



高等学校土建类专业应用型本科系列教材

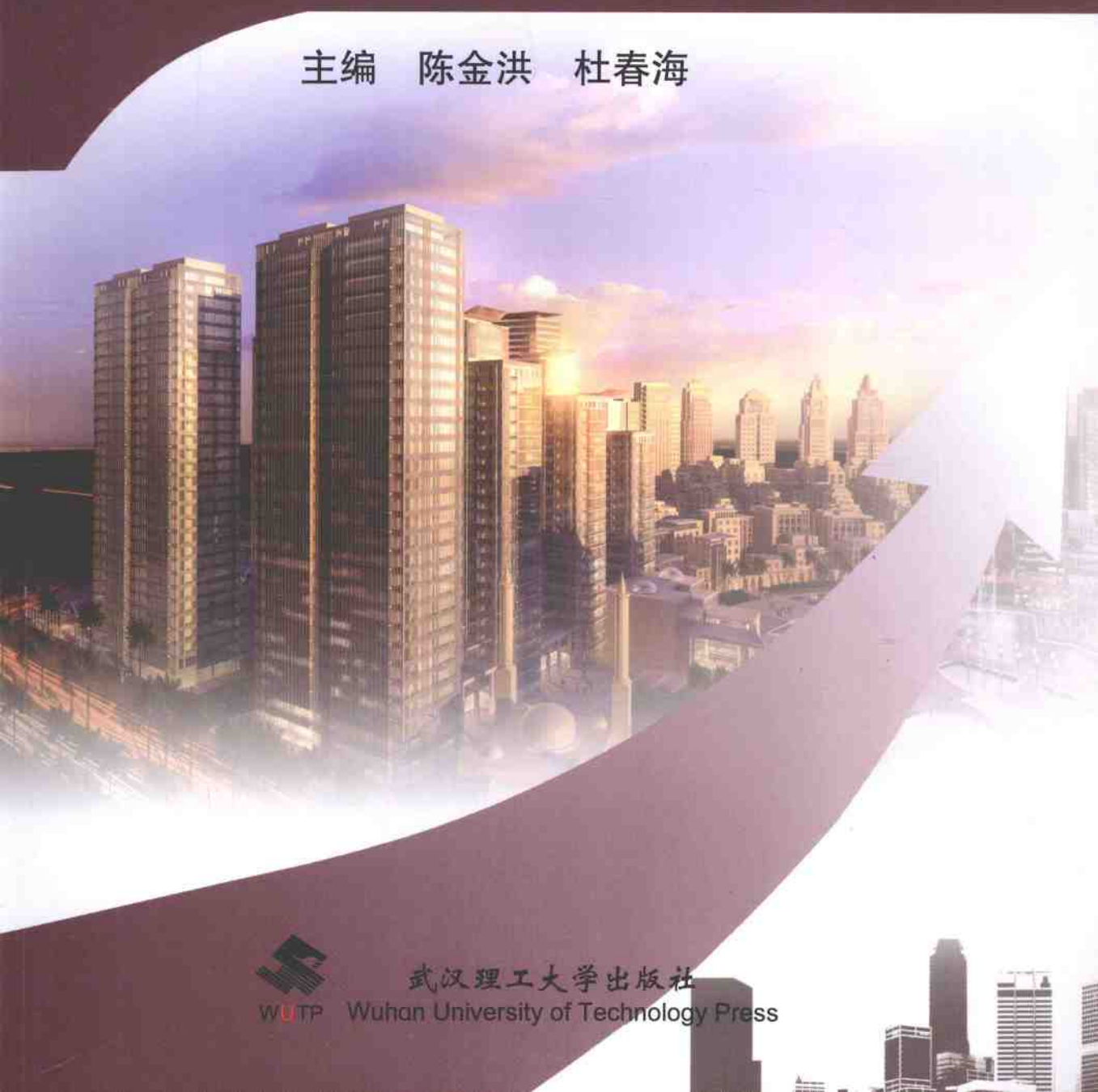
土木工程施工



TU MU GONG CHENG SHI GONG



主编 陈金洪 杜春海



武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press

高等学校土建类专业应用型本科系列教材

土木工程施工

主 编	陈金洪	杜春海
副主编	宋协清	许立强
主 审	尹贵炘	姚蒲昌

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 提 要

本书以高等学校土木工程学科专业指导委员会组织制定的《土木工程施工课程教学大纲》为依据,对土木工程各主要分部分项工程的施工方法、机械化施工原理以及单位工程施工组织设计、施工组织总设计进行了比较全面的介绍。在内容上既包括传统的施工方法,也吸收了最近几年土木工程施工的新技术、新工艺。

