

工程机械电气控制系统故障研究

刘悦

天津交通职业学院(机械工程学院) 天津 300110

摘要: 工程机械作为现代工业与基建的核心装备,其电气控制系统的稳定性直接影响作业效率与安全。本文聚焦工程机械电气控制系统,系统阐述其作用与组成,深入剖析线路接触不良、电气过载、短路等常见故障类型及机械作用力、气候与电磁干扰等成因。同时,详细介绍直接观察法、替换法等多种故障诊断方法,并针对性提出定期维护、优化设计等故障预防措施,旨在为工程机械电气控制系统的故障诊断与维护提供理论依据与实践指导,保障工程机械稳定、高效运行,提升其可靠性与安全性。

关键词: 工程机械;电气控制;系统故障;研究

引言: 随着科技的飞速发展,工程机械电气控制系统的智能化、自动化程度不断提高,其在工程建设领域的作用愈发关键。然而,复杂的运行环境与高强度的工作负荷,使得电气控制系统故障频发,严重影响施工进度与工程质量。目前,对工程机械电气控制系统故障的研究虽取得一定成果,但在故障精准诊断与高效预防方面仍存在提升空间。深入研究其故障类型、成因,探索更有效的诊断与预防措施,对降低设备故障率、延长设备使用寿命、提高工程建设经济效益具有重要的现实意义。

1 工程机械电气控制系统概述

1.1 电气控制系统的作用

工程机械电气控制系统是设备运行的“神经中枢”,对保障设备高效、稳定运转起着关键作用。它通过精确控制设备的动力输出、工作部件动作,确保工程机械精准完成挖掘、吊装、运输等复杂作业。同时,电气控制系统能够实时监测设备的运行状态,及时发现异常情况并发出预警,避免因故障引发的安全事故。此外,随着智能化技术的应用,电气控制系统还可实现设备的自动化、远程化操作,极大地提高了施工效率,降低了人工成本与劳动强度,为工程建设的顺利推进提供坚实保障。

1.2 电气控制系统的组成

工程机械电气控制系统主要由电源系统、动力控制系统、信号处理系统和执行机构等部分组成。电源系统为整个电气控制系统提供稳定的电力供应,常见的有蓄电池、发电机等。动力控制系统负责调控发动机、电动机等动力装置的运行参数,以满足不同工况需求。信号处理系统接收来自传感器的各类信号,如温度、压力、速度等,并进行分析与处理,为控制决策提供依据。执行机构则根据控制指令,驱动工作装置完成相应动作,

像液压泵、电磁阀等都属于执行机构^[1]。

2 工程机械电气控制系统常见故障类型及原因

2.1 常见故障类型

2.1.1 线路接触不良

线路接触不良是工程机械电气控制系统的常见故障。由于设备在施工过程中持续振动,电气线路的接头、端子等部位易出现松动;长期使用后,连接点还会因氧化、腐蚀导致接触电阻增大。这种故障会造成设备运行不稳定,如仪表盘显示异常、灯光闪烁、电机间歇性运转等。严重时,接触不良处产生的高温可能引发火灾,危及设备和人员安全。

2.1.2 电气过载

工程机械在超负荷运转、机械部件卡顿等情况下,易引发电气过载故障。当设备持续处于高负荷工作状态,或传动系统出现卡滞,导致电机等电气元件工作电流超过额定值,电气设备发热加剧。若未及时处理,绝缘材料加速老化,不仅降低设备使用寿命,还可能引发电气火灾,同时频繁过载会导致保护装置频繁动作,影响施工进度。

2.1.3 短路故障

短路故障对工程机械电气控制系统危害极大。绝缘层老化破损、金属异物侵入线路、接线错误等,都可能使电气线路中原本不相连的导体直接导通。一旦发生短路,瞬间产生的大电流会导致熔断器熔断、线路烧毁,严重时甚至损坏电源和其他电气元件,使整个电气控制系统瘫痪,极大影响工程机械的正常运行。

2.2 故障产生的原因

2.2.1 机械作用力

工程机械作业时,持续且剧烈的机械振动、冲击是引发电气系统故障的重要诱因。设备运行过程中,发动

机运转、机械部件的周期性运动产生的振动,会使电气线路接头松动、焊点脱落,导致线路接触不良。此外,机械部件间的相对位移和摩擦,可能挤压、磨损电气线缆,破坏绝缘层,增加短路风险。长期受机械作用力影响,电气元件的内部结构也易受损,降低其性能和可靠性。

