

电气设备运行技术研究浅析

刘建华 李卓雄 李金汉 张 棋 裴子瑞
华能平凉发电有限责任公司 甘肃 平凉 744000

摘 要: 在现代社会, 电气设备广泛应用于各个领域, 其稳定运行对生产生活至关重要。随着科技发展, 电气设备日益复杂, 对运行技术的要求不断提升。深入研究电气设备运行技术, 成为保障设备可靠运行、提升能源利用效率的关键。本文将全面剖析电气设备运行技术的多个方面, 为相关领域的发展提供理论支撑与实践指导。

关键词: 电气; 设备; 运行技术

引言

本文探讨电气设备运行技术展开研究。阐述了变压器、电动机、断路器等常见电气设备的运行原理, 介绍了温度、电气参数、振动等运行监测技术, 以及日常维护、定期检修、状态检修等维护技术。详细探讨了基于信号分析、人工智能、模型的故障诊断方法。同时, 指出电气设备运行技术正朝着智能化、节能化、集成化方向发展。

1 电气设备的常见类型及运行原理

1.1 变压器

变压器作为电力系统中实现电压转换的核心设备, 其运行基于电磁感应这一基本原理。它主要由铁芯与绕组构成, 绕组包含一次绕组和二次绕组。当交流电流通过一次绕组时, 会在铁芯中产生交变磁通, 该交变磁通同时贯穿一次绕组与二次绕组。依据电磁感应定律, 在二次绕组中会感应出电动势, 其大小与绕组匝数呈正比关系。通过合理设计一次、二次绕组的匝数比, 就能达成电压升高或降低的目的。在电力传输过程中, 为降低输电线路上的电能损耗, 常借助变压器将电压升高后进行远距离传输, 到达用户端后再通过变压器降压至合适的使用电压。

1.2 电动机

电动机, 作为电能与机械能转换的关键装置, 其应用遍布现代社会的各个角落, 从工业生产线到农业机械, 再到交通运输工具, 无一不彰显其重要性。依据电流类型的不同, 电动机主要分为交流电动机与直流电动机两大类。交流电动机中, 异步电动机与同步电动机各具特色。异步电动机通过定子绕组的旋转磁场与转子导体的相互作用, 实现电能到机械能的转换。而同步电动机则通过转子上恒定的磁场与定子旋转磁场的同步作用, 驱动转子以固定速度旋转。直流电动机的工作原理则基于通电导体在磁场中受力转动的原理。定子产生稳

定磁场, 转子绕组通过电刷和换向器通入直流电, 从而在磁场中受力旋转。通过调整电流方向或磁场方向, 可以方便地控制直流电动机的旋转方向。电动机的这些特性, 使其在各种应用场景中都能发挥出卓越的性能, 成为现代社会不可或缺的重要动力源。

1.3 断路器

断路器是电力系统中用于电路控制与保护的关键设备。其在正常情况下能够接通和断开电路, 在故障发生时, 可迅速切断故障电流, 保护电气设备与电力系统的安全。断路器的运行基于灭弧原理。当断路器触头分开时会产生电弧, 电弧的高温和强电流会对触头及周围设备造成损害。断路器采用多种灭弧方式, 如油灭弧、真空灭弧、六氟化硫灭弧等, 以迅速熄灭电弧, 实现电路的可靠切断。油断路器利用变压器油作为灭弧介质, 在电弧高温作用下, 油分解产生气体, 形成高压气流吹灭电弧; 真空断路器则在高真空环境中, 使电弧迅速熄灭, 因为真空中不存在导电介质, 电弧难以持续。

2 电气设备运行监测技术

2.1 温度监测

电气设备运行时, 会因电流通过导体产生的电阻损耗及铁芯损耗等导致温度上升。若温度过高, 将严重影响设备的绝缘性能, 加速材料老化, 甚至导致故障。为确保设备安全运行, 温度监测至关重要^[1]。常用的温度监测方法分为接触式和非接触式两种。接触式测温法通过传感器直接接触设备表面测温, 如热电偶和热电阻。热电偶利用热电效应测温, 而热电阻则利用电阻随温度变化的特性。这两种方法测量精度高, 但需与设备直接接触, 可能影响设备运行。相比之下, 非接触式测温法如红外测温仪, 则利用物体的热辐射特性测温。它接收物体发出的红外线辐射能量, 依据普朗克定律计算温度, 操作便捷, 可实现远距离测温, 且不会干扰设备运行。然而, 其测量精度相对较低。在实际应用中, 需根据具体情况

