

城市轨道交通系列丛书

城市轨道交通通信

李伟章 徐幼铭 林瑜筠 严婵玲 等 编著

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG TONGXIN

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

城市轨道交通系列丛书

城市轨道交通通信

李伟章 徐幼铭 林瑜筠 严婵玲 等 编著

中国铁道出版社

2008年·北京

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、公务电话系统、专用电话系统、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、乘客导乘信息系统、通信电源和接地系统、城轨地下部分的公共覆盖系统,对各系统的功能需求、结构原理以及如何如何进行构建都作了详细讲解。

本书可作为城市轨道交通通信设计、制造、工程、维护、运行等技术人员参考书,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/李伟章等编著. —北京:中国铁道出版社, 2008. 10
(城市轨道交通系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 113 - 09002 - 9

I. 城… II. 李… III. 城市铁路—交通信号—信号系统 IV. U239. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 147114 号

书 名: 城市轨道交通系列丛书
城市轨道交通通信
作 者: 李伟章 徐幼铭 林瑜筠 严婵玲 等 编著

责任编辑: 魏京燕 电话: 010 - 51873115 电子信箱: dianwu@vip. sina. com
编辑助理: 朱雪玲
封面设计: 薛小卉
责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

网 址: www.tdpress.com

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

版 次: 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm × 960 mm 1/16 印张: 24.5 字数: 480 千

书 号: ISBN 978 - 7 - 113 - 09002 - 9/TN · 167

定 价: 45.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电 (010) 51873170, 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504, 路电 (021) 73187

前 言

城市轨道交通（简称城轨）对于方便人民群众的出行，促进城市健康发展具有十分重要的意义。截至2007年底，我国已建成城轨线路700多公里。目前我国已开工建设的线路达到1000 km以上。可以毫不夸张地说，城轨的通信系统是整个城轨的神经系统。城轨的控制中心将各种控制、调度指令通过通信系统向下传送；列车、车站与车辆段将票务、客运流量、列车/设备运行状态、监控画面等信息向上传送。

城轨通信系统一旦出现问题，可能会导致城轨交通全线瘫痪。因此，城轨通信系统的建设，通常将可靠性放在第一位，而对引进新技术持十分谨慎的态度。

随着互联网技术的飞速发展，促使整个公众通信网产生巨大的变革。传统的通信网，正在向着宽带、IP、移动方向快速演进，这些变化势必对城轨通信系统的建设产生深远的影响。

传统的城轨通信系统基于电路交换技术。随着通信产品的转型，基于IP、计算机网络、软交换、无线局域网等技术的各种新产品开始进入城轨通信网。与传统产品相比较，这些新产品有着无可比拟的优势。例如：在城轨视频监控系统中，若采用E1电路传送图像，一般一个车站至多只能上传两路图像；而采用IP技术传送图像，在紧急情况下一个车站可同时上传十几路甚至几十路图像。又如，车-地之间的通信在采用无线局域网技术后，控制中心可向列车下传实时优质视频图像；列车则可向控制中心上传列车视频监控图像。故本书在介绍传统城轨通信技术和产品的同时，亦用了大量的篇幅介绍城轨通信的新技术、新产品，尽力将一个现代化的城轨通信系统呈现给读者。

本书的特点为：

(1) 内容新颖、覆盖面宽，包含了音/视频信号以及数据信号的传输和交换、宽带与窄带移动通信、计算机网络、各种通信接口协议。本书虽为城轨通信专著，但其内容几乎囊括整个通信领域。

