

郑州地铁 5 号线洗车机端洗报警系统技术分析

张宁宁 胡文博

郑州轨道交通运营有限公司, 中国·河南 郑州 450000

摘要: 论文介绍了地铁洗车机端洗报警系统的报警类型, 通过对洗车机端洗报警程序进行全面深入的分析, 为洗车机的故障处理提供了理论依据, 并对端洗报警系统的接近开关接线进行优化。

关键词: 洗车机; 端洗报警系统; 自动控制; 接近开关

Technical Analysis of End Wash Alarm System for Zhengzhou Metro Line 5 Car Washing Machine

Ningning Zhang Wenbo Hu

Zhengzhou Rail Transit Operation Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract: This paper introduces the alarm types of the subway car washing machine end washing alarm system. Through a comprehensive and in-depth analysis of the car washing machine end washing alarm program, it provides a theoretical basis for the fault handling of the car washing machine and optimizes the proximity switch wiring of the end washing alarm system.

Keywords: car washing machine; end wash alarm system; auto-control; proximity switch

0 前言

地铁洗车机是地铁车辆段必备的工艺设备之一, 用来清洗列车外表面的灰尘及油渍。列车以不超过 3km/h 的速度通过洗车线, 洗车机自动对列车前端、后端及侧面进行刷洗作业。端洗报警系统是洗车机设备安全生产的重要技术, 在洗车作业时进行行车声光提示, 设备故障时进行声光报警。论文通过深入研究端洗报警系统内在控制逻辑, 优化报警系统的接线。对降低故障发生率、减少故障处理时间具有重要的意义。

1 端洗报警类型

洗车机控制系统通过欧姆龙 CP1H 型 PLC 实现自动控制, PLC 使用的编程语言是梯形图。洗车机端洗报警系统触发分为三种类型。如下所示:

①自动有端洗过程中, 在端洗开始时进行报警, 结合信号灯红灯状态提醒司机端洗开始请勿动车。

②自动有端洗过程中, 在端洗结束后进行报警, 结合信号灯绿灯状态提醒司机端洗结束可以动车。

③自动洗车(包括有端洗和无端洗)过程中, 未执行

端洗程序时, PLC 没有接收到端刷休息位接近开关的触发信号, 判断端刷离开休息位。声光报警器开始报警, 提醒作业人员端刷离开休息位, 洗车机端刷侵入洗车线。

2 端洗报警程序分析

2.1 端洗开始报警

自动有端洗过程中, 端洗开始时声光报警器报警, 结合信号灯红灯状态提醒司机端洗开始请勿动车。前端洗和后端洗原理相同, 故本次只对前端洗分析。

前端洗启动的必要条件是图 1 程序段^[1]中间变量 MZ_025(地址值 41.12)得电。由图 1 得知, MZ_025(地址值 41.12)得电的主要前提条件包括以下几点:

①洗车模式选择旋钮打至“全自动有端洗”位(I0.00)。

②1#前端洗光电开关(地址值 18.01)得电。

③1#后端洗光电开关(地址值 18.02)不得电。

由图 2 分析可知, 当 MZ_025(位地址 41.12)得电一瞬间, 上升沿使得 109.00 位地址位置为 1 并保持。同时, 结合电路原理图^[2](见图 3), PLC 输出模块 Q109.0 输出高电平, 中间继电器 KA73 得电, 声光报警器报警。



