

确的数量指标,能用于引导项目审批,也就是判断新增项目是否在容量“红线”内,也适用于排放配额分配,为不同行业排污单位合理设定年度排放许可值,帮助管理决策有科学依据又有调节弹性。

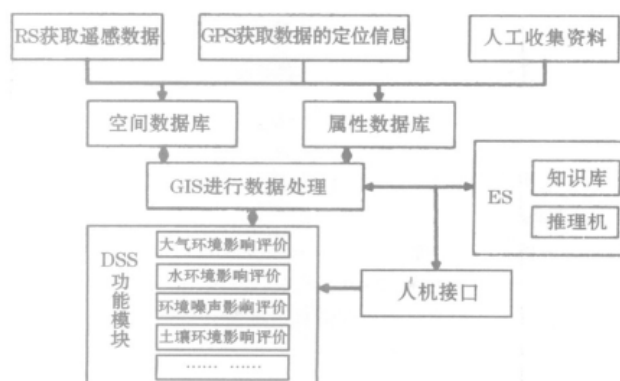


图2 环境影响评价决策支持系统

4.3 构建产业优化与清洁生产协同机制

实现总量目标不仅是“算清楚”,更得“做得到”。这就要求将污染控制思路融入园区发展全过程,从源头抓起,从结构调整与清洁生产两端同步发力,构建真正有效的协同机制。简单来说,总量控制不是让企业“不发展”,而是通过优化产业结构和区域布局,在同样或者更高的经济产出下,实现更低的排放强度。比如,鼓励清洁能源、绿色制造、高端装备等低排项目进入园区,对高污染行业严格设限甚至引导退出,为产业升级腾出环境容量。另一方面,还需要提升园区内部空间使用效率,实现“产能集中但不重叠”,减少排放叠加效应,避免局部地区污染物浓度长期超标^[6]。与此同时,清洁生产必须成为重点推动方向。许多排放大户其实并不是技术不可控,而是在管理和工艺上缺乏系统优化。通过推动用能替代、原料替代、过程控制和末端治理的有机融合,可以明显降低单位产值污染物排放量,还能间接形成新的节能减排市场,带来技术和经济的双重收益。而在实际操作中,还应建立政府牵头、部门协作、企业主体、社会监督的多元协同治理体系,让清洁生产从理念内化为企业的长期行为规范。

4.4 构建实时监测网络强化总量控制执行效果

监测体系不能仅仅局限于企业端自己上报的数据,而要打通多层级的监管链路,可凭借布置自动监测点位、安排移动监测车辆以及大气走航平台等多种方式,达成对重点污染源以及园区总体环境质量的全面覆盖。对于排放量大、波动性强的重点排口,应强制安装在线监控设备,如烟气连续

排放监测系统(CEMS),实现排放数据的实时上传,并接入地方生态环境部门的平台,实现数据的互联互通和共享。园区管理单位可借助集中管控系统,从多个坐标点位实时了解不同污染物的排放情况,针对异常排放行为设定“阈值响应机制”,就是当某一污染负荷接近年度限额时,系统会自动提醒或者锁定该排口进行执法检查。监测网络采集的数据还可以在园区公共信息平台公示,向社会公开透明排放状况,提高园区治理的公众参与度以及生态信用水平^[6]。如果将实时监测系统与应急响应系统进行集成建设,不仅可以提升环境管控的风险预警能力,还能够在发生污染突发事件或出现不利气象条件时,迅速采取限制排放、暂停作业、错峰生产等应对措施。通过实际行动守住污染物总量控制的“底线”,进一步增强治理的主动性和调控的效率。

5 结语

总之,园区在进行环境影响评价时开展大气污染物总量控制,并非只是单纯设定一个扣分项或否决项,也不是为了应对审批程序,而是要从污染识别、模型测算、结构推进以及过程控制这四个方面入手,切实把“总量能管控、排放可精准、执行能落实”的理念融入园区发展的各个阶段。只有这样,园区在发展过程中才能避免环境问题成为制约因素,在守住环境质量底线的前提下推进治理创新,将绿色发展理念切实转化为发展成果。

参考文献

- [1] 仇敏俊,王泽军.工业园区突发环境事件风险评估及应急措施——以江苏武进经济开发区为例[J].广东化工,2025,52(01):144-147.
- [2] 沈梦兰,李静,韩龙,李培龙,何立山.基于修正A值法的阿拉善高新技术产业开发区大气环境容量测算与分析[J].中国环境监测,2025,41(01):201-205.
- [3] 涂墨新,刘振鑫,胡建林,曹天元,米君睿,李海妮,蒋慕贤,连汝续.工业园区尺度常通量层垂直高度计算及其在排放源强实时反演中的应用[J].环境科学学报,2025,45(01):447-460.
- [4] 汪颖翔,邓广宇,杜治,贺继锋,周志强,陈远,周思璇,雷何,李斯吾,张晓星.基于AERMOD和POA-BP神经网络的工业园区CO₂排放源反演[J].南方电网技术,2025,19(04):196-206.
- [5] 向重丹,吴庆瑶,丁平,张丽娟,柳晓琳,胡国成.江苏某纺织印染工业园区周边大气颗粒物吸附多溴联苯醚的污染特征研究[J].环境与健康杂志,2024,41(02):144-148.
- [6] 王经顺,赵瀚森,张夏夏,徐向凯,吴柏莹,王东,杨雪,沈宇航,陈高.基于大气环境监测数据的工业园区污染物排放总量实时反演核算方法[J].环境工程学报,2023,17(11):3698-3705.