全书共 14 章,主要包括土方工程、地基与基础工程、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、路桥工程、装饰工程、防水工程、施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术、单位工程施工组织设计、施工组织总设计。

本书通俗易懂,适合自学,除可作为土木工程专业及工程管理专业本、专科教材外,也可作为施工技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/陈金洪,杜春海主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2009.9

ISBN 978-7-5629-3035-8

I. 土…

II. ① 陈… ② 杜…

III. 土木工程-工程施工-高等学校-教材

IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 170216 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮编:430070)

<http://www.techbook.com.cn> 理工图书网

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:荆州市鸿盛印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:24.5

字 数:615 千字

插 页:1

版 次:2009 年 9 月第 1 版

印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

定 价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:(027)87394412 87383695 87384729

版权所有,盗版必究。

出版说明

近年来,随着我国高等教育事业的快速发展,独立学院和民办高校已经成为高等教育的一个重要组成部分,其发展速度与办学规模呈现出前所未有的发展势头。与此同时,独立学院和民办高校的办学方向、专业设置、人才培养目标、人才培养途径和方式、教学管理制度等进一步明确与规范,以及市场需求赋予独立学院和民办高校一些新的发展思路与特点,独立学院和民办高校改革教学内容,探索新的教学方法,整合各校教师资源,编写优质、适用的教材就成了刻不容缓的任务。

武汉理工大学出版社一贯坚持为高校的教学、科研工作服务的办社宗旨,以组织、出版反映我国高等教育教学改革阶段性成果的精品教材、教学参考书为己任。通过广泛调查研究,在武汉地区独立学院和民办高校的积极倡导与支持下,得到了全国 30 余所独立学院和民办高校的热情参与,我们决定组织编写出版一套代表当前独立学院和民办高校教学水平,反映阶段性教学改革成果并适合独立学院和民办高校教学需要的土建类专业应用型本科系列教材。

本系列教材编写的指导思想是:

1. 依据独立学院和民办高校土建类本科各专业的培养目标和培养方案,系列教材应立足于面向市场培养高级应用型专门人才的要求。
2. 教材结构体系要合理。要善于学习和借鉴优秀教材,特别是国内外精品教材的写作思路、写作方法和章节安排,使教材结构合理,重点突出,通俗易懂,便于自学。
3. 教材内容要有创新,要注意相关课程的关联性。对于知识更新较快的学科,要将最新的学科知识和教学改革成果体现在教材中,既要兼顾学科的系统性,又要强调学科的先进性。
4. 知识体系要实用。以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,在适度的基础知识与理论体系覆盖下,着重讲解应用型人才所需的内容和关键点,突出知识的实用性和可操作性。
5. 重视实践环节,强化案例式教学和实际操作的训练。教材中要融入最新的实例及操作性较强的案例,通过实际训练加深对理论知识的理解。实用性和技巧性强的章节要设计相关的实践操作案例。同时,习题设计要多样化,具备启发性,题型要丰富。
6. 相关内容要力争配套。即理论课教材与实验课教材要配套;理论课教材与习题解疑要配套;理论课教材与多媒体课件要配套;教材与案例化素材要配套。
7. 坚持质量第一。

为了贯彻以上指导思想,我们组建了由具有丰富的独立学院和民办高校教学经验及较高学术水平的院(系)领导、教授、骨干教师组成的编委会,由编委会研究提出本系列教材的编写指导思想,并推荐作者。

新形势下的高等教育正在经历前所未有的变革和发展,我社将秉承为高校教学、科研服务的宗旨,以服务于学校师资队伍建设、教材建设为特色。我们愿与各位教师真诚合作,共同努力,为新世纪的高等教育事业作出更大的贡献。

武汉理工大学出版社

2008 年 12 月

高等学校土建类专业应用型本科系列教材

编审委员会

主 任:李新福 雷绍锋

副 主 任:(按姓氏笔画排列)

马成松 孙 艳 江义声 杜月中 陈俊杰
陈素红 孟高头 郑 毅 荀 勇 唐友尧
熊丹安

委 员:(按姓氏笔画排列)

