



普通高等教育“十二五”国家级规划教材

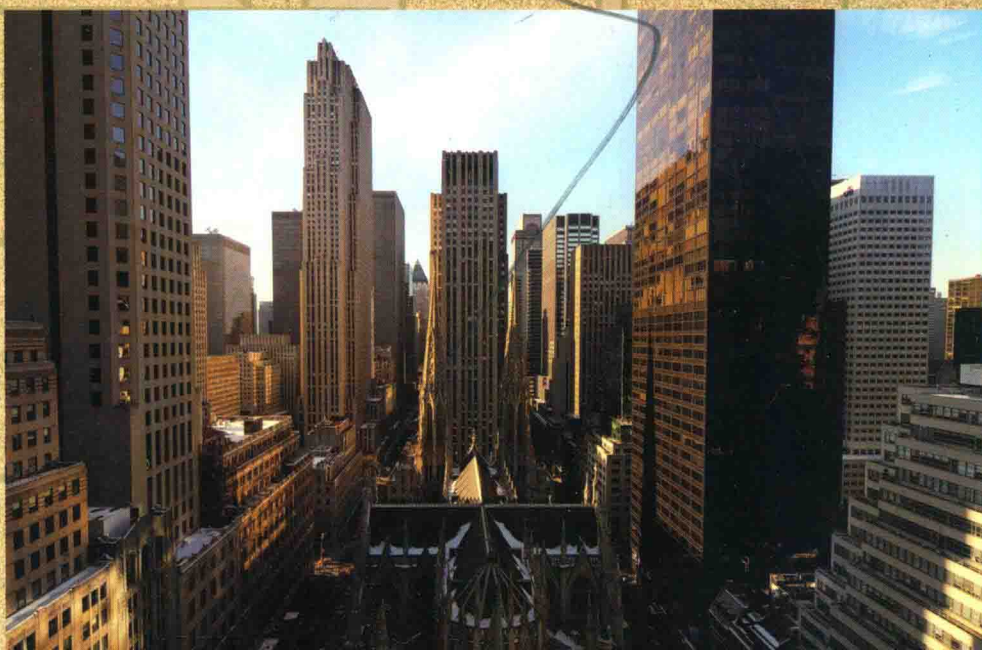
土木工程 施工

上册 第三版

■ 应惠清 主编



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS





“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

土木工程施工

上册 第三版

应惠清 主编



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本教材根据 21 世纪土木工程专业人才培养目标于 2002 年组织编写,2007 年修编出版了第二版,先后被教育部评为国家“十一五”和“十二五”国家级规划教材。第三版在第二版的基础上进行了全面的修订,以反映土木工程施工的先进水平,使教材内容符合现行设计施工的规范、规程和标准的要求。教材分上、下两册:上册主要研究土木工程施工中具有共性的基本原理与规律;下册主要研究各专业个性的施工技术及其原理。上册内容包括土方工程、桩基础工程、基坑工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、砌筑工程、钢结构工程、结构吊装工程、脚手架工程、装饰工程、防水工程等工种工程的施工技术,以及流水施工原理、网络计划技术、施工组织设计等施工组织方面的内容。书中还配备了相关知识点的影像资料,可扫描二维码浏览。

本教材可作为高等院校土木工程专业、建筑工程管理专业、房地产专业及其他相关专业的教学用书,也可供土木类科研、设计、施工和管理等工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工. 上册/应惠清主编. —3 版. —上海: 同济大学出版社, 2018. 3
ISBN 978-7-5608-7173-8
I. 土… II. ① 应… III. ① 土木工程—工程施工—高等学校—教材 IV. ① TU7
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 167135 号

土木工程施工 上册 第三版

应惠清 主编

责任编辑 杨宁霞 李 杰

责任校对 徐春莲

封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 上海同济印刷厂有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 21

字 数 524 000

版 次 2018 年 3 月第 3 版 2018 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-7173-8

定 价 45.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

第三版前言

“土木工程施工”是土木工程专业的一门主要的专业课。它在培养学生独立分析和解决土木工程施工中有关施工技术与组织计划的基本能力方面起着重要作用。

本教材于2002年根据21世纪土木工程专业人才培养目标,结合土木类专业调整及课程体系改革,组织同济大学教师集体编写而成。2007年—2009年修编出版了第二版。本教材被教育部先后评为“十一五”和“十二五”国家级规划教材,十多年来,被许多院校作为教学参考用书,得到广大师生的好评。

