

◎ 王文喜 主编

◎ 魏庆海 主审

培训教材

DL
LIANLI FUHE GUANLI XITONG
LIANLI FUHE GUANLI XITONG
PEIXUN JIAOCAI
PEIXUN JIAOCAI



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

◎ 王文喜 主编

◎ 魏庆海 主审

电力负荷管理系统 培训教材



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

WZ 1124

内 容 提 要

电力负荷管理系统是电力营销技术支持系统的重要组成部分。本书密切结合当前我国电力营销工作的实际,针对负荷管理日常运行、维护工作中经常遇到的问题,对电力负荷管理系统进行了全面细致的讲解。

本书共分8篇、24章。第一篇为通信的基本概念,内容包括:无线电基础知识、微波视距传播、信道部分的组网设计、通信规约与接口要求、通信技术;第二篇为计算机软硬件安装的基本设置,内容包括:BIOS的基本设置、注册表;第三篇为网络知识,内容包括:网络体系结构及协议数、局域网互连、Windows 2000 Server服务器;第四篇为网络安全,内容包括:电子邮件的安全、操作系统的安全、防火墙的应用;第五篇为电力负荷管理系统,内容包括:系统设备的安装与调试;第六篇为中央站软件安装、维护、运行,内容包括:负荷管理系统前置机、FEPNT前置机的安装流程、数据库的备份和还原操作、Powerstar工作站的安装流程、中央站操作系统;第七篇为常用工具的使用,内容包括:PROTEK 3200场强分析仪操作与应用、高性能SWR(驻波比)和功率计SX-200/SX-400使用;第八篇为营业业务知识,以问答的形式详细全面地介绍了各种营业基础知识。

本书可作为电力企业营销管理人员和客户变电所运行人员培训使用,也可供电力企业有关领导和工程技术人员及大专院校相关专业师生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力负荷管理系统培训教材 / 王文喜主编. —北京:
中国水利水电出版社, 2006
ISBN 7-5084-3933-3

I. 电... II. 王... III. 电力系统—负载(电)—
管理—技术培训—教材 IV. TM715

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 080392 号

书 名	电力负荷管理系统培训教材
作 者	王文喜 主编 魏庆海 主审
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales @ waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京民智奥本图文设计公司
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 38.25 印张 907 千字
版 次	2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—8000 册
定 价	97.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

审定委员会成员

主 审 魏庆海
副主审 刘树凯
委 员 许龙海 杨好忠 刘晨光 张培红 王 瑄 王志华
徐 恳 王崇山

编写委员会成员

主 编 王文喜
副主编 卜祥发 于溪洋
编写人 于溪洋 曹世龙 张连华 常宝林 王宏伟 王云峰
孙洪义 宋 波 王德惠 韩风光 那东光 姜长龙
宋淑君 田 飞 孔兆和 尹凤惠 刘 波 白云鹏
王亚河 薛清友 兰 辉 姜 军

前 言

随着电力体制改革的不断深化，电力营销工作在电网经营企业中的核心地位将进一步明确。电力负荷管理系统作为营销管理的重要手段之一，也越来越得到广泛的重视和加强，并为贯彻落实国家有关供用电政策，实现需求侧管理和提高客户管理与服务水平，提供了现代化的技术支持手段。

电力负荷管理系统是负荷控制技术的拓展和延伸。随着全国电力供应紧张形势的逐步缓解，电力负荷管理系统的功能已从控制转向管理，从限电转向服务，并日益成为电力营销技术支持系统的重要组成部分。电力负荷管理系统是采集客户端实时用电信息的基础平台，其功能包括：远方自动抄表、预购电、防窃电、控制地方上网电厂、配网监测等。随着系统功能的逐步拓展，已由数据采集、控制，向数据分析、应用方向发展，使负荷管理系统采集的数据和分析的结果能够更好地为电力营销管理提供技术支持，为电力系统其他部门提供数据服务，为广大电力客户提供用电信息和其他个性化服务。

电力负荷管理系统是集通信、计算机网络、单片机、自动控制等技术的综合系统，其技术含量高、更新快。负荷管理系统能否正常运行，运行管理人员的技术水平也至关重要。为了提高电力负荷管理技术人员的运行、管理、安装、检验、维修、事故处理和操作技术水平，黑龙江省电力公司组织编写了《负荷管理系统培训教材》一书，以供各供电单位负控管理人员和客户变电所运行人员培训使用。同时，对于电力负荷管理工作也是一本很好的自修教材。本书由王文喜同志组织编写，并担任主编。

