

# 南京金港科创园雨水管理与艺术设计

程坚敏, 马建武\* (苏州大学金螳螂建筑学院, 江苏苏州 215123)

**摘要** 基于生态自然雨水管理的景观设计, 主张通过模拟自然雨水蒸发、入渗的径流管理过程, 结合低影响、生态化、艺术化的雨水管理工程措施, 达到景观设计与雨水管理的艺术化的有机结合。结合实例, 探究了南京金港科创园雨水管理与艺术设计项目中低影响开发技术的应用, 以该项目作为典型案例, 介绍了结合低影响开发技术雨水管理理念的艺术化设计手法。

**关键词** 风景园林; 雨水管理; 低影响开发

**中图分类号** TU984.18 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)06-0173-04

## Stormwater Management and Art Design of Jingang Science & Technology Venture Center in Nanjing

CHEN Jian-min, MA Jian-wu\* (Gold Mantis School of Architecture, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215123)

**Abstract** Based on the management of ecological and natural rainwater, the landscape design is mainly to copy the evaporation of natural rainwater and the management of infiltrating runoff so as to achieve the artistic organic combination of landscape design and rainwater management, combined with low-impact, ecological and artistic measures of rainwater management. Through the examples, this paper explored the application of the rainwater management of Nanjing Jingang Science and Technology Park and the low-impact development technology in art design projects. Taking the project as a typical case, this paper also introduced the artistic design of the concept of rainwater management which is combined with the low-impact development technology.

**Key words** Landscape; Stormwater management; Low-impact development

城市化过程中, 由于城市人口和建筑密度的增大导致道路、屋顶等不透水面面积增多, 集水区自然条件的持久改变导致径流形式不断改变<sup>[1]</sup>。土地原有的水文循环遭到破坏, 土地自然滞蓄渗透能力锐减, 地下水含量减少, 并导致雨水资源流失, 雨水径流污染及雨水造成的洪涝灾害频发。雨水是自然界的宝贵资源, 随着城市化脚步越来越快, 城市的雨水收集利用已成为值得探讨研究的一大话题。很长一段时间以来, 传统的雨水管理方式是将雨水产生的径流直接排到城市下水道中。这不仅造成了水资源的浪费, 更造成了雨水冲刷, 导致管道堵塞加剧, 以致造成了城市内涝的危害。借鉴并应用更为先进的雨水管理方式方法是解决这一类问题的关键。

以往我国与风景园林学相关的景观设计一般很少融入雨水管理理念。2014年在我国大力推行“海绵城市”的大背景下, 低影响开发技术正逐步走进国人的视野, 这一措施下的雨水管理相比传统雨水管理有着多方面的优点。笔者基于生态自然雨水管理的景观设计, 探究了南京金港科创园雨水管理与艺术设计项目中低影响开发技术的应用, 通过模拟自然雨水蒸发、入渗的径流管理过程, 结合低影响、生态化、艺术化的雨水管理工程措施, 达到对景观设计与雨水管理的艺术化的有机结合。该项目是结合了低影响开发技术雨水管理理念的艺术化设计的典型案例。

### 1 研究区基本情况分析

改革开放以来, 南京市城市化的脚步越来越快, 城市化率从1978年的48.6%上升到了2013年的80.5%, 位居江苏

省第一。预计到2020年, 南京市将建成全国现代化建设示范区, 城镇化水平稳定保持在83.0%左右<sup>[2]</sup>。

降雨情况方面, 南京市属北亚热带湿润气候, 年平均降雨量为1 082.5 mm, 最大年降雨量1 825.8 mm, 最小年降雨量647.9 mm<sup>[3]</sup>, 常年平均降雨117 d, 在我国年降雨量在800 mm以上的即为湿润地区, 可以得出南京市降雨量充沛, 湿润型的地区气候十分适合植物生长和雨水收集与管理。