第三版的修编总结了近十多年来国际、国内土木工程发展和施工的新技术、新工艺、新材料和新设备,并按现行国家和行业有关技术标准,在原有的基础上进行了较大篇幅的调整,使它更适应当前土木工程相关专业的人才培养及教学要求。

改革开放以来,我国土木工程规模之大、项目之多堪称世界领先,施工技术和工程管理也得到了飞速发展。近十多年在城市建设、建筑工业化、地下空间利用、高铁和桥梁工程及市政设施等各方面都跨入了新时期,土木工程施工也从传统的粗放型建造向现代化、工业化和信息化发展。

为更好地体现我国土木工程施工技术的发展,本次修编保留了土木工程施工的基本技术、工艺及方法,大幅增添了工程施工的“四新”(新技术、新工艺、新材料、新设备)方面的内容,如基坑工程、装配式建筑、箱涵工程、特殊桥梁、重型机械设备等,同时去除或调整了一些较为陈旧的内容及被国家列为限制与淘汰的技术。在总体编排上则增加了工程实例和相应的照片,加强教材与实践工程的联系,便于学生更好地学习和理解。

“土木工程施工”是研究土木工程施工主要工种工程的施工技术、组织计划的基本规律,以及各专业方向(包括建筑工程、桥梁工程、地下工程、道路工程、水利工程、港口工程等)的专业施工技术的学科。按照专业指导委员会对课程设置的意见,将本教材分为上、下两册。上册主要研究土木工程施工中具有共性的基本理论与规律,它可作为土木工程专业的必修课;下册主要研究土木工程各专业方向具有个性的施工技术及其原理,可根据各专业方向选修。

现代工程使工程设计和施工两者的关系更为密切,甚至可谓“密不可分”,诸如基坑工程、大跨度结构、预应力结构等,施工力学都是结构工程师必须思考的问题。本教材在编写过程中注重这一点,在内容组织上体现施工-设计的一体化。“土木工程施工”具有涉及面广、实践性强、发展迅速等特点,因此,在教学时间有限的条件下,为提高本课程的教学质量,必须结合工程实践,综合运用本专业的基础理论,有重点地讲述基本的重要内容,对一些操作性较强的内容,则可通过生产实习、现场参观等教学环节进行,有关特殊的施工技术则可通过开设选修课进行教学。

作者在编写过程中力求综合运用有关学科的基本理论与知识,结合实际工程,做到理论联系实践,反映土木工程施工的先进水平;编写内容遵照国家和行业现行工程设计及施工标准,以利学生在综合能力和工程概念培养的同时,熟悉相关工程技术标准和规范要求。本教材努力做到图文并茂、深入浅出、通俗易懂,并在每章后面附有思考题,便于组织教学和学生自学。第三版教材相关知识点还配备了丰富的影像资料,可扫描二维码浏览,以便更形象直观地掌握知识点。

上册第一章、第三章、第十一章、第十二章、第十四章由应惠清编写;第二章、第四章由李辉编写;第五章、第十章由韩兵康编写;第六章、第八章由吴水根编写;第七章由刘匀编写;第九章由金瑞珺编写;第十三章由俞国凤编写。

下册第一篇(房屋建筑工程施工)由应惠清编写;第二篇(地下工程施工)由曾进伦、曾毅编写;第三篇(桥梁工程施工)由魏红一编写;第四篇(道路工程施工)由谈至明编写。

全书最后由应惠清进行了统一整理和审校。

由于土木工程技术的发展日新月异,又因编者的水平有限,编写不足之处在所难免,诚挚地希望读者提出宝贵意见、予以赐教。

编 者

2017.10

第二版前言

一、土木工程施工课程的研究对象、任务与学习方法

土木工程包括:房屋建筑工程、桥梁工程、地下工程、道路工程、水利工程等。“土木工程施工”课程是土木工程专业的一门主要的专业课,它分为两个方面的内容,即土木工程施工中主要工种工程的施工技术与组织计划。

