

# 基于 LonWorks 技术的列车通信网络

The Train Communication Network Based on LonWorks

(成都)西南交通大学机车车辆研究所(610031) 杨志仁 王雪梅 倪文波

**【摘要】**简要介绍了列车通信网络(TCN)标准以及采用 LonWorks 网络技术开发列车通信网络的优点。基于 LonWorks 网络技术,本文建立了列车通信网络 LonTCN<sup>+</sup> 的体系结构以及硬件、软件实现措施。

**关键词:**列车通信网络,现场总线,LonWorks,通信控制

**Abstract:** The standard of Train Communication Network (TCN) is briefed, and features on developing TCN with LonWorks are also described. The train communication network LonTCN<sup>+</sup> based on LonWorks is introduced regarding its structure and method on hardware and software.

**Key words:** train communication network, fieldbus, LonWorks, communication and control

近几年,国内机车车辆工业发展迅速,相继开发成功了动车组、200 km/h 高速列车,以及目前处于开发研制阶段的内燃摆式动车组、300 km/h 高速车、城市轨道交通等。这些新型机车车辆需要对列车的运行状态和故障信息作出快速准确的判断和处理,而传统的机车车辆

控制技术已完全不能满足这方面的要求,因此必须配备列车通信控制网络产品,方能实现整个列车的正常运行。然而目前国内尚无现成的列车通信控制网络产品,一些机车车辆制造工厂为了尽快占领新型机车车辆市场,纷纷从国外进口具有网络功能的控制系统,如出口伊朗的地铁车、现正在运营的内燃动车组等,分别引进了 Adtranz 瑞士分公司、德国 Siemens 公司及日本新泻公司的产品,以解燃眉之急。鉴于上述情况,为尽快形成研制国产的列车网络产品,本文采用 LonWorks 网络技术,以两动一拖动车组为对象,开发研制了基于 LonWorks 技术的列车通信网络 LonTCN<sup>+</sup> 系统。

## 1 列车通信网络概述

随着动车组的兴起,列车控制技术已从单台机车控制逐步向列车网络控制方向发展,列车网络控制已成为高速列车、动车组的必备技术之一。列车网络控制的主要任务有:

实现各动力车的重联控制;

实现全列车(动车和拖车)所有由计算机控制

些参数的读写;将变频器的常用监控参数,如加减速时间、多个预置频率、实际输出电流电压、故障代码等参数设定到 Data In/Out 上,则结合 Word 0 和 Word 1,通过映射方式,PLC 对变频器就可实现一般功能的监控。

PLC 对扫描器映射信息的读写是通过 BTR、BTW 指令实现的,而块传送指令则以字长为标记去识别扫描器缓冲区不同区间的映射信息的;对 1771-SDN 来说,映射缓冲区总共有 6 组,357 个字长的输入和 357 个字长的输出可供使用,分配给 DeviceNet 上不同的设备。

综上所述,只要使用 RSLogix5 对 PLC 进行编程,RSNetwork for DeviceNet 对扫描器和变频器进行组态,Panelbuilder 对 PanelView 进行组态,就可将 DeviceNet 上独立的 PLC、变频器、操作终端构成一个网络化的控制系统,实现对变频器的运行状态、运行参数进行监测、控制和优化。DeviceNet 网络上的实时参数可以在

ControlNet 上共享,用先进控制算法进行优化;它还可以在以太网上共享所有变频器的运行状态和参数等数据,从而实现变频器的集成控制。它们已经应用在供水系统、消费品生产和冶金等行业上。

### 参考文献

- 1 Rockwell Automation Company. 1771-SDN DeviceNet Scanner Module Installation Instructions. 1997
- 2 Rockwell Automation Company. 1203- GK5 DeviceNet Communications Module User Manual. 1999
- 3 Rockwell Automation Company. ControlNet Network System Overview. 1997
- 4 王晓初等. 基于网络结构的变频器控制系统. 电气传动, 1999, 29(5): 21~24

**作者简介:**黄松杰,毕业于上海交通大学信息与控制工程系,现为罗克韦尔自动化广州分公司全球技术支持工程师。

吴乃优,研究员,广东工业大学罗克韦尔自动化实验室主任。

(收稿日期:2000-01)

的部件联网通信和资源共享；

实现全列车的制动控制、自动门控制、轴温监测及空调控制等功能；

完成全列车的自检及故障诊断决策。

为了使各种铁路机车车辆能够互相联挂,并且车上可编程电子设备能够互换,国际电工委员会(IEC)和国际铁路联盟(UIC)联合制定了一项标准——列车通信网络TCN(train communication network),即IEC61375项标准。同时IEEE也引用该项标准作为列车通信网络标准IEEE1473-T。网络总体结构包含两级:连接各车辆的列车总线(train bus)和连接一节车辆内或车辆组各设备的车辆总线(vehicle bus),见图1。该项标准的制定为今后开发列车通信网络提供了参考,同时也促使产品尽快与国际接轨。

