

房屋建筑技术自学、培训丛书

房屋建筑地基与基础

周汉荣 编著

湖南科学技术出版社

续表 2

	量	米制单位	国际制(SI)单位	换算关系
15	地基土水平抗力系数的比例常数(m)	t/m ⁴	N/m ⁴ kN/m ⁴ MN/m ⁴	1t/m ⁴ = 9.81 × 10 ³ N/m ⁴ = 9.81 kN/m ⁴ = 9.81 × 10 ⁻³ MN/m ⁴
16	力矩	kg·cm t·m	N·m kN·m MN·m	1t·m = 10 ⁵ kg·m 1t·m = 9.81 × 10 ³ N·m = 9.81 kN·m = 9.81 × 10 ⁻³ MN·m
17	压强系数	cm ² /kg	m ² /N m ² /kN m ² /MN	1cm ² /kg = 10 ⁻¹ m ² /t 1cm ² /kg = 1.020 × 10 ⁻⁵ m ² /N = 1.020 × 10 ⁻² m ² /kN = 1.020 × 10 ⁻² m ² /MN
18	速度、渗透系数、速 度	cm/sec m/sec	m/s	1cm/sec = 10 ⁻² m/s = 6.00 × 10 ⁻¹ m/分
19	固结系数、膨胀系数	cm ² /sec	m ² /s	1cm ² /sec = 10 ⁻⁴ m ² /s = 3.154 × 10 ⁷ cm ² /年 = 3.154 × 10 ³ m ² /年
20	流量	cm ³ /sec m ³ /sec	m ³ /s	1cm ³ /sec = 10 ⁻⁶ m ³ /s
21	加速度	cm/sec ² m/sec ²	m/s ²	1cm/sec ² = 10 ⁻² m/s ²
22	频率	Hz(赫)	Hz(赫)	

房屋建筑技术自学、培训丛书
房屋建筑地基与基础

周汉荣编

责任编辑：陈增林

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

•

1986年12月第1版第1次印刷

开本：787×102毫米 1/32 印张：6.525 字数：144,000

印数：1—19,240

统一书号：15204·180 定价：1.30元

征订册号：湖南新书目86—16(16)

房屋建筑技术自学、培训丛书

自学建筑技术的良师益友
广大建筑人员的技术向导
农村建筑队伍的培训课本
函授建筑专业的适当教材

出版说明

近年来，随着四化建设的进展，我国城乡的房屋建筑，无论从数量和规模来讲，都处于空前的发展之中。房屋建筑力量不断扩充，特别是乡镇建筑队伍，更在纷纷兴起，迅速成长和壮大。

为了提高技术业务水平，适应形势发展的需要，房屋建筑队伍的广大从业人员，迫切希望通过自学或进修等方式，较快地系统学习和掌握房屋建筑技术。许多房屋建筑单位，为了保证工程质量，提高竞争能力，也纷纷设法想使职工通过讲习班、培训班、函授班等形式，来提高职工的技术素质。这样，在全国就出现了一个大量需要适合于自学、培训及函授之用的房屋建筑技术书籍的问题。

为了解决这个问题，满足这方面的需要，我们特意组织编辑出版这套《房屋建筑技术自学、培训丛书》。它

们是一套较全面、系统的房屋建筑技术丛书，共计十四本，书名依次为：

- 《房屋建筑基础知识》
- 《房屋建筑制图》
- 《房屋建筑力学》
- 《房屋建筑材料》
- 《房屋建筑测量》
- 《房屋地基与基础》
- 《房屋建筑设计之一——建筑设计》
- 《房屋建筑设计之二——结构设计》
- 《房屋建筑设计之三——水、电、暖、通设计》
- 《房屋建筑预算造价》
- 《房屋建筑材料试验》
- 《房屋建筑机械》
- 《房屋建筑施工》
- 《房屋建筑施工管理》

由于全套丛书在编写过程中都注意了贯彻实用、深入浅出和尽量附图说明的原则，因此，它们适合于广大房屋建筑技术人员在工作中参考，特别适合于具有高中文化水平的中、初级建筑技术、业务人员自学，以及作为房屋建筑专业的短期培训或函授教材。

