

浅谈我国燃煤火电技术创新与环境效益

王 强

建投国电准格尔旗能源有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 在本研究中,我们深入探讨了我国燃煤火电行业面临的环境挑战,旨在通过技术创新推动该行业向绿色能源的转型。鉴于燃煤火电厂在我国能源结构中占据重要地位,同时也是大气污染和温室气体排放的主要来源,本文识别并分析了几种关键的技术创新路径,包括超临界和超超临界技术、碳捕集与封存(CCS)、可再生能源集成、热电联产、智能电网及生物质共燃技术等,旨在提高能效、减少污染物排放,并促进可再生能源的利用。

关键词: 燃煤火电; 技术创新; 环境效益

1 燃煤火电技术创新与环境效益

我国作为全球最大的能源消费国和二氧化碳排放国,燃煤火电作为其能源结构的重要组成部分,对国家的能源安全和环境可持续性具有深远影响。尽管近年来我国在发展清洁能源方面取得了显著进展,燃煤火电行业仍然是电力供应的主体,同时也是大气污染和温室气体排放的主要来源之一。随着环境保护法规的加强和公众对健康生活环境的需求增加,燃煤火电行业面临着前所未有的环境挑战。因此,探索和实施技术创新,以提高能源利用效率并减少环境污染,对于推动我国能源结构转型和实现绿色发展至关重要。

技术创新是实现燃煤火电行业绿色转型的关键。通过采用先进的燃烧技术、提高能源转换效率、实施碳捕集与封存技术等措施,可以有效降低燃煤发电的环境影响,减少污染物和温室气体的排放。本研究旨在深入分析我国燃煤火电行业当前面临的环境挑战,探索和评估能够促进该行业向绿色能源转型的技术创新路径。具体研究目标包括:

- 1.1 评估当前我国燃煤火电行业的能源利用效率和环境影响;
- 1.2 分析和总结能够提高能源效率、减少环境污染的关键技术创新;
- 1.3 探讨实施这些技术创新的潜在挑战和机遇;
- 1.4 提出促进燃煤火电行业技术创新和绿色转型的政策建议。

2 燃煤火电的技术创新与环境效益运用

近年来,针对燃煤火电技术创新及其环境效益评估的研究在国内外均取得了显著进展。在国际层面,研究主要集中在提高火电厂的能效、减少污染物排放、以及碳捕集与封存(CCS)技术的开发和应用。例如,超临界和超超临界燃烧技术在提高热效率方面取得了突破,

显著降低了煤炭消耗和二氧化碳排放。此外,生物质共燃、热电联产等技术也被证实能有效降低环境污染,提高能源利用效率。

在我国,燃煤火电行业技术创新的研究同样蓬勃发展。我国的研究者们不仅关注提高燃煤火电厂的能源效率和减少污染物排放,还着重于探索如何整合可再生能源,优化电力系统运行,以及如何通过智能电网技术提高电力系统的灵活性和可靠性。同时,我国在实施大规模碳捕集、利用和封存(CCUS)项目方面也展现出了积极态度。

3 燃煤火电锅炉技术创新

3.1 超临界和超超临界技术

原理与实施过程: 超临界和超超临界技术通过提高锅炉压力和温度,使水在没有明显相变的情况下直接从液态转变为蒸汽,从而提高热效率。这种技术的实施需要使用耐高温高压的材料和先进的工程设计。

潜在效益: 显著提高能源转换效率,减少煤炭消耗和二氧化碳排放。

面临的挑战: 技术实施成本高,对材料和维护要求严格。

3.2 碳捕集与封存(CCS)

