



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

(第三版)

建筑施工技术

张长友 白 锋 主 编
周兆银 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

(第三版)

建筑施工技术

主 编 张长友 白 锋
副主编 周兆银
编 写 李 根 贾顺莲
主 审 杨 东



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十二五”职业教育国家规划教材,是根据“建筑施工技术课程教学大纲”及本课程的教学基本要求,并参照现行施工及验收规范编写而成的。全书共分十一章,主要内容包括土方工程、地基与基础工程、砌体工程、钢筋混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、钢结构工程、高层建筑主体结构工程施工、防水工程、装饰工程、冬雨期施工等。书中配有大量例题、每章均附有工程实践案例、复习思考题和习题,方便教师组织教学和学生自学。

全书体系完整,内容精练,图文并茂,深入浅出,阐述了建筑施工技术的基本规律,反映当前先进成熟的施工技术、施工工艺、施工方法。

本书可作为高职高专建筑工程技术、工程造价、工程监理专业及相关土建类专业的教材,也可作为同层次的大专、函授和夜大教材,还可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/张长友,白锋主编. —3版. —北京:中国电力出版社,2014.8

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-5123-5422-7

I. ①建… II. ①张…②白… III. ①建筑工程—工程施工—高等职业教育—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第002772号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街15号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2004年2月第一版

2014年8月第三版 2014年8月北京第十九次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 26印张 633千字

定价 46.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

《建筑施工技术（第三版）》为“十二五”职业教育国家规划教材。《建筑施工技术（第二版）》为普通高等教育“十一五”国家级规划教材（高职高专教育）。经过几年的使用实践，本书不仅得到了使用院校师生的高度评价及认可，而且受到了工程各界使用者的广泛好评。本次修订将在探索普通高等教育高职高专人才培养方面取得成功经验和教学成果的基础上，经过广泛调研、反复修改与论证，对本书内容不断完善、创新，确保内容充实，突出理论性、实用性和操作性。

为了适应新技术、新工艺、新材料的应用和发展，以满足教学改革、技术创新及行业发展的需要，以及本专业毕业生具有一定实践年限后，要参加国家注册执业资格考试。因此，对本课程体系和国家注册执业资格考试大纲要求的知识体系进行优化整合，及时吸收现已成熟的新技术和新方法，密切结合现行新规范、新标准，不断完善补充新的内容，并综合读者的意见，修订如下。

（1）紧紧围绕建筑工程技术专业方向、建筑工程管理专业、工程造价专业等学生培养目标构建教学内容体系，适应相关专业的教学要求，删除已陈旧或将被淘汰的技术和内容。

（2）补充修订了基坑工程施工、土方工程机械的选择、配筋砌体工程施工、钢筋混凝土工程、钢结构安装、高层建筑主体结构工程施工、卫生间防水施工、防水工程质量控制，增加了建筑幕墙、建筑节能保温工程施工等，并对各章的案例进行了精选优化。

本书由张长友、白锋主编，周兆银副主编，参加编写的人员有山西省建筑职业技术学院白锋（第一～四章）、李根（第五章）；重庆科技学院张长友（第六～八章）、贾顺莲（第九章）、周兆银（第十、十一章）。参加本书编写的教师都是多年从事教学工作，具有丰富的教学和工程实践经验。

本书由张长友主持修订并统稿；重庆建工集团教授级高工、国际工程项目管理专家杨东担任主审，并在百忙之中对本书进行了全面的审阅，提出了不少宝贵意见，特此表示深切的谢意。在编写过程中参考了许多文献资料和有关施工经验，得到了建筑工程专业人士的大力支持和热情帮助。谨此对文献资料的作者和有关经验的创造者表示诚挚的感谢。

由于编写时间仓促和水平所限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2014.7



第一版前言

“建筑施工技术”是房屋建筑工程专业和建筑工程造价管理专业的一门主要专业课程。它是研究建筑工程施工中各种建筑物（构筑物）主要工种的施工工艺、施工技术和施工方法的基本规律的学科。其特点是涉及面广、实践性和综合性强、发展迅速。

