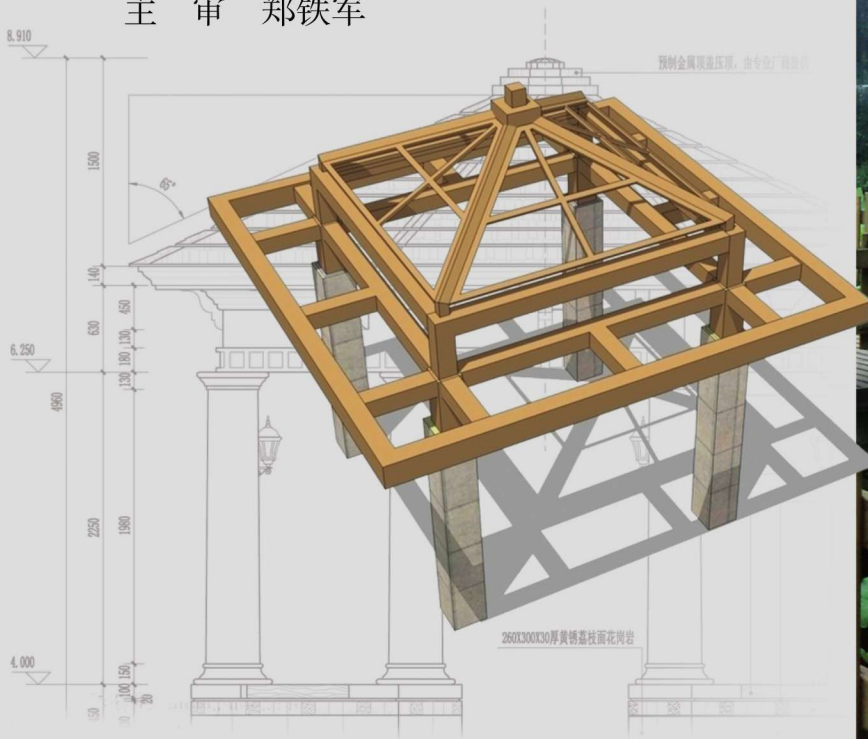


高等职业教育园林类专业系列教材

园林工程施工技术

YUANLIN GONGCHENG SHIGONG JISHU

主 编 李本鑫 史春风 杨杰峰
副主编 姜 龙 高 婷 孙海龙 范文忠
主 审 郑铁军



第3版



重庆大学出版社 国家一级出版社
全国百佳图书出版单位



内容提要

本教材是高等职业教育园林类专业系列教材之一,是根据工学结合的目标和要求,以园林工程施工技术能力的培养为主线,从园林工程施工员的岗位分析入手,针对园林工程市场的需求,结合职业教育的发展趋势,系统地阐述了土方工程、给排水工程、建筑小品工程、水景工程、园路工程、假山工程、种植工程、景观照明工程等方面的内容。在理论上重点突出实践技能所需要的理论基础,在实践上突出了技能训练与生产实际的“零距离”结合。做到了图文并茂,内容翔实,南北兼顾。本书配有电子教案,可扫描封底二维码查看,并在电脑上进入重庆大学出版社官网下载。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院园林类、园林工程等专业使用,也可作为相关专业相关课程的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

园林工程施工技术 / 李本鑫,史春风,杨杰峰主编

— 3 版. — 重庆:重庆大学出版社,2021.7

高等职业教育园林类专业系列教材

ISBN 978-7-5624-7770-9

I. ①园… II. ①李… ②史… ③杨… III. ①园林—
工程施工—高等职业教育—教材 IV. ①TU986.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 078473 号

园林工程施工技术

(第 3 版)

主 编 李本鑫 史春风 杨杰峰

副主编 姜 龙 高 婷 孙海龙 范文忠

主 审 郑铁军

策划编辑:何 明

责任编辑:何 明 版式设计:莫 西 何 明

责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:21.5 字数:537 千

2014 年 2 月第 1 版 2021 年 7 月第 3 版 2021 年 7 月第 5 次印刷

印数:9 001—12 000

ISBN 978-7-5624-7770-9 定价:53.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

编委会名单

主 任 江世宏

副主任 刘福智

编 委 (以姓氏笔画为序)