马成松 邓 训 牛秀艳 王有凯 史兆琼
江义声 许汉明 刘 江 刘 伟 刘 斌
张朝新 杜月中 陈金洪 陈俊杰 陈敏杰
陈素红 杜春海 李武生 李新福 杨双全
杨伟忠 杨学忠 孟高头 郑 毅 荀 勇
赵元勤 赵永东 柳立生 胡伍生 施鲁莎
唐友尧 郭建华 葛文生 熊丹安

秘 书:王利永 高 英

总责任编辑:于应魁

前 言

土木工程施工是土木工程与工程管理专业的一门必修的专业课程,它的任务是研究土木工程施工的局部性和全局性规律。局部性规律(施工技术部分),系指每一个分部分项工程的工艺原理、施工方法、操作技术、机械选用及工法优选;全局性规律(施工组织部分),系指涉及项目施工中的各个方面和各个阶段的联系配合问题,也就是在人力、材料、机械设备、资金等要素的约束条件下,在有限的时间和空间内,对各要素进行有方向、有时序、有先后的时空上的统筹安排,如全场性的施工部署、施工方案的优选、开工程序、进度安排、资源的配置、生产和生活基地的规划、科学的组织及实现现代化管理的方法和手段。只有正确掌握局部性规律和全局性规律,才能科学、有效地组织施工,从而保证人尽其才、物尽其用,以最少的消耗取得最大的投资效益。

本书的编写定位在满足普通高等学校土木工程专业与工程管理专业应用型本科教学的要求上,力求综合运用有关学科的基本理论和知识,以解决工程施工的实践问题。本书理论联系实际,以应用为主,力求符合新规范、新标准和有关技术法规,着眼于解决土木工程施工的关键和施工组织的主要矛盾,着重方案性问题的探讨和技术经济比较,重点剖析影响工程质量的因素及对策,综合论述施工工艺管理和工序操作要点,阐明先进技术和科学管理对发展生产、保证质量、加速工程建设、提高综合经济效益的重要意义,努力做到深入浅出、通俗易懂。

本书由华中科技大学武昌分校陈金洪和吉林建筑工程学院建筑装饰学院杜春海担任主编,华中科技大学宋协清和武汉工业学院工商学院许立强担任副主编,中国地质大学江城学院尹贵忻与湖北工业大学商贸学院姚蒲昌担任主审。具体编写分工如下:第1、2章由吉林建筑工程学院建筑装饰学院杜春海编写,第3章由吉林建筑工程学院建筑装饰学院倪楠编写,第4、7、8章由华中科技大学武昌分校陈金洪编写,第5章由武汉工业学院工商学院许立强编写,第6章1~3节由武汉科技大学中南分校罗中编写,第9章由华中科技大学武昌分校张苡铭编写,第10、13、14章及第6章第4节由华中科技大学宋协清编写,第11章由武汉理工大学华夏学院杨易编写,第12章由湖北城市建设职业技术学院李娜编写。此外,湖北工业大学储劲松为有关章节的案例提供了一些宝贵资料。全书由陈金洪进行统稿。

本书在编写过程中参考了大量的相关文献,在此谨向这些文献的作者表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,加之时间仓促,不足、疏漏之处在所难免,衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2009年8月于武汉

目 录

1 土方工程	(1)
1.1 土方工程概述	(1)
1.1.1 土的工程分类	(1)
1.1.2 土的工程性质	(2)
1.2 场地平整	(3)
1.2.1 场地竖向规划设计	(3)
1.2.2 场地平整土方量的计算	(6)
1.2.3 土方调配	(11)
1.3 基坑开挖	(12)
1.3.1 土方边坡及其稳定	(12)
1.3.2 土壁支护	(14)
1.3.3 基坑降水	(17)
1.4 土方机械化施工	(24)
1.4.1 土方机械的选择	(24)
1.4.2 推土机施工	(26)
1.4.3 铲运机施工	(27)
1.4.4 单斗挖土机施工	(29)
1.4.5 土方工程综合机械化施工	(33)
1.5 土方的填实与压实	(34)
1.5.1 土料的选用与处理	(34)
1.5.2 填土及压(夯)实方法	(36)
1.5.3 影响填土压实的主要因素	(38)
1.5.4 填土压实的质量检查	(39)
思考题与习题	(39)
2 地基与基础工程	(42)
2.1 地基处理	(42)
2.1.1 换填法	(42)
2.1.2 重锤夯实法	(46)
2.1.3 强夯法	(47)
2.1.4 振冲法	(49)
2.2 桩基础施工	(52)
2.2.1 桩基础的分类	(52)
2.2.2 预制桩施工	(54)
2.2.3 灌注桩施工	(62)
思考题与习题	(72)