2.2.2 气候干扰

复杂多变的气候条件严重影响工程机械电气控制系统。高温环境下,电气元件散热困难,加速绝缘材料老化,降低绝缘性能;低温会使线缆变硬变脆,容易断裂。潮湿环境中,水分渗入电气设备内部,导致线路短路、金属部件锈蚀;风沙、雨雪等恶劣天气,会侵蚀电气线路和元件,破坏防护涂层,引发接触不良、短路等故障,威胁系统正常运行。

2.2.3 电磁干扰

工程机械自身的电机、继电器等电气设备,在运行过程中会产生强电磁干扰。这些电磁信号以辐射或传导的方式,干扰其他电气元件和控制线路的正常工作,导致信号传输失真、控制指令错误执行。同时,施工现场的其他大功率设备、高压输电线路等外部电磁源,也会对电气控制系统形成干扰,造成仪表显示异常、传感器误判、控制系统失灵等故障,影响设备的稳定性和安全性。

3 工程机械电气控制系统故障诊断方法

3.1 直接观察法

直接观察法是一种基础且直观的故障诊断方式,通过维修人员的感官对电气控制系统进行检查。在设备停机状态下,维修人员首先查看电气元件外观,观察是否存在烧焦痕迹、部件变形、线路破损等明显物理损坏;检查电气线路的连接情况,查看接头是否松动、脱落,线缆是否老化、裸露。同时,还会倾听设备运行时是否有异常声响,如继电器吸合异常声、电机运转异响等,判断故障点。此外,借助嗅觉感知电气元件是否散发异常焦糊味,以此发现因过热导致的故障隐患。直接观察法操作简便、成本低,但对维修人员经验要求较高,且难以发现一些隐蔽性故障,如元件内部参数变化等问题,通常需与其他诊断方法配合使用,才能更准确地定位故障。

3.2 替换法

替换法是指用同型号、性能良好的电气元件替换疑似故障元件,通过观察设备运行状态是否恢复正常,来判断故障位置的诊断方法。在使用该方法前,维修人员需对电气控制系统的结构和工作原理有清晰了解,准确识别可能出现故障的元件。例如,当怀疑某传感器故障时,用正常传感器替换后,若设备控制信号恢复正常,

则可确定原传感器存在问题。替换法适用于难以通过测量或观察判断故障的元件,尤其在缺乏专业检测设备时优势明显。但此方法需要准备充足的备用元件,成本较高,且若替换顺序不当,可能会浪费大量时间。此外,若故障是由多个元件协同失效引起,单纯替换单个元件可能无法解决问题,因此使用时需谨慎分析,合理规划替换步骤^[2]。

3.3 测量法

测量法是利用专业测量仪器,对电气控制系统的电压、电流、电阻等参数进行测量,通过与标准值对比,判断电气元件和线路是否正常的诊断方法。常用的测量仪器包括万用表、示波器等。在检测线路时,使用万用表测量线路电阻,若阻值异常大,可能存在线路断路或接触不良;测量电压和电流,能判断电源供电是否正常、电气元件工作状态是否符合要求。示波器则可用于观察信号波形,分析传感器、控制器等元件输出信号的准确性和稳定性。例如,当发动机转速传感器信号异常时,通过示波器观察其输出波形,可直观判断传感器是否故障。测量法诊断结果较为准确,能发现一些潜在的性能问题,但要求维修人员熟练掌握测量仪器的使用方法,且测量过程较为繁琐,需对电气系统各参数标准有深入了解,以保证诊断的准确性。

3.4 程序诊断法

程序诊断法依托于工程机械电气控制系统内置的诊断程序或专用诊断软件,通过读取系统故障代码和运行数据,分析故障原因。现代工程机械的电气控制系统通常具备自诊断功能,当系统检测到异常时,会自动记录故障代码并存储在控制单元中。维修人员使用专用设备连接到设备的诊断接口,即可读取故障代码,根据代码含义快速定位故障范围。同时,诊断软件还能实时监测系统运行参数,如发动机转速、液压压力、电气元件工作状态等,通过对这些数据的分析,判断系统是否存在潜在故障。例如,当诊断软件显示某机电流持续过高时,结合故障代码和相关数据,可进一步确定是电机本身故障还是负载异常导致。程序诊断法自动化程度高、诊断速度快,但依赖于诊断设备和软件的支持,且对于一些复杂的、未被程序预设的故障,诊断能力有限。

