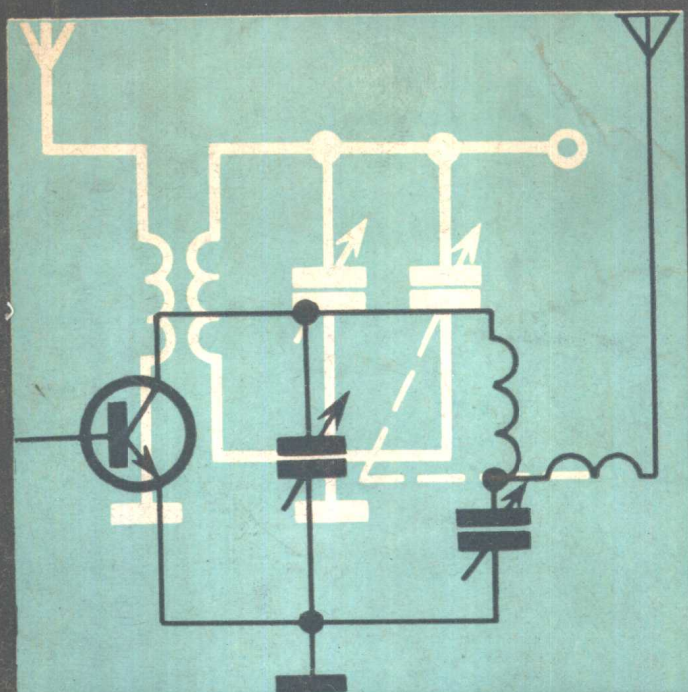


中等专业学校试用教材



无线电通信设备

Wuxiandian
Tongxin
Shebei

天津科学技术出版社

中等专业学校试用教材

无线电通信设备

天津科学技术出版社

内 容 简 介

本书是电子类中等专业学校无线电技术专业《无线电通信设备》课程的试用教材。着重介绍模拟无线电通信设备的基本概念、基本原理和基本电路的分析方法,注意理论联系实际,每章附有复习题。

全书共13章,内容包括绪论、无线电发信机概论、发信机的输出电路与级间耦合电路、调幅发信机、调频发信机、单边带发信机、频率合成、无线电收信机概论、收信机的输入电路、超外差调幅收信机、无线电干扰与收信机噪声、调频收信机和单边带收信机。

本书亦可供从事无线电技术和通信工程的科技人员参考。

中等专业学校试用教材

无 线 电 通 信 设 备

南 京 余 山 编
无 线 电 工 业 学 校

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津市蓟县印刷厂印刷

天津市新华书店发行

*

开本787×1092毫米 1/16 印数 13,75 插页2 字数 326,000

一九八三年十一月第一版

一九八三年十一月第一次印刷

印数: 1—8,700

书号: 15212·103 定价: 1.60元

前 言

本书是参照电子工业部所拟订的中等专业学校电子类专业统编教材《无线电通信设备》编写大纲编写的。在编写过程中，编者是把着眼点放在培养学生分析问题和解决问题的能力上。通过讲授，使学生建立无线电通信系统的概念；了解干扰与抗干扰问题；掌握模拟通信设备的组成、工作原理和整机电路的分析。再通过实验，初步掌握通信设备的调整、使用和性能指标的测试方法。

参考《无线电通信设备教学大纲》的规定，本书大致可用90学时讲完。其中频率合成一章可以留在最后讲授。

全书由湖北省电子工业学校赵荣生同志主审，上海电子技术学校、南昌无线电工业学校、贵州无线电工业学校与淮阴电子工业学校的教师参加了审稿会，仔细审阅了原稿，提出了具体修改意见。辽宁电子技术学校和天津仪表无线电工业学校也提了许多宝贵意见，在此一并致谢。

