



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

Jianzhu
Shigong
Jishu

建筑施工技术 (第三版) (土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写
姚谨英 主编



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

责任编辑 / 朱首明 刘平平

封面设计 / 傅金红

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材 (土建类专业适用)

- 建筑识图与构造 (第二版)
- 建筑力学 (第二版)
- 建筑结构 (第三版)
- 地基与基础 (第二版)
- 建筑材料 (第二版)
- 建筑施工技术 (第三版)
- 建筑施工组织 (第二版)
- 建筑工程计量与计价 (第二版)
- 建筑工程测量 (第二版)
- 高层建筑施工 (第二版)
- 工程项目招投标与合同管理 (第二版)
- 建筑法规概论 (第二版)
- 建筑工程识图实训
- 建筑施工技术管理实训
- 建筑施工组织与造价管理实训
- 建筑工程质量与安全管理实训
- 建筑工程资料管理实训



图书销售分类:
高职高专教材 (X)

ISBN 978-7-112-08703-7



9 787112 087037 >

(15367) 定价: 39.00 元

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

建筑施工技术(第三版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

姚谨英 主编

赵兴仁 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/本教材编审委员会组织编写;姚谨英主编.
—3版. —北京:中国建筑工业出版社,2006

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材. 土建类专业适用

ISBN 978-7-112-08703-7

I. 建… II. ①本…②姚… III. 建筑工程—工程施工—
高等学校:技术学校—教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 134881 号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

建筑施工技术(第三版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

姚谨英 主编

赵兴仁 主审

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京天成排版公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 28½ 字数: 691 千字

2007 年 1 月第三版 2007 年 1 月第十四次印刷

印数: 106001—116000 册 定价: 39.00 元

ISBN 978-7-112-08703-7

(15367)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书共分为9章，其内容包括：绪论、土方工程、地基处理与基础工程、砌筑工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、屋面及防水工程、装饰工程、冬期与雨期施工。

第三版按现行国家标准规范，进一步完善了有关工程的验收标准和方法；增加了不少新的施工技术和内容，如配筋砌体施工、填充墙砌体和早拆模板施工，以及建筑节能的热门技术——墙体保温工程施工的详细做法等。

本教材既可作为高等职业教育土建类专业教材，亦可作为对相关人员的岗位培训教材或供土建工程技术人员参考。

* * *

责任编辑：朱首明 刘平平

责任设计：赵明霞

责任校对：张 虹

本教材编审委员会名单

主 任：杜国城

副主任：杨力彬 张学宏

委 员(按姓氏笔画为序)：

丁天庭	于 英	王武齐	危道军	朱勇年
朱首明	杨太生	林 密	周建郑	季 翔
胡兴福	赵 研	姚谨英	潘立本	魏鸿汉

修订版序言

2004年12月,在“原高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会”(以下简称“原土建学科高职委”)的基础上重新组建了全国统一名称的“高职高专教育土建类专业教学指导委员会”(以下简称“土建类专业教指委”),继续承担在教育部、建设部的领导下对全国土建类高等职业教育进行“研究、咨询、指导、服务”的责任。组织全国的优秀编者编写土建类高职高专教材并推荐给全国各院校使用是教学指导委员会的一项重要工作。2003年“原土建学科高职委”精心组织编写的“建筑工程技术”专业11门主干课程教材《建筑识图与构造》、《建筑力学》、《建筑结构》(第二版)、《地基与基础》、《建筑材料》、《建筑施工技术》(第二版)、《建筑施工组织》、《建筑工程计量与计价》、《建筑工程测量》、《高层建筑施工》、《工程项目招投标与合同管理》,较好地体现了土建类高等职业教育“施工型”、“能力型”、“成品型”的特色,以其权威性、先进性、实用性受到全国同行的普遍赞誉,自2004年面世以来,被全国各高职高专院校相关专业广泛选用,并于2006年全部被教育部和建设部评为国家级和部级“十一五”规划教材。但经过两年多的使用,土建类专业教指委、教材编审委员会、编者和各院校都感到教材中还存在许多不能令人满意的地方,加之近年来新材料、新设备、新工艺、新技术、新规范不断出现,对这套教材进行修订已刻不容缓。为此,土建类专业教指委土建施工分委员会于2006年5月在南昌召集专门会议,对各位主编提出的修订报告进行了认真充分的研讨,形成了新的编写大纲,并对修订工作提出了具体要求,力求使修订后的教材能更好地满足高职教育的需求。修订版教材将于2007年由中国建筑工业出版社陆续出版、发行。

