

城市轨道交通岗位技能培训教材



通信检修工

TONGXIN JIANXIUGONG

人力资源和社会保障部教材办公室 组织编写
广州市地下铁道总公司

城市轨道交通岗位技能培训教材

通信检修工

TONGXIN JIANXIUGONG

人力资源和社会保障部教材办公室 组织编写
广州市地下铁道总公司



图书在版编目(CIP)数据

通信检修工/人力资源和社会保障部教材办公室, 广州市地下铁道总公司组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2009

城市轨道交通岗位技能培训教材

ISBN 978-7-5045-8065-8

I. 通… II. ①人…②广… III. 城市铁路-铁路通信-检修-技术培训-教材 IV. U239.5
U285.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 205189 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京印刷集团有限责任公司印刷二厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订

787毫米×1092毫米 16开本 18.75印张 426千字

2009年11月第1版 2009年11月第1次印刷

定价: 36.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

城市轨道交通岗位技能培训教材 ——通信检修工

编 审 人 员

主 编 王 海

副主编 杨福泉

编 者 杨颖鸿 罗俊辉 张海涛 马 辉 宁穗智
李健能 刘兆梁 黄海荣 詹 荣 吴 慧

主 审 胡铁军

参 审 袁 健 桓素娟

城市轨道交通岗位技能培训教材

编 委 会

主 任 何 霖

副主任 周大林 刘 靖 朱士友 张海燕 俞军燕

委 员 肖 明 张桂海 胡铁军 刘利芝 周小南

刘菊美 黄 平 何江海 王 海 潘丽莎

李宇轩 丘庆球 宋利明 陈通武 王 瑛



序

我国城市轨道交通自 1965 年北京地铁一期工程建设开始, 经过 40 余年的建设和发展, 取得了显著成就, 截至 2007 年底全国已有 11 个城市开通了城市轨道交通, 总运营里程达 761 千米。当前城市轨道交通正处于大规模高速发展时期, 其中以北京、上海、广州为代表的特大城市已进入网络化建设阶段, 尚有沈阳、哈尔滨、杭州、西安、成都等 33 个城市正在建设或规划中。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要的作用。

城市轨道交通作用的发挥, 依靠系统的安全和高效运营。然而, 城市轨道交通系统设备先进、结构复杂, 高新技术应用越来越普及, 要保障这样庞大系统的安全和高效, 必须依靠与之相协调的高素质的人员。轨道交通行业职工队伍中一半以上是技术工人, 他们是企业的主体, 他们的素质直接关系到企业的生存和发展。因此, 企业必须拥有一支高素质的技术工人队伍, 培养一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠, 才能确保安全生产, 提高工作效率, 提升非正常情况下的应急应变能力。

岗位技能培训是人才培养的重要途径, 是提高企业核心竞争力的重要手段, 而岗位技能培训的过程和结果需要适合的培训教材作为技术支撑, 广州市地下铁道总公司在多年的实践中对这方面有深切的感受。教材的缺乏使我们下定决心依靠自己的力量编写教材, 于是从 1997 年至 2006 年我们陆续编印了 51 种岗位技能培训内部教材, 对广州市地下铁道总公司开展职工技术培训、职业技能鉴定提供了强有力的技术支持。

2006 年底, 国家劳动和社会保障部张小建副部长在看到我们的自编教材后积极肯定, 并鼓励我们充分发挥企业的优势把教材推向全国以飨国内同行, 为我国城市轨道交通事业的发展作出贡献。为了落实部领导的指示, 我们与劳动和社会保障部教材办公室合作, 在对国内城市轨道交通行业进行广



泛调研的基础上,按照相关国家职业标准的要求,调整、规范了岗位名称,推出了“城市轨道交通岗位技能培训教材”,涉及站务员、乘务员、车辆检修工、机电设备检修工、变电设备检修工、接触网检修工、通信检修工、信号检修工、自动售检票系统检修工等岗位,同时配备《城市轨道交通运营安全》《城市轨道交通概论》等通用教材。

