

Analysis on Rainwater Management Strategy of Garden Landscape under the Concept of Low Impact Development

Yan Zhang Rui Li

China United Creative Design Co., Ltd., Haerbin, Heilongjiang, 150000, China

Abstract

The acceleration of urbanization leads to the rapid expansion of impervious area. The traditional drainage system is facing multiple pressures such as the surge of rainwater runoff, the advance of peak flow and the aggravation of water pollution. The concept of low impact development advocates the construction of a natural rainwater management network in the landscape through systematic means of source reduction, process control and end storage. In the current practice, there are bottlenecks such as insufficient integration of landscape functions and rainwater facilities, lack of regional adaptability of technical measures, imperfect operation and maintenance management mechanism, and vague performance evaluation standards. It is necessary to establish a multi-objective collaborative planning and design method, develop localized technology application solutions, build a full life cycle operation and maintenance system, and improve comprehensive benefit evaluation standards.

Keywords

low impact development ; garden landscape ; rainwater management ; sponge city ; ecological infrastructure

低影响开发理念下园林风景雨水管理策略探析

张岩 李睿

中联合创设计有限公司，中国·黑龙江 哈尔滨 150000

摘 要

城市化进程加速导致不透水面积急剧扩张，传统排水系统面临雨水径流量激增、峰值流量提前、水体污染加剧等多重压力。低影响开发理念倡导通过源头削减、过程控制、末端调蓄的系统化手段，在园林景观中构建自然化的雨洪管理网络。当前实践中存在景观功能与雨水设施融合不充分、技术措施缺乏地域适应性、运维管理机制不健全、绩效评估标准模糊等瓶颈，需要建立多目标协同的规划设计方法、开发本土化技术应用方案、构建全生命周期运维体系、完善综合效益评价标准。

关键词

低影响开发；园林景观；雨水管理；海绵城市；生态基础设施

1 引言

传统城市排水模式依赖管渠快速排放，将雨水视为需要尽快清除的负担。随着极端降雨事件频率增加，城市内涝灾害频发，水体富营养化问题突出，传统灰色基础设施的局限性日益凸显。低影响开发理念强调通过模拟自然水文循环过程，在降雨发生地就近消纳和利用雨水，减少对下游排水系统的冲击。园林绿地作为城市重要的开放空间，具备土壤渗透、植物截留、地形调蓄等天然优势，将其改造为雨水管理的功能性载体，既能缓解排水压力，又能提升景观品质、改善生态环境。然而从理念到落地，仍面临技术整合、成本控制、效果保障等一系列挑战。

【作者简介】张岩（1982-），男，硕士，高级工程师，从事节约型园林设计研究。

2 低影响开发理念下园林雨水管理的技术体系

2.1 源头削减与分散控制的核心技术路径

源头削减强调在雨水产生初期就地拦截、渗透、储存。透水铺装采用透水沥青、透水混凝土、植草砖等材料替代传统硬质铺装，使雨水直接下渗至土壤层，恢复场地的自然渗透能力，铺装下方设置碎石垫层和砂层提供储水空间。生物滞留设施包括雨水花园、生态树池、下沉式绿地等形式，利用土壤—植物—微生物复合系统对径流进行滞蓄和净化，植物根系创造大量孔隙促进雨水入渗，土壤介质通过物理过滤、化学吸附、生物降解等作用去除污染物^[1]。绿色屋顶将建筑屋面转化为微型生态系统，种植基质层吸收部分降雨，植物通过蒸腾作用消耗水分，剩余雨水经排水层缓慢释放。分散控制将大系统分解为若干小单元，每个单元承担相应区域的雨水管理任务，降低了单一设施失效带来的风险。

2.2 过程传输的生态化廊道构建模式

雨水从源头汇集到末端的传输过程，低影响开发理念

倡导采用开放式植被缓冲带、生态排水沟等地表廊道,赋予输送环节更多的生态功能。植被缓冲带沿道路、停车场等硬质场地边缘布置,利用密植的灌木和草本植物截留径流中的泥沙和污染物,植物茎叶增加水流阻力,延缓流速。生态排水沟采用自然式的弯曲线形,沟底和边坡种植耐水湿植物,沟内设置卵石、木桩等障碍物形成跌水和浅滩,增加水体与土壤、植物的接触面积。植草沟断面呈浅宽型,底部和边坡覆盖草皮,部分路段可设置渗透管、砾石层强化入渗功能。

2.3 末端调蓄与渗透净化的设施类型

当源头和过程的控制措施无法完全消纳降雨时,需要在汇水区域末端设置调蓄设施。湿塘是常水位的景观水体,兼具调蓄雨水和美化环境的双重功能,塘底和周边种植挺水、浮水、沉水等不同类型的水生植物,通过植物吸收、微生物分解、底泥吸附等途径持续净化水质^[2]。雨水湿地水深较浅、植物密度更高,以挺水植物为主,水力停留时间更长,净化效果优于湿塘。调节塘为干式塘,平时保持干燥可作为休闲草坪、运动场地,降雨时蓄水,雨后通过渗透和蒸发排空。蓄水模块是预制的塑料或混凝土单元,埋设于地下拼装成储水空间,占地面积小、施工快捷,适合用地紧张的高密度城区。

