

沈阳现代有轨电车通信系统 整体设计方案分析

程鑫曲直

(北京城建设计研究总院有限责任公司 北京 100037)

摘要 通信系统是现代有轨电车运营指挥、服务乘客的网络平台,是现代有轨电车正常运转的“神经系统”,可为列车运行的快捷、安全、准点提供基本保障。对沈阳现代有轨电车通信系统整体系统方案、特点、功能等进行详细分析,并结合参建经验,提出几点心得体会。
关键词 现代有轨电车;通信系统;传输;无线通信;电话系统

中图分类号 U482.1;U282+.2 **文献标志码** A
文章编号 1672-6073(2013)06-0152-04

1 现代有轨电车及其通信系统

现代有轨电车作为一种安全、环保、节能、建设与运营费用相对低廉的中、低运量交通工具,弥补了城际铁路、轨道交通覆盖面的不足;提高大运量轨道交通服务水平,是引导城市交通发展的重要方式之一。沈阳市的现代有轨电车项目位于浑南新区,主要连接奥体中心、沈阳南站、全运中心、桃仙国际机场、沈抚新城,主要功能是服务全运会,打造大浑南新型、绿色环保的公共交通系统。

通信系统是现代有轨电车运营指挥、服务乘客的网络平台,是现代有轨电车正常运转的神经系统,它为列车运行的快捷、安全、准点提供了基本保障。现代有轨电车采用人工驾驶模式,车站规模小,站型简单,与公交车站较为相似。根据以上有轨电车线路的特点,结合轨道交通通信系统设计的既有经验,现代有轨电车通信系统应满足调度、监视、车辆段广播、时间统一等功能。

2 通信系统的需求及特点

根据现代有轨电车特点及需求分析,通信系统需满足传输、运营调度指挥、视频监控、乘客信息服务等功能,下面对各个子系统进行详细分析。

2.1 传输系统

传输系统是现代有轨电车工程通信系统中的主要子系统,它可为通信系统中的各子系统以及变电所电力监控(SCADA)、售检票等专业提供可靠的、冗余的、可重构的、灵活的数据通道。该系统必须迅速、准确、可靠地传送有轨电车运营、管理所需的各种信息,这些信息包括普通语音、数据及图像信息等。

2.1.1 功能需求

- 1) 满足各子系统传输容量的要求,提供所需的业务接口。
- 2) 光传输系统从逻辑上提供保护通道,并利用区间中的两条光缆,从物理上构成自愈环,以确保传输系统的可靠性。
- 3) 可为通信网中的各节点提供点对点直通式、一点对多点共用式及总线式等信道形式。

2.1.2 方案设计

结合功能需求,通过对传输技术的分析,内嵌弹性分组环的多业务传输平台 MSTP(内嵌 RPR),既能保证目前大量的实时业务对传输性能的要求,同时融合了弹性分组环技术对以太网数据业务高效、动态的处理功能,将不同业务以最适合的承载方式集于一体。本工程传输系统骨干网采用 MSTP(内嵌 RPR)技术组建,系统容量 2.5 Gb/s;环路保护采用四纤复用段保护方式;同步网采用主从同步,在控制中心设置 GPS + BITS 设备;在控制中心设网元管理中心设备。

2.2 电话系统

电话系统是现代有轨电车工作人员与内部及外部

收稿日期: 2013-10-28 修回日期: 2013-11-01

作者简介: 程鑫,男,工程硕士,工程师,从事城市轨道交通通信系统设计工作,chengxin_mail@126.com

进行公务联络的工具,同时又是为控制中心各调度员、值班员以及运营管理等的工作人员组织指挥行车和运营、管理、维护以及确保行车安全而设置的专用调度设备。

2.2.1 功能需求

1) 用于现代有轨电车各部门间进行公务通话及业务联系,为运营、管理、维修等部门的工作人员提供服务;与沈阳市公用电话网连接,实现现代有轨电车用户与公网用户间的通信。

2) 支持控制中心调度员实时呼叫变电所、车辆段各行车、电力值班员。各调度台能单呼、组呼和全呼分机,在任何情况下均不会发生阻塞,从而保证控制中心行车调度员、电力调度员、环控(防灾)调度员与变电所、车辆段相关值班员和工作人员之间的直接通话。

