

城市轨道交通系列丛书

城市轨道交通通信

(第二版)

李伟章 杨海江 编著

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG TONGXIN

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

013050770

U239.5
23-2

内 容 简 介

城市轨道交通系列丛书

城市轨道交通通信

(第二版)

李伟章 杨海江 编著



北航

C1657494

U239.5
23-2

中国铁道出版社

2013年·北京

013020810

内 容 简 介

本书全面介绍城市轨道交通通信系统的各个子系统,包括传输系统,公务、车站专用电话系统,调度电话系统,无线集群通信系统,闭路电视监控系统,有线广播系统,时钟系统,乘客信息系统,通信电源及接地系统,地铁公共覆盖系统,集中告警系统,对各个系统的功能需求、结构原理都做了详细讲解。

本书为第二版,结合城市轨道交通通信系统的发展趋势,新增了各城轨通信子网的 IP 组网技术,并对第一版有关内容进行了修订。

本书可作为城市轨道交通通信设计、制造、工程、维护、运营等技术人员参考书,也可作为高、中等院校相关专业的教科书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通通信/李伟章,杨海江编著.—2版.—北京:中国铁道出版社,2013.5
(城市轨道交通系列丛书)
ISBN 978-7-113-16320-4

I. ①城… II. ①李… ②杨… III. ①城市铁路—轨道交通—铁路通信 IV. ①U285

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 066670 号

城市轨道交通系列丛书

书 名:城市轨道交通通信(第二版)
作 者:李伟章 杨海江 编著

责任编辑:李嘉懿 编辑部电话:010-51873146 电子信箱:dianwu@vip.sina.com
编辑助理:亢嘉豪
封面设计:薛小卉
责任校对:孙 玫
责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:三河市兴达印务有限公司

版 次:2008年10月第1版 2013年5月第2版 2013年5月第1次印刷

开 本:787mm×960mm 1/16 印张:29.75 字数:630千

书 号:ISBN 978-7-113-16320-4

定 价:58.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873170

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前 言

自2008年《城市轨道交通通信》出版以来,随着互联网技术的飞速发展以及IP电话、网络电视、IP多媒体通信的广泛应用,公众通信网与专用通信网发生了巨大的变化。基于电路交换技术的传统的通信网,正在向基于IP技术的现代通信网快速演进,城市轨道交通通信亦不例外。

为了及时反映城市轨道交通通信技术的高速发展,在《城市轨道交通通信(第二版)》的编写过程中,新增了各城轨通信子网的IP组网技术,删除了TDM组网技术部分内容;第一版中各章的示例产品,随着产品的改型或更新换代,在新版中作了相应的替换;同时,根据读者对第一版所提出的建议,在新版中进行了相应的修订。

新版主要增加的内容如下:

第二章新增基于RPR的MSTP技术。基于RPR的多业务接入平台(MSTP/RPR)为新一代的多业务接入平台,适用于以传送分组数据业务为主,传送电路业务为辅的光纤传输网。用分组数据传输网替代传统的TDM传输网,已成为公众与专用通信网的发展方向。

第三章将原公务电话系统,改名为公务、车站专用电话系统。新增IP软交换技术及其在城轨公务电话网的应用,公务电话用户入网方式(DOD、DID、BID),数字用户中继与数字局间中继信令方式。

第四章改为调度电话系统。因为专用电话功能已由公务电话系统实现,故本章改称为调度电话系统更切合实际。

第五章新增TETRA V+D空中接口协议,无线集群隧道覆盖及切换分析;增加了无线集群系统的二次开发内容。

第六章新增电视技术基础、网络视频存储系统、综合监控系统(ISCS)CCTV部分、大屏(拼接屏)。

第七章新增站台无线广播、中心综合监控系统(ISCS)控制台,增加了城轨广播网IP传输部分的内容。

第八章新增NMEA 0183 \$GPZDA协议对时间码的描述,IP网的精确时间同步协议(PTP),时钟同步与时间同步,TETRA无线集群系统对时钟与时间同步的要求。

