



数字景观

——中国第二届数字景观国际论坛

东南大学建筑学院
高等学校风景园林学科专业指导委员会
中国风景园林学会信息专业委员会
《中国园林》杂志社
成玉宁 杨 锐 主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

数字景观

——中国第二届数字景观国际论坛

东南大学建筑学院

高等学校风景园林学科专业指导委员会

中国风景园林学会信息专业委员会

《中国园林》杂志社

成玉宁 杨 锐 主编

东南大学出版社

·南京·

图书在版编目(CIP)数据

数字景观: 中国第二届数字景观国际论坛 / 成玉
宁, 杨锐主编. —南京: 东南大学出版社, 2015. 10
ISBN 978-7-5641-6042-5

I. ①数… II. ①成… ②杨… III. 数字技术—应
用—景观设计—文集 IV. ①TU986.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 229737 号

数字景观——中国第二届数字景观国际论坛

出版发行: 东南大学出版社
社 址: 南京市四牌楼 2 号 邮编: 210096
出 版 人: 江建中
责任编辑: 朱震霞
网 址: <http://www.seupress.com>
电子邮箱: press@seupress.com
经 销: 全国各地新华书店
印 刷: 扬中市印刷有限公司
开 本: 889 mm×1 194 mm 1/16
印 张: 21
字 数: 600 千字
版 次: 2015 年 10 月第 1 版
印 次: 2015 年 10 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5641-6042-5
定 价: 110.00 元

本社图书若有印装质量问题, 请直接与营销部联系。电话: 025-83791830

编委会名单

主 编：

成玉宁 杨 锐

编 委 会 (以姓氏笔画为序)：

万 敏 王 铁 王 浩 叶 强 包志毅

刘 晖 刘滨谊 许大为 朱 玲 苏 丹

杜春兰 李 敏 李 雄 李迪华 吴晓淇

张大玉 邵 龙 金荷仙 高 翅 曹 磊

主办单位：东南大学建筑学院

高等学校风景园林学科专业指导委员会

中国风景园林学会信息专业委员会

《中国园林》杂志社

数字技术助力风景园林

自 20 世纪 90 年代起,整个规划设计领域发生了一系列工具革命:从图板到计算机、从经纬仪到遥感与扫描、从方案草图到编程实现、从手工模型到 3D 打印……20 多年来,不论是设计表达,还是分析评价,乃至设计过程,均发生了巨大的变革。工具发展带来的变化远不止于设计途径及手段,还反映在设计思路与认知深度上,数字技术极大地提升了景园规划设计与研究的精准性,提高了规划设计的工作绩效。互联网时代的到来,再次突破了时空的局限性,同时帮助人们摆脱了对单一设备与软件的依赖,使得跨区域甚至全球协同成为现实。数字时代需要我们包容地对待新生事物,既不跟风盲从,又不唯技术论,更不做工具的奴隶,而是从风景园林艺术的规律出发,借力数字技术,促进风景园林学科的进步!

人类无法在地球上任意修改并抹去犯下的错误,故而审慎、科学地对待人居环境,是景园规划设计的前提。风景园林学作为科学的艺术,具有科学与艺术双重属性,需要人文艺术作为滋养,更离不开科学与技术的支撑!

中国第二届数字景观国际论坛

2015 年 10 月

目 录

数字技术与景园实践

- 山地环境中拟自然水景参数化设计研究 成玉宁 袁旻洋(1)
- 基于 GIS 的山西省晋中百草坡森林植物园林地恢复虚拟场景构建 王 鑫 李 雄(9)
- 景观信息模型(LIM)框架构建研究
- 以重庆大学 B 校区三角地改造为例 赖文波 杜春兰 贾锐针 江虹(16)
- 风景园林数字实践
- 以北京林业大学学研中心景观为例 蔡凌豪(25)
- 基于 GIS 的上海近代公园数据库设计及实现 周向频 李劲杰(36)
- A GIS-Based Approach for Heritage Landscape Assessment and Conservation
..... Chen Yang Feng Han(47)
- 基于 GIS 最小成本分析的威海市域生物廊道网络识别与保护 彭 琳 赵智聪(57)
- 国家/区域尺度景观特征评估中 GIS 的应用
- 以比利时国家景观特征地图为例 鲍梓婷 周剑云 戚冬瑾(66)
- 生成设计思维模型与实现 季云竹 郭梓峰 李 颢(74)
- 景观的数字化设计与建造技术 金云峰 杨玉鹏(82)
- 参数化风景环境道路选线研究 袁旻洋 成玉宁(88)
- 2015 — Rain(Storm)water Management (RWM) Peter Petschek(95)
- 基于语义 web 的旅游景区本体构建及其应用研究 戴代新 姬鹏飞 戴开宇(102)
- Autodesk Civil 3D 在河道修复工程设计中的应用 王雨晨 王晓俊(112)
- Revit 软件在风景园林施工图设计中的应用与研究 张 浩(119)

数字景观理论研究

- Comparison of Online Resources for Digital Landscape Preservation & Planning Jinwu Ma(124)
- 一种快速的实景三维园林信息模型建立方法 胡 永(130)
- 基于数字景观模拟的上海东方明珠可视度分析
- 沿东大名路的视角 刘 颂 章舒雯(133)
- Improvisation and Experimentation in the Field Joerg Rekittke(139)

基于摄影点云的公园景观可视化研究

- 以吴淞炮台湾湿地森林公园为例 刘 杰 何 鹏 张青萍 李卫正(148)
- 景园设计场地参数化建模技术框架构建研究 李 雳(155)
- 风水变迁与城镇发展 董 卫(160)
- 场地风水环境分析的数字方法 董 靛 张米娜 马黎进(165)
- Emergent Urban Natures Chen Du Ignacio López-Busón & Mary Polites(171)
- Synthetic Ecologies: protocols, simulation and manipulation for indeterminate landscapes
..... Bradley Cantrell Justine Holzman(188)

