

风电风机叶片检修与维护的关键技术研究

李金辉

国华蒙东（内蒙古）新能源有限公司 内蒙古通辽 028000

【摘要】风力风机叶片不断暴露在雨水强风、沙尘暴、雷击、寒冷紫外线辐射下开裂结冰和叶片失衡。这会降低风扇的效率还会缩短风扇的使用寿命，对风扇维修人员的人身安全构成严重威胁。

【关键词】风电风机叶片；检修；维护；关键技术；

Research on the key technology of overhaul and maintenance of wind turbine blades

Li Jinhui

Guohua Mengdong (Inner Mongolia) New Energy Co., LTD., Tongliao, Inner Mongolia 028000

【Abstract】Wind turbine blades are constantly exposed to rain, strong wind, sandstorm, lightning strike, cold ultraviolet radiation under cracking and icing and blade imbalance. This will reduce the efficiency of the fan and also shorten the service life of the fan, posing a serious threat to the personal safety of the fan maintenance personnel.

【Key words】wind turbine blade; overhaul; maintenance; key technology;

前言：

风能作为一种清洁可再生能源是风能蓬勃发展的未来趋势。作为风力风机叶片的关键部件，在国内叶片的维护仅限于蜘蛛侠、大型设备和其他在经济和安全方面并不理想的方法。这种现象在未来十年将变得更加明显。识别关键组件和故障特征对于提高风力发电系统的可靠性至关重要。

1 研究的背景

1.1 在经济快速发展的背景下，不可再生能源被大量消耗，能源短缺日益引起世界各国的关注。与此同时，环境污染是当今世界的主要问题之一。因此，在强调经济发展和环境保护的同时，新能源的研究和应用也引起了社会的广泛关注。作为一种清洁可再生能源，风能的繁荣是未来发展的趋势。由于其成熟的技术和良好的基础设施，风能技术与其他可再生能源技术相比有许多优势。随着装机容量的不断扩大，设备的维护和维修需求每年都在增加。作为暴露在恶劣条件下的脆弱部件，风力叶片需要定期维护。然而，风力涡轮机可以受到水分吸收热应力、风的影响，有时还会受到雷击的影响。任何部件如变速箱轴承、发电机轴承、风扇叶片、爆破叶片和承载支撑带，都可能损坏。

1.2 由于叶片是风力风机系统的关键组成部分，它们的状态监测引起了广泛关注。为了获得高质量的风力叶片通常放置在更恶劣的条件下，因为叶片全年都暴露在雨风、沙尘

暴、闪电、严寒和紫外线的攻击下导致叶片开裂、开裂、结冰和失衡。监测叶片的健康状况并及时确定它们所经历的故障类型，不仅提高使用的安全性而且还创造了额外的经济效益，有必要进行方法论研究以监测叶片的健康状况并诊断其故障。

2 风电风机叶片检修与维护现状

2.1 为了确保风力叶片的正常运行风力发电厂的环境通常主要位于沙漠、山区或风资源丰富的地区如空气腐蚀性高但环境更恶劣的海岸线。一套完整的风力发电机由叶片、轴、变速箱、发电机、电气柜、换挡系统、胶带等组成。总会有有缺陷的部件导致风扇无法维修，导致重大损失。因此，定期维修部件是确保风机机组最大限度地减少故障率和达到最大效率的最有效方法。对于叶片成本占整个机器的15%-20%，它是风扇中最重要最容易损坏的部分，叶片开裂、边缘损坏、雷击损坏等事故，如果不及时处理很容易解决，将对整个机器造成严重损坏。对于风机叶片的故障80%以上不是突然发生的，都是由于侵蚀等原因所以风力发电厂在日常维护过程中，应更加注意定期检查叶片以确保风机过期后正常运行。国外风力发电的使用开始得更早，风力发电厂在日常管理过程中对停机系统进行维修是非常重要的每次停机期间，需要检查的物品都是风机叶片。

2.2 国外的风力发电场几乎总是准备台风叶片的修理机，修理机可以对叶片进行全面检查，以避免由于缺乏维护

而关闭。由于风机机组的工作环境相对较差,通常是无线的以及复杂的风机叶片,由于缺乏处理隐藏的危险如叶片破裂,近年来造成了不可挽回的损失。此外,目前国内没有专门的风扇叶片维修设备,蜘蛛侠式维修方法不仅效率低下,而且安全性也没有保证。未来几年将是家用风机故障率高的时期因此开发一种新型的板材维修,具有高安全性舒适快速的施工、对风机叶片和塔的高适应性,是风机叶片修复行业的必要条件。为了有效地解决现有风力叶片维护效率低下的问题安全无法得到保证。

3 风电风机叶片常见故障原因分析

3.1 闪电是自然界中最危险的自然灾害类型,用于风力机的安全运行。闪电释放的大量能量会对叶片造成严重损害。统计数据显示 21% 的风力机叶片被雷击损坏。对于建在山区或沿海地区的风力发电厂来说,这个问题尤其严重。由于叶片是根据特定的环境条件设计的,因此在正常条件下具有足够的强度和粘度。在我国西北部,风和沙子的侵蚀严重影响了叶片的表面。由于风和沙的相对速度在叶片运行期间也是最高的,这使它们最容易受到损坏。导致沙眼、胶水脱落、纤维层受损或叶片开裂等缺陷。

