



21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国应用型本科**土木建筑系列**实用规划教材

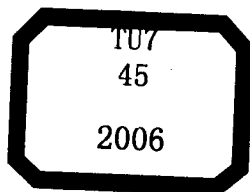


土木工程施工

主 编 邓寿昌 李晓目
副主编 刘在今 范建洲
主 审 周先雁 郦 伟



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材

土木工程施 工

主 编	邓寿昌	李晓目
副主编	刘在今	范建洲
参 编	陈德方	张新胜
	张厚先	张学兵
	杨秀华	赵花丽
	姚金星	
主 审	周先雁	郇 伟



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是以全国高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》为依据编写的,力求反映国内外先进的施工技术和施工组织方法,重视基本概念和理论的阐述,培养实际工程中分析问题和解决问题的能力。

全书共 16 章,分别为第 1 章土方工程、第 2 章桩基工程、第 3 章砌筑工程、第 4 章混凝土结构工程、第 5 章预应力混凝土工程、第 6 章结构安装工程、第 7 章空间结构安装工程、第 8 章路桥工程、第 9 章防水工程、第 10 章装饰工程、第 11 章冬期与雨季施工、第 12 章施工组织概论、第 13 章流水施工基本原理、第 14 章网络计划技术、第 15 章单位工程施工组织设计、第 16 章施工组织总设计。

本书可作为普通高等学校土木工程专业各专业方向及相关专业的本科教材,也可作为土木工程设计、施工、管理和建设监理工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/邓寿昌,李晓目主编. —北京:北京大学出版社, 2006.12

(21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材)

ISBN 7-301-11344-7

I. 土… II. ①邓… ②李… 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(2006)第 146150 号

书 名: 土木工程施工

著作责任者: 邓寿昌 李晓目 主编

策划编辑: 吴 迪 李昱涛

责任编辑: 刘 丽

标准书号: ISBN 7-301-11344-7/TU · 0045

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 29 印张 675 千字

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 42.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材

专家编审委员会

主 任 彭少民

副主任 (按拼音顺序排名)

陈伯望 金康宁 李 忱 李 杰

罗迎社 彭 刚 许成祥 杨 勤

俞 晓 袁海庆 周先雁 张俊彦

委 员 (按拼音顺序排名)

邓寿昌 付晓灵 何放龙 何培玲

李晓目 李学罡 刘 杰 刘建军

刘文生 罗 章 石建军 许 明

严 兵 张泽平 张仲先

丛书总序

我国高等教育发展迅速,全日制高等学校每年招生人数至2004年已达到420万人,毛入学率19%,步入国际公认的高等教育“大众化”阶段。面临这种大规模的扩招,教育事业的发展与改革坚持以人为本的两个主体:一是学生,一是教师。教学质量的提高是在这两个主体上的反映,教材则是两个主体的媒介,属于教学的载体。

教育部曾在第三次新建本科院校教学工作研讨会上指出:“一些高校办学定位不明,盲目追求上层次、上规格,导致人才培养规格盲目拔高,培养模式趋同。高校学生中‘升本热’、‘考硕热’、‘考博热’持续升温,应试学习倾向仍然比较普遍,导致各层次人才培养目标难于全面实现,大学生知识结构不够合理,动手能力弱,实际工作能力不强。”而作为知识传承载体的教材,在高等教育的发展过程中起着至关重要的作用,但目前教材建设却远远滞后于应用型人才培养的步伐,许多应用型本科院校一直沿用偏重于研究型的教材,缺乏针对性强的实用教材。

近年来,我国房地产行业已经成为国民经济的支柱行业之一,随着本世纪我国城市化的大趋势,土木建筑行业对实用型人才的需求还将持续增加。为了满足相关应用型本科院校培养应用型人才的教学需求,从2004年10月北京大学出版社第六事业部就开始策划本套丛书,并派出十多位编辑分赴全国近三十个省份调研了两百多所院校的课程改革与教材建设的情况。在此基础上,规划出了涵盖“大土建”六个专业——土木工程、工程管理、建筑学、城市规划、给排水、建筑环境与设备工程的基础课程及专业主干课程的系列教材。通过2005年1月份在湖南大学的组稿会和2005年4月份在三峡大学的审纲会,在来自全国各地几十所高校的知名专家、教授的共同努力下,不但成立了本丛书的编审委员会,还规划出了首批包括土木工程、工程管理及建筑环境与设备工程等专业方向的四十多个选题,再经过各位主编老师和参编老师的艰苦努力,并在北京大学出版社各级领导的关心和第六事业部的各位编辑辛勤劳动下,首批教材终于2006年春季学期前夕陆续出版发行了。

