

广州地铁 APM 线列车紧急制动故障分析及列车线改造风险评估

王 军

(广州地铁集团有限公司 运营事业总部运营三中心 APM 部, 广东 广州 510310)

摘 要: 为解决广州地铁 APM 线列车由于“紧急列车线断电”故障导致列车产生紧急制动、无法启动的问题, 分析研究“紧急列车线断电”故障, 提出相应的改造方案并进行试验和风险评估, 达到了大幅缩短正线“紧急列车线断电”故障的处理时间, 提高了 APM 线的运营服务质量。

关键词: 广州地铁; APM1 型列车; 紧急列车线断电; 紧急制动; 旁路开关

中图分类号: U231; U269.6 **文献标识码:** B

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2016.02.017

1 概况

广州地铁珠江新城核心区旅客自动输送系统 (Automated People Mover 简称 APM) 采用美国匹茨堡庞巴迪 CX-100 电客车, 采用 2 节编组、无人驾驶自动控制模式。列车无司机室, 较多重要部件安装于车底, 在发生故障后, 需下线处理, 容易造成运营中断, 如“紧急列车线断电”故障。

APM1 型列车紧急制动采用电控气动模式, 电控回路涉及到贯穿全车的紧急列车线, 在正线运行过程中只要紧急列车线回路中任何一个接点接触不良或其他原因导致紧急列车线失电, 都会引起列车报“紧急列车线断电 (Emergency Train-line Deenergized)”, 导致列车施加紧急制动而无法动车。

自 2010 年 APM 线开通以来, 共发生 3 起“紧急列车线断电”故障导致正线列车无法动车事件。该故障发生后, 缓解紧急制动需维护人员下车底关闭手动阀门, 然后在客室内通过连接气路快速接头对弹簧制动进行缓解, 整个过程涉及到正线区段停电、下车底关闭手动阀门、接通客室二位端设备柜气路快速接头等具体工作, 耗时在 40 min 以上。若正线运营期间出

现该故障, 将会对运营服务造成较长时间的中断。为避免类似事件再次发生, 降低故障率, 提高供车质量, 本文将基于紧急列车线断电的根本原因, 提出相关的整改措施。

2 故障原因分析

2.1 列车紧急制动施加与缓解原理分析

列车紧急制动缓解时气路运行如图 1, 摩擦制动装置结构如图 2。



图 1 列车紧急制动缓解时气路运行情况

图 1 中 FSE 为故障安全紧急阀门, QRV 为快速释放阀。

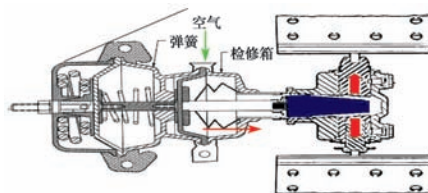


图 2 摩擦制动装置结构图

图 2 可分为三大部分: 弹簧制动室 (左侧), 常用制动室 (中间), 制动器 (右侧)。

弹簧制动室 (紧急制动) 为充气制动缓解, 放气制动施加。

常用制动室则为充气制动施加, 放气制动缓解, 同弹簧制动相反。

列车施加紧急制动即是制动室实施弹簧制动。

无论是弹簧制动还是常用制动, 其最终效果都是推动图 2 正中的杆件发生向右的轴向移动, 从而使蓝色的楔形块挤压闸瓦机构发生动作 (动作方向如图 2 中右侧 2 个红色箭头)。闸瓦动作后和轮毂贴合摩擦, 起到制动的效果。

2.1.1 列车紧急制动施加

由图 2 制动室图可以看出, 紧急制动就是指弹簧制动室动作, 产生制动作用, 而弹簧制动室动作即排

空弹簧制动室内的气体。当故障安全紧急阀门（即 FSE 电磁阀）失电时，启用 QRV 释放弹簧制动室内的气体，制动室内的弹簧启动弹簧制动，从而使弹簧制动施加。启用紧急弹簧制动是不可撤消的操作，也不允许对制动操作进行改动。

2.1.2 列车紧急制动缓解

从气路上来讲，缓解紧急制动需由气源的气体通过 FSE 和 QRV 进入到弹簧制动室，对弹簧制动产生作用，从而将紧急制动缓解。从电路来讲，必须让 FSE 得电。如图 3 所示，让 FSE 得电，需保证紧急列车线得电，使得 BIR 继电器动作，最终才能缓解紧急制动。所以说紧急列车线得电是列车紧急制动缓解的必要条件。

