

关于双馈风力发电机组变频器冷却系统技术改造的分析及探究

孙 研

(华电(浙江)新能源有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要 双馈风力发电机组作为可再生能源技术的核心组成部分,在推动绿色能源革命中扮演着至关重要的角色。然而,变频器作为其关键设备,其冷却系统的效率和稳定性直接影响整体性能与寿命。随着技术的不断进步和应用要求的提高,对变频器冷却系统进行技术改造成为确保发电机组高效稳定运行的迫切需求。因此,本文深入分析当前冷却系统面临的挑战,并探讨通过具体技术改造来优化性能、降低维护成本并提高可靠性的可能路径。

关键词 双馈风力发电机组; 变频器冷却系统; 技术改造

中图分类号: TM6

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0124-03

双馈风力发电机组是一种先进的风力发电系统,其核心在于使用双馈电机,这允许部分功率通过转子进行调节,而另一部分则直接从定子输出。在这种配置中,转子与电网之间的变频器能够调整频率和电压,以匹配电网的要求,这种灵活的功率调控不仅提高了能量捕获的效率,还减少了机械应力,延长了发电机组的使用寿命。在此基础上,对变频器冷却系统的技术改造显得尤为重要,高效且稳定的冷却系统能够确保变频器在最佳状态下运行,进一步提升整个发电机组的性能与可靠性。

1 变频器冷却系统现状分析

1.1 常见问题与性能瓶颈

双馈风力发电机组变频器冷却系统在提高发电效率和确保设备稳定性方面发挥着关键作用。然而,实际运行中,这一系统常常面临多种问题和性能瓶颈。首先,热管理不足是一个普遍问题,冷却系统往往因设计不当或维护不足而无法有效地散发由变频器产生的热量。这导致设备过热,影响性能,甚至缩短设备寿命。其次,冷却介质的选择和循环效率也是性能瓶颈的常见原因。不恰当的介质可能会导致热交换效率低下,而循环系统的不充分则会导致热点的形成,进而影响整体的冷却效果。此外,环境因素如温度波动、湿度以及污染物积累也严重影响冷却系统的效率和可靠性。尘埃、污垢和其他颗粒物可能堵塞冷却通道,降低散热效果,同时湿度变化也可能引起部件腐蚀,增加维护需求和成本^[1]。

另外,系统监控和故障诊断的不足是导致问题长

时间未被发现或处理的重要原因。在没有实时监控和快速响应机制的情况下,即使小问题也可能迅速演变成严重故障。此外,现有冷却系统在设计上往往缺乏足够的灵活性和适应性,难以应对快速变化的工作条件和环境因素,这限制了其在不同气候和负载条件下的有效性。最后,随着技术的发展和运行条件的变化,原有系统的性能往往无法满足日益增长的效率和可靠性要求,使得对改进措施的需求变得更为迫切。正是这些问题和瓶颈,使得对双馈风力发电机组变频器冷却系统的技术改造变得不仅必要而且紧迫,以确保整个系统的高效、稳定运行^[2]。

1.2 冷却系统故障对发电效率的影响

冷却系统的故障对双馈风力发电机组的发电效率产生深远影响,这种影响贯穿整个发电过程,从微观的机械性能损失到宏观的能源产出降低。当冷却系统无法有效地排除变频器产生的热量时,会导致设备温度升高。这不仅影响变频器的运行效率,还可能触发安全保护机制,导致设备自动降频或停机,从而直接减少能源的产出。

持续的过热环境还会加速设备的老化过程,降低其整体寿命,这意味着更频繁的维护和更早的替换周期,从而增加了运行成本和减少了总体的能源产出。同时,不稳定或失效的冷却系统还会增加运行风险,可能导致意外停机和产能损失,这在高需求时段尤其致命,可能导致发电量大幅下降。此外,不恰当的冷却还会影响系统的响应能力,降低对变化负载和环境条件的适应性,这对于风力发电这种高度依赖自然条件的能

源来说,能否快速有效地调整输出是至关重要的^[3]。

从更广泛的角度来看,冷却系统的效率直接关系到整个发电设施的能源消耗。一个低效的冷却系统需要更多的能源来维持设备运行,在一定程度上抵消了风力发电所产生的能源收益。此外,频繁的故障和维护不仅会导致直接的经济损失,还可能因停机和修理导致对电网的供电不稳定,从而影响整个电力系统的可靠性和效率。解决冷却系统的问题并确保其稳定高效运行,对于提高双馈风力发电机组的整体发电效率和可靠性,以及确保长期经济和环境效益具有至关重要的意义。

