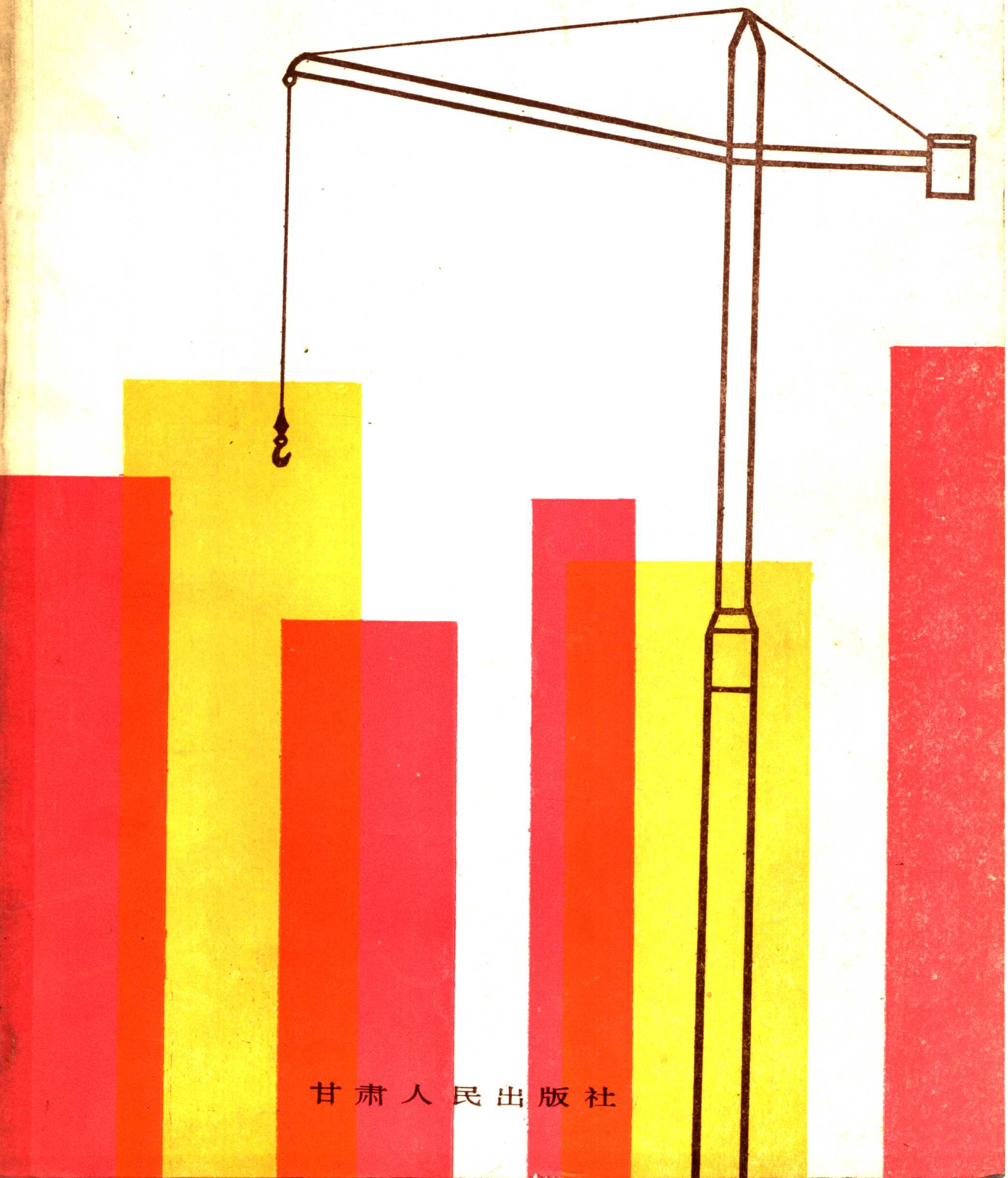


建筑施工技术

施工企业土建工队长培训教材



甘肃人民出版社

建筑施工技术

施工企业土建工队长培训教材编写组

甘肃人民出版社

责任编辑 王郁明
技术设计
封面设计 姜建华

建筑施工技术

施工企业土建工队长培训教材编写组

甘肃人民出版社出版
(兰州第一新村51号)

甘肃省新华书店发行 兰州新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/16 印张47.5 字数1,083,000
1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 1 —18,720