卫 东	方大风	王友国	王 强	宁妍妍
邓建平	代彦满	闫 妍	刘志然	刘 骏
刘 磊	朱明德	庄夏珍	宋 丹	吴业东
余 俊	汤 勤	陈力洲	陈大军	陈世昌
陈 宇	张建林	张树宝	余晓曼	李 军
李 璟	李淑芹	陆柏松	李随文	肖雍琴
杨云霄	杨易昆	林墨飞	段明革	周初梅
周俊华	祝建华	赵静夫	赵九洲	段晓鹃
贾东坡	唐 建	唐祥宁	徐德秀	郭淑英
高玉艳	陶良如	黄红艳	黄 晖	董 斌
鲁朝辉	曾端香	廖伟平	谭明权	澹台思鑫

编写人员名单

- 主 编** 李本鑫 黑龙江生物科技职业学院
史春风 吉林农业科技学院
杨杰峰 湖北生态工程职业技术学院
- 副主编** 姜 龙 沈阳农业大学高职学院
高 婷 吉林农业科技学院
孙海龙 黑龙江林业职业技术学院
范文忠 吉林农业科技学院
- 参 编** 熊朝勇 内江职业技术学院
刘 仙 湖北生态工程职业技术学院
李陆娟 重庆市轻工业学校
孙晓东 黑龙江省昊千生物科技有限公司
李 静 西昌学院
- 主 审** 郑铁军 双鸭山市园林处

总序

改革开放以来,随着我国经济、社会的迅猛发展,对技能型人才特别是对高技能人才的需求在不断增加,促使我国高等教育的结构发生重大变化。据2004年统计数据显示,全国共有高校2 236所,在校生人数已经超过2 000万,其中高等职业院校1 047所,其数目已远远超过普通本科院校的684所;2004年全国招生人数为447.34万,其中高等职业院校招生237.43万,占全国高校招生人数的53%左右。可见,高等职业教育已占据了我国高等教育的“半壁江山”。近年来,高等职业教育逐渐成为社会关注的热点,特别是其人才培养目标。高等职业教育培养生产、建设、管理、服务第一线的高素质应用型技能人才和管理人才,强调以核心职业技能培养为中心,与普通高校的培养目标明显不同,这就要求高等职业教育要在教学内容和教学方法上进行大胆的探索和改革,在此基础上编写出版适合我国高等职业教育培养目标的系列配套教材已成为当务之急。

随着城市建设的发展,人们越来越重视环境,特别是环境的美化,园林建设已成为城市美化的一个重要组成部分。园林不仅在城市的景观方面发挥着重要功能,而且在生态和休闲方面也发挥着重要功能。城市园林的建设越来越受到人们重视,许多城市提出了要建设国际花园城市和生态园林城市的目标,加强了新城区的园林规划和老城区的绿地改造,促进了园林行业的蓬勃发展。与此相应,社会对园林类专业人才的需求也日益增加,特别是那些既懂得园林规划设计、又懂得园林工程施工,还能进行绿地养护的高技能人才成为园林行业的紧俏人才。为了满足各地城市建设发展对园林高技能人才的需要,全国的1 000多所高等职业院校中有相当一部分院校增设了园林类专业。而且,近几年的招生规模得到不断扩大,与园林行业的发展遥相呼应。但与此不相适应的是适合高等职业教育特色的园林类教材建设速度相对缓慢,与高职园林教育的迅速发展形成明显反差。因此,编写出版高等职业教育园林类专业系列教材显得极为迫切和必要。

通过对部分高等职业院校教学和教材的使用情况的了解,我们发现目前众多高等职业院校的园林类教材短缺,有些院校直接使用普通本科院校的教材,既不能满足高等职业教育培养目标的要求,也不能体现高等职业教育的特点。目前,高等职业教育园林类专业使用的教材较少,且就园林类专业而言,也只涉及部分课程,未能形成系列教材。重庆大学出版社在广泛调研的基础上,提出了出版一套高等职业教育园林类专业系列教材的计划,并得到了全国20多所高等职业院校的积极响应,60多位园林专业的教师 and 行业代表出席了由重庆大学出版社组织的高

等职业教育园林类专业教材编写研讨会。会议上代表们充分认识到出版高等职业教育园林类专业系列教材的必要性和迫切性,并对该套教材的定位、特色、编写思路和编写大纲进行了认真、深入的研讨,最后决定首批启动《园林植物》《园林植物栽培养护》《园林植物病虫害防治》《园林规划设计》《园林工程施工与管理》等 20 本教材的编写,分春、秋两季完成该套教材的出版工作。主编、副主编和参加编写的作者,由全国有关高等职业院校具有该门课程丰富教学经验的专家和一线教师,大多为“双师型”教师承担了各册教材的编写。

