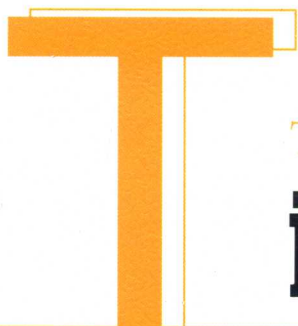


❖ 城市轨道交通系列教材 ❖



TONGXIN JIANXIU

通信检修

昆明地铁运营有限公司 编



西南交通大学出版社

中国铁路通信信号集团公司 编

中国铁路通信信号集团公司 编

通信检修

中国铁路通信信号集团公司 编



❖城市轨道交通系列教材❖

TONGXIN JIANXIU

通信检修

昆明地铁运营有限公司 编

西南交通大学出版社

·成都·

图书在版编目 (C I P) 数据

通信检修 / 昆明地铁运营有限公司编. —成都:
西南交通大学出版社, 2015.4
城市轨道交通系列教材
ISBN 978-7-5643-3847-3

I. ①通… II. ①昆… III. ①城市铁路—铁路通信—
检修—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 070512 号

城市轨道交通系列教材

通信检修

昆明地铁运营有限公司 编

责任编辑	李 伟
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	18.25
字 数	454 千
版 次	2015 年 4 月第 1 版
印 次	2015 年 4 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-3847-3
定 价	60.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

编委会

主 任 王 征

副主任 赵 磊 宋政严

委 员 朱统世 王树文 徐 斌 张 杰 任 晔

李志辉 罗曦春 宋 建 孟红波 樊 盈

周 云 林云松 魏成阳 许敏娟 何志彬

李志敏 刘 兰 达世鹏 孟 敏 赵建国

王 娜 王贵有 杨伟俊 李淑红 蔡贵雄

郭永权 杨 颀

策 划 朱统世

· 出版说明 ·

城市轨道交通诞生于 19 世纪中叶的英国伦敦，经历了近 150 多年的发展历史。它技术成熟、安全可靠、形式多样、用途广泛，以其大载客量、快捷、准时、环保而成为解决日益严重的城市交通堵塞的最有效手段。

随着我国经济社会的发展，内地城市化进程大大加快，城市交通问题已然成为制约城市发展的一大问题。为此，国家确立了优先发展城市公共交通的城市发展战略。2009 年年底，国务院批准几个城市轨道交通建设计划。到目前为止，除北京、上海、广州已建成并使用的城市轨道交通线路外，许多二线城市已在建或拟建城市轨道交通线路。据统计，到 2015 年年底，我国拥有城市轨道交通的城市将达到 30 个。未来 10 年，我国内地将新建城市轨道交通线路 60 多条，新建线路里程在不断扩大；北京、上海、广州等一线城市城市轨道交通已经形成网络化格局，并呈现密集态势。我国城市轨道交通迎来了最好的发展时机。

城市轨道交通的发展，急需大量德才兼备的各类专业人才，如运营、供电、驾驶与检修等。为满足企业对人才特别是高、中级技能型人才培养的迫切需要，同时为适应职业教育“校企合作、工学结合”的教改形势，促进轨道交通行业职业教育教材体系趋于完善，西南交通大学出版社与昆明地铁运营公司及几所高中职学校共同策划，拟出版一套（有 20 余种）适合高、中等职业学校城市轨道交通类专业学生学习以及城市轨道交通营运公司员工培训的教材，首期推出以下 6 种（余下的后续出版）：

《信号检修》

《通信检修》

《电客列车司机》

《车站值班员》

《电客列车检修》

《变电检修》

本套教材侧重运营和维修知识的介绍,编写者根据近几年城市轨道交通的发展,将最新的技术资料收入其中;紧扣职业教育的特点及企业岗位需求,在讲述基本专业知识的基础上,注重实际操作技能的培养。内容系统完整,文字通俗易懂,图文并茂。为配合教学需要,还配有适量练习题。

希望本套教材的出版,能对城市轨道交通职业教育,对正在运行和将要运行的相关城市轨道交通营运公司的用人产生积极影响。受编者水平和时间的限制,本套教材的不足或错漏之处在所难免,欢迎读者批评指正。