土木工程施工是将设计者的思想、意图及构思转化为现实的过程。从古代穴居巢处到今天的摩天大楼;从农村的乡间小道到都市的高架道路;从穿越地下的隧道到飞架江海的大桥,凡要将人们的设想(设计)变为现实,都需要通过“施工”来实现。

一个工程的施工,包括许多工种工程,诸如土方工程、桩基础工程、混凝土结构工程、钢结构工程、结构吊装工程、防水工程等,各个工种工程的施工都有其自身的规律,都需要根据不同的施工对象及自然与环境条件采用相应的施工技术、选择不同的施工机械,本课程研究的对象之一就是各工种工程的施工规律及施工方案设计原理。土木工程施工是多专业、多工种协同工作的一个系统工程。在土建施工的同时,需要与有关的水、电、风、暖及其他设备专业的施工组成一个整体,各工种工程之间也需合理地组织与协调,并需要做好进度计划及劳动力、材料、机械设备等安排,以便保质、按期完成工程建设,更好地发挥投资效益。因此,土木工程各工种工程之间的组织与管理的规律也是本课程研究的对象。土木工程各专业方向如建筑工程、桥梁工程、地下工程、道路工程、水利工程的施工,有其共同的规律,但它们也各有其自身的特点,这也是本课程所要研究的内容。上述内容分别在本教材的上、下册中讲述。

本课程是一门应用性学科,具有涉及面广、实践性强、发展迅速等特点。它涉及测量、材料、力学、结构、机械、经济、管理、法律等多门学科的知识,并需要运用这些知识解决实际的工程问题;本课程又是以工程实际为背景的,其内容均与工程有着直接联系,需要有一定的工程概念;随着科学技术的进步,土木工程在技术与组织管理两方面都在日新月异地发展,新技术、新工艺、新材料、新设备不断涌现,作为研究土木工程施工的课程,其内容与教学方法也在不断地发展与更新。

根据本课程的任务及其特点,在教学过程中首先应坚持理论联系实际的学习方法,加强实践环节(如现场教学、参观、实习、课程设计等);其次,应注意与基础课、专业基础课及有关专业课知识的衔接与贯通,更好地理解与掌握本课程内容;最后,在学习过程中除了学习本教材之外,还应尽量阅读参考书籍与科技文献、专业杂志,吸取新的知识、了解发展动向、扩大视野,为进一步的发展打好基础。

二、土木工程施工的发展

土木工程是一个古老的专业,人类从进入文明社会以来,建筑业不仅为人们提供“衣、食、住、行”中的住、行两大需求,也推动着其他产业的发展与社会进步。在社会进步的同时,土木工程施工也在不断地发展。

我国是一个历史悠久和文化发达的国家,在世界科学文化的发展史上,我国人民有过极为卓越的贡献,在施工技术方面,同样有巨大的成绩。在殷商时期,我国已开始用水测定水平,用夯实的土壤作地基,并开始在墙壁上进行涂饰。战国、秦、汉时期,砌筑技术有很大发展,已有方砖、空心砖和装饰性条砖,还用特制的形砖和企口砖砌拱圈和穹隆。此时已有精巧的榫卯,表明木结构的施工技术已经达到一定的水平。在两晋、南北朝时期,木塔的建造显示木结构技术有了进步。云冈石窟的开凿等展示出了当时石工技术的水平。砖石结构开始大规模运用于地面上的建筑,如河南登封嵩岳寺塔等的建造表明在这方面的很大进步。隋、唐、五代时期,土、石、砖、瓦、石灰、钢铁、矿物颜料和油漆的应用技术已渐趋熟练。唐代大规模城市的建造,表明施工技术达到了相当高的水平。宋、辽、金时,开始在基础下打桩。从砖塔和拱桥(如卢沟桥)可看出砖石结构的施工技术水平。同时在室内装饰方面亦做得十分秀丽绚烂。至元、明、清,已能用夯土墙建造三四层楼房,内加竹筋。砖圈结构的普及说明了砌砖技术的进步。此外,木构架的整体性加强了,镏金、玻璃等开始用于建筑,丰富了装饰手法。现存的北京故宫等建筑,表明了我国当时的施工技术已经达到了很高的水平。