本书是根据建筑施工技术课程教学基本要求，结合 21 世纪房屋建筑工程专业和建筑工程造价管理专业人才培养目标编写的。本书在编写过程中以工艺流程为主线，并严格遵守国家新修改的建筑工程施工质量及验收规范、规程、标准，综合运用有关学科的基础理论、基本知识和基本方法，解决建筑工程施工中的技术问题。注重理论联系实际，加强施工技能的操作能力，重在实践能力、动手能力的培养，做到学以致用，能抓住建筑施工中的关键技术，确保建筑施工质量。

本书力求做到体系完整，内容精练，图文并茂，深入浅出。书中文字表达通畅，插图清晰、直观，并在每章附有例题、工程实践案例、复习思考题和习题，便于组织教学和自学。

本书在编写时，坚持了传统建筑施工技术与建筑施工新技术的有机结合，既尊重传统建筑施工技术教材的结构模式，又突出展现了建筑施工的先进技术水平，并结合了近年发展起来的建筑施工新技术、新工艺、新成就。

本书由张长友、白锋主编，重庆建工集团高级工程师杨东主审。参加编写人员有山西省建筑职业技术学院白锋（第 1、2、3、4 章）、李根（第 5 章），重庆石油高等专科学校张长友（第 6、7、8 章）、贾顺莲（第 9 章）、周兆银（第 10、11 章）。全书由张长友统稿。此外，本书在编写过程中结合编者多年的教学实践，吸取了施工企业工程技术人员提供的宝贵意见和建议，并参考了许多文献资料和有关施工技术的经验，谨此对文献资料的作者和有关经验的创造者表示诚挚的感谢。

由于我们编写时间比较仓促和水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2007.2

第三版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材（高职高专教育），是根据全国高职高专建筑工程技术专业和管理类专业课程的教学基本要求编写的。“建筑施工技术”是研究建筑工程施工中各种建筑物（构筑物）主要工种的施工工艺、施工技术和施工方法的基本规律的学科。其特点是涉及面广，实践性和综合性强，发展迅速。

本书是根据建筑施工技术课程教学基本要求，结合 21 世纪建筑工程技术专业和工程造价专业人才培养目标编写的。在编写上力求按照“体现时代特征，突出实用性、创新性”的教材编写指导思想，综合建筑施工的特点，反映基本理论与工程实践的紧密结合，基本原理与新技术、新方法的紧密结合。鉴于我国经济建设快速发展的需要，工程建设愈来愈需要“宽口径、厚基础”的专业人才，培养“懂设计、会施工、能管理”应用型人才的定位，突出高职高专的特色。

本书在编写过程中以工艺流程为主线，并严格遵守国家新修改的建筑工程施工质量及验收规范、规程、标准，综合运用有关学科的基础理论、基本知识和基本方法，解决建筑工程施工中的技术问题；在注重理论联系实际的同时，加强施工技能的操作内容；重在实践能力、动手能力的培养，做到学以致用；突出建筑施工中的关键技术，确保建筑施工质量。

本书在编写时，坚持了传统建筑施工技术与新技术的有机结合，既尊重传统施工技术教材的结构模式，又突出展现了建筑施工的先进技术水平，并结合了近年发展起来的建筑施工新技术、新工艺、新成就。书中增加了深基础的支护方法，如地下连续墙、土层锚杆、土钉墙，软弱地基的加固处理，人工挖孔桩的施工，大体积混凝土、钢管混凝土、无黏结预应力结构和现浇框架预应力结构的施工，钢结构的加工、焊接、连接、安装、涂装的施工，高层建筑主体结构的施工，新型防水、装饰施工等内容。

