



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

GAOZHI GAOZHUAN JIANZHU GONGCHENG XILIE JIAOCAI

高职高专 **建筑工程** 系列教材



建筑施工技术

(第2版)

Jianzhu Shigong Jishu

主 编 邹绍明

副主编 李建民 张根凤



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

建筑施工技术

(第2版)

主 编 邹绍明

副主编 李建民 张根凤

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书是高职高专建筑工程系列教材之一。全书共分11章,内容包括:土石方施工技术、起重技术、脚手架搭设技术、地基加固与桩基施工技术、钢筋砼施工技术、预应力砼结构施工技术、砌体施工技术、安装施工技术、防水施工技术、装饰施工技术、高层建筑施工技术。

本书是高职高专房屋建筑工程的教材,也可作土建类专业的教学用书,同时也可供建筑企事业单位的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/邹绍明主编. —2版. —重庆:重庆大学出版社,2007.2

(高职高专建筑工程系列教材)

ISBN 978-7-5624-2442-0

I. 建… II. 邹… III. 建筑工程—工程施工—施工技术—
高等学校:技术学校—教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 003647 号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

建筑施工技术

(第2版)

主 编 邹绍明

副主编 李建民 张根凤

责任编辑:曾令维 穆安民 版式设计:曾令维

责任校对:任卓惠 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:27.25 字数:680千

2004年8月第1版 2007年2月第2版 2007年2月第2次印刷

印数:5 001—8 000

ISBN 978-7-5624-2442-0 定价:38.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

本书根据高等职业技术教育的要求和房屋建筑工程专业的培养目标,以及最新的建筑施工规范与建筑技术标准编写而成,系普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书参考教学时数为110学时,各院校可根据其地域的不同,做适当的调整。

《建筑施工技术》是房屋建筑专业的主要职业技术必修课之一,它主要研究建筑产品施工活动中的基本规律、施工方法、施工工艺、施工技术。实践证明,建筑施工技术在培养和造就建筑施工及管理的专门人才方面,起到了非常重要的作用。

但是,建筑产品在形成的过程中,由于有其自身的特点和施工的特殊性,决定了建筑施工的复杂性,往往学生在学完本门课程后,较难掌握其规律。为此,本书紧密结合建筑施工技术实际,紧紧围绕施工程序来阐述本专业的基本理论和先进的科学技术理论,并对现有的建筑施工技术的内容做了一些整合,让学生在学习各单一建筑施工技术的同时,能对前后施工技术的区别与联系有一个全面了解,在学完本课程后,能掌握一套较完整的施工技术,一改过去以分部工程作为建筑施工技术教材体系的传统做法。本书系统地介绍了一般民用和工业建筑的施工技术,同时还介绍了国外的一些新技术、新工艺。对一些不常用的施工方法,做了适当的删减。为了使本教材具有体现施工现场实际的特点,便于学生考取土建施工员执业资格证,故章末附有模拟项目工程题,供学生练习。这些尝试,无疑对提高学生的职业技术能力、分析和解决现场施工问题的能力有较大帮助。

本书可作为土建类专业高职高专《建筑施工技术》教材,亦可作土建工程技术人员参考用书。

全书由邹绍明主编,李建明、张根凤担任副主编。本书绪论、第1章、第3章由重庆工程职业技术学院邹绍明编写;第2章、第8章由重庆科技学院谢炳科编写;第4章由中铁咸阳铁路干部管理学院张根凤编写;第5章由张根凤、重庆工程职业技术学院黄治国编写;第6章由河北工程职业技术学院郝永池

编写;第7章由贵州工业大学鲁海梅编写;第11章由贵州工业大学吴旭编写;第9章、第10章由昆明大学李建明编写。

本书在编写过程中参考了《建筑施工技术》、《建筑技术》、《建筑工程施工及验收规范》、《建筑施工手册》等杂志和书籍,重庆工程职业技术学院建筑工程教研室的全体同仁对本书提供了许多宝贵意见,在此特表示衷心感谢,并对本书付出辛勤劳动的重庆大学出版社的编辑同志表示深深谢意!

