

研
究
开
发

CRH2型高速列车网络控制系统的 创新研究与实现

霍 芳¹, 刘群欣², 张 森²

(1. 湖南铁路科技职业技术学院, 湖南 株洲 412000;
2. 南车株洲电力机车研究所有限公司, 湖南 株洲 412001)



作者简介: 霍 芳(1980-), 女, 讲师, 网络工程师, 信息系统项目管理师, 长期从事网络技术、信息技术的教学与研究。

摘 要: 介绍了CRH2型高速列车的拓扑结构及其列车网络传输协议, 详细描述了自主高速列车网络控制软件系统架构以及网络控制系统逻辑功能。试验运行表明, 高速列车网络控制系统技术先进、稳定可靠, 符合系统设计要求。

关键词: 网络控制技术; 网络控制系统; 拓扑结构; 传输协议; 逻辑功能; CRH2高速列车
中图分类号: U266.2; TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2014)04-0021-03
doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2014.04.006

Innovative Research and Implementation of High-speed Train Network Control System for CRH2

HUO Fang, LIU Qun-xin, ZHANG Sen

(1. Hunan Vocational College of Railway Technology, Zhuzhou, Hunan 412000, China,
2. CSR Zhuzhou Institute Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: CRH2 high-speed train network topology and train transport protocol were introduced, and independent high-speed train network control software system architecture and network control system logic functions was described in detail. Running test showed that the high-speed train network control system was stable and reliable with advanced technology, which satisfied design requirement.

Keywords: network control technology; network control system; topology; transport protocol; logic function; CRH2 high-speed train

0 引言

网络控制技术作为现代列车的关键技术, 在 World 范围内得到了越来越广泛的应用。业界主流的列车网络控制平台有: 西门子的SIBAS系统、庞巴迪公司的MITRACS系统、阿尔斯通公司的AGATE系统、三菱公司的TIS系统以及中国南车的DTECS系统等。

目前, 国内高速列车主要有CRH1、CRH2、CRH3和CRH5等系列, 其中CRH1、CRH3、CRH5高速列车采用TCN网络, CRH2高速列车采用ARCNET令牌环网。其中, CRH3网络系统源于西门子的SIBAS系统, CRH2网络系统源于三菱公司的TIS系统。本文在现有技术平台的基础上, 对既有CRH2型高速列车网络控制系统进行创新研究。

1 CRH2 列车网络拓扑结构

1.1 CRH2列车网络拓扑

CRH2列车网络控制系统采用两层网络结构: 列车级网络与车辆级网络, 见图1。列车级网络为连接编组各车辆的通信网络, 以列车运行控制为目的, 连接各中央装置和终端装置, 采用双重环网结构; 车辆级网络为连接车厢内设备的通信网络, 采用点对点的连接方式。

1.2 列车级网络

在TCN网络中, 列车级网络采用单一的WTB总线。与TCN网络不同, CRH2列车网络系统的列车级网络有2种类型:

①光纤令牌环网。连接所有的中央装置与终端装置, 物理传输介质为光纤, 装置之间的点对点通信采用ARCNET协议, 整个环网之间采用特定的环网令牌

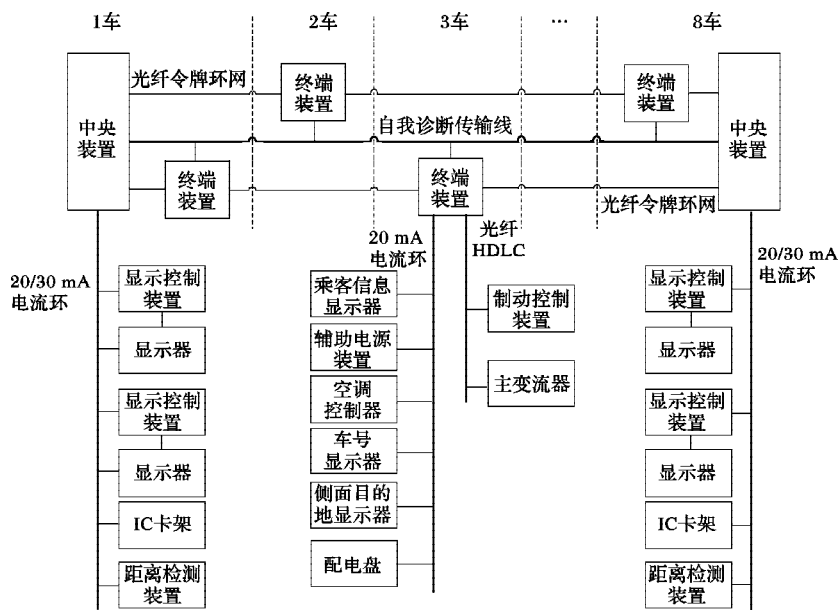


图1 CRH2列车网络拓扑示意图

协议。

②自我诊断传输线。以总线方式连接中央装置与终端装置，物理传输介质为双绞线，采用HDLC作为数据交换协议。自我诊断传输线作为令牌环网的后备冗余，当令牌环网故障时，可通过自我诊断传输线传输控制指令。

列车级网络的另一个重要功能用于编组间列车的重联。重联时，需要将令牌环网与自我诊断传输线都进行重联。令牌环网间重联时介质采用双绞线，点对点通信采用ARCNET协议。

1.3 车辆级网络

车辆级网络指列车网络系统与车厢内设备之间信息交换的通道。在TCN网络中，车辆级网络采用MVB总线，CRH2列车网络系统与车厢内设备间均采用直接的点对点通信。

根据车厢内设备性质的不同，CRH2列车网络系统与设备的通信方式也存在差异。对于主变流器、制动控制单元，采用光纤连接，使用HDLC链路协议，通信为轮询选择方式，传输周期为10 ms；对于空调设定器、乘客信息显示器、辅助电源装置等，采用电流环方式连接，包括20 mA、30 mA 2种规格，通信为轮询选择方式，但传输周期各不相同；对于某些简单的设备，如距离检测装置、侧面目的地显示器等，采用电流环方式连接，通信为单向传输方式。

2 CRH2列车网络传输协议

2.1 网络传输协议

CRH2列车网络系统的物理传输采用基于ARCNET的光传输网络，其网络速率为2.5 Mbit/s。TCN网络中，MVB网络通常采用基于双绞线的电缆，网络速率为1 Mbit/s。

TCN网络将数据分为过程数据与消息数据。CRH2

列车网络系统略有不同，其将网络数据分为3类。

①控制指令：主要包括牵引、制动等控制数据，以及时钟校正等信息。

②状态数据：包含各车辆的各种设备状态信息。

③块数据：通过各节点内的数据块，实现节点间大信息块的传输。

2.2 控制指令传输

控制指令由司机钥匙插入端的中央装置向全网发送，采用最简单的不受其他节点动作影响的通信协议。控制指令发送间隔最小为10 ms，数据长度为12字节，控制指令经过单个节点的通过时间为0.25 ms。考虑到数据与环网上各种数据冲突引起的延时，光传输贯穿部分的传输延时最大为15 ms。

2.3 状态数据传输

各车辆的状态数据向全网进行传输，为了防止数据发送时间集中冲突的情况，状态数据通过令牌协议进行管理。对于8辆编组的动车组来说，状态数据的发送间隔为120 ms，数据长度为240字节。

网络接通电源后，500 ms内没有接收到状态数据后，各节点发送令牌初始化指令。在节点编号 $\times 20$ ms时形成令牌，并发送令牌发送指令。每个节点保留令牌时间为10 ms，令牌采用向相邻节点顺序传递的机制。当网络出现故障时，故障处的节点获取令牌并保留完成后，将把令牌返回相反的方向。当节点检测到500 ms以上没有接收到令牌，即发送令牌初始化命令，重新生成令牌。

2.4 块数据传输

从功能上说，TIS系统中的块数据类似于TCN网络中的消息数据，用于实现突发的维护性数据的传输。

CRH2列车网络系统中每个节点内部都预留了一整块空间，用于保存应用数据。然后将该空间按每块236个字节进行划分，并根据列车网络应用的实际情况将各类数据放置于各个块中。TIS系统支持各节点之间按块的格式进行数据交换。

CRH2列车网络系统块数据传输采用请求-许可机制。当某个节点需要启动块传输时，通过状态数据向网络主节点提出请求，主节点接收到请求后，将许可进行块传输的节点号通过状态数据通知全网，从而开始块数据的传输。为了保证块传输的进行不影响网络中其他数据的传输，要求连续的块数据传输间隔至少10 ms。

3 自主高速列车网络控制系统研究

3.1 自主高速列车网络控制系统架构

CRH2高速列车网络控制系统由CCU（中央装置）、