教学改革是一项在艰苦探索中不断前行的工作,教材建设将随之不断地革故鼎新。相信这套修订版教材一定会加快土建类高等职业教育走向“以就业为导向、以能力为本位”的进程。

高职高专教育土建类专业教学指导委员会

2006年11月

序 言

高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会(以下简称土建学科高等职业教育专业委员会)是受教育部委托并接受其指导,由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是,研究如何适应建设事业发展的需要设置高等职业教育专业,明确建设类高职人才的培养标准和规格,构建理论与实践紧密结合的教学内容体系,构筑“校企合作、产学结合”的人才培养模式,为我国建设事业的健康发展提供智力支持。在建设部人事教育司的领导下,2002年,土建学科高等职业教育专业委员会的工作取得了多项成果,编制了土建学科高等职业教育指导性专业目录;在“建筑工程技术”、“工程造价”“建筑装饰技术”、“建筑电气技术”等重点专业的专业定位、人才培养方案、教学内容体系、主干课程内容等方面取得了共识;制定了建设类高等职业教育专业教材编审原则意见;启动了建设类高等职业教育人才培养模式的研究工作。

近年来,在我国建设类高等职业教育事业迅猛发展的同时,土建学科高等职业教育的教学改革工作亦在不断深化之中,对教育定位、教育规格的认识逐步提高;对高等职业教育与普通本科教育、传统专科教育和中等专业教育在类型、层次上的区别逐步明晰;对必须背靠行业、背靠企业,走校企合作之路,逐步加深了认识。但由于各地区的发展不尽平衡,既有理论又能实践的“双师型”教师队伍尚在建设之中等原因,高等职业教育的教材建设对于保证教育标准与规格,规范教育行为与过程,突出高等职业教育特色等都有着非常重要的现实意义。

“建筑工程技术”专业(原“工业与民用建筑”专业)是建设行业对高职人才需求量最大的专业,也是目前建设类高职院校中在校生人数最多的专业。改革开放以来,面对建筑市场的逐步建立和规范,面对建筑产品生产过程科技含量的迅速提高,在建设部人事教育司和中国建设教育协会的领导下,对该专业进行了持续多年的改革。改革的重点集中在实现三个转变,变“工程设计型”为“工程施工型”,变“粗坯型”为“成品型”,变“知识型”为“岗位职业能力型”。在反复论证人才培养方案的基础上,中国建设教育协会组织全国各有关院校编写了高等职业教育“建筑施工”专业系列教材,于2000年12月由中国建筑工业出版社出版发行,受到全国同行的普遍好评,其中《建筑构造》、《建筑结构》和《建筑施工技术》被教育部评为普通高等教育“十五”国家级规划教材。土建学科高等职业教育专业委员会成立之后,根据当前建设类高职院校对“建筑工程技术”专业教材的迫切需要;根据新材料、新技术、新规范急需进入教学内容的现实需求,积极组织全国建设类高职院校和建筑施工企业的专家,在对该专业课程内容体系充分研讨论证之后,在原高等职业教育“建筑施工”专业系列教材的基础上,组织编写了《建筑识图与构造》、《建筑力学》、《建筑结构》(第二版)、《地

