

# 地铁列车继电器测试装置的设计

梁春风, 陈润炽

(广州地铁集团有限公司, 广东 广州 510380)

**摘 要:** 地铁列车控制电路使用了很多型号不一的继电器, 而继电器状态好坏直接影响着列车的安全运营。为了满足地铁列车继电器测试的检修作业需要, 设计了继电器测试装置, 介绍了测试装置的原理和测试方法, 该装置一次性可以测量9个继电器参数, 大大提高了工作效率。

**关键词:** 地铁列车; 继电器; 测试装置

**中图分类号:** U231; U269.31<sup>+2</sup>

**文献标识码:** B

**doi:** 10.13890/j.issn.1000-128x.2018.03.024

随着地铁的快速发展, 继电器的应用越来越广泛, 也起着越来越重要的作用, 这就对继电器的可靠性提出了更高的要求。

列车检修要求判断继电器状态好坏的参数有: 继电器线圈的电阻值、常闭触点阻值、常开触点阻值和继电器线圈的吸起及释放电压。其中触点表面氧化或灼伤会导致触点接触电阻偏大, 若不能尽早发现就会使列车控制电路失效, 存在着较大的安全隐患。然而测量常开触点阻值时需要使继电器线圈得电, 并且还要将常开触点接线端子的接线拆除后才能测量, 作业比较繁琐, 操作起来有一定的难度, 所以很少会去测量常开触点的阻值, 再加上拆除接线时还有可能会出现人为故障, 存在作业风险。因此为了降低作业风险, 优化作业流程, 降低检修难度, 消除故障隐患, 急需一种继电器测试装置。

## 1 继电器的应用现状

现有地铁列车继电器的应用环境较为恶劣。以广州地铁广佛线为例: 首先, 根据继电器应用控制电路的不同, 其动作的频率各有不同, 最高可达300次/天, 如表1所示; 其次, 广州春季空气湿度大, 容易造成继电器触点表面形成氧化膜, 使得继电器触点的接触

电阻增大, 进而造成控制电路导通不良。

表1 部分动作频率高的继电器相关数据

| 不同位置继电器       | 每天动作次数/次 | 故障率/% |
|---------------|----------|-------|
| 各节车气制动缓解反馈继电器 | 约250     | 10    |
| 各节车气制动施加反馈继电器 | 约250     | 8     |
| 两端门零速继电器      | 约300     | 15    |
| 各节车车门状态反馈继电器  | 约300     | 10    |
| 两端左右门关好继电器    | 约300     | 5     |

## 2 继电器可靠性分析

继电器主要是通过触点的闭合和断开来实现电路的控制。根据其工作的特点, 以失效率作为判断其可靠性的指标。首先, 继电器动作越频繁, 其触点的失效率越高, 即可靠性越低。动作越频繁的继电器故障率往往高于其他继电器的原因为: 动作频繁的触点, 在触点接触压力在零值及以上附近变化时, 触点间产生液态金属桥接, 或由于电弧热流使得触点熔化而产生熔焊现象<sup>[1]</sup>; 其次, 由于列车大部分时间都是在隧道中运行, 隧道灰尘较多, 灰尘容易附着在继电器本体的触点上, 触点表面容易形成氧化膜, 并且其所在的控制电路电流信号太小, 不能有效击穿氧化膜, 此情况下的触点接触电阻必然会增大, 使得继电器在实际控制电路中失效。据统计, 长期频繁动作或者在潮湿空气中的继电器触点故障占广州地铁广佛线列车继电器触点故障总数的80%。由此可知, 目前广州地铁广佛线列车上所应用的继电器的可靠性较低, 需要按时对其进行测试, 发现继电器有异常时及时更换, 以保证列车安全运行。

## 3 继电器测试装置的设计

### 3.1 控制电路原理图设计

针对目前广州地铁广佛线列车上所应用的继电器可靠性不高的问题, 为了便于按时进行测试, 尽早发现有异常的继电器, 保证列车安全运行, 设计了一种用于地铁列车继电器测试的装置, 如图1、图2所示。