丛书各册主要由湖南大学土木系富有教学经验的一些教授、讲师编写，有几分册则由建筑设计院和施工部门富有实践经验的一些高级工程师编写。

本书为丛书的第六分册，主要给丛书读者讲述房屋地基与基础的理论 and 实用技术，供读者在设计和施工过程中应用。内容主要包括地基土的物理性质和分类，地基中的应力和变形，土的抗剪强度，浅基础，桩基及深基础，地基处理，挡土墙等各章。书中对地基中的应力计算，地基变形计算，容许变形值，载荷试验，地基与基础设计的一般规定，基础材料、构造和埋置深度的选择，以及地基容许承载力的确定等实际设计问题，都作了详细论述。

本分册系由湖南大学周汉荣同志编写，其中的习题及例题由曹喜仁同志编写，经王贻荪同志审核。书中如有不妥或错误之处，请读者批评指正。

湖南科学技术出版社

主要计量单位及其换算关系

量	米制单位	国际制(SI)单位	换算关系
1 长度	μm (微米) mm (毫米) cm (厘米) m (米)	μm (微米) mm (毫米) cm (厘米) m (米)	$1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{mm} = 10^{-6}\text{m}$ $1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$ $1\text{cm} = 10^{-2}\text{m}$
2 质量	g (克) kg (千克,公斤) t (吨)	g (克) kg (千克,公斤)	$1\text{g} = 10^{-3}\text{kg} = 10^{-6}\text{t}$ $1\text{t} = 10^3\text{kg} = 10^6\text{g}$
3 时间	sec (秒)	s (秒)	$1\text{s} = 1.667 \times 10^{-2}\text{分} = 2.778 \times 10^{-4}\text{小时}$ $= 3.171 \times 10^{-8}\text{年}$
4 温度	$^{\circ}\text{C}$ (摄氏温度)	K (开)	$t = T - 273.15\text{K}$ 式中 t 为摄氏温度, T 为热力学温度
5 面积	cm^2 (平方厘米) m^2 (平方米)	m^2 (平方米)	$1\text{cm}^2 = 10^{-4}\text{m}^2$
6 体积	cm^3 (立方厘米) m^3 (立方米) ml (毫升) l (升)	m^3 (立方米)	$1\text{cm}^3 = 10^{-6}\text{m}^3$ $1\text{cm}^3 = 1\text{ml} = 10^{-3}\text{l}$
7 截面模数	m^3		

续表 1

	量	米制单位	国际制(SI)单位	换算关系
8	截面惯性矩		m ⁴	
9	地基上梁的柔度系数、桩的变形系数(α)		1/m	
10	力、集中荷载	kg(公斤) t(吨)	N(牛) kN(千牛) MN(兆牛)	$1N = 10^{-3}kN = 10^{-6}MN$ $1kg = 9.81N$ $1t = 9.81 \times 10^3N = 9.81kN = 9.81 \times 10^{-3}MN$
11	分布荷载	kg/cm t/m	N/m kN/m MN/m	$1t/m = 10kg/cm$ $1t/m = 9.81kN/m = 9.81 \times 10^{-3}MN/m$
12	应力、压力、抗剪强度、内聚力、地基承载力、弹性模量、压缩模量	kg/cm ² t/m ²	N/m ² kN/m ² MN/m ²	$1kg/cm^2 = 10t/m^2$ $1kg/cm^2 = 9.81 \times 10^4N/m^2 = 9.81 \times 10kN/m^2$ $= 9.81 \times 10^{-2}MN/m^2$ $1t/m^2 = 9.81 \times 10^3N/m^2 = 9.81kN/m^2 = 9.81 \times 10^{-3}MN/m^2$
13	容重	g/cm ³ t/m ³	N/m ³ kN/m ³ MN/m ³	$1g/cm^3 = 1t/m^3$ $1t/m^3 = 9.81 \times 10^3N/m^3 = 9.81kN/m^3$ $= 9.81 \times 10^{-3}MN/m^3$
14	基床系数(k_z)、地基抗力系数(k_x)、地基刚度系数	t/m ³	N/m ³ kN/m ³ MN/m ³	$1g/cm^3 = 1t/m^3$ $1t/m^3 = 9.81 \times 10^3N/m^3 = 9.81kN/m^3$ $= 9.81 \times 10^{-3}MN/m^3$