本套教材的编写是根据教育部对高等职业教育教材建设的要求,紧紧围绕以职业能力培养为核心设计的,包含了园林行业的基本技能、专业技能和综合技术应用能力三大能力模块所需要的各门课程。基本技能主要以专业基础课程作为支撑,包括有 8 门课程,可作为园林类专业必修的专业基础公共平台课程;专业技能主要以专业课程作为支撑,包括 12 门课程,各校可根据各自的培养方向和重点打包选用;综合技术应用能力主要以综合实训作为支撑,其中综合实训教材将作为本套教材的第二批启动编写。

本套教材的特点是教材内容紧密结合生产实际,理论基础重点突出实际技能所需要的内容,并与实训项目密切配合,同时也注重对当今发展迅速的先进技术的介绍和训练,具有较强的实用性、技术性和可操作性 3 大特点,具有明显的高职特色,可供培养从事园林规划设计、园林工程施工与管理、园林植物生产与养护、园林植物应用,以及园林企业经营管理等高级应用型人才的高等职业院校的园林技术、园林工程技术、观赏园艺等园林类相关专业和专业方向的学生使用。

本套教材课程设置齐全、实训配套,并配有电子教案,十分适合目前高等职业教育“弹性教学”的要求,方便各院校及时根据园林行业发展动向和企业的需求调整培养方向,并根据岗位核心能力的需要灵活构建课程体系和选用教材。

本套教材是根据园林行业不同岗位的核心能力设计的,其内容能够满足高职学生根据自己的专业方向参加相关岗位资格证书考试的要求,如花卉工、绿化工、园林工程施工员、园林工程预算员、插花员等,也可作为这些工种的培训教材。

高等职业教育方兴未艾。作为与普通高等教育不同类型的高等职业教育,培养目标已基本明确,我们在人才培养模式、教学内容和课程体系、教学方法与手段等诸多方面还要不断进行探索 and 改革,本套教材也将会随着高等职业教育教学改革的深入不断进行修订和完善。

编委会

2006 年 1 月

再版前言

随着社会的不断进步,经济的不断发展,人们对生活环境质量的要求越来越高,特别是对园林绿化环境的要求更高,而创造清新、自然、优美、富于感染力的生活环境是当代园林工程人员所肩负的责任,所以培养既懂得园林工程施工技术,又懂得园林工程施工管理的实用型、技术型、应用型人才是当今园林工程事业的迫切要求。

《园林工程施工技术》是一门专业性、实践性很强的课程,也是园林专业的重要专业课。本课程以培养学生园林工程施工的职业能力为重点,课程内容与行业岗位需求和实际工作需要相结合,课程设计以学生为主体,能力培养为目标,完成任务为载体,体现基于工作过程为导向的课程开发与设计理念。

本教材根据高等职业教育教学的基本要求,以培养技术应用能力为主线,以必需够用为原则,确定编写大纲和内容。在写法上突出项目和任务实践,图文并茂,注重直观。在结构上,打破传统的章节编排顺序,改为以工程项目和任务的形式出现。针对园林工程行业工作对象,提出8个工程项目,30个工作任务。每个项目设有一个项目目标和项目说明,在工作任务中,按照任务描述、任务分析、任务咨询、任务实施、任务考核、巩固训练等顺序编写。

本教材由李本鑫、史春风、杨杰峰担任主编,李本鑫完成全书的大纲制订和统稿工作。具体编写分工如下:李本鑫编写项目1;史春风、刘仙编写项目3;李静、姜龙编写项目4的任务4、任务5、任务6;高婷、刘仙编写项目5、项目6;范文忠、熊朝勇编写加项目7;孙晓东、孙海龙编写项目4的任务1、任务2,项目8;杨杰峰编写项目2;李陆娟编写项目4的任务3。全书由郑铁军主审。

在编写过程中,得到了许多高校同行的大力支持,并提出了许多宝贵意见。在此一并致谢!这里还需要说明的是书中的许多插图来源于参考文献,但有些插图不能确定是否为作者原图,特别是有些插图经多本书引用,但又未注明出处,我们又很难考证原图,因此本书中插图出处也只好空缺。如有插图原作者发现插图来源有误,请及时与我们联系,我们将在再版时予以更正,并表示歉意。