南京市在每年5—9月为汛期, 汛期降雨量占全年的60%左右, 特别是梅雨时节, 雨量较大, 曾出现过24 h降雨274 mm, 2 d降雨320 mm, 7 d降雨396 mm的记录<sup>[4]</sup>。硬化地面较多的城市由于梅雨的原因较易发生雨水的洪涝灾害, 所以对于城市绿地进行雨水管理, 使其在暴雨情况下调蓄雨水, 具有雨水收集管理功用, 显得越来越重要。

土壤情况方面, 南京市土壤基本类型为地带性土壤和耕作土壤2种。研究显示, 随着南京城市化进程的加快, 城市土壤被不同程度地压实, 造成了土壤结构、孔隙度和孔径的变化, 导致南京市城市土壤的入渗率、初始与稳定入渗率之间的差异增大<sup>[5]</sup>。其中一些土壤压实严重的地区出现了水分入渗的限制层, 这些地区土壤的入渗率显著下降, 直接导致地表径流的增加, 易造成自然灾害。

南京地下水情况方面, 资料显示, 南京市地下水天然补给资源总量为每年7.27亿t, 可开采量为每年3.79亿t, 在现状条件之下, 南京市的地下水资源开发利用压力较小, 地下水量丰富, 但地下水的分布很不均匀。在很多地区, 由于城市建设及人类活动导致地下水污染较为严重。根据江苏省水环境监测中心2010—2015年15个监测井主要污染物的监测数据, 南京市境内监测井地下水氨氮普遍超标, 污染物浓度波动较大, 2010—2013年污染逐渐恶化, 15个监测井的氨氮含量已全部超过了《地下水环境质量标准》(GB/T 1484—93) II类水标准<sup>[6]</sup>。其主要原因有工业废水和生活污水的随意排放, 地表水污染导致的地下水污染加剧。

**基金项目** 江苏省普通高校专业学位研究生创新计划项目(SJZZ16\_0237)。

**作者简介** 程坚敏(1991—), 男, 江西上饶人, 硕士研究生, 研究方向: 园林与景观设计。\*通讯作者, 教授, 从事雨水管理与景观设计研究。

**收稿日期** 2016-12-16

以上情况反映出,对南京市进行雨水综合管理,措施上应通过各种技术手段增加土壤雨水的下渗力,减少雨水径流导致的地表水污染,减轻城市排水系统压力,使得雨水利用、防洪减灾、景观规划、改善环境等功能融为一体。

## 2 项目介绍

**2.1 区位及项目规划范围** 南京金港科技创业中心成立于2000年10月,2004年12月被国家科技部认定为国家级高新技术产业创业服务中心。中心位于南京市东北部的栖霞区,科技园地处仙林大学城和国家级经济技术开发区的中间地带,交通便利、环境优美,是南京高新技术产业聚集发展的重要基地(图1)。

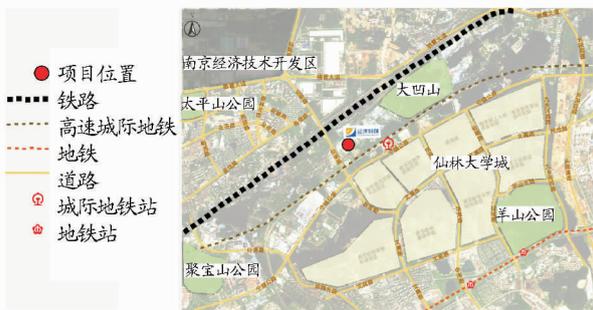


图1 金港科技园项目位置

Fig.1 The location of Jinggang Science & Technology Venture Center

整个科技园总用地约为160 000 m<sup>2</sup>,按建设工期分区,金港创业中心主要区域包括金港一期场地、金港二期场地。其中一期面积为101 300 m<sup>2</sup>,二期面积为58 700 m<sup>2</sup>。景观设计

范围即金港科技园二期入口景观带,对设计场地进行实地调研,整个设计场地面积为11 035 m<sup>2</sup>(包括一期二期建筑旁绿地、中央分车带绿地),其西南方向为金港二期建筑群,东北方向为金港二期入口道路。规划场地位置介于科技园一期与二期之间。与科技园相邻的西南方向的仙新路与一、二期场地存在一定高差,致使每逢雨季,整个科技园就要遭受严重的雨水洪涝灾害,使得园区内出现积水区域,而设计场地即为科技园地势最低处,是雨水汇流的主要区域,极易造成积水(图2)。

