

南京工程学院教案【封面】

任课系部： 建筑工程学院

授课时间：2010-2011-2

课程名称	基础工程 A	课程编号	0807314011		
专业	土木工程	班级	工管 081、监理 081		
课程类别	必修课	公共基础课 ☐ ；专业基础课 ☒ ；专业课 ☐			
	选修课	限选课 ☐ ； 任选课 ☐ ； 公选课 ☐			
总学时数	40	学分数	3	考核方式	考试 ☒ ；考查 ☐
学时分配	课堂讲授 40 学时； 实践课 0 学时				
教材名称	基础工程	作者	华南理工等	出版社及 出版时间	中国建筑工业出 版社 2008
指定 参考书	基础工程复习与 习题全解 土力学地基与基 础疑难释疑 基础工程设计与 地基处理 土力学及地基基 础学习指导 基础工程设计原 理 基础工程施工	作者	袁聚云等 赵明华 左名麟 李大望 袁聚云等 丁宪良	出版社及 出版时间	同济大学出版社 2005 中国建筑工业出 版社 1998 中国铁道出版社 2000 武汉工业大学出 版社 2001 同济大学出版社 2001 东南大学出版 社 2005
授课教师	赵冰华	职称	讲师	单位	建筑工程学院

南京工程学院教案【教学单元首页】

第 1 次课

授课学时 2

教案完成时间：2011、1、10

章、节	第一章 绪论 第二章 浅基础
主要内容	1.1 基础工程的概念及学科特点、发展简史 1.2 本课程的内容、要求和学习方法 2.1 浅基础概述 2.2 浅基础的类型
目的与要求	1. 了解基础工程的基本概念、重要性、发展简史，熟悉建筑物对地基的要求。 2. 了解本课程的学科特点以及课程内容、要求和学习方法。 3. 掌握浅基础的基本概念和设计原则。 4. 熟悉不同类型浅基础的功能、适用范围。
重点与难点	重点：基础的设计原则及基础工程设计中计算荷载的确定。 难点：
教学方法与手段	以多媒体为主，以常规课堂讲授为辅，采用启发式教学。 多媒体内容：与基础工程有关的工程问题和图片。 对比混凝土结构设计原理讲解计算荷载的确定。

第一章 绪论

一、课程的性质和作用

基础工程是土木工程专业的一门重要的专业基础课。

先修课程：材料力学、结构力学、土力学、弹性力学、水力学、钢筋混凝土结构、工程地质学。

二、学习本课程的重要性

举例说明：

1. 比萨斜塔：意大利比萨市，闻名世界的的原因是1590年意大利科学家伽利略曾在比萨斜塔上做过著名的自由落体运动实验。比萨斜塔始建于1173~1370年，历时近200年。原因是修建时遇到层层的困难。
8层，55m，底部直径16m

1173开始动工，共修建了4层，发现向北倾斜斜度1°；

经94年后，1272年复工，又修建了3层，此时又向南倾斜，再次停工；

78年后，1360年再次复工，修建第8层，至1370年完工。偏离中心土27m，倾斜土5°。

1990年由于斜塔不断向南倾斜，危及危灌，意大利政府将其关闭，并成立了“拯救斜塔”委员会对其加固。目前已经开放（2000~2001年）
在世界上

（比萨 540吨重）

↑持力层为粉质土，下卧层为粉土和粉砂层，强度低，变形大

比萨斜塔出现倾斜的原因是：土层强度差，基础深度不均匀（3m），再加上用大卵石砌筑的塔身非常重，造成塔身不均匀沉降所致。这种情况的发生，完全是由于建筑师对当地地质构造缺乏全面、缜密的调查和勘测，使设计有误，奠基不慎造成的。处理时需对地基土的压缩变形进行改善。压浆法和取土法。

2. 虎丘塔：是中国的“比萨斜塔”。位于苏州的虎丘分园内，始建于宋代（公元959~961年），是7层八角形砖塔，塔底直径13.66m，高47.5m。

虎丘塔由于地基的原因，塔身自400年前就开始向西北方向倾斜。1957年塔顶位移1.7m，1978年达2.3m。离垂直基础轴线0.924m。不断发展，为

不均匀分层粘粉层，产生不均匀沉降。

3. 保护文物, 进行了加固 → 在塔四周建造一圈桩排成地下连续墙, 并对塔周围与塔基进行钻孔注浆和打设树根桩加固塔身, 获得成功。

3. 将朗斯康谷仓.

