

火力发电在能源转型中的应用与发展

孔维潮

新疆中泰化学阜康能源有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 火力发电, 在全球范围内, 是主导力量, 供应着大部分的能源。但碳排放问题和能源的转型需求, 已经使其处在了考验之中。面对此问题, 本篇文献目的, 设定在对火力发电在能源转型中的发展和应用进行详尽的剖析, 应运而生的方法则是对世界范围内火力发电发展的深度考察。结果证实, 火力发电在世界能源结构中的份额正在持续降低, 然而其稳定性和经济性的特性, 为其赢得了无法替代的地位。目光转向高效清洁火力发电技术, 新的发展机会已经显现。这些技术中, 超超临界火力发电技术、燃气轮机联合循环火力发电技术以及集成气化联合循环技术, 其显现的高效率和环保性格, 均为优质的代表。另外, 碳捕集、利用和封存技术的发展, 为火力发电碳减排提供了有力保障。本研究结果对于理解火力发电在能源转型中的角色和未来可能的发展趋势具有重要意义。

关键词: 火力发电; 能源转型; 高效清洁火力发电技术; 碳捕集; 能源稳定性

Application and Development of Thermal Power Generation in Energy Transition

Weichao Kong

Xinjiang Zhongtai Chemical Fukang Energy Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Thermal power generation is the dominant force globally, supplying the majority of energy. But the issue of carbon emissions and the demand for energy transformation have put it under test. In the face of this issue, the purpose of this literature is to provide a detailed analysis of the development and application of thermal power generation in energy transition, and the emerging method is to conduct a deep investigation of the development of thermal power generation worldwide. The results confirm that the share of thermal power generation in the world energy structure is continuously decreasing, but its stability and economic characteristics have earned it an irreplaceable position. The focus has shifted towards efficient and clean thermal power generation technology, and new development opportunities have emerged. Among these technologies, ultra supercritical thermal power generation technology, gas turbine combined cycle thermal power generation technology, and integrated gasification combined cycle technology, which demonstrate high efficiency and environmental friendliness, are all high-quality representatives. In addition, the development of carbon capture, utilization, and storage technologies provides strong guarantees for carbon reduction in thermal power generation. The results of this study are of great significance for understanding the role of thermal power generation in energy transition and potential future development trends.

Keywords: thermal power generation; energy transition; efficient and clean thermal power generation technology; carbon capture; energy stability

0 前言

火力发电, 既是全球能源供给的重要一环, 亦是应对尖锐的能源转型问题, 如碳排放降低和持续性能源开发等, 存在的一大难题。环保意识和气候变化顾虑日增, 国家们纷纷投入资源研究, 以此火力发电作为生命线般的能源来源, 其在此全球能源转型风潮中的地位和发展蓝图, 理应引起普遍的关注。火力发电有着稳定性和经济性的双重优势, 这使其在全球能源版图中维持着一席之地。至于在技术创新的大潮中, 火力发电亦有了创新的步伐, 应对能源转型带来的各种新式挑战。其中, 高效清洁火力发电技术、超超临界火力发电技术、燃气轮机联合循环火力发电技术和集成气化联合循环技术等, 都在环保和效率方面展示出巨大的潜力和优势。与此同时, 火力发电的碳捕集、利用和封存技术在环保

方面也有重要的贡献。因此, 论文的目的是深入分析火力发电在全球能源转型中的应用和发展, 并对其未来的发展趋势进行预测。

1 火力发电及其在全球能源结构中的地位

1.1 全球火力发电发展历程与现状

火力发电作为一种主要的电力生产方式, 其发展历程可以追溯到 19 世纪末^[1]。自从发明以来, 火力发电迅速成为全球电力供应的主力军, 尤其在 20 世纪中期工业化进程中起到了关键作用。随着技术的不断进步和电力需求的日益增长, 火力发电逐渐升级和演变, 从初期的蒸汽机技术, 到后来的燃煤和燃油火力发电, 再到现代的燃气轮机和超临界技术, 每一次技术革新都显著提升了发电效率和环保水平^[2]。

