

新能源发电与电气自动化技术的深度融合

张苏威

国电电力内蒙古新能源开发有限公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：本文探讨了新能源发电与电气自动化技术的深度融合。新能源发电类型包括太阳能、风能、水能和生物质能等，而电气自动化技术主要涉及控制系统、传感器与检测技术、电力电子技术和通信技术。文章分析了新能源发电与电气自动化技术融合的技术路径，如智能监测与控制系统的应用、电力电子技术的协同作用以及通信与网络技术的支撑。面临的技术层面和成本与经济性问题也被提出，并给出了技术创新与研发、成本控制与优化的解决方案。

关键词：新能源发电；电气自动化技术；深度融合；能源可持续发展

1 新能源发电与电气自动化技术概述

1.1 新能源发电类型

1.1.1 太阳能发电

太阳能发电主要涵盖太阳能光伏发电与太阳能光热发电两种形式。太阳能光伏发电基于半导体界面的光生伏特效应，实现光能到电能直接转换。其原理在于，太阳光照射光伏电池时，光子与半导体材料里的电子发生相互作用，生成电子-空穴对。在内建电场影响下，电子和空穴朝电池两端移动，进而形成电流。太阳能光伏发电具备无污染、无噪音、维护便捷等优势，在分布式发电、大型光伏电站等场景得到广泛应用。太阳能光热发电则是先收集太阳辐射能并转化为热能，再将热能转换为电能。常见的太阳能光热发电类型有槽式、塔式和碟式等。槽式光热发电系统借助抛物面槽式聚光器把太阳光聚焦到集热管，加热管内传热介质，产生高温蒸汽驱动汽轮机发电；塔式光热发电系统利用定日镜将太阳光反射至中央吸热塔顶部的吸热器，加热吸热器内工质，以此达成发电目的。太阳能光热发电具备储能特性，能在一定程度上缓解太阳能发电的间歇性难题。

1.1.2 风能发电

风能发电是将风的动能转化为电能的过程。风力发电机组主要由风轮、发电机、塔架等部分组成。当风吹过风轮时，风轮叶片受到风力的作用而旋转，带动发电机发电。风能发电可分为陆上风电和海上风电。陆上风电发展较早，技术相对成熟，但受土地资源和风速等因素的限制；海上风电具有风速稳定、风能资源丰富、不占用土地等优点，是未来风能发电的重要发展方向。

1.1.3 水能发电

水能发电是利用水位落差，配合水轮发电机产生电力。传统水能发电主要是大型水电站，通过修建大坝拦截水流，形成水库，利用水库水位与下游水位之间的落

差驱动水轮机旋转，进而带动发电机发电。此外，还有小型水电、潮汐能发电等新能源水能发电形式。小型水电站一般装机容量较小，建设周期短，对环境的影响相对较小；潮汐能发电是利用潮汐的涨落所形成的水位差来推动水轮机发电，具有可再生、无污染等优点，但受地理位置和潮汐规律的限制。

1.1.4 生物质能发电

生物质能发电依赖于生物质蕴含的能量进行电力生产。这种能量源自太阳能，经由绿色植物光合作用以化学能形态储存于生物质内。生物质能发电的原材料范围广泛，涵盖农作物残留物、林业废料、畜禽排泄物及城市有机废弃物等。其发电途径主要包括直接焚烧发电、气化转换发电以及沼气利用发电。直接焚烧发电流程是将生物质原料直接投喂至锅炉内进行燃烧，产生的高温高压蒸汽驱动汽轮机以实现发电；气化转换发电则是将生物质在气化装置中转换成可燃性气体，随后使用该气体驱动发电机；沼气利用发电则是通过厌氧消化工艺将有机废弃物转化为沼气，沼气燃烧释放的热量则被用于发电过程。

1.2 电气自动化技术核心要点

1.2.1 调控系统架构

调控系统是电气自动化技术的基石，主要由可编程逻辑装置（PLC）与分布式调控系统（DCS）构成。PLC是专为工业环境定制的数字运算操控电子平台，内置可编程存储器，用于存储逻辑运算、时序调控、计时、计数及算术运算等指令集，借助数字及模拟输入输出接口，调控多样化机械设备或工艺流程。DCS则遵循分散调控、集中监视的管理原则，将调控职能分散至各现场调控节点，借由通信网络整合各节点，达成集中监视与调控的一体化管理。

1.2.2 传感器与检测技术

传感器是电气自动化系统中的重要组成部分,它能够各种物理量(如温度、压力、流量、位移等)转换为电信号或其他易于处理的信号。检测技术则是对传感器输出的信号进行处理和分析,以获取所需的信息。在新能源发电系统中,传感器和检测技术用于实时监测发电设备的运行状态、环境参数等,为系统的控制和决策提供依据^[1]。