加拿大将朗斯康谷仓, 建于1914年, 1913年完工. 长59.44m, 宽23.47m, 高31.0m. 为圆筒仓, 每排13个圆仓, 5排共65个圆筒仓. 钢筋混凝土板基础, 埋深3.66m.

1913年9月开始装谷物, 10月17日当谷仓已装了31822吨谷物时, 发现1小时内竖向沉降达30.5mm, 向西倾斜, 并在24小时内倾斜度达 $26^{\circ}53'$, 西端下沉132mm, 东端上抬152mm. 有意思的是上部筒仓结构完全无损, 但仓下建筑是已经破坏, 不能使用.

原因: 谷仓地基土事先未进行调查研究, 而是根据邻近结构物基础开挖试验结果, 计算地基承载力为352kPa, 应用到此谷仓. 1952年经勘察试验, 地基实际承载力为(193.8—276.6)kPa, 远小于谷仓破坏时发生的压力329.4kPa, 因此, 谷仓地基因超载发生强度破坏而滑动.

处理: 事后在下面做了70多根支撑于基岩上的桩墩, 使用388个千斤顶以及支撑系统, 才将谷仓逐渐纠正过来, 但基位置比原来降低了4m.

4. The "kissing" silos (加拿大)

地基基础设计必须满足三个基本要求:

建筑物的建造使地基中固有的应力状态发生变化, 所以地基基础的设计必须满足:

- ① 作用于地基的荷载不超过地基的承载力(强度要求).
- ② 控制基础沉降使之不超过允许值(变形要求).
- ③ 上部结构的其他要求.

地基基础的成功案例:

1. 赵州桥: 位于河北赵州, 595-605年修建, 净跨 37.02m. 基础建于^{级层土}粉细土, 基底压力 500~600 kPa, 推力极大的拱桥, 至今沉降数厘米.
2. 上海龙华塔: 塔基使用大量的木桩, 且用三合土对木桩进行了很好的隔离防腐处理, 木桩因之保存千年而不腐朽.
3. 各种类型的挡土结构: 道路边坡修建的挡土墙, 抵抗土压力. 基坑开挖时, 周围土体向坑内移动的趋势.

三. 基础工程的发展概况

1773年 库伦抗剪强度理论, 库伦土压力.

1856年 达西定律

1857年 朗肯土压力理论

1885年 法国布辛尼斯克求得集中荷载作用下弹性半无限体的理论解.

1922年 费伦纽斯, 2带奥层弧法

1925年 太沙基出版第一本“地力”, 有较初层研究及渗透层理论.

1936年 第一届国际地力及基础工程会议, 4年一次.

1949年 中国地力研究兴起.

四. 本课程的特点和学习要求.

什么是基础工程?

基础工程是指与土有关的问题. 是研究下部结构物与岩土相互作用共同承担上部结构物所产生各种变形与稳定问题.

基础工程的内容包括: 基础设计和地基设计.

基础型式选择, 埋深 d , 底面尺寸 b, l .

地基承载力确定, 变形和稳定计算或验算

基础内力计算, 断面设计等.

如何学好基础工程：

1. 注意地基基本特点 —— 通过与基他材料对比。
 2. 注意理论联系实际 —— 通过现场观察与试验。
 3. 注意正确学习方法 —— 概念，原理，方法书内容间联系，要记牢，但不能死记。
- 课程安排和要求：(略)