鸦片战争以后,我国的高等学校开始建立土建类的系科,有了较正规的土木工程的专业教育。在沿海一些大城市也出现了一些用钢铁和混凝土建造的现代化建筑工程,但多数由外国公司承建。此时,由我国私人创办的营造厂虽然也有所发展,并承建了一些工程,但由于规模小,技术装备较差,技术进步较慢。因此,从整体来看,1949年之前我国的施工技术和组织管理水平是较低的。

1949年之后,我国的建设事业起了根本的变化,我国的施工力量就由1949年初的20万人左右,发展到1952年的140万人,至1958年更是发展到533万人。到1977年,施工单位的职工已发展到占全国职工总数的5.9%,成为一支力量雄厚的建设队伍,到1985年年底从事建筑事业的人数已达到1700万。近年来又有很大发展,已达3000万以上。

进入20世纪80年代,我国的基本建设规模进一步扩大,1981—1990年十年间全社会固定资产投资完成2.77万亿元,超过前30年的总和,其中基本建设投资为10800亿元,建成大中型项目1000多个。投入更新改造资金5470亿元,完成技术改造项目40.9万项,使我国国力得到进一步增强,人民生活水平得到提高。

进入20世纪90年代,由于改革开放的深入,基本建设规模进一步扩大。1994年固定资产投资达13000亿元,1995年固定资产投资达17000亿元,1996年全社会固定资产投资达到23600亿元,每年万亿元以上的投资,使建筑业蓬勃发展,并成为我国的支柱产业。近十几年,我国已建高层建筑7000多幢,建筑面积达1.3亿 m^2 。具有代表性的上海环球金融中心高度达到495m;上海的杨浦大桥602m,一跨过江,在叠合斜拉桥中居世界第一;江阴长江大桥为世界特大跨度的悬索桥,其锚墩沉井长70m,宽50m,深58m,为世界之最;上海东方明珠电视塔高468m,居世界第三。水利工程的长江三峡、黄河小浪底工程;新建铁路3000km、高等级公路8000km;北京、上海等城市的地铁;等等。工程数量之多、施工技术难度之大都是空前的。正是由于工程建设的推进,我国土木工程施工技术已有部分项目赶上或超过了发达国家,在总体上正接近发达国家的水平。在土木工程施工技术方面,我国不但掌握了大型工程项目施工的成套技术,而且在地基处理和基础工程方面推广了如大直径钻孔灌注桩、深基础支护技术、人工地基、地下连续墙和“逆作法”等新技术;在现浇

混凝土工程中应用了滑升模板、爬升模板、大模板等工业化模板体系以及组合钢模板、模板早拆技术等；泵送混凝土、预拌混凝土、大体积混凝土浇筑等技术已达到国际先进水平；另外，在预应力混凝土技术、墙体改革、装配式混凝土结构以及大跨度钢结构、索膜结构等方面都形成和发展了许多新的施工技术。总之，结构理论的发展、新材料的研究和计算机技术的广泛应用等，有力地推动了我国土木工程的发展。

经过 40 多年大规模的经济建设，促使我国组织计划及管理水平也不断提高。我国在第一个五年计划期间，在一些重点工程上已开始编制施工组织设计，并逐渐发展，到 20 世纪 60 年代中期处于停顿。但进入 70 年代中期以后，又在一些重要工程上得到恢复和发展。近年来，随着网络计划技术和电子计算机等新技术的应用，进一步提高了我国的施工组织与企业管理水平。同时在工程管理上也不断学习国外的先进经验，在我国已实行工程招标投标制度、工程监理制度，实行工程总承包与项目管理法等一系列国际通行的管理模式，逐步与国际接轨。

三、土木工程施工规范、规程与规定

土木工程施工必须严格遵守国家颁布的有关施工规范，它是国家在土木工程施工方面的重要法规，其目的是为了加强对土木工程施工的技术管理及统一验收标准，以达到进一步提高我国的施工水平、保证施工质量、降低工程成本的目的。它是从事土木工程设计、施工、监理与管理的所有人员都必须遵照执行的。