图 1 前端洗启动梯形图

同时, MZ_025 得电触发定时器 TIM 开始计数^[3], 当计数至 5 秒时, 定时器 ON, T0005 得电的上升沿使得

109.00 位地址复位为 0 并保持, PLC 输出模块 Q109.0 输出低电平, 中间继电器 KA73 失电, 声光报警器结束报警。

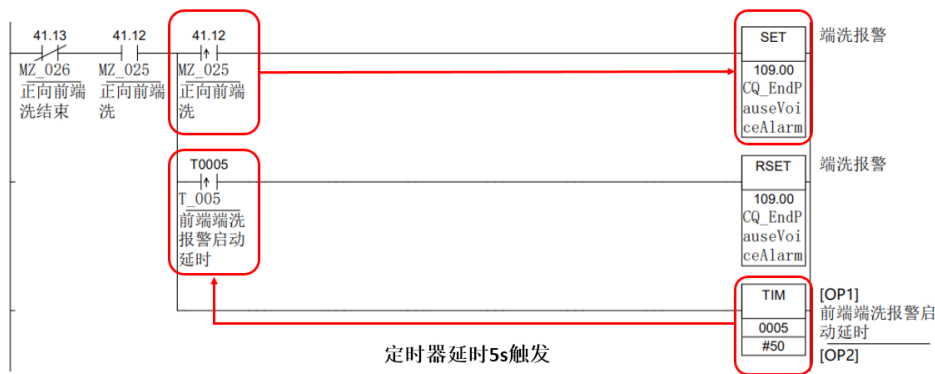


图 2 声光报警器启动梯形图

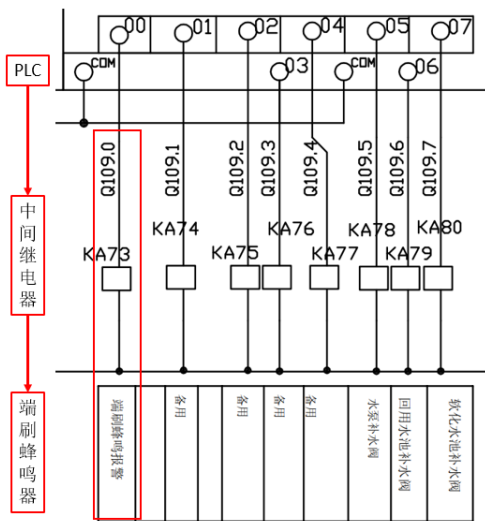


图 3 声光报警器 PLC 控制原理图

2.2 端洗结束报警

自动有端洗过程中, 端洗结束后声光报警器报警, 结合信号灯绿灯状态提醒司机端洗结束可以动车。

由图 5 可知, 当中间变量 M_RighttEndBrush_0 (26.00)、右前后旋转_顶停延时 (T_042) 同时得电, 使得 104.00 位地址复位为 0 并保持。同时, 结合电路原理图 (见图 4), PLC 输出模块 Q104.0 输出低电平, 中间继电器 KA33 失电,

对应电磁阀 QD1-G11R 失电, 端刷推出马达旋转, 刷组回位并保持, 此时端刷刷组处于休息位。

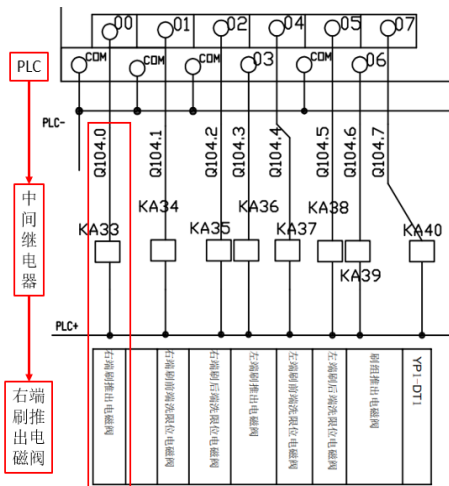


图 4 右端刷推出电磁阀 PLC 控制原理图

由图 6 可知, 中间变量 M_RighttEndBrush_3 (位地址 26.03) 得电梯形图, 其中程序段输入第一行是前端洗端刷下降条件, 第二行是后端洗端刷下降条件, 第三行是自锁回路。其中中间变量 M_RighttEndBrush_28 (位地址 28.04) 是右端刷_前后端洗下降完成。

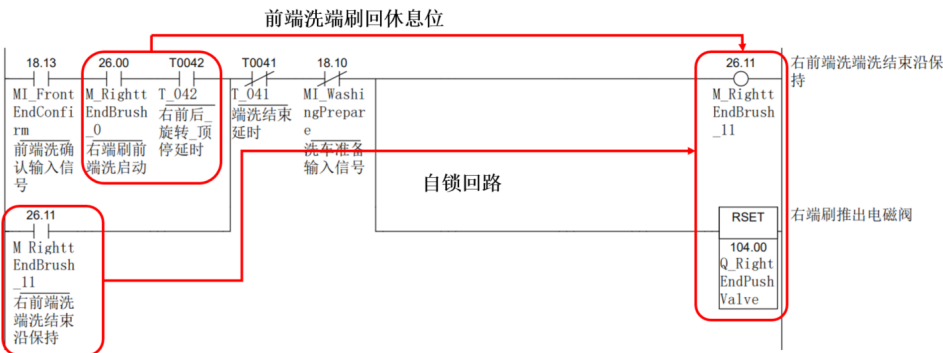


图 5 右端刷端洗结束梯形图 1

以前端洗端刷下降为例，中间变量 M_RightEndBrush_3 (26.03) 得电的主要前提条件包括以下几点：

- ①右端刷刷组处于休息位 (I4.03)。
- ②急停开关不能被按下或故障导致触发 (I0.07)。
- ③右端刷下极限位工作状态正常 (I4.01)，不能损坏或者被异物误触发。

