

数字化技术驱动下的公园绿地生态监测体系构建与实践

王梦茜

苏州农业职业技术学院, 江苏 苏州 215011

DOI: 10.61369/TACS.2025130018

摘 要 : 伴随城市化建设进程加快, 城市发展从增量建设向存量提质的方向转变。公园是城市核心生态的基础设施, 如何将大数据、物联网、人工智能、地理信息系统等数字化技术, 运用在公园绿地生态监测之中, 提升公园绿地的品质, 服务绿色城市与智慧城市建设, 成为城市高质量发展的重要问题。本文立足数字化背景, 阐述数字化技术驱动公园绿地生态监测的核心逻辑, 围绕感知层、分析层、支撑层、应用层四个维度, 探讨公园绿地生态监测体系的构建路径与实践应用模式, 为城市公园绿地生态治理向智慧化、现代化方向发展提供参考。

关 键 词 : 数字化技术; 公园绿地; 生态监测; 体系构建; 实践

Construction and Practice of Ecological Monitoring System for Park Green Spaces Driven by Digital Technology

Wang Mengxi

Suzhou Polytechnic Institute of Agriculture, Suzhou, Jiangsu 215011

Abstract : With the acceleration of urbanization, urban development is shifting from expansion to quality improvement of existing resources. Parks are the core ecological infrastructure of cities. How to apply digital technologies such as big data, Internet of Things, artificial intelligence, and geographic information systems in the ecological monitoring of park green spaces to enhance their quality and support the construction of green and smart cities has become an important issue for high-quality urban development. This paper, based on the digital background, expounds the core logic of digital technology-driven ecological monitoring of park green spaces. It explores the construction path and practical application model of the ecological monitoring system for park green spaces from four dimensions: perception layer, analysis layer, support layer, and application layer, providing a reference for the development of ecological governance of urban park green spaces towards intelligence and modernization.

Keywords : digital technology; park green space; ecological monitoring; system construction; practice

引言

在数字化时代下, 物联网、大数据、人工智能与云计算等技术, 正通过感知、决策、协同与参与层的全方位嵌入, 带给城市生态治理转型发展前所未有的机遇^[1]。《数字中国建设整体布局规划》明确提出, 建设绿色智慧的数字生态文明, 到2035年生态文明建设数字化发展更加协调充分, 为全面推进数字技术赋能生态文明建设指明了方向。城市公园绿地是城市的“绿肺”, 不仅是市民运动健身、娱乐休憩和文化交流的重要场所, 还具有涵养水源、净化环境、调节气候等多重生态功能。公园绿地的生态质量直接影响城市宜居品质与可持续发展潜力。当前, 公园绿地的生态监测往往以人工巡查为主, 生态监测范围不够广泛, 存在问题反馈和响应滞后的现象, 难以适应数字化时代需求。由此, 深度融合物联网、遥感、AI、大数据、数字孪生等数字化技术, 推动监测模式从“被动响应”向“主动预判”转变, 从“分散监测”向“全域协同”转型, 赋能公园绿地建设与发展, 提高公园绿地生态的品质势在必行。

一、数字化技术驱动下公园绿地生态监测的核心逻辑

数字化技术对公园绿地生态监测体系的驱动, 本质是通过技术赋能打破传统监测的时空壁垒与数据瓶颈, 构建“数据采集—

解析—应用—迭代”的全链条闭环, 其核心逻辑体现在技术适配性、管理需求导向与生态价值转化三个层面, 具体如下:

(一) 技术赋能: 破解传统监测的核心痛点

突破时空限制。遥感、无人机等技术实现“空—天—地”全

项目信息: 2023年度高校哲学社会科学研究一般项目“城市职能对公园建设水平指标的影响研究”(项目编号2023SJYB1531)。

方位覆盖，既能够捕捉区域尺度绿地宏观格局变化，又可精准探测微观生态要素动态，弥补人工监测“点多面窄”的局限，实现全天候、全时段不间断监测^[2]。

提升数据质量。物联网传感器、激光雷达等设备可精准采集多维度生态数据，结合 AI 算法自动过滤异常值，避免人工观测的主观误差，实现数据采集的标准化、精准化与实时化，为后续分析提供可靠支撑。

强化智能决策。大数据与 AI 技术破解“数据海量、价值稀缺”的困境，通过数据挖掘与模型推演，实现生态风险预警、趋势预测，推动管理决策从“事后处置”向“事前防控、主动干预”转变^[3]。

（二）需求导向：适配绿地生态管理的多元诉求

精细化养护需求。针对不同绿地类型、植被品种的生长特性，通过数字化监测精准匹配灌溉、施肥、病虫害防治等养护措施，实现“一地一策”“一树一策”的精细化管理，降低养护成本、提升养护效果。

