

风力发电机变频器的应用和故障的探讨

赵梓暄 张乐平 成世杰 马越明 邹文珍

华电电力科学研究院有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i1.11401

[摘要] 变频器是一种广泛应用于工业生产的设备,在风力发电中变频器就有广泛的应用,主要用于转换和输送电力。变频器的平稳运行与风力发电能否平稳运行息息相关。随着全球能源危机的加剧,清洁、可再生能源逐渐成为众多行业和领域首选的能源形式,风能就是一种清洁能源,其在发电领域的应用正呈现逐年攀升趋势。变频器作为风力发电机输送电能的关键元件,在整个发电系统中具有至关重要的作用,若变频器发生故障可能导致无法正常发电供电,因此,确保变频器正常工作,及时检修排除故障问题变得越来越重要。

[关键词] 风能; 风力发电机; 变频器; 故障排查

中图分类号: TK81 **文献标识码:** A

Application and fault discussion of wind turbine inverter

Zixuan Zhao Leping Zhang Shijie Cheng Yueming Ma Wenzhen Zou

Huadian Electric Power Research Institute Co., LTD.

[Abstract] frequency converter is a kind of equipment widely used in industrial production, in wind power generation inverter is widely used, mainly used for conversion and transmission of power. The smooth operation of frequency converter is closely related to the smooth operation of wind power generation. With the aggravation of the global energy crisis, clean and renewable energy has gradually become the preferred form of energy in many industries and fields. Wind energy is a kind of clean energy, and its application in the field of power generation is increasing year by year. As a key component of the wind generator to transmit electricity, the frequency converter plays a vital role in the whole power generation system. If the frequency converter fails, it may not lead to normal power generation. Therefore, it becomes more and more important to ensure the normal work of the frequency converter and timely maintenance and troubleshooting of the problems.

[Key words] wind energy; wind turbine; frequency converter; fault troubleshooting

风能相较于传统的石化能源具有清洁、无污染、储量大的特点,开发利用风能能够极大提高能源利用效率,减轻我国的传统能源消耗负担,缓解能源紧张问题。双馈发电机组是风力发电的常用模式,发电过程中,变频器发挥着重要作用,可以调节能量流动、提升机组的稳定性^[1]。但是,变频器在运行过程中可能会出现故障问题,进而影响风力发电机的正常运行,因此,在变频器应用过程中还需要加强对其故障的排查与检修,确保变频器保持稳定性能,维持风力发电机的平稳运行。

1 风力发电机变频器的概述

风力发电机变频器是一种将工频电源转换为频率可调的交流电源的装置,其作用是调节风力发电机的转速、提高发电效率。变频器的工作原理是控制电力电子器件的导通和关断,将输入的工频电源转换为频率可调节的交流电源,进而精准控制风力发电机的转速。风力发电机变频器主要由整流电路、滤波电

路、逆变电路、控制电路等组成,整流电路将工频电源转换为直流电源,滤波电路用于平滑直流电源中的波动,逆变电路将直流电源转换为交流电源,控制电路主要功能是监控和保护整个系统。风力发电变频器的工作方式包括恒压频比控制、矢量控制和直接转矩控制,恒压频比控制的方式较为简单,主要用于电机性能要求不高的场合,矢量控制则适用于电机性能要求较高的场合,其通过对电机磁场和电流的精确控制,实现对电机转速和转矩的精确控制,直接转矩控制相较于矢量控制的电机性能适用场合要求更高,其主要通过直接控制电机的转矩和转速,实现对电机性能的快速响应和精准控制^[2]。

2 风力发电机变频器应用的重要性

2.1 提升发电效率

风力发电机变频器对于提升发电效率具有十分重要的作用,在风力发电系统中,风力发电机的工作效率直接影响整个系统

的发电能力和经济效益。变频器通过智能调节电机的转速,可以实现不同风速条件下风力发电机的最佳发电状态。当风速较低时,风力发电机需要考虑如何在有限的风能中获取更多的电能,传统的固定转速发电机无法根据风速的变化灵活调整工作状态,导致效率低下,而变频器能够实时感知风速的变化,并相应降低电机的转速,以减少机械部件之间的摩擦损耗和电力传输过程中的能量损耗,变频器的这一调节机制使得风力发电机能够在低风速条件下保持较高的发电效率。同样,在风速较高的情况下,风力发电机需要应对过大的风能输入,可能导致机械过载或电能质量下降。而变频器能够提高电机的转速,加强捕捉和利用风能的有效性,以增加发电量。变频器的动态调节能力不仅提高了风力发电机的发电效率,还确保了其在极端天气条件下的稳定运行。此外,变频器还具备优化电力转换过程的能力,通过精确控制电机定子电流和转子磁场,减少谐波失真和功率因数下降的问题,进一步提高电能的转换效率和质量。

