

建筑施工技术

JIANZHU SHIGONG JISHU

◎主 编 程和平
◎主 审 楼晓雯



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

建筑施工技术

主 编 程和平

副主编 任国亮 刘晨凌

主 审 楼晓雯



内 容 提 要

本书以施工工艺和技术要求为核心,融入建筑材料、施工质量控制、施工组织管理、施工安全管理、施工事故分析等内容,在内容设置上注重培养学生的实践能力。本书基础理论以实用为主,以必需、够用为度,结合了专业建设、课程建设和教学改革成果,是在广泛调查和研讨的基础上进行规划和编写的。本书内容分为绪论、土方工程、地基与基础工程、脚手架与垂直运输设备、砌体工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程、季节性施工。每单元前均明确了本单元的学习目标,每单元后附有自我测试题和能力训练题。

本书可作为高等院校土木工程类各专业的教材,也可供相关专业和从事工程建设的工程技术人员参考和使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/程和平主编. —北京:北京理工大学出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-5640-9555-0

I. ①建… II. ①程… III. ①建筑工程—工程施工 IV. ①TU74

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第181135号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 23.5

字 数 / 598千字

版 次 / 2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

定 价 / 58.00元

责任编辑 / 王玲玲

文案编辑 / 王玲玲

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

PREFACE

建筑施工技术是高等院校土木工程类各专业的主干课程之一，它主要研究建筑工程施工中各主要工种的施工工艺、技术和方法。

本书遵循建筑施工技术课程的基本要求，结合编者多年的教学和专业实践，吸取了建筑施工技术、土木工程施工和建筑施工组织等专业教材的优点，听取了施工企业工程技术人员对本书编写所提供的宝贵意见和建议，在创新性、实用性和科学性相结合的思想的指导下编写。本书具有下述几方面的显著特点：

1. 坚持传统建筑施工技术与施工新技术的有机结合。本书在尊重传统建筑施工技术教材结构模式的同时，突出展现了现代建筑施工的新技术、新工艺、新方法、新设备和新材料。

2. 强调建筑施工技术与施工质量和安全技术的统一性。施工技术与施工质量和安全有着密切的关系；施工质量和安全是施工技术开展的前提。长期以来，传统的建筑施工技术教材重技术、轻质量和安全，使施工质量和安全技术在教材中所处的地位极其薄弱，对此，本书增强了施工质量和安全技术的内容。

3. 注重建筑施工技术的实践性、实用性和可操作性相结合，使学生学以致用。

本书由程和平主编，任国亮、刘晨凌任副主编，楼晓雯担任主审。全书由绪论及10个单元组成。其中程和平编写单元5中的5.1、5.2、5.3；任国亮编写单元8；刘晨凌编写单元6、单元7；袁雷敏编写单元1、单元3及单元5中的5.4；石凌栋编写单元9、单元10；谢美编写绪论、单元4；常州市建筑科学研究院股份有限公司的李玉梅编写单元2中的2.1和2.2，刘世坤编写单元2中的2.3。

本书在编写过程中，承蒙张冲老师、陈昌凯老师、深圳蓝波绿建集团股份有限公司的邱泉同志提供了许多宝贵意见、建议和部分资料，在此向他们表示衷心的感谢。同时，编者在编写过程中，参阅了很多文献资料，在此谨向这些文献的作者致以诚挚的谢意。

鉴于建筑施工技术课程教学改革的进一步深化，以及编者水平的限制，书中不足之处，恳请同行专家批评指教。

编 者

目 录 CONTENTS

绪 论	1
0.1 建筑施工技术的研究对象和任务	1
0.2 我国建筑施工技术的发展概况	1
0.3 建筑施工程序	2
0.4 本课程的学习要求	3
单元1 土方工程	5
1.1 地基土现场鉴别	5
1.2 土方工程量计算	7
1.3 土方边坡及基坑(槽)支护	13
1.4 基坑降水	22
1.5 土方开挖与填筑	30
1.6 基坑工程监测	40
单元2 地基与基础工程	45
2.1 地基处理	45
2.2 浅基础施工	66
2.3 桩基础施工	70
单元3 脚手架与垂直运输设备	91
3.1 脚手架	91
3.2 垂直运输设备	100
单元4 砌体工程	108
4.1 砌体结构的材料	108
4.2 砖砌体施工	113
4.3 中、小型砌体施工	121

