

堵塞、油液劣化、部件磨损)及严重程度(轻、中、重)。模型训练采用历史故障与模拟实验数据构建数据集,按70%训练、20%验证、10%测试的比例分配,通过迭代优化网络层数、神经元数量等参数实现高精度诊断,可识别20余种异常模式,精准区分故障类型与严重程度。

3.5 决策层设计:预警与处置一体化功能

决策层基于诊断结果实现故障预警、处置建议与可视化展示,内置三级分级预警机制:轻度异常触发蓝色弹窗预警;中度异常触发黄色预警并短信通知负责人;重度异常触发红色预警,立即启动停机保护并推送紧急处置指令。

系统预设标准化处置方案:轻度异常联动在线净化设备,无需停机即可恢复油液性能;中度异常推送油路疏通、密封件更换等检修建议;重度异常明确故障部位与更换部件,指导快速处置。可视化模块采用工业触摸屏作为人机交互界面,实时显示监测参数与变化曲线,以颜色标识设备状态;支持故障历史查询、趋势分析、报表生成功能,实现故障信息“一图了然”,降低维修操作难度。

4 实验验证与效果分析

4.1 实验环境与测试方案

为验证系统应用效果,选取某烟草企业卷包车间3台ZJ17SE、2台ZJ119高速卷烟机作为实验对象,实验周期6个月,含1个月部署调试期与5个月正式测试期。测试指标涵盖监测参数准确率、故障诊断准确率、故障定位时间、非计划停机率及润滑油消耗成本,通过与传统模式对比评估系统价值。实验中模拟油路堵塞、油液劣化、轴承磨损等典型故障,同时收集自然故障数据;为保障数据可靠,每周校准油压、温度传感器,每月校验油液监测模块精度,同步采用人工取样化验验证油液监测数据准确性。

4.2 监测参数准确性验证

实验结果显示,系统监测参数精度满足工程要求:油压传感器测量误差为 $\pm 1.2\% \sim \pm 2.8\%$,平均误差2.1%,远优于传统设备 $\pm 5\%$ 的误差水平;油温传感器测量误差 $\leq \pm 0.4^\circ\text{C}$,对 $0.3^\circ\text{C}/\text{min}$ 以上的温升速率异常响应时间 $\leq 2\text{s}$ 。油液品质监测数据与人工化验结果一致性达95.3%,可有效识别油液粘度超标、水分过高、杂质增多等劣化状态;振动传感器能精准捕捉齿轮啮合频率、轴承特征频率等关键信号,为部件磨损故障诊断提供可靠支撑,高准确性的监测数据为故障诊断模型奠定了良好的输入基础^[3]。

4.3 故障诊断与处置效果分析

5个月正式测试期内,系统共监测到32起润滑相关异常事件,含17起自然故障、15起模拟故障,准确诊断31起,诊断准确率达96.8%。其中油路堵塞、部件磨损等特征明显的故障诊断准确率100%,仅1例轻度油液劣化与水分

侵入复合故障因特征参数重叠出现误诊。故障定位平均时间缩短至16分钟,较传统模式的81分钟缩短80.2%,维修调整次数从3次降至1次;常见故障可在10分钟内精准定位并推送处置方案,大幅提升维修效率。实验设备润滑系统非计划停机时间从每月42小时降至5.3小时,停机率下降87.4%;轻度异常经在线净化处理后油液性能恢复率达92%,无需停机换油;中度故障经针对性检修后参数迅速恢复,未引发二次损伤;重度故障的停机保护功能有效避免了齿轮损坏等严重事故^[4]。

4.4 经济效益分析

系统应用带来显著经济效益:备件消耗成本降低35%,精准诊断避免了试错式维修的备件浪费;润滑油消耗成本降低28%,按需换油与在线净化设备延长了油液寿命,换油周期从3个月延长至5个月。5台实验设备每月新增有效生产时间约36.7小时,按每小时产30万支、单支利润0.01元计算,每月新增直接经济效益约11.01万元;同时系统降低了对维修人员经验的依赖,减少人工巡检与排查工作量,人工成本降低20%,综合效益突出。