书号: 15096·80 定价: 7.75 元

内 容 简 介

本书是为了提高建筑业基层干部技术素质,适应培训土建工长、队长的需要,按中专课程体系及国家最新标准——1983年国家标准《施工及验收规范》编写的。全书分四篇,即:地基与基础,施工技术,新型建筑施工,机械施工,共二十一章。内容丰富、文图并茂、通俗易懂,是建筑业培训具有初中以上文化水平的土建工长、队长等基层干部的教材,也可供建筑技术人员及大专院校工业与民用建筑专业师生在工作及教学中参考。

编 者 的 话

为提高建筑施工企业的技术素质，适应培训工作的需要，冶金工业部基本建设局组织冶金施工企业和西安冶金建筑学院的工程技术人员及教师编写了《建筑技术基础知识》、《建筑施工技术》，分两册出版，作为建筑施工企业培训土建工队长的教材。

本书是根据一九八三年国家标准“《施工及验收规范》”和建筑施工企业对工程队长、工长技术培训的实践经验编写的，经专业分组集体讨论，征求了职工教育工作者的意见，反复修改后定稿。

本书在编写中力图摒虚就实，尽量结合各部门建筑施工企业的情况，比较系统地叙述了建筑技术基础理论知识及计算原理，侧重介绍建筑施工技术和施工工艺，并编进了宝山钢铁总厂等施工中的某些先进工艺。本书可供建筑施工企业培训土建工段长、工程队长等基层干部之用，也可作为大专院校工民建专业师生的参考书。

参加本册编写的人员有：第五篇：第一章，曲永毅；第二章，陈幼雄。第六篇：第一章，乔永安、杨洁颖；第二章，施起岳；第三章，罗达忠；第四章，章登桢；第五章，罗达忠、章登桢；第六章，周志敏；第七章，黄心辉、周志敏；第八章，徐辉祖；第九章，陶天纵；第十章，高承宣、王焕兴、廖剑刚。第七篇：第一章，张义裕；第二章，唐鸣雁；第三章，付春雷；第四章，陈肇彪。第八篇：第一章，高风；第二章，陈强、陈幼雄；第三章，洪德昌；第四章，胡占洲、洪德昌；第五章，石成祥。

由于我们水平有限，书中不妥之处，敬请批评指正。并对编写本书给予帮助的同志致以谢意。

一九八五年四月

目 录

第五篇 地基与基础

第一章 地基 (1)	第三节 基础的埋置深度 (44)
第一节 地基概述..... (1)	第四节 条形基础的设计 (48)
第二节 地基土的基本性质..... (1)	第五节 房屋的沉降计算 (52)
第三节 特殊土地基的工程特征..... (16)	第六节 减少建筑物不均匀沉降的措施 (55)
第四节 地基允许承载力的确定..... (23)	第七节 浅基础施工 (56)
第五节 地基加固..... (28)	第八节 设备基础地脚螺栓的固定 (73)
第二章 基础工程 (39)	第九节 沉井、地下连续墙 (78)
第一节 天然地基上浅基础概述..... (39)	
第二节 基础材料和构造类型..... (40)	

第六篇 施工技术

第一章 施工测量 (98)	第四节 钢筋代用 (227)
第一节 建筑施工测量概述..... (98)	第五节 钢筋的成型 (230)
第二节 水准测量的原理和方法..... (98)	第六节 钢筋的冷处理 (238)
第三节 角度测量的原理和方法..... (102)	第七节 钢筋绑扎安装 (239)
第四节 距离丈量及直线定线..... (108)	第五章 混凝土与预应力混凝土工程施工 (243)
第五节 地形图的阅读和应用..... (114)	第一节 混凝土工程的施工..... (243)
第六节 建筑物测设的基本方法..... (119)	第二节 泵送混凝土工艺..... (251)
第七节 施工控制测量..... (123)	第三节 二次灌浆..... (258)
第八节 工业建筑施工中的测设..... (130)	第四节 混凝土质量的检查..... (259)
第九节 管线施工测量..... (138)	第五节 预应力混凝土工程..... (264)
第十节 建筑物的沉降和倾斜观测..... (140)	第六节 预应力筋的制作..... (270)
第二章 砌体工程施工 (144)	第七节 预应力筋的张拉..... (275)
第一节 砌砖工程..... (144)	第六章 脚手架工程 (290)
第二节 砌石工程..... (159)	第一节 概述..... (290)
第三节 砌块砌筑工程..... (163)	第二节 多立杆固定式脚手架..... (291)
第四节 砖烟囱砌筑工程..... (171)	第三节 框式脚手架..... (299)
第三章 模板工程 (180)	第四节 桥式脚手架..... (302)
第一节 模板工程概述..... (180)	第五节 里脚手架..... (307)
第二节 模板的配置设计..... (188)	第六节 多立杆脚手架的应用..... (313)
第三节 支撑系统的设计计算..... (205)	第七节 吊、挂脚手架..... (315)
第四节 模板与支撑的安装..... (213)	第八节 脚手板..... (321)
第五节 预制构件模板..... (217)	第九节 垂直运输架..... (323)
第六节 模板的拆除..... (220)	第十节 烟囱、水塔脚手架..... (327)
第四章 钢筋工程 (222)	第十一节 脚手架的质量要求和安全措施..... (331)
第一节 钢筋工程的概述及其工作流程..... (222)	第七章 装饰工程 (332)
第二节 钢筋放样..... (223)	第一节 概述..... (332)
第三节 钢筋配料..... (223)	

