

教育部
规划教材

中等职业学校建筑施工专业(含岗位培训、行业中级技术工人等级考核)

建筑施工技术

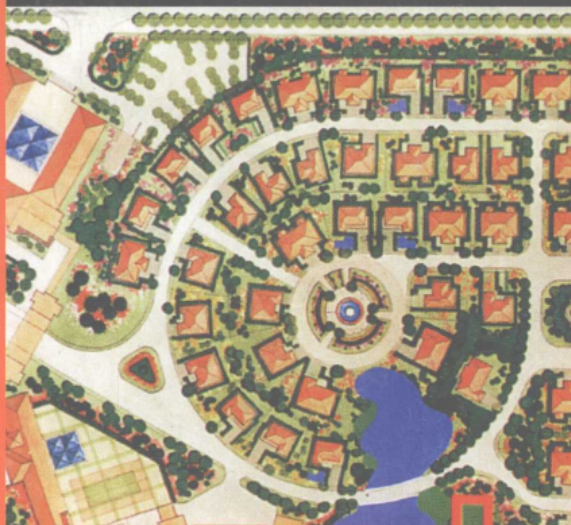
第二版

全国中等职业学校建筑类专业教材编写组 编 杭有声 主编



高等教育出版社

责任编辑 李 澈 封面设计 李卫青



中等职业学校建筑施工专业教材目录
(含岗位培训、行业中级技术工人等级考核)

建筑制图与识图	编写组
建筑制图与识图习题集	编写组
建筑力学	编写组
建筑材料 (第二版)	编写组
建筑测量 (第二版)	编写组
建筑构造 (第二版)	编写组
建筑结构 (第二版)	编写组
建筑施工技术 (第二版)	编写组
建筑工程预算 (第二版)	编写组
建筑施工组织与管理 (第二版)	编写组
房屋卫生设备 (第二版)	编写组
建筑电工与电气设备 (第二版)	编写组
建筑电气与照明 (第二版)	编写组
建筑弱电系统安装与维护	编写组

ISBN 978-7-04-015653-9



9 787040 156539 >

定价 31.60 元

教育部规划教材
中等职业学校建筑施工专业
(含岗位培训、行业中级技术工人等级考核)

建筑施工技术

(第二版)

全国中等职业学校建筑类专业教材编写组 编
杭有声 主编

2
高等教育出版社

内容简介

本书是在第一版的基础上,根据建筑业的发展和施工技术的进步,结合教材在实际使用中的情况和国家最新颁布的标准、规范修订而成。教材对土的分类与基本性质、模板工程、抹灰与饰面工程的冬期施工等部分内容进行了修订,增添了井点降水例题、泥浆护壁成孔灌注桩、碗扣式脚手架、砌块砌体质量检查等内容。

本书保持了第一版的结构体系和简明、实用等优点。主要内容包括土石方工程、桩基工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、屋面与地下防水工程、装饰工程、冬期与雨期施工和高层建筑施工等。

本书系统地介绍了建筑施工技术方面的基本知识、基本理论和基本施工方法,可作为中等职业学校建筑施工专业教材,也可供土建工程技术人员培训和自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术 / 杭有声主编;全国中等职业学校建筑类专业教材编写组编. — 2版. — 北京:高等教育出版社, 2005. 1 (2007 重印)

ISBN 978 - 7 - 04 - 015653 - 9

I. 建... II. ①杭... ②全... III. 建筑工程 - 工程施工 - 施工技术 - 专业学校 - 教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 137968 号

策划编辑 梁建超 责任编辑 李 澈 封面设计 李卫青 责任绘图 朱 静
版式设计 范晓红 责任校对 杨雪莲 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 天津新华二印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 23.75
字 数 570 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1994 年 6 月第 1 版
2005 年 1 月第 2 版
印 次 2007 年 5 月第 6 次印刷
定 价 31.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 15653 - 00

