

# 风力发电机组变桨系统状态监测与故障诊断探讨

冯涛

(国华(江苏)风电有限公司, 江苏 东台 224200)

**摘要** 随着我国风力发电生产技术的快速持续优质发展以及相关设备总体装机容量的持续加大, 围绕风力发电机组运行技术性能提出的要求也愈来愈严格。变桨技术系统是风力发电机组设备的主要结构组成部分, 其运行过程中的技术故障问题发生可能性长期处在较高水平, 客观上引致围绕风力发电机组设备变桨技术系统开展的运行状态监测技术环节与故障诊断技术环节, 成为需要引起广泛密切关注的重点方面。文章将会围绕风力发电机组变桨系统状态监测与故障诊断, 展开简要的分析, 旨在为相关研究提供借鉴。

**关键词** 风力发电机组变桨技术系统; 状态监测; 故障诊断

中图分类号: TM31

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)08-0124-03

随着世界各国人口数量的快速稳定持续增加, 宏观经济事业领域总体性建设发展规模的持续扩大, 各类资源要素的总体消耗数量持续增加, 引致发生种类多样的亟待加以解决处置的严重问题。在全世界范围内, 指向能源资源要素提出的需求数量, 以及实际消耗数量的逐渐增加, 特别是围绕煤炭能源资源等非可再生性能源资源要素, 以及围绕生物能源资源要素等常规类型能源资源要素实施的超限度使用行为, 给自然生态环境体系施加较为严重且无法逆转的损害, 类型多样的环境污染破坏问题逐渐突出。择取运用适当措施控制降低环境污染破坏问题的严重程度, 是世界各国民众迫切需要加以解决处置的基本问题。在此背景下, 低碳经济思想的生成与贯彻践行理所应当。低碳经济发展进程中的主要特点在于能源消耗水平较低, 污染问题严重程度相对较弱以及排放量相对较低等, 而在实现上述技术控制目标过程中, 具备可持续再生属性特征的风能资源要素, 能够发挥关键性技术作用, 且能支持助推风力发电产业经济事业领域的优质持续历史发展进程。从整体性视角展开阐释分析, 风力发电生产技术方法与传统的火力发电生产技术方法相对比, 其不但具备显著而又鲜明的高效性特点和清洁性特点, 且其能够支持发电生产企业组织获取到较为可观的经济收益, 是能够充分适应契合现阶段世界能源事业总体发展趋势的新型发电生产技术方法, 具备着广阔而又充分的未来应用发展前景。

## 1 风力发电机组变桨技术系统故障的常见类型

当前发展阶段, 基于风力发电场内部运用的变桨控制技术系统主要有两种: 一是液压变桨控制技术系统; 二是电动变桨控制技术系统。

从基本的组成结构角度展开阐释分析, 电动变桨控制技术系统主要经由伺服电机技术设备、独立控制技术系统、传感器技术组件(主要涉及包含叶片角度位置传感器技术组件, 以及2个限位开关技术组件)、驱动器技术组件、继电器技术组件、变速箱技术组件、后备电源技术组件(通常为超级电容器技术组件)等技术组件加以组成。

常规情形下, 在风力发电机组设备保持正常稳定运行状态条件下, 其通常需要结合利用风力技术系统提供的外部接入交流电源, 而在电网技术系统发生故障问题或者是发生外部断电问题条件下, 电动变桨控制技术系统内部安装配置的超级电容技术组件能够自动化地切换成后备蓄电池供电技术模式, 继而实现冗余电源保护技术状态, 确保风力发电机组设备能够及时而又安全地推进完成收桨技术环节<sup>[1]</sup>。

考虑到电动变桨技术系统的结构特征, 现阶段将其运行过程中发生的技术故障问题划分成如下表现类型: (1) 变频器技术组件或者是驱动器技术组件发生通讯中断故障以及损害故障; (2) 伺服电机设备的运行电压技术参数项目缺乏稳定性或者是发生过载损坏问题; (3) 因编码器技术组件发生技术故障问题引致

数据线技术组件接触状态较差; (4) 变桨限位开关技术组件未呈现返回现象或者是实际所处的安全技术位置不够准确等。备用电源技术系统(超级电容技术组件)是变桨技术系统内部最容易发生技术故障问题的结构组成部分,尤其是在风力发电机组设备运行使用过程持续时间超越两年之后,其通常有较大可能性会发生指向部分数量比例蓄电池产品的老化问题,继而诱导其实际对外提供的电压技术参数项目呈现出明显波动现象,继而伴随着风力发电机组设备使用时间的逐渐延长而提升技术故障发生可能性。

