

低碳背景下火力发电电气自动化控制技术研究

张乐蒙

国家能源集团国电电力廊坊热电厂 河北 廊坊 065000

摘要: 本文全面探讨了低碳背景下火力发电电气自动化控制技术的发展现状与应用前景。阐述了该技术如何通过高效、精准的智能控制,实现火力发电过程的优化与低碳排放。分析行业现状、关键技术趋势及应用案例,重点探讨优化控制系统、智能控制技术引入及新能源辅助发电等策略,为火力发电行业的低碳转型提供理论支撑与实践路径。

关键词: 低碳背景下;火力发电;电气自动化控制技术

1 低碳背景下火力发电电气自动化控制技术概述

在低碳背景下,火力发电电气自动化控制技术的快速发展成为推动行业绿色转型的关键力量。该技术通过集成现代信息技术、计算机技术及先进的自动化控制策略,实现了火力发电过程的高效、精准与智能化管理。在火力发电厂中,电气自动化控制技术不仅可实时监测与调控各生产环节的运行参数,如煤炭燃烧、蒸汽压力、温度及排放指标等,确保发电过程在最优工况下运行,从而提升发电效率,减少能耗与碳排放。另外,该技术还具备强大的数据处理与分析能力,能够收集并分析海量生产数据,挖掘潜在问题,为优化控制策略提供科学依据。通过预设的自动化控制逻辑与算法,系统能够快速响应生产过程中的各种变化,自动调节控制参数,确保发电过程稳定、安全且环保^[1]。在低碳背景下,火力发电电气自动化控制技术进一步向智能化、集成化方向发展,通过引入人工智能、大数据、云计算等前沿技术,实现发电过程的深度优化与智能决策,为火力发电行业的可持续发展奠定坚实基础。

2 低碳背景下火力发电行业现状分析

在低碳背景下,火力发电行业现状分析呈现出复杂而多元的态势。一方面,火力发电作为我国电力供应的主力军,仍承担着重要的能源保障作用。然而,随着全球对气候变化的关注和环保要求的提高,火力发电行业面临着前所未有的挑战。当前,火力发电行业正积极推进低碳转型,通过技术创新和设备升级来降低碳排放。超超临界、高效煤粉燃烧等先进技术的应用,使火电机组的热效率大幅提升,污染物排放显著减少。同时,煤炭清洁化技术如煤炭洗选、烟气脱硫、脱硝等的推广,也有效降低火力发电的环境影响。火力发电行业低碳转型之路仍充满挑战;煤炭作为主要燃料,其燃烧产生的碳排放仍是行业面临的主要问题;部分企业在技术创新和环保投入方面仍存在不足,影响低碳转型的进程;随

着新能源的快速发展,火力发电在电力结构中的比重可能会逐渐下降,但也需确保电力系统的安全稳定运行。

3 火力发电电气自动化控制技术与低碳发电的关键技术研究

3.1 火力发电电气自动化控制技术的发展趋势

随着科技的进步和低碳环保理念的深入人心,火力发电电气自动化控制技术的发展趋势日益明确。第一,智能化将是未来发展的核心方向,通过引入人工智能、大数据分析等技术,实现发电过程的智能决策、优化控制,提高系统的自适应能力和故障预警能力^[2]。第二,集成化将推动各控制子系统的无缝连接,形成更加统一、高效的自动化控制系统,简化操作流程,提升整体性能。第三,绿色化也是不可忽视的趋势,电气自动化控制技术将与节能减排技术深度融合,推动火力发电向低碳、环保方向迈进。未来,火力发电电气自动化控制技术将更加注重高效、智能、绿色三大目标的协同发展。

3.2 低碳发电环境下的电气控制技术需求

在低碳发电环境下,电气控制技术面临着新的需求与挑战。需要提高发电效率,减少能源消耗,以降低碳排放;这要求电气控制系统具备更精准的控制能力和更高的响应速度,能够根据实时数据动态调整控制策略,确保发电过程在最优工况下运行;加强污染物的排放控制也是关键需求之一,电气控制技术需要与脱硫、脱硝等环保技术相结合,实现对排放物的有效监测和治理。随着新能源的不断发展,电气控制技术还需具备与可再生能源的兼容性和互补性,促进多种能源形式的优化组合和高效利用。

3.3 关键技术研究与应用案例分析

在火力发电电气自动化控制技术与低碳发电的关键技术研究中,多项技术成为焦点。例如,智能优化控制技术通过引入先进的算法和模型,实现对发电过程的智能化优化,提高发电效率和环保性能。某大型火力发