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 房屋地基与基础简介	(1)
第二节 地基与基础在建筑工程中的 重要性	(2)
第三节 本书的特点和学习时应注意的 问题	(4)
第二章 地基计算原理介绍	(5)
第一节 土的物理性质及分类	(5)
第二节 土中应力和变形计算	(20)
第三节 载荷试验	(57)
第四节 土的抗剪强度	(60)
第三章 天然地基上浅基础	(67)
第一节 概述	(67)
第二节 地基基础设计的一般规定	(67)
第三节 基础的类型	(70)
第四节 基础埋置深度的选择	(78)
第五节 地基土容许承载力的确定	(81)
第六节 浅基础的计算	(89)

第七节	天然地基上浅基础施工.....	(104)
第四章	桩基础和深基础.....	(113)
第一节	概述.....	(113)
第二节	桩的分类.....	(114)
第三节	单桩容许承载力的确定.....	(118)
第四节	群桩的承载力.....	(124)
第五节	桩基础的设计.....	(127)
第六节	深基础简介.....	(142)
第五章	地基处理及减轻不均匀沉降的措施	(146)
第一节	土的夯实和碾压.....	(146)
第二节	换土垫层法.....	(152)
第三节	局部软弱地基的处理方法.....	(159)
第四节	山区不均匀地基处理.....	(162)
第五节	减轻不均匀沉降的措施.....	(165)
第六章	土坡稳定和挡土墙.....	(175)
第一节	概述.....	(175)
第二节	土坡的稳定性分析.....	(176)
第三节	挡土墙.....	(182)

第一章

绪论

第一节 房屋地基与基础简介

任何房屋都是建造在地层上的，受房屋荷载影响的那一部分地层称为地基。房屋的下部结构通常要埋入地下一定深度，使之座落在较好的地层上，并适当扩大其底面积。以减小单位面积上的应力，此扩大部分称为基础(图1—1)。

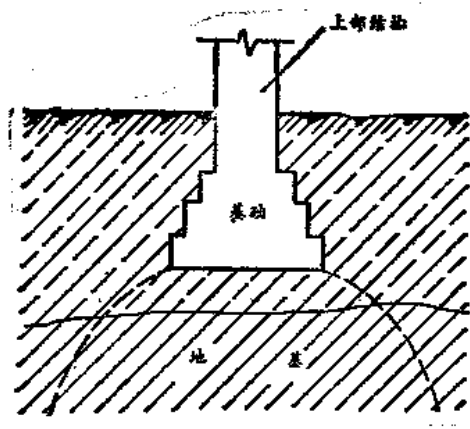


图1—1 房屋地基与基础示意图

由于地层的形成年代、生成环境及成分的不同，所以地基的性质是复杂而多样的。因此，在设计之前，必须对场地进行工程地质勘察，并对土进行物理、力学性质试验，以作出工程

地质评价。然后根据上部结构荷载、房屋使用及构造上的要求，对地基进行变形、强度及稳定性分析。要求作用在地基上的压应力不超过地基的容许承载力。而且，要求地基的计算变形量不超过地基的容许变形值。

基础根据埋置深度分为浅基础和深基础，如果土质较好，对一般房屋的基础，埋深通常不大，一般常在3~5米之内，可用普通施工方法进行基坑开挖或排水，这种基础称为浅基础。如果建筑物荷重较大且上层土质又较软弱时，须将基础埋于较深的地层上，这时可能要采用特殊的基础类型或采用特殊的施工方法，这种基础称为深基础。例如，桩基、沉井、地下连续墙等。

如果在未经人工处理的地基上建造基础，这种地基称为天然地基。相反则称为人工地基。

进行地基与基础设计时，要综合考虑地基、基础和上部结构三者的相互联系。例如，对于软弱地基，除了考虑采用地基处理之外，还要适当加强上部结构的刚度和强度，以调整和适应地基不均匀沉降；或采用桩基、沉井等深基础方案，将建筑物的荷载传到下面较好的地层上。由此可见，同一建筑物，满足设计要求的地基基础方案往往不止一个，这时需要通过经济、技术比较，以选择一个安全可靠、经济合理、技术先进和施工简便的方案来。

