

通信电源系统中热控仪表的故障诊断与预防

孙煜

酒泉钢铁（集团）有限责任公司宏晟电热公司

DOI:10.12238/acair.v2i2.7408

[摘要] 当前科学技术不断进步,通信电源系统稳定性及可靠性于现代通信业影响日趋凸显。热控仪表则是保障电源系统正常工作的关键组件,其性能直接影响整个通信系统的运行效率。然而,由于热控仪表工作环境复杂多变,使用过程中不可避免会受到磨损,随着使用时间的增加,其故障率也高居不下。基于此,本研究将重点就火电热控仪表在通信电源系统中的应用展开研究,深入剖析了通信电源系统热控仪表常见故障类型及其影响,在此基础上提出一系列故障诊断技术与预防策略。拟借助信号分析、预测性维护、实时数据采集等先进技术大幅度提高故障检测的准确性和及时性,同时助力通信电源系统维护技术的创新发展。

[关键词] 热控仪表; 通信电源系统; 故障诊断; 故障预防; 信号处理

中图分类号: P634.3+6 **文献标识码:** A

Fault diagnosis and prevention of thermal control instruments in communication power supply systems

Yu Sun

Jiuquan Iron and Steel (Group) Co., Ltd. Hongsheng Electric Heating Company

[Abstract] With the continuous progress of science and technology, the stability and reliability of communication power supply systems are increasingly prominent in the modern communication industry. The thermal control instrument is a key component that ensures the normal operation of the power system, and its performance directly affects the operational efficiency of the entire communication system. However, due to the complex and ever-changing working environment of thermal control instruments, they are inevitably subject to wear and tear during use, and the failure rate remains high with prolonged use. Based on this, this study will focus on the application of thermal control instruments in communication power supply systems, deeply analyze the common types of faults and their impacts of thermal control instruments in communication power supply systems, and propose a series of fault diagnosis techniques and prevention strategies on this basis. We plan to use advanced technologies such as signal analysis, predictive maintenance, and real-time data collection to significantly improve the accuracy and timeliness of fault detection, while also assisting in the innovative development of maintenance technology for communication power systems.

[Key words] thermal control instruments; Communication power supply system; Fault diagnosis; Fault prevention; signal processing

引言

在现代电力系统中,尤其是较为关键的通信电源领域,热控仪表精准监控及管理显得尤为重要。热控仪表在通信电源系统中的应用可切实保障能源的有效利用,亦是系统相关设备长期稳定运行的基础保障。但随着通信电源系统的不断革新,热控仪表仍面临环境适应性、精确性等多方面挑战。在火电热控仪表领域,这些挑战更是因工作环境高温高压等特性显得尤为突出。一旦热控仪表故障且未能及时修复,必然将影响电源系统的正

常工作,甚至引发系列安全事故,造成不可忽视的经济损失及潜在风险。基于上述问题,本文深入探究新型故障诊断框架,结合最新信号处理技术、数据融合方法和智能算法,从而为火电热控仪表的可靠性提供全方位的保障。

1 热控仪表相关概述

1.1 热控仪表的基本原理与功能

热控仪表于通信电源系统中主要负责温度的监测与控制,以尽可能地保证设备在最优化的温度范围内运行,防止过热导

致的性能下降或损坏。其基本组成涉及温度传感器、控制单元以及执行机构，下表1简单罗列了热控仪表的基本组成构件及其实际功能。

表1 热控仪表的基本组成构件及其功能

组成构件	功能	具体说明
温度传感器	检测温度	将环境温度转换为电信号
控制单元	处理信号并做出决策	根据设定值和实测值计算偏差，生成控制指令
执行机构	响应控制指令	调节冷却系统，如风扇速度或水流量

热控仪表利用这些组件协同工作以实现温度的精确控制，维持电源系统的稳定运行。在火电热控仪表中，由于高温环境及长期运作的苛刻条件，对其稳定性和准确性提出了更高的要求。因此深入研究热控仪表的故障机制和提升策略，对于提高整个通信系统的可靠性、安全性具有重要意义。

1.2 热控仪表在通信电源系统中的应用

在通信电源系统中，热控仪表承担着维持设备适宜工作温度的关键任务。这些系统广泛涉及电源转换模块、电池备份以及配电装置，这些装置模块在运行中都会产生热量，需借助热控系统实现有效管理。

表2 热控仪表在通信电源系统中的应用场景及功能需求

应用场景	功能需求	热控仪表作用
电源转换模块	保持器件工作在最佳温度范围	监测并调节功率元件的温度，避免过热损坏
电池备份	延长电池寿命	确保电池在适宜温度下充放电，防止容量降低
配电装置	防止电气设备过热引起故障	通过温控减少设备损耗，提高电能传输的稳定性