在本书的整理和编写过程中，上海协同科技股份有限公司、南京新联电子公司、上海华冠电子有限公司给予了大力支持，同时还得到了全国负荷管理系统知名专家顾毅德等人的指导和帮助，在此一并表示衷心的感谢，并对编写中参阅的有关书刊、文献的作者致以敬意与感谢。

限于编者水平，书中内容难免有疏漏和不尽确切之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

2006 年 4 月

目 录

前言

第一篇 通 信

第一章 无线电基础知识	1
第一节 无线电基本概念	1
第二节 传输线基本知识	9
第三节 电磁波和无线电波的传播	13
第四节 发送与接收	18
第二章 微波视距传播	20
第一节 地形对电磁波传播的影响	20
第二节 大气对电磁波传播的影响	29
第三节 微波中继通信线路的设计与计算	33
第三章 信道部分的组网设计	43
第一节 频率资源的利用	43
第二节 无线电噪声和干扰	46
第三节 电波传输特性	48
第四节 传输预测	54
第四章 通信规约与接口要求	57
第一节 通信规约	57
第二节 接口要求	64
第五章 通信技术	66
第一节 调频无线电台的结构和工作原理	66
第二节 常用的组网方式	79
第三节 中继站	84

第二篇 计 算 机

第六章 BIOS 的基本设置	86
第一节 设置系统的日期与时间	86
第二节 设置硬盘和其他驱动器的参数	87
第三节 查看系统内存	90

第四节	设置系统启动顺序	91
第五节	设置和取消开机密码	92
第六节	设置超级用户密码	95
第七节	清除对 BIOS 设置的更改	96
第七章	注册表	98
第一节	注册表的结构	98
第二节	注册表编辑器的基本使用方法	100

第三篇 网络知识

第八章	网络体系结构及协议数	112
第一节	网络体系结构	112
第二节	TCP/IP 体系结构	115
第三节	IP 地址	119
第四节	IP 协议	131
第五节	IPv6——Internet 地址空间的扩展	137
第九章	局域网互联	146
第一节	网络接口卡 (NIC)	146
第二节	中继器或转发器 (Repeater)	149
第三节	集线器 (HUB)	150
第四节	网 桥	155
第五节	交换机 (Switch)	157
第六节	路由器	159
第七节	网关 (Gateway)	161
第八节	局域网连接	162
第九节	实现网络中的基本通信	171
第十节	无线局域网 (WLAN)	180
第十章	Windows 2000 Server 服务器	184
第一节	Windows 2000 Server 服务器完全安装	184
第二节	登录到 Windows 2000 Server 服务器	188
第三节	Windows 2000 Server 网络资源共享	193

第四篇 网络安全

第十一章	电子邮件的安全	199
第一节	电子邮件所面临的问题	199
第二节	电子邮件与病毒	203

第十二章	操作系统的安全	206
第一节	20 个最危险的安全漏洞	206
第二节	Windows 2000 漏洞与安全	221
第三节	微软新贵——Windows XP 专题	227
第十三章	防火墙的应用	235

第五篇 电力负荷管理系统

第十四章	系统设备的安装与调试	241
第一节	安装配套性	241
第二节	监控管理中心及无线信道设备的安装与调试	242
第三节	终端的安装与调试	243
第四节	天线的安装	253
第五节	防雷接地系统	258
第六节	终端机、脉冲、485 回路及高低压跳闸回路的接法	260

第六篇 中央站软件安装、维护、运行

第十五章	负荷管理系统前置机（新联）	266
第十六章	FEPNT 前置机（华冠）	274
第一节	FEPNT 前置机的安装流程	274
第二节	FEPNT 使用手册	279
第十七章	数据库的备份和还原操作（华冠）	293
第十八章	PowerStar 工作站的安装流程（华冠）	300
第十九章	中央站操作系统（新联）	306
第一节	负荷管理系统工作站的操作方法	306
第二节	自动任务系统	374
第三节	负荷管理系统网站	380
第二十章	中央站操作系统（华冠）	393
第一节	主界面介绍	393
第二节	系统操作方法	396
第二十一章	中央站操作系统（协同）	470
第一节	系统概述	470
第二节	系统安装	473
第三节	系统导航	482
第四节	网络通信	485
第五节	前置机通信	486