生态功能量化需求。通过数字化技术量化绿地固碳释氧、降温增湿、空气净化、水土保持等生态服务价值，为绿地系统规划、生态效益评估提供可量化依据，支撑生态文明建设考核^[4]。

协同管理需求。打破园林、生态环境、自然资源等部门的数据壁垒，通过数字化平台实现数据共享、业务协同，提升跨部门联动效率，构建全域统筹的绿地生态管理格局。

（三）价值转化：推动生态治理现代化转型

生态价值转化。通过精准监测与科学评估，明确绿地生态贡献，为绿地保护与开发平衡提供决策支撑，实现生态保护与城市发展协同推进^[5]。

管理模式升级。以数字化技术为支撑，构建“监测－评估－预警－处置－优化”的闭环管理体系，推动绿地管理从传统经验型向智慧精准型转型，提升生态治理效能^[6]。

公众参与赋能。通过可视化平台向公众展示绿地生态状况，开通互动反馈渠道，引导公众参与绿地保护，形成“政府主导、科技支撑、公众参与”的多元治理格局。

二、数字化技术驱动下公园绿地生态监测体系的构建路径

以数字化技术为核心引擎，遵循“技术引领－流程优化－机制创新－场景落地”原则，构建感知层、分析层、支撑层、应用层四维体系，具体路径如下：

（一）感知层：构建多源协同创新感知网络

感知层以“全维度、高精度、实时化”为目标，整合前沿技术构建协同网络，筑牢数据基础。

空维感知。无人机集群搭载高光谱、LiDAR 设备，结合自主巡检算法，自动识别植被退化、水体污染等异常，提升中微观监测效率。

天维感知。融合高分卫星、SAR 数据，实现多云雨、夜间等复杂天气下的全天候监测，捕捉绿地宏观格局与年际变化。

地－地下感知。地面布设物联网传感器网络，实时采集土壤、水体、植被数据；引入地下传感技术，实现土壤深层养分、地下水水质监测，构建一体化感知体系。

众源感知。搭建轻量化公众参与平台，结合 AI 核验与区块链存证，通过积分激励提升公众反馈积极性与数据可靠性。

数据标准化。统一采集精度、格式与频率，建立 AI 智能校验机制，过滤异常数据，保障多源数据兼容性^[7]。

（二）分析层赋能：实现数据智能深度挖掘

分析层是体系价值转化的核心，数字化技术通过智能算法与模型构建，将海量监测数据转化为可支撑决策的有效信息，破解传统分析的主观性与浅层化问题^[8]。

大数据自动分析。大数据系统整合不同来源的监测数据，借助 Python、MATLAB 工具，统计生态要素的关联数据，识别土壤状况、气候变化、人为因素对绿地生态质量的影响，建构公园绿地空间分析与时序分析模型，为生态环境质量分析和监测提供数据支持。

智能算法预警。利用大模型与 AI 算法，建构生物多样性分析与预警模型，动态分析公园动植物物种的变化情况，识别和预测生态风险^[9]。通过集成机器学习模型、数据分析算法、图像识别算法，整合无人机影像、红外相机图像数据，自动分析植物生长数据、土壤墒情，诊断空气质量、水体质量、植物病虫害等情况，及时发现问题并给出预警信号。为生态修复与管理提供信息支撑。

GIS 空间分析。基于绿地空间与属性变化情况，生成公园绿地生态纵览图，按照不同颜色，标记生态敏感区、风险区、退化区，以立体化的方式呈现不同空间的生态状况，辅助监测点位优化、生态修复决策。

（三）支撑层：搭建智能高效创新技术平台

支撑层作为核心中枢，融合前沿技术实现数据智能处理、深度挖掘与虚实联动。

云边协同管理。边缘节点负责实时预处理与本地预警，云端承担集中存储、深度分析与全局管控，实现数据全生命周期管理。

算法创新应用。集成迁移学习、图神经网络模型，解决小样本数据识别难题，挖掘生态要素关联关系，提升解译与评估精度。

数字孪生构建。基于 LiDAR 与高分辨率影像建模，集成全要素信息，通过传感器数据驱动动态更新，模拟养护方案与极端天气影响。

可视化展示。采用三维建模、动态热力图等形式，开发移动端终端，实现监测数据与预警信息的直观展示与远程管控。

（四）应用层：构建场景化创新应用体系

聚焦治理多元场景，将技术创新转化为实效，构建“评估－预警－养护－协同”应用体系。

三级生态评估。构建“单要素－多要素－综合效能”体系，通过 AI 识别、耦合分析与价值量化，实现评估从定性向定量转型。

三重智能预警。建立“阈值 + 趋势 + 耦合”预警机制，既响应即时异常，又预判变化趋势，识别复合型生态风险。

精细化养护。基于数字孪生与生长模型，自动推送个性化养护指令，联动智能灌溉系统实现节水型管理。

跨域协同治理。搭建多部门协同平台，预警信息自动推送至责任部门，形成“发现 - 处置 - 反馈”闭环^[10]。

三、数字化技术驱动下公园绿地监测体系的实践应用模式与成效

（一）不同类型公园的应用模式

城市中心湿地公园应用模式。从湿地生态系统保护需求出发，利用无人机、物联网与人工智能技术，建立一体化智能监测体系。设置水体传感器监测水质变化，无人机巡航分析污染源和隐患，AI 算法监测动植物种群数量变化。依托智慧平台，整合水质监测、栖息地保护与生态修复数据，针对性地制定精细化管理策略，保护生物多样性，形成可复制的湿地生态智慧监测模式。