3) 对各重要业务部门的通话实时录音记录,以便随时重放通信实况。

2.2.2 方案设计

针对现代有轨电车的特点,通过对程控交换技术、软交换技术及公专合一技术的分析,本工程电话系统采用将公务、专用电话子系统合并的方式,即公务、专用电话系统的硬件分别设置,具有功能独立、运营独立、管理维护独立等系统隔离特性。但两系统又处在同一个交换平台上,共享电话交换机的公共部件,共享中继链路和网络管理系统。该方案可以实现公务电话和专用电话的统一,在变电所、车辆段、停车场、综合交通枢纽及控制中心都只需要设置一种电话交换设备,集成度高,并可降低专用电话的投资。同时,控制中心与车辆段的两台交换机之间通过传输系统提供 E1 通道互联,实现资源共享和互为备用的功能,满足专用电话可靠、安全的要求。

2.3 无线通信系统

无线通信系统为现代有轨电车的固定用户(控制中心、车辆段调度员等)与移动用户(列车司机、防灾和维修等移动人员)之间的语音和数据信息交换提供了可靠的通信手段,为保证行车安全、提高运营效率和管理水平、改善服务质量、应对突发事件提供了重要保障。

2.3.1 功能需求

- 1) 中心行车调度员与在线列车司机之间的通话。
- 2) 段/场/枢纽值班员与段/场/枢纽内列车司机之间的通话。
- 3) 中心维修值班员与移动维修作业人员之间、与移动维修作业人员之间的通话。

4) 公务电话用户与无线用户之间的通话。

5) 通话功能主要有单呼、组呼、通播组呼叫和紧急呼叫等。

2.3.2 方案设计

结合现代有轨电车的特点及功能需求,通过对各种无线组网技术的分析,包括 TETRA(Trans European Trunked Radio)、开放式集群架构(GOTA)、第三代移动通信等技术的分析,表明 TETRA 数字集群体制在保证系统的高可靠性、组网的灵活性、产品的可持续性等方面具有明显的优势,目前国内厂家也在积极准备开发和引进先进的 TETRA 数字集群系统,因此本工程的无线通信系统采用 800 MHz 频段 TETRA 制式进行组网。

在控制中心新设集群交换机,线路覆盖采用多基站中区制方式,在全线各变电所、综合交通枢纽、停车场及车辆段设置双载频无线集群基站或直放站远端机设备,完成对全线车站、车辆段/停车场/综合交通枢纽区间的无线场强覆盖。本工程正线采用 4 组频率(AB-CD 方式),每组频率 2 对,4 组频率以 ABCD 方式交替配置于全线的变电所基站,即正线采用 8 个载频、车辆段/停车场/综合交通枢纽采用 2 个载频。

2.4 闭路电视监视系统

闭路电视监视系统是现代有轨电车维护和保证运输安全的重要设备,它能够将车站的客流情况、安全信息以图像的形式提供给调度员,为控制中心的调度员、列车司机等提供有关列车运行、防灾救灾、乘客疏导以及社会治安等方面的视觉信息,是提高有轨电车运营能力、保障客运安全和列车正常运行的强有力工具。

2.4.1 功能需求

- 1) 中心行车调度员、防灾调度员、电力调度员利用监控终端和显示大屏,监视全线各车站、变电所的情况。
- 2) 控制中心设置数字录像存储设备,对本工程正线、变电所所有摄像机的图像信号进行实时不间断录像,录像保留时间不少于 7 天。
- 3) 控制中心各调度员可根据时间、地点等信息,调看各站任何一路摄像机的图像信号,并可进行刻录保存。

4) 控制中心的各调度员能够远程控制摄像机的云台和镜头焦距,用以调整摄像机的视场大小,并可设定优先级。

2.4.2 方案设计

目前,适用于有轨电车的视频监视技术可分模拟摄像机全数字编码和全数字高清方案,两者的比较见表 1。

表 1 视频监视技术比较

序号	项目	模拟摄像机 全数字编码	全数字高清方案
1	建设投资	较高	高
2	技术先进性	较先进,易实现视频 的相关应用功能	先进
3	系统组成	简单	简单
4	图像编解码	需要	需要
5	灵活性、扩展性	好	好
6	图像质量	清晰	最清晰
7	在轨道交通中的 应用	多	少,已进入 新线建设
8	是否符合未来 发展方向	主流方案	未来发展趋势