基与基础》、《建筑材料》、《建筑施工技术》（第二版）、《建筑施工组织》、《建筑工程计量与计价》、《建筑工程测量》、《高层建筑施工》、《工程项目招投标与合同管理》等 11 门主干课程教材。

教学改革是一个不断深化的过程，教材建设是一个不断推陈出新的过程，希望这套教材能对进一步开展建设类高等职业教育的教学改革发挥积极的推进作用。

土建学科高等职业教育专业委员会

2003 年 7 月

修订版前言

《建筑施工技术》是建筑施工专业的主要职业技术课之一。它研究建筑工程各主要工种的施工工艺、施工技术和方法。

《建筑施工技术》课程实践性强、知识面广、综合性强、发展快，必须结合实际情况，综合运用有关学科的基本理论和知识，采用新技术和现代科学成果，解决生产实践问题。本书着重基本理论、基本原理和基本方法的学习和应用；并按《建筑工程施工质量验收统一标准》及现行工程施工质量验收系列规范；对相应的工程施工质量验收标准和方法及各主要工种的施工工艺、施工技术、施工方法作了相应的修改；强调了保证施工质量、安全生产的措施。

编者积多年教学及施工管理的经验，近几年编写了《建筑施工技术》、《混凝土结构施工》、《砌体结构施工》、《建筑施工技术管理实训》、《混凝土工》等多本全国普通高等教育教材、高职高专教材及工人培训教材，并由中国建筑工业出版社出版。为了适应十一五计划，决定修订出版《建筑施工技术》第二版，第三版是在原第二版基础上广泛征求意见，并深入工程实际做了大量的调查研究，经过认真分析，按现行规范完善了工程的验收标准和方法；淘汰了落后的、过时的施工机械、施工技术和施工方法；增加了一些成熟的施工机械、新的施工技术和施工方法，如配筋砌体施工、填充墙砌体工程施工、早拆模板施工、钢结构单层工业厂房的制作安装等。在第三版中，按照国家对建筑的保温节能要求，新增加了墙体保温工程的施工内容。

本书可作为高等教育土建类《建筑施工技术》课程教材，也可作为土建工程技术人员参考用书。

本书由姚谨英主编。绪论及第一、二、三、五、六章由姚谨英编写，第四章由四川省通林建筑有限公司叶开林编写，第七章由邹小平编写，第八章由绵阳市建设局胡克华编写，第九章由大连水产学院杜曰武编写。姚谨英负责全书的统编和修改工作。

南京工业大学赵兴仁教授担任本书的主审，他对本书作了认真细致的审阅，对保证本书编写质量提出了不少建设性意见，在此，编者表示衷心感谢。

在本书编写过程中，得到了建设部人事教育司、土建学科高等职业教育教学指导委员会和编者所在单位的大力支持，在此一并表示感谢。

四川绵阳水利电力学校姚晓霞在本书的编著中负责录入、整理、校对等工作，在此致谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳切希望读者批评指正。

前 言

“建筑施工技术”是建筑施工专业的主要职业技术课之一，它研究建筑工程各主要工种的施工工艺、施工技术和方法。

“建筑施工技术”课程实践性强、知识面宽、综合性大、发展快，必须结合实际情况，综合运用有关学科的基本理论和知识，采用新技术和现代科学成果，解决生产实践问题。本书着重基本理论、基本原理和基本方法的学习和应用。2002年更新后的规范强调了“验评分离、强化验收、完善手段、过程控制”的工程施工质量控制方针，本书按现行规范相应的增加了工程施工质量验收标准和方法，并对各主要工种的施工工艺、施工技术和方法按更新后的规范作了相应的修改；强调了保证施工质量、安全生产的措施。

本教材是按全国高等学校土建学科指导委员会高等职业教育专业委员会2003年5月审定的“建筑施工教学大纲”要求编写。编写中力求按高等职业教育的特点，编出专业特色，强调实用性，能反映国内外建筑施工的先进技术水平。