在首批教材的编写出版过程中,得到了越来越多的来自全国各地相关兄弟院校的领导和专家的大力支持。于是,在顺利运作第一批土建教材的鼓舞下,北京大学出版社联合全国七十多家开设有土木建筑相关专业的高校,于2005年11月26日在长沙中南林业科技大学召开了《21世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》(第二批)组稿会,规划了①建筑学专业;②城市规划专业;③建筑环境与设备工程专业;④给排水工程专业;⑤土木工程专业中的道路、桥梁、地下、岩土、矿山课群组近六十个选题。至此,北京大学出版社规划的“大土木建筑系列教材”已经涵盖了“大土建”的六个专业,是近年来全国高等教育出版界唯一一套完全覆盖“大土建”六个专业方向的系列教材,并将于2007年全部出版发行。

我国高等学校土木建筑专业的教育,在国家教育部和建设部的指导下,经土木建筑专业指导委员会六年来的研讨,已经形成了宽口径“大土建”的专业发展模式,明确了土木建筑专业教育的培养目标、培养方案和毕业生基本规格,从宽口径的视角,要求毕业生能

从事土木工程的设计、施工与管理的工作。业务范围涉及房屋建筑、隧道与地下建筑、公路与城市道路、铁道工程与桥梁、矿山建筑等,并且制定一整套课程教学大纲。本系列教材就是根据最新的培养方案和课程教学大纲,由一批长期在教学第一线从事教学并有多年工程经验和丰富教学经验的教师担任主编,以定位“应用型人才培养”为目标而编撰,具有以下特点:

(1) 按照宽口径土木工程专业培养方案,注重提高学生综合素质和创新能力,注重加强学生专业基础知识和优化基本理论知识结构,不刻意追求理论研究型教材深度,内容取舍少而精,向培养土木工程师从事设计、施工与管理的应用方向拓展。

(2) 在理解土木工程相关学科的基础上,深入研究各课程之间的相互关系,各课程教材既要反映本学科发展水平,保证教材自身体系的完整性,又要尽量避免内容的重复。

(3) 培养学生,单靠专门的设计技巧训练和运用现成的方法,要取得专门实践的成功是不够的,因为这些方法随科学技术的发展经常改变。为了了解并和这些迅速发展的方法同步,教材的编撰侧重培养学生透彻理解教材中的基本理论、基本特性和性能,又同时熟悉现行设计方法的理论依据和工程背景,以不变应万变,这是本系列教材力图涵盖的两个方面。

(4) 我国颁发的现行有关土木工程类的规范及规程,系1999年—2002年完成的修订,内容有较大的取舍和更新,反映了我国土木工程设计及施工技术的发展。作为应用型教材,为培养学生毕业后获得注册执业资格,在内容上涉及不少相关规范条文和算例。但并不是规范条文的释义。

(5) 当代土木工程设计,越来越多地使用计算机程序或采用通用性的商业软件,有些结构特殊要求,则由工程师自行编写程序。本系列的相关工程结构课程的教材中,在阐述真实结构、简化计算模型、数学表达式之间的关系的基础上,给出了设计方法的详细步骤,这些步骤均可容易地转换成工程结构的流程图,有助于培养学生编写计算机程序。

(6) 按照科学发展观,从可持续发展的观念,根据课程特点,反映学科现代新理论、新技术、新材料、新工艺,以社会发展和科技进步的新近成果充实、更新教材内容,尽最大可能在教材中增加了这方面的信息量。同时考虑开发音像、电子、网络等多媒体教学形式,以提高教学效果和效率。

衷心感谢本套系列教材的各位编著者,没有他们在教学第一线的教改和工程第一线的辛勤实践,要出版如此规模的系列实用教材是不可能的。同时感谢北京大学出版社为我们广大编著者提供了广阔的平台,为我们进一步提高本专业领域的教学质量和教学水平提供了很好的条件。

