

● 城市轨道交通运营与维修技术丛书

何宗华 汪松滋 何其光 主编

CHENGSHIGUIDAO JIAOTONG 城市轨道交通 通信信号系统运行与维修



中国建筑工业出版社

城市轨道交通运营与维修技术丛书

- 城市轨道交通运营组织
- 城市轨道交通土建设施运行与维修
- 城市轨道交通车辆运行与维修
- 城市轨道交通供电系统运行与维修
- 城市轨道交通车站机电设备运行与维修
- 城市轨道交通通信信号系统运行与维修

图书销售分类:

城乡建设·市政工程·环境工程 (B20)

责任编辑: 胡明安

封面设计: 楚楚



ISBN 978-7-112-08725-9



9 787112 087259 >

(15389) 定价: 62.00 元

城市轨道交通运营与维修技术丛书

城市轨道交通 通信信号系统运行与维修

何宗华 汪松滋 何其光 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通通信信号系统运行与维修 / 何宗华等主编.
北京: 中国建筑工业出版社, 2006
(城市轨道交通运营与维修技术丛书)
ISBN 978-7-112-08725-9

I. 城... II. 何... III. ①城市轨道交通-交通信号-运行
②城市轨道交通-交通信号-维修 IV. U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 121512 号

本书包括上、下两篇共 22 章, 上篇通信系统运行与维修包括: 城市轨道交通通信系统概述、传输系统、电话系统、无线集群调度系统、时钟系统、闭路电视系统、广播系统、电源系统、通信综合网络管理系统、电缆和光缆、通信系统维护检修的通用规定、城市轨道交通通信系统的发展。下篇信号系统运行与维修包括: 城市轨道交通信号系统概述、ATP 子系统、ATO 子系统、ATS 子系统、联锁子系统、ATC 信号系统运行模式、数字轨道电路、辅助设备、电源设备、城市轨道交通信号系统的发展等内容。

本书服务于城市轨道交通运营管理部门的技术与行政管理人员、维修人员使用, 也可作为培训教材使用。

* * *

责任编辑: 胡明安
责任设计: 赵明霞
责任校对: 王 侠 王雪竹

城市轨道交通运营与维修技术丛书
城市轨道交通
通信信号系统运行与维修
何宗华 汪松滋 何其光 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
新华书店经销
北京密云红光制版公司制版
北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 28¹/₂ 字数: 445 千字
2007 年 1 月第一版 2007 年 1 月第一次印刷
印数: 1—2,500 册 定价: 62.00 元

ISBN 978-7-112-08725-9

(15389)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

《城市轨道交通运营与维修技术丛书》

编 委 会

顾 问： 赖 明 张庆丰 朱沪生 卢光霖
侯树民 孙 章

主 编： 何宗华 汪松滋 何其光

副主编： 周庆灏 何 霖

编 委： 王永生 王如路 王居宽 何宗华
何其光 汪松滋 何 霖 周大林
周庆灏 俞军燕 蔡昌俊

(编委名单以姓氏笔画排序)

《城市轨道交通通信信号系统运行与维修》

上篇 通信系统运行与维修

编写人员名单

主 编：蔡昌俊 何其光

副主编：王 海 龚小聪

第一章 蔡昌俊

第二章 蔡昌俊 肖丽华

第三章 王 海 董武军

第四章 龚小聪 廖红中

第五章 刘立元

第六章 刘 粤

第七章 刘 伟

第八章 刘 伟

第九章 肖丽华、蔡昌俊

第十章 李 琦 龚小聪

第十一章 何其光

第十二章 蔡昌俊

《城市轨道交通通信信号系统运行与维修》

下篇 信号系统运行与维修

编写人员名单

主 编：何其光 蔡昌俊

副主编：贺茂平 丘庆球

第一章 梁东升

第二章 陈展华

第三章 丘庆球 林伟文

第四章 张大华 周剑斌

第五章 凌松涛

第六章 贺茂平

第七章 张 滔

第八章 何泳斌

第九章 凌松涛

第十章 黎晓东

序

我国城市轨道交通建设发展至今，已有30多年的历史，最初只有北京地铁40多公里的运营线路，自20世纪80年代以来，相继又有天津地铁7.4km、上海地铁65km和广州地铁18.5km投入商业运营。实践证明，发展城市轨道交通是解决大城市交通问题的必由之路，对拉动城市经济的持续发展，也起到了重大的作用。

