



浙江省重点教材建设项目
高等职业教育园林园艺类“十二五”规划教材

GAODENG ZHIYE JIAOYU YUANLIN YUANYILEI SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

园林 硬质景观 施工技术

YUANLIN YINGZHI JINGGUAN
SHIGONG JISHU



张金炜 © 主编



赠电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

浙江省重点教材建设项目
高等职业教育园林园艺类“十二五”规划教材

园林硬质景观施工技术

主 编 张金炜
副主编 陆清水 沈国庆
参 编 李耀健 牟少华 吴立威
 曾 科 黄 艾 潘 良
主 审 祝志勇



机械工业出版社

本书分为六大项目,系统介绍了土方工程施工、硬质铺地工程施工、假山工程施工、水景工程施工、园林建筑小品工程施工、照明及给水排水工程施工。所编内容是根据编者多年的实际工程施工经验,从典型的施工工作流程、学习操作步骤、考核与评价到知识链接,最后附上工程案例,表现形式一目了然,易于理解,可作为高职高专园林工程技术专业、园林技术专业及相关专业学生的学习用书;同时,也可以作为园林施工单位技术人员、园林工程施工人员考证及相关岗位培训学习的参考用书。

为方便教学,本书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 注册下载。咨询邮箱: cmp-gaozhi@sina.com。咨询电话: 010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

园林硬质景观施工技术/张金炜主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 8
高等职业教育园林园艺类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-39102-9

I. ①园… II. ①张… 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(2012)第152552号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:覃密道 责任编辑:覃密道 陈将浪

版式设计:纪敬 责任校对:刘秀芝

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2012年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13.5印张·331千字

0001-3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-39102-9

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》文件的指导下,宁波城市职业技术学院展开了项目课程的建设,大力推行工学结合,积极与企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容。“园林硬质景观施工技术”作为园林工程专业和园林技术专业的核心课程,不仅需要适应当前职业技术教育的特点,更应该结合生产实际,以培养高素质、复合型的高级技术人才为己任。为此,我们编写了本书。编写人员收集了大量实际工作中经常用到的资料,结合自身实践经历,对本书的课程标准进行了认真细致的研究和讨论,经过了有关行业专家和专业教师的多次论证。在编写过程中力求突出工作中的具体项目和任务,突出硬质景观施工技术的特色,做到概念简要、图表实用,并收集了大量新的施工工艺技术。

本书的内容主要包括园林建设中所涉及的一系列工程技术和施工方法,即土方工程、硬质铺地工程、假山工程、水景工程、园林建筑小品工程、照明及给水排水工程施工等。“园林硬质景观施工技术”是一门实践性很强的课程,它讲授各单项工程的施工技术,包括施工工艺流程、工程原理和养护管理,主要侧重点在工程施工技术方面。通过以项目为单元的教学活动,以任务驱动理论与实践一体化,将教、学、做进行一体化组合,从而突出和强化了实践活动,使学生在案例学习和自己的操作训练中掌握园林硬质景观施工技术的基础知识和基本方法。在完成本课程的工作任务中,需要注意贯穿培养诚信、刻苦、善于沟通和合作的品质,树立全面、协作和团结意识,为发展职业能力奠定良好的基础。

本书由宁波城市职业技术学院张金炜主编,参加编写的人员还有宁波清水环境景观设计工程有限公司陆清水;宁波市世纪园林有限公司沈国庆;宁波城市职业技术学院李耀健、吴立威、黄艾;金陵科技学院潘良;丽水职业技术学院曾科;内蒙古扎兰屯林业学校牟少华;全书由张金炜统稿,由宁波城市职业技术学院祝志勇主审。本书在编写的过程中得到了浙江省教育厅、浙江省高职教育农林牧渔类教学指导委员会,以及宁波城市职业技术学院各级领导的大力支持,在此表示由衷地感谢。

由于水平所限,书中缺点和不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

张金炜

目 录

前言

项目1 土方工程施工 1

任务1 土方平衡与调配 1

任务2 土方工程施工 20

项目2 硬质铺地工程施工 31

任务1 园路工程施工 32

任务2 广场铺装工程施工 48

项目3 假山工程施工 65

任务1 天然假山施工 66

任务2 塑石假山施工 87

项目4 水景工程施工 96

任务1 水池工程施工 97

任务2 驳岸与护坡工程施工 109

任务3 喷泉工程施工 118

项目5 园林建筑小品工程施工 ... 133

任务1 花坛的施工 134

任务2 园林挡土墙的施工 143

任务3 亭的施工 154

任务4 花架的施工 164

任务5 园桥的施工 172

项目6 照明及给水排水工程施工 ...