第六节	负荷管理系统	487
第七节	定时任务	518
第八节	接线图编辑	527
第九节	电力负荷预测	539

第七篇 常用工具的使用

第二十二章	PROTEK 3200 场强分析仪的操作与应用	546
第二十三章	高性能 SWR (驻波比) 和功率计 SX—200/SX—400 的使用	558

第八篇 营 业 业 务 知 识

第二十四章	营业基础知识	562
第一节	常用业务术语解释	562
第二节	抄表管理技术问答	565
第三节	电费管理知识问答	566
第四节	电价知识问答	566
第五节	功率因数调整电费知识问答	575
第六节	核算管理知识问答	580
第七节	违约、窃电知识问答	582
第八节	营业管理知识问答	586
参考文献及参考资料		598
相关产品及生产厂家介绍		599

第一篇 通 信

第一章 无线电基础知识

第一节 无线电基本概念

1. 电波传播的速度

在真空（空气）中，电波每秒能走 30 万 km，1min 能绕着地球跑七圈半，它的速度就等于光的速度。光速通常用英文字母 c 来表示；而电波的速度常用英文字母 V 来表示。它们之间的关系如下

$$V = c / \sqrt{\epsilon_r \mu_r} \quad (1-1)$$

其中

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

式中 ϵ_r ——相对介电常数，F/m；

μ_r ——导磁率，H/m。

可见，在真空（空气）中， $\epsilon_r = 1$ ， $\mu_r = 1$ ， $V = c$ 。若在介电常数大于 1 的介质中，电磁波的速度就要比光速小，也就是说没有光跑得快。

2. 介质、介电常数和导磁率

所谓介质也叫媒质，例如空气、水、油、金属等各种物质通称为介质。当电磁波在这些物质中传播时，不同的介质对电波的影响是不一样的，这种介质对电场的影响就用它的介电常数 ϵ 来表示，而对磁场的影响就用它的导磁率 μ 来表示。不同的介质就有不同的 ϵ 和 μ ，不同的 ϵ 和 μ 也就体现了不同介质对电磁波的影响是不同的。如果 ϵ 和 μ 到处都是一样的（即不随位置不同而变化的介质），我们称这种介质为均匀介质，否则叫非均匀介质。为了使用上的方便，我们规定了相对介电常数 ϵ_r ，它是介电常数 ϵ 与真空中的介电常数 ϵ_0 的比值，即 $\epsilon_r = \epsilon / \epsilon_0$ ， ϵ_0 等于 $1/36\pi \times 10^{-9}$ (F/m)；同样也规定了相对导磁率 μ_r ，它是导磁率 μ 与真空中的导磁率 μ_0 的比值，即 $\mu_r = \mu / \mu_0$ ，等于 $4\pi \times 10^{-7}$ (H/m)。不同介质 ϵ_r 相差很大，而 μ_r 除去铁磁性介质外，几乎都等于 1。在实际的工程设计中，常常用到相对介电常数 ϵ_r ，表 1-1 给出几种常见介质的相对介电常数。

表 1-1 几种常用介质的相对介电常数

介质名称	ϵ_r	介质名称	ϵ_r
空 气	1	云 母	7
变压器油	2.1~2.4	聚四氟乙烯	2
乙 醇	2~5.7	碱玻璃	6.5
石 蜡	1.9~2.2	石英玻璃	4.5
聚乙烯	2.2~2.4	有机玻璃	2.5~2.7
聚苯乙烯	2.4~2.6	高频陶瓷	7.0~8.0
聚氯乙烯	3.3	高频滑石瓷	6.0~6.5

3. 频率

所谓频率就是每秒钟变化（或振动）的次数，无线电波的频率自然就是它每秒钟变化的次数。无线电波的频率是由产生电磁波的高频电流的频率决定的，此高频电流又是由发射机产生的。比如我们家庭用的照明电，它的电流每秒钟变化 50 次，这是由于发电机每秒钟转 50 周，所以叫 50 周交流电。在电学中常常又将这 50 周/s 叫做 50Hz。赫兹是个科学家，为了纪念他，后人就用他的名字来作频率的单位，正是他在实验室验证了电磁波在空间的传播规律。频率用 f 表示。有时也采用角频率这个量，角频率用 2π 乘以频率 f 。用 ω 表示角频率，即 $\omega = 2\pi f$ 。在电工学方面的书籍中，不加特别说明，一般指的是频率 f 。若知道了 f ， ω 也就不难求出了。

