机车电传动 2016 年第 6 期（2016-11-10）
ELECTRIC DRIVE FOR LOCOMOTIVES № 6，2016（Nov. 10，2016）
文章编号：1000-128X(2016)06-0116-03

CRH380A/AL 型动车组高级修电气故障防范措施

任志强[1]，赵光伟[2]，赵晓明[1]

（1. 北京动车段 质量检查科，北京 102613；
2. 北京工商大学 材料与机械工程学院，北京 102488）

摘 要：针对 CRH380A/AL 型动车组高级修后运行途中电气故障发生率较高，对动车组运行安全造成影响的问题，结合动车组高级修检修实际和电气线路原理从理论上进行了分析，提出了完善检修标准、优化交检流程、改进电气线路等措施和建议，以确保动车组检修质量和运用安全。

关键词：CRH380A/AL 型动车组；高级修；电气故障；措施

中图分类号：U266.2；U292.91+4 **文献标识码**：B

doi：10.13890/j.issn.1000-128x.2016.06.029

1 问题的提出

近几年 CRH380A/AL 型动车组高级修后，时常发生“轴温”、“牵引电机温度高”及“抱死”等故障，给动车组运行安全造成了严重影响。通过分析故障原因，在高级检修中主要存在以下几方面问题：一是无法及时发现轴温传感器、速度传感器等部件电气连接器插头缩针或损坏情况，造成此类故障频繁发生；二是牵引电机速度传感器连接器插头检修不到位，引发途中报牵引变流器故障；三是动调期间动车组运行速度低，调试距离短，故障隐患无法充分显现。

2 原因分析

2.1 轴温连接器缩针

2013 年 6 月 23 日，京广线运行的 CRH380AL-2554 动车组高级修修竣上线运行 11 天后，担当 G531 次交路，运行途中报 14 车“轴温 1”故障（故障代码：154），经确认为误报后限速运行至广州南站，造成动车组晚点。

经回库对 CRH380AL-2554 故障动车组进行分析，发现 14 车 2 轴轴温传感器第 10 号公针缩针，导致 196C 无电，TThRR1 继电器线圈无法正常得电，从而报轴温 1 故障，如图 1 所示。

轴温电气连接器内部插针缩针故障发生在高级修后的较多。追溯故障原因，在高级修电气调试期间，检修人员需要在调试库内插拔轴温连接器，以排除因电气线路短路造成检测器不能有效检测轴温实际状态的故障隐患。以 1、2 轴为例，若 196、196C、196F 短接，将导致 2 个轴的轴温检测器和齿轮箱温度检测器在故障的情况下，TThRR1 继电器仍然得电，其常闭接点打开，车辆信息控制终端装置轴温 1 不能显示故障状态。

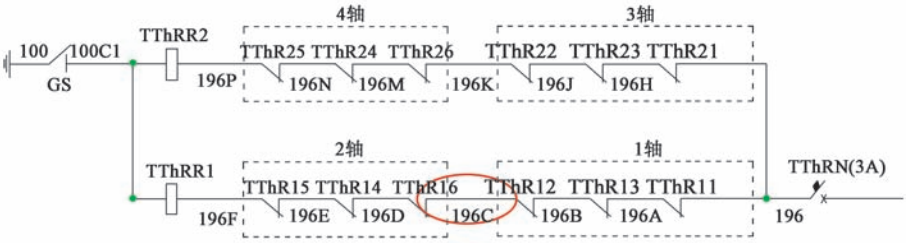

图 1 308AL 型动车组轴温检测原理图

由于调试库内地沟作业条件高度不合适，插拔连接器用力不平稳，极易造成连接器缩针或损坏，在运行过程中伴随车辆振动等条件，会造成 TThRR1 继电器失电故障发生。

2.2 航空电气插头松脱

牵引电机速度传感器通过车体底板和设备舱防雪保护板航空电气插头，向牵引变流器和制动控制装置提供速度信号。运行途中，若牵引电机速度传感器航空插头脱开，当运行速度超过 10 km/h 时，MON 屏显示“牵引变流器故障 1（004）”，K 接触器断开。由于牵引工况动车组运行速度故障报警为空转超速，牵引电机速度传感器航空插头脱开后，牵引变流器判断

收稿日期：2016-06-24

速度为 0，不可能出现空转超速，所以在司机手动复位后故障不再显示。

牵引电机速度传感器航空插头正常安装时，首先需拉起航空插头外侧护套上的防脱落止动器弹簧插销，解除锁闭状态，插头外护套向线缆方向下拉至插头连接套外壁凹槽位置后，即可插入插座。插座上的 4 个钢珠进入插头连接套凹槽，随后插头外护套依靠自身弹簧回到原位、弹簧插销弹回锁闭位置，外护套自锁，保证钢珠卡住插头凹槽，插头插座连接至锁闭到位。

