

# 燃气发电机环保管理体系构建与应用研究

姚懿

华电湖北发电有限公司武昌热电分公司 湖北 武汉 430061

**摘要：**燃气发电机作为清洁能源利用的关键设备，在能源领域应用广泛，但其运行仍存在一定污染物排放问题。本研究围绕此展开，构建了涵盖排放监测、污染防治、管理评估等环节的环保管理体系。通过明确各环节标准与流程，结合先进监测技术及科学管理手段，确保体系有效运行。经实际应用验证，该体系可显著降低燃气发电机污染物排放，提升环保绩效，为行业环保管理提供可借鉴的模式与经验，助力绿色能源发展。

**关键词：**燃气发电机；环保管理；体系构建；应用

引言：在全球能源需求持续增长与环境保护要求日益严苛的双重背景下，清洁能源的开发与利用成为能源领域的关键发展方向。燃气发电机凭借其高效、灵活、相对清洁等优势，在能源结构中占据愈发重要的地位。然而，燃气发电机运行过程中仍会产生一定量的污染物，对环境造成潜在影响。构建科学合理的燃气发电机环保管理体系，不仅是满足环保法规要求、降低环境风险的必要举措，更是推动燃气发电机行业可持续发展、实现能源与环境协调共进的重要保障。基于此，开展本课题研究具有重要的现实意义。

## 1 燃气发电机环保管理理论基础

### 1.1 核心概念界定

(1) 燃气发电机的定义与分类：燃气发电机是一种以天然气、沼气等可燃气为燃料，将化学能转化为电能的动力设备，具有高效、低噪等特点。按燃料类型可分为天然气发电机、沼气发电机等；按机组结构可分为往复式、燃气轮式等。(2) 环保管理体系的内涵与构成：内涵是通过系统性规划、实施等活动，实现燃气发电全流程环境影响管控的动态体系。构成包括环境方针制定、环境因素识别、目标指标设定、运行控制、监测评估等核心模块。

### 1.2 相关理论支撑

(1) 清洁生产理论：核心是从源头减少污染物产生，通过工艺优化、燃料替代等手段，降低燃气发电过程中废气、废渣排放，实现“节能、降耗、减污、增效”。(2) 循环经济理论：强调资源高效循环利用，将燃气发电产生的余热、废渣等转化为二次资源，构建“燃料-电能-余热/废渣-再利用”的循环链条，提升资源利用率。(3) 环境风险管理理论：通过识别燃气发电过程中的环境风险点（如废气泄漏、噪声超标），制定预警机制和应急方案，降低环境风险发生概率及影响

程度。

### 1.3 燃气发电环保管理关键要素

(1) 排放控制技术：采用低氮燃烧技术、选择性催化还原（SCR）等控制NO<sub>x</sub>排放；通过碳捕集技术降低CO<sub>2</sub>排放；利用高效除尘设备去除颗粒物，确保排放达标。(2) 能源效率优化：通过机组启停优化、余热回收利用等技术，提升燃料转化效率，减少能源浪费，间接降低环境负荷。(3) 废弃物管理与资源化利用：对发电过程中产生的废润滑油、废渣等进行分类收集处理，废渣可用于制砖等，实现废弃物减量化、资源化<sup>[1]</sup>。

## 2 燃气发电机环保管理体系构建

### 2.1 构建原则与目标

(1) 科学性、系统性、可操作性原则：科学性原则要求体系构建以清洁生产、循环经济等理论为支撑，结合燃气发电技术特性与环境管理规律，确保管控逻辑符合客观实际；系统性原则强调统筹兼顾燃料供应、机组运行、废弃物处理等全流程，实现各环节环保管理的协同联动，避免碎片化管控；可操作性原则需立足企业实际生产条件，制定的管理流程、技术标准与考核要求应简洁明确，便于一线人员执行，同时配套完善的实施保障措施，降低落地难度。(2) 减排目标与可持续发展目标：减排目标聚焦核心污染物管控，明确NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>、颗粒物等排放指标需达到国家及地方最新环保标准，力争实现单位发电量污染物排放量逐年下降5%-8%；可持续发展目标则立足长远，通过体系运行推动能源效率提升，实现燃料资源高效利用，同时构建“发电-环保-资源循环”的良性模式，兼顾经济效益与生态效益，助力企业实现绿色低碳转型<sup>[2]</sup>。

### 2.2 体系框架设计

(1) 组织架构：设立专职环保管理部门，作为体系运行的核心牵头机构，负责环保政策解读、目标制定、

流程监督及资源协调；明确生产部门、技术部门、检修部门的协同职责，生产部门承担运行过程环保管控直接责任，技术部门负责环保技术研发与优化，检修部门保障环保设备正常运行，形成“专职部门统筹+多部门协同”的责任体系。（2）制度体系：建立分级环保标准体系，涵盖燃料准入标准、污染物排放限值、设备能效标准等；制定全流程操作规范，包括清洁燃烧操作指南、监测设备运维规范、废弃物处理流程等；构建闭环考核机制，将环保指标纳入各部门及岗位绩效考核，实行“达标奖励、超标追责”，强化全员环保责任意识。

