

一、地基、基础的概念

人类在地表修筑的所有建筑物都与岩土体有着密不可分的关系。任何结构物都建造在一定的地层（土层或岩层）上，结构物的全部荷载都由它下面的地层来承担。

地基指直接承受建筑物全部荷载并维持建筑物稳定的那一部分地层。在建筑物荷载作用下，地基土会产生相应的应力和变形，其范围随基础类型和尺度、荷载大小及地层分布的不同而不同。在地基中，将与建筑物下部直接接触、受建筑物影响最大的那一部分地层称为地基持力层，将位于持力层之下的其他岩土层称为下卧层（见图 0-1）。特别地，当下卧层明显比持力层软弱时则将该层称为软弱下卧层。

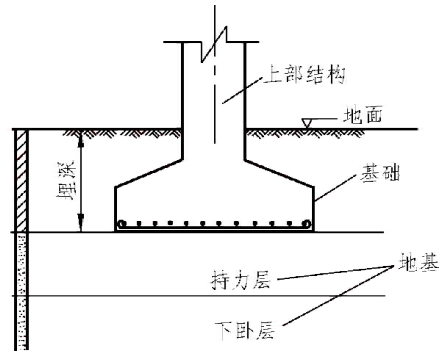


图 0-1 建筑工程地基与基础

根据施工中对地基的扰动和利用情况，地基可分为天然地基和人工地基（见图 0-2）两大类。天然地基指未经过人工处理就可以满足设计要求，直接用作建筑物地基的天然岩土层，如图 0-2 (a) 所示。天然地基可根据其构成成分细分为土质地基、岩石地基和土、岩组合地基。如果场地基岩埋藏较深，地表覆盖土层较厚，建筑物经常建造在由土层所构成的地基上，这种地基称之为土质地基，简称土基。如果场地基岩埋藏较浅，甚至出露于地表，建筑物经常建造在由岩层所构成的地基上，这种地基称之为岩石地基，简称岩基。也有局部地区遇到的地基土土质特殊，如湿陷性黄土、多年冻土、压缩性强的软土等，这些地基均需做特殊的设计和施工，称为特殊土地基。人工地基是指经过人工处理和加固后满足建筑物地基基础设计要求的岩土层，如图 0-2 (b) 所示。人工地基根据处理的方式不同而有不同的名称。

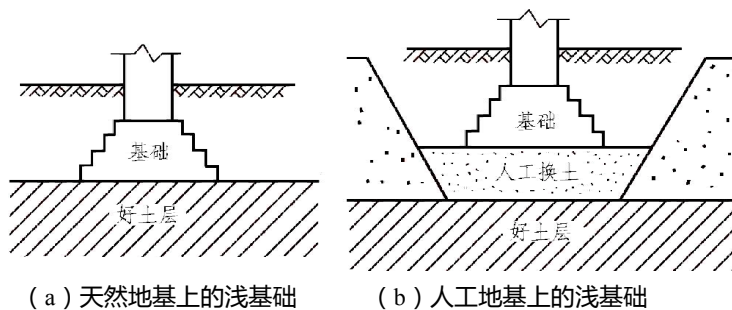


图 0-2 天然地基和人工地基

基础是指结构物最下端与地基直接接触并经过特殊处理的结构部件，其主要功能是支承上部结构，将上部结构承担的各种荷载传至地基中并保持建筑物的稳定。对于不同的结构物，基础的意义略有不同。对于建筑工程，房屋及构筑物通常由上部结构与基础两部分组成，基础一般指室

内地面标高 (± 0.00) 以下的结构部分, 如图 0-1 所示。公路、铁路桥梁通常由上部结构、下部结构组成 (见图 0-3), 上部结构为桥跨结构, 而下部结构包括桥墩、桥台及其基础, 基础为墩台底面以下的结构部分。而挡土墙等支挡结构物、涵洞和地下工程中的隧道等, 通常由墙身或洞身和其下的基础组成 (见图 0-4)。一般而言, 基础常置于地面以下, 但半地下室箱型基础、桥梁基础和码头桩基础等均有一部分置于地表之上。