随着轨道交通过的发展,对视频监视的要求也会不断提高,而高清设备的价格也不断降低。本工程闭路电视监视系统采用全数字高清方案,控制中心调看及存储的编码格式为 H. 264,存储采用 IP - SAN 方案,建设完成后的视频监控系统是一个三级联网分散与集中相结合的全 IP 网络系统架构的视频监控联网平台。车站、区间变电所、综合交通枢纽、停车场及车辆段前端为全网络高清摄像机和球机,分别就近连接至交换机,并分别汇聚接入所属区域的局域网,按区间变电所、综合交通枢纽、停车场及车辆段分别进行集中存储和客户端实时监控。

2.5 广播系统

针对现代有轨电车的特点,本工程仅设置车辆段(停车场、综合交通枢纽)广播系统。车辆段、停车场、综合交通枢纽的广播系统是独立的,只接受中心网管的管理。传输系统为广播系统在控制中心、停车场、车辆段、综合交通枢纽之间提供了一个以太网通道,用于控制中心向车辆段、停车场、综合交通枢纽发送网管信号。

2.6 时钟系统

时钟系统的主要作用是为控制中心调度员、车辆段/停车场/综合交通枢纽各部门工作人员及乘客提供统一的标准时间信息,同时还为本工程其他系统的中心设备提供统一的时间信号,使各系统的设备与本系统同步,从而实现全线统一的时间标准。时钟系统的设置,对保证有轨电车运行计时准确、提高运营效率起到了非常重要的作用。

本工程的时钟系统采用控制中心与车辆段/停车场/交通枢纽两级组网方式。在控制中心,设 GPS

(Global Positioning System) 和综合定时供给系统 (BITS)接收设备、一级母钟, GPS + BITS 接收的时钟信号作为外部同步时钟源;在车辆段/停车场/综合交通枢纽,设二级母钟,通过传输系统接入中心一级母钟。在控制中心、车辆段、停车场、综合交通枢纽,设置若干子钟。在控制中心设时钟网管系统,实现对全线时钟系统设备的统一管理。

2.7 乘客信息系统

乘客信息系统是一个计算机网络和多媒体技术的综合信息服务系统。乘客信息服务设备为在站台上候车的乘客提供上行、下行的候车服务信息,包括静态的有轨电车线路信息、动态的车辆信息、其他一些标志标识信息和换乘信息等,发布的信息包括运营信息、公共信息、公益信息等。其中,运营信息包括首末班车时间、动态显示最近到达车辆距离和所在位置、预计到达当前站的时间,以及动态显示道路阻塞等异常信息、电车停车信息、交通换乘信息等;公共信息包括日期与时间、票价、气象预报、文字新闻等。

本工程乘客信息系统由中心子系统、车站子系统和传输网络子系统构成。控制中心子系统由控制设备、编排设备、监视设备等组成,车站子系统由播放控制器、显示设备等组成,网络子系统由交换机、网络安全设备组成。乘客信息系统的总体构成见图 1。

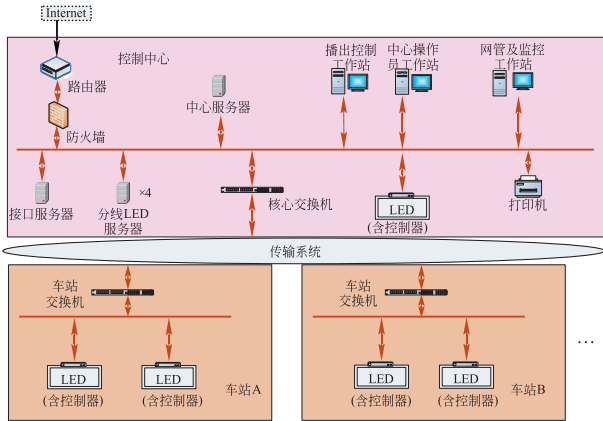


图 1 乘客信息系统构成

2.8 电源与接地

通信电源系统是保障整个通信网络正常运行的关键,一旦某节点通信电源发生故障,必将造成该点通信系统的中断,从而影响行车。因此,不但要求外供交流电十分可靠,而且要求通信电源供给系统也必须非常稳定可靠。当外供交流停电时,能够自动启动通信电源蓄电池,为通信系统提供不间断电源(UPS)。

