



远程与继续教育系列教材

YUANCHENG YU JIXU JIAOYU XILIE JIAOCAI

• 土木建筑类 •

土木工程 施工技术

TUMU GONGCHENG
SHIGONG JISHU

苏有文 古 松 主编



电子科技大学出版社

远程与继续教育系列教材

土木工程施工技术

主 编 苏有文 古 松

主 审 王月明

电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程施工技术 / 苏有文, 古松主编. — 成都: 电子科技大学出版社, 2010.4

(远程与继续教育系列教材)

ISBN 978-7-5647-0193-2

I. 土… II. ①苏…②古… III. 土木工程—工程施工—施工技术—远程教育—教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 177441 号

远程与继续教育系列教材

土木工程施工技术

主编 苏有文 古 松

主审 王月明

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 江进优

责任编辑: 汤云辉

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 绵阳西科印务有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 24 字数 614 千字

版 次: 2010 年 4 月第一版

印 次: 2010 年 4 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-0193-2

定 价: 39.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83208003。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

远程与继续教育系列教材编审委员会

顾 问 严继昌 万 朴

主 任 朱 强

副主任 王营池

委 员 (按姓氏笔画排序)

文拥军 王 丹 王月明

王汝恒 王俊佳 王基生

王营池 王朝全 卢忠远

刘 捷 刘志勤 朱 丹

朱东鸣 朱建公 朱 强

江进优 何礼果 吴 斌

张克武 李磊民 李燕琼

陈 波 陈晓勇 陈海焱

陈翰林 周红燕 林茂松

范高林 郑 旭 郑剑平

韩永国 廖 斌 蔡 勇

序

在人类文明的历史上,文字与印刷术的出现,曾是人类文明发展史中的两个里程碑,并引发了教育体制与教学模式的两次飞跃,前者将书面语言加入以往只能借助口头语言与动作语言的教育活动中,扩展了教育内容与形式,提高了学生的抽象思维与自学能力;后者使纸张印刷的书籍——课本成为知识的主要载体,大大推动了科学文化的传播与教育的普及。20 世纪末,现代网络技术、现代通信技术、现代传媒技术在全球范围内得到迅速发展,渗透到人们生活的各个领域,深刻地改变着人们的生活方式,包括学习方式,使教育体制与教学模式产生前所未有的重大飞跃。在传统教育体制与现代教育体制的冲撞、对抗中“网络教育”应运而生,并日趋成为这个时代创新教育的代言人。网络教育是计算机技术与通信技术相结合的产物,是应国际互联网的发展而出现的一种新的教学模式。网络教育的产生与发展将彻底改变传统教学的模式、内容、手段和方法,最终将导致整个教育思想、教育理论甚至教育体制的根本变革。

随着现代信息技术的日益发达和网络技术的日臻完善,我国高校网络教育也迅速兴起,并取得长足发展。1999 年,国务院批转的教育部《面向 21 世纪教育振兴行动计划》明确提出了实施现代远程教育工程的目的和任务是:形成开放式教育网络,构建终身学习体系。2002 年,党的“十六大”明确提出了全面建设小康社会的教育目标是:“形成比较完善的现代国民教育体系”,“构建终身教育体系”,“形成全民学习、终身学习的学习型社会,促进人的全面发展”,为全面建设小康社会提供高素质的人力资源。与传统的国民教育体系相比,现代国民教育体系更加注重体系完善、结构合理、机会公平、区域均衡,注重各级各类教育的相互衔接,正规教育与非正规教育相互沟通,提倡学历本位与能力本位并重,学校教育与社会教育结合。

