

文章编号:1005-0523(2012)01-0015-05

应用于地铁车辆的数据记录系统

曾桂珍, 金 意

(华东交通大学现代教育技术中心, 江西 南昌 330013)

摘要:介绍一种应用于地铁车辆的MVB总线数据记录系统,该系统可以通过安装在车辆上的数据记录设备记录车辆有关运行情况的信息,并对记录的车辆运行数据、故障数据等进行离线分析。通过该系统,车辆维护人员可以快速了解车辆运行情况,判断当前车辆产生故障的原因及应采取的合理措施;车辆调试人员可以方便找出调试中存在的问题及改进方向;车辆管理人员可以有效获取车辆的整体运行状况,以制定相应的管理策略。该系统的建立,为深入了解车辆的运行状态建立了基础。该系统目前已经成功应用在某地铁系统的实际运营中,并取得很好的效果。

关键词:TCN 车辆维护;数据分析;数据记录

中图分类号:U279.2

文献标志码:A

随着国内符合列车通信网络(train communication network, TCN)标准的地铁车辆广泛地应用,行车安全问题越来越受到人们的关注,对TCN地铁车辆的维护是保证车辆行车安全的重要条件,车辆维护人员需要通过记录设备对地铁车辆运行过程进行监测和记录,以方便对车辆运行故障进行快速准确的定位及处理。

TCN标准定义了两种用于列车车载数据通信的现场总线:多功能列车总线(multifunction vehicle bus, MVB)和绞线式列车总线(wire train bus, WTB)。MVB总线是快速的过程控制优化的总线。目前国外地铁车辆已完全实现了基于MVB总线的数据记录设备,而国内还没有具有自主研发的应用于地铁车辆的MVB总线数据记录设备^[1-2]。

该文的MVB总线数据记录系统包括数据记录设备和PC监控计算机,其数据记录设备符合IEC61375-1标准的MVB四类设备,具有256 M字节的数据存贮空间,其通过车辆的MVB网络总线实时获取车辆运行数据并存储下来,通过以太网接口传输到PC监控计算机,以数据列表和图表等方式进行显示^[3]。其系统结构如图1所示。

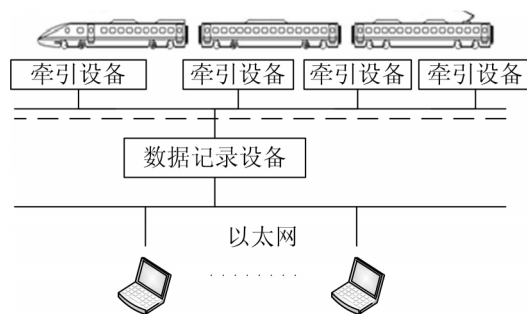


图1 MVB总线数据记录系统结构图
Fig.1 Structure diagram of MVB bus data recording system

1 数据记录设备硬件结构及组成

如图2所示的一种基于ARM9核微处理器的MVB总线数据记录设备,包括核心处理器①、外围配置电路②和总线接口电路③。核心处理器是以32位ARM9处理器为核心。其中ARM9处理器选用Atmel公司的32位处理器AT91SAM9260,它内嵌ARM926EJ-S核,带8 K字节指令和8 K字节数据的高速缓存。工作频率为180 MHz,处理速度为200 MIPS。具有扩展总线接口EBI、SDRAM控制器和静态内存(包括

收稿日期:2011-11-02

基金项目:华东交通大学科研项目(11GD08)