进入21世纪，我国城市轨道交通建设，将进入快速发展的阶段。据初步统计，目前已有10余座城市正在建造地铁或轻轨交通，线路总长度将达400km之多。另外还有相当数量的大、中城市，正在着手不同类型轨道交通的建设前期工作。预计在未来的城市发展中，轨道交通的建设速度也将会加快。

众所周知，城市轨道交通系统一旦建成通车，就必须日以继夜地保持系统的安全和高效率运营。因此，各城市在工程项目建成之前，就要着手组建完整的运营管理机构 and 培训运营管理人员。在城市轨道交通运营管理领域里，除了应具有优质的工程与设备条件外，还需要建立一整套完善的技术保障体系，培训和提高运营管理人员的技术水平和理论知识，建成一支基础理论扎实、技术过硬的管理与维修技术队伍，以确保建成的轨道交通系统达到高效运转、优质服务和安全运营的目标。

为此，组织编写一套适用于现代城市轨道交通系统的运营与维修技术丛书，满足当前不断增长的运营管理机构的组建和日常工作需要，已是迫在眉睫的重要任务。“丛书”可作为培训专业人才所需的教材，也可作为运营管理部门组织运营及设备检修工作的参考书，还可作为设计、科研单位和大、中专院校相应专业师生的教学参考书。

相信该“丛书”能在广泛吸收国内、外同行业技术与管理经验的基础上，结合国内发展和改革的实际需要，为城市轨道交通的运营组织和设备检修业务，提供一套较为完整而系统的参考读物，亦为我国城市轨道交通运营管理的基础理论和实用技术填补空白。

周干峙

注：周干峙 中国科学院院士、中国工程院院士、原建设部副部长。

前 言

城市轨道交通对改善现代城市交通困扰局面、调整和优化城市区域布局、促进国民经济发展所发挥的作用，已是不容置疑的客观现实。对此，我国的大、中城市已普遍有所共识，也深刻体会到城市轨道交通是衡量城市综合实力的一个重要指标。观念的转变，带来了实际行动的飞跃，从而使我国城市轨道交通的建设发展，面临着一个前所未有的良好机遇。建设项目一个接着一个的落成，策划筹建的计划不断推出，有的大城市还在原定轨道交通总体规划基础上，进行了补充和调整，使轨道交通发展规模成倍增加，大量的轨道交通规划项目正等待着去实施。

众所周知，城市轨道交通是我国城市有史以来最大的公益性交通基础设施，也是城市的百年大计建设项目。因此轨道交通项目一旦建成，就必需保持整个系统日以继夜的正常运营。运营管理及维修保养技术的完善与先进性，将是既有轨道交通系统得以常年安全运营的重要保障。针对当前日益壮大的轨道交通运营队伍的迫切需要，我们组织编写了这套《城市轨道交通运营与维修技术丛书》，以满足市场的需要。

本“丛书”编写原则，是在当前最新一代地铁技术成就的基础上，以上海地铁及广州地铁的模式为依托，结合国内、外同行业的先进技术经验，对投入运营的轨道交通项目，应怎样通过科学的运营管理手段，保持不同专业技术系统的可靠性和安全运转，进行了系统的论述。技术系统的可靠性特征与故障和失灵有关，提出其整修和校正措施的可支配性条件，则是合乎逻辑的管理过程。而可支配性则可看作两个相对过程的结果，即恶化过程和保养过程（修复过程），通过事先拟定的管理程序，使任何一种技术系统及其部件，能达到被再利用的条件，从而抑止由磨损、老化、腐蚀和污染引起的干扰和故障，保持系统的正常安全运转，这是轨道交通运营管理部门共同追求的愿望。我们通过直接和间接的实践经验，将有关资料归纳汇总上升到理论，在同行业中作一抛砖引玉的尝试，希望能在运营管理与维修领域里，起到一定的作用。