西南交通大学出版社

2015年1月

· 序 ·

经过多年的发展，我国城市轨道交通将在 2015 年迎来发展的一个高峰。从已经开通和正在修建的城市轨道交通线路来看，我国的城市轨道交通建设已呈现稳健、持续的态势。城市轨道交通的发展无疑给我们的城市带来诸多益处，让城市魅力得到展现。

为更好地落实“十二五”城市轨道交通人才发展规划，强化人才培养和实践锻炼，加快建设一支数量充足、结构合理、素质过硬的专业技术人才队伍，尽快满足并确保城市轨道交通运营对专业技术人才的需要，昆明地铁运营有限公司本着立足当前、着眼长远、瞄准前沿、务求实用的原则，编写了这套既可为企业培训所用，亦可为开设有城市轨道交通课程学习的职业学校所用的专业系列教材。

这套教材与其他的城市轨道交通教材不同，它既突出企业管理新理念，又突出职业学校“产学结合、校企合作”的办学新理念。企业化培训教学，是由国际劳工组织开发推广的以现场教学为主、技能培训为核心的一种教学模式。因其教学模式具有灵活性、针对性、现实性、经济性的特点，即通过科学高效的培训，可大大提高职工业务技术、操作技能水平和应急处理能力，在国内外现代企业中被广泛应用。而我国职业教育发展到今天，校企合作成为一种必然选择。无论哪种职业教育，只有注重培养质量，注重学校学习与企业实践相结合，注重学校与企业资源、信息共享，才能使自身筋骨更强劲，道路更宽广。

这套教材针对地铁一线生产岗位需要，以应知应会、实作技能为重点，涵盖了地铁行车组织、调度指挥、客运、供电、工务、通信、信号等专业系统知识。教材内容通俗易懂、信息量大、专业性强，侧重地铁运营管理中的新技术、新设备，既立足应用实际又有适度超前，部分章节在各类地铁教材中属于首次涉及，因而对培训者与学习者来说具有重要意义与参考价值。编排体例上进行了分类处理，分章节模式和模块模式，对涉及地铁运营、调度岗位的采用章节模式，对涉及地铁维修岗位的采用模块模式。

这套教材由昆明地铁运营有限公司人力资源部组织筹划，体现了公司及客运站段、维保中心专业部室骨干人员的技术力量与智慧，公司工程师以及上海地铁专家对教材内容进行了评审。在此，谨对撰写者付出的辛劳，对专家们给予的大力支持表示衷心感谢！

王 征

2015 年 1 月

· 前 言 ·

城市轨道交通诞生于 19 世纪中叶的英国伦敦，已经历了 150 多年的发展历史。它技术成熟、安全可靠、形式多样、用途广泛，以其大载客量、快捷、准时、环保等优点而成为解决日益严重的城市交通堵塞的最有效手段。

改革开放以来，随着经济的发展，我国内地城市化进程的加快，城市交通问题已成为制约城市发展的重要因素。为此，国家确立了优先发展城市公共交通的城市发展战略，建立以大容量快速轨道交通为骨干、以公共交通为主体的综合交通体系，以此来解决城市交通拥挤问题，从而实现可持续发展这一治本之策。

城市轨道交通的发展，急需大量德才兼备的人才。为了满足人才培养特别是高、中级技能型人才培养的需要，我们组织编写了适合高、中级职业学校城市轨道交通类专业的系列教材。

这套教材紧扣职业教育的特点，在讲述基本专业知识的基础上，注重实际操作技能的培养。内容简洁明了，文字通俗易懂。

本书包括两大部分内容：第一部分是理论知识，分为基础知识和专业知识，是对通信系统基本理论和专业子系统的介绍，主要包括：通信系统通用基础知识、无线通信子系统、电话交换子系统、传输子系统、广播子系统、视频监控子系统、时钟子系统、不间断电源子系统、乘客信息导向子系统、信息网络子系统、集中告警子系统的组织架构与作用原理等；第二部分是实作技能，分为