由于我对现代的模拟通信设备了解不够，本教材还缺少一定的教学实践检验，因此书中难免存在缺点和错误，希望广大读者给予指正。

编 者

1982.10

目 录

第一章 绪论

§ 1-1 通信的概念	1
一、通信及其方式	1
二、通信的类别与系统示意图	1
三、通信系统的模型	2
四、通信的发展简史	2
§ 1-2 模拟通信与数字通信	3
一、模拟消息与离散消息	3
二、模拟通信与数字通信	3
三、模拟通信与数字通信的比较	3
§ 1-3 通信系统的基本问题	4
一、模拟通信系统的基本问题	4
二、数字通信系统的基本问题	4
§ 1-4 无线电通信设备的现状与发展	5
一、无线电通信设备的现状	5
二、无线电通信设备的发展	6

第二章 无线电发信机概论

§ 2-1 发信机的功用、分类与组成	7
§ 2-2 发信机的主要质量指标	8
复习题	9

第三章 发信机的输出电路与级间耦合电路

§ 3-1 概述	10
一、输出电路与级间耦合电路的作用和对它的要求	10
二、电路的类型	10
§ 3-2 LC匹配电路	13
一、L形匹配电路	13
二、 π 形匹配电路	13
三、T形匹配电路	14
四、LC匹配电路在应用中的问题	15
五、实际电路	18
§ 3-3 互感耦合输出电路	18
一、实际电路	18
二、电路分析	18
复习题	23

第四章 调幅发信机

§ 4-1 概述	25
----------------	----

一、调幅波及其表达式	2
二、调幅波的功率	26
三、对调幅的要求	27
§ 4-2 调幅发信机的一般组成与方案举例	28
一、调幅发信机的一般组成	28
二、方案举例	30
§ 4-3 调幅发信机的电路分析	32
一、高频电路分析	32
二、音频电路分析	33
复习题	34

第五章 调频发信机

§ 5-1 概述	35
一、调频波及其频谱	35
二、调频制的特点与调频方法	38
三、对调频的要求	41
§ 5-2 直接调频器分析	42
一、变容二极管调频器分析与计算	42
二、石英晶体振荡器直接调频	49
§ 5-3 移频电报的发送	52
§ 5-4 调频发信机电路分析	54
一、主要性能	54
二、发信机的组成	54
三、电路分析	55
四、移频电报	58
复习题	58

第六章 单边带发信机

§ 6-1 单边带信号与单边带通信	60
一、单边带信号的特点	60
二、单边带通信的特点	64
三、单边带通信的制式与类型	67
§ 6-2 单边带发信机的组成	68
一、单边带发信机的技术要求	68
二、单边带发信机的组成	69
三、单边带发信机中的失真	72
§ 6-3 单边带调制器	76
一、二极管调制器原理	76
二、平衡调制器	77
三、环形调制器	78
四、调制器的实际问题	80
五、产生单边带信号的其他方法	82
六、三种产生单边带方法的比较	84
§ 6-4 单边带发信机电路分析	85

一、发信机性能	85
二、发信机组成	85
三、电路分析	87
复习题	95
第七章 频率合成	
§ 7-1 概述	96
一、频率合成的应用	96
二、频率合成器的主要性能指标	96
§ 7-2 直接合成	100
一、混频滤波法	100
二、漂移抵消法	101
§ 7-3 间接合成	102
一、锁相环原理	102
二、脉冲控制锁相法	104
三、可变分频锁相环法	104
四、锁相环路中的鉴相器	105
复习题	108
第八章 无线电收信机概论	
§ 8-1 收信机的功能	109
一、选择信号	109
二、放大信号	109
三、变换信号	109
§ 8-2 收信机的组成	110
一、调幅收信机	110
二、调频收信机	112
三、单边带收信机	112
§ 8-3 收信机的主要质量指标	113
一、灵敏度	113
二、选择性	114
三、失真度	116
四、频率稳定度与刻度准确度	116
五、波段覆盖	116
复习题	117
第九章 输入电路	
§ 9-1 概述	118
一、接收天线简介	118
二、输入电路的分类	119
三、对输入电路的要求	119
§ 9-2 输入电路的调谐	121
一、划分波段的原则与方法	121
二、等波段系数的划分	121
三、等波段宽度的划分	123

§ 9-3 互感耦合输入电路	124
一、等效电路	124
二、指标分析	126
三、实际电路	128
§ 9-4 电感耦合输入电路	129
一、等效电路	129
二、指标分析	130
三、计算举例	133
复习题	135