城市“草原型”公园应用模式。“草原型”公园的草坪占地面积大，生态环境较为脆弱。引入红外相机、无人机与卫星遥感等技术设施，分别负责记录昆虫和动物的活动轨迹，局部监测物种分布和植被生长情况，整体监测植被覆盖水平，形成协同监测模式。借助 AI 算法，深度分析草坪、动植物数据，识别草坪脆弱区，预测退化风险，为绿色生态保护提供精准支撑。

城市综合公园应用模式。围绕服务大众与生态养护目标，将公园划分为多个网格，构建网格化的智能监测模式。针对不同网格区域的绿地情况，设置土壤、植被、水体传感器，联合无人机

设备定期巡查。综合不同网格的数据分析结果，利用 AI 智能决策算法，生成修剪、施肥、病虫害防治方案，降低病虫害发生率，实现生态效益与景观价值、服务质量的协同提升。

（二）应用成效

在数字化技术的支持下，公园绿地的生态监测效能实现全面提升，主要体现在以下三方面：

提高生态监测水平。数字化技术突破了既定时空的限制，使定点采样转向全域监测，建立起自动化和实时性监测体系，降低了人工监测的成本，提高了监测数据采集、分析和传输水平。

实现科学决策。在大数据系统与智能智算系统的支持下，智能分析与预测逐步取代传统经验判断，使生态管理从“被动响应”转向“主动预判”，促进生态管理决策精准化和科学化发展。

生态价值充分释放。集成了数据采集、传输和分析的一体化监测体系，有效改善公园绿地生态状况，使得病虫害发生率下降 20%—45%，有助于增强气候调节功能、维护生物多样性，同时给市民带来良好休憩体验，实现生态价值与社会价值双赢。

四、结论

经过理论体系建构与实践应用，数字化技术以感知层、分析层、支撑层，应用层的全链条技术赋能，重构了公园绿地生态监测体系的运行逻辑，促进监测体系从“传统粗放”走向“智能精准”，为公园绿地生态治理提供了高效、科学的技术路径。未来，对于技术协同不足、运维能力薄弱等问题，仍需要通过注重技术融合应用、完善保障体系、优化适配方案等策略，提升监测体系应用效能，进一步拓展监测维度、提升智能水平，为城市公园绿地建设与人居环境品质提升提供更坚实的支撑。

参考文献

- [1] 张楠楠. 现代化的生态环境监测数字化转型研究 [J]. 生态与资源, 2024, (07): 104-106.
- [2] 王慧萍. 浅谈数字化技术在生态环境保护中的作用 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5 (08): 68-70.
- [3] 朱希希, 侯玉婧, 张宗祥, 等. 基于 Landsat 8 数据的植被覆盖度动态变化监测及生态质量指数提升对策分析——以泰州市海陵区为例 [J]. 中国环境监测, 2024, 40 (04): 272-280.
- [4] 张灏, 孔东升. 张掖国家湿地公园水环境生态监测研究分析 [J]. 中国水土保持, 2024, (08): 52-55.
- [5] 杨颖, 熊峰, 刘健, 等. 数字生态在一线环境监测的创新应用 [J]. 环境经济, 2024, (06): 52-55.
- [6] 吴立峰, 化剑, 辛磊, 等. 智慧园林背景下西安国际港务区城市公园绿地智慧化建设探究 [J]. 中国园林, 2023, 39 (S2): 126-131.
- [7] 董速才, 王楠, 靳代樱, 等. 高分卫星在三江源国家公园生态监测中的应用 [J]. 卫星应用, 2023, (12): 42-46.
- [8] 张浪. 城市绿地管理的数字化转型 [J]. 园林, 2023, 40 (07): 2-3.
- [9] 宋忠航, 牛泽鹏, 马红波, 等. 卫星遥导遥技术在三江源国家公园生态环境监测与保护中的探索与实践 [J]. 卫星应用, 2022, (06): 8-13.
- [10] 马丁娜·马扎雷洛, 法比奥·杜阿尔特, 西蒙娜·莫拉, 等. 培育数字化集成城市系统: 以加拿大卡雷拉瓦尔公园为例 [J]. 景观设计学 (中英文), 2021, 9 (05): 132-139.