3 低影响开发理念下园林雨水管理的实践瓶颈

3.1 规划设计与景观效果的融合难题

园林景观强调空间的艺术性、游憩的舒适性、植物的观赏性,而雨水管理设施偏重功能性和工程性,两者在设计逻辑上存在天然张力。部分项目机械套用技术图集,将雨水花园、植草沟等生硬嵌入景观空间,造成景观割裂感强、视觉效果差。下沉式绿地低洼积水区域在非降雨期可能成为蚊虫滋生地,影响游人体验;如果下沉深度过大、边坡过陡,存在安全隐患。植物选择是融合难点之一,雨水设施内的植物既要耐淹又要耐旱,既要根系发达又要株型美观,满足这些条件的乡土植物种类有限。透水铺装的强度、平整度、色彩选择不如传统材料丰富,限制了设计表达^[3]。

3.2 设施建造的地域性适应技术挑战

不同地域的气候特征、水文条件、土壤性质、地形地貌差异显著,直接影响雨水管理设施的适用性和有效性。北方干旱地区降雨量少、蒸发强烈,湿塘、湿地等常水位设施面临水源补给不足问题,且冬季长期冰封影响植物存活和系统功能。南方湿润地区降雨充沛且集中,对设施的调蓄容量和溢流能力要求高,植物须具备更强的耐淹性。西南喀斯特地区地表渗透性极强,雨水快速渗漏至地下暗河,渗透设施的效果难以发挥。东南沿海地区地下水位高、土壤盐碱化,渗透池、渗井等设施可能加剧土壤盐分上移。土壤质地对设施性能影响关键,砂土渗透快但持水差,粘土渗透慢易积水,需改良土壤或设置排水盲管。

3.3 长期运行维护管理体系的缺失

雨水管理设施的功能发挥依赖持续有效地维护,但现

实中普遍存在“重建设、轻管理”现象。植物需要定期浇灌、修剪、补植、病虫害防治,部分植物在设施内生长条件较差,养护难度和成本高于常规绿化。土壤介质在雨水冲刷和污染物积累作用下逐渐板结、孔隙堵塞、渗透能力下降,需要定期松土、更换表层土壤或介质。透水铺装表面容易被泥沙、落叶、垃圾覆盖,堵塞孔隙,需要专用设备进行清洗和疏通。目前园林绿化的养护队伍对雨水管理设施认识不足,缺乏专业培训,往往按照传统绿化标准进行维护,达不到设施运行要求。管理责任主体不明确,园林、市政、水务等部门职责交叉,出现问题相互推诿^[4]。

3.4 综合绩效的量化监测与评估短板

低影响开发设施承担着水文调控、水质净化、生态保育、景观营造等多重目标,但缺乏系统的绩效评估体系,难以科学判断设施是否达到预期效果。水文效益方面,多数项目未安装流量监测设备,依赖理论模型计算,与实际运行情况存在偏差。水质效益方面,水质监测成本高、周期长,且受季节、降雨强度等因素影响波动大,难以获得稳定数据。生态效益涉及生物多样性、栖息地质量、土壤健康等定性指标,量化困难且需长期观测。现有评估多停留在单一设施、单一指标层面,缺少对设施群、区域尺度的系统评估,评估时段也存在局限,多数在建成初期开展短期监测,缺乏长周期的跟踪评价。

4 低影响开发理念下园林雨水管理的优化策略

4.1 构建基于多目标的系统化规划设计方法

规划设计阶段需要摒弃单一的工程思维,建立水文、生态、景观、使用等多目标协同的决策框架。在场地分析环节,除了传统的地形、土壤、植被调查,还需开展详细的水文分析,包括汇水范围划定、径流系数测算、降雨历时-强度曲线绘制,明确场地的雨水产汇流特征和控制目标。利用GIS技术叠加地形、建筑、道路、绿地等图层,识别径流路径和汇集点,为设施选址提供科学依据。在方案设计阶段,将雨水设施作为景观骨架的有机组成,通过地形塑造、空间组织、植物配置、材料选择的综合手法,实现功能与美学的融合。利用微地形营造自然起伏的汇水洼地,既满足调蓄需求,又丰富空间层次;沿游步道两侧布置线性雨水花园,串联景观节点,兼具导引和滞留功能。植物设计选择根系发达、耐水湿、抗污染、观赏期长的乡土物种,如鸢尾、芦苇、香蒲、千屈菜等,通过不同花期、叶色、高度的搭配,营造四季有景的植物群落^[5]。

4.2 实施因地制宜的本土化技术应用方案

技术选择必须立足地域特征,避免盲目照搬外地经验。北方干旱区应优先采用储水利用型设施,如蓄水池、雨水罐等,收集雨水用于绿化灌溉、景观补水,减少对市政供水的依赖。南方湿润区应强化调蓄和排放功能,增大湿塘、调节塘的容积,设置多级溢流系统,应对高强度降雨;选择耐淹能力强的植物如水杉、池杉、再力花等。沿海地区需考虑潮