..... 180

任务1 园林照明工程施工 181

任务2 园林给水排水工程施工 189

任务3 园林喷灌工程 200

参考文献 209

项目1

土方工程施工

【工作任务】

1. 任务1 土方平衡与调配
2. 任务2 土方工程施工技术

【知识目标】

1. 掌握土方平衡与调配的方法。
2. 熟悉土方工程施工的流程和技术。
3. 了解土方施工中的常见机具。

【技能目标】

1. 会使用方格网法计算公式进行土方工程量计算，并进行土方调配。
2. 能通过地形营造技术对场地进行改造和施工。
3. 能进行土方工程的定点放样。

【教学建议】

1. 基本原理的学习及土方平衡计算与调配图的绘制可在制图一体化教室完成。
2. 土方施工操作在室外专门场地进行。
3. 土方大型施工机具可利用录像和现场观摩进行学习。

在园林工程建设中，涉及的第一项工程就是土方工程。它是在原有地形的基础上，从园林的实用功能出发，对园林地形、地貌、建筑、绿地、道路、广场、管线等进行统筹安排。在进行土方施工前，先要在竖向设计图的基础上进行土方平衡计算，并进行合理的土方调配设计，再通过土方施工形成整个工程的基本轮廓。因此进行土方工程施工主要有两大任务，一是完成土方平衡与调配，二是进行土方施工。

任务1 土方平衡与调配

【技能要求】

1. 会应用方格网法进行土方计算。



2. 会应用估算法、截面法进行土方平衡与调配。
3. 能通过计算结果确定土方最优调配方案，并进行现场施工土方的平衡和调配。

在园林工程施工中，土方工程施工质量的好坏直接影响景观质量和以后的日常维护。通过进行土方工程的计算可以明确地了解园内各部分的挖、填情况及动土量的大小。因此，在土方工程施工前对土方量的计算尤为重要，特别是在建园过程中，地形改造除挖湖堆山的工作外，还有许多大大小小的各种用途的地坪、缓坡地需要平整。土方量计算有许多方法，方格网法是最常见的土方量计算方法。在施工前要进行土方平衡和调配，其目的是在土方运输量或土方运输成本为最低的条件下，确定挖、填区土方的调配方向和数量，从而达到缩短工期和提高经济效益的目的。

【工作流程】

土方平衡与调配流程如图 1-1 所示。

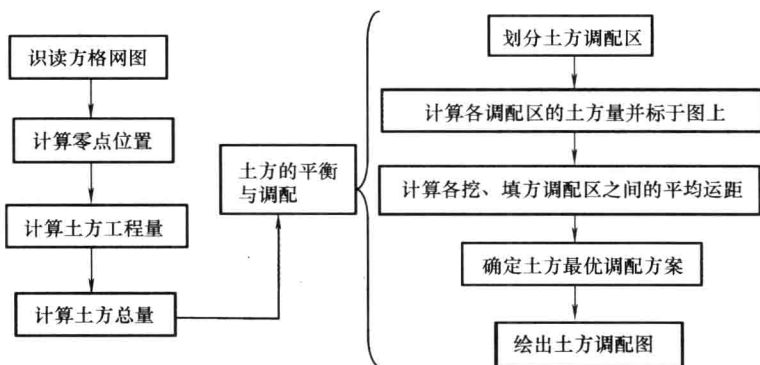


图 1-1 土方平衡与调配流程

【学习与操作】

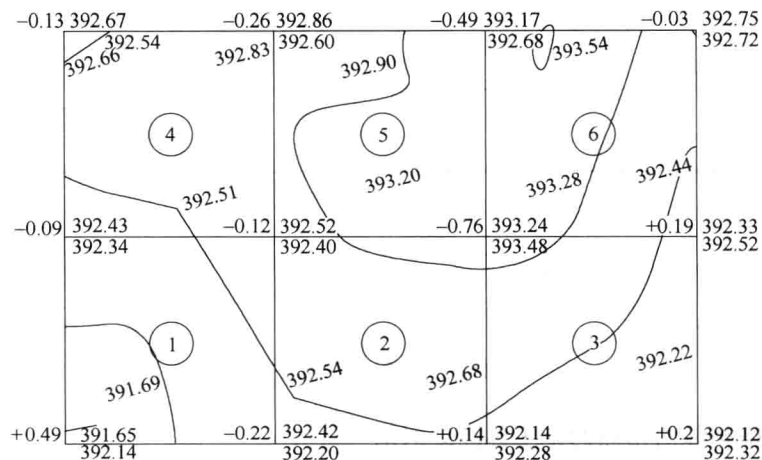
方格网法是把平整场地的设计工作和土方量计算工作结合在一起进行的，适用于如停车场、集散广场、体育场、露天演出场等场地的土方量的计算。其工作步骤如下：

