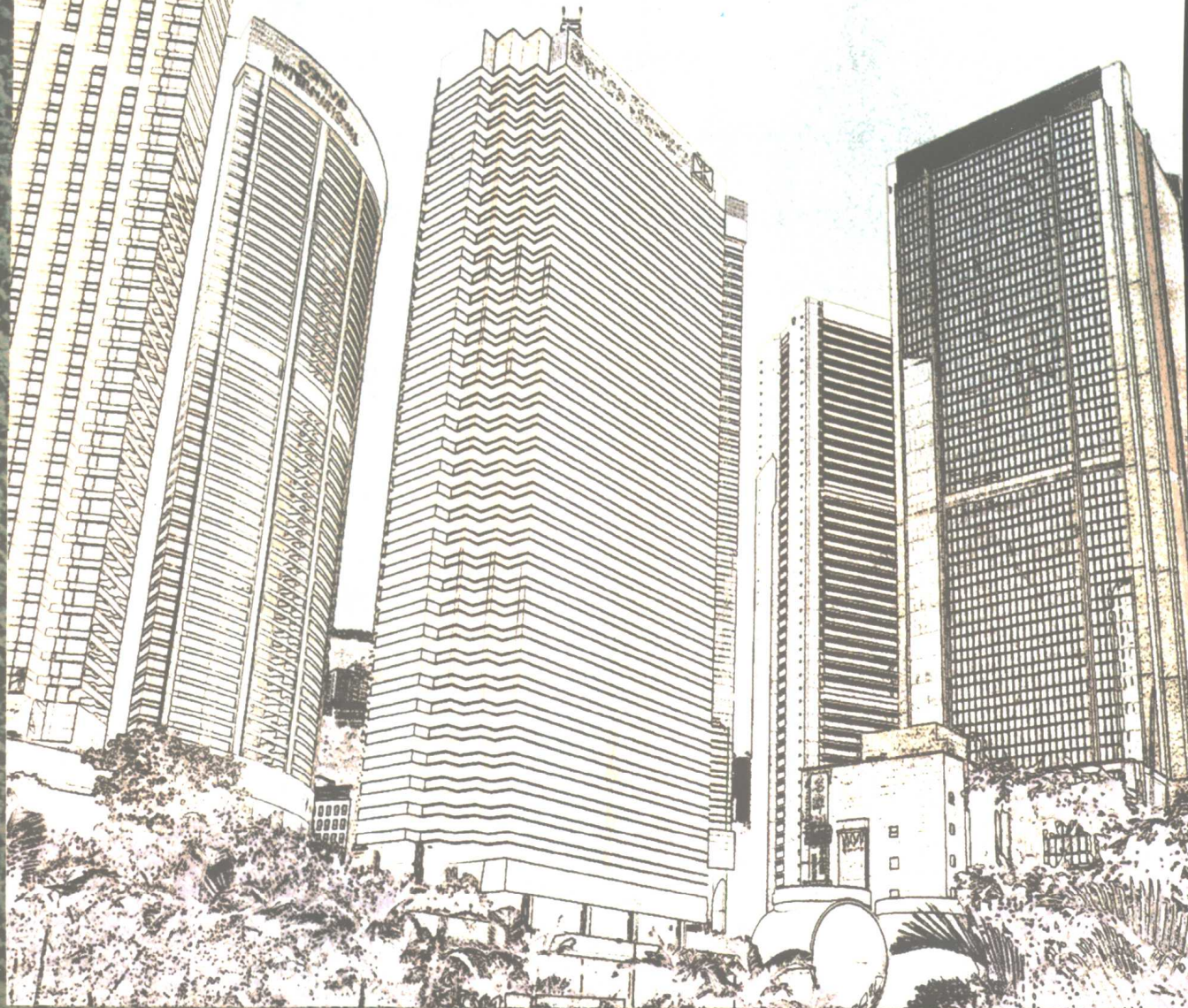


王广月 王盛桂 付志前 编著



地基基础 工程



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

地基基础工程

王广月 王盛桂 付志前 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书依据国家颁布的有关地基基础设计规范,系统地介绍了各类地基基础工程的设计计算方法。内容共分九章,主要包括:地基基础设计的基本原理、扩展基础、柱下条形基础、筏板基础、箱形基础、桩基、地基处理、地震区的地基基础和基坑工程。全书力求系统性、科学性和适用性相统一。为便于复习和自学,各章安排了大量例题、习题和思考题。

本书可作为高等学校土木工程专业、水电工程建筑专业的教材,也可作为大中专院校有关专业的教学参考书以及有关专业工程技术人员的技术参考书

图书在版编目 (CIP) 数据

地基基础工程/王广月,王盛桂,付志前编著. —北京:中国水利水电出版社, 2001

ISBN 7-5084-0221-9

I. 地… II. ①王…②王…③付… III. 地基-基础(工程)-高等学校-教材 IV. TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 039451 号

书 名	地基基础工程
作 者	王广月 王盛桂 付志前 编著
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092毫米 16开本 17.75印张 416千字
版 次	2001年10月第一版 2001年10月北京第一次印刷
印 数	0001—5600册
定 价	29.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

地基基础工程是阐述建筑物在设计 and 施工中有关地基和基础问题的学科。随着建筑事业的发展,所遇到的地基基础问题日益增多、日益复杂,如何经济合理地进行地基基础的设计与计算是一个复杂而又在实际工程中需要解决的问题。因此,本课程是高等院校土木建筑专业和工程技术人员必须掌握的一门现代科学。