(2) 本书在讲清当前城轨通信系统通用技术的基础上，尽量涵盖国内城轨通

信技术的最新应用。

(3) 内容力求深入浅出, 尽量做到从基本概念出发, 讲清城轨通信系统的组成和工作原理, 避免繁琐的数学推导。

(4) 本书内容完整、连贯, 且各章节有一定的独立性, 读者既可通读全书, 也可根据需要选读某些章节。

全书共分为十一章。第一章“城市轨道交通通信系统综述”, 综述城轨通信系统的结构、组成及其所起的作用。第二章“传输系统”, 综合介绍城轨常用传输系统 PDH、SDH、MSTP 的基本原理、组网、接口、保护、网管以及在城轨中的应用实例。第三章“公务电话系统”, 在讲清程控数字电话交换机的基本原理的基础上, 介绍了城轨公务电话网的组网方案、冗余配置、容量、编号、网管及组网实例。第四章“专用电话系统”, 讨论了调度网的特点, 以及与电话网的区别, 介绍了城轨专用电话网的组网方案、调度功能、网管及组网实例, 还专门介绍了软交换的工作原理, 基于软交换技术的调度机及其在城轨通信网中的应用。第五章“无线集群通信系统”, 介绍了无线调度的工作原理, TETRA 数字集群系统的标准、空中接口、网络结构、无线调度功能、网络安全及其城轨应用实例。第六章“闭路电视监控系统”, 介绍闭路电视的基本原理与组成, 以及城轨常用的模拟、数字、网络闭路电视的工作原理、组网与比较, 还介绍了近年来开通的列车闭路电视系统, 以及城轨闭路电视应用实例。第七章“有线广播系统”, 介绍有线广播的工作原理与组成, 城轨有线广播的组网特点与实用实例。第八章“时钟系统”, 在讲清时间概念、时钟精度、GPS、同步技术、锁相环等基础上, 介绍了城轨时钟系统的工作原理、组网与应用实例, 还进一步介绍了计算机网络的时间同步与网络时间协议 (NTP)。第九章“乘客导乘信息系统”, 介绍了乘客导乘信息系统的构成、功能, 并着重介绍了基于无线局域网的车载乘客导乘信息系统。第十章“通信电源和接地系统”, 对交流配电屏、直流供电系统、不间断电源系统 (UPS) 和蓄电池组, 以及电源和通信系统的接地进行了介绍。第十一章“城轨地下部分的公共覆盖系统”, 针对电磁波的地下传播特征和多个移动运营商共用天馈系统的要求, 讨论了城轨地下部分中公众蜂窝移动通信信号源的引入与公共天馈系统的设计方案。

本书由铁道第三勘察设计院徐幼铭策划并提出编写大纲。其中第一章至第八章由东方通信股份有限公司李伟章编写, 第九章和第十章由上海地铁公司严婵玲编写, 第十一章由李伟章编写, 全书由南京铁道职业技术学院林瑜筠审阅和统稿。南京铁道职业技术学院杨秀英、王邠, 上海地铁公司林一鸣, 东方通信股份

有限公司周磊也参加了编写。

在本书的编写过程中，得到北京地铁公司、上海地铁公司、南京地铁公司、铁道第二勘察设计院、铁道第三勘察设计院、上海贝尔、MOTOROLA、SIEMENS、东方通信、远东哈里斯公司、上海邮电通信设备股份有限公司、上海神剑铁路通信信号有限公司、上海通信技术中心、烟台持久钟表集团、杭州迈可行通信技术有限公司、杭州依赛通信有限公司，以及叶均、谢锡荣、翟昌杰、骆丽青、裘加林、陈文勇、翟永强、王文奎的大力支持，在此，表示诚挚的感谢。

由于时间仓促和水平所限，书中难免有不妥与错误之处，敬请读者批评指正，E-mail: lwz@eastcom.com。

编者

2008 年 8 月

目 录

第一章 城市轨道交通通信系统综述	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	11
第一节 传输技术基础	11
第二节 传输组网技术	31
第三节 基于 SDH 的 MSTP 节点设备、接口设备与保护	35
第四节 城轨传输网	42
第五节 基于 MSTP 的 XDM 系列产品举例	55
第三章 公务电话系统	58
第一节 程控数字电话交换机的基本原理	58
第二节 城轨公务电话网的构建	71
第三节 城轨公务电话网的网管系统	77
第四节 程控数字交换机举例	84
第四章 专用电话系统	93
第一节 调度通信技术基础	93
第二节 城轨调度电话子系统的构建	97
第三节 软交换技术	105
第四节 调度机产品举例	119
第五节 站内、站间与轨旁电话子系统	129
第五章 无线集群通信系统	132
第一节 无线集群通信系统概述	132

第二节	无线调度通信技术基础	134
第三节	数字集群通信系统制式分类	141
第四节	TETRA 数字集群通信系统	144
第五节	TETRA 在城轨中的应用	157
第六节	TETRA 数字集群通信系统产品举例—DimetraIP 系统	169
第六章	闭路电视监控系统	199
第一节	城轨对闭路电视监控系统的需求	199
第二节	闭路电视监控系统的组成	201
第三节	闭路电视监控系统的分类	213
第四节	模拟、数字视频监控系统的设备和组网方案	216
第五节	网络视频监控系统的设备和组网方案	221
第六节	列车视频监控系统	227
第七节	城轨视频监控系统的解决方案和产品举例	228
第七章	有线广播系统	250
第一节	城轨对有线广播系统的功能需求	250
第二节	有线广播系统概述	252
第二节	城轨有线广播系统的组成	255
第三节	轨道交通广播系统产品举例	261
第八章	时钟系统	272
第一节	时钟系统技术基础	272
第二节	城轨时钟系统的功能需求	279
第三节	城轨时钟系统的构建	283
第四节	计算机网络的时间同步与 NTP 协议	286
第五节	城轨通信系统的时钟同步	290
第六节	时钟系统产品举例	291
第九章	乘客导乘信息系统	303
第一节	乘客导乘信息系统的基本原理	303
第二节	乘客导乘信息系统的构建	307

