

# 桥式起重机的电力控制分析与故障处理探析

刘超<sup>1</sup> 孙辉<sup>1</sup> 蔡英杰<sup>1</sup> 朱跃鹏<sup>2</sup> 尹小江<sup>1</sup>

1. 西昌卫星发射中心 四川西昌 615600; 2. 上海起重运输机械厂有限公司 上海市奉贤区 201400

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13229

**[摘要]** 本文围绕桥式起重机的电力控制展开深入分析与故障处理探析。首先简要介绍电力控制系统,接着从电动机选择、控制方式、保护措施等方面剖析电力控制要点。而后详细阐述电气元件故障、线路故障、制动系统故障及断电故障等常见问题。最后针对故障提出预防、排查、维修更换及改进等处理策略,旨在提升桥式起重机电力控制系统的稳定性与可靠性,为起重机的安全高效运行提供有力保障。

**[关键词]** 桥式起重机; 电力控制; 故障处理

## 引言

桥式起重机作为工业生产中重要的物料搬运设备,其电力控制系统的稳定运行至关重要。随着工业生产规模的不断扩大和自动化程度的提高,对桥式起重机的性能要求也日益严格。然而,在实际运行过程中,电力控制系统常出现各类故障,影响生产效率和设备安全。因此,深入分析桥式起重机的电力控制并探讨有效的故障处理策略,具有重要的现实作用,能够为保障工业生产的顺利进行提供理论与实践支持。

### 1 桥式起重机电力控制系统简要介绍

桥式起重机主要在电力控制系统的起重运行中发挥作用。传统的桥式起重机依赖于继电器与接触器组合进行控制操作,其启动与速度调节则是通过调整交流绕线电机中的串联电阻来实现。相比之下,现代桥式起重机采用更为先进的变频调速控制系统,该系统集成了主令控制器、可编程逻辑控制器(PLC)以及变频调速装置。在作业流程中,起重机的提升装置借助减速器驱动卷筒旋转,从而卷起或释放钢丝绳,达到升降负载的目的。主令控制器负责调控起重机大车、小车的行进方向及速度档位,同时也控制着吊钩的升降方向及速度变换,并能监测各电机的运行状态,及时显示故障信息。PLC控制系统在整个作业流程中扮演着智能指挥中心的角色,确保一切有序进行,而变频调速系统则使得电机调速更为平稳流畅。相比之下,传统系统存在诸如可靠性不足、操作流程繁琐、故障频发、能耗高、效率低下等问题。采用变频调速技术的现代系统则展现出显著优势,它简化了传统继电器-接触器控制架构,减少了硬件组件与控制线路的数量,从而大幅度提升了系统的稳定性和可靠性。此外,该系统还具备出色的节能效果、能显著降低机械部件的磨损程度,并拥有卓越的启动特性,这些优势能够有效减轻启动和制动时的冲击力度,从而解决因频繁重载作业及剧烈机械振动所导致的机械疲劳难题<sup>[1]</sup>。

### 2 桥式起重机的电力控制分析

#### 2.1 电动机选择

在桥式起重机的电力控制中,电动机是关键一环,主要涉及交流和直流电动机,以及绕线式和鼠笼式异步电动机。交流电动机在桥式起重机中应用相对广泛,其结构简单、成本较低、维护方便。由于交流电源在工业环境中普遍存在,使用交流电动机能降低设备的配套成本,并且它有坚固耐用的结构,能适应较为恶劣的工作环境。但是交流电动机的调速性能相对较差,在一些对速度控制要求较高的场合可能无法满足需求;直流电机展现出卓越的调速能力,能够在宽广的速度范围内实现平稳无级的调速,确保对起重机运行速度和动作进行精确无误的控制,适用于对速度控制精度要求高的工况。但直流电动机的结构复杂,成本较高,维护难度大,需要配备专门的直流电源和整流设备,会一定程度上增加系统的复杂性和成本;绕线式异步电动机的优点是可以通过在转子回路中串入电阻来改善启动性能和调速性能,启动转矩

大,调速范围较宽。但也有缺点,其结构相对复杂,维护工作量较大;鼠笼型异步电动机以其构造简洁、运行稳定可靠及保养简便而著称,然而,其启动电流偏高,启动转矩相对较低,且调速性能有限,因此,在需要频繁启动及精确调速的应用场景中,其适用性受到限制<sup>[2]</sup>。