本书力求做到体系完整，内容精练，图文并茂，讲解深入浅出。书中文字表达通畅，插图清晰、直观。书中配有大量例题，每章均附有工程实践案例、复习思考题和习题，便于教师教学和学生自学。

本书由张长友、白锋主编，重庆建工集团高级工程师杨东主审。参加编写的人员有山西省建筑职业技术学院白锋（第 1、2、3、4 章）、李根（第 5 章），重庆科技学院张长友（第 6、7、8 章）、贾顺莲（第 9 章）、周兆银（第 10、11 章）。全书由张长友统稿。此外，本书在编写过程中结合编者多年的教学实践，吸取了施工企业工程技术人员提供的宝贵意见和建议，并参考了许多文献资料和有关施工技术的经验，谨此对文献资料的作者和有关经验的创造者表示诚挚的感谢。

由于编者水平所限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者
2004.2

目 录

前言

第一版前言

第二版前言

第一章 土方工程	1
第一节 概述	1
第二节 土方工程量计算	5
第三节 基坑(槽)土方工程施工	17
第四节 土方工程的机械化施工	33
第五节 土方回填与压实	40
第六节 爆破施工	42
工程实践案例	46
复习思考题	50
习题	50
第二章 地基与基础工程	52
第一节 软弱地基的加固处理	52
第二节 浅基础工程施工	59
第三节 桩基础工程	65
工程实践案例	78
复习思考题	79
第三章 砌体工程	81
第一节 砌筑用脚手架	81
第二节 砖砌体施工	92
第三节 混凝土小型砌块施工	99
第四节 配筋砌体工程施工	101
第五节 框架填充墙的施工	104
第六节 砌筑工程的安全技术	106
工程实践案例	106
复习思考题	109
第四章 钢筋混凝土结构工程	110
第一节 模板工程	111
第二节 钢筋工程	126
第三节 混凝土工程	142
第四节 钢筋混凝土工程的安全技术	169

工程实践案例	169
复习思考题	173
习题	173
第五章 预应力混凝土工程	175
第一节 概述	175
第二节 先张法施工	179
第三节 后张法施工	186
第四节 无黏结预应力混凝土结构施工	201
第五节 预应力混凝土现浇框架结构施工	204
工程实践案例	206
复习思考题	208
习题	209
第六章 结构安装工程	210
第一节 起重机械	210
第二节 单层工业厂房结构安装	226
第三节 结构安装工程的安全技术	245
工程实践案例	246
复习思考题	249
习题	250
第七章 钢结构工程	252
第一节 钢结构加工制作工艺	252
第二节 钢结构构件的焊接	255
第三节 紧固件连接工程	259
第四节 单层钢结构安装工程	262
第五节 多层及高层钢结构安装工程	266
第六节 钢网架结构安装工程	268
第七节 钢结构涂装工程	274
工程实践案例	277
复习思考题	279
第八章 高层建筑主体结构工程施工	281
第一节 高层建筑结构施工概述	281
第二节 高层建筑主体结构施工用机械设备	285
第三节 高层建筑主体结构的施工	291
第四节 高层建筑施工的安全技术	302
工程实践案例	304
复习思考题	305
第九章 防水工程	307
第一节 建筑防水的分类与等级	307
第二节 屋面防水工程	309

第三节 地下室防水施工·····	318
第四节 卫生间防水施工·····	325
第五节 防水工程质量控制·····	328
工程实践案例·····	330
复习思考题·····	333
第十章 装饰工程 ·····	334
第一节 抹灰工程·····	334
第二节 饰面工程·····	339
第三节 楼地面工程·····	350
第四节 顶棚工程施工·····	355
第五节 门窗及建筑幕墙工程·····	359
第六节 建筑节能保温工程·····	369
工程实践案例·····	372
复习思考题·····	374
第十一章 冬雨期施工 ·····	376
第一节 冬期施工方法·····	376
第二节 雨期施工方法·····	393
第三节 冬期与雨期施工的安全技术·····	398
工程实践案例·····	398
复习思考题·····	401
参考文献 ·····	403