本书是根据国家颁布的有关地基基础设计、桩基、箱形筏形基础、地基基础抗震和地基处理等规范和规程,并参照土木工程、水利水电建筑工程等专业的教学基本要求,结合作者多年的教学经验编写的。对各种地基基础设计方法作了尽可能通俗易懂的叙述,选配的例题注重实用,力求使初学者能准确地掌握、较好地理解。

本书由王广月、王盛桂、付志前编写。编写分工是:王广月编写第一、二、三、四、六、八章;王盛桂编写第五、七章;付志前编写第九章。全书由王广月修改定稿。

在编写过程中,参考和引用了许多专家、学者的一些著作、教材和资料,在此深表谢忱。

限于作者水平有限,书中难免有欠妥甚至错误之处,恳请读者和同行批评指正。

编者

2001年8月

目 录

前 言

第一章 地基基础设计的基本原理	1
第一节 概述	1
第二节 基础的类型	1
第三节 基础埋置深度的选择	5
第四节 地基基础的设计原则	10
第五节 地基承载力的确定	14
第六节 基础底面尺寸的确定	21
第七节 地基变形计算	27
第八节 地基稳定性验算	32
第九节 减少不均匀沉降危害的措施	34
第二章 扩展基础	41
第一节 无筋扩展基础	41
第二节 钢筋混凝土独立基础	43
第三节 墙下钢筋混凝土条形基础	52
第三章 柱下条形基础	56
第一节 概述	56
第二节 柱下条形基础的构造	57
第三节 简化计算法	58
第四节 弹簧地基上梁的计算	64
第五节 柱下十字交叉条形基础	80
第四章 筏板基础	88
第一节 概述	88
第二节 筏板基础设计内容	88
第三节 刚性板条法	90
第四节 倒楼盖法	95
第五节 地基—基础共同作用的计算方法	96
第五章 箱形基础	98
第一节 地基计算	98
第二节 箱形基础的结构设计与构造要求	102

第六章 桩基础	114
第一节 概述.....	114
第二节 单桩承载力的确定.....	119
第三节 桩基计算.....	136
第四节 承台的设计与计算.....	148
第五节 桩基础的设计步骤.....	152
第七章 地基处理	161
第一节 概述.....	161
第二节 地基处理方案的选择.....	164
第三节 换土垫层法.....	166
第四节 预压法.....	174
第五节 强夯法.....	180
第六节 振冲法.....	184
第七节 土或灰土挤密桩法.....	189
第八节 砂石桩法.....	190
第九节 深层搅拌法.....	193
第十节 高压喷射注浆法.....	197
第八章 地震区的地基基础	201
第一节 概述.....	201
第二节 建筑场地类别.....	203
第三节 地基土液化.....	205
第四节 地基基础抗震设计.....	207
第九章 基坑工程	213
第一节 概述.....	213
第二节 作用于支护结构上的荷载.....	218
第三节 悬臂式支护结构.....	235
第四节 单支点支护结构.....	251
第五节 多支点支护结构.....	255
第六节 基坑稳定性分析.....	262
第七节 深层搅拌桩支护.....	267
参考文献	275

第一章 地基基础设计的基本原理

第一节 概 述

地基基础设计是整个建筑物设计的一个重要组成部分。它与建筑物的安全和正常使用有着密切的关系。设计时,要考虑场地的工程地质和水文地质条件,同时也要考虑建筑物的使用要求,上部结构特点和施工条件等各种因素,使基础工程做到安全可靠、经济合理、技术先进和便于施工。

天然地基上的浅基础是工业与民用建筑中最常用的基础类型。当基础直接建造在未经加固的天然地层上时,称这种地基为天然地基;若天然地基很软弱,须先进行人工加固,再修建基础,称这种地基为人工地基。天然地基施工简单,造价较低,而人工地基一般比天然地基施工复杂,造价也高。因此在一般情况下,应尽量采用天然地基。

天然地基上的基础,按其埋置深度可分为浅基础和深基础。一般认为,埋置深度不超过 5 m 的称为浅基础。实际上浅基础与深基础没有一个明确的界限。对于大多数基础埋深较浅,可用比较简单的施工方法修建(例如用明挖法施工)的,属浅基础。埋置深的基础,若仍用明挖法施工,会产生基坑边坡支护、降低地下水位等问题,故一般要采用特殊的施工方法和设备修建,例如作成桩基、沉井、地下连续墙等类型基础,这些基础均称为深基础。

当进行天然地基上浅基础设计时,除了要保证基础本身有足够的强度和稳定性以支承上部结构的荷载外,同时要考虑地基的强度、稳定性及变形必须在容许范围内。因而基础设计又称为地基基础设计。满足上述要求的方案可能不止一个,这时只有根据技术经济指标以及施工条件等方面因素来进行比较,才能从中确定出最为合理的方案。

在设计地基基础时,一般要考虑下列几个因素:

- (1) 建造基础所用的材料及基础的结构型式。
- (2) 基础的埋置深度。
- (3) 地基土的承载力。
- (4) 基础的形状和布置,以及与相邻基础和地下构筑物、地下管道的关系。
- (5) 上部结构的类型、使用要求及其对不均匀沉降的敏感度。
- (6) 施工期限、施工方法及所需的施工设备等。
- (7) 在地震区,尚应考虑地基与基础的抗震。