截至目前, 火力发电仍在全球能源结构中占据重要地

位。据国际能源署 (IEA) 统计, 尽管可再生能源的比例在逐步增加, 火力发电在全球电力供应中的比重仍占到 60% 以上。不同国家由于资源禀赋和经济发展阶段的差异, 对火力发电的依赖程度也有所不同。

新兴经济体如中国、印度仍大依赖火力发电, 大部分发达国家逐步减少火力发电, 选择清洁能源。火力发电现状亦不少挑战待解决, 特点为环保与气候变化。传统火力发电大量利用化石燃料, 因而产生二氧化碳、硫氧化物及氮氧化物等污染物, 对空气质量与群众健康产生影响。世界各地注重发展先进火力发电技术, 特别是能提高电力效率, 又能减少污染排放的技术。虽清洁能源受到日渐崇尚, 火力发电科技持续推动不止。近年来, 高效清洁燃煤技术、燃气结合循环以及碳捕集、利用与封存技术 (CCUS) 等一系列新技术的出现, 一方面缓解了环境压力, 另一方面也使火力发电具备了更高的经济性和可持续性, 从而在未来一段时间内仍将持续发挥重要作用。

火力发电不仅有着深远的发展历史和重要的经济地位, 还在现代技术革新的推动下展现出新的发展潜力, 在能源转型过程中继续扮演重要角色。

1.2 火力发电的经济性和稳定性分析

火力发电的经济性和稳定性在全球能源供应中具有重要意义。经济性方面, 火力发电以其相对低廉的建设和运营成本赢得市场青睐, 无论是在发电厂建设阶段, 还是在燃料采购及运维过程中, 都表现出较强的成本竞争力。尤其在一些资源丰富的国家和地区, 煤炭和天然气的充足供应使得火力发电的燃料成本相对较低, 进一步增强其经济优势^[1]。稳定性方面, 火力发电具有连续稳定的发电能力, 不受天气或季节变化的影响, 与某些间歇性可再生能源相比, 能够提供稳健的电力供应, 确保电网的稳定运行。火力发电技术的成熟性和商业化应用程度也促使其迅速响应电力需求的变化, 对于应对突发性电力短缺和维护电网平衡发挥着不可替代的作用。综合考虑经济性和稳定性, 火力发电在未来较长时间内仍将是全球电力结构中的重要组成部分, 即使在推进能源转型的大背景下, 也难以完全被替代。

1.3 火力发电在全球能源结构中的角色

火力发电在全球能源结构中依然扮演着重要角色, 尽管其比重正在逐步下降。火力发电的稳定性和高经济性使其在基荷电力供应中不可或缺, 在应对能源需求波动和供电稳定性方面表现尤为突出。在一些发展中国家, 火力发电仍是主要的电力供应形式, 满足了大量的工业和生活用电需求。高效清洁火力发电技术的发展, 进一步提升了火力发电的环保性能, 使其在低碳能源转型中具有重要地位。火力发电在全球能源结构中虽然面临挑战, 但其基础性地位难以替代。

2 面对能源转型的火力发电技术进步

2.1 高效清洁火力发电技术概述

高效清洁火力发电技术的应用与发展在能源转型中起

到了关键作用。随着全球对能源需求的持续增长和对环境保护要求的日益严格, 火力发电技术必须朝着高效和清洁的方向不断进步。高效清洁火力发电技术的目标在于提高能源转换效率, 降低温室气体和污染物的排放, 从而实现可持续发展的目标。

超超临界火力发电技术属于高效清洁火力发电技术的重要组成部分。此技术通过提高蒸汽参数, 尤其是高温和高压蒸汽条件下的运行, 显著提高了发电效率。超超临界机组的热效率可达 45% 以上, 远超传统亚临界和超临界机组。超超临界技术还能减少单位电能的燃料消耗量, 从而降低二氧化碳等温室气体的排放。得益于材料科学和工程技术的发展, 这一技术在多个国家得到广泛应用和推广。

