

普通高等教育“十二五”规划教材

风景园林
系列

园林工程

郭春华 主编

刘小冬 廖振军 副主编



普通高等教育“十二五”规划教材·风景园林系列

园林工程

郭春华 主编 刘小冬 廖振军 副主编



化学工业出版社

·北京·

园林工程主要研究园林建设的工程原理和工程技术问题。本教材系统地阐述了园林工程基本理论、施工技术和方法,共分6章,内容包括绪论、土方工程、园路工程、园林给水排水工程、水景工程、山石景观工程和园林供电工程。教材力求结合园林发展,体现新的科技成果,贯彻新的工程标准和规范,立足于把工程原理和实践较好地结合起来。

本书观点新颖,简明适用,具有较强的实用性,适合作为普通高等教育、成人高等教育园林及风景园林专业教材,也可作为城市规划设计、环境艺术、景观设计等相关专业师生参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

园林工程/郭春华主编. —北京:化学工业出版社, 2011.6

普通高等教育“十二五”规划教材·风景园林系列
ISBN 978-7-122-11322-1

I. 园… II. 郭… III. 园林-工程施工-高等学校-教材 IV. TU986.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第093586号

责任编辑:尤彩霞
责任校对:吴静

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京市振南印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张14 $\frac{1}{4}$ 字数380千字 2011年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:34.00元

版权所有 违者必究

前 言

园林工程是园林专业中一门实践性很强的重要专业课。该课程集科学、艺术于一体，以工程原理为基础，以技术应用为主线，注重学生工程设计、施工技术与项目管理能力的培养。

本教材根据普通高等学校园林专业课程教学的基本要求，在保证课程知识内容完整性的基础上，突出以下两个特点：一是结合当前风景园林学科的发展现状与趋势，按照国家最新标准与规范，对教材内容进行了全面更新，增加了现代科学技术成果和先进的工程施工技术方法，将给排水应用最广泛的 PVC、PE 等管道应用及计算方法、生态型透水混凝土路面、高分子彩色地坪新技术、生态驳岸和护坡等内容作了补充。二是在内容的组成上，将理论性与实用性进行合理搭配，在满足工程基本原理的基础上，加强了实践的应用性，对园林工程设计和技术中的相关标准、结构做法和施工技术进行了详尽介绍。

参加本教材编写的人员均为从事园林工程教学多年的专业教师，在园林教学、科研、工程实践方面有深厚的理论水平和丰富的实践经验。绪论和第四章由仲恺农业工程学院郭春华编写，第一章一至三节由河北农业大学李艳编写，第四节由陕西安康学院袁海龙编写，第二章由宜春学院廖振军编写，第三章由仲恺农业工程学院刘小冬编写，第五章由江西农业大学陆金森编写，第六章由漳州师范学院康红涛编写。全书由郭春华统稿。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请各位专家和广大读者批评指正，不胜感激。

编者

2011年5月

目 录

绪论	1
一、园林工程学的含义和内容	1
二、中国园林工程发展历程	1
三、学习园林工程的意义和方法	3
第一章 土方工程	4
第一节 地形设计	4
一、地形的作用与设计原则	4
二、地形设计的内容	7
三、地形设计的方法	8
四、地形设计阶段	21
第二节 土方工程量计算	24
一、体积公式估算法	24
二、断面法	24
三、方格网法	30
第三节 土方施工	38
一、土壤工程性质与分类	38
二、土方工程机械	42
三、土方施工过程	46
第四节 土工构筑物	53
一、挡土墙工程	53
二、花坛砌体	56
三、园林护坡工程	58
第二章 园路工程	63
第一节 园路功能与分类	63
一、园路的功能	63
二、园路的分类	64
第二节 园路铺装设计	65
一、铺装的空间作用和构图作用	65
二、园路铺装艺术表现要素	66
三、园路铺装艺术手法	67
四、园路特色铺地实例	69
第三节 园路线形与断面设计	74
一、平面线形设计	74
二、纵断面线形设计	77

三、横断面设计	80
第四节 园路构造设计	82
一、园路构造组成	82
二、整体路面构造	83
三、块料路面构造	86
四、碎料路面构造	88
五、园路施工图绘制	90
第五节 园路施工	92
一、施工准备	92
二、道路放线	92
三、路基施工	92
四、垫层和基层施工	92
五、面层施工	93
六、安装道牙	98
第六节 停车场设计	98
一、停车场布局	98
二、停车场设计基本参数	99
第三章 园林给水排水工程	101
第一节 园林给水工程	101
一、城市给水系统简介	101
二、园林用水类型与给水方式	103
三、园林给水管网布置	104
四、园林给水管网计算	106
第二节 园林排水工程	118
一、城市排水系统简介	118
二、园林排水特点	120
三、园林排水方式	121
四、园林排水管网布置与计算	125
第三节 园林喷灌工程	134
一、喷灌系统的组成与类型	134
二、喷灌技术指标	135
三、喷灌系统设计	136
第四章 园林水景工程	142
第一节 静水工程	142
一、静水设计	142
二、湖塘工程	146
三、水池工程	151
第二节 溪流工程	157
一、溪流设计	157
二、溪流水力计算	159
第三节 瀑布工程	160
一、瀑布的形态	160
二、瀑布设计	162