第一章 土方工程

本章提要：本章内容包括土方工程概述、土方工程量计算及调配、土方工程施工的要点、土方工程机械化施工和爆破施工。在土方工程概述中，主要介绍土方工程的分类及特点、土的现场鉴别方法、土的工程性质、土方边坡等内容。在土方工程量计算及调配中，主要包括基坑（槽）土方量计算、场地平整土方量计算及调配等。土方工程施工要点包括土方工程施工准备、基坑（槽）施工、土方填筑与压实、验槽等。在土方工程机械化施工中，着重阐述常用土方机械的类型、性能及提高生产率的措施。在爆破施工中主要介绍爆破基本知识、炸药和药量计算、起爆技术和爆破方法。

学习要求：

- (1) 掌握土的工程性质、土的现场鉴别方法、边坡留设和土方调配的原则。
- (2) 掌握基坑（槽）、场地平整土方量计算、土壁失稳和产生流砂、管涌的原因，并能提出相应的防治措施；基坑（槽）施工、土方填筑与压实、验槽方法等。
- (3) 熟悉轻型井点的设计和回填土的质量要求及检验标准，常用土方机械的性能及适用范围，能正确合理地选用。
- (4) 了解爆破基本知识、引爆技术、爆破方法和安全技术。

土方工程是建筑工程施工中主要分部工程之一，任何一项建筑工程施工都是从土方工程开始的。在大型建筑工程中，由于土方工程量大、施工条件复杂、施工中受气候条件、工程地质和水文地质条件的影响很大，因此施工前应针对土方工程的施工特点，制定合理的施工方案。在建筑工程施工中最常见的土方工程施工包括场地平整、地下室和基坑（槽）及管沟开挖、土壁支撑、施工排水、降水、路基填筑及基坑（槽）的回填土等。

第一节 概 述

一、土方工程的分类及特点

（一）土方工程分类

根据土方工程的施工内容与方法不同，土方工程分类有以下几种：

1. 场地平整

场地平整是指将天然地面改造成设计要求的平面所进行的土方施工过程，这类土方工程施工面积大，土方工程量大，应采用机械化作业。

2. 基坑（槽）开挖

基坑（槽）开挖指开挖宽度在 3m 以内，长宽比不小于 3 的基槽或长宽比小于 3、底面积在 20m² 以内的基坑进行的土方开挖工程。这类土方开挖时，要求开挖的标高、断面、轴线准确。因此，施工前，应制定合理的施工方案，尽量采用中小型施工机械，以提高生产效率，加快施工进度和降低工程成本。

3. 基坑(槽)回填

基础完成后,基槽、房心土需回填,为确保填方的强度和稳定性,必须正确选择填方土料与填筑方法。填筑应分层进行,并尽量采用同类土填筑。填土必须具有一定的压实密度,以避免建筑物产生不均匀沉降。

(二) 土方施工特点

1. 工程量大,劳动强度高

如大型项目的场地平整,土方量可达数百万立方米以上,面积达数十平方公里,工期长。因此,为了减轻繁重的体力劳动,提高劳动生产率,缩短工期,降低工程成本,在组织土方工程施工时,应尽可能采用机械化或综合机械化方法进行施工。

2. 施工条件复杂

土方工程施工,一般为露天作业。施工时受地下水文、地质、气候和施工地区的地形等因素的影响较大,不可确定的因素也较多。因此,施工前必须做好各项准备工作,进行充分的调查研究,详细研究各种技术资料,制定合理的施工方案。

3. 受场地限制

任何建筑物的基础都需要有一定埋置深度,土方的开挖与土方的留置、存放都受到施工场地的限制,特别是城市内施工,场地狭窄,周围建筑较多,往往由于施工方案不当,导致周围建筑设施出现安全与稳定的问题。因此,施工前必须详细了解周围建筑的结构形式,熟悉地质技术资料,制定切实可行的施工方案,充分利用施工场地。