步骤一：识读方格网图

方格网图由设计单位将场地划分为边长 $a = 10 \sim 40\text{m}$ 的若干方格（一般在 1:500 的地形图上），与测量的纵、横坐标相对应，在各方格角点规定的位置上标注角点的原地坪标高（ H ）和设计标高（ H_n ），如图 1-2 所示。

【提示】在有等高线的地形图上作方格网，方格各边最好与测量的纵、横坐标系对应，并对方格及各角点进行编号；然后，将各角点的设计标高和原地形标高分别标注于方格角点的右上角和右下角；再将原地形标高与设计地面标高的差值（即各角点的施工标高）填于方格点的左上角，挖方为“+”、填方为“-”。

其中，原地形标高用插入法求得。方法是：设 H_x 为所求角点的原地面高程（图 1-3），过此点作相临两等高线间最小距离 L 。则



图例：施工高度 | 设计标高
| 原地坪标高

图 1-2 方格网法计算土方工程量 (网格 40m × 40m)

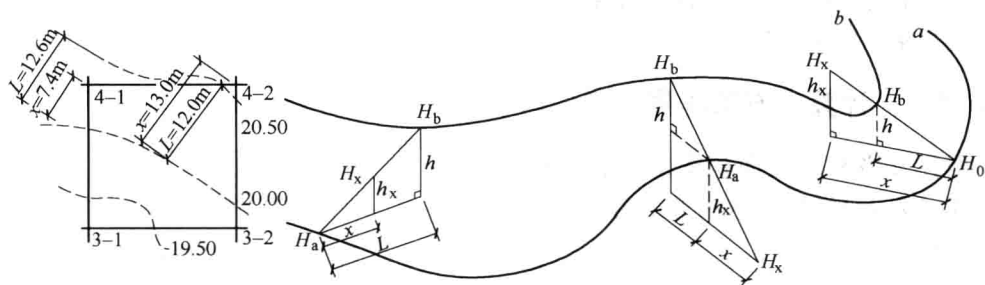


图 1-3 插入法求原地形标高图示 (单位: m)

$$H_x = H_a \pm \frac{xh}{L}$$

式中 H_a ——低边等高线的高程 (m);
 x ——角点至低边等高线的距离 (m);
 h ——等高差 (m)。

步骤二：计算零点位置

零点是指不挖不填的点，零点的连线即为零点线，它是填方与挖方的界定线，因而零点线是进行土方计算和土方施工的重要依据之一。要识别是否有零点存在，求出方格的零点并标于方格网上，再将零点相连即可分出挖、填方区域，该连线即为零点线。

零点可通过下式求得 (图 1-4)

$$x = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \times a$$

式中 x ——零点距 h_1 一端的水平距离 (m);

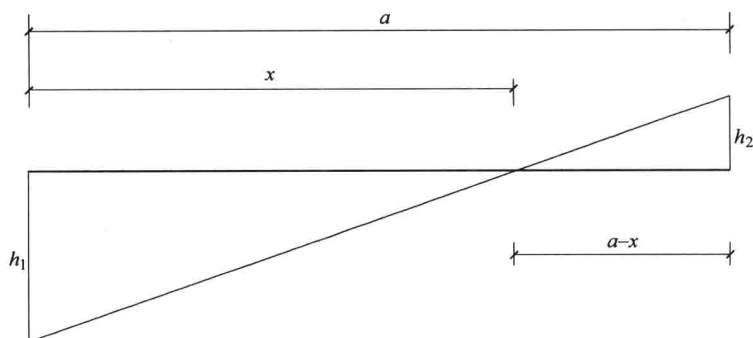
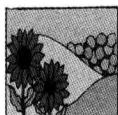


图 1-4 零点的求法

h_1, h_2 ——方格相邻两角点的施工标高绝对值 (m);

a ——方格边长 (m)。

确定零点的办法也可以用图解法,如图 1-5 所示。方法是用尺在各角点上标出挖、填方施工高度的相应比例,用尺相连,与方格相交的点即为零点位置。将相邻的零点连接起来,即为零线。