电厂成功应用智能优化控制系统，实现对锅炉燃烧、蒸汽参数等关键环节的精准控制，有效降低煤耗和污染物排放；分布式控制系统（DCS）作为电气自动化控制技术的核心平台之一，通过集成多种控制功能和实时数据库，实现发电过程的集中监控和分布式管理。某电厂通过升级DCS系统，提高了系统的可靠性和稳定性，为低碳发电提供了有力的技术支撑。

在低碳发电领域，碳捕集与封存（CCS）技术也是一项关键技术。该技术通过捕捉发电过程中产生的二氧化碳，并将其封存于地下或其他安全地点，从而减少碳排放。某火力发电厂结合电气自动化控制技术，开发智能化碳捕集系统，实现对二氧化碳的高效捕捉和稳定输送，为低碳发电提供新的解决方案。

4 低碳背景下火力发电电气自动化控制技术的优化与创新

4.1 优化火力发电控制系统，提高效率

在低碳经济的全球趋势下，优化火力发电控制系统，提升发电效率成为火力发电行业实现低碳转型的重要途径。电气自动化控制技术作为提升发电效率的关键工具，其优化工作显得尤为重要。（1）深入剖析现有火力发电控制系统的瓶颈与不足是优化的基础。传统的火力发电控制系统往往存在响应速度慢、控制精度低、维护成本高等问题，这些问题直接制约了发电效率的提升。针对这些问题，可以采用先进的算法与模型对控制系统进行重构与升级。例如，引入自适应控制、预测控制等现代控制理论，结合大数据分析技术，实现对发电过程的实时监测与精准控制。通过算法的优化，不仅可以提高控制系统的响应速度和控制精度，还能有效预测并解决潜在的运行问题，从而降低故障率，提升发电效率^[1]。（2）对火力发电控制系统的硬件设备进行升级改造也是提高效率的关键。随着科技的进步，新型的传感器、执行器、控制器等硬件设备不断涌现，这些设备具有更高的精度、更强的稳定性和更低的能耗。将这些新型硬件设备应用于火力发电控制系统中，可以进一步提升系统的控制性能和稳定性，降低能源消耗，提高发电效率。（3）优化火力发电控制系统还需注重系统集成与协同。火力发电过程涉及多个子系统和环节，各子系统之间的协同运作对于提高发电效率至关重要。因此，在优化过程中应充分考虑各子系统之间的接口与协调机制，通过系统集成技术实现各子系统之间的无缝对接与高效协同。这样不仅可以提高整个系统的运行效率，还能降低维护成本，提高系统的可靠性。

4.2 探索新型智能控制在火力发电中的应用

随着人工智能、大数据等技术的快速发展，新型智能控制在火力发电中的应用前景广阔。通过将人工智能技术融入电气自动化控制系统中，可以实现对发电过程的智能化决策与优化控制。例如，利用深度学习算法对发电过程中的大量数据进行挖掘与分析，可以发现隐藏的运行规律与问题根源，为控制策略的制定提供科学依据；通过构建智能预测模型，可以实现对未来发电工况的精准预测，为控制系统提前做好准备；人工智能技术还可以应用于火力发电的故障诊断与预警系统中，通过实时监测与智能分析及时发现潜在问题并采取有效措施予以解决。

在火力发电过程中会产生大量的数据资源这些数据中蕴含着丰富的运行信息与价值。通过大数据技术对这些数据进行收集、整理、分析与挖掘可以发现其中的规律与模式为控制系统的优化提供数据支撑。例如可以利用大数据技术对发电过程中的负荷变化、煤质变化等因素进行综合分析预测未来的发电需求并制定相应的调度计划以确保发电过程的平稳运行。随着物联网技术的快速发展越来越多的新型传感器与执行器被应用于火力发电过程中。这些设备具有更高的精度、更强的稳定性以及更低的能耗能够实时准确地采集和传输发电过程中的各种信息为智能控制技术的应用提供可靠的数据来源。

