



全国供用电工人技能培训教材

电力载波通信

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

电力载波通信

初级工

主编：张同良

主审：朱佩萍

参编：周增永 桑柱生

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是供电企业载波通信初级工培训教材。主要包括电力载波通信的基本知识和简单原理、高频通道设备的基本原理和电力载波通信电源的基本知识,并介绍了载波机日常的测试方法及安装调试方法。全书共五章,每章后面均附有复习题。

本书还可供供电企业其他专业通信人员参考使用,也可供发电企业通信人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力载波通信/中国电力企业家协会供电分会
编. -北京:中国电力出版社,1998
全国供用电工人技能培训教材
ISBN 7-80125-774-X

I. 电… II. 中… III. 电力系统-载波通信
-技术培训-教材 IV. TM73

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第30371号

电力载波通信(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>)

北京鑫正大印刷厂印刷 各地新华书店经售

*

1999年6月第一版 1999年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 5.625印张 119千字

印数 0001~4250册 全三册定价45.00元(本册18.00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
	韩英男			
委员	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	姜殿强	朱永范
	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

本教材是根据电力部颁发的《工人技术等级标准》编写的，作为供电企业电力载波通信人员的上岗定级标准，供各单位选用，发电厂电力载波通信人员也可参考使用。

本教材共分初、中、高三册，分别供初级工、中级工、高级工人员使用。为防止内容重复，中级工应在掌握初级工教材的基础上学习，高级工应在掌握初级工、中级工教材的基础上学习。初级工教材共分五章。第一章为电力载波通信相关知识简介，主要介绍电力载波通信的类型及应用，电力载波通信主要技术标准及电力系统的简单知识。第二章为电力载波通信的基本原理和构成方式，主要介绍载波机各主要单元的基本原理和构成。第三章为高频通道设备，主要介绍高频通道的组成及其基本原理。第四章为电力载波通信电源，主要介绍蓄电池及整流器的基本知识。第五章为电力载波机的测试维护及安装，主要介绍载波单端机的测试方法及常用仪表的使用方法。本书每章后面附有复习题，以供参考。

本书第一章、第四章由保定电业局张同良编写；第二章、第五章由保定电业局周增永编写；第三章由齐齐哈尔电业局桑柱生编写；全书由张同良任主编。本书由上海电业局朱佩萍审阅，编写前曾得到华北电管局卢之堃及上海电力局田漳华的指导，在此特致衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有缺点和错误，请读者批评指正。

作者

1997.12

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	电力载波通信相关知识简介	1
第一节	通信系统的组成	1
第二节	载波通信系统的类型及应用	2
第三节	有关载波通信技术标准的规定	11
第四节	电力系统知识简介	15
复习题		23
第二章	电力载波通信的基本原理 和构成方式	26
第一节	载波通信的实现	26
第二节	电力载波通信的基本原理	31
第三节	单元电路原理	34
复习题		60
第三章	高频通道设备	64
第一节	高频通道的组成	64
第二节	线路阻波器	65
第三节	耦合电容器	74
第四节	结合滤波器	76
第五节	高频电缆	81
复习题		83

第四章 电力载波通信电源	88
第一节 概述	88
第二节 蓄电池	92
第三节 整流器	106
复习题	114
第五章 电力载波机的测试维护	
及安装	117
第一节 电力载波机测试常用仪表	117
第二节 传输电平及净衰耗	129
第三节 单端机的安装调试	140
复习题	160
参考文献	163

第一章 电力载波通信

相关知识简介

第一节 通信系统的组成

通信的目的是为了交换信息。一般通信系统的组成可以概括地用图 1-1 表示。



图 1-1 一般通信系统的组成

信源是信息产生的来源，按特点可分为可闻和可视信息。这些信息都是非电信号，要转换为电信号就需要一种变换器，即输入设备，例如电话机、电报机、摄像机等。

交换设备是沟通输入设备和发送设备的接续装置，利用它可提高发信设备的利用率。在电力载波通信中，自动交换系统就是一种交换设备。

发送设备的任务是将各种信息的电信号经过处理使之满足信道传输的要求。在电力载波通信中，载波机的发信部分就是一种发送设备。

信道是信息传输的媒介，概括讲分为有线信道和无线信道，电力载波通信是有线通信，电力线路就是有线信道。

接收设备和输出设备与发送设备和输入设备作用相反，

它们接收传输的信息，并把它恢复为原始信号形式。

根据以上分析，可以把载波通信系统理解为一种具体的通信方式，其组成可用图 1-2 表示。

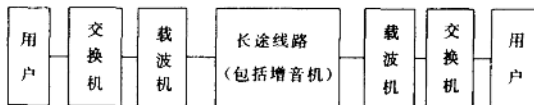


图 1-2 载波通信系统组成

上图是以电话信号传输的过程来描述载波通信系统的组成的。其中用户表示用户话机。在发信端，它表示信源与输入设备，例如电话机的送话器将语音转换成音频电流。而在收信端，用户则代表着输出设备与信宿。输出设备将音频电流转换成语音信号，送往收信者。交换机是接通电话用户的交换接续设备，分人工和自动接续两种。目前，电力系统通信中均采用自动接续。载波机相当于通信系统中的发送与接收设备，它的作用是把语音信号转换成适合线路传输频率的信号，或者把线路传输的高频信号还原成语音信号。长途线路是传输信息的媒介，在当前电力系统中，主要指高压输电线路，少量通信线路仍采用架空明线、对称电缆等。增音机的作用是补偿信号在线路中的传输衰减。增音机的数量与通信距离的长短和信道的类型有关。通信距离越长，传输衰减越大，需要的增音机的数量越多。

第二节 载波通信系统的类型及应用

一、载波通信的种类

在载波通信系统中，根据传输媒介的不同，载波通信可

以分成以下几种类型。

（一）架空明线载波通信

架空明线是指采用专用通信杆架设在空中的金属线，根据材料不同，分为铜线和铁线类，它们的线径有 4.0、3.0mm 和 2.5mm 等。以架空明线作为信道的载波通信称为架空明线载波通信。

架空明线暴露在空中，受气候影响很大，并且频率越高，这种影响越大。这就要求明线载波机能够适应各种气候以保证电路畅通。铜线的阻抗频率特性是随频率升高其阻抗趋于稳定值。一般讲，铜线的阻抗依据线距、线径和线质的不同约为 $545 \sim 620 \Omega$ 。对于铁线，由于导体的材料不同，无论是衰减特性还是阻抗频率特性都比同线径的铜线差。因此在一定的衰减情况下，铁线的最高传输频率就要比铜线低得多。一般情况下，铁线的最高传输频率是 30kHz 左右，而铜线的最高传输频率通常可达 150kHz。

90 年代以前，架空明线载波通信在我国的长途通信中占有相当大的比重，而进入 90 年代以来，已逐渐被光纤通信、微波通信和卫星通信等方式所取代。在电力系统中，这种通信方式主要用于较短距离的通信系统。架空明线多作为三路和十二路载波通信系统的信道。本书将不对架空明线载波通信作详细介绍。

（二）对称电缆载波通信

对称电缆是埋在地下的一种电缆，其构造分为缆芯和护层两部分，缆芯是若干对铜导线，护层为铅皮、钢带铠装等。例如型号为 HEQ2-252 型 $4 \times 4 \times 1.2 + 2 \times 0.9$ 对称电缆，其中 HE 表示长途对称电缆；Q 表示铅包；2 表示钢带铠装麻被；252 表示最高使用频率为 252kHz； $4 \times 4 \times 1.2$ 表示线径为