

基于“双碳”目标视角的新型电力系统创新探索

秦文杰

内蒙古电力(集团)有限责任公司鄂尔多斯供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 基于“双碳”目标视角,新型电力系统的创新探索聚焦于清洁能源发电、智能电网技术、储能系统优化及需求侧响应等多个维度。本文深入剖析了清洁能源的高效利用、智能电网的灵活调度、储能技术的突破进展以及虚拟电厂与需求侧管理的融合实践,旨在构建低碳、高效、安全、稳定的新型电力系统。通过技术创新与模式变革,推动能源结构绿色转型,助力“双碳”目标实现,为经济社会的可持续发展奠定坚实基础。

关键词: “双碳”; 新型电力系统; 创新探索

1 “双碳”目标与新型电力系统的理论基础

1.1 “双碳”目标的内涵

“双碳”目标,即碳达峰与碳中和目标,是中国共产党为应对全球气候变化、推动绿色低碳发展而提出的重大战略决策。碳达峰是指在某一时间点,碳排放量达到历史峰值后不再增加并逐步减少的趋势;碳中和则是指通过节能减排、植树造林、碳捕捉和利用等技术手段,抵消自身产生的二氧化碳排放量,实现二氧化碳“零排放”。这两个目标共同构成了我国应对气候变化的长期战略框架,旨在推动经济社会全面绿色转型,促进人与自然和谐共生。

1.2 新型电力系统的定义

新型电力系统是指在传统电力系统基础上,通过技术创新和模式变革,实现能源结构绿色化、运行方式智能化、供需关系互动化的一种现代化电力体系。它强调清洁能源的高比例接入、智能电网的广泛应用、储能技术的突破应用以及需求侧响应机制的建立,旨在构建一个低碳、高效、安全、稳定的新型电力系统,以适应能源转型和经济社会发展的新需求。

1.3 新型电力系统与“双碳”目标的关联

新型电力系统的构建与“双碳”目标的实现紧密相连。一方面,新型电力系统的建设是实现“双碳”目标的关键路径。通过推动清洁能源的广泛应用、智能电网的灵活调度、储能技术的突破进展以及需求侧响应机制的完善,新型电力系统能够显著降低碳排放强度,促进能源结构的绿色转型^[1]。另一方面,“双碳”目标的提出也为新型电力系统的建设指明了方向。在“双碳”目标的引领下,新型电力系统需要更加注重能源的高效利用和低碳排放,推动技术创新和模式变革,以适应能源转型和经济社会发展的新要求。新型电力系统与“双碳”目标相互促进、相辅相成,共同推动中国能源体系的绿

色转型和可持续发展。

2 基于“双碳”目标的新型电力系统创新探索

2.1 清洁能源发电技术

在“双碳”目标的引领下,清洁能源发电技术成为新型电力系统创新探索的重要方向。风能发电技术近年来取得了显著进展。风力发电效率的提升依赖于更先进的风力发电机组设计,如更大的转子直径、更高的塔架以及更智能的控制系统。这些创新不仅提高单机容量,还增强风能在低风速地区的适用性,使得风能资源得到更广泛的开发利用。海上风电作为风能发电的新领域,正通过技术创新克服深海作业、防腐防蚀等挑战,展现出巨大的发展潜力。太阳能发电技术同样日新月异,光伏技术的进步,特别是高效光伏电池的研发,如PERC、HJT、TOPCon等,大幅提高了光电转换效率,降低了发电成本。太阳能跟踪系统和智能运维技术的应用,进一步提升了光伏电站的发电量和运维效率。光热发电作为太阳能利用的另一种形式,通过集热、储热和发电技术的融合,实现了连续稳定的电力输出,为太阳能发电提供了重要补充。水能发电作为成熟的清洁能源技术,其创新主要体现在水电站的智能化改造和水泵蓄能电站的建设上。智能化改造通过引入物联网、大数据、人工智能等技术,提高了水电站的运行效率和安全性,降低了运维成本。水泵蓄能电站则利用电网低谷时段的多余电力驱动水泵抽水至上水库,在电网高峰时段放水发电,实现电能的时空转移和高效利用。生物质能发电技术虽然起步较晚,但其在处理农业废弃物、城市垃圾等方面具有独特优势。通过厌氧消化、气化、燃烧等技术手段,生物质能被转化为电能或热能,不仅解决废弃物处理问题,还实现了能源的循环利用。