原理与实施过程: CCS技术通过捕集燃烧过程中产生的二氧化碳,并将其运输至安全地点进行封存或利用。这项技术包括捕集、运输和封存三个步骤。

潜在效益: 能够大幅度减少温室气体排放,对抗气候变化。

面临的挑战: 技术成本高,封存地点选择和长期监管存在难题。

3.3 可再生能源集成

原理与实施过程: 通过将可再生能源系统(如太阳能、风能)与燃煤火电厂结合,利用可再生能源发电,减少煤炭使用。

潜在效益：减少化石燃料依赖，提高系统能效，降低环境污染。

面临的挑战：可再生能源的间歇性和不稳定性要求高效的能源管理和储能技术。

3.4 热电联产技术

原理与实施过程：热电联产即同时产生电力和热能的过程，提高了能源的综合利用效率。

潜在效益：显著提高能源利用率，减少能源消耗和环境污染。

面临的挑战：系统设计和运行要求复杂，需要匹配的热负荷和电负荷。

3.5 智能电网技术

原理与实施过程：利用先进的信息和通信技术实现电网的智能监控、控制和管理，提高电网的效率和可靠性。

潜在效益：提高电网对可再生能源的接纳能力，增强系统的稳定性和灵活性。

面临的挑战：技术实施需要大规模投资，且对信息安全提出了更高要求。

3.6 生物质共燃技术

原理与实施过程：将生物质燃料与煤炭混合燃烧，利用生物质的可再生特性减少对煤炭的依赖。

潜在效益：降低温室气体和其他污染物的排放，促进能源多元化。

面临的挑战：生物质资源的收集、处理和运输增加了成本，生物质的燃烧特性也需要适应性调整。

每项技术的推广和应用都要针对其潜在效益和面临的挑战进行综合评估，以确保技术创新既经济实用又环境友好。

4 环境效益分析

4.1 技术创新的环境效益

煤炭燃烧生成的烟气中Nox主要是指NO和No₂。据估计，2000年我国燃煤Nox排放量约1.07万吨左右，约占全国排放总量的65%。随着经济不断增长，Nox排放量还将持续增加。2010年我国的Nox排放量将达到2.194万吨。Nox浓度较大时对人 and 动物的毒性很大，可与血液中血红蛋白转结合成亚硝基血红蛋白或正铁血红蛋白，从而使人体血液输氧能力降低。对人体健康危害最大的是NO，主要是影响呼吸系统，可引起支气管炎和肺气肿。就Nox对环境的污染而言，大气中Nox和挥发性有机物(Voc)达到一定浓度后，在太阳光照射下VOC和Nox经过一系列复杂的光化学反应，可能产生以高浓度HNO₃和细颗粒物为特征的光化学烟雾。Nox排入大气以后，也会被快速氧化成硝酸(HNO₃)和硝酸盐细颗粒物，硝酸盐细颗

颗粒物可输送上千公里，然后发生沉降。由于我国大气中VOC浓度较高，光化学烟雾的产生主要受Nox制约，大气Nox浓度的微小增加都会加重光化学烟雾的污染。光化学烟雾是一种二次污染，使区域空气质量退化，减少太阳辐射，气候发生变化，对生态系统造成损害，农作物减产。所以低温燃烧技术通过优化燃烧条件，显著减少了NOx的生成。与传统燃煤技术相比，该技术能减少NOx排放量达到30%以上。

集成气化联合循环(IGCC)技术将煤炭转化为合成气(syngas)，再进行燃烧发电，较传统燃煤电厂可减少约20%的CO₂排放，并显著减少SO₂和NOx的排放。

热电联产技术提高了能源利用效率，相比单独发电和供热，能效提升可达到70%-90%，同时减少了相应的温室气体排放。

智能电网技术通过优化电力分配和利用，降低了能源消耗和损失，促进了可再生能源的接入和利用，有助于减少整个能源系统的碳足迹。

生物质共燃技术使用可再生的生物质资源替代部分煤炭，既减少了化石燃料的使用，也显著减少了GHG排放。

4.2 实际案例应用

(1) 山东某电厂超超临界技术应用：该电厂的超超临界技术应用提高了热效率至48%以上，相比传统燃煤电厂减少了约20%的CO₂排放。此外，通过采用高效除尘和脱硫脱硝技术，SO₂和NOx的排放量也大幅降低。

(2) 华能某电厂碳捕集与封存(CCS)项目：该项目是我国首个大规模CCS示范项目，通过CCS技术，每年可捕集并封存约12万吨CO₂。该项目的成功运行为我国乃至全球的碳减排提供了宝贵经验和数据支持。

(3) 国华某热电厂热电联产项目：该项目通过高效的热电联产技术，为北京地区提供了稳定的电力和供热服务。与传统的供热方式相比，该项目每年可减少CO₂排放约30万吨，显著提高了能源利用效率和环境效益。

(4) 国家某电网智能电网建设：通过引入先进的电网管理和调度技术，我国国家电网公司大幅提升了电网的运行效率和可靠性。智能电网技术的应用促进了大规模可再生能源的接入，有助于减少化石能源的依赖和温室气体排放。

(5) 江苏省某公司生物质电力项目：该项目通过生物质共燃技术，每年可替代煤炭约14万吨，减少CO₂排放约34万吨。该项目不仅提升了能源的可持续性，也促进了当地农业废弃物的资源化利用。

