

火电厂中热控 DCS 保护误动及故障检修技术

金景年

辽宁大唐国际新能源有限公司锦州热电分公司, 辽宁 锦州 121017

DOI: 10.61369/SSSD.2025080012

摘 要 : 火电厂的安全生产与稳定运行离不开热控 DCS (集散控制系统) 作为基础和保障。然而, 从目前来看, 热控 DCS 保护系统在实际运行过程中经常会出现各种误动现象。这不仅会导致机组非计划停机, 给火电厂带来巨大的经济损失, 而且还可能会引发设备损坏、人员安全事故等问题。基于此, 本文主要针对火电厂中热控 DCS 保护误动及故障检修技术展开了相关分析与研究, 旨在进一步提高火电厂的安全生产效率与经济效益, 仅供参考。

关 键 词 : 火电厂; 热控 DCS; 保护误动; 故障检修技术

Analysis of Maloperation and Fault Maintenance Techniques of Thermal Control DCS Protection in Thermal Power Plants

Jin Jingnian

Jinzhou Thermal Power Branch of Liaoning Datang International New Energy Co., Ltd., Jinzhou, Liaoning 121017

Abstract : The safe production and stable operation of thermal power plants rely on the thermal control DCS (Distributed Control System) as the foundation and guarantee. However, currently, various maloperation phenomena often occur in the actual operation of the thermal control DCS protection system. This not only leads to unplanned shutdowns of units, causing huge economic losses to thermal power plants, but may also trigger problems such as equipment damage and personnel safety accidents. Based on this, this paper mainly conducts relevant analysis and research on the maloperation of thermal control DCS protection and fault maintenance techniques in thermal power plants, aiming to further improve the safe production efficiency and economic benefits of thermal power plants, for reference only.

Keywords : thermal power plant; thermal control DCS; maloperation of protection; fault maintenance technique

在我国, 火电机组是主要提供电能的能源来源, 对电网稳定运行极为重要。近年来, 火电设备运行规模及性能上的增强, 给机组的安全可靠运行带来了巨大的挑战。热控分散控制系统 (DCS) 作为火电厂生产过程自动控制系统的核心, 在稳定火电机组正常工作过程中发挥着重要作用^[1]。因此, 研究火电厂中热控 DCS 保护误动及故障检修技术具有极其重要的实践意义。

一、DCS 系统的基本组成

DCS 控制系统采用层次化分布式的结构, 主要包括现场控制层、过程控制层、操作管理三层控制层^[2]。其中, 现场控制层主要是由多种传感器、转化器以及执行器构成, 其主要负责实时温度、压力、流速等过程量的采集工作。过程控制层由冗余配置的控制站组成, 控制站模块采用了模块化的方式构建, 具备了数据的采集、逻辑运算、闭环调节等多功能。典型的控制层主要有 ABB Symphony Plus 及 Emerson Ovation 等^[3]。操作管理层主要会配备工程师站和操作员站。其中, 工程师站主要用于程序编制与人员设定; 操作员站提供了操作界面, 从而便于完成过程监控工作。

通常情况下, 系统硬件主要包括控制器模块、I/O 模块和通信模块^[4]。而系统软件则主要包括运行实时数据库、控制算法库、人

机界面软件。运行实时数据库采用循环数据存储以存储以前的数据, 用户可以将采样周期配置为 100ms-1s。控制算法库主要可以用于提供 PID 调节、序列控制等多项控制的基本功能块, 并具有基于 IEC61131-3 规范开发标准化的五大编写语言。相对典型的, 比如 Honeywell TPS 采用基于 Windows NT 的操作系统典型设计, 并可运行 Total Plant 软件包来负责设备管理任务^[5]。

二、热控 DCS 保护误动原因分析

(一) 硬件故障导致的误动

因硬件故障而导致的热控 DCS 保护误动问题通常与设备内部的零部件有关, 比如传感器、执行机构、通信模块、电源系统等关键部件^[6]。具体来看, 当传感器发生问题故障时, 可能会导致信号漂移、信号丢失或信号干扰, 比如传感器老化导致的数值不准