因右端刷电磁阀被复位失电，右端刷刷组处于休息位，而当急停开关和右端刷下极限接近开关工作正常时，中间变量 M_RighttEndBrush_28 (位地址 28.04) 右端刷_前后端洗下降完成被置位为 1。

由图 7 可知，当中间变量 M_RighttEndBrush_28 (位地址 28.04) 右端刷_前后端洗下降完成和中间变量 M_RighttEndBrush_14 (位地址 25.05) 左端刷_前后端洗下降

完成都被置位为 1 后，M_ZC_010 端洗结束 (位地址 40.12) 得电，端洗结束。

由图 8 可知，M_ZC_010 端洗结束 (位地址 40.12) 得电上升沿触发使得 109.00 位地址位置为 1 并保持，结合电路原理图 (见图 3)，得知 PLC 输出模块 Q109.0 输出高电平，中间继电器 KA73 得电，声光报警器开始报警。

由图 9 可知，当 M_ZC_010 得电一瞬间，上升沿使得 M_ZC_001 端洗结束保持 (位地址 40.13) 得电。因自锁使得定时器 TIM (0036) 开始计数。当计数至 5 秒时，定时器 ON，其所属触点动作 T0036 得电。从图 9 程序段第二行可知，T0036 得电使得 109.00 位地址复位为 0 并保持，PLC 输出模块 Q109.0 输出低电平，中间继电器 KA73 失电，声光报警器结束报警。

