

城轨车辆制动远程缓解功能运用探讨与分析

张小军, 胡方阳

(南京地铁运营有限责任公司, 江苏 南京 210012)

摘要: 运用制动远程缓解新技术, 对减少城市轨道交通清客、救援事件, 确保安全可靠运营具有重要意义。介绍了远程缓解的工作机理及其与制动旁路功能的差异, 运用安全性验证分析和功能测试方法, 结合实际运行中发生的故障案例, 对正确合理运用这一功能进行了探讨, 提出了科学的运用方法。

关键词: 城轨车辆; 常用制动; 远程缓解; 制动旁路; 安全; 可靠

中图分类号: U239.5; U268.4

文献标识码: A

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2017.05.112

Discussion and Analysis on Function of Remote Release for the Brake of Urban Rail Vehicle

ZHANG Xiaojun, HU Fangyang

(Nanjing Metro Operation Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210012, China)

Abstract: Application of the remote brake release, the new technology, is of great significance to reduce the occurrence of failure such as passengers off and rescue, ensuring the safe and reliable metro operation. The mechanism of the remote release was described, and its differences from the brake bypass (BBS) were pointed out. With application of safety verification and the test method, combining the actual the fault cases, the correct and rational application of the proposed function was discussed, and the scientific application methods were put forward.

Keywords: urban rail vehicle; service brake application; remote release; brake bypass; safety; reliability

0 引言

城市轨道交通因具有地下部分线路相对地上部分多的特点, 一旦发生行车设备故障, 易引发乘客的恐慌, 尤其是如果发生城轨列车救援时, 将严重影响城市的正常运营秩序, 一旦处置不当或处置不及时, 可能进一步造成严重的次生事件或事故。因此, 各个城轨运营单位都会采取必要措施, 千方百计地确保行车安全, 尽量避免和减少列车救援事件。

引起城轨列车救援事件的原因很多, 其中车辆常用制动不缓解是主要的原因之一。国内城轨车辆制动产品, 大部分采用德国 KNORR-BREMSE 公司生产的 EP2002 制动系统^[1]。该系统是从 KNORR-BREMSE 公司的 EP98 系统发展而来, 比上一代系统有两大主要进

步, 一是机电一体化集成度更高, 二是内部采用了网络控制, 将一个车辆单元内的各个制动电子控制单元 (BECU) 组成 CAN 网络, 由主、副 2 个网关阀连接到整车网络, 进行本网络内的制动管理工作。网络控制比硬线控制有诸多优势, 但在实际运营时, 也存在一些问题。如果主网关阀发生通信故障而副网关阀又不能有效接管, 会使整个 CAN 网络失效, 正常的制动缓解功能就无法实施。为有效避免此类故障, 新一代的 EP2002 系统增加了远程缓解功能, 因其内部 CAN 网络故障, 导致常用制动无法缓解时, 可用纯硬线的控制方式来缓解常用制动, 确保列车继续运行。

现有文献对 EP2002 制动系统技术介绍颇多, 但对 EP2002 制动系统远程缓解这一技术少见报道, 尤其是关于此功能的合理使用、功能测试以及安全性分析等诸多问题, 则未见进行探讨和分析。若在列车运营中, 发生了车辆常用制动无法缓解故障, 正确、快速、合理地

运用远程缓解,才能有效避免清客甚至救援事件的发生,从而避免对城市交通带来不利影响。本文以南京地铁某条新线车辆为例,从城轨交通运营的角度,分析探讨常用制动远程缓解功能在实际运营中的应用方法。

1 远程缓解气路工作机理

EP2002 制动系统的核心部件是 EP2002 网关阀 (GV) 和 EP2002 智能阀 (SV)。制动系统 2 个单元内部使用冗余的 CAN 网络通信,外部通过各自网关阀与车辆 MVB 主干网相连接。其中每个 CAN 网络有 2 个网关阀,负责本单元内的制动管理和列车控制管理系统 (TCMS) 接口功能,正常情况下,一个处于主通路状态,另外一个处于热备状态^[2]。典型的制动系统网络拓扑结构如图 1。

