

生态环境监测及环保建筑技术发展分析

赵立如

乌兰察布市生态环境局凉城县分局

DOI:10.32629/bd.v9i6.4551

[摘要] 生态环境监测是掌握环境质量状况、预警生态风险的基础手段,环保建筑技术则是从源头减少建筑活动环境负荷的关键路径。本文系统梳理了生态环境监测的技术体系演进,从传统地面监测到遥感监测、物联网感知及大数据分析的技术跃迁,同时分析了环保建筑技术在节能降耗、绿色建材、装配式建造等领域的最新进展。研究表明,生态环境监测与环保建筑技术呈现深度融合趋势,监测数据为建筑技术优化提供决策支撑,绿色建筑实践反哺环境监测网络完善。本文为生态文明建设背景下的环境治理与建筑行业绿色转型提供参考。

[关键词] 生态环境监测; 环保建筑; 绿色建材; 遥感技术; 装配式建筑

中图分类号: X83 **文献标识码:** A

Analysis of Ecological Environment Monitoring and Development of Environmental Protection Building Technology

Liru Zhao

Liangcheng County Branch of Ulanqab Municipal Bureau of Ecology and Environment

[Abstract] Ecological environment monitoring is the basic means of understanding environmental quality and early warning of ecological risks, while environmental protection building technology is the key path to reducing the environmental load of construction activities from the source. This paper systematically reviews the technological system evolution of ecological environment monitoring, from traditional ground monitoring to remote sensing monitoring, IoT perception, and big data analysis. At the same time, it analyzes the latest progress in environmental protection building technology in areas such as energy conservation and consumption reduction, green building materials, and prefabricated construction. Research shows that ecological environment monitoring and environmental protection building technology are showing a trend of deep integration, with monitoring data providing decision-making support for building technology optimization, and green building practices feeding back into the improvement of environmental monitoring networks. This paper provides references for environmental governance and green transformation of the construction industry under the background of ecological civilization construction.

[Key words] ecological environment monitoring; environmental protection building; green building material; remote sensing technology; prefabricated building

引言

生态文明建设已上升为国家战略,生态环境质量改善与建筑行业绿色转型成为可持续发展的重要议题。生态环境监测作为环境管理的“耳目”,为污染防治、生态保护提供数据基础;环保建筑技术则通过降低能源消耗、减少碳排放、推广可再生材料,实现建筑活动与自然环境的和谐共生。当前,两项技术领域均处于快速发展期,监测手段从点状布点向天空地一体化监测网络升级,建筑技术从单一节能向全生命周期绿色化演进。本文系统分析生态环境监测技术发展脉络与环保建筑技术创新成

果,探讨二者协同发展的内在逻辑,旨在为环境治理与绿色建造提供技术路径参考。

1 生态环境监测技术体系与发展趋势

1.1 传统地面监测技术的演进

生态环境监测的起点是地面站点监测。早期监测依赖人工采样与实验室分析,涵盖水质、大气、土壤等环境要素。随着自动监测仪器普及,固定式自动监测站成为主流,实现了大气常规污染物、水质常规指标的实时连续监测。全国大气环境监测网络已覆盖地级及以上城市,水质监测断面布局主要河流与湖泊

水库。地面监测的优势在于数据精度高、可溯源,能够为环境质量评价提供可靠依据。但受限于站点密度与布设条件,地面监测难以实现大范围空间覆盖,对偏远地区、生态敏感区的监测能力不足。近年来,微型传感器与移动监测设备的发展弥补了部分不足,手持式检测仪、车载移动监测系统、无人机挂载监测模块等技术的应用,使监测点位更加灵活机动,为突发环境事件应急监测提供有力工具。

1.2 遥感监测技术的突破

卫星遥感与航空遥感技术实现了生态环境监测从“点”到“面”的跨越。多光谱、高光谱遥感影像能够反演大范围的大气气溶胶光学厚度、植被覆盖指数、水体叶绿素浓度、地表温度等生态参数。卫星遥感具有覆盖范围广、重访周期短、不受地面条件限制等优势,已成为区域生态环境状况评估、生态红线监管、自然保护区监测的重要手段。高分系列卫星、环境一号卫星等国产遥感数据源的应用,显著提升了我国独立获取生态环境信息的能力。无人机遥感作为卫星遥感的补充,在空间分辨率与机动性上更具优势,可用于小型区域的高精度生态调查、违法排污追踪、建筑工地扬尘监测等场景^[1]。遥感监测的局限性在于反演精度受大气校正、地面验证数据等因素影响,需要与地面监测网络形成协同验证机制。

1.3 物联网与大数据驱动的智能监测

物联网技术的成熟推动了生态环境监测向智能化、网格化方向发展。低功耗广域网络技术使大量微型传感器节点能够低成本部署,形成高密度监测网格。在大气环境监测领域,微型空气质量监测站可布设在街道、社区、工业园区等尺度,弥补标准站的空间盲区,实现污染源的精准识别与快速定位。在水环境监测领域,浮标式水质监测终端可实时传输水温、pH、溶解氧、电导率等参数数据。各类监测终端采集的海量数据汇聚至云端平台,依托大数据分析技术进行数据挖掘与趋势预测。机器学习算法可识别污染物来源、预测空气质量变化趋势、预警水质异常事件。数字孪生技术正在探索应用于生态环境模拟,构建虚拟环境系统对真实生态过程进行仿真推演,为环境决策提供科学依据。

