



教育部 高职高专规划教材

建筑施工技术

● 陈年和 主编



化学工业出版社

教育部高职高专规划教材

建筑施工技术

陈年和 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

建筑施工是工业与民用建筑工程专业必修的专业技术课程,它能够培养学生具有独立分析和解决建筑工程施工中有关问题的能力,对达到工业与民用建筑工程专业的培养目标起到重要作用。

本书根据职业教育的要求和工业与民用建筑专业的培养目标,参照最新的建筑标准和施工规范编写而成,主要面向施工第一线的应用型人才培养,可作为高等专科学校、高等职业技术教育学校的土木工程专业的教科书,也可作为有关工程技术人员及自学人员的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/陈年和主编. —北京:化学工业出版社,
2006.10
教育部高职高专规划教材
ISBN 978-7-5025-9461-9

I. 建… II. 陈… III. 建筑工程-工程施工-高等学校:
技术学院-教材 IV. TU7

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第126774号

教育部高职高专规划教材

建筑施工技术

陈年和 主编

责任编辑:程树珍

文字编辑:吴开亮

责任校对:吴 静

封面设计:郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

购书咨询:(010)64518888

购书传真:(010)64519686

售后服务:(010)64518899

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

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 23½ 字数 610千字

2007年3月第1版 2007年3月北京第1次印刷

ISBN 978-7-5025-9461-9

定 价:39.80元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

教育部高职高专“土建类”专业规划教材编写委员会

主任委员

吴 泽（四川建筑职业技术学院）

副主任委员

（按姓氏笔画排列）

王作兴（徐州建筑职业技术学院）

卢 正（四川建筑职业技术学院）

委 员

（按姓氏笔画排列）

朱建中（武汉职业技术学院）

陈红秋（泰州职业技术学院）

张 建（四川电力职业技术学院）

张渝敏（成都航空职业技术学院）

赵 研（黑龙江建筑职业技术学院）

钟芳林（邯郸职业技术学院）

陶红林（徐州建筑职业技术学院）

黄林青（重庆石油高等专科学校）

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

建筑施工是工业与民用建筑工程专业必修的专业技术课程,它能够培养学生具有独立分析和解决建筑工程施工中有关问题的能力,对达到工业与民用建筑工程专业的培养目标起到重要作用。

由于建筑产品的生产特点,决定了它的施工过程比较复杂,处于不断变化和发展中。因此在教学中应结合国情和地域情况,综合运用本专业的基本理论和现代先进的科学技术理论,通过课堂讲授、参观实习、生产实习、现场教学、课程设计等教学环节,重点讲授“三基”理论和实用的内容。

本书根据职业教育的要求和工业与民用建筑专业的培养目标,参照最新的建筑标准和施工规范编写而成,可作为高等专科学校、高等职业技术教育学校的土木工程专业的教科书,也可作为有关工程技术人员及自学人员的学习参考用书。

本书由徐州建筑职业技术学院陈年和主编,编写人员如下:陈年和(绪论、第十一章);徐州建筑职业技术学院胡宏彪(第一、二章);武汉职业技术学院杨天春(第三、四章);四川电力职业技术学院陈章斌(第五章)、熊学忠(第六章)、王德润(第七章)、王泽华(第八、九章);重庆石油高等专科学校张友发(第十章)。

由于业务水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2007年1月

目 录

绪论	1
一、课程的研究对象、任务和学习方法	1
二、建筑施工技术发展概况	1
三、建筑施工规范、规程和工法知识	2
第一章 土方工程	4
第一节 概述	4
一、土方工程的施工特点	4
二、土的工程分类	4
三、土的工程性质	5
第二节 土方量计算	7
一、场地平整土方量计算	7
二、边坡土方量计算	11
第三节 土方边坡支护	12
一、边坡坡度与边坡稳定	12
二、土壁支护	13
第四节 土方机械化施工	13
一、主要土方机械的特点与施工方法	13
二、土方机械的选择	17
三、土方开挖施工	17
第五节 土的填筑与压实	19
一、填方土料选择与填筑方法	19
二、填土压实方法	20
三、填土压实的影响因素	20
四、填土压实的质量检查	22
第六节 施工排水	22
一、动水压力和流砂现象	22
二、集水井降水法	23
三、井点降水法	24
四、其他井点简介	28
五、基坑开挖与降水对邻近建筑物的影响和措施	30
复习思考题	31
第二章 基坑支护工程	32
第一节 概述	32
第二节 基坑支护体系的类型及特点	33
一、支护墙板的类型及其特点	33

