

广州地铁 7 号线 MVB 总线 轻微故障原因分析

林沛扬, 陈卓群

(广州地铁集团有限公司 运营事业总部, 广东 广州 511400)

摘 要: 广州地铁 7 号线车辆试运营以来, 发生了多次 MVB 总线通道轻微故障, 针对故障发生存在偶然性、瞬时性等问题进行深入分析, 查找 MVB 总线轻微故障的原因所在, 提出解决措施, 保证了线路正常运营。

关键词: 广州地铁 7 号线; 地铁车辆; MVB 总线; 轻微故障

中图分类号: U231

文献标识码: B

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2019.01.029

Cause Analysis of Slight Fault of MVB Bus in Guangzhou Metro Line 7

LIN Peiyang, CHEN Zhuoqun

(Operating Business Headquarters, Guangzhou Metro Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 511400, China)

Abstract: Since the trial operation of Guangzhou metro line 7 vehicle, several slight fault of MVB bus channel had occurred. Aiming at the problems such as contingency and instantaneity, the causes of slight fault of MVB bus had been deeply analyzed, and the solutions have been put forward to ensure the normal operation of the line.

Keywords: Guangzhou metro line 7; metro vehicles; MVB bus; slight fault

广州地铁 7 号线项目列车 MVB (车辆多功能总线) 网络采用双 REP (中继器) 实现 A/B 通道的独立运行。车辆内的 MVB 电气线路是有通道冗余的, 使用双绞屏蔽电缆, MVB 2 个通信通道的数据信息受到监控, 并且应完全相同。如果其中一条线路发生故障, 数据将通过另一条正常工作的线路传递, 可靠性较高。为了防止反射及干扰, MVB 总线的每一端都设有终端电阻 ($120\ \Omega$)。广州地铁 7 号线自 2016 年底试运营以来, 发生了 30 多次 MVB 总线 A/B 通道轻微故障 (轻微故障表示该类故障不影响行车, 作为一个检修维护的提示信息), 故障发生存在偶然性、瞬时性, 待技术人员上车检查时由于故障消失, 未能找到故障原因。列车正线发生 MVB 总线轻微故障, 将导致列车下线, 给运营带来一定的影响。本文对 MVB 总线轻微故障进行

深入分析并提出解决措施, 以确保正线运营。

1 故障查找

通过对报 MVB 总线 A/B 通道轻微故障的列车车号、地点等信息进行统计归纳, 发现故障发生地点随机性强、车号较为分散, 只是个别列车报的次数较多。随后对该故障次数较多的列车的 MVB 线路和终端电阻进行了排查, 发现个别列车的网络终端电阻未剪断, 剪了电阻后观察一段时间未出现异常情况, 然而后续列车仍陆续报出 MVB 总线 A/B 通道轻微故障。

引起“MVB 总线 A/B 通道轻微故障”的主要原因有以下几个方面:

- ① MVB 总线 A/B 路断开、虚接。
- ② MVB 终端电阻异常。
- ③ MVB 总线 A 路或 B 路交叉 (含内部正负交叉)。
- ④ MVB 总线屏蔽线不连续。

收稿日期: 2018-05-09

⑤ MVB 总线上设备存在干扰信号，此信号可能来源于不明设备发送的 MVB 数据。

联合供货商对报故障列车按照如下方法全面进行故障原因排查：

①对网络通信质量进行检查，查看网络错帧数和错帧增加速度及各个设备通信状态，未发现异常。

②下载故障履历和 HMI（人机界面）故障，并对其进行分析，发现故障存在偶然性和瞬时性。

③查看各系统的 MVB 设备状态，连续观察一段时间未发现某个设备报故障。

④利用组态软件进行监视，连续观察一段时间未发现异常。

综合以上步骤，根据检查结果未发现硬线上存在问题，却报出了 MVB 总线 A/B 通道轻微故障，考虑从诊断逻辑入手进行分析。

2 诊断逻辑分析

广州地铁 7 号线项目列车 MVB 网络把 VCMe（VCMe 为车辆控制单元的缩写，主要完成网络的逻辑控制和网络协议的转换功能）挂在车辆总线上，A 车以 BCU（制动控制单元）和 REP 做终端设备，B 车以 DCU 和 REP 做终端设备，C 车的终端设备为 BCU 和 REP。拓扑示意图如图 1 所示。