园林工程施工与管理这门课程的教学改革仍在探索中,所以书中定有许多不完善之处,敬请各位同行和读者在使用过程中,对书中的错误和不足之处进行批评指正,以便下次重印和再版时改进。

编者

2021年4月

目 录

项目 1 园林土方工程施工	1
任务 1 计算土方量	1
任务 2 挖湖工程施工	19
任务 3 堆山工程施工	27
项目 2 园林给排水工程施工	38
任务 1 园林给水工程施工	38
任务 2 园林喷灌工程施工	52
任务 3 园林排水工程施工	61
项目 3 园林小品工程施工	75
任务 1 挡土墙工程施工	75
任务 2 景墙工程施工	84
任务 3 廊架工程施工	93
任务 4 园桥工程施工	103
任务 5 园亭工程施工	110
任务 6 花坛砌筑工程施工	117
项目 4 园林水景工程施工	129
任务 1 人工湖工程施工	129
任务 2 水池工程施工	140
任务 3 溪涧工程施工	152
任务 4 瀑布工程施工	159
任务 5 喷泉工程施工	168
任务 6 驳岸工程施工	180

项目 5 园路铺装工程施工	191
任务 1 整体路面工程施工	191
任务 2 块料路面工程施工	204
任务 3 碎料路面工程施工	215
项目 6 园林假山工程施工	226
任务 1 掇山工程施工	226
任务 2 塑山工程施工	242
任务 3 置石工程施工	253
项目 7 园林绿化工程施工	263
任务 1 乔灌木栽植施工	263
任务 2 大树移植施工	274
任务 3 花坛栽植施工	289
任务 4 草坪建植施工	299
项目 8 园林照明工程施工	308
任务 1 水景照明工程施工	308
任务 2 绿地照明工程施工	317
任务 3 园路照明工程施工	325
参考文献	333

项目 1 园林土方工程施工

【项目目标】

- 能用等高线法进行园林用地地形设计；
- 学会土方量的计算方法；
- 掌握土方平衡与调配方法；
- 掌握土方的施工方法。

【项目说明】

任何园林工程的修建,都要在地面做一定的基础,如挖掘基坑、路槽等,这些工程都是从土方施工开始的。在园林中地形的利用、改造或创造,如挖湖堆山、平整场地都要依靠动土方来完成。土方工程,一般来说在园林建设中是一项大工程,而且在建园中它又是先行的项目。它完成的速度和质量,直接影响后续工程,所以它和整个建设工程的进度关系密切。为了使工程能多快好省地完成,必须做好土方工程的设计和施工的安排。

本项目共分3个任务来完成:计算土方量、挖湖工程施工和堆山工程施工。

任务1 计算土方量

知识点:了解土方量的计算方法,能正确用方格网法计算土方工程量。

能力点:能根据施工图进行土方工程量的计算。



任务描述

在满足设计意图的前提下,如何尽量减少土方的施工量,节约投资和缩短工期,这是土方工程的关键性问题。要做到这一点,对土方的挖填和运输都应进行必要的计算,做到心中有数,以提高工作效率和保证工程质量。

某景区为满足游人活动需要,拟将一块地面整平为单向坡面的“T”字形广场,要求广场具有1%的纵坡,土方就地平衡,希望通过学习能够利用体积公式估算法、断面法、等高面法、方格网法等方法计算土方工程量。



任务分析

土方工程量的计算一般是在原地形等高线的设计地形图上进行的,通过计算,有时反过来又可以修订设计图中不合理之处,使图纸更加完善。

要做好该项工程的施工工作,现场施工员在具有较强管理能力、协调能力和责任心的基础上,还必须掌握丰富的土方工程量计算的相关知识。其工作步骤为:在具有等高线施工地形图上作方格网;用插入法求出原地形高程;按照设计意图确定设计高程;求出施工标高,计算土方量。



任务咨询

一、等高线法地形设计

园林用地地形设计,应遵循因地制宜、师法自然、顺理成章、统筹兼顾的原则。等高线法是在绘有原地形等高线的底图上用设计等高线进行地形改造,在同一张图纸上可表达原有地形、设计地形和景区的平面布置关系。此法在园林设计中应用最多,适于景区自然山水园的土方计算。

