

中等专业学校工业与民用建筑专业系列教材

地基与基础

朱永祥 主编

武汉工业大学出版社



中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

地基与基础

朱永祥 主编



武汉工业大学出版社

· 武汉 ·

内 容 简 介

《地基与基础》系中专工业与民用建筑专业系列教材之一,是参照新规范《建筑地基基础设计规范》(GBJ7—89)编写而成。全书共十章,主要内容包
括:土的物理性质及工程分类、土的应力计算、变形、土的抗剪强度与地基
承载力、天然地基上浅基础设计、边坡稳定及挡土墙、箱形基础、桩基础、地
基处理和特殊土地基等,书后附有土工试验指导书。

本书适用于各种层次中等职业技术学校工业与民用建筑专业,也可供
工程设计、施工技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地基与基础/朱永祥主编. —武汉:武汉工业大学出版社,1997. 9
中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材
ISBN 7-5629-1195-9

I. 地… II. 朱… III. 地基-基础(工程)-专业学校-教材 IV: TU47

武汉工业大学出版社出版发行

(武汉市武昌珞狮路 14 号 邮编:430070)

全国各地新华书店经销

武汉工业大学出版社中南三〇九印刷厂印刷

(湖北省安陆市九号信箱 邮编:432600)

*

开本:787×1092 1/16 印张:10.75 字数:268 千字

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—5000 册 定价:10.50 元

(如有印装质量问题,请向承印厂调换)

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

出版说明

为了适应中等专业学校“工业与民用建筑专业”教学,以及该专业中专层次各种形式办学和培训的需要,武汉工业大学出版社组织了部分建筑材料、建筑工程中等专业学校,邀请熟悉中专教学规律,有丰富教学实践经验和体会的教师,编写了中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材。

这套教材依据建设部普通中等专业学校“工业与民用建筑专业”培养方案规定的培养目标、毕业生的业务范围和基本规格进行组编。各科内容按照培养方案提出的毕业生应具备的基础知识、专业知识和业务能力的要求进行编写。在编写中,力求做到理论联系实际,结构体系合理,取材恰当,叙述清楚,具有思想性、科学性、实用性、先进性的鲜明特点。在专业技术方面,采用国家颁发的现行规范、标准和规定。教材中的专业术语、符号和计量单位采用《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》国家标准,并应符合《中华人民共和国法定计量单位使用方法》及有关学科国家标准的规定。

这套教材主要用于中等专业学校工业与民用建筑专业和相关专业的相关课程教学,也可供中专层次的电教函授、自学考试、职工岗位技术培训等参考选用。我们诚恳期望广大读者在使用这套教材的过程中提出宝贵意见和建议,以便今后不断修改和完善。

国家建材局教材办公室

1997年5月8日

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材 编委会成员名单

顾问: 周功亚

主任: 高鸣涵

副主任: 曹文聪 孙成林 范文昭

委员: 周相玉 吴润华 高远 陈英 朱永祥 毛小玲 余胜光

冯美宇 梁春光 赵爱民 范德均 王学通 官杰 蔡德明

田道全 李梅 杨学忠 黄春

秘书长: 杨学忠

林建民系“业专院教用另法业工”外学业专等中

前 言

本书系中专工业与民用建筑专业教学丛书之一，是参照我国新规范《建筑地基基础设计规范》(GBJ7—89)编写而成。

本学科具有较强的理论性和实践性，涉及的范围很广，发展速度较快，地区性又强。因此，在编写时注重理论联系实际，力求语言通顺，文字简练，避免公式繁琐推导，重点突出，并适当地吸收了国内外科技新成就。

书中采用了国家规定的建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语。为了便于读者掌握本书所叙述的基本理论，书中附有必要数量典型例题、复习题供读者参考。

