

# 辊压机电气控制系统的故障诊断与维护技术

侯亚斌

邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司, 河北 邢台 054000

**[摘要]** 辊压是锂电池极片制造过程中的关键工艺, 其精度直接影响到锂电池的性能。辊压机作为实现这一工艺的主要设备, 其电气控制系统的稳定性和可靠性至关重要。然而, 辊压机的高效运行离不开其电气控制系统的支持。作为复杂的机电一体化设备, 电气控制系统负责监测和调节辊压机的各种工作参数, 确保设备在最佳状态下运作。此外, 该系统还可以通过实时数据反馈, 及时调整操作策略, 以应对不同的生产需求, 从而提高整体生产效率, 降低能耗。因此, 完善和升级电气控制系统对于辊压机的性能提升至关重要。

**[关键词]** 辊压机; 电气控制系统; 故障诊断; 维护技术

DOI: 10.33142/sca.v7i11.14187

中图分类号: TQ172.6

文献标识码: A

## Fault Diagnosis and Maintenance Technology for the Electrical Control System of the Roller Press Machine

HOU Yabin

Xingtai Nakonor Finishing Mill Technology Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

**Abstract:** Roll pressing is a key process in the manufacturing of lithium battery electrodes, and its accuracy directly affects the performance of lithium batteries. As the main equipment for implementing this process, the stability and reliability of the electrical control system of the roller press are crucial. However, the efficient operation of the roller press relies on the support of its electrical control system. As a complex electromechanical integrated equipment, the electrical control system is responsible for monitoring and adjusting various working parameters of the roller press to ensure that the equipment operates in the best state. In addition, the system can adjust operational strategies in a timely manner through real-time data feedback to meet different production needs, thereby improving overall production efficiency and reducing energy consumption. Therefore, improving and upgrading the electrical control system is crucial for enhancing the performance of the roller press.

**Keywords:** roller press machine; electrical control system; fault diagnosis; maintenance technology

辊压机作为一种重要的工业设备, 其电气控制系统的正常运行对于生产过程的稳定至关重要。本文将介绍辊压机电气控制系统的故障诊断与维护技术, 结合实际数据和表格, 为相关技术人员提供有益的参考。

### 1 辊压机电气控制系统概述

辊压机的电气控制系统是其运作的核心部分, 主要包括变频器、PLC 控制器、传感器和执行器等关键组成模块。这些组件协同工作, 确保辊压机能够高效、稳定地运行, 同时满足各种生产要求。变频器作为调速装置, 其主要功能在于调节电机的转速, 从而实现对辊压机工作速度的精准控制。通过调整输入电压和频率, 变频器可以灵活应对不同的生产工艺需求, 使得辊压机在负载变化时依然保持良好的性能<sup>[1]</sup>。

PLC 控制器是整个电气系统的大脑, 它负责接收来自传感器的信息, 并对执行器发出指令。PLC 的编程可以根据生产流程进行灵活调整, 这使得辊压机的操作可高度自动化, 降低人工干预的需求。此外, PLC 还能实时监测设备状态, 确保在出现故障或异常情况时及时报警, 并采取相应的安全保护措施, 保障设备和人员的安全。传感器在这一系统中扮演着眼睛的角色, 通过检测压力、温度、运

动状态等参数, 将实时数据反馈给 PLC 控制器。这些信息不仅用于实时控制, 还能为后续的数据分析和优化提供基础。最后, 执行器则是将控制信号转化为物理动作的装置, 它们负责调节辊压机的各项操作, 如开关阀门、调整压力等。通过精确的控制, 确保辊压机在高效率和高风险的条件下进行生产。因此, 辊压机的电气控制系统不仅提升了生产效率, 还大幅提高了运营的安全性和可靠性。