2 技术改造的必要性与目标

2.1 提高效率与降低维护成本

技术改造在双馈风力发电机组的发展中扮演着至关重要的角色,尤其是针对变频器冷却系统的改进,其必要性源于对提高整体效率和降低运维成本的持续追求。效率的提升不仅意味着更多的能量转换和更高的电力输出,还关系到系统对环境变化的适应性和能源需求的响应能力。通过技术改造,可以实现更优的热管理,确保关键组件在最佳温度下运行,从而减少能量损失,提高发电效率,并延长设备寿命。同时,高效的冷却系统还能减轻因过热导致的设备损坏和故障,进一步降低意外停机的风险,确保持续稳定的能源供应。

降低维护成本同样是技术改造的重要目标。当前,冷却系统的故障和低效率不仅直接影响发电效率,还导致高昂的维护和修复费用。技术改造通过引入更先进的材料、设计和监控系统,能够显著减少因故障或不当维护导致的成本。例如,更耐用和高效的冷却介质、自适应的温度控制系统以及实时的故障监测技术,不仅能提升系统的稳定性和响应速度,还能减少对定期维护的依赖和突发故障的频率。这些改进不仅减轻了日常运维的负担,也为长期的成本节约和资源优化奠定了基础。

此外,技术改造还意在提升系统的可持续性和环境友好性。通过优化能源使用和减少废物产生,改造后的系统能够更有效地利用自然资源,减少对环境影响。同时,随着监管要求的加强和公众对环保的关注增加,提高系统的环境绩效已成为遵守法规和建立良好公共形象的重要因素。因此,技术改造不仅是提高经济效益的手段,更是实现可持续发展和社会责任的关键步骤^[4]。

2.2 确保系统稳定性与延长使用寿命

确保系统稳定性与延长使用寿命是进行技术改造

的另一关键目标,这不仅关乎单个组件的效能,而且影响整个风力发电系统的长期可靠性和经济效益。系统稳定性的核心在于能够持续、可靠地在各种环境条件下运行,这需要冷却系统能够有效地适应温度变化、负载波动和其他潜在的影响因素。通过技术改造,如引入更先进的温度监控和自适应调节技术,可以实时调整冷却需求,防止过热或冷却不足,确保设备始终在最佳状态下运行。此外,改进的设计和材料选择也能显著增强系统的抗压能力,减少因极端天气或频繁变动的工作条件引起的损耗。

延长使用寿命不仅减少了因更换设备而产生的直接成本,还意味着更高的资源利用效率和更低的环境影响。通过技术改造,可以提升各个组件的耐用性和兼容性,减少故障发生的频率,延缓设备老化。例如,使用耐温性更好、热效率更高的材料,可以减少热应力对设备的影响,延长其有效工作周期。同时,集成的故障诊断和预防性维护策略也能够及时发现并解决潜在问题,防止小问题演变为大故障,从而延长设备的整体寿命。此外,系统稳定性和使用寿命的提升还与能源的可持续生产密切相关。稳定高效的冷却系统能够确保发电机组在不同的运行条件下都能保持最佳性能,减少无效或低效的运行时间,提高整体的能源产出效率。长期而言,这不仅为发电企业带来更稳定的收益,也为社会提供更可靠的绿色能源,促进经济和环境的和谐发展。

3 变频器冷却系统具体技术改造措施

3.1 高效散热材料应用

应用高效散热材料是变频器冷却系统技术改造的关键措施之一。随着新材料技术的不断发展,一系列具有更高热导率和更好热稳定性的材料被开发出来,这些材料可以显著提高散热效率,从而直接提升冷却系统的性能。例如,使用先进的复合材料和纳米技术可以制造出更轻薄、散热能力更强的散热片,这些散热片在占用更小空间的同时提供更大的散热面积,有效加快热量传递。此外,高性能的导热胶和界面材料也在改善热接触效率方面发挥着重要作用,它们能够更有效地填补微观空隙,减少界面热阻,确保热量能够从变频器快速、有效地传导到散热器。同时,这些高效散热材料通常具有更强的耐高温和抗老化性能,这意味着它们能够在更广泛的温度范围内稳定工作,并且具有更长的使用寿命。这不仅减少了维护和更换的需求,也意味着整个冷却系统能够在更长时间内保持最佳性能,从而延长了变频器及相关设备的整体寿命。