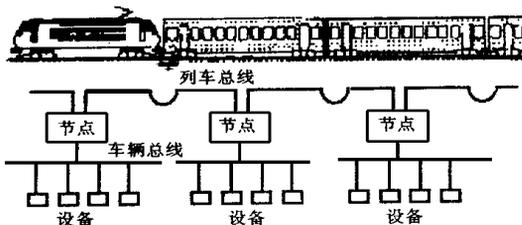


图1 列车通信网络

## 2 采用 LonWorks 网络技术的依据

作为一种测控网络,LonWorks 技术的许多性能都符合 TCN 标准的要求,具体表现在以下几个方面:

(1) 突出的统一性、开放性及互操作性:LonWorks 网络协议符合国际标准化组织(ISO)定义的开放互连(OSI)模型,任何制造商的产品都可以实现互操作。协议对外开放,对任何用户平等。该特性完全符合 TCN 关于实现世界范围的车辆间的相互操作和插入式设备连接的要求。

(2) 通信媒介的多样性:可用任何媒介进行通信,包括双绞线、电力线、光纤、同轴电缆、无线电波、红外等。不同通信媒介之间可通过路由器实现通信。这就为开发列车通信网络时选择通信媒介提供了更多的选择余地。

(3) 多种型式的网络拓扑结构:有星型、总线型、环形及自由拓扑型;网络结构可以是主从式、对等式或客户/服务式结构。

(4) 通信速率高:通信速率可达 1.25 Mb/s,此时有效距离为 130 m;78 kb/s 的双绞线,直线通信距离可达 2 700 m。这种通信速率及通信距离基本上符合列车通信网络在这方面的要求。

(5) 主要元器件的工作温度范围宽:其神经元芯片的协议控制器和总线收发器的工作温度范围为 - 40 ~ 85 ,符合机车车辆行业对环境温度的特殊要求。

LonWorks 作为一种工业现场总线,由于其优越的性能正受到各行各业的重视。目前已有 56 个国家和地区的 2000 多个公司在使用 LonWorks 技术及其产品,在全球工业控制节点中 LonWorks 占有率达 51 %。它被广泛用于航空/航天、建筑物控制、工厂自动化等领域。LonWorks 在铁路工业中也有广泛的应用。在国外,LonWorks 网络已经在列车制动、门控、辅助电源控制、监控、空调及通风、旅客信息、信号、故障记录、到站显示、照明等方面有应用实例,如美国新泽西轻轨 Comet 项目、旧金山湾区地铁(BART)制动系统监视器和自动列车控制系统、ALSTOM 公司的牵引力系统、DB 的照明、供暖和空调控制系统等。1997 年,美国铁路协会(AAR)已经把 LonWorks 技术作为 AAR 标准(S - 4320)。1999 年 8 月,LonWorks 控制网络技术正式成为在列车通信方面新的 IEEE1473-1999 标准的一部分,即 IEEE1473-L。它和前述的 IEEE1473 - T 共同形成列车网络控制的标准。目前,正在开发相关的网关,以使两项标准网络可以互联。

## 3 LonTCN- 列车通信系统简介

### 3.1 系统网络结构和功能

本系统借助 LonBuilder 开发平台及其 2 个仿真器、3 个路由器、5 个 Gizmo3 以及 9 个 LonWorks 智能节点,

共同组成一个模拟对列车轴温、电动门进行信号采集、处理与控制的列车通信网络。系统网络结构如图 2。

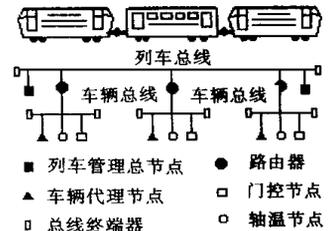


图2 LonTCN- 网络结构

按照 TCN 标准的要求,将此列车通信网络分成列车总线和车辆总线两层结构,由路由器负责两层总线之间的连接和数据交换。在列车总线上,以 LonBuilder 的管理模块和协议分析模块作为系统的管理器,2 个 LonBuilder 仿真器及 2 个 Gizmo3 分别作为 2 个头车的总监控节点,对全列车的运用状态进行监控。2 个监控节点具有互锁功能,即只能有一个节点起作用,以模仿列车运行方向。在车辆总线一级,在每节车厢设置了一个代理节点,作为每节车厢的监控节点,同时,车辆总线上各节点的任何信息要与外部共享时,必须经过该代理节点。这样,可以更好地隔离车厢之间的交往,减少网络交通阻塞。另外还设置了轴温、门控 2 个监控节点对车厢内 4 个轴位的轴温、4 个电动门的开闭状态进行监控。整个列车网络各总线采用总线型拓扑结构,通信介质采用双绞线,各节点均采用 TP/ XF-78 型收发器,网络通信速率 78 kb/s。