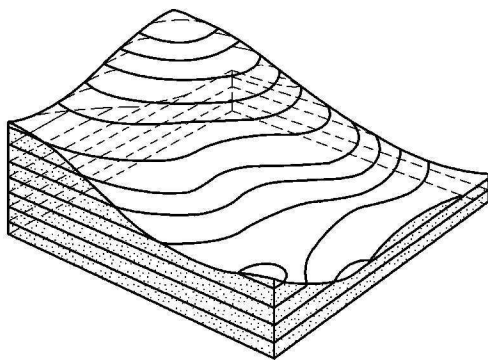


图 1.1 等高线在切割面上的闭合情况

(一) 等高线特点

地面上高程(或标高)相同的各点所连接成的闭合曲线称为等高线。在图上用等高线能反映出地面高低起伏变化的形态。等高线有以下特点:

- ①同一等高线上各点高程相等。
- ②每一条等高线是闭合的曲线(图 1.1)。
- ③等高线水平间距的大小能表示地形的缓或陡,疏则缓,密则陡。等高线间距相同,表示地面坡

度一致。

④等高线一般不相交、重叠或合并,只有在悬崖、峭壁或挡土墙、驳岸处等高线才会重合。

⑤等高线一般不能随意横穿河流、峡谷、堤岸和道路等。

(二) 等高线法地形设计

1) 图上某一点高程及坡度计算

(1) 插入法求某一点高程 欲求相邻两等高线之间任意点高程用如下公式:

$$H_x = H_a \pm \frac{xh}{L} \quad (1.1)$$

式中 H_x ——欲求任意点高程;

H_a ——低边等高线高程;

x ——该点距低边等高线的水平距离;

h ——等高距;

L ——过该点相邻等高线间的最小距离。

用插入法求某点地面高程,常有下面3种情况,如图1.2所示。

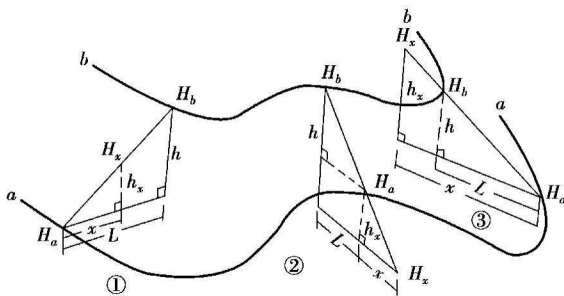


图1.2 插入法求任意点高程图示

①欲求点高程 H_x 在两等高线之间:

$$H_x = H_a + \frac{xh}{L} \quad (1.2)$$

②欲求点高程 H_x 在低边等高线的下方:

$$H_x = H_a - \frac{xh}{L} \quad (1.3)$$

③欲求点高程 H_x 在高边等高线的上方:

$$H_x = H_b + \frac{xh}{L} \quad (1.4)$$

(2) 坡度计算 欲求某一坡面的坡度用下列公式:

$$i = \frac{h}{L} \quad (1.5)$$

式中 i ——坡度,%;

h ——高差,m;

L ——水平距离,m。

以上两个公式,在计算土方量的任务中得到具体应用。

2) 等高线法地形设计的应用

(1) 陡坡变缓或缓坡变陡 在高差不变的情况下,通过改变等高线间距可以减缓或增加地形的坡度,见图 1.3 和图 1.4。

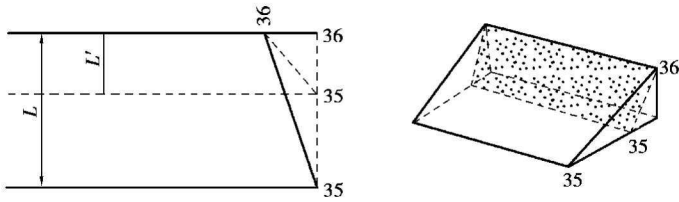


图 1.3 缩小等高线间距使地形坡度变陡

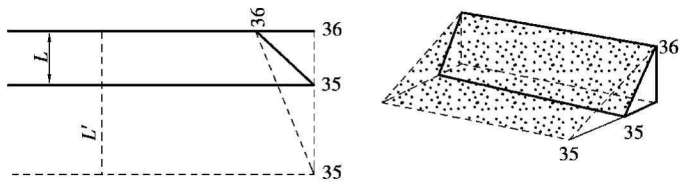


图 1.4 增大等高线间距使地形坡度变缓

(2) 平垫沟谷 在园林土方工程中,有些沟谷地段须垫平。平垫这类地段设计时,一般用平直设计等高线与拟平垫部分的同值等高线连接,其连接点就是不挖不填的点,称为“零点”。这些相邻点的连线称为“零点线”,其所围的区域就是垫土范围,见图 1.5。

