

# 浅析风力发电机组旋转机械的故障诊断技术

初黎明

(大唐集团内蒙古分公司赤峰新能源事业部 内蒙古赤峰 024000)

**摘要:** 随着社会经济的高速发展以及城市化建设的持续深入,社会已经进入到了全新的发展进程中,这也为各大社会行业的发展起到了良好的促进作用,而在这种环境中,社会各界对于电力资源的需求量也在逐步提升。风能本质上属于一种具备着可再生性特征的清洁能源,具备着污染性比较低以及无辐射等多种特点,这也使其受到了各大发电企业的重点关注。而在风力发电机组的实际运转过程中,内部旋转机械中涉及到的部件类型比较多,这样也会加大旋转机械故障问题的发生几率,不利于提高整体风力发电质量。因此,文章首先对风力发电机组旋转部分故障检测的基本概述加以明确;其次,对常见故障问题展开深入分析;在此基础上,提出风力发电机组旋转机械的具体故障诊断技术。

**关键词:** 风力发电机组; 旋转机械; 故障诊断技术

**引言:** 在整体风力发电机组当中,其内部涉及到的核心部件就在于发电机以及风轮等旋转机械,其也属于整体风力发电机组当中的关键所在。而在风力发电机组内部旋转机械出现故障问题时,如果不能在第一时间采取针对性措施进行分析诊断以及合理解决,就会加大连锁事故的发生几率,为后续风力发电机组的稳定运转产生较为严重的影响。同时,由于我国风力发电行业的起步时间相对较晚,仍旧处在初级的发展状态中,这样也会导致相关故障诊断技术的发展水平较低,不利于促进后续风力发电领域的可持续发展。所以,这就需要在结合实际情况的基础上,合理的引入各类故障诊断技术,确保风力发电机组中的旋转机械能够处在更加稳定的运转状态中。

## 一、风力发电机组旋转部分故障检测的基本概述

### (一) 风力发电机组旋转部分的故障检测方式

由于风力发电机组当中的旋转部分,其在整体结构上相对较为复杂,并且整体工作环境十分恶劣,这样也会导致齿轮以及齿轮箱等部位很容易受到损伤,这样也会加大各类故障问题的发生几率。而在早期阶段,风力发电旋转部分所产生的故障信号相对较为薄弱,很容易混杂在背景噪声当中,很难被准确识别出来,这也使得提取旋转部分故障特征信息成为了其中的关键所在。现阶段的小波分析以及经验模态分解等方式已经得到了较为广泛的应用,这也为各类特征信息的高效提取起到了良好的促进作用,完全可以通过各类机组监测装置来采集实时化信息,这样就可以实现对于故障类型的准确判断。大部分情况下,结合具体工作经验可以有效排除那些正常部位,所剩下的则是那些可能出现的故障情况,这时就需要通过深入分析来确定具体的故障类型。

### (二) 风力发电机组旋转机械的状态监测

风力发电机组在实际运转阶段中,应当针对运行过程中的具体状态参数展开合理监测,而后针对数据传感器当中所采集到的各类数据信息展开高效处理,结合获取到的结果来有效实现对于风力发电机组旋转机械运转状态的合理评估预测,这样即便是在后续展开远程控制,也能够全方位提高风力发电机组的工作效率以及工作质量,降低各类故障问题的发生几率,还可以减少维修成本。一般情况下,监控系统当中所采集到的数据信息比较有限,只能获取到一部分数据信息,所以,为了进一步实现对于风力发电机组的全面检测与稳定控制,就必须合理的引入状态监测方式。在风力发电机组旋转机械中所采用的状态监测中,其属于 SCADA 系统当中的主要构成部分,在基本结构上与 SCADA 基本一致,都是由上位机以及下位机所构成,上位机不仅可以高效完成各类数据信息的交换以及传送命令,还可以通过网关与下位机的 PLC 控制组

之间更好的连接在一起。在 PLC 控制组当中具体涉及到了 A/D 转换模块以及带能源模块等多种模块,只有在确保多个部分之间进行充分配合的基础上,才可以实现对于风力发电机组中旋转机械的状态监测<sup>[1]</sup>。

## 二、风力发电机组旋转机械结构与常见故障问题

### (一) 风力发电机组旋转机械的机构

现阶段我国所采用的风力发电机组,按照旋转形式可以划分为两种类型,第一种是垂直轴旋转,其中风轮的旋转轴与地面或是气流方向呈垂直状态,第二种则是水平轴旋转,这种旋转则是确保风轮的旋转轴能够与基本风向之间保持平行。而根据叶片的形式进行划分,可以分成双叶式、三叶式以及多叶式等类型,但无论采用何种形式,其中都是由主轴、轴承以及冷却系统、风轮锁定装置等多种部件所构成,整体结构有着较高的稳定性<sup>[2]</sup>。

