

文章编号:1001-7380(2016)04-0034-06

## 基于文献计量的雨洪公园研究发展状况分析

张 悦,隋佳欣,贾丽丽,赵 瑞,宋 航,陈雅君,张 璐\*

(东北农业大学园艺学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:**运用科学引文索引数据库和中国知网数据库,对国内外雨洪公园相关文献进行计量学分析,综述雨洪公园的研究现状,发展趋势以及未来面临的挑战。结果表明:2003年到2015年,文献数量呈增长趋势;研究重点是雨水地表径流、雨水水质净化、低影响开发和最佳管理实践理论研究;研究热点是新型透水路面材料的开发,生物滞留池、生物过滤器等新兴技术手段;今后雨洪公园建设面临的挑战是雨水水质净化能力的提高,新型渗水材料、路面材质、过滤基质的开发与选择,景观设计与雨洪管理策略的有效结合;与国外研究相比,国内研究还停留在概念化的层次,相关基金资助还比较缺乏。研究结果可为未来雨洪公园的设计、施工、管理等方面的研究提供有价值的参考。

**关键词:**雨洪公园;文献计量;SCI-E数据库;CNKI数据库;发展状况

**中图分类号:**TU984.11<sup>+</sup>6 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.04.010

## Bibliometrics analysis of stormwater park research at home and abroad

ZHANG Yue, SUI Jia-xin, JIA Li-li, ZHAO Rui, SONG Hang, CHEN Ya-jun, ZHANG Lu\*

(College of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** With the Science Citation Index database and Chinese Knowledge Network database, the relevant literature of domestic and overseas stormwater park was analyzed by metrology and the status of the stormwater park, the latest development tendency and various challenges of the future were summarized. The statistics showed that from 2003 to 2015, the number of literature increased, which means the importance of the stormwater park. So the research must focus on stormwater surface runoff, stormwater purification, low-impact exploitation and the best management practice theory. In addition, exploiting new types of the materials for pavement which are permeable to water, finding emerging techniques such as bioretention ponds and biological filter are also the hot spots. The challenges of constructing the stormwater park, in the future, are improving the ability of purifying stormwater, exploiting and selecting the new materials for water seepage, pavement and filter bed substrates and combining landscape design with the suburban watershed management strategy effectively. Compared with overseas research, domestic research which is lack of relevant funds still stays at the conceptual level. The conclusion from this paper is likely to provide a valuable reference for designing, constructing and managing the stormwater park in the future.

**Key words:** Stormwater park; Bibliometrics; SCI-E database; CNKI database; Development status

雨洪公园是将城市雨洪管理基础设施和公园相结合,进行协同整合和统筹建设,在公园层面上,实现雨洪管理基础设施功能与景观和生态功能的

无缝衔接,形成2者在空间上相互交织和组合的统一体<sup>[1-2]</sup>。目前,利用雨洪公园进行雨水调控并将雨水进行资源化利用成为国内外研究的热点,已经

收稿日期:2016-06-07;修回日期:2016-07-05

基金项目:黑龙江省教育厅科技项目“不同叶色彩叶草对臭氧污染的响应差异及内在机理研究”(2012-2015)(12521013)

作者简介:张悦(1993-),女,黑龙江大庆人,在读硕士研究生,主要从事园林生态规划与设计。

\*通信作者:张璐(1982-),男,山东宁阳人,副教授,博士,现主要从事园林生态设计、园林植物生理生态等研究工作。

有很多相关文献发表,但是针对这些文献的数量化分析还未见报道。

本文拟采用文献计量的方法,对雨洪公园相关文献进行分析研究,客观评估雨洪公园过去十几年的发展情况,了解研究现状、存在的问题及面临的挑战,并对未来的发展趋势做出预测。

## 1 研究方法

本文对雨洪公园的国内外核心文献进行统计分析。首先,查找相关文献,文献信息来自科学引文索引(Science Citation Index Expanded, SCI-E)数据库和中国知网(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)数据库,时间段为2003年到2015年。这2个数据库分别收录了国际和国内的优秀文献,能够反映科学的发展动态。SCI-E数据库以主题词为“stormwater” and “garden”和“stormwater” and “park”分别进行检索,CNKI数据库以“雨洪”和“公园”为主题词进行检索。然后对文献的数量、研究内容、研究热点、国家、研究机构、基金资助情况进行统计,再利用Excel对其进行初步分析,利用Sigmaplot软件作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 国内外文献数量类型情况