单元5 混凝土结构工程	132
5.1 模板工程	132
5.2 钢筋工程	148
5.3 混凝土工程	169
5.4 预制钢筋混凝土构件施工	197
单元6 预应力混凝土工程	206
6.1 概述	206
6.2 先张法	210
6.3 后张法	221
6.4 无粘结预应力混凝土	235
单元7 结构安装工程	241
7.1 单层工业厂房结构安装	241
7.2 多层装配式框架结构安装	263
7.3 结构安装工程的质量要求及安全技术	269
单元8 防水工程	272
8.1 防水材料	272
8.2 屋面防水工程	277
8.3 地下防水工程	289
8.4 厕浴间防水工程	300
单元9 装饰工程	305
9.1 抹灰工程	306
9.2 楼地面工程	318
9.3 饰面工程	325
9.4 顶棚工程	334
9.5 隔墙工程	339
9.6 涂料与裱糊工程	343
单元10 季节性施工	349
10.1 冬期施工	349
10.2 雨期施工	362
10.3 高温天气施工	367
参考文献	370

绪 论

0.1 建筑施工技术的研究对象和任务

建筑业在国民经济发展中起着举足轻重的作用。一方面,从投资来看,国家用于建筑安装工程的资金,约占基本建设投资总额的60%;另一方面,建筑业的发展对其他行业起着重要的促进作用,它每年要消耗大量的钢材、水泥、地方性建筑材料和其他国民经济部门的产品。同时,建筑业的产品又为人民的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,建筑业提供的国民收入也位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“小康”建设和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。

0.1.1 建筑工程的施工划分

一栋建筑的施工是一个复杂的过程。为了便于组织施工和验收,常将建筑工程的施工划分为若干分部工程和分项工程。

(1)按工程的部位和施工的先后次序划分。一般民用建筑按工程的部位和施工的先后次序,将一栋建筑的土建划分为地基与基础、主体结构、建筑装饰装修、建筑屋面四个分部工程。

(2)按施工工种不同划分。建筑工程按施工工种不同,分为土石方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、结构安装工程、屋面防水工程、装饰工程等分项工程。

一般情况下,一个分部工程由若干不同的分项工程组成,如地基与基础分部工程由土石方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程等分项工程组成。

0.1.2 本课程的研究对象和任务

建筑施工技术是土木工程类各专业的一门重要专业课程,它是通过对建筑工程主要工种的工艺原理和施工方法的研究,寻求根据不同工程特点选择施工方案的途径。如何根据施工对象的特点和规模、地质水文和气候条件、机械设备和材料供应等客观条件,从运用先进技术、提高经济效益出发,使技术与经济统一,选择各个工程最合理的施工方案,研究其施工规律,是本课程研究的主要任务。

如何依据施工对象的特点、规模和实际情况,应用合适的施工技术和方法,完成符合设计要求的各种工程,是本课程研究的主要内容。

0.2 我国建筑施工技术的发展概况

中国建筑艺术在世界建筑史上有着特殊的风格和构建体系,以及相应的各种操作方法和技能。古老的中国建筑体系约发端于距今8 000年前的新石器时代,采用干阑式建筑形

式,实施榫卯技术连接;夏代和商代是此体系的萌芽期,不仅出现了壁垒森严的城市和大殿,同时也产生了自然山水与风景园林;秦代和汉代是中国建筑艺术发展的兴盛时期,这两个朝代的建筑宏伟、博大雄浑,如万里长城和长安城;在盛唐时期,中国建筑艺术的发展达到了顶峰,新的施工技术解决了大面积、大体积的问题并已定型化,如斗拱;随后,辽代修建的山西应县 66 m 高的木塔及明代北京故宫建筑,清代的圆明园、颐和园等都是中国建筑的瑰宝,这些都有力地证实了我国建筑技术已达到了相当高的水平。