故障诊断机制依据各个 MVB 设备的设备状态字进行诊断，在 IEC 61375 标准中对设备状态字的每一位进行了详细的定义。对于各类 MVB 设备来说必须定义公共标志位。如图 2 所示。其中，LAT 定义为线路 A 被信任，如果此报文的主帧是在线路 A 上收到时应置“1”，如果是从线路 B 上收到则置“0”；RLD 定义为冗余线被干扰，如果监视线被干扰应置“1”。A/B 路轻微故障的诊断即依靠 LAT 和 RLD 2 位进行判断，首先 RLD 位为“1”表示线路上存在干扰，A 路或者 B 路存在异常情况，然后根据 LAT 位进行判断，若此位是“1”表

示线路 A 正常，为“0”则表示线路 B 正常。以 BCU1 检测为例，其判断逻辑如图 3 所示。

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	x	x	STD	DYD	RV6	RV7	LAT	RLD	SSD	SDD	ERD	FRC	DNR	SER
功能				特殊类				公共标志							

图 2 设备状态字定义表

(*BCU1 检测*)

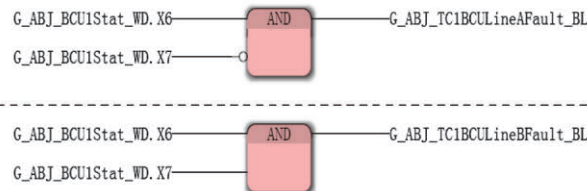


图 3 BCU1 A/B 线判断逻辑

TCMS 为由若干个车载计算机系统构建的网络，主要完成轨道车辆的通信管理、功能控制、故障诊断、信息显示和事件记录等功能。TCMS 给车上各个入网的子设备都分配了一个设备地址，通过周期性查询其设备状态字进行 MVB 线路正常与否的判断。网络系统通过获取各个车载 MVB 设备（含 VCMe, SIV, EDCU, HVAC, DCU, BCU 等）的设备状态字进行故障诊断，即完成对 A/B 线通信质量的诊断，具体逻辑图如图 4 所示。当监测到任意一个设备的 MVB 通道故障持续时