发展网络教育是一项具有战略性和全局性意义的举措。它的成败直接关系到国家创建学习型社会是否成功,因而决不可等闲视之。在网络教育方面,西方发达国家无疑已走在了世界的前列,积累了大量成熟经验,在这一领域发展的新趋势和相应的新问题也值得我们重视。“他山之石,可以攻玉”,为实现我国教育事业现代化的宏伟目标,现实要求我们,必须在借鉴西方发达国家网络教育经验的基础上,结合我们的实际,走出一条适合我国国情,具有中国特色的网络教育之路。第一,全方位、多角度开放,扩大网络教育的开放程度;第二,调整网络教育的办学结构,实现多层次的人才培养;第三,适应教育体制改革的需要,向受教育者提供全面的素质教育;第四,加强与普通高等教育的交流、合作,实现教育资源的共享;

第五,加速网络教育课程和教材体系建设,实现体系化。

从1999年开始至今,我国已有68所高等学校开展了网络教育试点工作,注册学生500万人,高校网络教育已经形成一定规模,并且开发使用了大量的多媒体教学资源,逐步形成了网络环境下的教学与管理方式,同时吸引了大量社会资金投入网络教育,促进了高校信息化建设。但是,伴随着网络远程教育的迅猛发展,也出现了一些亟待解决的问题,首先就是网络教材建设滞后问题。

教材建设与管理是保证网络教育质量的重要措施之一,为适应网络教育的教学形式和教学要求,组织编写出版网络教育系列教材就显得十分迫切和重要了。西南科技大学网络教育学院和电子科技大学出版社的领导们为改变目前国内网络教育普遍存在使用普通高等教育所用教材的现状,决定出版一套真正面向全国网络教育学生的系列教材,这是一个非常好的决策。

西南科技大学是较早被教育部批准进行网络教育试点的高校之一,早在1995年就受加拿大国际发展署(CIDA)资助,开展“中国西部远程教育”项目的研究。在6年的项目合作中,西南科技大学先后选派200余名管理人员、教师和网络技术人员赴加进行有关远程教育的管理、教学设计和网络技术支持等方面的培训,这为西南科技大学开展网络教育奠定了坚实的基础。

编写教材除了应该具有针对性外,还应努力编出特色。根据电子科技大学出版社和西南科技大学远程与继续教育系列教材编审委员会的决定,以CIDA项目的研究成果和几年来西南科技大学网络教育教学实践的经验总结为基础,编写出具有自己特色的系列教材。同时该系列教材将完全按照网络教育各专业培养方案所设置的公共基础课程和各专业主干课程来编写,这就保证了该套教材可以满足不同院校办出各自专业特色的需要。

按照西南科技大学远程与继续教育系列教材编审委员会的规划,该套教材包括公共基础、经济与管理、土木建筑、电气信息、法学、机械制造6类共计30余种,涵盖了网络教育各专业的主要公共基础课程和部分主干课程而形成系列,因而可以较好地满足网络教育的教学需要。

我殷切地希望,这套教材能在加强基础、适当降低难度、适应继续教育应用型人才培养、大力引入现代教育技术手段上取得进展,真正成为能满足网络教育需要的优秀教材。

按照该套教材编审委员会的计划,这套教材将陆续出齐。金无足赤,人无完人,书无完书。我相信,在读者的关心和帮助下,随着这套教材的不断发行、应用和改进,必将促进西南科技大学网络教育质量的进一步提高,推动我国网络教育教学改革的进一步深入。

全国高校现代远程教育协作组秘书长

严健昌

前言

《土木工程施工技术》是土木工程专业的一门主要专业课程。其主要任务是研究土木工程施工技术的一般规律,内容包括土木工程中主要工种工程施工方法和工艺原理以及土木工程施工中的新技术、新材料、新工艺的发展和应用。土木工程施工技术课程在培养学生理解掌握施工操作过程、质量要求和控制方法以及独立分析和解决土木工程施工中有关施工技术问题的基本能力方面,起着重要作用。

土木工程施工技术学科涉及面广,综合性、实践性强,其发展又日新月异。随着高等教育的深入,土木工程施工技术课程的教学在教材、教学手段等方面面临更新,为适应网络土木工程专业培养高素质的专业人才的需要,本书着眼于编写一本具有继承性、创新性、实用性的土木工程施工技术网络教材。