### 3.2 系统软件及实现

图 3 所示为一节车厢各节点与列车管理总节点之间的系统信息流向图。当车辆电动门节点收到列车管理总节点发来的“检测门”信号后,循环检测 4 个门的关闭状态,该节点将门系列号、门的状态信号及报警号传送给车辆代理节点,车辆代理节点将门节点信息进行处理连同车辆系列号一同传送给列车管理中节点。同理,车辆轴温节点对 4 个轴的轴温检测、变换后,其传送过程和门控节点相同。信号类型有开关量输入输出及标准模拟量输入输出(4 ~ 20 mA)。程序采用 Neuron C 语言编程。

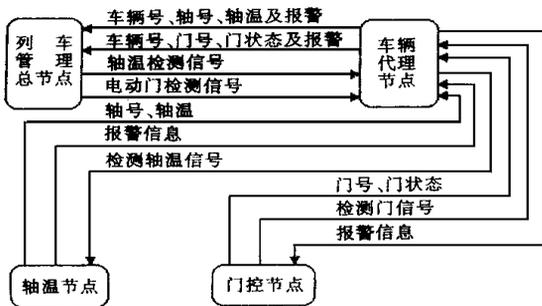


图 3 系统信息流向图

#### (1) 轴温节点

该节点外接 1 个 Gzmo3 用来采集 4 个模拟通道的轴温数据,并将采集到的数据转换后送到 Gzmo3 上 LED 七段数码显示器上显示轴位及轴位值。节点 I/O 口定义如下:IO-8 采用 Neurowire 全同步串行数据格式输入/输出方式,以驱动 MC145053 A/D 转换器和 MC14489 数码显示器;IO-0 驱动扬声器,IO-1 提供红色指示灯信号,二者共同完成声光报警功能。

#### (2) 门控节点

IO-4 ~ IO-7 4 个 I/O 口分别采集 4 个门的开关状态;IO-0 ~ IO-3 分别提供相对应的开关门信号。

#### (3) 车辆代理节点

车辆代理节点负责本车厢与外部的联络。为此,将此节点设置成分属两个域,使其成为网关。这样,该节点既完成了隔离各车厢之间的交往,又起到了与外部交往的桥梁作用。

#### (4) 列车总控节点

该节点接入 Gzmo3 用于监控各车厢轴温及电动门的状态。其中 IO-8 Neurowire 输入/输出方式驱动数码显示器;IO-3 轴温状态显示控制按钮输入;IO-7 门状态显示控制按钮输入;IO-4 作为司机钥匙控制器输入接口;IO-5 切断列车总控节点电源输出接口。当 IO-4 端口检测到本主控节点有钥匙插入并开机信号,IO-5 端口输出切断另一主控节点电源信号,保证只有一个主控节点工作。

### 3.3 试验及试验结果

本程序共涉及 40 多个网络变量。系统进行了实验室试验及线路运行试验。在实验室内采用 100 m 弱 5 类双绞线进行了 16 h 连续试验,总共传输 8 000 031 个数据包而没有丢失一个包。网络平均每秒传送数据包 160 个左右,平均每个数据包容量 11.6B,频宽利用率 65%,有效载荷率 17%。在国家牵引动力重点实验室的牵引机车及试验车上安装该网络模拟两动一拖车组在学校专用线路上进行了线路运行试验。在 1 h 的试验过程中,两车之间共传输 520 000 个数据包,而没有丢失一个数据包,运行效果良好,达到了最初设计要求。在试验车上的运行试验结果如表 1 所示。

表 1 试验记录

网络信息	错误
收到包数: 521 688	CRC: 175
平均数据包长度: 11.67	误码率: 0.04159 %
带宽利用率: 66 %	超时: 42
平均传输速度(个/s): 143.21	丢失包数: 0
最大传输速度(个/s): 165	
有效载荷率: 18 %	

## 4 结束语

在铁路机车车辆通信网络中采用 LonWorks 网络技术进行通信和控制,作为一种尝试,达到了预期目的。在现有的各种现场总线中,LonWorks 以其特有的性能正在被越来越多的铁路科技人员所接受。据了解,大部分铁路科研部门采用 LonWorks 技术正在从事列车制动、机车重联、列车通信等方面的研究开发,这表明 LonWorks 网络控制技术在列车通信中具有广阔的应用前景。当然,还需要做很多工作,譬如:如何从硬件及软件上解决信号延迟、信号衰减、反射波叠加引起畸变以及电磁干扰等问题。LonTCN 系统只是刚刚起步,还需进一步的完善。尚需增加机车重联、列车制动、列车定向排序等功能,使系统功能更加完善,更加趋向实用化。

### 参考文献

- 1 Neuron Chip Data Book ECHLON. 1995
- 2 LonBuilder User's Guide ECHLON. 1995
- 3 Neuron C Programmer's Guide ECHLON. 1995
- 4 Hubert D, Kirrmann et al. ICE 列车通信网络. 机车电传动, 1999, (3)
- 5 严云升. 列车计算机网络控制系统. 电力机车技术, 1999, (3)

(收稿日期: 1999 - 12)

欢迎订阅 2000 年《测控技术》月刊

订阅代号: 82 - 533

定价: 6.00 元/期

每月 18 日出刊