第二节 地基与基础在建筑工程中的重要性

地基的好坏和基础工程的质量关系到整个建筑物的安全和正常使用。一旦出现事故，处理比较困难。例如，加拿大某谷仓，由于设计前未勘察到基础下有厚达16米的软粘土层，建成

后初次贮存谷物时，基底平均压应力超过了地基极限承载力，致使一侧陷入土中8.8米，另一侧抬高1.5米，倾斜 27° （图1-2）。由于该谷仓采用片筏基础，基础和上部结构刚度很强，筒仓完好无损。后来在下面做了70多个支承于基岩上的混凝土墩，采用388个50吨的千斤顶和支撑系统，才把仓体纠正过来，但其标高比原来位置降低了4米。

由于基础工程在地下或水下进行，施工难度大，往往延误

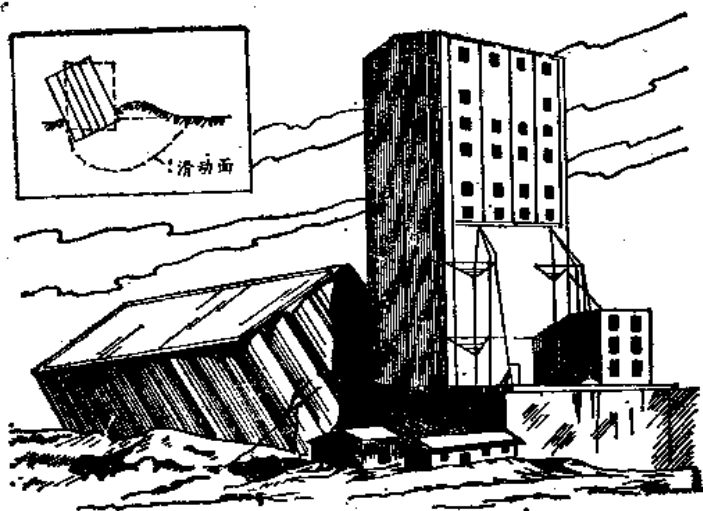


图1-2 加拿大某谷仓的地基事故

工期，基础工程工期约占整个建筑物工期的25~30%。造价约占总造价的10~20%。如须人工处理或采用深基础，则其造价所占的比重更大。

解放后，我国进行了大规模的工程建设，成功地处理了许多大型的基础工程。例如，中国历史博物馆，利用人工加固处理旧护城河河床，达到了高质量并缩短了工期。又如广州白云宾馆，高33层，总重近10万吨，采用钻孔灌注桩和直径2米多

的钢筋混凝土墩基础，该建筑物建成后，其沉降量不超过4毫米。

第三节 本书的特点和学习时应注意的问题

本书内容很丰富，除了介绍地基与基础本身的理论、设计、施工和实验各环节之外，还与房屋建筑力学、建筑材料和建筑结构有密切关系。对于上述有关内容，本书需要用到时，只引述其结论，要求理解其意义及应用范围，而不要把注意力放在公式的推导上。在处理本书的内容时，尽可能结合我国现行的《工业与民用建筑地基基础设计规范》(TJ7—74)，介绍有关实用的计算方法和具体规定。

在学习时应注意，(1) 本书第二章着重介绍地基的基本原理计算，包括土的物理性质及分类、地基的应力和变形计算。后几章介绍地基与基础设计、处理与施工有关问题。各章都从不同角度阐述变形、强度和稳定问题，这是本书的重点，抓住这一线索，其他问题就容易理解和掌握。(2) 土的种类繁多，性质各异，不象其他建筑材料有现成的资料可供查考，要求个别进行试验。因此，本书也扼要介绍了土工试验有关知识。(3) 每一项地基与基础设计，几乎找不到完全相同的先例，需要运用本书的基本原理，针对不同情况进行具体分析，在学习时要注意提高分析问题和解决问题的能力。(4) 本书附有部分例题及习题，可供读者参考。