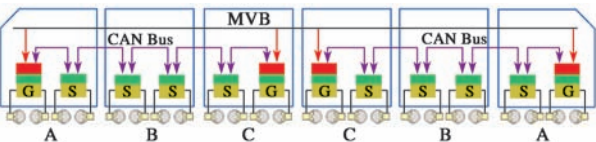
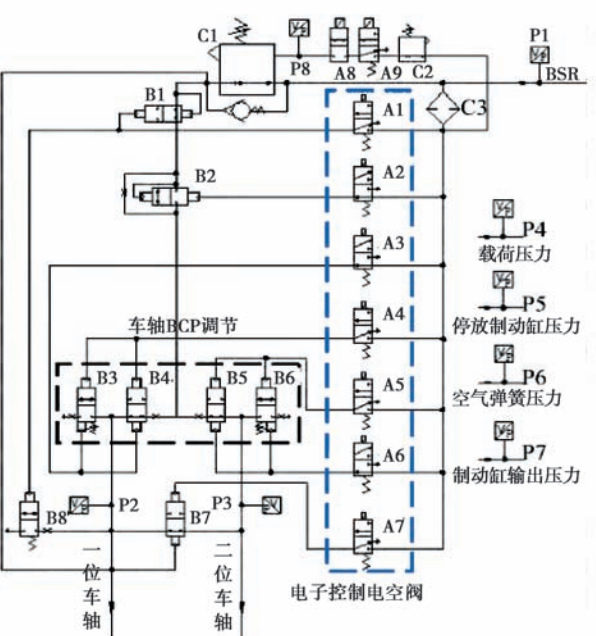


图 1 制动系统网络拓扑图

从列车通信控制结构上看,制动系统的 CAN 通信网络是一个相对封闭的结构。若某个阀故障导致 CAN 网络与外部发生通信异常,无法进行制动缓解指令的传输执行,就需要使用远程缓解这一功能,使常用制动强制缓解。远程缓解又叫强迫缓解,用控制电路将远程缓解硬线指令信号输入故障阀,相应制动缸的压力空气通过 EP2002 内部气路排到大气,实现常用制动的强迫缓解功能。EP2002 阀内部气路结构如图 2 所示。



C1—主调节阀; C2—减压阀; C3—滤清器; A1—远程缓解电磁阀; A2—紧急冲动限制阀; A3—一轴排风电磁阀; A4—一轴保压电磁阀; A5—二轴保压电磁阀; A6—二轴排风电磁阀; A7—连通电磁阀; A8/A9—称重整控制电磁阀; B1—远程缓解保持气控阀; B2—紧急制动限制气控阀; B3—一轴排风气控阀; B4—一轴保压气控阀; B5—二轴保压气控阀; B6—二轴排风气控阀; B7—连通气控阀; B8—远程缓解排风气控阀

图 2 EP2002 阀内部气路结构图

远程缓解的关键是要把电气指令转换成各种阀的相继动作使制动闸缸的压力空气排空。图 2 中,远程缓解功能的相关元件是远程缓解电磁阀 A1、远程缓解保持气控阀 B1 和远程缓解排风气控阀 B8。当有远程缓解指令信号输入时,首先远程缓解电磁阀 A1 得电动作,接通了控制气源;随之压缩空气进入远程缓解保持气控阀 B1,引起动作至截断位从而切断了气源供应,最后压缩空气进入远程缓解排风气控阀 B8 并引起动作至连通位,把两轴制动缸的压缩空气排向大气,从而实现缓解常用制动(包括保持制动)作用。

2 远程缓解电路控制机理

南京地铁某新线车辆远程缓解电路控制机理见图 3 所示。由图 3 可见远程缓解的信号启动有 3 个前提条件:①司机室激活;②手动模式下,司机控制器手柄处于牵引位;③牵引条件有效。