鉴于编写人员技术水平及实践经验的局限性，错误与不足之处在所难免，期待着广大读者和同行，多多提出宝贵意见。

本“丛书”的编写，在建设部科技发展促进中心的主持和指导下，得到上海地铁运营有限公司和广州地铁总公司的大力支持，如期完成了编写任务，在此，仅表示诚挚的感谢。

编者

目 录

上篇 通信系统运行与维修

第一章 概述	3
第二章 传输系统	9
第一节 传输系统组成及拓扑结构	9
第二节 传输系统的运行方式及自愈机制	13
第三节 传输信道的设置	21
第四节 网络节点及接口设备的运行原理	24
第五节 网络运行和管理	36
第六节 设备维护检修与故障处理	38
第三章 电话系统	47
第一节 公务电话子系统	47
第二节 调度电话子系统	49
第三节 站内和轨旁电话子系统	51
第四节 电话系统设备的维护与故障处理	53
第四章 无线集群调度系统	65
第一节 概述	65
第二节 集群通信系统的组网	67
第三节 集群系统的设备	71
第四节 无线调度功能	73
第五节 集群和控制方式	76
第六节 集群系统的信道指配和控制	78
第七节 用户组别配置和转换	80
第八节 无线集群调度系统的运行方式	84
第九节 设备维护与故障处理	85
第五章 时钟系统	101
第一节 概述	101
第二节 时钟系统网络的组成	101
第三节 时钟系统的运行原理	102
第四节 设备维护检修与故障处理	105
第六章 闭路电视系统	109
第一节 闭路电视系统组成和功能	109
第二节 车站级控制和视频设备	111

第三节	中央控制系统和视频设备	114
第四节	闭路电视系统的运行管理	115
第五节	闭路电视系统的巡视和维修	120
第六节	闭路电视系统的故障分析和处理	129
第七章	广播系统	132
第一节	广播系统组成与功能	132
第二节	系统设备与运行控制方式	133
第三节	中央智能广播台与车站控制广播台	136
第四节	广播系统的运行管理	138
第五节	设备维护与故障处理	141
第八章	电源系统	152
第一节	电源系统组成与原理	152
第二节	电源系统控制与功能	154
第三节	电源系统的运行管理	157
第四节	设备维护与故障处理	159
第九章	通信综合网络管理系统	172
第一节	系统的组成	172
第二节	系统监控的设备和等级	175
第三节	设备维护与故障处理	177
第十章	光缆和电缆	181
第一节	光缆的日常维护和检测	181
第二节	通信电缆的日常维护和检测	192
第三节	漏泄电缆的结构、原理及日常维护和检测	203
第十一章	通信系统维护检修的通用规定	207
第十二章	城市轨道交通通信系统的发展	214
参考文献	219

下篇 信号系统运行与维修

第十三章	城市轨道交通信号系统概述	223
第十四章	ATP 子系统	226
第一节	ATP 设备组成	226
第二节	ATP 功能	227
第三节	ATP 接口	228
第四节	ATP 设备运行	233
第五节	ATP 设备维修	238
第十五章	ATO 子系统	273
第一节	ATO 设备组成	273
第二节	ATO 设备功能	279
第三节	ATO 设备工作原理	280

第四节	ATO 设备维护	281
第十六章	ATS 子系统	293
第一节	ATS 子系统构成	293
第二节	ATS 设备的运行	295
第三节	ATS 的控制方式	303
第四节	ATS 的维修	308
第十七章	联锁子系统	330
第一节	计算机联锁设备的构成	330
第二节	计算机联锁功能	343
第三节	联锁设备的运行模式	354
第四节	联锁设备的维修	357
第五节	联锁设备的故障处理	362
第十八章	信号 ATC 系统运行	378
第一节	中央级信号控制运行	378
第二节	车站级信号控制运行	379
第三节	试车线控制运行	379
第四节	列车运行控制	379
第五节	后备模式运行	381
第六节	接口管理	383
第七节	维修模式	385
第十九章	数字轨道电路	388
第一节	数字轨道电路的基本原理及特点	388
第二节	数字轨道电路的组成和功能	390
第三节	数字轨道电路设备维修与故障处理	396
第二十章	辅助设备	412
第一节	车地通信设备	412
第二节	精确定位停车设备	420
第二十一章	电源设备	425
第一节	概述	425
第二节	UPS 设备	426
第三节	蓄电池	431
第四节	SV 电源柜	437
第五节	220V 交直流电源柜	438
第二十二章	城市轨道交通信号系统的发展	439
第一节	概述	439
第二节	信号闭塞方式的发展	439
第三节	列车驾驶控制模式的发展	442
参考文献	446