步骤三：计算土方工程量

根据各方格网的底面积图形及相应的体积公式 (表 1-1) 逐一求出方格内的挖方量或填方量。

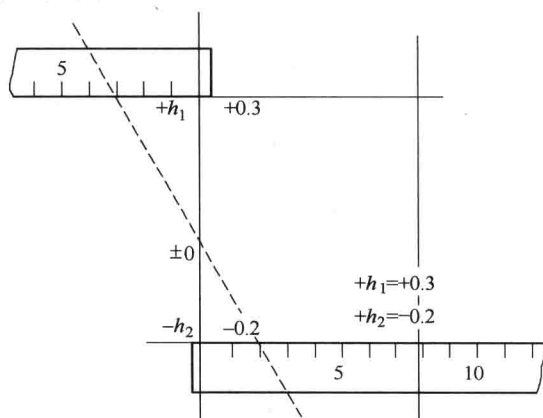


图 1-5 零点位置图解法

表 1-1 方格网计算土方量公式

序号	挖填情况	平面图式	立体图式	计算公式
1	四点全为填方 (或挖方) 时			$\pm V = \frac{a^2 \sum h}{4}$
2	两点填方、两点挖方时			$\pm V = \frac{a(b+c) \sum h}{8}$



(续)

序号	挖填情况	平面图式	立体图式	计算公式
3	三点填方(或挖方)时,一点挖方(或填方)时			$\pm V = \frac{bc \sum h}{6}$ $\pm V = \frac{(2a^2 - bc) \sum h}{10}$
4	相对两点为填方(或挖方),其余两点为挖方(或填方)时			$\pm V = \frac{bc \sum h}{6}$ $\pm V = \frac{de \sum h}{6}$ $\pm V = \frac{(2a^2 - bc - de) \sum h}{12}$

注: 计算公式中: “+”表示挖方,“-”表示填方。

步骤四: 计算土方总量

将填方区所有方格的土方量(或挖方区所有方格的土方量)累加汇总,即得到该场地填方和挖方的总土方量,最后填入土方量汇总表(表1-2)。

表1-2 土方量汇总

方格编号	挖方/m ³	填方/m ³	备注
1			
2			
...			
总计			

步骤五: 土方的平衡与调配

土方量计算后,在考虑了挖方时因土壤松散而引起填方中填土体积的增加、地下构筑物施工余土和各种填方工程的用土量之后,整个工程的填方量和挖方量应当平衡。如果发现挖、填方数量相差较大时,则需研究余土或缺土的处理方法,甚至可能修改设计标高。如修改设计标高,则需重新计算土方工程量。

1. 划分土方调配区

先在平面图上画出挖、填方区的分界线,然后在挖、填方区分别画出若干个调配区,确定调配区的大小和位置。

划分调配区时应注意:一是调配区应考虑填方区拟建设施的种类和位置,以及开工顺序



和分期施工顺序；二是调配区的大小应满足土方施工机械（如铲运机、挖土机等）的技术要求（如行驶及操作范围等），调配区的面积应与施工段的大小相适应，调配区的范围要与土方工程量计算用的方格网协调，通常可由若干个方格组成一个调配区；三是当土方运距较远或场地范围内的土方调配不能达到平衡时，可根据附近地区的地形情况，考虑就近借土或弃土，此时任意一个借土区或弃土区都可作为一个独立的调配区。

2. 计算各调配区的土方量并标于图上

图 1-6 是土方调配的一个例子。图上注明了挖、填调配区，调配方向，土方数量及每对挖、填方区之间的平均运距。图上共有四个挖方区，三个填方区，总挖方和总填方相等。土方的调配，仅考虑场地内的挖、填平衡即可解决（这种条件的土方调配可采用线性规划的方法计算确定）。

