



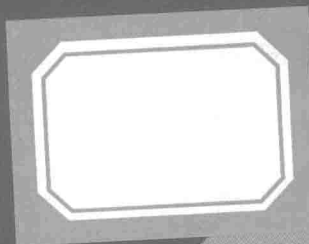
Landscape
Engineering

高等院校“十二五”园林景观艺术设计专业精品课程系列教材

园林工程

白丹 闫煜涛 主编

武汉理工大学出版社



Landscape
Engineering

高等院校“十二五”园林景观设计专业精品课程系列教材

园 林 工 程

白
章



武汉理工大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

园林工程 / 白丹, 闫煜涛主编. — 武汉: 武汉理工大学出版社, 2013.7

ISBN 978-7-5629-3882-8

I . ①园… II . ①白… ②闫… III . ①园林 - 工程施工 IV . ① TU986.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 288352 号

项目负责人: 杨 涛

责任编辑: 杨 涛

责任校对: 夏冬琴

装帧设计: 杨 涛

出版发行: 武汉理工大学出版社

社 址: 武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编: 430070

网 址: <http://www.techbook.com.cn>

经 销: 各地新华书店

印 刷: 武汉精一印刷有限公司

开 本: 880 × 1230 1/16

印 张: 14

字 数: 504 千字

版 次: 2013 年 7 月第 1 版

印 次: 2013 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1—3000 册

定 价: 49.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话: 027-87515778 87515848 87785758 87165708 (传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

前言

园林工程是一门综合性很强的专业，强调艺术和技术的合理结合。园林作品的成功与否在很大程度上取决于园林工程施工和管理水平的高低。针对园林工程实践性强的特点和高职高专园林专业教学目标，本书在结合多年教学和工程实践经验的基础上，着重讲解了初学者易出错、难理解的重点和难点，使学生能够对园林工程有系统的认识 and 了解，为学生走上工作岗位和进一步深造打下坚实的基础。

本教材以市政、建筑工程原理为基础，以风景园林设计和生态学知识为指导，全面系统地讲述了风景园林工程的各方面知识。全书共分8章，分别为园林土方工程、园林种植工程、园林铺装工程、园林挡土墙工程、园林给排水工程、园林水景工程、园林假山工程和园林施工图；在附录部分还对园林工程中一些常用的规范、数据进行了归纳总结。此外，本教材以国家行业标准为规范，以新技术、新工艺为依托，系统讲述如何将设计方案全面深化为系统的、相互配套的、简洁明了的专业施工设计图，并加强了节水、环保等现代生态工程技术的研究与应用。

本书由郑州大学建筑学院白丹、闫煜涛担任主编，山东省烟台市风景园林规划设计院孙明、郑州航空工业管理学院土木建筑工程学院陈玮、江西理工大学南昌校区建筑与资源工程系杨辉、武汉轻工大学艺术与传媒学院章翔参编。本书在编写过程中，得到了多方支持和帮助，在此特别感谢北京市天坛公园绿化中心的韩雪琳、郑州大学建筑学院的栾春风、范雪青等。

本教材被列入“郑州大学青年骨干教师资助计划”。

编者

2013年3月

高等院校“十二五”园林景观设计专业精品课程系列教材

编审委员会名单

- 主任委员：武星宽 武汉理工大学艺术与设计学院教授、博士生导师
中国建筑装饰协会专家咨询委员会委员
中国国画家协会议事
国务院国家民委书画院院士
- 田如男 南京林业大学风景园林学院教授、博士生导师
南京林业大学风景园林学院风景园林系党支部书记
南京林业大学风景园林规划研究所副所长
国家职业技能鉴定插花考评员
- 田 高 武汉理工大学教授

- 副主任委员：申亚梅 浙江林学院园林学院副教授、博士
杨学忠 武汉理工大学出版社编审

秘书长兼

- 总责任编辑：杨 涛 武汉理工大学出版社副编审

委 员：(以姓氏笔画为序)

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 韦 峰 | 王凤珍 | 王水浪 | 王玮玮 | 白 丹 | 冯 叶 |
| 申亚梅 | 刘 非 | 闫煜涛 | 孙 明 | 陈 玮 | 李 莉 |
| 邵伟丽 | 吴晓华 | 应 君 | 张一奇 | 张伏虎 | 季 岚 |
| 杨赵平 | 周 敏 | 荣先林 | 顾翠花 | 栾春风 | 徐景文 |
| 徐维波 | 崔 玲 | 梁继业 | 谢启娇 | 楚爱香 | 蔡梁峰 |
| 滕明君 | 魏春海 | | | | |

