

苏州轨道交通 3 号线列车 ATCCB (车载信号系统总断路器)控制电路改造

方潇仪 蔡 波 王 威

(苏州市轨道交通集团有限公司运营一分公司,215101,苏州//第一作者,工程师)

摘 要 列车 ATCCB(车载信号系统总断路器)跳闸后,会导致 ATCIS(车载信号系统隔离开关)旋钮无效,DCSR(数据通信继电器)等继电器始终无法得电,将造成列车紧急制动无法缓解、车门无法打开等情况,严重影响列车运营。通过苏州轨道交通 3 号线列车 ATCCB 断开试验,分析了导致该问题的原因,提出了相应的改造方案。改造方案实施后,两车头端的任意一端 ATCCB 跳闸,都能通过隔离司机端 ATCIS 来实现紧急制动缓解,车门都能打开。该改造方案可用于既有列车改造,也可用于后续增购列车的电路搭建。

关键词 苏州轨道交通;车载信号系统;断路器;隔离开关;电路改造

中图分类号 U284.45
DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.05.026

Transformation of Train ATCCB (On-board Signaling System Total Circuit Breaker) Control Circuit of Suzhou Rail Transit Line 3

FANG Xiaoyi, CAI Bo, WANG Wei

Abstract Train ATCCB (on-board signaling system total circuit breaker) tripping off will cause ATCIS (on-board signaling system isolation switch) knob to be invalid. That relays including DCSR (data communication relay) are not electrified will cause the train emergency braking to not alleviate and doors to remain shut, seriously affecting train operation. Through Suzhou Rail Transit Line 3 train ATCCB disconnection test, the cause of this problem is analyzed, and corresponding reconstruction scheme is put forward. After the implementation of the transformation program, with ATCCB tripping off at either end of the two vehicle front ends, emergency brake alleviation can be achieved through isolating the driver end ATCIS, and the doors can be opened. The transformation scheme can be used for the existing train transformation, but also for the circuit construction of subsequently purchased additional train.

Key words Suzhou Rail Transit; on-board signaling system; circuit breaker; isolating switch; circuitry redesign

Author's address Suzhou Rail Transit Group Co., Ltd.,

215101, Suzhou, China

苏州轨道交通 3 号线信号系统采用的是卡斯柯 Urbalis888 基于无线连续通信的移动闭塞系统,车载信号系统是卡斯柯信号系统里的一个子系统。ATCCB(车载信号系统总断路器)为列车一端的车载信号设备总空开,控制着车载设备工作电流的通断。ATCIS(车载信号系统隔离开关)则是隔离信号传输信息转由纯车辆功能控制的旋钮开关。根据车载信号系统控制电路原理图,ATCCB 同时还控制着 DCSR(数据通信继电器)等继电器的得电和失电。一旦 ATCCB 跳闸,会导致 ATCIS 旋钮无效,DCSR 等继电器始终无法得电,将造成列车紧急制动无法缓解、车门无法打开等情况,严重影响列车运营。本文探讨 ATCIS 开关接点及 DCSR 电路改造方案,以解决因 ATCCB 跳闸而导致的运营问题。

1 问题分析

苏州轨道交通 3 号线列车 ATCCB 断开试验结果如表 1 所示。

表 1 苏州轨道交通 3 号线列车 ATCCB 断开试验结果
Tab. 1 Train ATCCB disconnection test results of Suzhou Rail Transit Line 3

司机室 激活端	ATCCB 断开端	零速 信号	紧急 制动	隔离不同端 ATCIS		
				隔离端	零速信号	紧急制动
Tc1	Tc1	无	×	Tc1	无	×
Tc1	Tc1	无	×	Tc2	有	√
Tc1	Tc2	有	×	Tc1	有	√
Tc1	Tc2	有	×	Tc2	有	×
Tc2	Tc1	无	×	Tc1	无	×
Tc2	Tc1	无	×	Tc2	有	√
Tc2	Tc2	有	×	Tc1	有	√
Tc2	Tc2	有	×	Tc2	有	×

注: Tc1 为带司机室拖车 1 端;Tc2 为带司机室拖车 2 端;√表示紧急制动可缓解;×表示紧急制动不可缓解。

由表 1 可见：

1) 当 Tc1 端激活且 Tc1 端 ATCCB 断开时,即使操作 Tc1 的 ATCIS,车载 DSO(离散安全输出)板也无法输出零速信号。这一点,与 4 号线列车的试验现象不同。4 号线列车的 Tc1 端 ATCCB 断开后,列车仍有零速信号。经检查,3 号线列车与 4 号线列车与零速信号相关的硬线与硬件均无异常,可能是 3 号线列车与 4 号线列车车载信号系统软件存在差异而导致试验结果不同。

