

Discussion on Electrical Faults and Prevention Strategies for Port Portal Cranes

Yang Liu kang Lu

Wuhan GUIDE Electric Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract

As core heavy-duty equipment for port cargo handling and transshipment, gantry cranes currently face prolonged challenges of high load capacity, frequent operational cycles, and harsh working conditions. Recurrent electrical failures not only cause equipment downtime and reduced port efficiency but may also lead to safety incidents. Therefore, conducting thorough electrical fault analysis and preventive measures is crucial. Optimizing electrical system design and implementing predictive maintenance strategies can effectively control fault progression at the source, ensuring safe crane operation. This study systematically analyzes typical characteristics of five major electrical fault categories—including hoisting mechanisms, luffing mechanisms, rotating mechanisms, traveling mechanisms, and power supply systems—and proposes practical preventive countermeasures for industry professionals.

Keywords

port gantry crane; electrical fault; prevention and control measures

探讨港口门座式起重机电气故障与防控对策

刘洋 鲁康

武汉港迪电气有限公司, 中国 · 湖北 武汉 430000

摘要

港口门座式起重机作为港口货物装卸、转运的核心重型设备, 现阶段, 港口门座式起重机面临高负荷、高频率、恶劣工况的长期考验, 电气故障频发不仅会导致设备停机、影响港口作业效率, 更可能引发安全事故。因此做好电气故障分析和防控工作尤为关键。优化电气系统设计, 开展预测性防护, 从源头控制故障的发展, 保障港口门座式起重机的安全使用。在本文的研究工作中, 系统分析了起升机构、变幅机构、旋转机构、行走机构及电源系统等五大类电气故障的典型特征, 提出几点有效的防控对策, 以供相关人员参考。

关键词

港口门座式起重机; 电气故障; 防控对策

1 引言

在港口物流体系中, 门座式物流起重机凭借作业范围广、起重量大、通用性强优势得到了广泛应用。随着智能化自动化水平不断提升, 门座式起重机的电气系统日趋复杂, 集成了供电、控制驱动的多个子系统, 涉及 PLC 控制器、传感器等大量的电气元件, 出现电气故障容易引发各类事故, 因此加强故障防控工作十分重要。通过对现有阶段电气故障的分析, 做好防控措施, 可以达到良好的控制效果。

2 港口门座式起重机电气系统的构成

门座式起重机电气系统通常由电源供电系统、控制系统、驱动系统、执行机构、安全保护系统及人机交互系统六

大部分构成。电源供电系统承担整机电能引入与分配功能, 主要包括高压进线柜、主变压器、低压配电柜及各机构动力电源回路。控制系统以 PLC 为核心, 负责接收操作指令、处理信号、控制各执行机构的动作, 确保起重机按照操作人员的要求完成起升、变幅、回转、运行等各项作业^[1]。驱动系统主要由变频器及调速单元组成, 实现对起升、变幅、旋转、行走各机构的电机调速控制。执行机构负责将电气控制信号转换为机械动作, 完成起重机的各项作业任务。门座式起重机的执行机构主要包括起升机构、变幅机构、回转机构、运行机构四大核心机构。安全保护系统涵盖超负荷限制器、行程限位开关、风速仪、防风装置及各类电气保护元件。人机交互系统则通过操作台、触摸屏及状态指示灯实现人与设备的信息交互。

【作者简介】刘洋（1989—），男，中国湖北广水人，从事港口起重机电气控制研究。

3 港口门座式起重机电气故障分析

3.1 起升机构电气故障

起升机构是港口门座式起重机的核心执行机构，主要负责货物的升降作业，其运行状态直接决定作业效率 and 安全性。起升机构是门座式起重机故障发生率最高的部位，常见的故障有以下几种：

一是起升电机故障。无起升动作故障是起升机构最常见的故障之一，故障原因可能是 PLC 输出模块无起升指令输出、起升变频器故障、起升主接触器不吸合、制动器未打开、电机缺相或损坏等情况。二是起升变频器故障，表现为变频器报警、输出频率异常，导致起升速度失控，出现货物升降过快或卡顿现象。三是双机不同步故障，主要发生在抓斗门座式起重机的支持机构和开闭机构之间。当两台电机转速不一致或力矩输出不平衡时，抓斗会出现倾斜、打转甚至无法闭合的现象^[2]。原因可能是编码器反馈信号异常、变频器参数设置不匹配、机械传动系统阻力差异等情况。四是制动电气故障。主要表现为电磁制动器无法吸合、无法松开或者制动不灵，导致起升机构溜车，货物悬停不稳，甚至会引发坠落事故。故障原因在于电磁线圈老化、烧毁，控制线路短路、断路，或者供电电压不足，导致吸合力不够。行程开关故障，无法反馈制动状态，也会引发误动作。