新中国成立 60 多年来,随着社会的进步与技术的发展,建筑施工技术也得到了不断发展与提高。特别是近年来,一大批新时期的施工技术达到了相当高的水平。如在人工地基与地基处理新技术中,应用了软土地基搅拌加固法、分层注浆加固法、压密注浆法、小口径搅拌固化法、粉体喷射搅拌加固法等;在岩溶区软弱地基处理新技术中,应用了高压旋喷桩技术、化学灌浆技术;在高层建筑地下室深基坑围护技术中,使用了静压力桩技术、基坑降排水及边坡抢险加固技术;另外,还有地下连续墙工艺施工围护桩加固技术、广场大型建(构)筑物基坑支护工程加固技术等。在现浇钢筋混凝土模板工程中,推广应用了爬模、滑模、台模、筒子模、隧道模、组合钢模板、大模板、早拆模板体系。粗钢筋连接应用了电渣压力焊、钢筋气压焊、钢筋冷压连接、钢筋螺纹连接等先进连接技术。混凝土工程采用了泵送混凝土、喷射混凝土、高强度混凝土,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;在预应力混凝土方面,采用了无粘结工艺和整体预应力结构,推广了高效预应力混凝土技术,使我国预应力混凝土的发展从构件生产阶段进入了预应力结构生产阶段;在钢结构方面,采用了高层钢结构技术、空间钢结构技术、轻钢结构技术、钢-混凝土组合结构技术、高强度螺栓连接与焊接技术和钢结构防护技术;在大型结构吊装方面,随着大跨度结构与高耸结构的发展,创造了一系列具有我国特色的整体吊装技术,如集群千斤顶的同步整体提升技术,能把数百吨甚至数千吨的重物按预定要求平稳地整体提升安装就位;在墙体改革方面,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,同时,发展了混凝土小型空心砌块建筑体系、框架轻墙建筑体系、外墙保温隔热技术等,使墙体改革有了新的突破。激光技术在建筑施工导向、对中和测量以及液压滑升模板操作平台自动调平装置上得到应用,使工程施工精度得到提高,同时,又保证了工程质量。另外,在电子计算机、工艺理论、装饰材料等方面,也掌握和开发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。

0.3 建筑施工程序

建筑施工的成果就是完成各类建筑产品——各种建筑物或构筑物。每个建筑产品都需要经过场地平整、基础施工、主体施工、装饰施工、安装施工等,最后竣工验收形成建筑产品。

在建筑施工中,必须坚持施工程序,按照建筑产品施工的客观规律组织工程施工。只有这样,才能加快工程建设速度、保证工程质量和降低工程成本。

建筑施工程序是指建筑产品的生产过程或施工阶段必须遵守的顺序,主要包括接受施工任务、签订工程承包合同,施工准备,组织工程施工和工程竣工验收等阶段。

0.3.1 接受施工任务、签订工程承包合同

建筑施工企业接受施工任务，主要是参加投标中标而得到的。中标后必须同建设单位签订工程承包合同，明确各自在施工期内的经济责任和所承担的义务。工程合同一经签订，即具有法律效力。

0.3.2 施工准备

施工任务落实后，在工程开工之前，应安排一定的施工准备期。做好施工准备工作，是坚持施工程序的重要环节之一。

施工准备的主要任务是根据建设工程的特点、施工进度和工程质量要求，以及施工的客观条件，合理布置施工力量，从技术、物质、人力和组织等方面为建筑施工顺利进行创造必要的条件。

施工准备的内容，以单项工程为例，主要包括编制施工组织设计和施工预算、征地和拆迁、施工现场“三通一平”（水、电、路要通及平整场地）乃至“七通一平”（水、电、气、路、通信、排污和排洪要通及平整场地）、修建临时设施、建筑材料和施工机具的准备、施工队伍的准备等，并做好施工与监理单位的配合及协调工作。