新编写的《土木工程施工技术》网络教材有如下特点:

本教材内容全面、浅显易懂。章节前从教学目的、教学要求、教学难点、教学重点,章节后从进一步知识和你能做的练习进行了详细讲解,使网络学生容易学习和理解。

本教材注重理论联系实际,阐述了土木工程施工技术的基本理论及其工程应用,在内容上力求符合国家现行法规、条例、规范、标准的要求,培养学生综合运用土木工程施工及其相关学科的基本理论解决工程实际问题的能力。

教材注重优化课程结构,考虑了土木工程大专业的整体性,突出不同专业方向的基本概念、基本原理、基本方法,以培养学生具有“大土木”的意识,并获得土木工程施工的基本知识,旨在培养宽口径、厚基础的专门人才。

教材注重推陈出新。在充分体现传统施工技术、工艺的前提下,摒弃陈旧或已被淘汰的原材料,已不再使用的施工机具、设备及落后的施工工艺等内容,纳入土木工程领域新材料、新技术、新工艺、新结构的成果应用,增加对学生创新能力培养的内容。

教材注重突出施工学科的实践性、社会性。结合科研成果对改进教学内容体系设置进行了初步的尝试和探索,如首次在施工教材中引入数字化施工、信息化施工及计算机在土木工程施工中的应用等内容。同时出于前瞻性的考虑,引入保温节能工程施工等内容,力图以社会发展和科技进步的新近成果充实、更新教学内容,以期提高教学质量,培养土木工程应用型人才。

教材注重增强可操作性。结合现阶段课程设置的实际情况,取材尽量避免与其他课程内容设置重复,同时取材考虑了与当前执业资格考试内容相结合,使学生在专业课时减少的情况下能真正涉猎土木工程施工各知识点,为学生的就业及胜任土木工程各专业方向的工

作提供帮助。

本书在内容上力求满足实际需要,文字上力求深入浅出,并在每章附有内容提要、小结、思考题和习题,以便于组织教学和自学。

本书由西南科技大学苏有文和古松任主编,西南科技大学王月明、左勇、刘怡、于忆骅、肖军、李晓宁参编,西南科技大学王月明教授任主审。具体编写分工为:苏有文编写前言及第4章,王月明编第1章,左勇编写第2章,刘怡编写第3章,古松编写第5、第6、第10章,于忆骅编写第7章,肖军编写第8章,李晓宁编写第9章。全书由苏有文统稿,全书的图表处理、文字校对由刘怡完成。

限于编者水平有限和时间仓促,书中难免存在不足之处,诚挚地希望广大师生与读者提出宝贵意见,给予批评指正,以期进一步修订完善。

本书在编写过程中,参考了相关专家的教材、著作,引用了一些实际工程中的案例,在此一并致谢!

本书系电子科技大学出版社组织编写的“21 世纪高等学校土木建筑类系列教材”之一,在编写过程中承蒙编写委员会的指导、出版社的大力支持,在此谨表示衷心感谢!

编 者

2010 年 1 月

目 录

第1章 土方工程	1
1.1 概述	1
1.1.1 土方工程的分类及施工特点	2
1.1.2 土的工程分类	2
1.1.3 土的工程性质	3
1.2 场地平整	5
1.2.1 场地平整的概念	5
1.2.2 场地设计标高的确定	5
1.2.3 土方工程量的计算	8
1.2.4 土方调配	10
1.3 基坑降水	17
1.3.1 集水坑降水	17
1.3.2 流砂及其防治	17
1.3.3 井点降水	18
1.4 土方边坡稳定及基坑支护	28
1.4.1 土方边坡稳定	28
1.4.2 基坑(槽)支护	29
1.5 土方施工	33
1.5.1 土方工程施工前的准备工作	33
1.5.2 土方施工机械	33
1.5.3 土方的填筑与压实	38
1.5.4 土方填筑质量的检验	42
第2章 深基础工程	46
2.1 钢筋混凝土预制桩	47
2.1.1 桩的预制、起吊、运输、堆放	47
2.1.2 锤击沉桩	47
2.1.3 静力压桩	51
2.2 混凝土及钢筋混凝土灌注桩	52
2.2.1 泥浆护壁成孔灌注桩	52
2.2.2 套管成孔灌注桩	53
2.2.3 人工挖孔灌注桩	58
2.2.4 干作业螺旋钻孔灌注桩	58
2.3 地下连续墙施工	59

