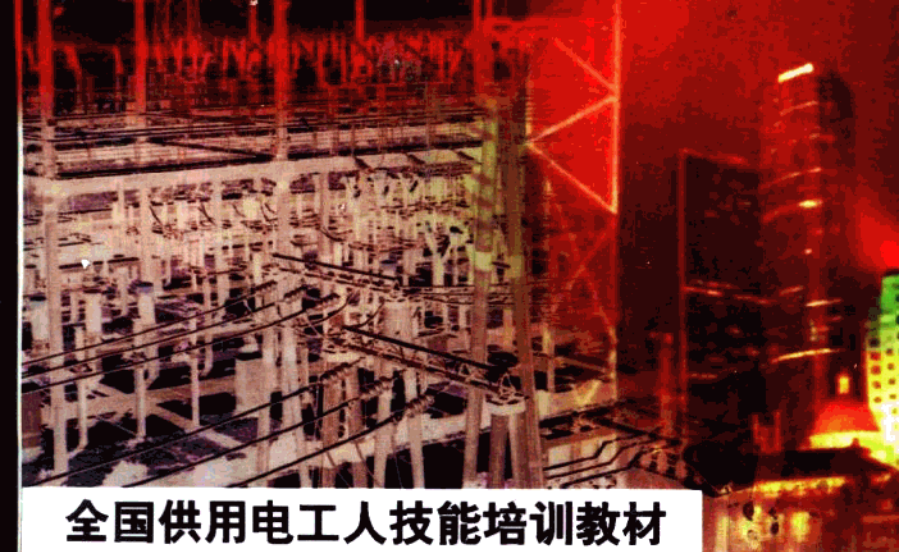




全国供用电工人技能培训教材

电力通信线路

中国电力企业家协会供电分会 编

初级工

中国电力出版社

全国供用电工人技能培训教材

电力通信线路

初级工

主编：陈达民

主审：冯新发

中国电力出版社

内 容 提 要

本书讲述通信线路基本原理和应用,重点放在实际应用方面,全书共分五章。主要内容包括:通信架空明线线路、通信电缆线路、通信光缆线路的电气性能、施工技术、线路保护、电气测量、线路运行维护等方面知识。本书实用性强,能使电力通信线路初级工掌握各项基本技能。通信线路中、高级工及专业技术人员通过学习本书,也能了解各项技术规范、线路运行方面的有关要求和知识。本书对通信线路发展趋向、国际上采用的新技术、新工艺等也作了相应介绍。

本书作为通信线路专业初级工培训教材,亦可供从事通信线路工作的技术人员和中等专业学校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力通信线路/全国电力企业家协会供电分会编.-北京:中国电力出版社,1998.8

全国供用电工人技能培训教材

ISBN 7-80125-779-0

I. 电… II. 全… III. 电力系统-通信线路-技术培训-教材 IV. TM73

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第16184号

电力通信线路(初级工)

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

三河市实验小学印刷厂印刷 各地新华书店经售

*

1999年1月第一版 1999年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 7.875印张 170千字

印数0001—6000册 全三册定价32.00元(本册12.00元)

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

审 定 委 员 会

主 任 王宏超

副主任 李宝祺 王文喜 郝邦振 刘治国

张一士 丁 雁

成 员 线路组：刘天明 成仲良 杨书全 许精潜

变电组：何雨宸 王典伟 万 达 沈镜明

调度组：冯新发 张 庆 朱佩萍 葛剑飞

用电组：刘云龙 蒋贻吉 宋永伦 曾乃鸿

审定委员会办公室秘书 龙镇和 张兰慧

关于《全国供用电工人 技能培训教材》的审定意见

经中电联核准，由中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心共同组成的审定委员会于1998年9月下旬，对中国电力企业家协会供电分会组织编写的《全国供用电工人技能培训教材》进行了审定。其审定意见如下。

第一、本技能培训教材的指导思想正确、编写依据充实。这套教材以提高供用电工人职业技能为重点，以加强职业知识培训为指导思想，以原电力工业部、原劳动部颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工业·供用电部分》和原电力工业部颁布的运行、检修、安全规程、四项监督、五项制度为依据，在大纲的拟定、内容取舍和深度控制等方面，均符合中电联教培部《关于电力生产人员职业资格培训教材编审工作原则的意见》的原则和规定。