目录

绪论	1
1 园林土方工程	2
1.1 地形设计	2
1.2 土方量计算	7
1.3 园林土方工程施工	10
2 园林种植工程	17
2.1 概述	17
2.2 乔灌木栽植	17
2.3 大树移植工程	21
2.4 草坪地被工程	30
2.5 水生植物种植	33
2.6 屋顶绿化技术	34
2.7 盐碱地园林绿化技术	40
2.8 花坛工程	43
3 园林铺装工程	50
3.1 概述	50
3.2 园林铺装材料及其做法	52
3.3 园路设计	71
3.4 园林铺装施工	74
3.5 园林铺装常见病害及维护管理	80
4 园林挡土墙工程	82
4.1 概述	82
4.2 园林挡土墙的砌体材料	83
4.3 园林挡土墙的装饰工程	88
4.4 园林挡土墙的类型及设计	92
4.5 园林挡土墙砌筑	94
5 园林给排水工程	100
5.1 园林给水工程	100
5.2 园林喷灌工程	105
5.3 园林排水工程	112
5.4 园林管线综合	118
5.5 园林节水工程	121

目录

6	园林水景工程	123
6.1	概述	123
6.2	园林喷泉	125
6.3	园林喷雾	133
6.4	园林人工湖泊、水池	135
6.5	防渗技术措施	143
6.6	园林驳岸护坡工程	149
6.7	园林水景的日常维护及相关安全事宜	156
7	园林假山工程	159
7.1	概述	159
7.2	园林假山材料	165
7.3	园林假山结构	167
7.4	传统材料园林假山的施工技术	170
7.5	人造塑石园林假山的施工技术	174
7.6	安全施工	175
8	园林施工图	177
8.1	概述	177
8.2	园林施工图——总图部分	179
8.3	园林施工图——详图部分	188
8.4	园林施工图——配套专业图纸	196
8.5	园林施工图规范化	202
	附录	204
	参考文献	217
	相关参考学习网站	218



绪论

园林工程是园林景观设计专业的重要专业课程之一。工，“执技艺以成器物”；程，“物之准”，也含有进程、过程之意。园林工程是探讨在发挥园林综合功能的前提下，科学处理工程设施与园林设计之间的关系的技术学科，以实现经济、美观、生态的核心目标。

中国古典园林享誉世界，经历了从殷商园林的萌芽期到明清园林的成熟期。在漫长的历史进程中，勤劳智慧的工匠总结了一系列大到堆山理水、小到花砖铺装的园林工程技术。从发掘的唐代花面砖来看，其砖质细腻而坚实，断面呈上大下小，顶面带有凹凸的花纹，既有防滑功能，又起到装饰作用；底面有绳纹，易于稳定。清朝中期，常州人戈裕良在园林亭台池沼的设计方面有很高的成就，堆叠假山技艺尤为高明；他能用不规则的湖石、山石发券成拱，且坚固不坏，并且在苏州、常熟一带修筑了许多名园。

随着我国社会和经济的发展，人们日益认识到环境的重要性，各地纷纷以建设生态园林城市为目的，结合河道、道路等综合环境治理，展开大规模的园林工程建设，并取得了巨大的生态效益和社会效益。同时，随着新的园林设计理念的不断引入，园林工程技术也在不断吸收相关行业的先进技术以获得自身的发展。例如，彩色压膜混凝土、彩色透水沥青的应用丰富了园林的色彩；喷泉自控技术的应用使得水景效果更加绚丽梦幻，能够形成瞬息万变的“水上芭蕾”；玻璃纤维强化水泥（GRC）在假山工程上应用，不仅具有重量轻、耐水湿、可工厂化生产、施工便捷等优点，更降低了自然石材的开挖量，减少了对生态环境的破坏。

园林工程是一门实践性很强的课程，要在理论学习和工程实践中，在继承传统的基础上，不断地创新和发展；创造具有文化和地域特色、符合时代精神、满足并反映当代人精神需求的精品园林。

1 园林土方工程

[教学要点]

在园林工程中，需要通过土方工程对原场地进行改造，以满足人们的各种功能需求。例如地面排水、道路交通、建筑场地布置、植物生长和园林水景设计等要通过堆山理水、平整场地、铺设管线等工程来实现，而这些措施均需要动用土方。由于土方工程量大、造价高，施工前需进行合理的设计，以避免造成经济损失，影响园林后期效果的实现。

本章主要讲述园林土方工程的基础知识、土方量计算、土方施工三方面内容。本章的学习重点是要求通过图纸、模型和现场实习建立对园林土方工程的全面认知，正确识别等高线与地形，掌握土方量的计算方法，了解土方调配及土方工程施工过程，并确立合理改造场地、减少环境干扰、避免不合理布局的园林土方工程指导思想。本章的学习难点是土方量计算和土方工程施工现场调研。

