

# 风电场电气设备的故障诊断与维护

王秀锋

甘肃龙源新能源有限公司

**摘要:**作为新能源产业的重要组成部分,风力发电具有清洁、可持续、环保等特点,对减少碳排放、应对气候变化具有重要意义。然而,由于风速和风向的不确定性,以及设备故障等因素的影响,风电场的运行存在一定程度的不确定性。因此,引入电气设备故障诊断技术可以预测和监测风电场的状态,优化维护计划,提高风电场的可靠性和可用性,降低维护成本,延长设备寿命,从而实现风电产业的可持续发展和经济效益的最大化。基于此,本文后续就风电场电气设备的故障诊断与维护展开详细探究,希望为我国相关领域实现高质量发展提供更多参考。

**关键词:**风电场; 电气设备; 故障诊断; 设备维护

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6261.2023.09.233

## 引言

风电场电气设备的故障诊断和维护是确保风电场正常运行和风能资源高效利用的重要措施。随着传统能源的压力越来越大,对风能开发和应用的研究也在不断增加,特别是在新能源技术快速发展的背景下,风力发电得到了广泛应用。实施风力发电需要风电场电气设备的支持,利用风力发电技术协调传统能源应用与生态环境保护之间的矛盾,平衡能源供需结构。电气设备作为风电场运行基本支撑,运行维护能够有效延长发电机运行寿命,为风力发电技术发展提供助力。

## 一、风电场电气设备故障诊断与维护的重要性

在新能源产业发展的大背景下,电气设备的正常运行直接影响风电场运行及风力发电的稳定性和可靠性。通过定期维护和及时排查,不仅可以保证电力生产的连续性和稳定性,还可以有效延长设备的使用寿命,降低设备更换成本,提高风电场的经济效益<sup>[1]</sup>。同时,这也是预防安全事故的关键环节,可以确保风电场工作人员的人身安全。此外,随着技术的进步和电气设备的升级,维护和故障排除工作也有助于促进相关技术的进步与发展,推动风电场的现代化进程。因此,加强风电场电气设备的故障诊断与维护工作,对于确保电力供应的稳定性、提高设备效率、保障人员安全以及推动科技进步都具有不可替代的作用。

## 二、风电场电气设备故障诊断与维护中存在的问题

首先,技术人员在故障分析过程中缺乏综合考虑,往往仅限于表面故障,忽视了潜在的深层次问题。这种狭隘的视角导致了对故障背后根本原因的误判,影响了解决问题的有效性。其次,对设备的运行环境了解不足。电气设备的运行环境包括温度、湿度、供电质量等

多种因素,直接影响设备的正常运行。然而,在故障分析过程中,这些环境因素往往被忽视,导致对设备故障的判断片面且不准确。此外,缺乏系统性和科学性也是当前电气设备运行维护故障分析中的一个突出问题。在实际操作中,往往仅凭经验或直觉来确定故障原因,缺乏系统的科学分析和科学的故障诊断方法。这种不科学的故障分析方法很容易导致误判和遗漏,增加了设备维护的成本和工作量。当前电气设备运维检测存在的故障分析不到位问题主要表现在缺乏全面考虑、不充分了解设备运行环境以及缺乏系统性和科学性。为了提高故障分析的准确性和有效性,需要加强培训和引入先进的数据分析技术,提高检测人员的专业水平和分析能力。同时,还需要建立完善的故障分析和解决机制,形成科学、规范的运维管理体系,以提高设备的稳定性和可靠性。

## 三、风电场电气设备的维护策略

### 1. 制定检修计划

根据风电场电气设备故障的原因制定适当的检修维护计划。首先,根据故障原因,确定需要更换的设备部件,并准备相应的备件,明确备件的型号、规格、数量等信息<sup>[2]</sup>。其次,检修人员的合理配置和分工是提高工作效率的关键。要明确每个检修人员的职责和任务,并在检修前准备好必要的工具和材料,如工具箱、检修手册、润滑剂、清洁剂、紧固件等。最后,要采取一系列安全措施,确保检修人员的安全和设备的稳定。应明确安全措施的执行过程和注意事项,包括设备停电、安全警告、操作程序等。在检修的过程中,需要严格执行检修计划,并根据实际情况进行灵活调整。同时,还需要加强对设备的监控和维护,及时发现和解决问题,确保

