

风力发电机组延寿评估方法

李畅

大连市电力发展公司

摘要: 随着社会发展水平的不断提升,我国社会发展的过程中对于电力资源的需求量也在不断的提升。在这样的背景下,为了满足社会的实际需求同时减少发电活动对自然环境的污染,各地都建设了大量的风力发电机组。为了最大限度的提升风力发电机组的使用价值,就需要探究一种合适的延寿评估方法,以提高风力发电机组的可靠性和经济性。本文针对影响风力发电机组寿命的因素以及做好风力发电机组延寿评估的意义进行了分析,探究了风力发电机组延寿评估方法。

关键词: 风力发电机组; 延寿评估; 方法

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.11.031

引言

随着全球对可再生能源需求的增加,风力发电作为一种清洁、可再生的能源形式得到了广泛应用。然而,随着风力发电机组投入使用时间的增加,其性能和可靠性可能会受到影响,从而影响整个风电场的发电效益。因此,风力发电机组的寿命管理和延寿评估变得至关重要。

一、影响风力发电机组寿命的因素

(一) 机械磨损

在风力发电系统中,机械部件如轴承、齿轮箱等承受着巨大的受力和工作负荷。随着风力发电机组的运行时间逐渐增加,这些关键机械部件不可避免地会经历一定程度的磨损和老化。风力发电机组的轴承是最容易受到磨损影响的部件之一,轴承在持续旋转和受力的情况下,承受着来自风力叶片和发电机转子的巨大轴向和径向负载,这种不断的受力会导致轴承表面的摩擦和磨损,最终影响其正常运转。磨损严重的轴承会导致机械振动、噪音增加,甚至可能引发轴承故障,进而影响整个风力发电机组的性能。同时齿轮箱作为风力发电机组中负责传递动力的关键组件,同样承受着巨大的力和扭矩。齿轮箱中的齿轮、轴等零部件在运转时会发生相对运动,导致齿面和轴承表面的磨损,导致齿轮箱效率下降、能量损失增加,甚至可能导致齿轮断裂等严重问题,对风力发电机组的寿命造成直接威胁。

(二) 振动和冲击

风力发电机组在高风速和风向变化的环境中可能会受到振动和冲击的影响,这对机械结构和叶片造成额外的负荷,进而影响其结构强度和稳定性。振动和冲击是风力发电系统中一种常见但具有潜在危险的现象。高风速导致的振动可能会对风力发电机组的机械结构产生不同程度的振动,这种振动可能源自于风力叶片的运动、发电机转子的旋转以及整个机组的动态响应。持续不断的振动可能导致机械部件的疲劳破坏,加速零部件的老

化,最终影响机组的寿命。而且风向的变化也可能引起机组的冲击负荷,当风向发生急剧变化时,风力发电机组可能面临风的冲击,这会导致叶片和机械结构瞬间承受较大的力。这种冲击负荷可能引起零部件的损坏、裂纹或变形,严重时可能导致整个机组的失效。

(三) 电气老化

电气老化是风力发电机组寿命减短的一个主要原因,特别是电缆、发电机、变频器等电气元件,随着使用时间的增加,逐渐发生老化,增加了电气故障的风险,从而直接影响整个风力发电机组的寿命。风力发电机组中的电缆系统负责输送电能,连接各个部件,而电缆的绝缘材料会随着时间和工作环境的影响而老化。电缆老化可能导致绝缘层破裂、漏电等问题,增加了短路和火灾的风险,严重时可能导致电气系统的完全故障。发电机是风力发电机组的核心组件之一,发电机绕组、轴承和绝缘体等部件的老化与磨损会导致电气性能下降,进而影响整个发电机组的工作效率和可靠性。除此以外,变频器作为控制系统的一部分,负责调整风机叶片的角度和发电机的转速,长时间运行后可能会出现电子元件老化、散热不良等问题,进而影响系统的稳定性和可靠性。

二、做好风力发电机组延寿评估的意义

(一) 降低运营成本

通过对风力发电机组的延寿评估,可以更全面地了解设备各个部件的健康状况和寿命消耗情况。这种了解为制定科学合理的维护计划提供了基础,从而在很大程度上降低了设备的运营成本。科学合理的维护计划有助于避免突发故障的发生,减少了维修费用和停机损失,提高了设备的可用性和稳定性。在延寿评估的基础上,运营团队可以明确不同部件的寿命状况,及时预测可能出现的故障,有针对性地进行维护和更换。这样的预测性维护策略避免了紧急维修和替换,减少了维护的紧迫性,从而降低了相关的运营成本。另外,科学的维护计

划还有助于提高维修效率。通过合理安排维护计划，可以更有效地利用维护团队和资源，减少不必要的停机时间，提高设备的运行效率，这种高效维护方式进一步减轻了运营成本的负担。