二、土的分类与现场鉴别方法

土的种类繁多,其分类方法也很多,工程上根据开挖难易程度将土分为八类,见表1-1。其中一~四类土为土,五~八类土为岩石。表中列出土的工程分类直观的鉴别方法,就是根据开挖的难易程度和开挖中使用不同的工具和方法进行分类的。

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。土越硬,劳动量消耗越多,工程成本越高。

表 1-1

土 的 工 程 分 类

土的分类	土 的 名 称	开挖方法及工具	可松性系数	
			K_s	K'_s
一类土 (松软土)	砂,粉土,冲积砂土层种植土,泥炭(淤泥)	用锹、锄头可挖掘	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,填筑土及亚砂土	用锹、锄头可挖掘,少许需用镐翻松	1.14~1.28	1.02~1.05
三类土 (坚土)	软及中等密实黏土,重亚黏土,粗砾石,干黄土及含碎石的黄土、亚黏土,压实的填土	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,软泥炭岩及蛋白石	先用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分用楔子及大锤	1.26~1.32	1.06~1.09

续表

土的分类	土 的 名 称	开挖方法及工具	可松性系数	
			K_s	K'_s
五类土 (软石)	硬石炭纪黏土, 中等密实的页岩、泥炭岩、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	1.30~1.40	1.10~1.15
六类土 (次坚石)	泥岩, 砂岩, 砾岩, 坚硬的页岩、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	1.35~1.45	1.11~1.20
七类土 (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, 风化痕迹的安山石、玄武石	用爆破方法	1.40~1.45	1.15~1.20
八类土 (特坚石)	安山石, 玄武石, 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

三、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。土的主要工程性质有: 土的可松性、土的含水量和土的渗透性。

(一) 土的可松性

土的可松性是指自然状态下的土经开挖后, 其体积因松散而增加, 以后虽经回填压实, 仍不能恢复成原来体积。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, 应考虑土的可松性影响。土的可松性程度可用可松性系数表示, 即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-1)$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-2)$$

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 ——土在天然状态下的体积, m^3 ;

V_2 ——土经开挖后的松散体积, m^3 ;

V'_1 ——回填所需的天然状态下的土体积, m^3 ;

V_3 ——土经回填压实后的体积, m^3 。

在土方施工中, K_s 是计算开挖工程量、施工机械及运土车辆等的主要参数, K'_s 是计算土方调配、回填用土量等的参数。

(二) 土的天然含水量

土的天然含水量是指土中水的质量与土颗粒质量的百分比, 其表达式为

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

式中 w ——土的天然含水量, %;

m_w ——土中水的质量, kg;
 m_s ——土中固体颗粒的质量, kg。

土的含水量大小会影响土方的开挖及填筑压实等施工, 当土的含水量超过 25%~30% 就不能使用机械施工, 含水量超过 20% 会造成运土车的打滑或陷车, 甚至影响挖土机的使用, 回填土含水量过大, 压实时会产生橡皮土。因此, 对含水量过大的土, 施工时应采取有效的排水、降水措施。

(三) 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性质。土的渗透性用渗透性系数表示, 即单位时间内水穿透土层的能力, 一般由试验确定。常见土的渗透性系数见表 1-2。渗透性系数是计算降低地下水时涌水量的主要参数。根据土的渗透性不同, 可分为透水性土(如砂土)和不透水性土(如黏土)。