选择合适的测温方法,确保电气设备的安全运行。

2.2 电气参数监测

电气参数监测涵盖对电流、电压、功率等参数的监测。通过监测这些参数,能够及时了解电气设备的运行状态,判断设备是否正常运行。电流监测可发现设备是否存在过载、短路等故障;电压监测能判断电源电压是否稳定,是否处于设备允许的工作范围;功率监测可评估设备的能耗情况,为节能优化提供依据。电流监测通常采用电流互感器,将大电流按一定比例变换为小电流,便于测量和保护设备。电压监测通过电压互感器,将高电压变换为低电压进行测量。功率监测可通过测量电流和电压的相位差,结合电流和电压的有效值,利用功率计算公式得出。现代电气参数监测系统常采用智能传感器和数据采集装置,能够实时采集和传输电气参数数据,并通过数据分析软件进行处理和分析,及时发现异常情况并发出预警。

2.3 振动监测

电气设备在运行时会产生一定振动,振动的大小和特征与设备运行状态紧密相关。电动机的轴承磨损、转子不平衡等故障会导致振动异常增大。通过对电气设备的振动进行监测,能够及时察觉设备的潜在故障,提前采取维修措施,避免设备故障发生。振动监测通常采用振动传感器,如加速度传感器、速度传感器等。加速度传感器测量设备振动的加速度值,速度传感器测量振动的速度值。这些传感器将振动信号转换为电信号,经过放大、滤波等处理后,传输至数据分析系统。数据分析系统通过对振动信号进行频谱分析、时域分析等方法,判断设备的振动是否正常,确定故障类型和位置。通过频谱分析可发现振动信号中是否存在异常频率成分,从而判断是否存在轴承故障、转子不平衡等问题。

3 电气设备运行维护技术

3.1 日常维护

日常维护是确保电气设备正常运行的基础性工作。日常维护内容包括设备的清洁、检查和紧固等。定期清洁设备,可去除设备表面的灰尘、油污等杂质,防止这些杂质影响设备散热和绝缘性能。检查设备外观是否有损坏、变形,连接部位是否松动,电缆是否有破损等。对于发现的松动连接部位,及时进行紧固,确保电气连接可靠。同时,还要检查设备的运行环境,如温度、湿度是否符合要求,通风是否良好等。在高温环境下运行的电气设备,需加强通风散热措施,防止设备因温度过高而损坏。

3.2 定期检修

定期检修是对电气设备进行全面检查和维护的重要手段。定期检修通常按照一定时间间隔进行,如每年或每几年进行一次。定期检修内容包括检查设备内部结构,如检查变压器的铁芯、绕组是否有损坏,电动机的轴承、电刷是否磨损,断路器的触头是否烧蚀等。对设备的绝缘性能进行测试,如测量变压器、电动机的绝缘电阻,进行耐压试验等,确保设备绝缘性能符合要求。对设备的保护装置进行校验,如过流保护、过压保护等,确保保护装置在设备发生故障时能准确动作。在定期检修过程中,还可根据设备运行情况,对设备进行必要的调整和维修,更换磨损的零部件,保证设备的性能和可靠性。

3.3 状态检修

状态检修是一种基于设备运行状态监测和故障诊断技术的新型检修模式。与传统定期检修相比,状态检修更为科学合理,能够依据设备的实际运行状态确定检修时间和内容,避免过度检修和检修不足的问题^[2]。状态检修通过对设备的温度、电气参数、振动等运行状态参数进行实时监测和分析,利用故障诊断技术判断设备是否存在潜在故障以及故障的严重程度。当设备运行状态正常时,可适当延长检修周期;当设备出现异常状态时,及时进行检修,确保设备安全运行。状态检修需要建立完善的设备状态监测系统和故障诊断专家系统,通过对大量运行数据的分析和处理,提高故障诊断的准确性和可靠性。

4 电气设备故障诊断技术

4.1 基于信号分析的故障诊断方法

基于信号分析的故障诊断方法通过对电气设备运行过程中产生的各种信号,如电流信号、电压信号、振动信号等进行分析,提取故障特征信息,从而判断设备是否存在故障以及故障的类型和位置。在电动机故障诊断中,对电流信号进行频谱分析,当电动机发生转子断条故障时,电流信号的频谱中会出现特定的边频带,通过检测这些边频带的特征,可判断转子是否存在断条故障。对振动信号进行时域分析,如计算振动信号的峰值、有效值等参数,与正常运行状态下的参数对比,当参数超出正常范围时,表明设备可能存在故障。常用的信号分析方法有傅里叶变换、小波变换等。傅里叶变换可将时域信号转换为频域信号,便于分析信号的频率成分;小波变换具有多分辨率分析的特点,能更好地分析信号的局部特征。

