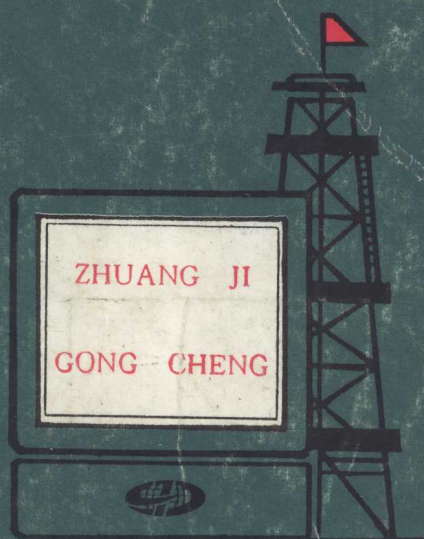


桩基工程

(第三版)

段新胜 顾湘 编著

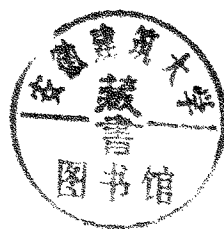


中国地质大学出版社

桩基工程

(第三版)

段新胜 顾湘 编著



中国地质大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

桩基工程/段新胜, 顾湘编著. —武汉: 中国地质大学出版社, 1998. 4
ISBN 7-5625-0950-6

I. 桩…

II. ①段…②顾…

III. 工程-桩基-施工

IV. TU 473.1

出版发行 中国地质大学出版社 (武汉市喻家山·邮政编码 430074)

责任编辑 刘先洲 责任校对 胡义珍

印 刷 武汉市皇冠彩印厂印刷

经 销 湖北省新华书店

开本 787×1092 1/16 印张 20 字数 500 千字

1994 年 8 月第 1 版 1995 年 5 月第 2 版 1998 年 4 月第 3 版

印数 10 001—15 000 定价: 28.00 元

内 容 提 要

《桩基工程》(第三版)对桩基的设计、施工、检测、施工预算四个方面的内容进行了较全面、系统介绍,该书反映了桩基工程方面的最新成果和最新的设计、施工、验收规范,既具有很强的实用性,又具有一定的理论性,既可作为大、中专教材和成人教育的培训教材,又可作为广大工程技术人员参考书。

前 言(第一版)

随着我国工程建设事业的蓬勃发展,在高层建筑、重型厂房、桥梁、港口码头、海上采油平台以及核电站等工程中大量采用桩基础,桩基已成为我国工程建设中最重要的一种基础型式,桩基工程造价通常占土建工程总造价的1/4以上,由于建设单位与施工单位要求降低工程造价,促进了桩基工程的设计理论、施工技术和质量检测方法的发展和完善。本书作者根据自己多年从事桩基工程教学、科研、生产成果,并广泛参阅了大量的文献资料,系统地介绍了桩基工程的基本理论、施工工艺和工程预算。全书主要包括四部分内容:一是桩基的设计,主要介绍桩基类型与选型,各种型式的单桩承载力及群桩承载力的计算;二是桩基施工,这是桩基工程的主要内容,介绍了预制桩、钻孔灌注桩、沉管灌注桩、夯扩灌注桩、爆扩灌注桩、地下连续墙、深层搅拌桩的施工方法;还系统地介绍了灌注桩混凝土的配制技术;三是桩基工程检测,主要介绍预留混凝土试件检验、抽芯验桩、超声波验桩和桩的动力测试等主要内容;四是桩基工程预算,这部分内容也是从事桩基工程施工与管理人员必须掌握的重要内容。

本书由段新胜和顾湘合编,具体分工如下:第一、二、四、五、六、八章由段新胜编写,第三、七、九章由顾湘编写。

由于作者的理论水平和实践经验有限,系统全面地介绍桩基工程的各个方面实属尝试,错误及不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

于中国地质大学汉

口岩土工程研究所

1994年5月

前 言 (第二版)

《桩基工程》(第一版)1994年8月出版后,收到不少读者来信,给予了很大鼓励,很多桩基工程设计、施工、检测单位将该书作为工程技术人员的参考书和继续工程教育教材,并希望进一步补充、完善、再版,以满足桩基工程不断发展的需要。