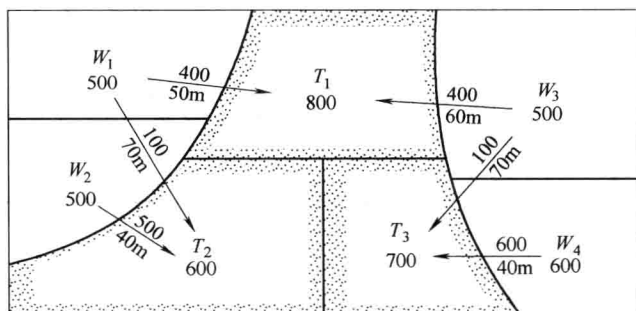


图 1-6 土方调配

3. 计算各挖、填方调配区之间的平均运距

各挖方调配区和各填方调配区之间的平均运距，亦即各挖方调配区重心至填方调配区重心之间的距离。

土方调配区之间的平均运距取场地或方格网中的纵、横两边为坐标轴，以一个角作为坐标原点（图 1-7），按下式求出各挖方或填方调配区土方重心坐标 x_0 及 y_0

$$x_0 = \frac{\sum (x_i V_i)}{\sum V_i}$$

$$y_0 = \frac{\sum (y_i V_i)}{\sum V_i}$$

式中 x_i, y_i —— i 块方格的重心坐标；
 V_i —— i 块方格的土方量。

填、挖方区之间的平均运距 L_0 为

$$L_0 = \sqrt{(x_{0t} - x_{0w})^2 + (y_{0t} - y_{0w})^2}$$

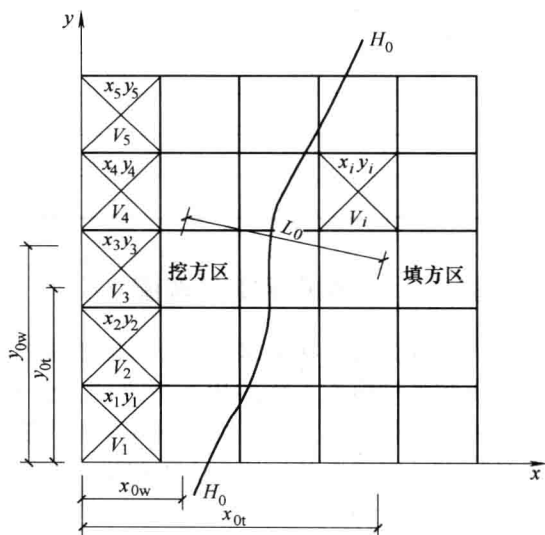


图 1-7 土方调配区之间的平均运距



式中 x_{0t} 、 y_{0t} ——填方区的重心坐标;

x_{0w} 、 y_{0w} ——挖方区的重心坐标。

对于平均运距也可采用在图上标出重心坐标后用比例尺量出的方法。一般当填、挖方调配区之间距离较远或运土工具沿工地道路或规定线路运土时,其运距按实际计算。

4. 确定土方最优调配方案

使总土方运输量 W 为最小值,即为最优调配方案,其计算式为:

$$W = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{ij} \cdot x_{ij}$$

式中 L_{ij} ——各调配区之间的平均运距 (m);

x_{ij} ——各调配区的土方量 (m^3)。

5. 绘出土方调配图 (图 1-6)

根据以上计算,标出调配方向,土方数量及运距(平均运距加上施工机械前进、倒退和转弯所需的最短距离)。

【提示】在土方调配工作中,应注意掌握以下几点:

1. 充分考虑填土的适用性,如种植区、道路广场区、建筑基础等。

2. 充分尊重设计,不可在园基内随意借土或弃土。

3. 分区调配应与全场调配相协调,避免只顾局部平衡,任意挖填。

4. 土方调配应与地下构筑物的施工相结合。

5. 选择合理的调配方向、运输路线、施工顺序,避免土方运输出现混乱现象,同时要求便于机具调配和机械化施工。

【考核与评价】

单元考核与评价见表 1-3。

表 1-3 单元考核与评价

考核内容	考核要求与标准 (100 分)	学生自我评价	教师评价
1. 网格及地形标高的确定	(1) 方格各边能与测量的纵、横坐标系对应,并对方格及各角点进行正确编号 (5 分) (2) 能将各点设计标高和原地形标高分别标注于方格桩点的右上角和右下角,并正确计算原地形标高与设计地面标高的差值 (15 分)		
2. 零线的确定	能正确地在相邻角点施工高度为一挖一填的方格边线上,用插入法求出零点的位置,将各相邻的零点连接起来即为零线。零线计算值正确 (20 分)		
3. 土方量计算	能正确地根据各方格网的底面积图形及相应的体积公式求出方格内的挖方量或填方量 (20 分)		
4. 划分调配区	调配区划分合理,面积与实际相符 (20 分)		
5. 平均运距	标出调配方向,土方数量及最优化的运距 (20 分)		



【知识链接】

1. 土方中的相关概念

(1) 园林地形和园林微地形

园林地形是指在一定范围内承载树木、花草、水体和园林建筑等物体的地面。园林微地形是指在一定园林绿地范围内的植物种植地的起伏状况。在造园工程中,适宜的微地形处理有利于丰富造园要素、形成景观层次,进而达到加强园林艺术性和改善生态环境的目的。在规则式园林中,一般表现为不同标高的地坪、层次;在自然式园林中,往往因为地形的起伏,形成平原、丘陵、山峰、盆地等地貌。