“感性”与“理性”之融合

- 视频分析技术之于江南园林驻点研究的思考 丁绍刚 牛 翊(199)
- 从indexing到meshing——论AA建筑学院景观都市主义课程设计中的3种数字图解
..... 曹凯中 朱育帆(208)
- 基于GIS与FRAGSTATS的城市绿地空间形态分析方法 邹 昊 王晓俊(215)
- 基于linkage-mapper的市域生态网络构建研究 张剑波 吴 冰 刘晓光 金陶陶(223)
- 风景园林信息模型语义信息框架构建的技术路线刍议 郭 湧 孙 楠(229)
- 面向设计领域,编程设计方法体系的建立 包瑞清(237)
- Status Of Landscape Information Model Andreas Luka(243)

数字技术应用研究

- 上海城市广场小气候要素与空间竖向关系测析 刘滨谊 林可可 匡 纬(258)
- 基于卫星遥感数据的南京市40年城市下垫面历史变迁研究 李艳霞 石 邢(264)
- 岭南庭园夏季室外热环境舒适度阈值初探 薛思寒 肖毅强(270)
- Pollutant removal efficiency of mesocosm HSSF-constructed wetlands treating highway runoff with
different filter materials and HRT
..... Rajendra Prasad Singh DaFang Fu Juan Huang DaNeng Fu(278)
- 基于海绵城市规划的绿色基础设施可视化设计再思考 王云才 崔 莹(290)
- “比特时代”的数字景观教学实践与探索
- 以同济大学为例 刘悦来 章舒雯 刘 颂(295)
- 数字技术助力“应用型”风景园林专业人才培养
- 以上海应用技术学院本科教学课程体系为例 李小双(301)
- 基于聚类分析的县域旅游村落分类方法研究
- 以河南新县为例 唐 军 张泽楠 侯书凯 武丹丹(308)
- 城市大型自然绿地景观空间视觉分析方法 张冠亭 王晓俊(315)
- 空间句法理论与城市公园空间分析 翟宇佳(319)

山地环境中拟自然水景参数化设计研究^{*}

成玉宁 袁旻洋

摘要 科学地调蓄水资源,实现地表水资源保护与景观营造的双赢,是景园规划设计的重要议题。参数化方法的引入使得拟自然水景的设计过程更加可控与精准,不仅可以满足山地水景观设计的多目标,而且有助于实现可持续、减量化设计。本文针对山地环境,重点探讨了参数化机制与拟自然水景的模型构建,并以南京牛首山景区北部片区的工程实践为例,研讨参数化拟自然水景模型的应用。

关键词 山地环境;参数化;拟自然;水景设计

引子:水景观的营建

人类对“水”有着特殊的感情,不仅生产生活离不开水,而且在人类历史发展过程中形成了对“水”的审美积淀。古今中外,水景营造一直是风景园林设计的重要组成。从秦始皇引渭河入兰池,到颐和园昆明湖引玉泉山泉水入园,中国古代的造园家们通过巧妙地利用自然,以营造山水相依的自然式景观。“湖光秋月两相和,潭面无风镜未磨”^①,中国历代诗人写下了无数描写水景观的诗句,“水”已深深地根植于中国景园文化体系。

除了审美、文化方面的意义,水景观之于景园规划设计具有重要的生态意义。城市“海绵体”除包括了河、湖、池塘等水系,也涵盖了绿地、花园、可渗透铺装面这样的城市基础设施。而景园规划设计不局限于建成环境,更包括风景环境在内。在景观环境中永久或临时的水体均有着极其重要的生态价值。一方面水体的存在,尤其是由一系列水体所形成的水系能够对集水区内降水进行收集,在无降水期间将水缓慢释放至周边土壤,调节水量平衡;另一方面,水系良好的调蓄作用能够缓解突发性大量降水产生的瞬时地表径流,减缓对下游的冲击,在保持水土方面有着重要意义;此外,水陆交接

带是生物多样性最为丰富的区域,水系的存在有助于维系良好生境。

综上,水景观的营造之于风景环境在美学、生态学上均有着积极的意义。合理地调蓄水资源,实现水资源保护与景观营造的双赢,是当下景园规划设计中具有重要研究价值的课题。

1 拟自然水景的营建

1.1 拟自然水景的解读

中国传统造园崇尚自然,以“源于自然,高于自然”为审美标准,形成了包括拟自然水景在内的传统。哲学上将未经过人类改造的自然称为“第一自然”。“拟自然”则是指通过人工营造有如自然一样的景观环境。中国园林讲求“因地制宜”,拟自然水景观营造的重点在于“理”。潘谷西先生在《江南理景艺术》中说:“自然山水风景与‘园林之景’不同,不能人造,只能以利用为主……‘理’者,治理也。”所谓“理水”便指的是就现有的山之形,水之势,因势利导,通过梳理形成新的水景观或优化原有的水景观。“拟自然水景”有着形式与规律的双重意义。首先,从形式上看,拟自然水景营造是通过人工的作用以形成自

^{*} 本文获得国家自然科学基金面上项目“参数化风景园林设计方法研究——以竖向设计为例”(编号 51278115)资助。本文发表于《中国园林》,2015(7),vol. 31,在此仅供“中国第二届数字景观国际论坛”交流之用,特此说明。

^① 出自唐代诗人刘禹锡的《望洞庭》。

然形态的水景要素,如泉、潭、池、瀑、溪、汀、渚、滩、河、湖等,这些水体与要素共同构成了自然水系;其次,就规律而言,水景的营造需要通过人为的有限干预生成拟自然的水生态系统,即遵循自然规律形成具有自我维系能力的水景环境。