设备的稳定性和可靠性。

### 2. 逆变器保护工作

风电场中逆变器的保护措施至关重要，其主要目的是确保逆变器的安全运行并延长其使用寿命。首先，逆变器的保护工作包括过电流保护。当出现电网故障或逆变器内部故障时，可能会导致过电流，导致逆变器损坏，甚至引发火灾。因此，逆变器通常配备过电流保护功能。当电流超过设定值时，逆变器会自动切断电路，以保护设备的安全。其次，逆变器还需要过电压保护。电网电压波动或干扰可能导致逆变器的输入电压超过额定值，对设备造成损坏。为了应对这种情况，逆变器通常配备过电压保护装置。一旦电压超过范围，逆变器将立即切断电源，以确保设备的安全运行。此外，逆变器还需要温度保护。逆变器内部电子元件的正常工作需要在一定的温度范围内进行。温度过高会导致设备故障或损坏。因此，逆变器通常配备温度保护装置。当温度超过设定值时，逆变器会自动降低功率或切断电源，以防止温度继续上升。最后，逆变器还需要短路保护。在逆变器输出电路出现短路故障时，可能会导致电流过大，进而损坏逆变器。为了应对这种情况，逆变器配备了短路保护功能，一旦检测到短路现象，逆变器会迅速切断输出电路，以保护设备和电网的安全。

### 3. 人员资质要求

人员培训和资格要求在风电场设备维护的准备工作中起着至关重要的作用。确保检修团队具备必要的技能和知识是确保维护工作安全有效的先决条件。检修人员培训不容忽视，需要对特定设备有深入的了解，了解设备的工作原理、操作程序、可能出现的问题和解决方案。培训还应包括安全操作和紧急情况培训，以确保检修人员了解如何在危险情况下采取行动，将风险降至最低。此外，还应适当注意检修人员资格和许可证的验证，包括检查他们是否具有执行特定任务的合法资格，尤其是涉及高压电气设备等危险设备的工作，确保检修团队的资质要求得到满足，有助于降低潜在的风险，提高工作的可靠性和安全性。

### 4. 故障维修技术

故障检修工作的高效实施，不仅有利于电气设备的后期使用，也有助于风电场的正常运行。因此，一旦设备出现故障，尽快修复是非常重要的。这就要求相关人

员深化设备故障维修技术。首先，在发现电气设备故障后，首先要做的是对故障部件进行深入分析。只有充分了解故障的原因，才能根据故障的原因找到最合适的解决方案。其次，要根据故障原因调整设备或更换零件，以确保设备恢复到最佳工作状态。最后，针对本次发生故障的原因和处理办法要做好详细的记录。如果下次再出现同样的问题就可以更快、更好地做好解决。最后，要想深化设备故障维修技术，也需要注意尽可能地做到电气设备优化，可以引进一些先进零部件等来帮助机械质量达到最佳。

## 四、风电场电气设备的故障诊断技术

### 1. 基于传感器的故障诊断技术

基于传感器的诊断技术是利用各种传感器收集设备运行过程中的数据，从而实现了对设备状态的实时监测和故障诊断。该技术的应用大大提高了检修效率和设备可靠性。基于传感器的诊断技术包括各种类型的传感器，如温度传感器、压力传感器、振动传感器、电流传感器等。这些传感器可以实时监测设备的各种参数和状态指标。例如，振动传感器可以检测设备振动的频率和振幅，而温度传感器可以测量设备的温度变化，从而及时检测异常情况。通过收集和传输传感器数据，可以实时监控设备的运行情况。这意味着一旦设备发生故障，检修人员可以迅速收到警报并立即采取行动。这有助于避免设备故障导致的生产中断，并降低维护成本。基于传感器的诊断技术还可以进行数据分析和趋势预测。通过长期的数据积累和分析，可以识别设备的潜在故障模式，有助于制定更合理的维修计划。这种预测性维护策略可以大大延长设备的寿命，减少不必要的维修和更换成本。最重要的是，基于传感器的诊断技术为风电场电气设备维修提供了客观、准确的数据支持，提高维修的精确性。

### 2. 基于专家系统的故障分析技术

专家系统是一种利用人工智能模拟人类专家的知识 and 经验来解决特定问题的计算机程序。在风电场电气设备故障分析中，专家系统可以利用静态特征有效诊断和解决复杂的电气故障，例如将技术人员观察到的样本与传感器获得的数据进行比较，一些专家系统具有数学功能和时序功能。专家系统将在电气设备故障发生后立即收集有关故障的各种信息，包括故障的外观、发生时间