(2) 园林地貌和地物

园林地貌是指园林用地范围内的峰、峦、坡、谷、湖、潭、溪、瀑等山水地形外貌。它是园林的骨架,是整个园林赖以生存的基础。地物是指地表面的固定性物体(包括自然形成的物体和人工建造的物体),如居民点、道路、江河、树林、建筑物等。

(3) 地形设计

地形设计又称为竖向设计,是对原有地形、地貌进行工程结构和艺术造型的改造设计。园林地形设计不能局限于原有现状,而要充分体现总体规划的意图,实行必须的工程措施。地形设计的任务是从最大限度地发挥园林的综合功能出发,统筹安排园内各景点、设施和地貌景观之间的关系,使地上设施和地下设施之间、山水之间、园内与园外之间在高程上有合理的关系。图 1-8 所示为某小区中心公园的地形设计。



图 1-8 某小区中心公园的地形设计

(4) 地形图

地形图是按一定比例表示地貌、地物的平面位置和高程的一种正射投影图。其基本特征是:

1) 以大地测量成果作为平面和高程的控制基础,并印有经纬网和直角坐标网,能准确表示地形要素的地理位置,便于目标定位和图上量算。

2) 以航空摄影测量为主要手段进行实地测绘,或根据实测地图编绘而成,内容详细、准确。

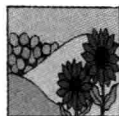
3) 地貌一般用等高线表示,能反映地面的实际高度、起伏状态,具有一定的立体感,能满足在图上分析、研究地形的需要。

4) 有规定的比例尺系列。

5) 有统一的图式符号,便于识别、使用。

(5) 等高线

等高线是表示地势起伏的等值线。它是地面上高程相同的各相邻点所连接成的封闭曲线,垂直投影到平面上的图形(图 1-9、图 1-10)。一组等高线不仅可以显示地面的高低起伏,而且还可以根据等高线的疏密和图形判断地貌的形态类型和斜坡的坡度陡缓。因此,熟



悉等高线的特性对测绘和应用地形图是非常重要的。等高线的特征通常可以归纳为以下几点：



图 1-9 等高线地貌示意

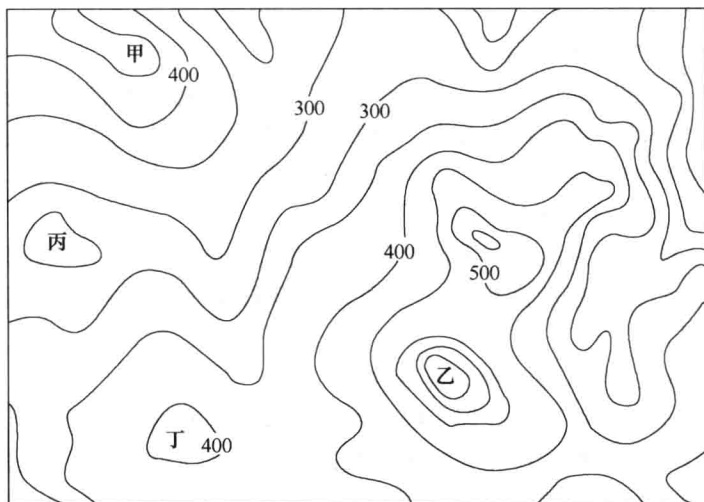


图 1-10 等高线表示地形

- 1) 在同一条等高线上，各点的高程均相等。
- 2) 等高线是闭合曲线，但不一定在一幅图内闭合。
- 3) 在一幅图内，等高线越密，表示地面坡度越陡，反之则缓。
- 4) 除悬崖外，等高线不能相交，也不能重叠，而悬崖、峭壁则用特殊符号表示。
- 5) 等高线与山脊线、山谷线成正交。

(6) 土壤的自然倾斜面和安息角

自然堆积的土壤经沉落稳定后，会形成一个稳定的、坡度一致的土体表面，此表面即称为土壤的自然倾斜面。自然倾斜面和水平面的夹角称为土壤的自然倾斜角，即安息角（图 1-11）。

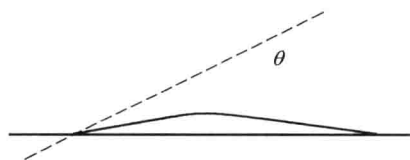


图 1-11 土壤的自然倾斜面和安息角

2. 园林绿地的地形处理原则

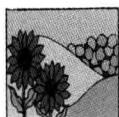
园林中的地形可分为陆地及水体两部分。地形的处理直接影响到园林空间的美学特征和人们的空间感受，以及园林的布局方式、景观效果、排水设施等要素。因此，园林地形的处理必须遵循一定的原则。