雨洪公园文献统计结果是SCI-E数据库275篇,文献类型以长文(Article)为主,其他类型有会议论文(Proceedings Paper)、综述(Review)、社论

(Editorial Material)。CNKI数据库274篇文献,期刊论文140篇,博硕士学位论文43篇,会议论文23篇,报纸报道63篇(见图1)。SCI-E数据库中的文献数量在2012—2014年间有较大程度的增长,而CNKI数据库中的文献在2008年和2013年数量较多。

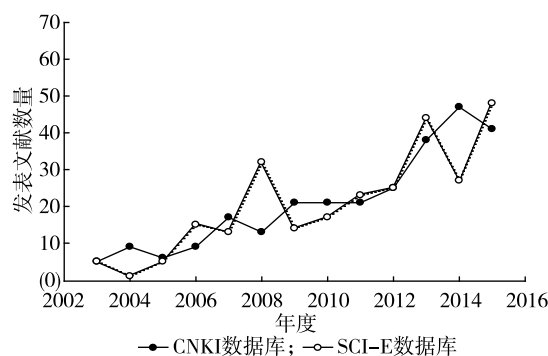


图1 SCI-E和CNKI数据库雨洪公园文献数量年度变化趋势

### 2.2 国内外文献研究内容分析

SCI-E数据库中,雨洪公园文献的关键词使用频率较高的有径流、雨洪管理、低影响开发(Low-Impact Development, LID)、最佳管理实践(Best Management Practices, BMPs)、雨水花园、城镇化、雨洪、金属、污染、水质、生物滞留池、绿色屋顶、生态服务、水文、磷、氮等,反映出雨洪公园的研究重点。另外,通过对2014年和2015年文献的关键词使用频率进行统计,发现目前的研究热点集中在径流、雨洪、LID、雨洪管理、透水路面、水质、渗透、生物滞留池、污染、生物过滤器等方面(见图2)。

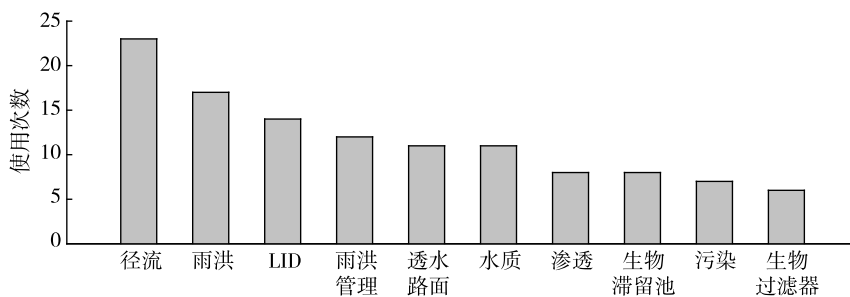


图2 2014—2015年国际雨洪公园研究热点分析

CNKI数据库雨洪公园文献中,关键词使用频率最高的是雨洪管理,其次有雨洪利用、雨水利用、雨水花园、景观设计、绿色基础设施、风景园林、海绵城市、低影响开发、城市公园等。另外,近2a文

献关键词中,雨洪管理、雨水、LID、景观设计、基础设施、雨洪利用、公园绿地、城市公园、雨水花园、节约型园林的使用频率也比较高(见图3)。

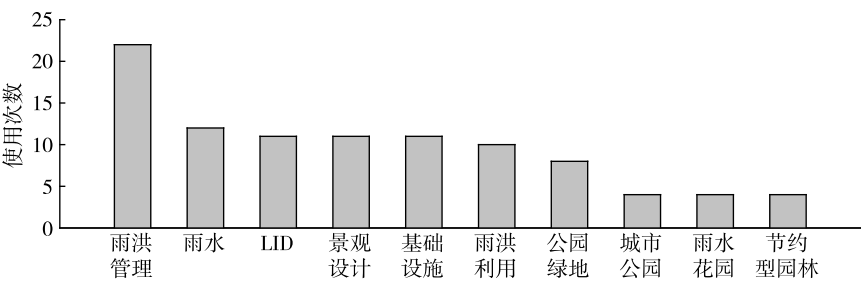


图 3 2014—2015 年中国雨洪公园研究热点分析

SCI-E 数据库文献被引频数超过 70 次的文献共 7 篇(见表 1),其中被引频数最多的文章“Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions”是 Dietz 2007 年发表在《Water Air and Soil Pollution》的文献综述,具有较高的参考价值。7 篇文献均由美国科学家完成,说明美国在雨洪公园研究方面具有很大影响力,并且成果被其他国家认可。