3 砌筑工程	(75)
3.1 砌筑材料和材料运输	(75)
3.1.1 砌筑材料	(75)
3.1.2 材料运输	(77)
3.2 砌筑施工工艺及冬期施工要求	(80)
3.2.1 砖砌体施工	(80)
3.2.2 混凝土小型空心砌块砌体施工	(86)
3.3 砌筑脚手架	(89)
3.3.1 脚手架的作用和要求以及脚手架的分类	(89)
3.3.2 多立杆式外脚手架	(90)
3.3.3 里脚手架	(92)
3.3.4 悬吊脚手架、挑脚手架	(93)
思考题与习题	(97)
4 混凝土结构工程	(99)
4.1 钢筋工程	(100)
4.1.1 钢筋连接	(101)
4.1.2 钢筋的配料	(107)
4.1.3 钢筋的代换	(111)
4.1.4 平法钢筋计量	(112)
4.2 模板工程	(119)
4.2.1 木模板	(119)
4.2.2 组合钢模板	(121)
4.2.3 模板设计	(123)
4.2.4 模板拆除	(126)
4.3 混凝土工程	(126)
4.3.1 混凝土的制备	(127)
4.3.2 混凝土的运输	(133)
4.3.3 混凝土的浇筑和捣实	(136)
4.3.4 混凝土养护	(143)
思考题与习题	(144)
5 预应力混凝土工程	(146)
5.1 预应力钢筋、锚(夹)具和张拉机械	(146)
5.1.1 预应力钢筋	(146)
5.1.2 预应力钢筋用锚具、夹具及连接器	(147)
5.1.3 张拉机械	(147)
5.1.4 预应力钢筋、锚具、张拉机具的配套使用	(147)
5.2 先张法施工	(148)
5.2.1 先张法施工工艺流程	(148)
5.2.2 先张法施工设备	(148)

5.2.3 先张法施工工艺	(150)
5.3 后张法施工	(152)
5.3.1 后张法施工工艺流程	(152)
5.3.2 后张法施工工艺	(152)
思考题与习题	(158)
6 结构安装工程	(159)
6.1 概述	(159)
6.2 起重机械和索具设备	(159)
6.2.1 起重机械	(159)
6.2.2 索具设备	(164)
6.3 单层装配式工业厂房安装	(165)
6.3.1 吊装前的准备工作	(165)
6.3.2 结构安装方法和工艺	(166)
6.4 单层装配式工业厂房安装实例	(171)
6.4.1 起重机选择及工作参数计算	(172)
6.4.2 现场预制构件的平面布置与起重机开行路线	(174)
思考题与习题	(177)
7 路桥工程	(178)
7.1 道路工程施工	(178)
7.1.1 路面基层(底基层)施工	(178)
7.1.2 沥青路面施工	(184)
7.1.3 水泥混凝土路面施工	(192)
7.2 桥梁工程施工	(199)
7.2.1 预制梁的运输和安装	(199)
7.2.2 悬臂体系和连续体系梁桥的施工特点	(202)
7.2.3 拱桥施工	(212)
思考题与习题	(219)
8 装饰工程	(220)
8.1 抹灰工程	(220)
8.1.1 抹灰工程的分类和抹灰层的组成	(220)
8.1.2 抹灰基体的表面处理	(221)
8.1.3 一般抹灰工程施工工艺	(222)
8.1.4 装饰抹灰工程施工工艺	(223)
8.2 饰面工程	(225)
8.2.1 饰面材料的选用及质量要求	(225)
8.2.2 饰面板(砖)施工	(226)
8.2.3 饰面砖镶贴工艺	(229)
8.3 幕墙工程	(230)
8.3.1 玻璃幕墙	(231)