（3）技术体系：推广低氮燃烧、富氧燃烧等清洁燃烧技术，从源头减少污染物生成；搭建全要素监测系统，配备NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>、颗粒物等实时监测设备及噪声、振动监测装置，实现关键排放指标与设备运行状态的全面感知；配套智能控制系统，根据监测数据自动调整燃烧参数，确保机组在环保最优工况下运行<sup>[3]</sup>。（4）数据管理体系：构建全流程数据管理链路，通过在线监测设备自动采集排放数据、能源消耗数据等，经数据传输模块实时上传至管理平台；平台具备数据校验、统计分析、趋势预判等功能，可生成环保报表与分析报告，为环保决策优化、目标调整及问题整改提供数据支撑。

### 2.3 关键环节管理

（1）燃料选择与预处理：严格遵循GB17820-2018《天然气》标准选择燃料，重点控制硫分、水分、杂质等指标，避免燃料杂质导致燃烧效率下降或污染物排放超标；建立燃料预处理流程，通过过滤、干燥等工艺去除燃料中的杂质与水分，提升燃烧稳定性，为后续环保管控奠定基础。（2）运行过程监控：依托在线监测系统实时跟踪污染物排放数据，当出现指标异常时，系统自动预警并联动运行人员调整燃烧参数；实行“专人值守+定期巡检”制度，强化对机组运行状态、环保设备运行情况的监控，确保各项环保措施落实到位。（3）维护与检修管理：制定环保设备专项维护计划，定期对燃烧器、脱硝装置、监测设备等进行检修校准，避免设备故障导致环保失效；将能效优化纳入检修内容，通过部件更换、系统调试等手段提升机组燃料转化效率，实现环保与能效的协同提升。（4）应急管理：建立突发事件应急预案体系，明确泄漏、超标排放等不同场景的应急处置流程、责任人员及物资保障；定期开展应急演练，提升全员应急响应能力，确保突发事件发生时能够快速处置，最大限度降低环境影响<sup>[4]</sup>。

## 3 燃气发电环保管理体系应用案例分析

### 3.1 案例选取与背景介绍

选取某省级经济技术开发区燃气发电园区为案例，该园区总装机容量200MW，配备10台燃气轮发电机组，主要为园区工业企业及周边居民提供电力与热力支持。案例背景：随着区域环保政策收紧，园区原有的环保管控模式存在碎片化、监测滞后等问题，2022年NO<sub>x</sub>排放浓度接近标准限值，且能源利用效率偏低，亟需构建系统化的环保管理体系实现绿色转型，同时保障能源稳定供应。

### 3.2 环保管理体系实施过程

（1）体系落地步骤与保障措施：落地步骤分为四阶段，一是组织筹备，成立由园区负责人牵头的环保管理专班，明确各部门职责边界；二是方案设计，结合园区机组特性制定个性化体系方案，细化排放控制、运维管理等标准；三是试点推行，选取2台机组率先落地体系措施，总结优化后全面推广；四是常态化运行，建立定期督查与动态调整机制。保障措施包括投入专项环保资金800万元，开展全员环保培训12场，与第三方环保技术机构签订长期技术支持协议。（2）技术改造与设备升级实例：核心改造包括三方面，一是燃烧系统升级，为所有机组更换低氮燃烧器，配套安装选择性催化还原（SCR）脱硝装置；二是监测系统完善，增设20个在线监测点位，实现NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>等指标实时监测与数据联网；三是能效优化改造，搭建余热回收系统，将发电余热用于园区供暖，同步对机组控制系统进行智能化升级。

### 3.3 应用效果评估

（1）减排成效：体系实施后，减排成效显著，2023年园区NO<sub>x</sub>排放浓度降至30mg/m<sup>3</sup>以下，较2021年下降62%；SO<sub>2</sub>排放量同比下降75%，达到超低排放要求；通过余热回收与能效优化，单位发电量CO<sub>2</sub>排放量减少18%，年减排CO<sub>2</sub>约3.2万吨。（2）经济性分析：一方面，能源利用效率提升使单位发电燃料消耗降低10%，年节约天然气成本约600万元；另一方面，余热供暖实现额外收益，年增收280万元；同时，因减排达标获得环保专项补贴120万元，整体实现环保与经济效益双赢。（3）社会效益：园区顺利通过省级环保专项督查，完全符合最新环保政策要求，未发生任何环保违规事件；绿色转型成效获行业认可，获评“省级绿色发电示范园区”，提升了企业在能源市场的竞争力，也为区域能源企业环保升级树立了标杆。