第四节	喷泉工程	164
一、	喷泉造景艺术	164
二、	喷泉的基本组成	166
三、	喷头的类型及水形	166
四、	喷泉管道布置	172
五、	喷泉系统水力计算	173
六、	喷泉管线及设备	174
七、	喷泉附属构筑物	176
八、	喷泉设计图	177
第五章	山石景观工程	182
第一节	山石景观的功能与类型	182
一、	山石景观的功能	182
二、	山石景观的类型	183
第二节	山石材料	185
一、	湖石类	185
二、	黄石	186
三、	青石	187
四、	石笋	187
五、	其它石品	188
第三节	山石小品布置	188
一、	置石的布置	188
二、	石作的布置	192
第四节	假山设计	196
一、	假山设计要点	196
二、	假山设计手法	197
三、	假山设计表现	198
四、	假山结构	200
五、	假山施工	202
第五节	园林塑山	205
一、	塑山的特点	205
二、	塑山结构与构造	206
三、	塑山新工艺	207
第六章	园林供电工程	209
第一节	园林照明设计	209
一、	光源与照明	209
二、	户外照明设计	212
第二节	园林供电工程	213
一、	供电基本知识	213
二、	园林供电设计	214
参考文献		220

绪 论

一、园林工程学的含义和内容

园林工程是在市政工程的基础上发展而来的，是研究园林建设的工程技术和造景技艺的一门学科，探讨在工程实施过程中如何解决园林设施与景观的矛盾问题，即实现园林工程景观化。在古代，“工”指运用知识和经验对原材料、半成品进行加工处理，最后成为物品。“程”指法式、标准和进程，所以工程可理解为工艺过程。

园林工程研究范围包括工程原理、工程设计、施工技术以及施工管理等，本课程内容包括园林建设中的土方工程、园路工程、园林给排水工程、水景工程、山石景观工程、园林供电工程等，而施工管理的内容在其它相关课程中专门介绍。园林工程原理以市政工程原理为基础，结合园林艺术理论、生态科学理论综合而成，它是园林工程设计和施工技术的指导，在工程建设中通过科学的工程设计和先进的施工技术，满足景观优美、功能合理的要求，同时尽可能保护环境、节约资源，实现节约型园林建设新目标。

二、中国园林工程发展历程

我国历代的园林哲匠和手工艺人在数千年园林兴造实践中积累了极为丰富的实践经验，并撰写了相关理论著作。明代计成《园冶》一书分别就园林建设中的相地、立基、屋宇、掇山、铺地等方面进行了论述，总结了许多园林工程的理法；宋《营造法式》、明代文震亨《长物志》、清代李渔《闲情偶记》等亦对假山等园林工程知识有所论及。从现在保存下来的名园和文字资料可见我国园林工程成就之一斑。

1. 掇山理水成就

早在 2500 年以前的春秋战国时期已出现了人工造山之事。《尚书》所载“为山九仞，功亏一篑”之喻，说明当时已有篑土为山的做法，只是为治水患和兴修水利、治冢等需要而不是单纯的造园。周代灵囿中的灵台（堆筑高台）、灵沼（大水面）的意图既有通神明、祈求风调雨顺的意思，也有明确的凿低筑高，对现状地形改造的治水意图，敬神治水兼而有之。

秦汉的山水宫苑中有大规模的挖湖堆山活动，秦始皇统一中国后，引渭水为池，建造了规模宏大的水景园——兰池宫。秦始皇、汉武帝为追求长生不老，便在御苑中挖湖堆山，仿东海神岛，筑蓬莱、方丈、瀛洲三仙山，此后“一池三山”成了中国传统山水园的固有程式。但是，我国人工造石假山最早的开端应是汉代，茂陵（今陕西兴平县）的一位富商袁广汉造了一个私园，其中有“构石为山高十余丈”的记载。

魏晋时期，崇尚山水成为文人时尚，王羲之等诗人在兰亭举行的饮酒赋诗的“曲水流觞”活动，具有文人用水的高雅情调。

隋炀帝在洛阳筑西苑，开凿北海，模仿秦皇汉武的做法，于北海中建蓬莱、方丈、瀛洲三仙山。唐代在文化和工程技术方面更为发达。王维的辋川别业是在利用大自然山水的基础上加以适当的人工改造形成的，地形地貌变化丰富，既具有大自然的风貌，又蕴涵了如诗若画的意境。

宋徽宗赵诰在汴京（今河南开封）建造了一座“寿山艮岳”。山周围十余里，高约 150m，分东西二岭，直接南山，可见是真山假山相互衔接的，这座庞大的假山经过十余年的营造（公元 1111~1124 年），规模之大达到了登峰造极的程度。寿山艮岳广集江南名石，