鉴于城轨乘客导乘信息系统发展迅速,故对第九章进行了重写。

第十章除通信接地内容外,对全章进行了重写。

第十一章新增引入制式的选择与探讨。

第十二章集中告警系统,因为城轨通信系统在控制中心均设置有集中告警系统,用以采集、显示、存储并打印城轨通信各子系统的故障告警信息。第一版尚缺集中告警系统这部分内容,在第二版中补充。

《城市轨道交通通信(第二版)》的第一章至第八章以及第十一章由李伟章编写,第九章、第十章、第十二章由杨海江编写。

由于城轨通信发展迅速,编者水平所限,本书在内容上难免有遗漏、不妥或错误之处,敬请读者拨冗指正,E-mail:lwz6369@163.com。

编 者

2013年1月

目 录

第一章 城轨通信系统综述 ·····	1
第一节 城轨通信概述·····	1
第二节 城轨通信系统的组成·····	5
第二章 传输系统 ·····	13
第一节 传输技术基础·····	14
第二节 MSTP/SDH 节点设备与 PCM 接口设备·····	35
第三节 城轨 MSTP/SDH 传输网·····	39
第四节 MSTP/SDH 设备与 PCM 接入设备产品举例·····	52
第五节 基于 RPR 的 MSTP 技术·····	59
第六节 MSTP/RPR PacketWave™ 系列产品举例·····	66
第三章 公务、车站专用电话系统 ·····	75
第一节 程控数字电话交换机的基本原理·····	76
第二节 城轨公务电话网的构建·····	89
第三节 站内、站间与轨旁电话子系统·····	96
第四节 程控数字交换机举例·····	98
第五节 软交换技术·····	113
第六节 软交换系统举例·····	128
第四章 调度电话系统 ·····	135
第一节 调度通信技术基础·····	135
第二节 城轨调度电话系统的组成·····	139
第三节 基于电路交换技术的调度机产品举例·····	147
第四节 基于软交换技术的调度机产品举例·····	153

第五章 无线集群通信系统	158
第一节 无线集群通信系统概述.....	158
第二节 无线调度通信技术基础.....	160
第三节 TETRA 数字集群系统	168
第四节 TETRA 系统功能	186
第五节 TETRA 在城轨中的应用	192
第六节 TETRA 数字集群系统产品举例(1)——Dimetra IP 系统	209
第七节 TETRA 数字集群系统产品举例(2)——eTRA 数字集群通信系统	225
第八节 无线数字集群系统的二次开发.....	242
第六章 闭路电视系统	246
第一节 电视技术基础.....	246
第二节 城轨对闭路电视监控系统的功能.....	253
第三节 闭路电视系统的组成.....	258
第四节 模拟视频监控系统 and 组网方案.....	274
第五节 网络视频监控系统 and 组网方案.....	278
第六节 列车视频监控系统.....	286
第七节 城轨视频监控解决方案和产品举例.....	290
第七章 有线广播系统	302
第一节 城轨对有线广播的功能.....	302
第二节 城轨有线广播系统概述.....	306
第三节 城轨有线广播系统的组成.....	309
第四节 城轨有线广播系统产品举例.....	316
第八章 时钟系统	327
第一节 时钟系统概述.....	327
第二节 时钟系统技术基础.....	328
第三节 分组网络的时间同步协议.....	334
第四节 城轨时钟系统的功能与技术需求.....	339
第五节 城轨时钟系统的构成.....	343
第六节 城轨通信系统的时钟同步.....	347
第七节 时钟系统产品举例.....	348

第九章 乘客信息系统(PIS)	362
第一节 乘客信息系统概述	362
第二节 乘客信息系统功能及信息服务内容	363
第三节 乘客信息系统构成	367
第四节 数字移动电视	394
第十章 通信电源及接地系统	395
第一节 通信电源及接地系统概述	395
第二节 城轨通信系统对电源和接地的要求	397
第三节 交流配电屏	399
第四节 直流供电系统与高频开关电源	402
第五节 不间断电源(UPS)	406
第六节 蓄 电 池	410
第七节 电源集中监控	416
第八节 通信设备的接地系统	420
第十一章 地铁公共覆盖系统	428
第一节 引入制式的选择	428
第二节 地铁公共覆盖的需求	430
第三节 信号源的引入	431
第四节 天馈系统	432
第五节 地铁公用移动通信覆盖的设计分析	435
第十二章 集中告警系统	449
第一节 集中告警系统概述	449
第二节 集中告警系统构成	450
第三节 集中告警系统功能	453
附 录 缩略语	457