**2.2 雨水径流量计算分析** 整个科技园除设计场地外,其他用地主要汇水面包括建筑、绿地、道路、硬质广场4个区域,经统计计算得知,其中建筑面积共约48 594 m<sup>2</sup>,绿地面积共约33 439 m<sup>2</sup>,硬质广场面积共约10 107 m<sup>2</sup>,道路面积约占56 825 m<sup>2</sup>。根据《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB50400—2006)<sup>[7]</sup>,取南京金港的建筑屋面径流系数0.85、硬质广场径流系数0.50、道路径流系数0.80、绿地径流系数0.15进行雨水径流量计算。

金港科技园雨水径流总量可以用公式  $W = h\psi F$ ,其中  $h$  为降雨厚度,即降雨量(m),通过南京市的汛期降雨量(5—9月、降雨量652.7 mm)及非汛期降雨量(10月—次年4月、降雨量429.8 mm)得出金港科技园各类汇水面的雨水径流量及不透水面径流量比,得出建筑屋面年雨水径流量为44 712.55 m,硬质广场年雨水径流量为5 470.41 m,道路年雨水径流量为49 210.45 m,绿地年雨水径流量为5 429.66 m。年雨水径流总量达104 823.07 m。



图2 金港科技园地形标高

Fig.2 The terrain elevation of Jinggang Science & Technology Venture Center

分析表1看出,金港科技园的不透水面产生的雨水径流量在汛期和非汛期都近95%,占了很大的雨水径流量比例,建筑屋面、硬质广场和道路是科技园雨水径流的主要产生源,加之科技园绿地规划保持传统方式,未将绿地用于雨水管理,科技园内的雨水径流直接排入雨水管道,并没有采取一定的收集管理措施。在雨水量大的雨汛期,由于雨水不能及时排放,常常在科技园硬质面汇集形成积水,使得宝贵的雨水资源白白浪费,同时也给行人造成行动不便。所以,如

何收集管理这些不透水面的雨水径流是科技园雨水管理的切入口,也是防洪减灾的关键。

**2.3 科技园规划场地雨水管理与艺术设计** 金港科技园二期与一期存在一定高差,二期场地整体高于一期场地,而规划区域位于科技园一期与二期之间,为其地势的最低处,是雨水径流汇流的主要区域,也是科技园的主要入口景观带。在未引入雨水管理理念的金港科技园二期景观建设方案中,其景观策略主要是通过地形高差在二期建筑与绿地之间布

置台地景观,在建筑旁绿地中主要设计了硬质道路铺装及硬质小广场。该设计虽然具有一定的游赏性,却没有体现景观的自然生态化,也没有发挥绿地雨水管理的功用。

表 1 金港科创园汇水面径流量统计

Table 1 The surface runoff statistics of Jingang Science & Technology Venture Center

汇水面种类 Surface type	汛期径流量 Runoff in flood season//m	非汛期径流量 Runoff in non flood season//m
建筑屋面 Building roofing	26 959.7	17 752.8
硬质广场 Hard square	3 298.4	2 172.0
道路 Road	29 671.7	19 538.7
绿地 Greenland	3 273.8	2 155.8
不透水面径流量比例 Impervious surface runoff ratio//%	94.820 23	94.820 19

融入雨水管理的方案首先改变了二期建筑雨水管线的流向(图3),将原先直接排入市政雨水管道的雨水分3个入水口进入二期旁的绿地中,设计将整个入口景观带(包括二期的建筑旁一区、二区、三区这3个块区绿地,道路中央分车带,一期建筑旁绿地)分散布置具有雨水管理功用的低影响开发技术工程性设施,使得整个入口景观带成为一个雨水管理系统,其收集的雨水可作为绿地、垂直绿化的灌溉用水,也能通过园区内雨水管道将多余的雨水用蓄水池蓄积起来或者排入城市雨水管道中去,从而达到对园区雨水的资源化利用,并达到了控制径流总量、径流污染的作用。通过木平台布置、叠水景观的应用以及假山石的堆叠,使其具有艺术欣赏价值,增加场地的参与性,从而提高整个场地的景观吸引力(图4)。