2.4 沉井基础、管柱基础	61
2.4.1 沉井基础施工	61
2.4.2 管柱基础施工	62
第3章 砌筑工程	64
3.1 砌筑材料	65
3.1.1 块材	65
3.1.2 砂浆	66
3.1.3 材料运输	69
3.2 砖砌体施工	70
3.2.1 施工准备	70
3.2.2 砖基础施工	70
3.2.3 砖墙施工	72
3.2.4 砖砌体的质量要求及保证措施	76
3.2.5 砖砌体常见质量通病与防治	78
3.3 中小型砌块施工	80
3.3.1 施工准备	80
3.3.2 施工工艺	83
3.4 砌筑工程用脚手架及垂直运输设施	84
3.4.1 脚手架	84
3.4.2 垂直运输设施	91
3.5 砌筑工程质量评定的标准	93
3.5.1 砖墙砌体的施工质量标准	93
3.5.2 小型空心砌块砌体施工质量标准	95
3.6 质量检验和质量控制的主要方法	95
3.6.1 基本规定	95
3.6.2 砌筑砂浆	97
3.6.3 砖砌体工程	98
3.6.4 混凝土小型空心砌块砌体工程	99
3.6.5 填充墙砌体工程	100
3.6.6 子分部工程验收	102
第4章 混凝土结构工程	104
4.1 混凝土结构工程概述	104
4.2 模板工程	105
4.2.1 模板的分类	105
4.2.2 模板系统的组成和要求	106
4.2.3 现浇混凝土结构模板	116
4.2.4 模板设计	118
4.2.5 模板的拆除	121

4.3 钢筋工程	123
4.3.1 钢筋的种类及性能	123
4.3.2 钢筋的冷加工	124
4.3.3 钢筋焊接	128
4.3.4 钢筋机械连接	134
4.3.5 钢筋配料	135
4.3.6 钢筋加工、绑扎和安装	140
4.3.7 钢筋的质量验收	142
4.4 混凝土工程	143
4.4.1 混凝土的原材料	143
4.4.2 混凝土的性能	145
4.4.3 混凝土的施工配料	146
4.4.4 混凝土的搅拌	147
4.4.5 混凝土的运输	150
4.4.6 混凝土的浇筑和捣实	152
4.4.7 混凝土的养护	159
4.4.8 混凝土冬期施工	160
4.4.9 混凝土的质量检查	164
4.4.10 混凝土的缺陷处理	166
4.5 混凝土预制构件制作	168
4.5.1 构件的工艺方案	169
4.5.2 预制构件厂制作预制构件的模板	169
4.5.3 预制构件的成型	170
4.5.4 预制构件的养护	173
第5章 预应力混凝土工程	178
5.1 预应力混凝土及其分类	178
5.2 预应力夹具和锚具	179
5.2.1 夹具	179
5.2.2 锚具、夹具性能要求	180
5.2.3 锚具、夹具和连接器的选用	181
5.2.4 进场验收	181
5.3 机械张拉先张法施工	181
5.3.1 台座	182
5.3.2 夹具	184
5.3.3 张拉机械	186
5.3.4 先张法施工工艺	188
5.3.5 混凝土的浇筑与养护	190
5.3.6 预应力筋放张	190
5.4 机械张拉后张法施工	193