燃气轮机联合循环 (Combined Cycle Gas Turbine, CCGT) 技术是另一个备受关注的高效清洁火力发电方案。该技术结合燃气轮机和蒸汽轮机的特点, 通过余热锅炉将燃气轮机的废热加以利用, 并通过蒸汽轮机进一步发电。与单一的燃气轮机或蒸汽轮机发电模式相比, 燃气轮机联合循环的综合效率可以达到 60% 甚至更高, 不仅大大提高了能源利用效率, 还显著减少了单位电能的碳排放, 被誉为最清洁的化石能源发电技术之一。

集成气化联合循环 (Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC) 技术则通过将煤炭等固体燃料气化成为合成气, 在燃气轮机中燃烧以发电。这一过程包括了气化、净化、燃气轮机发电和蒸汽轮机联合发电等多个步骤。IGCC 技术不仅能提升发电效率, 还便于污染物的集中控制和处理, 尤其是二氧化硫和氮氧化物的排放。与传统燃煤电厂相比, IGCC 电厂可以实现更低的污染物排放水平、较高的能源转换效率, 并具备潜在的碳捕集和封存能力。

高效清洁火力发电技术的发展仍面临若干挑战, 包括初始投资成本较高、技术复杂度大和设备维护要求高等。随着技术的不断进步和应用经验的积累, 这些问题正逐渐得到克服。全球各国政府和能源企业正在积极推动高效清洁火力发电技术的研发和应用, 通过政策激励和技术创新, 努力实现碳减排和能源结构优化的双重目标^[4]。这些技术的不断进步不仅有助于应对能源转型的挑战, 也为实现可持续发展提供了坚实的技术保障。

2.2 超超临界火力发电技术介绍与发展前景

超超临界火力发电技术作为现代火力发电技术的前沿代表, 主要通过提高锅炉及蒸汽参数的温度和压力来提升热效率。相比于常规火力发电技术, 超超临界技术具有显著的高效性和环保性。其核心在于将蒸汽温度提升到 600°C 以上, 压力达到 30MPa 以上, 从而使热电转换效率超过 45%。

目前, 超超临界火力发电技术在全球范围内已取得显著进展。多个国家在建设和投运超超临界电站方面积累了丰富的实践经验, 这不仅减少了二氧化碳排放, 还显著降低了单位电能的燃料消耗。典型代表包括德国、美国以及中国等

国,它们在该领域已经具备了领先的技术和设备研制能力。

展望未来,超超临界火力发电技术将继续向更加高效、安全的方向发展。技术革新主要集中在高温材料和锅炉设计上,以应对更高温度和压力带来的挑战。融合智能控制和数字化管理技术,可以进一步优化运行效率、降低维护成本,为实现绿色高效发电奠定基础^[5]。总体而言,超超临界火力发电技术在能源转型过程中具有广阔的发展前景,将在未来能源结构优化中发挥重要作用。

3 火力发电的碳减排模式与技术

3.1 火力发电的碳排放问题及其影响

火力发电作为全球主要的能源供应形式之一,碳排放问题已成为其面临的重大挑战。燃煤、燃气和燃油等传统火力发电方式,由于在燃烧过程中大量释放二氧化碳,无疑是全球温室气体排放的重要来源之一。根据国际能源署的数据,火力发电部门贡献了全球约 40% 的二氧化碳排放,这不仅加剧了气候变化问题,还对生态环境产生了深远的影响。

二氧化碳的过量排放导致了温室效应的增强,进而引发全球气候变暖,导致冰川融化、海平面上升以及极端气候事件的频发。火力发电过程中释放的二氧化硫、氮氧化物等污染物,也对人类健康和生态系统构成威胁。这些污染物在大气中与水蒸气反应,形成酸雨,侵蚀土壤和水体,损害植被和农作物。