第二节	抹灰工程	(332)
第三节	饰面安装工程	(341)
第四节	建筑装饰面施工新工艺	(344)
第五节	油漆和刷浆	(353)
第八章	屋面防水隔热保温及地下	
	防水工程施工	(363)
第一节	卷材屋面	(363)
第二节	石棉水泥波形瓦屋面	(372)
第三节	抹压厚涂层防水屋面	(375)
第四节	钢筋混凝土板自防水屋面	(379)
第五节	刚性防水屋面	(380)
第六节	瓦屋面	(382)
第七节	压型板屋面	(384)
第八节	屋面维修	(390)
第九节	屋面的保温与隔热	(391)

第十节	地下防水	(394)
第九章	冬雨期及风天施工	(406)
第一节	冬雨期施工的重要性	(406)
第二节	冬期施工	(407)
第三节	雨期施工	(431)
第十章	土建与专业工种的	
	施工配合	(434)
第一节	概述	(434)
第二节	土建与水、暖、风专业的	
	施工配合	(435)
第三节	土建与电气安装的施工	
	配合	(440)
第四节	土建与机械安装的施工	
	配合	(444)

第七篇 新型建筑施工

第一章	滑模施工	(446)
第一节	滑模工艺发展概述	(446)
第二节	滑模的组成和滑升原理	(447)
第三节	滑模的构造与布置	(448)
第四节	液压滑模施工工艺	(463)
第五节	筒壁结构滑模施工	(471)
第六节	框架结构滑模施工	(480)
第七节	墙板结构滑模施工	(489)
第八节	滑模施工安全技术	(495)
第二章	升板法施工	(496)
第一节	概述	(496)
第二节	基础和柱的施工	(497)
第三节	板的制作	(498)
第四节	板的提升	(504)
第五节	板的就位和固定	(511)
第六节	升板工艺建筑技术	
	发展概述	(513)

第三章	大模板建筑施工	(517)
第一节	大模板施工概述	(517)
第二节	大模板工程的类型	(517)
第三节	大模板的构造、制作	
	和质量标准	(522)
第四节	大模板的建筑施工工艺	(535)
第四章	高层建筑的设计	
	与施工	(545)
第一节	概述	(545)
第二节	高层建筑结构体系	
	与结构布置	(545)
第三节	高层建筑结构节点构造、楼面	
	整体结构构造及变形缝	(561)
第四节	高层建筑地基基础及地下室	
	施工方案	(573)
第五节	高层建筑的施工工艺	(575)

第八篇 机械施工

第一章	土石方机械施工	(583)
第一节	概述	(583)
第二节	施工机械的选择	(583)
第三节	铲运机施工	(583)
第四节	推土机施工	(589)
第五节	挖掘机施工	(597)
第六节	附属机械	(605)
第七节	石方的爆破	(613)
第八节	土方工程的填挖方施工	(624)
第九节	土方的计算与调配	(628)

第二章	桩基施工	(634)
第一节	桩的种类及成桩	(634)
第二节	桩的施工	(646)
第三节	桩的位移及其处理	(658)
第四节	工程的检查验收	
	及安全工作	(660)
第三章	起重机械和结构吊装	(662)
第一节	起重机械	(662)
第二节	结构吊装	(671)
第四章	钢结构的制作与吊装	(694)

第一节	钢结构的制作.....	(694)	第二节	混凝土振动器.....	(726)
第二节	钢结构吊装.....	(710)	第三节	钢筋加工机械.....	(730)
第三节	钢结构高强螺栓的施工.....	(716)	第四节	砂浆拌合机.....	(735)
第五章	常用小型建筑机械的		第五节	电动卷扬机.....	(737)
	使用	(722)	第六节	打夯机.....	(740)
第一节	混凝土搅拌机.....	(722)			