五、地基基础的概念与特点。

1. 概念

什么是地基？什么是基础？

一个完整的建筑体系包含了上部结构、基础和地基三部分。它们有着各自的功能。

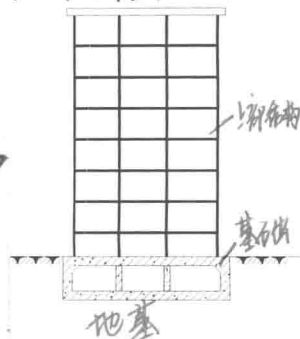
能。

钢筋混凝土、钢、木结构等

提供使用空间、作层间。

承受上部结构传递荷载

承受基础传来的荷载并传到更远、更深处。



上部结构：完成设计预定功能的主体结构。

基础：建筑物最下端与地基接触并经过特殊处理的构筑物部件。

地基：建筑物下方的承受建筑物的荷载并保持建筑物稳定的岩土体。是直接基础相接的部分。

2. 地基的特点

地基的功能是承受荷载并维持建筑物的稳定。

对建筑物影响最大的那一部分体称为地基持力层(或主要受力层)。

位于持力层之下的称为下卧层。特别的，当下卧层的性质明显比持力层软弱时，称为软弱下卧层。

①隐蔽性。

②分散性。不同位置强度、变形不同，需多方面掌握地基情况。

③低强度。岩土体是比较软的，特别是下雨易变形，不如钢筋混凝土强度大。

④变形复杂。与上部建筑物有关。组成。含水率有关。



地基土质弱，
不均匀沉降大。

如：比较，高塔。

3. 基础的特征.

① 由于基础位于地下, 具有隐蔽性. 同时施工环境一般较差 (如土、水的干扰等), 其施工质量通常较难控制, 容易成为建筑体系中的薄弱环节. 发出问题时不易发现, 通常直到发生灾害时才被发现, 纠正起来也十分困难. → ① 上海15层花建住宅整体倒塌. "莲花河畔景苑" 桩基破坏.

② 基础工程设计的非通用性. 例: 成都 上海 ② 南京 "山水公寓" 下陷倾斜.
(上部结构有一定的通用性). 硬, 如 软弱, 差.

第二章 浅基础

地基 { 天然地基: 开挖基坑后可以直接修建基础的地基。
 人工地基: 不满足要求而需要事先进行人工处理的地基。

基础 { 浅基础: 埋深 $< 5m$, 扩展基础, 联合基础, 柱下基, 柱下交叉基, 筏基, 箱基。
 深基础: 对于浅层土质不良, 需要利用深处良好地层, 采用专门的施工方法和机具建造的基础。
 桩基, 地下连续墙, 沉井。

§ 2.1 概述

进行地基基础设计时, 必须根据建筑物的用途和设计等级、建筑布置和上部结构类型, 充分掌握建筑场地和地基岩土条件, 结合施工条件以及工期、造价等方面的要求, 合理选择地基基础方案。

常见的地基基础方案有: 浅基础, 深基础, 深浅结合基础 (如桩-筏、桩-箱基础等)。本章主要讨论浅基础的设计原理和计算方法。

2.2.1 浅基础设计内容

- (1) 选择基础材料、类型、进行基础平面布置。
- (2) 确定地基持力层和基础埋深; d
- (3) 确定地基承载力; f_a
- (4) 确定基础底面尺寸, 必要时进行地基变形与稳定性验算。 b, l
- (5) 进行基础结构设计 (对基础进行内力分析、截面计算并满足构造要求);
- (6) 绘制结构施工图。

上述各项内容是相互关联的, 如发现前面的选择不妥, 则须进行修改设计, 直至各项计算均符合要求。

如 d, b, H_0

浅基础设计所需资料。

① 建筑场地的地形图。

② 岩土工程勘察成果报告。

③ 建筑物平、立面图、荷载等。

④ 建筑场地环境。

⑤ 工程总投资和基础建筑材料(如块石、毛石等、或卵石及卵石层)。

⑥ 施工队伍技术力量及工期要求。

2.1.2 浅基础的设计方法。

建筑物的上部结构、基础、地基三部分，功能不同，研究方法各异，但它们又是建筑物的有机组成部分，缺一不可、彼此联系、相互制约。所以，科学的、理想的方法是将三部分统一起来进行设计计算。