面对这些问题,国际社会加快了对火力发电碳减排的研究和应用步伐。各国政府和相关机构纷纷出台政策解决火力发电造成的碳排放问题。例如,通过实施碳交易系统,引导电力行业逐步减少碳排放。在技术层面,高效清洁火力发电技术和碳捕集、利用和封存(CCUS)技术的发展成为实现火力发电低碳化的重要途径。尤其是 CCUS 技术的应用,不仅能够有效减少二氧化碳排放,还能够将捕集的二氧化碳加以利用,如用于石油采收加密和制造化工产品。

火力发电所产生的碳排放问题及其影响需要通过多层次的手段来应对和缓解。技术创新、政策支持以及国际合作的紧密结合,是实现火力发电行业可持续发展的关键路径。通过持续推进高效清洁发电技术和碳捕集技术,不但为火力发电的低碳化转型提供了科学的解决方案,也有助于实现全球气候目标的达成。

3.2 碳捕集利用和封存技术的发展

碳捕集、利用和封存技术(Carbon Capture, Utilization, and Storage, CCUS)在火力发电的碳减排中扮演着关键角色。这项技术通过捕集燃烧过程中产生的二氧化碳,减少温室气体的排放,并以多种形式加以利用或永久封存,以实现环境保护和经济效益的双重目标。

当前,CCUS 技术主要包括预燃烧捕集、燃烧中捕集和后燃烧捕集三种形式。预燃烧捕集通过燃料转化过程捕集

二氧化碳,适用于煤炭气化发电;燃烧中捕集通过化学吸收或膜分离等手段,直接在燃烧过程中分离二氧化碳;后燃烧捕集则在燃烧后通过溶剂吸收、物理吸附或冷凝分离等技术将二氧化碳从烟气中分离出来。

在利用方面,捕集到的二氧化碳可用于制造化工产品、增强油气开采、合成燃料等。封存技术则主要应用于将二氧化碳注入地下深层地质构造中,如废弃油气田、深层盐水层等,实现长期封存。

近年来,CCUS 技术的研究和应用不断取得重大进展。例如,先进的溶剂吸收材料和膜分离技术的开发显著提高了捕集效率,并降低了能耗和成本。创新的地质封存方法提升了封存的可靠性与安全性,为火力发电行业的碳减排提供了坚实技术支撑。

通过不断优化和突破,CCUS 技术不仅增强了火力发电的环境友好性,还为全球应对气候变化的努力贡献了重要力量。

3.3 火力发电碳减排的战略和实践

火力发电碳减排的战略和实践主要包含优化燃料使用、提高燃烧效率、实施碳捕集利用与封存(CCUS)技术,以及推进低碳能源替代等多方面措施,通过技术创新与政策支持实现可持续发展目标。

4 结语

通过对全球火力发电发展现状的深度分析,本研究说明了尽管火力发电在全球能源结构中的比重正在逐步下降,但其稳定性和经济性的优势使其在能源转型中扮演着重要角色。高效清洁火力发电技术的发展,如超超临界火力发电技术、燃气轮机联合循环火力发电技术和集成气化联合循环技术等,以及碳捕集、利用和封存技术,都为火力发电的发展提供了新的可能性与方向。然而,我们必须认识到,尽管当前的火力发电技术有显著提高,但仍然面临着潜在的环境和可持续性挑战。因此,进一步优化火力发电技术,提高环保和经济效率,实现低碳化发展,将是未来火力发电研究的主要方向。这不仅有助于适应全球能源转型的需要,也将对保障全球能源供应安全,促进经济持续稳定发展产生重要影响。

参考文献:

- [1] 袁高亮.新能源发电技术在火力发电厂中的应用[J].光源与照明,2021(3):116-117.
- [2] 周鹏程,叶嘉雯.火力发电与新能源发电协同发展模型研究[J].山东电力技术,2020,47(9):14-19.
- [3] 张防存,王涛,王帅鹏.火力发电低碳转型发展研究[J].中国科技投资,2022(31):72-74.
- [4] 肖黛丝.火力发电行业能源审计研究[J].经营者,2019,33(22):217.
- [5] 冯楠楠,胡锋超.新能源发电技术在火力发电厂的应用研究[J].电子乐园,2021(1):237.