本书第二版除对桩基类型及选型、桩基承载力的确定等内容进一步系统化以外,重点补充了目前应用较广泛的夯扩桩的桩身构造设计,深层搅拌桩作为基坑开挖工程中的挡土防渗墙的施工设计,干冲碎石桩、高压旋喷桩、人工挖孔桩的设计、施工及质检等内容。本书第二版还结合新的建筑工程预算定额对桩基工程预算内容进行了全面修订,便于读者应用。

本书第二版的第一、二、四、五、六、八章及第七章的第六、七、八节的修订工作由段新胜负责,第三、九章及第七章的第一至第五节由顾湘修订。

在此,对给予支持、提供意见及资料的单位和同志们表示衷心感谢。

由于作者水平有限,虽然花了不少精力修改书稿,力求使其质量进一步提高,肯定还有很多缺点及不足之处,恳请读者批评指正。

作 者

于中国地质大学汉

口岩土工程研究所

1995年5月

前 言 (第三版)

《桩基工程》第二版自1995年8月出版以来,已有两年多了。在这两年多的时间内,桩基工程中的各种新技术、新方法、新工艺、新规范不断涌现,为了更全面地向广大读者介绍桩基工程方面的新成果,现编写出版了第三版。

本书再版编写的原则是:

1. 我国《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—94)已于1995年7月施行,本书介绍了该规范的内容,同时作了新、老规范的对比,以使读者在工作中参考使用时较为方便。

2. 本书包括了桩基工程设计、施工、检验、预算四个方面的内容,重点补充了桩基工程设计方面的内容,使该书包括的内容体系趋于完整,便于读者了解和掌握桩基工程全貌。

3. 本次再版编写时,为反映最新技术成果,对各章都进行了补充;在内容编排上,既考虑工程技术人员参考时的实用性,又考虑了该书作为教材时应符合教学规律性。

本书第三版第一、二、四、五、六、八章由段新胜编写,第三、七、九章由顾湘编写。全书由段新胜统稿。

与前两版一样,本书在编写过程中,得到了一些单位和同志的帮助,并引用了很多单位的成果和资料,一并在表表示衷心的感谢。限于作者水平,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

1997年12月

目 录

第一章 桩基类型与选型	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 基桩的分类	(2)
第三节 桩的选型及布置原则	(6)
第二章 桩基设计计算	(9)
第一节 单桩竖向抗压承载力	(9)
第二节 嵌岩灌注桩的承载力	(24)
第三节 抗拔桩的承载力	(27)
第四节 单桩沉降计算	(29)
第五节 群桩承载力与群桩沉降计算	(32)
第六节 桩基水平承载力与位移计算	(42)
第七节 桩承台	(48)
第八节 桩基设计计算例题	(55)
第三章 预制桩施工	(63)
第一节 桩的预制、起吊、运输与堆放	(64)
第二节 沉桩前的准备工作	(67)
第三节 锤击沉桩	(68)
第四节 静力压桩	(76)
第四章 灌注桩混凝土配合比设计	(85)
第一节 混凝土的原材料	(85)
第二节 对灌注桩混凝土的基本要求	(94)
第三节 灌注桩混凝土配合比设计	(96)
第五章 泥浆护壁成孔灌注桩成孔及成桩工艺	(103)
第一节 泥浆护壁成孔灌注桩施工组织设计与施工准备	(103)
第二节 正循环回转成孔	(114)
第三节 反循环成孔技术	(122)
第四节 潜水钻机成孔	(143)
第五节 冲抓成孔	(147)
第六节 泥浆护壁成孔灌注桩清孔工艺	(152)
第七节 钢筋笼的制作与吊放	(155)
第八节 灌注机具与灌注工艺	(159)
第九节 灌注事故的预防与处理	(168)
第六章 挤土灌注桩与干作业法非挤土灌注桩	(172)
第一节 沉管灌注桩	(172)
第二节 夯扩灌注桩	(172)

第三节	爆扩灌注桩（爆扩桩）	(195)
第四节	干作业螺旋钻孔灌注桩	(198)
第五节	人工挖（扩）孔灌注桩	(204)
第七章	桩、土复合地基	(212)
第一节	深层搅拌桩	(212)
第二节	干冲碎石桩	(226)
第三节	高压喷射注浆法（旋喷桩）	(234)
第八章	桩基工程检测与验收	(248)
第一节	预留混凝土试件检验与抽芯验桩	(248)
第二节	超声波验桩	(252)
第三节	基桩低应变动力检测	(258)
第四节	锤击贯入法	(271)
第五节	桩的竖向静载荷试验	(273)
第六节	桩基工程验收	(276)
第九章	桩基工程预算	(278)
第一节	桩基工程费用组成	(278)
第二节	桩基工程预算定额基价	(285)
第三节	桩基工程施工图预算的编制	(297)
第四节	桩基工程预算方法	(301)
主要参考文献		(309)