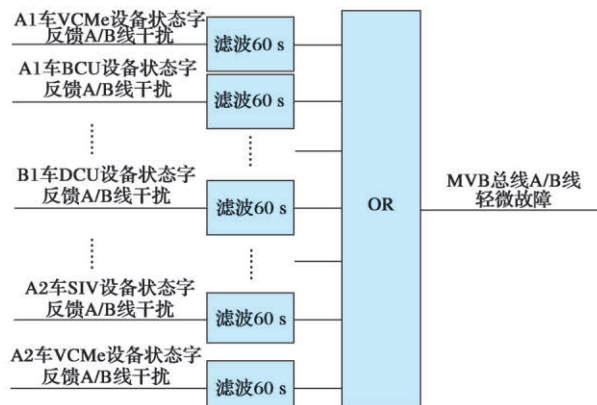


图 4 MVB 总线通道轻微故障诊断逻辑简图

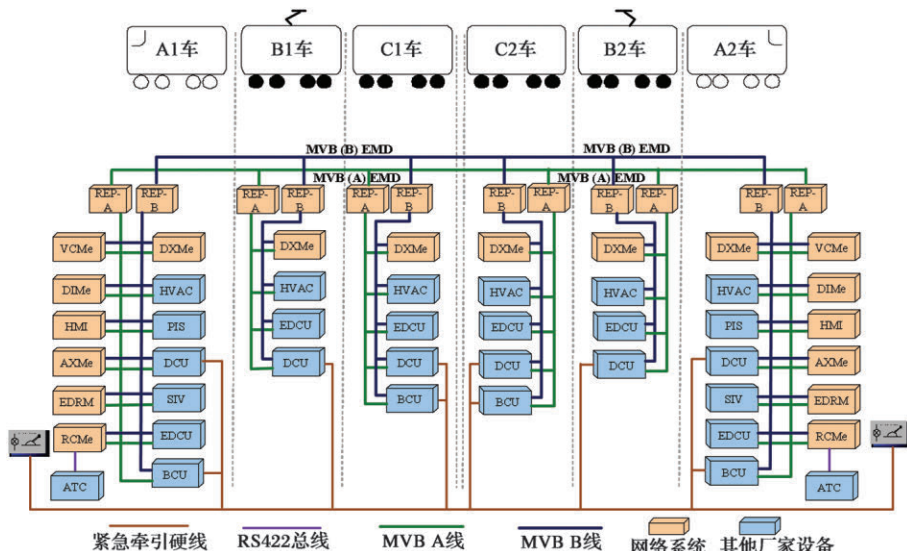


图 1 网络拓扑图

间超过 60 s，即诊断出“MVB 总线 A 路轻微故障”或“MVB 总线 B 路轻微故障”。

此诊断逻辑是依靠各个系统设备状态字来诊断，任意一个设备的误诊断都会引起故障的误报。此故障定义为轻微故障，实际对列车 MVB 总线的功能的实现无任何影响，不影响列车运行，只是作为一个检修提示信息。若是 MVB 线路真实存在问题，则会触发子设备的通信故障。因此，可以通过优化诊断逻辑来解决误报问题。

3 诊断逻辑优化

对于网络系统来说, VCMe 为总线主, 它将周期性查询车上所有设备的设备状态字。目前对“MVB 总线 A/B 路轻微故障”的判断逻辑是对车上所有 MVB 设备的状态字进行诊断, 若是设备状态字故障持续 60 s 以上则报出故障。对于 MVB 设备来说, 60 s 的诊断延时对于判断总线故障逻辑来说比较严格, 轻微的干扰就会导致 A 路或 B 路上的数据不一致。

根据现场测试情况, 针对 A/B 线通信质量诊断功能制定了优化方案: 主控模块 VCMe 和本车的终端设备 (BCU/DCU) 同时反馈 A/B 线存在通信质量问题则上报本车 A/B 线通信质量诊断故障, 即诊断出“MVB 总线 A 路轻微故障”或“MVB 总线 B 路轻微故障”。主控模块 VCMe 在 TC1 车、TC2 车各 1 个, 热备冗余, 仅有一个为主模块, 另外一个为从模块。该方案能够提高 A/B 线通信质量诊断功能的准确判断率, 减少误判。具体逻辑简图如图 5 所示。

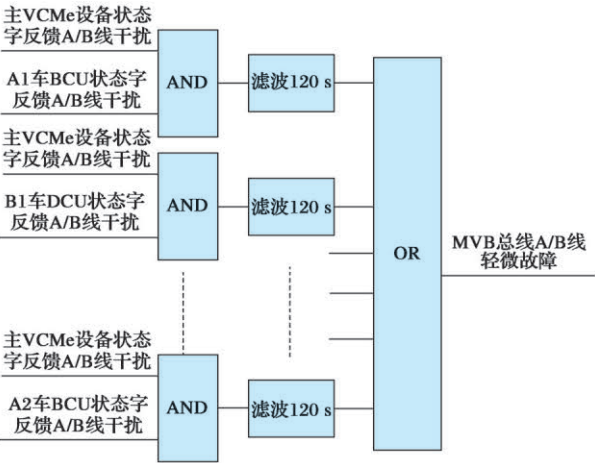


图 5 优化后轻微故障诊断逻辑

逻辑优化后列车报 MVB 总线 A/B 通道轻微故障的示例, 以 M2 车 A 线存在通信质量问题进行说明。假设 M2 车车门 EDCU 和空调 HVAC 之间的 A 线存在 A+ 和 A- 断开故障, 此时 M2 车的终端设备 BCU 反馈 A 线存在通信质量问题, 同时 TC1 车主控模块 VCMe 也能反馈 A 线存在通信质量问题, 那么根据上述方案