本书适用于各种层次中等职业技术学校土建专业，也可供工程设计、施工技术人员参考。

本书中的绪论、第一章、第二章、第五章和第七章由安徽省滁州建筑工程学校朱永祥编写；第三章、第四章、第九章和第十章由陈震编写；第六章、第八章和土工试验指导书由刘林军编写；孙成斌参加部分插图绘制工作。本书由朱永祥担任主编并对全书进行统稿。滁州市建委总工王芝亭高级工程师担任主审，在此致以深切谢意。

由于编者水平有限，编写时间较短，书中缺点和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者：朱永祥、陈震、刘林军、孙成斌
1997年5月

宣公也林建民林建民

日8月2年1991

林建民系“业专院教用另法业工”外学业专等中

单公员公合委

宣公也林建民林建民

宣公也林建民林建民

宣公也林建民林建民

宣公也林建民林建民

宣公也林建民林建民

宣公也林建民林建民

宣公也林建民林建民

宣公也林建民林建民

主要符号及单位

- A ——基础底面积(m^2);
- a ——压缩系数 (MPa^{-1} 或 m^2/MN);
- b ——基础底面宽度(m);
- c ——粘聚力(kPa 或 kN/m^2);
- d ——土粒粒径(mm); 桩身直径; 基础埋置深度(m);
- d_s ——土粒相对密度(比重);
- E_a ——主动土压力(kN/m);
- E_0 ——静止土压力(kN/m); 变形模量(MPa);
- E_p ——被动土压力(kN/m);
- E_s ——压缩模量(MPa);
- e ——孔隙比;
- F ——作用在基础顶面上的竖向力(kN , kN/m);
- f ——地基承载力设计值(kPa 或 kN/m^2);
- f_k ——地基承载力标准值(kPa 或 kN/m^2);
- f_0 ——地基承载力基本值(kPa 或 kN/m^2);
- G ——基础及其台阶上土的永久荷载(kN , kN/m);
- h ——高度(m);
- I_L ——液性指数;
- I_p ——塑性指数;
- K_a ——主动土压力系数;
- K_0 ——静止土压力系数;
- K_p ——被动土压力系数;
- L ——长度(m);
- M ——作用于基础底面的力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$);
- m ——质量(kg , t);
- N_{10} ——轻便触探试验锤击数;
- $N_{63.5}$ ——标准贯入试验锤击数;
- n ——孔隙率(%);
- p ——基底平均压力(kPa 或 kN/m^2);
- p_0 ——基底附加压力(kPa 或 kN/m^2);
- P_u ——地基极限荷载(kPa 或 kN/m^2);
- P_{cr} ——地基临塑荷载(kPa 或 kN/m^2);
- Q ——竖向荷载, 桩基中单桩所受竖向力设计值;

q_P ——桩端土的承载力设计值(kPa 或 kN/m^2);
 q_s ——桩周土的摩擦力设计值(kPa 或 kN/m^2);
 R ——单桩竖向承载力设计值(kN);
 S ——沉降量(mm);
 U ——固结度;
 V ——体积(m^3);剪力(kN);
 w ——土的含水量(%);
 w_L ——液限(%);
 w_P ——塑限(%);
 z_0 ——标准冻深(m);
 z_n ——地基沉降计算深度(m);
 z ——深度(m);
 α ——土中应力系数;
 $\bar{\alpha}$ ——平均附加应力系数;
 β ——边坡对水平面的坡角($^\circ$);
 γ ——土的重度(kN/m^3);
 γ_d ——干土重度(kN/m^3);
 γ_{sat} ——饱和土重度(kN/m^3);
 γ_w ——水的重度(kN/m^3);
 δ ——土对挡土墙背的摩擦角($^\circ$);
 θ ——地基的压力扩散角($^\circ$);
 ρ ——土的密度(t/m^3);
 σ ——正应力(kPa 或 kN/m^2);
 σ_{cz} ——自重应力(kPa 或 kN/m^2);
 σ_z ——土中附加应力(kPa 或 kN/m^2);
 τ ——剪应力(kPa 或 kN/m^2);
 φ ——土的内摩擦角($^\circ$);
 η_b ——基础宽度的承载力修正系数;
 η_d ——基础深度的承载力修正系数;
 ψ_s ——沉降计算经验系数;
 ψ_t ——采暖对冻深的影响系数。