第一章

城轨通信系统综述

城市轨道交通(简称城轨)的弱电系统包括:信号系统(ATS, Automatic Train Supervision)、通信系统(CS, Communication System)、电力监控系统(SCADA Supervisory Control and Data Acquisition)、自动售检票系统(AFC, Automatic Fare Collection)、环境与设备监控系统(BAS, Building Automatic System)、灾害报警系统(FAS, Fire Alarm System)、综合监控系统(ISCS, Integrated Supervisory Control System)等。城轨通信系统与其他系统有着十分密切的关系。

城轨通信系统是指列车运行、公务联络和传递各种信息的重要手段,是保证列车安全、快速、高效运行不可缺少的综合通信系统。主要包括传输系统、公务电话系统、专用电话系统、无线集群通信系统、闭路电视监视系统(CCTV)、有线广播系统(PA)、时钟系统、乘客导乘信息系统(PIS)、办公室自动化(OA)、电源及接地系统等子系统。通信系统的服务范围涵盖了运营控制中心、车站、车辆段、停车场、地面线路、地下隧道与列车。

第一节 城轨通信概述

一、城轨通信系统的作用

首先,城轨通信系统与信号(ATS)系统共同完成行车调度指挥,并为城轨的其他各子系统提供信息传输通道和时标(标准时间)信号。此外,通信系统是城市轨道交通内部公务联络的主要通道,使构成城市轨道交通内部的各个系统之间紧密联系,以提高整个系统的运行效率。当然,通信系统也是城市轨道交通内、外联系的通道。

城轨通信系统在发生灾害、事故或恐怖活动的情况下,是进行应急处理、抢险救灾和反恐的主要手段。城市轨道交通越是在发生事故、灾害或恐怖活动时越是需要通信联系。但若在常规通信系统之外再设置一套防灾救护通信系统,势必要增加投资,而且长期不用的设备亦难以保持良好的运行状态。所以,通信系统的设计应在正常情况下为运营管理、指挥调度、监控等提供通信联络的手段,为乘客提供周密的服务;在突发灾害、事故或恐怖活动的情况下,能够集中通信资源,保证有足够的容量以满足应急处理、抢险救灾的特殊通信需求。

二、城轨对通信系统的要求

对城轨通信系统的要求是能迅速、准确、可靠地传递和交换各种信息。

1. 对于行车组织,通信系统应能保证将各站的客流情况、工作状况、线路上各列车运行状况等信息准确、迅速地传输到控制中心。同时,将控制中心发布的调度指挥命令与控制信号及时、可靠地传送至各个车站以及行进中的列车上。

2. 对于城轨运行的组织管理,通信系统应能保证各部门之间、上下级之间保持畅通、有效、可靠的信息交流与联系。

3. 通信系统应能保证本系统与外部系统之间便捷、畅通的联系。

4. 通信系统主要设备和模块应具有自检功能,并采取适当的冗余配置,故障时能自动切换和报警,控制中心可监测和采集各车站设备运行和检测的结果。

三、城轨通信分类

1. 按业务进行分类

(1) 专用电话通信

专用通信是供系统内部组织与管理所使用的通信网络,包括行车、电力、维修、公安和防灾调度以及站内、区间(轨旁)、相邻车站的通信。平时主要用于直接组织、指挥列车运行;紧急情况下,可进行应急调度指挥,是城轨中最重要的业务通信网。