液压变桨技术系统遵循的控制原理,就是在控制技术系统运行过程中,将检测技术信号视作驱动力量,将液压油物质视作传动介质,将控制阀块技术组件视作控制技术元件。变桨控制技术过程,本质上需要借由针对气缸活塞杆技术组件的径向运动过程转变调整成叶片技术组件的圆周运动过程加以实现,鉴于此种情况,该控制技术系统通常也被称作电-液伺服变桨技术系统。液压变桨技术方法是最近若干年间新近兴起并且得到推广运用的变桨技术方法,其在具体运用过程中发生的技术故障问题主要有:(1) 液压变桨超限技术故障:该种技术故障问题的发生,能够在某种程度上影响破坏风力发电机组运行过程中的发电生产能效水平,以及围绕风能资源要素的总体可利用效率;(2) 变桨不同步技术故障,该种技术故障问题的发生,能够引致液压回路技术结构无法及时有效地推进完成指向流量的控制技术环节,促使风力发电机组设备的三个叶片技术组件的最大变桨角度与最小变桨角度之间差值远远超越技术系统的预设数值,继而引致三桨叶技术组件实际所处位置呈现出不同步现象<sup>[2]</sup>。

## 2 开展状态监测工作与故障诊断工作的重要意义

风力发电生产技术方法不但基于保护自然生态环境层面能发挥优质效果,其还能有效改善纾解不可再生能源资源要素面对的基于供应数量相对不足方面的压力,其在支持助推我国现代电力能源工业领域的优质稳定可持续历史发展进程方面,具备关键性影响意义。

伴随着改革开放历史进程的快速稳定持续深入推进,以及我国各级政府相关职能部门下大力度支持助推新能源产业经济领域的优质稳定发展进程,间接上支持风力发电机组设备在我国获取到较为广泛的安装配置和运行使用。

特别是最近若干年间,伴随着大型风力发电机组

设备(以兆瓦级别占据主导地位)的总体装机容量水平呈现出逐年持续增大变化趋势,继而在技术系统的基本组成结构相较过往展现出更高复杂程度情形下,既往运用过的技术故障问题解决处置方法已经无法满足新型风力发电机组设备技术故障问题处理过程中呈现的客观实际情况,围绕大型风力发电机组设备加以运用的故障诊断技术方法和解决处置方法已然成为影响制约我国风力发电产业经济领域宏观发展趋势的关键性因素。

一般条件下,风力发电机组设备的安装设置位置均处在与城市居民居住生活区域具备较远距离的郊外,其具体所处的综合性技术环境条件相对恶劣,特别是在直观真切面对夏季暴晒天气环境或者是雷雨天气环境,以及冬季低温冰雪天气环境等类型多样的恶劣天气环境条件下,其内部各类技术零部件发生损坏事件的可能性通常会超过半数。

除此之外,源于风力发电机组设备更新换代时间进程显著超越风力发电机组设备维修技术方法的发展演化进程,客观上会伴随着风力发电机组设备运行过程持续时间的逐渐延长,风力发电机组设备会涌现出种类多样的技术故障问题,也就是基于风轮叶片技术组件,变流器技术组件,齿轮箱技术组件,变桨技术系统,轴承技术组件,发电机设备,以及偏航技术系统等多个技术结构组成部分中均呈现出表现程度显著的技术故障问题,且在情形严重条件下,会引致风力发电机组设备难以维持正常稳定运行技术状态。

在风力发电机组设备运行过程中发生技术故障问题条件下,若未能及时开展处理技术环节,则一旦发生无法简单修复的技术故障问题,通常必须将风力发电机组设备送归专业生产制造厂家开展维修处置环节,或者是调动来源于生产制造厂家的专业技术人员前往风力发电机组设备安装使用现场开展零部件更换处置环节与维修处置环节,客观上不但需要消耗数量较多的人力资源要素和时间要素,且还有可能性引致发生较为严重的经济损失结果。

鉴于上述背景,围绕风力发电机组设备推进开展的定期维护工作环节,以及实时监测工作环节,是现阶段我国风力发电事业发展过程中需要关注的重点方面<sup>[3]</sup>。