3.2 变幅机构电气故障

变幅机构主要负责调整吊臂的幅度，实现货物的水平位移。其电气系统需要精准控制吊臂的伸缩速度和位置，而故障多发生在驱动、控制和限位环节。一是无变幅故障。排查的重点在于变幅变频器是否能够正常工作、变幅制动器是否释放、变频限位开关是否处于动作状态等。二是变幅溜车故障。指的是变幅机构在停止状态下，臂架出现自行移动的现象。此次故障的原因在于变幅制动器控制回路故障、变

频器零速保持功能失效或者制动电阻损坏。三是变幅速度异常。通常表现为单档，无加速或加速异常。常见原因有主令控制器触点接触不良、变频器多段速设定错误、PLC 输出点损坏或通信故障。

3.3 旋转机构电气故障

旋转机构出现电气故障，常见的故障有旋转电机故障，表现为：一，电机无法启动，启动后回转速度异常，电机发热异响甚至烧毁，导致吊臂无法回转。主要原因在于，绝缘层老化破损，引发短路、漏电，导致电机转动受阻，发热异响。二，滑环故障。表现为回转过程中信号中断，电机转速忽快忽慢，滑环处出现火花发热，严重时导致电路短路。是由于滑环表面磨损氧化，出现接触不良。而且外部环境因素会加速滑环腐蚀，导致绝缘性能下降。三是控制模块故障。表现为 PLC 对旋转机构的控制指令无法执行，吊臂回转失控以及定位不准。主要是由于 PLC 的输入输出模块老化、外部电磁干扰程序错乱以及传感器故障^[3]。

3.4 行走机构电气故障

行走机构故障主要表现为电机无法启动，启动后行走速度不均，电机发热、异响甚至烧毁，导致起重机无法移动。电机同步故障主要表现为两侧行走电机运行不同步，起重机跑偏、啃轨，严重时导致轨道损坏。行走限位故障主要表现为行走行程限位开关不动作、误动作，导致起重机超出轨道范围，引发碰撞事故。

3.5 电源系统电气故障

电源系统故障往往表现为全车无动作，或者动作时有时无。全车无动作故障通常是由主电源失电总断路器跳闸，控制电源故障所引起的。PLC 输出模块电源开关跳闸故障常见于电磁阀、接触器等感性负载回路^[4]。当感性负载关断时产生的反电动势，可能导致电源模块过压保护动作。常见电气故障的诊断参数、标准值和异常判断依据详见表 1 所示。

表 1 常见电气故障的诊断参数、标准值和异常判断依据

故障类型	核心诊断参数	标准值	异常判断依据
电源缺相故障	三相电压差值	电压不平衡度 $\leq 2\%$	某一相电压为 0 或三相电压差值 $> 2\%$
漏电故障	绝缘电阻、接地电阻	绝缘电阻 $\geq 1M\Omega$ ，接地电阻 $\leq 4\Omega$	绝缘电阻 $< 1M\Omega$ ，接地电阻 $> 4\Omega$
电机故障	空载电流、绕组温度	空载电流 \leq 额定电流 30% ，绕组温度 $\leq 115^\circ C$	空载电流 $>$ 额定电流 30% ，绕组温度 $> 115^\circ C$

4 港口门座式起重机电气故障的防控对策

4.1 完善日常维护体系

为了有效预防港口门座式起重机电气故障，需要完善日常维护体系，从源头进行管控。首先，结合起重机的使用年限、运行频率、作业环境，制定分级维护计划，包括日常维护、定期维护和专项维护。同时建立维护台账，详细记录维护的时间内容，发现问题及处理的结果，便于后续的追溯以及分析。其次，强化环境保护工作，港口具有高温、多粉尘、高盐雾、强震动的环境特点，因此，针对门座式起重机采取适当的环境保护措施。对配电箱控制柜进行密封处