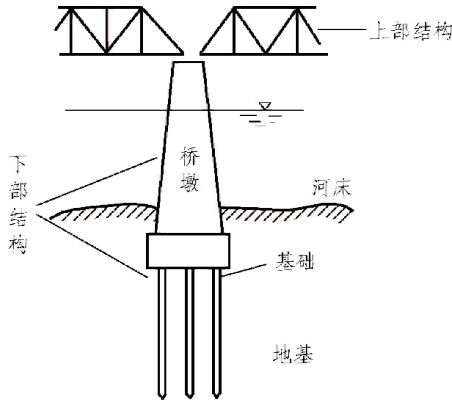


图 0-3 桥梁工程地基与基础

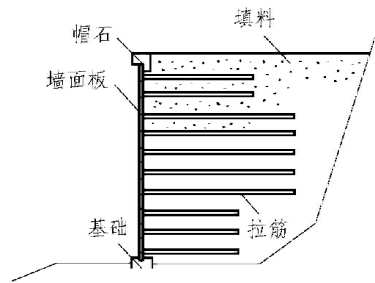
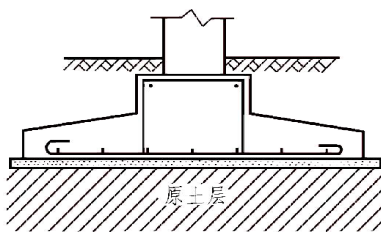
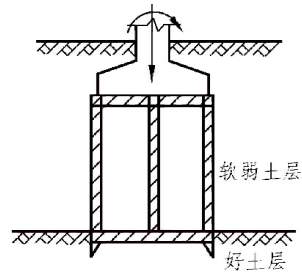


图 0-4 加筋挡土墙及基础

基础结构形式很多, 习惯上常根据其埋置深度不同分为浅基础和深基础, 如图 0-5 所示。当埋置深度不大 (一般小于 5 m 或不大于基础底面宽度) 时, 如单独基础、条形基础、筏形基础、箱形基础等, 这类基础统称为浅基础; 反之, 当埋置深度较大, 且需要采用特殊施工方法和机具施工的基础, 如桩基础、沉井基础、沉箱基础和地下连续墙基础等, 则称为深基础。有些基础埋置在土层内的深度虽较浅, 但位于水下的部分较深, 如深水中桥墩基础, 称为深水基础, 在设计和施工中有些问题需要作为深基础考虑。



(a) 浅基础示意图



(b) 深基础示意图

图 0-5 浅基础与深基础示意图

另外, 交通土建工程界常把基础分为平基和桩基两大类。其中平基的基底一般为一平面, 即使有些基础建筑在倾斜的岩面上, 需将基底做成台阶状, 也属平基之列。平基按其基底埋置深度, 又分为浅平基和深平基两类。浅平基一般是在露天开挖的基坑内直接修筑基础, 也称为明挖基础。而用沉井和沉箱等特殊施工方法修筑的基础, 可称为深平基。

工程上常用的地基基础设计方案可归纳为 3 大类：天然地基浅基础、天然地基深基础、人工地基浅基础。

天然地基上的浅基础施工简单，造价低，一般地基条件较好时应首选天然地基上的浅基础。对于某一较差的地基条件，可以在基础上做文章——扩大基础底面尺寸或做成深基础，也可以直接对地基进行处理，形成人工地基。所以地基和基础的方案是密切配合、相辅相成的，设计上常称为地基基础设计，而不是单纯地称为基础设计或地基设计。

不仅如此，地基基础的设计作为整个建筑设计的一个重要组成部分，还必须考虑上部结构、基础和地基的共同工作。在荷载作用下，地基、基础和上部结构 3 部分彼此联系、相互制约。设计时应根据地质勘察资料，综合考虑地基、基础、上部结构的相互作用、变形协调与施工条件，进行经济技术比较，选取安全可靠、经济合理、技术先进、环境保护和施工简便的地基基础方案。

二、基础工程的主要研究内容

基础工程的研究内容为各类建（构）筑物（如房屋建筑、桥梁结构、水工结构、近海工程、地下工程、支挡结构等）的基础与岩土地基相互作用而共同承担上部结构荷载所引起的变形、强度与稳定问题。基础工程包括地基基础的勘察、设计、施工和监测。基础工程中的一些内容，如地基勘察、部分基础的内力和配筋计算、基础的施工方法和技术等，在工程地质学、混凝土结构学、土木工程施工课程中已有所涉及，本课程主要介绍地基和基础的设计原理和方法，同时也简要介绍一些必要的施工知识。

