

Environmental challenges and innovations of gas-fired power plants under the “double carbon” target

Hui Zhao

CNOOC Shenzhen Power Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

The “dual carbon” goals have brought significant attention to gas-fired power plants, which hold a crucial position in the energy system. Due to their high efficiency and flexibility, they serve as important peak-shaving power sources for electricity supply. However, gas-fired power plants still face numerous environmental challenges. This article focuses on the development of gas-fired power plants under the “dual carbon” goals. It first analyzes their current status and role in the energy system, then delves into environmental issues such as carbon emissions, nitrogen oxide emission control, improving energy utilization efficiency, and water resource consumption and treatment. Finally, it proposes innovative suggestions to address these issues, aiming to provide a reference for the sustainable development of the energy industry.

Keywords

gas-fired power plant; dual carbon target; environmental protection challenge; innovation strategy

燃气发电厂在“双碳”目标下的环保挑战与创新

赵辉

中海油深圳电力有限公司, 中国·广东深圳 518000

摘要

“双碳”目标的引领,使得在能源体系中占据重要位置的燃气发电厂备受关注。由于其兼具了高效与灵活特性,因此是电力供应的重要调峰电源。不过燃气发电厂当前依然面临着诸多的环保挑战。本文就着重于“双碳”目标下燃气发电厂的发展,先分析其在能源体系中的现状和作用,再深入地研究燃气发电厂面临的碳排放、氮氧化物排放控制、能源利用效率提升、水资源消耗与处理等环保问题,最后针对上述这些问题提出相关的创新建议,希望能够为能源行业可持续发展提供一定的参考。

关键词

燃气发电厂; 双碳目标; 环保挑战; 创新策略

1 引言

“双碳”目标是指二氧化碳排放争取在2030年前达到峰值,2060年前实现碳中和,这是我国基于责任担当和可持续发展要求做出的重大战略决策。能源行业是碳排放的主要领域,正面临深刻变革。燃气发电是相对清洁的化石能源发电方式,在能源结构转型中很重要。不过,在“双碳”目标的严格要求下,燃气发电厂仍要面对很多环保问题,需要积极寻找创新发展的方法。研究燃气发电厂在“双碳”目标下的环保挑战与创新,对优化能源结构、推动能源行业绿色低碳发展有重要现实意义。

2 燃气发电厂在能源体系中的现状与作用

2.1 当前燃气发电的装机规模与发电量占比

近年来,我国调整能源结构,对清洁能源需求增加,燃气发电装机规模稳步增长。相关数据显示,在全国电力装机总量里,燃气发电装机占比逐渐提高,成为火电、水电、风电、光伏之后的重要电力供应来源。在发电量方面,燃气发电在电力供应中很关键,特别是在经济发达、能源需求大且环保要求高的地区,燃气发电承担调峰任务,保障电力稳定供应,为地区经济社会发展提供可靠电力支持^[1]。

2.2 燃气发电在能源结构中的优势

2.2.1 清洁低碳

和传统燃煤发电相比,燃气发电燃烧时产生的污染物少。天然气主要成分是甲烷,燃烧后主要生成二氧化碳和水,二氧化碳排放量约为燃煤的50%-60%,几乎不产生二氧化硫和烟尘,氮氧化物排放量也比较低。所以,燃气发电被看作相对清洁低碳的发电方式,能有效减少大气污染物排放,

【作者简介】赵辉(1984-),男,中国宁夏中卫人,本科,工程师,从事安全、环保研究。

改善空气质量,缓解环境污染问题,符合我国能源结构向清洁低碳转型的方向。

2.2.2 高效灵活

燃气发电机组启动快、调节性能好。从启动到满负荷运行时间短,能快速应对电力负荷变化,可以作为电力系统的调峰电源。用电高峰时,能快速增加发电量,保障电力供应稳定;用电低谷时,能灵活降低发电负荷,避免能源浪费。而且,燃气发电的能源转换效率较高,一些先进的燃气-蒸汽联合循环发电技术,发电效率可达60%左右,比传统燃煤发电效率明显提高,能更高效利用能源资源,提升能源利用效率。

3 “双碳”目标下燃气发电厂面临的环保挑战

3.1 碳排放问题

虽然燃气发电相对清洁低碳,但燃烧过程还是会产生二氧化碳。在“双碳”目标下,严格控制碳排放总量和强度是燃气发电厂面临的首要问题。随着全社会对碳减排越来越关注,碳排放权交易市场逐渐完善,燃气发电厂的碳排放成本不断增加。另外,在全球应对气候变化的大环境下,国际社会对碳排放的监管越来越严格,燃气发电厂需要不断优化生产工艺,降低单位发电量的碳排放,满足更严格的碳排放要求,不然会面临很大的减排压力,发展也会受到限制。