表 1 SCI-E 数据库中雨洪公园被引频次高的文献(被引频次>70 次)

标题	来源	年度	作者	国家	被引次数
Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions	Water Air and Soil Pollution	2007	Dietz M E	美国	154
Long-term stormwater quantity and quality performance of permeable pavement systems	Water Research	2003	Brattebo B O, et al	美国	114
Pollutant removal and peak flow mitigation by aboretention cell in urban Charlotte, NC	Journal of Environmental Engineering: (ASCE)	2008	Hunt W F, et al	美国	102
Water quality improvement through bioretention: Lead, copper, and zinc removal	Water Environment Research	2003	Davis A P, et al	美国	96
A field evaluation of rain garden flow and pollutant treatment	Environmental Science & Technology	2006	Dietz M E, et al	美国	95
Quantifying the effect of slope on extensive green roof stormwater retention	Ecological Engineering	2007	Getter K L, et al	美国	87
Saturation to improve pollutant retention in a rain garden	Environmental Science & Technology	2006	Dietz M E, et al	美国	74

CNKI 数据库雨洪公园文献被引次数超过 40 次的共有 3 篇文献(见表 2)。被引次数最多的是 2003 年发表于《生态学杂志》的“城市雨水资源化及其生态环境效应”,文章介绍了建造雨水贮留设施、就地下渗、回灌、屋面雨水拦截、蓄集、绿化工程等多种途径实现雨水资源化,注重生态环境效益,是综述性文献。

表 2 CNKI 数据库中雨洪公园被引频次高的文献(被引频次>40 次)

标题	来源	年度	作者	被引次数
城市雨水资源化及其生态环境效应	生态学杂志	2003	宋进喜等	103
城市雨洪多功能调蓄技术	给水排水	2005	车 伍等	86
深圳市创建低影响开发雨水综合利用示范区	中国给水排水	2010	胡爱兵等	48

在 SCI-E 数据库中,文献涉及学科 43 类,有环境科学、水资源、工程环境、土木工程、生态、地球科学、工程化学、城市研究、农业工程、环境研究等。其中,环境科学、水资源类别的文献较多,超过 140 篇,工程环境、工程土建相关文献居中,其余类别的文献较少(见图 4)。

