

行李系统变频驱动装置维护与故障排查

何庭欢

四川机场集团成都天府国际机场分公司 四川 成都 641400

【摘要】：针对机场行李系统变频驱动装置长期运行产生的各类隐患，本文以 EFMEA 分析成果为支撑，梳理装置现存运行风险，制定对应的日常维护、故障排查及现场检修全套实施流程。结合系统设备运行数据与组件风险特征，从维保标准、状态监测、技能培训三个维度完成管控体系升级。研究形成的运维技术方案与管理模式，可有效降低设备故障发生率，提升行李系统运行稳定性，也可同类民航自动化输送设备运维工作提供参考。

【关键词】：行李系统；变频驱动装置；故障排查；运维管控；EFMEA

DOI:10.12417/2811-0528.26.16.005

机场行李系统是民航航站楼核心自动化保障设施，多数设备长期连续运转，服役年限偏长，逐步进入损耗故障阶段。变频驱动装置作为系统动力核心部件，受粉尘、振动、器件老化等因素影响，易滋生各类隐性故障，进而引发输送设备运行异常。传统运维模式偏向事后抢修，难以提前预判风险。本文依托设备潜在失效模式分析成果，围绕装置运行隐患、检修实施及管控升级展开研究，探索适配现场工况的运维方法，助力机场行李系统实现安全、高效、稳定运行。

1 行李系统变频驱动装置运行隐患

机场行李系统整体长期处于连续运转状态，多数设备投入使用年限较久，已步入损耗故障阶段，变频驱动装置依托电力电子器件、主控电路板、散热组件及动力接线结构实现调速与驱动功能，长期高负荷运行会引发内部器件渐进式老化。装置内部功率模块在持续电流冲击下出现绝缘层逐步衰减，母线电容电解液缓慢挥发造成容值下降，直接导致输出电压波形畸变，影响输送设备运行稳定性。现场多尘、气流扰动及设备运转产生的细微振动，会造成接线端子紧固力下降，接触电阻持续增大，局部温升超出器件额定阈值。散热风道长期积聚粉尘杂物，阻碍热量正常散出，使得模块结温超标，加速半导体器件性能劣化^[1]。部分配套电气元件逐步停产，同规格替换配件储备不足，装置出现功能异常后难以快速恢复运行。各类隐性隐患会逐步放大故障影响范围，引发输送线降速、启停异常等问题，相关隐患识别与溯源的研究成果，能够为同类型机场自动化输送设备风险预判提供技术参照。

2 行李系统变频驱动装置检修实施

2.1 日常例行维护作业

结合机场行李系统全天候连续运行特性，投入使用超 5 年，214 个值机柜台，33 公里输送线，38 套离港分拣转盘，变频驱动装置的例行维护围绕硬件结构与运行环境开展系统

性作业。利用停机窗口期对装置外部散热风道进行全面清灰处理，采用专用除尘工具清理风道内部附着的粉尘与纤维杂物，保障散热通路通畅。对动力回路与控制回路接线端子开展紧固处理，核验端子压接状态，降低振动引发的接触不良问题。检测母线电容外观形态，观测壳体有无鼓包、渗液等物理变化，同步记录电容外观状态与安装位置信息。核对装置运行参数面板显示数据，留存电压、电流、运行频率等实时运行参数，完成部件状态与参数信息的台账记录。标准化的例行维护模式可延缓器件老化速度，整套作业流程可为民航同类型驱动设备常态化养护提供可落地的技术范式。

2.2 典型故障排查流程

依托设备历史故障数据搭建分层式故障排查逻辑，依照信号链路、动力回路、功能模块的顺序完成故障溯源。优先调取装置内置运行日志与报警代码，依托代码信息锁定故障所属功能区域，区分控制信号异常与动力输出异常两类问题。借助专业检测仪器采集驱动单元输出波形、三相电流平衡度等技术指标，判断功率模块、驱动板等核心部件的工作状态^[2]。针对输送线启停异常、转速偏移等高频问题，检测外围传感元件与联动控制线路的通断性能，定位线路虚接、元件性能衰减等隐性故障。完整的排查逻辑形成标准化故障定位体系，相关技术思路能够为自动化物流输送设备故障诊断提供专业参考依据。见图 1。