第一章 桩基类型与选型

第一节 概 述

一、桩基及其安全等级

桩基础简称桩基，是由基桩和连接于基桩桩顶的承台共同组成，承台与承台之间一般用承台梁相互联接，如图 1-1。若桩身全部埋入土中，承台底面与土体接触，则称为低承台桩基；当桩身上部露出地面而承台底面位于地面以上，则称为高承台桩基。若承台下只用一根桩（通常为大直径桩）来承受和传递上部结构（通常为柱）荷载，这样的桩基础称为单桩基础；承台下有 2 根及 2 根以上基桩组成的桩基础为群桩基础。

根据桩基损坏造成建筑物的破坏后果（危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响）的严重性，建筑桩基分为表 1-1 所示的三个安全等级。

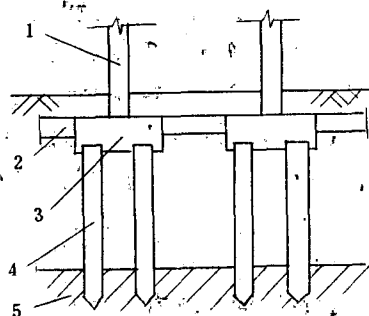


图 1-1 桩基础组成

1—柱；2—承台梁；3—承台；
4—基桩；5—桩基持力层

表 1-1 建筑桩基安全等级

安全等级	破坏后果	建 筑 物 类 型
一级	很严重	重要的工业与民用建筑；20 层以上的高层建筑；体型复杂的 14 层以上的高层建筑；单桩承受的荷载在 4 000 kN 以上的建筑物；对地基变形有特殊要求的工业建筑物
二级	严重	一般的工业与民用建筑物
三级	不严重	次要的建筑物

桩基础的作用是将上部结构的荷载，通过上部较软弱地层传递到深部较坚硬的、压缩性较小的土层或岩层。

在一般房屋基础工程中，桩基主要承受竖向荷载，但在河港、桥梁、高耸塔型建筑、近海钻采平台、支护结构以及抗震等工程中，桩基还需承受来自侧向的风力、波浪力、土压力和地震力等水平荷载。

基桩通过作用于桩尖（或称桩端、桩底）的地层阻力（或称桩端阻力）及作用于桩侧面的桩周土层的摩阻力（或称桩侧阻力）来支承竖向荷载，依靠桩侧土层的侧向阻力来支承水平荷载。

二、桩基承载力的影响因素

影响桩基承载力的因素甚多，主要有以下几方面：

(1) 桩身所穿越土层的强度、变形性质和应力特征。基桩的竖向承载力受桩身所穿越的全部土层的影响，而横向承载力主要受靠近地面的上部土层的影响。桩侧土层若处于欠固结状态，在后期固结过程中所产生的压缩变形可能对桩身产生负摩阻力。

(2) 桩端持力土层的强度和变形性质。桩端持力土层对竖向承载力的影响程度，随桩的长径比 (l/d) 的增大而减小，随桩土刚度比 (E_p/E_s) 的增大而提高，随持力土层与桩侧土层的刚度比 (E_s/E_s) 的增大而增大。

(3) 桩身与桩底的几何特征。桩身的比表面积 (侧表面积与体积之比, F_s/V_p) 愈大，桩侧摩阻力所提供的承载力就愈高。因此，为提高桩的竖向承载力，可将桩身截面做成如图 1-2 所示的三角形、六边形、环形、十字形、H 形等异形断面桩，或做成楔形、螺旋形、“糖葫芦”形等变断面桩。为提高桩端总阻力，常将桩端做成扩大头。桩身的横向刚度愈大，对于减小横向荷载下桩的位移和桩身内力的效果愈明显。因而，受横向荷载桩的桩身可做成如图 1-3 中所示的矩形、T 形、工字形、8 字形 (二圆桩相切)、十字形等异形桩，或将承受弯矩较大的上段做成如图 1-3 中所示的异形断面桩。