(2) 公务电话通信

公务电话通信是城市轨道交通内部的电话网,相当于企业总机。用于一般公务联络以及提供与外界通信网的连接。

(3) 有线广播通信

有线广播通信平时向乘客报告列车运行信息,播放音乐;在紧急情况下,可进行应急指挥和引导乘客疏散。

(4) 闭路电视

闭路电视是城市轨道交通的现场视频监控系統,用以监视车站各部位、客流情况及列车停靠、车门开闭和启动状况;在紧急情况下,用以实时监控事故现场。

(5) 无线通信

无线通信提供对位置不固定的相关业务工作人员及列车司机的通信联络,作为有线通信网强有力的补充。

(6) 其他通信

时钟系统,使整个系统在统一的时间下运转;会议通信系统,提供高效的远程会议通信,如电话会议、视频会议等;数据通信系统,用以传送文件和数据。

2. 按传输媒介分类

城轨通信按传输媒介分类可分为有线通信和无线通信。

有线通信的传输媒介为光缆、电缆。有线通信包括:光纤传输、程控交换、广播、闭路电视等。

无线通信利用空间电磁波进行传输。无线通信包括:无线集群通信、无线局域网(WLAN)和地铁中的公众移动通信网等。

四、城轨通信网

城轨通信系统应是一个能够承载音频、视频、数据(电路数据与分组数据)等各种信息的综合业务数字通信网。一般情况下一条城轨线路建立一个独立的通信网,一个城市建立多条线路的情况下,可通过数字交叉连接设备(DXC)和中继线路连接各条城轨线路的通信网。

1. 城轨通信网的基本结构

城轨通信网由光纤数字传输系统、数字电话交换系统、广播系统、闭路电视监视系统、无线通信系统等组成。上述系统通过电缆、光缆、漏泄电缆和空间电磁波等传输媒介,在控制中心与各车站、列车之间构成多个互相关联、互相补充的业务网,为城市轨道交通提供综合通信的能力。

构成通信网的基本要素是传输设备、交换控制设备和终端设备。将传输设备(链路)和交换控制设备(节点)按照适当的方式连接起来,就可构成各种业务网。

若为一种业务网建立一个专用的传输网,会造成线路与传输设备的浪费。在城轨通信中,通常的做法是建立一个容量的公共光纤传输网,利用复用、解复用设备和数字交叉连接设备(由软件控制的数字配线架)为城轨的各种业务网提供骨干传输通道。

城轨传输网的物理网络均采用图 1-1(a)所示的光纤环网拓扑结构,其主要优点是在光纤中断或传输节点故障时仍能保证正常的通信,故亦称为光纤自愈环。在光纤环路中,根据所传送业务的不同,城轨各通信网的逻辑网络(承载在物理网络上)拓扑结构有总线型和星型等拓扑结构组成,在图 1-1(b)所示的总线型结构中,控制中心与各车站的业务节点设备均连接在总线上;在图 1-1(c)所示的星型结构中,控制中心与各车站业务节点设备以点对点方式相连接。

根据城轨通信的需求,要求城轨传输网络能够承载音频、视频和数据等综合业务。传统的城轨传输网多数采用基于 SDH 的多业务传输平台(MSTP/SDH)。

MSTP/SDH 环路可以提供电路和分组两种传输通道。在分组传输中,因每个数据包均带有地址信息,故网络拓扑以总线方式为主;在电路传输中利用信令连接通信电路,故网络拓扑以点对点方式(星型)为主,但对音、视频和数据的广播信息以及在电路数据通道中传送带地址编码的数据时,网络拓扑也可采用总线方式。

传统的数字音频和视频均通过电路交换(TDM)通道传输,随着 IP 电话、IP 视频技术的进展,城轨通信的音、视频业务已开始进入分组通道传输。预计未来的城轨通信网将会演进为一个全 IP 网络。