第二、编写形式符合工人技能培训特点。这套教材的结构设置借鉴了国际上电力行业编辑职业技能培训教材的先进做法，其结构框架、内容描述等，均力求与国际同行业惯例接轨。即以职业技能为中心，以岗位设篇，知识以够用为度，并将必备的知识融入技能描述之中。每一工种教材又分为初、中、高三个分册，内容上依次递进，互不重复或不简单重复，更适合工人技能培训之用。

第三、本教材的先进性、实用性结合得当。这套教材注重实用性和先进性的有机结合，在编写过程中，编者做了大量的调研工作，认真了解供用电工人的实际需求和整体素质状况，使编写内容符合供电企业培训、考核、技能鉴定的需要，有较强的实用性。同时，注重吸收电力生产的新工艺、新方法、新技术，使教材内容具有先进性，符合电力工业科技发展方向。书中的名词术语、计量单位等，均符合国家标准和行业标准，能适应电力工业培养跨世纪劳动者的要求。

第四、编写、出版阵容较强。这套教材是由中国电力企业家协会供电分会与中国电力出版社共同推出的。通过联手合作方式，使本套教材既具有显著的供电行业的特色，又具有较强的权威性。本套教材主要是为供电企业工人职业技能培训服务，而中国电力企业家协会供电分会的成员遍布全国，作者既具有深厚的理论基础，又直接从事生产实际工作，较好地体现出实践经验的总结和概括。中国电力出版社是中宣部和新闻出版署在全国首批认定的 15 家优秀出版单位之一，是我国唯一专门为电力行业服务的大型专业出版社，其出书质量是一流的。因此，供电企业与出版社两者的合作可谓珠联璧和，是值得提倡的。这套丛书的成功面世也为今后电力图书的出版提供了一个可借鉴的模式。

综上所述，我们认为：本套教材在编写结构、体例格式、内容描述的先进性、实用性方面适当；在字数控制、知识的渐进性和启发性，以及复习题的安排方面较好；语言文字的运用得当，所述内容基本正确，同时还具有图文并茂，通俗易懂，循序渐进的特点。因此，它不仅适用于培训、考核技术工人的需要，而且对现场的工程技术人员，也有参考价值。

建议可将这套丛书作为全国供用电工人的技能培训教材。

中 国 电 力 企 业 家 协 会
中 电 联 教 培 部
电力行业职业技能鉴定指导中心

一九九八年九月二十八日

教材编辑委员会

名誉主编	陆廷昌	张绍贤	刘宏	王宏超
主编	赵双驹			
常务副主编	钱家越	陆孟君	张克让	
副主编	宗健	朱良镭	丁德政	周英树
委员	韩英男			
	张一士	赵双驹	周永兴	李承的
	吴周春	刘美观	郭志贵	杨新培
	张昌润	钱家越	陆孟君	徐健
	韩英男	周英树	陈祥斌	王春波
	孙少平	骆应龙	史传卿	朱德林
	白巨耀	蔡百川	李祥宪	严尔衡
	赵广祥	杨光慈	何童芳	杨忠
	张文奎	郭宏山	钱忠伟	顾志鹏
	周道和	刘绍钧	娄殿强	朱永芄
	王之珮	万善良	刘云龙	何宗义
	赵彩明	何雨宸	阙炳良	

教材编辑办公室

主	任	陆孟君 (兼)			
副	主	任	丁德政	任军良	张 涛
工	作	人	陈祥斌	胡维保	吕忠福
			朱 品	谢 红	胡莉莉

前 言

为贯彻党的“十五大”精神，落实“科教兴国”战略，全国提高劳动者素质，中国电力企业家协会供电分会组织编写了《全国供用电工人技能培训教材》。本教材以电力工业发展的客观规律为依据，是服务于电力生产现代化，培养供电生产应用型人才的一部工种齐全配套、覆盖面广、实用性强、编写水平较高的系列通用技能培训教材。在中国电力企协、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心的重视和关心下，由中国电力企业家协会供电分会精心组织全国 49 个单位 146 名工程技术人员、专家和教授参加了编撰工作，并在中国电力出版社对编撰原则、框架结构、体例格式全过程的培训下，调查研究供电工人的技能需求和整体素质现状，撰写技能培训大纲，自 1995 年 11 月至 1998 年 4 月底，经历两年半时间，完成了书稿的写作、修改及初审工作。