5 结语

本文围绕烟草机械润滑系统智能监测与故障诊断展开研究,针对传统模式存在的监测盲区、诊断滞后、依赖经验等问题,设计了一套集多维度感知、实时传输、智能分析、精准决策于一体的解决方案。通过在润滑系统中部署专用传感器构建全链路数据采集网络,基于LSTM神经网络算法建立故障诊断模型,实现了对油路堵塞、油液劣化、部件磨损等典型故障的精准识别与趋势预判,形成了“监测-分析-预警-处置-优化”的全闭环运维体系。实验验证表明,该系统监测参数误差 $\leq 3\%$,故障诊断准确率达96.8%,可将故障应急诊断时间从81分钟缩短至16分钟,显著降低非计划停机率与维护成本,为烟草机械润滑系统提供了科学高效的运维手段^[5]。研究成果不仅解决了烟草行业润滑系统运维的实际痛点,也为其他工业机械润滑系统的智能化升级提供了参考范式。

参考文献

- [1] 固体润滑涂层的评价和使用[J]. 郑友华,李冀生,王美玲. 润滑与密封,2003(02)
- [2] 烟厂全优润滑管理体系的建立[J]. 梁卓颖;李桂青. 润滑与密封,2012(11)
- [3] 基于物联网的烟草制造关键设备智能监控[J]. 张琪;冷瑞英;杨阳;赵建;郭倩玉. 中国信息界,2024(02)
- [4] 烟草机械中故障诊断技术的应用探究[J]. 陈威;孙行. 中国设备工程,2024(16)
- [5] 人工智能在线监测技术在烟草机械故障诊断中的应用[J]. 李云豪. 科技资讯,2022(20)

Automatic slag-discharging control system for basket grates

Junming Li

Shanxi Yangguang Excellence Engineering Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030024, China

Abstract

This automatic slag discharge control device is a basket-grid automatic slag discharge control system, pertaining to the field of basket-grid slag discharge. The system comprises a main equipment circuit, a reserved PLC indicator signal control circuit, a manual/automatic selection circuit, a manual control circuit, an automatic control circuit, a lifting circuit, and a door magnetic control circuit. The control system utilizes conventional electrical control components such as switches, contactors, buttons, indicator lights, and rotary switches, combined with limit switches, time switches, and door magnetic switches. The system is installed near the basket grid or in the equipment room. Its operation is divided into manual and automatic modes. It allows for manual control of ascent and descent, as well as automatic control of slag receiving and discharging times. This automatic slag discharge control device boasts advantages such as simple structure, low cost, easy operation, straightforward control logic, precise action, high slag discharge efficiency, and a wide range of applicable scenarios, ensuring continuous operation of subsequent processes.

Keywords

basket grille; time-controlled switch; door magnetic switch

提篮格栅自动出渣控制系统

李俊明

山西阳光卓越工程有限公司, 中国·山西太原 030024

摘要

本自动出渣控制装置为一种提篮格栅自动出渣控制系统, 涉及提篮格栅出渣领域。该系统包括设备主回路、预留PLC指示信号控制回路、手自动选择电路、手动控制回路、自动控制回路、升降回路与门磁控制回路; 该控制系统采用开关、接触器、按钮、指示灯、旋钮开关等常规电气控制元件, 结合限位开关、时控开关、门磁开关等组合而成, 该系统安装于提篮格栅附近或设备间; 其工作过程分为手动和自动两种。可以手动控制上升和下降, 还可以自动控制接渣时间和出渣时间。本自动出渣控制装置具有结构简易、造价低、操作简单、控制逻辑简单、动作精准、出渣效率高、适用场景广泛等优点, 可以保证后续工艺的连续运行。

