

# 环境监测在低碳经济背景下对生态环境保护的影响研究

王霞

内蒙古自治区环境监测总站呼和浩特分站

DOI:10.12238/eep.v8i6.2724

**[摘要]** 本文旨在系统阐述低碳经济与环境监测的内在逻辑关系,深入分析现代环境监测技术体系如何通过碳源汇、多污染物协同及环境质量的精准感知与大数据解析,赋能生态环境保护的精准化、智能化与系统化。研究表明,环境监测通过支撑碳排放精准核算、驱动污染治理减排、服务生态修复与补偿、保障环境风险预警,从根本上提升了生态环境保护的整体效能,是推动低碳目标与高质量环境保护协同共进的关键技术支撑。

**[关键词]** 环境监测; 低碳经济; 生态环境保护; 碳核算; 协同控制; 大数据

中图分类号: X83 文献标识码: A

## Research on the Impact of Environmental Monitoring on Ecological Environment Protection under the Background of Low-Carbon Economy

Xia Wang

Hohhot Branch of Inner Mongolia Autonomous Region Environmental Monitoring Central Station

**[Abstract]** This paper aims to systematically elucidate the intrinsic relationship between a low-carbon economy and environmental monitoring, and to conduct an in-depth analysis of how modern environmental monitoring technology systems enable precision, intelligence, and systematization in ecological environment protection through accurate perception and big data analysis of carbon sources/sinks, multi-pollutant synergies, and environmental quality. Research demonstrates that environmental monitoring fundamentally enhances the overall effectiveness of ecological environment protection by supporting accurate carbon emission accounting, driving pollution treatment and reduction, facilitating ecological restoration and compensation, and ensuring environmental risk early warning. It serves as a critical technical support for promoting the synergistic advancement of low-carbon goals and high-quality environmental protection.

**[Key words]** Environmental monitoring; Low-carbon economy; Ecological environment protection; Carbon accounting; Synergistic control; Big data

### 引言

低碳经济是以能源高效利用、清洁能源开发和绿色产业为导向,以低能耗、低污染、低排放为特征的新型经济形态。其核心在于通过技术创新、制度创新、产业转型与能源结构优化,推动经济社会发展与资源环境脱钩,实现人与自然和谐共生的现代化目标。在这一背景下,生态环境保护不再局限于末端的污染治理,而是拓展至全球气候变化应对与绿色低碳转型的系统性议题。

当前,低碳战略的推进与生态环境治理效能的提升,高度依赖于现代化环境监测体系所提供的科学、准确和全面的数据支撑。传统环境监测主要针对常规污染物(如SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、COD等)进行浓度水平的监测与评估,而在低碳经济背景下,其内涵与外延发生了重要演变:监测对象从常规污染物扩展至温室气体(如

CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O等)及其源汇通量;监测目标从单一环境质量评价转向支撑碳排放核算、减排绩效评估与多污染物协同控制;监测方式也逐渐从离散点位、离线手动测量向“天地空”一体化、实时在线和智能分析的方向跨越。

因此,在低碳发展背景下,系统探讨环境监测的功能演进、技术路径及其对生态环境保护的支撑机制,对于构建现代环境治理体系、保障“碳达峰、碳中和”目标实现具有重要的理论意义与实践价值。本文立足于低碳经济与生态保护的交叉视角,重点分析环境监测在新形势下的定位转变与技术进展,以期相关政策制定与实施提供科学参考。

### 1 低碳经济与监测的内涵及内在关联

#### 1.1 低碳经济的核心内涵与生态保护要求

低碳经济绝非仅仅关乎能源和气候,它是一个涵盖生产、消

费、流通、制度等各环节的综合性系统。其核心内涵包括:一是能源结构的低碳化,即大幅提高风能、太阳能、水能等非化石能源在一次能源消费中的比重;二是产业结构的低碳化,推动高耗能、高排放产业转型升级,发展战略性新兴产业和现代服务业;三是技术创新的低碳化,大力发展碳捕获、利用与封存(CCUS)、节能技术、储能技术等;四是消费模式的低碳化,倡导绿色出行、节约资源的生活理念。这一发展模式对生态环境保护提出了更高、更精细的要求。它不再满足于末端治理式的污染物浓度达标,而是追求从源头、过程到末端的全生命周期减排,强调经济增长与资源消耗、环境污染的“脱钩”。实现这一“脱钩”的前提,是必须有一套精准的“度量衡”系统来量化“碳”的流动与“污染物”的排放,并科学评估其环境影响。这正是环境监测需要承担的新使命。

### 1.2 现代环境监测体系的扩展与演进

传统的环境监测体系主要服务于环境质量和污染物排放标准的执行,侧重于对水、气、声、渣等环境要素中特定污染因子的监测。而在低碳经济背景下,现代环境监测体系实现了三大扩展:一是在监测范畴上,增加了对温室气体(CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>等)浓度及其源汇通量的监测,构建了“碳监测”这一全新分支;二是在监测维度上,从浓度监测向通量监测延伸,不仅要知道“哪里有多少”,更要搞清楚“从哪里来,到哪里去”;三是在技术手段上,融合了在线监测、遥感监测(卫星、无人机)、传感器网络、大数据与人工智能等前沿技术,实现了从“静态snapshots”到“动态movie”的跨越。