1.2.3 电力电子技术

电力电子技术是研究电力电子器件、电力电子电路及其控制技术的学科。在新能源发电系统中,电力电子技术广泛应用于整流、逆变、变频等环节。例如,在太阳能光伏发电系统中,需要将光伏电池输出的直流电通过逆变器转换为交流电并入电网;在风能发电系统中,需要对风力发电机输出的电能进行整流和逆变处理,以实现电能的稳定输出和并网。

1.2.4 通信技术

通信技术是电气自动化系统中实现信息传输和交互的关键。现场总线、工业以太网等通信技术在电气自动化系统中得到了广泛应用。现场总线是一种用于工业现场设备之间通信的数字化、串行、多节点的通信网络,它具有实时性强、可靠性高、成本低等优点;工业以太网则是将以太网技术应用于工业控制领域,具有传输速度快、带宽大、易于与互联网连接等优点。通过通信技术,可以实现新能源发电系统各个设备之间的信息共享和协同工作。

2 新能源发电与电气自动化技术深度融合的技术路径

2.1 智能监测与控制系统融合

智能监测与控制系统融合是新能源发电与电气自动化技术深度融合的重要方面。通过在新能源发电设备上安装各种传感器,实时采集设备的运行状态、环境参数等信息,并将这些信息传输到监控中心。监控中心利用先进的控制算法和数据分析技术,对采集到的信息进行处理和分析,实现对发电设备的远程监控、故障诊断和预测性维护。例如,在大型风电场中,通过在风力发电机组上安装振动传感器、温度传感器、转速传感器等,实时监测风机的运行状态。当监测到风机出现异常振动或温度过高时,系统能够及时发出警报,并自动调整风机的运行参数,避免故障的进一步扩大。同时,利用大数据分析和机器学习算法,对风机的历史运行数据进行分析,预测风机可能出现的故障,提前安排维护计划,降低运维成本。

2.2 电力电子技术的协同应用

电力电子技术在新能源发电与电气自动化技术的深

度融合中发挥着关键作用。在新能源发电系统中,电力电子器件的性能和控制策略直接影响着发电效率和电能质量。通过优化电力电子电路的设计和控制算法,可以实现新能源发电的高效转换和稳定输出。以太阳能光伏发电为例,采用最大功率点跟踪(MPPT)技术,通过电力电子变换器实时调整光伏电池的工作点,使其始终工作在最大功率点,提高光伏发电的效率^[2]。在风能发电系统中,采用双馈感应发电机(DFIG)或永磁同步发电机(PMSG)与电力电子变流器相结合的技术,实现对风力发电机输出功率的灵活控制,提高风能捕获效率和电能质量。

2.3 通信与网络技术的支撑

通过构建高速、可靠的通信网络,实现新能源发电系统各个设备之间、发电系统与电网之间的实时通信。在智能电网建设中,利用通信与网络技术,将新能源发电站、储能系统、负荷等连接起来,实现能源的双向流动和优化配置。例如,通过电力线载波通信、无线通信等技术,实现对分布式能源系统的远程监控和管理,根据电网的需求和能源的供应情况,实时调整分布式能源的发电功率,提高能源利用效率。

3 新能源发电与电气自动化技术深度融合的应用场景

3.1 大型新能源电站

大型新能源电站,如大型光伏电站和风电场,是新能源发电与电气自动化技术深度融合的重要应用场景。在大型新能源电站中,通过部署智能监测与控制系统,实现对电站内所有发电设备的集中监控和管理。利用先进的电力电子技术和通信技术,实现发电设备的高效运行和电能的稳定输出。同时,大型新能源电站与电网的并网运行也需要电气自动化技术的支持。通过采用自动发电控制(AGC)、自动电压控制(AVC)等技术,实现对电站发电功率和电压的实时调节,满足电网的调度要求,提高电网的稳定性和可靠性。

3.2 分布式能源系统

分布式能源系统是指分布在用户端的能源综合利用系统,它以小型、分散的方式布置在用户附近,可独立输出冷、热、电能。分布式能源系统通常包括太阳能光伏发电、风能发电、燃气轮机发电等多种能源形式,以及储能系统和负荷。在分布式能源系统中,新能源发电与电气自动化技术的深度融合可以实现能源的高效利用和优化管理。通过智能控制系统,根据能源的供应情况和负荷需求,自动调整各种能源的发电功率和储能系统的充放电状态,实现能源的自给自足和余电上网。同时,利用通信技术,实现分布式能源系统与电网之间的