在您阅读了我社出版的_____一书以后,请对本书质量给予综合评价,指出其不足。请填写“中等专业学校‘工业与民用建筑专业’系列教材质量信息卡”,并及时将意见反馈给我社,以便提高图书质量,更好地为您和广大读者服务。此外,您急需何种图书?请给我们提供,如我社目前无此本版书提供,也将积极组织出版,或给您提供外版书的信息。欢迎保持联系。

联系人:宫杰 杨学忠 黄春

(请在栏中打○)

责任编辑:

图书质量	优质品	良好品	合格品	不合格品
内容质量				
编校质量				
装帧设计质量				
印刷质量				

改正

--	--	--	--	--

电话:(027)7884682 邮编:430070

目 录

绪论	(1)
第一章 土的物理性质及工程分类	(3)
第一节 土的成因	(3)
第二节 土的组成	(3)
第三节 土的物理性质指标	(6)
第四节 无粘性土的密实度	(10)
第五节 粘性土的物理特征	(10)
第六节 地基土的工程分类	(12)
复习题	(15)
第二章 土中应力计算	(16)
第一节 土中自重应力	(16)
第二节 基底压力	(17)
第三节 土中附加应力	(19)
复习题	(28)
第三章 地基的变形	(30)
第一节 土的室内压缩试验	(30)
第二节 地基变形的计算	(32)
第三节 饱和软土地基的沉降与时间关系	(38)
复习题	(41)
第四章 土的抗剪强度和地基承载力	(43)
第一节 土的抗剪强度	(43)
第二节 土的极限平衡理论	(47)
第三节 地基的临塑荷载与临界荷载	(48)
第四节 极限荷载	(52)
第五节 地基承载力的确定方法	(52)
第六节 工程地质勘察报告的阅读	(58)
复习题	(61)
第五章 天然地基上浅基础设计	(63)
第一节 概述	(63)
第二节 浅基础类型	(63)
第三节 基础埋置深度的选择	(68)
第四节 地基与基础的设计原则	(71)
第五节 基础底面积的确定	(72)
第六节 刚性基础设计	(77)
第七节 墙下钢筋混凝土条形基础设计	(79)
第八节 柱下钢筋混凝土单独基础设计	(81)
第九节 柱下钢筋混凝土条形基础设计	(89)

第十节 筏板基础的简化计算	(92)
第十一节 减少不均匀沉降的措施和基础施工的验槽	(93)
复习题	(99)
第六章 边坡稳定及挡土墙	(100)
第一节 边坡稳定	(100)
第二节 挡土墙	(103)
复习题	(110)
第七章 箱形基础	(111)
第一节 概述	(111)
第二节 构造要求	(111)
第三节 地基计算	(113)
复习题	(116)
第八章 桩基础	(117)
第一节 桩基础的分类	(117)
第二节 单桩竖向承载力的确定	(119)
第三节 群桩	(122)
第四节 承台	(124)
第五节 桩基础的计算实例	(127)
第六节 桩侧负摩擦力和桩的抗拔力	(131)
第七节 水平荷载作用下桩基的设计	(131)
第八节 其它深基础简介	(134)
复习题	(135)
第九章 地基处理	(136)
第一节 换土垫层法	(136)
第二节 深层密实法	(138)
第三节 排水固结法	(140)
第四节 化学加固法	(140)
第五节 加筋法	(141)
复习题	(141)
第十章 特殊土地基	(142)
第一节 湿陷性黄土地基	(142)
第二节 膨胀土地基	(145)
复习题	(149)
土工试验指导书	(150)
实验一 土的密度、天然含水量和土粒相对密度	(150)
实验二 粘性土的液限、塑限	(155)
实验三 土的压缩性	(156)
实验四 土的抗剪强度	(161)