(4) 桩体材料强度。当桩端持力层的承载力很高时 (如砂卵石、基岩等)，桩体材料的强度可能制约桩的竖向承载力，因而合适的混凝土强度等级和配筋对于充分发挥桩端持力层的承载性能以及提高竖向承载力十分重要。对于承受横向荷载的桩，其承载力在很大程度上受桩体材料强度制约。因此，选择合适的混凝土强度等级和在受弯的桩段配置适量的钢筋，对提高其横向承载力同样十分重要。

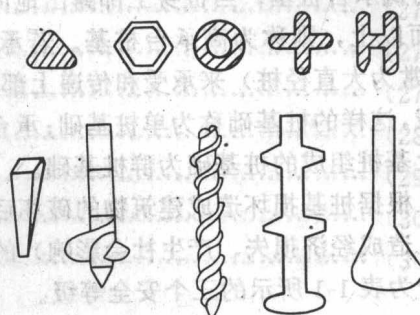


图 1-2 受竖向荷载的异形断面桩和变断面桩

(5) 群桩的几何参数。桩的排列、桩距、桩的长径比、桩长与承台宽度之比等几何参数对承台、桩、土的相互作用和群桩承载力影响较大，设计时上述几何参数应根据荷载、土质与土层分布、上部结构特点等进行综合分析，优化确定。

(6) 成桩方法。成桩方法和工艺对桩侧摩阻力和桩端阻力都有一定影响。非饱和土特别是粉土、砂土中的打入式桩，其侧摩阻力和端阻力将因沉桩挤土效应而提高。采用泥浆护壁成孔的灌注桩，因泥浆稠度过大而形成桩侧表面的“泥膏”会降低摩阻力；泥浆在孔底淤积过厚会导致端阻力明显降低。

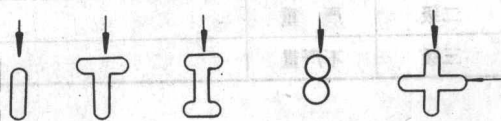


图 1-3 受横向荷载的异形桩断面

第二节 基桩的分类

群桩基础中的单桩称为基桩。基桩可按功能、荷载传递机理、截面形状、尺寸、材料、施工方法等进行分类。

一、按桩的使用功能分类

1. 竖向抗压桩

各类建筑物、构筑物的桩基础大都以承受竖向荷载为主，故基桩桩顶以轴向压力荷载为主，如图 1-4a 所示。

2. 竖向抗拔桩

水下建筑抗浮力桩基、牵缆桩基、输电塔和微波发射塔桩基等，其主要功能以抵抗拔力为主，故基桩桩顶以轴向拔力荷载为主，如图 1-4b。

3. 水平受荷桩

外荷载以力或力矩形式作用于与桩身轴线相垂直的方向（横向）时，为水平受荷桩或称为横向荷载桩，如图 1-4c、d。

4. 复合受荷桩

所受竖向、水平荷载均较大的基桩为复合受荷桩。

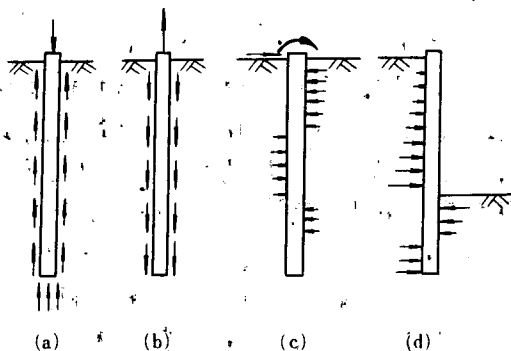


图 1-4 不同功能的桩

(a) 抗压桩；(b) 抗拔桩；(c) 横向荷载主动桩；
(d) 横向荷载被动桩

二、按承载性状分类

1. 竖向荷载桩

竖向荷载桩按承载性状可分为摩擦桩、端承摩擦桩、摩擦端承桩和端承桩四种，但有的文献或规范仅把竖向荷载桩简单地分为摩擦桩和端承桩两种，即从设计角度考虑，只考虑桩端承载力的桩为端承桩；即考虑桩端承载力又考虑桩身摩阻力的桩为摩擦桩。笔者认为从承载性状分析，《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—94)把竖向荷载桩分为上述四种类型比较合理。