0.3.3 组织工程施工

组织工程施工在整个建筑生产过程中占有极为重要的地位。因为只有通过合理的组织施工，才能最后形成建筑产品。

组织工程施工的主要内容包括：一是根据施工组织设计确定的施工方案和施工方法以及进度的要求，科学地组织综合施工；二是在施工中，对施工过程的进度、质量、安全等进行全面控制，最终全面完成施工计划任务。

0.3.4 工程竣工验收

工程竣工验收是对建筑产品进行检验评定的重要程序，亦是对基本建设成果和投资效果的总检查。所有工程项目按设计文件要求的内容建成后，均须根据国家的有关规定进行竣工验收，并评定其质量等级。

只有验收合格的建筑工程，才能正式移交使用。不合格的建筑工程，不准报竣工验收，更不得移交使用。

在工程交付使用的同时，施工单位须向业主交付一套完整的工程竣工资料，以作为历史档案资料，供今后查用。

0.4 本课程的学习要求

1. 学好相关课程

建筑施工技术是一门综合性很强的职业技术课程。它与建筑材料、房屋建筑构造、建筑测量、建筑力学、建筑结构、地基与基础、建筑机械、施工组织设计与管理、建筑工程预

算等课程有密切的关系。它们既相互联系，又相互影响，因此，要学好建筑施工技术课程，还应学好上述相关课程。

2. 学好建筑工程施工及验收规范

建筑工程施工要加强技术管理，贯彻统一的“施工质量验收规范”，认真学习相关的“施工工艺指南”，提高施工技术水平，保证工程质量，降低工程成本。因此，除了要学好上述相关课程外，还必须认真学习国家颁布的建筑工程施工及验收规范，因为这些规范是国家的技术标准，是我国建筑科学技术和实践经验的结晶，也是全国建筑界所有人员必须共同遵守的准则。

3. 坚持理论联系实际原则

由于本课程涉及的知识面广、实践性强，而且技术发展迅速，学习中必须坚持理论联系实际的学习原则，应用所学施工技术知识来解决实际工程中的一些问题。

自我测试题

1. 试述建筑施工的基本程序。
2. 简述我国建筑施工技术的发展概况。
3. 什么叫“三通一平”和“七通一平”？
4. 通过查看有关资料，了解国内外都有哪些重要的建筑正在建设或已经落成，在施工技术上有什么特点。

单元 1 土方工程

◎学习目标

了解土的分类和现场鉴别方法；掌握基坑(槽)、场地平整土方量的计算方法；了解造成土壁塌方和发生流砂现象的原因及防治方法；熟悉常用土方施工机械的特点、性能、适用范围及提高生产率的方法；掌握基坑降水排水的方法，掌握土方边坡及支护的方法并能结合边坡情况进行支护方法的选择，掌握回填土施工方法及质量检验标准；了解基坑工程监测的基本要求和方法。

土方工程是建筑工程施工的一个主要分部工程，它的主要施工过程包括挖土、运土、填土、压土和场地平整，此外，还有准备工作(排水与降水等)以及辅助工作(护壁)。

1.1 地基土现场鉴别

1.1.1 土的分类和现场鉴别

在建筑施工中，按照施工开挖的难易程度将土分为八类，见表 1-1，其中，一至四类为土，五至八类为岩石。

表 1-1 土的工程分类与现场鉴别方法

土的分类	土 的 名 称	现场鉴别方法	可松性系数	
			K_s	K'_s
一类土 (松软土)	砂、矿质粉土，冲积砂土，种植土、泥炭(淤泥)	用锹、锄头挖掘	1.08~1.17	1.01~1.03
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、填筑土及矿质粉土	用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松	1.14~1.28	1.02~1.05
三类土 (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，压实的填筑土	主要用镐，少许用锹、锄头，部分用撬棍	1.24~1.30	1.04~1.07
四类土 (砂砾坚土)	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，软的泥灰岩及蛋白石	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
五类土 (软石)	硬石炭纪黏土，中等密实的页岩、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，部分使用爆破	1.30~1.45	1.10~1.20