2 通信电源系统中热控仪表常见故障类型及影响

2.1 传感器故障

对于通信电源系统而言，传感器是热控仪表链中的首要环节，其主要承担着收集温度信息以供后续处理的重要任务。而在实际工作中，这一关键部件也极易发生故障。传感器故障主要表现为偏差失准、反应迟缓、完全失效等，引发这一故障的主要因素涉及长时间暴露于高温环境导致的材料疲劳，也可能是电气连接老化或受外界干扰严重等。这些故障于一定程度上可能引起错误的温度读数，导致控制单元发出不当的控制指令，最终致使整个热管理系统失衡。

例如若传感器读数偏高会导致过度冷却，浪费能源的同时还可能因过低温度而影响设备的正常运行。反之读数偏低则会造成过热现象，长期处于过热状态会损伤敏感元件，短期则可能导致紧急停机以防损坏。

2.2 控制器故障

2.2.1 硬件故障，如电路板损坏

在火电厂的热控系统中，控制器是其指挥中心，其稳定性对整个发电过程至关重要。对于控制器硬件故障而言，尤其电路板损坏是导致控制器失效的常见原因。电路板作为控制器的核心组成部分，承载着数据处理和指令传输的重要职能。一旦电路板出现故障如电路短路、元器件老化或焊点脱落，都可能导致控制器无法正常运作。这种硬件故障直接影响热控系统的调节能力，在火电厂中如果控制器因电路板损坏而失效，可能无法准确执行温度控制命令，致使锅炉或其他关键设备的温度超出安全范围。由此不仅会降低发电效率、增加燃料消耗，还可能因温度过高而损坏设备，甚至引发火灾等严重安全事故。

2.2.2 软件故障，包括固件错误和配置问题

通信电源系统的热控仪表中也存在软件故障，软件故障广泛涉及固件错误和配置问题，具体表现为系统崩溃、响应迟缓或功能失效等。这些故障可能源于设计缺陷、编程错误、更新失误或不兼容的系统升级。国内某火电厂便曾遭遇过一次严重的系统宕机事件，原因是新部署的固件与现有硬件不兼容，导致控制器无法正确解析温度传感器的数据。结果冷却系统未能适时启动，导致关键设备过热，最终导致紧急停机维护损失了大量发电时间和维修成本。配置错误导致的性能问题大多由于操作人员未能正确设置温度阈值，致使冷却系统频繁开关，增加了能耗的同时也加速了设备的磨损。

2.3 执行机构故障

执行机构是热控系统的重要组成部分，主要负责根据控制器的指令实施具体操作。执行机构故障具体表现为动作不准确、反应迟缓或完全不响应，这些故障由多种因素引起，具体涉及机械磨损、电气问题或气动/液压系统异常。常见的故障是执行电机因长期运行而导致的磨损，可能导致电机无法精确到达指定位置或无法提供足够的力矩来驱动相关装置。电气连接问题如腐蚀的接线端子或断裂的线路，则可能在一定程度上造成执行机构无法接收到控制信号或无法正确反馈状态信息。在气动或液压系统中，故障表现为泄漏、压力不稳定或阀门卡滞，这些都会影响执行机构的正常工作。例如某一液压系统泄漏可能导致冷却剂流量调节阀无法保持正确的位置，结果冷却效率下降，甚至可能因为过热而导致设备损坏。

3 通信电源系统中热控仪表故障诊断技术

3.1 信号分析与处理技术

在火电厂的通信电源系统中，信号分析与处理技术的应用方案通常涉及以下几个步骤：

3.1.1 信号采集

在此过程中，需借助安装在关键部件如变压器、电缆和电源模块等位置的传感器网络采集实时数据。这些传感器能够监测电流、电压、温度和其他重要参数，提供连续的监测和数据采集。