编者积多年从事教育及施工的经验，曾于2000年编写了以建筑施工专业为主要对象的《建筑施工技术》教材，由中国建筑工业出版社出版，并通过教育部“普通高等教育‘十五’国家级规划教材”的评审。该书在全国发行，并多次印刷。鉴于建筑施工规范的更新和原书基本适用于土建专业的情况，本次在原书的基础上按现行规范进行改写，改写后的教材可作为土建类专业高职高专《建筑施工技术》课程教材，也可作为土建工程技术人员参考用书。

本教材由姚谨英主编，阙济兴任副主编，赵兴仁主审。绪论及第一、五、六章由姚谨英编写，第二、三章由阙济兴编写，第四章由俸仕文、姚谨英编写，第七章由邹小平编写，第八章由龚武仕编写，第九章由杜曰武编写。全书由姚谨英负责统稿和修改工作。

在本书编写过程，得到了建设部人事教育司、土建学科高等职业教育教学指导委员会和编写者所在单位的大力支持，在此一并致谢。

限于编者的水平，书中难免有不足之处，恳切希望读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 土方工程	3
第一节 概述	3
第二节 土方工程量计算及土方调配	6
第三节 施工准备与辅助工作	17
第四节 土方机械化施工	34
第五节 土方的填筑与压实	47
第六节 基坑(槽)施工	50
第七节 土方工程质量标准与安全技术	52
第八节 爆破工程	54
复习思考题	61
习题	61
第二章 地基处理与基础工程	63
第一节 地基处理及加固	63
第二节 浅埋式钢筋混凝土基础施工	74
第三节 桩基础工程	79
复习思考题	95
第三章 砌筑工程	96
第一节 脚手架及垂直运输设施	96
第二节 砌体施工的准备工作	107
第三节 砌筑工程	108
第四节 砌筑工程的质量及安全技术	120
复习思考题	123
第四章 混凝土结构工程	124
第一节 模板工程	124
第二节 钢筋工程	142
第三节 混凝土工程	167
第四节 钢筋混凝土预制构件	187
第五节 混凝土结构工程施工的安全技术	193
复习思考题	196
习题	197
第五章 预应力混凝土工程	198
第一节 先张法	198
第二节 后张法	207

第三节	无粘结预应力施工工艺	223
第四节	预应力混凝土施工质量检查与安全措施	227
复习思考题		230
习题		231
第六章	结构安装工程	232
第一节	索具设备	232
第二节	起重机械	239
第三节	钢筋混凝土排架结构单层工业厂房结构吊装	250
第四节	钢结构单层工业厂房的制作安装	274
第五节	结构安装工程质量要求及安全措施	301
复习思考题		306
习题		306
第七章	屋面及防水工程	308
第一节	屋面防水工程	308
第二节	地下防水工程	326
第三节	室内其他部位防水工程	338
复习思考题		341
第八章	装饰工程	343
第一节	抹灰工程	344
第二节	饰面工程	352
第三节	墙体保温工程	371
第四节	楼地面工程	381
第五节	吊顶和隔墙工程	391
第六节	涂料及刷浆工程	397
第七节	门窗工程	402
复习思考题		407
第九章	冬期与雨期施工	408
第一节	概述	408
第二节	土方工程的冬期施工	410
第三节	砌筑工程冬期施工	416
第四节	混凝土结构工程的冬期施工	421
第五节	装饰工程和屋面工程的冬期施工	437
第六节	雨期施工	439
第七节	冬期与雨期施工的安全技术	441
复习思考题		441
主要参考文献		443