2 环保建筑技术发展现状与创新

2.1 建筑节能技术的深化应用

建筑节能是环保建筑技术的核心领域,其发展经历了从被动节能到主动节能、从单一技术到系统集成的演变。围护结构保温隔热技术日趋成熟,外墙外保温系统、双层通风幕墙、断桥铝合金窗等产品广泛应用,显著降低了建筑采暖与空调能耗。被动式超低能耗建筑引入高气密性构造、无热桥设计、高效热回收新风系统,使建筑能耗较常规建筑降低70%以上。主动节能技术方面,地源热泵、空气源热泵等可再生能源利用设备逐步普及,光伏建筑一体化将太阳能发电组件与建筑材料融合,使建筑自身成为能源生产者。智能建筑控制系统根据室内外环境参数自动调节照明、空调、遮阳设备,实现能源供需的动态匹配。公共建筑的能耗监测平台对各类用能设备进行分项计量与能效诊断,为节能改造提供数据支撑。

2.2 绿色建材的研发与推广

绿色建材是环保建筑技术的物质基础,其核心特征是资源消耗少、环境影响小、可循环利用。高强高性能混凝土减少水泥用量从而降低碳排放,再生骨料混凝土将建筑废弃物转化为资源。新型墙体材料如加气混凝土砌块、轻集料混凝土空心砌块具有良好保温性能与较低生产能耗。环保型涂料、胶粘剂的水性化替代大幅减少了挥发性有机物排放,室内空气质量显著改善。木材作为可再生建材,在符合可持续经营认证的前提下,具有优异的固碳效应^[2]。绿色建材评价标识制度已建立并逐步完善,从资源节约、能源节约、环境友好、品质耐久等维度对建材产品进行分级认证。政府采购绿色建材、绿色建筑星级评价等政策工具推动了绿色建材的市场应用,建材生产企业也加快了绿色转型步伐。

2.3 装配式建造技术的推广

装配式建造技术将传统现场湿作业转化为工厂预制、现场装配,是实现建筑工业化的主要路径。预制混凝土构件、钢结构构件、木结构构件在工厂标准化生产,运至施工现场后通过可靠的连接方式进行组装。与传统现浇施工相比,装配式建造显著减少了施工现场扬尘、噪声、废水排放,建筑垃圾产生量降低约50%,施工用水量节约30%以上。预制构件生产过程的能耗与排放更易集中控制,产品质量稳定性更高。装配式装修采用集成墙板、整体卫浴、干式铺装等工艺,实现了装修过程的工厂化、部品化,避免了现场切割产生的粉尘与废料。当前,装配式建筑在保障性住房、学校、医院、办公楼等标准化程度较高的项目中应用广泛,技术体系与标准规范日趋完善,成本优势逐步显现。

3 生态环境监测与环保建筑技术的融合

3.1 建筑环境监测的集成应用

现代建筑正从单纯的居住空间向智慧环境载体转型,建筑环境监测系统成为环保建筑的重要组成部分。室内空气质量监测传感器可实时检测甲醛、挥发性有机物、二氧化碳、PM2.5等污染物浓度,当污染物超标时自动启动新风系统或空气净化装置。室外气象监测站与建筑智能化系统联动,根据风速、风向、太阳辐射强度调节外窗开闭、遮阳百叶角度及空调运行策略。建筑能耗监测系统对电力、燃气、供热等能源消耗进行分类分项计量,识别能耗异常并推送节能建议。居住者可通过手机应用程序查看室内外环境参数、接收健康提示、远程控制室内环境设备。这些监测数据汇聚后形成建筑运行数据库,为设备优化控制、故障诊断、节能改造提供依据。部分项目已将建筑环境监测数据接入城市生态环境监管平台,实现单体建筑与城市环境的联动管控。

3.2 监测数据驱动建筑绿色运营

生态环境监测数据不仅服务于环境管理,也可为建筑绿色运营提供决策支持。大气环境监测数据可指导建筑通风策略:当室外PM2.5浓度过高时,新风系统自动切换至内循环模式并开启空气净化功能;当臭氧浓度超标时,减少开窗通风频率。气象预报数据用于预测建筑冷热负荷,提前调整空调系统运行参数,实

现预冷预热与需量响应。地下水源热泵系统需监测地下水位与水温变化,防止过度取水引发地质环境问题。建筑运营阶段的碳排放核算依赖各类能耗监测数据,结合区域电网排放因子计算碳排放量,为碳交易、碳中和认证提供基础数据。城市尺度生态环境监测网络还可评估建筑项目对周边环境的累积影响,为城市规划与环境影响评价提供科学依据^[3]。这种数据驱动模式使建筑从静态耗能体转变为动态响应环境变化的智慧节点。