#### 2.2 控制方式

桥式起重机电力控制的主要方式各有特点,适用场景也有所不同。凸轮控制器控制是较为传统的方式。它的结构简单、操作方便,控制器的触点直接控制电动机的定子和转子回路,能直接控制电动机的工作状态。它主要是通过操作手柄改变凸轮的位置,控制触点的通断,实现电动机的正反转、调速等功能。该方式操作直观,司机容易上手,且设备成本较低,适用于中小型桥式起重机;主令控制器与磁力控制屏配合控制则适用于对控制要求较高的大中型桥式起重机。主令控制器发出控制指令,磁力控制屏根据指令控制电动机的运行。这可以实现复杂的控制逻辑,能对电动机进行更精确的控制,调速范围更广,能满足重载、频繁启动和制动等工况要求。此外,它配备了全面的保护机制,如欠电压保护、零电压保护、零位锁定、过电流防护、行程终端限位防护以及综合安全保护等,可以确保起重机在各种工况下均能安全运行。在大型港口、重型机械厂等对吊运能力和控制精度要求高的场景中,主令控制器与磁力控制屏配合控制作用明显。

#### 2.3 保护措施

桥式起重机电力控制系统中的电气保护与连锁环节是保障其安全运行的关键。而这其中,过载保护是重要的一环。当起重机的电动机出现过载情况时,电流会增大,长时间过载可能导致电动机烧毁。过载保护装置能够实时监测电流大小,一旦检测到电流超过设定的安全值,就会迅速切断电路,防止电动机因过载而损坏,确保起重机的安全和使用寿命;同时,零位启动保护协同发挥作用。起重机在突然断电又恢复供电时,如果操作档仍处于工作档位,起重机可能自行启动,这会带来极大的安全隐患。零位启动保护要求只有当控制器手柄置于零位时,起重机才能启动,有效避免了起重机意外启动造成的事故。除此之外,安全保护开关也是重要的保护措施。它包括多种类型,比如舱盖、栏杆安全开关。当舱盖打开或栏杆被触动时,安全开关会立即动作,切断控制电路,使起重机停止运行,防止人员进入危险区域。还有行程终端限位保护开关,当起重机运行到极限位置时,限位开关动作,切断相应的控制电路,防止起重机超程运行,避免碰撞等事故发生。这些保护环节环环相扣,相互配合,共同保障桥式起重机电力控制系统的安全稳定运行。

### 3 桥式起重机电力控制常见故障

#### 3.1 电气元件故障

桥式起重机电力控制中,电气元件故障相对常见,其主要原因是过热、老化。转子电阻在起重机运行中起着重要作用。长时间工作会使转子电阻产生大量热量,若散热不及时,

温度持续升高,易导致电阻丝烧断,进而影响电动机的调速性能,使起重机运行速度不稳定。而且,随着使用时间的增加,电阻的绝缘材料会逐渐老化,绝缘性能下降,可能引发短路故障。除此之外,运行过程中凸轮控制器触点也容易受影响。频繁的通断操作会使触点产生电弧,导致触点表面烧蚀、磨损<sup>[3]</sup>。在过热和老化的双重作用下,触点的接触电阻增大,造成接触不良。这会使起重机的控制指令传输不畅,出现动作迟缓、无法正常动作等问题,严重影响起重机的正常运行和作业安全。

### 3.2 线路故障

在桥式起重机电力控制中,随着使用年限的增长,线路的绝缘层会逐渐失去弹性和韧性,出现开裂、破损等情况。其不仅会降低绝缘性能,导致漏电风险增加,还可能引发短路故障,使起重机突然断电,影响正常作业甚至造成设备损坏。此外,接触不良也是个关键问题。线路的连接部位在长期使用中,由于振动、热胀冷缩等因素,可能出现松动,进而导致接触电阻增大,在通电时产生过多热量,加速线路老化。同时,接触不良还会使供电不稳定,造成起重机运行时动作异常,如速度忽快忽慢、电机抖动等,严重影响起重机的安全可靠运行。

### 3.3 制动系统故障

制动系统故障也是影响桥式起重机电力控制安全运行的关键因素,它的主要诱因是磨损和漏油。其中,制动器的磨损问题较为突出。制动瓦衬长期与制动轮摩擦,会逐渐变薄。当磨损到一定程度时,制动轮与制动瓦衬之间的摩擦力减小,导致制动力矩不足,起重机在起升或运行过程中可能出现溜钩、溜车现象,严重威胁作业安全。漏油问题常出现在制动器内部的密封件老化或损坏时。油液渗漏到制动轮和制动瓦衬表面,会降低它们之间的摩擦系数,同样使制动力矩下降。并且,漏油还可能影响制动器内部其他零部件的正常工作,导致制动系统失灵,极大地增加了事故发生的风险。

### 3.4 断电故障

在桥式起重机电力控制中,也常会出现断电故障。大车工作时会产生振动,这种振动可能使滑铁与导轨连接不牢固。若连接部位发生松动,将导致供电异常,此时主接触器的触点和常开辅助触点会同步断开,引起主接触器线圈自锁功能失效,最终造成电源中断。另外,滑铁的部分接触不良同样会成为引发断电的原因之一。桥式起重机在沿滑轨特定区域运行时,若遭遇滑铁接触不良的状况,会导致瞬间的电源相位缺失。若缺失的相位恰好关联控制回路,主接触器的线圈将失去电力供应。即便起重机凭借惯性越过接触不良区域并恢复供电,主接触器的线圈也无法自动重新激活,只能再次按下启动按钮,这会对起重机的正常操作流程构成严重干扰。