目前的理论水平，还很难做到这一点。工程设计中通常把三者分离开来，分别对三者进行计算。(常规设计法)。

以下以条形基础上的框架结构设计为例：

① 先将框架柱底端视为固定支座，将上部框架分离出来，

② 把求得的反力及方向作为基础荷载及方向作用于条形基础上，并按直线分布假设计算基底反力。这样就可以求得基础的截面内力。

③ 将基底反力及方向施加于地基上，并作为柔性荷载(不考虑基础的刚度)来进行地基承载力计算、沉降变形计算等。

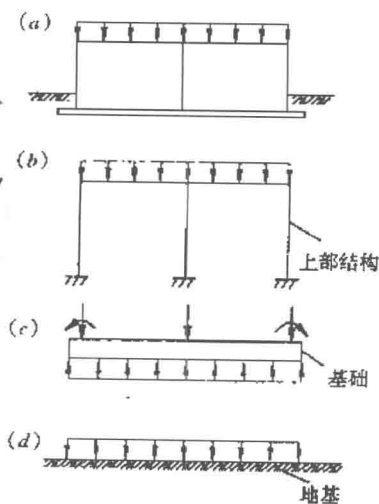


图 2-1 常规设计法计算简图

我们在处理地基基础问题时，头脑里一定要有总体概念，尽可能全面地加以考虑。常规设计法在满足下列条件时可认为是可行的。

① 地基沉降较小或较均匀。

② 基础刚度较大。一般而言，当基础刚度较大时，可认为基底反力近似为直线分布。对连续基础，通常还要求地基、荷载分布及间距较均匀。

2.1.3 地基基础设计原则

1. 对地基计算的要求

根据地基复杂程度, 建筑物规模和功能特征以及由于地基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度, 将地基基础设计分为三个等级, 甲、乙、丙, 设计时根据具体情况选用. 见教材P9 表2-1

根据建筑物地基基础设计等级及长期荷载作用下地基变形对上部结构的影响程度, 地基基础设计应符合下列规定: 见教材P9

- ① 所有建筑物的地基计算均应满足承载力计算的有关规定.
- ② 设计等级为甲、乙级的建筑物, 均应按地基变形设计 (即应验算地基变形).
- ③ 设计等级为丙级的建筑物一般可不作变形设计 (见教材P10表2-2), 如有下列情况之一时, 仍应作变形验算:
 - 1) 地基承载力特征值 $f_{ak} < 130 \text{ kPa}$, 且体型复杂的建筑.
 - 2) 在基岩上及其附近有地面堆载或相邻基础荷载差异较大, 可能引起地基产生过大的不均匀沉降时;
 - 3) 软弱地基上的建筑物存在偏心荷载时;
 - 4) 相邻建筑距离过近, 可能产生倾斜.
 - 5) 地基内有厚度较大或厚薄不均的填土, 其自重固结未完成时.
- ④ 对经常受水平荷载作用的高层建筑、高耸结构和挡土墙等, 以及建造在斜坡上或边坡附近的建筑物和构筑物, 尚应验算其稳定性.
- ⑤ 基坑工程应进行稳定性验算.
- ⑥ 当地下水埋藏较浅, 建筑地下室或地下构筑物存在上浮问题时, 尚应进行抗浮验算.

地基基础设计等级

设计等级	建筑和地基类型
甲级	重要的工业与民用建筑物 30层以上的高层建筑 体型复杂, 层数相差超过10层的高低层连成一体建筑物 大面积的多层地下建筑物 (如地下车库, 商场, 运动场等) 对地基变形有特殊要求的建筑物 复杂地质条件下的坡上建筑物 (包括高边坡) 对原有工程影响较大的新建建筑物 场地和地基条件复杂的一般建筑物 位于复杂地质条件及软土地区的二层及二层以上地下室的基坑工程
乙级	除甲级, 丙级以外的工业与民用建筑物
丙级	场地和地基条件简单, 荷载分布均匀的七层及七层以下民用建筑及一般工业建筑物; 次要的轻型建筑物

2. 关于荷载取值的规定

地基基础设计时,所采用的荷载效应最不利组合与相应的抗力限值应按下列规定采用:

(1) 按地基承载力确定基础面积及埋深时,传至基础底面上的荷载效应应按正常使用极限状态下荷载效应的标准组合。相应的抗力应采用地基承载力特征值。

(2) 计算地基变形时,传至基础底面上的荷载效应应按正常使用极限状态下荷载效应的准永久组合,不计计入风荷载和地震作用。相应的限值应为地基变形允许值。

(3) 计算挡土墙土压力、地基和斜坡的稳定性及滑坡推力时,荷载效应应按承载力极限状态下荷载效应的基本组合,但其分项系数均为1.0。

(4) 在确定基础高度、支挡结构截面,计算基础或支挡结构内力,确定配筋和验算材料强度时,上部结构传来的荷载效应组合和相应的基底反力,应按承载力极限状态下荷载效应的基本组合,采用相应的分项系数。