4. 波长、频率、周期、波速间的关系

频率高不等于跑得快，也不等于速度大。在相同媒质中，波的速度是一样的，这就像两个高矮不同的运动员用同样时间跑完了相同距离一样，只是高个子运动员用的步数少，而矮个子运动员用的步数多。高个子运动员迈一步用的时间长，但距离大；矮个子运动员迈出一步用的时间短，但迈出去的距离也短。跨一步用的时间，就相当于电磁波的周期，即完成一次振动所需要的时间，用 T 表示；而一步迈出的距离，就相当于电磁波的波长，也就是电磁波在一个周期的时间内所传播的距离，用 λ 表示。它们的换算关系是： $u = \lambda f$ ； $f = 1/T$ ；即 $\lambda = vT = v/f$ 。

5. 无线电波的频段及其划分

所谓频段，简单讲是指一定的频率范围，也就是人为地把无线电波的频率（或波长）划分成一个一个段落，并且在每一个段落给它们起个名字，这个名字用英文的缩写字母（每个单词的第一个字母的大写合在一起）来表示，例如 VHF 就是由英文名字 Very high frequency 而来的。在表 1-2 中列出无线电波的频段划分，并列出它的名称、主要用途、传播方式，了解电波传播时的用途。

表 1-2

无线电波频段表

按波长划分的名称	频率、波长范围	按频率划分的名称	主要传播方式	主要用途
超长波 (万米波)	3~30kHz 100000~10000m	1 甚低频 (VLF)	天波、地波 以地波为主	长距离通信
长波 (千米波)	30~300kHz 10000~1000m	低频 (LF)	天波、地波 以地波为主	长距离通信，导航
中波 (百米波)	300~3000kHz 1000~100m	中频 (MF)	天波 地波	广播、导航、海上移动通信，地对空通信
短波 (十米波)	3~30MHz 100~10m	高频 (HF)	以天波为主	中、长距离通信，广播
超短波 (米波)	30~300MHz 10~1m	甚高频 (VHF)	天波、直射波、 地面反射波	短距离通信，电视，雷达，宇宙研究

续表

按波长划分的名称		频率、波长范围	按频率划分的名称	主要传播方式	主要用途
微波	分米波	300~3000MHz 1~10cm	特高频 (UHF)	天波 直射波	通信, 雷达电视, 气象, 卫星等
	厘米波	3~30GHz 10~1cm	超高频 (SHF)	天波 直射波	雷达, 导航, 中继通信, 卫星, 电视
	毫米波	30~300GHz 1cm~1mm	极高频 (EHF)	直射波	雷达, 通信, 宇宙研究
亚毫米波		300~3000GHz 1~0.1mm		直射波	

6. 频道和频段的关系

频段通常包括许多个频道, 例如 VHF 频段就包含有 12 个电视频道。所谓频道, 就好比马路分成几股道, 有快车道、慢车道、自行车道等。对于每股道都有一定的宽度要求, 太宽了虽然车辆行驶方便, 但造价高, 占地多; 太窄了车辆行驶不便, 容易出事故, 所以每股道必须有一个合适的宽度。对频道来说, 需要一个合适的频率范围, 这个范围叫频道的带宽。

7. 天线及其作用

天线就是能够辐射或接收电磁波的装置, 也可以说是一种能量转换装置, 即将电磁波 (或高频电流) 转换成高频电流 (或电磁波); 把高频电流转换成电磁波向空中辐射的天线叫发射天线, 而将空中接收的电磁波转换成高频电流送往接收机 (比如收音机、终端机) 的天线叫接收天线。实践和理论都证明, 对同一副天线来说, 它作发射时与作接收时的性能是一样的, 不会因为一副接收天线用作发射时其性能会有什么改变。

天线是能够辐射和接收电波的装置 (像导线、磁棒等)。以终端机为例, 电台就是把数据信号变成高频电流, 通过馈线把它送到天线上, 天线把这种高频电流变成电磁波辐射到空间去; 接收天线又把空中的电磁波接收下来还原成电视发射机送出来时的高频电流, 将它沿着馈线送入终端机。

除此之外, 天线还有两个重要作用: ①它可以帮助提高终端机的灵敏度, 如在边远地区信号很弱, 但是若配上一副高增益的天线, 照样可以满意地接收信号; ②它有识别电磁波的作用和提高抗干扰的能力。空间有各种各样的无线电电磁波, 它们都会在天线上或强或弱地感应出电压。如果把天线设计在所要求的频率上, 则该电磁波感应的电压最大, 这就相当于把需要的电磁波从许许多多频率的电磁波中挑出来了。另外, 人们可以把天线的增益做得很高而且方向性很强, 其他方向来的干扰波被天线抑制, 进不了终端机, 达到了抗干扰的目的。