5.4.1	后张法施工的锚具和张拉机械	194
5.4.2	后张法施工工艺	200
5.5	无黏结预应力技术	213
5.5.1	无黏结预应力筋	213
5.5.2	无黏结筋的制作	214
5.5.3	无黏结预应力施工	214
5.5.4	无黏结预应力筋的铺设	214
5.5.5	无黏结预应力筋的张拉	214
5.5.6	无黏结预应力筋的端部锚头处理	214
第6章	结构安装工程	216
6.1	起重机械	216
6.1.1	桅杆式起重机	216
6.1.2	自行杆式起重机	219
6.1.3	塔式起重机	223
6.1.4	起重机的选用	225
6.2	混凝土预制结构安装工程	228
6.2.1	混凝土构件的制作	228
6.2.2	混凝土构件的运输和堆放	229
6.2.3	构件安装工艺	229
6.2.4	构件的平面布置和吊装前的构件堆放	240
6.3	金属结构制作、安装工程	244
6.3.1	钢结构的制作	244
6.3.2	钢结构的安装工艺	247
6.3.3	钢网架结构的吊装	251
第7章	建筑防水工程	255
7.1	屋面防水工程	255
7.1.1	卷材防水屋面	256
7.1.2	涂膜防水屋面	261
7.1.3	刚性防水屋面	262
7.2	地下防水工程	264
7.2.1	防水混凝土	265
7.2.2	水泥砂浆防水层	267
7.2.3	卷材防水层	268
7.3	厨房、卫生间防水工程	271
7.3.1	厨房、卫生间的地面构造	272
7.3.2	厨房、卫生间防水施工	272
7.3.3	厨房和卫生间的防漏处理	274

第8章 装饰工程	277
8.1 门窗工程	277
8.1.1 木门窗	277
8.1.2 钢门窗	279
8.1.3 铝合金门窗	281
8.1.4 塑料门窗	283
8.2 吊顶、隔墙工程	284
8.2.1 吊顶工程	284
8.2.2 轻质隔墙工程	288
8.3 抹灰工程	291
8.3.1 抹灰工程的分类、组成和砂浆要求	292
8.3.2 一般抹灰施工	292
8.3.3 装饰抹灰施工	300
8.4 饰面板(砖)工程	305
8.4.1 大理石、花岗石、水磨石等饰面板的施工	305
8.4.2 金属饰面板安装	308
8.4.3 木质饰面板施工	308
8.4.4 釉面砖、锦砖、玻璃马赛克镶贴施工	309
8.4.5 饰面工程质量要求	309
8.5 油漆涂料、刷浆、裱糊工程	311
8.5.1 油漆涂料工程	311
8.5.2 刷浆工程	316
8.5.3 裱糊工程	316
第9章 道路工程	319
9.1 路基工程	319
9.1.1 路基的构造	319
9.1.2 路基的施工	321
9.2 路面工程	331
9.2.1 路面的分类与等级	331
9.2.2 路面结构层施工	333
9.2.3 沥青路面施工	335
9.2.4 水泥混凝土路面施工	343
第10章 桥梁结构施工	350
10.1 桥梁结构施工方法分类	350
10.1.1 桥梁基础施工	350
10.1.2 桥梁墩台施工	351
10.1.3 桥梁上部结构施工	351
10.2 简支桥梁安装	352

10.2.1	陆地架设法	352
10.2.2	浮吊架设法	353
10.2.3	高空架设法	353
10.3	逐孔法施工	354
10.4	悬臂法施工	354
10.4.1	悬臂浇筑施工	355
10.4.2	悬臂拼装施工	357
10.5	顶推法施工	359
10.5.1	概述	359
10.5.2	顶推装置与顶推工艺	359
10.5.3	顶推法的施工方式	360
10.6	现浇拱桥施工	361
10.6.1	拱架的形式和构造	361
10.6.2	拱架预架拱的设置	362
10.6.3	拱圈及拱上建筑的施工	362
10.7	缆索吊机安装拱桥	363
10.7.1	吊装设备及其布置形式	364
10.7.2	施工加载程序设计	364
10.8	转体法施工	365
10.8.1	有平衡重平转施工	365
10.8.2	无平衡重平转施工	367
参考文献		369

