

城市轨道交通

广佛线列车制动缓解不同步 导致限速解决方案

王 梁

(广州市地下铁道总公司 运营事业总部,
广东 广州 510380)

摘 要: 针对广佛线列车正线运营时出现的几次因制动缓解列车线与软件信号不同步导致30 km/h限速故障, 根据故障时的诊断记录数据, 从制动系统与列车控制系统接口进行调查分析, 最终经修改控制系统软件使故障得以解决。

关键词: 列车控制系统; 列车线; 网关阀; 限速; 制动系统; 广佛线

中图分类号: U292.91⁺2; U269.6 文献标识码: B

文章编号: 1000-128X(2014)02-0080-02

1 概述

广佛线列车为4节编组的B型车, 制动系统采用克诺尔公司的EP2002控制系统及电控控制的架控踏面制动单元, 每辆拖车有1个网关阀和1个智能阀, 每辆动车有2个智能阀, 各阀通过制动系统CAN总线传递制动信号, 对相应转向架上的制动缸压力进行控制, 网关阀还通过集成的MVB网络接口卡为制动系统和列车控制系统提供接口。列车控制系统采用西门子公司SIBAS-32系统, 车辆网络控制采用双通道冗余的MVB网络。广佛线运营以来正线出现几次车辆因制动缓解列车线与软件信号不同步导致30 km/h限速故障, 因车辆限速导致运营晚点并退出服务, 给正线运营服务质量带来较大影响。

2 故障现象

2012年2月23日01706次(019+020)以ATO模式在金融高新区正点出站后运行速度达到30 km/h时无法提速, 当时列车推荐速度为75 km/h, 紧急制动启动速度为80 km/h, 司机SM模式介入均无法提速, 列车在龙溪上行出站后恢复正常。运行受此影响, 01706次在龙溪上行延误258 s开出, 到达西朗上行晚点252 s, 后续01022次到达西朗上行延误237 s。

2012年3月13日00629次(023+024)以ATO模式在千灯湖至雷岗下行运行时, 列车速度到30 km/h时不能提速(紧急制动启动速度为80 km/h), 司机以SM介入仍无法提速。该车在雷岗下行以SM模式出站后恢复正常, 后续列车在千灯湖—雷岗下行运行无异常。

收稿日期: 2013-05-26; 收修改稿日期: 2013-09-11

从上述故障现象中可以看出, 故障时推荐速度均大于30 km/h, 可以排除信号系统限速, 且该故障无规律, 发生在不固定的车次和区间内, 但是在列车制动停稳后故障即消失。

3 故障分析

根据读取车辆VCU及事件记录仪数据(见图1), 故障时间段有多次摩擦制动未缓解记录, 且出现30 km/h限速前所有制动缓解信号\$AKMBGEL出现持续2 s的低电平(该信号为1时表示所有制动缓解, 为0时表示所有制动未缓解)。在西门子控制逻辑SIBAS-G中, 所有制动缓解信号\$AKMBGEL取非逻辑可触发30 km/h限速, 所有制动缓解信号\$AKMBGEL的触发条件为所有制动缓解列车线信号与制动缓解软件信号同步触发。