CNKI 数据库雨洪公园文献涉及到建筑科学与工程、水利水电工程、资源科学、环境科学与资源利

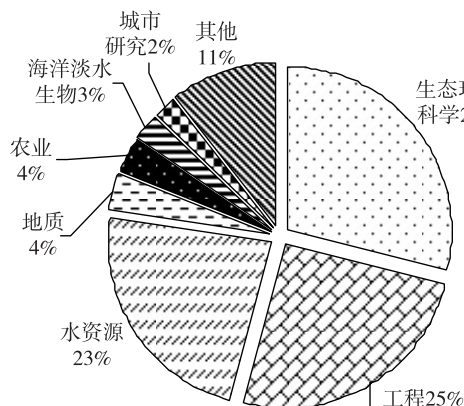


图4 SCI-E数据库中雨洪公园涉及学科

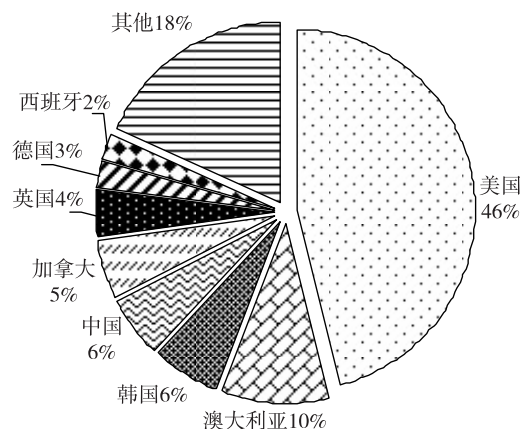


图6 国际雨洪公园文献作者所在主要国家

用、宏观经济管理与可持续发展、林业等27个学科。其中,建筑科学与工程是最主要的,共有153篇文献,占整体44%。第2是水利水电工程,共有文献102篇(见图5)。

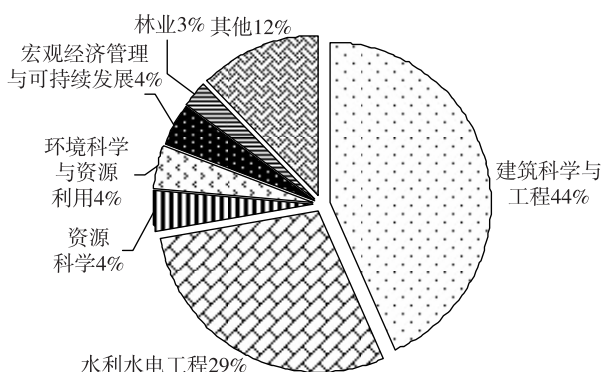


图5 CNKI数据库雨洪公园涉及的学科

表3 国际雨洪公园发表文献数量排名前10的研究机构

机构	文献数量
US Environmental Protection Agency	22
University of North Carolina	18
North Carolina State University	15
University System of Maryland	10
University of New Hampshire	10
University of Maryland College Park	9
University of California System	8
Kongju National University	7
Villanova University	7
Monash University	7

国内研究机构主要有北京大学、北京林业大学、北京土人景观与建筑规划设计研究院、北京市水利规划设计研究院、西安建筑科技大学、西安理工大学。其中,北京大学、北京林业大学、北京土人景观与建筑规划设计研究院文献数量均超过10篇,是国内文献发表比较多的研究机构,说明这些研究机构重视此方向研究,并且取得了一定的研究成果。文献来源主要有《给水排水》、《北京日报》、《风景园林》、《北京林业大学学报》、《建筑科学》等,来源广泛,文献数量均不超过10篇。其中,《北京日报》为报纸,是非专业期刊。

### 2.3 国内外文献研究机构、基金分析

2003年初到2015年末,从文献发表的第1作者所在国家看,SCI-E数据库中雨洪公园的文献发文量前8名分别是美国、澳大利亚、韩国、中国、加拿大、英国、德国、西班牙(见图6)。美国位居第1,发文数量146篇,占总数的46%,在该领域研究中具有领导地位。第2是澳大利亚,共31篇文献,与美国的文献数量有一定的差距。中国大陆以及台湾地区对此方面研究也很重视,共有24篇文献。

SCI-E数据库收录的雨洪公园文献的研究机构160个以上(见表3)。其中,文献数量较多的是美国环境保护署22篇,北卡罗莱纳大学发表18篇,北卡罗莱纳州立大学发表15篇,马里兰大学、新罕布什尔大学各发表10篇。

SCI-E数据库中文献的基金资助机构分布广泛,共180余个,其中美国环境保护署最多,共资助了9篇论文,其次是美国国家科学基金会,资助5篇,而其他机构资助的研究发表数量较少(见表4)。



表 4 国际雨洪公园文献的主要基金资助机构

机构	文献数量
US Environmental Protection Agency	9
National Science Foundation	5
Spanish Ministry of Economy and Competitiveness	3
South Florida Water Management District	3
North Carolina Department of Environment and Natural Resources	3
The Ohio State University	3
Melbourne Water	3

从发表文献基金资助看,国内雨洪公园方面的基金资助很少,现在主要为国家自然科学基金、国家科技支撑计划和国家科技攻关计划的资助。

3 讨论与结论

从雨洪公园相关文献的发表数量上看,2003 年到 2015 年整体呈上升趋势,这表明国内外对雨洪公园的研究越来越重视。国际文献数量年际间变化比较稳定,但国内文献在 2008 年和 2013 年增长较多。原因是我国 2008 年举办北京奥运会,奥林匹克森林公园是国内第 1 个采用雨水收集系统的大型城市公园,全园雨洪利用率高达 95%<sup>[3]</sup>。2013 年增长较多的原因可能是年末我国提出建设海绵城市解决雨洪问题,所以期刊与报纸对此方面介绍增多。进一步加强雨洪综合利用工程建设,以不增加外排径流总量和峰值流量为目标,城市开发建设、旧城改造和市政基础设施以及公共服务设施建设,按照“先入渗、再蓄滞、后排放”的原则,建设雨水吸纳、蓄渗和利用工程,推进“海绵家园、海绵城市”建设。