第十章 超外差调幅收音机

§ 10-1 概述	136
一、多次变频的收音机组成	136
二、现代短波收音机主要技术指标	136
§ 10-2 收音机主要质量指标的讨论	137
一、灵敏度	138
二、选择性	141
§ 10-3 收音机设计中的几个问题	145
一、混频次数	145
二、中频频率	147
三、无高频放大	149
四、增益分配	149
五、选择性的分配	151
六、通频带宽	152
§ 10-4 自动增益控制及自动调谐	153
一、自动增益控制 (AGC)	153
二、自动调谐 (ATC)	158
§ 10-5 调幅收音机电路分析	161
一、性能指标	161
二、收音机组成	161
三、电路分析	161
复习题	166

第十一章 无线电干扰与收音机噪声

§ 11-1 概述	167
一、外部干扰与内部噪声	167
二、干扰与噪声的性质	167
§ 11-2 外部干扰及其排除	168
一、外部干扰	168
二、排除干扰的方法	169
§ 11-3 收音机内部噪声及其抑制	170
一、收音机的内部噪声源	170
二、晶体管的噪声系数	172
三、多级噪声系数	174

四、降低收信机内部噪声的方法·····	175
五、静噪电路·····	176
复习题·····	177
第十二章 调频收信机	
§ 12-1 调频制的抗干扰特性·····	178
一、调频制增益·····	178
二、干扰噪声对信号的影响·····	178
三、输出信噪比·····	179
四、采用预加重与去加重电路提高输出信噪比·····	181
§ 12-2 自动频率控制 (AFC)·····	181
一、自动频率控制的作用与要求·····	181
二、自动频率控制系统·····	182
三、AFC系统的控制能力与频率范围·····	184
§ 12-3 移频电报的接收·····	185
一、单路移频报的接收·····	186
二、双路移频报的接收·····	187
§ 12-4 调频收信机电路分析·····	188
一、主要性能·····	188
二、收信机组成·····	188
三、电路分析·····	189
复习题·····	195
第十三章 单边带收信机	
§ 13-1 单边带信号的解调·····	196
一、单边带信号解调原理·····	196
二、环形解调器·····	197
三、单边带信号解调过程的失真·····	198
四、解调器的实际电路·····	201
§ 13-2 单边带收信机的自动增益控制·····	202
一、利用导频信号产生控制电压的PAGC系统·····	202
二、利用单边带信号的包络产生控制电压的EAGC系统·····	203
§ 13-3 单边带收信机电路分析·····	205
一、主要性能·····	205
二、收信机组成·····	206
三、电路分析·····	206
复习题·····	208

第一章 绪 论

§1-1 通信的概念

一、通信及其方式

在人类社会里，人们总是离不开消息的传递。古代的烽火台、金鼓、旌旗，当今的书信、电话、电报、传真、广播与电视等等都是传递消息的方式。广义地说，通信就是由一地向另一地传递消息。人类社会发展到今天，通信的方式是不胜枚举的。

随着社会生产力的发展，人们对传递消息的要求越来越高。在各种通信方式中，只有那种利用“电”来传递消息的电通信方式（以下简称通信）才发生深刻的变化，并得到了非常广泛的发展。这是由于这种通信方式使消息几乎能在任意的通信距离上实现既迅速（有效）而又准确（可靠）地传递的缘故。如今，在自然科学中，“通信”一词已成了电通信的同义语。

通信中所传递的消息有各种形式，例如：文字、符号、数据、话音、音乐、图片、活动画面等等。根据所传递消息的不同，在目前通信业务上可分为电报、电话、传真、数据传输和可视电话等。从广义来说，广播、电视、雷达、导航、遥控和遥测等也属于通信的范围。

二、通信的类别与系统示意图

按照消息从一地向另一地传递媒介的不同，通信可分为有线通信和无线通信两大类。

有线通信是一种依靠导线来传递消息的通信方式。这里所指的导线可以是架空明线、电缆和波导等。例如，普通的有线长途电话可用图1-1来表示。图中，电话机完成话音与话音电信号之间的变换，而载波机完成话音电信号与传输信号之间的变换。