基础工程的研究对象为地基与基础两个方面，基础工程设计包括基础设计和地基设计两大部分。基础设计，包括基础形式的选择、基础埋置深度及基底面积大小的确定，基础内力和断面计算等。地基设计，包括地基土的承载力确定，地基变形计算、地基稳定性计算等。当地基承载力不足或压缩性很大不能满足设计要求时，需要进行地基处理。

基础工程必须满足建筑物安全性、适用性、耐久性等功能要求，表现为如下 3 个方面基本要求：① 地基应具有足够的强度和稳定性，以保证建筑物在荷载作用下，不至出现地基的承载力不够或产生失稳破坏；② 地基的沉降不能超过其变形容许值，以保证建筑物不因地基变形过大而毁坏或影响建筑物的正常使用；③ 基础结构本身应具有足够的强度、刚度和耐久性，以保证其正常工作。

三、基础工程重要性

基础工程的设计和施工是土木工程建设中非常重要的环节，直接影响建（构）筑物的使用与安危。实际工程中地质条件和土性条件往往是十分复杂的，包含有很多不确定性，因此建筑事故的发生，许多与地基基础有关，主要反映在地基的承载力不够、基础失稳或产生过大的沉降。基础位于地面以下，属于隐蔽工程。一旦发生事故，损失巨大，补救和处理十分困难，甚至是不可

能的。故基础工程经常会成为工程中的热点和难点问题。而且基础工程施工常在水下进行，往往需要挡土挡水，施工难度大，工程造价较高。据统计，一般高层建筑中，基础工程造价占总造价的 20%~30%，相应的施工工期占建筑总工期的 25%~30%。如果采用人工地基，其造价和工期所占比例更大。所以，既要求基础工程的设计和施工必须保证建（构）筑物的安全和正常使用，同时也要求能选择最合适的设计方案和施工方法，以降低基础工程部分的造价。

近年来，随着高层建筑、重大交通及水电工程设施的建设和地下空间的开发利用，超高层的大楼、高速铁路和公路、大型水电站、大坝、海港码头、大型地下商场、地下铁道等不断涌现。它们对地基土质条件的要求很高，而我国的人均土地资源有限，特别是耕地面积逐年减小，必须充分利用各种不良地基，最大限度地提高土地利用率，因此建筑物的地基愈加复杂。另外，建（构）筑物向高、大、重及密集型方向发展，其基础的形式及功用愈加多样复杂，对地基和基础的承载能力、沉降及变形的要求愈加严格；深基础的施工不单要保证自身的稳定与安全，还应考虑对邻近建筑物的影响及对周边地下的煤气、上下水、电线、电缆等管线的影响。随着人们环保意识的提高，对控制施工所带来的环境污染的要求越来越高，因而基础工程设计和施工技术难度均会进一步加大。这些因素给从事基础工程设计和施工的工作人员带来了严峻的挑战。

大量的工程实践表明，建筑物的安危在很大程度上取决于基础工程的成败。而影响基础工程的因素多且复杂，稍有不慎，就会给整个工程带来隐患，引发地基基础事故，造成上部结构无法正常使用，甚至倒塌和毁坏。所以基础工程的成功与否，直接影响到上部结构的安危，基础工程的重要性是显而易见的。

四、基础工程课程的特点与学习注意事项

基础工程是阐述建筑物设计和施工中有关地基和基础问题的学科，是土木工程专业课程设置体系中的一门主干课程。在学科体系上，基础工程既是土木工程学科中岩土工程、结构工程、桥梁与隧道工程几个二级学科的重要组成部分，也与地下工程等学科紧密相关，它是用岩土工程的基本理论和方法去解决地基基础方面工程问题的一门课程。在学习中，应勤于思考，理解问题的实质，多掌握原理，搞清方法步骤，其中对天然地基浅基础、桩基础等应全面掌握其设计基本理论和具体计算方法。