“城市轨道交通岗位技能培训教材”由广州市地铁总公司组织从事城市轨道交通建设和运营管理的专家编写。在教材内容方面,力求技术和操作的全面、完整,在注重操作的基础上,尽可能将理论问题讲解清楚,并在表达上能够深入浅出。该系列教材既可以作为各技能鉴定单位开展城市轨道交通行业工种鉴定的依据,又可作为城市轨道交通管理部门运营和设备检修人员的岗位技能培训教材,还可作为大、中专院校相应专业师生用书。

在全国普遍缺乏轨道交通行业岗位技能培训教材的情况下,广州市地下铁道总公司带着时代赋予的使命感和高度的责任感,填补了这一空白,祝愿每位立志于轨道交通事业的同仁都能学有所获、握有所长,在自己的岗位上创出优异的业绩。

城市轨道交通岗位技能培训教材 编委会



前言

随着科学技术和城市化的发展,大运量的城市轨道交通在现代城市中起着越来越重要的作用。在我国,城市轨道交通建设,正面临着前所未有的发展机遇,目前全国已建和在建的城市达 16 个,其中北京、上海、广州已形成多线路、规模化的城市轨道交通运营网络,我国城市轨道交通呈现着十分广阔的前景。

城市轨道交通的各种系统中,通信系统是非常重要和关键的设备,在提供安全、快捷、准点、舒适的运营服务中发挥着不可替代的作用。

轨道交通通信系统技术含量高,具有网络化、综合化、数字化、智能化的技术特征。为了使从事城市轨道交通通信系统维护检修工作的广大通信工能够掌握现代通信系统的基本知识和基本技能,提高维修人员的技能水平,满足城市轨道交通发展对技能培训的需要,我们编写了本书。

本书密切结合城市轨道交通的实际情况,介绍了近年来国内城市轨道交通普遍应用的通信设备的功能、构成、工作原理、故障案例以及所需要的维护维修技能。全书以通信检修工各子系统培训指南作为培训目标,分通信系统专业知识和专业技能两大部分进行介绍。其中,专业知识重点介绍城市轨道交通通信工岗位需要掌握的通用基础知识以及 7 个子系统的专业理论知识,使初、中、高各级通信工明晰各自岗位应具备的应知应会,达到本岗位相关基础理论知识的培训要求,为维修技能的掌握打下理论基础;专业技能则是结合设备维修维护的实际,对常用仪器仪表使用和 7 个子系统的维修技能进行了详尽的介绍,力求满足技能培训的实操性要求,便于培训人员的掌握。本书既重视理论,更重视实践,具有较强的培训操作性,是提高城市轨道交通通信工技能的培训教材。

由于城市轨道交通通信技术发展快、技术新,资料收集齐全较为困难,加之编写人员技术水平和实践经验的局限性,错误与不足之处在所难



免，恳望读者和同行批评指正，以不断提高本书编写水平，为我国城市轨道交通事业的发展尽绵薄之力。

广州市地下铁道总公司



目录

第一章 通用基础知识 // 1

- 第一节 计算机网络基础 // 1
- 第二节 电磁兼容基础 // 12
- 第三节 通信设备防雷基础知识 // 15
- 第四节 通用技能 // 19

第二章 城市轨道交通通信系统概述 // 28

- 第一节 系统特点及组成 // 28
- 第二节 各子系统功能 // 29
- 第三节 城市轨道交通通信维修组织 // 32

第三章 无线通信子系统 // 36

- 第一节 移动通信基础理论 // 36
- 第二节 无线集群通信 // 48
- 第三节 无线集群通信在城市轨道交通中的应用 // 52
- 第四节 检修技能（初级） // 62
- 第五节 检修技能（中级） // 66
- 第六节 检修技能（高级） // 79

第四章 交换子系统 // 89

- 第一节 程控交换机基础理论 // 89
- 第二节 程控交换机的组网 // 115
- 第三节 程控交换机在城市轨道交通中的应用 // 119
- 第四节 检修技能（初级） // 124
- 第五节 检修技能（中级） // 130
- 第六节 检修技能（高级） // 138