图1中QF01为微动开关, SB01、SB02为按钮, SA01为旁路开关, HL01为指示灯, KA01~KA09为继

收稿日期: 2016-11-30; 修回日期: 2017-12-30

电器。

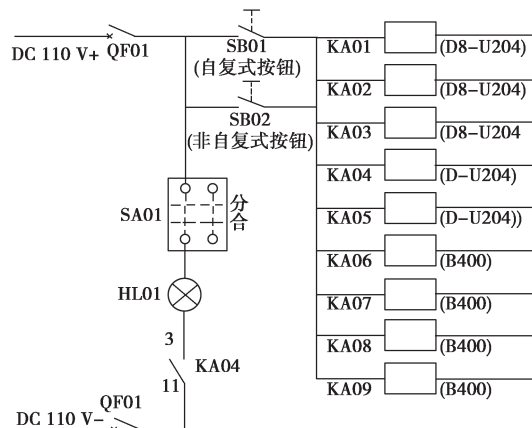


图1 测试装置的控制电路设计原理图

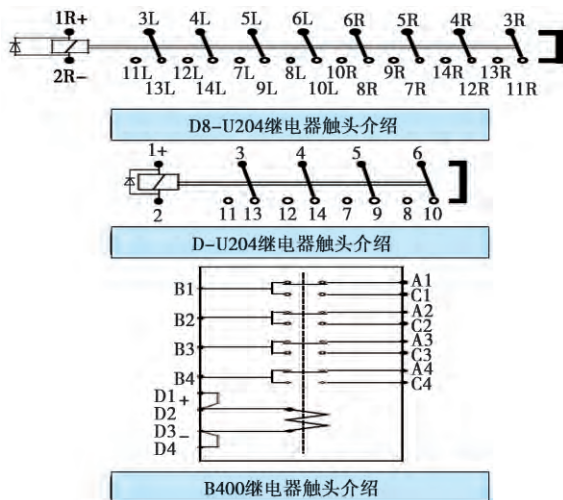


图2 各型号继电器座示意图

## 3.2 继电器测试装置的功能

### 3.2.1 测试继电器线圈动作正常无卡滞

如图3所示, 将外部电源模块电压调至DC 110 V, 接着合上测试装置的微动开关(QF01), 反复按下自复位按钮(SB01) 3次, 正常情况下, 检查时继电器线圈动作应顺畅无卡滞, 继电器线圈状态指示灯应随着线圈得电而变亮。



图3 测试继电器线圈动作正常无卡滞

此时继电器的常开触点为闭合状态。使用万用表测量常开触点的电阻值, 选择好适当的量程, 若电阻值高于1 Ω 则判断继电器异常。

### 3.2.2 测量继电器的常开触点的电阻值

将外部电源模块电压调至DC 110 V, 接着合上测试装置的微动开关(QF01), 按下非自复位按钮(SB02), 此时继电器的常开触点为闭合状态。使用万用表测量常开触点的电阻值, 选择好适当的量程, 若电阻值高于1 Ω 则判断继电器异常。

### 3.2.3 测量继电器的常闭触点的电阻值和线圈电阻值

继电器线圈本体不需要装在继电器座上, 用万用表欧姆挡测量线圈的正负极即可测量得到线圈的电阻值。当测量继电器常闭触点的电阻值时, 不需要合上测试装置的微动开关, 把继电器线圈装到对应的继电器座上, 即可测量继电器常闭触点电阻值。继电器座有3个D8-U204、2个D-U204和4个B400继电器座, 所以一次测试可以满足9个继电器的所有常闭触点和线圈电阻值测量。继电器型号分B400-15(线圈阻值4 000 Ω, 允许误差10%)、D8-U204(线圈阻值3 670 Ω, 允许误差10%)和D-U204(线圈阻值5 250 Ω, 允许误差10%)3种型号, 常闭触点电阻应小于1 Ω。

### 3.2.4 欠压继电器的参数验证检查

广佛线列车使用的欠压继电器参数为DC 77~85 V, 即外部测量电压下降至77 V时, 欠压继电器线圈断开; 当外部测量电压上升至85 V时, 继电器线圈闭合。继电器线圈的断开和闭合除了要看继电器外壳处的线圈动作指示灯外, 还要看继电器的常开触点能否正常动作, 可以通过查看HL01指示灯状态来判断。欠压继电器参数验证检查可按以下操作进行: 将外部电源模块电压调至DC 110 V, 接着合上测试装置的微动开关(QF01), 将旁路开关(SA01)打至合位, 按下非自复位按钮(SB02), 然后旋转外部电源模块的电压旋钮来调节对应的测试电压。

#### 1) 测试欠压继电器线圈断开参数

将外部电源模块电压从DC 110 V下降至DC 77 V时, 继电器线圈断开, HL01指示灯不亮, 则验证该继电器线圈断开时的电压为DC 77 V。

#### 2) 测试欠压继电器线圈闭合参数

将外部电源模块电压从DC 77 V上升至DC 85 V时, 继电器线圈闭合, HL01指示灯亮, 则验证该继电器线圈闭合时的电压为DC 85 V。

## 4 结语

本文针对地铁列车继电器装置的实际应用环境, 提出了继电器测试装置检测方法, 采用继电器测试装置后使检修效率提高近50%, 并且降低了作业风险。该装置可推广至地铁所有使用施密特继电器的列车上。

## 参考文献:

- [1] 广州地下铁道总公司. 车辆检修工[M]. 北京: 中国劳动保障出版社, 2009.
- [2] 长春轨道客车股份有限公司. 珠江三角洲城际快速轨道交通广州至佛山段车辆采购项目维修手册[G]. 长春: 长春轨道客车股份有限公司, 2010.
- [3] 陈润炽, 梁春风. 继电器测试装置: CN206321760U[P]. 2017.

作者简介: 梁春风(1991-), 男, 研究方向为城轨车辆的运用和维护。