赵诰的宦官朱勳到太湖取石，即历史上的“花石纲”，在船运的过程中断桥毁堰，扰民伤财已有不少文字记载。其中号称“神运昭功敷庆万寿峰”的特置峰石“广百围，高六仞”，跋涉数千里后完整无损地傲立于京邑人工造山之顶上。所造山洞不仅造型自然、结构稳固，而且还可防蛇蝎、致云烟。艮岳既是“括天下之美，藏古今之胜”的大假山，又是工匠智慧之山。此期的假山工艺一方面汲取了传统山水画之画理，又将石作、木作、泥瓦作结为一体，至宋代已明显地形成了一门专门的技艺。

明清筑山理水就更加成熟。理水多取自然水源，北京西苑三海、圆明园福海、颐和园昆明湖，都是引西郊玉泉山的泉水入园，以扩大水面。布局沿袭一池三山格局，如西苑三海各有一岛，分别为琼华岛、团城、南台；圆明园中福海是其中最大水面，设有北岛玉宇、蓬岛瑶台、瀛海仙山三座由西北往东南方向斜向串联的神宫；颐和园通过筑堤将昆明湖分为三个水面，每个水面中各有一岛，南湖中有南湖岛、养水湖中有藻鉴堂（山岛）、西湖中有治镜阁（阁岛）。水系处理将功能与艺术有机结合，如北京颐和园结合城市水系和蓄水的功能，将原有与万寿山不相称的小水面扩展为山水相映的昆明湖，同时开辟后湖，从园林景观上实现了“山因水活”的效果，同时也成为贯穿万寿山北的排放水体。后湖岸线不仅具有幽远和迷远的变化，直曲并用、收放兼施，而且密切结合了山形、地势和山地排水，山沟喇叭口出口形态形成泄山洪的冲积扇形。至后湖东尽端，又分水为二。北水进入霁清轩作石坡飞流处理；南水则充分运用与谐趣园之间的高差，凿石为峡，引水为涧，并暗藏其源形成松竹掩映、涧石嶙峋的“玉琴峡”，综合地处理了水工与造景的矛盾统一关系，达到了“虽由人作，宛自天开”的境界。

明清园林中叠石为山相沿成风，明代计成在《园冶》一书中，以大量篇幅陈述了园山、厅山等八种假山以及石池、峰、峦、岩、洞、涧、水、瀑布等堆砌方法、工程技术和艺术要领，并介绍了太湖石等十六种可供掇山的山石产地及各种石料的色泽、纹理、品质。现存明清时期著名的假山有苏州环秀山庄太湖石假山、扬州个园四季假山、北海静心斋假山等。这些作品既顺应自然之理，又包含艺术的提炼和夸张，形成中国传统特色的园林景观。

2. 铺地成就

我国古典园林铺地，有着深厚的文化内涵，铺地纹样十分丰富，表达了对宗教、礼仪的尊重，对吉祥的象征和地域文化、历史的浮现等。古典园林中常用的铺地类型有花街铺地、雕砖石子铺地、卵石铺地、方砖或条石铺地等。从出土的唐代花面砖来看，砖体材纯工精，质细而坚。断面上大下小，既有足够空间灌浆而面层又严丝合缝。顶面凹凸的各式花纹既有装饰性效果而又结合了防滑的功能，底面有深陷的绳纹使之易于稳定。由于上口交接紧密，可减少地面水渗入基层，从而使铺地结构不易受水蚀和冻胀的破坏，可谓周全之至。江南私家园林中的“花街铺地”用材低廉、结构稳固、式样丰富多彩，为我们提供了因地制宜、低材高用的典范。故宫雕砖卵石铺地图案精美，表现了经典的历史故事。

3. 塑石假山

塑石假山在中国园林中最为常见，如广州园林继承岭南庭园灰塑传统技艺，发展成为“塑石”和“灰塑假山”，为假山的发展提供了新的途径。再如广州白云宾馆兴建时，为了保留高层庭院中的古榕，地面形成较大高差，其挡土墙采用塑石形式，取自然景观中榕根攀附石壁为素材，创作了“榕根壁”自然式挡土墙，真假榕根融石壁为一体，既保护、利用了具有岭南特色的古榕，又克服了地面高程难于处理的问题。

4. 园林工程新技术

随着科学技术的不断进步，园林新技术、新材料、新方法不断出现。在养护管理方面，园林自动喷灌、滴灌等节水、高效的灌溉技术已逐渐在园林中广泛应用；以往的园林手工修剪和小型绿篱修剪机也在向车载和自行式绿篱修剪机发展；草坪养护目前主要是各环节单机

作业，以后也将向大型草坪联合作业机发展，可一次完成对草坪的修剪、通气、梳理、滚压、平整等多项养护作业。园林的机械化向着自动化、人性化的方向发展。在园路建设上，目前生态型的透水、透气的生态砖、透水型混凝土是园林道路发展的趋势，2008北京奥运公园、2010广州花城广场等城市代表型新绿地中已得到广泛应用；近几年国内出现的高分子有机材料彩色地坪技术具有美观、高强度、施工方便的特点，是装饰混凝土地面的好方法；各类石材、彩色铺地砖的应用，使园林道路丰富多彩。湖底防渗漏的防渗膜技术、膨润土技术、黏土技术有各自的特点，是目前应用较多的湖底防水方法，对节约水资源具有重要作用。园林水景在传统的理水艺术基础上，更加重视喷泉、瀑布等动态水景营造，各种与高科技光、电技术结合的自动控制音乐喷泉、波光喷泉，使园林水景呈现出前所未有的亮丽色彩。