第五篇 地基与基础

第一章 地 基

第一节 地 基 概 述

任何建筑物都建造在一定的地层（岩层或土层）上。地层在建筑物荷载作用下将改变原有的应力与应变状态。我们把地层由于承受建筑物全部荷载而产生不可忽略的应力与应变的那部分土或岩石称该建筑物的地基。建筑物的基础则是整个建筑结构的重要组成部分，它位于上部结构与地基之间，通常被埋于地下，是建筑物的下部结构（或组成部分），如图 5-1-1 所示。

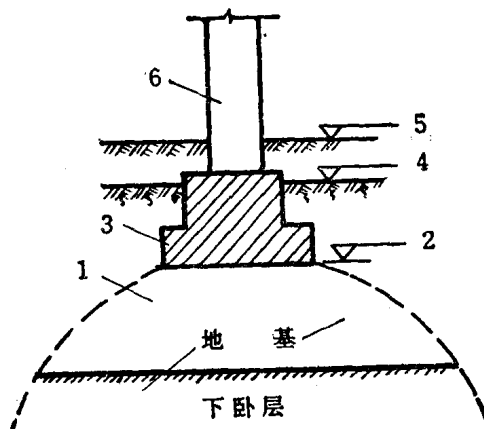


图 5-1-1 地基与基础示意

1.持力层 2.基础底面 3.基础 4.天然地面 5.设计地面 6.上部结构

第二节 地基土的基本性质

工程上所称的土，通常是指岩石风化后形成的散粒堆积物。除少数原地残积的土以外，多数的土都是岩石风化后再经水流、风力或重力作用搬运沉积而成的。

一、土的组成

在一般情况下，土是由三相物质组成的：固相——矿物颗粒和有机质；液相——水溶液；气相——空气。矿物颗粒构成土的骨架，水与空气则充填孔隙。

（一）土的粒度成份

1. 粒组及其划分

土的固相是由不同大小和形状的各种矿物颗粒组成的。土颗粒大小不同，其性质也不相同。为了便于研究，按照土颗粒大小相近、性质相似的原则，把土粒归并成组，称粒组。不同粒组颗粒的重量含量百分率即称土的粒度成分，是土定名的重要依据。

国内目前采用的粒组划分方案如表 5-1-1 所示。

我国土的粒组划分表

表 5-1-1

粒 组 名 称		粒 组 分 界 值 (毫米)	一 般 特 性
漂 石 或 块 石		>200	透水性很大，无粘性，无毛细水
卵 石 或 碎 岩		200~20	不能保持水分
圆砾或角砾	大	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	
	小	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	粗	0.005~0.001	透水性很小，湿时有粘性、可塑性，遇水膨胀大，干时收缩，毛细水上升高度 2 米左右，但速度较慢。
	中	0.001~0.0001	
	细	<0.0001	

注：上表中六大粒组的五个粒组界限值，为了方便记忆，可表为：200，20，2，1/20，1/200mm。

适应上述粒组划分方案的颗粒分析方法，有筛分法和比重计法两种。

2. 粒度成份的表达方式

粒度成份的分析结果，可用表格法和粒径级配曲线法加以表达。

（1）表格法。表格表达方式如表 5-1-2 所示。

（2）粒径级配曲线法。这是一种比较完善的方法，常用图 5-1-2 所示的粒径级配曲线表示。图中的纵座标表示小于某粒径的土粒重量占土总重量的百分比；横座标表示粒径，采用对数比例尺。粒径级配曲线能形象地表示出土的粒度分布特征，若级配曲线平缓，表示土中各种大小的土粒都有，颗粒不均匀，级配良好；若级配曲线陡峻，则表示

土样粒度成份的分析成果

表 5-1-2

粒 组 (毫米)	粒 度 成 分(%)，以 重 量 计		
	土 样 a	土 样 b	土 样 c
>10	—	6.3	—
10~5	—	18.7	—
5~2	3.1	20.0	—
2~1	6.0	12.3	—
1~0.5	14.4	8.0	—
0.5~0.25	41.5	6.2	—
0.25~0.1	26.0	4.9	8.0
0.1~0.05	9.0	4.6	14.4
0.05~0.01	—	8.1	37.6
0.01~0.005	—	4.2	11.1
0.005~0.001	—	5.2	17.9
<0.001	—	1.5	11.0
合 计	100%	100%	100%