作者简介:曾桂珍(1966—),女,副教授,研究方向为机车车辆控制方面的研究。

NAND Flash 和 Compact Flash), 因为上述的外围配置是通过 DMA 方式访问的, 所以具有对片内/外的内存最大访问速度。

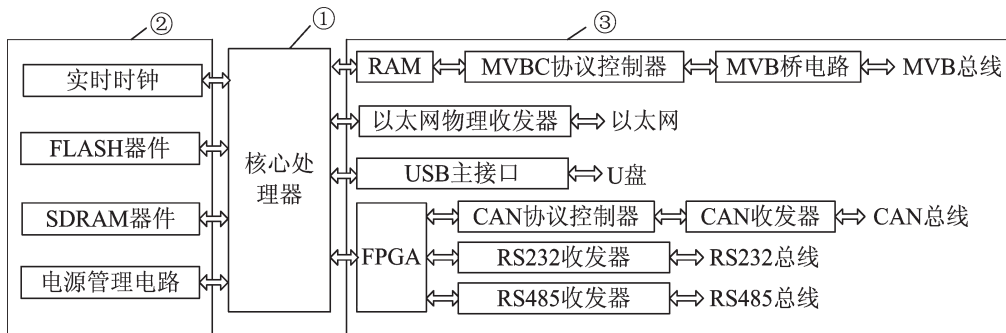


图2 系统硬件结构图

Fig.2 Structure of system hardware

外围配置电路包括实时时钟、FLASH 器件、SDRAM 器件和电源管理电路。实时时钟选用 DALLAS 公司的 DS1629 芯片, 与核心处理器通过 I2C 总线进行通信, 提供万年历时间; FLASH 器件选用 AMD 公司的 AM29LV160 芯片, 为核心处理器提供系统程序和应用程序的存贮介质; SDRAM 器件选用 MT48LC4M16A2 芯片, 为核心处理器提供所有程序的运行空间; 电源管理电路选用 TPS75233 和 TPS75225 芯片, 分别为核心处理器提供 3.3 V 工作电压和 2.5 V 内核电压。

总线接口电路包括 RAM、MVBC 协议控制器、MVB 桥电路、以太网物理收发器、USB 主接口、FPGA、CAN 协议控制器、CAN 收发器、RS232 收发器和 RS485 收发器。RAM 选用 BS62LV4006 器件, 用来存贮核心处理器与 MVBC 协议控制器相互交换的通信数据; MVBC 协议控制器选用 Siemens 公司的 MVBCS1 芯片, 具有 MVB 四类设备功能; MVB 桥电路是以 RS485 协议控制器和光耦隔离器件为核心的, 选用 MAX3088 和 6N137 芯片, 具有 RS485 差分信号收发及电气隔离功能; 以太网物理收发器选用 LXT971ALE 器件, 提供 MAC 物理介质; USB 主接口为标准的 U 盘双层物理接口; RS232 收发器和 RS485 收发器分别选用 MAX232 和 MAX3088。以上的总线接口电路为核心处理器提供了 MVB、以太网、USB、CAN、RS232 和 RS485 总线接口。

2 数据记录设备软件结构及组成

MVB 总线分析设备嵌入了系统软件、工程应用软件和 MVB 网络诊断软件。其中所述的系统软件包括单元所使用的操作系统、板级支持包、MVB 协议栈和驱动软件包; 工程应用软件是面向应用程序开发的软件, 简称为 OpenPCS 软件, 支持 IEC61131-3 标准所规定的所有功能; MVB 网络诊断软件是 MVB 网络系统的诊断分析软件, 主要完成 IEC61375 标准规定的 MVB 总线管理功能, 用于诊断和分析 MVB 网络运行情况。

其中 MVB 协议栈是系统软件的核心软件, 其结构示意图如图 3 所示。用户过程数据发送任务通过应用层调用过程链路层服务程序, 把应用数据报文转化成链路报文帧, 并传送到物理总线上, 而用户过程数据接收任务的过程相反; 用户监视任务通过应用层调用监视链路层服务程序, 通过不同的功能需求激活不同的链路服务, 并将监视报文帧传送到物理总线上; 用户消息数据是在呼叫方和应答方建立连接后, 进行数据包传输。其呼叫和应答过程如下: 用户应用消息通过呼叫任务调用应用层接口, 进行各种配置和表操作, 再在会话层和传送层接口中构造 TCB 块的内容、网络地址, 然后在网络层中进行查表操作, 得到网络地址到链路地址的映射, 并调用网络层和链路层的接口函数, 最后在链路层加入链路头, 将消息放入协议控制器的发送队列中, 并发送到物理总线。用户应用消息的应答处理过程相反^[4]。