第一版前言

随着职业技术教育改革的深化,特别是 1990 年国家教委 017 号文“关于制定职业高级中学(三年制)教学计划的意见”的颁布,中等职业学校建筑类专业迫切需要一套新的教学计划及其配套教材,以使培养的学生能更好地适应社会及经济发展的需要。为此 1992 年 3 月国家教委职教司召开了全国职业高中建筑施工专业教学研讨会议,建设部教育司的同志出席了会议并做了专业指导。参加会议的有江苏、山东、辽宁、四川、广东、广西、陕西、浙江等省教委选派的专业教师、教研员和建设部的有关专家。

会议充分肯定了由国家教委职教司与建设部教育司组织编写的上一轮职业高中建筑类专业教材,认为这轮教材对提高全国职业高中建筑类专业的教学质量、强化技能训练方面的教学改革起到了一定的作用,取得了明显的社会效益,受到了全国各地职业高中师生的好评。会议审定并通过了全国职业高中建筑施工专业的教学计划与专业课程的教学大纲,落实了国家教委规划教材——建筑施工专业教材的编写工作,成立了“中等职业学校建筑类专业教学研究组”。

本书是这套建筑施工专业系列教材之一,内容包括土石方工程、桩基工程、砖石工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、屋面与地下防水工程、装饰工程、冬期与雨期施工和高层建筑施工等。全书采用了国家最新规范、规程和标准,系统地介绍了建筑工程中施工技术的基础理论、基本知识和基本施工方法。考虑到职业高中建筑施工专业教学计划培养中级技术工人或中等技术人员的需要,本书按照中等技术人员的教学要求并结合职业高中学生层次编写。教师在授课时,可以根据培养目标需要,因班制宜,自行取舍内容。本书共 208 个课时,具体分配见课时分配表:

课时分配表

序号	内 容	课 时 分 配							
		小 计		讲 课		综合练习		习 题	现场教学
		员	工	员	工	员	工		
(一)	绪论	1	1	1	1				
(二)	土石方工程	20	18	14	12			4	2
(三)	桩基工程	10	8	8	6				2
(四)	砖石工程	14	12	10	8			2	2
(五)	钢筋混凝土工程	29	26	21	18			4	4
(六)	预应力混凝土工程	14	9	10	5			2	2
(七)	结构安装工程	23	19	19	15			2	2

续表

序号	内 容	课 时 分 配									
		小 计		讲 课		综合练习		习 题	现 场 教 学	机 动	
		员	工	员	工	员	工				
(八)	屋面与地下防水工程	12	12	8	8			2	2		
(九)	装饰工程	13	11	11	9				2		
(十)	冬期与雨期施工	12	10	8	6			4			
(十一)	高层建筑施工	8	6	6	4				2		
(十二)	课程综合练习	48	24			48	24				
	机 动	4	4							4	
	合 计	208	160	116	92	48	24	20	20	4	

本书由南京市建筑工程学校高级讲师杭有声主编(绪论、第一、二、三章)、郭佩泰(第四章)、黄祥富(第七、八、九章和第六章第一、二、三节)和朱翔(第五、十、十一章和第六章第四、五节)同志参加了编写工作。书稿由东南大学肖炽教授、葛筠圃副教授主审,葛筠圃参加了审稿会并提出修改意见。

参加本课程教学大纲审定会的有刘鑫威(江西建工技校)、刘志汉(陕西韩城新农职业中学)、钟明奎(广西柳州市建筑总公司)、李鸣(广西第一建筑公司技校)、许高炎(南京市建筑职业技术教育中心)等同志。

在本大纲和教材编写中,南京市建筑工程学校的领导和有关同志给予了大力支持。江苏省教委睦平等同志对教材编写给予了具体指导。对这些同志和有关部门的领导,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免有不足之处,衷心欢迎使用本书的教师、辅导人员和学员及广大读者批评指正。