在司机台上设置远程缓解按钮 RRPB(非自锁式),并带保护盖防止意外操作。满足上述 3 个前提条件,持续按下远程缓解按钮,该控制电路将远程缓解指令信号输入故障阀,相应制动缸的压力空气通过 EP2002 内部气路排到大气,实现制动的缓解作用。远程缓解的目标是常用制动,不能缓解紧急制动和停放制动。

3 与制动旁路功能的区别

为有效减少由于车辆正常制动,而某个状态监测器件发生故障,即所谓的假故障,从而造成正常行驶的城轨列车无法牵引和继续运行的故障现象,在南京地铁列车上均设置了制动旁路功能(下文简称 BBS)。制动旁路功能可以旁通整个紧急制动环路的电气故障,直接把紧急制动缓解指令信号输入至每个制动阀,并且强制接通牵引授权电路和牵引脉冲电路。制动旁路可以对牵引和紧急制动回路中的所有电气故障进行旁通,所以使用这一功能时,有严格的规定。根据《南京地铁电客车制动旁路装置使用规定》^[3]要求,正线上司机应请示行车调度后方可使用,而且一般情况下,车辆必须就近清客下线,对正线运营会造成较大的影响,若发生在客流高峰时间,势必造成大量的乘客投诉。

如前文所述,制动旁路只能处置所谓的假故障,实践中有些制动类故障的应急处置使用 BBS 并不奏效,如列车的紧急制动可以缓解,但常用制动(包括保持制动)无法缓解,从而造成列车牵引故障。此时,使用 BBS 操作是无效的,必须使用远程缓解这一功能,强制给故障制动阀信号使相应的转向架制动缸排气,从而缓解常用制动作用。因此,远程缓解的作用不是用来处置所谓的假故障,而是处置网络控制下的常用制动不缓解的真故障。使用制动旁路一般必须清客,而远程缓解的使用不需要清客,可有效减少正线运营列车救援等事件发生。辨别此类故障的关键就是搞清