8. 天线的主要参数

天线的主要参数有: 辐射方向图、增益、半功率波瓣宽度、输入阻抗、频带宽度和前后辐射比等。

9. 辐射方向图

天线方向图也叫天线辐射方向图。就是天线能够接收空间各方向上来波的情况。在它

作为发射天线使用时，就是向空间各方向发射电磁波的情况。对同一副天线而言，作为接收和发射时，其参数都是相同的（不包括有源天线和铁氧体天线），为了进一步说明方向

表 1-3 某天线向 6 个方向发射的能量

方向	东	西	南	北	上	下
数值 (mV)	10	0.5	1	3	0	0

图的含意，以发射天线为例来说明。假设放在空间的一副天线，它向空中四面八方辐射能量，测量出它向 6 个方向发射的能量（见表 1-3）。

在不同方向上发射的能量大小不同，将其画出来所得到的图，叫作方向图。由这个图可清楚地看出，天线向东发射的能量最多。天线用作通信时，就要将此方向对准接收的地点。接收天线必须对准来波方向，否则就收不到信号，因为发射天线严格按照天线方向性图发射能量。若测出天线向周围各个方向发射能量的情况，这样画出来的图形就是个立体图，如图 1-1 所示，它是半波振子的方向图。天线的立体方向图是很复杂的，不易表示，所以一般都采用两个主平面内的方向图来表示。比如，放在自由空间的基本振子天线的方向图，往往采用一个通过振子轴的平面（也叫铅垂面或互平面）和一个通过振子中心并与振子轴线垂直且与地面平行的平面（也叫作水平面或 H 平面）来描述方向图，如图 1-2 所示。

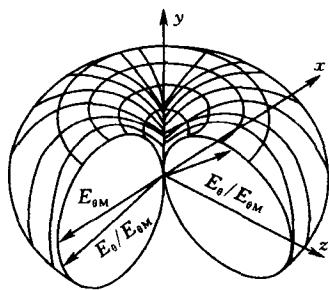


图 1-1 天线的空间方向性图

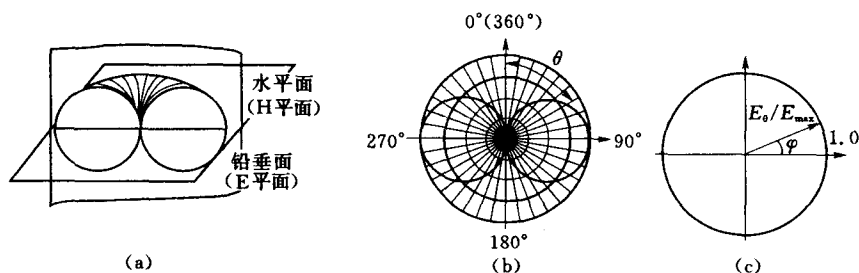


图 1-2 天线的方向性图

(a) 两个特殊平面；(b) 基本振子在铅垂面 (E 平面) 内的方向图；

(c) 基本振子在水平面 (H 平面) 内的方向图

由图 1-2 (b) 可以看出，基本振子在铅垂面内的方向图是一个 ∞ 字形，而在水平面内的方向图是一个圆。如图 1-2 (c) 所示，这说明基本振子在水平面内向四周辐射的能量处处相等，这种情况叫做没有方向性。假设以一定功率发射的天线，在距离相等而 θ 角（就是方向）不同的地方测得大小不同的场强，这样画出的方向图称之为天线的场强方向图；若测得的值是随 θ 而变化的功率，则所画出的方向图称为功率方向图。如果没有特殊说明，通常所说的方向图都是指功率方向图。方向图就是天线辐射的功率（或场强）在空间随角度的分布曲线。不同的天线，曲线是不同的，画出来的曲线像花朵一样，有大小不同的瓣，这些瓣叫做波瓣。特别大的瓣称为主瓣，其余的小瓣称为副瓣，主瓣后面的副瓣又称之为后瓣。方向图主瓣窄而长的天线必然是方向性很好的天线，显然用它来进行定向发射（或接收）是很好的，如图 1-3 所示。

10. 半功率波瓣宽度

半功率波瓣宽度也叫做半功率波束宽度。它是指功率方向图中，相对于最大波瓣（也叫主瓣，它是天线的最大辐射方向）的最大值下降一半时的波瓣宽度。对于场强方向图而言，是相对于最大波瓣（即主瓣）的最大值下降到 0.707 时的波瓣宽度（见图

