

风力发电机状态监测与故障诊断技术分析

靳丰羽*

中电投新疆能源化工集团陇西新能源有限责任公司 甘肃 定西 743000

摘要: 电力生产中, 风力发电是一种新型模式, 直接影响着电力生产量的提升、节能降耗及行业可持续性发展。随着时代的进步, 风力发电机装机容量与建设规模日益扩大且操作要求不断提升, 一旦维护不合理, 就会引起设备频繁出现故障。因而, 应用在线诊断系统实时监控设备运行过程, 及时发现并解决风力发电机组遇到的问题, 确保发电机组安全、稳定的运行。基于此, 针对风力发电机组状态监测及故障诊断技术, 本文进行了研究和阐述。

关键词: 风力发电机组; 状态监测; 故障诊断技术

引言

风能作为可再生能源, 利用风能进行发电不但能够降低对资源的消耗, 缓解我国资源紧张问题, 而且可大大减少对环境造成的污染, 为推动我国能源消费结构也作出了巨大的贡献。这一系列的过程需要通过发电机组内部所有元件的共同配合完成, 但是由于风电场一般都位于比较偏远的地区, 发电机在运行过程中受环境影响较大, 一旦发生故障, 将会造成严重的经济损失。所以需要加强对风力发电机的故障预防工作, 通过对发电机进行状态监测可以实时掌握发电机的运行状态, 并且通过对状态监测获取的数据进行分析, 能够为故障诊断提供有力的参考依据, 既能够有效避免故障的发生, 又能够缩短故障维修的时间, 提高维修效率。

一、概述

1. 风力发电机组

风力发电机组主要指借助风机转换风能与电能, 利用电磁感应原理经过调压操作将转换后的电能输送到电网与用户中心^[1]。经过多年发展, 我国风力发电机组建设日益完善, 逐步改进传统的恒速恒频发电机组, 应用新技术与设备对风力发电进行创新完善。变速恒频技术是一种新技术, 其能够动态化调整风机叶轮转速, 结合风速变化调整并引入变流技术, 以此确保风力发电保持恒定的输出频率。应用变速恒频技术可以保障风力发电质量, 所以现阶段此项技术广泛应用于我国风力发电并网系统。

2. 发电机组故障特点

风力发电场一般设置在偏远地区与高山, 受自然环境恶劣、风速变化大且外部荷载不稳定等因素影响, 使得风力发电机组内部部件极易出现故障。一般机组故障包含齿轮箱、发电机及变频器等几部分^[2]。比如风力发电机组发电机部分故障, 其主要表现为发电机轴承过热、运行振动太大及自身温度高等。长期研究发现, 这些故障主要是由轴承被损、定子绕组绝缘损坏及转子平衡等问题引起的。因此, 针对不同故障问题与部件, 要采用有效的方法监测其运行状态并进行故障诊断。

二、风力发电机诊断时会出现的问题

1. 通过振动、温度和发电机速度诊断机械故障

如果发电机的电流、电压和功率不匹配, 则这一定与发电机的机械故障有关。高频振动通常是由于轴承故障而发生的。高频故障的发生率非常高, 可达上千。如果要接收轴承故障信号, 可以从振动传感器接收轴承振动信号, 然后处理该信号以消除由于机械故障引起的轴承故障^[3]。轴承故障诊断可以使用峰值能量方法, 包络解调方法、小波分析方法和基于FFT的故障诊断方法。较低的振动频率是由于轴未对准和转子质量不平衡引起的, 框架变弱等引起的。要获得此信息, 必须对振动信号进行滤波和放大, 然后必须进行傅立叶交换。在运行过程中, 还会由于磨损和温度升高而导致发

*通讯作者: 靳丰羽, 1986年10月, 汉, 男, 青海省西宁市, 中电投新疆能源化工集团陇西新能源有限责任公司, 副总经理, 政工师, 大学本科, 邮编: 743000, 邮箱369177520@qq.com, 研究方向: 清洁能源发展。

电机转子的偏心误差和发电机定子和转子之间的间隙不稳定。谐波有着关键作用，因为它们监视发电机定子的谐波输出电流、电压、功率和其他信号，可以诊断偏心电动机的转子故障。当发生机械故障时，发电机轴的振动也会导致间隙振动，从而使发电机的转子和定子之间的间隙磁通量不均衡，定子的连续分析可以解决旋转轴的振动问题。

2. 电气故障发出信号的控制

首先对一些参量的信号开展测验，发出的信号有发电机定子的线圈温度、定子的电压、定子与转子的电流、发电机输出功率以及转子转速等，然后对其进行处理，最后进行识别。要想找到电气不运作的原因，可以使用定子电流检测方式、一小部分放电的监测方式、振动检测法等^[4]。转子或定子线圈短路故障根据研究发现是发电机转子、定子线圈绝缘损坏引起的，包括匝间短路、相间短路、层间短路等问题，所以，短路故障监测和诊断是研究的重点。为了监测发电机的状态，可以对电压、电流和转子扭矩进行检测。要想对发电机状态实施更全面的监测，还可以对大气温度和大气压力等进行测量。