信息交互和协同运行,提高能源系统的整体效率。

3.3 储能系统协同运行

储能系统在新能源发电中起着重要的作用,它可以解决新能源发电的间歇性和波动性问题,提高能源供应的稳定性。新能源发电与电气自动化技术的深度融合可以实现储能系统与发电系统的协同运行。通过智能控制系统,根据新能源发电的功率预测和负荷需求,合理控制储能系统的充放电过程。当新能源发电功率大于负荷需求时,将多余的电能储存起来;当新能源发电功率不足时,将储存的电能释放出来,满足负荷需求^[3]。利用电力电子技术,实现储能系统与电网之间的高效能量转换,提高储能系统的利用效率。

4 新能源发电与电气自动化技术深度融合面临的问题

4.1 技术层面

技术标准不统一是突出问题,新能源发电和电气自动化领域存在多种标准规范,不同厂家设备与系统兼容性差,集成调试困难且成本高。技术可靠性也有待提高,新能源发电环境复杂,部分设备易出现传感器故障、通信中断等问题,影响系统稳定运行。此外,技术创新能力不足制约着融合发展,在高效储能、智能控制算法等关键技术存在短板,难以满足新能源发电高效利用和稳定输出的需求。要解决这些问题,需加强标准制定、提高设备可靠性,并加大关键技术研发力度,推动技术不断进步,为新能源发电与电气自动化技术的深度融合提供坚实的技术支撑。

4.2 成本与经济性

设备成本较高,新能源发电设备和电气自动化系统中的高端设备及关键技术价格不菲,增加了项目投资成本,降低了经济效益,影响其推广应用。运维成本也较大,新能源发电系统多分布在偏远或分散区域,运维难度高,且需专业人员,随着规模扩大,运维成本将进一步增加。为降低成本,应通过技术创新和规模化生产降低设备成本,政府可出台补贴、税收优惠等政策鼓励企业研发生产。同时,采用远程监控、预测性维护等先进运维技术,提高运维效率,降低运维成本,提升项目经济性。

5 新能源发电与电气自动化技术深度融合的解决方案

5.1 技术创新与研发

技术创新与研发是推动新能源发电与电气自动化技

术深度融合的关键,针对技术标准不统一问题,政府和行业协会应加强组织协调,制定统一标准规范,促进设备与系统兼容,降低集成调试成本。对于技术可靠性不足,企业要加大研发投入,改进设备设计和制造工艺,提高传感器、通信模块等关键部件的可靠性。在关键技术上,鼓励企业、高校和科研机构开展产学研合作,集中力量攻克高效储能、智能控制算法等难题。通过持续的技术创新与研发,不断提升新能源发电与电气自动化技术的融合水平,提高能源利用效率,保障系统稳定运行,为能源可持续发展提供有力支持^[4]。

5.2 成本控制与优化

成本控制与优化对新能源发电与电气自动化技术深度融合至关重要,在设备成本方面,企业要加大技术创新力度,通过改进生产工艺、采用新材料等方式降低生产成本。政府可出台补贴政策,对研发和生产新能源发电设备及电气自动化系统的企业给予资金支持,同时实施税收优惠政策,减轻企业负担,鼓励企业扩大生产规模,实现规模化降本。在运维成本上,企业应引入先进的运维技术,如远程监控系统可实时掌握设备运行状态,提前发现故障隐患,减少现场巡检次数;预测性维护技术能根据设备运行数据预测故障发生时间,合理安排维护计划,避免过度维护和突发故障带来的高额成本,提高项目的经济性。

结束语

新能源发电与电气自动化技术的深度融合对于推动能源可持续发展具有重要意义。通过技术创新与研发,可以解决技术标准不统一、技术可靠性不足等关键问题,提升能源利用效率。未来,应持续加大研发投入和政策支持,推动新能源发电与电气自动化技术的深度融合,为实现绿色、低碳的能源发展目标贡献力量。

参考文献

- [1]谢伟.新能源光伏发电助力建筑电气节能减排探讨[J].电气技术与经济,2025,(03):301-303.
- [2]王建鹏.新能源发电系统的电气自动化控制策略研究[J].电气技术与经济,2025,(03):342-344+351.
- [3]刘东阳,温浩,郭强.电气工程及其自动化在新能源发电领域的应用研究[J].中国高新科技,2024,(18):96-98.
- [4]许雯.浅析人工智能技术应用于电气自动化控制[J].中国设备工程,2024,(23):26-28.