绪 论

一、“建筑施工技术”课程的研究对象和任务

建筑业在国民经济发展和四个现代化建设中起着举足轻重的作用。从投资来看,国家用于建筑安装工程的投资,约占基本建设投资总额的60%左右。另一方面,建筑业的发展对其他行业起着重要的促进作用,它每年要消耗大量的钢材、水泥、地方性建筑材料和其他国民经济部门的产品;同时建筑业的产品又为人民生活和其他国民经济部门服务,为国民经济各部门的扩大再生产创造必要的条件。建筑业提供的国民收入也居国民经济各部门的前列。目前,不少国家已将建筑业列为国民经济的支柱产业。在我国,随着“四化”建设的发展,改革开放政策的深入贯彻,建筑业的支柱作用,也正日益得到发挥。

一栋建筑的施工是一个复杂的过程。为了便于组织施工和验收,我们常将建筑的施工划分为若干分部和分项工程。一般民用建筑按工程的部位和施工的先后次序将一栋建筑的土建工程划分为地基与基础工程、主体结构工程、建筑屋面工程、建筑装饰装修工程等四个分部。按施工工种不同分土石方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、结构安装工程、屋面防水工程、装饰工程等分项工程。一般一个分部工程由若干不同的分项工程组成。如地基与基础分部是由土石方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程等分项工程组成。

每一个工种工程的施工,都可以采用不同的施工方案、施工技术和机械设备以及不同的劳动组织和施工组织方法来完成。“建筑施工技术”就是以建筑工程施工中不同工种施工为研究对象,根据其特点和规模,结合施工地点的地质水文条件、气候条件、机械设备和材料供应等客观条件,运用先进技术,研究其施工规律,保证工程质量,做到技术和经济的统一。即通过对建筑工程主要工种施工的施工工艺原理和施工方法,保证工程质量和施工安全措施的研究,选择经济、合理的施工方案,保证工程按期完成。

二、建筑施工技术发展简介

古代,我们的祖先在建筑技术上有着辉煌的成就,如殷代用木结构建造的宫室,秦朝所修筑的万里长城,唐代的山西五台山佛光寺大殿,辽代修建的山西应县66m高的木塔及北京故宫建筑,都说明了当时我国的建筑技术已达到了相当高的水平。

新中国成立50多年来,随着社会主义建设事业的发展,我国的建筑施工技术也得到了不断地发展和提高。在施工技术方面,不仅掌握了大型工业建筑、多层、高层民用建筑与公共建筑施工的成套技术,而且在地基处理和基础工程施工中推广了钻孔灌注桩、旋喷桩、挖孔桩、振冲法、深层搅拌法、强夯法、地下连续墙、土层锚杆、“逆作法”施工等新技术。在现浇钢筋混凝土模板工程中推广

应用了爬模、滑模、台模、筒子模、隧道模、组合钢模板、大模板、早拆模板体系。粗钢筋连接应用了电渣压力焊、钢筋气压焊、钢筋冷压连接、钢筋螺纹连接等先进连接技术。混凝土工程采用了泵送混凝土、喷射混凝土、高强混凝土以及混凝土制备和运输的机械化、自动化设备。在预制构件方面，不断完善了挤压成型、热拌热模、立窑和折线形隧道窑养护等技术。在预应力混凝土方面，采用了无粘结工艺和整体预应力结构，推广了高效预应力混凝土技术，使我国预应力混凝土的发展从构件生产阶段进入了预应力结构生产阶段。在钢结构方面，采用了高层钢结构技术、空间钢结构技术、轻钢结构技术、钢-混凝土组合结构技术、高强度螺栓连接与焊接技术和钢结构防护技术。在大型结构吊装方面，随着大跨度结构与高耸结构的发展，创造了一系列具有中国特色的整体吊装技术。如集群千斤顶的同步整体提升技术，能把数百吨甚至数千吨的重物按预定要求平稳地整体提升安装就位。在墙体改革方面，利用各种工业废料制成了粉煤灰矿渣混凝土大板、膨胀珍珠岩混凝土大板、煤渣混凝土大板、粉煤灰陶粒混凝土大板等各种大型墙板，同时发展了混凝土小型空心砌块建筑体系、框架轻墙建筑体系、外墙保温隔热技术等，使墙体改革有了新的突破。近年来，激光技术在建筑施工导向、对中和测量以及液压滑升模板操作平台自动调平装置上得到应用，使工程施工精度得到提高，同时又保证了工程质量。另外，电子计算机、工艺理论、装饰材料等方面，也掌握和开发了许多新的施工技术，有力地推动了我国建筑施工技术的发展。