基础工程以材料力学、结构力学、弹性力学为基础，与工程地质、土力学、钢筋混凝土结构、桥梁工程、建筑材料、建筑施工等课程配合教学，涉及的学科较多，内容广泛，综合性强，因而要求有广泛、扎实的先修课基础，尤其是土力学，它是本课程的重要理论基础。

基础工程是一门有着较强实践性和经验性的学科。由于地基土层是自然历史的产物，复杂多变，影响因素多，各类基础工程都有其自身特点，各种技术要求和规定较多。在设计和施工中，为使基础工程问题得到切合实际的、合理完善的解决，除需要丰富的理论知识外，还需要丰富的工程实践经验，此外还必须重视通过勘探和地基原位测试手段，取得可靠的地基土层分布及其物理力学性质指标的资料。在学习时应注意理论联系实际，因地制宜，灵活应用，增强处理基础工

程问题的能力。

基础工程设计应注意以下几方面。

1. 基础工程荷载的确定原则

为保证地基与基础满足强度、变形及稳定性的要求，应对使用过程中结构物可能同时出现的荷载进行组合，按“最不利荷载组合”进行设计。所谓“最不利荷载组合”是指组合后的荷载对某一项验算内容产生相应的最大力学效应。对于作用在基础与地基上的荷载及其组合，不同行业的相应规范中可能有不同的荷载组合定义和荷载组合方式。

2. 基础工程的设计方法

根据设计中对上部结构、基础和地基之间相互关系的处理方式不同，出现了以下几种设计理论：① 只满足上部结构、基础和地基三者间静力平衡的设计方法；② 在满足静力平衡的基础上同时考虑地基与基础间变形协调的设计方法；③ 在满足静力平衡的基础上同时考虑上部结构、基础和地基三者间变形协调的设计方法。

基础工程设计所对应的状态可分为允许状态、极限状态和概率极限状态，相应的评价指标有整体安全系数、分项安全系数和可靠性指标等。目前，在基础工程领域大多是按允许状态设计，部分采纳极限状态的概念，但都是以工程允许的工作状态为设计依据，以安全系数为评价标准的设计方法，统称为定值设计方法。

3. 有关规范的协调和使用

基础工程的设计和施工必须遵循法定的规范、规程，不同行业有不同的专门规范，如《建筑地基基础设计规范》(后文简称《地基规范》)、《公路桥涵地基与基础设计规范》(后文简称《公桥基规》)、《铁路桥涵地基和基础设计规范》(后文简称《铁桥基规》)、《建筑桩基技术规范》等等。在采用上述规范时，还必须注意遵循相应的有关规范规定，如采用《地基规范》时，则荷载取值应符合《建筑结构荷载规范》，基础的计算应符合《混凝土结构设计规范》和《砌体结构设计规范》的规定。而采用《铁桥基规》时，荷载应按《铁路桥涵设计基本规范》规定采用，基础结构设计应按《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》及《铁路桥涵混凝土和砌体结构设计规范》的有关规定进行。所以，学习本课程必须注意相关规范的协调使用。

由于各个行业的规范出于不同的考虑和习惯，某些方面相互之间差别比较大。例如，各个规范对土的工程分类和名称就有差异。有的规范采用定值设计法，有的则采用结构可靠度设计方法，于是在设计表达式和计算公式中采用的专业性术语不尽相同。书中引用有关规范时，一般只好沿用其原来的符号，必要时加以注释以免误解，学习时应注意了解和区别不同规范各自的规定和特点及相关术语。

鉴于上述情况，学生在学习中，应以基础工程学科知识体系为指南，弄清地基及基础的基本设计原理、方法，同时兼顾不同的专业方向，对各自的行业有所侧重。尤其应注意各行业规范必须配套使用，不能混用和错用，在应用各种理论和公式时，要注意其基本假定及适用条件。值得

一提的是，各种设计规范随着工程实践经验的积累及技术的进步，会不断地修订和完善，此时应注意规范的时效性。

五、基础工程学科的发展概况

详情请扫描二维码。

思考题与习题

- 0—1. 基础工程的主要研究内容是什么？
- 0—2. 试述地基、基础的概念及分类。
- 0—3. 基础工程必须满足那些要求？



基础工程学科的
发展概况