8.3.2	铝合金板玻璃幕墙	(234)
8.3.3	石材幕墙	(235)
8.4	涂饰工程	(235)
8.4.1	油漆涂饰	(235)
8.4.2	涂料涂饰	(237)
	思考题与习题	(239)
9	防水工程	(240)
9.1	屋面防水工程	(240)
9.1.1	卷材防水屋面	(241)
9.1.2	涂膜防水屋面	(246)
9.1.3	刚性防水屋面	(251)
9.2	地下防水工程	(252)
9.2.1	防水混凝土方案	(253)
9.2.2	设置防水层方案	(255)
9.2.3	渗排水方案	(257)
9.3	厕浴间、厨房防水工程	(258)
	思考题与习题	(260)
10	施工组织概论	(261)
10.1	土木工程产品及其生产的特点	(261)
10.1.1	土木工程产品的特点	(261)
10.1.2	土木工程产品生产的特点	(262)
10.2	施工组织设计	(264)
10.2.1	施工组织设计的概念及作用	(264)
10.2.2	施工组织设计分类	(264)
10.3	组织施工的原则及准备	(265)
10.3.1	组织施工的原则	(265)
10.3.2	施工准备工作	(267)
	思考题与习题	(267)
11	流水施工原理	(268)
11.1	流水施工的基本概念	(268)
11.1.1	施工任务的组织方式	(268)
11.1.2	三种施工组织方式的比较	(270)
11.1.3	流水施工的表达方式	(270)
11.2	流水施工的基本参数	(271)
11.2.1	工艺参数	(272)
11.2.2	空间参数	(273)
11.2.3	时间参数	(274)
11.3	流水施工的分类	(277)
11.3.1	按流水节拍的特征分类	(277)

11.3.2	按组织流水的范围分类	(277)
11.3.3	按流水的空间特点分类	(277)
11.4	流水施工的组织方法	(278)
11.4.1	等节奏流水施工	(278)
11.4.2	异节奏流水施工	(280)
11.4.3	无节奏流水施工	(283)
	思考题与习题	(286)
12	网络计划技术	(287)
12.1	网络计划的基本概念	(287)
12.1.1	横道图和网络图的比较	(287)
12.1.2	网络计划的类型	(288)
12.1.3	双代号网络图的组成	(288)
12.2	双代号网络图的绘制	(289)
12.2.1	工序之间的逻辑关系	(289)
12.2.2	双代号网络图各种逻辑关系的正确表示方法	(289)
12.2.3	绘制双代号网络图的基本规则	(290)
12.2.4	虚工序的用法	(291)
12.2.5	双代号网络图的绘制步骤	(292)
12.2.6	双代号网络图绘制实例	(292)
12.3	双代号网络计划时间参数的计算	(294)
12.3.1	时间参数表示代号	(294)
12.3.2	节点最早时间的计算	(294)
12.3.3	网络计划工期的计算	(295)
12.3.4	节点最迟时间的计算	(295)
12.3.5	工作时间参数的计算	(295)
12.3.6	工作总时差的计算	(295)
12.3.7	工作自由时差的计算	(295)
12.3.8	关键工作和关键线路的确定	(296)
12.4	双代号时标网络计划	(297)
12.4.1	一般规定	(297)
12.4.2	时标网络计划的编制	(297)
12.4.3	关键线路和时间参数的确定	(298)
12.5	网络计划在实际工程中的应用	(299)
12.5.1	工程概况	(299)
12.5.2	工程的施工特点	(299)
12.5.3	施工阶段各项目标	(300)
12.5.4	施工进度网络计划	(300)
12.5.5	主要工期节点	(300)
12.6	网络计划的优化	(300)