工程施工及验收规范的内容一般包括材料、半成品、成品等的质量标准和技术条件；施工准备工作；施工质量要求；质量控制方法与检查方法；施工技术要点以及其他技术规定等。

施工规程、规定等也是属于国家(行业、地方)标准，但它是比施工规范低一个等级的施工技术文件，通常是为及时推广新技术、新结构、新材料、新工艺而制定的有关标准。施工规程、规定中的内容如与施工规范内容有抵触，应以施工规范为准。

凡新建、改建、修复等工程，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)。隐蔽工程还应根据相应的要求进行施工期间的隐蔽工程检查与验收工作。

土木工程不同专业方向的规范(规程、规定)的适用范围不尽相同，在使用时应注意其适用范围；有关地下工程的规范，如桩基础工程、地基处理工程、基坑支护工程等，因我国幅员广阔，各地的水文地质条件差异很大，在使用有关规范时应结合工程所在地的地方规范(规程、规定)以及当地的具体条件。

土木工程施工规范(规程、规定)随着工程技术的发展也在不断地补充、完善与更新，因此，在使用规范(规程、规定)时，还应关注规范的调整，并积极地进行科学研究，进行工程试验，开发新技术，为规范的修订提供理论与试验依据，更好地推进新技术的应用，更好地指导工程施工。

编者

2007 年 8 月

第一版前言

“土木工程施工”是土木工程专业的一门主要的专业课。它在培养学生独立分析和解决土木工程施工中有关施工技术与组织计划的基本能力方面起着重要作用。

“土木工程施工”是研究土木工程施工中主要工种工程的施工技术与组织计划基本规律,以及各专业方向(包括建筑工程、桥梁工程、地下工程、道路工程、水利工程、井港工程等)的专业施工技术的学科。它具有涉及面广、实践性强、发展迅速等特点,因此,在时间有限的条件下,为提高本课程的教学质量,必须结合工程实践,综合运用本专业的基础理论,有重点地讲述基本的重要内容,对一些操作性较强的内容,则主要通过生产实习、现场教学、参观等教学环节进行,有关现代施工技术和特殊的施工技术则可通过开设选修课进行教学。

本教材是在土木类专业调整及课程体系改革的基础上,根据21世纪土木工程专业人才培养目标、专业指导委员会对课程设置的意见以及本课程教学大纲的要求组织编写的。本教材分为上、下两册。上册主要研究土木工程施工中具有共性的基本理论与规律;下册主要研究土木工程各专业方向上具有个性的施工技术及其原理。

《土木工程施工》上册继承了同济大学江景波教授、赵志缙教授主编的《建筑施工》教材的传统与风格,吸取了原教材的精华,同时又根据“大土木”专业的教学特点,补充、增加了有关内容,以适应新的教学要求。《建筑施工》出版以来,一直被许多兄弟院校作为教材,反映较好。第一版于1987年获得国家教委优秀教材奖,第三版于2000年获得上海市普通高校优秀教材奖。在本教材问世之际,我们由衷地感谢前辈们为土木工程施工学科的发展所作出的贡献。

本教材在编写过程中力求综合运用有关学科的基本理论与知识,做到理论联系实际,反映当前土木工程施工的先进水平。编写内容符合现行设计施工的规范、规程与标准要求,以利于培养学生的综合能力和加强工程概念。本教材努力做到图文并茂、深入浅出、通俗易懂,并在每章后面附有思考题和习题,便于组织教学和自学。但限于编者的水平有限,不足之处难免,诚挚地希望读者提出宝贵意见。

本书上册的绪论、第一章、第十一章、第十三章由应惠清编写;第十二章、第十四章由徐伟编写;第二章、第三章由赵帆编写;第四章、第九章、第十章由韩兵康编写;第五章、第八章由吴水根编写;第六章由刘匀编写;第七章由金瑞珺编写。周太震、葛鹏、顾浩声为本书绘制了插图。全书最后由应惠清进行了审校和统一加工。