二、支撑（拉锚）系统的形式及其特点	35
第三节 基坑支护体系施工	39
一、钢板桩的施工	39
二、土锚施工	40
复习思考题	44
第三章 地基处理与加固	45
第一节 概述	45
一、地基处理的目的	45
二、地基处理方法分类	45
三、地基处理方法的选择	46
第二节 强夯法	47
一、加固机理	47
二、强夯法施工参数的确定	47
三、强夯法施工	48
四、质量检验	50
第三节 振冲法	51
一、加固机理	51
二、适用范围	51
三、振冲法设计的一般规定	51
四、振冲法施工	53
五、施工质量的控制和检验	54
第四节 土工合成材料加固	56
一、概述	56
二、土工合成材料在工程上的作用和应用	56
三、土工合成材料施工	57
四、土工合成材料地基质量检验	58
第五节 排水固结法	58
一、概述	58
二、排水固结法施工	59
三、质量检验	62
第六节 高压喷射注浆法	63
一、概述	63
二、注浆材料	64
三、施工工艺	65
四、质量检验	67
五、工程实例	67
复习思考题	68
第四章 基础工程	69
第一节 概述	69
一、桩基组成与作用	69
二、桩基分类	69
第二节 预制桩	72

一、钢筋混凝土预制桩施工	72
二、钢管桩施工	80
第三节 混凝土灌注桩	80
一、概述	80
二、灌注桩施工准备与一般规定	81
三、干作业成孔灌注桩	83
四、泥浆护壁成孔灌注桩	84
五、沉管灌注桩	88
六、人工挖孔灌注桩	89
第四节 浅基础	91
一、无筋扩展基础施工	91
二、扩展基础及柱下条形基础施工	94
三、高层建筑筏板基础施工	96
第五节 其他深基础工程施工	98
一、地下连续墙施工	98
二、沉井施工	100
复习思考题	103
第五章 混凝土结构工程	105
第一节 模板工程	105
一、模板材料	105
二、基本构件的模板构造型式	107
三、模板设计	112
四、模板工程的施工	116
第二节 钢筋工程	122
一、钢筋的种类和质量控制	122
二、钢筋的加工	123
三、钢筋的连接	126
四、钢筋的绑扎和安装	133
第三节 混凝土工程	134
一、混凝土制备	135
二、搅拌站	136
三、混凝土的运输	137
四、混凝土的浇筑	140
五、混凝土的自然养护	149
六、混凝土的质量检查	149
第四节 混凝土的冬期施工	154
复习思考题	161
第六章 预应力混凝土工程	162
第一节 预应力混凝土概述	162
一、什么是预应力混凝土	162
二、预应力技术发展的简况	163
三、预应力混凝土的特点	165