若牵引电机速度传感器防脱落止动器弹簧插销在高级修时安装不到位，将造成航空插头连接时锁闭不良，在动车组高速运行过程中受振动影响，插头将偏离正常插接位置，导致脱落。

2.3　电气部件绝缘降低

CRH380A/AL 型动车组转向架轴温检测连接器共有 12 芯，其中 2 芯与轴温检测器相连、2 芯与牵引电机定子绕组温度检测器相连、5 芯与转向架失稳传感器相连。在高级修转向架检修时，只要求检测轴温、电机定子绕组温度检测器及相连导线对地绝缘情况。当 12 芯连接器导线在检修作业过程中发生挤压，造成轴温检测器导线与转向架失稳传感器的屏蔽线接磨，在车体落成作业后，屏蔽线通过连接器与车体相连，会使与检测器相连导线绝缘降低，TThRN 断路器过流保护断开，TThRR1 继电器线圈失电，最终导致误报轴温故障。

2.4　防滑阀连接器故障

CRH380A/AL 型动车组防滑控制根据动 / 拖车分别采集不同传感器信号，动车通过采集牵引电机速度传感器（SS 传感器）发出的速度信号，拖车通过采集各车辆轴端的速度传感器发出的速度信号，每 20 ms 检测 1 次各轴的速度。当检测出滑行时，电制动控制器将采取降低再生制动力的方法，而空气制动器采用阶段性降低制动压力的方法来进行防滑控制。

研究轴抱死故障报警原理，制动控制装置是根据不同的运行工况来判断报警条件是否成立，一是牵引或惰行情况下，最大轴速度大于 10 km/h，且断线轴速度小于 3 km/h，持续 2 s 以上将报出抱死故障；二是制动工况、制动转牵引工况 1.5 s 内以及惰行工况下，滑行轴速度 5 km/h 以下持续 5 s 以上将报抱死故障。

当遇小雨、霜雪等不良天气时，轨道粘着系数降低，动车组在制动过程中可能出现滑行。如果防滑阀连接器橡胶插座衬套发生扩张或母针扩孔，在公针与母针接触不良情况下，防滑阀将不动作，相应轮轴防滑阀无法降低制动压力，导致该轴速度下降快于其他轴，满足抱死条件，发生轴抱死故障。

3　改进措施及建议

3.1　优化轴温检测工艺

为减少调试期间车下电气连接器的插拔作业，前期采用的替代方法是：在动车组架车状态修期间，分别将车上配电柜内 CN 连接器母插和车下的轴温连接器插座相应的配线 196、196S（196H、196F、196P）接地，使用万用表来校对线路导通情况。此测量方法存在弊端，一是无法判断线路短路故障；二是上述线路各连接器在运用修和高级修时均无插拔操作要求，故障率极低，若人为增加车上 CN 连接器插拔，可能带来电气故障转移的风险。

为消除故障转移风险，在 CRH380A/AL 型动车组电气试验静调期间，利用断开各车运行配电盘内的 TThRN 轴温检测断路器，来模拟 TThR 轴温检测器断开故障，使 TThRR1、TThRR2 继电器失电，通过 MON 监控屏故障显示情况即可判断轴温报警电路状态是否正常。

3.2　对轴温电气线路进行改造

针对连接器插针缩针造成“轴温”故障，对转向架轴温检测 12 芯连接器进行改造，将 1、3 轴的 1 芯（196 线）、2 芯（196C 线）分别与 5 芯、6 芯进行冗余并联，将 2、4 轴的 1 芯（196C 线）、2 芯（196F 线）分别与 5 芯、6 芯进行冗余并联，当一路出现插针缩针、造成接触不良时，另一路仍可保证线路畅通。另外，将转向架失稳传感器连线（含屏蔽线）单独设置连接器，轴温电气线路绝缘不良的故障概率大为降低。

3.3　采用新型防滑连接器

针对原防滑阀连接器橡胶插座衬套在温度发生变化、电气线路通电发生扩张的情况，结合高级修对连接器进行改造，将防滑阀连接器插针衬套材料改变为硬质环氧树脂绝缘材料。在连接器使用送针工具组装插针时，尽可能不使用任何润滑物品送针；如需使用，可在插孔组件上涂抹无水乙醇进行润滑，但送入后必须放置 2 h 再进行对接。另外，严格落实二级修作业标准，加强防滑阀自检试验，提前发现故障部位。

3.4　细化连接器检修作业标准

牵引电机速度传感器连接器防脱落止动器检修要求：外观状态良好，无变形、螺栓滑扣情况，提销动作正常，提销弹簧压力正常，提销和定位孔在一条直线上，提销螺栓和防脱落止动器安装螺栓安装正确且紧固良好，防脱落止动器螺栓防松标记涂打良好。

牵引电机传感器连接器插头与车体插座进行连接作业要求：拉起连接器防脱落止动器弹簧插销解除锁闭，向连接器插头线缆方向下拉，将航空插头插入车体插座中，插头依靠自身弹簧回到原位，止动器弹簧插销弹回锁闭位置，将防脱落止动器锁在原位，手动连接器防脱落止动器无松动，弹簧插销锁闭到位。