理，安装防尘、防潮、防盐雾的装置。对电缆线路进行防护，采用耐磨耐腐蚀绝缘性能好的电缆。对电机、变频器等核心电气元件安装散热减振装置，降低环境温度和振动对元件的影响。第三，规范元件更换的情况。在更换老化损坏的电气元件时必须选用符合国家标准和设备要求的合格产品，避免使用劣质元件，更换元件时严格按照相关规程进行操作，确保接线正确牢固。

4.2 优化电气系统的设计

通过优化电气系统设计，可以有效预防门座式起重机的电气故障。首先要进行合理选型与冗余设计。根据门座式

起重机的工作级别和作业工况,合理选择电气元件的容量和防护等级。对于关键控制回路,可考虑采用冗余设计。例如,起升机构的制动器控制采用双回路供电,确保单一路径故障时制动器仍能可靠动作。其次,完善安全连锁保护。设计完善的安全连锁逻辑,将各机构的限位、防风装置、超负荷保护等纳入控制系统,并设置故障自诊断功能^[5]。当检测到异常时,系统应能自动采取保护措施,例如切断动力电源、启动制动器等。

4.3 强化故障精准诊断

当门座式起重机发生电气故障后,需要快速精准地进行诊断,有效缩短故障处理时间,减少损失。因此可以结合现代检测技术和设备运行经验,建立更加科学的故障精准诊断体系,快速处理故障。首先,配备完备的诊断设备和工具。港口企业应当配备更加专业完善的电气故障诊断设备和工具。例如,万用表、兆欧表、PLC 编程器、变频器测试仪等。可以用于检测电气参数、线路状态、元件性能,快速定位故障点。例如,可以使用 PLC 编程器读取 PLC 程序,排查程序错乱、模块故障的问题。同时引入智能诊断技术,例如故障诊断系统,实时监测电气系统的预测参数出现异常时,能够自动发出报警信号。可以初步判断故障类型和故障点,为维修人员提供参考。其次,建立故障诊断知识库。结合港口门座式起重机电气故障的实践案例,建立更为完善的故障诊断知识库,分类整理各类故障的具体情况,形成更为标准的诊断流程。合理应用大数据技术,对积累的大量运行数据进行分析,通过机器学习算法挖掘故障特征与运行参数之间的关联规律,可实现故障的早期预警和剩余寿命的预测。第三,做好应急处理和临时措施。在保障安全的前提下,采用应急措施恢复设备基本功能,可减少停机时间。对于非关键保护元件故障,在确认安全条件下,可临时旁路该保护功能恢复

设备运行。对于配置了冗余元件的系统,可切换至备用元件恢复运行。对于参数设置不当导致的故障,临时调整参数可快速恢复运行。

4.4 提升人员的综合素养

电气故障诊断与处理对技术人员提出了更高的要求,因此,港口企业需要做好对人员的培训工作,组织电气技术人员系统学习 PLC 编程、变频器原理、工业通信、电机控制等专业理论,掌握现代电气控制技术的基本原理。同时通过故障模拟、案例分析、现场演练的方式,提升技术人员的故障排查和应急处理能力。建立典型故障案例库,分享经验教训,避免重复的故障重复发生。

5 结语

综上所述,港口门座式起重机电气系统的安全运行,为港口生产安全和作业效率提供一定保障。因此港口企业需要重视对门座式起重机电气故障的重视,从不同部分入手进行分析,掌握常见电气故障的典型特征和成因。做好预测性防护,优化系统设计,开展故障精准诊断,并提升人员素养,打造综合性防控对策,确保门座式起重机可安全使用。

参考文献

- [1] 高昕,冯幸毅,王梯斌.基于采样数据的门座式起重机电气故障检测方法[J].工程机械与维修,2023(5):52-54.
- [2] 唐佰清.门座式起重机电气系统故障诊断与解决方案[J].造纸装备及材料,2024,53(4):25-27.
- [3] 杨大军.门座式起重机常见故障与维修保养[J].设备管理与维修,2023(16):100-101.
- [4] 高国超.门座式起重机的常见故障及维修保养分析[J].设备管理与维修,2020(8):71-72.
- [5] 周春辉.门座式起重机常见故障与维修保养[J].商品与质量,2021(34):232.