桩顶作用的竖向荷载 Q 由桩侧摩阻力 Q_s 和桩端阻力 Q_p 承担，如图 1-5 所示，即

$$Q = Q_s + Q_p \text{ 或 } Q_u = Q_{su} + Q_{pu} \quad (1-1)$$

式中： Q_u ——桩的竖向极限荷载；

Q_{su} ——桩侧总极限摩阻力；

Q_{pu} ——桩端总极限端阻力。

摩擦桩是指在极限承载力状态下，竖向荷载主要由桩侧摩阻力承受，即 $Q_{su} \geq 0.9Q_u$ ；端承桩是指在极限承载力状态下，竖向荷载主要由桩端阻力承受，即 $Q_{pu} \geq 0.9Q_u$ ；端承摩擦桩和摩擦端承桩是介于摩擦桩和端承桩之间的中间桩型，竖向荷载由桩侧摩阻力和桩端阻力共同承受，只是对于端承摩擦桩而言， $Q_{su} > Q_{pu}$ ；对于摩擦端承桩而言， $Q_{su} \leq Q_{pu}$ 。

2. 横向荷载桩

(1) 主动桩。桩顶受横向荷载或力矩作用，桩身轴线偏离初始位置，桩身所受土压力是由于桩主动变位而产生的。风力、地震力、车辆制动力等作用下的建筑物基桩属于主动桩，如图 1-4c。

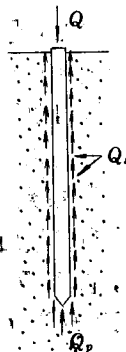


图 1-5 单桩的荷载传递

显然，在主动桩中，桩上的荷载是因，而它相对于土的变形或运动是果。

(2) 被动桩。沿桩身一定范围内承受侧向土压力，桩身轴线由于该土压力作用而偏离初始位置。深基坑支护桩、坡体抗滑桩、堤岸支护桩等均属于被动桩，如图 1-4 (d) 所示。显然，在被动桩中，土体运动是因，而它在桩身上引起的荷载是果。

三、按桩身材料分类

1. 木桩

木桩只适合于在地下水位以下地层中，因在这种条件下木桩能抵抗真菌的腐蚀而保持耐久性。当地下水位离地面深度较大时，可在地下水位以上部分以钢筋混凝土代之桩身，将其与下段木桩相联接。对于地下水位变化幅度大的地区不宜使用木桩。我国木材资源不中，因此工程实践中早已趋向于不采用木桩。

2. 钢桩

钢桩可根据荷载特征制作成各种有利于提高承载力的断面，如图 1-2 所示。管形和箱形断面桩的桩端常做成敞口式，以减小沉桩过程中的挤土效应。H 形钢桩沉桩过程的排土量较小，沉桩贯入性能好，此外 H 形桩的比表面积大，用于承受竖向荷载时能提供较大的摩阻力。为增大桩的摩阻力，还可在 H 型钢桩的翼缘或腹板上加焊钢板或型钢。对于承受横向荷载的钢桩，可根据弯矩沿桩身的变化情况局部加强其断面刚度和强度。用于工程基桩的钢桩主要是钢管桩和 H 形钢桩，钢管桩的分段长度一般不宜超过 12~15 m，常用截面尺寸见表 1-2。

表 1-2 钢管桩截面尺寸 (mm)

钢管桩截面外径尺寸	壁		厚	
400	9	12		
500	9	12	14	
600	9	12	14	16
700	9	12	14	16
800	9	12	14	16
900	12	14	16	18
1000	12	14	16	18

钢桩除具有上述断面可变及挤土效应小外，还具有抗冲击性能好、节头易于处理、运输方便、施工质量稳定等优点。钢桩的最大缺点是造价高，按我国价格，约相当于钢筋混凝土桩的 3~4 倍。按照当前国情，钢桩还只能在极少数深厚软土层上的高层建筑物或海洋石油钻采平台基础中使用。

3. 钢筋混凝土桩

钢筋混凝土桩的配筋率较低（除对于受水平荷载特别大的桩、抗拔桩和嵌岩端承桩应根据计算确定截面配筋率外，对于一般的灌注桩，截面配筋率为 0.20%~0.65%，预制桩 $\geq 0.8\%$ ，静压预制桩 $\geq 0.4\%$ ），而混凝土取材方便、价格便宜、耐久性好。钢筋混凝土桩既可预制又可现浇（灌注桩），还可采用预制与现浇组合，适用于各种地层，成桩直径和长度可变化范围大。因此，桩基工程中的绝大部分基桩是钢筋混凝土桩，现在桩基工程的主要研究对象和主要发展方向也是钢筋混凝土桩。