3.5　优化连接器质量检查流程

一是将牵引电机速度传感器连接器防脱落止动器分解检修，检查各部件状态，在传感器航空插头组装防脱落止动器后，进行质量检查；二是制定转向架、

检修车间防脱落止动器交接确认单，明确防脱落止动器检修质量责任；三是针对设备舱防雪保护板连接器结构，对连接器插头连接状态进行质量检查确认后，再恢复防雪保护板；四是通过拽动该处航空插头并检查止动器弹簧锁紧销锁紧位置，对各速度传感器航空插头插接状态进行检查。

4 结语

自 2014 年 7 月，通过对 CRH380A/AL 型动车组转向架电气线路进行改造，采用新型防滑阀连接器，制订科学严谨的检修标准，采取适用合理的检修工艺，从高级修后动车组运行情况看，有效防止了运行途中报轴温高、轴抱死等故障的发生，确保了动车组运用安全。

参考文献：

［1］张曙光 .CRH2 型动车组［M］. 北京：中国铁道出版社，2009.
［2］中国铁路总公司 . 和谐 2C 二阶段 /380A（L）型动车组三级检修规程：TG/CL146—2014［S］.
［3］中国铁路总公司 . 和谐 2C 二阶段 /380A（L）型动车组四级检修规程：TG/CL142—2014［S］.

（上接第 94 页）

电容数 N 为 1 600，最大电流 $I_{sc,max}$=440 A，由式（19）计算出 d_{opt}=0.54。

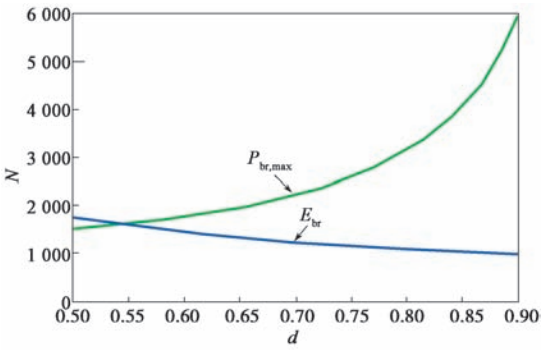

图 4 满足能量和功率要求下充放电深度 d 和电容数 N 的关系曲线

4 结语

超级电容最大电流是影响超级电容的使用寿命的关键因素。本文的研究不仅考虑功率和容量的要求，同时兼顾超级电容最大电流约束，在此基础上开展了满足车辆制动能量回收的城市轨道交通车载超级电容理论及优化配置研究，通过超级电容能量存储配置方法的理论分析得出电容装置配置的最优电容数、最优的放电深度 d_{opt} 和最优的最大电流 $I_{sc,max}$。通过 Matlab 仿真，确定了南京地铁 1 号线车辆超级电容能量存储装置的电容装置最优配置，以及控制过程中设定的最大电流 $I_{sc,max}$。

采用本文的电容装置的配置方法对超级电容进行优化配置，在满足城市轨道车辆制动过程中功率和能量需求的同时，对储能装置控制器的参数最大电流 $I_{sc,max}$ 设定提供了很好的依据。今后对车载电容储能控制系统的设计将具有一定的实际指导意义。

参考文献：

［1］沈小军，陈胜，张翼 ，等 . 考虑功率—容量约束的城市轨道交通车载超级电容阵列配置方法［J］. 中国铁道科学，2013，34(2)：118–123.
［2］王彬，杨中平，林飞，等 . 超级电容储能装置容量配置影响因素分析［J］. 都市快轨交通，2014, 27(3)：18–22.
［3］刘迎，陈燎，盘朝奉，等 . 充放电效率的超级电容组容量配置［J］. 河南科技大学学报（自然科学版），2015，36(1)：23– 27.
［4］许爱国，谢少军，姚远，等 . 基于超级电容的城市轨道交通车辆再生制动能量吸收系统［J］. 电工技术学报，2010，25(3)：117–123.
［5］林仕立，宋文吉，胡婧娴 . 轨道交通车辆再生制动能量及利用率的仿真研究［J］. 城市轨道交通研究，2014 (5)：59–63.
［6］王彦峥，苏鹏程 . 城市轨道交通再生电能的吸收与利用分析［J］. 城市轨道交通研究，2007(6)：42.
［7］Diego Iannuzzi, Pietro Tricoli. Speed-Based State-of-Charge Tracking Control for Metro Trains with Onboard Supercapacitors [J].Ieee Transactions On Power Electronics, 2012, 27(4)：2129–2140.
［8］Iannuzzi, D , Lauria, D , Tricoli, P. Optimal design of stationary supercapacitors storage devices for light electrical transportation systems［J］.Optimization And Engineering, 2012, 13(4)：689–704.
［9］Latkovskis, Sirmelis, Grigans.Capacitance and leakage current balancing for supercapacitive energy storage system［J］. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences, 2012, 49(61)：3–12.
［10］Latkovskis,Sirmelis,Grigans. On-Board Supercapacitor Energy Storage: Sizing Considerations［J］. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences, 2012, 49(2)：24–33.

作者简介：王俭朴（1974–），男，硕士，副教授，研究方向为城市轨道车辆电力牵引。