(1) 结合地形，因景得宜，充分体现自然风貌

大自然是最美的景观，结合景点的自然地貌进行地形处理，使人备感亲切。地形处理是造园的基础，也是造园的必要条件。《园治·兴造论》中：“因者：随基势高下，体形之端正，碍木删桠，泉流石柱，互相借姿；宜亭斯亭，宜榭斯榭，不妨偏径，顿置婉转……”，即因不同的地点和环境条件灵活地组景，有山靠山，有水依水，充分攫取自然的美景为我所用。因此，地形的处理对景点的布置起着决定性的作用，在造园前必须进行地形处理。

(2) 以小见大，适当造景

地形在高度、大小、比例、尺度、外观、形态等方面的变化可形成丰富的地表特征。在



较大的场景中需要宽阔的绿地、大型草坪或疏林草地来展现宏伟壮观的场景；在较小的区域内，可以从水平和垂直两个方向打破整齐划一的感觉，通过适当的地形处理，创造更多的层次。

(3) 地形与组成部分和谐统一

园林中的地形是具有连续性的，园林中的各组成部分是相互联系、相互影响、相互制约的，彼此不可能孤立存在。因此，每块地形的处理既要满足排水及种植要求，又要与周围的环境和建筑融为一体，以淡化人工建筑与自然环境的界限，力求达到自然过渡的效果。

(4) 符合园林美的法则

园林是人为的艺术加工和工程措施结合而成的，园林美源于自然又高于自然，是自然景观和人文景观的高度统一。园林美具有多元性，在园林的地形处理中必须遵循园林美的法则。

3. 土方工程量的计算方法

土方工程量的计算一般是根据原地形等高线的设计地形图来进行的，计算所得资料是编制基本建设投资预算和施工组织设计等技术文件的重要依据。在规划阶段，土方工程量的计算无需过分精细，只要估算即可；而在施工图设计阶段，土方工程量的计算则要求比较精确。计算土方工程量的方法很多，除了前面介绍的方格网法，常见的还有估算法和截面法。

(1) 估算法

山丘、池塘等形状比较规则，可用相近的几何体体积公式来快速计算，表 1-4 中所列公式可供选用。此法简便，但精确度较差，多用于估算。

表 1-4 估算体积公式

序 号	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	$V = \frac{1}{3} S h$
4	棱台	$V = \frac{1}{3} h (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$
5	球缺	$V = \frac{\pi h}{6} (h^2 + 3r^2)$

式中 V ——体积； r ——半径； S ——底面积； h ——高； r_1 、 r_2 ——上、下底半径； S_1 、 S_2 ——上、下底面积

(2) 截面法

截面法是以一组等距（或不等距）的相互平行的截面将拟计算的地块、地形单体（如山、溪涧、池、岛、堤、沟渠、路槽等）分截为“段”，分别计算这些“段”的体积。再将各“段”的体积累加，以求得该计算对象的总土方量。