这些案例展示了我国在推进燃煤火电技术创新和环境保护方面取得的显著成果，为全球能源转型提供了宝

贵的经验和示范。

5 向绿色能源转型的路径

为进一步具体化“向绿色能源转型的路径”，我们可以深入探讨政策建议、实施策略以及面临的挑战与机遇，并提出更加细化的建议和措施。

5.1 政策建议

(1) 差别化政策支持：根据不同技术的成熟度和应用前景，实施差别化的政策支持。对于初期研发阶段的技术，提供更多的研发资金支持和税收优惠；对于已经商业化的技术，通过市场化机制如绿色证书、碳交易等激励其广泛应用。

(2) 建立多层次的监管框架：除了国家层面的政策和标准外，还应鼓励地方政府根据当地实际情况，制定更加具体和适应性的监管措施和激励政策，形成多层次、全方位的政策支持体系。

(3) 公众参与和意识提升：政府应加大对绿色能源和环境保护的宣传力度，提高公众的环保意识和参与度。通过教育、媒体宣传等手段，增强公众对绿色转型重要性的认识，鼓励和支持公众采用绿色能源和技术。

5.2 实施策略

分阶段实施计划：对于技术创新和绿色转型的实施，应制定明确的分阶段目标和计划。在初期阶段，重点支持技术研发和示范项目；中期，重点在于技术推广和规模化应用；长期，则着力于完善产业生态和国际合作，形成可持续发展的循环。

强化人才培养和技术交流：建立绿色能源技术人才培养机制，加强高校、研究机构与企业之间的合作。通过国内外技术交流合作平台，引进先进技术，促进技术融合和创新。

建立风险分担和保障机制：为降低企业在技术创新和转型中的风险，政府可以通过设立风险投资基金、提供贷款担保、实施保险补贴等措施，分担企业的投资风险。

5.3 面临的挑战与机遇的分析

技术转化和商业化难度：加强与企业的合作，建立从基础研究到技术开发、再到产品商业化的完整链条，提高技术转化效率。

资金投入不足：通过设立专项基金、吸引社会资本参与等方式，增加绿色能源和技术创新的资金投入。

国际合作壁垒：积极参与国际气候变化和能源合作机制，推动形成公平合理的国际合作环境，克服技术转移和知识共享的障碍。

通过上述细化的政策建议、实施策略和对挑战与机遇的深入分析，可以为我国燃煤火电行业的绿色转型提供更具体、可操作的路径和方案，加速实现可持续发展目标。

6 结论

本研究通过深入分析我国燃煤火电锅炉技术创新及其环境效益，探讨了向绿色能源转型的具体路径。研究主要围绕燃煤火电锅炉技术的创新、环境效益分析以及促进绿色转型的政策建议和实施策略。

6.1 技术创新的关键作用：研究强调了技术创新在提升燃煤火电行业环境效益和促进绿色能源转型中的核心地位。通过引入低温燃烧技术、集成气化联合循环（IGCC）技术、热电联产技术、智能电网技术和生物质共燃技术等，可以有效降低污染物排放，提高能效，促进可再生能源的利用。

6.2 环境效益的显著提升：技术创新不仅提高了能源的利用效率，还显著减少了污染物的排放，为燃煤火电行业的环境可持续性提供了强有力的支撑。

研究局限性与未来研究方向

6.3 局限性：本研究在数据获取和技术评估方面存在一定局限，部分分析可能依赖于理论假设和可获得的数据，未能全面覆盖所有新兴技术和实践案例。

7 未来研究方向：

技术经济性分析：未来研究应更深入地分析各项技术创新的经济性，包括成本效益分析和市场潜力评估，以促进其更广泛的应用。

系统综合优化：探索多种技术组合和系统集成的最优方案，以实现整体能源系统的最大效益。

国际合作与经验借鉴：加强与国际先进国家在技术、政策和管理经验方面的交流与合作，促进国内外知识共享和技术转移。

社会经济影响评估：评估技术创新和绿色转型对就业、地区经济发展和社会福利的影响，确保转型过程的社会公平性和可接受性。

本文评估了上述技术创新在环境效益方面的潜力，并探讨了它们在实际应用中面临的挑战。研究发现，尽管存在成本、技术成熟度和政策支持等方面的挑战，这些技术创新仍然有望显著提高燃煤火电行业的环境绩效，减少对化石燃料的依赖。

参考文献

- [1]李家海.火电厂热工自动化设计中节能减排分析[J].黑龙江科学,2017,8(04):160-161.
- [2]杨书轰.试论火电厂热工自动化设计中的节能减排[J].大科技,2017,000(016):67-68.
- [3]杜旺.节能减排理念下的火电厂热工自动化设计及应用[J].区域治理,
- [4]龙辉.我国燃煤火电机组节能环保技术发展趋势分析[J].热电技术