

Research on Environmental Governance Issues and Technologies Based on the Concept of Energy Conservation and Emission Reduction

Yuhang Zheng¹, Boheng Zhou², Changhong Zhao²

1. Hangzhou Ningwang Energy Conservation and Environmental Protection Technology Co., Ltd

2. Hangzhou Linping Ecological Environment Monitoring Station

Abstract

Against the backdrop of increasingly severe global climate change and resource and environmental constraints, energy conservation and emission reduction have become an important strategic approach to promoting ecological civilization construction and achieving sustainable development. This paper, with the concept of energy conservation and emission reduction as its core, systematically analyzes the main problems in China's current ecological environment governance and specifically elaborates on the key governance technologies based on energy conservation and emission reduction. The research in this paper has significant theoretical value and practical significance for further promoting the implementation of China's energy conservation and emission reduction policies, improving the level of ecological environment governance, and accelerating green transformation and development.

Keywords: *Energy Conservation and Emission Reduction Concept; Ecological Environment Governance; Green Transformation; Sustainable Development*

基于节能减排理念的生态环境治理问题与技术研究

郑宇航¹, 周博恒², 赵常宏²

1. 杭州宁旺节能环保科技有限公司

2. 杭州市临平生态环境监测站

摘要: 全球气候变化和资源环境约束日益加剧的背景下, 节能减排已成为推动生态文明建设、实现可持续发展的重要战略途径。本文以节能减排理念为核心, 系统分析当前我国生态环境治理的主要问题, 并具体阐述基于节能减排的关键治理技术。本文的研究对于进一步推动我国节能减排政策落地、提升生态环境治理水平、加快绿色转型发展具有重要的理论价值和实践意义。

关键词: 节能减排理念; 生态环境治理; 绿色转型; 可持续发展

1 引言

作为世界上最大的发展中国家, 我国正处于工业化与城镇化快速推进阶段, 能源消耗总量庞大, 污染物排放压力持续增加。为做出应对, 我国提出“碳达峰、碳中和”的战略目标, 强调能源利用、产业结构、社会生活等多个环节碳排放控制的重要性, 通过提高效率、降低排放实现人与自然的和谐共生。与传统的“先发展、后治理”模式不同, 节能减排理念强调全过程、系统化和源头控制, 通过优化能源生产、工业制造、交通运输、建筑运营等环节控制能源利用, 减少环境污染。当前我国清洁能源利用、污染治理技术创新和低

碳产业发展方面已取得显著进展，但仍面临能源结构偏重、高耗能产业占比大、污染治理投入不足等深层次问题，必须深入研究基于节能减排理念的生态环境治理问题与技术路径，推动我国实现“双碳”目标。

2 基于节能减排理念生态环境治理的重要性

与传统“先发展、后治理”的思路相比，节能减排理念更强调全过程控制生产和消费端的排放情况，比如能源领域可以通过调整结构减少煤炭依赖，增加风能、光伏等清洁能源比重，从而一方面保障能源供给，一方面降低环境风险。

从生态治理角度看，传统治理事后修复为主，治理成本高、效果有限，节能减排是将能效提升与污染预防融入生产全过程，优化能源结构，让高碳能源的依赖度逐步下降，生态系统的自我修复能力增强。这种由“末端治理”向“源头防控”的转变，可以使生态保护与经济活动内在协调，为环境质量持续改善提供稳定基础。

经济发展层面，能源效率提升使生产成本下降，可以为传统产业转型提供动力，高耗能行业节能改造、清洁生产与资源循环利用可以促进技术革新与装备升级，催生新型节能产业链。由节能减排催发的绿色制造与循环经济也能使节能减排从环境约束转变为经济增长的新动力，形成环境效益与经济效益耦合发展的新局面。

从社会层面看，节能减排理念推动公众生活方式向绿色、低碳方向转变，绿色消费、节能建筑与清洁出行普及后，公众参与生态治理的意识会普遍加强，政策层面上，能耗约束、碳排放交易与绿色金融等机制使节能减排目标逐步纳入社会运行体系^[1]。