3.1.2 数据传输

将所收集到的信号通过数据采集系统 (DAS) 传输至中央处理单元, 该过程中通常涉及高速通信网络, 切实保障数据的实时性和完整性。

3.1.3 信号处理

利用高级信号处理软件对收集到的数据进行分析, 诸如可采用时间域分析、频谱分析或更复杂的算法, 如小波分析和神经网络。

3.1.4 故障诊断

将信号分析处理结果用于检测、定位和诊断潜在的故障, 例如异常的温度升高表明冷却系统故障, 而电流波动则暗示电气部件老化或损坏。

3.1.5 预测性维护

通过长期跟踪和分析设备性能可较为精准地预测未来的故障趋势, 实现预测性维护, 有助于规划维护工作避免意外停机。

某火电厂的变压器出现了轻微的电流波动, 通过信号分析发现这种波动呈现出周期性的增长和减小, 这与正常的操作模式不符。进一步的频谱分析揭示了特定频率下的异常峰值, 即该不变可能由变压器内部绝缘材料的劣化所致。通过及时的维护检查, 发现了即将发生故障的早期迹象, 从而避免了一次昂贵的停电事故。在另一个案例中对通信电源系统的冷却剂流量进行实时监控分析, 工程师们能准确识别流量调节阀的微小泄漏。这种早期的检测使得维护团队能够迅速响应, 避免了因过热导致的广泛设备损坏。实际应用表明信号分析与处理技术在火电厂通信电源系统中热控仪表故障诊断中具有重要作用。其能显著提高诊断的准确性和效率, 并通过预测性维护优化运营成本确保系统的可靠性和安全性。

3.2 预测性维护与智能算法应用

就目前火电厂的通信电源系统, 可尝试引入预测性维护与智能算法来有效诊断热控仪表故障, 以最大化地提升设备的稳定性及可靠性。具体方案涉及使用机器学习模型来分析历史和实时数据, 从而预测和预防潜在的故障。

例如在某火电厂的冷却系统中。系统历史数据表明冷却泵在过去几年中曾多次出现故障, 导致供电不稳定。为预防此类事件, 工程团队决定实施基于机器学习的预测性维护方案, 其部署了传感器来监测冷却泵的温度、振动和电流使用情况, 这些数据实时传输至中央数据库, 借助这些数据, 机器学习模型被训练用于识别可能造成冷却泵故障的多种模式。几个月后模型准确地预测了一个冷却泵即将发生的故障, 本次预测基于其对泵电机增加的振动和温度上升的观察。由于这次准确的预测, 维护团队得以提前安排维护, 避免了紧急停机的情况。

涉及到火电厂的变压器则需通过监测变压器的关键性能指标, 如油温、负载电流和噪音等, 智能算法可预测变压器的异常行为。例如算法检测到变压器噪声的微妙变化, 而这并非人工监测能够捕捉到。通过对这些数据的深入分析, 预测到变压器可能存在铁芯或线圈的问题。维护团队随后进行了检查, 并在变压器发生严重故障前修复了问题, 避免了昂贵的修理

费用和意外停机。

3.3 数据融合与特征提取

火电厂的通信电源系统中, 可尝试使用数据融合算法如卡尔曼滤波器或贝叶斯网络整合来自不同类型传感器的数据, 以提供全面的设备状态视图。例如将环境温度和设备表面温度的数据结合, 可于一定程度上更精确地判断冷却系统是否在正常工作。在此基础上则可着手开展特征提取工作, 即涉及应用信号处理技术和机器学习算法, 借助这些技术算法有效识别数据中的特定模式和趋势。可提取的特征包括但不限于波形的峰值、均值、方差、频谱分布、趋势变化等。例如通过快速傅里叶变换 (FFT) 分析振动数据可提取频率特征以检测机械部件的磨损; 时频分析则可用于识别非平稳信号中的瞬态特征, 而统计方法如主成分分析 (PCA) 用于减少数据维度并揭示潜在的故障特征。提取的特征用于构建模型, 如支持向量机 (SVM) 或神经网络, 这些模型能够学习和识别故障模式, 并在新的数据中预测故障的发生。

数据融合与特征提取技术的应用对于火电厂通信电源系统中热控仪表的故障诊断具有重要作用。数据融合提供了一种全面了解设备状态的手段, 有助于揭示可能被单一数据源忽略的复杂故障模式。而特征提取则从融合后的数据中识别出关键的信息, 这些信息对于早期发现故障、进行故障分类和预测故障发展趋势至关重要。

4 通信电源系统中热控仪表故障预防策略

4.1 容错设计与可靠性分析

容错设计的核心在于当某个组件或部分发生故障时, 仍能继续维持系统整体正常运行, 或至少保持基本功能。要实现这一过程, 可尝试引入冗余, 例如使用双重或多重备份的电源模块、传感器以及其他关键元件。系统设计中还应包括自动旁路和快速切换机制, 以便在检测到故障时迅速将负载转移到备用系统。可靠性分析则侧重于对整个系统的失效模式进行评估和量化, 通过可靠性建模如故障树分析和蒙特卡洛模拟, 工程师可以预测系统在不同条件下的性能, 并识别可能导致系统级故障的潜在薄弱环节, 这一分析过程有助于指导维护计划和部件的定期更换, 以预防潜在的故障。综合运用容错设计和可靠性分析, 火电厂很大程度上可在设计阶段预见潜在问题并制定相应的预防措施。以此不断提高系统的鲁棒性, 提高火电厂的整体效率和安全性。

