

采煤机电控系统故障诊断与排除方法

宋文礼

潞安化工集团余吾煤业有限责任公司 山西 长治 046000

摘要：采煤机电控系统常见故障包括启动先导回路故障、摇臂升降系统故障、端头站与遥控器故障、瓦斯断电仪及传感器故障、电机故障以及变频器故障等。针对这些故障，可通过检查启动二极管、电机温度保护线接点、盖板启停按钮等排除启动问题；检查PLC输入输出、电磁阀及线路等解决摇臂升降异常；校验电源、线路连接及更换备件处理遥控器失灵等。精准诊断与快速排除故障，对确保采煤机稳定运行至关重要。

关键词：采煤机电控系统；故障诊断；排除方法

引言：采煤机电控系统作为煤矿开采中的核心设备部件，其稳定运行直接关系到生产效率和作业安全。然而，在实际运行过程中，电控系统常因各种原因发生故障，影响采煤机的正常工作。因此，深入研究采煤机电控系统的故障诊断与排除方法，对于提高设备可靠性、降低维护成本具有重要意义。本文将系统介绍电控系统的组成、工作原理及常见故障，并探讨有效的故障诊断技术和排除策略。

1 采煤机电控系统概述

1.1 采煤机电控系统的组成与功能

(1) 采煤机电控系统主要由电气装置、控制器、传感器、显示屏及连接线束等部分组成。电气装置包含电机、接触器、继电器、断路器等，是系统的动力执行核心；控制器是整个系统的“大脑”，负责接收和处理各类信号并发出控制指令；传感器分布在采煤机各关键部位，如电机、牵引机构等，用于采集温度、电流、速度等运行参数；显示屏则用于直观展示系统运行状态和故障信息。(2) 各部分功能紧密关联。电气装置中，电机为采煤机提供动力，接触器和继电器控制电路通断，断路器实现过载和短路保护；控制器通过分析传感器数据，根据预设程序调控电机转速、牵引方向等，确保设备按工况运行；传感器实时捕捉参数变化，为控制器提供决策依据；显示屏让操作人员实时掌握设备状态，便于及时干预。

1.2 采煤机电控系统的工作原理

(1) 工作流程遵循“采集-分析-执行”逻辑：传感器将采集的参数转化为电信号传输至控制器，控制器对比预设阈值，判断设备状态后向电气装置发出指令，如调整电机功率或触发保护机制。控制逻辑以安全和效率为核心，通过联锁保护确保各部件协同，例如输送机未启动时采煤机无法运行。(2) 启动时，操作人员通

过按钮发送指令，控制器验证安全条件（如急停按钮复位）后，激活接触器接通电机电源；运行中，控制器持续接收传感器信号，动态调节牵引速度和截割功率；停机时，指令触发控制器切断电机电源，同时记录停机状态，便于后续故障排查。紧急情况下，急停信号直接传至控制器，瞬间切断所有动力输出，保障安全。

2 采煤机电控系统常见故障分析

2.1 启动故障

(1) 采煤机启动先导回路故障的原因多样。二极管在电路中起到单向导电的作用，若其击穿，会导致电流反向流动，破坏先导回路的正常逻辑，使启动信号无法有效传递。电机温度保护线接点闭合不良也是常见原因，当电机温度升高时，保护线本应发挥作用，而接点闭合不良会造成保护信号中断，先导回路因接收不到正确的保护反馈而无法启动。此外，先导回路中的线路老化、接头松动等也可能影响回路的导通性，引发启动故障^[1]。(2) 启动后机组不能自保的故障现象表现为，启动操作完成后，松开启动按钮，采煤机便停止运行。这可能是自保回路中的继电器出现问题，继电器触点接触不良或粘连，无法保持自保状态。也可能是控制自保回路的线路存在断路，导致自保信号无法持续传递。另外，启动按钮的复位功能异常，未能在松开后正确传递自保所需的信号，也会造成机组不能自保。

2.2 运行故障

(1) 运行中电机不自保，即电机在运行一段时间后自行停止，且无法维持运行状态。这可能是电机的过载保护装置误动作，当电机实际负载未达到过载值时，保护装置却因自身故障发出停机信号。电机的控制线路接触不良也会导致此问题，线路中的接头在震动等因素影响下时断时续，使电机供电不稳定，从而无法自保。不能牵引的故障可能是牵引电机损坏，无法输出动力；也