第五章 传输子系统 // 144

- 第一节 光纤通信 // 144
- 第二节 SDH 传输网 // 152
- 第三节 OTN 传输网 // 163
- 第四节 传输系统在城市轨道交通中的应用 // 169
- 第五节 检修技能（初级） // 173
- 第六节 检修技能（中级） // 177
- 第七节 检修技能（高级） // 183

第六章 广播子系统 // 193

- 第一节 电声学基础知识 // 193
- 第二节 广播系统知识 // 197
- 第三节 广播子系统在轨道交通中的应用 // 201
- 第四节 检修技能（初级） // 207
- 第五节 检修技能（中级） // 211
- 第六节 检修技能（高级） // 215

第七章 视频监控子系统 // 219

- 第一节 视频监控子系统基础知识 // 219
- 第二节 视频监控子系统在轨道交通中的应用 // 226
- 第三节 检修技能（初级） // 229
- 第四节 检修技能（中级） // 233
- 第五节 检修技能（高级） // 235

第八章 时钟子系统 // 241

- 第一节 时钟子系统基础知识 // 241
- 第二节 时钟子系统在轨道交通中的应用 // 242
- 第三节 检修技能（初级） // 247
- 第四节 检修技能（中级） // 252
- 第五节 检修技能（高级） // 255

第九章 不间断电源子系统 // 257

- 第一节 不间断电源基础知识 // 257
- 第二节 不间断电源的组成和工作原理 // 259
- 第三节 不间断电源在轨道交通中的应用 // 268
- 第四节 检修技能（初级） // 269
- 第五节 检修技能（中级） // 274

第六节 检修技能（高级） // 276

附录 通信检修工各子系统培训指南 // 279

参考文献 // 285



第一章

通用基础知识

第一节 计算机网络基础

一、计算机网络的定义

为了实现计算机之间的通信、资源共享和协同工作，利用通信设备和线路将地理位置分散的一组计算机联系起来，并且由网络操作系统和通信协议进行管理的系统称为计算机网络。计算机网络是通信技术和计算机技术结合的产物。

二、计算机网络的功能

1. 资源共享

资源共享是指计算机网络用户克服物理位置上的差异，共享网络内的硬件资源和软件资源。硬件资源包括处理器、大容量存储器、打印设备等，软件资源包括各种应用软件、系统软件和数据等。资源共享充分提高了计算机网络资源的利用率，是网络最核心的功能。

2. 数据传输

数据传输是指计算机网络终端用户、网络设备之间进行的相互通信，是网络最基本的功能。

3. 均衡负载和分布式数据处理

均衡负荷是指当网络的某个节点系统的负荷过重时，新的作业可以通过网络传送到网络中其他较为空闲的计算机系统去处理。分布式处理则是指当网络中的某个节点其性能不足以处理某项复杂的任务时，可以调用网络中的其他计算机，通过分工合作来共同完成的处理方式。均衡负荷和分布式处理功能可以提高计算机网络的可用性与可靠性。

4. 数据信息的集中和综合处理

数据信息的集中和综合处理是指以网络为基础，从不同计算机终端上获取各种数据信息，汇总起来进行整理和分析等综合处理。



三、计算机网络基本分类

虽然网络类型的划分标准各种各样,但是从地理范围划分是一种大家都认可的通用网络划分标准。按这种标准可以把各种网络类型划分为局域网、城域网、广域网三种。在此需要说明的一点就是这种网络划分并没有严格意义上地理范围的定量界定,只是一个定性的概念。下面简要介绍这几种计算机网络。

1. 局域网 (LAN, Local Area Network)

局域网是指在较小局部地区范围内的由网络设备互联在一起的计算机网络,通常局限在几千米的范围之内。局域网是最基本、最常见的一种网络,随着计算机网络技术的发展得到充分的应用和普及,几乎每个单位都有自己的局域网,有的家庭中甚至也组建了小型局域网。