我们真诚希望使用本系列教材的教师和学生,不吝指正,随时给我们提出宝贵的意见,以期进一步对本系列教材进行修订、完善。

本系列教材配套的PPT电子教案以及习题答案在出版社相关网站上提供下载。

《21世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》

专家编审委员会

2006年1月

前 言

随着我国经济建设的不断发展和国际交往的不断深入,工程建设领域对技术人员知识面的要求愈趋宽广,原有的专业口径过窄,不能很好地适应社会需求和国际上土木专业人才培养方案的通行惯例。为此,教育部对普通高等学校相关专业设置进行了调整,土木工程专业的教学内容涵盖了原来的工业与民用建筑工程、道路与桥梁工程这四个相近专业。因此新专业的教学计划、课程内容调整以及新教材的编写就是一项重要的工作,我们根据全国高校土木工程学科专业指导委员会对本专业的教学要求,组织编写了这本土木工程施工教材,作为土木工程专业的施工技术及施工组织课程的教学用书。

本教材着重介绍了大土木工程专业下的房屋建筑、道路与桥梁施工技术,同时也论述了施工组织方面的基本原理,根据国家现行的各种设计和施工规范来介绍和反映土木工程施工的新理论、新技术、新工艺。

土木工程施工是土木工程专业的一门必修的专业课程,它的研究对象是土木工程施工的建造技术规律和劳动组织规律。这里所指的建造技术规律,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;这里所讲的劳动组织规律,系指在建造中的人力、材料、机械设备、资金这些要素的约束条件下、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,诸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。只有正确掌握建造技术规律和劳动组织规律,才能有效地、科学地组织施工,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。

本课程具有涉及知识面广、交叉性强、发展迅速等特点。对施工规律的研究需要运用数学、力学、材料、测量、结构、机电、运筹学及有关管理方面的基础理论,是土木工程专业所有课程的综合应用。作为应用性的专业课,其研究内容均来源于丰富的工程实践,需要我们用毕生的精力甚至几代人的时间去上下求索。随着我国建设事业与科学技术的不断发展,新理论、新技术、新工艺、新材料、新方法层出不穷,现代化施工管理方面也硕果累累。这些,为我们编写本教材提供了丰富的材料。

土木工程施工主要培养学生具有独立分析与解决土木工程建造中有关施工技术与组织管理的一般问题。本书是在土木工程专业调整与课程体系改革的基础上,根据土木工程施工的教学任务和面向 21 世纪土木类人才培养目标,土木工程学科专业指导委员会对课程设置及教学大纲的要求组织编写的,编写中重视基本概念和理论的阐述、基本理论的分析与应用。同时,随着教学改革的发展趋势,教学课时相对以前会越来越少的特点,篇幅不能编得很大,在考虑专业适用面的前提下,内容尽量精简。

本书的编写定位在满足普通高校土木工程专业教学的要求上;力求综合运用有关学科的基本理论和知识,以解决工程建造的实践问题;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。

本书由邓寿昌和李晓目主编，周先雁(中南林业科技大学)、酆伟(惠州学院)主审。第 1 章由中南林业科技大学张新胜编写，第 2、3 章由南昌工程学院刘在今编写，第 4 章由孝感学院李晓目编写，第 5、6 章由南京工程学院张厚先编写，第 7 章由江西科技师范学院陈德方编写，第 8 章由孝感学院杨秀华、赵花丽编写，第 9 章由长江大学姚金星编写，第 10 章由湘潭大学张学兵编写，第 11 章由中南林业科技大学邓寿昌编写，第 12、13、14 章由山西大学范建洲编写，第 15、16 章由陈德方编写。