3 基于节能减排理念的生态环境治理问题

3.1 能源利用效率偏低

我国能源消费总量长期处于世界前列，但整体利用效率并不理想，能源结构中以煤炭为主的局面依旧突出，而大量依赖高碳能源，会使二氧化碳排放量和污染物排放量居高不下，增加生态环境压力。尽管近年清洁能源产业发展迅速，风能、光伏、水电等装机容量和技术应用进展明显，但煤炭仍然是主体，石油和天然气的比重较小。

能效偏低的根源在于能源结构、产业体系与制度机制，目前能源多数为高碳能源，清洁能源的地域分布、传输能力和储能技术有明显短板，存在“富能源地区弃风弃光、能源消费中心高碳供电”的结构性错位。工业体系中部分企业设备陈旧、工艺落后，能量转化损失严重；建筑与交通领域能耗管理薄弱，能源浪费以隐性方式长期存在。粗放式增长路径与地方发展压力使节能约束缺乏硬性执行，能源价格、税收与激励机制未能有效反映资源与环境成本，技术创新和清洁能源替代的市场动力不足。

能源效率问题的本质，是经济结构与治理模式的转型问题。提高能效不仅依赖技术改造，更需要以结构优化和制度创新为核心的系统改革。推动高碳能源向清洁能源转型，建立跨区域能源调度与储能体系，完善能耗考核和碳排放约束机制，才能实现从局部改进到整体优化的跃升。只有将能效提升纳入经济运行的基本逻辑，使节能成为发展方式内生的约束与动力，才能从根本上缓解能源消耗与环境压力之间的矛盾^[2]。

3.2 污染物排放控制不足

目前主要有三类污染物排放问题，一类是北方地区冬季需要大量燃烧煤炭供暖，二氧化硫、氮氧化物和颗粒物排放长期居高不下，所以该阶段很容易遇到严重的雾霾天气，部分城市空气质量会短时间内明显恶化。二类是部分地区工业废水处理水平不足，重金属、化学需氧量（COD）等指标超标排放情况明显，大量化学残留进入江河湖泊，水体化学污染、富营养化污染严重，部分湖泊藻类大量繁殖，严重破坏生态平衡。三类是生活垃圾分类推进速度不一，部分城市垃圾处理体系不健全，焚烧、填埋仍是主要方式，危险废物产生、

运输和处置时甚至存在非法倾倒、违规处置等问题，给土壤和地下水环境带来很大潜在风险。

而污染排放控制不足的深层原因较为复杂。一方面，部分企业追求经济效益为主，环保投入不足，违法排污的情况仍然存在。另一方面，地方政府权衡经济增长与环境保护时，有时更偏重发展指标，环保政策落实不彻底。此外，监管体系尚不完善，执法力度和公众监督仍存在不足，信息公开和社会参与度有待提高。

排放控制不足带来的直接后果，是生态环境治理压力不断积累。由于环境容量有限，污染排放与治理能力的矛盾使部分地区出现“反复污染、反复治理”的局面。大气质量改善不稳，水环境修复进度缓慢，土壤污染问题逐渐显现，都说明治理已经进入攻坚阶段。若不能从根源上减少排放量，依靠末端治理手段很难长期有效改善环境质量。

4 基于节能减排理念的生态环境治理技术

4.1 清洁能源开发利用

光伏发电是一种比较常见的清洁能源利用方式，一般在荒漠地区应用，治理荒漠问题时可以按照“南北走向、东西倾斜”的方式布置光伏组件，每列间距保持 6~8 米，避免相互遮挡。组件材质使用单晶硅双面发电电池板，背面利用地面反射光提升发电量。为防止沙尘覆盖，组件表面喷涂二氧化硅纳米涂层，减少 30% 的积尘附着。板下安装滴灌管网，通过再生水灌溉梭梭、沙拐枣等耐旱植被。运行数据显示，板下土壤湿度提高 12%~18%，年均减少风蚀量 25 吨/公顷，电站年发电效率可以稳定在 17%~19%。

如果是沿海地区，也可以选择风力发电，沿海风电场可以布置直驱永磁同步发电机组，额定功率 6~8MW，风机通过变桨系统调整叶片角度，保证 3~25m/s 的风速范围内稳定输出。电能先进入全功率变流器，经滤波后并入电网。多余电力低谷时段导入质子交换膜（PEM）电解槽制氢，电解槽运行电压保持 1.9V 左右，氢气纯度可达 99.999%。氢气经 30MPa 高压压缩机储存，用于燃料电池公交车，替代柴油车辆，每年可减少氮氧化物排放 180 吨以上^[3]。