第十章 通信电源和接地系统	319
第一节 城轨通信系统对电源和接地系统的要求	319
第二节 交流配电屏	320
第三节 直流供电系统	326
第四节 UPS	334
第五节 阀控铅蓄电池	343
第六节 接地系统	346
第十一章 城轨地下部分的公共覆盖系统	351
第一节 城轨地下部分对公共覆盖系统的需求	351
第二节 信 号 源	352
第三节 天馈系统	353
第四节 城轨地下部分公用移动通信覆盖的设计分析	357
附 录 缩略语	372

第一章

城市轨道交通通信系统综述

城市轨道交通(简称城轨)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。城轨通信系统主要包括:传输系统、公务电话系统、专用电话系统、无线集群通信系统、闭路电视监控系统(CCTV)、有线广播系统(PA)、时钟系统、电源及接地系统、乘客导乘信息系统(PIS)、办公室自动化(OA)等子系统。通信系统的服务范围涵盖了控制中心、车站、车辆段、停车场、地面线路、高架线路、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,通信系统是城轨交通内部公务联络的主要通道,使构成城轨交通内部的各个子系统能够紧密联系,以提高整个系统的运行效率。当然,通信系统也是城轨交通内、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,而且长期不使用的设备亦难以保持良好的运行状态。所以,在正常情况下,通信系统能为运营管理、指挥、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、城市轨道交通对通信系统的要求

城市轨道交通对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、城轨通信的分类

1. 按业务分类

(1) 专用通信

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、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。供一般公务联络使用,以及提供与外界通信网的连接。

(3) 有线广播通信

有线广播通信是城市轨道交通运行组织的辅助通信网。平时,向乘客报告列车运行信息,扩放音乐;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监控系统,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,用以实时监视事故现场。

(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以及列车司机的通信联络,作为固定设置的有线通信网的强有力的补充。

(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,提供高效的远程集中会议通信,如电话会议、可视电话会议等;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)、移动电视和公众移动通信网等。

四、城轨通信网

城市轨道交通通信系统应是一个能够承载音频、视频、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、闭路电视监控系统、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(节点)设备按照适当的方式连接起来,就可构成各种通信网。

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)为城轨各种业务网提供骨干传输通道。

目前,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)拓扑结构有总线形和星形等拓扑结构组成,在图 1-1(b)所示的总线形结构中,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)所示的星形结构中,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。目前,城轨传输网多数采用基于 SDH 的多业务传输平台(MSTP)。

MSTP 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(星形)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。