编 者

一九九三年四月

第二版前言

本书第一版自1993年出版以来,至今已经在中等职业学校中使用十余年。根据中等职业学校培养建筑业第一线应用型人才的要求,结合第一版在实际使用中的情况及国家最新颁布的标准和规范,对部分内容进行了修订。

全书共分10章,具体修订如下:

第一章 土石方工程,对“土的分类与基本性质”进行了修改,增添了“井点降水例题”等内容。

第二章 桩基工程,增添了“泥浆护壁成孔灌注桩”等内容。

第三章 砌筑工程,增添了“碗扣式脚手架”、“砌块砌体质量检查”等内容。

第四章 钢筋混凝土工程,对“模板工程”内容进行了修改,增添了“钢筋工程质量检验标准及评定方法”、“水下浇筑混凝土”等内容。

第六章 结构安装工程,增添了“履带式起重机的稳定性验算”等内容。

第七章 屋面和地下防水工程,增添了“高聚物改性沥青防水卷材的特点及适用范围”、“合成高分子防水卷材的特点及适用范围”、“高聚物改性沥青防水卷材热熔法和冷粘法施工”、“涂膜防水”和“楼面防水施工”等内容。

第九章 冬期与雨期施工,对“抹灰与饰面工程的冬期施工”内容进行了修改,增添了“土方工程的冬期施工”、“混凝土的拆模和成熟度”、“混凝土的温度测量和质量检查”等内容。

第十章 高层建筑施工,增添了“高层建筑基础施工”、“高层建筑结构施工”等内容。

本次修订由南京职业教育中心朱锦屏、朱海涛、杨正民、杭有声执笔完成,杭有声任主编。

北京市城市建设学校徐悦高级工程师审阅了全稿,并提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚的感谢。

由于水平所限,书中难免存在不足之处,衷心欢迎使用本书的教师、辅导员和学员及广大读者批评指正。

编 者

二〇〇四年十月

目 录

绪 论	1	二、安全技术	46
第一章 土石方工程	3	小结	47
第一节 土的分类与基本性质	3	复习思考题	47
一、土的分类与现场鉴别方法	3	第二章 桩基工程	49
二、土的基本性质	5	第一节 钢筋混凝土预制桩施工	50
三、湿陷性黄土和膨胀土的特性	7	一、打桩前的准备工作	50
第二节 土方量的计算	8	二、桩的制作、起吊、运输和堆放	50
一、基坑、基槽土方量的计算	8	三、打桩机械设备	52
二、场地平整的土方量计算	8	四、打桩	57
三、土方调配	12	五、打(沉)桩的常见问题和处理方法	59
第三节 土方工程的施工准备与辅助工作	13	六、打桩的质量要求	59
一、施工准备工作	13	第二节 灌注桩施工	60
二、土方边坡及土壁支撑	14	一、成孔前的施工准备工作	60
三、土方工程排水与降低地下水位	15	二、钻孔灌注桩	61
第四节 土方开挖	25	三、冲孔灌注桩	62
一、常用的土方施工机械	25	四、套管成孔灌注桩	63
二、土方施工机械的选用	32	五、泥浆护壁成孔灌注桩	66
第五节 土方回填与压实	32	六、人工挖孔灌注桩	67
一、回填土料的选择	33	七、爆扩灌注桩	68
二、填土压实的方法	33	八、灌注桩的质量要求	69
三、填土压实的影响因素	35	第三节 桩基工程的安全技术	70
第六节 基坑(槽)检验和地基处理	36	小结	70
一、基坑(槽)和管沟的施工要求	36	复习思考题	70
二、钎探和验槽	36	第三章 砌筑工程	72
三、地基的局部处理	38	第一节 砌筑工程的准备工作	72
第七节 土石方爆破	40	一、砌体材料的准备	72
一、爆破的基本知识	40	二、砌筑材料的运输	73
二、常用爆破材料	41	三、砌筑脚手架的搭设	75
三、炸药量的计算	43	第二节 砖石基础施工	84
四、起爆方法	44	一、垫层施工	84
五、爆破方法	44	二、砖基础施工	85
六、爆破安全措施	45	三、毛石基础施工	86
第八节 土石方工程的质量标准与安全技术	46	第三节 砖砌体施工	86
一、质量标准	46	一、砖砌体的组砌形式	87
		二、砖砌体施工工艺	89