续表

土的分类	土 的 名 称	现场鉴别方法	可松性系数	
			K_s	K'_s
六类土 (次坚石)	泥炭, 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	用爆破方法, 部分用风镐	1.30~1.45	1.10~1.20
七类土 (坚石)	大理岩, 辉绿岩, 粗、中粒花岗岩, 坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩	用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
八类土 (特坚石)	玄武岩, 花岗片麻岩, 坚实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、辉绿岩	用爆破方法	1.45~1.50	1.20~1.30

作为工程管理人员, 管理过程中有时需要对土的分类进行鉴别, 按表 1-1 中土的分类现场鉴别方法, 再经过长期现场实践经验, 就可准确地确定开挖土方的工程类别。

1.1.2 土的基本性质

1. 土的三相组成

土由土颗粒、水和空气三相组成, 如图 1-1 所示。这三部分之间的比例关系随周围条件的变化而变化, 三者相互间比例不同, 则反映出的土的物理状态不同。土的三相比例不同, 决定了各类土的性质不同, 如干燥或潮湿、疏松或密实等。

2. 天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量, 称为土的天然密度(g/cm^3 或 t/m^3), 按下式计算:

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

式中 m ——土的总质量;

V ——土的天然体积。

单位体积中土的固体颗粒的质量, 称为土的干密度(g/cm^3 或 t/m^3), 按下式计算:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-2)$$

式中 m_s ——土中固体颗粒的质量。

土的干密度越大, 表示土越密实。工程上常把干密度作为评定土体密实程度的标准, 以控制填土工程的质量。

3. 土的含水量

土的含水量(w)是指土中水的质量与固体颗粒质量的比值, 以百分数表示, 按下式计算:

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

式中 m_w ——土中水质量。

一般土的干湿程度用含水量表示。含水量在 5% 以下称为干土, 在 5%~30% 称为潮湿土, 大于 30% 称为湿土。



图 1-1 土的三相组成示意图

4. 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。用于表达土的可松性程度的系数称为可松性系数,分为最初可松性系数和最终可松性系数,表示为:

$$K_s = \frac{V_2}{V_1}; K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-4)$$

式中 K_s ——最初可松性系数;

K'_s ——最终可松性系数;

V_1 ——原状土的体积;

V_2 ——土经开挖后的松散体积;

V_3 ——土经回填压实后的体积。

各类土的可松性系数见表 1-1。土的可松性对土方量的平衡调配、确定场地设计标高、计算运土机具的数量、计算填土挖方所需体积等均有直接影响。

【例 1-1】 要将 500 m^3 的普通土开挖后运走,实际需要运走的土有多少? 如果需要回填 500 m^3 的粉质黏土,需挖方体积是多少? ($K_s=1.2$, $K'_s=1.04$)

【解】 $V_2 = V_1 \cdot K_s = 500 \times 1.2 = 600 (\text{m}^3)$

$V_1 = V_3 \div K'_s = 500 \div 1.04 = 480.8 (\text{m}^3)$

5. 土的孔隙比和孔隙率

孔隙比(e)是指土的孔隙体积(V_v)与固体体积(V_s)的比值;孔隙率(n)是指土的孔隙体积(V_v)与总体积(V)的比值,用百分率表示,即:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1-5)$$

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (1-6)$$

孔隙比和孔隙率反映了土的密实程度,其值越小,土越密实。

6. 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性能。土的渗透性用渗透系数 K 表示,它表示单位时间内水穿透土层的能力,一般由试验确定,单位为 m/d 。渗透系数与土的颗粒级配、密实程度等有关,是人工降低地下水位及选择各类井点的主要参数。

1.2 土方工程量计算

1.2.1 基坑、基槽和路堤、管沟土方量计算

土方工程施工前,通常要计算土方量,根据土方量的大小,拟订土方工程施工方案,组织土方工程施工。土方工程外形往往很复杂、不规则,要准确计算土方量难度很大。一般情况下,将其划分成一定的几何形状,采用具有一定精度又与实际情况近似的方法计算。