四、按成桩方法分类

按成桩方法可分为两大类：预制桩和灌注桩。

1. 预制桩

这里所指的预制桩是钢筋混凝土预制桩，主要有普通钢筋混凝土预制桩和预应力钢筋混凝土桩两大类。

(1) 普通钢筋混凝土预制桩。这是一种传统桩型，其截面多为方形（实心方形 $250 \times 250 \sim 550 \times 550$ mm）。这种桩宜在工厂预制，高温蒸气养护。蒸养可大大加速其强度增长，但动强度的增长速度较慢，因此蒸养后达到了设计强度的桩，一般仍需放置一个月左右待混凝土碳化后再使用。

(2) 预应力钢筋混凝土桩。对桩身主筋施加预拉应力（采用冷拉Ⅲ级、Ⅳ级钢筋，用先张法），混凝土受预压应力，从而提高起吊时桩身的抗弯能力和冲击沉桩时的抗拉能力，改善抗裂性能，节约钢材。

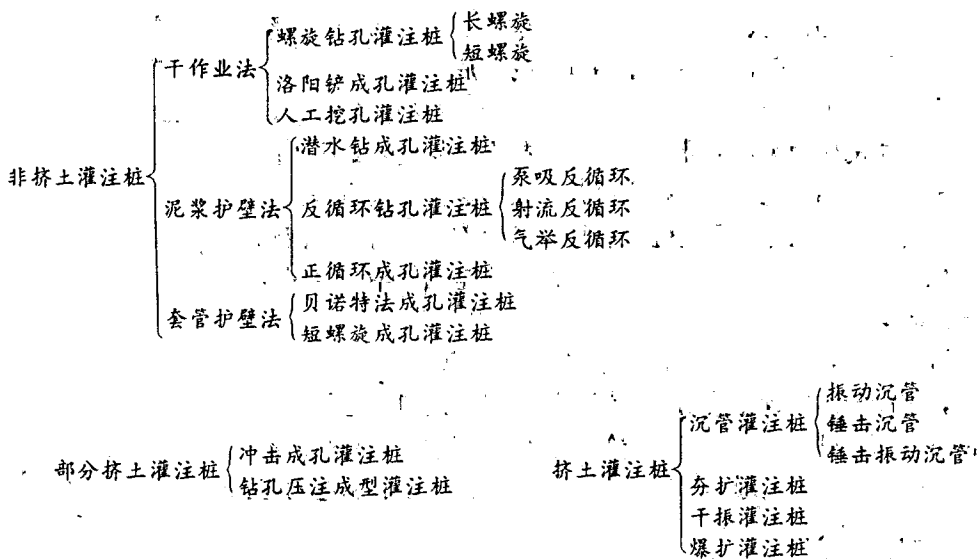
这种桩的制作方法有离心法和捣注法（可制成方形截面）两种。离心法一般制成环形断面。为了减少沉桩时的排土量和提高沉桩贯入能力，往往将空心预应力管桩桩端制成敞口式。

预应力管桩在我国多数采用室内离心成型、高压蒸养法生产。其混凝土强度等级可达 C60 ~ C80。规格有 $\phi 400$ mm、 $\phi 500$ mm、 $\phi 600$ mm 三种，管壁厚度分别为 90 mm、100 mm、130 mm，每节标准长度有 8 m、10 m，也可按需要确定节长。

2. 灌注桩

当前灌注桩在我国已形成多种成桩工艺，多类桩形，使用范围已扩大到土木工程的各个领域。从国际上的情况看，灌注桩正朝两个方向迅速发展，即大直径巨型桩和小直径（ $d \leq 250$ mm）微型桩。前者桩身直径大至 4 m，扩底直径达 9 m，其设计承载力，桩端支承于硬粘土层者高达 40 000 kN，并多采用一柱一桩。80 年代以来，随着高层建筑的迅速增多，大直径桩在我国建筑工程中已获得很大发展。微型桩则多用于地基的浅层处理，形成复合地基，或用于旧建筑基础的托换加固。微型桩在我国近年来也已开始发展起来。

