

# 高可用性多功能车辆总线冗余通信方法

郑志军

通号城市轨道交通技术有限公司 北京 100070

**摘要:** 从硬件结构拓扑和软件执行逻辑方面介绍了一种高可用性多功能车辆总线(MVB)冗余通信方法。依据此通信方法,列车可在不额外增加MVB总线通讯数据量,且不对MVB总线上其他设备产生额外影响的前提下,提高MVB节点设备的冗余度和可用性。

**关键词:** MVB总线;冗余通信;设备冗余;可用性

## 1 概述

随着高速铁路、城市轨道交通的快速发展,多功能车辆总线(Multifunction Vehicle Bus, MVB)在列车通信网络中得到了广泛的应用,其承担着车辆所有设备通信交互的重大使命,若总线或者个别节点设备故障都可能影响到车辆的正常运行,因此MVB总线的可靠性与可用性就显得尤为重要,总线通信系统高效、可靠的传输性能是列车设备正常运行的首要前提。

MVB在物理层可采用3种不同的物理传输介质:无电隔离的短距离电气介质[ESD],有电隔离的中距离电气介质[EMD],以及长距离光纤介质[OGF],如表1所示<sup>[1-2]</sup>。其物理传输层一般采用AB双网冗余传输结构,数据传输速率为1.5Mbps<sup>[3]</sup>。

表1 MVB物理层传输介质

序号	传输介质	特性	最大传输距离
1	ESD	电气短距离传输介质,使用RS-485标准双脚屏蔽线,数据传输速率1.5Mbps,最多支持32个设备	20米
2	EMD	电气短距离传输介质,使用RS-485标准双脚屏蔽线,数据传输速率1.5Mbps,最多支持32个设备	200米
3	OGF	光线传输介质,使用光纤总线,数据传输速率1.5Mbps	2000米

本文主要针对目前在列车中最常用的EMD结构进行分析,其物理链路层采用RS485串口通信协议,使用双绞屏蔽线传输差分式信号,具有优秀的抗共模干扰性能。标准的MVB网络节点冗余拓扑结构如图1所示,每个MVB网络节点均通过两个DB9连接器串联到MVB总线链路中,而每个DB9连接器中又包含A、B两路差分总线,图中A路总线的差分对为A.Data\_P和A.Data\_N信号线,B路总线的差分对为B.Data\_P和B.Data\_N信号线。在电气结构上,每个MVB网络节点均以并联的方式跨接在MVB的

A、B双路总线上<sup>[4]</sup>。

当接收数据时,每个MVB网络节点设备同时接收A、B双路总线信号,并根据当前接收情况选择质量较好的一路作为信任总线,另一路作为观测总线。信任总线上传输的数据将被采信和使用,观测总线则作为备用。若MVB网络节点设备检测到当前观测总线的通信质量好于信任总线,则将信任总线与观测总线进行交换。每个MVB网络节点设备对信任总线、观测总线的判断、选择与切换都是相互独立没有关联性的<sup>[5-6]</sup>。而当MVB网络节点设备发送数据时,无论设备信任总线为A线或B线,各设备都会同时向A、B总线发送相同的数据,以确保A、B总线上的其他设备均能收到当前设备所发送的数据<sup>[7]</sup>。

MVB总线通过设置A、B两路互为冗余的物理通信链路,并通过将每个MVB网络节点设备同时接入A、B双路总线的方案有效提高了MVB总线的冗余度,该方案有效的解决了MVB单条总线链路失效的问题。