编 者

2000.11

目 录

第三版前言

第二版前言

第一版前言

1 土方工程	1
1.1 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 场地设计标高的确定	3
1.2.1 场地设计标高确定的一般方法	3
1.2.2 用最小二乘法原理求最佳设计平面	4
1.2.3 设计标高的调整	7
1.3 土方工程量的计算与调配	7
1.3.1 土方工程量计算	7
1.3.2 土方调配	9
1.4 土方工程的机械化施工	17
1.4.1 主要挖土机械的性能	17
1.4.2 土方机械的选择	20
1.5 土方的填筑与压实	21
1.5.1 土料的选用与处理	21
1.5.2 填土方法	22
1.5.3 压实方法	22
1.5.4 影响填土压实的因素	23
1.5.5 填土压实的质量检查	24
2 桩基础工程	27
2.1 预制桩施工	27
2.1.1 预制桩的制作、起吊、运输和堆放	28
2.1.2 预制桩的沉桩	29
2.2 灌注桩施工	36
2.2.1 干作业成孔灌注桩	36
2.2.2 泥浆护壁成孔灌注桩	38

3 基坑工程 43

3.1 基坑支护结构 43

3.1.1 边坡开挖 43

3.1.2 土钉墙 44

3.1.3 重力式水泥土墙 48

3.1.4 支锚式支护结构 52

3.2 地下水处理 62

3.2.1 集水井降水 62

3.2.2 井点降水 63

4 混凝土结构工程 76

4.1 钢筋工程 76

4.1.1 钢筋冷拔 77

4.1.2 钢筋连接 78

4.2 模板工程 83

4.2.1 模板形式 83

4.2.2 模板设计 94

4.2.3 模板拆除 97

4.3 混凝土工程 98

4.3.1 混凝土的制备 98

4.3.2 混凝土的运输 101

4.3.3 混凝土的浇捣和养护 104

5 预应力混凝土工程 117

5.1 概述 117

5.1.1 预应力混凝土的特点 117

5.1.2 预应力钢筋的种类 117

5.1.3 连接器和组装件 120

5.1.4 对混凝土的要求 120

5.1.5 预应力的施加方法 120

5.2 先张法 120

5.2.1 先张法施工设备 121

5.2.2 先张法施工工艺 126

5.3 后张法 129

5.3.1 锚具和预应力筋制作 129

5.3.2 张拉机具设备 136

5.3.3 后张法施工工艺 139

5.4 无黏结预应力混凝土 142

5.4.1	无黏结预应力束的制作	143
5.4.2	无黏结预应力施工工艺	144
6	砌筑工程	147
6.1	砌筑材料	147
6.2	砌筑施工工艺	148
6.2.1	砖砌体施工	148
6.2.2	小型砌块施工	152
6.2.3	填充墙体的施工	153
6.2.4	石砌体施工	155
6.3	砌体的冬期施工	157
7	钢结构工程	159
7.1	钢结构加工工艺	159
7.1.1	钢结构的放样、号料与下料	159
7.1.2	构件加工	160
7.2	钢结构的拼装	162
7.3	钢结构的连接	163
7.3.1	焊接	163
7.3.2	紧固连接	169
8	结构吊装工程	176
8.1	起重机具和起重机	176
8.1.1	索具设备	176
8.1.2	起重机械	179
8.2	构件吊装工艺	193
8.2.1	预制构件的制作、运输和堆放	193
8.2.2	构件的绑扎和吊升	195
8.2.3	构件的就位与临时固定	197
8.2.4	构件的校正与最后固定	199
8.2.5	小型构件的吊装	200
9	脚手架工程	202
9.1	扣件式钢管脚手架	202
9.1.1	构配件	203
9.1.2	搭设基本要求	204
9.1.3	设计计算	205
9.1.4	基本构造	206
9.2	悬挑脚手架	207