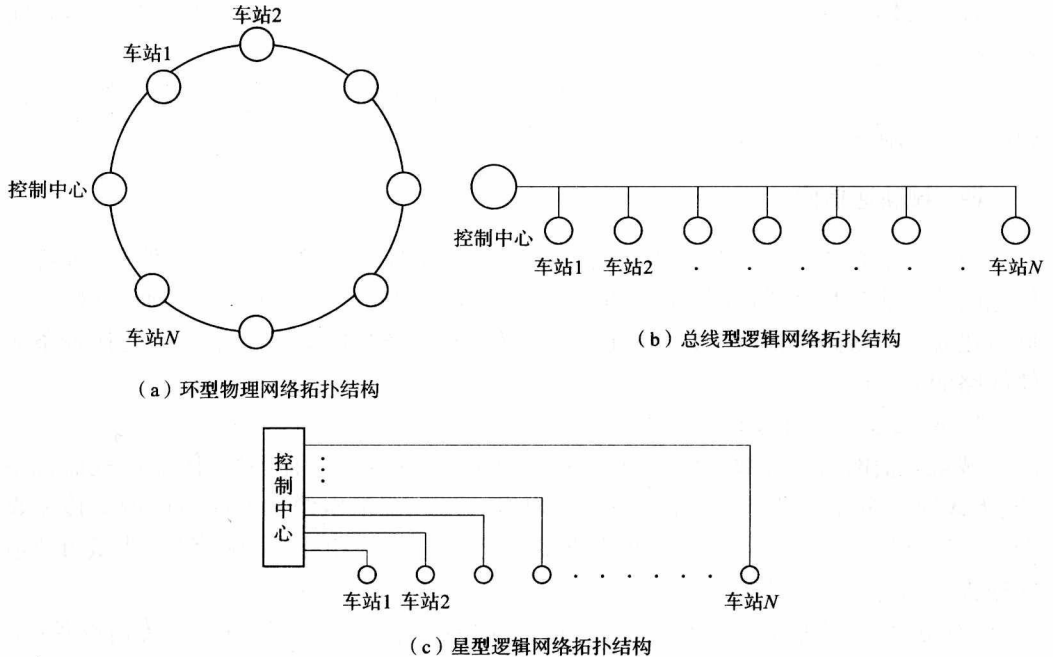


图 1-1 城轨通信网的物理网络与逻辑网络的拓扑结构

2. 城轨通信网的传输节点设备

在城轨中,各类业务网络在物理上采用同一个公共的传输网;在逻辑上,各种业务网络均配置有自己专用的传输网络。

对城轨光纤环路而言,其物理网络的拓扑结构为环型结构,各传输节点设备串在光纤环路中,物理环网在光纤切断或环内传输节点设备故障时,信号可从另一方向环回,故有很好的抗毁性。

由于传输网的物理网络采用环网结构,控制中心送出的各种信息必须按需在各个车站从光环中分离出来,送到相应的车站业务节点设备;各车站业务节点设备送给控制中心的信息及各车站之间互相传递的信息又必须插入到光环中去,因此在各车站需配备传输节点设备(数字分插复用设备)以实现信息的分/插与连接功能。

数字分插复用设备(ADM)串在光环中,给中心与车站的业务节点设备提供上下业务的传输通道(亦称支路)。在各车站 ADM 的下行方向上,光/电转换设备将所接收的光信号转换为电信号,并进行解复用,解复用后的信号经数字配线模块让大部分承载信息直通(转接),小部分承载信息在本车站落地。在各车站 ADM 的上行方向上,通过数字配线模块将上行业务信息与直通信息,送复用设备进行复用,再经电/光转换设备将电信号转换为光信号输出。各车站上行与下行的落地信息,连接车站的各类业务节点设备。

中心 ADM 上下行业务的过程同车站 ADM,不同点在于中心 ADM 所承载的业务信息少量直通,极大部分落地信息连接中心的各类业务节点设备。

由上可见在城轨传输光环中申入了 ADM,控制中心和各车站送出的各种信息能够汇集在同一个光纤传输系统中进行传输,并能顺利到达各自的目的地。

3. 城轨通信网的主要业务节点设备

在控制中心和各个车站配置的业务节点设备主要包括:公务和专用电话交换设备、广播设备和闭路电视设备等。

控制中心公务电话交换设备的中继接口,多数通过光纤传输系统的 TDM 传输通道连接车站交换机或中心交换设备的远端模块。中心公务电话交换设备与车站交换机之间,在逻辑上一般采用点对点的星型连接方式。车站电话交换设备可以通过电缆连接普通电话机、传真机、电路数据终端等,从而构成城轨的公务电话系统。

控制中心调度电话交换设备的用户接口,通过光纤传输系统的 TDM 传输通道和 PCM 接口设备连接各车站的调度电话机。中心调度交换设备与车站调度终端之间,在逻辑上一般采用点对点的星型连接方式,从而构成城轨的专用电话系统。

控制中心的广播设备通过光纤传输系统的 TDM 或分组传输通道与车站的广播设备相连接。中心广播设备与各车站广播设备之间逻辑上采用总线方式连接,从而构成城轨的广播通信系统。