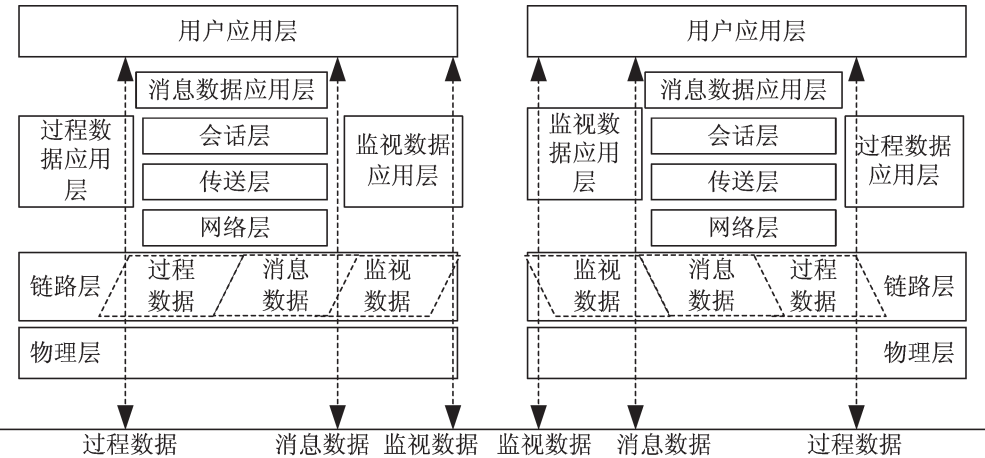


图3 系统软件结构图
Fig.3 Structure chart of system software

3 PC机监控软件界面功能

PC机监控软件采用Borland C++编写。监控软件的功能示意图如图4,运行记录文件包含两种类型的数据:一般运行数据和重要运行数据。当打开运行记录文件后,运行数据列表中分别有两种数据的列表显示,这两种列表对应着不同的数据曲线。故障数据记录文件中既包括实际运行故障数据,也包括司机操作状态数据,实际运行故障数据记录车辆各设备发生故障时的信息,司机操作状态数据包括司机进行重要操作时的信息。打开故障数据记录文件后故障信息和操作信息分别显示在不同的列表中,也对应着不同的汇总曲线。数据记录设备记录的累积数据记录文件、试运行记录文件及满载率记录文件打开后分别以不同的数据列表形式显示出来,这些数据从不同的侧面反映车辆的运行情况,为车辆的调试人员、管理人员提供有效的依据。下面是对重要运行数据曲线界面和故障诊断列表界面的说明^[5]。

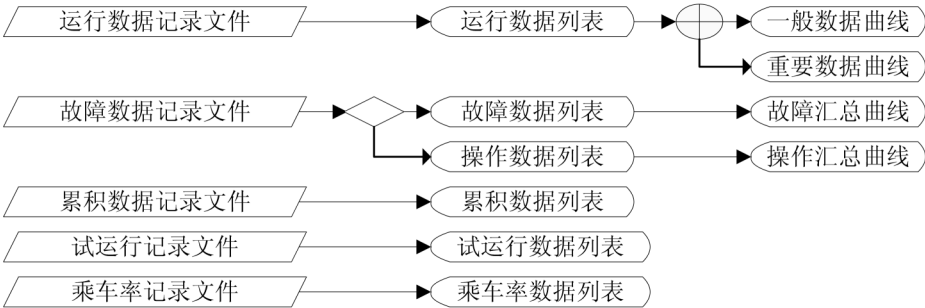


图4 软件功能示意图
Fig.4 Schematic diagram of software function

图5为重要运行数据曲线,该界面显示车辆运行时的变量曲线,通过该界面用户1次同时最多可以查看10条曲线,可以进行曲线的拖动、放大、缩小等操作,同时曲线界面具有双游标功能,用于指示各曲线变量的值及对应时间值。

表1为2011年1月3日等级为3的车辆故障诊断数据列表,该列表详细列出了车辆发生的故障信息,包括发生故障的日期时间、设备、发生解除、故障名称、故障描述等信息及故障发生时的网压、速度等环境信息。对故障的描述信息是专家经验的总结,是对发生故障原因及解决措施的合理指导,极大地提高了车辆维护人员的工作效率。故障诊断信息列表提供了不同类型的排序及汇总操作,方便维护人员快速的从整体上了解车辆的故障发生情况^[6-8]。