表 1-2 土的渗透性系数

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

四、土方边坡

为保证土方工程施工时土体的稳定, 防止塌方, 保证施工安全, 当挖土超过一定的深度时, 应留置一定的坡度。

土方边坡的坡度以其高度 h 与底宽度 b 之比来表示。如图 1-1 所示, 边坡可以做成直线形边坡、折线形边坡及阶梯形边坡。

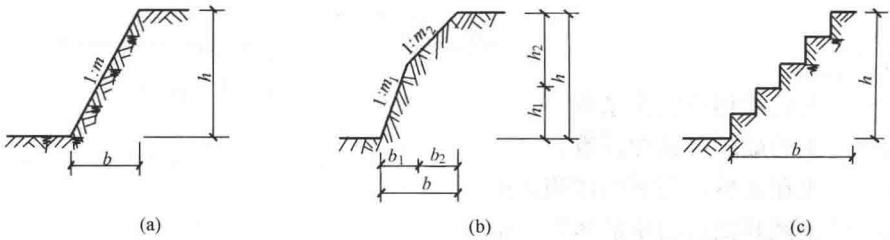


图 1-1 土方边坡形式

(a) 直线形; (b) 折线形; (c) 阶梯形

土方边坡坡度= $\frac{h}{b}=\frac{1}{b/h}=1:m$ (1-4)

式中, $m=\frac{b}{h}$ 称为坡度系数, 即当边坡高度为 h 时, 边坡宽度为 $b=mh$ 。

当土质均匀且地下水位低于基坑(槽)或管沟底标高时, 挖方边坡可做成直立土壁而不加支撑, 但深度不宜超过下列规定:

密实、中密的砂土和碎石类土 1.0m

硬塑、可塑的粉土及粉质黏土 1.25m
硬塑、可塑的黏土和碎石类土（填充物为黏性土） 1.5m
坚硬的黏土 2.0m

当地质条件良好，土质均匀且地下水位低于基坑（槽）或管沟底标高时，挖土深度在5m 以内不加支撑的边坡最陡坡度应符合表 1-3 规定，即使按规定放坡，施工中也要随时检查边坡的稳定情况。

表 1-3 深度在 5m 内的基坑（槽）、管沟边坡的最陡坡度（不加支撑）

土的种类	边坡坡度（高：宽）		
	坡顶无荷载	坡顶有静荷载	坡顶有动荷载
中密的砂土	1：1.00	1：1.25	1：1.50
中密的碎石类土（填充物为砂土）	1：0.75	1：1.00	1：1.25
硬塑的粉土	1：0.67	1：0.75	1：1.00
中密的碎石类土（填充物为黏性土）	1：0.50	1：0.67	1：0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1：0.33	1：0.50	1：0.67
老黄土	1：0.10	1：0.25	1：0.33
软土（经井点降水后）	1：1.00	—	—

注 1. 静载指堆土或材料等，动载指机械挖土或汽车运输作业等。静载或动载距挖方边缘的距离应保证边坡直立壁的稳定，堆土或材料应距挖方边缘 0.8m 以外，高度不超过 1.5m。
2. 当有成熟的施工经验时，可不受本表限制。

第二节 土方工程量计算

在土方工程施工前，通常要计算土方的工程量，根据土方工程量的大小拟定土方施工的方案，组织土方工程的施工。但土方工程的地形往往复杂，不规则，要进行精确计算比较困难。通常都是将其假设或划分成为一定的几何形状，并采用具有一定精度又与实际情况相近似的方法进行计算。

一、基坑（槽）土方量的计算

1. 基坑土方量计算

所谓基坑是指长宽比小于等于 3 的矩形土体，其土方量可按立体几何中棱柱体（由两个平行的平面作底的一种多面体）的体积公式计算，如图 1-2 所示，即

$$V=\frac{H}{6}(A_1+4A_0+A_2)$$
 (1-5)