文献的研究内容能够反映出一个研究领域的重点及热点问题。首先,在设计理念方面,SCI-E 数据库中的文献主要关注 LID, BMPs 的理念研究<sup>[4-5]</sup>、地表径流峰值和污染的控制<sup>[6]</sup>、雨水资源化利用<sup>[7]</sup>。这就使得雨洪公园的景观需求与调节雨洪功能紧密结合。CNKI 数据库文献介绍了我国借鉴发达国家的理论研究,与实际情况相结合,构建良性水循环系统<sup>[8]</sup>。注重景观设计与雨洪管理策略相互结合,建设节约型园林<sup>[9]</sup>;其次,在具体工程施工方面,SCI-E 数据库文献中关注的焦点集中在雨水花园等一系列滞留渗透系统,通过开发生物滞留池来减小地表径流并进行雨水净化<sup>[10]</sup>,应用水文模型模拟雨水渗透过程,帮助工程师决策设计系数<sup>[11]</sup>。在施工材料上,进行渗水材料的研发,考虑到季节变化,保证材质本身不会对土壤、混凝土等

有不良影响<sup>[12]</sup>。另外,美国正在研究开发新型路面材质,既可以减小地表径流总量和峰值,又具有去除氮、铜、锌等有害物质,对雨洪公园的路面材料方面意义深远<sup>[13]</sup>。有的学者比较关注过滤基质的选择,发现经过不同基质过滤后的水质对植物的生长影响较大<sup>[14]</sup>。CNKI 数据库文献利用 BMPs 理论体系,采取工程性技术措施或非工程性技术措施,从宏观上,解决场地地表径流、土壤淤积、水土流失等问题。但微观上,对雨水中重金属等有害物质的控制,还没有重大突破。这表明我国应加强对雨水净化的研究。建议借鉴发达国家生物过滤器净化水体的方法<sup>[15]</sup>,深入研究透水铺装,使雨水实现自然循环;有关部门应多倡导建设绿色基础设施,减少灰色基础设施的建设<sup>[16]</sup>;进行雨水花园建设时,更多注重水文性能<sup>[17]</sup>;在雨洪公园的管理方面,国际上重视对雨水的源头控制、传输控制以及末端控制;后期进行雨水灌溉方面,注意选择灌溉的作物类型,避免健康危险<sup>[7]</sup>。但由于缺乏相关的规章制度和具体的量化指标来对城市用地建设进行约束,我国具体建成的项目相对较少,更缺乏相应的管理研究<sup>[18]</sup>。

国际上对雨洪公园的研究热点主要包括对雨水径流的控制,减少水中氮、重金属等污染物含量,提高水质质量,并对此进行模拟实验,重视对生物过滤器、生物滞留池新兴事物的研究。我国是发展中国家,城市化与工业化导致雨水径流污染比较大,雨水的资源化利用更应该注重雨水水质的净化<sup>[19]</sup>。但我国文献研究内容仍然停留在雨水收集利用方面,对雨水净化进行研究较少,没有开发透水铺装等新兴材料的研究文献。这说明,国内很多研究仍停留在表面,概念性内容较多,技术方面比较弱,与国际具有一定的差距。然而在绿化方面,我国为实现雨水利用的规模化和可控化,从绿化带的规划与设计之初,就强调与雨水蓄积及下渗相结合,并分析当地降水量与降雨特点,努力构建生态的、科学的绿化带,使雨水得到充分利用<sup>[20-21]</sup>。如今,我国新建、改造的绿地大都提升了集雨节水的功能。

从文献数量、高频次被引论文和研究机构等指标看,美国在此方面属于领先地位。美国环境保护署和北卡罗莱纳大学对此方面比较重视,发表的文献数量高于其他机构。近几年,澳大利亚与韩国有所突破,也具有一定的影响力。文献发表数量上,

中国排名第4,但被引频次较少,说明文献受到的关注度还比较低。国内文献中相当一部分来源于非研究性期刊如新闻报道,专业化的研究报道还相对较少。基金资助方面,美国环境保护署、美国国家科学基金会对此方面的资助比较多,但国内对此方面的基金资助比较少。建议国家科技管理部门提高对此领域的重视,提供更多的资金资助。

通过文献计量学方法,对过去十几年雨洪公园的研究进行了总结。结论如下:文献数量呈上升趋势;设计理念上关注LID,BMPs研究;施工方面注重渗透滞留系统的建设以及渗水材料、路面材质、过滤基质的研发;雨水的源头、传输及末端控制是管理方面的重点。雨水地表径流、雨水水质净化、LID,BMPs是目前研究的重点。新型透水路面材料的开发,生物滞留池、生物过滤器等新兴技术手段则是近年来的研究热点。国内研究水平与国外相比还有一定差距。雨水水质净化能力的提高,新型渗水材料、路面材质、过滤基质的开发与选择,景观设计与雨洪管理策略的有效结合,是今后雨洪公园建设面临的挑战。

