

电客车继电器健康管理研究与应用

李正培 李莎莎

郑州地铁集团运营分公司 河南 郑州 450000

摘要: 继电器是列车控制系统中重要的控制器件,在实际使用时会工作在各种负载的电路中,为了提升列车运行的稳定性,在控制器件的使用过程当中需定期维护,根据继电器在电路中的功能分布,对继电器进行分级管理,制定了继电器周期性检查标准和检测项目。

关键词: 地铁车辆;继电器维护;继电器分级;继电器检测

引言:电客车继电器型号、种类、功能各不相同,且线网车型不同,相同回路中的继电器也有所差异。为通过对继电器的科学定期维护,实现减少正线故障保障运营安全的目标,本地铁公司对线网地铁列车继电器健康管理进行探索和分析,形成初步维护方案。

1 继电器分级管理

1.1 分级依据

根据列车的电气原理图中电路功能的不同,将电气原理图划分为34个功能电路,根据电路中继电器故障后对列车运行产生影响的大小,共将继电器划分为以下4个等级:

一级:对列车正常运行和安全性核心电路中的继电器。一旦出现问题必然导致列车救援。

二级:对列车的正线动车有较大影响电路中的继电器。

器。电路功能有冗余备份或旁路功能,不会直接导致列车无法动车或安全事故,但故障后可能导致清客或2分钟以上晚点。

三级:对列车正线动车有影响可通过旁路解决且不会造成晚点或者影响司机对列车状态判断的继电器。

四级:列车辅助控制回路或具有冗余备用功能电路中的继电器。电路故障后对地铁列车的正常运行和乘客舒适性影响较小,但电路功能仍然需要维护和保障的继电器^[1]。

1.2 继电器分级结果

根据上述分级依据,表1所示为功能电路的相应等级,同一继电器的不同触点分布在不同等级的电路中时,按照最高等级的触点来对该继电器进行管理。

表1 电路等级表

等级	电路名称
一级	紧急制动执行回路、风源监视回路、激活回路、大旁路控制回路
二级	牵引指令/牵引使能回路、制动指令回路、紧急制动安全回路、紧急制动控制回路、警惕控制回路、车门监视回路、所有制动监视回路、制动不缓解监视回路、停放制动监视回路、库用电源监视回路、占有回路、方向指令回路(包含ATO相关影响动车的继电器)
三级	零速控制回路、刀开关监视回路、车门控制回路、受电弓控制回路、风源控制回路、ATC切除回路、紧急牵引回路、停放制动控制回路、HSCB控制回路、紧急停车按钮回路(包含ATO相关不影响动车的继电器)
四级	受电弓监视、HSCB监视回路、火警控制回路、外部照明控制回路、客室照明控制回路、电动泵升弓控制回路、蓄电池输出回路

注:电路名称根据线路实际情况对表中回路可进行修改。

2 继电器寿命管理

寿命管理工作分为电路参数测量与寿命预测两部分,两项工作应在新车调试期间完成。

2.1 电路参数测量

为保证继电器工作在额定工况下,避免继电器容量与回路参数不匹配,在相应线路抽取不小于10%的列车,使用示波器对34个功能电路的冲击电压、闭合电流、分断电流、工作电压、工作电流进行测量。

2.2 寿命预测

2.2.1 触点寿命预测

各个回路中的继电器触点分断的电流值与其对应的继电器寿命曲线比对,确定触点寿命终止时的动作次数。根据各线路运营情况,将动作次数换算为使用年限。

2.2.2 继电器寿命

所有触点寿命都确定后,同一个继电器不同触点的预测寿命不同,取触点寿命最低的值作为该继电器的预

期寿命。根据设备故障特征曲线，继电器故障多发生在早期失效期和耗损失效期，取继电器预测寿命的80%作为继电器的寿命。

(1) 对寿命不满足使用至架修的继电器，进行继电器换型或电路优化。

(2) 对寿命满足使用至架修，但不满足至大修的继电器应在现有的分级标准下，提高一级进行管理^[2]。

3 继电器维护

3.1 入库管理

(1) 继电器采购时，供方须提交该型号继电器的可靠性实验报告与继电器详细的技术手册。

(2) 批量采购的继电器到货后须按不少于10%的比例抽检，确认千次可靠性实验应无故障发生，测试前后继电器的线圈电阻、触点电阻都应满足其技术手册中的技术要求。

3.2 装车前测试

装车前测试分为故障更换与架大修继电器批量更新两种情况，新继电器的测试范围分为以下两种：

(1) 继电器发生故障或继电器寿命到达预期寿命对该继电器更换时，对相应的继电器进行检测。

(2) 架大修批量更新继电器时，二级及以上等级的继电器全测，三级及以下等级的继电器按10%的比例抽测。

继电器装车前主要进行电阻测试与可靠性测试，具体测试要求见表2。

表2 装车前继电器测试项目

项目	检测内容
电阻测试	新继电器在装车前应检测触点电阻、线圈电阻两项参数满足技术手册要求。
可靠性测试	新继电器进行千次可靠性测试应无故障发生，测试后的触点电阻、线圈电阻两项参数仍能满足技术手册要求。