3.3 绿色建筑对生态监测网络的需求

绿色建筑实践对生态环境监测网络提出了新的需求,推动监测体系的完善与升级。绿色建筑评价标准要求对建筑室内外环境质量进行验证,包括室内空气质量检测、室外热环境测试、场地声环境测量、雨水径流水质监测等,这些需求拓展了生态环境监测的应用场景。绿色建筑项目往往采用雨水收集利用、中水回用、透水铺装、绿色屋顶等低影响开发措施,这些设施的环境效益需要长期监测数据予以验证,如雨水收集池的水质变化规律、透水铺装对地表径流的削减效果、绿色屋顶对建筑能耗的降低贡献等。建筑运行阶段的能耗与碳排放监测数据反馈至设计环节,形成“设计—施工—运营—优化”的闭环。部分前沿项目探索将建筑碳排放监测纳入城市温室气体监测网络,实现从建筑尺度到城市尺度的碳排放核算衔接。

4 面临的挑战与发展展望

4.1 技术瓶颈与标准滞后

当前生态环境监测与环保建筑技术发展面临若干共同挑战。监测技术方面,新型污染物如微塑料、抗生素、持久性有机污染物的在线监测技术尚不成熟,缺乏标准化监测方法与评价限值。遥感监测的反演精度受大气校正算法、地表反射率模型等因素影响,不同数据源之间的可比性有待提高。环保建筑技术方面,绿色建材的长期耐久性能与服役寿命缺乏充分验证,高性能保温材料的防火安全性与可回收性存在争议。装配式建筑连接节点的防水、隔声、耐久性能需进一步优化,部分技术体系尚缺乏系统性试验数据支撑。标准规范方面,生态环境监测与绿色建筑评价标准之间的衔接不够顺畅,建筑环境监测数据的质量保证与质量控制体系尚未建立,数据互认与共享机制有待完善。

4.2 成本制约与市场接受度

经济性是制约生态环境监测与环保建筑技术推广的重要因素,高精度监测设备采购与运维成本较高,基层生态环境部门监测能力建设面临资金压力。微型传感器网络虽然设备单价较低,但大规模部署与长期运维仍需要持续投入。环保建筑技术的增量成本是影响市场接受度的关键,虽然全生命周期经济效益显

著,但较高的初期投资使开发企业与购房者望而却步^[4]。绿色建材产品价格普遍高于传统建材,装配式建筑在标准化程度不足时难以体现成本优势。当前,政策激励如绿色建筑财政补贴、容积率奖励、绿色信贷等在一定程度上缓解了成本压力,但市场化驱动的长效机制尚未形成。需进一步完善环境资源价格机制,将生态环境成本纳入建筑经济核算,使环保技术的环境效益转化为经济收益。

4.3 融合创新与协同路径

生态环境监测与环保建筑技术的融合发展是未来方向,构建天空地一体化监测网络与建筑环境监测节点的数据融合体系,实现从宏观区域到微观建筑的多尺度环境感知。推动监测数据共享开放,建立生态环境大数据平台,为绿色建筑规划、设计、运营提供数据服务。研发低成本的建筑环境监测传感器与边缘计算设备,降低部署门槛,提升数据采集的时空分辨率。探索生态环境导向的开发模式,将生态环境监测网络建设、绿色建筑推广与生态产品价值实现相结合,形成市场化、可持续的发展机制。加强生态环境与住房城乡建设部门的政策协同,将生态环境监测要求纳入绿色建筑设计标准,将建筑运行环境监测数据纳入城市生态环境管理平台。推动产学研用协同创新,依托示范工程验证新技术新产品的适用性与经济性,形成可复制推广的技术路径与商业模式。

5 结束语

生态环境监测与环保建筑技术是生态文明建设的两大技术支柱,前者为环境治理提供数据基础,后者推动建筑行业绿色转型。本文系统分析了生态环境监测从地面站点到遥感监测、物联网智能感知的技术演进,梳理了环保建筑技术在节能降耗、绿色建材、装配式建造等领域的发展成果,探讨了两者融合的内在逻辑与实践路径。未来,应推动监测技术与建筑技术的深度融合,构建数据共享机制,完善标准规范体系,创新市场化驱动模式,以协同创新支撑美丽中国建设目标。

[参考文献]

- [1]黄楚芳.大气污染防治中生态环境监测技术的运用分析[J].皮革制作与环保科技,2025,6(24):70-72.
- [2]郭冰月.基于环境适应性的传统建筑元素与现代绿色建筑技术结合设计[J].中国建筑装饰装修,2026(2):99-101.
- [3]廖锶禾.绿色建筑技术驱动下的生态建设机制——以清远市为例[J].工程技术研究,2025,10(20):98-100.
- [4]陈飞.绿色低碳导向下公共建筑室内设计的生态策略与技术路径研究[J].中国建筑装饰装修,2025(19):103-105.