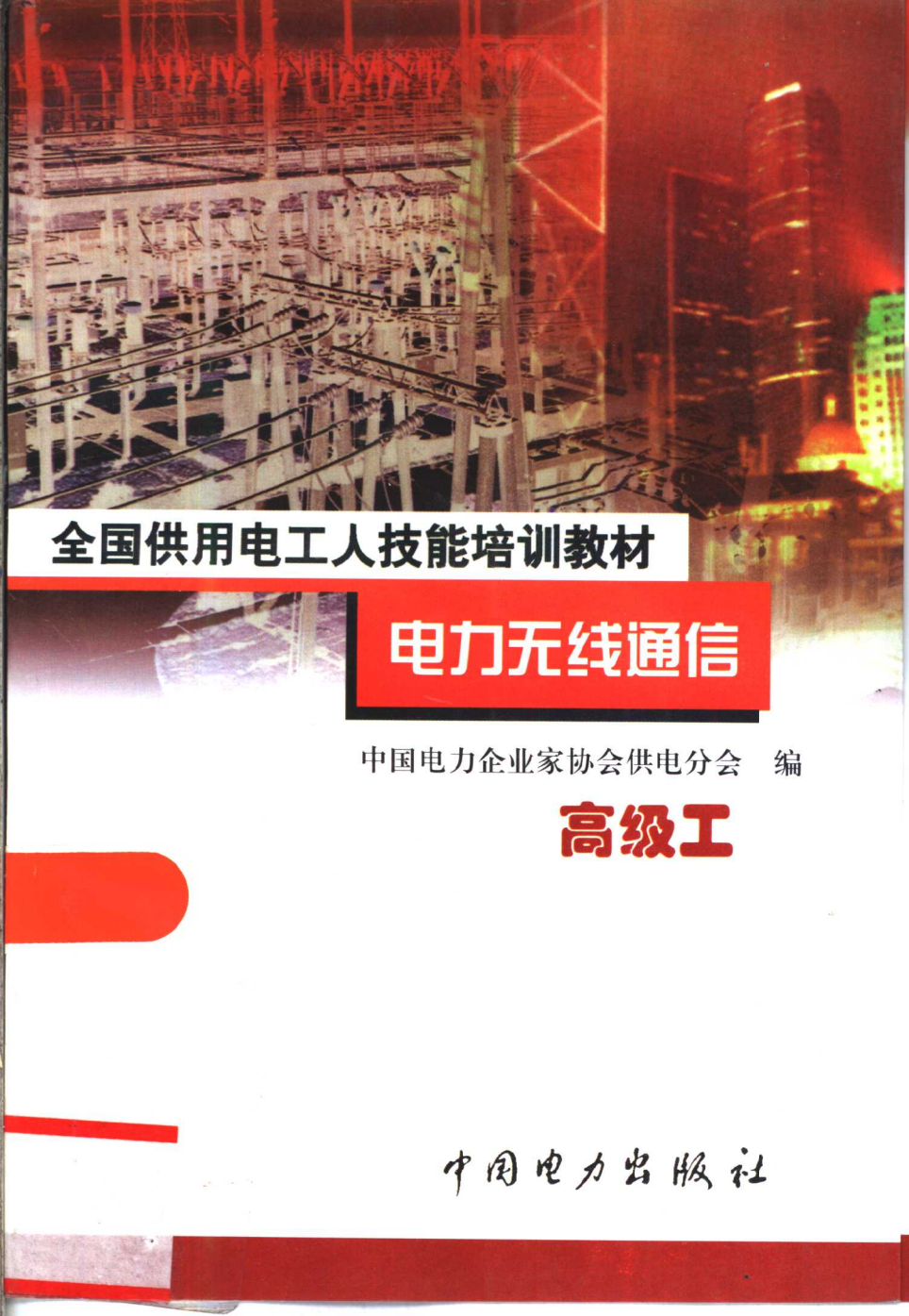




全国供用电工人技能培训教材

电力无线通信

中国电力企业家协会供电分会 编

高级工

中国电力出版社

全国供用电工人技能培训教材

电力无线通信

高级工

主编：百 刚

主审：刘万顺

中国电力出版社

内 容 提 要

本书较深入、全面地讲述了电力无线通信的原理和应用。全书共分五章,所讲内容为:无线电通信原理,信令系统,无线通信系统的组网,防雷与接地技术,无线电通信新技术简介。为巩固所学知识和技能,每章末均附有一定数量的复习题。