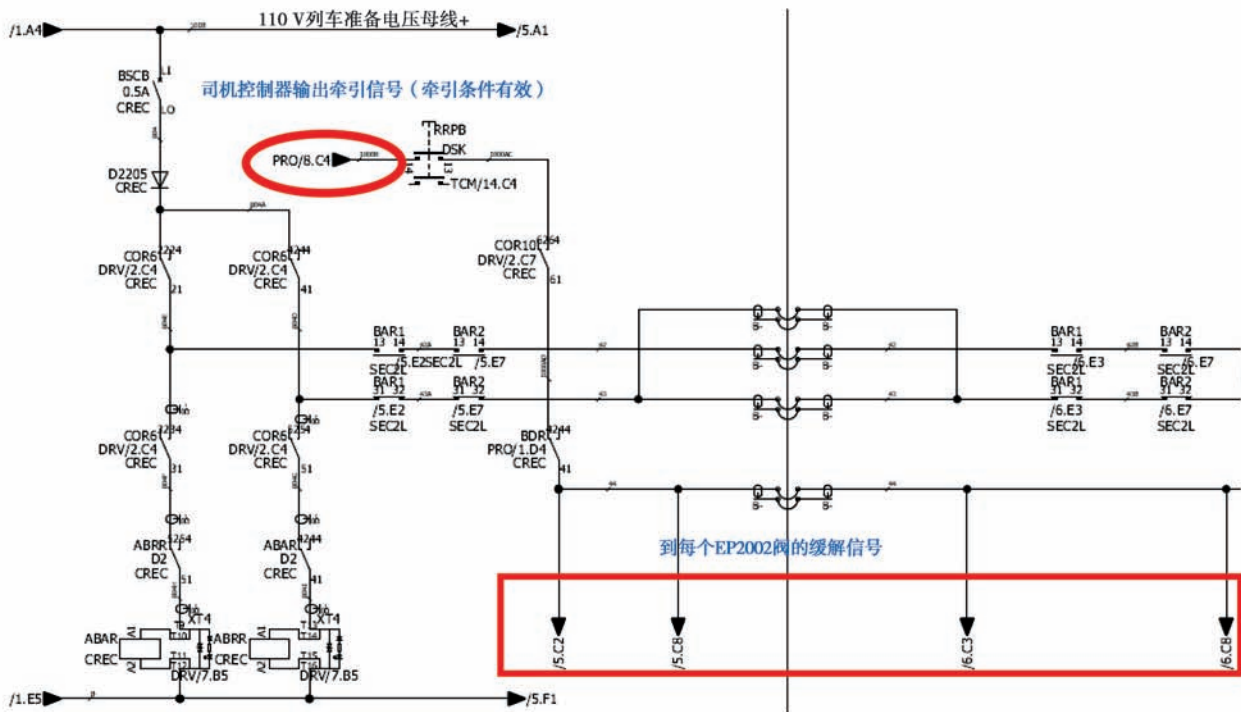


图3 远程缓解控制电路

楚缓解紧急制动后,司机控制器主手柄处于牵引位时,司机台上的所有制动缓解指示灯是不是点亮。若没有点亮,则说明车辆常用制动有可能存在未缓解状态(具体也可在人机显示界面查看是否有常用制动事实上未缓解),此时,使用远程缓解功能便可强制缓解常用制动,从而牵引动车,避免清客甚至救援事件的发生,而若只使用BBS,则无法避免列车救援。

4 功能测试与安全性验证分析

远程缓解并不能缓解紧急制动,从原理上说是安全的,是一种有效的制动故障处置方式,但在正线使用时,是否会产生溜车等不良后果,能否保证使用安全,这些问题在KNORR-BREMSE公司提供的技术资料中并没有叙述。

作者联合KNORR-BREMSE公司技术人员进行了故障模拟与实际功能测试。在3.5%的坡道上进行了常用制动不缓解故障模拟,并开展远程缓解功能测试。由于该线车辆的保持制动缓解方案是在非ATO模式下,空气制动系统收到牵引信号且电制动淡出信号无效时,立即缓解保持制动。因此,在地铁列车一个单元内,2个G阀的PL3连接器中暂时抽掉牵引信号的针脚,G阀接口见图4,并选择硬线模式(旁路网络传递的牵引信号),造成推牵引保持制动不缓



图4 EP2002 G 阀

解故障,然后把牵引手柄推到最大位,持续按下远程缓解按钮,保持制动可以缓解,可以动车且未出现溜车现象。在按住远程缓解按钮的情况下,若司机控制器主手柄拉到惰行位,故障车将施加制动;若司机控制器主手柄拉到制动位,整车将施加常用制动。试验证实了使用远程缓解不会对行车带来额外的风险。

5 典型案例及使用方法建议

在南京地铁某新线列车运行中曾发生一起故障,当时司机正常缓解紧急制动,但司机控制器手柄推牵引位后发现列车无位移,观察司机显示器(DDU)发现一个单元3节车的常用制动不能缓解,使用BBS,仍然不能牵引动车,进一步尝试使用远程缓解功能,发现使用紧急牵引(硬线模式)配合远程缓解,便可缓解制动正常动车,避免了一起严重影响正线运营秩序的列车救援事件。事后分析发现故障原因是制动CAN网内一个主G阀与MVB网络发生通信故障,而CAN网内另外一个热备状态下的G阀因为主G阀的通信故障无法接管CAN网络的制动管理工作,导致故障主G阀持续发出常用制动施加指令,最终在一个CAN网络内全部施加常用制动。在这种情况下,如只使用BBS,虽然牵引授权可以给出并发出牵引力,但由于常用制动事实上并未缓解,仍然不能牵引动车,只有使用紧急牵引(硬线模式)配合远程缓解,使列车常用制动真正缓解才可正常动车。

结合城轨列车实际运营经验,建议出现常用制动实际未缓解(而非电气假故障)情况时可以使用远程缓解功能。理论上,一个CAN网络内一个G阀故障,另外一个处于热备状态下的G阀会 (下转第104页)