式中 V——土方工程量，m³；
H——基坑深度，m；
A₁、A₂——基坑上下的底面积，m²；
A₀——基坑中截面的面积，m²。

2. 基槽土方量计算

基槽的土方量可以沿长度方向分段后，再用同样方法计算，如图 1-3 所示，即

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

式中 V_1 ——第一段的土方量, m^3 ;
 L_1 ——第一段的长度, m 。

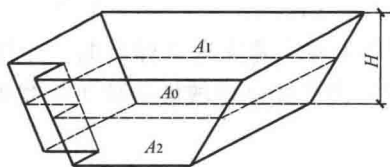


图 1-2 基坑土方量计算

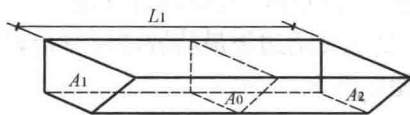


图 1-3 基槽土方量计算

则总土方量为各段的和, 即

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

式中 V_1 、 V_2 、 $\dots$ 、 V_n ——各段的土方量, m^3 。

二、场地平整土方量计算

(一) 场地设计标高确定

较大面积的场地平整, 正确地选择设计标高是十分重要的。选择设计标高时应考虑以下因素: 满足生产工艺和运输的要求; 尽量利用地形, 以减少挖方数量; 场地以内的挖方与填方能达到相互平衡 (面积大、地形又复杂时则例外), 以降低土方运输费用; 要有一定的泄水坡度 ($\geq 2\%$), 满足排水要求; 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, 可按下述步骤和方法确定。

1. 初步计算场地设计标高

如图 1-4 (a) 所示, 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 1-4 (b) 所示, 即

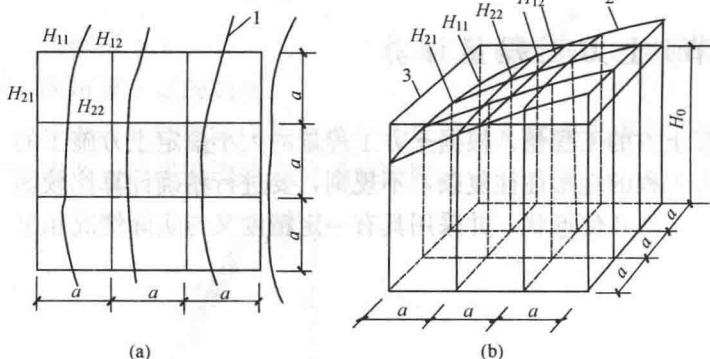


图 1-4 场地设计标高计算简图

(a) 地形图上划分方格; (b) 设计标高示意图

1—等高线; 2—自然地面; 3—设计标高平面

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

所以

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

式中

H_0 ——所计算的场地设计标高, m ;

a ——方格边长;

N ——方格数;

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

从图 1-4 可看出, H_{11} 系一个方格的角点标高, H_{12} 和 H_{21} 均系两个方格公共的角点标高, H_{22} 则系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} 的标高加到两次, 而类似 H_{22} 的标高则要加到四次。因此, 上式可改写成下列形式

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4N} \quad (1-7)$$

式中 H_1 ——一个方格仅有的角点标高, m;

H_2 ——两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。

2. 计算设计标高的调整值

式 (1-7) 所计算的设计标高, 纯系一理论数值, 实际上, 还需考虑以下因素进行调整。

(1) 由于土具有可松性, 必要时相应地提高设计标高;

(2) 由于设计标高以上的各种填方工程用土量而影响设计标高的降低, 或者由于设计标高以下的各种挖方工程的挖土量而影响设计标高的提高;

(3) 由于边坡填挖土方量不等 (特别是坡度变化大时) 而影响设计标高的增减;

(4) 根据经济比较结果, 而将部分挖方就近弃土于场外, 或将部分填方就近取土于场外, 根据挖填土方量的变化来增减设计标高。

3. 考虑泄水坡度对设计标高的影响

如果按照式 (1-7) 计算出的设计标高进行场地平整, 那么整个场地表面将处于同一个水平面; 但实际上由于排水要求, 场地表面均有一定的泄水坡度。因此, 还需根据场地泄水坡度的要求 (单面泄水或双面泄水), 计算出场地内各方格角点实际施工时所采用的设计标高。