限于时间和业务水平,书中不妥之处在所难免,我们真诚欢迎读者批评、指正。

编者

2006年12月

请
按
此
裁
下
寄
回
我
社
或
在
网
上
下
载
此
表
格
填
好
后
E-mail
发
回

教师信息反馈表

为了更好地为教师服务,提高教学质量,我社将为您的教学提供电子和网络支持。请您填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回,我社将免费向您提供相关的电子教案、网络交流平台或网络化课程资源。

书名:			版次	
书号:				
所需要的教学资料:				
您的姓名:				
您所在的校(院)、系:			校(院)	系
您所讲授的课程名称:				
学生人数:	_____人	_____年级	学时:	
您的联系地址:				
邮政编码:		联系电话	(家)	
			(手机)	
E-mail:(必填)				
您对本书的建议:			系主任签字	
			盖章	

请寄:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)
重庆大学出版社市场部

邮编:400030
电话:023-65111124
传真:023-65103686
网址:<http://www.cqup.com.cn>
E-mail:fxk@cqup.com.cn

- (一) 土方工程
① 土方量计算
② 排水工程
③ 土方回填及压实(回填土料)
④ 土方工程(回填土料)
⑤ 土方工程(回填土料)
⑥ 土方工程(回填土料)
⑦ 土方工程(回填土料)
⑧ 土方工程(回填土料)
⑨ 土方工程(回填土料)
⑩ 土方工程(回填土料)
- (二) 地基与基础工程
① 地基工程
② 基础工程
③ 地基工程
④ 基础工程
⑤ 地基工程
⑥ 基础工程
⑦ 地基工程
⑧ 基础工程
⑨ 地基工程
⑩ 基础工程
- (三) 砌体工程
① 砌体工程
② 砌体工程
③ 砌体工程
④ 砌体工程
⑤ 砌体工程
⑥ 砌体工程
⑦ 砌体工程
⑧ 砌体工程
⑨ 砌体工程
⑩ 砌体工程
- (四) 钢筋混凝土工程
① 钢筋混凝土工程
② 钢筋混凝土工程
③ 钢筋混凝土工程
④ 钢筋混凝土工程
⑤ 钢筋混凝土工程
⑥ 钢筋混凝土工程
⑦ 钢筋混凝土工程
⑧ 钢筋混凝土工程
⑨ 钢筋混凝土工程
⑩ 钢筋混凝土工程
- (五) 钢结构工程
① 钢结构工程
② 钢结构工程
③ 钢结构工程
④ 钢结构工程
⑤ 钢结构工程
⑥ 钢结构工程
⑦ 钢结构工程
⑧ 钢结构工程
⑨ 钢结构工程
⑩ 钢结构工程
- (六) 屋面工程
① 屋面工程
② 屋面工程
③ 屋面工程
④ 屋面工程
⑤ 屋面工程
⑥ 屋面工程
⑦ 屋面工程
⑧ 屋面工程
⑨ 屋面工程
⑩ 屋面工程
- (七) 装饰工程
① 装饰工程
② 装饰工程
③ 装饰工程
④ 装饰工程
⑤ 装饰工程
⑥ 装饰工程
⑦ 装饰工程
⑧ 装饰工程
⑨ 装饰工程
⑩ 装饰工程
- (八) 安装工程
① 安装工程
② 安装工程
③ 安装工程
④ 安装工程
⑤ 安装工程
⑥ 安装工程
⑦ 安装工程
⑧ 安装工程
⑨ 安装工程
⑩ 安装工程
- (九) 其他工程
① 其他工程
② 其他工程
③ 其他工程
④ 其他工程
⑤ 其他工程
⑥ 其他工程
⑦ 其他工程
⑧ 其他工程
⑨ 其他工程
⑩ 其他工程