第1章 土方工程

【教学目的】

本章主要讲授土的工程分类、土的工程性质;场地平整的概念、设计计算方法,土方工程量的计算和土方调配;流砂的概念和防治措施,基坑降水方法;土方边坡稳定及基坑支护;土方工程的机械化施工,土方填筑与压实,影响土方施工质量的因素,土方施工的质量检验等内容。

【教学要求】

通过本章的学习,学生主要能够根据土的分类标准和工程性质,在野外就能简单区分出土的工程类别及其特性;会用网格算法计算出场地平整时的场地设计标高、各个角点的施工高度,以及最后计算出每个方格的挖填土方量、总的挖填方量,并会应用线性规划理论进行土方调配;学生要学会轻型井点系统的设计方法和设计步骤;掌握土方边坡的概念、保持土方边坡稳定的方法及基坑支护措施;根据各种土方机械的性能,学会正确选择土方机械进行配合施工,掌握土方填筑和压实的要求、工具和方法。根据影响土方填筑质量的各种因素,学会土方施工的现场取样和质量检验方法。

【重点、难点】

本章学习的重点和难点。其中土的工程性质、土方工程量的计算、流砂的概念和防治措施、基坑降水方法、土方边坡稳定及基坑支护、土方工程的机械化施工、土方填筑与压实、影响土方施工质量的因素、土方施工的质量检验等内容是重点。而场地平整中的最佳设计平面求解、应用线性规划原理进行土方调配、轻型井点系统的设计等内容是难点。最佳设计平面求解、土方调配、轻型井点降水这几部分都有电算方法,学员们只需稍作了解即可。

【知识要点】

本章学习的主要知识点。常见的土方工程类型、土方工程的施工特点、土的工程分类、土的概念和组成、土的工程性质;场地平整的概念、场地设计标高确定的一般方法、最佳设计平面的求解方法、计算施工高度。土方工程量的计算和土方调配;流砂的概念、流砂发生的原因和防治措施,基坑降水方法、井点的类型、轻型井点系统设计的方法和步骤;土方边坡的概念、保持土方边坡稳定的方法及基坑支护措施;土方工程施工前应做的准备工作,土方机械的性能,对填土的要求和处理措施,填土压实机具的性能,填土的填筑方法和压实措施,影响土方施工质量的因素,土方施工的质量检验等内容。

1.1 概 述

土方工程包括一切土方的开挖、运输、回填、夯实等主要施工过程,以及排水、降水和土壁支撑等准备和辅助工作,它是土木工程中的一个重要的分部工程。

1.1.1 土方工程的分类及施工特点

最常见的土方工程有以下四类:

(1)场地平整:在地面上挖填,使建筑场地平整为符合设计标高要求的平面(一般还有一定泄水坡度的要求)。这类土方工程施工面积大,土方工程量大,应采用机械化或半机械化的施工方法。

(2)基坑(槽)、管沟施工:在地面以下开挖条形基础的基槽,地下管道的沟槽以及独立柱基础的基坑。有时多个独立柱基础之间距离很近,也可一次开挖成基槽。这类土方工程项目目前多采用人工挖土,劳动量大而繁重,应尽量采用中小型土方机械,以提高劳动生产率,降低工程成本。

(3)地下大型挖方工程:在地面以下开挖较大的设备基础、地下室以及卸煤坑等土方。这类土方工程应尽量采用机械化、半机械化的施工方法。根据开挖深度及平面尺寸,以及机械上下的难易程度,选择合适的土方机械并制订施工方案,确定机械在地面上作业或在坑下作业。