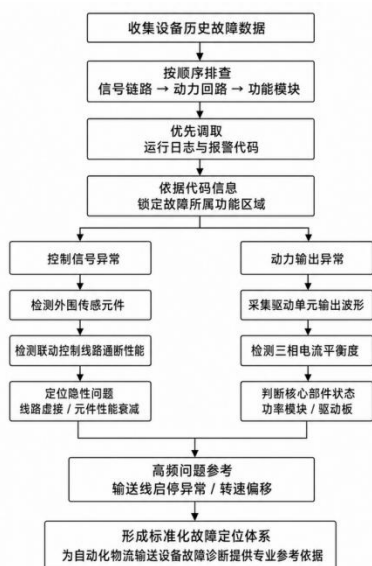


图1 自动化物流输送设备故障排查逻辑图

2.3 现场检修操作规范

现场检修严格遵循电气设备安全作业要求,作业前切断变频驱动装置总供电回路与分支控制回路,依次执行断电、挂牌、验电全流程,使用专业检测工具确认回路无残余电压、感应电后,再启动部件拆解作业。功率模块、主控板等精密电子器件拆卸过程保持受力均匀、动作平缓,规避外力磕碰、拉扯引发的电路板焊点脱落、芯片损伤与线路断裂问题。老化失效部件更换时选用电气参数、型号规格完全匹配的配件,严格依照原厂工艺标准完成线路对接与端子紧固压接。部件装配全部完成后按照分级顺序逐步恢复供电,依次开展空载运行与带载运行测试,持续观测装置实时温升、输出波形以及整机联动运行状态。这套统一化现场操作标准能够全面规避人为操作造成的二次损伤,形成的完整规范体系,可为机场各类机电设备现场检修作业建立标准化技术执行依据。

3 行李系统变频驱动装置管控升级

3.1 维保标准完善优化

结合行李系统223个组件的失效分析结果,重构变频驱动装置全周期维保条目与执行细则。参照RPN值不低于100的63项高风险失效模式划分维保等级,该类问题整体占比达28%,其中自动分拣机相关问题占比61.9%,控制系统相关问题占比33.3%,输送线相关问题占比4.8%,对应区域驱动单元全部纳入高频次维保范畴。把变频装置各项检测项目、作业

工序、验收指标纳入标准化文件体系,同步补充停产元件替代选型、备件匹配校验等技术条款。联动设备失效风险评价体系更新维保内容,让维保条款与设备潜在失效模式形成对应衔接。整套标准化体系可填补民航行李输送驱动设备专项维保规范的细节空白,为同类大型自动化机电设备维保体系搭建提供完整参考模板。

3.2 设备状态动态监测

依托投入使用超5年,214个值机柜台,33公里输送线,38套离港分拣转盘等设备,全时段运行负荷偏高。系统持续采集装置运行温度、输出电流、运行频率、报警信号等实时运行数据,利用通讯链路实现数据不间断上传,对功率模块、电容、接线端等易损部位开展持续状态跟踪,捕捉器件性能衰减的细微变化。结合历史故障数据设置多级预警阈值,当运行参数偏离正常区间时触发后台预警提示,实现故障隐患的前置识别^[3]。该监测模式打破传统定时检修的局限,形成数据化风险预判模式,相关技术方案可推广应用至机场各类连续运转机电设备的状态管控工作中。

3.3 运维人员技能提升

围绕变频驱动装置结构原理、器件特性、风险判定等内容搭建系统化技能培训体系,结合63项高风险失效模式开展技术讲解与实操演练,重点针对占比61.9%的自动分拣机、占比33.3%的控制系统相关配套驱动装置梳理故障案例。针对装置老旧元件替换、识别率处于69%~80%区间的分拣设备联动调试、复杂故障数据解读等专项内容设置专项实训模块。依托设备EFMEA分析成果梳理技术要点,形成专项学习资料与实操题库,夯实人员对高风险部件的识别与处置能力。系统化的技能培养模式能够匹配设备长效管控需求,整套培训架构可为民航机场机电运维团队能力建设提供可复制的实施路径。

4 结语

机场行李系统变频驱动装置的稳定运行,是保障旅客行李正常流转的关键所在。结合设备损耗规律与失效特征搭建全流程运维体系,能够从源头减少故障出现概率。系统化的维护作业、规范的故障排查手段,搭配动态监测与标准化管理举措,可持续优化设备运行状态。整套运维思路贴合民航现场实际工况,既能够延长驱动装置使用寿命、缩减运维成本,也为同类型老旧自动化机电设备的长效管理积累了可借鉴的实践经验。

参考文献:

- [1] 刘祥,姚哲之,宋先德,等.行李系统设备潜在失效模式及后果分析的应用[J].机械研究与应用,2025,38(1):172-175.
- [2] 许超平.机场行李处理系统智能运维方案研究[J].运输经理世界,2025,(16):166-168.
- [3] 罗庆林.民航机场行李分拣系统的优化研究[J].中国设备工程,2024,(18):16-18.