四、预应力钢材品种与特性·····	166
五、预应力钢材的验收与检验·····	168
第二节 预应力施工工艺·····	168
一、先张法·····	168
二、后张法·····	174
三、无黏结预应力混凝土施工工艺·····	185
四、电热张拉法施工工艺·····	187
复习思考题·····	189
习题·····	189
第七章 砌体工程 ·····	190
第一节 脚手架工程·····	190
一、多立柱式脚手架·····	191
二、门式脚手架·····	199
三、吊式脚手架·····	201
四、悬挑式脚手架·····	202
五、爬升式脚手架·····	203
六、里脚手架·····	206
七、脚手架的安全措施·····	206
第二节 砌筑工程·····	207
一、砌体材料·····	207
二、砌筑工程的垂直运输·····	208
第三节 砖砌体施工·····	212
一、施工准备工作·····	212
二、砖砌体的组砌形式·····	212
三、砖砌体砌筑方法·····	214
四、砖墙的砌筑工艺·····	214
五、砌筑的质量要求·····	215
六、砖砌体的技术要求·····	216
七、砖砌体的质量要求·····	217
第四节 中、小型砌块施工·····	218
一、施工准备工作·····	218
二、中型砌块工程的施工·····	218
三、小型空心砌块砌体施工·····	221
四、钢筋混凝土构造柱施工·····	224
第五节 砌筑工程冬期施工·····	225
一、施工方法分类及选择·····	226
二、外加剂法施工·····	226
三、冻结法施工法·····	228
四、雨期施工·····	230
复习思考题·····	230
第八章 钢结构工程 ·····	231
第一节 钢结构的类型·····	231

一、钢柱·····	231
二、钢桁架·····	234
三、钢网架结构·····	236
第二节 钢结构的施工·····	238
一、钢结构的制作、拼装与连接·····	238
二、钢结构安装·····	247
三、钢结构门式刚架安装·····	255
四、钢结构高层建筑安装·····	256
第三节 钢结构的涂装防护·····	261
复习思考题·····	262
第九章 结构安装工程 ·····	263
第一节 建筑起重机械·····	263
一、自行式起重机械·····	263
二、塔式起重机·····	266
三、起重设备·····	269
第二节 单层工业厂房结构吊装施工·····	272
一、构件安装前的准备工作·····	272
二、构件安装工艺·····	273
三、结构安装方案·····	280
四、起重机的开行路线、停机位置和平面布置·····	283
复习思考题·····	287
习题·····	287
第十章 防水工程 ·····	288
第一节 建筑防水的分类与等级·····	288
一、建筑防水分类·····	288
二、建筑防水等级·····	289
第二节 防水材料·····	290
一、防水卷材·····	290
二、防水涂料·····	291
三、接缝密封材料·····	291
四、防水砂浆和防水混凝土·····	292
五、堵漏止水材料·····	292
第三节 地下室防水施工·····	293
一、混凝土结构自防水施工·····	293
二、水泥砂浆防水施工·····	296
三、地下室卷材防水施工·····	297
四、地下室涂膜防水施工·····	298
第四节 屋面防水工程施工·····	301
一、刚性防水屋面施工·····	301
二、屋面卷材防水施工·····	304
三、屋面涂膜防水施工·····	308
第五节 防水工程质量控制·····	312

一、材料质量控制·····	312
二、施工过程质量控制·····	312
三、防水功能质量检验·····	314
复习思考题·····	314
第十一章 装饰工程 ·····	315
第一节 抹灰工程·····	315
一、抹灰工程的分类和组成·····	315
二、基层处理·····	316
三、材料要求·····	316
四、一般抹灰的施工·····	317
五、装饰抹灰施工·····	320
第二节 饰面安装工程·····	322
一、大理石、花岗岩饰面板的安装·····	322
二、饰面砖施工·····	326
第三节 门窗工程·····	334
一、木门窗·····	334
二、门窗框的安装·····	334
三、门窗扇的安装·····	334
四、质量标准·····	335
五、铝合金门窗·····	336
六、塑料门窗·····	338
七、塑料门窗安装的允许偏差及检验方法·····	339
第四节 楼地面工程·····	340
一、楼地面的构造·····	340
二、地面工程施工工艺·····	340
第五节 涂料与裱糊工程·····	345
一、涂料的分类·····	345
二、常用主要产品涂料·····	345
三、涂料涂饰施工·····	348
四、裱糊工程·····	356
复习思考题·····	362