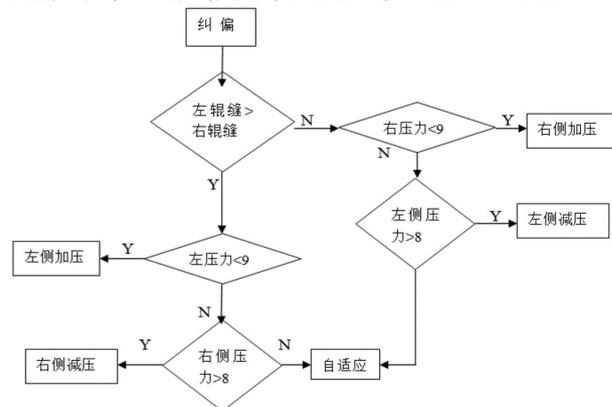


图 1 控制流程

## 2 故障诊断

### 2.1 故障诊断方法

#### 2.1.1 直观检查法

在工业自动化与智能生产中,传感器系统作为“数字化世界的眼睛和耳朵”,对于工厂运营的安全性和效率至关重要。通过综合使用视觉、听觉、触觉以及压力、温度、湿度、振动等各种类型的数据采集和感知设备,技术人员能够实现对设备和环境的状态监控,并进行高效的故障预判和诊断。现代工业设备往往集成有高清摄像镜头或先进的光学成像系统。通过实时图像识别和机器视觉技术,这些设备能够在第一时间捕捉到工作环境或设备表面的任何异常变化,例如磨损、裂纹、变色或者其他可能导致功能降低的特征。举例来说,在一个精密的机械制造工区,安装于特定位置的高分辨率相机可以每秒数百次地获取机器部件的高清图像。这些图像被即时传输至分析算法处理。一旦识别到表面损伤超过预设阈值或者检测到异常模式的形成,则系统立即发出预警,并标记具体的损伤区域,从而快速锁定潜在故障源头<sup>[2]</sup>。

在许多工业流程中,声音不仅是沟通的媒介,还揭示了设备内部动态和健康状态的关键信息。微弱的噪音波动、异常频率、不和谐的声音节拍都可以被专业的振动分析设备所记录,这有助于判断机器的运行质量是否下降。比如,在电力行业,变压器等大型用电设施运行的平稳性直接关联着系统安全。使用高频麦克风阵列监测变压器周围区域的噪声谱。通过对比不同运行时间段下的声音信号,工程师能及时发现可能的气隙放电、局部过热等风险情况。这种早期警告系统大大提高了预防性维护的有效性,防止了突发事件的发生。触觉与物理交互设备通常用于精密制造领域,如电子组装线或机器人装配站,通过接触式探测器感知组件之间的摩擦、弹性或硬度的细微变化,以此检测零部件的质量、装配过程中的应力应变情况,乃至材料的化学特性。一种示例为装配过程中的扭矩感应器,其通过测量螺丝旋入过程的精确阻力变化来确认螺钉插入角度是否正确、力是否达到规范。这种非接触的扭矩感应技术不仅提升了精度和自动化水平,还避免了物理损伤对产品质量的影响。

#### 2.1.2 仪器检测法

检测电气元件性能与查找故障点,对于维护电子设备、提高系统运行稳定性的过程至关重要。在这个复杂的过程中,不同类型的测量仪器各显神通,协同作用于问题的全面解析与精准定位。假设我们的目标对象是一个工厂生产线上的小型电机控制器。首先启动的是万用表,这是一台基础且必不可少的工具。我们将重点关注电机控制板的关键参数:电压、电流以及电阻值。比如在设定状态下,电机正常工作时应有恒定的直流输入电压约在 24 伏特左右(假设为 V),并伴随稳定的峰值电流不超过 3 安培(A)。同时,电路板上的各种分立组件或芯片,比如场效应晶体

管(MOSFET)等的关键接触电阻应在规定值以下,以确保电气通路的完整性无损<sup>[3]</sup>。

通过连接到电机控制器的重要端子,并开启高分辨率模式下捕捉波形信号,观察到正常的运行时应呈现出平滑、稳定的波峰和谷底,这意味着电机控制器能有效处理信号和电流,无明显的抖动或者噪声干扰存在。异常波形则往往预示着电路故障或者外界电磁干扰的侵扰,比如突然间的脉冲噪声或是非预期的震荡情况,都需要进一步的排查和处理。红外测温仪则是寻找温度不一致之处的利器。我们在设备工作期间对各个发热元件、线路连接点、散热片等进行快速扫描和温度记录。假设有部分关键电子元件(如 MOSFET)在运转后,显示了比其他部分高出 2 到 3 摄氏度的现象,则很可能是由于其散热效果较差或是负载过重引起的。这样的信息有助于精确判断故障起始区域以及可能原因,从而进行针对性改进或更换元器件以改善整个设备的工作效率和寿命。

