

电气控制在风力发电设备中的应用研究

王丽婷

国电电力河北新能源开发有限公司 河北张家口 075000

DOI:10.12238/ems.v7i6.13815

[摘要] 本文对风力发电设备中应用的电气控制技术类型进行了介绍,细致剖析了该技术在风力发电设备里运用的价值,结合实际案例对技术应用情况加以分析。除此之外,本文全方位展现出电气控制技术所带来的社会与经济效益,同时对其未来发展走向作出了展望。

[关键词] 电气控制技术; 风力发电; 控制系统

引言

在风电产业的发展进程中,电气控制技术与人工智能技术的协同作用,如同鸟之双翼、车之两轮,在一定程度上为中国风电产业的持续稳定发展注入了强大动力。为了更好地推动风电产业的全面进步,员工在实际工作中必须采取科学合理的措施来应用人工智能技术。只有充分了解电控技术及其应用策略,才能够确保风力发电在各方面的全面发展。我们必须充分重视电气控制技术与人工智能在风力发电系统控制中的应用,为中国电力行业的快速发展筑牢坚实基础,助力中国电力行业在绿色、高效的道路上阔步前行。

1 风力发电设备中的电气控制技术概述

风力发电本质上是依托科学技术开展的能源转换活动,目的在于把风能转变为电能,从而满足人们日常的用电需求。在风力发电系统里,电气控制技术起着不可或缺的重要作用。该技术所包含的应用于风力发电系统中的电气控制方式与手段,其主要功能有启动风力发电机组、保障机组正常运行、对机组进行实时监控、为机组提供保护以及在合适的时候停止机组运行等。电气控制系统一般是由主控制器、传感器、变频器、制动器以及安全保护装置等多个部件共同构成,这些部件相互配合、协同运作,从而达成了对风力发电机组的全面监控与精准控制。虽然电气控制技术在发电设备中占据着关键地位,但它也不可避免地面临着不少挑战。

(1) 为了提高发电效率,电场建设用地常常挑选地势较高的地形。然而,这类地形很容易遭受雷暴、气温骤变、气压波动等极端天气状况的干扰。这种干扰不仅会对系统的稳定性造成威胁,还可能导致发电设备受损。

(2) 电气控制工作具有较强的专业性且较为复杂,这对工程师的专业素养与工作能力提出了更高的标准。一旦员工素质未达要求,就容易出现人为误操作或者违反规定的情况,进而影响机组运行的安全性,严重时甚至可能引发安全事故。

2 风力发电设备中的电气控制技术类型

2.1 变桨距发电技术

变桨距发电技术,一项创新的风力发电解决方案,通过精心设计的风轮叶片角度调节机制,实现了对风力发电机输出功率的精准控制。这项技术的核心理念是利用风速的微小变化来动态调整叶片的相对位置,以此改变风轮轴与地面之间的夹角。这样做可以显著降低风机的整体负载,尤其在风速过高时,可以避免因过载而导致的设备损坏和安全事故。

这种技术的优势不仅限于减少风险,它还能通过精确调整风力发电机的功率来优化其风能捕获效率。随着风速的变

化,系统能够迅速响应,及时调整叶片角度,从而确保在不同风况下均能保持稳定和高效的发电性能。这意味着,无论是微风还是暴风,变桨距技术都能提供持续可靠的电力供应,大大提升了风力发电系统的环境适应性和经济效益。

2.2 变速恒频电气控制技术

变速恒频电气控制技术,这一前沿的风电技术,致力于在风力发电机组以不同风速运行时,确保输出电能的频率保持稳定。它的设计理念在于利用先进的电力电子变换器作为核心组件,这些设备能够将变速发电机产生的变频信号转换为与电网频率同步的电能输出。这样的转换过程不仅提高了风能的利用效率,还能降低对电网的潜在冲击,因为输出的电能质量得到了显著提升。