可能是牵引控制系统中的传感器故障,无法准确检测牵引参数,导致控制系统发出停止牵引的指令;还可能是牵引液压系统与电控系统的配合出现问题,电控信号无法有效控制液压装置,进而影响牵引功能。(2)输送机不启动的故障会使采煤下来的煤炭无法及时输送,影响整个生产流程。可能的原因包括输送机的启动控制回路故障,如启动按钮损坏、线路断路等,导致启动信号无法传递到输送机电机。输送机电机本身出现故障,如绕组烧毁、轴承损坏等,也会使其无法启动。此外,输送机与采煤机之间的联锁保护装置动作,当采煤机未处于正确状态时,联锁装置会阻止输送机启动,以保证作业安全,若该装置误动作,也会造成输送机不启动。

2.3 显示与控制故障

(1)中文显示屏黑屏、无法进入监控界面等显示故障,可能是显示屏的电源供应出现问题,如电源模块损坏、供电线路断路等,导致显示屏无法获得工作电压。显示屏本身的硬件故障,如屏幕损坏、内部电路故障等,也会使其无法正常显示。此外,显示屏与控制器之间的通信线路故障,如线路接触不良、通信协议不匹配等,会导致两者无法正常数据传输,进而出现黑屏或无法进入监控界面的情况。(2)控制器无响应的控制故障,可能是控制器的电源故障,无法正常供电,导致控制器无法工作。控制器内部的芯片、电容等元件损坏,会使其失去处理和发出控制指令的能力。外部干扰也可能影响控制器,如强电磁干扰破坏控制器的正常工作逻辑,使其无法响应外部操作指令。另外,控制器的程序出现错误或丢失,也会导致其无法正常运行和响应控制信号。

3 采煤机电控系统故障诊断方法

3.1 基于数学模型的故障诊断

(1)通过建立采煤机电控系统的数学模型进行故障诊断,核心是将系统的物理运行过程转化为可量化的数学表达式,通过对比模型预测值与实际运行数据的偏差定位故障。首先需明确系统的输入量(如电压、控制信号)和输出量(如电机转速、电流),基于电路理论、控制原理等构建反映两者关系的动态方程。当系统运行时,将实时采集的输出数据代入模型,计算理论输入值,若与实际输入的偏差超过阈值,则判定存在故障,再通过偏差特征反推故障部位^[2]。(2)数学模型的构建方法主要有两种:机理建模法从系统内部结构出发,依据元器件特性和电路拓扑关系推导方程,适用于结构明确的回路;数据驱动建模法则利用大量历史运行数据,通过回归分析、神经网络等算法训练模型,无需深入了

解系统机理。某煤矿为诊断牵引电机故障,基于机理建模法构建了电机电流与转速的关系模型,通过对比实际电流与模型预测值,成功识别出3次绕组匝间短路故障,准确率达92%。

3.2 基于传感器信息的故障诊断

(1)利用传感器采集的信息进行故障诊断,是通过部署在电控系统关键节点的传感器(如温度传感器、电流互感器等),实时捕捉电压、温度、振动等参数,再通过参数异常特征判断故障类型。例如,当电机温度传感器检测到温度骤升且超过警戒值时,可初步判断为电机过载或散热故障;电流传感器监测到电流波形畸变,可能预示功率模块损坏。(2)信息处理流程分为三步:采集阶段根据故障类型选择传感器,在接触器、控制器等关键部件设置监测点,以10Hz-100Hz频率采集数据;处理阶段采用小波变换去除高频噪声,通过卡尔曼滤波平滑数据,提取有效特征值;分析阶段运用阈值法(对比参数与正常范围)和趋势分析法(监测参数变化速率),结合故障树模型定位故障点。某矿通过该方法,基于温度传感器数据变化趋势,提前5小时预警了控制器电源模块过热故障,避免了系统宕机。

3.3 基于专家系统的故障诊断

(1)专家系统在采煤机电控系统故障诊断中的应用,是将领域专家的经验转化为规则库,通过模拟人类推理过程诊断故障。现场人员输入故障现象(如“显示屏黑屏”)后,系统自动匹配规则库,输出可能的故障原因(如“电源模块损坏”“通信线断路”)及排查步骤,尤其适合复杂回路故障诊断。(2)专家系统由四部分组成:知识库存储500+条故障规则(如“电流异常增大→检查电机绕组”);推理机采用正向推理,从故障现象逐层匹配规则;数据库存储实时监测数据和推理中间结果;人机界面支持文本和图形输入。其优点是诊断效率高(平均耗时<3分钟),可集成多专家经验;缺点是规则库更新滞后,对新型故障诊断准确率不足60%。某矿区应用该系统后,电控系统故障排查时间缩短60%,但对新型智能控制器故障的误诊率达35%。