绪 论

一、地基与基础的概念

任何建筑物都要建造在地层上面。建筑物的下部通常要加以扩大,以减小单位面积上的应力,并埋入地下一定深度,使之坐落在较好的地层上。建筑物下部的扩大部分承重结构称为基础;承受由基础传来荷载的地层称为地基;位于基础底面下第一层土称为持力层,在其以下土层统称为下卧层,强度低于持力层的下卧层称为软弱下卧层。从设计地面到基础底面的垂直距离叫做基础的埋置深度(图 0-1)。

二、地基与基础设计的基本要求

为了保证建筑物的安全,地基应满足下列两个基本要求:

(1)地基应具有足够的强度,在荷载作用下,不致因地基失稳而破坏。

(2)地基不能产生过大的变形而影响建筑物的安全与正常使用。

同时,基础结构本身应有足够的强度、刚度和耐久性,在地基反力作用下不会发生强度破坏,并具有改善沉降与不均匀沉降的能力。

良好的地基一般具有较高的强度与较低的压缩性,容易满足上述要求。软弱地基的工程性质较差,对这种地基必须进行人工处理,才能满足强度与变形的要求。经过人工处理而达到设计要求的地基称为人工地基;不需要处理而直接利用的地基称天然地基。建筑物一般宜建造在良好的天然地基上,以减少地基处理的费用。但为节约用地,也要充分利用工程性质较差而经过处理后的地基。

三、地基与基础在建筑工程中的重要性

地基与基础是整个建筑工程中的一个重要组成部分。它的质量好坏关系到建筑物的安全、经济和正常使用,轻则上部结构开裂、倾斜,重则建筑物倒塌,危及人们财产与生命安全。实践证明,建筑物的事故很多是与地基基础有关。例如,著名的意大利比萨斜塔的倾斜就是由于地基不均匀沉降而造成的。该塔高度约 55m,始建于 1173 年,当建至 24m 高时发现塔身倾斜而被迫停工,至 1273 年续建完工。该塔由于建造在不均匀的高压缩性地基上,致使北侧下沉 1m 有余,南侧下沉近 3m,沉降差达 1.8m,倾角达 5.8°之多。现在这个塔还以每年 1mm 的沉降速率下沉。又如,加拿大特朗斯康谷仓,由于设计时不了解地基埋藏有厚达 16m 的软粘土层,建成后谷仓的荷载超过了地基的承载能力,造成地基丧失稳定性,使谷仓西侧陷入土中 8.8m,东侧抬高 1.5m,仓身倾斜 27°。我国上海工业展览馆建于 1954 年,总重 10000t,地基为厚 14m 的淤泥质软粘土。建成后,当年基础下沉 0.6m,目前大厅平均年沉降量达 1.6m。