局域网的特点是连接范围窄、用户数少、配置容易、连接速率高。目前局域网最快的速率是 10Gb/s 以太网。IEEE 的 802 标准委员会定义了多种主要的局域网:以太网 (Ethernet)、令牌环网 (Token Ring)、光纤分布式接口网络 (FDDI)、异步传输模式网 (ATM) 以及最新的无线局域网 (WLAN)。

2. 城域网 (MAN, Metropolitan Area Network)

一般来说是指在一个城市,但不在同一地理小区范围内的计算机互联。城域网的网络规模比局域网更大,连接的计算机数量更多,可以说是局域网的扩容。MAN 采用的是 IEEE802.6 标准,通常作为主干网连接多个局域网。

3. 广域网 (WAN, Wide Area Network)

广域网也称为远程网,所覆盖的范围比城域网 (MAN) 更广,常常是一个国家或是一个洲。其目的是为了让分布较远的各局域网或城域网互联。人们平常讲的 Internet 就是最大最典型的广域网。

四、计算机网络拓扑

拓扑是一种研究与大小、形状无关的线和面特性的方法 (将设备抽象为“点”,并将连接设备的通信线路抽象为“线”)。计算机网络的拓扑结构是指网络站点与通信链路 (站点间的连线) 的几何布置,它定义了各站点之间的物理位置和逻辑位置。

常见的网络拓扑结构有总线型、星型、环型和混合型等。

1. 总线型

总线型结构是使用同一传输介质连接所有端用户的一种方式,如图 1—1 所示。

其优点是:成本低、布线要求简单、扩充容易。

其缺点是:一次仅能一个端用户发送数据,其他端用户必须等待到获得发送权;总线上某个节点故障有可能影响全网工作。

2. 环型

在这种结构中,一个端用户直接与另两个端用户连接,直到将所有端用户连成环型。这种结构的网络形式主要应用于令牌网中。这种结构消除了端用户通信时对中心系统的依赖性,如图 1—2 所示。