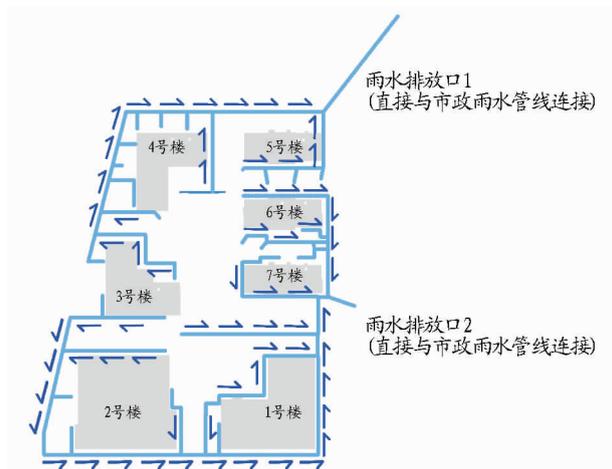


图 3 改造前建筑雨水管线

Fig. 3 Building rainwater pipeline before reform

2.4 场地雨水管理方案及具体措施 低影响开发是通过一系列分散的、小规模的生态工程化措施将场地规划与设计同供水、污水、雨水等处理设施结合起来,尽可能将来自于建筑物的暴雨径流引入规划场地中的雨水处理方式<sup>[8]</sup>。它以生态处理技术为基础,对雨水进行渗透、转输、过滤、贮存等,尽

可能模仿自然,达到自然生态的目标。

在规划设计中,将低影响开发技术措施运用于艺术化的雨水处理手法。与传统的城市排水系统相比,艺术化的雨水管理理念不仅注重管理设施的数量,更重视其质量和娱乐性<sup>[9]</sup>,将雨水管理的各个过程作为景观的一个部分,使得景观具有多方面的价值。一个开放的雨水管理设施具有多种价值:美学价值、生物学价值、动物学价值、生态价值、野生生物价值、娱乐价值、经济价值、技术价值、文化价值、环境价值、历史价值以及进而产生的公共关系价值<sup>[10]</sup>。

具体各个区域应用的低影响开发技术及方法如下:

一区绿地:该块绿地主要布置有截流池、集水沟、雨水花园、垂直绿化、透水铺装。通过二期与一期之间的高差,营造叠水景观,并在叠水最高处设置入水口,当降雨时二期的1号、2号、3号楼建筑屋顶雨水通过雨水管道进入该区的入水口,进而在该区截流池、集水沟进行雨水的收集过滤与净化沉降。雨水花园、透水铺装则主要收集了道路雨水,并将雨水汇入集水沟之中。通过地下布置的雨水管线将一区收集过剩的雨水导入二区(图5)。

二区绿地:该绿地中布置有集水沟、雨水花园、透水铺装。其中集水沟通过入水口收集二期的6号、7号楼建筑屋顶雨水,并纳入一区过剩的雨水,进而将这些雨水传输至二区尾端,多余的雨水同样通过地下布置的雨水管线导入三区绿地集水沟继续过滤净化(图6)。

三区绿地:该块绿地主要布置了截流池、集水沟、雨水花园、透水铺装,蓄水池,并在停车场区域设置了生物滞留池用来收集停车场区域的雨水。截流池将一区、二区、三区的雨水以及叠水景观最高入水口流下来的3号、4号、5号楼建筑雨水进行收集汇合,最后将3个区过剩的雨水通过雨水管道导入三区设置的蓄水池中存储用于园区生活、灌溉用水,超出蓄水容量的雨水则排入城市排水管道中去(图7)。

道路分车带绿地:在道路分车带,通过分车带内土地营造5°的高差改造,并设置道牙口,使得道路雨水径流通过牙口进入分车带绿地中部。分车带中部改造成为宽6m左右的下凹式绿地,对进入道路分车带的道路雨水径流进行过滤净化。最终通过管道将雨水输送至二期主要的区域绿地的集水沟之中。