一般多层建筑中,基础工程造价约占总造价的 20%~25%,对高层建筑或需地基处理时,

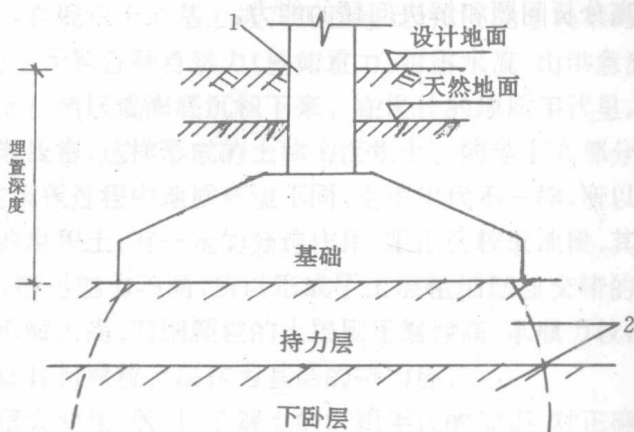


图 0-1 地基与基础示意图

1—上部结构;2—地基

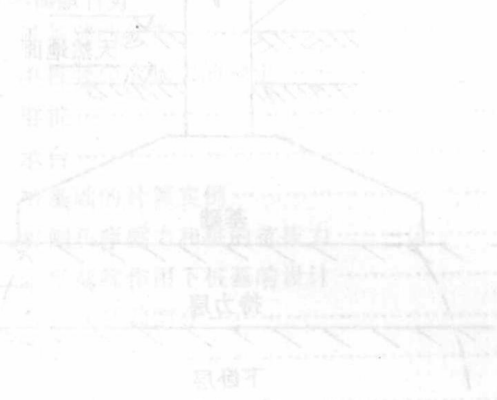
则所需费用更大。另外,地基基础属于隐蔽工程,一旦出现事故,不易处理。因此,基础工程实属百年大计,必须慎重对待。只有深入了解地基情况,掌握勘察资料,经过精心设计与施工,才能使基础工程做到既经济合理,又能保证质量。

四、本课程的特点、任务及学习方法

地基与基础是一门知识面广而综合性强的课程,它涉及到土力学、工程地质学、建筑结构与施工技术等几个学科领域。学习本课程应具有建筑结构与施工技术课的专业知识。

通过本课程的学习,应掌握地基土的物理性质与土力学的基本知识,掌握地基基础工程的基本概念;能阅读与正确理解工程地质勘察报告;了解地基处理的各种方法;能进行一般房屋的地基基础设计;学会基本的土工试验操作技能。

每一项地基与基础的工程设计,几乎找不到完全相同的实例;故需要运用本课程的基本原理,深入调查研究,针对不同情况进行具体分析。因此,在学习本课程时要注意理论联系实际,提高分析问题和解决问题的能力。



地基与基础工程是建筑工程的重要组成部分,它关系到建筑物的安全与稳定。在工程实践中,地基与基础工程的设计与施工必须遵循科学的原则,充分考虑地质条件、荷载大小、材料性能等因素。通过本课程的学习,学生将能够掌握地基与基础工程的基本理论、设计方法和施工技术,为今后的工程实践打下坚实的基础。

地基与基础工程的设计与施工是一个复杂的过程,需要工程师具备扎实的专业知识和丰富的实践经验。在设计过程中,工程师需要根据勘察资料,对地基土的物理力学性质进行详细分析,并据此选择合适的地基处理方法和基础形式。在施工过程中,工程师需要严格控制施工质量,确保基础工程的安全可靠。

随着建筑技术的不断进步,地基与基础工程的设计和施工也在不断创新。例如,新型地基处理材料、智能化施工设备等的应用,为地基与基础工程的发展提供了新的机遇。学生在学习本课程时,应关注行业最新动态,不断提高自己的专业素养和创新能力。

第一章 土的物理性质及工程分类

第一节 土的成因

地表岩石在大气中由于长期受到风、霜、雨、雪的侵蚀和生物活动的破坏作用,即风化作用,使其崩解破碎而形成大小不同的松散物质,这种松散物质称为土。风化后残留在原地的土称为残积土,它主要分布在岩石暴露地面受到强烈风化的山区和丘陵地带。由于残积土未经分选作用,所以无层理,厚度很不均匀。因此,在残积土地基上进行工程建设时,应注意其不均匀性,防止建筑物的不均匀沉降,如风化后的土受到各种自然力(例如重力、雨雪水流、山洪急流、河流、风力和冰川等)的作用,搬运到大陆低洼地区或海底沉积下来。在漫长的地质年代里,沉积的土层逐渐加厚,它在自重的作用下逐渐压密,这样形成的土称为沉积土。陆地上大部分平原地区的土都属于沉积土。由于沉积土在沉积过程中地质环境不同,生成年代不一样,所以它的物理力学性质有很大差异。如洪水沉积的洪积土,有一定的分选作用,距山区较近地段,其颗粒较粗,远离山区颗粒较细,由于每次洪水搬运能力不同,所以形成了土层粗细颗粒交错的地质剖面。通常,粗颗粒的土层压缩性较低,承载力高;而细颗粒的土层则压缩性高,承载力较低。在沉积土地基上进行工程建设时,应尽量选择粗颗粒土层作为基础的持力层。