三、砖砌体的质量要求和保证措施	91
第四节 中小型砌块施工	95
一、砌块安装和组砌前的准备工作	95
二、砌块的施工工艺	98
三、砌块砌体质量检查	100
第五节 砌筑工程的安全技术	100
小结	101
复习思考题	101
第四章 钢筋混凝土工程	103
第一节 模板工程	103
一、模板的作用、要求和种类	103
二、木模板	104
三、模板定型化及支撑系统工具化	108
四、定型组合钢模板的配板设计	111
五、模板的拆除	114
第二节 钢筋工程	116
一、钢筋的品种与规格	117
二、钢筋冷加工	123
三、钢筋连接	125
四、钢筋配料	132
五、钢筋代换	136
六、钢筋的加工	139
七、钢筋的绑扎与安装	141
八、钢筋工程质量检验标准及评定方法	143
第三节 混凝土工程	145
一、混凝土浇灌前的准备工作	145
二、混凝土施工配料	146
三、混凝土搅拌	147
四、混凝土的运输	150
五、混凝土的浇筑	153
六、混凝土的养护	163
七、混凝土的质量检查	163
八、混凝土构件表面的缺陷处理	164
第四节 钢筋混凝土预制构件	166
一、预制构件的制作工艺	166
二、预制构件的成型	167
三、预制构件的养护	168
四、预制构件的拆模	168
第五节 钢筋混凝土工程的安全技术	170
小结	170

复习思考题	171
第五章 预应力混凝土工程	173
第一节 先张法	173
一、先张法的施工设备	174
二、先张法的施工工艺	177
第二节 后张法	181
一、锚具、预应力筋和张拉设备	182
二、后张法施工工艺	190
第三节 电热张拉法	194
第四节 无粘结预应力施工工艺	196
一、无粘结预应力筋的制作	196
二、无粘结筋的铺设和张拉	197
三、无粘结筋端部处理及锚固	197
第五节 预应力板柱工程	198
一、预应力板柱的结构特点	198
二、预应力板柱结构施工	199
小结	201
复习思考题	201
第六章 结构安装工程	203
第一节 起重机械	203
一、桅杆式起重机	203
二、自行式起重机	206
第二节 索具设备与锚碇装置	216
一、吊装索具	216
二、吊装工具	221
三、卷扬机	222
四、锚碇	223
第三节 单层工业厂房的结构安装	226
一、吊装的准备工作	226
二、构件的吊装工艺	228
三、结构安装方案	237
第四节 多层建筑的构件安装	250
一、起重机械的选择	250
二、起重机的平面布置及构件吊装方法	251
三、构件的吊装工艺	251
四、预制构件的平面布置	255
第五节 结构安装工程的安全技术	256
一、防止起重机倾翻的措施	256
二、防止高空坠落的措施	256
三、防止高空落物伤人的措施	256