4.2 材料选择与质量控制

火电厂通信电源系统中热控仪表的故障预防至关重要, 其中材料选择与质量控制是确保热控仪表数据可靠准确的重要基础。对此, 在选用热控仪表的过程中要格外关注其材料质量, 尽可能地选择一些耐高温、抗腐蚀且导电性能良好的材料以制造仪表内的各种传感器和控制器。例如对于温度传感器, 应选择能够在高温环境下保持较高稳定性和精确性的镍合金或陶瓷材料。另一方面, 质量控制是防止故障发生的关键步骤。具体涉及在制造过程中实施严格的质量检测标准如 ISO 9001 等, 确保所

有组件都符合设计规范。亦需对热控仪表定期校准测试,以验证其准确性和响应时间,及时发现并更换性能下降的部件。精心选择热控材料、严格执行质量控制流程可大幅度降低热控仪表的故障率,延长其使用寿命。

4.3 定期校准与维护计划

火电厂通信电源系统热控仪表定期校准及维护计划的制定是必要的,借助校准维护计划表可以有效地指导维护工作,确保系统稳定运行。具体的维护校准计划表如下表3所示。

序号	仪表/设备	校准周期	维护活动	备注
1	温度传感器	每年一次	清洁、校准、测试	高温环境需更频繁检查
2	压力变送器	每两年一次	更换密封圈、校准	如有异常读数应立即检查
3	流量计	每年一次	清洁、更换滤芯、校准	根据介质情况调整
4	电源模块	每半年一次	清洁、检查接线、测试输出	关键部件需保持最佳状态
5	控制系统	每年一次	软件更新、硬件检查	包括 PLC 及其相关接口和网络设备

通过上述表格中规定的周期性校准与维护,能够确保热控仪表的准确性和可靠性。定期的维护不仅能够及时发现并修复问题还能够延长设备的使用寿命,从而保障了整个通信电源系统的稳定运行。所有的维护活动都应该记录下来,以便跟踪设备的历史表现,并有效预防可能出现的问题。

5 结论

经研究表明,火电厂通信电源系统中热控仪表的故障诊断与预防是保证系统高效稳定运行的关键。采用先进的数据融合与特征提取技术能够准确识别和预测潜在的故障,实现及时的维护和修复。结合容错设计、可靠性分析、优质的材料选择与质量控制亦可形成一套全面的故障预防体系,为火电厂的连续

运营提供了坚实的保障。

[参考文献]

- [1]蔚焱.火电厂热控仪表故障类型及检修分析[J].电气技术与经济,2024,(02):172-174+178.
- [2]王建军.电厂热控仪表故障及预防措施研究[J].现代制造技术与装备,2024,60(01):113-115.
- [3]郭玮.热控设备常见故障及处理研究[J].造纸装备及材料,2024,53(01):30-32.
- [4]刘金梁.火电厂热控仪表常见的故障类型分析及故障排查方法[J].自动化应用,2023,64(14):101-103.
- [5]任涛.火电厂热控仪表故障类型及检修方案分析[J].机电工程技术,2023,52(07):191-193+210.
- [6]孔思维.火电厂热控仪表常见故障类型分析及故障排查方法研究[J].机械管理开发,2023,38(01):240-241+246.
- [7]万磊.电厂热控仪表的故障及预防措施分析[J].机械管理开发,2022,37(11):335-336.
- [8]李海丽.火电厂热控仪表故障类型及检修要点[J].化学工程与装备,2022,(07):228-230.
- [9]索泽宇.浅谈集控安全运行过程中热控仪表故障的原因与处理[J].应用能源技术,2022,(06):16-18.
- [10]孙淑,渠鹏程.火电厂热控仪表故障排查方法的探究[J].科学技术创新,2021,(23):24-25.
- [11]刘艳美.火电厂热控仪表故障类型及检修要点[J].中国高新科技,2021,(15):43-44.
- [12]张晓华.火电厂热控仪表常见故障分析与仪表管理初探[J].设备管理与维修,2021,(Z1):73-74.

作者简介:

孙煜(1990-),男,汉族,甘肃泾川人,本科,助理工程师,研究方向:热控仪表及计算机控制系统检修及维护。