由于编者水平有限，时间仓促，不足之处在所难免，衷心希望广大读者批评指正。

编 者
2006 年 9 月

目 录

第1章 土方工程	1	2.3.2 灌注桩质量要求及验收	61
1.1 土的工程分类及性质	1	2.3.3 桩基静载法检测	62
1.1.1 土的工程分类	1	2.3.4 桩基动载法检测	63
1.1.2 土的性质	1	2.4 思考题	64
1.2 土方工程量计算及场地土方调配	3	第3章 砌筑工程	65
1.2.1 场地平整的土方量计算	4	3.1 脚手架和垂直运输机械	65
1.2.2 基坑、基槽土方量计算	9	3.1.1 脚手架的作用和种类	65
1.2.3 土方调配量的计算	10	3.1.2 扣件式钢管脚手架	66
1.3 土方边坡与支护	14	3.1.3 碗扣式钢管脚手架	67
1.3.1 土方边坡放坡	15	3.1.4 垂直运输机械种类	69
1.3.2 土壁支护	15	3.2 砌筑材料	71
1.4 土方工程施工排水与降水	23	3.2.1 砌块材料	71
1.4.1 基坑排水	23	3.2.2 砌筑砂浆	72
1.4.2 降低地下水位	26	3.3 砖石砌体施工	74
1.5 土方机械化施工	35	3.3.1 砖砌体施工的基本要求	74
1.5.1 场地平整施工	35	3.3.2 砖砌体施工程序	75
1.5.2 基坑开挖	37	3.3.3 砖砌体质量要求	77
1.5.3 土方的填筑与压实	40	3.3.4 石砌体质量要求	78
1.6 思考题与习题	43	3.4 砌块砌体施工	80
第2章 桩基工程	46	3.4.1 混凝土小砌块砌体施工	80
2.1 预制桩施工	46	3.4.2 蒸压加气混凝土砌块砌体 施工	80
2.1.1 钢筋混凝土预制桩制作、运 输和堆放	46	3.4.3 粉煤灰砌块砌体施工	81
2.1.2 锤击沉桩施工	48	3.5 思考题	82
2.1.3 静力压桩施工	54	第4章 混凝土结构工程	83
2.2 灌注桩施工	54	4.1 钢筋工程	84
2.2.1 钻孔灌注桩	54	4.1.1 钢筋连接	85
2.2.2 人工挖孔灌注桩	56	4.1.2 钢筋的配料	92
2.2.3 套管成孔灌注桩	57	4.1.3 钢筋的代换	97
2.2.4 爆扩成孔灌注桩	59	4.2 模板工程	97
2.3 桩基检测与验收	61	4.2.1 木模板	98
2.3.1 预制桩质量要求及验收	61	4.2.2 组合钢模板	100

4.2.3 模板设计	102	7.1.2 单元拼装	199
4.2.4 模板拆除	105	7.2 薄壳结构施工	203
4.3 混凝土工程	105	7.3 思考题	207
4.3.1 混凝土的制备	106	第 8 章 路桥工程	208
4.3.2 混凝土的运输	112	8.1 道路工程施工	208
4.3.3 混凝土的浇筑和捣实	115	8.1.1 路面基层(底基层)施工	208
4.3.4 混凝土养护	123	8.1.2 沥青路面施工	214
4.3.5 混凝土质量的检查	124	8.1.3 水泥混凝土路面施工	222
4.4 思考题与习题	126	8.2 桥梁工程施工	228
第 5 章 预应力混凝土工程	128	8.2.1 预制梁的运输和安装	229
5.1 先张法施工	128	8.2.2 悬臂体系和连续体系梁桥的 施工特点	232
5.1.1 张拉设备与夹具	129	8.2.3 拱桥施工	241
5.1.2 先张法施工工艺	134	8.3 思考题	249
5.2 后张法施工	138	第 9 章 防水工程	250
5.2.1 锚具及预应力筋制作	138	9.1 屋面防水工程	250
5.2.2 张拉设备	148	9.1.1 卷材防水屋面	251
5.2.3 后张法施工工艺	149	9.1.2 涂膜防水屋面	255
5.3 习题	156	9.1.3 刚性防水屋面	257
第 6 章 结构安装工程	157	9.2 地下防水工程	258
6.1 起重机械与索具	157	9.2.1 卷材防水层	259
6.1.1 桅杆式起重机	157	9.2.2 水泥砂浆防水层	261
6.1.2 自行杆式起重机	160	9.2.3 冷胶料防水层	262
6.1.3 塔式起重机	164	9.2.4 防水混凝土	263
6.1.4 索具设备	169	9.3 思考题	264
6.2 钢筋混凝土单层工业厂房结构 吊装	172	第 10 章 装饰工程	266
6.2.1 构件吊装工艺	172	10.1 抹灰工程	266
6.2.2 结构吊装方案	180	10.1.1 抹灰工程的分类和抹灰层 的组成	266
6.2.3 工程实例	187	10.1.2 抹灰基体的表面处理	268
6.3 轻型钢结构吊装	193	10.1.3 一般抹灰工程施工工艺	268
6.3.1 轻型钢结构构造	193	10.1.4 装饰抹灰工程施工工艺	271
6.3.2 轻型钢结构连接	194	10.2 饰面工程	274
6.3.3 轻型钢结构吊装程序	196	10.2.1 饰面材料的选用及质量 要求	275
6.4 习题	196	10.2.2 饰面板(砖)施工	275
第 7 章 空间结构安装工程	197	10.2.3 饰面砖镶贴工艺	279
7.1 网架结构施工	197	10.3 幕墙工程	281
7.1.1 网架结构的制作	197		