3 号线列车只有 Tc1 端的 ATC(列车自动控制)子系统与车辆网络有接口。因此,当断开 Tc1 端的 ATCCB 时,会同时断开车辆网络,这会导致列车两端的里程计都无效。之所以 Tc1 端 ATCCB 断开会导致无零速信号,是由于 3 号线列车车辆网络速度变量使用的是 data 类型(断开 Tc1 端的 ATCCB 之后,与车辆网络通信中断,没有车辆网络给的速度作比较,data 类型变量认为当前的车辆网络速度为 undefined),即断开 Tc1 端的 ATCCB 之后,Tc1 端的里程计无效;因为此时车辆网络被断开,Tc2 端里程计没有可与之相比较的有效速度源,因此 Tc2 端里程计也无效,所以也不会输出零速信号。

列车无零速信号的直接影响就是车门无法打

开,导致乘客无法上下车;列车紧急制动无法缓解,导致列车无法牵引。这将严重影响运营。

2) 只要司机在本端驾驶,本端 ATCCB 空开跳闸,就会导致紧急制动无法缓解,司机只能去尾端隔离 ATC 使得本端 DCSR 得电,从而达到缓解紧急制动的目的。列车紧急制动不缓解,带来的直接影响就是列车无法牵引,将严重影响运营。

由上述分析可见,ATCCB 的下游设备是 ATCIS 及 DCSR 等继电器,ATCCB 闭合才能实现 ATC 传输信息隔离,ATCCB 断开就不能实现 ATC 传输信息隔离。因此,若 ATCCB 跳闸,无论是 ATCIS 闭合还是断开,DCSR 都无法得电,无法达到隔离信号的目的。这一点与接口技术规范中的规定“在 ATC 旁路状态下,车辆应不考虑所有 ATC 输出控制”相违背,故需要对有关电路进行改造。

2 改造方案及现场测试

2.1 改造方案

改造 ATCIS 开关接点及 DCSR 电路,使 ATCIS 和 DCSR 等继电器不受 ATCCB 控制。实现当 ATCCB 断开后,通过隔离本端 ATCIS 就能实现 DCSR 等接口继电器得电。改造后的电路如图 1 所示。

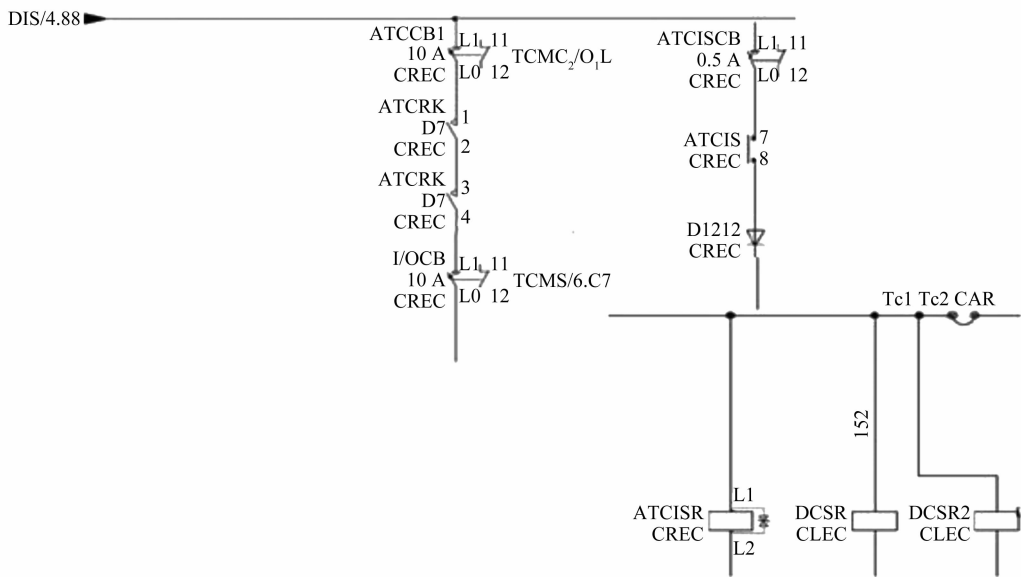


图 1 ATCIS 开关接点及 DCSR 电路改造后电路截图

Fig. 1 Circuit screenshot of ATCIS switch contact and DCSR circuit after reformation

该改造方案将 ATCIS 开关的 7-8 接点及 DCSR 等继电器直接接到与 ATCCB 供电总线线路(紧急供电母线)相并联位置,脱离 ATCCB 的串联控制。