3.2 智能温控系统集成

集成智能温控系统是对变频器冷却系统进行技术改造的重要措施,旨在通过先进的控制策略和算法自动调节冷却过程,以适应不同的运行条件和环境变化。这种系统通常包括温度传感器、控制单元和执行机构,能够实时监测变频器的工作温度并精确调整冷却介质的流量或散热器的工作状态。通过智能化的管理,温控系统可以确保变频器始终在最佳温度范围内工作,既防止过热造成的损害,又避免了不必要的冷却导致的能源浪费。智能温控系统的一个核心优势在于其自适应能力,它可以根据预设的参数和实时数据自动优化冷却策略,无需人工干预即可响应外部温度变化、负载波动和设备老化等因素。这种动态调整不仅提高了冷却效率,还增加了系统的灵活性和鲁棒性,使其能够在各种复杂多变的条件下保持稳定运行。此外,智能温控系统还可以记录和分析运行数据,为故障诊断和性能评估提供支持,有助于及时发现和解决问题,进而减少维护需求和延长设备寿命。此外,随着物联网和大数据技术的发展,智能温控系统还可以与其他设备和管理平台相连,实现更广泛的数据共享和协同控制,不仅提高了单个系统的效能,还能优化整个发电站的运行效率和安全性^[5]。

3.3 提高冷却介质循环效率

提高冷却介质循环效率是提升变频器冷却系统性能的关键措施之一,旨在通过优化冷却介质的流动特性和热交换效率来实现更有效的热管理。这通常涉及对冷却路径的重新设计,以减少流动阻力和热阻,确保冷却介质能够快速、均匀地分布到热量集中的区域。例如,通过采用更先进的管道布局和流体动力学设计,可以降低液体或气体冷却介质在循环过程中的湍流和热损失,从而提高整体的散热效率。此外,选择更高性能的冷却介质也是提高循环效率的重要方面。不同的介质在热容、热导率和粘度等方面有不同的特性,通过选择适合特定工作条件的介质,可以显著提升热交换的效率和速度。同时,采用更加精密的温度和流速控制技术,可以确保冷却介质在整个系统中均匀分布,避免局部过热或冷却不足的情况发生。

在提升冷却介质循环效率的过程中,实时监控和智能调节系统的作用不可忽视。通过安装传感器和实施数据分析,可以实时监测冷却介质的温度、流速和压力等关键参数,并根据这些数据自动调整泵速和阀门开度,确保冷却介质始终在最佳状态下循环。这种自适应调节不仅提高了冷却效率,还增加了系统对外

部变化的响应能力,使其能够在不同的环境和负载条件下保持最佳性能。

3.4 实时故障监测与诊断技术

实施实时故障监测与诊断技术是变频器冷却系统技术改造的关键环节,目的在于通过持续的监控和智能分析确保系统的持续稳定运行。这种技术涉及将传感器和监控设备集成到冷却系统中,实时收集关于温度、流速、压力以及其他关键指标的数据。通过对这些数据的持续分析,可以及时发现异常波动或偏离正常运行范围的迹象,从而在问题发展成严重故障之前及时进行预警和干预。实时监测的另一个重要功能是提供详尽的运行记录,这对于故障诊断和性能评估至关重要。通过分析历史数据,可以识别潜在的风险点和故障模式,为未来的维护和改进提供指导。先进的诊断技术还能够利用机器学习和人工智能算法,从复杂的数据中提取深层次的洞察,预测潜在的问题并提出优化建议,从而不断提升系统的性能和可靠性。实时故障监测与诊断技术的集成不仅提高了冷却系统的透明度和可控性,还显著降低了因突发故障导致的停机时间和维护成本。通过及时的问题发现和处理,可以避免小问题演变成大故障,保证系统的持续稳定运行。此外,这种技术还为远程监控和管理提供了可能,使得维护团队可以在不到现场的情况下进行故障诊断和处理,进一步提高了维护效率和系统的整体运行效率。

4 结语

随着技术不断进步和对可持续能源需求的增长,对变频器冷却系统的改造将持续推动风力发电的效率和可靠性。这些持续的努力不仅将提升能源产出,还将促进更广泛的环境与经济利益。维护这一发展势头,确保技术与时俱进,将是推动绿色能源向前发展的关键。

参考文献:

- [1] 李振东. 基于 Flotherm 的变频器散热系统优化与试验 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2023.
- [2] 龙浔. 刍议风力发电机变频器的应用和故障的探讨 [J]. 科技资讯, 2023(10):55-58.
- [3] 曹怀生, 朱锋, 闫一伟, 等. 浅谈高压变频器的原理及冷却方式 [J]. 聚酯工业, 2022(01):60-61.
- [4] 李猛. 基于热仿真的高压变频器单元冷却系统设计 [J]. 电工技术, 2021(23):83-86.
- [5] 卢鑫鑫. 不平衡电压对双馈风力发电机组变频器的影响分析 [J]. 光源与照明, 2021(07):72-73.