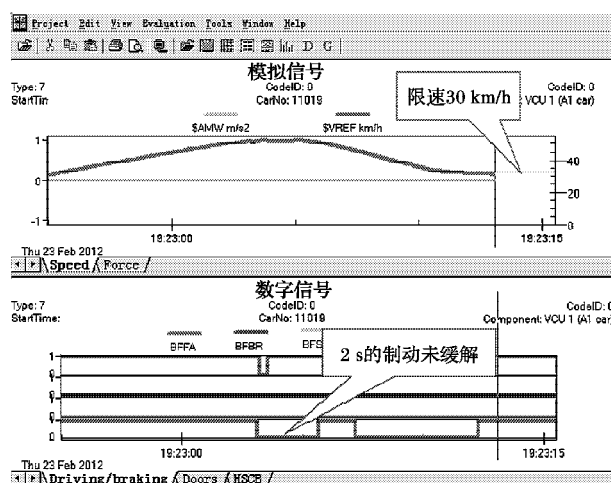


图1 30 km/h限速事件记录仪数据

制动EP2002系统设计成通过网关阀和智能阀来形成分散式制动控制网络。网关阀和智能阀均是一个机电一体的部件, 采用软件和硬件组合的方式予以控制和监视, 从而能够检测到潜在的危险故障。列车制动缓解时, 每个阀既可以通过内部接触器吸合给出硬线缓解信号, 又可以通过电子控制部分给出软件缓解信号。这2个信号是独立分开的。每个阀的硬线缓解信号通过与逻辑得出制动缓解列车线信号, 再通过Klip输入至VCU(列车控制单元), 每个阀的软件缓解信号通过制动控制CAN总线网络传输到网关阀, 网关阀通过集成的MVB网络接口卡将所有阀发出的软件缓解信号传输至VCU。VCU对列车线缓解信号和软件缓解信号做与逻辑判断, 只有两者同时缓解, 才能判断整车制动缓解(见图2)。

根据以上分析, 造成30 km/h限速的原因为制动缓解列车线与

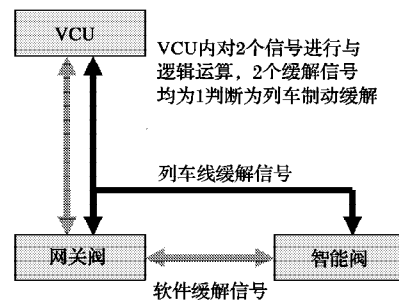


图2 制动缓解逻辑框图

软件信号不同步,即在车辆运行时制动缓解列车线与软件缓解信号其中之一出现未缓解。下面将对这两方面进行分析。

3.1 制动软件信号出现未缓解

列车在正常运行过程中,制动列车线已缓解,但网关阀或智能阀突然错误给出一个制动施加信号,列车会产生30 km/h限速。参考图3截取的故障时列车环境数据。

Friction brake 1 released.	\$E111_05.	1.
Friction brake 2 released.	\$E111_06.	1.
Friction brake 1 released.	\$E211_05.	1.
Friction brake 2 released.	\$E211_06.	1.
Friction brake 1 released.	\$E221_05.	1.
Friction brake 2 released.	\$E221_06.	1.
Friction brake 1 released.	\$E121_05.	1.
Friction brake 2 released.	\$E121_06.	1.
Brake applied BCU 1 A1.	\$BBABB01.	1.
Brake applied BCU 2 A1.	\$BBABB02.	0.
Brake applied BCU 1 B1.	\$BBABB11.	0.
Brake applied BCU 2 B1.	\$BBABB12.	0.
Brake applied BCU 1 B2.	\$BBABB21.	0.
Brake applied BCU 2 B2.	\$BBABB22.	0.
Brake applied BCU 1 A2.	\$BBABB31.	0.
Brake applied BCU 2 A2.	\$BBABB32.	0.

图3 环境数据

图3中,Friction brake released是整列车8个阀的制动缓解列车线信号,列车线缓解信号均为1表示已全部缓解。Brake applied BCU是8个阀的软件制动施加信号,A1车一位端的阀的制动施加信号为1,表示该阀未缓解。根据控制逻辑,此时VCU判断车辆处于未缓解状态并限速。

3.2 制动列车线出现未缓解

列车在正常运行过程中,每个阀均给出已缓解的软件信号,但是监控制列车线信号出现未缓解,列车会产生30 km/h限速,参考图4截取的故障时列车环境数据。

Friction brake 1 released.	\$E111_05.	0.
Friction brake 2 released.	\$E111_06.	0.
Friction brake 1 released.	\$E211_05.	0.
Friction brake 2 released.	\$E211_06.	0.
Friction brake 1 released.	\$E221_05.	1.
Friction brake 2 released.	\$E221_06.	0.
Friction brake 1 released.	\$E121_05.	1.
Friction brake 2 released.	\$E121_06.	1.
Brake applied BCU 1 A1.	\$BBABB01.	0.
Brake applied BCU 2 A1.	\$BBABB02.	0.
Brake applied BCU 1 B1.	\$BBABB11.	0.
Brake applied BCU 2 B1.	\$BBABB12.	0.
Brake applied BCU 1 B2.	\$BBABB21.	0.
Brake applied BCU 2 B2.	\$BBABB22.	0.
Brake applied BCU 1 A2.	\$BBABB31.	0.
Brake applied BCU 2 A2.	\$BBABB32.	0.