三、学习园林工程的意义和方法

园林工程是工学、生态学、社会学的综合，工程构筑物应是科学性、技术性和艺术性的完美结合。在实际项目的实施中设计和工程是相辅相成的，只有追求技艺合一，才能创造出功能全面、经济、实用、美观的好作品。园林工程是将园林设计意图转化为现实的保证，掌握工程原理，以工程技术为依据进行设计，才能确保设计的实现并具有可操作性。

本课程主要以课程讲授为主，同时配合课程设计、模型制作、现场教学等环节，着眼于理论结合实践的基本训练。学习中要求严字当头，紧扣教学的每一个环节。园林工程内容广泛，除了课程教学规定内容外，学生还要多看资料、多观察实景；设计中多思考、勤动手，将理论落实到设计与工程实践当中。

第一章

土方工程

园林工程建设的程序中，土方工程摆在首位，是园林工程施工的主要组成部分，其工作内容广泛，工程量大。建园的初期主要是对空间地形的营造，需筑山挖湖；园林中的建筑物、构筑物、道路及广场等工程的修建都需要进行地面平整、基坑挖掘等工作；还有管线工程中的挖沟埋管等，这一系列的工作都属于土方工程内容。由于土方工程工程量大，施工期长，是整个园林建设工程的前期基础工程，其施工的质量和速度直接影响到后续工程，因此施工前必须进行合理的设计与施工组织安排，施工过程中遵循有关的技术规范和设计意图，使工程质量和艺术造型都达到相关要求。

土方工程的设计主要通过竖向设计图表达，依据竖向设计进行土方工程量计算及土方施工。本章内容包括园林用地的地形设计、土方计算、土方施工和土工构筑物四个部分的内容。

第一节 地形设计

地形即地表外观三维空间的起伏变化，是地貌和地物的统称。有时地貌和地形是同义语，但有人认为地貌更具有成因的涵义，而地形则只具有形态的意义。地形图要表示地貌和地物状态。这里谈的地形，是指园林绿地中地表各种起伏形态的地貌。在规则式园林中，一般表现为不同标高的地坪、台地；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。

地形是园林构成的四大实体要素（地形、水体、植物、建筑及构筑物）之一，是组景及构景的主要因素，是园林中其他要素的基础和依托，也是构成整个园林景观的骨架。

地形设计是竖向设计的一项主要内容。竖向设计是指在一块场地上进行垂直于水平面方向的布置和处理，是对造园用地范围内的各个景点、各种设施及地貌等在高程上的总体设计。地形设计就是根据造园的目的和要求，并以总体设计为依据，与平面规划相协调，合理确定地表起伏变化形态，如峰、峦、坡、谷等地貌的设置，以及它们的相对位置、形状、大小、高程比例关系等。可以看出地形的设计与布置基本上决定了园林总体空间构成与形态，决定了园林的风格和形式。

一、地形的作用与设计原则

在园林建设中，原有地形通常不能完全符合设计要求，所以要在充分利用原地形的情况下对其进行适当的改造，从而最大限度地发挥其综合功能，统筹安排园内各种要素之间的关系，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。对原有地形重新塑造，可增强局部地区的景观效果，改善园林小气候，提高绿量，增大地表面积，控制游人视线等。

（一）园林地形的作用

1. 地形的骨架作用

地形是构成园林的骨架，不同的地形反映出不同的景观特征，影响到园林的布局形式和风格。蜿蜒起伏的山水地形适宜建造自然式的东方园林，而台地式的地形处理则适宜建造规则式的西方园林。

地形是承载建筑、道路、植物、水体等要素的空间载体和底界面，对园林各要素的布置起着决定性的作用。地形对建筑、水体、植物的布置，道路选线等都有重要的影响，地形坡度的大小、坡面的朝向往往决定建筑的选址、朝向及道路的走向。因此，在园林设计中要合理安排全园山、水的位置和相应的高程，更好地表现园林的主题和主景。例如平地可作为大面积广场、草地、建筑等方面的用地，以接纳和疏散人群，组织各种活动或供游人游览和休息。凸地形在景观中可作为焦点物或具有支配地位的要素，从情感上来说能产生更强的尊崇感，园林的重要建筑物（如纪念碑、纪念性雕塑等），常常耸立在地形的顶部。凹地形具有内向性和不受外界干扰的特点，在小气候方面也极具特点，可以躲避掠过空间上部的狂风，或引导空气流通，适宜于多种活动的进行，还适宜作为湖泊、水池、溪流的载体。

2. 地形的空间作用

地形的起伏围合构成了不同形状、不同视线条件、不同性格的空间。无论场地的平面形态还是竖向变化都会影响视线的组织与园林空间状况。例如平坦宽阔的场地为开敞空间；凸地形视线开阔，具有延展性，呈发散空间；凹地形视线封闭，具有积聚性，呈闭合空间等。

