城市轨道车辆

广州地铁牵引制动指令同时存在故障分析及解决措施

朱鹏举

（广州地铁车辆中心,广东 广州 510380）

摘 要：针对广州地铁2、8号线列车出现的牵引指令和制动指令同时存在的问题进行了分析,提出了提高车辆诊断系统对牵引指令和制动指令处理速度的解决方案,并取得了良好的效果。

关键词：地铁车辆；牵引；制动；故障诊断；ATC系统；广州地铁

中图分类号：U231；U269.6 **文献标识码**：B

文章编号：1000-128X(2013)04-0063-02

1 问题的提出

广州地铁2、8号线列车采用西门子牵引控制系统。在ATO模式下，正线载客运营的列车，经常报出牵引/制动严重故障。列车故障诊断数据显示为牵引指令和制动指令同时存在故障。该故障严重影响列车的运营性能。本文分析了牵引指令和制动指令同时存在的原因，提出了相应的解决措施。通过技术改造，列车取得良好的运行效果。

2 原理分析

2.1 牵引、制动命令触发原理

在ATO模式下，牵引指令由ATC系统（信号系统）直接发出，制动指令由ATC系统通过控制一个继电器，经继电器的一对常开触点来发出。在ATO模式下，当牵引指令和制动指令频繁切换时，因中间继电器触点动作存在机械延时问题，牵引指令和制动指令可能同时出现。电路示意图如图1。

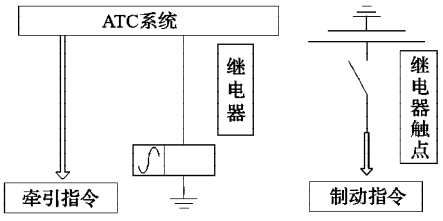

图1 牵引/制动指令触发电路示意图

2.2 牵引指令、制动指令检测原理

1）检测架构

牵引指令和制动指令是列车2个重要的控制信号，在列车设计中需要保证这2个信号在整列车中的同步性和一致性。广州地铁2、8号线列车诊断系统通过“SKS”（数据采集点）实时采集列车两端的牵引指令和制动指令，并对采集到的信号进行逻辑运算以判断同步性和一致性，如图2。

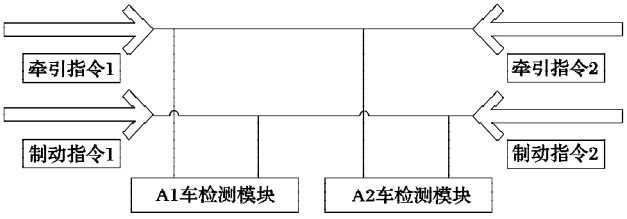

图2 牵引/制动指令检测架构

A1车检测模块与A2车检测模块同时检测牵引指令及制动指令。A1车检测模块的信号命名为牵引指令1或制动指令1，A2车检测模块的信号命名为牵引指令2或制动指令2。

2）牵引指令1和牵引指令2不一致的诊断

若牵引指令1和牵引指令2不一致，且连续1 024 ms，则诊断为牵引中级故障，如图3。

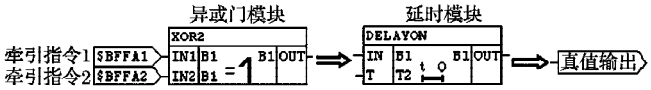

图3 牵引中级故障诊断逻辑

3）制动指令1和制动指令2不一致的诊断

若制动指令1和制动指令2不一致，且连续1 024 ms，则诊断为制动中级故障，如图4。

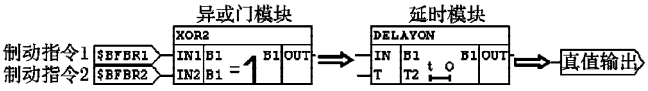

图4 制动中级故障诊断逻辑

4）牵引、制动指令同时存在诊断原理

若牵引指令（1或2）与制动指令（1或2）同时存在，且连续1 024ms，则诊断为牵引/制动严重故障，如图5。

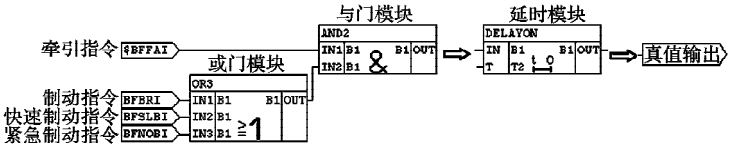

图5 牵引/制动严重故障诊断逻辑

2.3 故障原因分析

1）数据分析

分析故障发生时的数据，存在以下3种基本情况：

①牵引指令1和牵引指令2每次只有约30~70 ms不一致；②制动指令1和制动指令2每次只有约30~70 ms不一致；③牵引指令（1或2）与制动指令（1或2）并非一直持续1 024 ms同时存在，而只有约30~70 ms的重叠时间，如图6。

根据图6可以判断：诊断模块在牵引指令和制动指令同时存在的约30~70 ms内的某个时间点上，触发逻辑判断，并以诊断模块512 ms的处理周期进行采样。根据数据分析，可以判断为：在1 024 ms的延时时间内，诊断模块在3次的扫描周期的采样点上，都诊断到牵引指令和制动指令同时存在，即诊断出牵引/制动严重故

收稿日期：2012-06-07

障。牵引中级故障、制动中级故障与牵引/制动严重故障的触发原理相同。

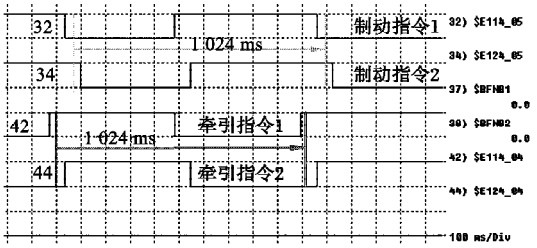

图 6　故障数据波形

2)试验验证

除ATO模式下继电器触点延时因素外，为查找故障其他可能原因，采用司机操作手柄给出牵引指令和制动指令的模式，并进行了大量试验。试验表明，牵引指令或制动指令在经过列车线后，出现了偶尔不同步的情况，约30~70 ms的时差，如图7。