## 4 桥式起重机电力控制故障处理策略

### 4.1 预防措施

其一是定期检查。建立严格且规律的检查制度,对起重机的各个电气部件进行全面细致的检查。比如查看电气元件的外观是否有损坏、变形,测试其性能是否达标,以及检查电路连接是否稳固等。定期检查能及时察觉潜在的故障隐患,做到防患于未然。其二是更换老化电气元件。电气元件在长期使用过程中,会因自然老化而性能下降,增加故障发生的概率。所以,要依据元件的使用时长和实际状况,及时更换那些出现老化迹象的元件,比如接触器、继电器等,保证电力控制系统的可靠性。其三是保持线路清洁和接触良好。线路积尘或受潮可能引发短路等故障,因此要定期清理线路,防止杂物堆积。同时,检查线路连接部位,拧紧松动的接头,确保接触良好,避免因接触不良导致发热、打火等问题。这些预防措施的实施,将能显著降低桥式起重机电力控制故障的发生几率<sup>[4]</sup>。

### 4.2 故障排查

桥式起重机电力控制故障排查需遵循科学的步骤与方法,以确保高效、准确地找出问题。故障排查的第一步是观察。到达故障现场后,先查看起重机的运行记录和故障发生时的状态,询问操作人员故障发生的具体情况,初步判断故障大致范围。接下来测量电气元件温度。异常的温度升高往往是元件故障的表现,通过触摸或使用红外测温设备,检测关键电气元件如电动机、接触器、继电器等的温度,判断其工作状态是否正常。然后检查线路连接。查看线路有无破损、断裂,连接点是否松动、氧化等情况,因为接触不良是常见故障原因之一。同时,对控制回路进行功能测试。操作起重机的各种控制功能,观察其响应情况,判断控制信号是否正常传输。然后再利用专业检测设备对电气系统进行全面检测,如使用万用表测量电压、电阻等参数,进一步确定故障点。相对系统的排查步骤和方法,能够快速、准确地定位故障,为后续的维修处理提供依据。

### 4.3 维修与更换

对于故障电气元件,维修方法需依元件类型与故障程度而定。对于轻微损坏的电阻、电容等元件,可采用焊接修复、更换受损部分等方式。比如触点烧蚀的继电器,可打磨触点使其恢复良好接触。但对于严重损坏或老化的元件,如绝缘层破损的电动机、无法修复的控制器等,应及时更换新元件,确保性能稳定。更换元件时,务必选用与原元件规格参数相符的产品,保证安装正确、连接牢固。维修或更换元件后,需进行测试和调试。第一步进行外观检查,确保接线正确、无松动或遗漏。接着进行通电测试,观察起重机的运行状态,检查电气系统是否能正常工作,各控制功能是否响应准确。第二步对起重机的起升、运行等动作进行调试,优化其性能,使其达到最佳工作状态。

### 4.4 改进措施

其一,在电气元件选用上,应采用更可靠的产品。相比普通元件,优质电气元件具备更好的性能和更长的使用寿命,能有效降低故障发生概率。例如,选用高质量的接触器、继电器等,可减少因触点烧蚀、线圈故障等引发的问题。其二,优化控制方式。传统的控制手段可能面临反应迟缓、调控精确度不足的挑战。可引入先进的智能控制技术,如PLC可编程逻辑控制器,实现更精准、灵活的控制。优化控制程序能提高起重机的运行效率和安全性。其三,完善系统的监测与保护功能。安装先进的传感器,实时监测电气系统的运行参数,如温度、电流、电压等。一旦参数异常,系统能及时发出警报并采取保护措施,防止故障扩大。其四,加强系统的抗干扰能力。采用屏蔽电缆、接地保护等措施,减少外界电磁干扰对电力控制系统的影响,确保系统稳定运行。

### 结语

总之,桥式起重机电力控制系统的稳定关乎整个生产流程的安全与高效。文章通过对电力控制的全面分析和对常见故障的深入研究,明确了故障产生的原因及相应的处理策略。在实际应用中,应严格落实预防措施,及时准确地排查和处理故障,并不断改进电力控制系统。只有这样,才能最大程度降低故障发生率,提高桥式起重机的运行可靠性,为工业生产创造更大的价值。

### [参考文献]

- [1]李浩,田界,吴岩.浅析桥式起重机检验中常见的问题及处理[J].中国设备工程,2025,(03):168-170.
- [2]李谦友.论单梁桥式起重机电路检修技巧[J].福建冶金,2025,54(01):60-63.
- [3]熊奔.基于标准化原理的桥式起重机故障诊断[J].大众标准化,2024,(21):25-27.
- [4]唐启儒.桥式起重机的电气控制分析与故障处理探讨[J].现代制造技术与装备,2018,(06):156-157.