### 3.4 经验总结与改进建议

（1）成功经验与可复制模式：成功经验包括“组织统筹+技术支撑+资金保障”的三位一体落地模式，以及“试点先行+全面推广”的渐进式实施策略；可复制模式

为：明确环保责任体系→定制技术改造方案→搭建智能监测平台→建立闭环考核机制，适用于中小规模燃气发电企业及园区。（2）现存问题与优化方向：现存问题一是智能监测系统数据挖掘深度不足，未充分发挥预测预警作用；二是应急管理体系针对性有待提升，极端天气下环保设备运维预案不完善。优化方向为：升级数据管理平台，新增风险预判功能；细化应急场景分类，开展极端天气专项演练，进一步提升体系的智能化与应急响应能力。

#### 4 燃气发电机环保管理挑战与对策

##### 4.1 主要挑战

（1）技术瓶颈：当前核心环保技术存在明显短板，以低氮燃烧、碳捕集等关键技术为例，不仅核心设备依赖进口，购置与安装成本高昂，中小燃气发电企业难以承担；同时部分技术成熟度不足，如低氮燃烧技术在机组满负荷运行时易出现燃烧不稳定问题，碳捕集技术则面临能耗高、效率低的困境，技术落地效果受限。（2）政策与标准滞后性：环保政策与标准更新未能完全跟上行业发展节奏，一方面区域间标准不统一，部分地区执行宽松标准，导致企业环保升级动力不足；另一方面政策对新兴环保技术的适配性不足，缺乏针对性的规范指引与支持政策，同时环保监管存在“重处罚、轻引导”倾向，难以有效激发企业主动治理的积极性。（3）企业环保意识与投入不足：部分企业仍秉持“重生产、轻环保”的传统理念，对环保管理的长远价值认知不足，将环保投入视为额外负担，刻意压缩环保设备购置、运维及技术改造的资金投入；同时内部环保管理机制不完善，缺乏专业环保管理人才，导致现有环保措施落实不到位，难以形成长效管控。

##### 4.2 对策建议

（1）技术创新：构建“企业主导、高校与科研院所协同”的技术创新体系，聚焦低氮燃烧、碳捕集等核心技术瓶颈开展攻关，提升技术自主化水平；鼓励企业加大研发投入，通过技术迭代降低环保设备成本与能耗，同时推广成熟适用的环保技术试点示范项目，加速技术成果转化落地。（2）政策引导：加快统一全国燃气发电

环保标准，建立动态更新机制，确保标准与行业发展、环保需求相适配；优化政策支持方式，对采用先进环保技术的企业给予购置补贴、税收减免，设立环保专项奖励资金；强化精准监管，推行“信用评价+差异化监管”模式，倒逼企业落实环保责任。（3）企业行动：企业需转变发展理念，将环保管理纳入战略规划，加大环保资金投入，完善环保管理架构，配备专业人才；建立常态化环保培训机制，覆盖管理层与一线操作人员，提升全员环保意识与操作技能，同时将环保指标纳入绩效考核，形成“全员参与、层层落实”的管理格局<sup>[5]</sup>。（4）社会协同：推动燃气发电企业、燃料供应商、环保技术服务商、科研机构等组建产业链环保联盟，实现资源共享与协同发力；联盟内开展技术交流、经验共享，搭建环保技术交易平台，降低中小企业技术获取成本；同时加强行业自律，发布环保自律标准，引导全产业链绿色转型。

#### 结束语

通过对燃气发电机环保管理体系构建与应用的深入研究，我们成功搭建起一套系统、科学的环保管理框架，并经实践验证其在降低污染物排放、提升能源利用效率上成效显著。这不仅满足了当下严格的环保要求，也为燃气发电行业的绿色发展提供了可行路径。未来，随着技术进步与环保标准的提高，我们将持续优化该体系，拓展其应用范围，推动行业向更清洁、高效的方向迈进，助力全球能源与环境可持续发展。

#### 参考文献

- [1]孟凡生曾宪平.瓦斯燃气发电机组电气系统调试[J].文化科学,2021,(12):133-136.
- [2]沈祖成.瓦斯燃气发电机组电气系统调试[J].建筑技术科学,2024,(05):71-73.
- [3]李晨曦.室外瓦斯发电机组降噪措施设计[J].环境保护,2020,30(03):41-43.
- [4]毛庆国.瓦斯发电机组高温乏气在煤泥干燥中的应用[J].煤炭科学技术,2020,44(S1):197-198.
- [5]陈继平.燃气—蒸汽联合循环发电机组调峰性能[J].热能工程,2022,(08):94-96.