灌注桩的成桩技术日新月异，就其成桩过程中桩、土的相互影响特点大体可分为三大基本类型：非挤土灌注桩、部分挤土灌注桩、挤土灌注桩。每一基本类型又包含多种成桩方法（工法），现粗略归纳如下：



五、按桩径大小分类

根据桩身设计直径 d 的大小可将桩分为小桩、中等直径桩和大直径桩：

1. 小桩： $d \leq 250 \text{ mm}$ ；
2. 中等直径桩： $250 \text{ mm} < d < 800 \text{ mm}$ ；
3. 大直径桩： $d \geq 800 \text{ mm}$ 。

第三节 桩的选型及布置原则

一、桩的选型原则

1. 考虑建筑物的性质与荷载

(1) 建筑物对不均匀沉降的敏感程度。对于重要的建筑物和对不均匀沉降敏感的建筑物，要选择成桩质量稳定性好的桩型，且应尽量使桩端进入较好的持力层，以减少桩基沉降。

(2) 建筑物的荷载大小。对于荷载大的高层建筑物，首先要考虑选择单桩承载力足够大的桩型，并在有限的平面范围内合理布置桩距、桩数。在有坚硬持力层的地区优先选用大直径桩；深厚软弱土层地区优先选用长摩擦桩。

(3) 荷载的性质。对于地震设防区或受其他动荷载的桩基，要考虑选用既能满足竖向承载力又有利于提高横向承载力的桩型，还应考虑动荷载可能对桩基的影响。

2. 考虑工程地质、水文地质条件

(1) 持力层的埋置深度与性质。对坚实持力层，当埋深较浅时，应优先采用端承桩（包括扩底桩）；当埋深较深时，则应根据单桩承载力的要求，选择恰当的长径比。持力层的土性也是桩型选择的重要依据，对于砂、砾层，采用挤土桩更为有利；当存在粉、细砂等夹层时，采用预制桩则应慎重，以免沉桩发生困难。

(2) 土层中的空穴和障碍物。土层中是否有古墓、土洞、孤石，基岩中是否有岩溶、破碎带等，对于选择桩型和成桩方法是重要的参考因素。

(3) 土层是否具有湿陷性、膨胀性。若为湿陷性黄土，为消除湿陷性，可考虑采用小桩距挤土桩；若为膨胀土，一般情况下可采用较长的扩底桩。

(4) 地下水位、地下水补给条件。地下水位与地下水补给条件，是选择桩的施工方法的主要因素。土体在水的作用下，成孔过程（主要指人工挖孔）是否可能产生管涌、砂涌等现象；对于低渗透性的饱和软土，采用挤土桩是否会引起挤土效应等，都应予周密考虑。

(5) 土层是否具有可液化、震沉性质。地震区上部土层若有可液化或震沉特性，则应考虑桩承受因液化、震沉产生的负摩擦力，使桩嵌入稳定土层中一定深度。

3. 考虑施工环境

(1) 与相邻建筑物、道路、地下管线、堤坝等的距离。挤土桩施工过程中引起的挤土、振动等次生效应，可能导致邻近建筑物的损坏，这是必须加以考虑的。如某大城市，在不采取设防措施条件下打预制桩，因损坏邻近建筑物所付的赔偿费比桩基础本身造价还高，还曾发生因挤土而折断煤气管道引起爆炸的事故等。由于打桩振动和引起的超孔隙水压力，可能导致坝体、陡坡产生滑动失稳。