图4 环境数据

图4中,Friction brake released是整列车8个阀的制动缓解列车线信号,其中有5个列车线缓解信号为0表示制动列车线未缓解,Brake applied BCU是8个阀的软件制动施加信号,均为0表示8个阀软件信号全部缓解。根据控制逻辑,此时VCU判断车辆处于未缓解状态并限速。

4 解决措施

出现制动缓解列车线与软件信号不同步导致限速时,如果司机将主控手柄拉到制动位使列车停稳后再次动车,相当于使每个阀制动施加缓解复位一次,可能会因复位而使制动缓解列车线与软件信号同步缓解而恢复正常。这就是上述2起故障在站台停稳后再次启动故障消失的原因。但出现限速时司机无法判断是因该原因导致限速,司机不会主动人工介入拉主控手柄至制动位使列车停下,所以在区间一直限速30 km/h运行到下一站,靠列车在站台制动停稳时自身制动施加缓

解复位恢复正常,这种情况肯定会造成晚点。为此在控制逻辑中删除了该情况触发30 km/h限速,改为无论是制动软件信号未缓解还是制动列车线未缓解,均能触发列车紧急制动并牵引封锁,在HMI上显示“Mechanical brake doesn't release”,这样可以不用司机被动去复位,改为由列车主动进行制动施加缓解复位。在此情况下司机可再次尝试动车,如果因制动列车线未缓解仍然出现紧急制动和牵引封锁,可以打“常用制动缓解旁路”将制动列车线缓解信号全部旁路掉而正常动车。

对于制动软件信号在动车时出现错误施加,在控制逻辑中,增加一条判断指令。阀体内无电压双通路继电器输出将用来进行制动实施显示,当制动缸压力高于0.4 Bar时,制动实施显示真实,判断此时处于制动施加状态。制动施加/缓解显示与微机控制无关,该状态也可通过列车MVB总线传输到VCU。将制动缓解软件信号与该状态进行与逻辑运算来判断列车制动缓解,这样避免了制动软件信号出现错误施加(见图5)。如果因网关阀或智能阀故障而导致制动缸压力大于0.4 Bar无法动车,可以切除相应转向架的B05,将该阀内部气体放空并打“常用制动缓解旁路”动车。但此时注意切除5个或5个以上的B05时,列车将因安全因素而设定为牵引封锁无法动车。

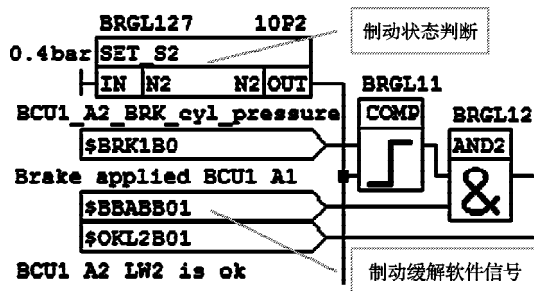


图5 软件信号未缓解逻辑

5 结语

通过更改列车控制系统软件逻辑,可避免因列车制动缓解列车线与软件信号不同步导致限速,司机无需判断此情况是否需人工介入制动使列车停下后再牵引,通过控制软件来使人工操作简单化,并避免因限速导致的晚点、清客,有效提高了运营服务质量。

参考文献:

- [1] 广州市地下铁道总公司. 珠江三角洲城际快速轨道交通广州至佛山段车辆采购项目[G]. 广州: 广州市地下铁道总公司, 2008.
- [2] 长春轨道客车股份有限公司. 珠江三角洲城际快速轨道交通广州至佛山段车辆采购项目维修手册[G]. 长春: 长春轨道客车股份有限公司, 2010.
- [3] 西门子(中国)有限公司. SIBAS-G-Reader 逻辑功能描述[G]. 株洲: 西门子(中国)有限公司, 2009.
- [4] 克诺尔车辆设备(苏州)有限公司. 广佛线地铁系统说明[G]. 苏州: 克诺尔车辆设备(苏州)有限公司, 2009.