

城市轨道交通车辆

城市轨道交通用列车主控制器
故 障 分 析

陈春元¹, 张全成¹, 陆 轶¹, 陈 嘉²

(1.上海市质量监督检验技术研究院, 上海 200233 ;
2.上海轨道交通维护保障中心, 上海 200070)

摘 要 : 针对上海市地铁所用某型号列车多次出现主控制器故障现象进行系统研究, 优化设计, 并在实际中进行效果验证, 结果表明, 优化后的主控制器避免了故障现象, 提高了列车的运营可靠性。

关键词 : 轨道交通 ; 地铁 ; 主控制器 ; 故障分析

中图分类号 : U260.36 ; U266.2 文献标识码 : B

文章编号 : 1000-128X(2012)06-0059-02

城市轨道交通准时快捷, 是解决城市交通拥挤的重要途径^[1-2]。近期, 上海市地铁所用某型号列车多次出现主控制器故障, 影响公共交通正常运营。针对故障原因进行系统研究分析和优化设计, 以避免类似故障再次发生。

1 故障描述

故障一 :
列车“手动模式”作业, 停站后, 无开门码, 启用司机室旁路开关 (CBPS) 后, “列车向前”的电平信号均持续为低电平, 列车无牵引, 申请救援。EVR 记录见图 1。

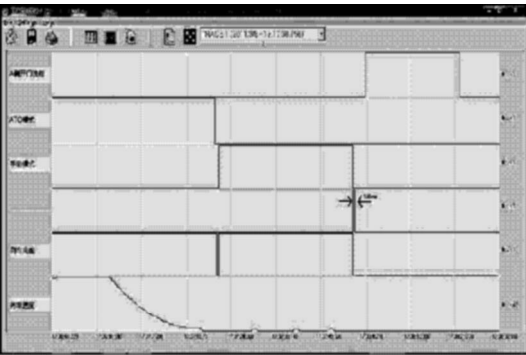


图 1 电动列车 EVR 记录

故障二 :
列车报列车限速 10 km/h 故障, 处理无效, 列车待救援停放。列车牵引单元的限速命令的真值见表 1。

故障三 :
列车报列车限速 5 km/h, 司机处理无效, 列车待救援停放。回库后发现列车主控手柄在手动位。

收稿日期 : 2011-12-05

表 1 限速命令真值表

Input L_WM 无 5 km 限速线	Input L_RM 无限速线 (74)	Input N_RMF 无限速线 (75) 前手柄位 (从 TCMS)	限速向 模式
0	0	0	洗车模式 (5 km/h)
0	1	1	洗车模式 (5 km/h)
1	0	1	限速向前 (60 km/h)
1	0	0	限速向后 (10 km/h)
1	1	0	正常模式 - 无限速
1	1	1	正常模式 - 无限速

2 故障分析

故障一 :
在故障一中, 列车触发“司机室旁路激活”信号后, “列车向前”信号丢失, 导致列车无法牵引。根据 EVR 图表所示内容, 结合主控制器的输出线路图 (见图 2), 可以判断常闭触点在司机切 CBPS 后未能恢复到位, 导致 FORWARD (列车向前) 信号无法通过列车线传递到牵引箱, 列车无法牵引。

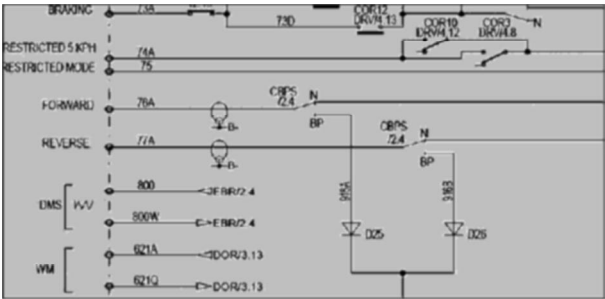


图 2 主控制器输出线路图

故障二 :
通过对列车限速命令真值表对限速情况进行分析可知, 只有在向后限速的模式下才有限速 10 km/h, 因此在“无限速”失电并且手柄没有打在“限速向前”位时, 列车报限速 10 km/h 故障。当时司机将手柄打在“手动模式”位, Input N_RMF 信号为 0, 所以此时 75 号列车线非正常失电, 从而导致列车限速 10 km/h 故障。