截面法根据其截取截面的方向不同可分为垂直截面法和水平截面法（等高面法）两种。

1) 垂直截面法。设每段均为棱台，则每段的体积计算公式如下



$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} L$$

式中 S_1 ——棱台的上底面积；

S_2 ——棱台的下底面积；

L ——棱台的高（两相邻截面间的距离）。

此法适用于带状地形单体或土方工程（如带状山体、水体、沟、堤、路槽等）土方量计算（图 1-12）。

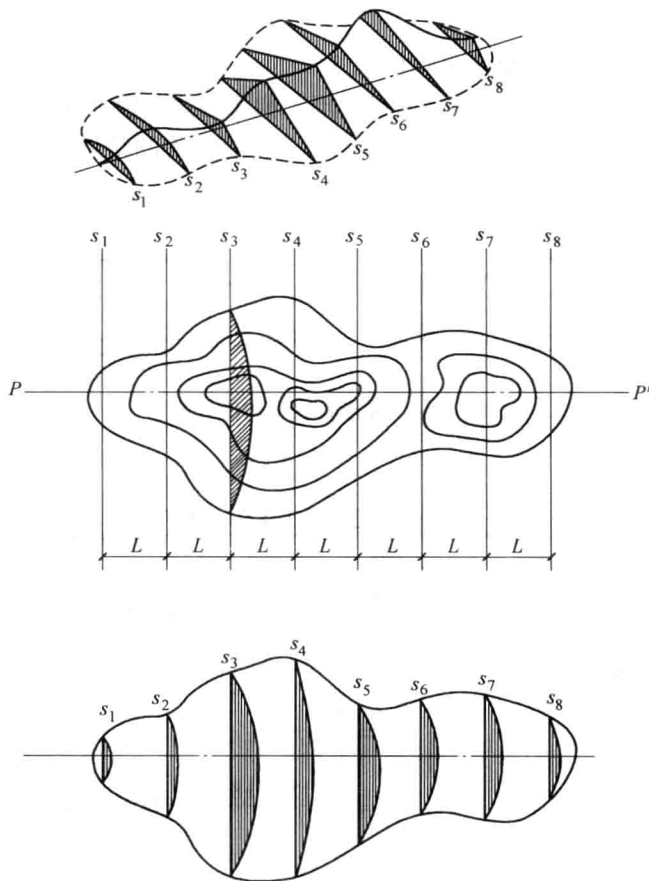


图 1-12 带状山体土方量计算

计算中，如 S_1 和 S_2 的面积相差较大或两相邻截面之间的距离大于 50m 时，用算术平均值法计算的结果误差较大，此时可在 S_1 和 S_2 间插入中间截面，然后改用拟棱台公式计算

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

式中 S_0 ——所插入的中间截面面积，

S_0 的求法有两种：如图 1-13 所示。

① 求棱台中间的截面面积公式

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

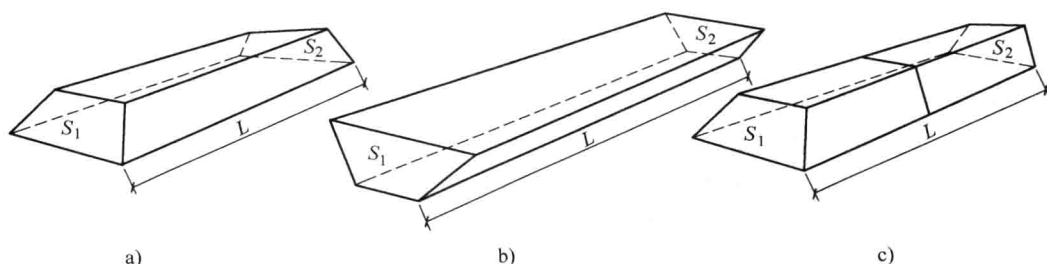


图 1-13 中间截面面积的求法

② 用 S_1 和 S_2 各相应边的算术平均值求 S_0

【例】设有一土堤，计算段两端截面呈梯形，梯形各边数值如图 1-14 所示。两截面之间的距离为 60m，试比较用算术平均法和拟棱台公式计算所得的结果。

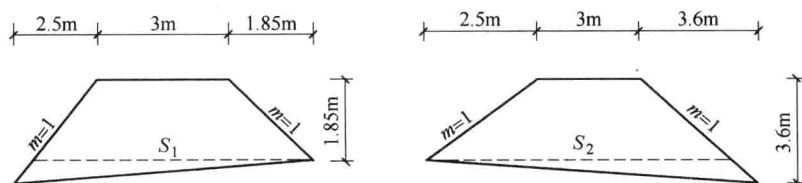


图 1-14 梯形各边平均值计算

先求 S_1 、 S_2 ：

$$S_1 = \frac{1.85 \times (3 + 6.7) + (2.5 - 1.85) \times 6.7}{2} \text{m}^2 = 11.15 \text{m}^2$$

$$S_2 = \frac{2.5 \times (3 + 8) + (3.6 - 2.5) \times 8}{2} \text{m}^2 = 18.15 \text{m}^2$$

用算术平均值法求土方量

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} L$$

$$V = \frac{11.15 + 18.15}{2} \times 60 \text{m}^3 = 879 \text{m}^3$$

用拟棱台公式求土方量

(1) 用该棱台中间截面面积公式求 S_0

$$S_0 = \frac{1}{4} (11.15 + 18.15 + 2 \sqrt{11.15 \times 18.15}) \text{m}^2 = 14.44 \text{m}^2$$

$$V = \frac{60}{6} (11.15 + 18.15 + 4 \times 14.44) \text{m}^3 = 870.6 \text{m}^3$$

(2) 用 S_1 及 S_2 各对应边的算术平均值求得 S_0

$$S_0 = \frac{2.175 \times (3 + 7.35) + (3.05 - 2.18) \times 7.35}{4} \text{m}^2 = 14.465 \text{m}^2$$

$$V = \frac{(11.15 + 18.15 + 4 \times 14.465)}{6} \times 60 \text{m}^3 = 871.6 \text{m}^3$$

由上述计算可知，两种计算 S_0 的方式，其所得结果相差无几，而两者与由算术平均值