目录

- (一) 土方工程
① 土方量计算
② 排水工程
③ 土方回填及压实(回填土料)
④ 土方工程(回填土料)
⑤ 土方工程(回填土料)
⑥ 土方工程(回填土料)
⑦ 土方工程(回填土料)
⑧ 土方工程(回填土料)
⑨ 土方工程(回填土料)
⑩ 土方工程(回填土料)
- (二) 地基与基础工程
① 地基工程
② 基础工程
③ 地基工程
④ 基础工程
⑤ 地基工程
⑥ 基础工程
⑦ 地基工程
⑧ 基础工程
⑨ 地基工程
⑩ 基础工程
- (三) 砌体工程
① 砌体工程
② 砌体工程
③ 砌体工程
④ 砌体工程
⑤ 砌体工程
⑥ 砌体工程
⑦ 砌体工程
⑧ 砌体工程
⑨ 砌体工程
⑩ 砌体工程
- (四) 钢筋混凝土工程
① 钢筋混凝土工程
② 钢筋混凝土工程
③ 钢筋混凝土工程
④ 钢筋混凝土工程
⑤ 钢筋混凝土工程
⑥ 钢筋混凝土工程
⑦ 钢筋混凝土工程
⑧ 钢筋混凝土工程
⑨ 钢筋混凝土工程
⑩ 钢筋混凝土工程
- (五) 钢结构工程
① 钢结构工程
② 钢结构工程
③ 钢结构工程
④ 钢结构工程
⑤ 钢结构工程
⑥ 钢结构工程
⑦ 钢结构工程
⑧ 钢结构工程
⑨ 钢结构工程
⑩ 钢结构工程
- (六) 屋面工程
① 屋面工程
② 屋面工程
③ 屋面工程
④ 屋面工程
⑤ 屋面工程
⑥ 屋面工程
⑦ 屋面工程
⑧ 屋面工程
⑨ 屋面工程
⑩ 屋面工程
- (七) 装饰工程
① 装饰工程
② 装饰工程
③ 装饰工程
④ 装饰工程
⑤ 装饰工程
⑥ 装饰工程
⑦ 装饰工程
⑧ 装饰工程
⑨ 装饰工程
⑩ 装饰工程
- (八) 安装工程
① 安装工程
② 安装工程
③ 安装工程
④ 安装工程
⑤ 安装工程
⑥ 安装工程
⑦ 安装工程
⑧ 安装工程
⑨ 安装工程
⑩ 安装工程
- (九) 其他工程
① 其他工程
② 其他工程
③ 其他工程
④ 其他工程
⑤ 其他工程
⑥ 其他工程
⑦ 其他工程
⑧ 其他工程
⑨ 其他工程
⑩ 其他工程

绪论	1
0.1 本课程的基本任务	1
0.2 我国建筑施工技术的现状	1
0.3 建筑施工及验收规范、施工规程(规定)	2
0.4 建筑施工程序	2
0.5 本课程的学习方法	4
第1章 土石方施工技术	5
1.1 土石方施工概述	5
1.2 土方量计算与土方调配	10
1.3 场地平整施工技术	23
1.4 基坑(槽)施工技术	32
1.5 土方施工排水与降水技术	37
1.6 土方施工质量标准与安全技术	50
1.7 石方爆破法施工技术	51
1.8 土方施工中常见事故及其处理技术	61
复习思考题1	62
模拟项目工程	63
第2章 起重技术	66
2.1 起重机械与起重技术	66
2.2 起重索具	76
复习思考题2	82
模拟项目工程	82
第3章 脚手架搭设技术	83
3.1 概述	83
3.2 钢管脚手架的搭设技术	84
3.3 工具式脚手架的搭设技术	89
3.4 其他脚手架的搭设技术	94
3.5 脚手架的使用安全技术	98
复习思考题3	98

模拟项目工程	99
第4章 地基加固与桩基施工技术	100
4.1 地基加固技术	100
4.2 钢筋砼预制桩施工技术	114
4.3 灌注桩施工技术	124
复习思考题4	133
模拟项目工程	134
第5章 钢筋砼施工技术	135
5.1 钢筋加工制作技术	136
5.2 模板支设技术	154
5.3 钢筋砼预制构件制作技术	171
5.4 砼施工技术	179
5.5 砼的冬期施工技术	204
5.6 大模板施工技术	212
5.7 滑升模板施工技术	221
复习思考题5	232
模拟项目工程	233
第6章 预应力砼结构施工技术	235
6.1 概述	235
6.2 先张法施工技术	236
6.3 后张法施工技术	243
6.4 预应力砼施工安全技术	257
复习思考题6	257
模拟项目工程	258
第7章 砌体施工技术	259
7.1 砖砌体施工技术	259
7.2 砌块砌体施工技术	272
7.3 石材砌体施工技术	284
7.4 砌体的冬期施工技术	289
7.5 砌体施工安全技术	293
复习思考题7	294
模拟项目工程	294
第8章 安装施工技术	296
8.1 钢筋砼结构工业厂房安装技术	296
8.2 钢结构工业厂房结构安装技术	318
8.3 装配式墙板结构吊装技术	328
8.4 结构吊装安全技术措施	332
复习思考题8	333