#### 2.1.3 软件诊断法

利用专业级的自动化控制系统软件(如 PLC、SCADA 或 DCS 系统等)来执行实时监测任务,能够有效增强操作流程的安全性和稳定性,并能通过精确的数据分析来早期预判可能发生的设备故障和系统异常。这种集成解决方案不仅可以即时响应数据,还通过预测性的维护策略大大节省了维护成本,避免了紧急状况下因设备失效导致的巨大生产损失。例如,在化工生产中,通过实时监测各生产单元的操作参数(比如压力、温度、流量及成分百分比等)及其随时间变化的趋势,系统软件可以自动捕捉到超出预设值的变化情况,并迅速生成报警。在数据的深度分析下,即使是在微小数值波动背后隐藏着潜在的故障征兆,软件也具有高精度捕捉能力。此外,通过对历史数据的聚类分析,软件能够识别出不同生产条件下的常见趋势与不寻常趋势,并以此建立一个风险预警模型。这不仅可以对当前运行环境及时做出调整,还可以预测即将面临的可能影响效率与安全的隐患<sup>[4]</sup>。

以 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, 监督控制系统与数据采集系统)为例,该系统通过在多个分散的地点采集数据并集中处理、分析这些信息,实现了全方位监控。其关键在于,通过与各种硬件设备相连实现连续性实时监测(如温度传感器、湿度感应器和阀门开关状态等),然后运用高级算法对这些信息进行实时处理与可视化展示。SCADA 系统能够根据特定的规则或模型来识别出设备可能出现的问题或故障模式,比如突然的压力降低或温度超限,并立即向运营人员发出警示信号。通过集成人工智能技术如机器学习和深度学习模块于 SCADA 或相关的控制系统软件中,不仅可以增强故障预判的精准度,更能够提供动态优化的决策依据。例如,使用时间序列预测模型来预报未来某个时间段的能源消

耗或者生产产出,这不仅有利于进行生产计划的有效安排,也可以指导节能减排策略的实施,提升工厂资源使用效率。

## 2.2 实际故障案例分析

实际故障类型、故障原因、诊断方法以及处理措施见表 1 所示。

表 1 辊压机电气控制系统故障案例

故障类型	故障原因	诊断方法	处理措施
变频器故障	变频器内部元件损坏	软件诊断法结合仪器检测法	更换损坏元件
传感器故障	传感器接线不良或损坏	直观检查法结合仪器检测法	调整或更换传感器
PLC 控制器故障	PLC 程序错误或硬件损坏	软件诊断法结合直观检查法	修改程序或更换硬件
执行器故障	执行器电机损坏或驱动电路故障	仪器检测法结合直观检查法	更换电机或修复驱动电路

## 3 维护技术

### 3.1 日常维护

定期对辊压机电气控制系统进行全面的运行状态评估是提高生产线效率与确保生产安全的必要步骤。具体实施过程涉及对各个核心组件的深度监测、清洁维护和性能检查,以此保持系统的最佳运行效率。对变频器而言,其核心功能是对电流与电压的调节实现电机高效、平稳的运转,而定期检查以确保护压机能以理想功率与速度运作至关重要。通过记录每次运行的电流和电压参数、电机转速与负载变化数据,可以识别系统运行中的异常趋势。例如,在某一特定生产周期内,如果检测到电机的平均负载率增加了 5%,那么这意味着可能是生产流程有轻微调整或设备运行条件发生变化,需要进行详细的技术分析以确定并解决潜在问题。同时,根据这些实际测量结果定期校准与微调变频器参数是提升设备效能的有效策略<sup>[5]</sup>。