2.2 智能电网技术

智能电网技术是新型电力系统创新探索的核心。在

发电侧,智能电网通过分布式能源管理系统,实现对分布式电源(如屋顶光伏、小型风电)的实时监测、优化调度和故障预警,提高了清洁能源的发电效率和电网的稳定性。在输电侧,智能电网利用高级量测技术、广域测量系统和自适应保护技术,实现对输电线路状态的实时监测和故障快速定位,提高输电网络的可靠性和安全性^[2]。在配电侧,智能电网通过微电网和主动配电网技术,实现对局部电网的灵活控制和优化运行。微电网作为小型电力系统,能够在主电网故障时独立运行,保障关键负荷的供电。主动配电网则通过集成可再生能源、储能设备和需求响应资源,实现了对配电网的智能调度和优化配置。在用电侧,智能电网通过智能电表、智能家居系统和需求响应机制,实现对用户用电行为的实时监测和智能管理。智能电表能够精确计量用户的用电量,为用户提供详细的用电信息和节能建议。智能家居系统则通过集成各种智能设备,实现对家庭用电的自动化控制和优化调度。需求响应机制则通过价格信号或激励机制,引导用户调整用电行为,参与电网的调峰填谷和平衡供需。

2.3 储能技术

储能技术是新型电力系统创新探索的关键环节。锂离子电池作为目前主流的储能技术,其能量密度高、循环寿命长、响应速度快等优点使其成为电网储能的首选。随着电池材料、制造工艺和电池管理系统的不断创新,锂离子电池的储能成本不断降低,储能效率不断提高。钠离子电池、液流电池等新型储能技术也在快速发展,为储能技术的多元化应用提供了更多选择。抽水蓄能电站作为另一种重要的储能方式,具有容量大、寿命长、经济性好等优点。抽水蓄能电站通过在水库之间建设水泵和发电机组,实现了电能的存储和释放。在电网低谷时段,抽水蓄能电站利用多余电力抽水至上水库;在电网高峰时段,放水发电释放电能。抽水蓄能电站的建设不仅提高了电网的稳定性和可靠性,还促进了清洁能源的消纳和高效利用。压缩空气储能、飞轮储能等物理储能技术以及热储能、化学储能等新型储能技术也在不断探索和应用中。这些储能技术各具特色,适用于不同的应用场景和需求,为新型电力系统的多元化储能体系建设提供了有力支撑。

2.4 虚拟电厂与需求侧响应

虚拟电厂和需求侧响应是新型电力系统创新探索的重要组成部分。虚拟电厂通过集成分布式电源、储能设备、可控负荷等资源,实现了对局部电网的智能调度和优化运行。虚拟电厂通过先进的通信、信息和控制技

术,实现了对分布式电源的实时监测、优化调度和故障预警。在电网高峰时段或紧急情况下,虚拟电厂能够迅速响应电网调度指令,调整分布式电源的发电功率或储能设备的充放电状态,为电网提供辅助服务^[3]。虚拟电厂还能够通过聚合可控负荷资源,实现负荷的灵活调度和优化配置,提高电网的稳定性和可靠性。需求侧响应则通过价格信号或激励机制引导用户调整用电行为,在电网高峰时段或电价较高时段,用户可以通过减少用电负荷或转移用电时间等方式参与需求侧响应,为电网提供削峰填谷服务。需求侧响应还能够促进清洁能源的消纳和高效利用。通过引导用户优先使用清洁能源发电的电力或参与清洁能源的直接交易,需求侧响应能够推动清洁能源市场的快速发展和成熟。虚拟电厂和需求侧响应的实施不仅提高电网的稳定性和可靠性,还促进清洁能源的消纳和高效利用。通过优化资源配置和提高能源利用效率,虚拟电厂和需求侧响应为新型电力系统的建设和运行提供有力支撑。未来,随着技术的不断创新和政策的不断完善,虚拟电厂和需求侧响应将在新型电力系统中发挥更加重要的作用。

3 基于“双碳”目标视角的新型电力系统构建的基本对策

3.1 技术融合与标准化

在推进“双碳”目标实现的过程中,新型电力系统的构建离不开技术融合与标准化。技术融合是指将不同领域、不同学科的技术进行有效整合,形成具有协同效应的综合技术体系。首先,清洁能源发电技术与智能电网技术的融合,能够实现清洁能源发电的高效接入和智能调度。通过智能电网的先进通信、信息和控制技术,可以实时监测清洁能源发电的输出功率和电网负荷情况,实现清洁能源发电的精准预测和优化调度。这不仅可以提高清洁能源的利用率,还可以减少电网的波动性和不确定性,增强电网的稳定性和可靠性。其次,储能技术与智能电网技术的融合,能够解决清洁能源发电的间歇性和不确定性问题。通过储能设备的充放电控制,可以平滑清洁能源发电的输出功率,实现电能的时空转移和高效利用。储能设备还可以作为电网的辅助服务资源,提供调频、调峰等辅助服务,提高电网的灵活性和安全性。另外,虚拟电厂与需求侧响应技术的融合,能够实现电力资源的优化配置和高效利用。通过虚拟电厂的集成调度,可以将分布式电源、储能设备和可控负荷等资源进行有效整合,形成具有灵活性和可调度性的虚拟电厂。在技术融合的基础上,标准化是实现新型电力系统构建的重要保障。标准化包括技术标准和管理标准