2.2 实现电网兼容性

风力发电机变频器的应用还能够实现电网的兼容性。随着风力发电的快速发展,其并网运行对电网稳定性和安全性提出了更高要求。变频器通过精确控制电机的输出功率和电流,能够确保风力发电机在并网过程中与电网的和谐共存。在并网运行过程中,风力发电机需要快速响应电网的需求变化,以保持电网的稳定运行。变频器通过实时监测电网的频率、电压和相位等参数,并根据相关参数动态调整电机的输出功率和电流,从而精准匹配电网需求,不仅能够有效避免风力发电机对电网造成过大的冲击与干扰,还能够提高电网的灵活性与可靠性。此外,变频器的电网适应性也较强,能够应对电网中电压波动、频率偏移等各种异常情况^[3]。在电网出现故障时,变频器能够及时反应做出防范,保护电机免受损害,并尽可能减少对电网的影响,这一电网兼容性特征能够促使风力发电机在各种复杂电网条件下实现稳定运行。

2.3 优化电机运行

风力发电机变频器的应用能够显著优化电机的运行,通过精准控制电机的磁场和电流,变频器能够确保电机在运行过程中以最少的损耗维持较高的效率,进而提升发电机的使用寿命。在电机运行过程中,控制磁场和电流十分关键,变频器通过实时监测电机的磁场强度和电流的大小,并根据相关参数动态调整电机的运行状态,从而实现了对电机性能的精确控制,确保电机在运行时保持最佳工作状态,减少不必要的能源损耗和机械磨损。此外,变频器还具备强大的保护功能,在电机出现过载或短路等异常情况时,变频器能够迅速切断电源,防止电机出现过载或短路故障,不仅能够提高电机的安全性,还能够确保风力发电系统的稳定运行。

2.4 降低噪音和振动

风力发电机在运行过程中会产生一定的噪音和振动,变频器则能够降低噪音和振动,提升设备运行的稳定性,降低对周围环境的污染和干扰。变频器通过调节电机的转速和功率,能够有

效降低风力发电机在运行过程中产生的噪音和振动。在调节电机转速的过程中,变频器能够根据实际需要调整电机的运行状态,避免电机在高速运转时产生的过大噪音和振动。此外,变频器还能够优化电机磁场和电流控制,进一步减轻电机的机械振动和电磁噪音。

2.5 提高系统的可靠性和稳定性

在风力发电系统中,设备的可靠性和稳定性是确保系统长期稳定运行的关键因素,变频器能够显著提高系统的可靠性和稳定性。变频器通过实时监测电机的运行状态和参数,能够及时发现并处理潜在的故障和异常情况。具体来说,变频器具备强大的故障检测和诊断功能,能够对电机的电流、电压、温度等参数进行实时监测,并根据相关参数判断电机的运行状态,一旦发现异常或者故障,变频器能够及时切断电源、降低转速,采取相应措施进行保护和处理,避免故障扩大或造成更大损害。此外,变频器还具备强大的通信和远程监控功能,能够借助上位机或远程监控中心进行实时的数据交换与远程控制,进而为运维人员的工作提供便利,帮助其掌握风力发电机的运行状态和参数,以便及时发现和处理潜在的问题。

3 风力发电机变频器的常见故障问题及其原因

3.1 过流电故障

过流电故障是风力发电机变频器常见的故障类型,电机负载过大、电源电压出现过高或过低情况、变频器内部元件损坏等是形成其故障的主要原因。当过流电发生故障时,变频器会立刻停止输出工作,以保护电机和变频器本身不受损坏。

3.2 过电压故障

过电压故障也是风力发电机常见的故障,电源电压过高、电击反馈能量过大、变频器内部电容损坏等都是形成过电压故障的原因。当过电压故障发生时,变频器会释放多余能量,避免内部元件造成损害。

3.3 欠电压故障

当电源电压低于变频器正常工作最低电压时就会发生欠电压故障,电源电压不稳定、电网故障是引发原因。发生欠电压故障时,变频器会停止输出运作,防止电机和变频器自身发生损坏^[4]。

3.4 过热故障

过热故障是指变频器内部温度过高时发生的故障,主要是由环境温度过高、变频器散热不良以及内部元件老化引起的,当发生过热故障时,变频器会降低或停止功率输出。

4 风力发电机变频器故障排查与解决策略

4.1 过流电故障的排查与解决

过流电故障是由于电流超过设备或线路所能承受的安全范围,对系统的稳定运行造成严重威胁,为应对过流电故障,需要采取相应的解决措施。首先,需要排查电机负载,检查电机承载的负载是否超出变频器的额定负载能力,探究负载过大的原因,可能与设计不合理、操作异常等因素有关。针对负载过大,可以采取优化生产流程、调整设备配置和变频器额定功率的措施来