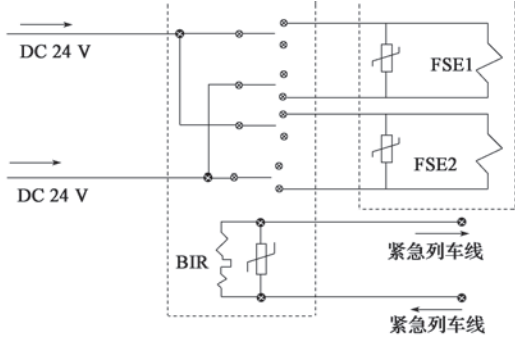


图 3 FSE 与 BIR 关系简图

2.2 紧急列车线故障分析

紧急列车线是检测列车安全性能的一个重要回路，连接了列车牵引及制动回路，同时也串联着列车主要的安全至关部件，如列车紧急停车按钮（EMS）、列车端位选择开关（TES）、列车超行程开关（TST）等，

是一条连接整列车的回路。两节车连挂后，紧急列车回路简图如图 4（红色线为改造增加的旁路）。

从图 4 可以看出，当连接于紧急列车线上安全至关开关如列车紧急停车按钮（EMS）、列车端位选择开关（TES）、列车超行程开关（TST）等出现故障时，将会引起紧急列车线失电报“紧急列车线断电”故障，最终导致列车无法启动。

如果发生此类故障，只能中断运营，维护人员下车底进行手动缓解紧急制动，这将对正线运营造成较大的影响。

3 改造方案

为保证故障发生后能在短时间内恢复行车，减小故障对正线运营造成重大影响，根据 APM1 型列车紧急列车线路的分布特点，提出改造措施。

3.1 改造原理分析

通过分析多次故障发生的原因，紧急列车线断电故障均因列车紧急停车按钮（EMS）、列车端位选择开关（TES）、列车超行程开关（TST）等接线接触不良引起，从理论上讲，紧急情况下短接列车紧急停车按钮（EMS）、列车端位选择开关（TES）、列车超行程开关（TST）输出电路即可保证紧急列车线不断电，保证列车迅速恢复运行。所以在车辆原有紧急列车线不动的基础上，增加旁路紧急列车线回路，断开列车安全至关开关，即将直流 24 V 直流电及接地线直接作用于 BIR 继电器来缓解紧急制动，如图 4。图 4 中部分代码含义见表 1。

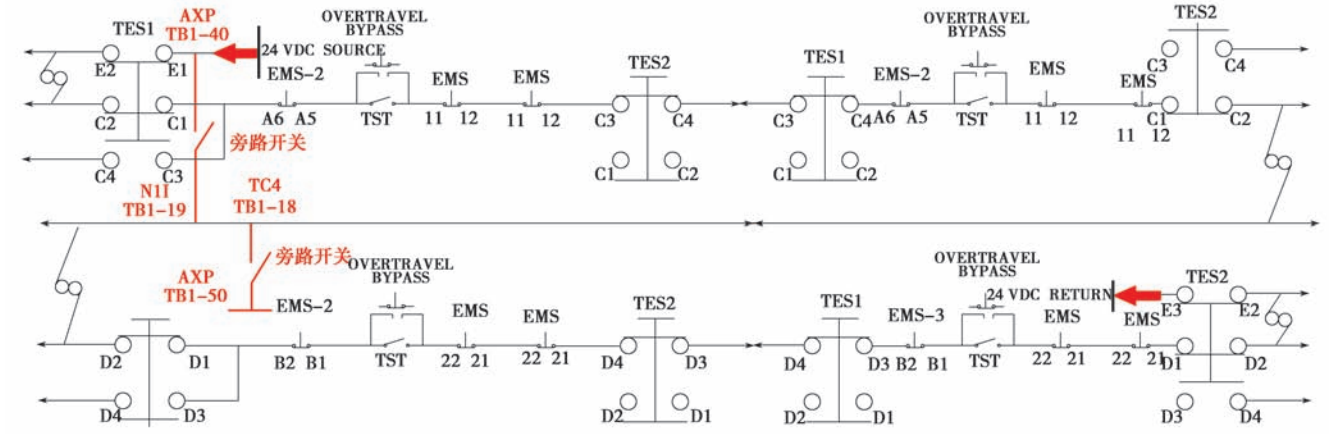


图 4 整改后的紧急列车线简图

表 1 部分代码含义

代号	含义
EMS, EMS-2	紧急制动按钮
TST	超程继电器触点
TES1, TES2	端位选择开关

3.2 具体改造方案

电路改造实质上是通过开关来控制 2 条短接线。从列车二位端 AXP 线排接正极 / 负极，通过列车侧墙

顶部连接至列车一位端的 P 信号发生器附件的相对应线排，如图 5 所示。旁路开关设置在二位端 AXP 线排附近，如图 6 所示。

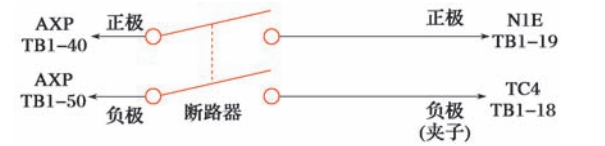


图 5 旁路改造原理图

（下转第 85 页）