10.3.1 玻璃幕墙	282	11.3.9 混凝土拌和物温度计算	320
10.3.2 铝合金板玻璃幕墙	285	11.3.10 混凝土的运输及温度损失计算	321
10.3.3 石材幕墙	286	11.3.11 混凝土的浇筑及入模后养护起始温度 T_3 的计算	322
10.4 涂饰工程	286	11.3.12 混凝土冬期施工非加热养护方法	323
10.4.1 油漆涂饰	286	11.3.13 非大体积混凝土蓄热养护热工计算方法——吴震东公式简介	325
10.4.2 涂料涂饰	288	11.3.14 加热养护方法	329
10.5 刷浆工程	291	11.3.15 混凝土的测温和质量检查	340
10.5.1 常用刷浆材料及配制	291	11.3.16 混凝土的拆模和成熟度	341
10.5.2 刷浆施工	292	11.4 砌筑工程冬期施工	341
10.6 裱糊工程	292	11.4.1 掺盐砂浆法	342
10.6.1 常用材料	292	11.4.2 冻结法	343
10.6.2 质量要求	293	11.4.3 暖棚法	344
10.6.3 塑料壁纸的裱糊施工	293	11.5 其他工程冬期施工	345
10.7 思考题	295	11.5.1 装饰工程冬期施工	345
第 11 章 冬期与雨季施工	296	11.5.2 屋面工程冬期施工	345
11.1 冬期与雨季施工的特点	296	11.6 雨季施工	346
11.1.1 冬期施工的特点和准备工作	296	11.6.1 雨季施工的原则	346
11.1.2 雨季施工的特点、要求和准备工作	297	11.6.2 分部分项工程雨季施工措施	346
11.2 土方工程冬期施工	298	11.7 思考题与习题	348
11.2.1 土的冻结与防冻	298	第 12 章 施工组织概论	350
11.2.2 冻土的融化	301	12.1 基本知识	350
11.2.3 土的开挖	302	12.1.1 基本建设程序及施工程序	350
11.2.4 冬期回填土施工	303	12.1.2 土木工程产品及其生产的特点	351
11.3 混凝土工程冬期施工	304	12.1.3 施工对象分解	351
11.3.1 混凝土冬期施工的界定	304	12.1.4 组织施工的基本原则	352
11.3.2 钢筋工程冬期施工	304	12.2 施工准备工作	354
11.3.3 混凝土冬期施工的基本理论和试验	306	12.2.1 技术准备	354
11.3.4 混凝土受冻临界强度	310	12.2.2 物资准备	356
11.3.5 混凝土冬期施工抗早期冻害的措施	310	12.2.3 劳动组织准备	357
11.3.6 混凝土冬期施工的化学外加剂	311		
11.3.7 化学防冻外加剂的设计理论和设计方案	317		
11.3.8 混凝土冬期施工的工艺要求	318		