1.1 地形设计

1.1.1 基本概念

(1) 地形设计

在园林设计中，地形设计亦称为竖向设计，是指在一块场地上进行垂直与水平方向的布置和处理。园林用地的竖向设计是园林中各个景点、各种设施及地貌等在高程上创造高低变化并实现协调统一效果的设计。地形设计的具体内容涉及园路、广场、桥梁和其他铺装场地的设计，建筑及园林小品的标高，植物种植的高程要求，排水设计，管道铺装等各个方面。

(2) 地形

地形是地貌与地物的总称，即地面上分布的固定物体与地表面本身共同呈现出的高低起伏的状况。园林中的地形含义侧重于地貌。

(3) 地形图

地形图指的是地表起伏形态和地物位置、形状在水平面上的投影图。具体来讲，将地面上的地物和地貌用水平投影的方法（沿铅垂线方向投影到水平面上）按一定的比例尺缩绘到图纸上，即得到地形图。在园林设计中，常用的地形图图例如表1-1所示。

表1-1 常用地形图图例

名 称	图 例	名 称	图 例	名 称	图 例
凹地		断岩		沙洲	
土墩		悬崖		河（溪）岸及河床	
沙地		等高线省略法		土坎	
崩土		河岸线		双线河川	

(4) 等高线

等高线是一组垂直间距相等、平行于水平面的假想面与自然地貌相交所得到的交线在平面上的投影。如果给这组投影线标注上数值，便可用它在图纸上表示地形的高低陡缓、峰峦位置、山谷走向以及溪湖的深度等内容，图1-1所示为等高线与地形的关系示意图。等高线的特点有以下几个方面：

①在同一条等高线上的所有点，其高程都相等。



②每条等高线都是闭合的。由于图纸或图框的限制，在图纸上不一定每根等高线都能闭合，但实际上它们还是闭合的。

③等高线水平间距的大小表示地形的缓或陡，如疏则缓、密则陡。等高线的间距相等，表示该坡面的角度相同；等高线平直，则表示该地形是平整过的同一坡度的斜坡。

④等高线一般不相交或重叠，只有在悬崖处等高线才可能出现相交情况。在某些垂直于地平面的峭壁、陡坎或挡土墙驳岸处，等高线才会重合。

⑤等高线在图纸上不能直穿横过河谷、堤岸和道路等。由于以上地形单元或构筑物在高程上高出或低于周围地面，所以等高线在接近低于地面的河谷时向上游延伸，而后穿越河床，再向下游走出河谷。如遇到高于地面的堤岸或路堤时，等高线则转向下方，横过堤顶再转向上方，然后走向另一侧。