广大农业产区可以利用当地优势使用生物质能发电，如当地农作物秸秆收集后可以经链式破碎机粉碎至粒径 $\leq 20\text{mm}$ ，之后放置到热风干燥塔，将含水率降至 8% 以下。物料送入循环流化床气化炉，设置 750℃、氧气浓度 8% 的条件部分燃烧，产生合成气（ CO 、 H_2 、 CH_4 ）。合成气经旋风分离+洗涤塔+活性炭吸附净化后，进入燃气内燃机组发电。每吨秸秆可产出合成气约 310 m^3 ，折合电能 480kWh。残余炭渣经压块造粒后回田作土壤改良剂，土壤有机质含量提升约 0.5%。

有地热条件的地区可以布置 U 型高密度聚乙烯埋管换热器，埋深 120~150m，管路间距 4m，地热能管内循环水由变频离心泵驱动，封闭回路运行。冬季时，地温 15℃ 左右的循环水进入板式换热器蒸发器，将热量传递给制冷剂；制冷剂经压缩机加压后温度升至 45℃，再经冷凝器释放热量供暖。该系统系统性能系数（COP）约为 4.2，每消耗 1kWh 电力可提供 4.2kWh 热量，较燃煤锅炉节能率超过 60%。供暖季每万平方米建筑可减少二氧化碳排放约 210 吨。

4.2 高效节能技术与工业绿色改造

工业产区常年排放量大，能源利用率较低，完全可以使用余热回收方式二次利用废弃和余热，工业产区的煤气处理时，先自高炉炉顶排出后进入布袋除尘器，粉尘浓度降低到 20 mg/m^3 以下后煤气通过水冷换热器降温至 90℃ 左右，进入稳压罐将压力调节至 0.25MPa。稳定后的煤气经导流管进入透平膨胀机，调节导叶作用下分配至各级叶片通道，驱动转子以 3000rpm 运转。发电机与透平同轴连接，输出电力经升压变压器调整至 10kV，并网供厂区轧钢车间使用。出口煤气压力控制在 0.05MPa，确保仍能送入加热炉继续燃烧。系统运行由 DCS 平台监控，实时调节导叶开度和流量阀门，避免负荷波动。通过这种方式，一座 2000 m^3 高炉的装置可稳定输出 12MW 电力，年回收电量约 9000 万 kWh，吨铁能耗可降低 25kWh。

窑尾和篦冷机排出的高温废气进入烟囱前引入余热锅炉，废气温度控制在 280~350℃，经锅炉换热管加

热循环水，产生 1.2MPa、300℃的蒸汽。蒸汽进入凝汽式汽轮机带动发电机运转，发出的电力直接供给原料粉磨与输送设备。冷凝水在汽轮机出口回收并送回锅炉，形成闭路循环，减少水耗。锅炉设烟气旁路系统，检修时仍保证生产正常进行。一条 5000t/d 的水泥生产线可依靠余热系统稳定发电 9~10MW，每年替代外购电量约 7000 万 kWh，满足生产线 30%左右的用电需求^[4]。

化工行业化工装置的大型循环水泵耗能严重，可以接入高压变频器，电机功率设置为 2MW。运行时，由 DCS 控制平台结合管网压力反馈动态调节电机转速。当管网压力需求下降至 0.6MPa 时，电机由额定转速 3000rpm 下调至 2400rpm，泵功率随转速立方下降，可以减少能耗约 45%。为避免水锤冲击，系统可以设置软启动程序，使电机 60 秒内逐步升至目标转速。该系统预计可以为单台水泵年节电超过 800 万 kWh，且泵体振动和噪声控制更好。

制造业数控机床切削时则可以使用微量润滑技术替代传统切削液，切削时，将润滑喷嘴固定在刀具附近，压缩空气压力稳定在 0.5MPa，雾化后的切削油由喷嘴均匀喷射到切削点，供给量保持 40mL/h。刀具与工件接触区经过润滑形成薄膜，可以有效降低摩擦热，让切削温度维持在 180~200℃。连续加工 8 小时后，刀具磨损量一般比传统冷却方式减少 25%，加工表面粗糙度可以稳定在 Ra0.8 μm 以下。