(3) 削平山脊 如图 1.6 所示,将山脊削平的设计方法和平垫沟谷的设计方法相同,只是设计等高线所切割的原地形方向相反。

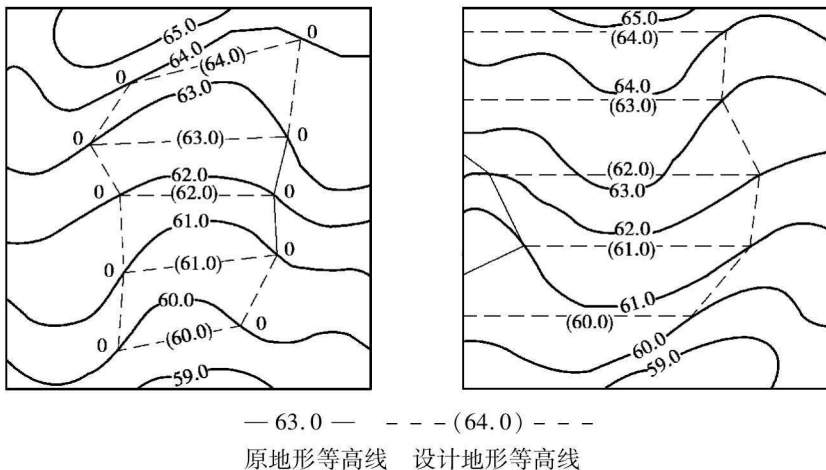


图 1.5 平垫沟谷等高线设计

图 1.6 削平山脊等高线设计

(4) 平整场地 园林建设中平整场地主要包括铺装广场、建筑地坪、建植草坪、文体活动场地等。各种场地因其使用功能不同,对排水坡度要求而异。非铺装场地的目的是垫洼平凸,地表坡度顺其自然,排水通畅即可。一般铺装场地往往采用规则的坡面,可以是单面坡、两面坡和四面坡,坡面上纵、横坡度保持一致。图 1.7 是两面坡三坡向平整场地的等高线设计。

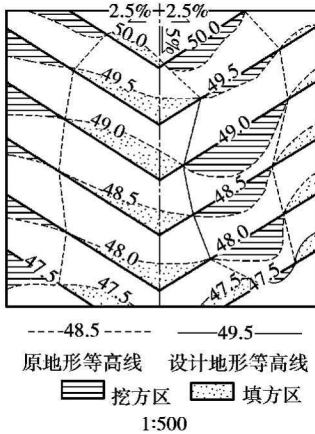


图 1.7 平整场地的等高线设计
 二、计算土方量方法

1) 估算法

在实际土方工程中,经常会出现一些类似锥体、棱体等几何形体的地形单体,如山丘、池塘等(图 1.8)。这些地形单体的体积可用相近的几何体体积公式进行计算。这种方法简便易行,但精度不高,多用于土方工程量的估算。从表 1.1 中选用体积公式来估算土方量。

表 1.1 用求体积公式估算土方量

序号	几何体名称	几何体形状	体 积
1	圆锥		$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$
2	圆台		$V = \frac{1}{3}\pi h(r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2)$
3	棱锥		$V = \frac{1}{3}Sh$
4	棱台		$V = \frac{1}{3}h(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$
5	球缺		$V = \frac{1}{6}\pi h(h^2 + 3r^2)$

V ——体积; r ——半径; S ——底面积; h ——高;
 r_1, r_2 ——分别为上、下底半径; S_1, S_2 ——分别为上、下底面积

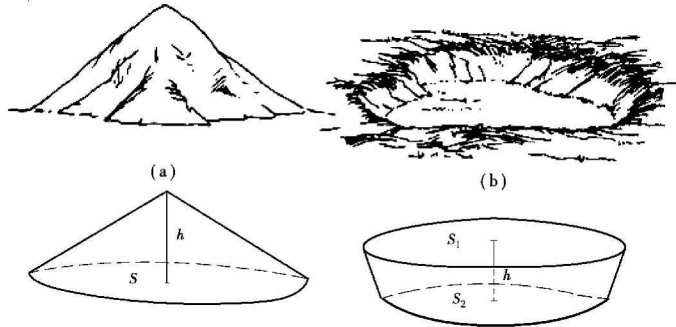


图 1.8 近似规则图形估算土方量

2) 断面法

断面法是用一组互相平行的等距(或不等距)的截面将要计算的地块、地形单体(如山丘、溪涧、池塘等)和土方工程(如沟渠、路堤、路堑、带状山体等)分截成段,分别计算这些段的体积,再将各段的体积加起来,即得所求对象的总土方量,如图 1.9 和图 1.10 所示。此法多用于长条形地形单体的土方量计算。