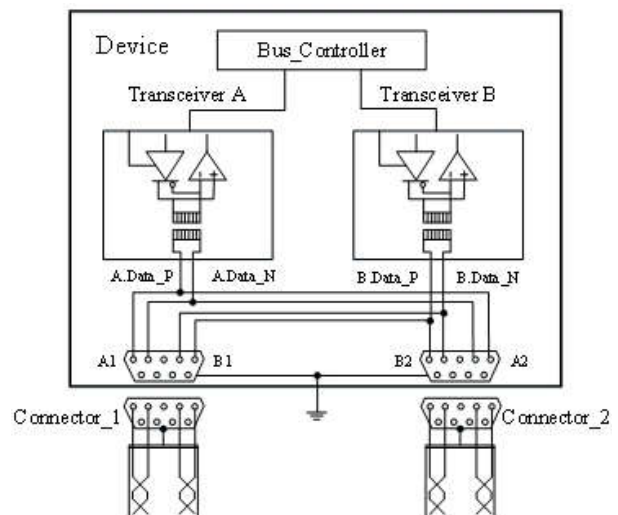


图1 MVB网络节点拓扑图

**作者简介:** 郑志军(1989),男,工程师,硕士,列车自动防护, zhengzhijun@crscu.com.cn。

## 2 既有技术的缺陷

列车MVB总线中接入的设备种类繁多，其对网络通信的可用性要求也有所不同，例如列车自动控制系统对网络通信的可靠性与可用性均提出了较高要求。针对网络可用性问题，虽然MVB总线中A、B双总线冗余的方式有效解决了单条总线链路失效的问题，但其却对单个MVB总线节点设备失效的问题无能为力。由于每个设备节点均仅有一个MVB通信芯片接入到MVB的A、B总线中，此时若该节点通信芯片或电路故障将直接导致该节点设备故障下线，造成节点设备可用性降低，难以满足某些特殊设备的高可用性需求。

为了提高设备节点冗余度，较简单的方法是直接在本设备节点处挂载两套设备，但为了避免MVB总线上出现两个完全一样的设备造成通信冲突，必须要将这两套设备配置成不同的通信参数，以此来实现单个MVB网络节点冗余通信的目的。但是此种方法引入了另外一个问题，即MVB总线上的设备节点数量翻了一倍，进而造成MVB总线上的通信数据量也翻了一倍，这不仅使得总线更加拥堵，进而可能造成总线实时性和可用性的降低，而且冗余节点数量的增加还会使设备节点的冗余处理逻辑变得更加复杂，不利于MVB总线的后期维护。

列车MVB总线承载着整车通信的重要任务，直接影响着列车的可用性、舒适性、可靠性，因此MVB总线整个链路的高可用性显得尤为重要，但由于MVB总线中的节点设备均为不具备硬件冗余的单套设备，所以节点可用性成为了整个MVB总线高可用性的关键瓶颈。针对此问题，本文提出一种新的高可用性MVB冗余通信方法

来提高MVB总线中设备节点的冗余度，并不影响整个MVB总线通信数据量以及复杂度的情况下，进一步提高MVB总线的可用性。

## 3 实现方案

针对MVB网络节点设备冗余度低的问题，解决方案的关键点在于如何在不增加MVB网络数据量以及网络复杂度的情况下使用双套MVB硬件设备提高该节点的冗余度，即在保持该设备节点在MVB网络中始终呈现为单一节点的情况下实现冗余通信。

### 3.1 硬件结构

本冗余通信方案采用在单个MVB节点设备中使用两套独立MVB总线收发器的方式，并将每套收发器按照标准MVB设备节点连接方式将两条物理通信链路跨接到MVB的A、B总线上，然后通过设备控制器对两套收发电路进行协同控制，使得该MVB节点在仅使用一组MVB设备节点参数的情况下，节点的两套设备在任意时刻均能从MVB总线上获取到实时数据，且任意时刻有且仅有一套本节点设备向MVB总线发送数据，以实现在不被MVB总线上其他设备检测到本节点存在两套设备的情况下，达到本节点设备MVB收发器的完全热冗余。

本冗余通信方案的拓扑如图2所示，当MVB总线上其他节点设备与本节点设备通信时，仅需按照标准方式通信即可，既不会在MVB总线上增加额外的数据通信量，也不会对其他节点呈现出多个不同的MVB节点设备，不会增加通信网络的复杂性，在MVB网络无感的情况下实现了该节点设备的热冗余，提高了节点设备的可用性。