4.3 利用新能源技术辅助火力发电，降低碳排放

通过新能源与火力发电的互补与协同可以实现能源的高效利用与低碳排放。首先风能与太阳能作为清洁、可再生的能源形式在辅助火力发电方面具有显著优势；在风力资源丰富或太阳能充足的地区可以建设风电场或光伏电站将产生的电能并入电网为火力发电提供辅助能源。这样不仅可以减少火力发电对煤炭等化石能源的依赖降低碳排放还可以提高电网的稳定性和可靠性。其次储能技术也是辅助火力发电降低碳排放的重要手段之一；储能技术可以将风电、光伏等新能源产生的电能进行储存并在需要时释放出来为电网提供稳定的电力供应。通过与储能技术的结合火力发电可以根据电网的需求灵活调整发电量减少不必要的浪费和排放。另外分布式能源系统也是降低碳排放的有效方案之一；分布式能源系统是指将发电设备直接安装在用户附近实现电能的分布式生产和就地利用。在火力发电厂周边建设分布式能源系统可以利用余热、余压等资源进行发电和供热为周边用户提供清洁能源服务。这样不仅可以降低电网的输电损耗还可以提高能源的综合利用效率降低碳排放。

5 实践案例分析与应用

5.1 火力发电厂实施低碳控制技术的案例分析

以某大型火力发电厂为例,该厂积极响应国家低碳减排政策,通过实施一系列低碳控制技术,实现显著的节能降耗和减排效果。(1)对发电控制系统进行了全面升级,引入先进的电气自动化控制技术。通过引入智能优化控制算法,结合大数据分析平台,实现对发电过程的精准控制和实时优化。这一升级不仅提高机组的运行效率,还大大降低能耗和排放。(2)积极探索并应用新型燃烧技术和煤炭清洁化技术。通过改进燃烧器的设计,采用低氮燃烧技术,有效降低氮氧化物的排放;引入高效的煤炭洗选和脱硫脱硝装置,进一步减少二氧化硫、氮氧化物等污染物的排放^[4]。(3)充分利用新能源技术,在厂区内建设风电场和光伏电站,将产生的清洁电能并入电网,为火力发电提供辅助能源;建设储能系统,对新能源发电进行储存和调节,确保电网的稳定性和可靠性。通过上述措施的实施,该火力发电厂不仅实现显著的低碳减排效果,还提高经济效益和社会效益。这一案例为其他火力发电厂提供宝贵的经验和借鉴。

5.2 低碳背景下电气自动化控制技术在火力发电中的实际应用

在低碳背景下,电气自动化控制技术在火力发电中的实际应用日益广泛。该技术不仅提高发电效率,还降低能耗和排放,为实现低碳发电提供有力支持。在实际应用中,电气自动化控制技术主要用于火力发电的各个环节,包括煤炭输送、燃烧控制、蒸汽发电、烟气处理等。通过引入先进的传感器和执行器,实现对发电过程的实时监测和精准控制。同时,结合智能控制算法和大数据分析平台,对发电过程进行实时优化和调整,确保机组在最优工况下运行。例如,在煤炭输送过程中,电气自动化控制技术可以实现对煤炭流量、粒度等参数

的实时监测和自动调节,确保煤炭的稳定供应和高效利用。在燃烧控制方面,通过引入智能优化控制算法和先进的燃烧技术,实现对锅炉燃烧过程的精准控制和优化调整,提高了燃烧效率和热效率。在烟气处理方面,电气自动化控制技术可以实时监测烟气中的污染物浓度,并自动调节脱硫脱硝装置的运行参数,确保排放达标。这些实际应用不仅提高火力发电的效率和环保性能,还降低运行成本和维护成本;也为火力发电行业的低碳转型和可持续发展提供有力支持。

结束语

综上所述,火力发电电气自动化控制技术在低碳背景下展现出了巨大的发展潜力与应用价值。随着技术的不断创新与优化,火力发电行业将实现更高效、环保的能源转换过程。未来,应持续推动智能化、绿色化技术的发展,加强新能源与火力发电的协同互补,共同促进电力行业的低碳转型与可持续发展。

参考文献

- [1]孟国玉.低碳背景下火力发电电气自动化控制技术[J].电气传动自动化,2024,46(2):15-18.DOI:10.3969/j.issn.1005-7277.2024.02.004.
- [2]孔令燕,王愈凌.智能化技术在电气工程自动化控制中的相关应用[J].南方农机.2021,(10).DOI:10.3969/j.issn.1672-3872.2021.10.072.
- [3]於伟.智能化技术在电气工程自动化控制中的应用策略研究[J].科学技术创新.2021,(21).DOI:10.3969/j.issn.1673-1328.2021.21.005.
- [4]肖翔.电子技术的优势及其在电气工程自动化控制中的应用[J].现代工业经济和信息化.2021,(8).DOI:10.16525/j.cnki.14-1362/n.2021.08.52.