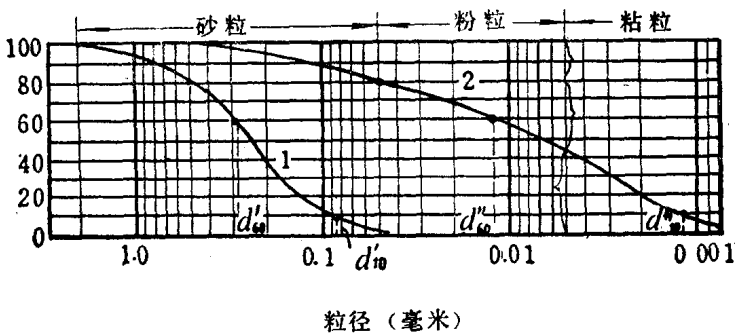


图 5-1-2 粒径级配曲线

土粒均匀，级配不好。通常用不均匀系数 C_u 来衡量：

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

式中 d_{60} ——称限定粒径，土中小于该粒径的颗粒占土总重的60%；

d_{10} ——称有效粒径，土中小于该粒径的颗粒占土总重的10%。

不均匀系数越大，则级配曲线越平缓，说明土粒大小越不均匀。工程上把 $C_u < 5$ 的土看作级配均匀，把 $C_u > 10$ 的土看作级配不均匀（良好）。级配良好的土，粗粒间的大孔隙为细颗粒所填充，因而土的密度较大，透水性差，压缩性小，强度与稳定性也较好。

3. 土粒度成份研究的实用意义

不同粒度成份的土，具有不同的性质，因此可按土的粒度成份对土进行分类。我国现行的《工业与民用建筑地基基础设计规范》（以下简称《设计规范》）就是按土的粒度成份把土分为碎石土、砂土和粘性土三大类。

根据土的粒度成分可以合理选择填方土料、混凝土工程的砂石料等。土的粒度成份，也是选择降水方法的重要依据之一。

（二）土中的水

土中水的存在形态有：化学结合水、表面结合水和自由水。自由水按其移动所受作用力的不同，可分为重力水和毛细水。

重力水是指只受重力作用而移动的自由水。重力水存在于地下水位以下的透水土层中，它的特征是：具有溶解和潜蚀能力；具有传递水压力和产生浮力的能力；运动时服从流体力学的基本定律。重力水的存在对土的物理力学性质影响较大，特别对于粘性土，重力水会使其强度降低，压缩性增大。

毛细水是指同时受表面张力作用和重力作用而移动的自由水。毛细水存在于地下水位以上的透水土层中，工程中要注意它的上升高度和速度，因为它可能引起地基土的湿陷和冻胀等。毛细水上升高度可参考下列数值：砂土在2米以下；粘性土在5～6米之间；碎石土无毛细上升带；一般认为粒径大于2毫米的土也没有毛细现象。

当土中水的温度低于零摄氏度时，将冻结成冰，起着胶结土粒的作用，从而增加了土的强度；但是解冻后又导致强度的降低和压缩性的增大。

（三）土中的气体

土中的气体存在于未被水所占据的土的孔隙中。粗粒土中的气体往往与大气相通，在土受力变形时，气体能很快逸出，故一般不影响土的工程性质。细粒土中的气体则常形成与大气相隔绝的封闭气泡，受压时，气体体积缩小，卸荷后体积恢复，使土的弹性压缩量增大而透水性减小。