土的沉积年代不同,其工程性质将有很大变化,所以,了解土的沉积年代的知识,对正确进行判断土的工程性质是有实际意义的。土的沉积年代通常采用地质学中的相对地质年代来划分。所谓相对地质年代,是指根据主要地壳运动和古生物演化顺序,将地壳历史划分的时间段落。最大的时间单位称为代,每个代分为若干纪,纪分为若干世。

大多数的土是在第四纪地质年代沉积形成的,这一地质历史时期是距今较近的时间段落(大约 100 万年)。在第四纪中包括四个世,即早更新世(用符号 Q_1 表示)、中更新世(Q_2)、晚更新世(Q_3)和全新世(Q_4)。由于沉积年份不同、地质作用不同以及岩石成分不同,使各种沉积土的工程性质相差很大。

第二节 土的组成

土是一种松散物质,这种松散物质主要是矿物颗粒,在矿物颗粒之间有许多孔隙,通常孔隙之间有液体(一般是水),也有气体(一般是空气)。所以,土一般由矿物颗粒(固相)、水(液相)和空气(气相)组成。土为三相体系。

一、土的矿物颗粒

土的固体颗粒大小和形状、矿物成分及组成情况对土的物理力学性质有很大的影响。

(一)土的颗粒级配

自然界中的土都是由大小不同的土粒组成的。根据粒径大小可将土粒划分为块石(漂石)、碎石(卵石)、角砾(圆砾)、砂砾、粉粒及粘粒等六大粒组。各组的界限粒径分别是 200mm、

20mm、2mm、0.25mm、0.075mm 和 0.005mm，见表 1-1。土中各个粒组相对含量百分比为土的颗粒级配。

土粒的粒组划分 表 1-1

粒 组 名 称		粒径范围(mm)	一 般 特 征
漂石或块石颗粒 卵石或碎石颗粒		>200 200~20	透水性很大,无粘性,无毛细水
圆砾或角砾颗粒	粗	20~10	透水性大,无粘性,毛细水上升高度不超过粒径大小
	中	10~5	
	细	5~2	
砂 粒	粗	2~0.5	易透水,当混入云母等杂质时透水性减小,而压缩性增加;无粘性,遇水不膨胀,干燥时松散;毛细水上升高度不大,随粒径变小而增大
	中	0.5~0.25	
	细	0.25~0.1	
	极细	0.1~0.05	
粉 粒	粗	0.05~0.01	透水性小;湿时稍有粘性,遇水膨胀小,干时稍有收缩;毛细水上 升高度较大较快,极易出现冻胀现象
	细	0.01~0.005	
粘 粒		<0.005	透水性很小;湿时有粘性、可塑性,遇水膨胀大,干时收缩显著;毛 细水上升高度大,但速度较慢