但是，我国目前的施工技术水平，与发达国家的一些先进施工技术相比，还存在一定的差距，特别是在机械化施工水平、新材料的施工工艺及微机系统的应用等方面，尚需加倍努力，加快实现建筑施工现代化的步伐。

三、本课程的学习要求

建筑施工技术是一门综合性很强的职业技术课。它与建筑材料、房屋建筑构造、建筑测量、建筑力学、建筑结构、地基与基础、建筑机械、施工组织设计与管理、建筑工程计算与计价等课程有密切的关系。它们既相互联系，又相互影响，因此，要学好建筑施工技术课，还应学好上述相关课程。

建筑工程施工要加强技术管理，贯彻统一的“施工质量验收规范”，认真学习相关的“施工工艺指南”，不断提高施工技术水平，保证工程质量，降低工程成本。我们除了要学好上述相关课程外，还必须认真学习国家颁发的建筑工程施工及验收规范，这些规范是国家的技术标准，是我国建筑科学技术和实践经验的结晶，也是全国建筑界所有人员应共同遵守的准则。

由于本学科涉及的知识面广、实践性强，而且技术发展迅速，学习中必须坚持理论联系实际的学习方法。除了对课堂讲授的基本理论、基本知识加强理解和掌握外，还应利用幻灯、录像等电化教学手段来进行直观教学，并应重视习题和课程设计、现场教学、生产实习、技能训练等实践性教学环节，让学生应用所学施工技术知识来解决实际工程中的一些问题，做到学以致用。

第一章 土方工程

〔学习重点〕 掌握土方工程施工的施工特点及土的性质；能进行土方工程量计算；能正确选用土方开挖时边坡的支护方法；能根据土方工程施工条件正确选择降水、排水方法；能正确选择土方施工机械，正确选择地基回填土的填方土料及填筑压实方法；分析影响填土压实的主要因素；掌握填土压实质量的检查方法。

工业与民用建筑工程施工中常见的土方工程有：场地平整，基坑(槽)与管沟的开挖，人防工程及地下建筑物的土方开挖，路基填土及碾压等。土方工程的施工有土的开挖或爆破、运输、填筑、平整和压实等主要施工过程，以及排水、降水和土壁支撑等准备工作与辅助施工工作。

第一节 概 述

一、土方工程的施工特点

土方工程施工具有工程量大，施工工期长，施工条件复杂，劳动强度大的特点。建筑工地的场地平整，土方工程量可达数百万立方米以上，施工面积达数平方公里，大型基坑的开挖，有的深达 20 多米。土方施工条件复杂，又多为露天作业，受气候、水文、地质等影响较大，难以确定的因素较多。因此在组织土方工程施工前，必须做好施工组织设计，选择好施工方法和机械设备，制定合理的土方调配方案，实行科学管理，以保证工程质量，并取得好的经济效益。

二、土的工程分类

土的分类方法较多，如根据土的颗粒级配或塑性指数分类；根据土的沉积年代分类和根据土的工程特点分类等。而土的工程性质对土方工程施工方法的选择、劳动量和机械台班的消耗及工程费用都有较大的影响，应高度重视。在土方施工中，根据土的坚硬程度和开挖方法将土分为八类(表 1-1)。