有些软土，如正在分解的淤泥、泥炭及有微生物活动的土，往往积蓄一些可燃性气体（如硫化氢、甲烷等），使土层在自重作用下长期得不到压密，形成高压缩性土层。

二、土的物理性质及其指标

（一）土的三相简图

土是固、液、气三相组成的分散体系，它们的比例关系反映着土的不同物理状态，如干燥或潮湿，疏松或紧密。这些比例关系是土的最基本的物理性质指标。

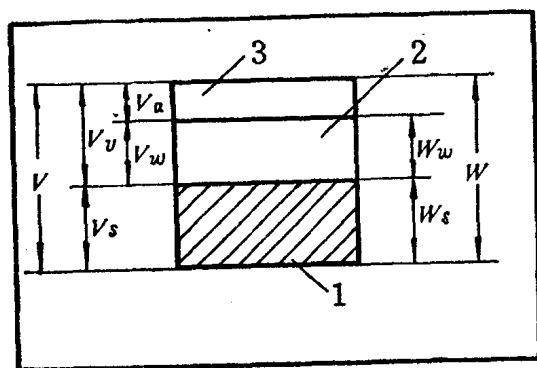


图 5-1-3 土的三个组成部分

1. 固体颗粒 2. 水 3. 空气

V ——土的总体积，（立方厘米）；

V_s ——土中固体颗粒的体积（立方厘米）；

V_v ——土中孔隙的体积，（立方厘米）。

V_w ——土中水所占的体积，（立方厘米）；

V_a ——土中空气所占的体积，（立方厘米）；

W ——土的总重量，（克）；

W_s ——土中固体颗粒的重量，（克）；

W_w ——土中水的重量，（克）。

土的三相本来是混合分布的，但为了阐述和标记方便，将各部分集合起来，画成如图 5-1-3 的三相简图。图中各符号的意义如图注。

(二) 土的孔隙特性指标

1. 土的天然孔隙率

土中孔隙体积与土总体积的比值，称孔隙率（又称孔隙度，以百分数表示），可用下式表示：

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (5-1-1)$$

2. 土的天然孔隙比

单位体积土中孔隙体积与固体颗粒体积的比值，称孔隙比（以小数表示），用下式表示：

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (5-1-2)$$

孔隙率和孔隙比反映土的密实程度，我国《设计规范》中，就是根据砂土的天然孔隙比 e 将砂土分为密实、中密、稍密和松散等四种状态（表 5-1-3）。一般天然状态的土，若 $e < 0.6$ ，可作为建筑物的良好地基；若 $e > 1$ ，说明土中孔隙体积比土粒所占的体积还大，其性质就很差。

砂 土 的 密 实 度

表 5-1-3

土的名称 \ 密 实 度	密 实	中 密	稍 密	松 散
砾砂、粗砂、中砂	$e < 0.6$	$0.60 \leq e \leq 0.75$	$0.75 \leq e \leq 0.85$	$e > 0.85$
细砂、粉砂	$e < 0.7$	$0.70 \leq e \leq 0.85$	$0.85 \leq e \leq 0.95$	$e > 0.95$

(三) 土的含水特征指标

1. 土的天然含水量

土中水的重量和土粒重量的比值称土的含水量，可用下式表示：

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (5-1-3)$$

含水量表示土的湿度，说明土孔隙中水含量的多少。含水量的大小对粘性土的性质影响较大，随着含水量的增加，土可从坚硬状态转变为可塑状态，甚至为流塑状态。

含水量的变化范围很大，砂土在 0~40 间变化，粘性土在 20~100 间变化。

土的含水量一般采用烘干法测定，即将土样在 100~105 摄氏度恒温下烘干，将烘干前后的重量差与烘干后的土重相比，即为所求。天然状态下土的含水量也称天然含水量。

2. 土的天然饱和度

土中水的体积和孔隙体积的比值，称饱和度，用下式表示：

$$Sr = \frac{Vw}{Vu} \times 100\% \quad (5-1-4)$$

饱和度说明土孔隙中水的充满程度，如 $Sr = 100\%$ 。说明土孔隙全部被水充满，土是完全饱和的； $Sr = 0$ 时，说明土孔隙中完全没有水，土是干燥的。我国《设计规范》根据饱和度对砂土湿度进行了如下的划分：

稍湿 $Sr \leq 50$ ；

很湿 $50 < Sr \leq 80$ ；

饱和 $Sr > 80$ 。

(四) 土的重量特征指标

1. 土的天然容重

单位体积土的重量称土的容重，用下式表示：

$$r = \frac{W}{V} \text{ (克/立方厘米或吨/立方米)} \quad (5-1-5)$$

天然状态下单位体积土的重量称天然容重 (r)。土的容重与土的密实程度、含水量的多少等有关。土的容重通常在 1.6~2.0 克/立方厘米之间。容重大的土比较密实，强度也较高。

(1) 土的饱和容量 Vsr ，即土孔隙全部被水充满时土的容重，是土容重的最大值。可用下式表示：

$$Vsr = \frac{Ws + W'w}{V} = \frac{Ws + Vu \cdot Vw}{V} \text{ (克/立方厘米)} \quad (5-1-6)$$

式中 $W'w$ ——充满土全部孔隙的水重；

Vw ——水的容重， $Vw \approx 1$ (克/立方厘米)。

(2) 土的浮容重 V' (又称水下容重或浸没容重)，是指地下水位以下的土受到水的浮力作用，单位体积土中土粒的有效重量，此时，

$$V' = Vsr - Vw \approx Vsr - 1 \quad (5-1-7)$$

(3) 土的干容重，即单位体积土中固体颗粒的重量，也就是土孔隙中完全没有水时土的容重，是土容重的最小值。干容重在一定程度上反映了土粒排列的紧密程度，因此常用它作为人工填土压实质量的控制指标。土干容重的变化范围在 1.30~2.00 克/立方厘米之间，一般干容重 Vd 达到 1.6 克/立方厘米以上，土就比较密实，干容重越大，土越密实。