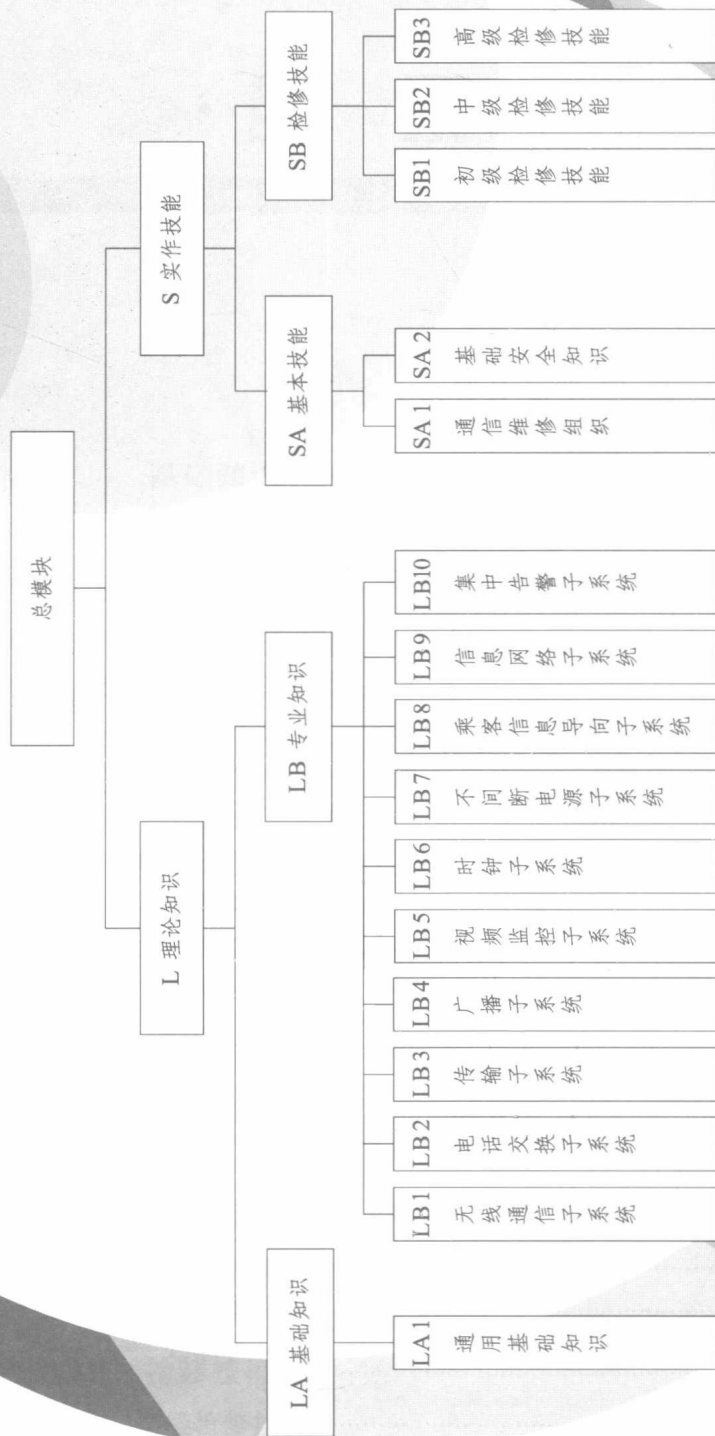
基本技能和检修技能，主要介绍城市轨道交通通信维修组织和基础安全知识；其中，检修技能又详细分为初级检修技能、中级检修技能和高级检修技能，通过技能等级划分，以实际案例介绍通信维护需掌握的检修技能。

本教材可供城市轨道交通通信检修专业的学生使用。要求学生全面掌握通信系统通用知识，对通信系统各子系统的作用、基本架构和工作原理能够熟练掌握，为以后的实际工作打下一定的基础。因此，编者在编写本教材过程中，充分考虑了职业教育的特点，文字通俗易懂，内容简洁明了，并配有大量插图，以满足学生学习的要求。本书充分体现了以全面素质为基础、以能力为本位的思想，注重培养综合应用能力、实践能力、创新能力和职业能力，值得专业学习者学习，也可作为轨道交通行业职工的培训用书。

本教材由赵佳佳担任主编，何溪担任副主编，其他参与编写的人员有：胡清锋、鲁庚、段建林、杨金海、李军、聂娜，全书由何溪统稿。在本教材的编写过程中，编者参阅了大量专业书籍和部分杂志中的专题文章，书末列出了参考文献，在此向所有文献作者表示衷心感谢。