注:1. 漂石、卵石和圆砾颗粒均呈一定的磨圆形状(圆形或亚圆形);块石、碎石和角砾颗粒都带有棱角。

2. 粘粒或称粘土粒;粉粒或称粉土粒。

3. 粘粒的粒径上限也有采用 0.002mm 的。

颗粒分析结果常用图 1-1 的颗粒级配曲线表示。图中纵坐标表示小于(或大于)某粒径的土重百分比,横坐标表示粒径,由于粒径相差较大,故采用对数横坐标表示。

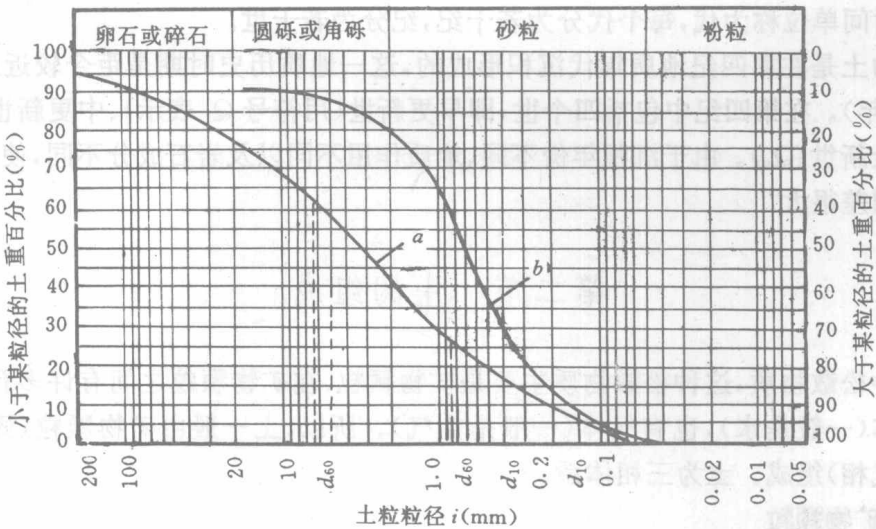


图 1-1 颗粒级配曲线示意图

工程上用不均匀系数 C_u 表示颗粒组成的不均匀程度:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \tag{1-1}$$

式中： d_{60} ——小于某粒径的土重百分比为 60% 时相应的粒径，又称限定粒径；
 d_{10} ——小于某粒径的土重百分比为 10% 时相应的粒径，又称有效粒径。
 当 $C_u < 5$ 时，表示粒径较均匀，级配不好(图 1-1 中 b 线)；
 当 $C_u > 10$ 时，表示粒径不均匀，级配良好(图 1-1 中 a 线)。

(二)土的矿物成分

土粒中的矿物成分分为原生矿物和次生矿物，原生矿物就是岩石经物理风化产生的矿物成分。如石英、长石、云母等，原生矿物的性质比较稳定。在粗的土粒中常含有这些矿物成分；次生矿物是岩石经化学风化后而产生的新的矿物，如蒙脱石、伊利石、高岭石等。极细的粘粒中常含有这些次生矿物。土粒中所含矿物成分不同，其性质就不同。如粘粒中蒙脱石含量较多时，则这种土遇水就会强烈膨胀，失水后又会产生收缩，给工程带来不利影响。

二、土中水

土中水的性质可分为以下几类(图 1-2)：

(一)结合水

根据水与土颗粒表面结合的紧密程度又可分为吸着水(强结合水)和薄膜水(弱结合水)。

1. 吸着水：实验表明，极细的粘粒表面带有负电荷，由于水分子为极性分子，即一端显正电荷，一端显负电荷，水分子就被颗粒表面电荷引力牢固地吸附，在其周围形成很薄的一层水。这种水就称为吸着水。其性质接近于固态，不冻结，相对密度(比重)大于 1，具有很大的粘滞性，受外力不转移，在 $100^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$ 温度下被蒸发。这种水不传递静水压力。