Research on the Calculation of Air Pollutant Emissions and Regional Environmental Impact Differences in Environmental Impact Assessment of Thermal Power Plants of Different Scales

Jinlong Wang

Inner Mongolia Electric Power Survey and Design Institute Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010040, China

Abstract

As an important component of China's energy structure, thermal power plants have a significant impact on regional environmental pollution emissions. There are differences in emission characteristics and treatment levels among thermal power plants of different scales. Based on typical cases and measured data, this paper compares and analyzes the differences in emission accounting methods, pollutant emission intensities and regional environmental impacts among small, medium and large thermal power plants in environmental impact assessments. The results show that although large thermal power plants have a large total emission volume, they have high treatment efficiency and low unit emission intensity. Small thermal power plants have relatively high unit emission intensity due to lagging equipment and management. The regional impact presents a coupling mechanism of "scale - distribution - meteorology - compound pollution". For thermal power plants of different scales, suggestions for classified and optimized environmental impact assessment calculation and environmental risk control are proposed to provide scientific support for regional air pollution control and energy structure adjustment.

Keywords

Scale of thermal power plants; atmospheric pollutant; Emissions accounting; Environmental Impact Assessment; Regional differences; environmental policy

不同规模火电厂环评中大气污染物排放核算与区域环境影响差异研究

王琰琰

内蒙古电力勘测设计院有限责任公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010040

摘 要

火电厂作为我国能源结构的重要组成, 其大气污染排放对区域环境影响显著, 不同规模火电厂在排放特征与治理水平上存在差异。本文基于典型案例与实测数据, 比较分析小型、中型、大型火电厂在环评中排放核算方法、污染物排放强度及区域环境影响差异。结果显示, 大型火电厂尽管排放总量大, 但治理效率高、单位排放强度低; 小型火电厂则因设备与管理滞后, 单位排放强度偏高。区域影响呈现“规模—分布—气象—复合污染”耦合机制。针对不同规模火电厂, 提出分类优化的环评核算与环境风险管控建议, 为区域大气治理与能源结构调整提供科学支撑。

关键词

火电厂规模; 大气污染物; 排放核算; 环境影响评价; 区域差异; 环境政策

1 引言

随着中国经济的快速发展, 能源消费总量持续攀升, 火力发电作为基础能源供给方式在保障经济社会运行中仍占主导地位。然而, 火电厂尤其是煤电厂在保障能源供应的同时, 大量排放二氧化硫 (SO_2)、氮氧化物 (NO_x)、烟

尘 (PM)、汞等有害大气污染物, 对区域大气环境、公共健康及生态安全造成深远影响。近年来, 随着《大气污染防治行动计划》《环境影响评价法》等法规不断完善, 大气污染物排放控制成为火电厂环评工作的重中之重。实际环评过程中, 不同规模火电厂在污染物排放总量、单位产能排放强度、治理设施水平、区域叠加效应等方面存在显著差异, 决定了其对区域环境质量的影响机理与管控重点各异。当前, 部分环评报告在排放核算方法、参数选取、时空尺度分析等方面存在“粗放”“一刀切”的倾向, 难以反映不同规模

【作者简介】王琰琰 (1988-), 男, 中国内蒙古呼和浩特人, 本科, 工程师, 从事环境工程研究。

火电厂的真实排放特征和区域环境风险。本文聚焦不同规模（小型<300MW、中型300-600MW、大型>600MW）火电厂，以最新排放因子和实际运维数据为基础，系统对比核算各类厂区大气污染物排放水平，并通过数值模拟和实地调查分析其对区域环境空气质量的影响差异。结合典型区域案例，剖析地理气象条件、污染叠加效应等环境响应机制，提出差异化的环评优化与环境管理建议，助力我国区域大气环境质量持续改善和绿色能源转型。

2 火电厂规模与大气污染物排放核算理论基础

2.1 火电厂规模分类与技术特征

我国火电厂按单机容量及装机总量可分为小型（<300MW）、中型（300-600MW）、大型（600MW）三类。小型火电厂多分布于地级及以下城市或产业集聚区，设备相对老旧、燃煤质量差、自动化水平低，管理与环保投入有限。中型火电厂为多数省会、工业重镇的主力发电企业，逐步配备烟气脱硫、脱硝、除尘等治理设施，自动化和智能化水平逐步提升。大型火电厂多为省级以上主力电源点，采用高效超临界、超超临界机组，装备高性能污染治理系统，能耗与排放强度较低，管理与环保监管体系较完善。