上 篇

通信系统运行与维修

第一章 概 述

城市轨道交通通信系统的任务是建立一个视听链路网，确保提供传输服务，给旅客提供信息，并且保证对车站进行高层次控制。

通信系统允许运营、管理及维修人员或其他系统设备通过传输诸如语音、数据、图像等电信号在一定的距离进行通信。这些通信的服务范围包括运营控制中心、车站、车辆段、隧道及列车。

通信系统不是单一的子系统，而是多个独立的子系统的组合。这些子系统在设计上能协调工作，在不同的运营环境下正确地相互作用。各子系统可以对各自子系统内的故障进行检测和告警，从而确保整个通信系统的可靠性。

通信系统主要包括传输、无线、公务电话、调度电话、站内及轨旁电话、闭路电视、有线广播、时钟、不间断电源等子系统。传输系统、时钟系统除了为各通信（子）系统提供服务外，还能为其他系统提供传输服务。典型城市轨道交通通信系统如图 1-1 所示：

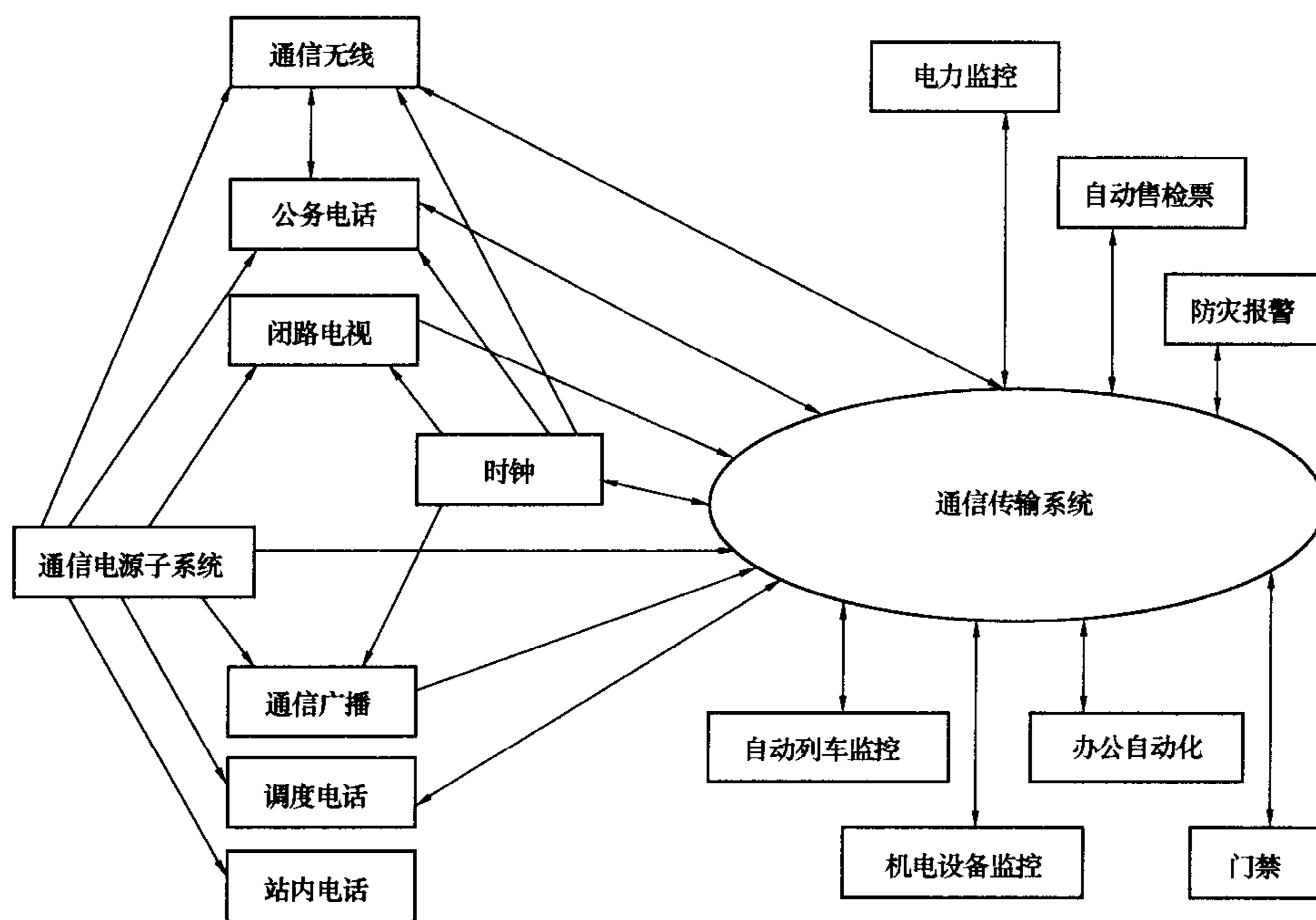


图 1-1 典型城市轨道交通通信系统

一、传输系统

城市轨道交通线路的各个站点，分布于城市的各个地点，每个站点（包括车站、车辆段、变电站、冷站等）均不是一个独立的信息及业务孤岛，城市轨道交通的各站点与中心之间，各个站点之间的各个系统均是一个统一的整体，它们之间需要进行经常的信息交

换，因此，必须构建通信传输网来满足各个系统各站点与中心之间及各个站点之间的信息及业务传输要求。同时，城市轨道交通的不同线路之间的信息交换，也必须借助传输系统来实现。