第9章 防水施工技术	335
9.1 屋面防水施工技术	335
9.2 地下结构防水施工技术	357
复习思考题9	368
模拟项目工程	368
第10章 装饰施工技术	369
10.1 抹灰施工技术	369
10.2 饰面施工技术	375
10.3 吊顶施工技术	385
复习思考题10	390
第11章 高层建筑施工技术	391
11.1 高层建筑施工概述	391
11.2 高层建筑基础施工技术	395
11.3 高层建筑主体结构施工技术	407
11.4 高层建筑玻璃幕墙与防水施工技术	421
11.5 高层建筑施工安全技术	423
复习思考题11	425
模拟项目工程	425

绪 论

0.1 本课程的基本任务

建筑产品的形成一般应包括建筑立项、地质勘察、建筑设计、施工准备、建筑施工、竣工验收等程序。在这一复杂的过程中,建筑施工最为重要,它是形成建筑产品的重要阶段,并由建筑企业担纲主角。

作为建筑施工单位主要有两项任务:一是根据建筑产品的特点、技术要求、施工条件、技术装备等,制订出技术可行、安全可靠的施工组织设计或施工方案(措施);二是根据施工组织设计的要求,组织科学的建筑施工,并利用新技术、新工艺,建造出满足使用功能要求的建筑产品。

一个建筑产品在形成过程中,存在着生产(施工)规律,即同一个建筑产品,虽可采用不同的施工方案、不同的技术装备、不同的施工方法和不同的施工技术来完成,但应有一种施工方案、施工方法和施工技术,更能体现建筑产品实际,施工工期最短,经济效果最明显。建筑施工技术的基本任务就是要探索建筑施工的一般规律。

建筑施工技术一般应包括:施工方法原理、施工工艺过程、施工先后顺序、施工质量标准、施工安全技术等内容。因此,本课程是一门研究建筑产品生产(施工)规律的学科。建筑施工技术不仅要合理应用国家的建筑法规,研究建筑产品的一般方法,同时还要借鉴和学习国内外的先进施工技术。

0.2 我国建筑施工技术的现状

我国古代建筑施工技术有着辉煌的成就,远在公元前 2000 年,我国就已掌握了夯填、砌筑、营造、铺瓦、油漆等方面的施工技术。

自新中国成立以来,经过 50 多年的发展,初步形成了具有中国本土特色的建筑体系,建成了不少结构复杂、技术水平高的民用与工业建筑。如北京的“十大建筑”、上海宝钢厂、上海世

界金融中心(95层,460 m)等的建成,标志着我国的建筑施工技术水平已达到世界先进水平。

在地基基础施工技术方面,掌握了强夯法、旋喷法、锚喷支护法、地下连续墙法、逆作法等新技术;在现浇钢筋砼结构方面,应用了大模板、滑模、爬模、隧道模、组合钢模,以及钢筋气压焊、机械连接、砼的泵送技术等;在脚手架方面,采用了钢制脚手架、工具式脚手架、桥式脚手架及吊脚手架等;在提升技术方面,应用了大型塔吊、爬升式塔吊和建筑施工电梯等;在建筑装修、防水防潮、施工测试等方面,均掌握和发展了许多新技术。这些新技术的运用,有力地推动了我国建筑施工技术的不断发展。

0.3 建筑施工及验收规范、施工规程(规定)

0.3.1 建筑施工及验收规范

建筑标准分强制性标准和推荐性标准,它们是建筑行业从事勘察、设计、施工、安装、验收构配件等技术活动的根据。

强制性标准内容包括:有关安全、卫生环境、基本功能要求的标准;有关全国统一的模数、公差、计量单位、符号、术语等基础标准;通用试验方法和检验方法标准等。

推荐性标准内容包括:勘察设计、施工方法或生产工艺标准;产品标准等。

建筑施工方面的标准是建设部颁发的“施工及验收规范”,它是国家的技术标准,是按各分部工程制订的。该法规条文的制订,主要是为了加强建筑施工的技术管理和统一验收标准,以达到提高施工技术水平,保证工程质量和降低工程成本的目的。因此,凡从事建筑工程设计和施工技术管理的人员,都必须遵照执行。