地形可以有效并且自然地划分空间，使之形成不同使用功能或景色特点的场地。地形对于空间的分隔不像围墙和栏杆那样生硬，是一种缓慢的过渡，有的地形低矮，对视线没有阻挡，这样形成的景观自然、连续性较强。连续的地形变化还能获得空间大小、开闭等的对比艺术效果。

3. 地形的景观作用

地形具有自身的视觉特性。不同形状的地形，可以产生不同的视觉效果，因而地形在园林景观中本身就是景观元素。在规则式园林中，地形边界清晰明确，如不同高程的地坪与台地，空间分隔明确，体现出整齐、庄严的气势；在自然式园林中，地形通常没有明显的边界，表现为蜿蜒起伏的丘陵、谷地等，具有亲切、秀美的感觉；而后现代主义景观中，地形的创造就像雕塑一般，做成诸如圆锥、棱锥、圆台、棱台等规则的几何体，能形成别具一格的视觉形象。

地形能丰富园林景观。如果园林中所有的景物都在同一平面上，就会显得单调呆板，地形的起伏变化能打破这种沉闷的格局，丰富景观层次。例如颐和园画中游一组建筑就是依山而建，整组建筑随山势高低错落，丰富了立面构图。

地形具有背景作用，作为造园诸要素载体的底界面，无论平地还是凹凸地形的坡面均可以作为景物的背景。例如在一开敞的平地上，建筑、道路、植物、水体等都以整个场地地形作为背景依托而显现，而依山而建的建筑，背景效果就更佳了。地形作背景时应处理好地形与景物之间的关系，尽量通过视距的控制保证景物和作为背景的地形之间有较合理的构图比例关系。

4. 地形的功能作用

基地地形除了满足造景的需要，满足各种活动和使用需要，还要形成良好的地表排水坡度。地势过于平坦不利于排水，容易造成积涝，影响植物的生长，对建筑、道路等的基础都不利；而地形起伏过大或同一坡度坡面过长，则会引起大的地表径流，造成滑坡或塌方，影响工程安全稳定。因此需要在勘察和分析原地形的基础上作出合适的地形坡度与坡长，并在

设计中结合造景，在满足排水要求与坡面稳定的条件下，营造丰富的景观效果。

地形设计还能改善园内小气候，为动植物生长和人的活动创造良好的条件。地形的起伏形成阴、阳、向、背等不同坡度与坡向的场地，其光照、温度和湿度条件有明显的差异，因此为喜阳、喜阴、沼生、水生等不同植物提供各自赖以生存的空间。此外地形可以阻挡视线、避免人的行为干扰、阻挡冬季寒风和噪声等（图 1-1），创造舒适的活动场所。

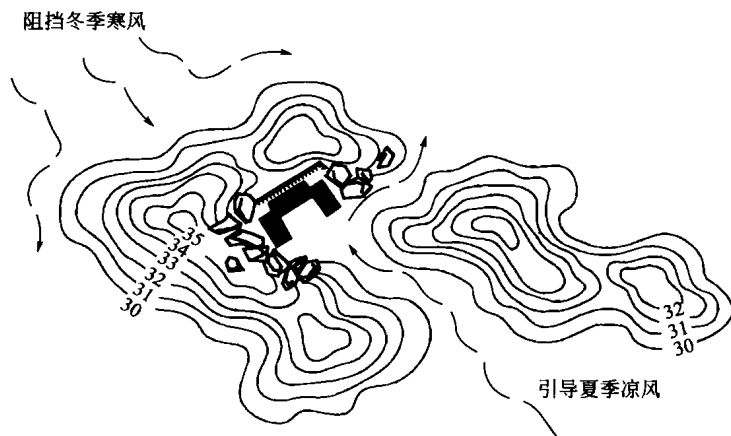


图 1-1 地形对空气流动的影响

（二）园林地形的设计原则

园林地形设计应与园林总体规划同时进行，处理好地形和园林中各单项工程（园路、工程管线、排水沟渠、园桥、构筑物、建筑等）间的空间关系，达到工程经济合理和良好的景观效果。园林地形设计原则主要包括以下几个方面。

1. 因地制宜

园林地形处理应遵循因地制宜的原则，以利用原地形为主，进行适当的改造，宜山则山，宜水则水，少动土方。尤其是园址现状地形复杂多变时，更宜利用保护为主，改造修整为辅。中国有不少古典园林是因地制宜造园的佳例。例如颐和园，在修建以前，场址中有翁山（万寿山前身），山南地势低洼，附近的玉泉和龙泉泉水汇集，形成瓮山泊。乾隆十五年（1750）修建清漪园时，结合兴修水利进行了地形改造工程，在瓮山泊的基础上扩大湖体。挖出的湖土除留筑湖上三岛和东、西堤外，部分增筑于瓮山东麓。又在瓮山北麓挖出一条河（原称后溪河，即今后湖），所出土方沿北园墙堆筑了一列土丘。原来单调的地形经过这些改造，顿然改观，形成山环水抱之势。