一期建筑旁绿地:一期建筑旁绿地同样设置集水沟,使得一期建筑旁3、4、5、6号楼旁的绿地成为一条收集雨水的整体,收集利用建筑及道路产生的雨水径流。最后,收集的雨水汇入二期绿地集水沟中。

2.5 雨水管理预期效果 整个规划绿地面积为11 035.0 m<sup>2</sup>,虽然仅占整个金港科创园面积的6.9%,但在绿地中融入了雨水管理的理念,通过一系列的低影响开发技术措施的串联连接,使得该处绿地具有雨水管理的功用,其中集水面积包括集水沟、截流池1 589.5 m<sup>2</sup>,雨水花园209.2 m<sup>2</sup>,道路带下凹式绿地907.0 m<sup>2</sup>,生物容纳池102.0 m<sup>2</sup>,蓄水池110.0 m<sup>2</sup>,总集水面积2 917.7 m<sup>2</sup>。其作用主要是收集了二期整个建筑汇水面11 972.0 m<sup>2</sup>面积的雨水径流,二期下沉广场

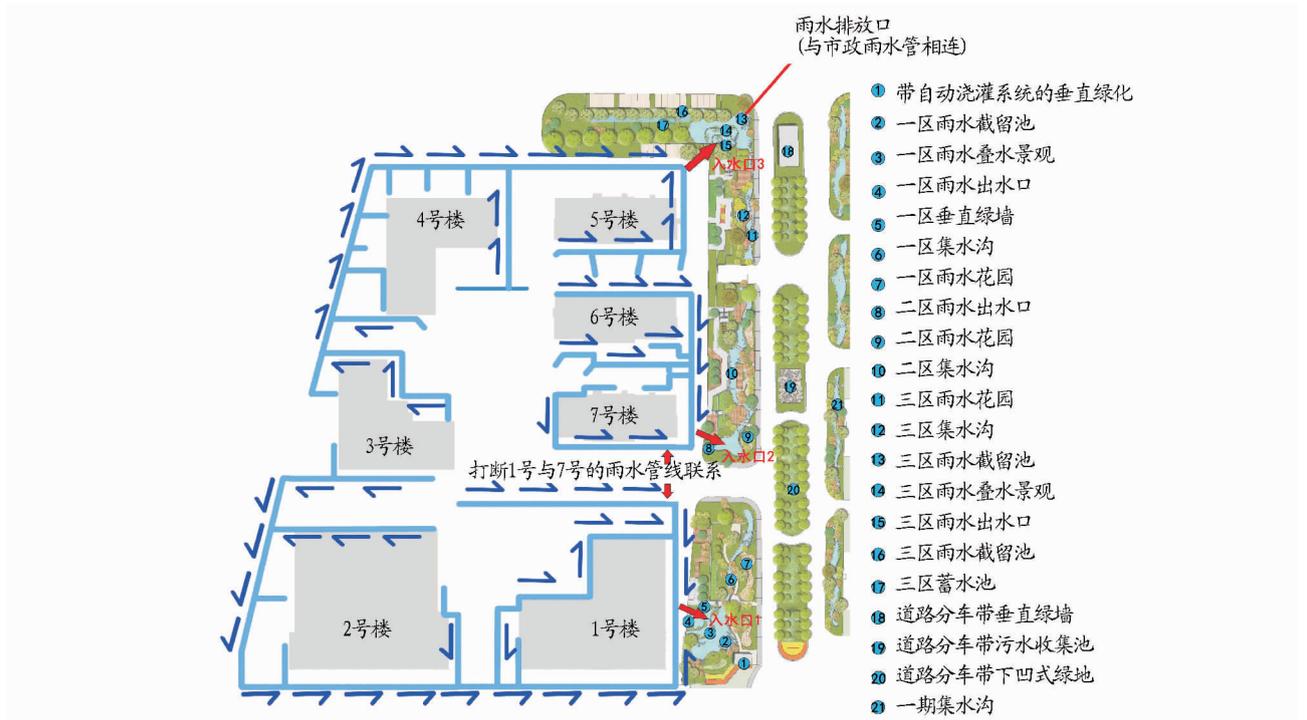


图4 改造后建筑雨水管线及设计

