

城市轨道交通车辆用紧急阀故障分析及改进措施

魏灿刚 安 震 郭宗斌

(中车青岛四方车辆研究所有限公司, 266031, 青岛//第一作者, 工程师)

摘 要 介绍了城市轨道交通车辆制动控制单元中紧急阀的功能、工作原理及其在车辆运行中容易出现制动不缓解故障现象。通过台架试验,对紧急阀进行了故障分析,提出了调整紧急阀电磁线圈参数的改进措施。试验证明,电磁阀线圈参数调整后的紧急阀可有效防止紧急制动不缓解的情况发生。

关键词 车辆制动系统; 紧急阀; 电磁阀线圈; 故障分析

中图分类号 U270.35

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.04.023

Fault Analysis of Urban Rail Vehicle Emergency Valve and Improvement Measures

WEI Cangang, AN Zhen, GUO Zongbin

Abstract In this paper, the functions and working principle of the emergency valve in the brake control unit of urban rail vehicle, the frequent faults that emergency valve fails to release are introduced. Through bench test, the fault case of emergency valve is analyzed, improvement measures to adjust the parameters of emergency valve solenoid are proposed. The test result shows that after the adjustment, emergency valve can effectively prevent the valve failure problem in break release.

Key words vehicle braking system; emergency valve; solenoid coil; fault analysis

Author's address CRRC Qingdao Sifang Rolling Stock Research Institute Co., Ltd., 266031, Qingdao, China

城市轨道交通车辆制动系统作为列车安全相关的关键子系统,其性能的稳定性与可靠性关系到整列车的运行安全。城轨车辆采用的气动制动控制单元(PBCU)是制动系统的主要控制部件,它与电子制动控制单元(EBCU)组成一个闭环控制,能够根据空气制动力需求,准确而稳定地控制制动缸压力^[1]。

本文针对制动控制单元中的紧急阀在工作时所出现的故障进行试验分析,查找故障原因。通过优化紧急阀的电磁阀线圈来降低电磁阀供电电压,

用于解决城轨列车出现的制动不缓解故障现象。

1 紧急阀结构及工作原理

气动制动控制单元是城轨车辆制动系统的核心部件,其结构如图1所示。气动制动控制单元主要由空电转换阀、紧急阀、空重车阀、中继阀、压力传感器、压力测试接口、电气连接器、集成气路板等零部件组成。

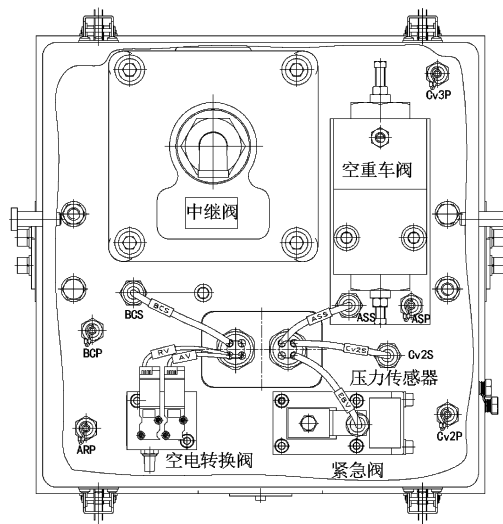


图1 气动制动控制单元结构图

紧急阀内部主要由阀体、活塞、阀芯及电磁阀等零部件组成,如图2所示。每台气动制动控制单元上有一个紧急阀,在正常使用、非紧急制动情况下,紧急阀的电磁阀为常得电状态。一旦司机操纵或其他原因使电磁阀失电,紧急阀就会切断空电转换阀与中继阀的通路,接通制动储风缸与中继阀的通路,产生紧急制动作用^[2-3]。

由图2可以看出,非紧急制动情况下,紧急电磁阀得电,制动储风缸的压缩空气充入活塞右侧,推动活塞向左移动,打开预控压力1与预控压力2之间的通路,切断制动储风缸与预控压力2之间的通