关键词

提篮格栅; 时控开关; 门磁开关

1 引言

提篮格栅作为污水处理、给排水工程等领域的关键预处理设备, 其核心功能是拦截水体中的栅渣、漂浮物等杂质, 避免后续工艺设备堵塞, 保障整个水处理系统的稳定运行。传统提篮格栅出渣系统普遍存在自动化程度偏低、对人工操作依赖性强等问题, 难以满足现代化水处理工程对高效、稳定、低耗运行的需求。为解决上述技术痛点, 本文设计了一种结构简易、造价低廉、控制精准的提篮格栅自动出渣控制系统, 下面做详细介绍:

【作者简介】李俊明(1974-), 男, 中国山西太原人, 本科, 工程师, 从事电气, 自动化, 仪表研究。

2 技术领域

本自动出渣控制装置涉及提篮格栅出渣领域, 具体为一种提篮格栅自动出渣控制系统。

3 背景技术

现有技术中, 提篮格栅出渣系统自动化程度低, 而且工人依赖性大, 还存在出渣不及时, 这些均使工作效率低下, 而且还使得提篮格栅由于缺乏限位开关在出渣过程中容易卡住, 维修工作量增加, 所以需要改进提篮格栅出渣系统的控制, 以解决上述问题^[1]。

4 设计内容

本自动出渣控制装置为了解决现有的提篮格栅出渣系统自动化程度低, 而且工人依赖性大, 还存在出渣不及时的

问题,提供了一种提篮格栅自动出渣控制系统。

本自动出渣控制装置是通过如下技术方案来实现的:提篮格栅自动出渣控制系统,包括设备主回路、预留 PLC 指示信号控制回路、手自动选择电路、手动控制回路、自动控制回路、升降到位指示回路与门磁控制回路;该装置通常安装于提篮格栅附近或设备间。

设备主回路包括电机与正反转回路,电机通过总空气开关 QF 连接于 220V 交流电,电机的正反转是由继电器 KA1 的辅助触点 3KA1 及继电器 KA2 的辅助触点 3KA2 来控制;电机带动提篮格栅上升或下降。

手自动选择电路包括旋钮开关 SA 及接线柱①~⑥,旋钮开关 SA 打到接线柱①-②时,整个电路为手动控制,旋钮开关 SA 打到接线柱③-④,⑤-⑥;整个电路为自动控制;旋钮开关 SA 位于⑤-⑥时,电路为自动控制状态指示;接线柱②接于手动控制回路,旋钮开关 SA 位于中间 0 位悬空时,为停机。

手动控制回路包括手动下降回路和手动上升回路,具体如下:手动下降回路包括按钮开关 SS1,按钮开关 SS1 连接于接线柱②,按钮开关 SS1 与继电器 KA1 线圈串联后再与继电器 KA2 的常闭触点 2KA2 串联后形成互锁,再与继电器 KA3 的常闭触点 2KA3 串联后用于降到位后断开控制回路,形成一个完整的串联电路 I,继电器 KA1 的常开触点 1KA1 并联于按钮开关 SS1 的两端用于自保,继电器 KA1 线圈两端并联有下降指示灯 HR1;手动上升回路包括按钮开关 SS2,按钮开关 SS2 连接于接线柱②,按钮开关 SS2 与继电器 KA2 线圈串联后再与继电器 KA1 的常闭触点 2KA1 串联后形成互锁,再与继电器 KA4 的常闭触点 2KA4 串联后用于升到位后断开控制回路,形成另一个完整的串联电路 II,继电器 KA2 的常开触点 1KA2 并联于按钮开关 SS2 的两端用于自保,继电器 KA2 线圈两端并联有上升指示灯 HR2;串联电路 I 与串联电路 II 并联后与急停按钮 SBS 串联。

升降回路包括升到位回路与降到位回路,具体如下:升到位回路包括升到位开关 K2,升到位开关 K2 与继电器 KA4 线圈串联,继电器 KA4 线圈两端并联有上升到位指示灯 HL1;降到位回路包括降到位开关 K1,降到位开关 K1 与继电器 KA3 线圈串联,继电器 KA3 线圈两端并联有下降到位指示灯 HL2。