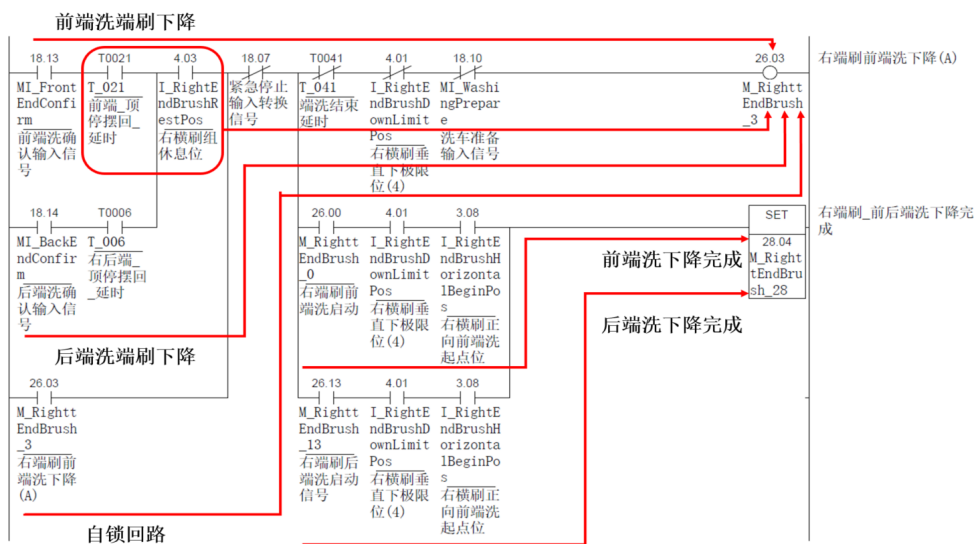


图 6 右端刷端洗结束梯形图 2

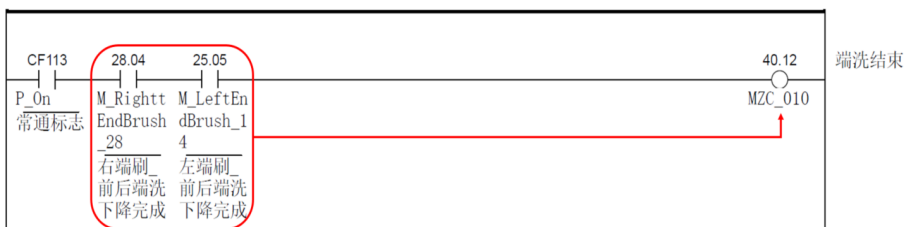


图 7 端洗结束梯形图

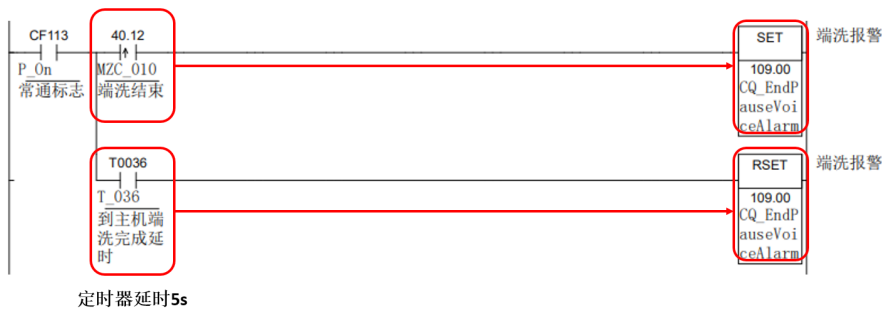


图 8 端洗结束报警梯形图 1

2.3 端洗故障报警

设备在正常洗车情况下，未执行端洗程序时，PLC 没有接收到端刷休息位接近开关的触发信号，判断端刷离开休息位。声光报警器开始报警，提醒作业人员端刷离开休息位，洗车机端刷侵入洗车线。

由图 10 梯形图可知，右端刷离开休息位的条件有三个条件（左端刷同理）：

- ①当右端刷休息位接近开关没有被触发（梯形图中地址：4.03，对应 PLC 输入模块地址：I4.03）。
- ②右端刷前端洗未启动。
- ③右端刷后端洗未启动。

图 11 程序段显示，当 M_RLOffRestPos 右端刷离开休息位（位地址 20.08）和 M_LOffRestPos 左端刷离开休息位（位

地址 20.09）其中之一得电，即使得 M_RLOffRestPos 端刷离开休息位（位地址 20.07）得电。

图 12 程序段显示，在自动洗车状态下，当 M_RLOffRestPos 端刷离开休息位（位地址 20.07）得电，上升沿使得 CQ_EndPauseVoiceAlarm 端洗报警（位地址 109.00）置位为 1 并保持，PLC 输出模块 Q109.0 输出高电平，中间继电器 KA73 得电，声光报警器开始报警。

当 M_RLOffRestPos 端刷离开休息位（位地址 20.07）失电，下降沿使得 CQ_EndPauseVoiceAlarm 端洗报警（位地址 109.00）置位为 0 并保持，使得 109.00 位地址复位为 0 并保持，PLC 输出模块 Q109.0 输出低电平，中间继电器 KA73 失电，声光报警器结束报警。