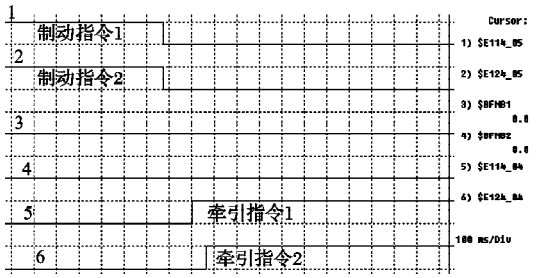

图 7　试验数据波形

3)可能的故障原因

经过原理分析和试验验证，本文认为出现牵引指令和制动指令同时存在的原因主要有3个：①ATC系统切换牵引指令和制动指令的频率过快，以及在ATO模式下，控制制动指令切换的继电器触点动作时存在机械延时；②牵引指令和制动指令经过列车线传输后，到达两端A车诊断模块时存在时差；③诊断系统采集和处理牵引指令和制动指令的速率过低，不能真实反映实际情况。

3　解决措施

针对广州地铁2、8号线车辆牵引指令和制动指令同时存在的问题，提出了3种解决方案：①修改ATC系统，避免牵引指令和制动指令在1 024 ms内频繁切换；②修改列车控制系统，只使用一个牵引指令或制动指令，不再区分牵引指令1(制动指令1)和牵引指令2(制动指令2)；③提高列车诊断系统对牵引指令和制动指令的处理速度。

因没有充分的理由证明ATC系统存在问题，信号部门难以做出修改。经与西门子供货商沟通，西门子认为方案2只采用单端信号，降低了列车安全性能；针对方案3，西门子同意将处理时间由原来的512 ms改为64 ms。经过试验验证，已大大提高列车诊断系统对该故障的准确判断。

4　结语

牵引指令和制动指令同时存在故障一直困扰着车辆运用部门。本文在不改变ATC(信号系统)的前提下，提出了提高车辆诊断系统对牵引指令和制动指令的处理速度的方案，并经过实际检验，取得了良好的改造效果。

参考文献：

[1] 沈忠红.广州地铁车辆故障诊断系统[J].机车电传动，2000(4)：26-28.
[2] 广州市地下铁道总公司. 广州地铁二、八号线电路图[G]. 广州：广州市地下铁道总公司，2010.
[3] 广州市地下铁道总公司. 广州地铁二、八号线维修手册[G]. 广州：广州市地下铁道总公司，2010.

(上接第55页)

[7] ALSTOM. CITADIS DUALIS, Coming the best of trains and tramways[EB/OL][2013-04-02] http://www.transformer-services.de/Global/Transport/Resources/Documents/Brochure%20-%20Rolling%20Stock%20-%20Citadis%20Dualis%20-%20Configurations%20and%20options%20-%20English%20.pdf.
[8] ALSTOM. Paris Citadis Marechaux, line T3[EB/OL][2013-04-02] http://www.alstom.com/Global/Transport/Resources/Documents/Factsheets/References%20-%20Rolling%20stock%20-%20Tramway%20-%20Citadis%20Marechaux%20-%20French.pdf.
[9] AnsaldoBreda. Sirio Milano[EB/OL][2013-04-03] http://www.ansaldobreda.it/Portals/0/Contents/Prodotti/Urbantransport/Tram/Siriomilano/Pdf/121_ITA_SIRIO_MILANO.pdf.
[10] 梁世宽."十一五"国家科技支撑计划重点项目：100%低地板车辆简介[J].才智，2012(20).
[11] BOMBARDIER. FLEXX Urban Bogies Easy access in the city [EB/OL][2013-04-02] http://www.bombardier.com/content/dam/Websites/bombardiercom/supporting-documents/BT/Bombardier-Transportation-Bogies-FLEXX-Urban.pdf.
[12] BOMBARDIER. S-Size bogies[BT-FLEXX-Urban_3000_Bogie][EB/OL][2013-04-03] http://www.bombardier.com/content/dam/Websites/bombardiercom/supporting-documents/BT/Bombardier-Transportation-FLEXX-Urban-3000-Bogie.pdf.
[13] Satoru Akiyama, Kazuo Tsutsumi, Shinya Matsuki Kawasaki. The development of low floor battery-driven LRV "SWIMO" [EB/OL][2013-04-01] http://www.uic.org/cdrom/2008/11_wcrr2008/pdf/R.2.2.3.2.pdf.
[14] 橘　胜.日本环保型低地板电池驱动轻轨车辆转向架[J].国外铁道车辆，2012(1).
[15] BOMBARDIER. EcoAcitve Technologies[PRIMOVE Contactless and Catenary-Free Operation]Transportation System[EB/OL][2013-04-01] http://primove.bombardier.com/en/application/light-rail/.
[16] 李　芾，黄运华，傅茂海.车轮耦合方式发展及其导向机理[J].机车电传动，2006(2)：1-4.
[17] 中村 浩德. 日本土佐电铁100型超低地板轻轨车辆[J].国外铁道车辆，1102-7610(2005)05-0015-04.
[18] Adolf Mller-Hellann.German tramcars and urban railway vehicles are a world-wide success[J] RTR,1992/93, 34：23-34.
[19] 赵明花，牛锡平，杨丹燕，等.我国自主研发100%低地板轻轨车[J].机车电传动，2013(3)：59-63.