1.2 拟自然水景的多义性

在风景环境中拟自然水景的营造对于整个区域而言不仅有着积极的生态学价值,而且能够通过蓄集和缓释的过程实现区域水资源的调节与优化,既缓解了缺水又能够有效避免水量过大。将人工营造的水景纳入自然的系统,有助于维持区域水系的完整性和系统性。同时水系的生成还可以优化区域内水体的分布状况,合理调配水资源。此外,集约化思维在拟自然水景的营造中有着重要的意义。从研究场所出发,通过对地形地貌、水文条件等现状因素的分析,因地制宜、顺应地形,减少对于自然环境的干预。经过“分析——控制——优化”的过程,最大限度地利用现存的条件生成拟自然态的水景观,实现景观形态与生态保护、工程合理与经济的多赢,因而拟自然水景的营造具有满足多目标的意义。

1.3 拟自然水景的设计述要

拟自然水体与天然水体的形成原理相同,需要有地形与水源的配合,水体的形成需要有天然的洼地、人工筑坝、挖掘形成的闭合凹陷区域(图1)。从保护环境与控制工程量出发,在水文分析的基础上,选取地表径流汇集区域,通过合理挖方与筑坝的方式存蓄水,实现最低限度的环境扰动基础上生成水体。山地环境拟自然

水景的补给水源以自然降水形成的地表径流为主,辅以地下径流。在池盆洼地储水能力一定的情况下,水源的补给量决定了蓄水容积。此外,“水本无形,因器成之”,故而水体形态是水景观营造的另一重点。水体形态与淹没线紧密相关,由于自然地形的起伏多变,不同水位淹没线对应的水体形态各异。由此,拟自然水景的营造存在着三大要点:汇水量、工程量与水体形态。

自然状态下水景观并不是独立存在的,而是互相关联成为一个“水网系统”。水系的营造需要依径流方向分级生成,上一级富余的水量随着高差流向下一级水体。从上文的分析能够看出,水位、水量及地形共同决定了水体形态,由此三者之间存在着联动的关系。人工干预下的“水体”生成主要依靠“筑坝”来实现,而坝的高度又与水位紧密相关。故而水量、工程量与形态之间产生了一种动态的关联,因此拟自然水景观的营造是一项系统工程。

2 拟自然水景的参数化模型构建

于山地环境中营造拟自然水景,通常面对的是较大尺度的区域,GIS软件的水文分析工具能够有效支撑相关分析工作。这一过程可分解为:降水量计算——集水区分析——汇水量计算——筑坝位置选择——坝高计算——水体形态的生成。在拟自然水景的生成过程中,降水量、汇水量、坝高、水体形态等作为一系列参数参与整个运算过程,同时这些参数又互相联动,互为因果。图2展示了拟自然水体参数化设计框图,体现设计过程以及各参数之间的逻辑关联。

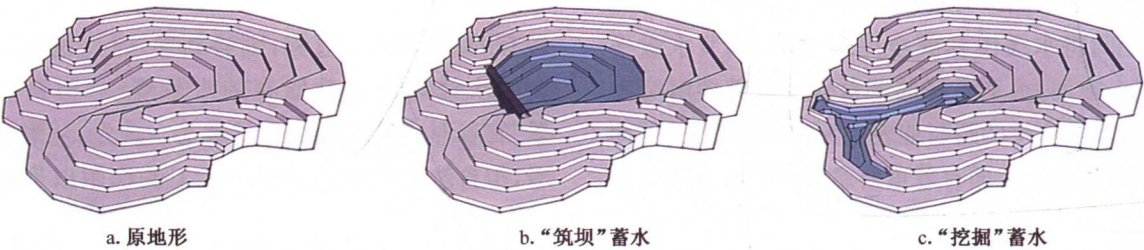


图1 “池盆洼地”形成示意图

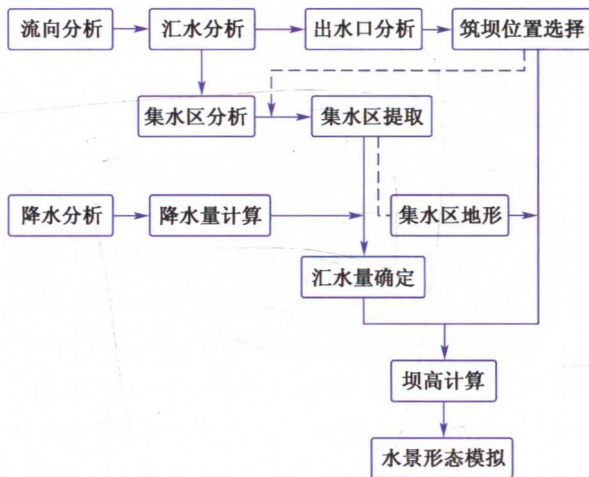


图2 拟自然水景参数化设计模型

2.1 汇水区分析

拟自然水景强调利用自然降水,因而关于汇水面积、分水线、径流线、汇水区域的研究为首要。结合汇水区域天然或人工生成池盆洼地,通过沟渠、池塘等水体蓄集地表水。其中主要涉及要素有径流、盆域与倾泻点(图3)。