本工程采用不间断电源方案,由动照专业引接两路独立交流电源至控制中心、车辆段、停车场、综合交通枢纽通信机房双电源切换箱,双电源切换箱由动照专业提供。由于变电所不能提供两路独立交流电源,因此变电所由动照专业引接一路交流电源至通信专业设置的UPS。车站设备由邻近变电所交流配电柜的馈出电源线供电。

3 通信系统设计的几点体会

目前,沈阳现代有轨电车已经开通试运营,结合系统开通运营的情况及建设过程中遇到的各种设计问题,主要有以下体会。

3.1 车站设备及系统容量的预留问题

现代有轨电车站规模小,增加及改动车站相对较容易,为估算工程量带来困难。在工程后期,根据业主的要求,对车站进行了较大的改动,包括车站位置改移、车站形式变化、预留车站变为实施车站等,使相关设备数量与设计图纸发生了较大的出入,给工程实施带来了一定影响。

因此,建议在设计过程中,车站设备应按预留站的一定比例留出备用,同时各系统容量应该按远期容量做好充分预留。

3.2 无线覆盖中的盲区控制问题

在工程实施过程中,由于部分变电所位置调整(如奥体中心)或者正线出现新的建筑物对覆盖进行了遮挡,使原无线覆盖方案中的部分地区产生了盲区,后经现场勘查,增补了室外覆盖设备。因此,建议在类似工程设计中,应充分考虑全天候覆盖情况下的盲区控制问题,覆盖设备应考虑预留。

3.3 系统接口划分与协调沟通的问题

沈阳现代有轨电车通信系统存在大量接口,因此内外部接口的物理位置、功能界定及施工界面的清晰划分将直接影响到系统能否顺利实施。需要与相关专业相互配合,从整体的高度统一考虑总体方案,保证互提资料准确,后续如发生方案变化,应主动与相关专业沟通,避免各专业之间出现扯皮、推诿、相互抵触等问题。

4 结语

通信系统作为现代有轨电车的“神经系统”,其重要性不言而喻。在沈阳市浑南新区现代有轨电车的设计中,充分分析了有轨电车的特点及功能需求,提出了适应有轨电车的通信系统设计方案。随着国内有轨电车的大规模发展,通信各子系统的技术方案将不断优

化。沈阳浑南新区现代有轨电车工程作为国内第一条正式运营的现代有轨电车线路,对今后其他城市有轨电车工程的后续建设具有一定的指导意义。

参考文献

- [1] 李伟章,徐幼铭,林瑜筠,等.城市轨道交通通信[M].北京:中国铁道出版社,2008.
- [2] 韦乐平.光同步数字传输网[M].北京:人民邮电出版社,1993.
- [3] Black U.光网络第三代传送系统[M].黄照祥,雷蕾,梁庄,译.北京:机械工业出版社,2003.
- [4] 张育萍.城市轨道交通中通信系统传输技术比较与分析[J].现代城市轨道交通,2009(5):9-13.
- [5] 郑祖辉,鲍智良,经明,等.数字集群移动通信系统[M].北京:电子工业出版社,2002.
- [6] 吴志忠.移动通信无线电波传播[M].北京:人民邮电出版社,2002.
- [7] 林波,谭建豪.软交换技术的发展及其应用[J].天津通信技术,2005,24(4):2-4.
- [8] 张颖.乘客信息系统在轨道交通中的应用及发展[J].铁道勘察与设计,2010(4):88-90.
- [9] GB 50382—2006 城市轨道交通通信工程质量验收规范[S].北京:中国计划出版社,2006.
- [10] 北车建设工程有限公司,北京城建设计研究总院有限责任公司.沈阳市浑南新区现代有轨电车1、2、3、5号线工程通信系统招标文件[G].沈阳,2012.

(编辑:郭洁)

Detailed Analysis of the Integral Design Scheme of Communication System of Shenyang Modern Tram

Cheng Xin Qu Zhi

(Beijing Urban Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Beijing 100037)

Abstract: Communication system of modern tram is a network platform for operations command and passenger service. It is the nervous system of modern tram's normal operation and it provides basic security for the safe, fast and punctual train operation. This paper analyzed system solutions, features, functions of the communication system of Shenyang tram on the base of the experiences of participating in the construction. Some suggestions were proposed.

Key words: modern tram; communication system; transmission; radio communication system; telephone system