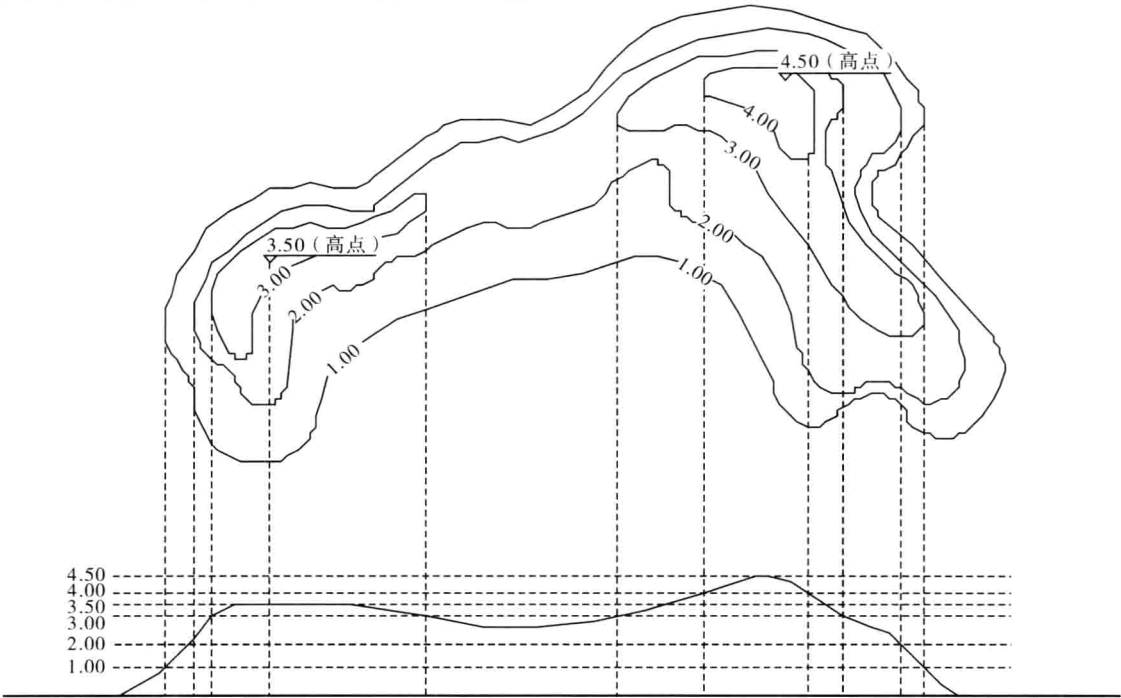


图1-1 等高线与地形的关系示意图

(5) 等深线

在海洋或湖泊中，相同深度的各点连接成封闭曲线，按比例缩小后垂直投影到平面上所形成的曲线，称为等深线；从形式上可以理解为等高线的镜像。在同一条等深线上，各点所表示的深度相等。在地形图上，等深线可表示海洋或湖泊的深度、海底或湖底地形的起伏。

(6) 坡度

坡度是地表单元陡缓的程度，通常用坡面的垂直高度*H*和水平宽度*L*的比值来表示，即为坡角的正切值，又称为坡比（用字母*i*表示）。坡度的表示方法有百分比法、度数法、密位法和分数法4种，其中以百分比法和度数法较为常用。

百分比法的公式为：

$$i=H/L\times 100\%$$

式中：*i*——坡度（%）；

H——高差（m）；

L——水平间距（m）。

例如：图1-2所示斜面，水平距离*L*=10m，垂直上升高度*H*=1.5m，其坡度*i*=(1.5/10)×100%=15%。

在土方工程中，工程边坡坡度也是以其高度和水平距离之比表示。工程界习惯以1：*M*表示，*M*是坡度系数，则边坡坡度为1：3的边坡，也可叫坡度系数*M*=3的边坡。

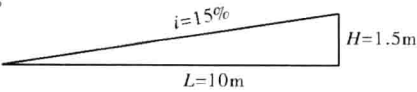


图1-2 坡度的表示



1.1.2 地形的作用

- 地形在园林设计中的作用主要包括文化和功能两大方面，概括起来有5点，分别为：
- (1) 山水骨架，形成主景。
 - 地形是构成园林的骨架，是植物、建筑、水景等元素的依托。地形作为植物的依托，可以产生林冠线的起伏变化；作为建筑的依托，能形成层次丰富的立面和多变的视线变化；作为水景的依托，可以构建溪涧流水潺潺或瀑布轰隆直落的景观效果。
 - (2) 组织和分割空间。
 - 地形可以构成不同形状、不同特点的园林空间。从地平轮廓线、坡度、谷底面3个可变化的因素出发，地形可以形成开放、半开放、封闭（私密）的空间形式，结合其他设计要素可以营造不同的环境氛围，给游人以不同的心理感受。
 - (3) 控制视线，引导游览。
 - 起伏的地形在丰富景观效果的同时，还起到了引导视线、创造空间层次的作用。凸地形视线开阔发散，凹地形视线积聚封闭。倾斜的坡面可以作为展示各种元素的观赏面。高起的地形可以遮挡人的视线，构成障景；或者引导人的视线，让游人通往设计的主体或目标地块。
 - (4) 生态功能，宜于植物。
 - 植物具有不同的习性，而利用地形的南北朝向可以满足不同植物对光照的需要。不同植物对风向、湿度等因素的要求也不同，利用地形可以形成不同的小气候条件，以满足植物的生长需要。
 - (5) 工程需要，土方平衡。

地形设计对于地面排水有十分重要的意义。坡度过大或过缓都不利于排水，进而影响植物、建筑及安全问题。另外，土方工程在园林工程的总建设费用中占的比例很大，合理利用地形，可以减少土方调配，从而降低工程造价。

1.1.3 园林地形的类型及设计原则

- (1) 园林地形的类型
- 地形是为园林中各项功能服务的，园林地形坡度的大小直接影响场地的功能和使用，见表1-2地形设计中坡值的取用表，设计时应考虑如下设计要点：