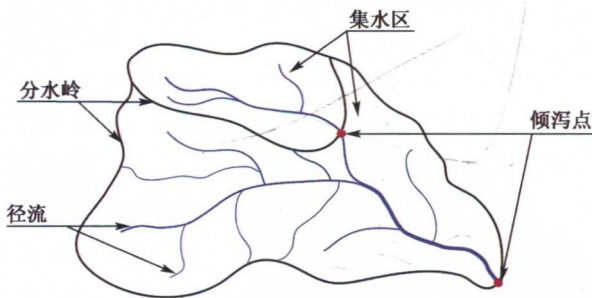


图3 集水盆地组成

2.2 水景的选址

地表径流网络不均质地分布于景园规划设计的整个场所,需要结合设计需求及现状地形条件选择适宜的水景营造位置。根据径流网络图分析水体存在的可能性,在可能的条件下充分利用地形选择合理的筑坝位置。对应于参数化拟自然水景设计模型,主要涉及要素有坝址、集水区。

2.3 水量的估算

在水文学中,降水在重力的作用下,除直接蒸

发、植物截留、渗入地下、填充洼地外,沿地表或地下流动的水流称之为径流。由降雨到径流一般分解为产流和汇流两个过程。降水达到地表后,进入水体的先后顺序依次为:水面降雨、地表径流、地下径流、地下水。其中,扣除降水损失的部分,剩下的能够形成地表径流及地下径流的部分为净雨,净雨的水量与径流量是相等的,不同的只是两者形成的时间各有差异。有上述可知,在径流的形成过程中,由于截留及蒸发会导致水量的损耗,因而降水总量难以全部供给成为水景营造的水量。主要涉及要素有集水区降水总量、损耗量。

2.4 坝高的推算

人工营造拟自然水景需要通过筑坝的方式生成池盆洼地,当坝体与常水位等高时,上游水会向下游倾泻,形成瀑布、跌水等水景观。通过上一步的计算可得到集水区汇集的能够用于水景营造的水量,即为最大的水体体积。该体积对应的坝顶标高即为该水体最大可能水位。为了保证水景的常年有水,坝顶标高不应超越拟定常水位。由体积公式 $V = S \cdot h$,反映了体积一定时,水面面积与坝高之间的关系。ArcGIS软件提供了“表面体积”计算工具,将地形以及坝高作为参数输入该工具,能够计算得出对应的水体体积。不同的坝高对应了各不相同的水面形态,水体形态的优美与否是判断水景观营造成功的重要指标,故而在水量一定的约束下,坝高的最终确定需要建立在水体形态评价的基础之上,由此坝高、水量与水体形态三者之间形成了参数化的动态关联。

2.5 水体形态的模拟

由于地形的不均质变化,不同水位对应的水面形态必然不同。拟自然水体的生成需要多参数的集约化设计,基于最大水量,结合坝体高度控制与水面形态优选,通过动态关联与多方案比较优化,确定适宜的坝体高程与水面形态。

3 拟自然水景参数化设计实践

牛首山位于南京市南部,属宁镇山脉西段中的南分支,也是沿长江低山丘陵的一部分。牛首

山自古便是著名的踏青赏花胜地,“牛首烟岚”为“金陵四十八景”之一。不仅自然风光秀丽,而且牛首山蕴含着丰富的历史文化资源,是禅宗的一支——“牛头宗”的祖庭所在。本文以南京牛首山景区北部地区拟自然水景设计为例,详细论述拟自然水景参数化设计机制。

3.1 汇水区分析

(1) 径流分析

利用数字高程模型(DEM),GIS软件能够分析出整个场地地表径流汇集的“水网”,根据阈值设定可调控径流网络的密度。径流分析对于拟自然水景营造的意义在于能够清晰地展示设计场所中的径流分布情况,同时为判断径流在径流网络中的等级提供直观的图示,为下一步的分析和设计做好准备。经由比较,选取阈值为2 000时生成的径流网络作为径流分析的结果。在径流网络确定的基础上,根据参数化拟自然水景营造模型,需要对径流网络中的各段径流进行分级,为坝址的选择及汇水量的计算做好准备工作。本文采取什里夫(Shreve)河流分级法对径流网络进行分级。图4展示了径流分级的结果,图中由冷色到暖色体现了径流的等级程度,并以

数字标出了各径流的等级,暖色部分代表了较高等级的径流,其所承接的水量为上级所有径流水量的总和,故而水量较大。

(2) 集水区分析

集水区是收集水的区域,又称为集水盆地、流域,与地形有着紧密的关联。通过集水区的分析可知拟自然水景所位于的流域,进而得出这一集水区域的面积,这也是汇水量计算的依据。利用GIS软件,将地形栅格、流向栅格、流量栅格分别作为参数输入运算,可得到如图5所示的径流盆地及集水区分析图。该图反映出整个场地的盆域划分,及每支径流所对应的集水区,为水景观营造的定位提供依据。结合图6可看出编号为2、3、4、5的四个盆域的径流网络较为完整,汇水区面积较大,所对应的汇水量也较大,故而存在营造景观水系的良好条件。盆域4位于山间谷地,径流网络状况良好,但现仅有零散的小型水面存在,因而具有进一步梳理形成景观水系的可能。同时结合规划设计构思及分区定位,本区域被定位为“禅文化”主题,通过山间潺潺溪流以寓意“梵音”。经过以上分析及与规划设计的耦合,选择盆域4作为拟自然水景观的营造场所。