第二节 基 础 的 类 型

一、按材料分类

基础按使用的材料可分为:砖基础、三合土基础、灰土基础、混凝土基础、毛石基础、

毛石混凝土基础和钢筋混凝土基础。下面分别加以介绍。

(一) 砖基础

砖基础具有就地取材、价格较低、施工简便的特点,在干燥和温暖的地区应用很广。砖基础的剖面为阶梯形,称为大放脚。每一阶梯挑出的长度为砖长的 $1/4$ (即 60 mm)。为保证基础外挑部分在基底反力作用下不至发生破坏,大放脚的砌法有两皮一收和二一间隔收两种。两皮一收是每砌两皮砖,收进 $1/4$ 砖长 (二一间隔收是砌两皮砖,收进 $1/4$ 砖长),再砌一皮砖,收进 $1/4$ 砖长,如此反复。在相同底宽的情况下,二一间隔收可减少基础高度,但为了保证基础的强度,底层需用两皮一收砌筑。

砖基础的强度及抗冻性较差,对砂浆与砖的强度等级,根据地区的潮湿程度和寒冷程度有不同的要求。详见《砌体结构设计规范》。

(二) 灰土基础

早在 1000 多年前,我国劳动人民就开始采用灰土作为基础材料,而且有不少完整地保存到现在。灰土是石灰和粘性土混合而成。石灰以块状生石灰为宜,经消化 1~2 天后,经 5~10mm 筛子筛后使用。土料一般以粉质粘土为宜,若用粘土则应采取相应措施,使其达到松散程度。土在使用前也应过筛 (10~20 mm 的筛孔)。石灰和土的体积比一般为 3:7 或 2:8。拌和均匀,并加适量的水分层夯实,每层虚铺 22~25cm,夯至 15cm 为一步;一般可铺 2~3 步。夯实后其最小干密度:粉土 1.55 t/m^3 ,粉质粘土 1.50 t/m^3 ,粘土 1.45 t/m^3 。灰土基础适用于地下水位较低、五层及五层以下的混合结构房屋和墙承重的轻型工业厂房。

(三) 三合土基础

在我国南方地区,常用三合土基础,其体积比一般为 1:2:4 或 1:3:6 (石灰:砂子:骨料),每层虚铺 22 cm,夯至 15 cm。三合土的强度与骨料有关:矿渣最好,因其具有水硬性;碎砖次之,碎石及河卵石因不易夯打结实质量较差。三合土基础一般多用于地下水位较低的四层和四层以下的民用建筑工程中。

(四) 毛石基础

毛石基础是用强度较高而未风化的毛石砌筑。为了保证锁结力,每一阶梯宜用三排或三排以上的毛石 (见图 1-1)。由于毛石尺寸较大,毛石基础的宽度及台阶高度不得小于 400 mm。

(五) 混凝土和毛石混凝土基础

混凝土基础的强度、耐久性、抗冻性都很好。当荷载较大或位于地下水位以下时,常用混凝土基础。阶梯高度一般不得小于 300 mm。混凝土基础水泥用量较大,造价也比砖、石基础高。如基础体积较大,为了节约混凝土用量,在浇灌混凝土时,可掺入少于基础体积 30% 的毛石,做成毛石混凝土基础。

(六) 钢筋混凝土基础

钢筋混凝土基础强度大,具有良好的抗弯性能,在相同

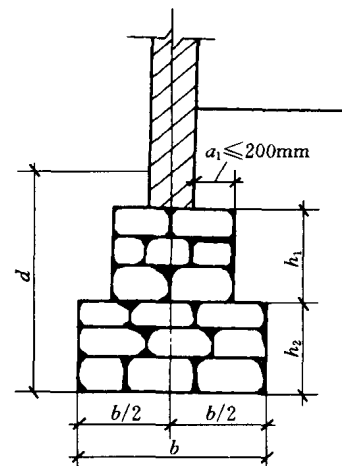


图 1-1 毛石基础

条件下，基础较薄。如建筑物的荷载较大或土质较软弱时，常采用这类基础。

凡基础遇到有侵蚀性地下水时，对混凝土的成分要严加选择，否则，就可能影响基础的耐久性（如可采用矿渣水泥或火山灰水泥拌制混凝土）。

二、按构造分类

基础的构造类型与上部结构特点、荷载大小和地质条件有关。可分为以下几种类型。

(一) 单独基础

1. 柱下单独基础

单独基础是柱子基础的主要类型。它所用材料依柱的材料和荷载大小而定，常采用砖、石、混凝土和钢筋混凝土等。

现浇柱下钢筋混凝土基础的截面可做成阶梯形 [见图 1-2 (a)] 或锥形 [见图 1-2 (b)]。预制柱下的基础一般做成杯形基础 [见图 1-2 (c)]，等柱子插入杯口后，将柱子临时支撑，然后用强度等级 C20 的细石混凝土将柱周围的缝隙填实。

2. 墙下单独基础

墙下单独基础是当上层土质松散，而在不深处有较好的土层时，为了节约基础材料和减少开挖土方量而采用的一种基础形式，如图 1-3 所示。砖墙砌在单独基础上边的钢筋混凝土过梁上。过梁的跨度一般为 3~5 m。