3.2 氮氧化物排放控制

燃气发电氮氧化物排放量虽然相对较低,但高温燃烧时,空气中的氮气和氧气反应还是会产生一定量的氮氧化物。氮氧化物是形成酸雨、光化学烟雾等环境问题的重要污染物,对生态环境和人体健康危害严重。随着环保标准提高,对燃气发电厂氮氧化物排放的限制更严格。现在,一些地区要求燃气发电厂氮氧化物排放浓度要控制在很低的水平,这对燃气发电厂的燃烧技术、脱硝设备和运行管理提出了更高要求。如果不能有效控制氮氧化物排放,燃气发电厂会面临环保处罚,甚至被要求限产或停产整改。

3.3 能源利用效率提升困境

虽然燃气发电能源转换效率比较高,但和“双碳”目标下能源高效利用的要求相比,还有提升空间。实际运行中,受设备老化、运行工况不稳定、系统匹配不合理等因素影响,燃气发电厂的能源利用效率很难达到理想状态。而且,部分燃气发电厂没有先进的能源管理技术和手段,无法精确监测和优化控制能源消耗,导致能源浪费现象经常出现。提升能源利用效率需要投入大量资金进行设备升级改造和技术研发,这对燃气发电厂的经济效益和资金实力是严峻的挑战。

3.4 水资源消耗与处理难题

燃气发电厂运行时,需要大量水资源用于冷却、脱硫等环节。随着水资源短缺问题越来越严重,水资源获取成本不断增加,同时,对电厂排水的水质要求也越来越高。燃气发电厂排放的废水如果不有效处理,会污染周边水体环境。

可是,现在一些燃气发电厂的废水处理技术比较落后,处理设施不完善,很难达到高标准的环保要求。如何在保证电厂正常运行的同时,降低水资源消耗,提高废水处理水平,实现水资源循环利用,是燃气发电厂面临的又一个重要环保问题。

4 燃气发电厂应对环保挑战的创新建议

4.1 技术创新

4.1.1 CCUS 技术的深化研发与应用

不同规模的燃气发电厂应用CCUS技术要制定不同方案。大型电厂可以用集中式碳捕集装置,把捕集的二氧化碳通过管道送到合适的地质封存区域,或者和化工企业合作,用来生产合成燃料、碳酸盐等产品;小型电厂可以探索分布式碳捕集模式,联合周边产业实现二氧化碳就近利用。同时,要加强CCUS技术在运输、封存环节的安全性研究,建立全流程监测体系,降低技术应用风险,推动CCUS技术从实验室走向大规模工业应用。

4.1.2 新型燃烧技术的突破与推广

预混燃烧技术存在火焰稳定性差、负荷调节范围窄等技术难题,需要通过优化燃烧器结构、改进预混方式来解决;富氧燃烧技术要解决制氧成本高、设备腐蚀等问题,可以研发高效制氧材料和抗腐蚀设备。通过建设示范项目,展示新型燃烧技术在降低氮氧化物和二氧化碳排放方面的显著效果,吸引更多企业参与技术推广。政府和行业协会可以组织技术交流与培训,加快新型燃烧技术在燃气发电行业的普及^[1]。

4.1.3 储能技术的协同发展

电池储能响应速度快、安装灵活,和燃气发电结合可以快速填补电力缺口,特别适合应对突发的电力需求变化;抽水蓄能适合大规模、长时间的能源存储,可以在燃气发电低谷期把多余电能转化为水的势能,用电高峰时释放发电。这两种储能方式和燃气发电协同,能优化电力输出曲线,提升能源系统整体稳定性。通过建立燃气-储能联合调度模型,实现不同储能技术与燃气发电的智能匹配,提高能源利用效率。

4.2 管理创新

4.2.1 能源管理体系的数字化升级

利用物联网技术,在燃气发电厂关键设备和能耗节点安装传感器,实时采集能源消耗数据;借助大数据分析技术,深入分析数据,找出能源浪费环节和节能潜力点。构建智能化能源管理平台,实现对全厂能源消耗的动态监控、分析预测和优化调度。比如,通过平台发现某机组在特定工况下能耗过高,可以及时调整运行参数,降低能源消耗。同时,利用数字化技术生成可视化的能源管理报告,为管理层决策提供科学依据^[1]。

4.2.2 运行调度的动态优化机制

结合电力市场需求预测模型,准确判断不同时段的电

力需求变化；根据实时电价信息，合理安排燃气发电机组的启停和负荷调节。电价高、电力需求大的时候，优先启动高效机组并提高负荷；电价低、需求低谷的时候，减少机组运行数量或降低负荷，避免能源浪费。建立灵活的运行调度规则，充分考虑机组的启停成本、燃料消耗、环保要求等因素，实现发电效率和经济效益最大化，同时提高电力供应的灵活性和可靠性。