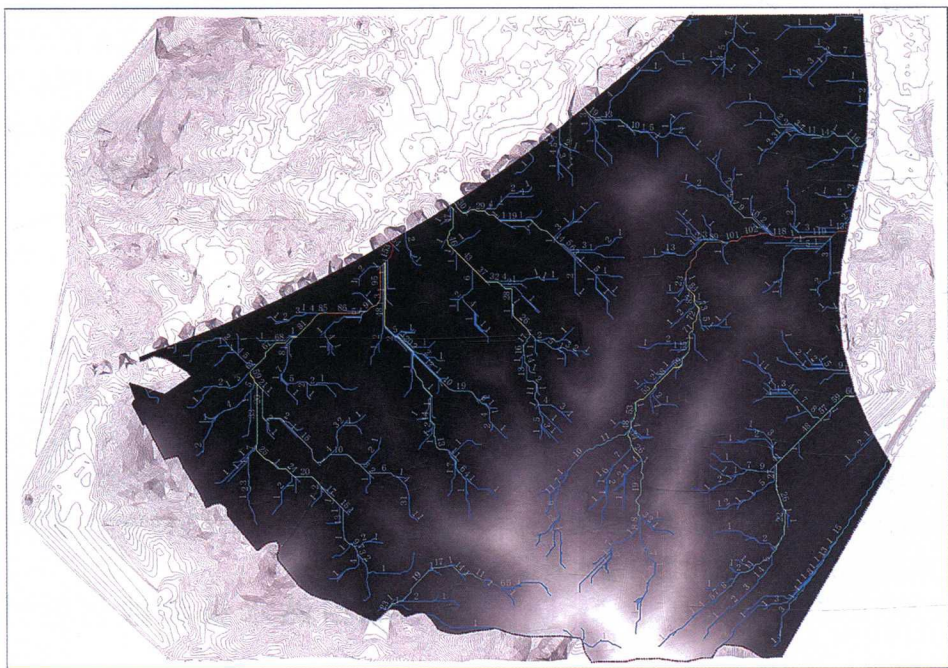


图4 径流分级图

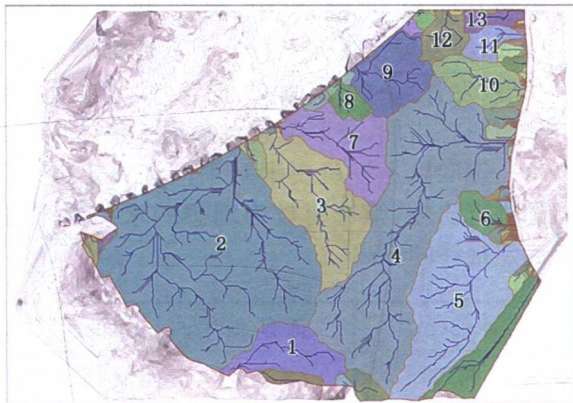


图5 盆域划分

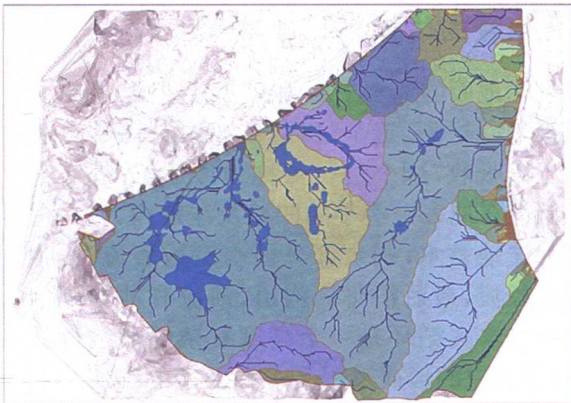


图6 盆域与现状水系

3.2 水体的选址

确定盆域之后,通过查询选定盆域的属性信息,利用 GIS 中按属性提取工具,将选定盆域从规划区域的盆域栅格中提取。通过对选定盆域内径流位置与等高线的判读能够初步筛选出具有形成水面潜质的区域。图 7 中黄色圈定的范围展示了一处具有潜质的区域:位于山脊之间的谷地,四周围合较好,天然形成了一个不闭合的盆地区域,西南侧地势较高,东北侧地势低,故而出水口位于东北一侧。倾泻点又称为出水点,是流域内水流的出口,也是整个流域的最低处。倾泻点的定位为人工筑坝的选址提供了参考。每段径流均存在起始点和终止点,终止点同时又为两个径流段的连接点。通过对径流连接的分析能够得出整个区域范围内径流网络的所有起始点、终止点及倾泻点,即径流的节点。依据径流的倾泻点分析,可得到图中所示 A、B、C、D 四处可能的筑坝位置。四点均位于较高等级的径流位置,保证了水量的供给要求。其中 A 处位于盆地边缘,如若形成水面,则水面将向盆地的西南侧移动,但西南侧地形变化较大,形成的水面较为局促;B 点位于盆地中地势较为平缓的部分,四周地形围合较弱,如若在此筑坝工程量相对较大;C 处与 B 处的劣势基本相同,故而排除;D 处位于盆地的东北地势较低处,四周地形围合较好,且与前三处相比径流量更大,代表所能汇集的水量更大,同时能够充分利用盆地地形生成水面,位置较为有利,故而选择 D 处为坝址。在坝

址确定的基础上,提取有效汇水的径流所对应的集水区 D。根据径流网络的分级原理,坝址所在径流的上游径流量均为该径流的水量来源。据此,所提取的集水区 D 范围为上游各径流的集水区域之和(图 8)。