这套丛书是遵照“电力工人技术等级标准”关于知识和技能的要求，结合供电生产发展情况进行编写的，全书分线路、变电、用电、调度通信四门专业，27 个工种，每个工种又分为初级、中级、高级工三个分册，共计 77 分册，1000 余万字。本教材以“做什么，怎样做，在什么条件下做，达到什么标准”为中心内容，详实得当，图文并茂，文字简练，由浅入深，便于对知识和操作工艺的掌握，收到以“知”为“做”服务的效果。这套教材的编写还力求把概念、原理、公式与技能有机地结合起来，避免重理论、轻技能的弊端。

本教材坚持先进性和实用性结合，突出技能，符合电力

工业科技发展方向，体现电力生产的新技术、新方法、新工艺，并力求向模块式教材靠拢，以适应技能考核鉴定和培养跨世纪供电用工人的需要，以电力生产目前实行的两个技术措施计划、三种规程、四项监督、五项制度的具体要求为依托，使教材达到规程、规范、制度的规定，能充分体现出电力生产工艺特性。

按供电工人培训目标要求，结合技能培训特点，以“干什么”、“学什么”、“考核什么”为原则，每章后均附有选择、是非、计算、画图、问答等复习思考题，便于巩固所学的理论知识和操作技能。

本套丛书属于供电生产专业性技能培训教材，为达到机构设置合理化，重在提高技能应用水平，避免基础理论知识的重复，凡属已出版的公用基础理论教材的内容，如职业道德、电力生产知识、绘图、电工、电子、热工、水工、机械、力学、钳工、计算机等基础理论均未重复编入本教材。

这套丛书业经中国电力企协、中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心组织专家审定，并建议作为全国供电工人技能培训教材。在编写过程中，得到很多单位的领导、专家和教育培训工作者的大力支持与热心帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编者经验所限，在编写中难免有疏漏之处，诚恳地希望广大读者和教育培训部门的专家、教师提出修改意见，并在教学实践中进行调整和补充，使其更加完善，为提高供用电工人的素质和技能发挥积极作用。

《全国供用电工人技能培训教材》编辑委员会

一九九八年九月

编 者 的 话

通信专业在电力系统是特种专业。通信工作过去在各地发展很不平衡。随着电力负荷的大幅度增加,电力网的扩大,通信工作也有了很大的发展。电网调度自动化、无人值班变电所和集控站的建立、电网科学管理等都要求通信专业工作人员来进行各项基础工作帮助完成。微波通信、光纤通信、程控交换、数据传输、综合业务信息传输等都要求通信工作人员具备较高的理论水平和实际技能。但过去长期以来电力系统通信方面没有正规培训教材,只能采用邮电、铁路部门相关教材。因而编写电力系统通信专业的有针对性教材是很受广大电力通信工作人员欢迎的。

《全国供用电工人技能培训教材·电力通信线路》是在全国供电企业家协会领导和组织下,中国电力出版社帮助和指导下完成的。全书共分初级工、中级工、高级工三册。

《全国供用电工人技能培训教材·电力通信线路·初级工》中对明线线路、电缆线路、光缆线路作了系统介绍,介绍了有线通信传输基本原理、技术特性、技术规范、施工要求、运行维护等方面的知识。关于电工原理、应用电子技术、钳工基础、电力安全知识等内容可参考水利电力出版社出版的《全国电力工人公用类培训教材》。

本书由冯新发审稿,在此表示衷心的感谢。

编 者

1998年4月

目 录

关于《全国供用电工人技能培训教材》的审定意见

前言

编者的话

第一章 通信线路传输原理

第一节	有线传输的基本概念	1
第二节	有线通信传输要求	6
第三节	传输电平	11
第四节	明线线路和电缆线路的一次参数	18
第五节	明线线路和电缆线路的二次参数	31
复习题		36

第二章 通信架空明线线路

第一节	通信明线线路的路由选择和线路测量	38
第二节	通信明线线路杆面型式及线路配件要求	55
第三节	明线线路施工	67
第四节	通信明线线路保护	79
复习题		88

第三章 通信电缆线路

第一节	通信电缆结构及电气性能	91
第二节	通信电缆敷放	105
第三节	通信电缆接续和封焊	123
复习题		171

第四章 光纤通信

第一节	光纤通信基本原理	173
第二节	光缆结构	182
第三节	光缆施工	190
复习题		209
第五章	通信线路运行维护	211
第一节	通信线路维护	211
第二节	通信线路定期测试和故障处理	216
第三节	光缆运行维护	226
第四节	技术管理	231
复习题		234
参考文献		236

