

轨道交通自动售检票(AFC)系统故障分析诊断与处理

王 勇

重庆江跳线轨道交通运营管理有限公司 重庆 400000

摘 要: 轨道交通自动售检票(AFC)系统作为城市轨道交通运营的核心组成部分,其稳定性直接影响乘客通行效率与票务管理安全。本文聚焦AFC系统故障分析诊断与处理,系统梳理硬件、软件及机械故障的典型类型与成因,提出观察法、测试法、替换法及逻辑分析法等诊断方法,结合紧急处理、详细排查、修复验证及预防性维护等策略,构建覆盖故障全生命周期的处理流程。同时,从个人防护、操作规范及环境安全三方面强调安全注意事项,为运维人员提供标准化操作指南,助力提升AFC系统运行可靠性,保障轨道交通运营秩序。

关键词: 轨道交通;自动售检票系统;故障诊断;处理策略;安全规范

引言:随着城市轨道交通网络规模持续扩大,自动售检票(AFC)系统作为乘客进出站管理、票务交易处理及数据采集的核心载体,其运行稳定性成为影响运营效率与服务质量的关键因素。然而,AFC系统涉及硬件设备、软件逻辑、通信网络及机械结构等多维度技术集成,长期高负荷运行易引发电源模块故障、软件崩溃、部件磨损等多样化问题,导致设备停机、数据丢失或乘客通行受阻。如何快速定位故障根源、制定针对性处理方案并落实安全规范,成为运维人员面临的核心挑战。

1 AFC系统故障分类

1.1 硬件故障

硬件故障是AFC系统运行中最常见的故障类型,涵盖系统各类核心硬件设备的异常运行状态,直接影响系统正常功能发挥^[1]。电源模块作为系统供电核心,故障主要表现为供电中断、电压不稳等情况,多由模块内部元件老化、线路接触不良或供电线路异常引发,会导致设备无法正常启动或运行过程中突然停机。工控机作为系统控制核心,故障集中表现为主板损坏、硬盘故障、内存问题等,主板损坏会导致系统指令无法正常传输,硬盘故障会造成数据存储异常,内存问题则会引发系统运行卡顿、响应迟缓。传感器是AFC系统实现精准控制的关键部件,距离传感器、限位传感器、光电传感器等均可能出现失效问题,失效后会导致设备无法准确识别乘客行为、票务信息,影响检票、售票等核心功能。执行机构故障主要包括电磁铁不吸合、扇门摆动、传输机构卡滞等,电磁铁不吸合会导致检票扇门无法正常开关,扇门摆动异常会影响乘客通行,传输机构卡滞则会导致票务介质传输受阻。通信模块故障表现为网络连接失败、数据传输中断等,会造成系统各设备间数据无法互通,导致票务信息同步受阻、设备失控。

1.2 软件故障

软件故障主要源于系统软件运行异常或外部干扰,直接影响AFC系统的逻辑控制与数据处理能力。系统软件故障主要体现为操作系统崩溃、应用程序异常退出等,操作系统崩溃多由软件漏洞、运行负荷过高或系统文件损坏引发,应用程序异常退出则可能与软件版本适配不足、程序冲突有关,两类故障都会导致系统无法正常执行票务处理、设备控制等核心指令。配置文件故障包括参数设置错误、配置文件丢失或损坏等,参数设置错误会导致系统运行逻辑偏差,无法实现正常的售票、检票功能,配置文件丢失或损坏则会造成系统无法正常启动,或启动后核心功能缺失。病毒或恶意软件攻击会导致系统运行异常或数据泄露,恶意程序入侵后会占用系统资源,干扰系统正常运行,严重时甚至会窃取票务数据、破坏系统文件,影响系统运行安全性与稳定性。

1.3 机械故障

机械故障主要集中于AFC系统各类机械部件,多由长期运行损耗、外力作用或设计缺陷引发,影响设备物理运行状态。部件磨损是最常见的机械故障,长期高负荷运行会导致设备内部机械部件出现磨损,磨损程度随运行时间累积逐渐加重,进而影响设备运行精度与性能,导致售票、检票等动作执行不顺畅。结构变形多由外力碰撞、挤压或设备设计缺陷导致,设备结构变形后会破坏部件间的配合精度,影响设备正常使用,严重时会导致设备无法正常启动。连接松动源于部件间固定结构老化、振动等因素,部件间连接松动会导致接触不良,进而引发信号传输中断,或导致机械动作卡顿、失效,间接影响AFC系统整体运行稳定性。