表1-2 地形设计中坡值的取用表

地形	适宜坡度（%）	极值（%）	特点说明
游览步道	≤8	≤12	设台阶或礅礅
散步坡道	1~2	<4	
主园路（通机动车）	0.5~6（8）	0.3~10	当小于0.3%时，设计锯齿形边沟来排除地面径流
次园路（园务便道）	1~10	0.5~15	
次园路（不通机动车）	0.5~12	0.3~20	
广场与平台	1~2	0.3~3	
台阶	33~50	25~50	坡度 平均台阶宽 1% >200mm 2% ≥100mm
停车场地	0.5~3	0.3~8	
运动场地	0.5~1.5	0.4~2	
高尔夫球场地	2~3	1~5	
草坡	≤25~30	≤50	允许地坡起伏在1%~5%
种植林坡	≤50	≤100	
植被土坡	33	≤50	
理想自然草坪	2~3	1~5	有利于机械修剪草坪
明沟	自然土	2~9	—
	铺砌	1~50	

- ①平地（坡度在3%以下）
- 因排水需要，园林中所指的平地是具有一定坡度的相对平整的地面。为了避免水土流失并提高景观效果，单一坡度的地面不宜延续过长，应有适当的起伏或设计成多面坡。一般铺装场地的坡度为0.3%~1%，但根据我国实际的施工水平和实践经验，建议排水坡度不要低于0.5%。
- ②坡地
- 坡地在园林中应用非常广泛，根据坡度的大小可以分为缓坡地、中坡地、陡坡地和悬崖陡坎等。



缓坡地坡度在3%~10%之间,对道路和建筑基本没有影响,可以作为活动场地和种植用地,如篮球场(3%~5%)。中坡地坡度在10%~25%之间,在建筑区需要设置台阶或坡道,以满足交通的需要,而在园林区则基本没有影响,适合作为疏林草地。陡坡地坡度在25%~50%之间,道路与等高线斜交,建筑群的布置受较大限制。陡坡多位于山地中,作为园林活动场地比较困难,适合作为种植地和背景林带。悬崖陡坎为坡度等于或大于100%的场地,一般是土石山体或石头山,难以作为种植地段;如果道路或游憩场地接近这些区域,需要采取相应工程措施(挖鱼鳞坑、挡墙护坡等)加固,以防止发生山体滑坡或坍塌等安全事故。

③山地

山地是园林地形设计的核心,也是营造园林景观的最佳用地。《园冶·相地篇》中明确指出:“园地惟山林最胜,有 high 有凹,有曲有深,有峻而悬,有平而坦,自成天然之趣,不烦人事之工。”在利用山地时,要在充分考虑安全的前提下,结合观景需要进行游览路线的选取。

④丘陵

丘陵地带的坡度在10%~25%之间,高度在1m~3m之间变化。如设计得当,一般不需采取工程措施,可以作为起伏的微地形。在实践中,常以大面积林带为背景,前景为疏林草地,营造一个开敞且富有趣味的活动空间。

(2) 地形设计的基本原则

园林地形是在总体规划设计的指导下进行的,因此地形设计应该满足下面的基本原则:

①满足使用功能,发挥造景功能。

不同类型、不同使用功能的园林绿地,对地形要求不同。自然山水园林中地形的类型较丰富,规则式园林中的地形则比较单一。

②因地制宜,在利用中改造。

“高可筑台,低可凿池”是中国古典园林的设计精髓之一,巧妙利用地形的有利条件,稍加整理,便可取得事半功倍的效果。

③就近就,土方平衡。

无论是挖湖堆山,还是平整场地,都需要动用大量土方,投入大量的财力,因此,在地形设计时需考虑就近平衡土方。

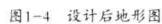
1.1.4 地形的表达方法

地形设计的表达方法有等高线法、断面法、模型法和计算机绘图法4种。一般情况下,大型园林绿地的地形设计以等高线法为主,断面法、模型法和计算机绘图法作为辅助表达方法;而在小型绿地中,计算机绘图法愈来愈成为主要表达方法。

(1) 等高线法

等高线法,即用相互等距的系列水平面切割地形后所得的平面与地形的交线按一定比例缩小,垂直投影到水平面上所得的水平正投影图来表示设计地形的方法。其上标注高程,成为一组等高线。平面间的垂距为等高距(h),两条相邻等高线间的水平距离为等高线平距(L),其长短与地形有关。地形坡缓,则等高线平距长,反之则短。

等高线是表示地形的最基本方法,一般地形图都是用等高线和点标高表示的。在设计中,设计师常用地形图来讨论和绘制方案,在同一张图纸上表达原有地形和设计地形及园林道路、场地的高程,如图1-3和图1-4所示。



断面法是用许多断面表达设计地形以及原有地形状况的方法。断面图表示了地形按比例在纵向和横向的变化。此方法可以更加形象地表达地形轮廓,说明地形上地物相对位置和室内外标高的关系,还可以标示植物分布及林木空间的轮廓以及垂直空间内地面上不同界面的处置效果。