自动控制回路具体如下:继电器 KA3 的常开触点 1KA3 与接渣定时器 KT1 串联,继电器 KA4 的常开触点 1KA4 与出渣计时器 KT2 串联,两条串联电路并联后,继电器 KA3 的常开触点 1KA3 与继电器 KA4 的常开触点 1KA4 共同接于接线柱①;接渣定时器 KT1 的定时器开关 KT1 一端接于接线柱④,另一端与继电器 KA1 线圈串联,出渣计时器 KT2 的计时器开关 KT2 一端接于接线柱④,另一端与继电器 KA2 线圈串联。

门磁控制回路为:门磁继电器 KA 线圈与门磁限位开关 K 串联,门磁吸合指示灯 CZ 与门磁开关继电器 1KA 串联。

预留 PLC 指示信号控制回路采用 24V 直流电源,预留 PLC 指示信号反馈回路采集旋钮开关 SA 的手自动信号、继电器 KA3 辅助触点 3KA3 的降到位信号以及继电器 KA4 辅助触点 -3KA4 的升到位信号。

上述控制系统具体运行过程如下:

4.1 手动运行

闭合总空气开关 QF,将旋钮开关 SA 打到手动档,即与接线柱①②连接时,按下 SS1 按钮,继电器 KA1 吸合,3KA1 闭合,电机正转,小车运行到门磁限位开关 K 位置,门磁继电器 KA 吸合,小车随框架一起下降,下降到位后,拉动下降到位开关 K1,使 KA3 吸合,同时 HL2 亮起,2KA3 断开,继电器 KA1 失电,3KA1 断开,电机正转停止,小车停止下降,接渣开始;操作人员等待一定时间后开始出渣,按下 SS2,继电器 KA2 吸合,3KA2 得电吸合,电机反转,小车开始上升,上到门磁限位开关 K 位置,门磁限位开关 K 松开,门磁继电器 KA 断开,小车继续上升,在拉升力的作用下沿翻转机构翻转,将栅渣倾倒在手推车上,直到小车升到最高位开关 K2 动作,继电器 KA4 吸合,同时 HL1 亮起,2KA4 断开,继电器 KA2 失电,电机停止反转,小车停止出渣。

4.2 自动运行

首先将小车手动运行至格栅井底,期间运行到门磁限位开关 K 位置,门磁继电器 KA 吸合,小车随框架一起下降,降到位 K1 动作,小车停止下降;再将手自动选择旋钮 SA 打到自动档,即接线柱③-④和⑤-⑥联通,在 KA3 吸合的情况下,1KA3 闭合,接渣定时器 KT1 开始接渣计时,定时到后,KT2 闭合,继电器 KA2 吸合,3KA2 得电吸合,电机反转,小车开始出渣,上到出渣位开关 K,触发门磁继电器 KA 松开,小车继续上升,在拉升力的作用下沿翻转机构翻转,将栅渣倾倒在手推车上,直到小车升到最高位,升到位开关 K2 动作,小车停止出渣,KA4 吸合,2KA4 断开,1KA4 闭合,出渣计时器 KT2 计时开始;KT2 计时到后,KT1 闭合,继电器 KA1 吸合,3KA1 闭合,电机正转,小车开始下降,到出渣位门磁开关 K 时吸合,开始进入下一循环周期,持续往复运行。

4.3 系统不运行或检修

可以将手自动选择开关 SA 打到中间 "0" 位置,同时把控制柜内的总空气开关 QF 断开,防止操作失误或设备误动作造成人员或设备损坏。

与现有技术相比本自动出渣控制装置具有以下有益效果:本自动出渣控制装置所提供的一种提篮格栅自动出渣控制系统,采用常规电器元件实现自动控制,成本低廉,易于维护,故障率低;借助于时控开关、门磁开关、限位开关等设备实现对设备的精准控制;设备运行时间可调,适合于不同水质情况的应用场合;操作简单,适用空间广泛。