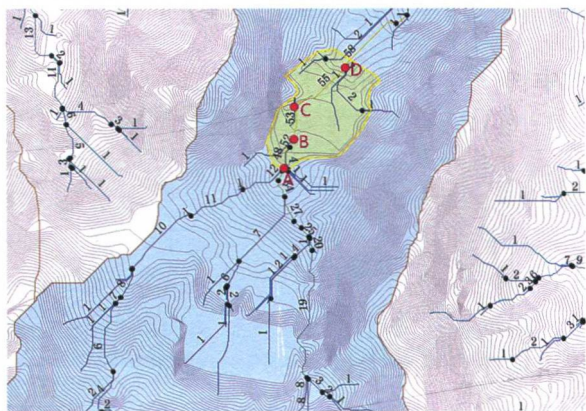


图7 筑坝位置的选择

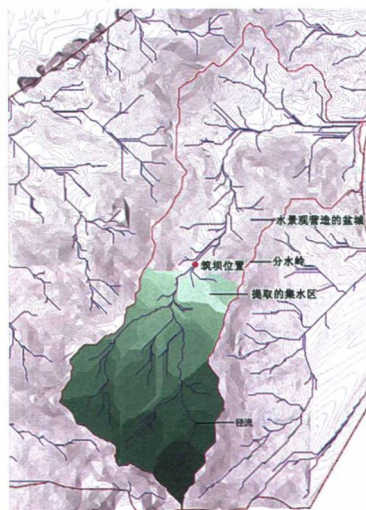


图8 集水区的提取

3.3 水量的估算

到达地面的降水主要由四部分组成：一部分被植被表面拦截，这个过程称为截留；一部分直接被土壤吸收，这个过程被称为渗透；另外有部分被储存在地表一些小的凹地及洼地内，这一过程称为洼地蓄水；剩余部分雨水沿地表流动，生成地表径流，最后汇集到沟道、河流和池塘等水体之中。水文循环是一个高度复杂的非线性系统，降雨径流的形成过程受多种因素的影响与制约，同样也是一个极为复杂的非线性过程。在水文学的研究中通过构建水文模型对水文现象进行模拟和计算，并对不同的水文过程进行模型的细分，已有大量成果，但已超出了本文的研究范畴。针对于本文的研究，采取简化的方法对集水区的汇水量进行估算，即将降水量扣除植物截留及土壤入渗后再利用系数，得到计算公式如下：

$$W = \sum_{i=1}^n k_i \cdot m_i \cdot A_i \cdot P \cdot 10^3$$

式中：W——可利用的水量；

k、m——分别为第 i 种土地利用类型的集水区下垫面径流系数和径流折减系数；

A——为第 i 种土地利用类型的集水区面积(m²)；

P——为多年平均降水深(mm)。

根据牛首山地区观测资料及实际情况，估算得出坝址 D 的汇水量为 80 423.1 m³。

3.4 形态的模拟与坝高的确定

“库容曲线”表示的是水库水位与其相应库容关系的曲线。本文的研究中“库容曲线”对应是池盆洼地蓄水的坝顶标高及蓄水体体积之间的关系曲线，纵坐标指代坝顶标高，横坐标指明蓄水体体积。利用 ArcGIS 软件可通过构建不规则三角网(TIN)数字高程模型，输入参数，基于既有函数模型实现库容的计算。本文采取逼近法建立库容曲线，逆向估算坝高的阈值(图 9)。由坝址 D 的汇水量可得坝顶标高为 66.8 m，即最大筑坝标高。以 66.8 m 坝顶标高为限，在 GIS 软件中对于不同坝高对应的水面形态进行模拟。

自汉代起，中国古人已对自然水景的形态有具体而微的描述。在近现代的湖泊科学研究中，对以湖泊为代表的水体形态描述，目前较常用的

参数有面积、水深、容积、湖长、湖宽、湖岸线长度、岸线发展系数、岛屿率、湖盆坡降等。除岸线发展(发育)系数、近圆率、形状率、紧凑度等欧式几何形态指标，分形维数也常用于水体形态的评价。选取以上评价要素对不同坝高生成水体形态进行比较，筛选出较为理想的水体形态，进而确定最终的坝高。

水位(m)	库容(m ³)	水面面积(m ²)
60.00	279.20	520.16
61.00	1 120.37	1 253.02
62.00	2 974.82	3 646.18
63.00	10 757.68	12 400.25
64.00	25 224.86	16 681.27
65.00	42 942.15	18 811.41
66.00	63 002.13	21 760.74
67.00	86 110.88	24 507.22

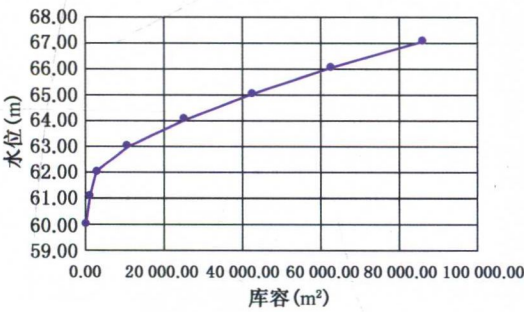


图 9 根据水位及对应库容生成库容曲线

3.5 水系的生成

对应于盆地 4，第一级营造的水体确定后，便可利用参数化拟自然水景模型进行下一级水体的设计工作。需要注意的是，就下一级水体而言，其所能利用的水量为集水区内汇集与承接上一级水体倾泻的水量之和。由此可见，水系的营造过程是一个依据盆地高程由高向低逐级推进的过程，水系中所形成的池、沼、塘、湖之间由水量为纽带，存在着紧密的关联。图 10 展示了牛首山景区北部地区运用参数化拟自然水景模型进行水景营造的水系透视图。依托于参数化的分析与计算，原本被直接排入周边城市管网的降水得以蓄集。该水系由三个不同高程的较大水面及溪流、跌水组

