

# 光电开关在地铁列车清洗机中的应用

吕志坚

(郑州地铁集团有限公司公司 车辆中心设备二室)

**摘要:** 光电开关在地铁列车清洗机中起到至关重要的作用,它用来检测列车所到达的位置,地铁列车清洗机控制系统根据所反馈的开关信号,来控制部件的动作。本文主要从光电开关的原理、应用、故障及处理方法进行探讨、学习。  
**关键词:** 城市轨道交通;地铁列车清洗机;光电开关

地铁列车清洗机是地铁车辆段必备的车辆工艺设备,适用于清洗地铁车辆外表面的灰尘、油污及其它污渍。洗车时,操作人员必须使用自动模式进行洗车作业,故地铁列车清洗机也称为列车自动清洗机。为了实现列车的位置检测,并达到节水的目的,在洗车线两端设置了7对光电开关(TP1-TP7)。本文主要对光电开关的原理、在地铁列车清洗机中的应用等方面进行探讨研究。

## 1 地铁列车清洗机

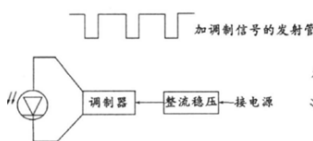
地铁列车清洗机是一个结构复杂的机电产品,涉及到机械、电气、气压、水处理等多种学科。地铁列车清洗机通过水、清洗剂及清洗毛刷的作用自动清洗列车的车体,由刷洗系统、控制系统、监控系统、水供给系统、洗涤剂供给系统、水循环系统等组成。

郑州地铁一号线地铁列车清洗机共设计七对光电开关。其中 TP1 位于入库端处,其余全部位于库内。光电开关在地铁列车清洗机设备中起到至关重要的作用。当列车触发某一对光电开关时,接收端不能接收到发射端发出的红外光线,进而产生开关信号。同时将信号传输给 PLC 输入单元,经过 CPU 单元的逻辑分析,输出模块使相应的电磁阀得电,进而引起地铁列车清洗机后续的动作。

## 2 光电开关原理

光电开关是一种利用被检测物对光束的遮挡或反射,从而检测物体是否存在的传感器。光电开关按照检测方式分为对射式和反射式光电开关,本文以对射式光电开关为例进行探讨,以下简称光电开关。光电开关选用波长接近可见光的红外光线为媒介,以“电→光→电”的方式,实现了输入回路和输出回路的电隔离,具有检测距离远、抗干扰能力强、检测速度快、不受检测物材质影响等优点。光电开关将输入电流在发射端转换为光信号射出,接收端再根据接收到的光线的强弱或有无对目标物进行探测。

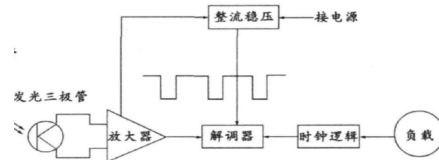
### 2.1 发射端原理



a) 发射端

发射端原理图如图 a, DC24V 电源经过整流稳压电路后,经脉冲宽度调制器后产生需要的脉冲信号,驱动红外发光二极管发出红外线。用脉冲驱动红外发光二极管,能使得发射光束相对增强。

### 2.2 接收端原理



b) 接收端

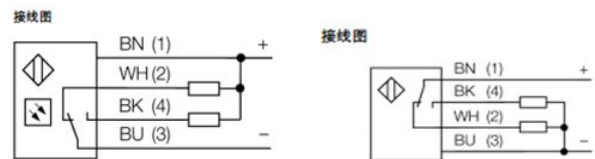
接收端接收到的红外光使得光敏三极管导通,三极管将转化过来的电流放大,经过放大器、解调器等集成电路后,向负载输出低电平。反之,如果接收端未收到红外光线,经过一系列集成电路,负载端输出高电平,使 PLC 输入端子得电。

## 3 在地铁列车清洗机中的应用

### 3.1 类型

光电开关按照输出形式分为 PNP 和 NPN 型,两者除了电源极性不同外,其工作原理是相同的。输出状态有常开输出和常闭输出。地铁列车清洗机的光电开关采用的是图尔克 BS18 系列的对射式光电开关,供电电压要求 10-30VDC,地铁列车清洗机光电开关供电电压为 24VDC,发射端发出的光为不可见的红外线,光束具有发散性,光线发射范围为 20m,输出形式为 PNP,使用的输出状态为常开点输出,即当接收端收到发射端发出的光线时,光电开关输出状态为开启状态。

PNP 型光电开关如图 c 所示,信号从开关流出,向负载流入。NPN 型光电开关如图 d 所示,信号从负载流出,向开关流入。在地铁列车清洗机中,负载指的是 PLC 数字量输入模块 X14.0。