3.2 大多数风力发电场在检查日常维护过程时往往很少注意。根据重新分配进行调整将钢筋连接到混凝土基板后,检查基点并标记灌溉,振动棒不得靠近地基。根据这些值和信息测量的位移、加速度和速度,风叶振动的大小和方向可以是准确的原因和方向是正确的。加速度传感器可以通过反射风扇叶片的强烈振动来测量风速。加速集成可以接收速度信号,反映鼓风机叶片的振动速度;所以系统的整体平衡反映了开发了数字信号预测系统。小心树叶转动时发出的噪音在工作时出现,累积疲劳等它们是故障的触发器。据统计局部损伤在表面的分布没有明显的规律性,所有的叶片都发生了,表面的风向相对集中。

3.3 叶片冰罩破裂的原因往往是缺乏优化的管理策略,冰罩不能及时停止。连续操作中的过载会导致叶片损坏。研究现场后,叶片断裂发生在攻击边缘破裂后,叶片转向盖子的一侧。破碎的叶片在脱落前要经过长时间的冰罩。在冰雪条件下,静态和动态载荷显著增加,当空气动力学剖面发生变化时,载荷系数的变化也会给叶片带来额外的载荷,影响叶片的疲劳强度。在叶片失效前风扇一直在满负荷工作。叶片断裂的特点是叶片长时间被冰覆盖,叶片结构超载,直到叶片的弯曲部分断裂,一旦叶片无法承受上面的荷载。这种叶片在早期会引起结构变形,但不是完全的;随后板块的变形裂纹继续,直到板块完全破裂。考虑到冬季降雨和低温降

雪的频率,以及破冰的存在建议根据天气情况进行适当的现场检查,不当操作或延迟制动将导致事故,增加叶片故障后的二次损坏。因此,操作人员和技术人员必须及时检查叶片的异常危险,通过审查检查,倾听叶片上的哨声检查操作参数是否静音等因素,这些措施是及时发现叶片故障危险的措施,也是减少叶片故障事故的有效手段。

4 风电风机叶片检修技术

4.1 在设计传感器模块时首先要选择传感器的设备。为了减少对通风口的损坏,必须选择正确的通风口。由于风和背风的原因如果它没有被主风和背风损坏,就不会对其他方向造成损坏。从叶子的顶部到根在设计模拟信号处理通道时,信号调节模块的核心设计元素是低通滤波块。过滤器可以有效地过滤药房过滤器使传输更准确。该系统有效地模拟了传感器的转换,提供了晶体处理的高精度和精度,设计非常紧凑,不仅灵活,而且在数据处理方面非常实用。此外,为了有效地过滤振动信号数据中的混合波,该芯片可以区分风力风机叶片的振动参数,并随着时间的推移处理发动机叶片。事故的早期预测和预防以及传感器和持续时间等信息的有效存储,以及高水平的存储效率和安全性以满足系统需求。实践表明,该系统有效地监测和控制风扇振动信号系统运行稳定,具有良好的经济效益和前景。

4.2 更严重的损伤主要是由眶的攻击引起的如果不能及时发现,可以尽快恢复。如果你不及时修理它它将需要更长的时间,在空气的影响下外壳会破裂。如果它们坏了就必须更换,这意味着高材料水平、运行成本和长期的能源损失。对于接缝只在干燥环境中使用的有机凝胶不能在潮湿环境中使用不能在水中使用。因此,空气中存在高温、高压直到空气被抽走,空气才会变得越来越干燥。在支撑环内应在关闭后立即关闭两个小时以保护成品。在修复过程中使用工具清洁层和薄膜,重新加载结构薄膜,加强纤维组织以避免重复。在这种情况下必须更换,风力风机叶片必须在更换,因此更换叶片的成本和能源损失。在软件开发中,有必要定义滤波器类型、高频和低频滤波器、数字数据的数量和增加等参数确保它们不会丢失。重点是模拟和数字信号的有效设计和处理,并确保软件的有效运行。在具有挑战性的户外条件下,叶片的长期使用往往受到各种环境因素或由故障或事故引起的不可预测因素的影响。叶片故障后风机必须停止工作,否则可能会有更严重的后果。因此必须定期检查叶片迅速做出反应及时采取有效行动,防止事故发生。