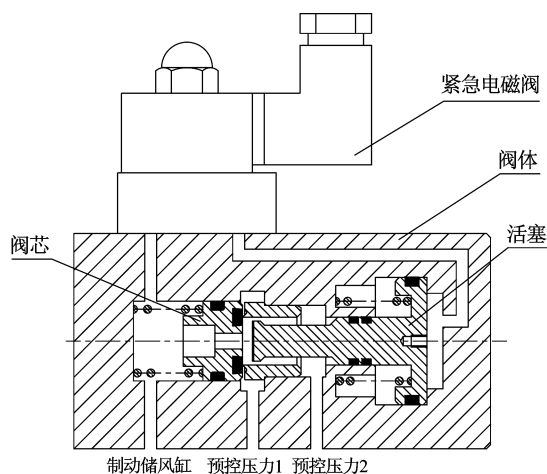


图2 紧急阀内部结构及工作原理

路。常用制动时,空电转换阀传来的预控压力1,经过紧急阀后,形成预控压力2;紧急制动时,紧急电磁阀断电,活塞右侧的压缩空气排大气,在弹簧力作用下,活塞、阀芯向右移动,切断预控压力1与预控压力2之间的通路,打开制动储风缸与预控压力2之间的通路,制动储风缸的压缩空气经过紧急阀后,形成预控压力2。

2 故障现象

本文研究的故障情况是运行的列车从试验线由机车回送进库的过程中,其中一辆车出现了紧急制动无法缓解的故障。故障发生时,车辆状态为:①无外接高压,列车自身蓄电池供电,故障车辆制动控制装置的紧急环路电压低至80~83 V;②总风压力大于800 kPa;③制动没有隔离;④没有牵引,靠机车拖动。故障发生后,通过现场情况进行判断,紧急电磁阀此时未动作,确定为紧急阀故障。

3 故障原因分析

为了推断和验证紧急阀出现故障的原因,在紧急阀试验台上进行了不同类别试验。以下为试验内容、试验结果和结果分析。

3.1 通电时间和总风压对紧急制动缓解的影响

由于电磁阀在长时间通电后,线圈会产生很多热量,这样会影响电磁阀的电磁吸力,通过试验测得:

1) 紧急阀在未通总风、未通电状态时,紧急制动能够缓解的电压为93 V;持续通电3 h、未通总风的情况下,紧急制动能够缓解的电压为103 V,这是由于线圈发热而导致紧急缓解时通电电压升高所

致;持续通电3 h后,继续通电紧急缓解时通电电压维持在103 V左右。

2) 在总风压为 (900 ± 10) kPa时,紧急阀缓解紧急制动时的电压为62 V;持续通电3 h后,线圈发热紧急缓解时通电电压为63 V,之后继续通电紧急缓解时通电电压为维持在63 V左右不变。

试验结果表明:长时间通电,线圈发热对电磁阀的工作状况有影响,但影响在一定范围内;在总风压降低的情况下,线圈发热对紧急制动缓解时的电压影响较大;总风压在正常工作范围时,线圈发热对紧急制动缓解时的电压影响较小。

试验结果分析:为减少因总风压低、且供电电压较低的情况下紧急制动不缓解故障的发生,可以通过扩大电磁阀的工作电压范围来降低这种影响。

3.2 总风压对电磁阀动作电压的影响

紧急阀试验台测得的同一个紧急阀在不同总风压下电磁阀动作时的电压情况如下表所示。由表1可见,紧急制动时,随着电压的升高,电磁阀刚开始动作时的电压为 U_1 ,紧急阀完全缓解时的电压为 U_2 ,电压由110 V降到 U_3 时紧急阀开始紧急制动。

表1 总风压对电磁阀动作电压的影响

总风压 P/kPa	U_1/V	U_2/V	U_3/V
900	43	60	17
800	52	63	17
700	60	68	17
600	66	74	17
500	72	78	17
400	78	83	17
300	85	87	17
200	90	90	17
100	94	94	17
0	98	98	17