施工及验收规范内容一般包括:建筑材料、半成品、成品、建筑零配件的质量标准和技术条件,施工准备、施工质量要求,施工技术要点,质量控制方法和检验方法等。凡新建、改建、修复等工程,在设计、施工或竣工验收时,均应遵守现行的建筑安装工程施工及验收规范。

对民用与工业建筑和建筑设备安装工程的中间和竣工验收,应按照现行的建筑安装工程质量检验统一评定标准进行评定。

0.3.2 施工规程(规定)

施工规程(规定)是比施工及验收规范低一个等级的施工标准,是反映新结构、新工艺、新材料的设计与施工标准文件。其内容一般包括:总则、设计规定、计算要求、构造要求、施工规定和工程质量验收等。

施工规程(规定)的内容不得与施工及验收规范相抵触,如有不同之处,应以施工及验收规范为准。

0.4 建筑施工程序

建筑施工的成果就是完成各类建筑产品——各种建筑物或构筑物。每个建筑产品都需要

经过场地平整、基础施工、主体施工、装饰施工、安装施工等,最后竣工验收形成建筑产品。

在建筑施工中,必须坚持施工程序,按照建筑产品施工的客观规律,组织工程施工。只有这样,才能加快工程建设速度、保证工程质量和降低工程成本。

建筑施工程序是指建筑产品的生产过程或施工阶段必须遵守的顺序,主要包括接受施工任务、签订工程承包合同、施工准备、组织工程施工和竣工验收阶段等。

0.4.1 接受施工任务、签订工程承包合同

建筑施工企业接受施工任务,一是由上级主管部门统一接受任务后,按计划下达的;二是参加投标,中标而得到的。无论按哪种方式接受的施工任务,都必须同建设单位签订工程承包合同,明确各自在施工内的经济责任和承担义务,工程合同一经签订,即具有法律效力。

0.4.2 施工准备

施工任务落实后,在工程开工之前,应安排一定的施工准备期。做好施工准备工作,是坚持施工程序的重要环节之一。

施工准备的主要任务是根据建设工程的特点、施工进度和工程质量要求,以及施工的客观条件,合理布置施工力量,从技术、物质、人力和组织等方面为建筑施工顺利进行创造必要的条件。

施工准备的内容,以单项工程为例,主要包括编制施工组织设计和施工预算、征地和拆迁、施工现场四通一平、修建临时设施、建筑材料和施工机具的准备、施工队伍的准备等,并做好施工与监理单位的配合及协调工作。

0.4.3 组织工程施工

组织工程施工在整个建筑生产过程中占有极为重要的地位。因为只有通过合理的组织施工,才能最后形成建筑产品。

组织工程施工的主要内容,一是根据施工组织设计确定的施工方案和施工方法以及进度的要求,科学地组织综合施工;二是在施工中,对施工过程的进度、质量、安全等进行全面控制,最终全面完成施工计划任务。

0.4.4 工程竣工验收

工程竣工验收是对建筑产品进行检验评定的重要程序,亦是对基本建设成果和投资效果的总检查。所有工程项目按设计文件要求的内容建成后,均须根据国家的有关规定进行竣工验收,并评定其质量等级。

只有验收合格的建筑工程,才能正式移交使用。不合格的建筑工程,不准报竣工面积,更不得移交使用。

在工程交付使用的同时,施工单位须向业主交付一套完整的工程竣工资料,以作为历史档案资料,供今后备查用。

0.5 本课程的学习方法

建筑施工技术是一门综合性很强的应用技术,要综合运用建筑材料、建筑力学、房屋建筑学、建筑工程测量、建筑结构、建筑机械、建筑施工组织、建筑工程预算等学科的知识,因此,要掌握建筑施工技术,就得学好前述相关课程。

为了在建筑施工过程中加强技术管理,执行统一的“施工质量验收规范”,不断提高施工技术水平,保证施工质量,降低工程成本,能正确运用有关施工规范、施工规程(规定)来处理建筑施工中的技术问题,还必须认真学习国家颁发的建筑工程施工验收规范。这些规范是国家的技术标准,是我国建筑施工技术和建筑经验的结晶,亦是我国建筑界所有作业人员应共同遵守的准则。因此,学习和掌握建筑工程施工验收规范显得非常重要。