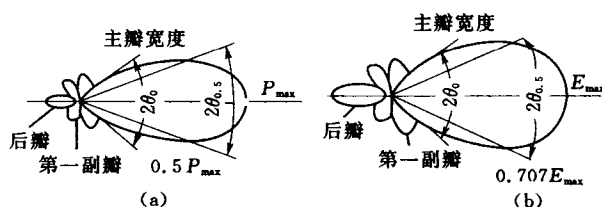


图 1-3 半功率波瓣宽度示意图

(a) 功率图；(b) 场强图

1-3)。(图 1-3 中 $E_{\max}$ 表示最大波瓣的最大值，即天线的最大辐射方向； $2\theta_{0.5}$ 表示半功率波瓣宽度， $2\theta_0$ 表示功率的主方向图辐射波瓣宽度)。E 平面内的半功率波瓣宽度，用 $2\theta_{0.5E}$ (或 $2\theta_{0.707E}$) 表示；H 平面内的半功率波瓣宽度，用 $2\theta_{0.5H}$ (或 $2\theta_{0.707H}$) 表示。从图 1-3 中看出， $2\theta_{0.5}$ 的大小，就能反映出方向图尖锐的程度，也就表示出了该副天线的方向性。 $2\theta_{0.5}$ 越小，说明该天线定向接收（或辐射）的能力越强，因此受其他方向来的无用电波影响（这种影响叫做干扰）就越小。因为除最大方向附近外，其他方向接收的能力差。

11. 前后辐射比

前后辐射比是说明一副天线排除后向干扰的能力。以终端接收天线为例，将它能接收最大功率（或场强）的方向对准发射台（假设 0° 方向），此时收到的功率（或场强）值为 P_1 （或 E_1 ），然后背向电视台方向（即 180° ），在 $\pm 60^\circ$ 范围内，找到一个相应的最大功率（或场强）的值为 P_2 （或 E_2 ），将它们的比值叫做前后辐射比，习惯上用分贝（dB）表示。

对于功率有

$$F/B(\text{dB}) = 10 \lg P_1/P_2$$

对于场强有

$$F/B(\text{dB}) = 20 \lg E_1/E_2$$

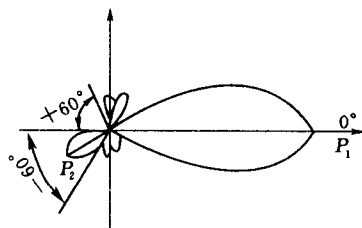


图 1-4 功率方向示意图

如图 1-4 所示，当前后接收能量一样大时，则 $P_1/P_2 = 1$ 或 $F/B(\text{dB}) = 0$ ；如果 $F/B(\text{dB}) = 20$ ，就说明前向辐射功率与后向辐射功率之比为 100。由此看来，前后辐射比越大越好，越大说明一副天线后向辐射越差，排除后向干扰的能力越强。

12. 天线的增益

天线的方向性图可以定性天线的辐射性能，即是强方向性还是弱方向性，要定量的来说明两副天线的方向性，则有必要引进另一个参数——方向性系数。假如有两副天线，其辐射功率相等，一副天线在某方向辐射功率最大（称有方向性天线），另一副天线辐射相同功率但没有任何方向性（即向周围各方向均匀辐射），这时它们的功率通量密度之比叫做某有方向性天线的方向性系数。设方向系数为 D ，则有

$$D = \frac{\text{最大辐射功率密度}}{\text{平均辐射功率密度}} \quad \left| \begin{array}{l} \text{两副天线辐射功率相同} \end{array} \right. \quad (1-2)$$

实际上, 式 (1-2) 也等于将相等的功率进行有方向性的发射和无方向性的发射, 在最大辐射方向上进行测量, 看有方向性天线比无方向性天线所得到的好处。显然, 方向图很窄的天线, 在最大方向上所测得的功率 (功率密度) 大, 说明能量更集中, D 值必然大。天线输入的功率并不能无损耗地发射出去, 它自身也有一定的消耗 (比如热损耗), 所以就有个天线效率的问题, 方向性系数 D 和天线效率 η 的乘积, 叫做天线增益, 用英文字母 G 表示 (如公式 1-3), 它能更全面地反映天线的特性。

$$G = \eta D \quad (1-3)$$

增益不仅考虑了天线的方向性的强弱, 而且也考虑了天线的功率损失。两副天线, 本身的方向系数相同, 由于效率不同, 增益也不相同。

半功率波瓣宽度越窄, 后瓣电平和旁瓣电平越小, 天线的增益就越高。对于终端接收天线来说, 希望它的增益越高越好。因此, 制造出高增益的电视接收天线是非常重要的。

方向性系数常以分贝为单位来表示: D (分贝) $= 10 \lg D$

13. 分贝

分贝就像百分比一样, 它是用以衡量、比较, 如功率、电压、电流等物理量大小的一个量。比如有两副天线, 一副的接收功率为 10W , 另一副做同样的接收则只收到 5W , 哪副天线的接收能力强? 强的数量概念是怎样的? 可用下式说明

$$\begin{aligned} \text{分贝数 (dB)} &= 10 \lg \frac{P_{10}}{P_5} \\ &= 10 \lg \frac{10(\text{W})}{5(\text{W})} \\ &= 3(\text{dB}) \end{aligned} \quad (1-4)$$