(4)路基或基坑填筑:在地面以上填筑路基、堤坝等构筑物,一般采用机械化施工方法。或在地面以下填筑基槽、基坑。

土方工程的施工特点:

土方工程的特点是工程量大,施工条件复杂。新建一个大型工业企业,其场地平整、房屋及设备基础、厂区道路及管线的土方量往往可达几十万乃至数百万立方米以上,合理地选择土方机械,组织机械化施工,对缩短工期,降低工程成本有很重要的意义。土方工程多为露天作业,施工受地区的气候条件影响,而且土是一种天然物质,种类繁多,施工又受工程地质及水文地质条件的影响,这些对土方工程施工方法的选择有很大的影响。因而,在施工前应根据本地区的工程及水文地质条件及施工期间的气候特点,制订合理的施工方案组织施工。现将土方工程的施工特点总结如下:

- (1)工程量大。
- (2)工期长。
- (3)劳动强度大。
- (4)施工条件复杂。
- (5)受气候、水文、地质等影响大。

1.1.2 土的工程分类

土的种类繁多,其分类方法也很多,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;根据土的工程特点分类等(见《土方与爆破工程施工及验收规范,GBJ201—83》)。

按工程性质分:

- (1)岩石:分软岩石(强度小于300kPa)和硬岩石(强度大于300kPa);
- (2)碎石土:粒径大于2mm的颗粒含量超过50%;
- (3)砂土:粒径大于2mm的颗粒含量不超过50%;
- (4)黏土:按工程地质特征分为:老黏土、一般性黏土、淤泥和淤泥质土、红黏土,按成分和可塑性分为:黏土、亚黏土、轻亚黏土;

(5)人工填土:分为素填土、杂填土、冲填土。

在土方工程施工中,一般是根据土的开挖难易程度进行分类,其分类见表1-1。

表1-1 土的工程分类

土的分类	土的名称	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	砂;亚砂土;冲积砂土层;种植土;淤泥	用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	亚黏土;湿黄土;砂夹石;种植土;填土;亚砂土	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	软而中等密实的黏土;重亚黏土;粗砾石;干黄土;含石黄土、亚黏土;压实的填土	主要用镐,少许用锹、锄头,部分用撬杠
四类土 (砂砾坚土)	重黏土及含石黏土;粗卵石;密实黄土;砂夹石;软岩石	先用镐、撬杠,然后用锹,部分用楔子和大锤
五类土 (软石)	中等密实的页岩、泥灰岩;胶结不紧的砾岩;软石灰岩	用镐或撬杠、大锤,部分用爆破方法
六类土 (次坚石)	泥灰岩;砂岩;砾岩;坚硬的页岩、泥灰岩;密实的石灰岩;风化的花岗岩、片麻岩	用爆破方法开挖,部分用风镐
七类土 (坚石)	大理岩;辉绿岩;粗、中粒花岗岩;坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩;风化的玄武岩	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	安山岩;玄武岩;坚实的细粒花岗岩、石英岩、闪长岩、辉长岩、辉绿岩等	用爆破方法开挖

1.1.3 土的工程性质

土的概念、组成:

土——岩石经过风化、剥蚀、搬运、沉积等过程后,所形成的各种疏松沉积物,在建筑工程上称为土。

土由三相组成,即固相(矿物颗粒和有机质)、液相(水溶液)、气相(空气)。

土的工程性质指标:

(1)土的重度 γ

土在天然状态下单位体积的重量。

$$\gamma = g/v \quad (1-1)$$

式中, g ——土重(t)

v ——土的体积(m^3)。

(2)土的天然含水量 ω

即土中水重与固体颗粒重之比。

$$\omega = g_w/g_s \times 100\% \quad (1-2)$$

式中, g_w ——土中水重(kg);

g_s ——土中固体颗粒重(kg);

ω 表明了土的干湿程度。

最佳含水量——使填土夯至最密实状态的含水量,称为最佳含水量。