12.6.1	工期优化	(300)
12.6.2	工期-费用优化	(301)
12.6.3	资源优化	(305)
	思考题与习题	(305)
13	单位工程施工组织设计	(308)
13.1	概述	(308)
13.1.1	单位工程施工组织设计的作用和编制依据	(308)
13.1.2	单位工程施工组织设计的编制原则和程序	(310)
13.1.3	单位工程施工组织设计的内容	(310)
13.2	工程概况及施工条件	(312)
13.2.1	工程概况	(312)
13.2.2	施工条件及分析	(312)
13.3	施工方案的设计	(313)
13.3.1	施工流向的确定	(313)
13.3.2	施工顺序的选择	(314)
13.3.3	施工方法的确定	(319)
13.3.4	施工机械的选择	(320)
13.3.5	施工方案的评价	(321)
13.4	单位工程施工进度计划安排	(322)
13.4.1	概述	(322)
13.4.2	施工进度计划的编制程序与步骤	(323)
13.5	资源需求计划的编制	(326)
13.5.1	劳动力需求量计划	(326)
13.5.2	主要材料需求量计划	(326)
13.5.3	构件和半成品需求量计划	(326)
13.5.4	施工机械需求量计划	(327)
13.6	施工现场平面图布置	(327)
13.6.1	施工现场平面布置图的内容	(327)
13.6.2	施工现场平面图布置的原则	(328)
13.6.3	施工现场平面图的设计步骤	(329)
13.7	技术经济分析	(331)
13.7.1	单位工程施工组织设计技术经济分析的指标体系	(331)
13.7.2	单位工程施工组织设计技术经济分析方法	(333)
13.7.3	单位工程施工组织设计技术经济分析注意的问题	(334)
13.8	某综合楼工程施工组织设计	(334)
13.8.1	工程概况	(334)
13.8.2	施工部署	(336)
13.8.3	施工总平面布置	(339)
13.8.4	地下工程	(341)

13.8.5	结构工程	(344)
13.8.6	屋面工程	(352)
13.8.7	门窗工程	(353)
13.8.8	装饰工程	(353)
13.8.9	季节性施工措施	(353)
13.8.10	项目质量保证体系的构成及分工	(354)
13.8.11	技术资料的管理	(355)
13.8.12	降低成本措施	(356)
13.8.13	安全、消防保证措施	(356)
13.8.14	文明施工管理制度	(357)
	思考题与习题	(358)
14	施工组织总设计	(359)
14.1	施工组织总设计的编制原则、依据和内容	(359)
14.1.1	施工组织总设计的编制原则	(359)
14.1.2	施工组织总设计的编制依据	(359)
14.1.3	施工组织总设计的内容及编制程序	(360)
14.2	施工组织总部署	(361)
14.2.1	工程概况和特点分析	(361)
14.2.2	施工部署和主要工程项目施工方案	(362)
14.3	施工总进度计划	(362)
14.3.1	列出工程项目一览表并计算工程量	(363)
14.3.2	确定各单位工程的施工期限	(363)
14.3.3	确定单位工程的开工、竣工时间和相互搭接关系	(363)
14.3.4	编制施工总进度计划	(363)
14.4	资源总需求计划	(364)
14.4.1	施工准备工作计划	(364)
14.4.2	施工资源需要量计划	(364)
14.5	施工总平面图	(366)
14.5.1	施工总平面图设计的内容	(366)
14.5.2	施工总平面图设计的原则	(367)
14.5.3	施工总平面图设计的依据	(367)
14.5.4	施工总平面图的设计步骤	(367)
14.5.5	施工总平面图的科学管理	(374)
14.6	施工组织总设计的技术经济评价	(375)
14.6.1	施工组织总设计技术经济评价的指标体系	(375)
14.6.2	施工组织总设计技术经济评价方法	(376)
	思考题与习题	(376)
	参考文献	(377)

1 土方工程

【教学提示】 本章主要介绍建筑场地和基坑(槽)施工的基本理论知识和施工技术,包括土的基本性质,土方的开挖、运输和压实。另外,与基坑(槽)施工密切相关的施工排水、基坑边坡稳定措施也是土方工程中重要的施工项目。

【教学要求】 通过本章学习,了解施工中土的相关性质、影响土方边坡稳定的因素以及基坑排水方法 and 要求。掌握土方工程量计算方法,了解土方调配的原则。

常见的土方工程:场地平整,基坑、沟槽开挖,人防工程和地下建筑物的土方开挖,路基工程等。

土方工程的主要施工过程:开挖、爆破、运输、填筑、平整和压实等。

1.1 土方工程概述

在土木工程施工过程中,首先遇到的就是场地平整和基坑开挖,因此,将土的开挖、填筑、运输等统称为土方工程。它包括开挖过程中的基坑降水、排水、坑壁支护等辅助工程。

根据施工对象、目标和要求不同,土方工程可以分为场地平整、基坑(槽)开挖、地坪填土、路基填筑、回填夯实等。场地平整主要通过对整个建筑场地的竖向规划,为后续工程提供有利的施工平面,主要包括场地设计标高确定、土方量计算、土方调配以及挖、运、填的机械化施工等;基坑(槽)开挖主要是根据设计要求开挖出适合基础或地下工程修建的空间形式;路基填筑或夯实对设计标高和填土密实度两方面都有较严格的控制。