6



为等高线法的辅助。

(3) 模型法

模型法是将设计的地形地貌实体形象按一定比例缩小，用特殊的材料和工具进行加工制作的方法。制作模型的材料可以是陶土、木板、泡沫、吹塑纸、橡皮泥等，材料的选取要根据制作模型的复杂程度和精细等级决定。由于模型法为三维表达形式，具有很强的直观性，所以经常用于园林规划设计阶段的方案推敲或后期成果展示。模型制作起来费工费时，并且不易搬动，所以在实践中，设计人员前期常会自己动手做草模，后期请专业公司制作成果展示。

(4) 计算机绘图法

目前，计算机技术和各种专业软件在园林工程中的应用越来越广泛，例如用计算机绘图表示地形的GIS、SKETCHUP等软件，图1-5所示为利用SKETCHUP软件制作的园林地形。该方法的优点是：可以通过显示器或效果图纸多角度、多维度地展示原地形和设计地形之间的变化，并能灵活、快捷地进行方案调整和地形修饰，甚至可以通过不同视角的动画演示给甲方以直观的感受，弥补了非专业人士看不懂地形图而无法与设计人员进行有效沟通的遗憾。此外，采用计算机绘图法，可以避免因设计改变而导致实体模型的改动，降低了制作模型的各种费用。

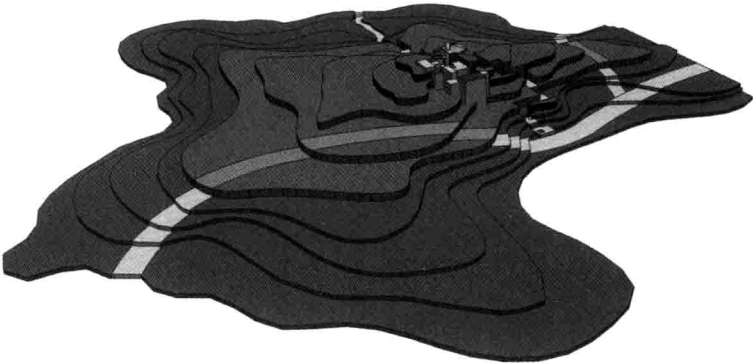


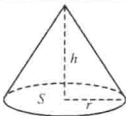
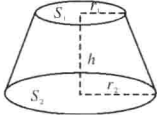
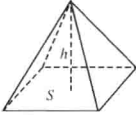
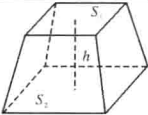
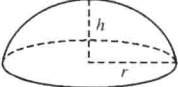
图1-5 SKETCHUP软件制作的园林地形

1.2 土方量计算

1.2.1 公式估算法

在园林建设工程中，园林地形单体的体积采用与其形体相近的几何形体体积公式来计算，被称为公式估算法，表1-3中为常用的几何体体积公式。此法简便，但精度较差，多用于估算。

表1-3 常用几何体体积公式

序号	几何体名称	几何体形状	体积计算公式	备注
1	圆锥		$V=\pi r^2 h/3$	V ——体积 r ——半径 S ——底面积 h ——高 r_1 ——上底半径 r_2 ——下底半径 S_1 ——上底面积 S_2 ——下底面积
2	圆台		$V=\pi h (r_1^2+ r_2^2+ r_1 r_2) /3$	
3	棱锥		$V=S \cdot h/3$	
4	棱台		$V=h (S_1+S_2+\sqrt{S_1S_2}) /3$	
5	球缺		$V=\pi h (h^2+3r^2) /6$	



1.2.2 断面法

断面法是以一组等距（或不等距）的互相平行的截面将拟计算的地块、山体、溪涧、湖岛以及路堤等分解成段，分别计算各段体积，然后再累计相加，即可得到计算对象的总土方量。计算公式如下：

$$V = (S_1 + S_2) / 2 \times L$$

式中：V——土方体积（ m^3 ）；

S_1, S_2 ——两断面面积（ m^2 ）；

L——两断面间垂直距离（m）。

当 $S_1 = S_2$ 时， $V = S \times L$ 。

断面法的计算精度取决于截取断面的数量，多则精、少则粗。断面法又分为垂直断面法和水平断面法。无论是断面法，还是下文中的等高面法，不规则的断面面积是影响其精度和工作量的重要因素之一，因此，对于不规则的断面面积可以采用以下方法：

（1）求积仪法

求积仪为测定图形面积的仪器，常用的为极点求积仪。使用时，将底部具有小针的重物压于图纸上作为极点，然后将针尖沿着图形的轮廓线移动一周，在记数盘与测轮上读得分划值，从而计算出图形的面积。求积仪分数字型和指针型两种，常用的型号是小泉牌KP-90N。