第一章 通信线路传输原理

第一节 有线传输的基本概念

通信线路传输原理，是通信各专业的基础知识。首先必须了解有线电信传输的各种特点，对电信号在线路中的传输过程，要有一个比较清晰的概念，以确保各项工作的开展。

一、电信的含义

人们把自己的意见、想法、情报进行交换的过程叫通信。过去人类只能将这些信息进行短距离的直接传递，直到19世纪人们才利用电技术把声音、文字、图像等信息传送到远方，实现了远距离通信。如今通信已成为国民经济的重要组成部分，是衡量一个国家工业发展水平的尺度，给国民经济的发展带来了不可估量的效益。作为电力通信工作人员，必须保证电力调度通信安全可靠，为国民经济的发展作出贡献。

电信就是利用电技术进行的通信。通信一般有两种传输方式：一种是电磁波沿导线进行传输，导线（传输媒介）可以是架空明线、通信电缆、光缆等，这种方式叫有线通信；另一种是电磁波在空间进行传输，因传输波长不同可分为中波、长波、短波等，这种方式叫无线通信。

二、有线通信的基本任务

有线通信的基本任务是将电信号从电路一端，经过线路传输到电路另一端。电信号在传输过程中，应达到如下几点要求：

(1) 由发送端输出的信号(电流波形),传输到接收端后不失真或失真较小。

(2) 电信号经过长距离传输(不管多远),到达接收端后必须有足够的能量,即通信线路和传输设备对电信号的衰减必须在规定范围以内,使接收机能正常工作。

(3) 通信线路和传输设备要有良好的频率响应,以适应多路通信的需要。

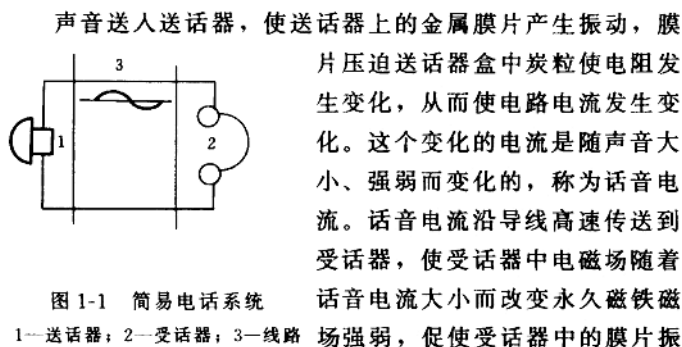
(4) 必须降低其他信号对电信号的干扰,保证通信的清晰度。

为了达到上述各种要求,高质量地传输信号,就必须了解有线电信传输原理,掌握信号的传输规律、掌握通信线路和传输设备的各项特性,从而解决实际工作中的各种问题,提高通信质量。

三、电信传输及其特点

(一) 电信传输

电信传输是指将含有信息的电信号进行的传输。简单的传输系统由一个发送器、接收器和连接二者的线路组成,一个简单电话系统如图 1-1 所示。



动，受话人就可以听到对方声音，从而完成了电话通信，实现了远距离的信息传输。

（二）信号传输频带

电信号是以电流变化的形式沿线路传送的，电流在每秒钟内变化次数称为频率，以赫兹（Hz）为单位。话音是由声带振动产生的，它不是单一的简单振动，而是随音调高低不同产生的复杂振动，高音调声带振动能达数千赫兹。人的话音一般在 300~3400Hz 范围内，称为话音频带。人耳一般能接收的声音频率在 20~15000Hz 范围内。人类语言的基本话音能量主要集中在 800~1200Hz 的一段很窄的频带内。要辨别每个人的声音，除了声音强弱外，不同人有不同的音频，较完整的声音频带范围在 80~8000Hz 之间，广播系统传送音乐信号的频带范围一般在 50~6400Hz 之间，高质量的音乐广播频带范围在 50~10000Hz 之间，所以听来悦耳。在电话通信里，为了降低设备成本，在保证人们满意通信质量的情况下，传送频率范围在 300~2700Hz 就可以了。在高质量的电话传输系统中，频带范围在 300~3400Hz。电力载波传送的话音频带一般在 300~2400Hz 之间。

（三）多路通信频带

一般一对通信线是一个通话回路，只能由一对用户进行通话。如果用更高的频率（数万赫兹）作为载体，把人们通话话音频带调制在高频载体上，传送到对方，再把话音从载体上反调制还原成话音，对方用户就能听到送话人的声音，完成了双方通信，如图 1-2 所示。

用多个不同的高频载体，分别载上不同通话人的话音，同时在一个线对上传输，就组成了多路通信，这里的多路通信是用频分制方法实现的。邮电 12 路载波通信是分别由数个载