由于建筑施工技术涉及的知识面广、实践性强,每章之间内容的相互联系不很紧密,且逻辑性、系统性不强,叙述性的内容亦较多,往往看似简单,但要真正掌握甚至融会贯通又较困难,加之建筑科学技术发展较快,因此,在学习中必须加强建筑施工的基本知识、基本理论和基本技能的学习。学完各章后,应及时总结归纳已学过的知识和能力要求。同时,还应高度重视电化教学、课后作业、课程设计、现场教学、参观实习、工种实习、岗位实习等学习环节。只要坚持循序渐进、理论联系实际的学习方法,掌握建筑施工技术是不难的,可以做到学以致用、融会贯通。

第 1 章

土石方施工技术

学习目标:

1. 了解土石的种类和鉴别方法。
2. 熟悉土石的技术性质及其工程应用。
3. 掌握土方量计算方法、土方调配及土方调配优化的基本理论。
4. 掌握轻型井点设计方法和地基回填的要求及质量检验标准。
5. 熟悉土方、石方的施工方法。

职业能力:

1. 具有能熟练运用方格网法计算场地平整时的土方量,并合理调配土方的能力。
2. 具有能合理选择土方的施工方法和施工机械的能力。
3. 具有能正确选择填方土料、填筑方法和压实方法的能力。
4. 具有能正确运用爆破方法对石方进行施工的能力。
5. 具有正确处理土石方施工中常见事故的初步能力。

1.1 土石方施工概述

任何建筑物或构筑物的施工,首先遇到的是土石方的施工。在工业与民用建筑工程中,土石方施工主要有场地平整、基坑(槽)的开挖与回填、地基填土与压实、基坑(槽)与边坡的支护等。

1.1.1 土的工程分类

在建筑工程施工中所遇到的土方主要有地基土和非地基土两类,按地基土颗粒级配不同和开挖难易程度不同来进行分类。

(1) 按地基土的颗粒级配不同分类

根据土的颗粒级配或塑性指标不同,将地基土分为 5 大类,见表 1.1。

表 1.1 地基土的分类

土的分类	土的名称	承载力标准值/kPa
黏 土	黏土、亚黏土、轻亚黏土	硬塑 140 ~ 300;可塑 100 ~ 200;流塑 ≤80
岩 石	软石、次坚石、坚石、特坚石	风化:强 200 ~ 1 000;中 700 ~ 2 500;微 1 500 ~ 4 500
碎石类土	漂(块)石土、中砂、粉砂	稍密 150 ~ 500;中密 200 ~ 800;密实 400 ~ 1 000
砂 土	砾砂、粗砂、轻亚黏土	中粗砂 180 ~ 500;粉细砂 140 ~ 340
人工填土	素填土、杂填土、冲填土	素填土 85 ~ 160

注:本表分类不包括特殊类土;黏土的承载力标准值仅供参考;杂填土、冲填土不宜作地基土。

(2) 按土的开挖难易程度不同分类

用此方法将土分为 8 类,前 4 类为一般土,后 4 类为岩石,见表 1.2。

表 1.2 土的工程分类

土的分类	土 的 名 称	最初可松性 系数 K_s	最终可松性 系数 K'_s	现场鉴 别方法
一类土 (松软土)	砂、亚黏土、冲积砂土层、种植土、泥炭(淤泥)	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.03	用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	亚黏土、潮湿黄土、含有碎(卵)石砂、种植土、填筑土及亚砂土	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	软及中等密实黏土、重亚黏土、粗砾石、干(碎石、卵石)黄土、亚黏土、压实填筑土	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍挖掘
四类土 (砂砾坚土)	重黏土、碎(卵)石黏土、粗砾石、密实黄土、天然砂、软泥炭岩及蛋白石	1.26 ~ 1.32	1.06 ~ 1.09	先用镐、撬棍,后用锹挖掘,部分用楔子及大锤开挖
五类土 (软石)	硬石炭纪黏土、中密页岩、泥灰岩、白垩土、胶结松的砾岩、软石灰岩	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分用爆破方法开挖
六类土 (次坚石)	泥岩、砂岩、砾岩、坚实页岩、泥灰岩、密实石灰岩、风化花岗岩、片麻岩	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20	用爆破方法开挖,部分用风镐开挖
七类土 (坚石)	大理岩、辉绿岩、玢岩、花岗岩、白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩、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、片麻岩、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