Fig. 4 Design and construction of rainwater pipeline after transformation

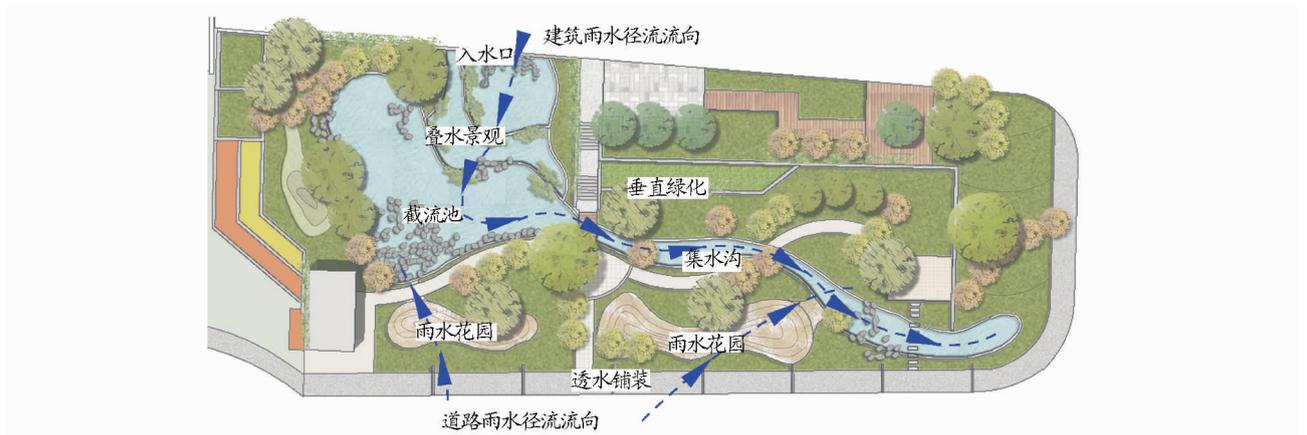


图5 一区景观平面

Fig. 5 Landscape of the first area



图6 二区景观平面

Fig. 6 Landscape of the second area

3 122.0 m<sup>2</sup> 面积的雨水径流,以及二期道路汇水面24 355.0 m<sup>2</sup> 面积的雨水径流。按照雨水径流计算,该规划绿地通过

雨水管理预计可收集管理雨水总径流量为 29 660.2 m<sup>3</sup>,使 (下转第 189 页)

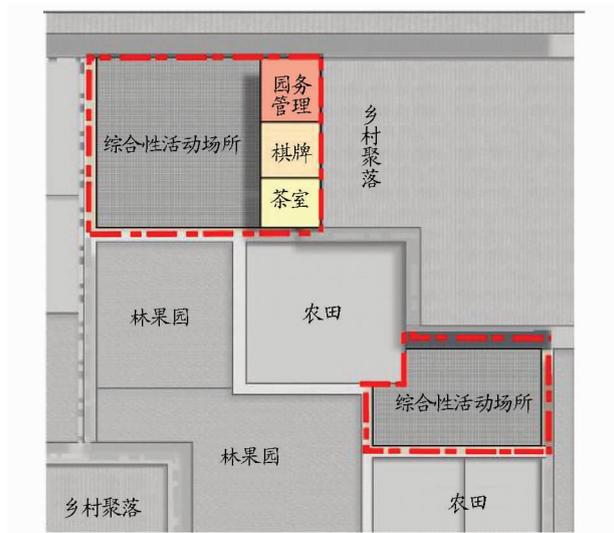


图5 多个综合性活动区并行

Fig. 5 Multiple integrated activity areas

落中不同地区人群的游憩需求。另一种则是通过小型农业斑块的形式穿插在乡村当中,替代乡村中大大小小的废弃荒地,增加斑块边缘交流,提高生态多样性<sup>[10]</sup>。