2. 土粒比重

土粒重量与同体积 4 摄氏度时水重量的比值称土粒比重，用下式表示：

$$G = \frac{Ws}{Vs \cdot Vwo} \quad (5-1-8)$$

式中 Vwo ——4 摄氏度时水的容重， $Vwo = 1$ 克/立方厘米。

土粒比重因其矿物成分而不同，一般为 2.6~2.8。砂土的比重在 2.65 左右；粘性土的比重在 2.70~2.75 之间。若土中含有较多的铁质时，则土的比重显著减小；若含有较多的铁质时，则土的比重显著增大，甚至可达 2.80。同一类土，其比重变化范围很小。

(五) 土的状态特征指标

1. 无粘性土的密实度及其评定

砂土的成份中缺乏粘土矿物，是无粘性的松散体。天然条件下的砂土处在从紧密到松散的不同物理状态，密实度是评定其物理状态的重要指标，也是确定砂土地基承载力的主要依据。

(1) 根据孔隙比 e 来判断密实度。这是一种最简捷的方法，如表5-1-3所示。但没有考虑到粒度级配的因素。因为同样密实度的砂土，粒径组成均匀 e 值就大，颗粒组成不均， e 值就小。

(2) 利用相对密度 D_r 表示砂土的密实度，

$$D_r = \frac{E_{\max} - e}{E_{\max} - e_{\min}} \quad (5-1-9)$$

式中 $E_{\max}$ ——土在最松散状态时的孔隙比，即最大孔隙比。

$E_{\min}$ ——土在最密实状态时的孔隙比，即最小孔隙比。

当 $D_r = 0$ 时，表示砂土处于最松状态； $D_r = 1$ 时，表示砂土处于最密实状态。其具体划分标准如表5-1-4所示。但这种方法人为误差大， $E_{\max}$ ， $E_{\min}$ 不易测准，原状砂样难以取得，使这种方法的应用受到限制。

按相对密度 D_r 划分砂土密实度

表5-1-4

相 对 密 度	砂 土 的 密 实 度
$1 \geq D_r > 0.67$	密 实 的
$0.67 \geq D_r > 0.33$	中 密 的
$0.33 \geq D_r > 0$	松 散 的

(3) 根据标准贯入试验结果判断砂土的密实度。这种方法就是将63.5千克的穿心锤沿触探杆提升76厘米高后，自由下落，把贯入器打入钻孔底部原状土层中，可得到每打入30厘米深时的锤击数 $N_{63.5}$ ，根据锤击数确定砂土的密实度，可参考表5-1-5。

按锤击数 $N_{63.5}$ 判断砂土密实度

表5-1-5

密 实 度	极 松	松	中 等 的		紧	极 紧
锤击数 $N_{63.5}$	0~4	5~10	11~15	16~30	31~50	>50

对于卵石、碎石、砾石等大颗粒土，通常可按表5-1-6的野外鉴别法来判断。

2. 粘性土的可塑性及其指标

粘性土随着含水量的变化可处于固态，半固态、可塑状态和流动状态等，如图5-

碎石土密实度野外鉴别法

表 5-1-6

密 实 度	骨架颗粒含量和排列	可 挖 性	可 钻 性
密 实	骨架颗粒含量大于总重的70%，呈交错排列，大部分接触	锹镐挖掘困难，用撬棍方能松动，井壁一般较稳定	钻进极困难，冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动剧烈，孔壁较稳定
中 密	骨架颗粒含量等于总重量的60~70%，呈交错排列，大部分接触	锹镐可挖掘，井壁有掉块现象，从井壁取出大颗粒处，能保持颗粒凹面形状	钻进较困难，冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动不剧烈，孔壁有坍塌现象
稍 密	骨架颗粒含量小于总重的60%，排列混乱，大部分不接触	锹可以挖掘，井壁易坍塌，从井壁取出大颗粒后，砂性土立即坍落	钻进较容易，冲击钻探时，钻杆稍有跳动，孔壁易坍塌