试验结果表明:随着总风压的降低, U_1 和 U_2 逐渐增加;当总风压为正常风压时(700~900 kPa),紧急阀在74 V电压下能够缓解紧急制动;当总风压降为0时,紧急阀在电压为98 V时才能够缓解紧急制动。列车上储风缸的风压变化对紧急阀的紧急缓解有影响,但对列车紧急制动时的低电压 U_3 没有影响。

试验结果分析:电磁阀供电电压在正常工作电压(77~125 V)范围内时,如紧急制动不缓解情况发生,则调整电磁阀线圈可使紧急阀在总风压较低的

情况下,且电压在 77 ~ 125 V 范围内时能实施紧急制动缓解。

3.3 线圈调整后的电磁阀试验结果

对电磁阀的线圈进行调整,使电磁阀能够满足在较低风压和较低电压时的动作要求。调整后的电磁阀试验结果如表 2 所示。

表 2 线圈调整后的电磁阀试验结果

序号	电压/V	总风压/kPa									
		900	800	700	600	500	400	300	200	100	0
01 号电磁阀	U_1	43	45	48	51	53	56	58	60	62	64
	U_2	54	52	52	52	53	56	58	60	62	64
	U_3	19	18	18	18	18	18	18	18	18	20
02 号电磁阀	U_1	43	50	53	56	58	60	63	64	66	67
	U_2	57	56	56	57	58	60	63	64	66	67
	U_3	22	23	23	23	23	23	23	23	23	24
03 号电磁阀	U_1	43	45	48	54	52	56	58	60	62	64
	U_2	58	58	57	57	57	58	58	60	62	64
	U_3	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
04 号电磁阀	U_1	43	46	49	52	54	56	58	60	61	63
	U_2	58	56	56	56	55	56	58	60	61	63
	U_3	22	22	20	20	20	21	21	21	21	21
05 号电磁阀	U_1	43	48	50	52	56	59	61	63	65	67
	U_2	57	56	55	55	56	59	61	63	65	67
	U_3	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

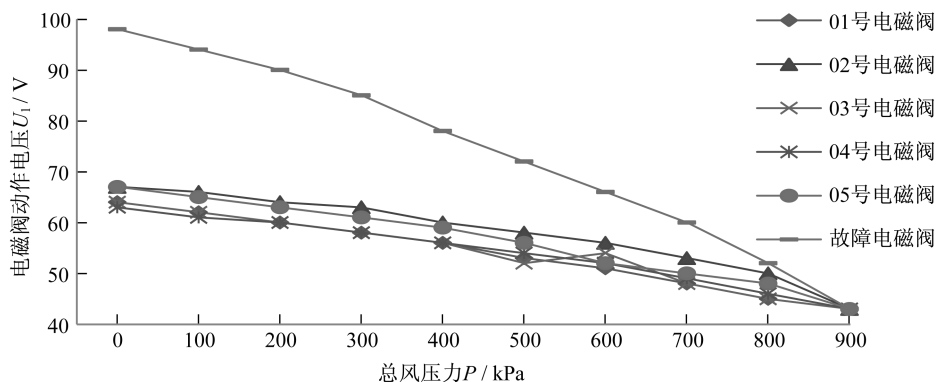


图 3 电磁阀在不同总风压力下动作的电压值

4 结论

1) 紧急阀实施紧急制动时会受到供电电压和总风压的影响,当供电电压较低、总风压较低时,易导致制动不缓解故障现象的发生。

2) 调整电磁阀线圈参数后,总风压在 0~900 kPa 且供电电压在 77 V 以上时,电磁阀均能够保持正常动作,故可有效防止紧急制动不缓解的情况出现。

参考文献

- [1] 李培署,井秀海. 城市现代有轨电车制动控制系统的研制[J]. 铁道车辆, 2007, 45(2):16.
- [2] 纪铅磊,王海涛,霍苗苗,等. 北京地铁5号线列车制动系统国产化研制[C]//智慧城市与轨道交通2016论文集. 北京: 北京国建信文化发展中心, 2016:16.
- [3] 吕晓晖. 我国城轨车辆制动系统介绍及选型[J]. 城市轨道交通研究, 2009(6):56.

(收稿日期:2019-06-08)