### (二) 风力发电机组旋转机械中的故障问题

站在当前风力发电机组实际运行情况的角度上来看,其在实际工作阶段中容易产生故障问题的旋转机械部位,主要就在主轴、主轴轴承以及叶片等方面。首先是主轴与主轴轴承的故障问题,在主轴故障中,主要涉及到了断轴、轴振动偏心等多种类型,在主轴传递风轮扭矩到增速箱的过程中,稍有不慎就会引发上述各类问题出现。而主轴轴承故障类型则是轴衬磨损、压痕以及腐蚀断裂等问题,主轴轴承属于确保风轮能够稳定运行的关键部位,在实际运转阶段中,主机轴承需要承受比较高的径向荷载以及轴向荷载,一旦风轮与主轴转动出现不平衡的情况,轴承所承受的荷载就会逐步提升,这样也会加大各类故障问题的发生几率;其次则是叶片故障,在风力发电机组中,旋转机械中的叶片也属于经常出现故障的部位,主要故障类型就在于叶片磨损、叶片弯曲以及叶片断裂等,而引发这部分问题出现的原因,就在于采用的叶片材料方面没有达到相关标准,后续的安装操作也缺少合理性,导致其很容易受到冰雹、雷击等各种恶劣天气产生的影响;最后则是其他故障,首先是齿轮箱故障,齿轮箱故障中比较常见的是齿面磨损或是断齿等,由于齿轮的表面部位较为粗糙,以及整体润滑条件较差,这些都属于诱发齿轮故障问题的主要因素。其次则是发电机故障,发电机故障主要为发电机过热、绝缘损坏等,引发这些问题的原因就在于发电机长时间运转,这样会导致发电机内部各大组件迅速老化,再加上没有得到及时处理,就会产生绝缘老化失效等问题<sup>[3]</sup>。

## 三、风力发电机组旋转机械的具体故障诊断技术

在近年来的社会发展进程中,随着整体风力发电技术的发展与进步,我国在充分结合国外各类故障诊断技术的基础上,也通过深入的研

究总结出了多样化的风力发电机组旋转机械故障诊断技术。而目前应用较为广泛的故障诊断技术，主要就体现在以下几方面：

(一) 在线监测诊断技术

在风力发电机组旋转机械中所采用的在线监测诊断技术，其属于一种融合了信号采集、在线分析等多种功能的现代化技术手段。其能够对于风力发电机组当中旋转机械所产生的温度信号以及压力信号等多种参数展开实时化监测，对应的数据信息库也能够将获取到的监测结果与优先设定好的参数进行充分比较，保证在线监测系统以及诊断系统可以及时找寻出内部存在的异常情况，并在第一时间进行报警，这样就可以确定好故障的具体类型以及具体位置，并采取针对性措施来对故障进行处理，降低故障产生的不良影响。后续还要针对采集到的数据信息展开深入分析，从而更好的判断出引发故障问题出现的主要原因，现阶段的在线监测系统，已经在风力发电领域得到了十分广泛的应用。在风机旋转机械在线监测系统当中，主要涉及到了状态监测、信号采集以及分析诊断等多种功能，首先是状态监测，其中的主要功能为初始化设置以及状态监测，在具体的监测功能方面为频谱监测、轴心轨迹监测以及数字列表监测等多种内容；其次则是信号采集，其中需要针对风力发电机组旋转机械各大测点当中的振动信号以及温度信号展开合理收集，并且还要采用多种分析方式来针对风机的启动变速以及日常运转状态等多种信号特征进行深入分析，从而对旋转机械中存在的各种故障问题展开全面诊断；最后则是状态显示，主要就是采用数字表格、机械结构等多种方式来更加直观的确明确风力发电机组当中旋转机械存在的各种问题，一旦超过了预期的安全值就要直接发出对应的报警信号，这样就可以针对故障信息进行更加高效的反应。除此之外，还涉及到了储存查询等内容，其中要对机组运行阶段中产生的温度信号以及振动信号进行全面刺激，这样就可以构建更加完整的历史资料，这样也有利于后续进行离线分析。