（二）提高设备可靠性

延寿评估在提高风力发电机组设备可靠性方面发挥着重要作用。通过对设备各个部件进行深入分析和监测，可以及时发现潜在的问题和隐患，采取预防性维护措施，从而有效地提高设备的可靠性。延寿评估可以帮助运营团队建立完善的健康监测系统，通过实时监测设备的运行状态、振动、温度等参数，可以及时捕捉到异常信号。这种预警系统有助于在问题进一步发展之前就采取必要的维护措施，防止故障的发生。而合理的维护和更换策略是提高设备可靠性的关键，通过对设备寿命和消耗情况进行深入分析，制定科学合理的维护计划。这种计划可以包括定期检修、部件更换、润滑油更换等，确保设备的各个部件在良好状态下运行，最大限度地减少设备发生故障的风险。在延寿评估的指导下，运营团队还可以实施有效的改进措施，提升设备的设计和制造质量。通过对设备工作中出现的问题进行深入剖析，可以为未来的设备设计和生产提供宝贵的经验教训，确保新一代设备更加可靠。

三、风力发电机组延寿评估方法

（一）进行健康状况监测

为了实现风力发电机组的健康状况监测，可以通过安装先进的传感器和监测设备，实时监测设备的运行状态。这些设备可以覆盖机械、电气、温度等多个方面的数据，为评估风力发电机组各个部件的健康状况提供全面的信息。在机械方面，通过振动传感器监测齿轮箱、轴承等关键部件的振动情况，可以及时发现是否存在异常振动，从而判断机械部件是否正常工作。同时，温度传感器可以监测关键部件的温度变化，及时识别是否存在过热或过冷等问题。而在电气方面，通过监测发电机的电流、电压等参数，可以判断电气系统是否正常运行。异常的电气参数可能表明电缆老化、绝缘破损等问题，及时发现并解决有助于确保电气系统的安全性。并且通过安装环境传感器，可以监测风力发电机组周围的气象条件，包括风速、温度、湿度等，这些数据有助于更好地了解设备运行环境，为运维人员提供重要的参考信息。健康状况监测不仅有助于及时发现潜在问题，还能为维护团队提供数据支持，制定科学合理的维护计划。通过实时监测和数据分析，可以预测设备的寿命消耗情况，提前制定维护计划，最大限度地延长设备的使用寿命。这种预测性维护方式不仅提高了设备的可靠性，也减少了维护成本和停机时间，为风力发电机组的

长期运行提供了有力的支持。

（二）做好寿命消耗分析

在健康状况监测的基础上，进行寿命消耗分析是风力发电机组维护的重要一环。通过对各个关键部件的使用寿命进行深入分析，可以更准确地预测其剩余寿命，为制定科学合理的维护计划和更换策略提供有力支持。对机械部件的寿命消耗进行分析时，可以根据振动、温度等监测数据，结合设备运行时间和工作环境等因素，对齿轮箱、轴承等部件的寿命进行评估。通过计算这些部件的实际使用寿命和预期寿命的差距，可以预测它们的剩余寿命，为合理制定维护计划提供依据。在电气部件方面，通过监测电缆、发电机、变频器等元件的工作状态和电气参数，可以判断它们的老化程度。结合相关的电气工程知识，对这些部件的寿命进行分析，有助于预测它们的剩余寿命，从而制定相应的更换策略。寿命消耗分析的关键在于综合考虑各个部件的寿命消耗情况，形成一个全面的设备健康状况评估。这种综合分析可以帮助维护团队合理安排维护计划，及时更换老化严重的部件，延缓整个系统的寿命消耗，确保风力发电机组的长期稳定运行。通过做好寿命消耗分析，风力发电机组的维护团队可以更有针对性地制定维护计划，提高维护的精准性和科学性。这有助于降低维护成本，延长设备使用寿命，提高风力发电机组的整体可靠性和经济性。

（三）性能监测和分析

性能监测和分析是风力发电机组延寿评估中的关键步骤。通过对机组的性能进行持续监测和深入分析，可以全面了解设备的整体工作效率和发电能力，为延长机组寿命提供有效的参考依据。在性能监测方面，可以通过实时采集风力发电机组的运行数据，包括发电功率、转速、叶片角度等关键参数，这些数据可以通过专业的监测设备进行实时传输和记录，形成性能曲线和变化趋势。通过对这些数据的监测，可以及时发现性能的波动和异常，为进一步分析提供基础。性能分析的核心是深入剖析机组的工作情况，寻找可能的问题和优化空间。通过对性能曲线的分析，可以判断机组的工作状态是否符合设计要求，是否存在额定功率下性能下降的情况。同时，还可以通过分析不同气象条件下的性能表现，为机组的运行策略调整提供参考。在性能分析的基础上，可以采取相应的措施来优化风力发电机组的性能，例如，通过调整叶片角度、优化发电机控制策略，适应不同的风速条件，提高整体工作效率。这样的优化措施有助于减小设备的负载，延缓零部件的老化速度，最终延长风力发电机组的使用寿命。性能监测和分析为风力发电机组的维护团队提供了重要的运行数据和维护决策依