这种技术的优势在于它能够根据风速的变化自动调整机组转速,从而在不同的风速下都能实现最佳的发电效率。这意味着在强风时期,机组可以运行得更快,捕获更多的风能;而在低风速或无风时期,则可以通过减慢转速来维持能量的输出。此外,由于该技术能够平滑地调节功率输出,所以它不会给电网带来突然的负荷波动,大大降低了对电网稳定性的冲击。

总之,变速恒频电气控制技术为风力发电领域带来了革命性的进步,它不仅改善了风力发电场的整体性能,也推动了可再生能源的广泛应用,对于实现绿色、低碳的未来社会具有不可估量的重要性。随着技术的不断完善和市场需求的不断增长,我们有理由相信,变速恒频电气控制技术将在不久的将来成为风力发电行业中不可或缺的重要组成部分。

2.3 定桨距失速发电技术

定桨距失速发电技术是使风轮叶片的桨距角固定不变,利用叶片的失速特性来限制风轮的转速和功率。概念上,当风速超过额定风速时,叶片发生失速,气流攻角增大,升力系数减小,从而限制风能的捕获。其特点为结构简单,成本低,不需要复杂的调速和桨距控制装置。但它在高风速时风能利用率相对较低,机组运行时的机械应力较大,主要应用于一些小型风力发电设备或对成本较为敏感的项目中。

2.4 PLC 控制技术

可编程控制器是风电装备自动控制的核心。本产品是一款特别适用于工业生产和使用的数字化操作控制的电气设备。PLC 根据其内置的编程方式,对风电机组中的各部分进行严格的控制。比如,能够对风机的启动、停机、转速调节等进行控制。该系统工作可靠,抗干扰能力强,能够适应复杂多变的风场条件。编制软件具有很强的灵活性,可以针对不同型号的风机及需要编制对应的程序,使各类繁琐的控制

逻辑易于实施,极大地提升了风电装备的自动化程度与工作效能。

2.5 风机安全链技术

为了保证风电机组的正常工作,必须对其进行合理的设计。该系统由一组安全防护设备组成,覆盖了机组在工作中所有重要的安全监控设备。当这些监控设备发现过快、过大、过热等不正常现象时,系统将立刻启动应急关闭。该方法具有较高的可靠性和较快的反应速度。这就好比一道穿过整个风机系统的安全警示线,可以在短期之内让风扇处于一个安全的位置,从而可以防止设备损坏、人员伤亡等各种危险事件的出现。在风电机组中,这是一种必不可少的安全保证技术。

3 电气控制在风力发电设备中的应用意义

3.1 优化发电过程

在竞争激烈且对能源利用效率要求极高的发电行业中,电气控制技术始终肩负着追求卓越性能与持续优化运行的核心使命。在实际应用中,先进的电力控制策略,尤其是变速风电和变桨距风电技术,成为了提升发电效率的关键手段。借助高度智能化的电气控制系统,它能够实时且精准地感知风速和风向的每一丝变化。基于这些实时数据,系统可以迅速、精确地对风机的旋转速度和叶片倾角进行调节。当风速和风向改变时,风机的叶片能够以最适宜的角度迎向气流,旋转速度也调整到最佳状态,从而最大程度地捕捉风能。通过这样的方式,风力资源的利用效率得到了显著提高。以往那些因风机无法快速适应风的变化而流失的风能,如今能够被充分收集和转化。同时,能量的损耗得到了有效控制,避免了不必要的能源浪费。在风的变化过程中,风电机组能够始终保持在高效运行状态,持续稳定地输出电能。更值得一提的是,电气控制技术为风机赋予了智能调节能力。它能够与电网进行实时通信,根据电网的实时需求自动调整发电输出。