第二章

地基计算原理介绍

地基土是由岩石经风化、搬运、沉积而成的，由于形成的年代和环境的不同，在自然界中土的种类繁多、性质各异。例如，我国西北、华北地区的黄土，沿海及滨湖地区的软土、云南、贵州、广西地区的红粘土等，就各有不同的特性。不同地区土质固然不同，就是同一地点，深度不同土质也有差异。因此，为了进行地基及基础的设计与施工，必须对建筑场地进行工程地质勘察，了解地基土在平面及竖向剖面的分布情况，并对土进行室内或现场的试验，以求出它们的物理、力学性质指标。运用这些指标，结合地基应力和变形计算以及结构设计的有关知识，来解决地基与基础问题。

本章将介绍土的物理性质及分类、土中应力和变形计算、载荷试验和剪切试验方法。

第一节 土的物理性质及分类

一、土的物理性质

土是由松散且大小不同的土颗粒沉积而成的，在土粒之间存在许许多多大小不同的孔隙，在孔隙中常有水及气体。故一般认为土是由固体颗粒（又称固相）、水（液相）、气体（气相）所组成，称为三相体。土中颗粒的大小、成分、及三相之间的

比例关系，反映出土的不同性质，如干湿、轻重、松密、软硬等等。土的这些物理性质与力学性质之间有着密切的联系，例如，土松而湿则强度低而压缩性大，反之土干而密则强度高而压缩性小。故土的物理性质是土的最基本的工程性质。

为了评价土的物理、力学性质，必须了解土的三相之间的比例关系。

土的颗粒、水和气体本来是交错排列的（图2—1），但是为了研究方便起见，可将三者按体积和重量划分如图2—2所示，此图称三相关系图，并用下列符号表示：

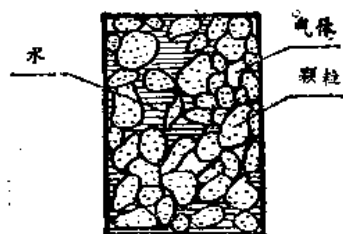


图2—1 土的组成示意图

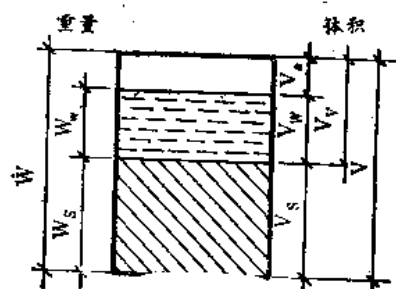


图2—2 土的三相示意图

V ——土的总体积；

V_a ——土中气体的体积；

V_w ——土中水所占的体积；

V_s ——土中颗粒的体积；

V_v ——土中孔隙所占的体积；

$$V_v = V_a + V_w$$

W ——土的总重量；

W_w ——土中水的重量；

W_s ——土中颗粒的重量。

(一) 土的天然容重 (简称容重)

土在天然状态下 (保持原来的结构及含水量不变) 单位体积的重量, 用下式计算:

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (2-1)$$

式中 γ —土的天然容量, 克/厘米³或吨/米³(千牛/米³)。[1]

土的天然容重与土粒组成、孔隙大小和含水量有关。一般土的容重 $\gamma=1.6\sim2.0$ 吨/米³ (15.69~19.61千牛/米³)。

(二) 土的含水量

土在天然状态下, 土中水的重量与土颗粒重量之比的百分率, 用符号 W 表示。

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (2-2)$$

(三) 土的颗粒比重

土的颗粒重量 (在100°~105℃下烘至恒重的干土重) 与同样体积的蒸馏水在4℃时重量的比值, 用符号 G 表示。

$$G = \frac{W_s}{V_s \gamma_w} \quad (2-3)$$

式中 γ_w —水在4℃时单位体积的重量, $\gamma_w=1$ 吨/米³ (9.81千牛/米³)。

土的颗粒比重决定于土的矿物成分和有机质含量, 一般土粒比重为2.65~2.75。

以上三个物理性质指标是直接由试验方法测定的 (试验方法见有关土工试验操作规程), 是每种土必须测定的基本指标。根据这三个指标, 又可导出如下几个物理性质指标。

[1] 括号内为国际制单位, 主要计量单位及其换算关系见附表。