2 故障分析诊断方法

2.1 观察法

观察法是AFC系统故障诊断中最基础且直接的方法,通过人工直观排查设备运行状态,捕捉故障相关异常特征,为后续诊断工作奠定基础。检查设备外观状态,重点排查是否存在异常声响、异味、火花等异常表现,这些特征往往与设备电路故障、机械卡滞或部件损坏相关,可快速初步判断故障大致范围^[2]。查看指示灯状态,指示灯作为设备运行状态的直观反馈,通过亮灭状态、颜色变化,可初步判断设备供电、通信、运行等核心状态,区分设备正常运行、待机、故障等不同工况。查看显示屏信息,显示屏会实时呈现错误代码、故障提示等关键内容,这些信息是故障定位的重要参考,可辅助运维人员快速锁定故障类型,减少盲目排查时间,提升故障诊断的初步效率。

2.2 测试法

测试法依托专业测试工具与系统操作,通过精准检测与指令执行,获取设备运行参数与响应状态,实现故障精准排查。借助万用表、示波器等专业测试工具,对设备电源电压、运行电流、部件电阻等核心参数进行精准测量,通过参数偏离标准范围的情况,定位电路故障、电源异常等问题。通过系统维护界面或命令行工具执行测试命令,发送针对性检测指令,观察设备反馈结果,判断设备控制模块、通信模块等是否正常工作。在安全可控的环境下模拟故障场景,复刻疑似故障发生的条件,观察设备运行行为与状态变化,进一步验证故障产生的条件与相关关联因素,辅助完善故障分析过程,提升诊断准确性。

2.3 替换法

替换法适用于故障部件难以直接定位的场景,通过部件替换对比,缩小故障范围、锁定故障点位,是AFC系统故障诊断中高效实用的方法。将疑似存在故障的部件替换为性能正常的标准部件,重启设备并观察运行状态,若设备恢复正常,则可确认该疑似部件为故障源头。采用逐步替换的排查思路,按照从易到难、从核心到辅助的顺序,依次替换可疑部件,每完成一次替换就观察设备运行状态,逐步缩小故障排查范围,避免盲目排查造成的效率损耗,最终精准定位故障点,为后续故障处理提供明确方向。

2.4 逻辑分析法

逻辑分析法基于AFC系统设备工作原理与部件间关联关系,结合故障具体现象,通过逻辑推理实现故障原因推断与排查规划。梳理设备各部件间的工作逻辑与关联关系,明确各部件的功能分工与信号传输路径,结合设备工作原理,推断故障可能产生的原因与影响范围。

将故障具体表现与设备工作原理紧密结合,梳理故障现象与部件异常之间的内在关联,形成完整的故障分析逻辑链,避免故障诊断的盲目性。根据逻辑分析得出的结果,结合设备运行特性与排查难度,制定详细的故障排查计划,明确排查步骤、重点排查部件与排查优先级,确保故障排查工作有序推进、精准高效。

3 故障处理策略

3.1 紧急处理措施

紧急处理措施是AFC系统故障发生后首要执行的环节,核心是遏制故障扩大、防范安全隐患,保障运营秩序与乘客通行安全^[3]。设备出现严重故障或安全隐患时,需立即切断电源,停止设备运行,杜绝故障进一步蔓延引发二次损坏或安全事故,为后续故障处理创造安全环境。将故障设备从系统整体中隔离,切断与其他正常设备的连接,避免故障设备产生的异常信号或运行状态干扰其他设备,确保系统其余部分正常运转,减少故障对整体运营的影响。根据故障类型、严重程度及影响范围,启动对应应急预案,通过预设的应急流程,采取针对性措施疏导乘客、保障通行,最大限度降低故障对轨道交通运营秩序的干扰。

3.2 详细故障排查

详细故障排查是故障处理的核心环节,需依托前期诊断结果,有序推进排查工作,确保精准定位故障根源。依据逻辑分析法得出的结果及制定的排查计划,按照既定优先级与步骤,逐步排查可疑部件与运行环节,层层缩小故障范围,避免盲目操作造成的效率损耗与设备损坏。详细记录排查过程中的每一步操作、参数测量结果及观察到的异常现象,形成完整的排查记录,为后续故障原因分析、同类故障预防及技术优化提供可靠依据。通过系统测试、部件检测等方式,结合排查记录,最终明确故障产生的根本原因与具体故障点,为后续修复工作提供明确方向。

3.3 故障修复与验证

故障修复与验证是确保设备恢复正常运行关键步骤,需围绕确认的故障原因与故障点,开展针对性修复与全面验证。根据故障原因及故障部件损坏程度,对故障部件进行专业修复,无法修复的部件及时更换为标准合格部件,确保修复质量符合设备运行要求。修复完成后,将设备各项配置恢复至正常运行状态,梳理配置参数,避免参数偏差导致设备运行异常,保障设备功能与系统适配。对修复后的设备开展全面的功能验证测试,检测设备售票、检票、数据传输等核心功能,确认设备性能恢复正常,无潜在故障隐患后,方可投入正常运营。