（2）方格纸法

用印好的透明毫米方格纸蒙在图纸上，累计计算方格数及方格的面积的方法被称为格纸法。该方法在大量土方工程计算中被广为采用，其精度与方格网的密度成正比。

1.2.3 等高面法

在等高线处取断面的土方量计算的方法，就是等高面法。等高线具有线上各点标高相同、线不相交、总是闭合等特点，因此，利用等高线闭合形成的等高面作为土方计算断面比较方便，也可达到一定精度。此法适用于多有自然山水式地形，地面变化情况较为复杂的园林工程。

等高面法是在等高线处沿水平方向取断面，上下两层水平断面之间的高度差即为等高距值。等高面法与断面法基本相

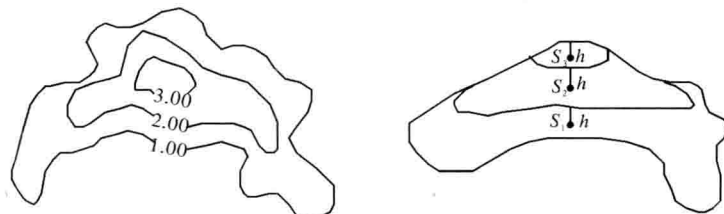


图1-6 等高面法示意图

似，是由上底断面面积与下底断面面积的平均值乘以等高距，求得两层断面之间的土方量，如图1-6所示。

这种方法的计算公式如下：

$$\begin{aligned} V &= (S_1 + S_2) / 2 \times h + (S_2 + S_3) / 2 \times h + \cdots + (S_{n-1} + S_n) / 2 \times h + S_n / 3 \times h \\ &= [(S_1 + S_n) / 2 + S_2 + S_3 + \cdots + S_{n-1} + S_n / 3] \times h \end{aligned}$$

式中：V——土方体积（ m^3 ）；

S——各层断面面积（ m^2 ）；

h——等高距（m）。

采用等高面法进行计算时，一般步骤如下：

（1）确定基准面

基准面是一个计算填方和挖方的交界面，基准面标高一般是取设计地面挖掘线范围内的原地形标高的平均值。

（2）求得设计地面原地形高于基准面的土方量

先逐一求出原地形基准面以上各等高线所包围的面积。因为在自然地形上各等高面的形状是不规则的，所以其面积就可用方格计算纸或求积仪求取。将计算得出的各等高面面积代入公式，就可分别得出基准面以上各层等高面之间的土方



量，再将各层土方量累计，即可得出基准面以上的合计土方量。

(3) 计算挖掘范围内低于地形基准面的土方量

按照上述方式，分层计算基准面以下各等高面面积，并用公式分别计算各层的土方量，得出的结果再累计即为挖掘范围内基准面以下的合计土方量。

(4) 求挖方总量

上述所得出的挖掘线范围内的基准面以上与基准面以下土方量之和，即为挖方工程的总土方量。

(5) 计算填方量

如果是以规则形状的土坑作填方区，则可按相应的体积计算公式算出填方的容积，此容积的数值即为填方量。如果是以不规则的自然土坑作填方区，或是推土成山，则以上述公式分层计算土方量后，再累计，即为填方工程的总土方量。

1.2.4 方格网法

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。园林中有许多场地需要平整，将原来高低不平、比较破碎的地形按照地形与设计的要求整理为平坦的或具有一定坡度的场地，这时采用方格网法计算土方量较为准确。其方法如下：

(1) 划分方格网

在附有等高线的施工现场地形图上做方格网来控制施工场地。方格边长数值取决于所要求的计算精度和地形变化的复杂程度。在地形相对平坦地段，园林中方格边长一般采用20~40m；地形起伏较大地段，方格边长可采用10~20m。

(2) 填写原地地形标高

根据总平面图上的原地地形等高线，确定每个方格交叉点的原地地形标高，或者在地形图上用插入法求出各角点的原地地形标高，然后注记在方格网角点的右下方（图1-7）。

插入法求标高公式如下：

$$H_x = H_a \pm xh/L$$

式中： H_x ——角点原地地形标高（m）；

H_a ——位于低边等高线的高程（m）；

x ——角点至低边等高线的水平距离（m）；

h ——等高距（m）；

L ——相邻两等高线间最短距离（m）。

(3) 填写设计标高

依据设计图纸确定各个角点的设计标高，注记在角点的右上方。

(4) 确定施工标高

施工标高=原地地形标高-设计标高。得数为正（+）数时，表示挖方，得数为负（-）数时，表示填方。施工标高，注记在角点的左上方。

(5) 求填挖零点线

求出施工标高以后，如果在同一个方格中既有填方也有挖方部分，就必须求出零点线，所谓零点就是既不挖土也不填土的点，将零点互相连接起来的线就是零点线。零点线是挖方和填方区的分界线，它是土方计算的重要依据。