四、防止触电、气瓶爆炸的措施	257	一、楼地面的组成与分类	299
小结	257	二、楼地面的施工	300
复习思考题	257	第四节 铝合金门窗	304
第七章 屋面与地下防水工程	259	一、铝合金门窗的类型	304
第一节 防水材料	259	二、铝合金门窗的安装方法	304
一、防水卷材	259	第五节 吊顶的安装	304
二、防水涂料	267	一、装配式轻钢龙骨吊顶	305
三、建筑密封材料	267	二、铝合金吊顶	306
四、防水剂	268	第六节 油漆、刷浆与裱糊工程	307
第二节 屋面防水工程	269	一、油漆工程	307
一、卷材防水屋面施工	269	二、刷浆工程	310
二、涂膜防水屋面施工	275	三、裱糊工程	313
第三节 砖瓦防水屋面	276	小结	315
一、青瓦屋面	276	复习思考题	316
二、平瓦屋面	277	第九章 冬期与雨期施工	317
第四节 地下防水工程	279	第一节 冬期与雨期施工的基本知识	317
一、地下卷材防水层施工	280	一、冬期施工的特点	317
二、防水混凝土	282	二、雨期施工的特点	317
三、防水工程补漏技术	284	第二节 土方工程的冬期施工	317
四、涂膜防水	285	一、冻土的定义、特性及分类	318
第五节 楼面防水施工	286	二、地基土的保温防冻	318
一、楼面防水构造要求	286	三、冻土的开挖	320
二、柔性防水施工	287	四、冬期回填土施工	323
三、刚性防水施工	287	第三节 砌筑工程的冬期施工	324
第六节 屋面与地下防水工程的质量要求	287	一、砂浆受冻后对砌体的影响	324
一、屋面防水工程施工的质量要求	287	二、冬期施工对材料的要求	324
二、地下防水工程施工的质量要求	288	三、冬期施工方法	324
第七节 屋面与地下防水工程的安全技术	288	四、砌体冬期施工的其他施工方法简介	326
一、屋面防水工程的施工安全技术	288	第四节 混凝土工程的冬期施工	326
二、地下防水工程的施工安全技术	289	一、混凝土冬期施工的原理	326
小结	289	二、混凝土冬期施工方法	327
复习思考题	290	三、混凝土的拆模和成熟度	334
第八章 装饰工程	291	四、混凝土的温度测量和质量检查	334
第一节 抹灰工程	291	第五节 抹灰与饰面工程的冬期施工	335
一、一般抹灰	291	一、一般抹灰冬期施工	335
二、装饰抹灰	296	二、装饰抹灰冬期施工	336
第二节 饰面工程	298	三、其他装饰工程的冬期施工	336
一、饰面工程的施工方法	298	第六节 雨期施工	337
二、饰面工程的质量要求	299	一、雨期施工的准备工作的	337
第三节 楼地面工程	299		

二、雨期施工的注意事项及有关规定	337	第四节 大模板建筑施工	352
第七节 冬期和雨期施工的质量检查与		一、大模板的构造和平面组合方案	352
安全技术	338	二、大模板的施工方法	354
一、质量检查	338	三、爬升模板的施工方法	356
二、施工安全技术	338	四、大模板施工质量标准与安全技术	356
小结	339	第五节 滑升模板的施工	357
复习思考题	339	一、滑升模板的构造	357
第十章 高层建筑施工	340	二、滑升模板的施工方法	359
第一节 高层建筑施工简介	340	三、滑升模板施工质量标准与安全技术	
一、高层建筑施工的特点	340		361
二、高层建筑的垂直运输设备	340	第六节 升板施工	361
第二节 高层建筑基础施工	344	一、升板工程	361
一、支护结构	345	二、升板施工	364
二、井点回灌水技术	348	三、其他施工方法	365
三、高层建筑基础混凝土施工	349	四、升板施工质量标准与安全技术	366
第三节 高层建筑结构施工	350	小结	366
一、高层建筑结构体系和施工方法	350	复习思考题	367
二、立柱式台模模板	351	主要参考文献	368

绪 论

建筑业在国民经济发展和现代化建设中,起着举足轻重的作用。一方面,建筑业消耗大量其他国民经济部门的产品;另一方面,它又以自身的产品为全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。从投资来看,国家用于建筑安装工程方面的资金约占国家基本建设投资总额的 60% 左右。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,随着现代化建设的发展,改革开放政策的深入贯彻,建筑业的支柱作用正日益得到发挥。