本书可作为电力无线通信高级工的技能培训教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力无线通信/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 7-80125-776-6

I. 电… II. 中… III. 电力系统-无线电通信-
技术培训-教材 IV. TM73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 21156 号

电力无线通信 (高级工)

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 5.875 印张 125 千字
印数 0001—5000 册 全三册定价 38.00 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	陆延昌	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	娄殿强	朱永芹
	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 and 操作技能。

本套丛书属于供电生产专业性技能培训教材，为达到结构设置合理化，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

《电力无线通信》为全国供电工人技能培训教材（共 27 套）中的一套书，本套书分初、中、高级工三个分册。初、中级工两册分层次地讲述了无线通信的基本概念和基本原理，无线通信设备中收、发信机和电源的组成原理及电子线路原理，天馈系统的原理及主要技术指标，无线通信中收、发信的技术指标和测试方法；介绍了无线电设备的日常检修和管理。高级工分册讲述了实用无线通信系统的原理，信令系统，无线通信系统的网络结构、指标，设计的一般考虑及专用网的设备选型，防雷接地，同时也简要介绍了无线通信系统中的新技术。

本套书撰写时遵循由浅入深、循序渐进的原则，力求作到通俗易懂，并着眼于系统性和实用性，使读者既能了解无线通信的基本原理，又能掌握实际测试和检修维护技能。为巩固和应用所学知识和技能，每章末均附有一定数量的复习题。

本套书由白刚主编，参编有吴显鼎、尤连荣、齐林、何进、宋家友、景国胜和腾秀英等，同时冯莉、曲登樊等同志也作了大量工作。

本套书经刘万顺主审，提出了许多宝贵意见，对保证本套书的质量起了重要作用。本套书在编写过程中得到了郑州供电局领导赵广祥、赵彩明、刘树德等的大力支持和帮助，在此一并致以深切的谢意。

由于时间仓促，编者水平有限，书中错误和不当之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

1998 年 6 月

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	无线电通信原理	1
第一节	发信机工作原理	1
第二节	收信机工作原理	20
第三节	无线系统交换设备及其接口	34
复习题		43
第二章	信令系统	46
第一节	概述	46
第二节	模拟信令	48
第三节	数字信令	54
第四节	IMTS 信令	61
复习题		71
第三章	无线通信系统的组网	74
第一节	概述	74
第二节	无线通信网的指标	80
第三节	通信网中的干扰问题	89
第四节	通信网设计的一般考虑	103
第五节	专用网的系统和设备选型	108
复习题		110
第四章	防雷与接地技术	115

第一节	防雷与接地的基本概念	115
第二节	防雷接地技术	121
第三节	过压、过流保护	134
复习题		137
第五章	无线电通信新技术简介	139
第一节	集群通信系统简介	139
第二节	GL-1200 系统简介	149
第三节	扩频通信简介	161
复习题		170

第一章 无线电通信原理

第一节 发信机工作原理

一、发信机的基本任务及电路组成

目前,无线电通信中仍普遍采用调频制,故本节以调频发信机为例介绍其基本结构及工作原理。

1. 发信机的基本任务

发信机是把音频信号加以调制,使之变成功率足够的无线电载波信号的设备。既然发信机要发射无线电波,并把音频信号“寄载”到无线电波上,那么就必须完成以下三个基本任务:

(1) 产生高频振荡,即把直流能量变换为高频交流能量。

(2) 调制,即把要传送的信息“寄载”到高频振荡器或频率合成器的输出载波上。

(3) 把带有信息的已调信号放大到足够功率并通过天线以电磁波的形式辐射到空间去。

2. 发信机电路组成与作用

发信机可分为两大类:①倍频式发信机;②锁相式发信机,它是利用锁相环路将已调信号变成射频载波信号。图 1-1 为 450MHz 锁相式发信机的原理框图,锁相环路(TX-PLL)直接工作在发射频率上,由话音信号处理电路输出的话音信号对锁相环路内的压控振荡器(VCO)直接调频。VCO 的输出分为两路,一路送到功率放大器进行功率放大,一路经缓