判断出 M2 车 A 线存在故障, 如图 6 所示。

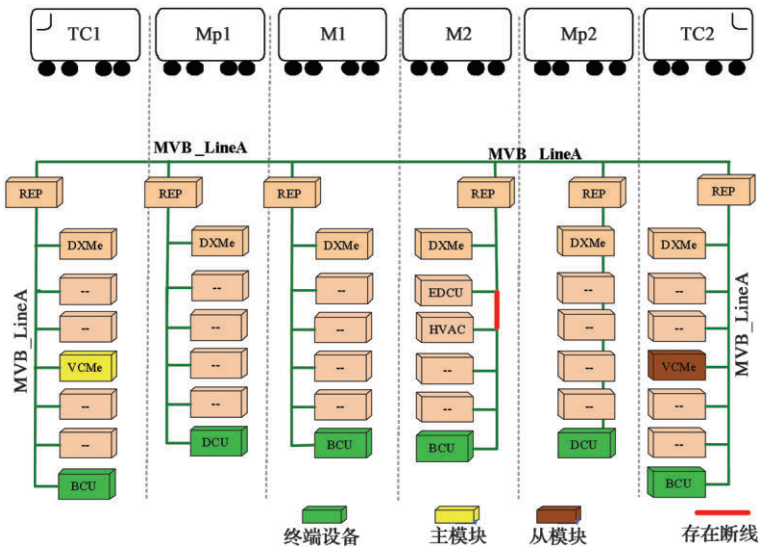


图 6 M2 车 A 线存在通信质量问题的示例

4 结语

最初的诊断逻辑是 MVB 总线对子设备的状态字进行周期性查询, 对于 MVB 设备来说, 60 s 的诊断延时对于判断总线故障逻辑来说比较严格, 轻微的干扰就会导致 A 路或 B 路上的数据不一致。广州地铁 7 号线项目对 MVB 总线 A/B 轻微故障的诊断逻辑进行了优化, 经现场充分的验证, 已经能满足实际运营要求。该诊断逻辑避免了误报, 提高了诊断的准确性, 可供国内同行借鉴。

参考文献:

[1] 石颖. MVB 总线在地铁列车控制系统的应用 [J]. 电力机车与城轨车辆, 2016, 29 (6): 39-41.

[2] 王磊. 列车网络控制系统的分析与研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2008.

[3] 刘波. 基于多功能车辆总线列车网络关键技术的研究与应用 [D]. 长沙: 中南大学, 2005.

[4] 朱士友, 吕劲松. 车辆检修工 [M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2009.

作者简介: 林沛扬 (1988—), 男, 工程师, 现从事地铁车辆技术管理工作。

动态消息

《机车电传动》编辑部声明

为顺应网络环境下期刊出版的新要求, 推进期刊网络出版传播, 凡向本刊投稿并被本刊录用, 在著作权法的框架内, 该论文的复制权、发行权、信息网络传播权、

翻译权、汇编权等权利在全世界范围内转让给本刊及本刊授权的相关数据库。凡被本刊录用的稿件将同时通过因特网、手机等进行网络出版或提供信息服务, 根据本刊编辑部稿酬标准一次性支付作者著作权使用报酬 (即稿费, 包含印刷版、光盘版和网络版等各种使用方式的报酬)。

《机车电传动》编辑部