

[轨道交通]

基于车辆中央控制单元的主从通信功能应用与研究

文/中车株洲电力机车有限公司 叶 锋 陈建林

根据目前轨道交通行业中车辆中央控制单元的应用情况，分析了车辆控制单元在实际应用中存在的一些问题，提出了一种基于车辆中央控制单元的主从通信控制方式，能有效地解决目前存在的问题，并提高车辆控制单元的维护性。

在目前的轨道交通行业中，车辆中央控制单元（简称CCU）发挥着至关重要的作用，列车整车的控制功能几乎都离不开CCU，因此对CCU的安全性和可靠性就有着非常高的要求。为了满足要求，列车控制与监视网络就进行了CCU的冗余配置，即列车配置两个互为冗余的CCU，当任何一个CCU故障时，另外一个CCU能够快速接替总线管理及列车控制功能，保证不影响列车的正常营运，以目前典型的6节编组地铁列车为例，列车控制与监视网络拓扑结构如图1所示，两个CCU分别安装在两边的Tc车（带司机室的车辆）上，同一时刻，只有一个CCU作为总线主，即实现总线管理功能及列车控制功能。

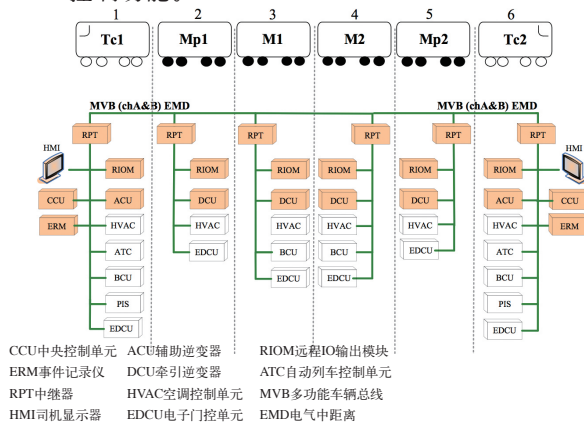


图1 列车控制与监视网络拓扑

存在的问题

依据IEC61375-3-1标准，配置的两个互为冗余的CCU都可以作为总线管理器，当同一时刻，只有一个CCU是主设备，另一个则作为备用主设备，即两个CCU虽然基本完全一样（除了设备地址外），同时接收车辆的所有状态信息，但只有主设备才向列车输出控制指令，另外一个不输出任何数据。

在此情况下，其他设备，如HMI在某一时刻只能接收主CCU的状态信息，另一个CCU的状态，如底层固件版本、设备硬件版本、应用层软件版本、车号、轮径及累积数据等都无法收到，尤其是其中的版本相关数据，如果从设备不发送的话，HMI上显示的就只是主CCU的版本信息，在主从切换前，用户无法判别处于从设备的CCU的软硬件是否符合要求。另外软件中的保持变量，如车号、轮径、能耗、运营里程等数据，由于是两个CCU分别进行计算和存储，在列车运行过程中，由于信号干扰或其他原因引起通信故障、丢包或者错误帧之类的，从而会导致主从设备的保持变量数据就存在一定差异。

为了解决上述问题，本文提出了一种基于CCU的主从通信控制方案。

CCU主从通信控制方案设计

1. 主从通信功能定义

主从设备通信主要实现主从CCU之间的数据

交换功能，主要功能包括：

1) 主从CCU之间通过备用端口交互数据，这些数据至少包括应用层生命信号、设备状态、设备状态字、设备固件版本、设备硬件版本、应用层软件版本、车辆号、轮径、累计数据等信息。

2) 应用层序需采用“生命信号”喂狗机制，一旦“生命信号”停止跳变，则CCU模块需让出主权（在mvb_confm配置文件中一定要把总线管理设备的设备地址全部配置在设备轮询<Known_Devices_List>列表中，否则无法实现主权转移）。

3) 主从CCU之间交换的数据通过分时进行发送，每一个128ms时间片发送一组数据（底层交互端口0xAA0，0xAA1轮询周期需要和程序中该功能

执行周期一致），其中WORD0—WORD4为固定发送数据，对收发的数据进行CRC校验，具体分时数据详见表1。

4) 对主从交互的车辆号、轮径数据进行故障诊断，诊断逻辑为：主从模块保存的车辆号、轮径数据不一致，诊断时间为10 s。并上报主从模块车辆号/轮径不一致提示信息，用于重置提醒。

5) 对主从交互的累积数据进行同步操作，当它CCU发送的数据大于本CCU且超过一定的门槛值时，将本CCU的累积数据同步为它CCU的数据。总里程同步门槛值为10 km，牵引能耗、再生能耗、辅助能耗同步门槛为10 kW·h，空压机运行时间同步门槛为60 min。

表1 主从通信协议

字偏置	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0	底层预留															
1	底层预留															
2	VCMe应用层生命信号															
3	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留
4	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	第四分组	第三分组	第二分组	第一分组
分组复用数据																
	第一分组				第二分组				第三分组				第四分组			
5	设备固件版本				车号				总里程 (H)				DC/DC能耗 (H)			
6	设备硬件版本				Tc1车轮径 (1=1mm)				总里程 (L)				DC/DC能耗 (L)			
7	应用层软件版本				Mp1车轮径 (1=1mm)				牵引能耗 (H)				一单元空压机工作时间 (H)			
8	设备状态字				M1车轮径 (1=1mm)				牵引能耗 (L)				一单元空压机工作时间 (L)			
9	设备地址				M2车轮径 (1=1mm)				再生能耗 (H)				二单元空压机工作时间 (H)			
10	总帧数 (H)				Mp2车轮径 (1=1mm)				再生能耗 (L)				二单元空压机工作时间 (L)			
11	总帧数 (L)				Tc2车轮径 (1=1mm)				斩波能耗 (H)				预留			
12	错帧数 (H)				预留				斩波能耗 (L)				预留			
13	错帧数 (L)				预留				辅助能耗 (H)				预留			
14	预留				预留				辅助能耗 (L)				预留			
15	CRC校验 (从第2个字到第14个字)				CRC校验 (从第2个字到第14个字)				CRC校验 (从第2个字到第14个字)				CRC校验 (从第2个字到第14个字)			

编程语言采用目前轨道交通行业使用最为广泛的IEC61131-3标准中的功能块图（FBD）语言，软件功能主要分为以下几部分内容：

1) 应用层喂狗、获取底层相关信息及主设备设置分时发送标志。

2) 主设备数据打包并发送，此处仅以第一分时数据为例，其余分时数据类似。

3) 数据接收并进行校核及诊断（此处诊断仅

以版本不一致为例，其余类似）。

结束语

上述主从通信方案有效地解决了以往项目中存在的主从CCU间保持变量不一致的问题，目前该方案已经在多个城轨、机车项目上得到了应用，并且应用情况良好。EA

（收稿日期：2017.01.12）

（编辑：杨得润）