故障三 :
主控制手柄打在“断开”位, 受电弓中弓落下, 并且限速 5 km/h, 说明“无 5 km/h 限速”列车线失电。从表 1 中也能发现, 当“无 5 km/h 限速”为低电平时, 列车即为 5 km/h 限速。因此检测主控制器输出线, 发现无高电平输出, 因此判断并报主控制器故障。

3 电动列车主控制器分析

列车的主控制器在机械结构上主要由两方面组成 : 一为左边发出牵引制动命令的推柄, 二为右边决定列车驾驶模式的旋柄。右边旋柄下方带一组凸轮, 旋柄在不同位置时凸轮组会使旁边不同的速动开关动作从而发出相应的命令^[3-5]。

主控制器的输出信号都是直接进入列车网关阀

(EP2002 制动系统控制单元) 和牵引控制单元的列车线, 如图3所示。

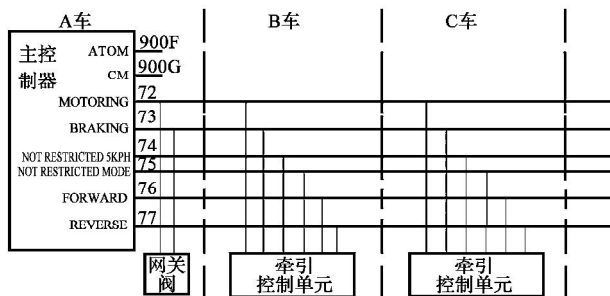


图3 主控制器输出信号

从上述故障的情况来看, 主控制器因速动开关的触点故障或其他故障而引起某些信号没有输出就会直接导致全列车牵引制动系统接收不到相应指令, 从而导致列车无法牵引或制动。

4 列车主控制器纠错优化

根据以上列车故障分析可知, “非5 km/h 限速”列车线(74号)失电会导致列车限速5 km/h而导致列车救援, “列车向前”列车线(76号)失电会使全列车牵引电机失去转动方向命令导致列车无法牵引。为了避免74号和76号列车线失电, 需要在现有控制线路上增加设计, 设计原理图见图4。

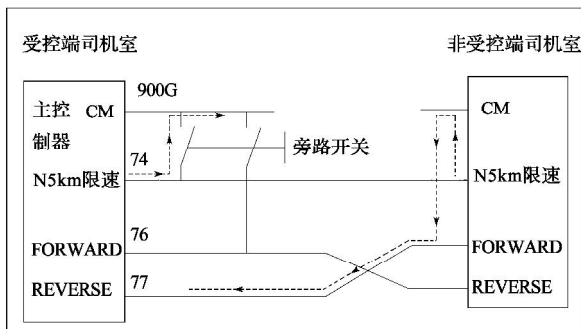


图4 主控制器应急设计原理图

在图4中, 出现上述故障时, 为了避免无法牵引, 增加旁路开关设计, 司机可以将主控制器选择到“手动”位, 启用该旁路, 74号和76号列车线将由CM信号通过该旁路开关得电, 列车将能够正常运营。

图4方案可以简单有效地避免类似故障引起的救援, 但由于强行接通供电, 方案存在隐患。首先, 当受控端司机在正常ATO驾驶模式下误操作后用了该旁路开关, 此时“手动”位信号将通过本端得“非5 km/h 限速”列车线(司机室激活后除洗车模式外常有电)由图中左边虚线路径得电。这样会使得列车的ATO模式和CM模式均得电, 列车MPU同时收到2种驾驶模式信号, 产生矛盾, 导致列车故障报警。其次, 当非受控端司机室的该旁路被误触发, 受控端司机室激活后“非5 km/h 限速”列车线得电通过图中右边虚线路径使得受控端的“列车向后”列车线得电。此时司机将正常动车时, “列车向前”和“列车向后”列车线均得电, 全列车的牵引