1. 基坑土方量计算

基坑是指长宽比小于或等于 3 的矩形土体,基坑土方量计算可按立体几何中的拟柱体

体积计算(图 1-2)，即：

$$V=\frac{H}{6}(A_1+4A_0+A_2) \tag{1-7}$$

式中 H ——基坑深度，m；
 A_1 、 A_2 ——基坑上、下底面积， m^2 ；
 A_0 ——基坑中截面面积， m^2 。

2. 基槽和路堤、管沟土方量计算

基槽和路堤、管沟的土方量可以先沿长度方向分段，如图 1-3 所示，然后按相同的方法计算各段的土方量，再将各段土方量相加即得到总土方量。

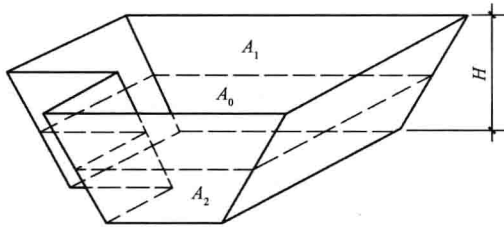


图 1-2 基坑土方量计算

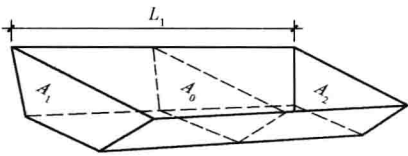


图 1-3 基槽和路堤、管沟土方量计算

$$V_1=\frac{L_1}{6}(A_1+4A_0+A_2) \tag{1-8}$$

$$V=V_1+V_2+\cdots+V_n \tag{1-9}$$

式中 V_1 ——第一段的土方量， m^3 ；
 L_1 ——第一段的长度，m；
 V_1 、 V_2 、 $\cdots$ 、 V_n ——各段的土方量， m^3 。

1.2.2 场地设计标高的确定

建筑施工现场通常按总图竖向设计要求(如工厂厂区生产工艺的要求等)，设置在一个高程或几个不同高程的平面上。因此，土方工程施工时，必须对建设场地进行平整，使天然的地面通过场地平整施工改造成设计所要求的平坦地面。当场地对高程无特殊要求时，一般可以根据在平整前和平整后的土方量相等的原则确定场地的设计标高，使挖土和填土的总量基本持平，从而减少对场地而言的借土或弃土，使开挖出的土方得到合理的利用。

场地平整土方量的计算方法有方格网法和断面法两种。

断面法是将计算场地划分成若干横截面后逐段计算，最后将逐段计算结果汇总。断面法计算精度较低，可用于地形起伏变化较大、断面不规则的场地。当场地地形较平坦时，一般采用方格网法。

方格网法的基本步骤是计算前先将场地平面划分成方格网，并根据地形图上的等高线，用线性插入的方法将每个方格的角点标高(自然地面标高)计算出来并标于图上。当没有地形图时，可用测量仪器测出方格网各角点的实际高程，再标到图上。

1. 场地设计标高的确定原则

- (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) 尽量使场地内的挖方量与填方量达到平衡, 以降低土方运输费用;
- (4) 需有一定的泄水坡度, 要能满足排水要求;
- (5) 考虑最高洪水位的要求。

总之, 合理确定场地设计标高, 是对工程设计和工程施工都十分重要的一项工作。除了进行必要的理论计算以外, 还要对场地设计标高的各种影响因素进行分析, 经综合考虑后做出最后的决定, 确定最终采用的场地设计标高。

2. 初步确定场地设计标高(理论设计标高)

将地形图划分方格, 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。一般说来, 理想的设计标高, 应该使场地的土方在平整前和平整后相等而达到挖方和填方的平衡。当场地平整前、后土方量相等, 则初步设计标高为:

$$H_0 m a^2 = \sum \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (1-10)$$

式(1-10)可化为:

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

式中

H_0 ——场地设计标高, m;

a ——方格边长, m;

m ——方格数量;