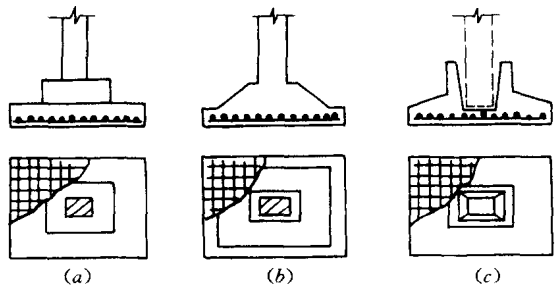


图 1-2 柱下单独基础

(a) 阶梯形基础；(b) 锥形基础；(c) 杯形基础

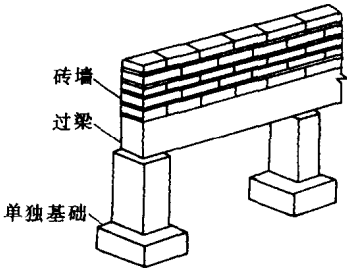


图 1-3 墙下单独基础

(二) 条形基础

条形基础是指基础长度远大于其宽度的一种基础形式。按上部结构形式，可分为墙下条形基础和柱下条形基础。

1. 墙下条形基础

条形基础是承重墙基础的主要形式，常用砖、毛石、三合土或灰土建造。当上部结构荷载较大而土质较差时，可采用混凝土或钢筋混凝土建造，墙下钢筋混凝土条形基础一般做成无肋式 [见图 1-4 (a)]；如地基在水平方向上压缩性不均匀，为了增加基础的整体性，减少不均匀沉降，也可做成肋式的条形基础 [见图 1-4 (b)]。

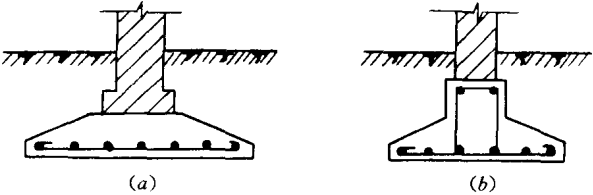


图 1-4 墙下钢筋混凝土条形基础

(a) 无肋式；(b) 有肋式

2. 柱下钢筋混凝土条形基础

当地基软弱而荷载较大时,若采用柱下单独基础,底面积必然很大,因而互相接近。为增强基础的整体性并方便施工,可将同一排的柱基础连通做成钢筋混凝土条形基础如图 1-5 所示。

(三) 柱下十字交叉基础

荷载较大的高层建筑,如土质较弱,为了增强基础的整体刚度,减少不均匀沉降,可在柱网下纵横两方向设置钢筋混凝土条形基础,形成如图 1-6 所示的十字交叉基础。

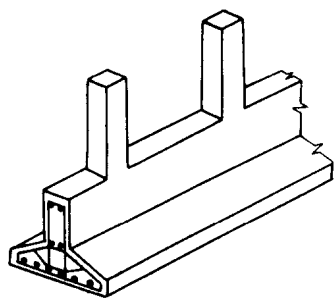


图 1-5 柱下条形基础

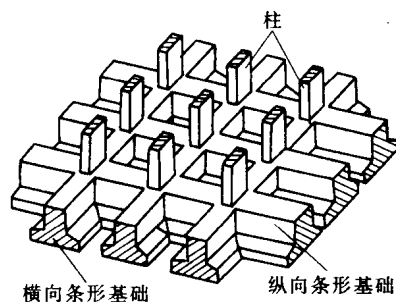


图 1-6 柱下十字交叉基础

(四) 筏板基础

如地基基础软弱而荷载又很大,采用十字形基础仍不能满足要求或相邻基槽距离很小时,可用钢筋混凝土做成整块的筏板基础,如图 1-7 所示。按构造不同它可分为平板式和梁板式

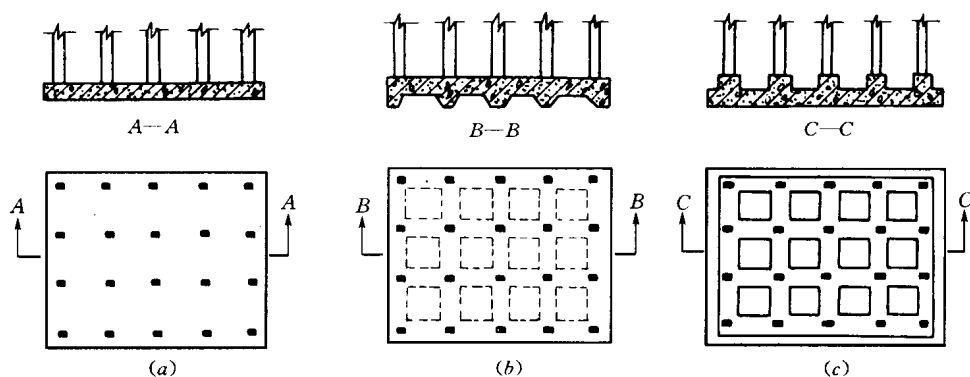


图 1-7 筏板基础

(a) 平板式; (b)、(c) 梁板式

板式两类。平板式是在地基上做一块钢筋混凝土底板,柱子直接支承在底板上如图 1-7 (a) 所示。梁板式按梁板的位置不同又可分为两类:图 1-7 (b) 所示为在底板上做梁,柱子支承在梁上;图 1-7 (c) 所示是将梁放在底板的下方,底板上面平整,可作建筑物底层底面。

(五) 箱形基础

为了使基础具有更大的刚度,大大减少建筑物的相对弯矩,可将基础做成由顶板、底

板及若干纵横隔墙组成的箱形基础，如图 1-8 所示。它是筏板基础的进一步发展。一般都是由钢筋混凝土建造，基础顶板和底板之间的空间可以作为地下室。它的主要特点是刚性大，而且挖去很多土，减少了基础底面的附加应力，因而适用于地基软弱土层厚、荷载大和建筑面积不太大的一些重要建筑物。目前高层建筑中多采用箱形基础。