三、土的基本性质

(一) 土的组成

土一般由土颗粒(固相)、水(液相)和空气(气相)三部分组成，这三部分之间的比例关系随着周围条件的变化而变化，三者相互间比例不同，反映出土的物理状态不同，如干燥、稍湿或很湿，密实、稍密或松散。这些指标是最基本的物理性质指标，对评价土的工程性质，进行土的工程分类具有重要意义。

土的三相物质是混合分布的，为阐述方便，一般用三相图(图 1-1)表示，三相图中，把土的固体颗粒、水、空气各自划分开来。

(二) 土的物理性质

1. 土的可松性与可松性系数

天然土经开挖后，其体积因松散而增加，虽经振动夯实，仍然不能完全复原，这种现象称为土的可松性。土的可松性用可松性系数表示：即：

最初可松性系数：

$$K_s=\frac{V_2}{V_1}$$

(1-1)

土的工程分类与现场鉴别方法 表 1-1

土的分类	土 的 名 称	可松性系数		开挖方法及工具
		K_s	K'_s	
一类土 (松软土)	砂；粉土；冲积砂土层；种植土；泥炭(淤泥)	1.08~1.17	1.01~1.03	能用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	粉质黏土；潮湿的黄土；夹有碎石、卵石的砂；种植土；填筑土及粉土混卵(碎)石	1.14~1.28	1.02~1.05	用锹、条锄挖掘，少许用镐翻松
三类土 (坚土)	中等密实黏土；重粉质黏土；粗砾石；干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质黏土；压实的填筑土	1.24~1.30	1.04~1.07	主要用镐，少许用锹、条锄挖掘
四类土 (砂砾坚土)	坚硬密实的黏性土及含碎石，卵石的黏土；粗卵石；密实的黄土；天然级配砂石；软泥灰岩及蛋白石	1.26~1.32	1.06~1.09	整个用镐、条锄挖掘，少许用撬棍挖掘
五类土 (软石)	硬质黏土；中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土；胶结不紧的砾岩；软的石灰岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分用爆破方法
六类土 (次坚石)	泥岩；砂岩；砾岩；坚实的页岩；泥灰岩；密实的石灰岩；风化花岗岩；片麻岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法开挖，部分用风镐
七类土 (坚石)	大理岩；辉绿岩；玢岩；粗、中粒花岗岩；坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩、微风化的安山岩、玄武岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	安山岩；玄武岩；花岗片麻岩、坚实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、辉长岩、辉绿岩、玢岩	1.45~1.50	1.20~1.30	用爆破方法开挖

注： K_s ——最初可松性系数； K'_s ——最后可松性系数。

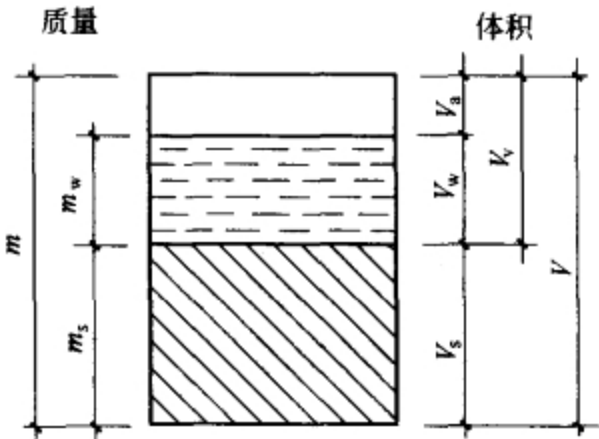


图 1-1 土的三相示意图

图中符号：
 m ——土的总质量($m=m_s+m_w$)(kg)；
 m_s ——土中固体颗粒的质量(kg)；
 m_w ——土中水的质量(kg)；
 V ——土的总体积($V=V_a+V_w+V_s$)(m^3)；
 V_a ——土中空气体积(m^3)；
 V_s ——土中固体颗粒体积(m^3)；
 V_w ——土中水所占的体积(m^3)；
 V_v ——土中孔隙体积($V_v=V_a+V_w$)(m^3)。