和环境条件。然后，调用专家系统知识库中满足条件的知识，根据输入的故障现象和条件规则，基于正向推理（从条件到结论）或反向推理（从结论到条件）确定可能的故障类型。最后，根据推理结果，确定可能的故障类型后，进一步进行故障诊断和解决，并根据专家系统的知识库，系统可以提供相应的故障处理建议或解决方法。

## 五、风电场智能化维护技术

### 1. 无人机巡检技术

作为一种灵活高效的空中平台，无人机可以快速准确地获取风电场各个位置的信息。无人机配备了高分辨率相机和传感器，可以进行全面的监测和数据收集。通过配备的摄像头，无人机可以捕捉和记录风电场的风机叶片、塔架、发电机等部件，并实时传输到地面控制中心。从热点角度来看，无人机在风电场巡检中具有灵活性和安全性。传统的巡检需要手动攀爬风机塔架或使用起重机设备，这会带来一定的安全风险和工作限制。无人机巡检可以避免这些问题，并且可以根据需要调整飞行高度和路线，无须人员亲自登塔，大大降低了人身伤害和事故的风险。在内部设备设置方面，无人机配备了红外热像仪等先进传感器，实现风电场设备的热监测和异常检测。通过红外热成像技术，无人机可以检测设备的温度分布，及时检测电缆接头过热、轴承故障等异常热点，提供预警并采取维护措施，避免更严重的设备损坏和停机。此外，无人机还配备激光雷达等传感器，实现对风电场设备的三维建模与尺寸测量。通过激光雷达扫描，无人机可以获取风机叶片的形状、尺寸以及变形情况，并生成精确的三维模型，为设备维护和管理提供重要数据支持。

### 2. 风能预测技术

风电状态检修是风电场运行管理的关键环节，风能预测技术是其中的重要手段。在风电场的运营中，使用气象数据进行风速预测是一种常见的方法。通过收集大量的气象数据，包括风速、方向、温度等信息，结合气象原理和统计方法，可以预测未来一段时间的风速。这种预测方法可以帮助风电场提前规划发电量，合理调整风机的运行状态，最大限度地提高风机的利用率和发电效率。此外，基于统计模型的风电功率预测也是一种常用的风能预测技术。基于历史风速和历史发电数据，可

以建立相应的统计模型，用于预测未来一段时间内的风电功率输出。这种方法可以较准确地估计风电场的发电能力，有助于进行合理的资源分配和运营管理安排。

### 3. 大数据分析技术

大数据分析涵盖可视化分析、预测分析、语义引擎、数据存储、数据管理、数据挖掘等多种功能，是风电场运维管理的首选技术，可以缩短风机故障停机时间，增强风力发电的稳定性和可靠性，为提高风电场运维管理的效率和经济效益提供保障<sup>[3]</sup>。因此，风电场运维主体可以集中在控制中心作为数据采集网关，全面采集风电预测运行数据、升压站运行数据、测风塔数据等。在数据采集的基础上，对风电场运维数据进行深入处理和分析，并远程灵活控制相关设备，从源头上解决风电场设备点位广、管理难的问题。运维管理实体可以在集中收集风电运行数据并初步应用的基础上，对相关数据进行深度处理，形成风机数据链。此外，将依托大数据分析中心，对风机数据链中的故障数据、运行数据、维护数据和更换数据进行梳理，理清大数据分析的逻辑。随后，大数据分析中心对运行数据链进行自动深度处理，第一时间发现风机的安全隐患并发出预警，以便运维主体根据预警信息调整风申场运维方案，及时解决风电机组设计缺陷、共性缺陷优化风电场年度发电量，增加风电场经济效益。有条件的情况下，运维管理主体可以将大数据分析与人工智能、云计算技术有机结合，打造智慧化风电场全息管理模式。

### 结束语

综上，风电场电气设备的故障诊断与维护是确保风电场稳定运行的关键环节。通过采用先进的故障诊断技术和维护策略，可以提高设备的运行效率和稳定性，降低设备的故障率，延长设备的使用寿命。随着智能化、自动化技术的不断发展，为风电场的可持续发展提供有力保障。

### 参考文献

- [1] 赵帅. 关于风力发电设备故障诊断机制的研究[J]. 科学技术创新, 2017, (33): 27-28.
- [2] 曹慧利. 风电场电气设备中风力发电机的运行维护[J]. 中国高新区, 2017, (13): 95.
- [3] 陈柏帆. 基于运行数据的风电机组故障诊断与预测[D]. 电子科技大学, 2017.