通信网的主干是一个基于光纤的传输系统。它是最重要的子系统，因此它应是可靠的、冗余的、可扩展的、可重构的和灵活的系统。传输系统为各城市轨道交通各系统提供丰富的接口类型，如 10/100Mbps 以太网接口、2Mbps 接口、RS422/RS232/RS485 接口、语音接口（具有 2 线/4 线、模拟/数字、带信令/无信令）、高质量音频接口（15kHz 带宽）等。除了传输通信系统所需的语音、数据、图像等各种信息外，还可以传输电力监控（SCADA）、自动售检票（AFC）、自动列车监控（ATS）、防灾报警（FAS）、机电设备监控系统（EMCS）、门禁（ACS）、办公自动化（OA）等其他系统的信息。此外，它还与其他线路的传输系统交换信息。目前国内城市轨道交通领域，采用的传输制式主要有 SDH、ATM 和 OTN 三种制式。

当然，传输系统只是一个提供传输通道的系统，它根据轨道交通的业务需求、功能定位等来选择传输制式或配置相关的接口，以满足所承载的业务需求。同时，根据业务的不同需要，在一条线路上同时构建多个传输系统也是一种可行的方案，该方案在国内外城市轨道交通领域也已经有了应用的先例。

二、无线集群调度系统

无线集群调度系统（以下简称无线系统）在城市轨道交通通信系统中，它是调度与司机通信的惟一手段，同时也是移动中的作业人员，抢险人员实现通信的重要手段。如果采用公众移动通信网络，例如中国移动通信及中国联通的网络来作为调度与司机的通信手段，则在可靠性、实时性及功能上均不能满足城市轨道交通运营要求，因此，为了确保调度与司机通话的确实可靠及多种功能需求，必须构建城市轨道交通专用的无线调度通信网。

无线系统为运营控制中心的行车调度员、环控调度员、公安值班员、维修调度员及车辆段内的车厂调度员对诸如列车司机、运营人员、维护人员和现场人员等无线用户分别实现无线通信；车辆段值班员对车辆段内的无线用户实现无线通信；以及相应的无线用户之间必要的无线通信，同时，还具有相应的单呼、群呼、降级模式通信、对列车广播、通话录音、呼叫信息存储、显示、检测和优先权等功能。