2. 师法自然

园林地形创作要借鉴自然，以多姿多彩的自然地貌为蓝本，于方寸之间，体现无限广阔的空间。即所谓“以真为假”来塑造园林地貌，而且要继承中国传统的掇山理水手法，“做假成真”，使园林地貌“虽由人作，宛自天开”，出于自然高于自然。在布置山水时，对山水的位置、朝向、形状、大小、高深，山与山之间，山与平地之间，山与水之间的关系等，作通盘考虑。全园山水地貌的曲折变化，高低错落要符合自然规律。地貌创作要根据土壤的不同性质确定山体或水体岸坡的坡度，使之稳定持久。

3. 统筹兼顾

园林地形除注意本身的造型外，还要为园中建筑及其他工程设施创造合适的场地。如公园中的安静休息区，要求地形复杂，有一定的地形地貌；而用于游人活动的区域，地形就不宜变化过于强烈，以便开展大量游人短期集散的活动；儿童活动区不宜选择过于陡峭、险峻

的地形，以保证儿童活动的安全；建筑等多需平地地形；水体用地，要调整好水底标高、水面标高和岸边标高；园路用地，则依山随势，灵活掌握，控制好最大纵坡、最小排水坡度等关键的地形要素；施工时注意保留表土以利植物的生长。在造景方面，地貌同其他景物要相互配合，山水须有建筑、植物等的点缀；园中建筑及其他设施也需要山水的烘托。

4. 土方平衡

在地形改造中，注意节约原则，维持土方平衡，使挖方工程量和填方工程量基本相等，即达到土方平衡。土方工程费用通常占造园成本的30%~40%，有时高达60%。因此，在地形设计时需尽量缩短土方运距，就地挖填，保持土方平衡，从而降低工程费用节省投资。

二、地形设计的内容

(一) 地貌设计

以总体规划设计为依据，根据造景和功能的需要，应用等高线法、纵横断面设计法等对园林地形进行竖向设计。主要通过挖湖堆山进行山水布局，创造峰峦、坡谷、河湖、泉瀑等地貌景观，并确定各类地貌之间的位置、大小、高程、外观形态、坡度等关系。

(二) 水体设计

确定水体位置、水际轮廓线，创造良好的景观效果；确定岸顶、湖底的高程及水位线，解决水的来源与排放问题，应考虑为水生、湿生、沼生等植物创造适宜生长的地形。为保证游人安全，水体深度，一般控制在1.5~1.8m之间。硬底人工水体的近岸2.0m范围内的水深，不得大于0.7m，达不到此要求的应设护栏。无护栏的园桥、汀步附近2.0m范围以内的水深不得大于0.5m。

(三) 园路、广场、桥梁和其它铺装场地的竖向设计

根据有关规范要求，确定园林中道路、广场、台阶、坡道、桥梁的纵横向坡度及转折点、交叉点、变坡点高程，使确定的设计标高和设计地形能满足园林内部交通和对外交通的要求，包括选择场地的整理方式和设计地面的连接形式；选择广场、运动场等的整平标高；根据有关规范要求，确定园内道路的标高和坡度，使它与建筑物、构筑物以及园外的道路在标高上相适应。

园林中铺装地面的坡度要求严格，各种场地因其使用功能不同对坡度的要求各异。通常为了排水，最小坡度 $>0.5\%$ ，一般集散广场坡度在 $1\% \sim 7\%$ ，足球场 $3\% \sim 4\%$ ，篮球场 $2\% \sim 5\%$ ，排球场 $2\% \sim 5\%$ ，这类场地的排水坡度可以是沿长轴的两面坡或沿横轴的两面坡，也可以设计成四面坡、环形坡，这取决于周围环境条件。园林中各类用地的坡度参考值见表1-1。

表 1-1 园林中各类用地坡度参考值

项目	坡度值		项目	坡度值	
	适宜的 坡度/%	极值 /%		适宜的 坡度/%	极值 /%
游览步道	≤ 8	≤ 12	运动场地	0.5~1.5	0.4~2
主园路(通机动车)	0.5~6(8)	0.3~10	游戏场地	1~3	0.8~5
次园路(园务便道)	1~10	0.5~15	草坡	$\leq 25 \sim 30$	≤ 50
次园路(不通机动车)	0.5~12	0.3~20	种植林坡	≤ 50	≤ 100
广场与平台	1~2	0.3~3	理想自然草坪(有利机械修剪)	2~3	1~5
台阶	33~50	25~50	明沟(自然土)	2~9	0.5~15
停车场	0.5~3	0.3~8	明沟(砌筑)	1~50	0.3~100

（四）建筑和其它园林小品的竖向设计

建筑及其它园林小品还应标明其地坪与周围环境的高程关系，确定建筑室内地坪标高以及室外整平标高，并保证排水通畅，大比例图纸建筑应标注各角点标高。建筑和小品与环境的关系应根据设计风格统筹考虑，如在坡地上的建筑，是随形就势还是设台筑屋。在水边上的建筑，则要标明其与水体的关系。建筑室内地坪高于室外地坪：住宅 30~60cm，学校、医院 45~90cm。