参照表1-4，可以用以下公式求出零点：

$$b_1 = a \cdot h_1 / (h_1 + h_3)$$

式中： b_1 ——零点距 h_1 一端的水平距离（m）；

h_1, h_3 ——方格相邻两角点的施工标高绝对值（m）；

a ——方格边长（m）。

(6) 根据公式计算土方量

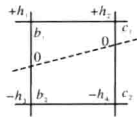
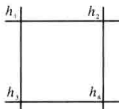
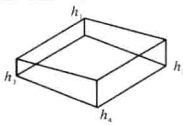
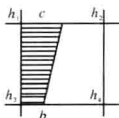
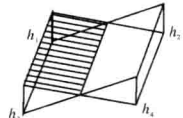
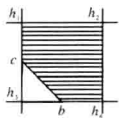
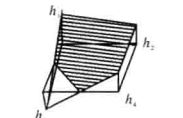
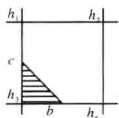
根据方格网中各个方格的填挖情况，分别计算出每一方格土方量。由于每一方格内的填挖情况不同，计算所依据的图式也不同。计算中，应按方格内的填挖具体情况，选用相应的图式，并分别将标高数字代入相应的公式中进行计算。表

施工标高	设计标高
2	28.00
+5	30.00
角点标号	原地地形标高

图1-7 标注示意图

1-4所示为常用的计算图式及相应的计算公式。

表1-4 土方量的方格网计算图式

		零点线计算 $b_1=a \cdot \frac{h_1}{h_1+h_3}$ $b_2=a \cdot \frac{h_3}{h_3+h_1}$ $c_1=a \cdot \frac{h_2}{h_2+h_4}$ $c_2=a \cdot \frac{h_4}{h_4+h_2}$
		四点挖方或填方 $\pm V=\frac{a^2}{4} (h_1+h_2+h_3+h_4)$
		二点挖方或填方 $\pm V=\frac{b+c}{2} \cdot a \cdot \frac{\sum h}{4} = \frac{(b+c) \cdot a \cdot \sum h}{8}$
		三点挖方或填方 $V=(a^2-\frac{b \cdot c}{2}) \cdot \frac{\sum h}{5}$
		一点挖方或填方 $V=\frac{1}{2} \cdot b \cdot c \cdot \frac{\sum h}{3} = \frac{b \cdot c \cdot \sum h}{6}$

1.2.5 专业土方量计算软件

常用的土方量计算软件有南方测绘的CASS软件、飞时达的Fast TFT、鸿业的HYPECS及杭州家园科技有限公司推出的HTCAD等，也有经过优化的一些AutoCAD LISP程序，Autodesk公司的Civil3D也兼有强大的土方计算功能；但目前尚未有公认成熟的土方计算软件，上述软件各有优劣，有的界面友好，操作简单；有的计算精确，图面漂亮；还有的能对复杂地形情况进行计算等。

利用地理信息系统（Geographical Information System，GIS）技术也可以进行土方量计算和调配，其计算主要流程如图1-8所示。

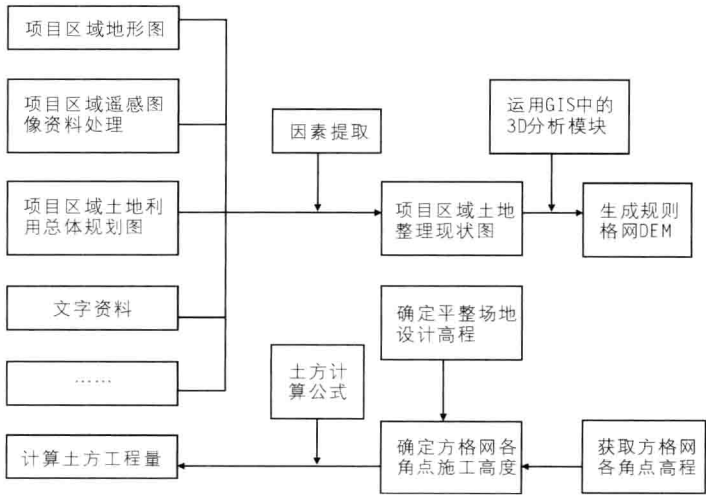


图1-8 GIS在土方工程计算中的主要流程

1.3 园林土方工程施工

1.3.1 相关基础知识

土壤的类型很多，不同性质的土壤对土方工程的施工方法、工程量及工程投资等有着较大的影响。因此，需要对土壤