会造成安全逻辑误判；压力转化器由于密封胶失效数据不一致会带来系统误判等^[7]。如果执行部件出现异常的话，通常就会出现阀门堵塞、执行器扭矩不足、传感器数据异常等诸多问题。此时，执行部件就不能正确地接受调整指令，可能就会认为机器存在异常而启动保护动作机制。所以，如果执行器扭矩不足，那么就会造成其不能正确响应指令，从而造成系统认为机械部件异常而启动保护动作。通信模块发生故障问题时，其表现主要有数据丢包、通讯中断或信号时延等状态，从而导致管理指令无法迅速传递，可能被识别为设备故障^[8]。同样，信号时延也会导致管理指令与反馈信息不同步，从而导致系统逻辑紊乱并触发安全动作。电力系统故障主要涉及电压波动、供电转换失败以及接地不良等，电压波动会导致模块故障，产生错误信息，供电转换失败会导致系统短时失电，引起系统动作错误，从而影响系统正常运行^[9]。

（二）软件逻辑错误导致的误动

DCS 系统的控制逻辑主要由程序代码来实现，所以，当出现逻辑设计缺陷或者是编程错误等问题时，非常有可能导致系统出现误判，从而触发一系列不必要的保护动作^[10]。具体来看，在火电厂的实际运行过程中，模拟量信号的阈值设置出现错误、过滤算法设置不合理等都会带来误动风险。例如，压力信号的过滤时间常数设置过大时，系统可能就会无法准确识别真实的异位情况，与此同时，那些变化较快的干扰数据信息则可能会被当成真正的故障问题所在。再者，逻辑顺序错误也有可能引发安全装置误动。举例来说，在火电厂锅炉 MFT 保护系统中，燃料关断信号和空气流量信号时间顺序之间的配合如果存在一定不足和缺陷，那么就会出现风量下降的信号，且该信号会早于燃料切断信号到达系统。这个时候，系统可能就会误以为发生了燃烧而自动触发了烧炉器的停炉功能。需要注意的是，软件的逻辑错误具有较强的隐蔽性，通常在特定的工作状态下才会显示。

（三）人为操作失误导致的误动

在 DCS 系统日常运行和维护的过程中，如果操作人员缺乏足够的专业知识、操作不规范或者是注意力不集中等，同样也有可能会导致系统触发保护动作。例如，工作人员在调节锅炉主控制参数时，没有按照操作顺序一步步地进行调节，而是直接将超允许数值的信息进行录入，那么就很有可能会导致系统出现异常运行而启动保护策略。与此同时，如果工作人员对 DCS 系统各个单元功能及安全机制的理解相对比较模糊，那么很有可能会在紧急情况下做出错误的判断。例如，工作人员在处理汽轮机振动报警时，一旦将正常的波动视作错误的参数数据，那么就会因为人为触发停止保护程序而导致非计划停止运行。除此之外，工作疲劳或精神压力大等，也会在一定程度上降低工作人员的注意力，容易致使他们因此误触保护逻辑。

三、热控 DCS 故障检修技术

（一）硬件故障检修技术

针对热控 DCS 系统硬件故障的检修，需要严格按照标准化的流程进行，同时还需要使用专业的工具以及科学的方法对不同

的硬件零部件进行检修。这是因为，不同的硬件组件，其维修的方式有着非常显著的差异。例如，遇到电源模块故障时，主要就是针对其输入的电压值是否稳定、输出的载荷能力等进行重点检修，具体可以通过使用万用表来测量各个接口的电压值，然后对比标准的电压参数区间范围，如果发现异常就需要开始寻找如保险丝、滤波电容等容易发生故障的部分来解决。如果 I/O 卡件出现了故障，可能会导致采集的数据有异常或者无法执行输出命令，所以，在遇到这种问题时，需要使用信号发生器去产生输入信号，然后通过诊断软件观察每个通道的反应，一旦确定卡件已经损坏，就需要将其更换，并检查好端子排上的线头是否完好。如果在通讯网络方面出现了故障，那么我们就要从光纤线路和交换机设备上一步步排查，具体可以使用光功率计来检测光纤的衰减，按照规定标准是单模光纤每公里的衰减值不能超过 0.4dB，然后还要看一下交换机端口运行状态，如果出现异常就要找到具体的原因，比如同步光纤、时钟信号出现故障等。还有最后一种硬件故障问题是由于 CPU 模块出现了问题，由此引发了逻辑计算的错误。对于这类故障问题，则需要利用离线式测试软件来进行进一步检视系统计算的准确率。其中，需要注意的一点是，工作人员在对 DCS 系统硬件组件进行检修时，应当将所有检测的数据以及处理的方式都详细地记录下来，并整理成设备健康档案，尤其是对于核心部件的替换，除了要记录下来以外，还需要进行性能测试，如此才能够更好地保障 DCS 系统硬件的可靠性。