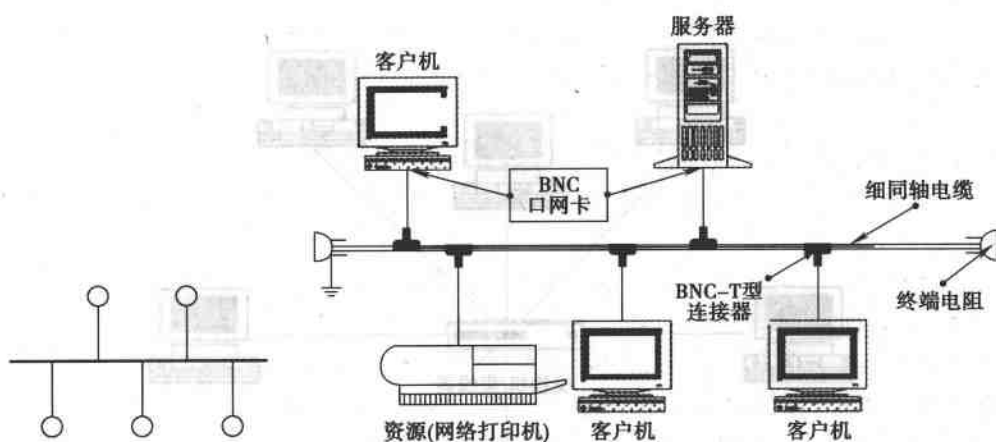


图 1—1 总线型网络

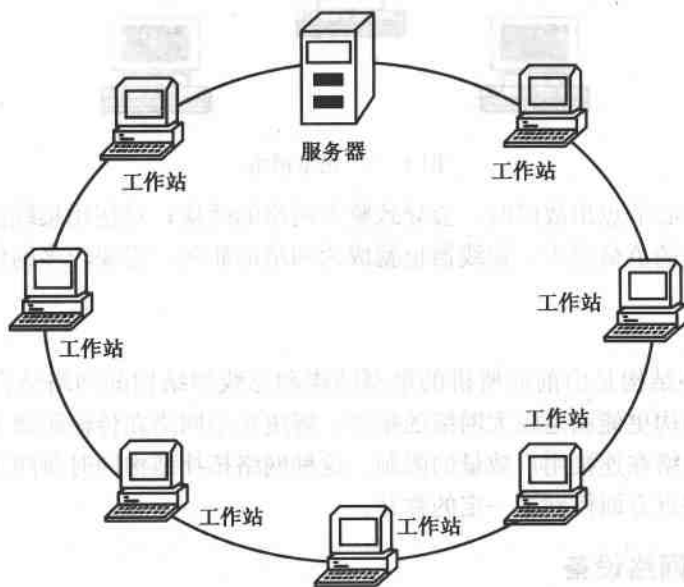


图 1—2 环型网络

其优点是：成本低、布线要求简单、传输速度较快。

其缺点是：整个网络各节点间是直接串联，这样任何一个节点出了故障都有可能影响全网工作；扩展性能差，如果要新添加或移动节点，就必须中断整个网络，在环的两端做好连接器才能连接。

3. 星型

通过一条条独立的电缆或双绞线将各节点（计算机或其他网络设备）连接到中央设备（交换机或集线器）上，是目前网络结构的主流，如图 1—3 所示。

其优点是：网络结构简单；扩展性好；集线器或交换机上的多种类型接口，可以连接多种传输介质；每个节点与中心节点使用单独的连线，因此，单个节点的故障不会影响整个网络，易于节点故障的处理；造价和维护费用低。

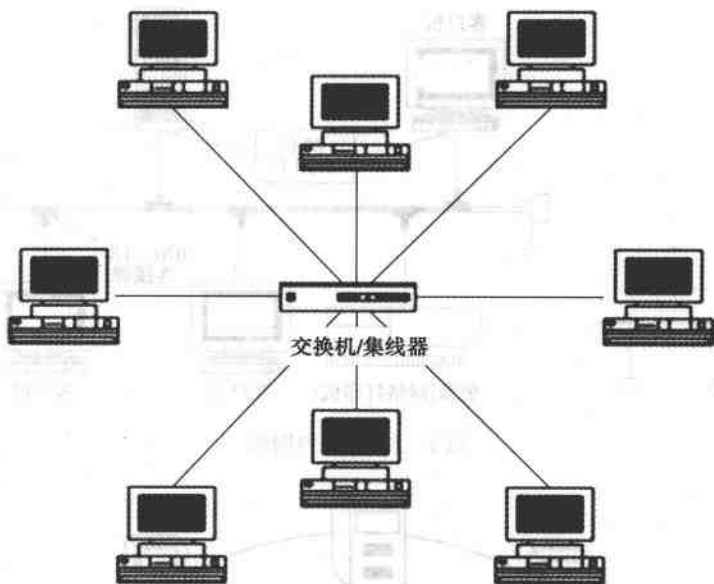


图 1—3 星型网络

其缺点是：中心节点出故障时，会导致整个网络的瘫痪；对使用集线器的网络，当负荷激增时，中央节点的负荷过重，集线器也就成为网络的瓶颈；需要较多的传输介质，也造成投资的增大。

4. 混合型

这种网络拓扑结构是由前面所讲的星型结构和总线型结构的网络结合在一起的网路结构，这样的拓扑结构更能满足较大网络的拓展，解决星型网络在传输距离上的局限，而同时又解决了总线型网络在连接用户数量的限制。这种网络拓扑结构同时兼顾了星型网与总线型网络的优点，在缺点方面得到了一定的弥补。