汐、风暴潮影响,设施标高应高于设计高潮位,排水口设置防倒灌装置;选择耐盐碱植物如碱蓬、海蓬子、怪柳等。山地丘陵区可利用自然坡度布设梯田式雨水花园、跌级湿塘,逐级消能、层层净化。黄土地区需重点解决土壤抗冲刷问题,植草沟内铺设椰丝毯、生态毯等护坡材料,种植密集的护坡草种如紫穗槐、沙棘。土壤改良是本土化应用的关键环节,粘性土区域可掺入粗砂、珍珠岩、陶粒等改善透水性,砂性土区域可添加泥炭、堆肥、保水剂提高持水能力。

4.3 建立全生命周期的智慧化运维管理体系

运维管理需要从被动应对转向主动预防,从经验判断转向数据支撑。建立设施档案系统,详细记录每个设施的位置、类型、规模、建设时间、技术参数、植物配置等信息,明确各设施的养护标准和检查频次。制定分级分类的养护手册,针对透水铺装、雨水花园、植草沟、湿塘等不同类型设施,明确日常巡查、定期清理、季节性维护、专项检测等具体内容和操作规程。透水铺装每季度进行一次高压冲洗和吸尘,疏通堵塞孔隙,每两年检测一次渗透系数。雨水花园每月清除杂草和垃圾,汛期前检查溢流口是否畅通,每年补充一次覆盖层,每三年更换一次表层土壤。引入物联网技术,在关键设施安装水位传感器、流量计、水质监测仪,实时采集运行数据,传输至管理平台。平台通过数据分析识别异常状态,系统自动发出预警,通知维护人员及时处理。建立公众参与机制,通过手机 APP 向周边居民推送设施功能介绍和维护知识,鼓励公众报告设施损坏、积水、异味等问题。

4.4 完善生态-经济-社会综合效益评价标准

构建科学的评价体系需要明确评价目标、指标、方法、标准。评价目标涵盖水文调控、水质改善、生态保育、资源节约、景观提升、社会认同等维度。水文调控指标包括年径流总量控制率、峰值流量削减率、峰现时间延后时长,通过设施进出口的流量监测计算,或利用 SWMM 等水文模型模拟。水质改善指标包括悬浮物、化学需氧量、总氮、总磷等污染物的去除率,采集降雨初期、中期、后期的水样进行实验室分析。生态保育指标包括植物物种数量、鸟类昆虫种类、土壤微生物活性、栖息地连通性等,通过生物调查和生态评估方法获取。资源节约指标包括雨水利用量、减少的市政供水量、节省的管网投资、降低的能耗,根据设施运行记录和

工程对比测算。景观提升指标包括绿地率增加值、景观多样性指数、公众满意度,通过遥感影像分析、景观格局指数计算、问卷调查统计。社会认同指标包括知晓率、参与度、环保意识提升程度,通过入户访谈、网络调查、宣传活动反馈收集。建立分级评价标准,将各指标划分为优秀、良好、合格、不合格四个等级,赋予权重计算综合得分。评价周期应覆盖至少一个完整的水文年,捕捉不同降雨条件下的设施响应,对有条件的项目开展三至五年的长期跟踪。评价主体应包括建设单位、设计单位、施工单位、运维单位、第三方专业机构、公众代表等,形成多方参与、相互监督的评价机制。评价结果向社会公开,接受监督,对于未达标的项目限期整改,对达标优秀的项目给予奖励和推广。建立评价数据库,汇集不同地区、不同类型、不同规模设施的评价结果,通过大数据分析挖掘共性规律,为技术优化和标准修订提供支撑。

5 结语

低影响开发理念下的园林雨水管理是城市从工程化向生态化转型的重要实践,将雨水从排放对象转变为宝贵资源,将园林从观赏空间升级为功能性基础设施。优化策略的核心在于系统思维、因地制宜、长效机制、科学评估,通过规划设计的整合创新、技术应用的本土转化、运维管理的智慧升级、绩效评价的标准建设,推动园林雨水管理从理念走向现实、从示范走向常态、从工程走向生态,在缓解城市水问题的同时营造更加宜居美好的人居环境。

参考文献

- [1] 董菲.基于低影响开发理念的雨水花园设计及水环境效益研究[J].花卉,2025(5):82-84.
- [2] 汪茜.园林景观设计中低碳生态环保技术的应用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(3):119-122.
- [3] 张国庆.园林景观设计中低影响开发排水系统的设计与实践[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(5):0209-0212.
- [4] 王彦凯,刘培华,张帅,赵方波,王嘉斌.低影响开发技术缓解园区雨水地表径流模拟与管道溢流风险预测[J].济南大学学报(自然科学版),2025,39(4):525-532+540.
- [5] 付恒阳,李榜晏.4种常用低影响开发雨水管理技术研究进展[J].陕西理工大学学报(自然科学版),2020,36(1):56-64.