3.4 预防性维护措施

预防性维护措施聚焦故障源头防控,通过常态化维护与主动管控,降低故障发生概率,提升AFC系统运行稳定性。制定科学合理的定期检查计划,按照计划对系统各设备、部件进行全面检查与维护,及时发现潜在隐患并妥善处理,将故障遏制在萌芽状态。定期对设备进行清洁保养,清除设备内部灰尘、异物及表面污渍,避免灰尘堆积、异物卡滞影响设备运行精度与使用寿命。根据部件使用寿命、运行损耗情况,提前更换易损部件,规避部件老化、磨损引发的故障^[4]。及时对系统软件进行升级与更新,修复已知漏洞与功能缺陷,优化软件运行逻辑,提升系统安全性与运行稳定性,减少软件故障发生。

4 故障处理中的安全注意事项

4.1 个人防护

AFC系统故障处理过程中,个人防护是防范作业安全风险的基础环节,需严格落实各类防护要求。作业人员开展故障处置前,需按轨道交通设备维修安全规范穿戴齐全防护装备,安全帽用于防范作业过程中高空坠物、设备磕碰带来的头部伤害,安全鞋增强足部防护能力,抵御重物砸击、尖锐物体穿刺等潜在风险,防护手套可有效隔离设备表面尖锐边角、静电及各类污染物,全方位降低意外伤害发生概率。作业期间需严格禁止佩戴项链、手链、戒指等各类导电饰品,此类饰品易接触设备电路接口引发触电事故,同时可能缠绕设备部件影响操作安全性,切实保障作业人员人身安全。

4.2 操作规范

规范的操作流程是故障安全高效处置的核心保障,作业人员需严格遵循设备操作手册及故障处理相关规范开展作业,杜绝违规操作引发设备二次损坏或安全事故。设备维修与部件更换环节,需先切断设备电源,通过验电、放电等流程确认设备无电后再开展后续操作,避免带电作业引发触电风险及设备电路短路故障。拆卸AFC系统中的精密电子元件时,需提前做好防静电处理,通过佩戴防静电手环或接触设备金属外壳释放人体静电,防止静电击穿电子元件,保障设备核心部件完好性,同时确保操作过程符合电子设备维修安全标准。

4.3 环境安全

环境安全是故障处理安全保障的重要支撑,需优化作业环境管理,消除环境层面各类安全隐患,为故障处理作业营造安全、有序的作业条件。作业过程中需保持作业区域整洁有序,将维修所需零件、工具集中放置在指定区域,分类摆放、有序收纳,避免零件、工具随意堆放导致意外掉落砸伤作业人员,或造成人员绊倒受伤,同时规范摆放也能便于作业过程中快速取用,提升作业效率^[5]。故障处理期间,需在设备明显位置放置“维修中”警示标志,清晰界定作业区域,提醒过往乘客与工作人员避开作业范围,防范人员误触故障设备、干扰作业流程,保障作业人员与公众安全。维修过程中需保持作业区域通风良好,部分设备维修过程中可能产生少量有害气体,良好的通风条件可有效疏散有害气体,防止气体聚集引发人员中毒或其他安全隐患,为故障处理作业提供安全的环境保障。

结束语

AFC系统故障分析诊断与处理需兼顾技术精准性与操作规范性。通过系统化分类故障类型、科学化应用诊断方法、标准化执行处理流程,可显著缩短故障修复时间,降低对轨道交通运营的影响。同时,强化安全防护意识、规范操作行为及优化作业环境,是保障运维人员安全与设备稳定运行的基础。实践中需持续积累故障案例数据,优化诊断模型与维护策略,推动AFC系统向智能化、预防性维护方向发展,为城市轨道交通高质量发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]沈金龙,刘新明.轨道交通自动售检票(AFC)系统故障分析诊断与处理[J].建筑工程技术与设计,2021(7):2235.
- [2]李鹏飞,郭峰,丁剑博.城市地铁AFC系统故障成因及检测处理探讨[J].人民公交,2024(14):107-109.
- [3]石海,任和.地铁自动售检票系统及其发展趋势[J].建筑工程技术与设计,2021(11):2417.
- [4]张嵘.城市轨道交通自动售检票系统账户体系设计及应用分析[J].现代城市轨道交通,2022,(12):76-82.
- [5]刘瑞鹏,武健.开发城市轨道交通自动售检票系统检修仿真实训平台的探索[J].天津职业院校联合学报,2022,24(10):123-128.