（二）软件故障检修技术

热控 DCS 系统软件故障问题主要表现为逻辑错误、通信中断、数据异常或系统崩溃等等。相关工作人员在对其进行检修时，必须要注重系统日志、报警信息和历史数据等管理信息的有机整合与分析，如此才能进行针对性检修。针对上述软件故障问题的检修，具体分析如下：第一，逻辑错误可能是编程设计缺陷，或者设定参数错误等原因引起的。因此，在处理过程中，工作人员需要检查控制逻辑图并核对程序中的条件判断逻辑及其执行顺序是否与设计相符。第二，通信错误，比如丢失数据、延迟等，其原因可能是网络布局失误、通信协议不符合所致。所以，工作人员需要检查网络结构、交换机设置和通信端口状态，运用网络捕捉工具分析数据传输过程以确定其通信中断发生的位置。第三，数据异常，比如模拟量阶跃、开关量抖动等，这可能是信号处理算法设计缺陷或数据库定义错误等原因所致。所以，在处理过程中，工作人员需要检查信号滤波设置、量程以及数据库点设置，运用趋势诊断工具追踪异常数据发生源，必要时需要复核信号处理算法。第四，系统崩溃，这属于较为严重的软件故障问题，可能与内存泄漏、程序死循环等相关。所以，在维修时，工作人员需要对系统转储文件进行分析、查看任务调度及资源占用率等，重新启动后需检查主进程运行状况，并必要时回退、升级软件版本或补丁等。

（三）加强人为操作规范与培训

制定严格的标准化操作流程能够有效减少人为失误，避免因人为操作不当而引发系统误动问题。为此，火电厂企业应当进一步明确系统操作的规范流程，比如设备启停、参数调整、系统切

换等关键环节的具体操作要求以及注意事项，确保每一步操作都有据可依，同时还应当加强对相关工作人员专业实操技能的培训，通过这种方式来让工作人员掌握更多 DCS 系统原理、设备操作、故障识别与处理等知识技能。在此过程中，火电厂企业还可以组织工作人员进行模拟演练，比如可以利用仿真系统模拟各类异常工况，帮助他们熟悉应急处理的具体流程。除此之外，火电厂企业还要建立一套相对完善的考核与监督机制，具体可以通过“理论考试”与“实操评估”相结合的方式来实现对工作人员技术

技能的考核。对于那些考核不合格的人员，则需要重新培训。

四、结语

总而言之，经过上述分析，热控 DCS 保护误动问题出现的原因主要有硬件故障、软件逻辑缺陷以及人为操作失误等。而针对不同的故障类型，我们应当采取针对性措施来解决，以保证系统运行的安全性与可靠性。

参考文献

[1] 郑磊. 火电厂热工保护误动及拒动解决措施与案例分析 [J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12 (02): 250-252.

[2] 王洁. 火电厂锅炉辅机磨煤机检修故障及处理技术 [J]. 中国设备工程, 2024, (23): 205-207.

[3] 王婷. 火力发电厂电气设备的检修与维护 [J]. 科技与创新, 2024, (22): 80-82.

[4] 梁栋. 火电厂设备故障诊断与检修技术研究 [J]. 自动化应用, 2024, 65 (16): 150-152+155.

[5] 万明远. 火力发电厂燃料运输设备的典型故障及策略研究 [J]. 仪器仪表用户, 2024, 31 (08): 38-40.

[6] 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.

[7] 白家玮. 火电厂发电机励磁碳刷故障检修策略的研究 [J]. 电工技术, 2023, (23): 204-206+209.

[8] 张建新. 基于风险分析法的火电厂设备检修研究 [J]. 中国新技术新产品, 2023, (23): 63-65.

[9] 武涛, 宿向磊. 火电厂锅炉辅机磨煤机检修故障及处理技术研究 [J]. 现代制造技术与装备, 2023, 59 (08): 123-125.

[10] 陈志勇. 浅析火电厂设备故障检修全寿命周期成本控制方法 [J]. 中国设备工程, 2022, (04): 52-53.