针对位于生产核心的 PLC 控制器,对其编程逻辑进行常规审查是保证系统高效协调的关键所在。例如,通过对历史生产数据的分析统计(比如每个班次的生产良率、故障频率等指标),可揭示特定控制策略的优势和劣势。如果某控制模块在其操作频率最高的时间内表现出较高故障率,则应针对性地修改该部分逻辑代码,比如引入自检和容错机制、细化操作阈值、或是通过并行计算提高反应速度。此类基于实际运行结果的策略调整,能够直接提升生产流程的流畅性和可靠性,减少意外中断带来的经济损失。灰尘、污渍及油脂沉积物均会损害传感器敏感度与执行动作准确性。定期清洗和维护有助于提升这些部件的灵敏度和响应速度,如利用无腐蚀性的溶剂清洗电磁兼容组件、擦拭振动监测装置以除去油斑,或者检查压力表接头是否存在磨损。同时,检查执行器运动范围是否在设计规格之内,调整松旷或卡滞的部分可以极大避免因机械失效引发生产中断。数据记录这部分保养措施的实施频率与效果评估

对于持续优化生产过程同样重要。电气连接不良可能会引发多种隐患,从简单的系统不稳定到更为严重的电路短路风险皆是如此。定期对所有连接端子进行目测和力矩测试,是预防因接点氧化、腐蚀、磨损导致故障的重要措施。比如,在生产高峰期前后进行一次全面紧固检测,并在记录中详细标明需要加固或更换连接处的位置与状态。使用专业紧固工具与导热油脂,以提升电气线路的安全可靠性,并确保在高压和高电流环境下系统依然保持稳定的信号传输。

### 3.2 定期维护

为了确保变频器和 PLC 控制器的运行效率,定期的软件升级至关重要。以某家工厂为例,在 2023 年的升级过程中,变频器软件版本从 V1.2 改为 V2.0,这一更新使得控制系统的响应速度提高了 20%,并且能耗降低了 15%。这样的提升不仅减少了电费支出,还延长了设备的使用寿命。在保养电气控制系统的过程中,针对易损件的更换显得尤为重要。例如,经过一年的运转,其中一台变频器的风扇受到了磨损,需及时替换,以保证散热效率。在此期间,通过每季度清洁散热片,温度保持在 60℃ 以下,有效避免了过热导致的系统故障,此措施帮助工厂实现了 98% 的正常运行率。全面检测是保障系统稳定的重要环节。在 2024 年的一次评估中,技术团队发现某 PLC 控制器的输入端口信号弱,及时进行了信号放大器的更换。经过检测,这一措施消除了潜在的通信不良可能,提升了数据传输的稳定性。同时,系统的检测报告显示,各项指标均在安全范围内,确保生产过程顺畅。这些结合实际的数据不仅展示了软件升级和系统维护的重要性,也为今后的操作提供了有效的参考依据。通过科学管理与定期检修,可以最大程度地发挥设备性能,实现高效生产<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

辊压机电气控制系统的故障诊断与维护对于保障设备正常运行具有重要意义。本文介绍了辊压机电气控制系统的故障诊断方法与维护技术,并结合实际数据和表格分析了故障案例。相关技术人员应掌握这些方法和技术,以确保辊压机电气控制系统的稳定运行。

### [参考文献]

- [1]王希娟,张栓记,冯京晓,等. 辊压机常见故障保护跳停分析及处理[J]. 矿山机械,2011(7):1.
  - [2]游银涛,周健,韦新鹏,等. 一种基于 PLC 和远程控制的辊压机轴承润滑智能系统[J]. 价值工程,2022,41(33):82-84.
  - [3]王昕悦,赵伟刚,刘丽丽,等. 分布式 I/O 在辊压机控制系统的应用[J]. 矿山机械,2022,50(11):37-41.
- 作者简介:侯亚斌(1992—),男,汉,籍贯:邢台市内丘县内丘镇凤凰村 181 号,2015 年 6 月,唐山学院测控技术与仪器,本科,专业:电气自动化。