注：1.骨架颗粒系指与《地基基础设计规范》表1相对应粒径的颗粒。

2.碎石土的密实度，应按表列各项要求综合确定。

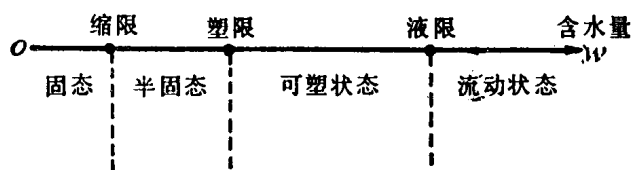


图 5-1-4 粘性土的物理状态与含水量的关系

1-4 所示。

粘性土由某一状态转入另一状态时的含水量，称为土的界限含水量。土由流动状态变成可塑状态时的界限含水量，叫塑性上限含水量，简称液限，用 W_L 表示；由可塑状态变成半固态时的界限含水量，叫塑性下限含水量，简称塑限，用 W_P 表示；土由半固态变成固态时的界限含水量，叫缩限。

塑性指数是指液限和塑限的差值（省去百分号%），即土处在可塑状态的含水量变化范围，用符号 I_P 表示即：

$$I_P = W_L - W_P \quad (5-1-10)$$

显然，液限与塑限之差（或塑性指数）愈大，土处于可塑状态含水量范围也愈大。即塑性指数的大小与土中给合水的含量有关，与土的颗粒组成、土粒的矿物成份以及土中水的离子成份和浓度等因素有关。

判断粘性土软硬程度（或稀稠程度）的指标，是液性指数（也叫稠度），用下式表示：

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} \quad (5-1-11)$$

式中 W —土的天然含水量，（%）；

其他符号意义同前。

根据液性指数 I_L 可划分粘性土的软硬状态:

- $I_L \leq 0$ 坚硬状态
- $0 < I_L \leq 0.25$ 硬塑状态
- $0.25 < I_L \leq 0.75$ 可塑状态
- $0.75 < I_L \leq 1$ 软塑状态
- $I_L > 1$ 流塑状态

这种判别标准的缺点是没有考虑到土的结构性对土软硬状态的影响。在含水量相同的情况下,原状土要比重塑土坚硬。因此用上述标准判别原状粘性土的状态,就偏于保守。为了考虑结构性对土状态的影响,可用锥式液限仪在原状土样上的贯入深度来判别土的状态,其标准如表 5-1-7 所示。

粘性土天然状态的划分 表 7-1-7

粘性土状态	坚硬	硬塑	可塑	软塑	流塑
锥体沉入深度 $h(\text{mm})$	$h < 2$	$2 \leq h < 3$	$3 \leq h < 7$	$7 \leq h < 10$	$h > 10$

3. 回填土的压实特征及其指标

在建筑工程中,控制填土密实度的指标是土的干容重 V_d ,理论上,填土所能达到的最大干容重 $V_{d\max}$ 可用下式计算:

$$V_{d\max} = \frac{G}{1 + 0.001WG} \tag{5-1-12}$$

式中 G ——土粒比重;
 W ——土的含水量。

由上式可见,土的最大干容重 $V_{d\max}$ 除与土粒比重有关外,主要取决于土的含水量。 $V_{d\max}-W$ 关系如图 5-1-5 所示。

理论上,含水量越低,干容重越大(如图中曲线 2)。但实验证明,实际的 $V_{d\max}-W$ 关系曲线 1 永远低于理论曲线 2,并呈抛物线形。从曲线 1 可以看出,在某一含水量时(图中 D 点)得出的干容重最大,这时的含水量称最优含水量,即最优含水量是在一定夯击能量下,最易夯实并能达到最大密度时的含水量。试验证明,最优含水量约与土的塑限相接近。

土的最优含水量与最大干容重的关系,是通过室内击实试验确定的。

施工时填土实际所达到的干容重值与试验室击实试验得到的最大干容重值之比,称压实系数,也称密实度,通常由设计单位确定。

(六) 土的渗透特性

土的渗透性也称透水性,是指土本身透过水的性能。各种不同的土其透水性不同,

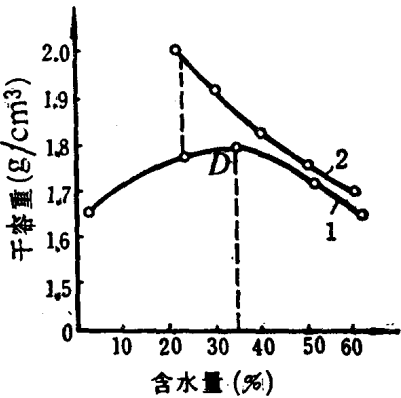


图 5-1-5 填土干容重与含水量的关系