应避免室外雨水流入建筑物内，并引导室外雨水顺利地排除，室外地坪纵坡不得小于 0.3%，并且不得坡向建筑墙角。建筑物至道路的地面排水坡度最好在 1%~3% 之间。道路中心标高一般应比建筑物的室内标高低 25~30cm。

（五）植物种植对高程的要求

在规划过程中，基地上可能会有些有保留价值的老树，其周围的地面依设计如需增高或降低，应在图纸上标注出保护老树的范围、地面标高和适当的工程措施。

植物对地下水很敏感，有的耐水，有的不耐水，当地下水浸渍其部分根系时即会枯萎。即使水生植物对水深也有不同的要求，有湿生、水生等多种。例如荷花适宜生活于水深 0.6~1.0m 的水中，过深过浅均会影响其正常生长。因此，地形设计时应为不同植物创造出不同的环境条件。

（六）地面排水设计

在地形设计的同时，要充分考虑地面水的排除问题。拟定园林各处场地的排水组织方式，确立全园的排水系统，保证排水通畅，保证地面不积水，不受山洪冲刷。合理划分汇水区域，通常不准出现积雨水的洼地。一般规定，无铺装地面的最小排水坡度为 0.5%，铺装地面为 0.3%，但这只是参考限值，具体设计还要根据土壤性质和汇水区的大小、植被情况等因素而定。

根据排水和护坡的实际需要，合理配置必要的排水构筑物如截水沟、排洪沟、排水渠，以及工程构筑物如挡土墙、护坡等，建立完整的排水管渠系统和土壤保护系统。

（七）管道综合

园内各种管道（如供水、排水、供暖、煤气管道等）的布置，难免有些地方会出现交叉，在规划上就须按一定原则，统筹安排各种管道交会时合理的高程关系，以及它们和地面上的构筑物或园内乔灌木的关系。

（八）土方量计算

计算土石方工程量，并进行设计标高的调整，使挖方量和填方量接近平衡，并做好挖、填土方量的调配安排，尽量使土石方工程总量达到最小。

三、地形设计的方法

园林地形设计所采用的方法有多种，常用的如等高线法、重点高程标注法、纵横断面法、模型法等。

（一）等高线法

等高线法是园林地形设计的主要方法，一般用于对整个园林进行竖向设计。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设计或创作，在同一张图纸上便可以表达原有地形、设计地形状况及场地的平面布置、各部分的高程关系。这大大方便了设计过程中方案比较及修改，也便于进一步的土方计算，因此它是一种比较好的设计方法，最适宜于自然山水园的地形设计与土方计算。

1. 等高线的概念

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切所得到的交线在平面上的投影。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、坡谷走向及溪池深度等内容（图 1-2）。

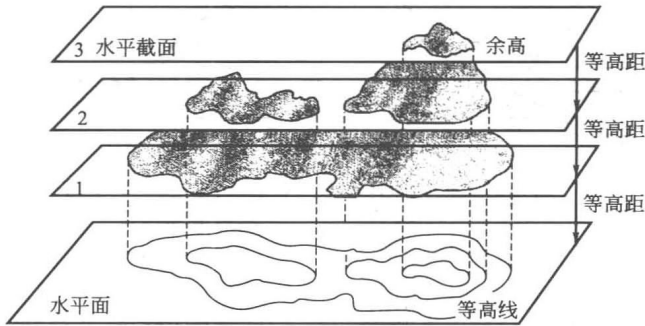


图 1-2 等高线

2. 等高线的特性

(1) 位于同一条等高线上的所有的点，其高程都相等。

(2) 每一条等高线都是闭合的。任意一条等高线都是连续曲线，它们在地形图内或超出这个范围构成闭合的曲线（图 1-3）。

(3) 等高线水平间距的大小，表示了地形的缓或陡。如疏则缓，密则陡（图 1-4）。等高线间距相等，表示该坡面的角度相同，如果该组等高线平直，则表示该地形是一处平整过的同一坡度的斜坡，即间距相等的等高线意味着一个变化均匀或恒定的斜坡。

(4) 等高线一般不相交或重叠，只有在悬崖处等高线才有可能出现相交情况。在某些垂直于地平面的峭壁、地坎或挡土墙驳岸处等高线才会重合在一起，从而在平面图上形成一条单一的直线。

(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陷于周围地面，所以等高线在接近低于地面的河谷时转向上游延伸，而后穿越河床，再向下游走出河谷；如遇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而后走向另一侧（图 1-5）。