### 1.3 二者内在的逻辑统一性

低碳经济与环境监测存在着目标同向、手段互促的内在逻辑统一性。一方面,低碳经济是目标,它规定了经济社会发展的方向和生态环境保护的新高度。另一方面,环境监测是手段和基础,它为低碳经济的规划、实施、考核与调整提供不可或缺的数据支撑和决策依据。没有准确可靠的监测数据,碳排放底数不清、减排责任难以落实、环境效益无法量化,低碳经济就容易沦为“空中楼阁”。反之,低碳经济的战略需求也极大地拉动了环境监测技术的创新与体系的完善,为其发展注入了强大动力。二者共同统一于“人与自然和谐共生”的现代化建设目标之中。

## 2 低碳经济背景下环境监测的关键技术应用

### 2.1 碳源汇监测与核算技术体系

这是服务低碳经济最直接、最核心的监测应用。主要包括:(1)排放源直接监测技术。在火电厂、钢铁厂、化工厂等重点排放源的烟囱、管道安装CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>等在线连续排放监测系统(CEMS),直接测量烟气流量和温室气体浓度,从而精确计算瞬时和累计排放量。该技术是进行企业级碳排放精准核算、参与碳市场交易的最权威数据来源。(2)空间遥感监测技术。利用卫星(如我国的高分系列、碳卫星)、飞机和无人机搭载的高光谱、激光雷达等传感器,从区域乃至全球尺度反演大气柱中的CO<sub>2</sub>浓度,识别碳排放热点区域,评估森林、海洋等碳汇的固碳能力。遥感技术弥补了地面点式监测的不足,实现了“宏观扫描”与“微观定

点”的结合。(3)大气本底与通量监测技术。通过建设区域大气本底站(如瓦里关全球本底站),监测不受局部污染影响的背景浓度。利用涡度相关等技术,在地面和塔台直接测量生态系统(如森林、农田、湿地)与大气间的CO<sub>2</sub>交换通量,为评估自然生态系统的固碳潜力提供关键数据。

### 2.2 多污染物与温室气体协同监测技术

低碳经济要求协同推进减污降碳。监测技术也随之向协同化发展:(1)多参数一体化在线监测系统。一套系统可同时监测烟气中的CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物等参数,不仅为碳核算提供数据,也同步验证了污染治理设施的协同减排效果,为“一证式”排污许可管理和环境税征收提供依据。(2)挥发性有机物(VOCs)与甲烷协同监测。VOCs既是臭氧和PM<sub>2.5</sub>的重要前体物,其部分组分本身也是强效温室气体。通过GC-MS、PID等传感器网络对工业园区进行VOCs和CH<sub>4</sub>的网格化监测,可同时服务于大气污染防治和温室气体管控。

### 2.3 天地空一体化立体监测网络

现代环境监测已不再是孤立的点,而是集成了地面监测站、移动监测车、无人机、遥感卫星、传感器物联网的“一张网”。通过大数据平台整合来自不同时空尺度的海量数据,利用数据同化、模型模拟等技术,可以动态生成高时空分辨率的碳排放分布图、污染物扩散图谱和环境质量演变趋势图,实现对区域环境状况的“全景式”透视和“精准画像”,为宏观决策提供强大支持。

## 3 环境监测对生态环境保护的影响机制

凭借上述先进技术,环境监测在低碳经济背景下对生态环境保护产生了全方位、深层次的积极影响,其作用机制主要体现在以下四个方面。

### 3.1 支撑碳排放精准核算,夯实低碳管理基石

“没有测量,就没有管理”。我国正在积极建设的全国碳排放权交易市场,其公平、高效运行的核心前提是碳排放数据的准确可靠。环境监测,特别是重点排放源的在线监测(CEMS),提供了最直接、最难以篡改的计量数据,确保了碳排放配额的分配、清缴和交易的公正性,使碳定价机制这一重要的市场手段能够真正发挥激励减排的作用。同时,准确的碳排放清单也是国家、省市制定和评估“双碳”行动路线图的根本依据,避免了决策的盲目性。

### 3.2 驱动污染治理与减排,实现减污降碳协同增效

通过协同监测,可以清晰揭示出高碳排放与高污染排放往往“同根同源”(均主要来自化石燃料燃烧)。监测数据能够精准识别出哪些企业、哪些工艺环节是“排放大户”。这不仅为实施差异化、精细化的环保监管(如错峰生产、重点管控)提供了靶向,更重要的是,通过数据分析可以挖掘节能降耗和污染治理的协同潜力。例如,监测数据可以证明,对一台燃煤锅炉进行节能改造或清洁能源替代,既能减少CO<sub>2</sub>排放,也能同步削减SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>和颗粒物的排放,从而实现环境效益与气候效益的“双赢”。监测数据使得“协同控制成本效益”变得可量化、可评估,