据,通过不断追踪机组的性能变化,可以在问题出现前采取预防性维护措施,最大限度地延长机组的寿命,提高设备的可靠性和经济性。

(四) 材料疲劳分析

材料疲劳分析是风力发电机组延寿评估中的重要环节,旨在对关键部件的材料疲劳性能进行深入研究,以预测其寿命消耗情况,为合理的维护和更换提供科学依据。对于风力发电机组的关键部件,如叶片、轴承、齿轮箱等,其长期在高速风中运转,受到不断变化的受力和温度等环境因素的影响。这些部件所使用的材料在这种极端环境下容易发生疲劳现象,从而影响其整体性能和寿命。材料疲劳分析首先需要了解材料的基本性质,包括强度、韧性、抗疲劳性等。然后,通过监测设备采集的数据和实验室测试,获取关键部件的工作状态和受力情况,建立相应的数学模型。利用这些模型,可以模拟部件在实际工作中的应力、应变分布,进而预测材料的疲劳寿命。在进行材料疲劳分析时,需要考虑各种可能的影响因素,如振动频率、受力周期、温度变化等。通过对这些因素进行综合考虑,可以更准确地评估材料的疲劳损伤程度,预测其剩余寿命。基于材料疲劳分析的结果,维护团队可以采取相应的措施,包括定期检查、修复、更换等,以延缓关键部件的老化速度,提高整个风力发电机组的可靠性和寿命,这有助于降低维护成本,提高设备的经济性和运行效率,实现可持续发电。

(五) 环境影响评估

环境影响评估旨在全面考虑外部环境因素对机组性能和寿命的潜在影响,通过对气候、风速、温度等多方面因素的评估,可以更好地了解机组在特定环境条件下的寿命表现,并采取相应的调整和措施。在环境影响评估中,首先需要考虑气候条件,不同地区的气候差异会直接影响风力发电机组的运行环境,如温度、湿度、降水等因素。高温、潮湿等极端气候可能对机组的电气和机械部件造成额外的压力,从而加速其老化和磨损。因此,通过对气候条件的评估,可以制定相应的维护计划和环境适应性调整,以延长机组寿命。风速变化也是环境影响评估的重要考虑因素。由于风力发电机组的工作直接依赖于风力,对不同风速条件下的机组性能进行评估十分必要,过高或过低的风速可能导致机组运行不稳定,从而影响整体寿命。通过实时监测风速、制定相应的运行策略,可以更好地适应不同的风速条件,降低机组受力风险,延缓疲劳损伤。此外,温度对机组材料的疲劳和老化也有显著影响。极端温度条件可能导致机组材料的膨胀和收缩,加速疲劳磨损,结合对温度变化的评估,可以调整机组的工作参数,减缓材料老化速度,

提高机组在不同温度环境下的适应性。

(六) 可靠性和可维护性分析

可靠性和可维护性分析是风力发电机组延寿评估中至关重要的一环,通过对机组在运行和维护过程中的性能进行全面的评估,有助于提高设备的整体可靠性和可维护性,从而延长其使用寿命。可靠性分析旨在评估风力发电机组在实际运行中的稳定性和可靠性,通过收集大量运行数据,包括机组工作时的振动、电气参数、温度等信息,建立相应的数学模型。这些模型可以帮助预测机组在不同工况下的性能表现,发现可能的故障源,并提前采取相应的维护措施。通过提高机组的可靠性,可以减少突发故障和停机时间,从而延长整体寿命。而且可维护性分析关注机组在维护和修复过程中的性能,包括设备的易检修性、易更换性等方面的考虑。通过评估机组各个部件的维护难度、更换周期,制定相应的维护计划和更换策略。提高机组的可维护性有助于降低维护成本,加快故障排除速度,最终延长设备的使用寿命。在可靠性和可维护性分析中,维护团队可以利用先进的监测技术,如远程监控系统、传感器网络等,实时获取机组的运行数据,及时发现异常情况并采取相应的维护措施。此外,通过建立全面的维护记录,可以对机组历史维护情况进行分析,总结经验教训,为未来的维护工作提供参考。

结语

风力发电机组的延寿评估对于提高风电场的整体运行效益至关重要。通过采用综合考虑机械、电气、环境等多方面因素的评估方法,可以更好地预防潜在问题,延长风力发电机组的使用寿命,为可再生能源的可持续发展做出贡献。在未来的研究中,技术人员还可以进一步探讨新的监测技术和智能化系统的应用,以更精准地进行风力发电机组延寿评估。

参考文献

- [1]李健,尤士强,王辉,范井齐.大型风力发电机组铸件的多轴疲劳研究[J].机械设计与制造,2021,(05):153-156+161.
- [2]杨文珺,何婷,王贵军.风力发电机组的故障及维护策略[J].机械研究与应用,2019,32(05):190-193+198.
- [3]陆越,于安林,陈鑫.风力发电塔架风致疲劳寿命评估[J].苏州科技大学学报(工程技术版),2019,32(01):39-43.
- [4]陈健,王洪波,马贤好,张东东.风力发电机主绝缘老化的诊断和寿命评估[J].大电机技术,2012,(04):13-16.