以上对于较常见的各种基础形式作了概括的介绍。实践中还会遇到一些浅基础型式，如壳体基础、圆板、圆环基础等。

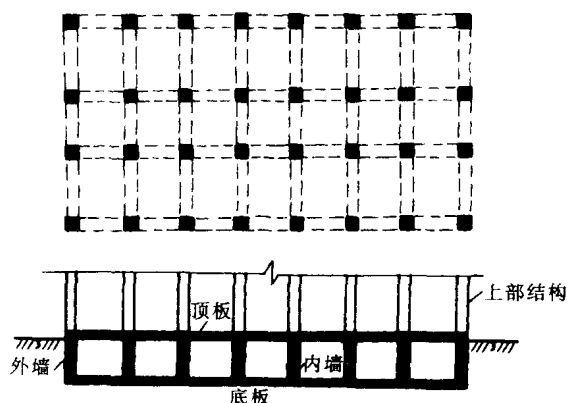


图 1-8 箱形基础

第三节 基础埋置深度的选择

基础埋置深度（简称埋深）是指设计地面到基础底面的深度。为了保证基础安全，同时减少基础的尺寸，要尽量把基础放在良好的土层上。但基础埋置过深，不但施工不便，且会提高基础造价，因此应根据实际情况选择一个合理的埋置深度。原则是在保证安全可靠的前提下，尽量浅埋，但不应浅于 0.5 m，因为靠近地表的土体，一般受气候变化的影响较大，性质不稳定，且又是生物活动、生长的场所，故一般不宜作为地基的持力层。基础顶面应低于设计地面 100 mm 以上，避免基础外露，遭受外界破坏。

影响基础埋置深度的因素很多，其中最主要的有下述三个方面。

一、地基的地质条件及地下水的影响

直接支承基础的土层称为持力层，其下的各土层称为下卧层。为了保证建筑物的安全，必须根据荷载的大小和性质给基础选择可靠的持力层。当上层土的承载力大于下层土时，一般取上层土作持力层，以减少基础的埋深。当上层土的承载力低于下层土时，如取下层土为持力层，所需的基础底面积较小，但埋深较大；若取上层土为持力层，情况恰相反。哪一种方案较好，有时要从施工难易、材料用量等方面作方案比较后才能肯定。当基础存在软弱下卧层时，基础宜尽量浅埋，以便加大基底至软弱层的距离，以减少由基底传至软弱下卧层的应力，使其承载力满足要求。

在选择埋深时，还要从减少地基不均匀沉降的角度来考虑，例如当土层的分布明显不均匀或各部位荷载轻重差别很大时，同一建筑物的基础可采用不同的埋深来调整不均匀沉降量。

地下水位一般随季节而升降，正常的季节性水位变化对基础影响不大，但考虑到便于施工，基础的埋深不宜太多地低于基础施工期的地下水位；如不能避免时，施工时应考虑采取基坑排水、坑壁围护以及保护地基土不受扰动等措施；当地下水对基础材料有侵蚀性时，还应考虑采取防止侵蚀的措施。

如果持力层为粘土等隔水层，而其下存在承压地下水时，为了避免在开挖基坑时隔水层被承压水冲破，坑底隔水层的自重须大于水的承压力，此时，埋深应符合图 1-9 所示的要求。

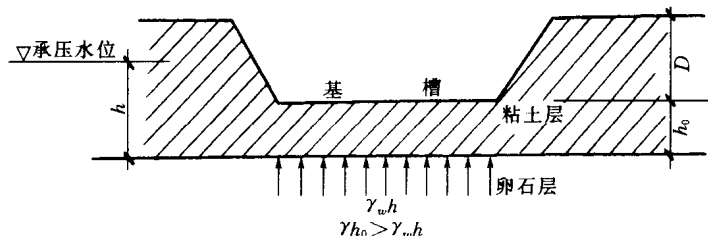


图 1-9 坑底不会被承压水冲破的条件

二、基础上部荷载大小及性质的影响

由于高层建筑荷载大，且又承受风力和地震力等水平荷载，此时一般埋深应不少于 $1/12 \sim 1/8$ 的地面以上建筑物高度，这样才保证建筑物的稳定性；对水塔和烟囱等高耸构筑物也需有足够的埋深以满足抗倾覆稳定性要求。

对于承受拉力或上拔力的构筑物基础，如高压输电塔的基础，则必须有较大的埋深以保证所需的抗拔阻力。

三、相邻建筑物基础埋深的影响

为保证相邻原有房屋在施工期间的安全和正常使用，拟建建筑物基础一般设计埋深应浅于或等于相邻原有建筑物基础埋深。当必须深于原有建筑物基础时，为不影响原有建筑物的安全，则两基础之间的净距离应不少于它们底面高差的 $1 \sim 2$ 倍，即 $L \geq (1 \sim 2) \Delta H$ 。如图 1-10 所示。如不能满足这一要求时，必须采取相应的施工措施，如分段开挖、设置临时板桩支撑，采用地下连续墙、或对原有建筑物的基础或地基采用托换技术等措施。

四、季节性冻土的影响

当地基土的温度处于负温时，其中含有冰的各种土称为冻土。凡冬季冻结、夏季融化的土层称为季节冻土。而冻结状态持续三年以上的土层称为多年冻土。

地基土产生冻胀的三个主要因素是：水分、土质和负温度。水分由下部土体向冻结锋面聚集的重分布现象，称为水分迁移。迁移的结果在冻结面上形成了冰夹层和冰透镜体，凡导致冰层膨胀和地表隆起的现象，称为冻胀。由此而产生的冻胀力可使基础上抬。当冻土