当需要验算基础裂缝宽度时,应按正常使用极限状态荷载效应标准组合。

(5) 由永久荷载效应控制的组合的基本组合值可取标准组合值的1.35倍。

荷载种类: 永久荷载、可变荷载、偶然荷载。

荷载效应: 由荷载引起结构或结构构件的反应,例如内力、变形和裂缝等。

标准组合: 正常使用极限状态计算时,采用标准值或组合值作为荷载代表值的组合。

基本组合: 承载力极限状态计算时,永久作用和可变作用的组合。

准永久组合: 正常使用极限状态计算时,对可变荷载采用准永久值为荷载代表值的组合。

荷载的代表值: 设计中用以验算极限状态所采用的荷载量值。

标准值: 荷载的基本代表值,为设计基准期内最大荷载统计分布的特征值。

(如均值、中值或某一分位值)。

组合值：对可变荷载，使组合后的荷载效应在设计基准期内的超越概率，小于该荷载单独出现时的超越概率趋于一致的荷载值。

准永久值：对可变荷载，在设计基准期内，其超越总时间约为设计基准期一半的荷载值。

永久荷载：结构自重，土的压力，土压力等。

可变——：楼面、屋面使用荷载，桥梁中的车辆荷载，人群荷载。

风、雪荷载、温度荷载，水压力等。

偶然——：地震力、撞击力等。

§2.2 浅基础的类型

浅基础根据结构形式可分为扩展基础和连续基础两大类。细分为：扩展基础、联合基础、柱下条形基础、柱下交叉条形基础、筏形基础、箱形基础和整体基础等。根据所使用的材料分为无筋基础和钢筋混凝土基础。

2.2.1 扩展基础

对上部结构而言，基础是可靠的支性，对下部地基而言，基础所传递的荷载效应应满足地基承载力和变形的要求，这就有必要在土层中设置水平截面扩大的基础，即扩展式基础。通常指墙下条形基础和柱下单独基础。又可以分为无筋扩展基础（刚性基础）和钢筋混凝土扩展基础（柔性基础）。

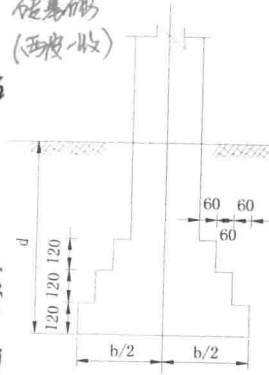
1. 无筋扩展基础

刚性基础适用于6层及以下的民用建筑和轻型厂房（如墙承式）。常见的有砖基础、毛石基础、三合土基础、灰土基础、卵石基础、毛石基础。

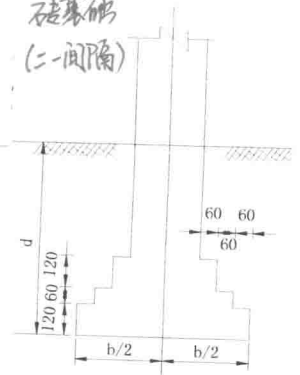
(1) 砖基础

砖基础有兩皮一收砌法和二一间隔的砌法，减小基础高度，节省用砖量。

砖基础
(两皮一收)



砖基础
(二一间隔)

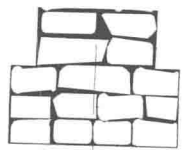


(2) 毛石基础

是未经人工加工的石材和砂浆砌筑而成。其

(3) 三合土基础

是用石灰、砂、碎石或三合一材料^{加水湿拌}铺筑、压密而成。其体积比一般按^{加水湿拌}配制，经适量水拌和后，均匀铺入基槽中，每层虚铺200mm，再压原土，高度后再在其上砌砖大放脚。常用于南方，地下水较浅的4层及以下民用建筑。



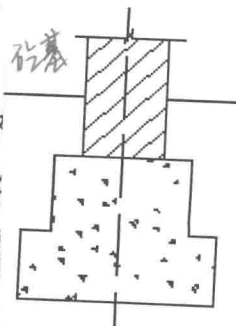
(4) 灰土基础

石灰和粘性土混合材料^{加水湿拌}铺筑、压密而成。其体积比常用3:7或2:8的比例配制，经加入适量水拌和后，分层压实。每层虚铺220~250mm，压实至150mm，下称一层。压实后

的灰土最小干密度: 粉土 1.55 t/m^3 , 粉粘土 1.50 t/m^3 , 粘土 1.40 t/m^3 . 灰土中应严格控制灰土比例和拌和均匀的问题, 每层灰土后, 按规定取灰土样, 测定其干密度。