本教材虽然经过反复修改和校对，但由于编者水平与时间有限，书中难免存在不足和疏漏之处，欢迎读者批评指正。

编 者
2014 年 10 月



· 目 录 ·

总模块 L 理论知识

● 分模块 LA 基础知识	1
子模块 LA1 通用基础知识	1
● 分模块 LB 专业知识	60
子模块 LB1 无线通信子系统	60
子模块 LB2 电话交换子系统	89
子模块 LB3 传输子系统	102
子模块 LB4 广播子系统	122
子模块 LB5 视频监控子系统	132
子模块 LB6 时钟子系统	150
子模块 LB7 不间断电源子系统	162
子模块 LB8 乘客信息导向子系统	186
子模块 LB9 信息网络子系统	201
子模块 LB10 集中告警子系统	202

总模块 S 实作技能

● 分模块 SA 基本技能	206
子模块 SA1 通信维修组织	206
子模块 SA2 基础安全知识	207
● 分模块 SB 检修技能	210
子模块 SB1 初级检修技能	210

· 目 录 ·

子模块 SB2 中级检修技能	228
子模块 SB3 高级检修技能	247
● 附 录	270
附录一 名词中英文对照表	270
附录二 轨道交通通信系统样卷（一）	272
附录三 轨道交通通信系统样卷（二）	275
● 参考文献	278

分模块 LA 基础知识

子模块 LA1 通用基础知识

一、通信原理基础

1. 通信的定义

通信按传统理解就是信息的传输与交换,信息可以是语音、文字、符号、音乐、图像等。任何一个通信系统,都是从一个称为信息源的时空点向另一个称为信宿的目的点传送信息。以各种通信技术,如以长途和本地的有线电话网(包括光缆、同轴电缆网)、无线电话网(包括卫星通信、微波中继通信网)、有线电视网和计算机数据网为基础组成的现代通信网,通过多媒体技术,可为家庭、办公室、医院、学校等提供文化、娱乐、教育、卫生、金融等广泛的信息服务。可见,通信网络已成为支撑现代社会最重要的基础结构之一。

(1) 通信的定义:通信是传递信息的手段,即将信息从发送器传送到接收器。

(2) 相关概念:

① 信息:可以理解为消息中包含的有意义的内容。信息一词在概念上与消息的意义相似,但它的含义却更普通化、抽象化。

② 消息:消息是信息的表现形式,消息具有不同的形式,如符号、文字、语音、音乐、数据、图片、活动图像等。也就是说,一条信息可以用多种形式的消息来表示,不同形式的消息可以包含相同的信息。例如,分别用文字(访问特定网站)和语音(拨打 121 特服号)发送的天气预报,所含信息内容相同。

③ 信号:信号是消息的载体,消息是靠信号来传递的。信号一般为某种形式的电磁能(电信号、无线电、光)。

(3) 通信的目的:为了完成信息的传输和交换。

2. 通信系统

通信系统是以实现通信为目标的硬件、软件以及人的集合。

(1) 通信系统的模型。

基本的点到点通信系统的一般模型如图 LA1-1 所示。

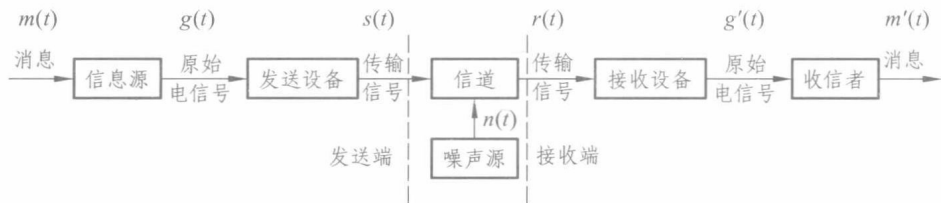


图 LA1-1 点到点通信系统的一般模型图

点到点通信系统各部分的功能如下：

- ① 信息源：把各种消息转换成原始电信号；
- ② 发送设备：为了使原始电信号适合在信道中传输，将原始电信号变换成与传输信道相匹配的传输信号；
- ③ 信道：信号传输的通道；
- ④ 接收设备：从接收信号中恢复出原始电信号；
- ⑤ 收信者：将复原的原始电信号转换成相应的消息。