4.2 基于人工智能的故障诊断方法

随着AI技术进步,基于AI的故障诊断方法在电气

设备中广泛应用,主要包括人工神经网络、专家系统和模糊逻辑。人工神经网络模仿生物神经网络,通过学习大量故障样本数据,建立故障模式与特征参数的映射关系。输入待诊断设备特征参数后,神经网络能判断故障存在与否及类型。其自学习、自适应和并行处理能力,使其擅长处理复杂非线性故障诊断。专家系统则基于专家知识和经验构建,将故障诊断知识以规则形式存储于知识库,通过推理机判断设备状态,得出诊断结论。该系统知识表达明确、推理清晰,但构建需大量专家知识,知识获取难度大。模糊逻辑针对不确定性和模糊性问题,将模糊的故障特征如设备温度微升、振动稍异等,进行模糊化处理,建立规则,通过模糊推理得出诊断结果。此方法能有效处理不确定性,提高诊断准确性。综上,AI技术在电气设备故障诊断中展现出巨大潜力,人工神经网络擅长复杂问题处理,专家系统依赖明确知识表达,模糊逻辑则针对模糊性问题。三者各有优势,共同推动电气设备故障诊断技术的发展。

4.3 基于模型的故障诊断方法

基于模型的故障诊断方法通过建立电气设备的数学模型,依据设备的实际运行数据与模型预测数据之间的差异来判断设备是否存在故障。常用的模型有状态空间模型、故障树模型等。状态空间模型是一种描述动态系统的数学模型,通过建立设备的状态方程和输出方程,对设备的运行状态进行预测和分析。当设备的实际运行数据与状态空间模型预测的数据之间的偏差超过一定阈值时,表明设备可能存在故障。基于状态空间模型的故障诊断方法能够充分利用设备的动态信息,对故障进行实时监测和诊断。

故障树模型是一种将设备故障与导致故障的各种因素之间的逻辑关系用树形结构表示的模型。通过对故障树的分析,可确定故障的原因和传播路径。在故障诊断时,根据设备出现的故障现象,在故障树中进行反向推理,找出导致故障的根本原因。故障树模型具有直观、逻辑性强等优点,能帮助维修人员快速定位故障原因。

5 电气设备运行技术的发展趋势

5.1 智能化发展

随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断进步,电气设备运行技术正朝着智能化方向迈进。智能化的电气设备能够实时感知自身运行状态,通过对海量运行数据的分析和处理,自动诊断故障,预测设备的剩余寿命,并根据运行情况自动调整运行参数,实现设备的优化运行。智能化的变压器可通过内置传感器实时监

测油温、绕组温度、负载电流等参数,利用人工智能算法对这些数据进行分析,提前预测可能出现的故障并及时发出预警。智能化的电气设备还能与智能电网互联互通,实现电力系统的智能化调度和管理。

5.2 节能化发展

在全球能源紧张和环保要求日益提高的大背景下,电气设备运行技术的节能化发展成为必然趋势^[3]。一方面,通过研发新型节能材料和优化设备设计结构,降低电气设备自身能耗。采用高导磁率的铁芯材料可降低变压器的铁芯损耗,优化电动机的绕组设计能提高电动机效率。另一方面,利用智能控制技术,根据设备实际负载情况动态调整设备运行参数,实现节能运行。采用变频调速技术可根据电动机负载变化自动调整电机转速,从而降低能耗。通过对电气设备运行数据的分析,优化设备运行方式,提高能源利用效率。

5.3 集成化发展

为提升电气设备的可靠性和维护便利性,电气设备运行技术正朝着集成化方向发展。集成化的电气设备将多种功能集成于一个设备中,减小了设备体积和占地面积,降低了设备之间的连接复杂度。将断路器、隔离开关、互感器等多种高压电气设备集成在一个开关柜中,形成高压成套设备,不仅提高了设备可靠性,还便于安装、调试和维护。集成化的电气设备还能实现功能的协同优化,提升设备整体性能。将智能监测、保护和控制功能集成在一个电气设备中,可实现对设备的全方位保护和智能化控制。

结束语

综上所述,电气设备运行技术在现代社会中扮演着不可或缺的角色。从设备原理到故障诊断,从传统维护到智能化发展,每一个环节都紧密相连。随着科技的不断创新,电气设备运行技术将持续优化升级。未来,应进一步加强对新技术的研究与应用,提升设备运行的可靠性与高效性,为电力行业及相关领域的可持续发展注入强大动力,更好地满足社会对电气设备运行的需求。

参考文献

- [1]郑付彬.电厂电气设备运行技术研究[J].百科论坛电子杂志,2020(14):1132-1133.
- [2]蔡鹏.电气设备运行技术及管理[J].建筑工程技术与设计,2018(11):3626.
- [3]姚登球.电气设备的运行与维护技术分析[J].模型世界,2024(14):118-120.