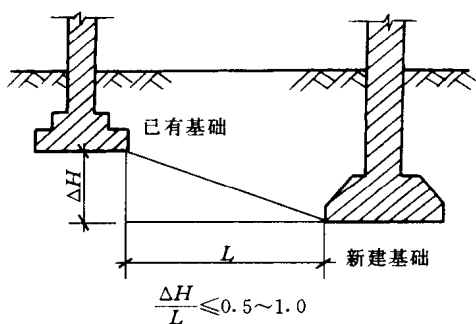


图 1-10 相邻基础的埋深

融化后，土处于饱和状态，地基土强度降低并引起沉陷，这种现象称为融陷。土的含水量越大（超过起始冻胀含水量），地下水位越高（在毛细管上升高度内），负温持续时间越长，则越有利于聚冰和水分迁移。水分迁移通常发生在细粒土中，对粉质粘土最为强烈，其冻胀率最大，因它有足够的表面能，又有使迁移水流畅通的渗透性。粗粒土虽有很大的孔隙，但形成不了毛细管，且表面能小，一般不产生水分迁

移。土在冻结锋面处的负温越大，越利于水分迁移；冻结速度越慢，迁移的水量越多，冻胀也越强烈。融陷是导致建筑物墙面开裂的主要原因，这是因为建筑物范围内各处土冻结随时间发展过程和融化过程的不平衡所造成。根据冻胀对建筑物危害的程度，《地基基础规范》将地基土的冻胀性分为不冻胀、弱冻胀、冻胀、强冻胀和特强冻胀五类。见表 1-1。

表 1-1 地基土的冻胀分类

土的名称	冻前天然含水量 w (%)	冻结期间地下水位 距冻结面的最小距离 h_w (m)	平均冻胀率 η	冻胀等级	冻胀类别
碎(卵)石, 砾, 粗、中砂 (粒径小于 0.075 mm 颗粒含量大于 15%), 细砂 (粒径小于 0.075 mm 颗粒含量大于 10%)	$w \leq 12$	> 1.0	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
		≤ 1.0	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
	$12 < w \leq 18$	> 1.0			
		≤ 1.0	$3.5 < \eta \leq 6$	III	冻 胀
	$w > 18$	> 0.5			
		≤ 0.5	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
粉 砂	$w \leq 14$	> 1.0	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
		≤ 1.0	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
	$14 < w \leq 19$	> 1.0			
		≤ 1.0	$3.5 < \eta \leq 6$	III	冻 胀
	$19 < w \leq 23$	> 1.0			
		≤ 1.0	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
粉 土	$w > 23$	不考虑	$\eta > 12$	V	特强冻胀
	$w \leq 19$	> 1.5	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
		≤ 1.5	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
	$19 < w \leq 22$	> 1.5			
		≤ 1.5	$3.5 < \eta \leq 6$	III	冻 胀
	$22 < w \leq 26$	> 1.5			
≤ 1.5		$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀	
$26 < w \leq 30$	> 1.5				
	≤ 1.5	$\eta > 12$	V	特强冻胀	
$w > 30$	不考虑				
粘性土	$w \leq w_p + 2$	> 2.0	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
		≤ 2.0	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
	$w_p + 2 < w \leq w_p + 5$	> 2.0			
		≤ 2.0	$3.5 < \eta \leq 6$	III	冻 胀
	$w_p + 5 < w \leq w_p + 9$	> 2.0			
		≤ 2.0	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
	$w_p + 9 < w \leq w_p + 15$	> 2.0			
		≤ 2.0	$\eta > 12$	V	特强冻胀
$w > w_p + 15$	不考虑				

- 注 1. w_p 为塑限含水量 (%); w 为冻前天然含水量在冻层内的平均值。
 2. 盐渍化冻土不在表列。
 3. 塑性指数大于 22 时, 冻胀等级降低一级。
 4. 粒径小于 0.005 mm 的颗粒含量大于 60% 时, 为不冻胀土。
 5. 碎石类土当充填物大于全部质量的 40% 时, 其冻胀性按充填物土的类别判断。
 6. 碎石土、砾砂、粗砂、中砂 (粒径小于 0.075 mm 颗粒含量不大于 15%), 细砂 (粒径小于 0.075 mm 颗粒含量不大于 10%) 均按不冻胀考虑。