车站的闭路电视设备通过光纤传输系统分组传输通道与控制中心的闭路电视设备相连接。中心 CCTV 设备与各车站 CCTV 设备之间在逻辑上采用总线型连接方式。由各车站向控制中心传送监控点画面,由控制中心向各车站传送控制信号,从而构成城轨的闭路电视系统。

第二节 城轨通信系统的组成

城轨通信系统主要由下列子系统组成:传输系统、公务电话系统、专用电话系统、无线集群通信系统、有线广播(PA)系统、时钟系统、闭路电视(CCTV)监视系统、乘客导乘信息服务系统(PIS)、城轨地下部分的公共覆盖系统、通信电源及接地系统。

一、传输系统

城轨专用传输网是城轨通信网的基础,城轨传输网要求具有高可靠性和丰富的业务接口。传统城轨传输网采用基于 SDH 传输技术的多业务传送平台(MSTP/SDH)技术。其底层的 SDH 光纤自愈环路,在光纤切断或故障时能自动进行业务切换,故具有很高的可靠性。MSTP/SDH 除了可以提供原 SDH 所提供 TDM 电路传输通道外,还可以提供分组传输通道。

传输业务的多样性是城轨传输系统的主要特点。所传输的业务包括:电话(窄带

音频)、广播(宽带音频)、城轨信号(中/低速数据)、视频(高速数据)等业务。

城轨传输网分为城轨专用传输网、民用(GSM、CDMA 接入)传输网这两个完全隔离的网。不少的城轨线路还建设了隶属于公安系统的公安传输网。

1. 功能要求

城轨专用传输网要求能够传送音频、视频与数据业务,可以分为模拟和数据两大类信息。

(1) 模拟类信息

模拟类信息包括:调度电话、公务电话、站间行车电话、轨旁电话、集群无线电话、有线广播信息、闭路电视业务。

在传统城轨专用传输网中,除闭路电视业务承载在 IP 分组传输通道上外,其他业务多数承载在 TDM 传输通道上。当前新建城轨线路的有线广播业务、标准时钟/时间信号亦承载在 IP 分组传输通道上。

(2) 数据类业务

数据类业务包括:信号系统(ATS)、电力监控(SCADA)、自动售检票系统(AFC)、防灾报警系统(FAS)、设备监控系统(BAS)、办公室自动化(OA)、通信网控制信号、网管数据以及其他运营/维护/管理数据或信息。

在传统城轨专用传输网中,OA、AFC、FAS、BAS 等计算机局域网之间的通信业务承载在 IP 分组传输通道上;其他低速数据业务多数承载在 TDM 电路数据传输通道上。

2. 组网技术分析

根据上述城轨专用传输网的功能要求,采用了 MSTP/SDH 技术,底层采用 SDH 光纤环路,在环路交叉处配置数字交叉连接设备,以使环间信息互通。MSTP/SDH 环直接提供 TDM(数字语音、电路数据等)业务,亦可将以太网(Ethernet)分组数据业务映射到 SDH 的 1 个或多个 VC 通道进行传送。

在传统城轨专用传输网中具体传送的业务为:公务电话、调度电话、广播、无线集群等 TDM 电路业务;RS-232、RS-422、RS-485 接口的低速电路数据业务;10/100/1 000 M 的以太网业务。MSTP/SDH 环内的各传输节点设备(ADM)直接提供 PCM 的 E1 电路接口和 10/100/1 000M 以太网接口以提供 TDM 电路业务和 IP 分组业务。

在早期的城轨传输网中,音、视频和数据业务均通过 SDH 光纤传输网进行传送,所传送的业务仅限于 TDM 电路业务。此后,为了适应逐步增长的分组数据业务的需要,城轨传输网引入了基于 SDH 的多业务传送平台(MSTP)技术。MSTP/SDH 传输网以传送 TDM 电路业务为主,分组数据业务为辅。近年来,随着 IP 电话、IPTV 与 IP 多媒体技术的飞速发展,电路业务逐步衰退,城轨传输网开始引入基于纯弹性分组环(RPR)的 MSTP 技术。MSTP/RPR 传输网以传送分组数据业务为主,电路业务为辅。预计未来的城轨传输网将逐步演进成为一个全 IP 传输网络。