2.2 大气污染物排放核算原理与方法

火电厂大气污染物排放核算包括源强（排放量）、排放因子、运行工况和治理效率等核心参数。常用核算方法有基于燃料消耗量的排放因子法、污染物连续自动监测（CEMS）法、能耗—排放耦合模型等。

排放因子法：依据煤种、燃烧方式、治理设施效率等，结合排放因子（kg/吨煤），估算SO₂、NO_x、PM、汞等排放总量。

CEMS法：通过连续监测系统实时采集烟气中各污染物浓度，结合流量数据，核算实际排放量。

耦合模型法：引入能耗、设备效率、运行工况等多参数，综合修正核算结果，提高精度。

排放核算需区分正常工况、启停、异常排放等多情境，考虑季节、气象、设备故障等因素的扰动，确保数据科学、准确、可溯源。

2.3 火电厂规模对排放特征的影响机理

火电厂规模直接决定污染物排放强度、治理水平和空间分布。大型厂区通过设备集约化、自动化管理、环保投资等手段，实现单位产能污染物排放强度明显降低。但大型厂区排放总量依然显著，叠加高栖流、广扩散的空间特征，对区域大气环境有不可忽视的累积影响。小型火电厂排放量虽低，但排放强度高、治理设施滞后，易在局部造成污染热点和环境风险聚集。中型火电厂介于两者之间，既有总量压力，也有强度管控难题。不同规模火电厂间的协同排放与区域环境响应，构成大气环境质量变化的复杂机制基础。

3 不同规模火电厂大气污染物排放核算对比分析

3.1 排放核算参数与实测案例对比

基于最新排放因子与国家排放标准，选取华北、华东典型区域的小型、中型、大型火电厂进行数据采集和核算。以SO₂、NO_x、PM_{2.5}、CO₂等为主要指标，系统比较单位产能（g/kWh）、单位煤耗（g/吨）、治理效率等参数。

小型火电厂：SO₂平均排放因子为2.5~3.2kg/吨，NO_x为2.0~2.6kg/吨，PM为0.5~0.9kg/吨，治理效率不稳定，部分厂区脱硫、除尘设施运行率低，排放波动大。

中型火电厂：SO₂排放因子为1.2~2.0kg/吨，NO_x为1.2~1.8kg/吨，PM为0.3~0.5kg/吨，治理设施较为完善，但受负荷波动、设备老化影响，偶有超标现象。

大型火电厂：SO₂排放因子降至0.4~0.8kg/吨，NO_x为0.4~1.0kg/吨，PM为0.1~0.25kg/吨，CEMS监测合格率高，治理设施先进，排放数据平稳且低于国家标准。

排放总量随厂区规模递增，但单位产能污染物排放强度明显递减，体现出“规模经济—环保升级—排放减量”的技术路径。

3.2 不同规模火电厂排放特征与时空分布

小型火电厂多呈“点源密集—局部污染突出”的空间特征，排放污染物易在厂区及周边聚集，影响半径小但风险集中。中型火电厂排放空间影响适中，既有局部影响，也能与周边污染源叠加，形成“带状一片状”复合污染。大型火电厂多建于远离城市的郊区或能源基地，具备高烟囱排放和大气扩散优势，但总量大、影响半径广，易形成“区域性污染扩散”甚至跨区域影响。气象条件（风速、逆温、降水等）对不同规模火电厂排放物的空间分布与环境响应具有显著调制作用。

4 不同规模火电厂区域环境影响差异分析

4.1 大气质量影响及污染叠加效应

火电厂排放的SO₂、NO_x和PM_{2.5}等污染物是区域大气污染和酸雨、灰霾等二次污染的主要前体。小型火电厂因点源聚集，易形成局部空气质量恶化，影响居民健康。大型火电厂虽单点贡献率低，但区域总量压力大，易在下风向形成面状污染和酸雨高发区。多源叠加（包括交通、工业等）使区域污染复杂化，造成空气质量改善难度加大。案例分析显示，京津冀、长三角等能源消费大区，不同规模火电厂协同排放与区域大气扩散耦合，影响PM_{2.5}、O₃、SO₂等多项指标，需整体考量多源复合污染和传输规律。

4.2 生态与健康风险差异

小型火电厂的局部污染对生态系统（如农田、植被）和周边居民造成长期慢性影响，表现为酸雨、土壤酸化、作物减产及呼吸系统疾病发病率提升。大型火电厂因排放扩散范围广，生态影响呈现“远距离迁移—大面积分布—环境容量