五、计算机网络设备

1. 服务器

服务器分为主干（控）服务器和各种功能性服务器。

主干（控）服务器指装有网络操作系统的高性能服务器，起网络控制和管理作用。功能性服务器指系统中的各种功能服务器，如 WWW 服务器、FTP 服务器、DHCP 服务器、DNS 服务器、电子邮件服务器、代理服务器以及数据库等。服务器对 CPU 的数量和工作速度、内存容量、硬盘工作速度、主板稳定性要求、网卡性能要求比较高。

2. 工作站

在网络中，客户连入网络中的计算机就是客户机，称为客户工作站，简称工作站，也称用户终端，通常是普通 PC 机。

3. 网络适配器

网络适配器是网络设备或计算机通过传输介质连接网络的接口设备，例如人们平常所说

的网卡。它的品种和质量的好坏将直接影响上网的效果，如图 1—4 所示。

4. 传输介质

(1) 同轴电缆。同轴电缆以硬铜线为芯，外包一层绝缘材料。传输距离为 200 m 左右。

(2) 双绞线（网线）。由两根绝缘的金属导线扭在一起而成。双绞线有效传输距离为 100 m。成本较低，常用于短距离布线（室内）。

(3) 光纤。通信容量大，传输速率极高，传输损耗小，距离长。常用于长距离或楼宇间布线。

上述各类传输介质如图 1—5 所示。

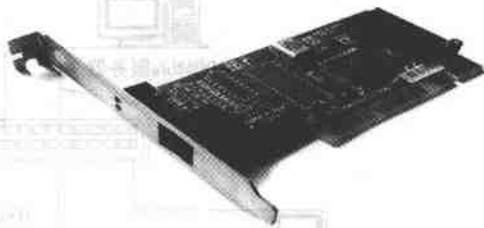
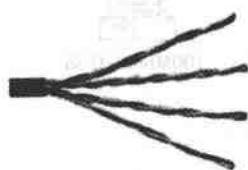
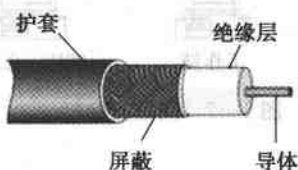


图 1—4 网络适配器



双绞线



同轴电缆



光纤

图 1—5 网络传输介质

5. 集线器

集线器（简称 Hub），作为中央设备连接网络终端，有多个端口，能对信号再生放大，是一种单纯的连接设备，如图 1—6 所示。

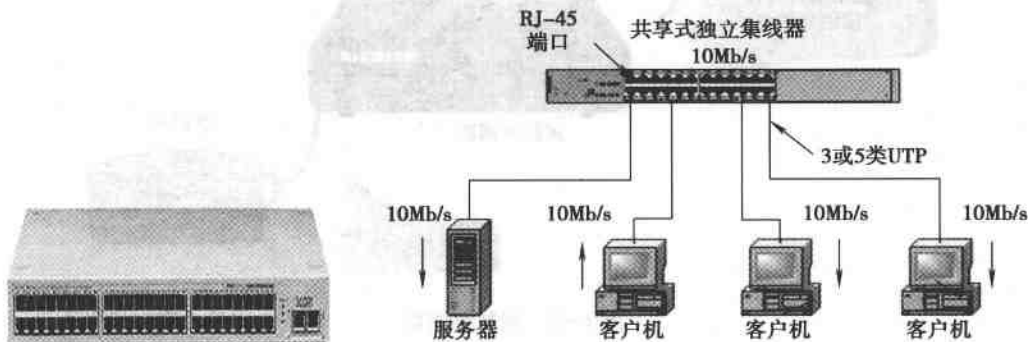


图 1—6 集线器

6. 网络交换机

外形与集线器近似，有多个端口，连接网络终端，但智能化，能了解数据传输的目的地，将数据有针对性地送往对应的端口，如图 1—7 所示。

7. 路由器

路由器在互联网中扮演着十分重要的角色，它把网络相互连接，是互联网的枢纽。路由器的作用是连通不同的网络，选择信息传送的线路。路由器支持各种局域网和广域网的接口，因此它可以互连不同类型的局域网或广域网，通常用于局域网连接外网，或不同的局域网远程互连。