3.5 分段检查法

分段检查法是将工程机械电气控制系统按功能或结构划分为若干个独立部分,通过逐一检查各部分的工作状态,逐步缩小故障范围的诊断方法。例如,可将电气系统分为电源部分、控制部分和执行部分,先检查电源部分是否能正常供电,若电源正常,再检查控制部分的

信号输出是否准确,最后检查执行部分能否根据控制信号正常动作。在检查某一部分时,还可进一步细分,如将控制部分的线路和元件再进行分段检测。通过分段检查,能快速确定故障所在的具体区段,避免盲目排查。这种方法适用于复杂的电气控制系统,可有效提高故障诊断效率,但需要维修人员对系统结构和工作流程有清晰的认识,合理划分检查区段,否则可能会增加诊断时间和难度。

4 工程机械电气控制系统故障预防措施

4.1 定期维护

定期维护是预防工程机械电气控制系统故障的重要手段。首先,需制定详细的维护计划,按照规定周期对电气设备和线路进行全面检查。例如,每月检查电气线路连接是否牢固,清理接头处的灰尘、油污和氧化物,防止因接触不良引发故障;每季度检查电气元件的绝缘性能,使用绝缘电阻表检测线缆和元件的绝缘电阻,避免绝缘层老化导致短路。同时,对设备运行过程中的电气参数进行定期监测,如使用万用表测量电源电压、电流,确保其在正常范围内。此外,定期对电气设备进行清洁保养,防止灰尘、水汽和腐蚀性物质侵入,特别是在恶劣工况下作业后,更要及时清理设备表面和内部的杂质。

4.2 优化设计

优化设计可从根源上降低工程机械电气控制系统的故障发生概率。在系统设计阶段,要充分考虑设备的使用环境和工况需求,选择可靠性高、耐环境性能强的电气元件和线缆。例如,针对高温、潮湿环境,选用耐高温、防潮的绝缘材料和防护等级高的电气设备;为减少电磁干扰,采用屏蔽线缆,合理布局电气元件和线路,优化接地系统设计,提高系统的抗干扰能力。此外,通过模块化设计,将电气控制系统划分为功能相对独立的模块,便于故障排查和维修,同时提高系统的可扩展性和通用性。

4.3 加强培训

加强对相关人员的培训是提升工程机械电气控制系统故障预防能力的关键。一方面,对设备操作人员进行电气基础知识和操作规范培训,使其了解设备电气系统的基本原理、操作流程以及常见故障的初步判断方法,

避免因操作不当引发故障。例如,培训操作人员正确启停设备、合理控制工作负荷,防止电气过载。另一方面,针对维修人员开展专业技能培训,包括故障诊断方法、电气元件维修和更换技术等内容。通过理论讲解、案例分析和实际操作演练相结合的方式,提高维修人员的故障诊断和处理能力,使其能够熟练运用各种诊断工具和方法,快速准确地排除故障。

4.4 建立故障档案

建立完善的故障档案对预防工程机械电气控制系统故障具有重要意义。在设备使用过程中,详细记录每次故障发生的时间、现象、诊断过程、处理方法以及更换的元件等信息。通过对这些数据的整理和分析,能够总结出故障发生的规律和特点,例如某些故障在特定工况、环境条件下更容易出现,某些元件的故障率较高等。基于这些分析结果,可针对性地调整维护计划,加强对易损元件的检查和更换频率,优化设备的使用和操作方式。同时,故障档案还可为设备选型、系统改进提供参考依据,帮助企业后续采购和设计过程中选择可靠性更高的设备和方案^[3]。

结束语

在工程机械电气控制系统的研究中,定期维护、优化设计、加强培训与建立故障档案等预防措施,构建起全方位的故障防控体系,有效降低了设备故障率,保障了工程建设的高效推进。这些措施不仅提升了系统运行的稳定性与可靠性,也为行业节省了大量维修成本与时间成本。随着工程机械智能化进程加快,电气控制系统将更加复杂精密,未来仍需不断探索创新,完善故障防控技术,以适应行业高质量发展的需求,为工程建设领域注入持续稳定的发展动力。

参考文献

- [1]陈琛.港口机械电气安全控制系统设计分析[J].科技创新与应用,2019(06):111-112.
- [2]王旭东,韩雷.安全控制单元在板坯连铸机电气控制系统中的应用[J].自动化技术与应用,2018(01):165-168.
- [3]董春晖,董钰.计算机智能控制技术在工程机械领域中的应用分析[J].南方农机,2020(06):156-157.