1.1.2 土的技术性质

(1) 土的可松性

天然状态的土经过开挖后,其结构被破坏,因土质松散而体积增大,虽经回填压实,仍不能恢复到原来的体积,这种性质称为土的可松性。

土经开挖后的松散体积与原天然状态下的体积之比值,称为最初可松性系数 K_s ,用它表示土由天然状态经开挖成为松散土时体积增大的程度。

土经回填压实后的体积与原来天然状态下的体积之比值,称为最终可松性系数 K'_s ,用它表示天然土经开挖回填压实后体积的增大程度。其计算公式如下:

$$K_s = \frac{V_2}{V_1}, \quad K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1.1)$$

式中 K_s ——最初可松性系数,松土为 1.08 ~ 1.17,普通土为 1.14 ~ 1.24,坚土为 1.24 ~ 1.30;

K'_s ——最终可松性系数,松土为 1.01 ~ 1.03,普通土为 1.02 ~ 1.05,坚土为 1.04 ~ 1.07;

V_1 ——土在天然状态下的体积, m^3 ;

V_2 ——土经开挖后的松散体积, m^3 ;

V_3 ——土经回填压实后的体积, m^3 。

在土方施工中, K_s 是计算土方施工机械(含运土车辆)等的重要参数,而 K'_s 则是计算场地平整标高及填土时所需挖土量等的重要参数。因此,施工中绝不可忽视土的可松性。

(2) 土的天然含水量

土的天然含水量是指土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率,用以表示土的干湿程度,即

$$\omega = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1.2)$$

式中 ω ——土的天然含水量;

m_w ——土中水的质量, kg;

m_s ——土中固体颗粒经烘干后的质量, kg。

土含水量在 5% 以下称为干土;在 5% ~ 30% 之间者称为潮湿土;大于 30% 者称为湿土。土的含水量将直接影响土方的开挖、土方边坡稳定及填土压实等。

(3) 土的天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量,称为土的天然密度(简称密度)。土的密度按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.3)$$

式中 ρ ——土的密度, kg/m^3 ;

m ——土的总质量, kg;

V ——土的体积, m^3 。

一般黏土的密度为 1 800 ~ 2 000 kg/m^3 ,砂土为 1 600 ~ 2 000 kg/m^3 。

干密度是土的固体颗粒质量与总体积的比值,用下式表示:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \tag{1.4}$$

式中 ρ_d ——土的干密度,kg/m³;

其余符号同前。

密度和干密度表示土的紧密程度。工程上通常用干密度表示土的压实质量。

(4)土的孔隙比 e 和孔隙率 n

孔隙比 e 是土体中的孔隙体积与固体体积的比值,用下式表示:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \tag{1.5}$$

式中 V_v ——土体中的孔隙体积,m³;

V_s ——土体固体体积,m³。

孔隙率 n 是土的孔隙体积与总体积的比值,用百分率表示:

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \tag{1.6}$$

式中 V ——土体的外形体积,m³。

孔隙比和孔隙率反映了土的密实程度。孔隙比和孔隙率越小土越密实。

(5)土的渗透系数

单位时间内水穿透土层的能力称为土的渗透系数,以 m/d 表示。根据土的渗透系数不同,土可分为透水性土(如砂土)和不透水性土(如黏土)。一般土的渗透系数见表 1.3。

土渗透系数的大小影响土方施工的降水与排水速度。渗透系数越大土的降水与排水速度越快。

表 1.3 土的渗透系数表

土的名称	渗透系数/(m · d ⁻¹)	土的名称	渗透系数/(m · d ⁻¹)
黏土	<0.005	中砂土	5.00 ~ 20.00
亚黏土	0.005 ~ 0.10	均质中砂土	35.00 ~ 50.00
轻亚黏土	0.10 ~ 0.50	粗砂土	20.00 ~ 50.00
黄土	0.25 ~ 0.50	圆砾石土	50.00 ~ 100.00
粉砂土	0.50 ~ 1.00	卵石土	100.00 ~ 500.00
细砂土	1.00 ~ 5.00		

(6)土体边坡度

土体边坡度是指为保持土体施工阶段的稳定性而放坡的程度,用土方边坡高度 h 与边坡底宽 b 之比来表示(见图 1.1),即:

$$\text{土方边坡度} = \frac{h}{b} = \frac{1}{\frac{b}{h}} = 1 : m \tag{1.7}$$

式中, $m = b/h$ 称为土体边坡系数。