减小负载。其次,过电流故障还可能受电源电压稳定性影响,电源电压过高或者过低都可能引起电流异常情况,因此加强电源电压的监测十分重要,若电源电压出现不稳定情况,检查引起原因,可能与电网供电质量以及变频器故障有关,针对这一情况,可以安装稳压器或借用其他电力来维持电源电压的稳定,确保其在变频器额定电压范围内波动。此外,变频器内部元件损坏也可能引起过电流故障,例如,变频器中的电流传感器、整流桥、逆变器元件如果老化或损坏,就可能引发电流异常^[5]。因此,应定期对变频器进行维护检查,及时发现并更换损坏的元件,以保证其正常运行。

4.2 过电压故障的排查与解决

过电压故障是指电力系统中的电压超过设备或线路所能承受的最大值,对系统的安全运行造成严重威胁。当发生过电压故障时,首先,需要检查电源电压是否超出正常水平和变频器的额定范围,若电源电压过高,应调整变压器分接头或安装降压器来降低电源电压。其次,电机反馈能量过大也可能会导致过电压故障,电机在减速或制动过程中会由于惯性的作用产生大量反馈能量,若反馈能量超过变频器的处理能力,就会引发过电压故障,因此可以通过调整变频器的制动参数或增加制动电阻来减小反馈能量。此外,变频器内部电容损坏也可能引发过电压故障,电容是变频器中储能和滤波的重要元件,若电容老化或损坏,可能引发电压异常,因此需要定期进行变频器的维修检查,及时发现和更换损坏的电容,确保变频器正常运行。

4.3 欠电压故障的排查与解决

欠电压故障是由于电力系统电压低于设备或线路所能承受的最小值引起的,欠电压故障发生时可能导致设备运行故障,因此需要加强对电源电压的稳定性检查,确保电源电压的稳定对于降低欠电压发生率具有至关重要的作用。其次,欠电压故障也可能由于电网故障引起,因此,需要加强对电网的检查,明确其是否出现线路老化、短路或者断路,发现和排除故障点,确保电网平稳运行。此外,还要确保变频器拥有欠电压保护功能,若变频器不具备该功能极易引发欠电压故障,因此需要检查变频器欠电压保护功能是否设置。

4.4 过热故障的排查与解决

变频器内部元件老化或者受热不良导致温度升高超过额定值则会引起过热故障,影响设备的正常运行。过热故障发生时,首先需要检查是否环境温度过高,超过了变频器的额定工作环

境温度,若环境温度过高需要采取降温措施,优化设备的布置,加强通风散热,移除周围可能影响环境温度的热源。此外,变频器散热不良也可能引起过热故障,因此需要定期检查散热器是否堵塞、风扇是否出现故障,定期对变频器进行清洁和维护,确保其散热系统的正常运转^[6]。此外,变频器内部元件老化也可能引起过热故障,由于长时间的运作以及高温环境和电流的冲击可能导致元件老化,因此,定期加强对变频器的维护和检查,及时发现并更换老化的元件,确保其正常运行,以减少过热故障发生的可能。

5 结语

随着可持续发展战略的提出,可再生清洁能源开始成为现今各行业各领域优选能源,降低能源消耗、保护生态环境是必然选择和必经之路。近年来,风能在发电领域的应用越来越普遍,风力发电机变频器在风力发电系统中的应用也发挥着越来越重要的作用,不仅能够提升发电效率、优化电机运行,还能够降低噪音污染、维持电力系统的稳定运行,对于风力发电行业稳健发展具有重要意义。变频器作为风力发电系统中不可或缺的组成部分,其性能直接影响到整个发电系统的稳定性和效率。因此,加强变频器的研究和开发工作,以及在实际应用中对故障进行有效的排查和解决,对于提高风力发电效率具有十分重要的现实意义。

[参考文献]

- [1]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,2023,21(10):55-58.
- [2]赵杰.风力发电机组双馈变频器的故障处理[J].模型世界,2023(31):51-53.
- [3]孙志远.刍议风力发电机变频器的应用和故障的探讨[J].数码精品世界,2020(6):556.
- [4]米鑫.风力发电变频器消防安全研究与应用探讨[J].消防界(电子版),2024,10(11):10-12
- [5]钱宏杰.风力发电机组双馈变频器与故障处理[J].通信电源技术,2023,40(5):214-216.
- [6]单德旭.风力发电机状态监测和故障诊断[J].农村电工,2024,32(1):32-33.

作者简介:

赵梓暄(1999--),男,汉族,河南新乡人,硕士研究生,初级工程师,研究方向:人工智能算法。