极大地推动了环境治理从“末端治理”向“源头预防”和“过程控制”的战略转型。

### 3.3 服务生态系统修复与保护,提升自然碳汇能力

生态环境保护不仅在于减少“源”的排放,也在于增强“汇”的吸收。环境监测在评估和提升生态系统固碳能力方面扮演着“评估师”的角色。利用遥感技术和地面生态站监测,可以准确评估森林、草原、湿地、农田等生态系统的碳储量及其年际变化,科学核算生态保护修复工程(如植树造林、退耕还林还草)的实际固碳成效。这些数据是建立生态补偿机制、开展“绿水青山就是金山银山”价值转化的科学基础,激励地方政府和民众更好地保护生态环境,巩固和提升生态系统这个巨大的“碳库”。

### 3.4 保障环境风险预警与应急响应,维护生态安全

低碳转型过程中,能源结构的调整可能带来新的环境风险(如光伏板废弃处理、电池回收等)。现代化的环境监测网络具备强大的预警预报能力。通过实时监测和模型预测,可以对重污染天气、突发环境事件、跨境污染传输等进行提前预警,为采取应急管控措施赢得宝贵时间。在应对气候变化方面,监测系统可以跟踪全球变暖背景下,极端气候事件(如热浪、洪水、干旱)的频率和强度变化,以及其对生物多样性、水资源安全等造成的潜在影响,为适应气候变化、制定韧性规划提供决策支持,全方位维护国家生态安全。

## 4 面临的挑战与发展对策

尽管环境监测的作用日益凸显,但在支撑低碳经济和生态保护的实践中,仍面临一系列挑战,亟待解决。

### 4.1 主要挑战

首先,技术标准与规范尚不完善,尤其在碳监测领域,监测方法、设备标准及数据核算规范尚未统一,导致不同来源与技术路径所获数据的可比性与权威性明显不足。其次,数据整合与质量控制存在显著难题,多来源、多格式、海量的监测数据在有效整合、清洗与校准方面面临技术瓶颈,如何确保数据的“真、准、全”并深入挖掘其价值,对现有数据治理能力提出巨大挑战。此外,监测覆盖与能力分布不均衡,高精尖监测资源主要集中在城市和重点区域,而农村、海洋及自然生态系统的监测能力较为薄弱,存在明显的监测盲区。最后,人才与资金保障不足,运维现代化、智能化的监测网络亟需复合型专业人才和持续稳定的资金支持,然而基层监测机构普遍面临能力欠缺和资源瓶颈的双重制约。

### 4.2 发展对策与展望

为推动环境监测体系更好地支撑低碳经济与生态环境保护,需系统推进以下发展对策:首要任务是健全标准法规体系,加快制定和完善碳监测及相关协同监测的国家与地方标准、技术指南,统一方法尺度,确保监测数据具备法律效力和国际互认性。在此基础上,应构建智慧监测大平台,深度融合物联网、5G、人工智能和数字孪生等先进技术,打造“智慧环保大脑”,实现数据自动质控、智能分析和可视化模拟,显著提升环境决策支持的效能。同时,须优化监测网络布局,重点弥补生态、海洋及农村区域的监测短板,构建陆海统筹、天地一体、上下协同的现代化生态环境监测网络,真正实现全域覆盖和立体监控。最后,强化能力与资金保障,加强复合型监测人才的培养与引进,深化产学研合作,并建立政府、企业、社会多元化的资金投入机制,为监测体系的长期稳定运行与技术创新提供坚实支撑。

## 5 结束语

在迈向低碳未来的宏伟征程中,生态环境保护被赋予了新的时代内涵与更高要求。环境监测作为一项基础性、先导性工作,其角色已从传统的“环境医生”诊断问题,演进为“环境导航”引领发展。通过技术创新与体系重构,环境监测深刻融入到低碳经济建设的方方面面,通过提供精准、科学、法定的数据流,它如同神经系统一般,感知着“碳”与“污”的脉搏,指挥着“治”与“减”的行动,评估着“保”与“增”的成效,最终有力推动了经济社会发展与人口、资源、环境相协调。展望未来,随着“双碳”目标的深入推进,环境监测的重要性将愈发凸显。我们必须持续加大投入,推动监测技术的智能化、网络的立体化、数据的资产化和服务的精准化,不断完善现代环境治理体系。只有这样,才能确保低碳经济的发展航船沿着绿色、可持续的正确航道前行,最终实现美丽中国与全球生态安全的宏伟目标。

### 【参考文献】

- [1]蔡博峰.中国二氧化碳排放峰值与管理模式研究[M].北京:中国环境出版社,2015.
- [2]王金南.低碳经济与环境政策创新[J].中国环境管理,2010(2):4-8.
- [3]魏复盛.环境监测技术的发展与挑战[J].环境监测管理与技术,2018,30(2):1-4.

### 作者简介:

王霞(1977—),女,汉族,内蒙古自治区巴彦淖尔市人,本科,高级工程师,研究方向为环境监测。