目前，在国内城市轨道交通领域，无线调度通信系统主要经历了专用无线通信、模拟集群、数字集群三个阶段，而按工作频道的使用方式可分为专用频道方式和共用频道方式两大类。

三、公务电话系统

城市轨道交通企业的各个业务部门之间经常要进行电话联络，但这些电话联络一般仅限于公司内部，对外的电话联系相对较少。因此，构建城市轨道交通公司专门的公务电话系统是必要的，同时，可以通过中继线或其他方式与市话网相连接，通过拨特殊号码出局，实现与市话网的连接。

公务电话系统主要由程控交换机等设备组成。与程控交换机相连的电话分机分布在运营控制中心、办公室、车站、设备室、车辆段及所需电话的其他区域。通常程控交换机设置在用户较集中的站点，如控制中心和车辆段在主要地点应装有自己的程控交换机，这些

程控交换机之间用 2Mbps 接口或其他通信接口方式相连，形成一个公务电话网。系统具有交换、计费功能，可实现国内、国际长途直拨，同时还具有识别非话业务能力和 2B+D 交换接续、与分组交换网连接、会议电话、自我诊断、维护管理、新业务等功能。并能与其他线路的公务电话系统及当地公用电话网相连。

四、调度电话系统

调度电话系统是调度员和车站（车辆段）值班员指挥列车运行、调度指挥、设备维护等的重要工具，行车调度直接关系到行车安全，需要设备高度可靠和操作方便。在调度员发布调度命令时，对实时性有着很高的要求。

调度电话系统可为控制中心指挥人员，如行调、电调、环调、维调等提供与各站、车辆段、变电所等地专用直达通信，并具有双重热备用功能、数字环自愈功能。调度总机可对单个用户、一组用户或具有接收选叫信号能力的全体用户分别进行单呼、组呼或全呼等三种不同的操作，并在任何情况下不发生阻塞现象。同时，总机侧可对通话进行自动或人工控制录音。所有具有呼出能力的用户均可对总机进行一般呼叫和紧急呼叫，总机能显示呼出（呼入）分机的号码、呼叫类别，紧急呼叫应具有能引起调度员听、视觉注意的功能。各调度员之间可互相呼叫。分机摘机即直接呼叫总机，分机之间不能直接进行通话。分机呼叫总机遇忙时有忙音，并具有紧急呼叫手段。总机可对分机间的通话进行监听、插话、强拆等功能。

五、站内及轨旁电话系统

站内及轨旁电话系统可为站内各有关部门提供与车站值班员之间的直达通话，并且车站值班员可以呼叫其他相关车站的车站值班员。其中轨旁电话可选择相邻站或接入公务电话系统，为在轨道线路上维修作业人员提供便利的通信手段，同时作为列车在区间故障停车时司机和车站值班员的辅助通话手段。轨旁电话机一般每 150 ~ 200m 设置一部。

六、闭路电视系统

闭路电视监视系统（以下简称闭路电视系统）是城市轨道交通运营管理现代化的配套设备，系统可为车站值班员提供对车站的站厅、站台等主要区域进行监视；为列车司机提供对相应站台的旅客上、下车等情况进行监视；为中心调度员提供对各车站的集中监视。三方监视员是相互独立的，其中车站值班员、中心调度员具有人工和自动选择显示画面的功能，中心还具有录像功能。

闭路电视系统采用两级监视方式，即车站一级监视和中心一级监视。根据视频信号的传输方式的不同，可以有两个方案，一是用光纤直接传输模拟视频信号方案，二是利用传输网络以数字信号方式传输视频信号方案。

在模拟视频传输方案中，每站需要占用 1 ~ 2 根光纤，另设视频传输设备（光端机），控制指挥中心需设大容量的视频切换设备。

在数字视频传输方案中，可以利用传输网络的信道传输视频信号，不单独占用光纤，在控制指挥中心不需设大容量的视频切换设备。

七、有线广播系统

有线广播系统（以下简称广播系统）可为中心调度员、车站值班员提供对车站相应区域进行有线广播的功能；系统还具有自动和人工广播，以及相应的选择功能和优先级功能。在车辆段内的广播系统允许车厂调度员对车辆段内的部分重要区域进行广播。