绪 论

一、课程的研究对象、任务和学习方法

建设施工是指通过有效的技术途径和组织管理方法,按照工程设计图纸和说明书的要求建成供使用的建筑物的过程。

建筑施工分施工技术与施工组织两大部分。

一个建筑物的建成,从下部基础施工开始,到上部主体结构施工,直至内外装饰完毕,是由许多工种工程(土方工程、基础工程、混凝土结构工程、结构安装工程、设备安装工程、装饰工程等)组成的。施工技术是以各工种工程施工的技术为研究对象,以施工方案为核心,结合具体施工对象的特点,选择该工程各工种工程最合理的施工方案,确定最有效的施工技术措施。

施工组织是以一个建筑物或建筑群为研究对象,结合具体施工对象,合理地使用人力、物力、时间和空间,着眼于各工种工程施工中关键工序的安排,编制出指导施工的施工组织设计,从而使工程施工能够有计划、有组织、有秩序地进行。

概括起来,建筑施工的研究对象就是研究最有效的建造房屋(或构筑物)的理论、方法和有关的施工规律,以科学的施工组织设计为先导,以先进的和可靠的施工技术为后盾,保证工程项目高质量地、安全地、经济地完成。

建筑施工课程是土建类专业的一门主要专业课程。本课程的任务就是使学生了解建筑施工领域国内外的新技术发展动态,掌握单个建筑物施工方案的选择和施工组织设计的编制,掌握主要工种工程的施工技术、施工方法,具有解决一般建筑工程施工技术和组织计划问题的能力。

本课程与建筑材料、材料力学、结构力学、混凝土结构、钢结构等课程均有密切的关联,在学完这些课程的基础上才能学习本课程。本课程又是一门实践性很强的课程,很多内容直接来自工程施工的经验总结。因此,学习本课程必须坚持理论联系实际的学习方法,除对于课程讲授的基本理论、基本知识加以理解和掌握之外,还需经常阅读有关建筑施工方法的书刊杂志,随时了解国内外最新的动态,并对相关的教学实践环节,如现场参观教学及生产实习等给予足够的重视。

二、建筑施工技术发展概况

原始人藏身于天然洞穴。进入新石器时代,人类已架木巢居,以避免野兽侵扰,进而以草泥作顶,开始建筑活动。后来发展到把房屋建造在地面上。到新石器时代后期,人类逐渐学会用夹板夯土筑墙,垒石为垣,烧制砖瓦。战国、秦时,中国的砌筑技术已有很大发展,能用特制的楔形砖和企口砖砌筑拱券和穹隆。中国的《考工记》记载了先秦时期的营造法则。秦以后,宫殿和陵墓的建筑已具相当规模,木塔的建造更显示了本构架施工技术已相当成熟。至唐代大规模城市的建造,表明房屋施工技术已达到了相当高的水平。北宋李诫编纂了《营造法则》,对砖、石、木作和装修、彩画的施工法则与工料估算方法均有较详细的规定。至元、明、清,已能用夯土墙内加竹筋建造三、四层楼房,砖券结构得到普及,木构架的整体性得到加强。清朝的《工部工程做法则例》统一了建筑物的模数和工料标准,制造了绘样和估算的准则。现有的北京故宫等建筑表明,当时中国的建筑技术已达到很高的水平。

19 世纪中叶以来,水泥和建筑钢材的出现,产生钢筋混凝土,使房屋施工进入新的阶段。中国自鸦片战争以后,在沿海城市也出现了一些用钢筋混凝土建造的多层和高层大楼,但多数由外国公司承建。此时,由私人创办的营造厂虽然也承建了一些工程,但规模小,技术装备较差,施工技术相对落后。

1949 年以后,中国的建筑业起了根本性的变化。为适应国民经济恢复时期建设的需要,扩大了建筑业建设队伍的规模,引入了前苏联建筑技术,在短短几年内,就完成了鞍山钢铁公司、长春汽车厂等一千多个规模宏大的工程建设项目。1958~1959 年在北京建设了人民大会堂、北京火车站、中国历史博物馆等结构复杂、规模巨大、功能要求严格、装饰标准高的十大建筑,更标志着中国的建筑施工开始进入了一个新的发展时期。