#### 参考文献:

- [1] 翟俊.景观基础设施公园初探——以城市雨洪公园为例[J].国际城市规划,2015,30(5):110-115.
- [2] 顾晶.城市水利基础设施的景观化研究与实践[D].浙江农林大学,2014:11-12.
- [3] 奥林匹克森林公园——雨水收集系统[J].建设科技,2008(13):76.
- [4] WELKER A L, MANDARANO L, GREISING K, et al. Application of a Monitoring Plan for Storm-Water Control Measures in the Philadelphia Region[J]. Journal of Environmental Engineering, 2013, 139(8):1108-1118.
- [5] STANDER E K, ROWE A A, BORST M, et al. Novel Use of Time Domain Reflectometry in Infiltration-Based Low Impact Development Practices[J]. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 2013, 139(8):625-634.
- [6] GILCHRIST S, BORST M, STANDER E K. Factorial Study of Rain Garden Design for Nitrogen Removal[J]. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 2014, 140(3), DOI: 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000678.
- [7] TOM M, FLETCHER T D, MCCARTHY D T. Heavy Metal Contamination of Vegetables Irrigated by Urban Stormwater: A Matter of Time? [J]. Plos One, 2014, 9(11), DOI: 10.1371/journal.pone.0112441.
- [8] 车伍,吕放放,李俊奇,等.发达国家典型雨洪管理体系及启示[J].中国给水排水,2009,25(20):13-15.
- [9] 刘家琳.基于雨洪管理的节约型园林绿地设计研究[D].北京林业大学,2013:19-20.
- [10] PALMER E T, POOR C J, HINMAN C, et al. Nitrate and Phosphate Removal through Enhanced Bioretention Media: Mesocosm Study [J]. Water Environment Research, 2013, 85(9):823-832.
- [11] GUO J C Y, LUU T M. Hydrologic Model Developed for Stormwater Infiltration Practices [J]. Journal of Hydrologic Engineering, 2015, 20(9), DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001161.
- [12] VALINSKI N A, CHANDLER D G. Infiltration performance of engineered surfaces commonly used for distributed stormwater management [J]. Journal of Environmental Management, 2015, 160:297-305.
- [13] PAGE J L, WINSTON R J, HUNT W F. Soils beneath suspended pavements: An opportunity for stormwater control and treatment [J]. Ecological Engineering, 2015, 82:40-48.
- [14] TURK, R L, KRAUS, H T, BILDERBACK, T E, et al. Rain Garden Filter Bed Substrates Affect Stormwater Nutrient Remediation [J]. Hortscience, 2014, 49(5):645-652.
- [15] ZHANG K, RANDELOVIC A, AGUIAR L M, et al. Methodologies for Pre-Validation of Biofilters and Wetlands for Stormwater Treatment [J]. Plos One, 2015, 10(5), DOI: 10.1371/journal.pone.0125979.
- [16] VINEYARD D, INGWERSEN W W, HAWKINS T R, et al. Comparing Green and Grey Infrastructure Using Life Cycle Cost and Environmental Impact: A Rain Garden Case Study in Cincinnati, OH [J]. Journal of the American Water Resources Association, 2015, 51(5):1342-1360.
- [17] JENNINGS A A, BERGER M A, HALE J D. Hydraulic and Hydrologic Performance of Residential Rain Gardens [J]. Journal of Environmental Engineering, 2015, 141(11), DOI: 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000967.
- [18] 王春晓,林广思.城市绿色雨水基础设施规划和实施——以美国费城为例[J].风景园林,2015(5):25-30.
- [19] LI D Y, WAN J Q, MA Y W, et al. Stormwater Runoff Pollutant Loading Distributions and Their Correlation with Rainfall and Catchment Characteristics in a Rapidly Industrialized City [J]. Plos One, 2015, 10(3), DOI: 10.1371/journal.pone.0118776.
- [20] 王立杰,牛争鸣,吕欣欣,等.城市绿化带雨洪利用的蓄滞作用分析——以宝鸡市北坡生态公园为例[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2006,38(6):782-785.
- [21] 田国行.城市绿地系统生态规划的理论分析[J].中国园林,2006(9):88-91.