房屋建筑工程的产品是庞大而复杂的建筑物,它的建造过程,按工程的部位和施工的先后次序,可划分为一系列分部分项工程。例如,一幢民用房屋可划分为基础工程、主体结构工程、屋面防水工程和装修工程等四个分部工程,而每一个分部工程又由若干个不同的分项工程所组成。如果按照工种划分,房屋建筑工程又由土石方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、结构安装工程、屋面防水工程、装饰工程等工种组成。每一个工种工程的施工,都可采用不同的施工方案、不同的施工技术和机械设备、不同的劳动组织和施工组织方法。因此,建筑施工技术要根据施工对象的特点和规模、地质水文条件和气象条件、机械设备和材料供应等客观条件,研究如何采用先进的施工技术,保证工程质量,以使最合理、最经济地完成各个工种工程的施工工作。它研究的主要内容是建筑工程中主要工种工程的施工工艺原理和施工方法,同时还要研究保证工程质量和施工安全的技术措施。

我国古代建筑技术有着光辉的成就,如殷代用木结构建造的宫室,秦朝修筑的万里长城,唐代的山西五台山佛光寺大殿,辽代的山西应县 66 m 高的木塔及北京的故宫等建筑,都说明当时我国建筑技术已达到了相当高的水平。

解放后,随着社会主义建设事业的蓬勃发展,我国的建筑施工技术也得到了不断发展和提高。在施工技术方面,目前不仅掌握了大型工业、多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方面,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。在现浇钢筋混凝土工程中推广运用了台模、滑模、爬模、隧道模、组合钢模板、电渣压力焊、钢筋气压焊、钢筋冷压连接、泵送混凝土、喷射混凝土,以及混凝土制备和运输的机械化、自动化设备。在预制构件制作方面,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;预应力混凝土工程中,随着大跨度、大开间结构的发展,预应力技术从单个构件(如预应力屋架、吊车梁等)阶段发展到整体预应力结构(如预应力框架、预应力板柱结构等)的新阶段。在建筑材料应用方面,利用各种工业废料制成了粉煤灰矿渣混凝土大板、膨胀矿渣珍珠岩混凝土大板、煤渣混凝土大板、粉煤灰陶粒混凝土大板等各种大型墙板,使墙体改革有了新的突破。在大型结构吊装方面,随着大跨度结构与高耸结构的发展,通过工程实践创造了一系列具有我国特色的整体吊装技术,如钢网架结构的整体吊装法,整体提升法和整体顶升法,以及钢塔桅结构的整体旋转法和整体滑行法安装等。在结构安装工程方面,塔吊采用无线电遥控、有效地改善了高层塔吊的指挥,开创了电子技术在建筑工程上新的

应用。在建筑施工方面,激光技术应用在导向、对中和测量及液压滑升模板的操作台系统的自动调平装置上,既提高了施工精度,又保证了工程质量。另外,在装饰材料、工艺理论、计算机应用等方面,掌握和发展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国外的一些先进施工技术相比,尚有一定的差距,特别在机械化施工水平、新材料的施工工艺及微机控制系统的应用等方面,尚需加倍努力,为加速实现建筑施工技术现代化而做出贡献。

第一章 土石方工程

土石方工程是建筑工程施工中主要工程之一,它包括土(石)的开挖、运输和填筑等主要施工过程,排水、降水和土壁支撑等准备工作与辅助工作,地基处理及土石方爆破的施工等。土(石)方工程的特点是:面广量大,劳动强度大,施工工期长;土方工程施工条件复杂又多为露天作业,受地区的气候条件影响;土的种类繁多,成分复杂,工程地质及水文地质变化多,难以确定的因素较多。因此,在组织土石方工程施工前,必须做好施工组织设计,选择好施工方法和机械设备,实行科学管理,以保证工程质量,取得较好的经济效果。