土方工程具有工程量大、劳动繁重、大多为露天作业、施工条件复杂、施工易受地区和气候条件影响等特点。而土方工程施工要求标高、断面准确,土体要有足够的强度和稳定性,土方量少,工期短,费用省。因此,了解土的种类和工程性质,对拟订合理的施工方案,以防止流砂及塌方等意外事故的发生,保证土方工程顺利施工具有重要的意义。同时,为了减轻劳动强度、提高劳动生产效率、加快施工进度、降低工程成本,在组织施工时,应尽可能采用新技术和机械化施工。

1.1.1 土的工程分类

土的种类繁多,其工程性质直接影响开挖方案、施工方法、劳动量消耗、施工工期和工程费用。因此,正确识别土的种类,并掌握有关的物理力学性质,对于土方工程施工十分重要。

土的分类方法很多,不同的分类目的和依据会得出不同的类别名称。

在土方工程中,为了施工需要,根据土开挖的难易程度将土分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石(依次从一类到八类)共八类土,详见表 1.1。

表 1.1 土的工程分类

土的分类	土的级别	土的名称	坚实系数 f	密度(t/m^3)	开挖工具及方法
一类土 (松软土)	I	砂土;粉土;冲击砂土层;疏松的种植土;淤泥(泥炭)	0.5~0.6	0.6~1.5	用锹、锄头挖掘,少许用脚蹬
二类土 (普通土)	II	粉质黏土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;粉土混卵(碎)石;种植土;填土	0.6~0.8	1.1~1.6	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	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	0.8~1.0	1.75~1.9	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚硬密实的黏性土或黄土;含碎石卵石的中等密实的黏性土或黄土;粗卵石;天然级配砂石;软泥灰岩	1.0~1.5	1.9	先用镐、撬棍,后用锹挖掘,部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	V~VI	硬质黏土;中密的页岩、泥灰岩、白垩土;胶结不紧的砾岩;软石灰及贝壳石灰石	1.5~4.0	1.1~2.7	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	VII~IX	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、片麻岩及正长岩	4.0~10.0	2.2~2.9	用爆破方法开挖,部分用风镐
七类土 (坚石)	X~XIII	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	10.0~18.0	2.5~3.1	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	XIV~XVI	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	18.0~25.0 及以上	2.7~3.3	用爆破方法开挖

注:① 土的级别相当于一般 16 级土石分类级别;

② 坚实系数 f 相当于普氏岩石强度系数。

1.1.2 土的工程性质

与土方工程密切联系的土的主要工程性质有土的可松性、压缩性、渗透性等。

1.1.2.1 土的可松性

土的可松性是指自然状态下的土,经过开挖以后,结构联结遭受破坏,其体积因松散而增大,以后虽经回填压实,仍不能恢复到原来的体积的性质。土方工程是以自然状态下的土体积计算的,因此应考虑土的可松性,否则回填会有余土或产生场地标高与设计标高不符的后果。土的可松性程度一般以可松性系数表示,即:

$$\text{最初可松性系数 } K_s = \frac{\text{土经开挖后的松散体积 } V_2}{\text{土在天然状态下的体积 } V_1} \quad (1.1)$$

$$\text{最终可松性系数 } K'_s = \frac{\text{土经回填压实后的体积 } V_3}{\text{土在天然状态下的体积 } V_1} \quad (1.2)$$

土的可松性系数是挖填土方时,计算土方机械生产率、回填土方量、运输机具数量、进行场地平面竖向规划设计、土方平衡调配的重要参数。

1.1.2.2 土的含水量

土的含水量(W)是指土中所含水的质量与固体颗粒质量之比,以百分率表示,即:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1.3)$$

式中 m_1 ——含水状态时土的质量(kg);
 m_2 ——烘干后土的质量(kg);
 m_w ——土中水的质量(kg);
 m_s ——土中固体颗粒的质量(kg)。