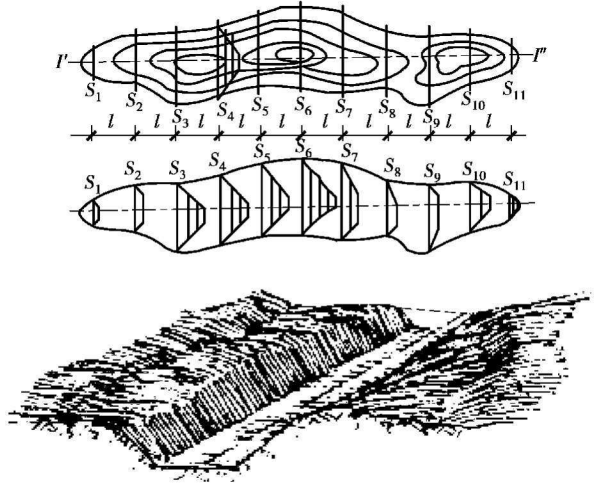


图 1.9 带状土山与沟渠、路堑垂直断面取法

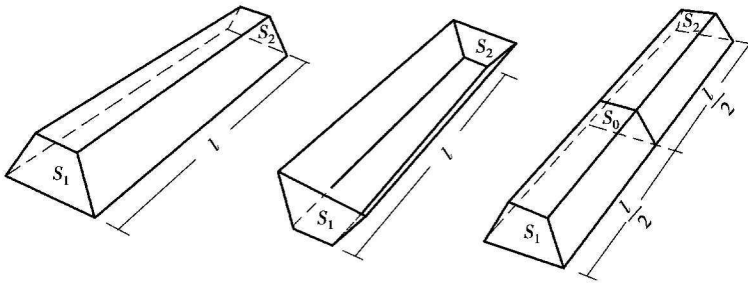


图 1.10 求中截面积

计算公式如下:

$$V = \frac{1}{2}(S_1 + S_2) \times L \quad (1.6)$$

式中 S_1, S_2 ——相邻两断面的面积, m^2 ;

L ——相邻两断面之间的距离, m 。

用断面法计算土方量时,其精度取决于截取断面的数量,多则精,少则粗。当 S_1 与 S_2 面积相差较大,或 L 大于 50 m 时,计算结果误差较大,在这种情况下,可用下面的公式计算:

$$V = \frac{1}{6}(S_1 + S_2 + 4S_0) \times L \quad (1.7)$$

式中 S_0 ——中截面积,有以下两种求法。

(1) 用求棱台中截面面积公式计算:

$$S_0 = \frac{1}{4}(S_1 + S_2 + 2\sqrt{S_1 \times S_2}) \quad (1.8)$$

(2)用 S_1 与 S_2 各相应边的平均值求 S_0 的面积,见图 1.10。

3) 等高面法

等高面法同断面法,只是截取断面时,沿着等高线截取,等高距为两相邻断面的高,如图 1.11 所示。此法多用于大面积自然山水地形的土方量计算。

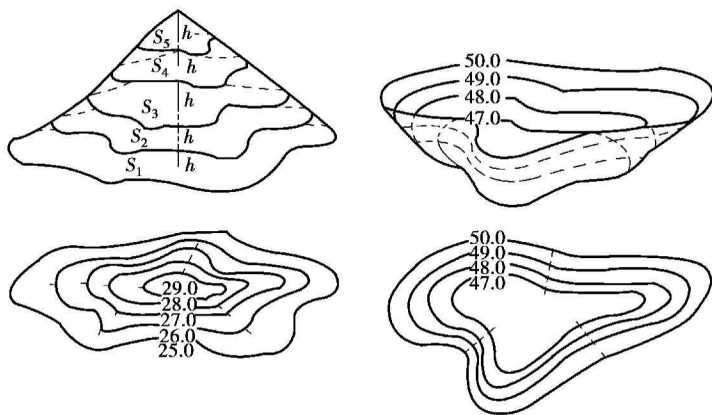


图 1.11 等高面法

计算公式如下:

$$V = \left[\frac{1}{2} (S_1 + S_2) + S_2 + S_3 + S_4 + \dots + S_{n-1} \right] \times h + \frac{1}{3} S_n \times h \quad (1.9)$$