(上接第 176 页)



图7 三区景观平面

Fig. 7 Landscape of the third area

得整个科创园近 30% 的雨水径流可用于补充地下水资源或作为园区的生活、灌溉用水。低影响开发技术设计施工的低成本降低了项目开发的费用,同时也营造了更为生态自然的环境。

### 3 结语

城市化进程的加快使得传统的雨水管理逐渐显露出不

### 5 小结

基于景观生态学的乡村公园规划设计以最优景观格局为基础,充分运用“大集中小分散”理念模式。该模式下的乡村公园从功能上为周边乡村居民提供休闲、娱乐、健身等活动场所。从空间格局上,以乡村原始景观格局为基础,在保护的基础上建设,同时适当增加农业斑块及绿化廊道,促进斑块边缘物质交流,提高景观生态多样性,减少建设过程中对乡村自然生态环境造成的破坏。

### 参考文献

- [1] FORMAN R T T. Land mosaics: The ecology of landscape and regions [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- [2] 梅沁. 海南乡村公园景观规划研究[D]. 海口: 海南大学, 2015.
- [3] 梅沁, 赵书彬. 乡村公园规划模式探讨[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(11): 2668-2672.
- [4] 俞孔坚, 李迪华. 城乡与区域规划的景观生态模式[J]. 国外城市规划, 1997(3): 27-31.
- [5] 俞孔坚, 李迪华, 吉庆萍. 景观与城市的生态设计: 概念与原理[J]. 中国园林, 2001, 17(6): 3-10.
- [6] 肖笃宁, 李秀珍. 当代景观生态学的进展和展望[J]. 地理科学, 1997, 17(4): 356-364.
- [7] 陈威. 景观新农村: 乡村景观规划理论与方法[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [8] 庄晨辉. 乡村公园[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [9] 骆中钊. 乡村公园建设理念与实践[M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.
- [10] 吴翊. 生态型城市公园规划设计研究[D]. 上海: 同济大学, 2006.

足,而采用低影响开发技术的雨水管理手段显然能够更好地解决雨水管理的问题,有效缓解了不透水面增加导致的洪峰流量增大、雨水径流系数增加、非点源污染加重等城市化的雨水问题,并通过艺术化的景观处理手法提高其景观美学价值、经济价值、生态价值等,从而提高其综合价值。

### 参考文献

- [1] 乔纳森·帕金森, 奥尔·马克. 发展中国家城市雨洪管理[M]. 周玉文, 赵树旗, 等译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007: 1-13.
- [2] 南京市发改委. 南京市区域城市化规划(2014年-2020年)[A]. 2014.
- [3] 江苏省统计局. 江苏省年鉴 2001-2014[J]. 北京: 中国统计出版社, 2001-2014.
- [4] 南京水务. 防汛防旱概况[EB/OL]. [2016-10-25]. [http://www.njsl.gov.cn/cslm/fxfhbg/fxfhgk/201111/20111129\\_536827.html](http://www.njsl.gov.cn/cslm/fxfhbg/fxfhgk/201111/20111129_536827.html).
- [5] 杨金玲, 张甘霖, 袁大刚. 南京市城市土壤水分入渗特征[J]. 应用生态学报, 2008, 19(2): 363-368.
- [6] 傅翊, 龚来存. 南京市地下水污染现状分析及防治对策[J]. 人民长江, 2015, 45(S2): 28-30, 34.
- [7] 中华人民共和国建设部. 建筑与小区雨水利用工程技术规范: GB 50400-2006[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [8] 杨略. 海绵城市建设低影响开发的应用与研究[J]. 城乡建设, 2016(10): 68-69.
- [9] 马建武, 斯图尔特·爱考斯. 美国景观设计中雨水管理的艺术[J]. 中国园林, 2011, 27(10): 93-96.
- [10] STAHR P. Sustainability in urban storm drainage: Planning and examples[M]. Stockholm, Sweden: Svenskt Vatten, 2006.