改革开放以后的中国,建筑业更是有了突飞猛进的发展,其中具有代表性的建筑物如:深圳地王大厦 81 层,高 325m;广州中天广场 80 层,高 322m;上海金茂大厦 88 层,高 420.5m。在其他建筑方面:苏通长江公路大桥长 1088m,名列斜拉桥之首;上海东方明珠电视塔塔高 468m,居世界第三;江阴长江大桥悬索桥为世界特大跨度桥梁之一,跨径 1385m,在世界同类桥梁中名列第六,其中锚墩沉井长 70m、宽 50m、深 58m,为世界之最;在水利工程方面有长江三峡、黄河小浪底工程的建设;交通运输方面新修了许多铁路、高速公路、地铁、港口泊位;还建成了大批的现代化工厂等。工程数量之多,技术复杂是空前的。正是由于工程建设的促进,中国的施工技术已有一些项目赶上或超过发达国家,在总体上也正在接近发达国家水平。

在建筑施工技术方面,基础工程施工中推广应用了大直径钻孔灌注桩、静压桩、旋喷桩、水泥土搅拌桩、地下连续墙等新技术;主体结构施工中应用了爬模、滑模、早拆模板、台模、粗钢筋焊接与机械连接技术、高强混凝土、泵送混凝土等新技术;结构吊装施工中发展和完善了整体提升吊装、平面滑行安装等技术;装饰工程施工中应用了外墙玻璃、铝合金幕墙、石材干挂、高级面砖的粘贴等新技术。

三、建筑施工规范、规程和工法知识

建筑规范、规程是中国建筑界常用的标准的表达形式。它以建筑科学、技术和实践经验的综合成果为基础,经有关方面协商一致,由国务院有关部委批准、颁发,作为全国建筑界共同遵守的准则和依据。它分为国家、专业(部)、地方和企业四级。

建筑施工方面的规范按工业和民用建筑工程中的各分部工程,分别有《土方与爆破工程施工验收规范》、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》、《砌体工程施工质量验收规范》、《混凝土结构工程施工质量验收规范》、《钢结构工程施工质量验收规范》等,这些为国家标准(代号 GB×××),由国家建设部颁发。有些专业技术规范也可由国家其他部委颁发,如《液压滑动模板施工技术规范》由冶金工业部颁发。

各分部工程的施工及验收规范中,对施工工艺要求、施工技术要求、施工准备工作内容、施工质量控制要求以及检验方法均作了具体、明确、原则性的规定。因此,凡新建、改造、修建等工程,在设计、施工和竣工验收时,均应遵守相应的施工及验收规范。

规程(规定)比规范低一个等级,一般为行业标准,由各部委或重要的科学研究单位编制,呈报规范的管理单位批准或备案后发布试行。它主要是为了及时推广一些新结构、新材料、新工艺而制定的标准。

规程试行一段时间后,在条件成熟时也可升级为国家规范。规程的内容不能与规范抵触,如有不同,应以规范为准。对于规范和规程中有关规定条目的解释,由其发布通知中法定单位负责。随着设计与施工水平的提高,规范和规程每隔一定时间要作修订。

工法是以工程为对象、工艺为核心,运用系统工程的原理,把先进技术与科学原理结合

起来，经过工程实践形成的综合配套技术的应用方法。它应具有新颖、适用和保证工程质量、提高施工效率、降低工程成本等特点。工法的内容一般应包括工法特点、适用范围、施工程序、操作要点、机具设备、质量标准、劳动组织及安全、技术经济指标和应用实例等。

工法制度自 1989 年起在全国施工企业中实行，它是具有指导施工与管理的一种规范，并作为企业技术水平和施工能力的主要标志。工法分为一级（国家级）、二级（地区、部门）、三级（企业级）三个等级，一般工法由建设部会同国务院有关部门组织专家进行评审、认定。