4.3 污染防治与资源循环利用技术

工业生产产生的废水可以先经格栅池与沉砂池去除悬浮物，再进入调节池保持水量水质，随后通过高压泵将水送入超滤装置，装置运行压力设置为 0.2~0.3MPa，膜孔径 0.01 μm，可去除大分子有机物和细菌。超滤出水再经反渗透装置，运行压力 1.8~2.5MPa，产水电导率控制在 50 μS/cm 以下，产水收率约 70%。产水回收作为循环冷却水或清洗用水，浓水进入蒸发结晶系统进一步处理。整个流程由 PLC 系统控制，跨膜压差超过 0.2MPa 时自动启动反洗程序，维持膜通量稳定。

面对电厂常见的大气污染情况，燃煤电厂可以把选择性催化还原（SCR）布置在锅炉与烟囱之间，锅炉出口烟气温度经换热器调整至 320℃，氨水经稀释后由喷氨格栅均匀喷入烟道，喷氨量与 NO_x浓度保持一定比例。烟气进入反应器后依次通过每层厚度 150mm 的三层钛基催化剂，空速保持 4000h⁻¹。反应生成的氮气与水随烟气排出，氨逃逸量控制在 3ppm 以下。DCS 平台结合在线 NO_x浓度和氨逃逸数据自动调整喷氨流量，让出口浓度稳定在 50mg/m³ 以下，满足超低排放标准。

燃煤电厂脱硫系统产生的副产石膏可以经真空皮带脱水机处理后降低含水率至 10%~12%，再进入流化床干燥器进一步降低至 5%以下。干燥后的石膏与石灰石粉混合，经球磨机粉磨至 D90 小于 45 μm。成品直接输送至石膏板厂作原料，或进入水泥厂熟料粉磨工序掺配，比例控制在 3%~5%。整个过程通过螺旋输送机和封闭管道操作，避免二次扬尘。

城市垃圾焚烧厂的垃圾可以经破袋机处理后直接送入炉排焚烧炉，炉排分干燥段、燃烧段和燃尽段，垃圾于 850~950℃高温燃烧后高温烟气进入余热锅炉，产生 3.8MPa、400℃的蒸汽驱动汽轮机发电。飞灰经布袋除尘器收集，并喷入石灰与活性炭中和酸性气体并吸附重金属。炉渣经水冷系统冷却，再通过磁选设备分离铁、铝等金属，余渣作为建筑材料骨料使用。整个焚烧系统由中央控制室监控，炉温低于 850℃时自动开启助燃器，抑制二噁英生成^[5]。

5 结论

任何发展都要考虑首先考虑到生态问题，尽可能减轻发展带来的生态影响，只有基于节能减排理念合理控制生产生活所带来的污染排放问题，并持续加强生态环境治理工作，才能彻底改善“竭泽而渔”式的发展现状，为绿色低碳发展、可持续发展奠定良好基础，切实提升地方科学发展能力。未来的发展阶段，更应完善能耗约束、碳排放交易、绿色金融等政策体系，建立政府引导、企业落实与公众参与的协同机制，让技术创新转化为持久的治理效能，真正为实现“双碳”目标、构建生态文明与可持续社会奠定重要基础。

参考文献

- [1] 周宇涵.推动制造业绿色发展的动力机制及路径选择[J].西部财会,2024,(06):76-79.
- [2] 杜仕菊,叶晓宣.新质生产力赋能绿色发展的逻辑理路、价值意蕴与实践路径[J].北京理工大学学报(社会科学版),2024,26(06):52-61.
- [3] 王洁茹.煤炭资源税改革、产业结构升级与黄河流域资源型城市绿色发展研究[D].内蒙古财经大学,2024.
- [4] 杨萌.新型城镇化对绿色发展的影响研究[D].西安外国语大学,2024.
- [5] 商冬月.环境保护税对我国制造业绿色发展的影响研究[D].东北财经大学,2024.

【作者简介】

郑宇航（1992-），浙江省衢州市人，汉族， 中级工程师，本科学历。研究方向生态环境及节能减排。