H_{11} 、 H_{12} 、 H_{21} 、 H_{22} ——任一方格四个角点的自然地面标高, m。

从图 1-4 中可以看出, H_{11} 是一个方格的角点标高, H_{12} 和 H_{21} 是两个方格公共的角点标高, H_{22} 则是四个方格公共的角点标高。如果将所有方格的四个角点标高相加, 那么, 类似 H_{11} 这样的角点标高加到一次, 类似 H_{12} 和 H_{21} 的标高加到两次, 而类似 H_{22} 的标高则要加到四次。若规定只使用一次的角点自然标高用 H_1 表示, 使用二次、三次、四次的角点自然标高依次用 H_2 、 H_3 、 H_4 表示, 则式(1-11)可写成下列的形式:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4m} \quad (1-12)$$

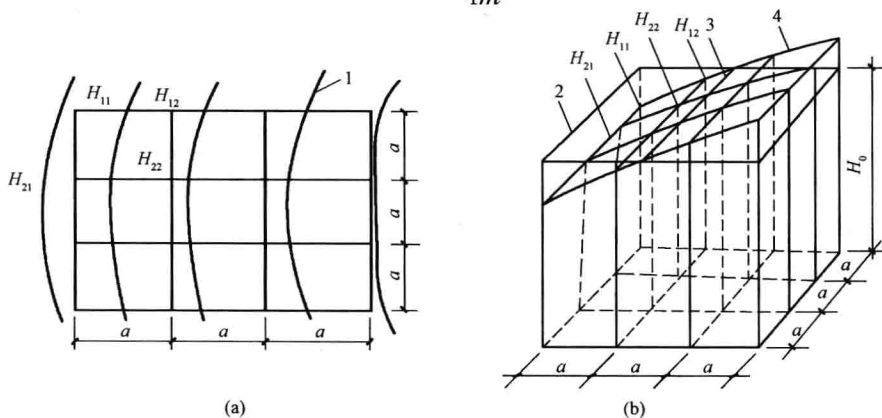


图 1-4 场地设计标高计算简图

(a) 地形图上划分方格网; (b) 设计标高示意图

1—等高线; 2—设计标高平面; 3—自然地面与设计标高平面交线(零线); 4—自然地面

1.2.3 场地平整土方量计算

用方格网法计算场地平整土方量的步骤如下。

1. 方格网的划分及编号

根据地形图将场地范围内的地面划分成方格网。方格边长 a 的长短, 取决于地形变化的复杂程度和所要求的计算精度。通常可取为 20 m、30 m、50 m 等。若地形变化复杂、要求计算精度较高, a 值可取小些; 否则, 则可以取大一些, 以减少计算工作量。

2. 计算场地各方格角点的施工高度

各角点的四个位置分别填入: 角点编号(左下位置)、自然标高(右下位置)、设计标高(右上位置)、施工高度(左上位置)。场地设计标高一般应考虑土的可松性影响, 并根据场地排水的要求, 考虑泄水坡度的影响后再填入上述位置。

根据场地的大小和实际需要, 设置单向排水或双向排水, 为了使调整后的设计标高仍然能使挖、填方保持平衡, 一般取场地平面几何中心的设计标高为 H_0 , 其余各角点的设计标高通过计算求得。

(1) 单向泄水场地各点设计标高的计算。

场地单向泄水时, 场地内任意一点的设计标高为:

$$H_n = H_0 \pm li \quad (1-13)$$

式中 H_0 ——场地内设计确定的标高;

l ——该点至场地中心线的距离;

i ——场地泄水坡度(不小于 0.2%)。

(2) 双向泄水场地各点设计标高的计算。

场地双向泄水时, 场地内任意一点的设计标高为:

$$H_n = H_0 \pm l_x \cdot i_x \pm l_y \cdot i_y \quad (1-14)$$

式中 l_x 、 l_y ——该点对场地中心线 $x-x$ 、 $y-y$ 的距离;

i_x 、 i_y —— $x-x$ 、 $y-y$ 方向的泄水坡度。

各角点的施工高度=设计标高-自然标高, 施工高度得负值为挖方, 得正值为填方。

3. 计算零点位置、画零线

零点是位于方格网上的挖填作业分界点, 因此, 零点必出现在施工高度正、负号改变的两相邻角点之间; 计算出各个零点的位置后, 各方格的零点相连即可作出零线, 零线则是场地挖填作业的分界线。在实际中是平面曲线的零线, 此处用折线近似替代。