3.2 提高发电稳定性

电气控制技术是保障风电场稳定运行的核心关键要素。在风电机组复杂的运行过程中,电气控制系统发挥着实时监测和精细调节的重要作用。它能够对设备机组的各个运行状态参数进行不间断的监测,涵盖转速、温度、电压、电流等多个关键指标。一旦监测到任何细微的异常变化,系统会立即进行分析判断,并采取相应的调节措施,及时发现并消除潜在的安全隐患。这样一来,能够有效避免小问题演变成大故障,防止事故的进一步扩大,确保设备机组能够持续、稳定地运行。不仅如此,电气控制技术还赋予了风机一系列先进的功能。其中,远距离运行功能使得管理人员可以在远离风机的地方对风机进行远程监控和操作,大大提高了管理效率。而突发事件响应功能则让风机在遭遇突发情况,如强风、雷击等时,能够迅速做出反应,保障设备和人员的安全。在突发情况过后,系统还能实现设备机组的快速恢复运行,最大限度地减少停机时间对发电的影响。通过这些功能的实现,大幅提高了设备机组的运行稳定性,进而对电网运行的可靠性和安全性提供了有力支撑。

3.3 降低运维成本

在风力发电场的运营过程中,电气控制技术在降低运行费用方面扮演着关键角色。借助先进的电气控制系统,风机

的工作状态和各项关键参数能够被实时、精准地监测。系统具备强大的故障预警能力,它可以利用内置的算法和数据分析技术,对监测到的数据进行深入分析,及时识别潜在的故障隐患,并提前发出预警信号。通过这种方式,能够有效避免因故障的进一步恶化而引发的一系列经济损失和维护成本。例如,当监测到风机某个部件出现轻微异常时,系统会及时提醒维护人员进行检查和处理,避免故障扩大导致整个风电机组停机,从而减少因停机造成的发电损失。此外,电气控制系统还支持对风机进行远程自动监测功能。传统的风机运维需要大量的人力进行现场巡检,不仅耗费大量的人力、物力资源,还存在一定的安全风险。而通过远程自动监测,维护人员可以在控制中心通过网络远程获取风机的运行数据,进行实时分析和判断。只有在必要时才安排人员进行现场检查 and 维修,大幅减少了人员巡检的需求。通过应用电气控制技术对风机的操作过程进行优化,能够有效降低风机的能耗。同时,对设备状态的精确监测和精准调节,减少了设备的损耗,进而延长了设备的使用寿命。借助这一系列优势,达成了降低运营成本的目标。可以说,借助电力控制技术,风电机组的发电效率和稳定性得到了显著提升,同时实现了运维成本的大幅降低。

4 电气控制在风电领域的重要价值与风电的发展前景

在当今的能源领域中,电气控制技术在提高风力发电效率方面扮演着举足轻重的角色。它所发挥的作用是多维度且极具影响力的。一方面,电气控制技术着力于优化风电的发电过程。另一方面,电气控制技术对于提高发电稳定性功不可没。它宛如一位忠实的守护者,时刻对风机设备的运行状态进行全方位、实时的监测。一旦检测到设备运行出现任何异常波动或者潜在的风险,它能够迅速做出反应,及时采取相应的调整措施,将隐患扼杀在萌芽状态。同时,该技术赋予了风电系统更强的适应能力,使其在面对突发状况时,能够快速响应并迅速恢复正常运行,大大提高了风电场的整体稳定性。

结束语

展望未来,随着科技的不断进步和创新,电气控制技术以及风电相关技术将不断迭代升级。更加先进的控制算法、智能化的设备监测系统以及高效的能量转换技术将不断涌现,进一步提升风电的发电效率和稳定性。同时,随着国家政策的持续支持,如对可再生能源的补贴政策、优惠的税收政策等,风电产业将迎来更加广阔的发展空间。可以预见,风电在未来我国的能源体系中将继续发挥至关重要的作用,为我国的能源安全和生态环境保护做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 冯凯, 谢海良, 赵璐. 电机与电气控制技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2024.
- [2] 朱柏刚, 谢颐明. 电气控制技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2022.
- [3] 秦方宇. 变电站电气设备质量管理研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2020.
- [4] 李宝学. 可编程控制器在建筑电气领域中的应用[J]. 机械设计, 2021, 38(4): 156-157.