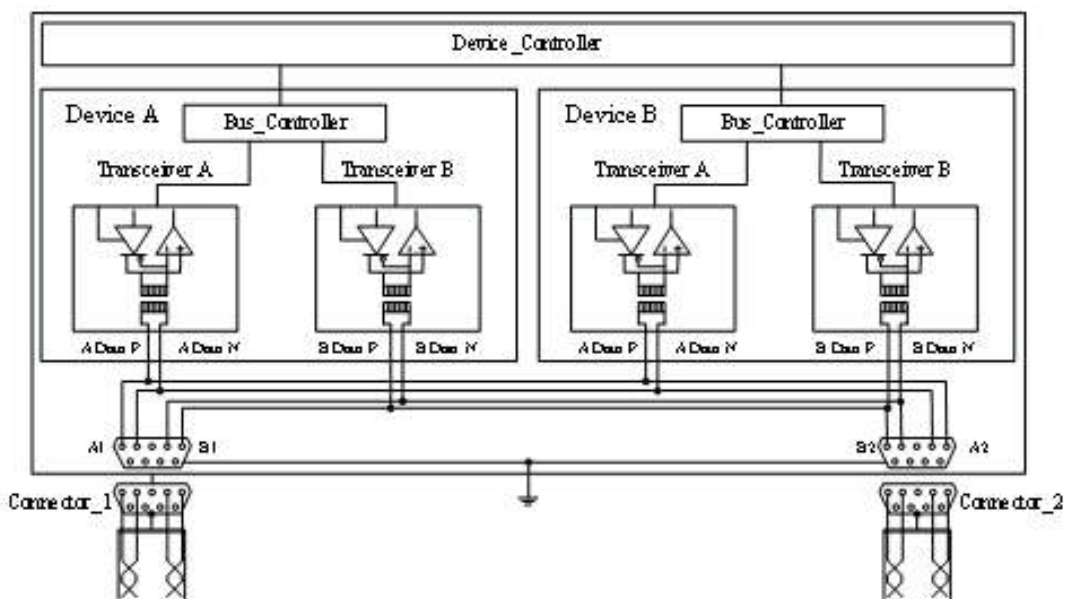


图2 MVB节点设备硬件冗余拓扑图

## 3.2 软件逻辑

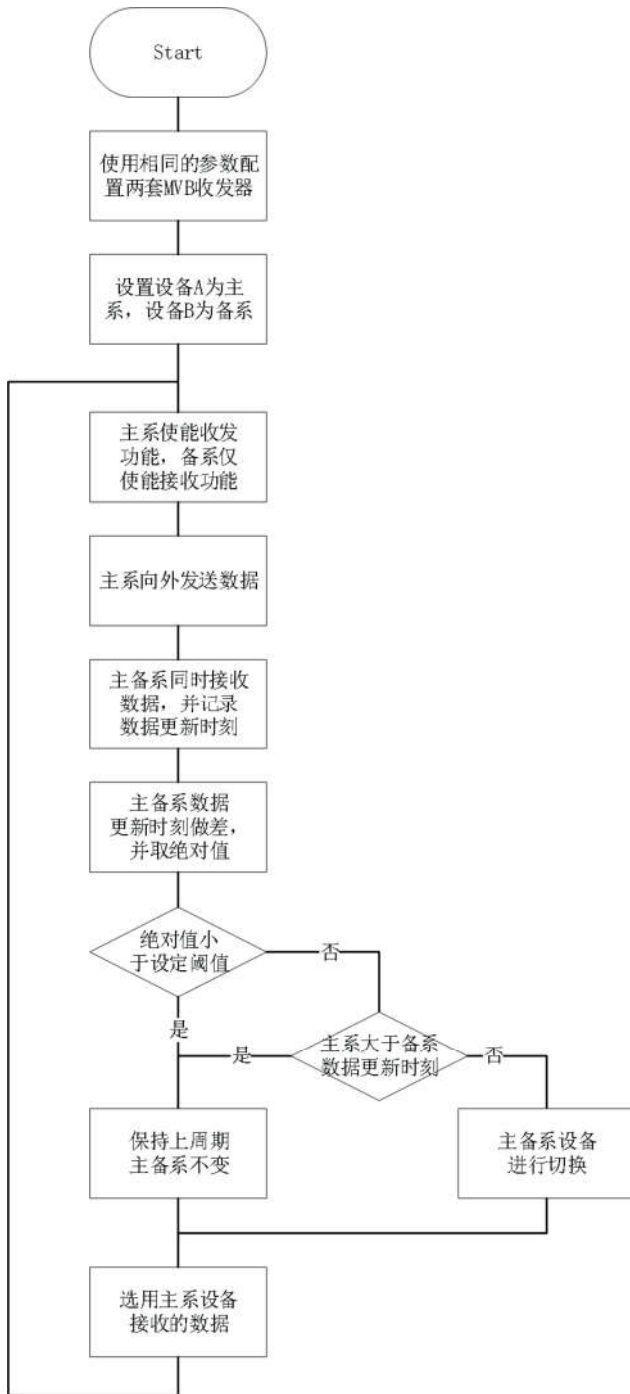


图3 MVB冗余设备操作流程

本冗余通信方案的软件逻辑框图如图3所示，共包含以下10个逻辑步骤：

- (1) 设备上电初始化，使用相同的设备节点配置参数配置两套MVB收发器设备；
- (2) 默认设置设备A为主系，设备B为备系；
- (3) 配置主系设备使能收发MVB数据功能，配置备

系设备仅使能接收MVB数据功能；

(4) 使用主系设备向MVB总线发送数据；

(5) 使用主备系设备同时接收MVB总线上发来的数据，并对数据的合法性进行校验，校验通过后记录对应数据的更新时间；

(6) 针对主备系接收数据的更新时间做差，并对差值取绝对值；

(7) 如果绝对值小于设定时间阈值，或者主系大于备系数据更新时间，则保持上周期的主备系关系不变；

(8) 如果绝对值大于设定时间阈值，并且主系小备系数据更新时间，则将主备系设备进行切换；

(9) 选用主系设备接收的数据，传递给后续应用程序使用；

(10) 跳转至步骤3循环执行上述逻辑。

该方案实现了MVB总线节点设备的完全热冗余，极大的提高了节点设备的可用性。与此同时，该方案既不会对网络上的其他节点产生额外影响，也不会增加网路通信负荷，且该方案能自由掌控两套收发设备的主备切换时机，灵活度较大，便于适应各种复杂的应用需求。