第一节 土的分类与基本性质

一、土的分类与现场鉴别方法

土的种类很多,其分类方法也很多。根据土的颗粒级配或塑性指数可分为碎石类土(分为漂石土、块石土、卵石土、碎石土、圆砾土和角砾土)、砂土(分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂)和粘性土(分为粘土、亚粘土和轻亚粘土);根据土的沉积年代,粘性土又可分为:老粘性土,一般粘性土和新近沉积粘性土;根据土的工程特性还可分出特殊性土,如软土、人工填土、黄土、膨胀土、红粘土、盐渍土和冻土等。土又可按开挖的难易程度按表 1-1 分类:其中的松软土和普通土可直接用铁锹开挖,或者用铲运机、推土机、挖土机等机械施工;坚土、砂砾坚土和特殊坚硬的砂质土要用镐、撬棍等工具开挖。如用机械施工,一般需先松土,部分需用爆破方法施工;次坚石、坚石和特坚石,一般要用爆破方法施工。进行土方工程施工,一般应用简单方法在野外鉴别各类土(见表 1-2、表 1-3)。

表 1-1 土的工程分类及可松性系数

类别	土 的 名 称	开挖难易鉴定方法	可松性系数	
			K_s	K'_s
一类土	松软土: 1. 略有粘性的砂性土 2. 腐植土及疏松的种植土 3. 堆积土(新弃土) 4. 泥炭 5. 含有土质的砂、炉渣	能用方锹、锄头挖掘	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.03
二类土	普通土: 1. 潮湿的粘性土和黄土 2. 含有建筑材料碎屑或碎石、卵石的堆积土和种植土 3. 已经夯实的松软土	能用方锹、锄头挖掘	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05

续表

类别	土 的 名 称	开挖难易鉴定方法	可松性系数	
			K_s	K'_s
三类土	坚土： 1. 压路机械或羊足碾等机械压实的普通土 2. 中等密实的粘性土和黄土 3. 无名土、白膏泥 4. 含有碎石、卵石或建筑材料碎屑的潮湿的粘土和黄土	主要用二齿，少许用锹、锄挖掘	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07
四类土	砂砾坚土： 1. 坚硬密实的粘性土和黄土 2. 能用撬棍子撬成块状的砂土 3. 含有碎石、卵石（体积占 10% ~ 30%）的中等密实的粘土和黄土 4. 铁夹土	主要用镐，少许用锄头、撬棍挖掘	1.26 ~ 1.32	1.06 ~ 1.09
五类土	特殊坚硬的砂质土： 1. 成块状的土质风化岩 2. 含有碎石、卵石（体积在 30% 以上）的密实砂砾坚土 3. 不能撬成块状的砂土 4. 未风化而坚硬的冶金砂渣	用镐挖掘	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20
六类土 七类土 八类土	包括： 软石 坚石 特殊坚硬石	用炸药	1.30 ~ 1.45 1.30 ~ 1.45 1.45 ~ 1.50	1.10 ~ 1.20 1.10 ~ 1.20 1.20 ~ 1.30

注： K_s 为最初可松性系数，供计算装运车辆和挖土机械用； K'_s 为最后可松性系数，供计算填方所需挖土工程量用。

表 1-2 土的野外鉴别法

项 目		粘 土	亚 粘 土	轻亚粘土	砂 土
湿润时用刀切		切面光滑，有粘刀阻力	稍有光滑面，切面平整	无光滑面，切面粗糙	无光滑面，切面粗糙
湿土用手捻摸时的感觉		有油腻感，感觉不到有砂粒，水分较大时很粘手	稍有滑腻感，有粘滞感，感觉到有少量砂粒	有轻微粘滞感或无粘感，感觉到砂粒较多，粗糙	无粘滞感，感觉到全是砂粒，粗糙
土 的 状 态	干土	土块坚硬，用锤才能打碎	土块用力可压碎	土块用手捏或抛扔时易碎	松散
	湿土	易粘着物体，干燥后不易剥去	能粘着物体，干燥后较易剥去	不易粘着物体，干燥后一碰就掉	不能粘着物体