4.3 叶片局部损坏的修复方法。叶片部分受损后,首先修复叶片然后用 PVC 和玻璃纤维对进行外部加固最后在表

面涂上抗紫外线涂层。放置破碎的刀片需要对破碎的玻璃纤维进行平滑、光滑的抛光去除所有破碎的玻璃纤维层,分层的PVC芯需要抛光从破碎的地方延伸到超过3厘米的完整外壳以便模压的涂层板可以折叠。粘合、铸造的覆盖板形成缺失的外壳。清理需要粘上覆盖板的区域,用剪刀剪下合适的覆盖板,粘上剪下的覆盖板,清洁后可以迅速粘上需要粘上的地方。注意把玻璃纤维下面的裂缝粘在一起,要求尽可能小的尺寸,这样当你想把整个玻璃纤维层变成一个整体时,底层的玻璃纤维层就会被加固。破碎的叶片盖坚固耐用(湿玻璃纤维层)。为了粘合胶水,多余的倒置胶水被清洗干净。切割玻璃纤维需要湿涂层。板表面硬化后,抛光,涂上保护层。使用防紫外线纯度胶合板的应用需要磨平玻璃纤维,使用抗紫外线的聚氨酯表面,使用的材料是抗紫外线的。胶水板的开裂壳要求冲击壳的一侧,玻璃纤维的开裂和层压壳。清除外壳清洁剂,然后清理上面的裂缝变化和连通外壳涂胶水,下部拖上部 and 下部裂缝形态快速夹,加热后迅速删除活活外壳磨到平面和完成,以及检查使用保护膜的边缘的攻击。

5 风电风机叶片维护关键技术

5.1 对于风机来说叶片的作用是捕获风资源,驱动发动机旋转能量资源,叶片的作用无疑是最重要的组成部分之一,它的高度和低性能会直接影响风扇的能量生产效率,灯停止,重量可能会导致整个翻转。叶片的工作环境非常恶劣空气中的杂质和腐蚀继续侵蚀叶片,极端天气条件,如闪电和冰架也会损坏风扇。为了避免更严重的事故,也要更换严重的叶片,这无疑会导致高昂的维护和维修成本,以及风电场的巨大经济损失。风扇高度范围主要集中在中国大约70米,维修工作极高的圆柱体和叶片内外缺乏特殊设备,尤其是缺乏专业设备修理叶片建设大量的进口设备,或更换安全系数和大型起重机工作效率低。严重影响维护技术水平的提高阻碍了其发展,因此发展高空设备维修平台是促进维护技术水平发展的重要保障。

5.2 维修工作平台形式特别用于风力叶片大修,配备升降梯,举起电缆悬浮在住处风电场和车轮悬架点,平台还具有侧引导轨道形式可能是移动平台横视形状和位置实现有

关规定,风电场平台的形状可以携带多个测试和维护团队的风力叶片,以检测和维护叶片。目前,越来越多的应用是平装修板块崛起的外在形式和升降扁平,这种装置也上涨板块型上部形成塔式鼓,用车轮形状电缆安装在调整夹,平面形式规定塔式鼓,然后提升机制强化形状扁平的板上了,将风机零部件吊起维修更换。除了板——一种特殊的上部通风机修理形式,它的工作过程类似于拆除叶片,但受到路面条件维护和设备成本的限制。维修费用甚至比建造一个新的还要高,目前我国风能工业的发展也很大程度上局限于在风电场中引入大型起重设备进行此类维修。为了有效地解决大型风力发电机的维护问题,中国一些大型风力发电机开始寻找一种新型的风力发电机来维修起重设备。一些研究机构也在这方面进行了投资,只有真正相关的基础技术才能实现中国风能产业的发展,解决当前的能源短缺问题。

5.3 风机叶片维修平台的结构设计。就目前叶片维修状况而言,新型高效低风险、易于传输的叶片维修形式的开发,根据风机设计特点和维修要求,选择了相应的技术参数维修型式。与传统的叶片修复方法不同,叶片修复设计简单主要分为载体的工作部分和支架的辅助平面部分。支撑架的平面部分在帮助下完成伸展,结构可以实现更大的传动比便于手动操作;它也可以锁定,它确保板的固定恢复形状后调整到工作位置。前部支撑架由四个旋转滚筒支撑轮组成,可以通过与旋转滚筒接触进一步固定这是一种高度修复的形状,可以防止平台形状的稳定性。炉子在紧凑的结构设计,基于辅助支撑装配细节支撑,取代传统方法很难区块,不论是否拆除组件或拆除鼓,不需要更多的运输设备,提供更多的建设和维护的方便性,同一时间节约成本提高工作效率和安全。根据风机叶片的工作特性和结构特征,确定了风机叶片的基本结构型式风机叶片修复型式,确定了风机叶片的结构参数选择了主要部件并确定了一般解决方案。

结论:

风机叶片作为风机能量的来源,叶片的状态直接关系到整个机器的运行。定期和不定期的叶片检查,识别叶片的状态及时管理潜在的危险,解决叶片在萌芽阶段的故障,是避免事故降低事故风险和稳定风力发电企业利润的有效方法。

参考文献

- [1]刘林.风力发电机主要种类及应用技术浅析[J].电气制造, 2024, 09: 26-29.
- [2]李军.风电产业中叶片维护的探讨[J].赤峰学院学报(自然科学版), 2022, 21: 49-51.
- [3]程明忠.风力发电机发展现状及研究[J].电力科学与技术学报, 2024, 24(4): 2-9.