12.2.4 施工现场准备.....	358	14.2.4 网络图在工程中的应用 实例	395
12.3 施工组织设计	358	14.3 网络计划的优化.....	398
12.3.1 施工组织设计的任务和 作用	358	14.3.1 工期优化	398
12.3.2 施工组织设计的分类.....	358	14.3.2 费用优化	400
12.3.3 施工组织设计的编制 依据	360	14.3.3 资源优化	402
12.3.4 施工组织设计的基本 内容	360	14.4 网络计划的电算方法简介	405
12.3.5 施工组织设计的编制.....	361	14.4.1 建立数据文件	405
12.4 思考题	362	14.4.2 计算程序	406
14.4.3 输出部分	407	14.5 习题	407
第 13 章 流水施工基本原理	363	第 15 章 单位工程施工组织设计	409
13.1 流水施工概述	363	15.1 单位工程施工组织设计内容	409
13.1.1 流水施工的方式	363	15.2 单位工程施工方案设计	410
13.1.2 流水施工的实质	365	15.2.1 施工方案的基本要求	410
13.1.3 流水施工的分类	366	15.2.2 单位工程施工方案的 确定	410
13.2 流水施工参数	367	15.3 单位工程施工进度计划和资源需 要量计划编制	415
13.2.1 工艺参数	367	15.3.1 施工进度计划的形式	415
13.2.2 空间参数	367	15.3.2 编制施工进度计划的一 般步骤	416
13.2.3 时间参数	370	15.3.3 资源需要量计划	417
13.3 流水施工的组织方法	372	15.4 施工现场布置平面图设计及技术 经济指标分析	419
13.3.1 等节奏流水	372	15.4.1 施工平面图设计的内容、 依据和原则	419
13.3.2 异节奏流水	374	15.4.2 施工平面图设计的步骤	420
13.3.3 无节奏流水	376	15.4.3 施工平面图管理	422
13.4 习题	377	15.4.4 主要技术经济指标	422
第 14 章 网络计划技术	379	15.5 单位工程施工组织设计实例	423
14.1 网络图的基本概念	379	15.6 思考题	434
14.1.1 网络计划的应用与特点	379	第 16 章 施工组织总设计	435
14.1.2 双代号网络计划的基本 形式	380	16.1 施工组织总设计概述	435
14.1.3 单代号网络图	381	16.1.1 施工组织总设计的作用 与内容	435
14.1.4 时标网络计划	382	16.1.2 施工组织总设计编制依 据和程序	435
14.2 网络图的绘制与计算	382		
14.2.1 双代号网络图的绘制	382		
14.2.2 双代号网络图时间参数 计算	388		
14.2.3 双代号时标网络计划的绘 制与计算	393		

16.2 工程概况	436	16.4.2 施工总进度计划的编制 方法	440
16.2.1 建设项目与建设场地 特点	437	16.5 各项资源需要量与施工准备工作 计划	442
16.2.2 工程承包合同目标	437	16.5.1 各项资源需要量计划	442
16.2.3 施工条件	437	16.5.2 施工准备工作计划	443
16.3 施工部署和施工方案	437	16.6 施工总平面图设计	443
16.3.1 确定工程施工程序	437	16.6.1 施工总平面图设计的原则 与内容	443
16.3.2 主要项目的施工方案	438	16.6.2 施工总平面图的设计 方法	444
16.3.3 明确施工任务划分与组 织安排	438	16.7 思考题	446
16.3.4 编制施工准备工作计划	438	参考文献	447
16.4 施工总进度计划的编制	439		
16.4.1 施工总进度计划的编制 依据、原则与内容	439		

第1章 土方工程

教学提示：本章主要研究建筑场地和基坑(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。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，了解影响土方边坡稳定的因素，了解基坑排水方法及要求。掌握土方工程量计算方法，熟悉用线性规划进行土方调配的方法。

土木工程施工中，常见土石方工程内容有：场地平整、基坑(槽)与管沟开挖、路基开挖、人防工程开挖、地坪填土、路基填筑以及基坑回填等，以及排水、降水、土壁支撑等准备工作和辅助工程。

土方工程施工往往具有工程量大、劳动繁重和施工条件复杂等特点；土方工程施工受气候、水文、地质、场地限制、地下障碍等因素的影响，加大了施工的难度。在土方工程施工前，应详细分析与核对各项技术资料(如地形图、工程地质和水文地质勘察资料、地下管道、电缆和地下地上构筑物情况及土方工程施工图等)，进行现场调查并根据现有施工条件，制定出技术可行、经济合理的施工方案。