控制单元将同时收到“向前”“向后”2个指令, 此时司机推手柄所有牵引将会禁止牵引并在DDU上显示整列车牵引故障。

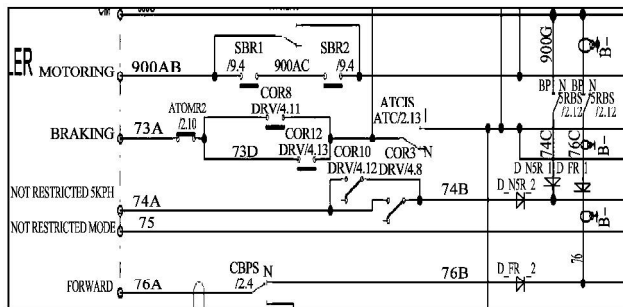


图5 选择性信号传递电路原理图

根据上述分析, 在增加旁路的同时, 需要增加二极管等电子元器件进行信号选择性传递, 来防止以上2种事故发生, 设计方案见图5。当切换到旁通线路后, 二极管起到部分信号线路隔断作用, 防止ATO模式和CM模式同时得电, 同时也可以避免“列车向前”和“列车向后”列车线同时得电。

5 设计方案功能验证

功能验证方案如下: 将新增线排端子1的74B拆下, 将新增线排端子5的76B拆下。把受控端的主控手柄打在手动位并切除5RBS(5 km/h 限速旁路), 试推牵引列车能正常加速至20 km/h。切除非受控端的5RBS(5 km/h 限速旁路), 试推牵引列车能正常加速至20 km/h。

对改造后的旁路开关功能进行试验, 结果如表2。

表2 优化设计试验结果

操作	现象	操作	现象	动调
将新增线排端子1的74B断开	激活钥匙落中弓	切除“5 km/h 限速旁路”	方式方向手柄置手动位时中弓升起	在手动位时推牵引列车能正常加速至20 km/h
将新增线排端子5的76B断开	方式方向手柄至手动位时DDU上模式显示“?”	切除“5 km/h 限速旁路”	模式选择显示“手动”	在手动位时推牵引列车能正常加速至20 km/h
切除两端司机室的“5 km/h 限速旁路”				在手动位时推牵引列车能正常加速至20 km/h

6 结语

通过对列车主控制器多次故障进行系统分析, 认为导致故障的主要原因是主控制器的速动开关动作从而发出相应的命令失灵, 导致74号和76号列车线失电, 无法牵引。

通过对主控制器的控制原理图进行分析, 对控制线路进行优化设计, 增加旁通线路, 在紧急情况下选择使用。为了避免新增设计线路带来的负面影响, 进行信号传递选择性设计, 避免ATO模式和CM模式同时得电

(下转第76页)

性、传递特性、频率扫描找共振点、相位差及滞回曲线。

3 应用效果

“积木式”平台搭建是该试验台的一大特色,下面将以典型机车车辆减振零部件复合加载试验为例进行验证。

3.1 CRH6抗侧滚扭杆复合加载试验

CRH6抗侧滚扭杆是高速列车转向架中重要二系减振部件,实际运行过程中,抗侧滚扭杆在承受一对大小相等、方向相反力偶的同时,水平还承受一偏摆位移,为实现复合加载试验,需在该试验系统上采用“积木式”搭建机架的方式进行试验:

