如地下室土方还没有开挖，在设计前就作出完全和现实要求一致的试验不可能。所以，在整个产品设计过程中，都离不开综合评价。

(二) 考虑承台效应的情况

摩擦型群桩在竖向荷载作用下，随着桩土的相应移动，桩身与土对承台形成了一部分的竖向力，并作为桩基上横向式承重的一种方式而分担负荷，故称这个效应为承台效应。对于符合下列条件的桩基，宜考虑承台效应。

1. 上部构造强度大、体形较简单的建(构)筑物，因为它能适应很大的变形，承台所分担的负荷也很大；

2. 对差异适应性很强的排架结构和柔性建筑桩基，通过考虑承台效应的复合桩基而不致降低安全程度；

3. 按变刚度调平原则设计的核心柱外围框架柱桩基，通过适当提高结构下沉、减少基桩总体承载强度，可实现减少结构差异下沉、减少承台外围对基桩反作用力、减小承台弯距的目的；

4. 软土地区的减沉复合疏桩基础，并充分考虑承台效应后按复合桩基工程设计为该方案的核心内容。

不考虑承台效应的特殊条件：可液化土、湿陷性土壤、高灵敏度的不同区域、欠胶结土壤、新填筑物、沉桩等引起的孔隙水压力变化和土体膨胀等，在这种条件下承台提供的支撑力随时都可能消失。承台效应利用的好可以优化桩基础，减少造价，但是如果对于其各种前提条件，地基条件和影响因素不了解，可能会产生误用，因此还应结合当地经验为好^[5]。

(三) 桩基承载力的一些其它指标

1. 某些特殊的条件下还需要考虑单桩的负摩阻力，抗拔力，和水平承载力；

2. 当桩端有软弱下卧层时，还需要考虑下卧层的沉降验算；

3. 建筑桩基变形计算值应满足要求；

3. 水平位移值应满足要求。

(四) 桩身承载力和裂缝控制计算

1. 钢筋混凝土受压桩承载力计算，包括以下三方面^[6]。

1.1 纵向主筋的作用。由于轴向受力桩的承载力性质同上部构造梁相似，较柱的承载力要求比较有利的因素是由于桩周所受土的高度限制，侧向外力使轴向荷载随深度而下降，所以，桩身的受压承载力由桩顶下一定区段限制。纵向钢筋的配置，对长摩擦型桩和摩擦端承桩可沿深度变截面以及局部变截面而改变。纵向的主筋，在规定条件下也可作为桩身的受压强度而计入承载力。

1.2 箍筋的应用。箍筋不但起水平抗剪功能，更主要的是对混凝土结构起侧面制约与加强功能。

1.3成桩工艺系数。桩身混凝土的受压强度是桩身受压强度的主体组成部分，且其抗拉强度与截面变化均受成桩工艺的影响。

(五) 承台计算

1. 承台正截面受弯承载力计算，即根据弯矩计算受弯配筋
2. 承台受冲切计算，桩基承台厚度应满足柱（墙）对承台的冲切和基桩对承台的冲切的要求。
3. 承台受剪计算，柱（墙）下桩基承台，应分别对柱（墙）边、变阶处和形成的贯通承台的斜截面的受剪承载力进行验算。
4. 局部受压计算，对柱下桩基来说，当承台混凝土级别小于柱子下或桩的混凝土级别时，应验测量柱子下或桩上承台础的

局部受压强度。

5. 抗震验算。

四、结束语：

综上所述，桩基是整个建筑结构中最为基础的组成部分，其自身的承载力对于提高建筑物本身的安全性是极为重要的。设计人员在确定桩基承载力的过程中应充分考虑地勘报告的建议及结论，并结合当地的工程经验，这样才能够从根本上确保桩基础设计具有较高的质量。

参考文献：

- [1] 学位论文重庆大学2010，作者：熊银，篇名：《高层建筑桩筏基础共同作用分析与设计》
- [2] 书籍数据同济大学出版社2011-06-01，作者：顾祥林，篇名：《建筑混凝土结构设计》
- [3] 书籍数据武汉理工大学出版社2004-5-1，作者：朱永祥，篇名：《地基与基础（第2版）》
- [4] 书籍数据郑州大学出版社2012-09-02，作者：刘忠玉，篇名：《土力学及地基基础》
- [5] 学术期刊《安徽建筑》2018年1期，作者：覃银辉，篇名：《谈谈《基础工程》学习中的几个易混淆点》
- [6] 学术期刊《建筑工程技术与设计》2015年36期，作者：张建，篇名：《小议桩基础及其工艺发展动向》