## 4 结语

综上所述，使用该多功能车辆总线冗余通信方法，具有以下优点：

1) 既提高了MVB总线节点设备的冗余度，也提高了节点设备的可用性。

2) 既不会增加MVB总线通讯数据量，也不会对MVB总线产生额外影响。

3) 既不会对MVB总线上的其他设备产生额外影响，也不会增加MVB总线的复杂度。

## 参考文献

- [1] 谢立国, 马振球. 一种高效可靠的MVB总线网关设计[J]. 铁路通信信号工程技术, 2016, 13(5): 24-27.
- [2] 石颖. 多功能车辆总线(MVB)控制[J]. 铁路通信信号工程技术, 2006, 3(5): 56-58.
- [3] 朱琴跃, 谢维达, 谭喜堂. MVB协议一致性测试研究与实现[J]. 铁道学报, 2007, 29(4): 115-120.
- [4] 陈志强. MVB冗余总线故障模式分析[J]. 铁路通信信号工程技术, 2020, 17(10): 1-6.
- [5] 师进, 黄彬彬, 刘伟超, 等. CTCS-3级车载系统MVB接入设备的研究与实现[J]. 铁路通信信号工程技术, 2012, 9(6): 1-6.
- [6] 刘建伟, 王蕾, 谭南林, 等. 轨道车辆MVB通信网络的实时特性[J]. 中国铁道科学, 2006, 27(6): 79-83.
- [7] 张大波, 王建. MVB总线实时协议实现及其试验研究[J]. 机车电传动, 2005(2): 33-36.