(2) 模拟通信系统与数字通信系统。

通信系统中的消息可以分为：

- ① 连续消息（模拟消息）——消息状态连续变化，如语音、图像等；
- ② 离散消息（数字消息）——消息状态可数或离散，如符号、文字、数据等。

信号是消息的表现形式，消息被承载在电信号的某一参量上。因此，信号同样可以分为：

- ① 模拟信号——电信号的该参量连续取值，如普通电话机收发的语音信号；
- ② 数字信号——电信号的该参量离散取值，如计算机内 PCI/ISA 总线的信号。

模拟信号和数字信号可以互相转换。因此，任何一个消息既可以用模拟信号表示，也可以用数字信号表示。

相应的，通信系统也可以分为模拟通信系统与数字通信系统两大类。

① 模拟通信系统：模拟通信系统在信道中传输的是模拟信号，如图 LA1-2 所示。

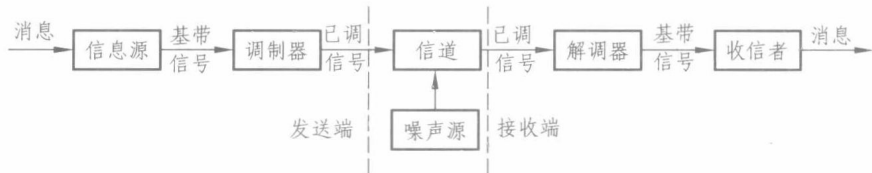


图 LA1-2 模拟信号传输图

图中：

基带信号——由消息转化而来的原始模拟信号，一般含有直流和低频成分，不宜直接传输；

已调信号——由基带信号转化来的、频域特性适合信道传输的信号，又称为频带信号。对模拟通信系统进行研究的主要内容就是研究不同信道条件下不同的调制解调方法。

② 数字通信系统：数字通信系统在信道中传输的是数字信号，如图 LA1-3 所示。

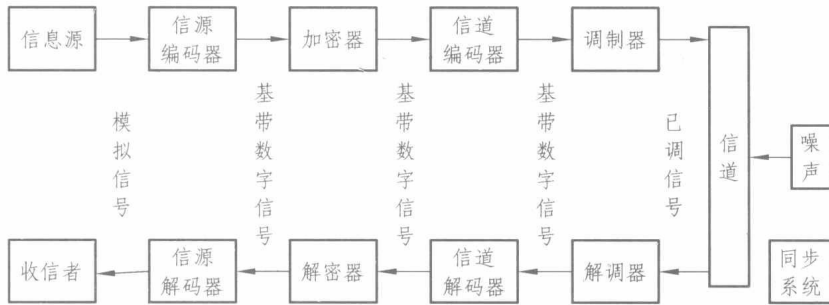


图 LA1-3 数字信号传输图

图中：

信源编/解码器——实现模拟信号与数字信号之间的转换；

加/解密器——实现数字信号的保密传输；

信道编/解码器——实现差错控制功能，用以对抗由于信道条件造成的误码；

调制/解调器——实现数字信号的传输与复用。

以上各个部分的功能可根据具体的通信需要进行设置，对数字通信系统进行研究的主要内容就是研究这些功能的具体实现方法。

数字通信具有以下显著特点：

- ① 数字电路易于集成化，因此数字通信设备功耗低，易于小型化；
- ② 再生中继无噪声累积，抗干扰能力强；
- ③ 信号易于进行加密处理，保密性强；
- ④ 支持各种消息的传递；
- ⑤ 数字信号占用信道频带较宽，因此频带利用率较低。

(3) 通信系统的分类。

通信系统有不同的分类方法：

- ① 按消息分：电报系统、电话系统、数据系统、图像系统；
- ② 按调制方式分：基带传输、频带传输（调幅、调频、调相、脉幅、脉宽、脉位）；
- ③ 按媒质上的信号分：模拟系统、数字系统；
- ④ 按传输媒质（信道）分：有线系统（架空明线、对称电缆、同轴电缆、光纤、波导）、无线系统（长波、中波、短波、微波、卫星）；
- ⑤ 按复用方式分：频分复用、时分复用、码分复用；
- ⑥ 按消息传送的方向和时间分：单工、半双工、全双工；
- ⑦ 按数字信号的排列顺序分：串序、并序；
- ⑧ 按连接形式分：专线直通（点对点）、交换网络（多点对多点）。

3. 信号的传输技术

(1) 调制技术的概念。

由消息变换过来的原始信号具有频率较低的频谱分量，这种信号大多不适宜直接传输，必须先在发送端进行调制才便于在信道中传输，而在接收端进行相应的解调操作。所谓调制，就是按原始信号的变化规律去改变载波信号的某些参数的过程。调制过程的目的是把输入信