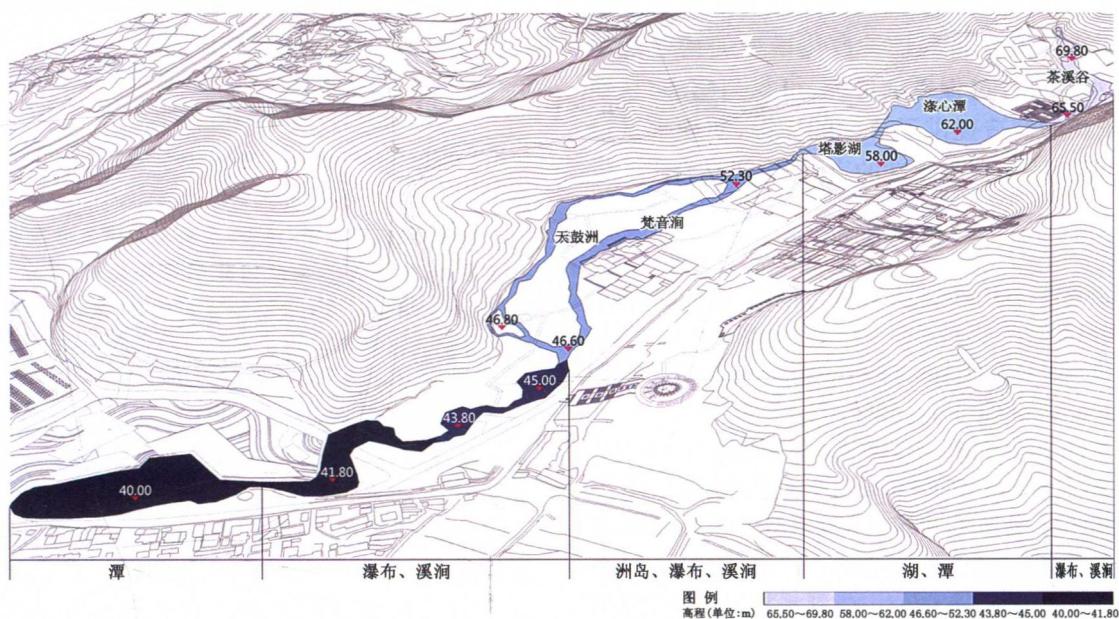


图 10 牛首山景区北部地区水系透视图



图 11 牛首山景区北部地区水系实景

成,在水量的估算与调控下,能够确保常年有水。该项目已竣工一年有余,水体形态自然优美,水声潺潺,水系生态系统已基本稳定,与周边自然山体环境融为一体,且不需要人工加以维护,真正实现了设计全过程的可持续(图 11)。

4 结语

“山因水活,水随山绕”,山水构成了中国园林文化的核心。水景观的营造之于风景环境设

计而言,具有审美、生态、文化等诸多层面的重要意义。通过拟自然水景参数化模型的构建与运用,使水景设计过程更加可控、可靠与精准,从而为水景观的营造提供了科学的支撑,实现水景设计将“理性的知觉与感性的直觉”有机结合。

参考文献

- [1] 潘谷西. 江南理景艺术[M]. 南京:东南大学出版社,2001:1
- [2] Shreve R L. Statistical law of stream number[J]. Journal of Geology, 1966, 74:17-37.
- [3] 董杨. 川中丘陵区小流域雨水资源化潜力分析与计算[J]. 人民长江,2013(09):9.
- [4] 窦鸿身,姜加虎. 中国五大淡水湖[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2003:11.
- [5] [美]威廉·M·马什. 景观规划的环境学途径[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [6] 汤国安. 地理信息系统空间分析实验教程(第二版)[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [7] 周成虎,裴韬,等. 地理信息系统空间分析原理[M]. 北京:科学出版社,2011.
- [8] <http://resources.arcgis.com/zh-CN/home/>

作者简介:成玉宁,博士,东南大学建筑学院教授,博士生导师,东南大学风景园林学科带头人,景观学系主任,东南大学景观规划设计研究所所长,国务院学位委员会风景园林学科评议组成员,风景园林专业硕士指导委员会委员,全国高校风景园林专业指导委员会委员,江苏省风景园林专业委员会副主任。研究方向为风景园林规划设计、景观建筑设计、景园历史与理论、数字景观及其技术。

袁晔洋,东南大学建筑学院风景园林专业在读博士研究生。

基于 GIS 的山西省晋中百草坡森林植物园 林地恢复虚拟场景构建^{*}

王 鑫 李 雄

摘 要 文章以实现林地恢复虚拟场景和模型仿真平台的整合为目的,利用 GIS 技术和相关数据,构建出虚拟场景,实现了对林地恢复自然过程的仿真,并对规划用地内的自然过程的发展趋势做了预测,为百草坡森林植物园林地恢复提供了直观的决策依据,模拟结果能够在空间中基本反映出林地恢复未来的生长趋势。

关键词 林地恢复;地理信息系统;虚拟场景;模型仿真

随着计算机技术的全面发展,人们逐渐具有了创造虚拟世界的能力,开始对现实世界的现状和发展趋势进行模拟和把握。林地恢复虚拟场景的实质就是对林地的外部面貌和内在联系加以提取,在计算机软件 and 硬件的基础上进行虚拟场景的建立和模型的仿真。具体就是将风景林地中的地理、气候、地形、水体、构筑物、植物、动物等要素的信息进行采集,在一个虚拟的环境中对它们进行重构和分析。

美国哈佛大学 Stephen M. Ervin 教授指出了虚拟场景模型构建的两个重要方面:一方面是对虚拟场景视觉上的真实性的追求,另一方面是对虚拟场景模型系统内各部分相互关系的仿真。即解决模型外部形态看起来像和内部关系演绎得像的平衡问题。百草坡森林植物园虚拟场景模型的构建首先要完成林地外部形态虚拟化,对林地中的各要素进行形态、色彩、空间位置等信息的采集,在物理环境模拟系统的帮助下实现林地空间的物质空间与虚拟空间的转换。在虚拟林地场景建立的基础上,进一步把林地系统内部的相互关系和基本过程通过模型仿真的方式表达出来。即在选择合适的软件、硬件、数据格式、数据库的基础上,将系统的虚拟场景和模型仿真整合起来。