(二) 人工智能诊断技术

人工智能诊断技术在实际应用过程中，主要涉及到了模式识别诊断技术以及神经网络诊断技术这两种类型，而其中的神经网络诊断技术，就是在针对神经心理学以及生理学进行充分研究的基础上，针对人类大脑当中的神经元结构加以模仿，从而研制出的一种网络诊断系统，在神经网络诊断技术的应用过程中，可以通过文字识别、语音识别以及图像识别与系统辨识等多样化方式，针对风力发电机组当中旋转机械运转时所出现的故障问题展开智能化的诊断。然而，由于现阶段所采用的神经网络诊断技术还不够完整，在后续应用阶段中也很容易产生操作失误等多种问题，从而导致诊断信息出现过于模糊的情况，这就需要进行必要的完善优化。而模式识别诊断技术，则是结合现阶段风力发电机组旋转机械的具体运转状态，通过特征分析、信号检测以及特征选择等多种方式，实现对于故障问题的准确定位。现阶段的模式识别诊断技术当中，主要涉及到了结构模式识别以及统计模式识别这两种类型，其中的结构模式识别则是将语言内容作为基础，从而采取结构图元的方式来进行合理描述，统计模式识别则是将多元统计理论作为其中的基础，从而针对具体的数据信息特征进行合理描述。将这部分方式有效应用在旋转机械的故障诊断过程中，也起到了十分优异的效果<sup>[4]</sup>。

(三) 润滑油油液与信号故障特征诊断技术

首先是润滑油油液分析诊断技术，结合风力发电机组当中旋转机械润滑油的具体油液状态来对发生的具体故障类型以及部位进行合理诊断，这也是现阶段应用较为广泛的一种诊断技术。在具体的润滑油油液分析诊断技术当中，主要涉及到了油中微粒分析以及油质分析诊断这两

种类型，其中的油中微粒分析就是采取光谱分析以及铁谱分析等多种方式，从而针对润滑油当中的颗粒进行计数分析，还要结合颗粒的具体分布情况以及大小等多种信息，来进一步确定好旋转机械故障的具体发展情况。而油质分析诊断技术则是采用油质检测仪等多种设备，分析润滑油当中是否产生了污染情况，以及内部是否蕴含金属磨粒等，通过后续针对油质监测数据信息所进行的全面性分析，更加准确的判断旋转机械的具体故障位置，以及各类故障部件的磨损程度等；其次则是信号故障特征提取诊断技术，这种技术就是针对风力发电机组旋转机械的实际工作阶段中，压力、温度以及噪声等多种参数的检测来展开高效的整理收集，而后通过连续的小波变换以及傅里叶变换等多种措施来实现对于信号的高效收集，并充分提取出信号的具体故障特征，而后结合故障的基本证照以及标准模式来对数据信息展开全面诊断。而上述内容中所提到的主轴故障、发电机故障以及叶片故障等问题，都可以采取信号故障特征提取诊断技术来进行高效诊断。

(四) 风力发电机组旋转机械故障诊断的注意事项

首先，在故障的判断过程中要进行整体性分析，技术人员在对风力发电机组旋转机械故障问题进行分析的过程中，需要在综合各类故障问题的基础上展开系统性分析，不能只是单纯的凭借工作经验来对单一化部件进行维修。而旋转机械设备当中的各种部件都有着较为紧密的联系，在某一个部件出现故障问题后，就会对其他系统当中的零部件产生一定程度的影响。所以，为了确保故障问题能够得到彻底消除，就必须准确分析引发故障问题出现的主要原因，从而实现不留后患；其次，在找寻出柴油发电机故障问题过后，要尽量减少整体拆卸量，在旋转机械设备出现了故障问题过后，不能过于盲目的拆卸柴油发电机组，要在正式进行拆分之前，结合实际情况来准确判断故障问题出现的具体部位，在保证科学合理的基础上进行针对性的拆卸，这样不仅可以降低时间消耗，还能够迅速恢复生产<sup>[5]</sup>。

结论：综上所述，在当前的社会发展进程中，随着整体电力行业的可持续发展，电力行业中对于风力发电的重视程度也在不断提升，而在充分结合风力发电长期运转状态的基础上，应当进一步提高对于风力发电机组旋转机械故障诊断技术的重视程度，在准确判断故障类型以及故障情况的基础上，采取针对性措施进行解决，这样也能够有效促进风力发电行业的可持续发展。

参考文献：

[1]赵建宏. 基于信息融合的卷积神经网络风电机组振动故障诊断方法研究 [D]. 华北电力大学,2020.DOI:10.27139/d.cnki.ghbdu.2020.000266.  
 [2]刘展. MW 级变速变桨风力发电机组系统振动故障诊断技术与减振降载方法研究 [D].北京交通大学,2019.  
 [3]申凯. 风力发电机组旋转机械的故障判断探讨 [J].时代农机,2017,44(06):41-42.  
 [4]郭梅. 风力发电机传动系统振动监测与故障诊断系统研究 [D].浙江大学,2017.  
 [5]黄志军. 风力发电机组传动系统振动故障诊断研究 [D].华北电力大学,2017.

作者简介：初黎明，男，蒙族，籍贯：内蒙古赤峰市红山区 生于：1983-09，工作单位：大唐集团内蒙古分公司赤峰新能源事业部，职称：工程师，本科学历，研究方向：风力发电技术。