(6) 最陡的斜坡是和等高线垂直的。这是在最短的水平间距上有最大的竖向变化的结果，因而地表水沿着垂直于等高线的方向流动。

3. 等高线特征图与地貌

(1) 山脊和山谷 山脊就是一种凸起的细长地貌。在地形狭窄处，等高线指向山下方向。沿着山脊侧边的等高线将相对平行。而且，沿着山脊会有一个或几个最高点。

山谷是长形的凹地，并在两个山脊之间形成空间。山脊和山谷必须相连，因为山脊的边坡形成山谷壁。山谷由指向山顶的等高线表示。

对于山脊和山谷，其等高线形状是相似的，因此，标出坡度方向是非常重要的。山谷在平面图上的标志是等高线凸出部分指向高处，也就是说，它们指向较高数值的等高线。相

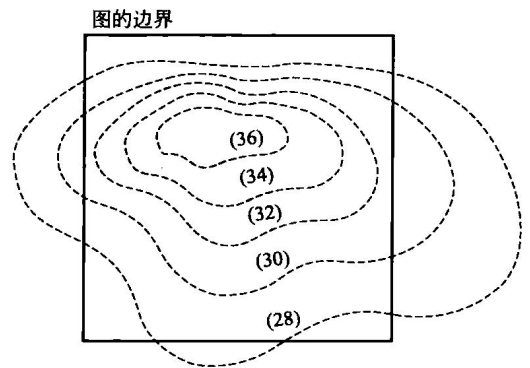


图 1-3 等高线是连续闭合的曲线

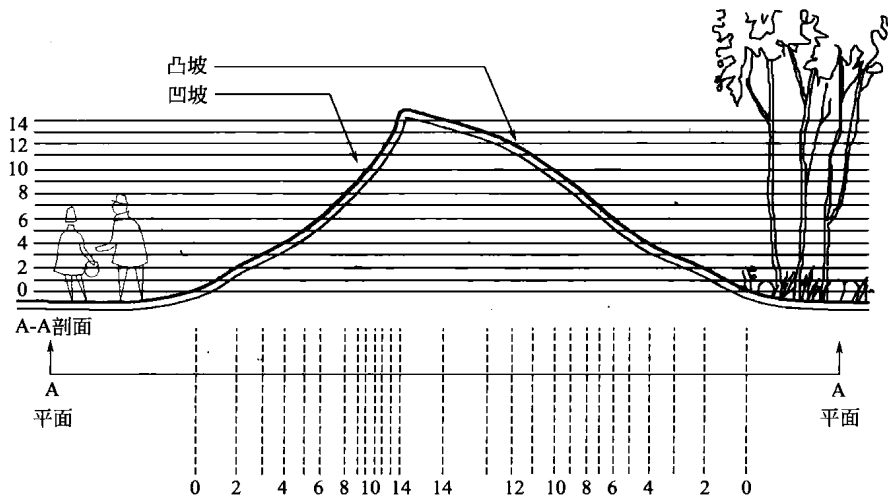


图 1-4 等高线的疏密说明了坡度的陡峭程度

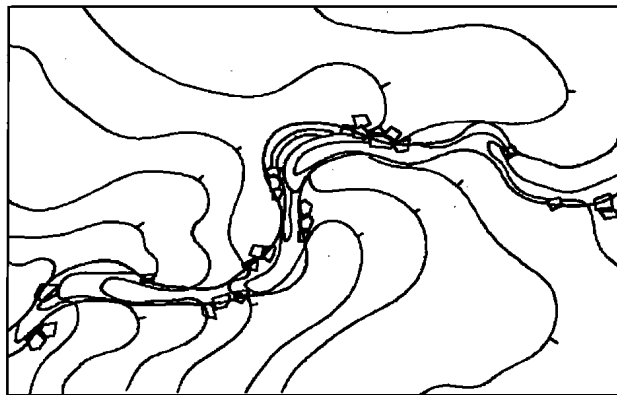


图 1-5 用等高线表现山河

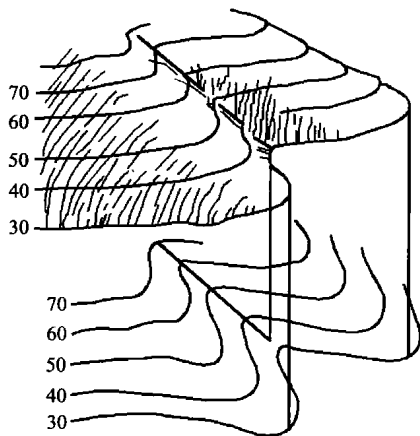


图 1-6 山脊与山谷的等高线表示法

反，山脊在平面图上的标志是等高线凸出部分指向低处，也就是指向较低数值的等高线（图 1-6）。

(2) 凸地形和凹地形 凸地形相对于周围地面而言是一个最高点，例如一座小丘、小山或大山。等高线构成同心的、闭合的图形，在中心区是最高的等高线。因为地形在各个方向都向下倾斜，因此峰顶排水最好。

凹地形相对于周围地面而言是一个最低点，这种地貌称为谷底。在谷底，等高线再次形成同心的、闭合的图形，但中心区是最低的等高线。为避免把峰顶和谷底混淆，知道高程变化方向是很重要的。在图形上，通常用影线来区别最低等高线（图 1-7）。因为谷底积水，所以形成了一些典型的湖泊、池塘和沼泽地。

(3) 鞍部和峡谷 它们都介于其他地表形态的中间部位。

鞍部是两个相邻山顶之间呈马鞍形的部位。在等高线地形图上，它为两条等高线凸侧对