2. 薄膜水：这种水是位于吸着水以外，但仍受土颗粒表面电荷吸引的一层水膜。显然，距土粒表面愈远，水分子引力就愈小。薄膜水也不能流动，含薄膜水的土具有塑性。

它不传递水压力，冻结温度低，已冻结的薄膜水在不太大的负温下就能融化。

(二)自由水

只受重力的影响，其性质与普通水无异，能传递静水压力，土中含有自由水时呈现出流动状态。

三、土中气体

土中气体可分为两类：与大气连通的自由气体和与大气隔绝的封闭气体。自由气体在外力作用下能很快逸出，因此它不影响土的性质；封闭气体则增加土的弹性，减少土的透水性。

四、土的结构

土的结构是指土颗粒的大小、形状、表面特征、相互排列及其联结关系的综合特征。一般可分为单粒结构、蜂窝结构和绒絮结构三种基本类型(图 1-3)。

具有单粒结构的土由砂粒等较粗土粒组成，土粒排列有疏松状态及密实状态，土粒排列密实时，土的强度较大。具有蜂窝结构的土是由粉粒串联而成。具有绒絮结构的土是由粘粒集合

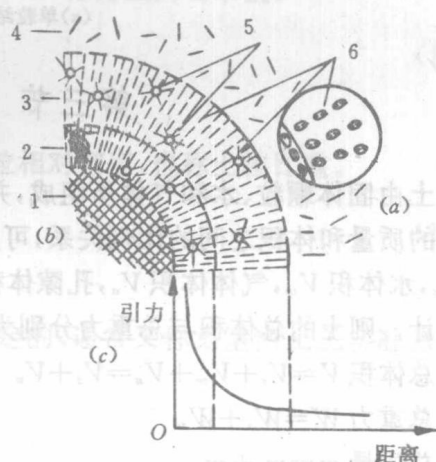


图 1-2 水在土中的形态简图

(a)水分子在土粒四周定向排列；(b)土粒与水的相互作用；(c)土粒电荷引力随距离的变化
 1—矿物颗粒；2—吸着水；3—薄膜水；
 4—自由水；5—阳离子；6—水分子

体串联而成。后两种结构存在着大量的孔隙,结构不稳定,当其天然结构被破坏后,土的压缩性增大而强度降低,故对具有海绵结构的土也称为有结构性土。结构性的强弱可用灵敏度指标衡量,灵敏度 S_t 即是天然结构破坏前后的抗压强度的比值。 $1 < S_t \leq 2$ 为低灵敏度, $2 < S_t \leq 4$ 为中灵敏度, $S_t > 4$ 为高灵敏度。土的灵敏度越高,则土的结构性越强,扰动后土的强度降低越多。故对高灵敏度的土在施工时需特别注意使其结构不受扰动。

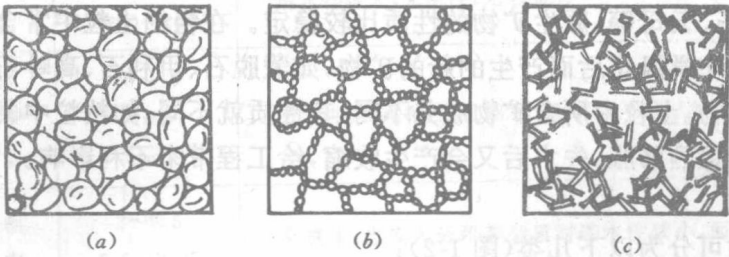


图 1-3 土的结构
(a)单粒结构;(b)蜂窝结构;(c)絮状结构

第三节 土的物理性质指标

土由固体颗粒、水和气体所组成,并且各种组成成分是交错分布的(图 1-4)。土的各组成部分的质量和体积之间的比例关系,可用土的三相比指标表示(图 1-5)。设总体积 V ,颗粒体积 V_s ,水体积 V_w ,气体体积 V_a ,孔隙体积 V_v ,总重力 W ,颗粒重力 W_s ,水重力 W_w ,气体重力忽略不计。则土的总体积与总重力分别为:

$$\text{总体积 } V = V_s + V_w + V_a = V_s + V_v$$

$$\text{总重力 } W = W_s + W_w$$

$$\text{总质量 } m = m_s + m_w$$



图 1-4 土的组成示意图
1—水;2—气体;3—颗粒

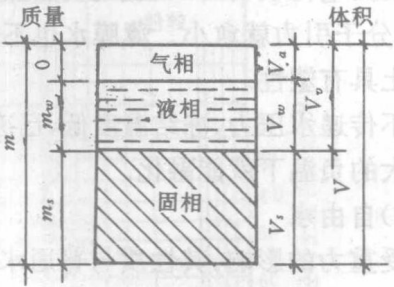


图 1-5 土的三相关系示意图

一、土的质量密度 ρ 和重力密度 γ

1. 土的质量密度

在天然状态下,单位体积土的质量称为土的质量密度,简称土的密度。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-2a)$$

式中: m ——土的总质量(t 或 kg);

V ——土的总体积(m^3)。