2. 通信网的基本设备

由上述讨论可知,在城轨中各类业务网络采用同一个公共的传输网。在该传输网的节点上安装不同类型的业务节点设备,则组成不同类型的业务网络。

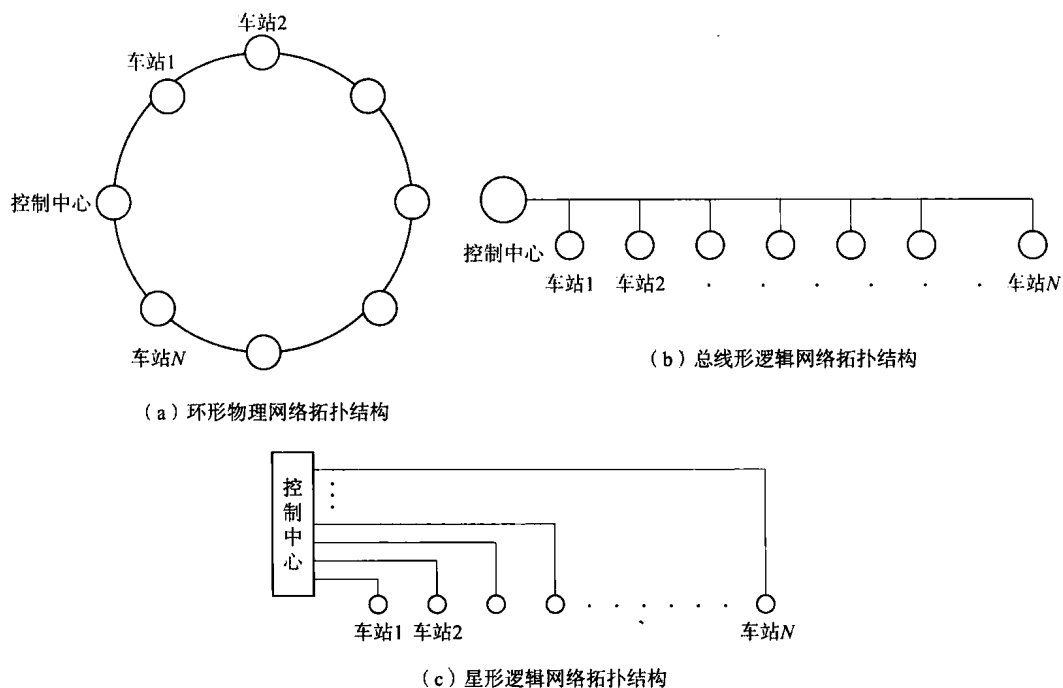


图 1-1 城轨通信网的物理网络与逻辑网络的拓扑结构

无论哪一种城轨业务网,在控制中心和各车站均应配备相应的业务节点设备,组网原理及通信控制过程基本相同。

城轨通信网(其中包含多个业务网)的设备组成如图 1-2 所示。对光纤环路而言,其物理网络的拓扑结构为环形结构,各通信节点与环直接相连,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。

在传输电路分析中,对环形结构的可视为总线型结构,故在图 1-2 中控制中心与各车站所组成的逻辑网络的拓扑结构表示为总线结构。

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。

在控制中心的公务电话交换设备,通过光纤传输系统连接车站交换机或中心交换设备的远端模块。在车站电话交换节点设备上可以连接普通电话机、传真机、电路数据终端。控制中心与各车站的交换设备之间,在逻辑上一般采用点对点的星形连接方式,构成公务电话子系统。

在控制中心的调度电话交换设备,通过光纤传输系统和 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形连接方式,构成专用电话子系统。

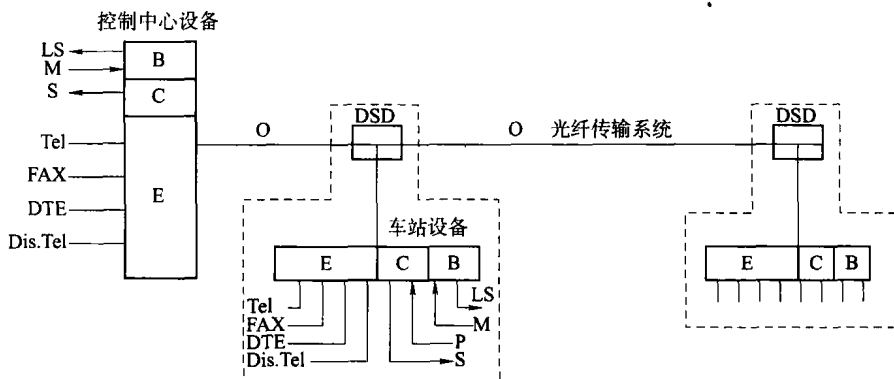


图 1-2 通信网设备组成图

B—广播设备;C—闭路电视设备;E—交换设备;O—光纤传输系统;M—话筒;LS—扬声器;
P—摄像机;S—监视器;Tel—电话机;FAX—传真机;DTE—数据终端;Dis. Tel—调度电话;
DSD—数字信号分配器。

控制中心的广播设备通过光纤传输系统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,逻辑上一般以总线方式连接,构成有线广播子系统。

控制中心的闭路电视设备通过光纤传输系统与车站的闭路电视设备相连接。中心CCTV设备与各车站CCTV设备之间采用点对点的星形连接方式,构成闭路电视子系统。

由于传输网的物理网络采用总线形(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总线上分出来,送到相应的车站设备,各车站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总线上,因此在各车站需配备数字信号分配器(DSD),以实现信息的分/插与连接功能。有了数字信号分配器,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。

典型的数字信号分配器为SDH环网中的传输节点设备ADM。ADM串联在环中,将光信号转换为电信号,并进行解复用。解复用后的电信号经数字配线模块(DXC)让大部分承载信号复用和电/光转换后直通,小部分承载信号提供上下车站业务(落地)。

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、闭路电视监控系统、有线广播系统、时钟系统、乘客导乘信息系统、通信电源和接地系统、城轨地下部分的公共覆盖系统。