续表

项 目	粘 土	亚 粘 土	轻亚粘土	砂 土
湿 土 搓 条 情况	塑性大,能搓成直径小于 0.5 mm 的长条(其长度不短于手掌),手持一端不易断裂	有塑性,能搓成直径为 0.5 ~ 2 mm 的土条	塑性小,能搓成直径为 2 ~ 3 mm 的短条	无塑性,不能搓成土条

表 1-3 碎石类土密实度的野外鉴别

密实度	密 实	中 密	稍 密
骨架和充填物的含量与状态	骨架颗粒含量大于总重的 70%,呈交错紧贴,连续接触。孔隙填满,充填物密实	骨架颗粒含量等于总重的 60% ~ 70%,呈交错排列,大部分接触。孔隙内填满,中密	骨架颗粒含量小于总重的 60%,排列混乱,大部分不接触。孔隙内的充填物稍密
可挖性	铺挖困难,用撬棍子方能松动,坑壁稳定,从坑壁取出大颗粒处,能保持凹面形状	镐可挖,坑壁有掉块现象,从坑壁取出大颗粒处,砂土不易保持凹面形状	锹可以挖,坑壁易坍塌,从坑壁取出大颗粒处,砂土即塌落
可钻性	钻进困难,冲击钻探时钻杆、吊锤跳动剧烈,孔壁较稳定	钻行较困难,冲击钻探时钻杆等跳动不剧烈,有塌孔现象	钻进较易,冲击钻探时钻杆稍有跳动,孔壁易塌

二、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(见图 1-1)表示。在三相图中,把土的固体颗粒、水、空气各自划分开。

(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

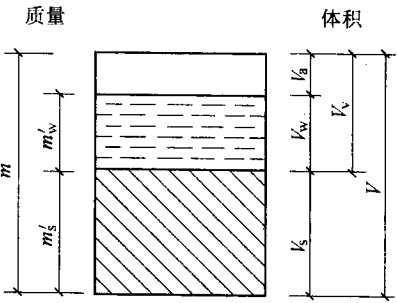


图 1-1 土的三相示意图

注: m —土的总质量, kg, $m = m'_s + m'_w$;
 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, m^3 , $V = V_a + V_w + V_s$;
 V_a —土中空气体积, m^3 ;
 V_s —土中固体颗粒的体积, m^3 ;
 V_w —土中水所占的体积, m^3 ;
 V_v —土中孔隙体积, m^3 , $V_v = V_a + V_w$

最初可松性系数:

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-1)$$

最后可松性系数:

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-2)$$

式中 K_s, K'_s ——土的最初、最后可松性系数;

V_1 ——土在天然状态下的体积, m^3 ;

V_2 ——土挖后的松散状态下的体积, m^3 ;

V_3 ——土经压(夯)实后的体积, m^3 。

可松性系数对土方的调配、计算土方运输量都有影响。各类土的可松性系数见表 1-1。

2. 土的天然含水量与固体

在天然状态下,土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率叫土的天然含水量,反映了土的干湿程度,用 w 表示。即

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 m_w ——土中水的质量, kg ;

m_s ——土中固体颗粒的质量, kg 。

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,叫土的天然密度(简称密度)。一般粘土的密度约为 $1\,800 \sim 2\,000 \text{ kg/m}^3$,砂土约为 $1\,600 \sim 2\,000 \text{ kg/m}^3$ 。土的密度 ρ 按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-4)$$

式中 m ——土的总质量, kg ;

V ——土的体积, m^3 。

干密度 ρ_d 是土的固体颗粒重量与总体积的比值,用下式表示:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-5)$$

4. 土的孔隙比和孔隙率

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。

孔隙比 e 是土的孔隙体积 V_v 与固体体积 V_s 的比值,用下式表示:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1-6)$$

孔隙率 n 是土的孔隙体积 V_v 与总体积 V 的比值,用百分率表示,即