1.1 土的工程分类及性质

1.1.1 土的工程分类

土的种类繁多，从不同的技术角度，分类方法各异。按施工时开挖的难易程度可分为八类，见表 1-1。土的开挖难易程度直接影响土方工程的施工方案、劳动量消耗和工程费用。

1.1.2 土的性质

土的主要工程性质有：土的可松性、渗透性、原状土经机械压实后的沉降量、压缩性等，此外还有密实度、抗剪强度、土压力等。

1. 土的可松性

自然状态下的土经开挖后，其体积因松散而增加，称为土的最初可松性，以后虽经回填压实，仍不能恢复到原来的体积，称为土的最终可松性。最初可松性系数用 K_s 表示，最终可松性系数用 K'_s 表示，即

各类土的可松性系数见表 1-1。

$$\text{最初可松性系数} \quad K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-1)$$

$$\text{最终可松性系数 } K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-2)$$

式中: K_s ——土的最初可松性系数;

K'_s ——土的最终可松性系数;

V_1 ——原土的体积(m^3);

V_2 ——原土开挖后的松散体积(m^3);

V_3 ——松散后经压实后的体积(m^3)。

由于土方工程量是以自然状态的体积来计算的,所以在土方调配、计算土方机械生产率及运输工具数量等的时候,必须考虑土的可松性。

表 1-1 土的工程分类

类 别	土的名称	开挖方法	可松性系数	
			K_s	K'_s
第一类 (松软土)	砂, 粉土, 冲积砂土层, 种植土, 泥炭(淤泥)	用锹、锄头挖掘	1.08~1.17	1.01~1.04
第二类 (普通土)	粉质黏土, 潮湿的黄土, 夹有碎石、卵石的砂, 种植土, 填筑土和粉土	用锹、锄头挖掘, 少许用镐翻松	1.14~1.28	1.02~1.05
第三类 (坚土)	软及中等密实黏土, 重粉质黏土, 粗砾石, 干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质黏土、压实填筑土	主要用镐, 少许用锹、锄头, 部分用撬棍	1.24~1.30	1.04~1.07
第四类 (砾砂坚土)	重黏土及含碎石、卵石的黏土, 粗卵石, 密实的黄土, 天然级配砂石, 软泥灰岩及蛋白石	先用镐、撬棍, 然后用锹挖掘, 部分用楔子及大锤	1.26~1.37	1.06~1.09
第五类 (软石)	硬石炭纪黏土, 中等密实的叶岩、泥灰岩、白垩土, 胶结不紧的砾岩, 软的石灰岩	用镐或撬棍、大锤, 部分用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
第六类 (次坚石)	泥岩, 砂岩, 砾岩, 坚实的叶岩、泥灰岩, 密实的石灰岩, 风化花岗岩、片麻岩	用爆破方法, 部分用风镐	1.30~1.45	1.10~1.20
第七类 (坚石)	大理岩, 辉绿岩, 玢岩, 粗、中粒花岗岩, 坚实的白云岩、砾岩、砂岩、片麻岩、石灰岩, 风化痕迹的安山岩、玄武岩	用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
第八类 (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	用爆破方法	1.45~1.50	1.20~1.30

2. 渗透性

渗透性表示单位时间内水穿透土层距离的能力, 以 $\text{m}/\text{昼夜}$ 表示。

法国学者达西根据砂土渗透实验, 发现如下关系(达西定律):

$$V = K \cdot i \quad (1-3)$$

$$i = h/l \quad (1-4)$$

式中: V ——渗透水流的速度(m);

K ——渗透系数(m/d);

i ——水力坡度;

h ——渗流路程水平投影长度(m);

l ——渗流路程垂直高差(m)。

渗透系数是降低地下水中计算涌水量的重要参数。常见的土渗透系数见表 1-2。

表 1-2 土的渗透系数表

土的种类	$K/(m/d)$	土的种类	$K/(m/d)$
亚黏土、黏土	<0.1	含黏土的中砖及纯细砂	20~25
亚黏土	0.1~0.5	含黏土的细砂及纯中砂	35~50
含亚黏土的粉砂	0.5~1.0	纯粗砂	50~75
纯粉砂	1.5~5.0	粗砂夹砾石	50~100
含黏土的细砂	10~15	砾石	100~200