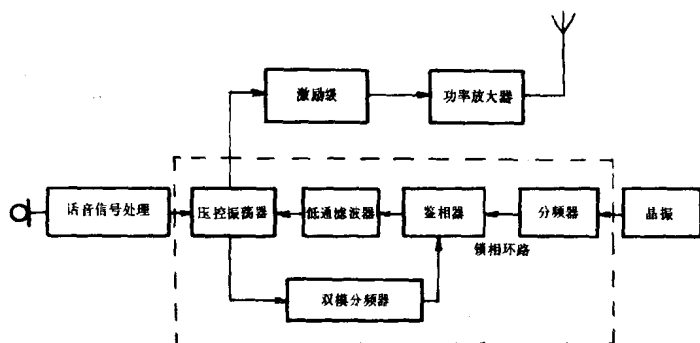


图 1-1 锁相式发信机原理框图

冲放大后送到 PLL 的双模分频器，经分频后再送至鉴相器去比相。用锁相环路构成发信机可以大大降低发信机的各种杂波分量和噪声，从而可改善发信机的噪声和杂散辐射。

图 1-2 为 900MHz 频段的倍频式发信机原理框图。音频调制信号去调制发信机的 VCO，其载频为 30MHz。已调信号经低通滤波后与本振频率（270MHz）进行混频，其输出频率为 296~305MHz，再经放大器、带通滤波器后去三倍频器，获得 890~915MHz 的射频。此信号送入激励级去推动功率放大器，再经倍频器及低通滤波器馈入天线。

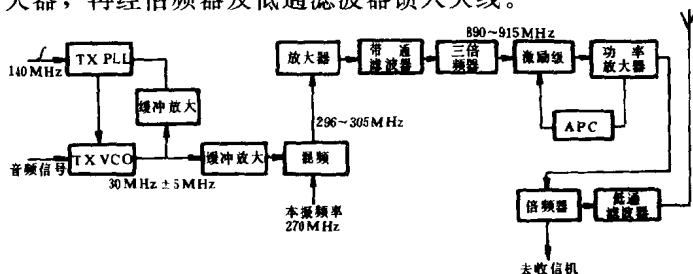


图 1-2 900MHz 频段倍频式发信机原理框图

压控振荡器另一路输出经缓冲放大后馈至发信机集成锁相环。集成锁相环 (TX-PLL) 包含有可编程分频器 ($\div 100$)、鉴相器以及参考频率分频器 ($\div 479$)。它与压控振荡器构成锁相环路, 提供频率稳定的可调载波。

目前, 比较新的设备均采用锁相式或锁相加倍频方式的发信机, 由于锁相环内含有可编程分频器, 故可利用微型计算机或微处理机进行编程控制, 可灵活地改变信道频率。

二、话音信号处理

1. 话音信号处理电路的作用与结构

话音信号处理电路是指从话筒到调制器输入端的整个低频电路。它的作用是:

(1) 将话筒的微弱信号不失真地放大到调制器所需电平。

(2) 用瞬时频偏电路 (IDC) 防止过大信号进入调制器产生过大频偏。

(3) 用低通滤波器降低调制信号的高频分量。

(4) 实现每倍频程 6dB 的预加重特性。

发信机的调制边带抑制、邻道发射功率、发信频偏、最大调制频偏、发信机音频响应、调制灵敏度和失真等指标, 主要是由话音信号处理电路决定的。

2. 预加重电路

在调频无线电通信系统中, 为使传送话音在整个音频范围内获得均匀的解调输出信噪比, 在发信机中使用“微分电路”作为预加重电路, 而在收信机中采用“积分电路”作为去加重电路。经过预加重和去加重处理后, 高音频信号范围内减少了噪声, 而总噪声也减少了, 从而改善了输出信噪比。常用的预加重和去加重电路如图 1-3 所示。

调频发信机的 IDC 电路通常为—限幅电路, 其结构比较