土的含水量随气候条件、雨雪和地下水的影响而变化,它对土方边坡的稳定性、填方密实度、土方施工方法的选择等都有重要的影响。

1.1.2.3 土的渗透性

土的渗透性是指土被水透过的性质。土体孔隙中的自由水在重力作用下会发生流动,当基坑(槽)开挖至地下水位以下,地下水会不断流入基坑(槽),当由水力梯度产生的动水压力超过土粒之间的联结力时,则会产生管涌或流沙。同样,地下水在渗流流动中会受到土颗粒的阻力,其大小与土的渗透性及地下水渗流的路程长短有关。根据达西定律,水在土中的渗流速度(v)与水力梯度(i)之间呈线性比例关系,即:

$$v = ki \quad (1.4)$$

式中 k ——土的渗透系数。

土的渗透系数同土的颗粒大小、级配、密度等有关。土的渗透系数是选择人工降水方法的依据,也是分层填土时确定相邻两层结合面形式的依据。土的渗透系数如表 1.2 所示。

表 1.2 土的渗透系数参考表

土的名称	渗透系数 k (m/d)	土的名称	渗透系数 k (m/d)
黏土	<0.005	中砂	5.00~20.00
亚黏土	0.005~0.10	均质中砂	35~50
轻亚黏土	0.10~0.50	粗砂	20~50
黄土	0.25~0.50	圆砾石	50~100
粉砂	0.50~1.00	卵石	100~500
细砂	1.00~5.00		

1.2 场地平整

场地平整就是将原始地面改造成满足人们生产、生活所要求的平面,如满足后续建筑场地与已有建筑场地的标高对应关系,满足整个场地的排水系统要求等,并力求使场地内土方挖填平衡且土方量最小。因此,必须针对具体情况进行科学合理设计。

1.2.1 场地竖向规划设计

场地竖向规划的主要内容是确定满足建筑规划和生产工艺方面要求的场地最佳设计标高和排水坡度。

1.2.1.1 场地设计标高确定的一般方法

小型场地平整时,若对场地标高无特殊要求,一般可根据平整前后土方量相等的原则,按

下述方法确定场地设计标高。

将场地划分为边长为 a 的方格网,用实测法或利用原地形图的等高线进行内插得到各网格角点标高,如图 1.1 所示。场地设计标高按下式计算:

$$H_0 \cdot N \cdot a^2 = \sum \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (1.5)$$

$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1.6)$$

式中 H_0 ——所计算场地的设计标高(m);

a ——方格边长(m);

N ——方格数;

H_{11} 、 H_{12} 、 H_{21} 、 H_{22} ——任一方格的四个角点的标高(m)。

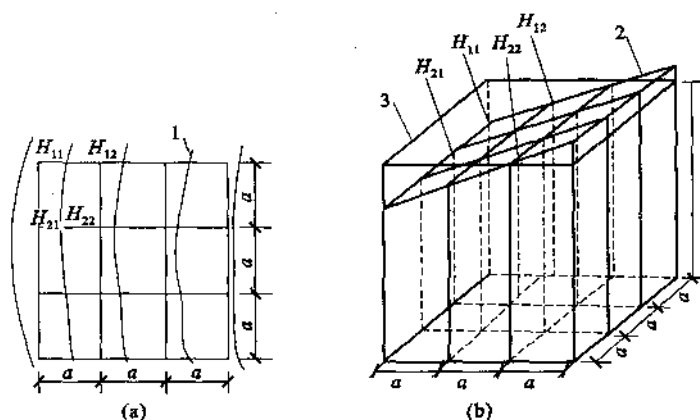


图 1.1 场地设计标高计算示意图

(a) 场地方格网; (b) 设计标高示意图

1—等高线; 2—自然地面; 3—设计平面

由于相邻方格具有公共的角点标高,在一个方格网中,某些角点是四个相邻方格的公共角点,则某标高需要加四次;某些角点是三个相邻方格的公共角点,则某标高需要加三次;而某些角点标高仅需加两次;方格网四角的角点标高仅需加一次。因此上式可以改写成下列形式:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4N} \quad (1.7)$$

式中 H_1 ——一个方格仅有的角点标高(m);

H_2 ——二个方格共有的角点标高(m);

H_3 ——三个方格共有的角点标高(m);

H_4 ——四个方格共有的角点标高(m)。

按式(1.7)所计算的设计标高 H_0 是一理论值,实际上还需要考虑以下因素进行调整:

(1) 由于土的可松性,会使填土有剩余,故应相应的提高设计标高。

(2) 考虑场地泄水坡度对角点设计标高的影响:

对单向泄水:

$$H_i = H_0 \pm li \quad (1.8)$$