3.3 继电器检查

继电器维护根据作业内容与作业周期的不同，共分为继电器的常规检查、专项检查与架大修更换三种，具体维护内容如下：

3.3.1 常规检查

常规检查作为继电器的基础检查项目，所有继电器每年必须开展1次。

(1) 检查继电器与底座插接可靠，底座上的接线无松动、无毛刺。

(2) 检查继电器外观状态良好，清洁继电器表面粉尘等污染物。

3.3.2 专项检查

根据继电器的不同等级指定不同的检查周期，一级

继电器从新车到段后自第三年（或36万公里）后每年检查1次，二级继电器每三年（或36万公里）检查1次，三级继电器每5年检查1次，四级继电器仅在故障时更换。

a.非密封型继电器：

(1) 测量继电器触点接触电阻，电阻值应 $\leq 10\Omega$ 。

(2) 测量线圈电阻，电阻值与技术手册中数据差值 $\leq 10\%$ 。

(3) 连续5次将继电器缓慢手动按压至吸合位，按压过程顺畅无卡滞。

(4) 检查继电器接线引脚是否弯曲、灰尘沉积或者其它机械损伤。

(5) 检测、调整时间继电器、电压继电器的动作参数符合整定值要求。

b.密封型继电器：

(1) 测量继电器触点阻值，使用1年以内按照继电器技术手册中执行，使用1年以上接触电阻 $\leq 1\Omega$ 。

(2) 测量线圈电阻，电阻值与技术手册中数据差值 $\leq 10\%$ 。

(3) 观察继电器内部器件是否有异物、引线烧损、零件变形、触点烧损等。

(4) 观察每个触点是否光滑饱满，触点是否光亮。（透明外壳）

(5) 检查继电器线圈是否断线，检查所有焊点饱满、无裂纹。（透明外壳）

(6) 检查继电器引脚是否弯曲、氧化、灰尘沉积或者其它机械损伤^[3]。

3.3.3 架大修继电器管理

(1) 架修更新等级为一级、二级的继电器，对三级继电器进行检测。

(2) 大修更新等级为一级、二级、三级的继电器。

(3) 一级、二级回路中已下车继电器，对年动作次数少于50次的继电器进行高低温工作测试、低电流工作测试、线圈电阻、触点电阻等参数进行检测，若上述参数都满足技术手册要求，且1000次可靠性测试中无故障发生，则转作三级及以下等级继电器的备件使用。

4 继电器测量结果

结合上半年外出调研继电器维护情况及我司继电器维保现状，2023年将继电器测量纳入检修规程，并于8-11月已全部完成全线网继电器专项测量工作。现将首次继电器测量结果进行分析：

4.1 测量范围

依据继电器专班研究成果，将关键继电器分为四级：一级继电器每年开展1次，二级继电器每3年开展1

次，三级继电器每5年开展1次。

首年仅开展一级继电器测量，一级继电器为影响列车正常运行，一旦出现问题必然导致列车救援的特关键继电器。主要涉及紧急制动执行回路、风源监视回路、激活回路、大旁路控制回路中继电器。

因株机车辆、四方车辆电路设计均在差异，各线路继电器测量数量均有不同。1号线一期、2号线、5号线每列车

测量数量分别为16、20、18；1号线一期增购、城郊线、4号线、6号线每列车测量数量分别为30、32、30、28。

4.2 测量标准

本次作业主要为继电器线圈阻值测量、触点阻值测量及接线、外观状态检查。单个触点或线圈阻值每次测量三次，取平均值作业测量结果。各型号继电器阻值标准如下：

表3 继电器阻值标准

品牌	型号	类型	线圈阻值	触点阻值
西门子	3TH系列	非密封型	2300Ω±10%	小于10Ω
	3RH系列	非密封型	4000Ω±10%	小于10Ω
施耐德	LC1D326系列	非密封型	3300Ω±10%	小于10Ω
施密特	D-U204系列	密封型	5300Ω±10%	小于1Ω
	B系列	密封型	4000Ω±10%	小于1Ω
安川	RB-3P530系列	密封型	4600Ω±10%	小于1Ω
利奇	F系列	密封型	5000Ω±10%	小于1Ω

4.3 测量结果

4.3.1 非密封型继电器

1号线一期、2号线均有使用西门子、施耐德继电器。检查触点均有氧化痕迹，测量线圈阻值正常，触点阻值偏大，约15-30Ω、超过标准值10Ω。

4.3.2 密封型继电器

其他线路主要使用施密特、利奇继电器，本次继电器专项测量仅发现1起触点阻值异常，为5号线FD470继电器，其他线路均未发现异常。

另4号线、6号线检查发现BK400触点发黑、材料凸起，如图2所示。经分析为材料转移，正常现象，测量触点阻值正常，不影响使用。

5 总结

完成带负载继电器测量工装开发，提高测量效率。在继电器维护方面，结合继电器重要状态、使用频次、回路冲击电流等，架修周期内，一级继电器于新车到段后，自第3年开始，每年检测1次；二级继电器每三年检测1次；每三年开展1次动作次数较高的关键继电器与动作次数较少的非关键继电器对调使用。

参考文献

- [1]王丽,张海涛,刘杰.(2019).深度学习在轨道交通车辆检修中的应用.计算机应用研究,36(10),1-5.
- [2]李阳,李慧,王志强.(2020).基于数据挖掘技术的继电器故障诊断研究.电子技术应用,46(3),96-99.
- [3]何琳,张晓东,陆明.(2018).基于物联网的铁路电器设备维修技术研究.自动化与仪器仪表,(6),18-21



图2 触点发黑、凸起