在选择基础的埋置深度时，对不冻土，可不考虑冻结深度的影响；对于弱冻胀土、冻胀、强冻胀土和特强冻胀土，基础的最小埋深 $d_{\min}$ 可由下式确定：

$$d_{\min} = Z_d - h_{\max} \quad (1-1)$$

$$Z_d = Z_0 \psi_{zs} \psi_{zw} \psi_{ze} \quad (1-2)$$

以上式中 $h_{\max}$ ——基础底面下允许出现冻土层的最大厚度，m；可按表 1-2 查取；

Z_d ——设计冻深， $Z_d = h' - \Delta Z$ ，m；

ΔZ ——地表冻胀量，m；

Z_0 ——标准冻深，m；系采用在地表平坦、裸露、城市之外的空旷场地中不少于 10 年实测最大冻深的平均值，当无实测资料时，可按图 1-11 采用；

ψ_{zs} ——土的岩性对冻深的影响系数，m；按表 1-3 选用；

ψ_{zw} ——土的冻胀性对冻深的影响系数，按表 1-4 选用；

ψ_{ze} ——环境对冻深的影响系数，按表 1-5 选用。

当有充分依据时，基底允许冻土深度也可根据当地经验确定。

表 1-2 建筑基底允许冻土层最大厚度 $h_{\max}$ 单位：m

冻胀性	基础形式	采暖情况	基 底 平 均 压 力 (kPa)						
			90	110	130	150	170	190	210
弱冻胀土	方形基础	采 暖	—	0.94	0.99	1.04	1.11	1.15	1.20
		不采暖	—	0.78	0.84	0.91	0.97	1.04	1.10
	条形基础	采 暖	—	>2.50	>2.50	>2.50	>2.50	>2.50	>2.50
		不采暖	—	2.20	2.50	>2.50	>2.50	>2.50	>2.50
冻胀土	方形基础	采 暖	—	0.64	0.70	0.75	0.81	0.86	—
		不采暖	—	0.55	0.60	0.65	0.69	0.74	—
	条形基础	采 暖	—	1.55	1.79	2.03	2.26	2.50	—
		不采暖	—	1.15	1.35	1.55	1.75	1.95	—
强冻胀土	方形基础	采 暖	—	0.42	0.47	0.51	0.56	—	—
		不采暖	—	0.36	0.40	0.43	0.47	—	—
	条形基础	采 暖	—	0.74	0.88	1.00	1.13	—	—
		不采暖	—	0.56	0.66	0.75	0.84	—	—
特强冻胀土	方形基础	采 暖	0.30	0.34	0.38	0.41	—	—	—
		不采暖	0.24	0.27	0.31	0.34	—	—	—
	条形基础	采 暖	0.43	0.52	0.61	0.70	—	—	—
		不采暖	0.33	0.40	0.47	0.53	—	—	—

- 注 1. 本表只计算法向冻胀力，如果基侧存在切向冻胀力，应采取防切向力措施。
 2. 基础宽度小于 6 m 时不适用，矩形基础取短边尺寸按方形基础计算。
 3. 表中数据不适用于淤泥、淤泥质土和欠固结土。
 4. 表中基底平均压力数值为永久荷载标准值乘以 0.9，可以内插。