一、传输系统

城轨的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。

城轨传输网的低层一般采用 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。

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。

在城域网(MAN)中,传输网按其功能划分为骨干层、汇聚层与接入层。而在城轨通信网中,传输网按其功能可分为骨干层与汇聚接入层。

城轨传输网分为城轨专用传输网和民用(GSM、CDMA 接入)传输网,这是两个完全隔离的网。

在城轨专用传输网中具体传送的信息为:调度电话、广播、公务电话、集群无线基站的 2 Mbit/s 的数字链路;RS-232、RS-422、RS-485 接口点对点低速电路数据业务;10/100/1 000 Mbit/s 的以太网业务;ATM 业务。

二、公务电话系统

城轨的公务电话相当于企业总机,采用通用的程控数字用户交换机组网,并通过中继线路接入当地市话网。一般情况下,中心交换机安装在控制中心和车辆段,而在各车站配置车站交换机或中心交换机的远端模块。中心交换机与车站交换机之间通过城轨专用传输网进行点对点的连接。为减少城轨通信设备的类型,目前城轨多数采用具有调度功能的交换机组成公务电话网。

三、专用电话系统

专用电话系统包括:调度、站内、站间和区间(轨旁)电话子系统。

城轨的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,并通过传输系统或通信电缆相连接。在控制中心安装有调度机或交换/调度机作为调度总机,为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、公安调度的(虚拟)调度专网和调度台(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。调度分机安装在控制中心、车辆段以及各车站。调度台可单键直接呼叫分机;分机呼叫调度台分为一般与紧急两类呼叫。

站内的公务电话交换机具有热线功能,在提供公务电话业务的同时,亦可提供站内、站间和区间(轨旁)电话业务。站内电话子系统由车站公务电话交换机、车站值班

台(主机)和电话分机组成。

站间电话可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,也可以接入公务电话网。

区间电话通过站内电话子系统连接邻站的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。

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。它在城轨通信系统中发挥了十分重要的作用,是调度与司机通信唯一的可靠手段,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。

无线集群通信系统主要包括:集群中心交换与控制设备;基站设备和直放站;漏泄电缆和天线;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,各调度网具有独立的调度台。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,数字集群系统充分地发挥了它的特点。

目前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,车载台可根据位置信息自动完成列车的追踪切换沿线的调度员和值班员(指自动完成基站之间的信道切换,这类似于 TD-SCDMA 的接力切换)。

TETRA 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)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(CCTV)

闭路电视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对车站的站厅、站台、出入口等主要区域提供监视服务。

控制中心的行车调度员实时监视全线各车站的情况。车站的车站值班员能够实时

监视本站情况。列车司机能在驾驶室看到乘客上下车的情况(站台与列车间用无线传送视频信号)。

监视画面要求具有 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,控制中心调度员可任意选择上调各车站的各摄像头的监视画面。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,车站和控制中心的 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、数字和网络三种组网方式。

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。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。

在数字闭路电视网络中,车站和控制中心仍以模拟组网,与模拟闭路电视区别仅在于:各车站与控制中心之间利用城轨传输网传送视频信号。因城轨传输网只能传输数字信号,为了将模拟视频信号从站点传到控制中心,需要经过编解码器进行模/数与数/模转换。在传输网采用 MSTP 技术后,目前亦有将模拟视频信号经压缩编码、成帧后,利用城轨传输网的分组数据通道以总线方式传送视频信号,其主要优点为可以按需动态分配带宽。

在网络闭路电视网络中,带有编码器的网络摄像头和带有解码器的数字监视器以及数字录像硬盘均接入站点的 Ethernet 或 ATM 局域网,监视器可根据摄像头的 IP 地址调看图像;并用软件进行图像分割,省略了视频矩阵和图像分割等硬设备。各站点局域网与控制中心局域网通过城轨传输系统互连成广域网,控制中心可以根据摄像头 IP 地址直接选调全线各摄像点的监控画面。

六、有线广播系统(PA)

有线广播系统由正线广播和车辆段广播两个独立的系统组成。

正线广播又分成控制中心广播和车站广播两级,该系统为控制中心调度员、车站值班员、车辆段值班员提供对相应区域进行有线广播,同时也为控制中心大楼提供广播功能。

有线广播系统具有自动和人工广播,以及相应的选择功能及优先级功能,采用车站和控制中心两级控制方式。平时以车站广播为主,控制中心可以插入;但在紧急情况下,则以控制中心广播为主。

七、时钟系统

时钟系统是为保证轨道交通运营准时、服务乘客、统一全线设备标准时间而设置的。城轨的两类时钟系统均同步于美国 GPS(俄罗斯格林纳斯、欧洲伽利略、中国北斗一号作备用)或 CCTV 时间信息。