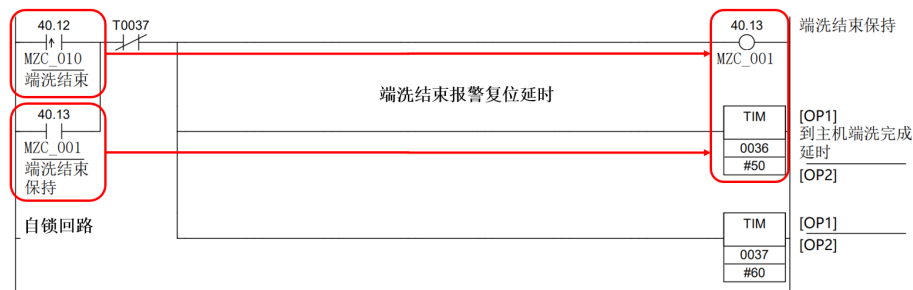


图 9 端洗结束报警梯形图 2



图 10 端刷离开休息位报警梯形图 1

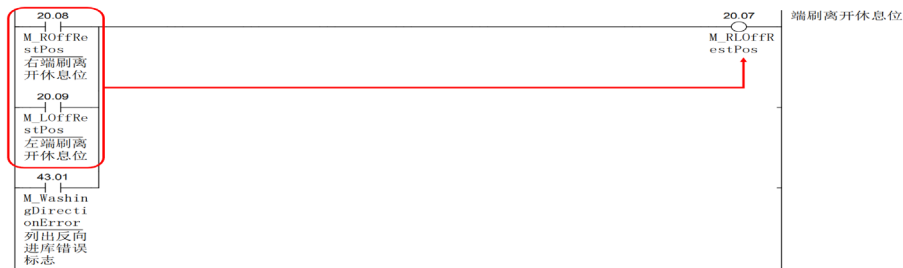


图 11 端刷离开休息位报警梯形图 2

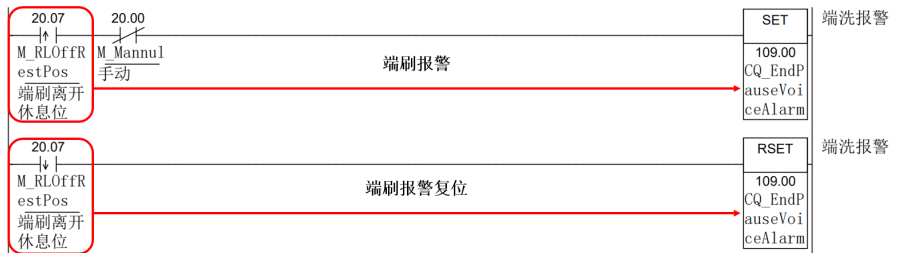


图 12 端刷离开休息位报警梯形图 3

3 故障处理及改进

3.1 故障现象

2020 年 3 月 9 日，郑州地铁 5 号线中州大道车辆段洗车机在等待洗车过程中，发现洗车线的端刷声光报警器报警。

3.2 故障分析及结论

根据故障现象，通过程序分析判定是端刷离开休息位导致端刷报警器报警。

端刷下方共 9 个接近开关，分别为端刷解锁、端刷锁住、端刷计数器、端刷休息位和端刷工位各 1 个，水平起点位和水平终点位各 2 个，共 9 个。检查发现，9 个接近开关均功能异常，无法触发。初步排查接近开关线路，打开端刷气阀箱，检测故障的接近开关电源线，发现其电压仅有 4.9V，而接近开关说明书上规定的电压范围是 DC10 至 30V。断开接近开关电源线后，再次测量接线端子供电电压

为 DC24V。说明上级供电线路正常，从而判定接近开关及其线路故障。

经分析排查发现，端刷下方 9 个接近开关的正负电源线分别并联在一起形成一组正负电源线，经 PVC 管接到端刷气阀箱 LDC24 和 MDC24 接线端子处。电源线连接处短路，导致其电源无法正常供电。而端刷休息位接近开关无法工作，导致洗车线端刷报警器报警。

3.3 整改措施

①每个接近开关单独接线，方便了故障排查，避免一处开关电源故障造成多处接近开关无法正常工作，详见图 13。

②排查整改洗车机电气柜接线情况，查看有无一端多接、虚接和短接等现象。

③检查信号线是否与高压线、动力线混合在同一配线管、线槽内。

④针对其他电气设备接线布线进行检查整改，避免后续发生类似故障。

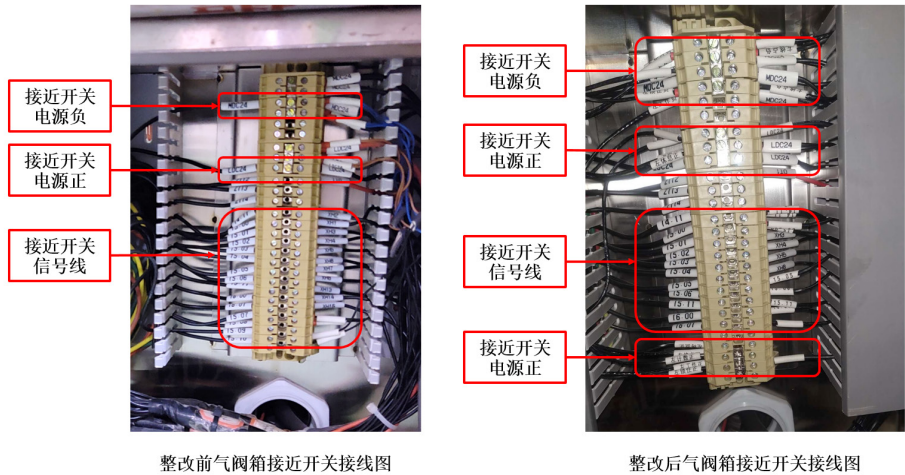


图 13 端刷接近开关接线整改图

4 结语

论文通过对洗车机端洗报警系统的深入研究，分析了洗车机端洗报警程序的控制逻辑，为设备故障处理提供了分析方法及理论依据，优化了洗车机接近开关接线，对降低故障发生率、减少故障处理时间具有重要意义。

参考文献：

[1] 沃尔新(北京)自动设备有限公司.郑州地铁5号线列车自动清洗

机PLC梯形图[Z].北京:沃尔新(北京)自动设备有限公司,2019.

[2] 沃尔新(北京)自动设备有限公司.郑州地铁5号线列车自动清洗机电气原理图[Z].北京:沃尔新(北京)自动设备有限公司,2019.

[3] 霍罡.欧姆龙CP1HPLC应用基础与编程实践(第2版)[M].北京:机械工业出版社,2018.

作者简介: 张宁宁(1990-),男,中国河南焦作人,本科,助理工程师,从事车辆段工艺设备研究。