1 基于 GIS 的林地恢复虚拟场景构建和模型仿真方法

1.1 基址概况

百草坡森林植物园位于山西省晋中市主城

区东部,地理坐标为北纬 $37^{\circ}41'55''$ — $37^{\circ}42'42''$,东经 $112^{\circ}46'14''$ — $112^{\circ}47'60''$ 。场地西与晋中市主城区相邻,规划总面积约 441 公顷,南北约 2.5 公里,东西约 2.7 公里,获得数据包括基础地理数据、用地类型数据、植被分布数据、影像数据、水文数据和气象数据。

1.2 GIS 场景构建和模型仿真方法简述

GIS(Geographic Information System, 地理信息系统)基本功能包括数据采集、输入、编辑、存储等方面。在应用上可以基于对象的位置和形态特征进行空间数据的分析。GIS 的核心是对空间数据进行管理,在专门的地理信息数据库的基础上,GIS 可以反映出目标对象的数据量和空间相关复杂性,并迅速进行空间可视化与制图。GIS 可以同时实现虚拟场景构建、模型仿真以及支撑三维建模和数据关系分析。由于 GIS 拥有能够储存多种不同格式的数据的数据库,提供多种数据结构,目前地理信息数据库已经实现了图形数据、属性数据、影像数据和数字高程模型数据的四库合一,能为演绎模型内部的相互关系提供算法支持。在虚拟场景构建方面,基于数字高程模型(DEM)的三维建模方法能够表现林地系统外部形态的复杂性和不规则性。另外 GIS 支持其他格式的数字模型,如 OpenGL 和 VRML 格式模型,能够利用外部的其他软件完成更为精确的场景模型构建任务。GIS 模型仿真则是根据对象的特性选择合适的数据格式和数据结构建立模型完成分析。在虚拟场景建立的基础上,依据与自然过程相关的数据模拟出对象的自然过

^{*} 本文获得北京市共建项目专项资助;“国家科技支撑计划”村镇景观建设关键技术研究(编号 2012BAJ24B05)资助。

程和演化方式(图 1)。

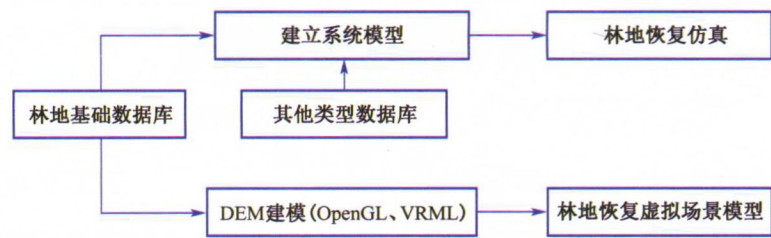


图 1 林地恢复虚拟场景构建和模型仿真流程图

2 林地恢复虚拟场景的构建和模型仿真

系统的模型仿真是根据系统分析的目的,在分析系统各要素性质及其相互关系的基础上,建立能描述系统结构或行为过程、且具有一定逻辑关系或数量关系的虚拟场景和仿真模型(图 2)。这种基于自然过程机理的理论模型,能揭示林地各要素之间的关系。但由于构建过程较复杂,需要根据不同的情况确定系统模型构建的方法。



图 2 结合建筑、道路模型的虚拟场景

第一种方法是将分析对象的具体个性去掉,采用抽象方法建立简易模型表达对象过程,采用一定的逻辑和演绎方法推导出结果,建立理想化的系统模型。

第二种方法是研究系统在某些特定时刻的状态和行为,在分析系统要素性质和相互关系的基础上,建立能描述系统结构或行为过程的具有一定逻辑关系的系统仿真模型。仿真过程是把系统模型放在相应的虚拟环境中进行的,可以预测、分析、评价系统过程。可以在系统无法通过建立简易模型求解时采用。

由于百草坡森林植物园目前植被覆盖情况

较差,需要进行森林培育和改造,该模型构建需要在虚拟环境条件下,反映出近期进行大规模林地恢复的成果和中远期植被生长的趋势。可以利用 GIS 技术进行林地恢复的仿真。林地恢复仿真模型是在对当地森林群落植物构成的了解基础上,依据植物群落的生长特性以及地形特点,利用计算机模拟场地现址的人工林的培育过程,通过森林群落的逐渐变化,表现出森林培育和生长的过程。仿真建模需要从单株植物的生长过程开始。基于植物学和计算机图形学,利用计算机生成植物在某一个时间的生长状态。依据植物学原理,考虑植物生长所需的生长期、水分、养分等因素,对植物的生长发育进行数据收集。依据所得数据拟合植物生长参数的变化规律,建立植物生长模型,定量地模拟植物的生长发育过程。在单株植物生长模拟完成的基础上,根据植物群落的培育需要,设计植物群落树种比例,确定种植区域和种植方式,结合 GIS 系统中的虚拟场景,在 TIN 模型中生成植被。百草坡森林植物园林地恢复模型的建立基本步骤如下。

2.1 资源调查——树种和环境影响因素

首先根据当地的主要植物类型和模拟需要选择乔木、灌木。草本地被由于受到生长年限的限制,其生长情况常年不会发生较大变化,而且生长区域变化也较大,在模型中体量不明显,因此省略。遵循适地适树的原则,使立地条件和树种的生物学和生态学条件一致,合理地确定针叶树种和阔叶树种、乔木和灌木的比例,防止树种单一化。乔木包括华北落叶松、油松、云杉、毛白杨、槭树、白桦、白蜡、垂柳、刺槐、合欢、楸树、榆树、山杨、法桐、元宝枫、黄栌、苹果、山楂等。灌