3. 原状土经机械压实的沉降量

原状土经机械往返压实或经其他压实措施后,会产生一定的沉陷,根据不同土质,其沉降量一般在 3~30cm 之间。可按下述经验公式计算:

$$S = \frac{P}{C} \quad (1-5)$$

式中: S ——原状土经机械压实后的沉降量(cm);

P ——机械压实的有效作用力(kgf/cm²),对容量为 6~8m³的铲运机可取 0.6MPa,对 100 马力推土机可取 0.4MPa;

C ——原状土的抗陷系数(kgf/cm³),可按表 1-3 取值。

表 1-3 不同土的 C 值参考表

原状土质	C/MPa	原状土质	C/MPa
沼泽土	0.01~0.015	大块胶结的砂、潮湿黏土	0.035~0.06
凝滞的土、细粒砂	0.018~0.025	坚实的黏土	0.10~0.125
松砂、松湿黏土、耕土	0.025~0.035	泥灰石	0.13~0.18

1.2 土方工程量计算及场地土方调配

在土方工程施工之前,必须计算土方的工程量。主要有土方平整量、调配量和土方开挖量计算。一般情况下,将土方划分成一定的几何形状,采用一定精度的方法进行计算。

1.2.1 场地平整的土方量计算

场地平整的工作就是将天然地面改造成我们所要求的设计平面。由设计平面的标高和天然地面的标高之差,可以得到场地各点的施工高度,由此可计算场地平整的土方量。

场地平整土方量的计算方法通常有方格网法和断面法。方格网法适用于地形较为平坦的地区,断面法则多用于地形起伏变化较大的地区。以方格网法为例,其计算步骤如下:

1. 场地设计标高的确定

选择设计标高,需考虑以下因素:(1)满足生产工艺和运输的要求;(2)尽量利用地形,以减少挖方数量;(3)场地以内的挖方与填方能达到相互平衡以降低土方运输费用;(4)要有一定的泄水坡度($\geq 2\text{‰}$),使其满足排水要求;(5)考虑最高洪水位的要求。

当设计文件上对场地标高无特定要求时,场地的设计标高可照下述步骤和方法确定。

1) 初步计算场地设计标高

将地形图划分方格,方格一般采用 $20\text{m} \times 20\text{m} \sim 40\text{m} \times 40\text{m}$,如图 1.1(a)所示。每个方格的角点标高,一般根据地形图上相邻两等高线的标高,用插入法求得;在无地形图的情况下,也可在地面用木桩打好方格网,然后用仪器直接测出。

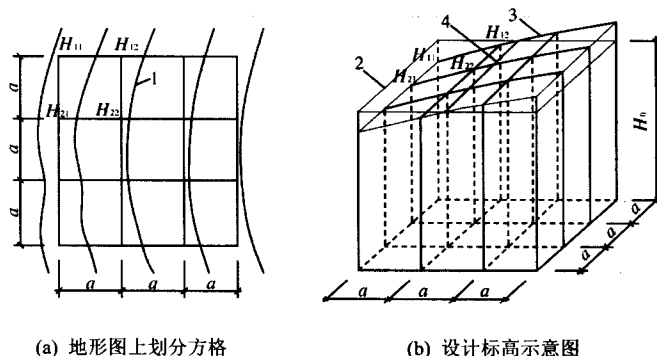


图 1.1 场地设计标高计算简图

1—等高线; 2—设计标高平面; 3—自然地面; 4—零线

一般说来,理想的设计标高,应该使场地内的土方在平整前和平整后相等而达到挖方和填方的平衡,如图 1.1(b)所示,即

$$H_0 N a^2 = \sum a^2 \left(\frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (1-6)$$

所以

$$H_0 = \sum \left(\frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4N} \right) \quad (1-7)$$

式中: H_0 ——计算的场地设计标高(m);

a ——方格边长(m);

N ——方格个数;

$H_{11}, \dots, H_{22}$ ——任一个方格的 4 个角点的标高(m)。

从图 1.1 中可看出, H_{11} 系一个方格的角点标高, H_{12} 和 H_{21} 均系 2 个方格公共的角点