式中 P_{10} 、 P_5 ——相应的功率。

当把两天线相比时, 说接收能力强的为 3dB 时, 就表明它的接收功率是接收能力弱的天线接收功率的 2 倍。又如, 某地区的电场强度为 60dB , 这是指以场强为 $1\mu\text{V/m}$ 为基准, 求出此场强为基准场强的多少倍, 再取以 10 为底的对数, 得出来的即为分贝数: $60(\text{dB}) = 20 \lg \frac{E}{1}$, $E = 1000\mu\text{V}$ 。

由上面例子不难看出, 分贝数 $= 10 \lg (P_1/P_2) = 20 \lg (E_1/E_2)$ 。若使用的是功率量, 则取以 10 为底的对数乘以 10; 若使用的是电压、电流等量, 则取以 10 为底的对数乘以 20。

14. 天线的效率

天线效率表示输送到发射天线上的能量是不是全都作为辐射能量向空中发射了, 天线效率可用下式表示

$$\eta_A = \frac{P_r}{P_A} \quad (1-5)$$

式中 P_A ——输送到天线 A 上去的总功率;

P_r ——天线辐射出去的功率。

显然, $P_A - P_r$ 就代表了天线 A 损耗的功率, 它损耗的功率越多, P_A 和 P_r 的差额越多, 天线的效率就越低, 天线转换能量的本领就越差。比如, 发射机送给发射天线的功率

是 100W，这 100W 功率不可能通过天线全部辐射到空间去，它还有其他损耗，比如天线发热就要损耗一些能量等。假如损耗了 1W，那么， $P_e = 100 - 1 = 99$ (W)， $\eta_A = 99/100 = 99\%$ ，可以说这副天线的效率是 99%。如果损耗很小，可以忽略不计，那么 $\eta_A \approx 1$ ，因此这时所说的天线增益就等于天线的方向系数。

15. 天线的输入阻抗

大多数天线都有两个端点（单极天线有一点为地），这两个端点叫天线的输入端。

如图 1-5 所示，是对称振子的示意图，FF' 就是对称振子天线的输入端，天线的输入阻抗就是天线的输入端（又叫馈电点），FF' 两点的高频电压 U_A 和该点的高频电流 I_A 的比值为

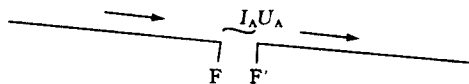


图 1-5 对称振子示意图

$$Z_A = \frac{U_A}{I_A} = R_A + jX_A \quad (1-6)$$

可见，天线的输入阻抗包括两部分，实数部分 R_A 叫做天线的输入电阻，虚数部分 X_A 叫做天线的输入电抗。当 $Z_A = 0$ 时，天线的输入阻抗 $Z_A = R_A$ 是一纯电阻，此时天线处于谐振状态，不同长度的天线，输入阻抗是不一样的，如图 1-6 所示。

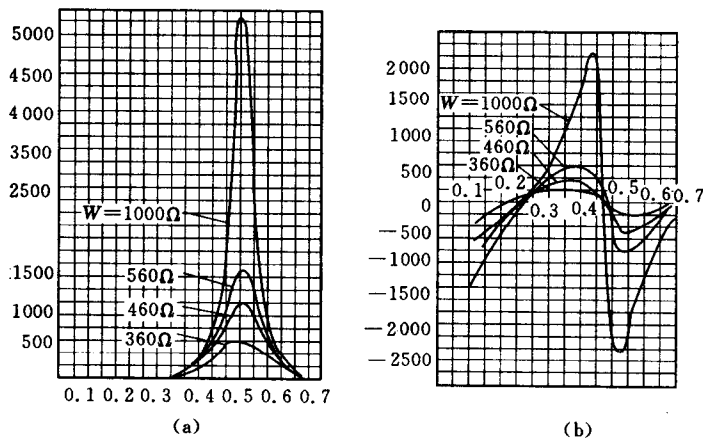


图 1-6 对称振子输入阻抗曲线图

16. 谐振

谐振又叫共振，通俗地讲叫“合拍”。日常生活中有许多共振现象可以帮助我们理解天线的谐振。玩秋千时，假如人体用力的节奏与秋千来回摆动的节拍一致时，秋千就会越荡越高；再如挑水，当人体的步伐与扁担的颤动次数一致时，人就会感到扁担很轻，这都是共振现象。