为对 ATCIS 及 DCSR 等继电器设备进行电路保护,新增了一个空气开关 ATCICB(信号系统隔离断路器)。

改造前后电压未变,加载在继电器两端的电压都为 110 V。ATCIS 隔离开关独立使用 0.5 A 断路器供电,新增断路器下将有 6 个断路器负载(每个按 5 W 计算,共 30 W),按单端 80 V 考虑蓄电池供电,额定电流为 0.38 A,满足改动需求。

结合列车布线图进行现场勘察发现,紧急供电母线的 52 号位有空接点可以连接(对 ATCCB 进行断开测试,此接点电压仍为 110 V),并且电器柜有补空的空开位置可以制作,故可新增一条线缆,一端接 ATCICB 的输入端,另一端接供电母线的 52 点位,ATCIS 原来的 7 接点接到 ATCICB 的输出端。

2.2 改造方案实施

经与信号系统供应商和车辆供应商沟通,确定该改造方案可行。供应商与苏州轨道交通共同提出实施方案,落实整改。改造过程分三步进行,分别为拆改配线及新增空开、静态功能测试和动态功能测试。

拆改配线及新增空开后,首先进行静态测试:当断开 Tc1 端 ATCCB 时,紧急制动无法缓解;当隔离 ATCIS 后,紧急制动可缓解。静态测试达到了预期改造效果。

动态测试:对改造实施完成后的列车进行动态功能验证。列车运行过程中,当断开 Tc1 端 ATCCB 时,列车紧急制动并无法缓解;当隔离 ATCIS 后,紧急制动可缓解。动态测试达到了预期改造效果。该改造方案能够确保各驾驶模式及相关车载功能正常运行,列车可上线安全运营。改造方案实施后苏州轨道交通 3 号线列车 ATCCB 断开试验结果如表 2 所示。

有零速信号就能保证车门一定能打开,不会影响乘客上下车。并且电路改造后,无论哪端 ATCCB 跳闸,都能通过隔离司机端 ATCIS 来实现紧急制动缓解,不会导致列车无法牵引,更不会使故障产生的影响进一步扩大化。

3 结语

改造前,若因 ATCCB 跳闸导致紧急制动,司机能察觉到的只有 DMI(驾驶室显示屏)黑屏及列车

表 2 改造方案实施后苏州轨道交通 3 号线列车 ATCCB 断开试验结果

Tab. 2 ATCCB disconnection test result of Suzhou Rail Transit Line 3 after reformation scheme implemented

司机室 激活端	ATCCB 断开端	零速 信号	紧急 制动	隔离不同端 ATCIS		
				隔离端	零速信号	紧急制动
Tc1	Tc1	无	×	Tc1	有	√
Tc1	Tc1	无	×	Tc2	有	√
Tc1	Tc2	有	×	Tc1	有	√
Tc1	Tc2	有	×	Tc2	有	√
Tc2	Tc1	无	×	Tc1	有	√
Tc2	Tc1	无	×	Tc2	有	√
Tc2	Tc2	有	×	Tc1	有	√
Tc2	Tc2	有	×	Tc2	有	√

注: Tc1 为带司机室拖车 1 端;Tc2 为带司机室拖车 2 端;√表示紧急制动可缓解;×表示紧急制动不可缓解。

产生紧急制动。司机需对所有 ATCCB 跳闸情况进行整合并形成故障处理流程图,流程繁琐,耽误运营时间。改造后,出现任何信号重大故障,只需切除本端 ATC 隔离开关,3 s 时间就能保证以车辆模式的运行,大大减少了司机在判断故障和处理故障上所消耗的时间。改造方案有效规避了电路设计缺陷导致的故障风险。经调研,目前苏州轨道交通 3 号线和 4 号线列车都可按该改造方案进行相应改造。对于后续增购列车,在前期列车装配过程中就可参照该改造方案实施电路搭建。

参考文献

[1] 肖杰. 城市轨道交通车辆与信号系统接口研究[J]. 信息系统工程,2018(10):156.
XIAO Jie. Research on the interface between urban rail transit vehicle and signaling system[J]. China CIO News,2018(10):156.

[2] 张磊. 浅谈基于轨道的列车自动控制(ATC)系统[J]. 科技信息,2013(36):127.
ZHANG Lei. A brief discussion on automatic train control(ATC) system based on track[J]. Science and Technology Information,2013(36):127.

[3] 石杰豪. 地铁车载信号与车辆接口功能及电路分析[J]. 技术与市场,2017(8):63.
SHI Jiehao. Metro on-board signal and vehicle interface function and circuit analysis[J]. Technology and Market,2017(8):63.

(收稿日期:2021-12-10)