在转子电流信号中会出现故障谐波分量，这是由于发电机定子出现了匝间短路，定子电流的对称性被打破，生成一个反向的旋转磁场。对于发电机每匝之间短路事件的检测包括负序的电流、电流的谐波成分、电流Park的矢量运行路径等。在短路匝数比较少时，定子电流变化量微小，这种情况很难检测出谐波成分。定子单相、双相、三相的短路这3种情况被称作相间的短路现象。要想更好地识别发电机的相间短路故障，可以采集发电机的电流、温度和振动等信息。故障特征也是和短路的时间息息相关的，诊断发电机相间短路的主要方法是基于功率谱密度的故障诊断法、基于离散小波变换的故障诊断法、反向传播（Back Propagation, BP）神经网络法、Elman神经网络法以及概率神经网络（Probabilistic Neural Network, PNN）法。其中，速度比较快的是BP神经网络法；网络结构比较简单的是Elman神经网络；PNN的神经网络的优势为容错能力较强。

三、状态监测和故障诊断技术在风力发电机中的应用

1. 齿轮箱状态监测和故障诊断

齿轮箱作为风力发电机中连接主轴和发电机的重要部件，其内部结构和受力情况比较复杂，尤其是在运行工况和载荷发生变化的情况下，发生故障的几率会有所增加。由于齿轮箱故障而导致风力发电机故障的占比较大，不仅维修成本高，且因为停机所造成的发电量损失巨大，所以对齿轮箱进行状态监测和故障诊断非常重要。齿轮和轴承是齿轮箱比较常见的故障部位，断齿、齿面疲劳、胶合是齿轮常见故障类型，磨损、点蚀、裂纹、表面剥落是轴承常见故障类型，任何一种故障类型都会影响到齿轮箱的正常运转。随着风力发电机规模的扩大，对齿轮箱的性能要求也越来越高，所以要保证齿轮箱的安全可靠运行。振动监测和温度监测在齿轮箱状态监测中比较常用，振动监测主要是利用振动测量仪器对齿轮箱的振动频率进行检测纪录，然后将测得的实际运行数据与设计数据进行对比分析，从而发现齿轮箱中各部件的运行状态。温度测量法主要是通过温度传感器对齿轮箱零部件运行过程中的温度变化进行识别和诊断，通过与常态进行对比，能够及时获知齿轮箱零部件的状态信息。

2. 计算参数异常监测

风力发电机中的计算参数需要选择适当的监视技术和检测方法。在实际操作中，请注意以下几点：第一，在确定计算参数的过程中，有不同类型的风力发电机。在某些风力发电机中的许多地方都需要运用不一样的算法，并且每种类型的算法都有许多策略可供选择。有必要针对风力发电机的现状和要求选择合适的算法，由于不同的算法直接影响最后的计算结论，因此选择正确的算法可以大大提高监视计算参数的计算精度和效率。其次，选择正确的硬件来运行算法。所谓的工具适用于：（1）路由算法稳定并且可以长时间工作。设备的完整性需要硬件支持。（2）风力发电机应配备可靠，稳定的传输和测量设备，以计算和输出数据的算法操作提供基本通道。

四、风力发电机组故障诊断技术

1. 故障诊断分析

在对风力发电厂进行故障排除时，需要根据设备的设计复杂性和设备运行条件的特定条件来详细分析许多因素，以提高诊断结果的准确性。风力发电机具有许多活动部件，其设计的复杂性使其难以排除故障。传统的诊断技术需要改进，新的技术和概念已经被引入，各种故障的准确诊断以及解决问题的基础。为了诊断风机故障，有必要准确地捕

捉各种故障现象,并根据风机功率、振动、压力、变形、磨损和温度等性能参数进行综合分析,以进行故障判断。

2. 热力参数分析

风力发电机的热参数分析是通过分析风力发电机运行过程中温度和湿度的变化来确定运行条件。大多数风力涡轮机的温度包括:主要组件的内部温度,(例如发电机,齿轮箱,发电机,驱动电动机,变频器等),机舱和控制箱的温度与机油和液压油的温度不同。风力发电机中的大多数空气湿度包括机舱中的湿度,和控制箱中的湿度。通过监视风力发电机的热参数,可以有效地监视发电机的工作状态。并且根据热参数的趋势和建议,能够精准地识别设备中的故障设备,并为故障原因分析提供足够的基础数据^[5]。

3. 振动分析

使用振动分析的原理是在组件的振动传感器安装在主要部件上(例如变速箱支架,发电机支架,主轴支架和车架)。这些传感器可以准确地测量主机部件的振动。通过处理和分析来自传感器的振动反馈,可以快速而准确地评估设备中每个组件的振动状况和运行趋势,并由此可以分析振动的原因,并确定设备是否有缺陷。

结束语:综上所述,受运行环境与自身结构影响,相较之传统发电设备,风力发电机组极易发生故障,且故障原因复杂多变。因此,实时、全面及系统化的监测风力发电机组,采取有效的故障诊断方法解决机组运行故障,保障电力企业经济利益与社会效益具有重要的意义。

参考文献:

- [1]赵铁印.双馈式风力发电机组发电机滚动轴承状态监测及故障诊断方法的分析[J].科技风,2020(19):195.
- [2]吴艳标.风力发电机状态监测和故障诊断技术的研究[J].城市建设理论研究(电子版),2020(07):1.
- [3]赵勇,韩斌,房刚利.风力发电机状态监测与故障诊断技术综述[J].热力发电,2020,45(10):1-5.
- [4]高鹏.风力发电机状态监测与故障诊断技术分析[J].现代盐化工,2020(5):93-94.
- [5]赵坚.风力发电机组状态监测和故障诊断技术研究[J].机电信息,2019(23):72-73.