式中 V ——土方体积, m^3 ;

S ——断面面积, m^2 ;

h ——等高距, m 。

4) 方格网法

在园林工程中,经常有一些平整场地的工作,即将原来高低不平和破碎的地形按设计要求整理成为具有一定坡度较平坦的场地,如广场、停车场、运动场、露天剧场等。这类地块的土方量计算最适宜用方格网法。其工作步骤如下:

(1)作方格控制网 在附有等高线的施工现场地形图上划分方格网,用以控制施工场地。方格网边长大小取决于计算精度要求和地形复杂程度,一般选用 20 ~ 40 m。

(2)求角点原地形高程 在地形图上,采用插入法求出各角点的原地形高程,或将方格网各角点测设到地面上,再测出各角点的标高,并标注在图上。

(3)确定角点设计高程 根据地面的形状、坡向、坡度值等情况,依设计意图,确定各角点的设计高程。

(4)求施工标高 利用原地形高程与设计高程,求施工标高。

(5)求零点线 零点线是不挖不填的点(零点)的连线,也是挖方与填方的界定线。由零点线可以划分出挖方区或填方区。

(6)计算土方量 根据零点线与施工标高,可为土方计算提供填、挖方的面积与填、挖方的高度,再依据不同的棱柱体计算公式,求出方格内土方的填方量和挖方量。

三、土方平衡调配

1) 土方平衡调配原则

- ①力求做到挖方与填方平衡,就近挖方与填方。
- ②分区调配和全场调配相结合,避免土方随意挖填而破坏全局平衡。
- ③一个区域的挖方,应优先调配到与其最近的填方区,近处填满土后,再考虑向稍远的填方区调配。
- ④为保证园林绿地面积,取土或弃土时尽量不要占用园林绿地。

2) 土方平衡调配方法

在图上划出挖方区与填方区的分界线,并综合各挖方区与填方区实际,划分出若干个调配区,确定调配区的大小和位置。根据所给条件,计算出各调配区的土方量,并提出取土或弃土的数量。注明调配区土方盈缺情况、土方调配数量、方向和距离,完成土方调配图。



任务实施

一、作方格控制网

根据前面提到的“T”字形广场平整要求,按正南北方向划分边长为 20 m 的方格,作方格控制网。编号分别为 1-1,1-2,1-3,1-4,1-5,...,4-4,如图 1.12 所示。

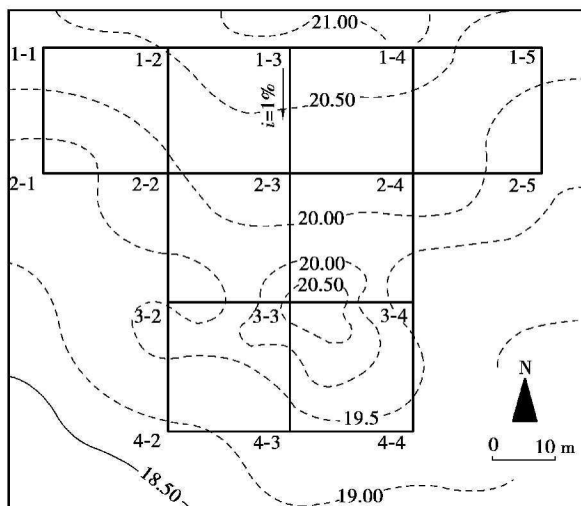


图 1.12 某景区“T”字形广场方格控制网

二、求角点原地形高程

用插入法公式(1.1)求各角点的原地形高程。如图 1.13 所示,过角点 1-1 作相邻两等高线间的距离最小线段。用比例尺量得 $L=12.5\text{ m}$, $x=7.5\text{ m}$,等高距 $h=0.2\text{ m}$,代入公式(1.2)。

$$H_x = \left(20.60 + \frac{7.5 \times 0.2}{12.5} \right) \text{m} = 20.72 \text{ m}$$