(4) 石基础和毛石混凝土基础。

强度、耐久性与抗冻性都优于砖石基础。因此, 当荷载较大或位于地下水位总用石基础。石基础水泥用量大, 造价稍高。当基础体积较大时, 可? 基础。毛石石基础是在浇筑的过程中, 掺入少于 30% 的毛石, 以节约水泥用量。质量控制较困难, 使用并不广泛。

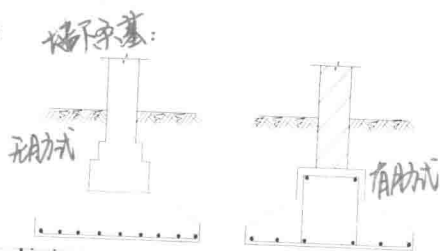


2. 钢筋石扩展基础。

这类基础的抗弯和抗剪性能良好, 而在竖向荷载较大、加知荷载的情况下使用。与无筋基础相比, 其基础高度较小。

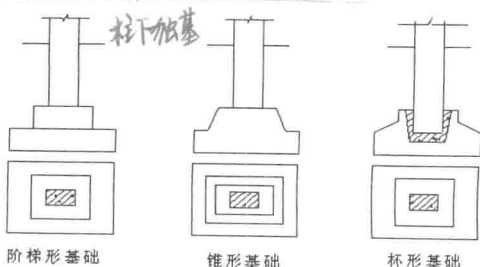
(1) 墙下钢筋石基础

多用于地质条件较差的多层建筑物, 其截面形式可做



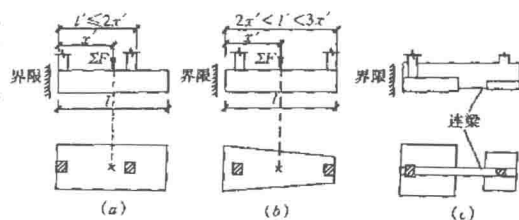
(2) 柱下钢筋石基础

截面可做成台阶形或锥形; 预制柱下的基础一般扩展基础的石强度 $\geq C20$, 垫层 C10, 受力筋用 I 或 II 级。



2.2.2 联合基础

主要指双柱联合基础。将相邻两柱下作分开的桩基为相邻两柱分别配置独立基础时, 常因其中一柱小, 而出现基底面积不足或荷载偏心过大的情况, 此时可用于调整相邻两柱的沉降差或防止两者之间的相同倾。



2.2.3 柱下条形基础。

当地基较为软弱、按荷载或地基承载力 (b)

较大的不均匀沉降时, 常将同一方向上若干柱

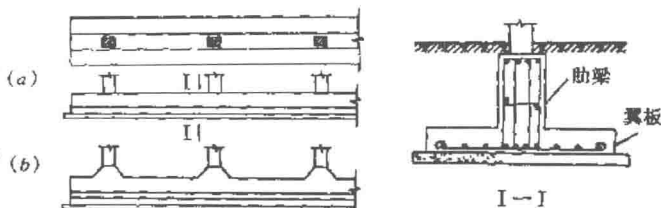


图 2-6 柱下条形基础

(a) 等截面的; (b) 柱位处加腋的

这种基础抗弯刚度大,具有调匀不均匀沉降的能力,并能将所承受的集中荷载较均匀地分布到各个基础面积上。常用于软弱地基上柱框架和排架结构。

2.2.4. 柱下交叉条形基础

如果地基软弱且在两个方向分布不均,需要基础在两个方向都具有一定的沉降,则可在柱网下沿纵横两个方向设条形基础,形成柱下交叉条形基础。

若单向条形基础的底面积已能满足地基承载力的要求,则为了减少基础在另一方向加设连梁,形成连梁式交叉条形基础。为了使基础受力明确,交叉条形基础的设计就可按单向条形基础来考虑。连梁的布置通常是带在较大的承载力和刚度,否则作用不大。

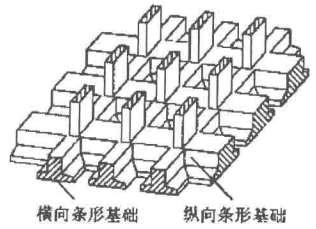


图 2-7 柱下交叉条形基础

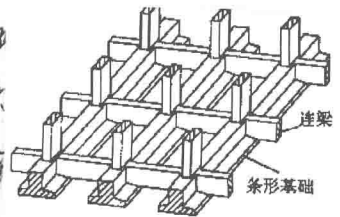


图 2-8 连梁式交叉条形基础

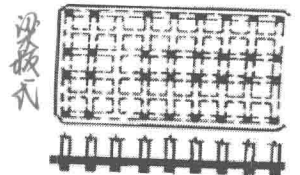
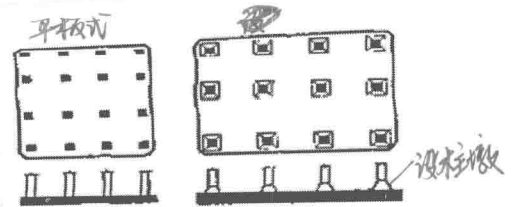
2.2.5 筏形基础