9.3	碗扣式钢管脚手架	208
9.3.1	基本构造	208
9.3.2	搭设要求	209
9.4	承插型盘扣式钢管脚手架	209
9.4.1	基本构造	209
9.4.2	搭设要求	209
9.5	门式钢管脚手架	210
9.5.1	基本构造	210
9.5.2	搭设要求	210
9.6	升降式脚手架	212
9.6.1	附着式升降脚手架	212
9.6.2	脚手架-模板组合升降体系	217
9.7	里脚手架	218
9.8	桥梁工程的脚手架	218
9.9	脚手架工程的安全技术要求	220
9.9.1	一般要求	220
9.9.2	脚手架的搭设和使用	220
9.9.3	防电、避雷和防火	221
10	装饰工程	222
10.1	抹灰工程	222
10.1.1	抹灰的分类和组成	222
10.1.2	一般抹灰施工	223
10.1.3	装饰抹灰施工	224
10.2	饰面板(砖)工程	227
10.2.1	饰面板施工	227
10.2.2	饰面砖粘贴	228
10.3	幕墙工程	229
10.3.1	玻璃幕墙用材及附件	230
10.3.2	玻璃幕墙安装工艺	232
11	防水工程	234
11.1	地下防水工程	234
11.1.1	结构自防水	234
11.1.2	表面防水层防水	236
11.1.3	止水带防水	238
11.2	屋面防水工程	239
11.2.1	卷材防水屋面	239
11.2.2	涂膜防水屋面	242

12 流水施工原理	245
12.1 基本概念	245
12.1.1 流水施工	245
12.1.2 流水施工参数	246
12.2 节奏流水施工	250
12.2.1 固定节拍流水	250
12.2.2 成倍节拍流水	252
12.3 非节奏流水	254
12.3.1 工期计算	254
12.3.2 非节奏流水的允许偏差和计划优化	256
13 网络计划技术	259
13.1 双代号网络图	259
13.1.1 基本概念	259
13.1.2 网络图的绘制	261
13.1.3 网络图的时间参数计算	268
13.1.4 网络施工计划延迟的调整	274
13.2 单代号网络图	275
13.2.1 单代号网络图的绘制	275
13.2.2 网络图的时间参数计算	279
13.3 双代号时标网络计划	283
13.4 网络计划优化	284
13.4.1 工期优化	285
13.4.2 资源优化	285
13.4.3 费用优化	286
14 施工组织设计	294
14.1 概述	294
14.1.1 基本建设程序	294
14.1.2 建设项目的划分	295
14.1.3 施工组织设计的类型	295
14.1.4 施工组织设计的内容	296
14.2 施工组织设计的编制	296
14.2.1 施工组织设计编制程序和依据	296
14.2.2 施工准备	298
14.2.3 施工部署和施工方案	307
14.2.4 施工进度计划	313
14.2.5 施工总平面图	318

1 土方工程

1.1 概 述

土方工程包括土的挖掘、填筑和运输等过程以及相关的准备工作和辅助工程。在土木工程中,最常见的土方工程有:场地平整、基坑(槽)开挖、地坪填土、路基填筑及基坑回填土等。



场地平整

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,土方工程施工又受气候、水文、地质、地下障碍等因素的影响较大,不可确定的因素也较多,有时施工条件极为复杂。因此,在组织土方工程施工前,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、电缆和地下构筑物资料及土方工程施工图等),进行现场调查并根据现有施工条件,制订技术可行、经济合理的施工方案。

土方工程顺利施工,不但能提高土方施工效率,而且为其他工程的施工创造有利条件,对加快基本建设速度有很大意义。

1.1.1 土的工程分类

土的分类繁多,其分类法也很多,如按土的沉积年代、颗粒级配、密实度、液性指数分类等。在土木工程施工中,开挖难易程度是确定土方施工定额的依据之一,因此,需将土壤和岩石按开挖难易程度进行分类。表 1-1 和表 1-2 是我国《房屋建筑与装饰工程计量规范》(GB 500854—2013)有关土壤和岩石的分类表。表 1-2 按照俄罗斯学者普罗托季亚科诺夫(Прото́дьяконов)1926 年提出的按岩石坚固性系数(又称普氏系数)的划分方法,它既可作为判断土方开挖、岩石爆破的难易程度以及确定开挖方法的参考,也是土方工程单价计算和工程造价编制的依据。

表 1-1

土壤分类表

土壤分类	土壤名称	开挖方法
一、二类土	粉土、砂土(粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾砂)、粉质黏土、弱中盐渍土、软土(淤泥质土、泥炭、泥炭质土)、软塑红黏土、冲填土	用锹、少许用镐、条锄开挖;机械能全部直接铲挖满载者
三类土	黏土、碎石土(圆砾、角砾)混合土、可塑红黏土、硬塑红黏土、强盐渍土、素填土、压实填土	主要用镐、条锄,少许用锹开挖;机械需部分刨松方能铲挖满载者或可直接铲挖但不能满载者
四类土	碎石土(卵石、碎石、漂石、块石)、坚硬红黏土、超盐渍土、杂填土	全部用镐、条锄,少许撬棍挖掘;机械须普遍刨松方能铲挖满载者