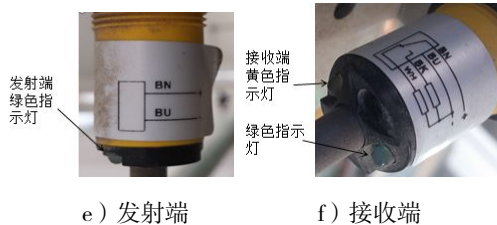


c) PNP 型接线图

d) NPN 型接线图

### 3.2 指示灯

地铁列车清洗机光电开关发射端采用单个LED指示灯,指示灯为绿色,指示灯常亮代表光电开关供电正常;接收端采用双LED指示灯,指示灯分别是绿色灯和黄色灯,绿色灯闪烁代表输出电流过载,黄色灯常亮代表常开输出,黄色灯闪烁代表传感器光轴偏离。



### 3.3 各自作用

在有端洗的情况下,当车头经过 TP1 时,触发预湿工位喷水;洗涤剂涂抹工位摆出、旋转和喷水;前端洗信号灯 F2 绿灯灭、黄灯亮,提醒司机有端洗注意即将停车。

车头经过 TP2 后,触发预湿工位、洗涤剂涂抹工位恢复原位,前端洗信号灯 F2 黄灯灭、红灯亮,司机停车。此时触发 TP2 未触发 TP3,系统启动端洗机构进行前端洗。

前端洗过程结束,前端洗信号灯 F2 红灯灭、绿灯亮,触发预湿工位喷水;洗涤剂涂抹工位摆出、旋转和喷水。

列车前行,车体触发 TP5,系统依次延时启动初刷洗、侧顶弧刷洗、次刷洗、初冲洗、精刷洗、终刷洗各工位。

列车前行,车体触发 TP6,系统依次延时启动冷风幕、热风幕工位。

列车前行,车体复位 TP2,系统使预湿工位、洗涤剂涂抹工位恢复原位,后端洗信号灯 F3 绿灯灭、黄灯亮。

列车前行,车体复位 TP3,后端洗信号灯 F3 黄灯灭、红灯亮。

此时停车,车体触发 TP4,复位 TP3,系统启动端洗机构进行后端洗。

后端洗过程结束,后端洗信号灯 F3 红灯灭、绿灯亮,依次启动初刷洗、侧顶弧刷洗、次刷洗、初冲洗、精刷洗、终刷洗、冷风幕、热风幕各工位。

车体复位 TP5 后,依次延时关闭初刷洗、侧顶弧刷洗、次刷洗、初冲洗、精刷洗、终刷洗各工位。

车体复位 TP6 后,依次延时关闭冷风幕、热风幕工位。

车体复位 TP7 后,关闭全部工位,洗车结束。

### 3.4 故障情况

光电开关有着比机械开关更可靠,使用寿命更长的优点,根据地铁列车清洗机光电开关所处的工作环境及使用情况,目前主要存在以下问题。

#### 3.4.1 传感器光轴偏移

光电开关的安装座的松动会造成传感器光轴偏离的情况发生,开机后接收端接受不到发射端的光线,从而导致系统报警。

安装座的松动有可能是维护保养时人为的原因或者是安装不牢固由于自重造成的偏移。当光轴偏移时,接收端的黄色指示灯不亮。经试验,两组人分别在发射端和接收端同时调整,较为容易调整到位。当调整到位后,接收端的黄色指示灯常亮。一旦调整到位后,无此类故障时,不要轻易去调整。另外在维保时要缓慢、轻轻地擦拭光电开关。

#### 3.4.2 环境干扰

首先,郑州的气候干燥、少雨,造成空气中粉尘颇多。由于 TP1 位于库外,粉尘更易聚集在传感器探头表面,阻碍光线对射;其次,当外界湿度较大时,在洗车前的试机过程中,水雾弥漫在地铁列车清洗机库房内不容易扩散,这可能会阻碍光线对射;再次,冬季天气寒冷,TP1 的探头表面易凝结成霜;最后,各种异物附着在探头表面也会阻碍对光线的传输。

我们对环境问题造成的影响采取了以下防范措施:

1、在检修过程中,要对传感器探头表面进行擦拭,确保干净无污物。

2、操作人员在使用地铁列车清洗机前要按使用要求提前开机一段时间,并检查地铁列车清洗机各工位是否正常,提前处置(如光电开关表面有异物及时清除)。

3、检修人员定期对洗车区域内卫生进行打扫,如碎屑、树叶、动物羽毛等,排除光电遮挡异物来源。

#### 参考文献:

[1] 图尔克(天津)传感器有限公司.TURCK INDUSTRIAL AUTOMATION 图尔克 NI10U-M12-AP6X-H1141 型光电传感器技术说明书.

[2] 何道清、张禾等.传感器与传感器技术(第三版).科学出版社,2015.

[3] 胡向东.传感器与检测技术(第二版).机械工业出版社,2013.

[4] 郑州市轨道交通有限公司.郑州市轨道交通1号线一期地铁列车清洗机技术规格书.