## 3 风力发电机组变桨技术系统故障的状态监测具体思路

假设变桨电机技术设备的温度技术参数项目为  $T$ , 超级电容技术组件的电压技术参数项目为  $V$ , 则变桨电

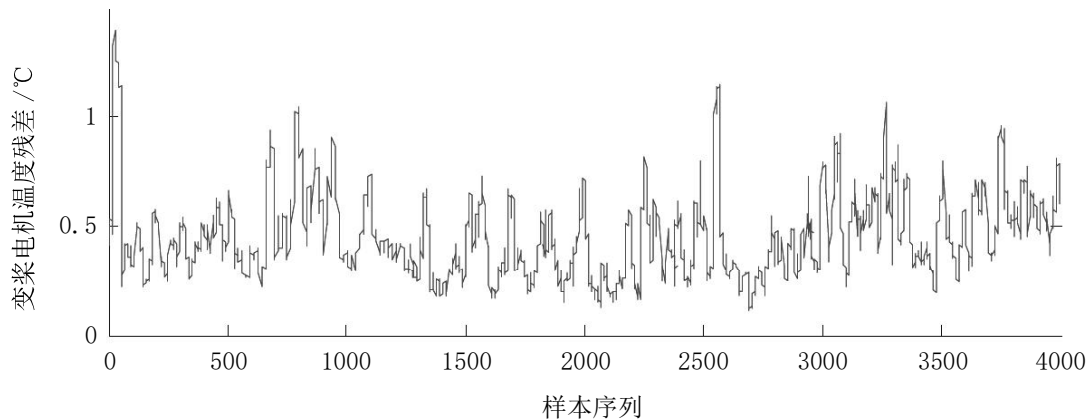


图1 变桨技术系统温度技术参数的残差数据描述曲线

机技术设备温度技术参数项目的预测残差可以用公式

(1) 加以表示:

$$E_T = T - T^* \quad (1)$$

在公式(1)中,  $T^*$  表示的是预测的变桨电机技术设备的温度技术参数项目。变桨技术系统超级电容技术组件的电压技术参数项目预测残差可以用公式(2)加以表示:

$$E_V = V - V^* \quad (2)$$

在公式(2)中,  $V^*$  表示的是变桨技术系统内部超级电容器技术组件对应的电压技术参数项目数值。本研究将变桨技术系统内部电机设备对应的温度技术参数项目相关数据视作具体需要展开验证处理的数据项目<sup>[4]</sup>。

从图1中列示呈现的相关信息可以知晓, 在正常化技术工况条件下, 变桨技术系统内部电机技术设备温度技术参数项目的实际取值表现出相对平稳状态, 但是, 也未能完全彻底规避技术误差问题的发生。

假若残差的实际数值超越特定化的控制范围, 也就是超越预先已经明确设定的阈值, 则通常可以将此情况下的技术状态判断确定成风力发电机组设备变桨技术系统的基本运行技术状态已经出现异常问题。

本文借由引入运用特定化的阈值, 针对风力发电机组设备实际所处的运行技术状态展开衡量分析。

在选取阈值过程中, 需要注意部分基本技术控制要点。源于风力发电机组设备实际所处的运行技术状态, 极易因具体所处的外界自然环境条件变化而发生某种改变, 继而引致实际获取的运行技术状态描述数据信息, 在内容组成方面展现出显著而又鲜明的随机性特点和偶然性特点<sup>[5]</sup>。

从另一个角度展开阐释分析, 本项研究中引入的围绕变桨技术系统电机技术设备温度技术参数项目的预测分析技术模型, 是根植于数量繁多的历史性样本数据信息, 择取利用过程性记忆矩阵完成建模处理环节的, 客观上引致风力发电机组设备在维持正常化运行技术状态条件下不同状态区间对应的概括能力通常会呈现出显著差异。

#### 4 结语

综合梳理现有研究成果可以知晓, 变桨技术系统是风力发电机组设备中的重要结构组成部分, 其具体运行使用过程中发生技术故障问题的可能性相对较高, 立足于风力发电机组变桨技术系统完整化运行使用过程, 采取适当措施做好运行状态监测技术环节与故障诊断技术环节, 能够支持获取到优质化技术作用效果。

#### 参考文献:

- [1] 唐亚波. 风力发电机变桨系统后备电源改造方案研究与实践[J]. 水电与新能源, 2023, 37(01): 5-10.
- [2] 潘振东, 刘城, 张勤刚, 等. 海上风力发电机组变桨系统故障分析[J]. 船舶工程, 2022, 44(S2): 107-111.
- [3] 李洪川, 王旭东, 王东明, 等. 风力发电机电动变桨系统故障诊断研究进展[J]. 设备管理与维修, 2022(09): 154-158.
- [4] 刘旭隆, 孙晓明, 张寅. 典型1.5MW风力发电机组变桨系统深度治理方法[J]. 科技资讯, 2022, 20(01): 55-58.
- [5] 马记龙, 兰杰, 林淑, 等. 基于GUI的风力发电机组系统辨识软件设计[J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(31): 85-87, 99.