当柱下交叉条形基础面积与建筑物平面面积比例较大时,或者建筑物在使用时有特别的要求,可以在建筑物的柱、墙下方做成一块满堂的基础,即筏形基础。筏形基础由于其底面积大,故可减小基础压力,同时也可提高地基土的承载力,并能更有效地增强基础的整体性,调匀不均匀沉降。

墙下筏形基础是一块厚 200~300mm 的钢筋混凝土平板, (人工处理过), 比较均匀的软弱地基层民用建筑。

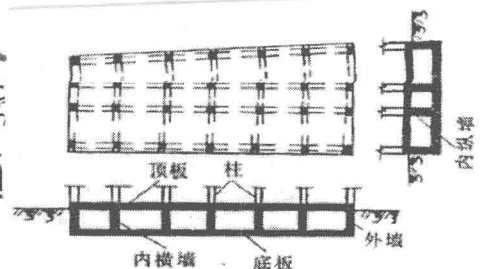
柱下筏基平板式: $\geq 400\text{mm}$, $0.5 \sim 1\text{m}$, 施工方便、建造快, 用料量大。平板荷载较大时, 可将板下板厚局部加大或设柱墩, 以防冲切破坏。

梁板式: 板厚较大, 为减小板厚, 可在板轴两个方向设肋梁, 形



2.2.6 箱形基础

由底板、顶板、外墙和内横墙组成的具有一定高度的箱体, 大型或对不均匀沉降有严格要求的建筑物。与筏基比, 具有



致均匀的沉降或整体倾斜,从而基本上消除了因地基变形而使建筑物开裂的可能性。箱形基础埋深较大,基础中空,从而使得开挖卸去的土重部分抵消了上部结构传来的荷载(补偿效应),因此,与一般实体基础相比,它能显著减小基底压力、降低基础沉降量。此外,箱形基础的抗震性能亦较好。

箱形基础的钢筋水泥用量很大,工期长,造价高,施工技术比较复杂,在进行深基坑开挖时,还需考虑降低地下水位、坑壁支护及对周边环境的影响等问题。因此,箱形基础采用与否,应在与基础方案作技术经济比较之后再确定。

2.2.7 壳体基础

为了发挥砼抗压性能好的特性,可以将基础作成壳体。常见的有正圆锥壳、喇叭形组合壳、内球外锥组合壳。可作圆柱基础和筒形构筑物的基础。材料省、造价低,一般施工时不必支模,土方搬运量也较少。不过,由于较难实行机械成桩施工,因此,施工期长,施工量大,技术要求高。

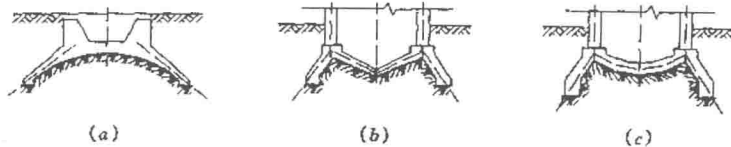


图 2-11 壳体基础的结构型式

(a) 正圆锥壳; (b) M形组合壳; (c) 内球外锥组合壳

南京工程学院教案【末页】

本单元 知识 点归 纳	1. 基础工程有何特点？ 2. 为什么要学习基础工程？ 3. 基础工程包括哪些内容？ 4. 如何学好基础工程？ 5. 浅基础的基本概念和设计原则 6. 不同类型浅基础的功能、适用范围
思考 题或 作业 题	结合绪论及浅基础的类型，安排学生分组查资料，上工地。
本单 元教 学情 况小 结	绪论很重要，一定要吸引学生的注意力，提高学生学习的积极性和兴趣；课堂上以实际的工程案例通过多媒体手段增强学生对基础概念变性的认识，学生上课积极性很高。
审 阅 意 见	审阅人：