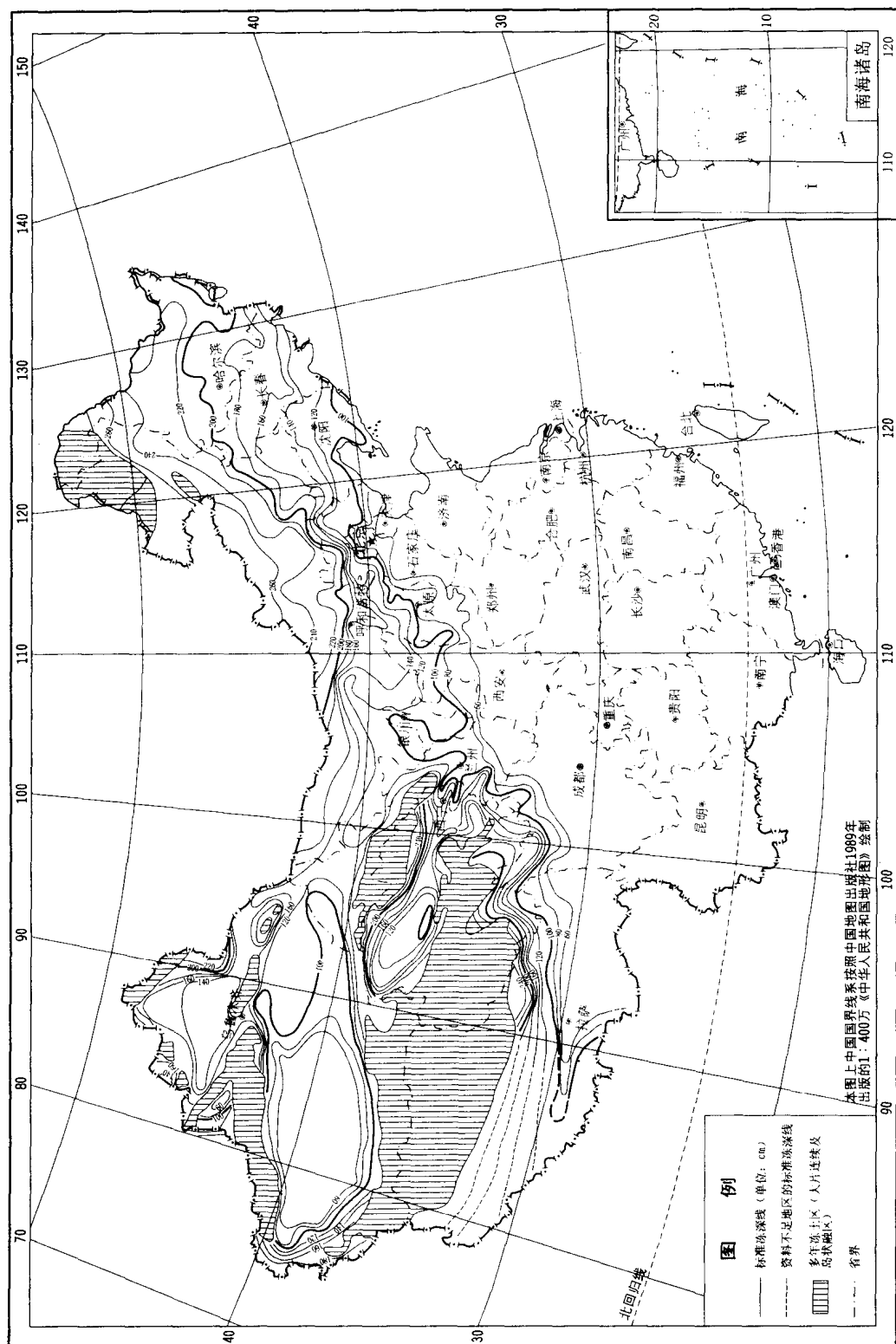


表 1-3

土的岩性对冻深的影响系数

土的岩性	ψ_{zs}	土的岩性	ψ_{zs}
粘性土	1.00	中、粗、砾砂	1.30
细砂、粉砂、粉土	1.20	大块碎石土	1.40

表 1-4 土的冻胀性对冻深的影响系数

冻胀性	ψ_{zu}
不冻胀	1.00
弱冻胀	0.95
冻胀	0.90
强冻胀	0.85
特强冻胀	0.80

表 1-5 环境对冻深的影响系数

周围环境	ψ_{ze}
村、镇、旷野	1.00
城市近郊	0.95
城市市区	0.90

注 环境影响系数一项,当城市市区人口为 20 万~50 万时,按城市近郊取值;当城市市区人口大于 50 万小于或等于 100 万时,只计入市区影响;当城市市区人口超过 100 万时,除计入市区影响外,尚应考虑 5 km 以内的郊区近郊影响系数。

第四节 地基基础的设计原则

一、一般要求

建筑物地基承受上部结构及基础传来的全部荷载。因此,地基计算的基本原则应从保证上部结构的安全性、适用性和耐久性来考虑。实践和理论分析表明,为了保证上部结构的承载力和正常使用,地基计算应按下列要求进行。

1. 按承载力计算

在进行地基承载力计算时,传至基础底面上的荷载效应应按正常使用极限状态标准组合,有关土体自重的计算,均采用实际重力密度。

地基承载力计算应满足下列条件:

(1) 中心受压基础:

$$p_k \leq f_a \quad (1-3)$$

式中 p_k ——基础底面处的平均压力标准值, kPa;

f_a ——修正后的地基承载力特征值, kPa。

(2) 偏心受压基础。除符合式 (1-3) 要求外,尚应符合式 (1-4) 要求:

$$p_{k\max} \leq 1.2f_a \quad (1-4)$$

式中 $p_{k\max}$ ——基础底面边缘的最大压力标准值, kPa。

2. 按变形计算

地基在建筑物荷载作用下要产生变形,变形过大会危及建筑物的安全。为了防止出现这种情况,地基尚应按变形计算,即满足下列条件:

$$s \leq w \quad (1-5)$$

式中 s ——地基变形值, m;

w ——地基允许变形值。

计算地基变形时，传至基础底面上的荷载效应按正常使用极限状态准永久组合。风荷载及地震作用均不参加组合。

3. 按稳定性计算

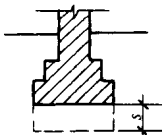
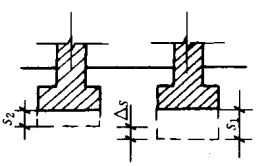
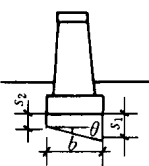
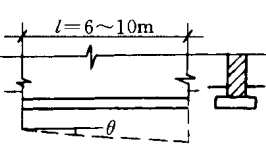
对经常承受水平荷载的高层建筑和高耸结构，以及建造在斜坡上的建筑物和构筑物，应验算其稳定性。

二、地基变形的分类

由于不同类型的建筑物，对地基变形的适应性是不同的。因此，应用式（1-5）计算地基变形时，要考虑不同建筑物采用不同的地基变形特征来进行比较与控制。

GBJ7—89《建筑地基基础设计规范》将地基变形依其特征分为四种类型，见表 1-6。

表 1-6 地基变形的类型

地基变形类型	特征	图例	计算方法	在什么情况下进行该项计算
沉降量	基础中心的沉降量		基础中心点沉降量计算方法	(1) 主要用于地基比较均匀的单层排架结构柱基。在满足容许沉降量后可不再验算相邻柱基的沉降差； (2) 在决定工艺上考虑沉降所预留建筑物有关部分之净空、连接方法和施工顺序时也必须用到沉降量。此时往往需要分别预估施工期间和使用期间的地基变形值
沉降差	相邻两个单独基沉降量的差		$\Delta s = s_1 - s_2$	(1) 控制地基不均匀，荷载差异大时框架结构及单层排架结构的相邻柱基沉降差； (2) 相邻结构物影响存在时； (3) 在原有基础附近堆积重物时； (4) 当必须考虑在使用过程中结构物本身与之有联系部分的标高变动时
倾斜	单独基础在倾斜方向两端点的沉降差与其距离的比值		$\tan \theta = \frac{s_1 - s_2}{b}$	对有较大偏心荷载的基础和高耸构筑物基础，其地基不均匀或附近堆有地面荷载时，要验算倾斜。在地基比较均匀且无相邻荷载影响时，高耸构筑物的沉降量在满足容许沉降量后，可不验算倾斜值
局部倾斜	砖石承重结构沿纵墙 6~10 m 内两点的沉降差与其距离的比值		$\tan \theta = \frac{s_1 - s_2}{l}$	一般承重墙房屋（如墙下条形基础）。距离 l 可根据具体建筑物情况，如横隔墙的间距而定。一般应将沉降计算点选择在地基不均匀、荷载相差很大或体型复杂的局部段落的纵横墙交点处