表 1-2 岩石分类表

岩石分类		代表性岩石	开挖方法
极软岩		全风化的各种岩石； 各种半成岩	部分用手凿工具、部分用爆破法开挖
软质石	软岩	强风化的坚硬岩或较硬岩； 中等风化—强风化的较软岩； 未风化—微风化的页岩、泥岩、泥质砂岩等	用风镐或爆破法开挖
	较软岩	中风化—强风化的坚硬岩或较硬岩； 未风化—微风化的凝灰岩、千枚岩、泥灰岩、砂质泥岩等	用爆破法开挖
硬质石	较硬岩	微风化的坚硬岩； 未风化—微风化的大理岩、板岩、石灰岩、白云岩、钙质砂岩等	用爆破法开挖
	坚硬岩	未风化—微风化的花岗岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、石英砂岩、硅质砾岩、硅质石灰岩等	用爆破法开挖

1.1.2 土的工程性质

土的工程性质对土方工程施工有直接影响,也是进行土方施工设计必须掌握的基本资料。

1.1.2.1 土的可松性

土具有可松性,即自然状态下的土,经过开挖后,其体积因松散而增大,以后经回填仍不能恢复的性质。由于土方工程量需按不同状态进行计算,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。在实际工程中,对土方工程量可运用表 1-3 及表 1-4 的折算系数进行简化计算。对于填土,当设计密实度超过规定时,按设计要求执行。

表 1-3 土方体积折算系数表

天然密实体积	虚方体积	压实后体积	松填体积
1.00	1.30	0.87	1.08
0.77	1.00	0.67	0.83
1.15	1.50	1.00	1.25
0.92	1.20	0.80	1.00

注:表中虚方指未经压实、堆积时间小于等于 1 年的土壤。

表 1-4 石方体积折算系数表

石方类别	天然密实体积	虚方体积	松填体积	码方
石方	1.00	1.54	1.31	—
块石	1.00	1.75	0.43	1.67
砂夹石	1.00	1.07	0.94	—

1.1.2.2 原状土经机械压实后的沉降量

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,其沉陷量一般在 3~30 cm 之间。可按经验公式(1-1)计算:

S = P / C (1-1)

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(MPa);
C——原状土的抗陷系数(MPa),可按表 1-5 取值。

表 1-5 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	0.1~0.125
松砂、松湿黏土、耕土	0.025~0.035	泥灰石	0.13~0.18

此外,土的工程性质还有:渗透性、密实度、抗剪强度、土压力等,这些内容在土力学中有详细分析,在此不再赘述。

1.2 场地设计标高的确定

大型土木工程项目通常都要确定场地设计平面,进行场地平整。场地平整就是将自然地面改造成工程项目所要求的平面。场地设计标高应满足规划、生产工艺、运输、排水及最高洪水位等要求,并力求使场地内土方挖填平衡且土方量最小。

1.2.1 场地设计标高确定的一般方法

如场地比较平缓,对场地设计标高无特殊要求,可按下述方法确定。
将场地划分成边长为 a 的若干方格,并将方格网角点的原地形标高标在图上(图 1-1)。原地形标高可利用等高线用插入法求得或在实地测量得到。
按照挖填土方量相等的原则[图 1-1(b)],场地设计标高可按式(1-2)计算:

na^2 z_0 = \sum_{i=1}^n (a^2 \frac{z_{i1} + z_{i2} + z_{i3} + z_{i4}}{4})

即 z_0 = \frac{1}{4n} \sum_{i=1}^n (z_{i1} + z_{i2} + z_{i3} + z_{i4}) (1-2)

式中 z_0——所计算场地的设计标高(m);
n——方格数;
z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}, z_{i4}——第 i 个方格四个角点的原地形标高(m)。

由图 1-1 可见,11 号角点为一个方格独有,而 12,13,21,24 号角点为两个方格共有,22,