天线理论和实践告诉我们，天线的长度约等于所接收频率的半个波长（对称天线）、或 1/4 波长（不对称天线），或者是波长的整数倍时，天线就发生谐振，它的输入阻抗 $Z_A = R_A$ ， $X_A = 0$ ，这时效果最好，此时的天线长度 L 称为谐振长度。

天线的谐振长度，为它所接收的那个频道的中心频率的 1/2 波长就行了。比如说在八频道，中心频率为 230MHz ($1\text{MHz} = 1 \times 10^6 \text{Hz}$)，那么该频道的天线长度为

$$L = \frac{\lambda}{2} = \frac{C}{2f} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 187 \times 10^6} \approx 0.8(\text{m}) \quad (1-7)$$

17. 天线频带宽度

天线的频带宽度,是指在一定的频率范围内,必须满足一定的技术要求。例如,频率为 230MHz,规定每个终端频道的宽度为 8MHz,也就是说,八频道的频道宽度限定在 183~191MHz 的范围内,在此范围内天线的各项电性能仍然要满足要求,如驻波系数不能大于 1.5,接收的最小场强值不能小于最大值的 0.707 倍,天线的最大辐射方向不能偏出某个角度(如 5°)等。一副频带特性好的天线,从单频道的要求来看,它在中心频率谐振状态工作时,所获得的各项性能指标,在离开中心频率后,特别是在上边频率和下边频率上,虽然由于失配其性能指标会有所下降,但不能下降到所规定的值以下。

18. 极化

所谓极化,是指天线发射的电磁波随着时间在空间的变化情况,无线电波的电场方向称为极化方向。通常有线极化,圆极化、椭圆极化三种。

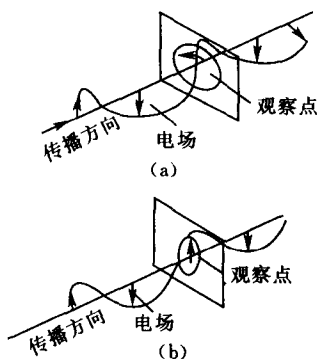


图 1-7 圆(及椭圆)极化波示意图

(a) 圆极化波; (b) 椭圆极化波

19. 线极化、椭圆极化、圆极化

如果电场在一个周期内在一个方向上来回变化,称之为线极化。如果电场的大小和方向时刻都在变化,并在观察点处垂直于传播方向的平面内描绘出一个椭圆形状,这种电磁波称为椭圆极化波。如果电场大小不随时间变化,但其振动方向时刻在变化,则称为圆极化,这种电磁波称为圆极化波,如图 1-7 所示。

20. 极化匹配

所谓极化匹配就是说如果用水平极化天线作为发射天线,那么必须用水平极化天线作为接收天线;如果用右旋天线发射,那么必须用右旋天线接收,否则就产生极化隔离,就是说,收不到信号。我们使用的终端机接收天线都要水平安装,因为中央发射的是垂直极化波。

21. 终端机的场强

场强就是电磁场的强度,它是衡量电磁波强度的一个物理量。中央台的发射天线向空间发射电磁波,所谓空中某点的终端机信号场强就是这一电磁波的强度。严格来讲就是长度为 1m,并处于谐振状态下的半波振子天线所感应出的电视信号的电压值就是该点的电场强度,单位为 $1\mu\text{V}/\text{m}$ 。用分贝数表示单位为 $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$,并规定 $1\mu\text{V}/\text{m}$ 为零分贝,记作 $1\mu\text{V}/\text{m}=0\text{dB}$,因此场强的分贝值 E_{dB} 与所测的信号电压值 (μ/m) $E_{\mu\text{V}}$ 的关系为: $E_{\text{dB}}=20\lg E_{\mu\text{V}}$ 。

22. 信噪比

信噪比是终端信号质量的重要指标,其定义为终端载波信号功率与瞬声信号功率之比,以分贝表示为

$$\text{信噪比} = 10\lg \frac{\text{载波信号功率}}{\text{噪声信号功率}} (\text{dB}) \quad (1-8)$$

由于终端的连接阻抗均为 50Ω ,所以载噪比又可以表示为