第一章

土方工程

内 容

提 要

本章内容包括：土方工程的分类，场地平整土方量的计算，土方工程的施工方法与施工机械；重点阐述施工排水、土方填筑、边坡稳定等内容

第一节 概述

一、土方工程的施工特点

① 量大面广，劳动繁重。一个大型建设项目的施工，其场地平整及基础、道路、管线等的土方施工面积可涉及几平方千米至几十平方千米，土方量可达数万乃至数百万立方米。

② 施工条件复杂。土方工程多为露天作业，施工易受气候条件的影响，且土的种类繁多，成分复杂，地质条件和水文条件变化多，这些都对施工影响较大。

所以，施工前应先深入调查，详尽地掌握以上种种对施工顺利进行有直接影响的各种资料，然后根据工程的具体特点、规模，选择适宜的施工时期，拟定合理的施工方案及其相应的技术措施，尽可能采用机械化施工，以降低劳动强度，并做好各项准备工作。在施工中，则应及时做好施工排水和降水、土壁支护等工作，以确保工程质量，防止流砂、塌方等意外事故的发生。

二、土的工程分类

土的种类繁多，分类方法也有多种。例如，根据土的颗粒级配或塑性指数可分为岩石、碎石土（漂石、块石、卵石、碎石、圆砾、角砾）、砂土（砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂）、粉土、黏性土（黏土、粉质黏土）和人工填土等。岩石按风化程度可分为微风化、中等

风化和强风化岩石。砂土按密实度可分为松散、稍密、中密、密实的土。黏性土按状态分为坚硬、硬塑、可塑、软塑、流塑、特殊的黏土有淤泥、红粉土等。人工填土可分为素填土、杂填土、冲填土。而在施工中则按开挖的难易程度（即土的坚实程度）进行分类，共分为八类，见表 1-1。施工中根据土的类别确定施工手段，这也是国家制定土方工程劳动定额的依据。

表 1-1 土的工程分类

土的分类	土 的 名 称	可松性系数		开挖工具及方法
		k_s	k'_s	
一类土 (松软土)	砂；粉土；冲积砂土层；疏松的种植土；泥炭（淤泥）	1.08~1.17	1.01~1.03	用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	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	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；重粉质黏土；砾石土；干黄土，含有碎石、卵石的黄土；粉质黏土，压实的填土	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
四类土 (砂砾坚土)	坚硬密实的黏性土或黄土；含碎石、卵石的中等密度的黏性土或黄土；粗卵石；天然级配砂石；软泥灰岩	1.26~1.32	1.06~1.09	先用镐、撬棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
五类土(软石)	硬质黏土；中密的页岩、泥灰岩、白垩土；胶结不紧的砾岩；软石灰石及贝壳石灰石	1.30~1.45	1.10~1.20	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法
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)	大理石；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、角闪岩	1.45~1.50	1.20~1.30	用爆破方法开挖

三、土的工程性质

1. 土的可松性

自然状态下的土，经过开挖后，其体积因松散而增加，以后虽经回填压实，仍不能恢复到原来的体积，这种性质称为土的可松性。

土的可松性用可松性系数来表示。自然状态土层开挖后的松散体积与原自然状态下的体积之比，称为最初可松性系数（ k_s ）；土经回填压实后的体积与原自然状态下的体积之比，称为最终可松性系数（ k'_s ）。即

$$k_s = \frac{V_2}{V_1}, k'_s = \frac{V_3}{V_1}$$

式中 k_s ——土的最初可松性系数（表 1-1）；
 k'_s ——土的最终可松性系数（表 1-1）；
 V_1 ——土在自然状态下的体积， m^3 ；
 V_2 ——土在开挖后的松散体积， m^3 ；
 V_3 ——土在回填后压实后的体积， m^3 。

由于土方工程是以自然状态下土的体积来计算的，所以土的可松性对场地平整、基坑开挖土方量的计算与调配、土方挖掘机械与运输机械数量的计算等有很大影响，施工中应予以注意。

2. 土的压缩性

松土经填压后会有压缩，土的压缩率见表 1-2。在松土回填时应考虑土的压缩率，一般可按填方断面增加 10%~20% 计算松土的方量。