(2) 施工现场的泥浆处理条件。采用泥浆护壁成孔时，要具备设置泥浆沉淀池的足够大的现场，若现场面积小，泥浆无法沉淀处理，则不能采用泥浆护壁法施工，因为泥浆不经处

理是不能直接排泄于下水道的。目前,我国尚不具备泥浆分离的成熟技术,若具备这种技术,则不受上述条件限制。

(3) 现场设备进出场和运转条件。成桩设备进出场和成孔成桩过程所需空间尺寸,与建筑物的净距等各有不同要求,选择成桩方法时必须予以考虑。

4. 考虑材料供应与施工技术条件

(1) 灌注桩所需砂、石料相对于预制桩要多,对于砂、石供应困难的大城市,采用灌注桩时要考虑这一因素。

(2) 预制桩的制作特别是预应力桩的制作,要求有一定的场地和设备,选择预制桩时应予考虑。

(3) 各种类型桩要求相应的施工设备和技术,选择成桩方法时不要盲目追求施工进度,忽视现实可能性。

5. 考虑经济指标、施工工期

(1) 不同类型桩的材料、人力、设备、能源等的消耗各有不同,应综合核算各项经济指标,包括单方混凝土所提供的承载力、单方混凝土的造价、三材消耗等。

(2) 施工工期。某些条件下,施工工期是经济效益和社会效益的主导制约因素,此时选择桩型和成桩方法时要优先考虑工期。

二、桩的布置原则与要求

1. 桩的中心距

桩的最小中心距应符合表 1-3 的规定。对于大面积群桩,尤其是挤土桩,桩的最小中心距宜按表 1-3 所列值适当加大。

表 1-3 桩的最小中心距

土类及成桩工艺		排数不少于 3 排且桩数不少于 9 根的摩擦型桩基	其 他 情 况
非挤土和部分挤土灌注桩		3.0d	2.5d
挤 土 灌注桩	穿越非饱和土	3.5d	3.0d
	穿越饱和软土	4.0d	3.5d
挤土预制桩		3.5d	3.0d
打入式敞口管桩和 H 型钢桩		3.5d	3.0d

注: d—圆桩直径或方桩边长。

扩底灌注桩除应符合表 1-3 的要求外,尚应满足表 1-4 的规定。

表 1-4 灌注桩扩底端最小中心距

成桩方法	钻、挖孔灌注桩	沉管扩孔灌注桩
最小中心距	1.5D 或 D+1m (当 D>2 m 时)	2.0D

注: D—扩大端设计直径。

2. 柱下独立基础的桩应采用对称布置,常采用三桩承台、四桩承台、六桩承台等。柱下条基及墙下条基,桩可采用一排或多排布置,多排布置时可采用行列式或交叉式(图 1-6)。整片基础下的桩也可采用行列式或交叉式布置。

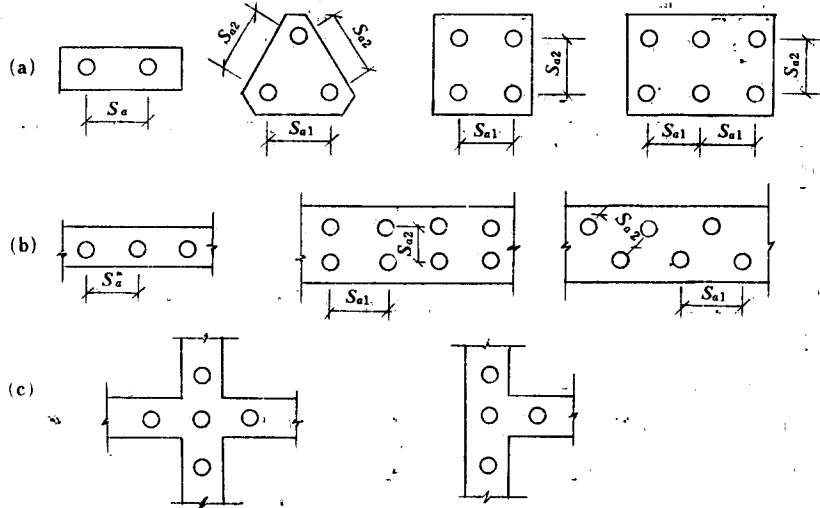


图 1-6 桩位布置

(a) 柱下桩基；(b) 条形桩基；(c) 纵横墙交接处

3. 排列基桩时，宜使群桩承载力合力点与长期荷载重心重合，并使桩基受水平力和力矩较大方向有较大的截面模量。

4. 对于桩箱基础，宜将桩布置于墙下；对于带梁（肋）桩筏基础，宜将桩布置于梁（肋）下；对于大直径桩宜采用一柱一桩。

5. 同一结构单元宜避免采用不同类型的桩。同一基础相邻桩的桩底标高差，对于非嵌岩端承型桩，不宜超过相邻桩的中心距；对于摩擦型桩，在相同土层中不宜超过桩长的 $1/10$ 。

6. 一般应选择较硬土层作为桩端持力层。桩端全断面进入持力层的深度，对于粘性土、粉土不宜小于 $2d$ ，砂土不宜小于 $1.5d$ ，碎石土类不宜小于 $1d$ 。当存在软弱下卧层时，桩基以下硬持力层厚度不宜小于 $4d$ 。