零点位置可用数解法(图 1-5)或图解法(图 1-6)确定。

(1) 利用数解法计算零点位置。

$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \cdot a; \quad x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} \cdot a \quad (1-15)$$

式中 x_1 、 x_2 ——角点至零点的距离;

h_1 、 h_2 ——相邻两角点的施工高度, 均用绝对值;

a ——方格网的边长。

(2) 利用图解法计算零点位置。图解法直接求出零点位置的方法如图 1-6 所示, 用尺在

各角上标出相应比例，用线相连，与方格相交点即为零点位置，甚为方便，同时，可避免计算或查表出错。

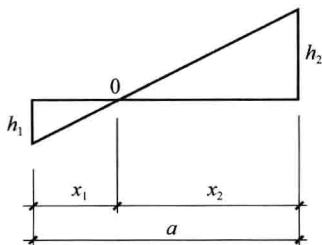


图 1-5 零点位置计算示意图

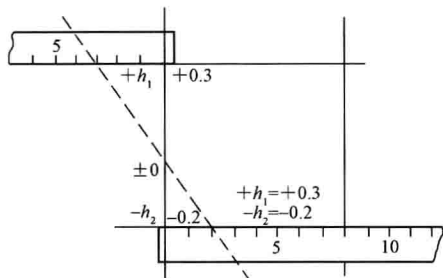


图 1-6 零点位置图解法

4. 计算方格土方量

在方格网上，零线通过的方格被分成两部分(或是一个直角三角形加一个五边形；或是两个直角梯形)。零线不通过的方格则仍为正方形。将各个方格的挖、填方量分别汇总相加，即得出场地方格网内的总挖方量和总填方量(不包括场地的边坡挖、填方量)。

【例 1-2】 图 1-7 所示为一个 60 m×90 m 的施工场地，各个角点的自然标高已标注在图上。平整后的场地采用双向排水，即 $i_x=10\%$ ， $i_y=5\%$ ，方格边长 $a=30$ m。试确定场地设计标高，并计算场地的挖方总量和填方总量。

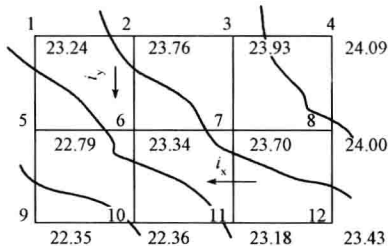


图 1-7 场地平整土方工程量计算

【解】 (1)初步确定设计标高(H_0)。由于 $m=6$ ，由式(1-12)得：

$$\sum H_1 = 23.24 + 24.09 + 23.43 + 22.35 = 93.11(\text{m})$$

$$2 \sum H_2 = 2 \times (23.76 + 23.93 + 24.00 + 23.18 + 22.36 + 22.79) \\ = 280.04(\text{m})$$

$$3 \sum H_3 = 3 \times 0 = 0$$

$$4 \sum H_4 = 4 \times (23.34 + 23.70) = 188.16(\text{m})$$

$$H_0 = \frac{93.11 + 280.04 + 188.16}{4 \times 6} = 23.39(\text{m})$$

(2)计算考虑双向泄水坡度后的场地设计标高。场地尺寸：长(A)×宽(B)=90 m×60 m，则场地设计标高的最低点为 9 号角点。它的设计标高为：

$$H_9 = H_0 - 45 \times i_x - 30 \times i_y = 23.39 - 45 \times 10\% - 30 \times 5\% = 22.79(\text{m})$$

以 9 号角点的设计标高为基数，沿横向各角点依次增加 $a \times i_x = 30 \times 10\% = 0.3(\text{m})$ ；沿纵向各角点依次增加 $a \times i_y = 30 \times 5\% = 0.15(\text{m})$ 。将结果填入各角点的右上角，如图 1-8 所示。

(3)计算施工高度。施工高度=设计标高-自然标高，施工高度得负值为挖方，施工高度得正值为填方。将计算结果填入各角点的左下位置，如图 1-8 所示。