二、公务电话系统

城轨的公务电话相当于企业的总机,传统的企业电话网采用电路交换技术组网,近年来,随着互联网与 VoIP 技术的发展,开始在计算机网内采用 IP 软交换技术组建电话网。

1. 采用 TDM 技术组网

若采用 TDM 技术组网,在通常情况下,程控数字交换机分别安装在控制中心和车辆段两地,两台交换机之间利用局间中继线互联,并通过中继线路接入当地市话网。而用户话机则分布在控制中心、车辆段和各车站。两台交换机可利用通信电缆直接连接其所在地的用户话机。控制中心和车辆段的交换机为了将其用户话机延伸到各个车站,一般利用城轨专用传输网的 TDM 带宽资源组成承载网络,连接远端的车站小交换机或远端模块。

2. 采用 IP 软交换技术组网

与采用 TDM 技术的电话网不同,在采用 IP 软交换技术组成的电话网中,没有集中的电话交换设备。软交换系统由一些 IP 网中的网元组成,主要包括控制中心的呼叫服务器、应用服务器与中心、车站/段网关等网元,其承载网络为各网元所在的 IP 分组交换网。在城轨通信中,控制中心、车辆段与各车站的公务电话 IP 局域网(LAN),利用城轨专用传输网的 IP 带宽资源,组成公务电话 IP 广域网,并通过各 IP 局域网中的电话接入网关,连接用户分机,从而构成城轨公务电话网。亦可通过各 IP 局域网中的多媒体接入网关,组成视频会议等宽带网络。采用 IP 软交换技术组成城轨公务与专用电话网,将促进城轨通信网的全 IP 化。

三、专用电话系统

专用电话系统包括:调度电话子系统与站内、站间和区间(轨旁)电话子系统两部分。

1. 调度电话子系统

城轨调度电话子系统主要包括调度总机、调度台和调度分机三部分。在控制中心安装有调度机作为调度总机,为指挥调度人员提供专用直达通信服务。一般在城轨中设有行车调度、电力调度、维修调度、环控调度、保安调度和值班主任调度 6 个(虚拟)调度专网,7 个调度台(其中行车调度专网设 2 个调度台)。调度台应具有选呼、组呼、群呼、强插、强拆、会议、应急处理等特定功能。调度分机安装在中心、车辆段以及各车站,在控制中心的调度分机通过电缆连接中心调度总机;车辆段以及各车站的调度分机通过城轨传输网与 PCM 接口设备连接中心调度总机。调度台可单键选呼、组呼或全呼全线的调度分机;分机则摘机直接呼叫调度台,分为一般与紧急两类呼叫。

2. 站内、站间和区间(轨旁)电话子系统

车站调度电话交换机具有热线功能,可提供站内、站间和区间热线电话。由车站值班台(主机)和站内调度分机组成。车站值班台可单键选呼、组呼或全呼站内调度分机,站内调度分机可摘机直接呼叫值班台。

车站调度电话交换机亦可通过站间电话,为车站值班员与相邻车站的车站值班员提供直达通信服务。

轨旁电话通过隧道内的电缆连接邻近车站调度电话交换机,摘机呼叫车站值班台,或接入公务电话网,为隧道内的维修人员提供通信服务。

3. 专用电话系统的新实施方案

传统的站内、站间与轨旁电话子系统,由城轨有线调度电话系统中的各车站调度电话交换机提供。这样,势必要在车站内分别安装一台公务电话交换机和一台调度电话交换机。最近,一些新建的城轨公务电话系统中,各车站的公务电话交换机除了提供车站的公务电话的功能外,还提供站内、站间与轨旁电话的功能,从而省去了原有的车站调度电话交换机。而新建的城轨有线调度电话系统,则利用城轨传输网所提供中心与各车站之间的 E1 链路,并通过中心与各车站的 PCM 接口架完成中心调度机与各车站调度分机的连接。

采用新方案的城轨公务电话系统与专用电话系统,改称为城轨公务、车站专用电话系统与调度电话系统会更切合实际。

四、无线集群通信系统

城轨通信中包含了有线与无线两类调度指挥系统,其中的无线调度系统亦称为无线集群通信系统。在城轨通信中,无线集群通信发挥了十分重要的作用,是调度员与司机之间唯一的可靠通信手段,同时也是与移动中的作业人员、抢险人员实现通信的重要手段。该系统在保证行车安全及处理紧急突发事件方面有着不可替代的作用。