两个方面^[4]。技术标准是指对新型电力系统中的各项技术、设备和系统进行统一规定和规范,确保不同厂商、不同系统之间的兼容性和互操作性。管理标准则是指对新型电力系统的规划、设计、建设、运行和维护等各个环节进行统一管理和规范,确保电力系统的安全、可靠和高效运行。

3.2 成本与效益分析

在新型电力系统的构建中,成本与效益分析是不可或缺的重要环节。成本分析主要是对新型电力系统的建设、运行和维护等各个环节的成本进行估算和评估,包括设备购置成本、安装调试成本、运维成本等。效益分析则是对新型电力系统带来的经济效益、社会效益和环境效益进行全面评估。从经济效益来看,新型电力系统的构建可以降低电力生产和传输过程中的能耗和排放,提高能源利用效率,降低电力成本。通过智能电网的优化调度和储能设备的灵活应用,可以实现电力资源的优化配置和高效利用,提高电力系统的整体效益。从社会效益来看,新型电力系统的构建可以促进清洁能源的广泛利用和可持续发展,减少对传统能源的依赖和环境污染,提高人民的生活质量。新型电力系统的智能化和自动化水平提高,还可以提高电力系统的安全性和可靠性,减少停电事故和电力安全事故的发生。从环境效益来看,新型电力系统的构建可以显著减少温室气体的排放和环境污染物的排放,对保护生态环境和应对气候变化具有重要意义。通过清洁能源的广泛利用和储能技术的灵活应用,可以实现电力生产和消费的绿色化和低碳化,推动经济社会的可持续发展。在进行成本与效益分析时,需要综合考虑新型电力系统的各项成本和效益,并进行量化评估和对比分析。通过科学合理的成本与效益分析,可以为新型电力系统的构建提供有力的决策依据和支持。

3.3 安全性与稳定性

安全性与稳定性是新型电力系统构建中必须高度重视的问题。新型电力系统的安全性主要体现在电力生产和传输过程中的安全控制和故障防御能力上。通过智能电网的先进通信、信息和控制技术,可以实时监测电力系统的运行状态和故障情况,实现故障的快速定位和隔

离,防止故障的扩散和蔓延。通过储能设备和虚拟电厂的灵活应用,可以提高电力系统的应急响应能力和恢复能力,确保电力系统的安全稳定运行^[5]。新型电力系统的稳定性主要体现在电力供需平衡和电网频率、电压的稳定控制上。通过智能电网的优化调度和储能设备的灵活应用,可以实现电力资源的优化配置和高效利用,确保电力供需的平衡和电网频率、电压的稳定。通过虚拟电厂的集成调度和需求侧响应机制的引导,可以实现电力负荷的灵活调度和优化配置,提高电力系统的灵活性和稳定性。在新型电力系统的构建中,需要采取一系列措施来确保电力系统的安全性和稳定性。一方面,需要加强电力系统的安全控制和故障防御能力建设,提高电力系统的应急响应能力和恢复能力。另一方面,需要加强电力系统的稳定控制技术研究,提高电力系统的灵活性和稳定性。还需要加强电力系统的监测和预警能力建设,及时发现和处理潜在的安全隐患和故障风险。

结束语

综上所述,基于“双碳”目标的新型电力系统创新探索,不仅是技术层面的革新,更是能源体系与经济社会发展深度融合的必然选择。随着清洁能源技术的持续进步、智能电网的广泛应用、储能技术的不断突破以及需求侧响应机制的逐步完善,新型电力系统将展现出更强的适应性和韧性,为实现“双碳”目标提供强大动力,开启能源转型与绿色发展的新篇章。

参考文献

- [1]封红丽,王泰棚,于学华.“双碳”背景下新型电力系统构建的发展建议及趋势预判[J].电器工业,2024(3):9-14
- [2]周红军,白保华,周颖,徐春明.碳中和目标下新型电力系统构建及发展路径研究——基于电化碳氢氧氮四元素能源体系的思考[J].新型电力系统,2023,1(1):19-31
- [3]别朝红,王则凯,肖遥,李更丰.双碳目标下新型电力系统发展展望[J].新型电力系统,2023,1(2):116-131
- [4]储丽丽.双碳目标下新型电力系统发展路径[J].数字通信世界,2022(07):155-157.
- [5]冷俊,薛禹胜.“双碳”目标下,新型电力系统发展路径的优化思路[J].广西电业,2021(12):65-67.