4 采煤机电控系统故障排除方法

4.1 启动故障排除

(1)针对采煤机启动故障,可按以下方法和步骤排除。对于启动先导回路故障,先检查二极管,用万用表测量其导通性,若确定击穿则更换同型号二极管。接着检查电机温度保护线接点,清理接点表面的氧化层和污垢,确保接点闭合良好,必要时更换保护线。同时,排查先导回路的线路,查看是否有老化、破损或接头松

动情况,对损坏线路进行更换,紧固松动接头。若启动后机组不能自保,先检查自保回路的继电器,用工具测量继电器触点的通断状态,触点接触不良可进行打磨处理,粘连或损坏则更换继电器。再检查自保回路线路,用万用表逐段检测线路导通性,找到断路点后修复或更换线路。此外,检查启动按钮复位功能,若异常则更换启动按钮。(2)排除过程中可能遇到线路隐藏故障,如线路内部断线但外部绝缘层完好,难以通过外观判断。此时可采用分段通电测试法,逐步缩小故障范围,找到断线位置。还可能出现更换元件后故障依旧的情况,这可能是未找到根本原因,需重新梳理回路逻辑,全面检查相关关联元件和线路^[3]。

4.2 运行故障排除

(1)对于运行中电机不自保故障,先检查过载保护装置,对其进行校准或更换,确保其在正常负载下不误动作。然后检查电机控制线路的接头,重新紧固所有接头,必要时更换老化线路。针对不能牵引的故障,先检测牵引电机,用专业设备测量电机绕组绝缘电阻和直流电阻,判断电机是否损坏,损坏则更换电机。再检查牵引控制系统的传感器,校准或更换故障传感器。同时,检查牵引液压系统与电控系统的连接线路和信号传递情况,确保两者配合正常。(2)排除过程中可能遇到技术难点,如传感器信号干扰导致检测数据不准确,难以判断故障原因。可采用屏蔽线连接传感器,或增加抗干扰装置,减少外界干扰。另外,牵引液压系统与电控系统的配合故障较为复杂,需同时具备液压和电控知识,可通过分别检测两个系统的参数,对比正常参数范围,逐步排查接口处的故障点。

4.3 显示与控制故障排除

(1)针对显示故障,中文显示屏黑屏、无法进入监控界面时,先检查显示屏电源供应,更换损坏的电源模块,修复断路的供电线路。若电源正常则检查显示屏

本身,更换故障显示屏。同时,检查显示屏与控制器之间的通信线路,重新插拔接头或更换线路,确保通信正常。对于控制器无响应的控制故障,先检查控制器电源,修复电源故障或更换电源部件。若电源正常则检查控制器内部元件,更换损坏的芯片、电容等元件。必要时重新编写或更新控制器程序^[4]。(2)故障排除后,效果评估可通过观察显示屏是否正常显示、控制器是否能准确响应操作指令,以及采煤机在一段时间内的运行状态来判断。预防措施包括定期对显示屏、控制器等设备进行清洁和维护,避免灰尘、湿气影响设备性能;定期检查线路连接情况,防止接头松动;建立设备运行档案,记录故障发生情况和排除方法,为后续维护提供参考。同时,加强操作人员培训,使其正确操作设备,减少因操作不当导致的故障。

结束语

综上所述,采煤机电控系统的故障诊断与排除对于保障煤矿生产的连续性和安全性至关重要。通过对电控系统组成、工作原理及常见故障的全面分析,结合基于数学模型、传感器信息及专家系统的诊断方法,我们能够有效定位并解决各类故障。未来,随着技术的不断进步,电控系统的故障诊断将更加智能化和高效化,为煤矿开采提供更可靠的技术保障。我们期待在不断探索中,为采煤机电控系统的稳定运行贡献力量。

参考文献

- [1]马喜春.现场总线系统在采煤机电控系统中的应用[J].机械工程与自动化,2024,(03):26-27.
- [2]孔林玺.采煤机电控系统常见故障及解决对策[J].能源与节能,2020,(12):130-131.
- [3]李刚周圆.采煤机电控系统常见故障分析及处理对策研究[J].大市场,2021,(05):39-40.
- [4]魏勇.电牵引采煤机电控系统的优化设计与改造[J].机电工程技术,2021,(10):96-97.