①确立横向加载中心距2.6 m,通过吊装立柱、横梁、导向座等标准模块,搭建了如图4所示的积木框架。

②根据试验要求,吊用不同量程的作动油缸标准模块,配置相应通道的载荷、变形信号线,实现加载装置和测量装置的搭建。

③通过FlexTes软件设置,将组合通道的载荷、位移信号输入到计算机,并编制相应的试验方法对其进行组合加载试验。

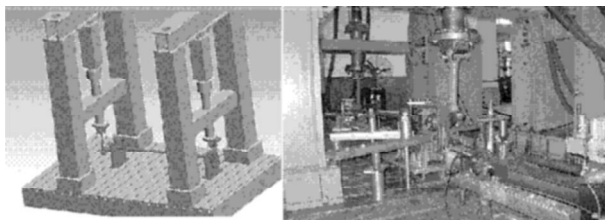


图4 抗侧滚扭杆复合加载试验

3.2 209HS定位器复合加载试验

定位器是我国提速客车用209HS型转向架轴箱定位装置中的重要减振弹性元件,它主要承受来自车体

的垂向载重以及车辆过弯道时产生的横纵向变形,为实现垂向、横向、纵向3向加载,可通过机架“搭积木”进行组合加载实现(见图5)。依据产品实际工况确定定位器加载通道数、搭建框架并固定加载油缸;设置垂向、横向、纵向加载通道的载荷、频率、疲劳次数等试验参数。

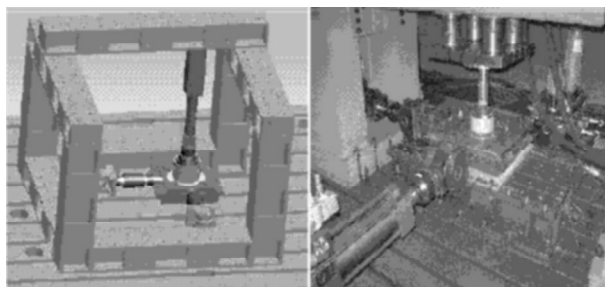


图5 209HS定位器复合加载试验

4 结论

该试验台能满足我国轨道车辆用各种橡胶弹性元件静态、动态及疲劳可靠性试验要求,为我国高速、重载车辆减振用橡胶弹性元件的安全性和可靠性研究提供了科研平台,为提高我国轨道车辆的安全性和舒适性发挥了重要作用。

参考文献:

- [1] 王 进. 机车车辆用轴箱弹簧[J]. 铁道机车车辆, 2008, 28(6).
- [2] 王 进. 疲劳试验在橡胶减制品寿命预测中的应用[J]. 铁道车辆, 2005, 43(7).
- [3] 赵熙雍. 三轴转向架牵引动力性能滚动试验台[J]. 机车电传动, 2000(5): 32.
- [4] 赵熙雍. 橡胶弹簧和橡胶关节试验机[J]. 机车电传动, 2001(4): 45-46.
- [5] 米立柱. HXD2机车牵引装置结构及其强度研究[J]. 机车电传动, 2010(4): 5-6.

(上接第60页)

以及“列车向前”和“列车向后”列车线同时得电。

通过设计方案效果验证,证实优化设计可以有效解决由于主控器故障产生的紧急停车事故,对于上海轨道交通的运营稳定和运营安全均可起到积极作用。

参考文献:

- [1] 冯冠男. 上海地铁营运问题分析及对策研究[J]. 科技信息,

2009(7).

- [2] 刘耀东. 上海地铁AC01型列车辅助电源的IPM模块故障分析[J]. 机车电传动, 2011(1).
- [3] 温志强, 蒋晓东, 王新宇. 深圳地铁一期工程地铁车辆受电弓监控电路的旁路改造[J]. 机车电传动, 2010(1).
- [4] 李网生, 陈爱林, 芮国强, 古志强. 地铁车辆辅助电源的设计[J]. 机车电传动, 2009(3).
- [5] 王毓银. 数字电路逻辑设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [6] 秦曾煌. 电子技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.