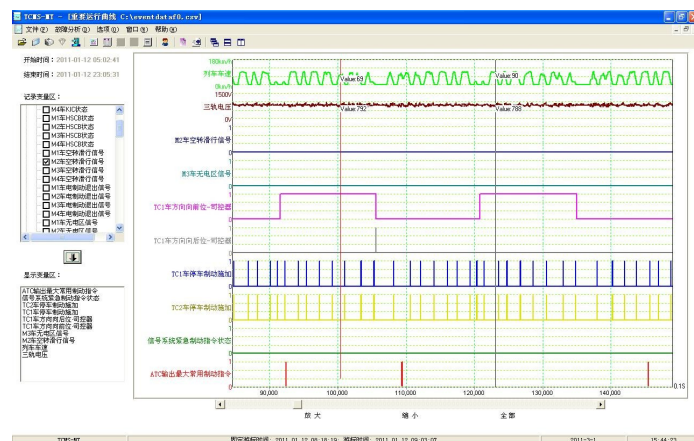


图5 重要运行数据曲线

Fig.5 Important operation data curve

表1 故障诊断列表

Fig.1 Fault diagnosis list

编号	时间	位置	代码	发生解除	故障名称	故障描述	级位	速度
366	11:53:01	M2	5316	00	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	21	45
367	11:53:05	M3	5316	01	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	50	45
368	11:53:05	M3	5316	00	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	50	45
369	11:53:14	M1	5316	01	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	30	62
370	11:53:14	M1	5316	00	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	30	63
371	11:59:18	M2	5322	01	滤波电压高于1040V故障	滤波电压低级过压,导致逆变器抑制	89	46
372	11:59:19	M2	5322	00	滤波电压高于1040V故障	滤波电压低级过压,导致逆变器抑制	10	46
373	12:24:02	M2	5316	01	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	21	23
374	12:24:03	M2	5316	00	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	21	23
375	12:24:41	TC2	430A	01	制动力超出范围	检查PWM列车线,PWM发生器或更换EP2002阀	0	0
376	12:24:45	TC1	430A	01	制动力超出范围	检查PWM列车线,PWM发生器或更换EP2002阀	10	0
377	12:24:56	TC1	430A	00	制动力超出范围	检查PWM列车线,PWM发生器或更换EP2002阀	10	0
378	12:24:56	TC2	430A	00	制动力超出范围	检查PWM列车线,PWM发生器或更换EP2002阀	10	0
379	12:27:37	M3	5322	01	滤波电压高于1040V故障	滤波电压低级过压,导致逆变器抑制	89	42
380	12:27:38	M3	5322	00	滤波电压高于1040V故障	滤波电压低级过压,导致逆变器抑制	10	43
381	12:33:52	M4	5316	01	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	89	45
382	12:33:52	M4	5316	00	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	89	45
383	12:37:27	M1	5316	01	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	48	44
384	12:37:28	M1	5316	00	电机相电流高于3100A故障	导致逆变器抑制	53	45
385	12:47:09	M3	5322	01	滤波电压高于1040V故障	滤波电压低级过压,导致逆变器抑制	89	43
386	12:47:10	M3	5322	00	滤波电压高于1040V故障	滤波电压低级过压,导致逆变器抑制	28	43

5 结论

讨论了一种基于地铁车辆的MVB总线数据记录系统的结构及功能,并详细描述了该系统在某地铁车辆运行中的成功应用。应用的结果表明:通过该MVB总线数据记录设备车辆维护人员能够很好的了解地铁车辆的运行情况,结合运行中产生的故障数据和预先建立的车辆故障诊断描述产生的故障数据报表加快了车辆维护人员对车辆运行故障的分析判断,提高了车辆运行故障的判断维护的效率;同时该系统也为车辆调试人员、管理人员也提供了非常有用的车辆运行信息,为他们的决策过程提供有力的参考。

参考文献:

- [1] 黄采伦,樊晓平,陈特放. 列车故障在线诊断技术及应用[M]. 北京:国防工业出版社,2006:48-61.
- [2] JONATHAN W VALVANO. 嵌入式微计算机系统实时接口技术[M]. 北京:机械工业出版社,2003:40-68.
- [3] 沈忠红. 广州地铁车辆故障诊断系统[J]. 机车电传动,2000,12(4):26-29.
- [4] 于跃,姜悦礼,吴健,等. 基于TCN的大功率交流传动机车网络控制系统[J]. 内燃机车,2010,442(12):34-36.
- [5] 方宗顺,胡强,赵英凯,等. 基于Web的实时信息集成系统开发与应用[J]. 工业控制计算机,2003,16(2):12-14.
- [6] 聂畅. 西门子列车网络控制系统在广州地铁中的应用[J]. 电力机车与城轨车辆,2010,33(1):25-26.
- [7] 陶生桂. 城市轨道交通车辆电力传动系统及其控制的发展[J]. 电力机车技术,2001,24(3):26-32.

Data Recording System Applied to the Metro Vehicles

Zeng Guizhen, Jin Yi

(Modern Education Technology Center, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: MVB bus data recording system applied to the metro vehicle is introduced. The system can record the operation information of the vehicle by the data recording equipment installed in the vehicle to analyze the off-line data processing or failure data. Through the system, vehicle maintenance workers can learn operation of the vehicles to judge the reasons of vehicle failure and take reasonable measures. Then, debugging persons can find out conveniently problems in debugging and improving direction. The vehicle managing person can gain the effective overall operation situation to formulate appropriate management strategies. The establishment of system is to provide a foundation for giving insight into the operational situation of the vehicle. The system has been successfully applied in the actual operation of a subway system, and achieves good results.

Key words: TCN vehicles maintenance; data analysis; data record