4.2.3 环保管理监督的强化措施

建立环保风险预警系统，实时监测燃气发电厂的污染物排放、设备运行状态等，一旦排放异常或设备故障，系统立即发出预警并启动应急响应机制。完善污染物排放数据追溯机制，保证数据真实准确，方便环保部门监管和企业自查。加强环保设施的日常维护和定期检修，制定详细的维护计划和检修标准，建立环保设施运行台账，记录设备运行情况、维护时间和更换部件等信息，确保环保设施稳定运行，污染物持续达标排放。

4.3 产业协同创新

4.3.1 与新能源产业的融合模式探索

在项目规划阶段，燃气发电和风电、光伏统一布局，合理规划厂址和输电线路，避免重复建设和资源浪费。在电力调度方面，建立新能源与燃气发电的联合调度中心，根据新能源发电的实时出力情况，动态调整燃气机组的发电负荷，实现能源互补供应。在电网接入环节，共同研究新能源与燃气发电的并网技术，提高电网对间歇性电源的消纳能力。比如，在风光资源丰富但不稳定的地区，配套建设燃气调峰电站，保障区域电力稳定供应，推动能源结构向清洁低碳转型。

4.3.2 跨产业资源综合利用合作

燃气发电厂和化工企业合作，把发电过程中产生的余热用于化工生产的加热环节，降低化工企业的能源消耗；利用电厂排放的二氧化碳作为化工原料，生产尿素、甲醇等产品，实现二氧化碳资源化利用。和建筑产业合作，把余热用于区域供热，减少燃煤锅炉的使用，降低碳排放。通过推广这些成功合作案例，总结经验，制定跨产业资源综合利用的技术标准和合作规范，吸引更多企业参与，形成产业协同发展的良好局面，提高资源利用效率和企业经济效益。

4.3.3 产业联盟与协同创新平台建设

组建燃气发电相关产业联盟，汇聚发电企业、设备制造商、科研机构等多方力量，整合资源优势，共同攻克行业关键技术难题。搭建协同创新平台，为成员单位提供技术交流、成果转化、人才培养等服务。在平台上，企业可以发布技术需求，科研机构可以展示研发成果，促进产学研深度融合。通过产业联盟和协同创新平台，加强行业自律，规范市场秩序，推动燃气发电行业技术进步和产业升级，提升行业整体竞争力。

4.4 政策支持与引导

4.4.1 碳排放政策的细化与完善

明确燃气发电碳排放核算细则，统一核算方法和标准，避免企业在碳排放计算上出现模糊和差异。优化碳排放配额分配机制，综合考虑电厂的装机规模、技术水平、历史碳排放等因素，科学合理分配配额，激励企业主动减排。建立碳排放动态调整机制，根据行业发展和减排目标的变化，适时调整配额数量和分配方式。加强对碳排放数据的审核和监管，保证数据真实可靠，为碳排放权交易市场有效运行提供保障。

4.4.2 环保资金支持的精准投放

根据技术创新难度、环保效益、投资成本等因素，制定不同的补贴政策。对于CCUS等前沿技术研发和应用项目，给予高额补贴和税收优惠，降低企业研发和投资风险；对于成熟环保技术的推广应用，根据其减排效果和应用范围，给予适当补贴。建立环保资金使用绩效评估机制，对资金支持项目进行跟踪评估，确保资金使用达到预期的环保和经济效益，提高资金使用效率，引导企业加大环保投入。

4.4.3 产业政策的引导与激励

出台专项产业政策，鼓励企业开展绿色技术研发和设备升级改造。对采用先进环保技术和设备的企业，在项目审批、土地使用、信贷融资等方面给予优先支持。设立燃气发电绿色发展专项基金，用于支持行业关键技术攻关、示范项目建设和人才培养。加强产业政策宣传和解读，提高企业对政策的知晓度和理解度，引导社会资本向燃气发电绿色低碳领域投资，推动燃气发电行业向绿色、高效、可持续方向发展。

5 结语

在“双碳”目标的指引下，燃气发电厂既面临着严峻的环保挑战，也迎来了创新发展的机遇。通过分析燃气发电厂在能源体系中的现状与作用，明确了其在清洁低碳和高效灵活方面的优势，同时也深入探讨了碳排放、氮氧化物排放控制、能源利用效率提升及水资源消耗与处理等环保难题。针对这些挑战，从技术创新、管理创新、产业协同创新和政策支持引导等多维度提出了创新建议。未来，燃气发电厂需持续加大创新投入，积极探索绿色低碳发展路径，在保障能源供应安全的同时，为实现“双碳”目标贡献力量，推动能源行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 张轶群,陶彦,张仲玉.基于燃气发电的应急储能电源系统及其在照明领域的应用[J].中国照明电器,2024,(12):116-118.
- [2] 王星陈.新型燃烧技术的数值模拟[D].山东建筑大学,2020.
- [3] 徐小东.能源管理体系建立、实施及优化[J].中国氯碱,2024,(12):46-49+53.