(1) 单向泄水时, 场地各点设计标高的求法。当考虑场内挖填平衡的情况下, 用式 (1-7) 计算出的设计标高 H_0 , 作为场地中心线的标高, 如图 1-5 所示。场地内任一点的设计标高则为

$$H_n = H_0 \pm li \quad (1-8)$$

式中 H_n ——任意一点的设计标高, m;

l ——该点至 H_0 的距离, m;

i ——场地泄水坡度, 不小于 2‰;

±——该点比 H_0 点高则取 “+” 号, 反之取 “-” 号。

例如欲求 H_{52} 角点的设计标高, 则

$$H_{52} = H_0 - li = H_0 - 1.5ai$$

(2) 双向泄水时, 场地各点设计标高的求法。其原理与前相同, 如图 1-6 所示。 H_0 为场地中心点标高, 场地内任意一点的设计标高为

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-9)$$

式中 l_x 、 l_y ——该点于 $x-x$ 、 $y-y$ 方向距场地中心线的距离;

i_x 、 i_y ——该点于 $x-x$ 、 $y-y$ 方向的泄水坡度。

其余符号表示的内容同前。

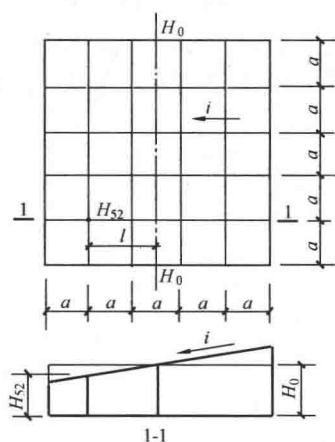


图 1-5 单向泄水坡度的场地

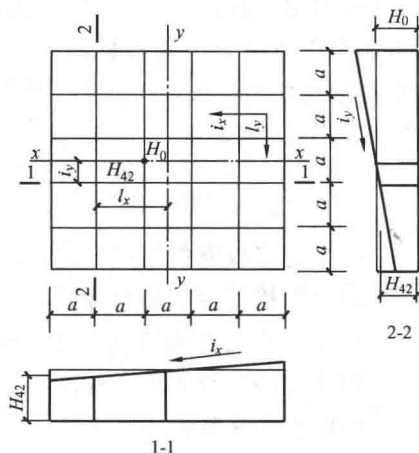


图 1-6 双向泄水坡度的场地

例如欲求 H_{42} 角点的设计标高, 则

$$H_{42} = H_0 - l_x i_x - l_y i_y = H_0 - 1.5 a i_x - 0.5 a i_y$$

(二) 场地土方量计算

编制土方工程施工方案, 以及检查验收实际土方工程数量等, 都需要进行土方量的计算。场地土方量的计算方法, 通常有方格网法和断面法两种。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。

1. 方格网法

用方格网控制整个场地。方格边长主要取决于地形变化的复杂程度, 一般为 10~40m, 通常采用 20m。根据每个方格角点的自然地面标高和实际采用的设计标高, 算出相应的角点填挖高度, 然后计算每一个方格的土方量 (大规模场地土方量的计算可使用专门的土方工程量计算表), 这样即可得到整个场地的挖、填土方总量。

场地各方格的土方量, 一般可分为下述三种不同类型进行计算:

(1) 方格四个角点全部为填或全部为挖, 如图 1-7 所示, 其土方量为

$$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1-10a)$$

式中 V ——挖方或填方体积, m^3 ;

h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 ——方格角点填挖高度, 均用绝对值, m 。

若 $a=20m$, h 用 mm 表示, 则上式可写为

$$V = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (1-10b)$$

(2) 方格的相邻两角点为挖方, 另两角点为填方, 如图 1-8 所示, 其挖方部分的土方量为

$$V_{1,2} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_1^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1-11a)$$

填方部分的土方量为

$$V_{3,4} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_3^2}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^2}{h_1 + h_4} \right) \quad (1-11b)$$