800 M 无线数字集群(TETRA)系统主要包括:集群中心交换与控制设备;基站设备和直放站;泄漏电缆和天线;调度台、车载台、车站台(固定台)和手持台。

在城轨中的无线调度网包括行车调度网、维修调度网、环控调度网、车辆段调度网和防灾调度网等,各调度网设置有专用的调度台。在 TETRA 系统中各调度网以虚拟网的方式互相独立,互不影响。各调度网共享频点和基站设备,提高了频率资源的利用率,节约了设备投资,并便于构成一个统一的城轨全线全程的无线通信网。城轨中的无线数字集群系统还为数传调度台提供传递列车状态信息及车载信息显示所需的 IP 传输链路。故在城轨无线调度通信中,数字集群系统充分的发挥了它的特点。

城轨的行车调度广泛使用计算机辅助调度(CAD)子系统,该子系统接收来自信号控制系统的 ATS 信息(包括车次号、机车号、位置、方向等信息)自动生成行车控制信息,并通过集群系统的应用程序接口(API)送到行车调度台上。行车调度台将列车运

行的信息(本次列车位置、速度、离前方站台的距离等信息)显示在被呼司机车载台的屏幕上。除此以外,行车调度员可以根据车次号、位置、司机名等信息直接呼叫车载台;车载台则可根据列车位置信息呼叫就近的车站值班员。

TETRA 无线集群系统以组呼为主,采用单工、半双工与双工通话方式,单工与半双工只有按键讲话(PTT, Push To Talk)时才占用无线信道,节约了无线资源和终端耗电。该系统具有选呼、组呼、群呼、列车广播、优先呼叫、强拆、强插、短信收发、数传、有线电话转接、调度通话录音、后台监听等功能。

五、闭路电视监控系统

闭路电视(CCTV)监控系统为控制中心调度管理人员,车站值班员,列车司机及站台监视亭值班员等提供对车站的站厅、站台、出入口等主要区域监控服务。

控制中心的行车调度员实时监控全线各车站的情况。车站的值班员能够实时监控本站情况。列车司机能在驾驶室看到乘客上下车的情况。

监控画面要求具有 DVD 质量。采用控制中心和车站两级互相独立的监控方式,平常以车站值班员控制为主,中心调度员可任意选择上调各车站摄像头的监控画面;在紧急情况下则转换为以控制中心调度员控制。出于安全与事故取证要求,车站和中心的 CCTV 设备还应具有录像功能。

城轨的闭路电视监控系统有模拟、网络与准网络三种组网方式。

1. 模拟闭路电视

在模拟闭路电视网络中,摄像头与监视器之间传输的是模拟视频信号,图像的切换和分割由硬件(视频矩阵和图像分割设备)完成。

在早期的城轨模拟闭路电视网络中,各车站传送至控制中心模拟视频信号,采用点对点的模拟光纤传输,因占用光纤资源过多业已淘汰。

(1) 车站与中心模拟视频信号的 E1 通道传输

城轨专用传输网在采用 SDH 光纤传输技术后,车站与控制中心之间的模拟视频信号经压缩编码后可以承载在 E1 通道上以 TDM 电路方式进行传输。一个 E1 通道仅能承载 1 路标清视频信号。一般车站与控制中心之间可提供两个 E1 通道传送视频信号,故中心至多上调一个车站的两个监控点画面。

(2) 车站与中心模拟视频信号的分组传输

在城轨专用传输网引入 MSTP/SDH 或 MSTP/RPR 技术后,该传输网中可以传送基于统计复用的分组数据流。车站与控制中心之间的模拟视频信号经压缩编码成帧后形成分组数据流,以总线方式在城轨专用传输网中传输。与 TDM 电路通信相比较,分组数据通信的主要优点是可以按需动态分配带宽,即总带宽容量可以分配给多个车站,也可分配给一个车站。一条 100 Mbit/s 以太网传输通道能承载十几路标清质量的视频信号。故控制中心可以同时上调某一车站的十几个监控点画面,这在某一车站发生灾