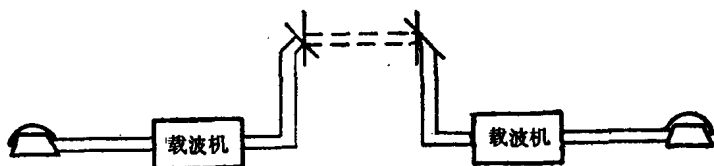


图1-1 有线长途电话系统示意图

无线电通信不用导线，而是通过无线电波来传递消息的。例如，无线电话通信系统（示于图1-2）。图1-2中话音通过话筒变成话音电信号，而发信机将话音电信号变换成已调的高频振荡，

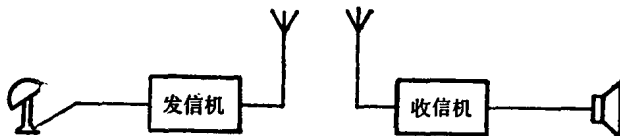


图1-2 无线电话系统示意图

经天线辐射出去，借电磁波传递到另一方。在接收端，通过接收机及扬声器完成与发送端相反的变换。

通常，有线通信按传输线路的不同可分为：明线通信、电缆通信和波导通信等。无线电通信可分为：短波通信、散射通信（电离层散射、对流层散射、流星余迹散射等）、微波中继通信、人造卫星中继通信和光通信等。

三、通信系统的模型

任何一种通信，都是把一地（发送端）的消息传递到另一地（接收端），因而，所有的通信系统都可用图1-3加以概括。这里，信息源（也称发终端）的作用是将各种消息转换成电信号。这个具有基本频带的信号通称为基带信号。为了使基带信号能适应在信道中传输，应先由发送设备对基带信号进行某种变换（调制），然后再送入信道。信道是指传输信号的媒介或通道。在接收端，接收设备的功能恰与发送设备相反，它将从接收到的信号中恢复出原调制的基带信号；而受信者（也称收终端）将恢复出的基带信号转换成相应的消息。图中的噪声源，是信道中的噪声或干扰以及分散在通信系统中各处的噪声或干扰的集中表示，这样，既使分析问题方便又不影响对通信系统主要问题的讨论。

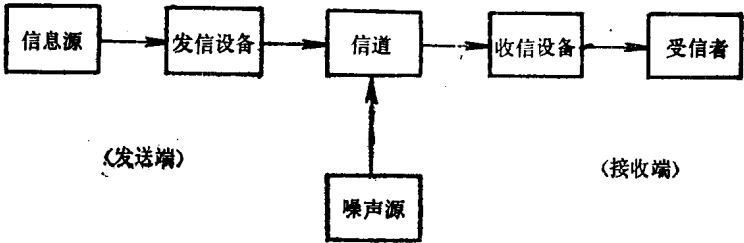


图1-3 通信系统模型图

图1-3是对各种通信系统的一个抽象概括，它反映了通信系统的共性，通常称它为通信系统的模型图。实际上，由于我们所研究的对象及注意的问题不同，将会出现各种形式的较具体的通信系统模型图。

四、通信的发展简史

从真正作为一种有实用意义的通信手段来说，电通信起源于十九世纪四十年代莫尔斯（F. B. Morse）发明电报，它以简单的有线电报通信方式的出现作为标志。当时，有线电报通信方式的问世，完全是建立在人们的实践经验与电学和磁学知识的积累上。十九世纪七十年代，麦克斯韦（J. Clerk Maxwell）发表了著名的电磁波理论，由于电磁波理论的形成和发展，才开始有了电话机，出现了以金属导线作为传输线的简单的有线电话通信方式。后来，赫兹（H. Hertz）以卓越的实验成就证实了电磁波的存在。到了十九世纪末，人们发明了简单的无线电发送和接收装置，从而开辟了无线电通信的新纪元。二十世纪初，电子管等器件相继出现，使电报和电话通信获得迅速发展，遂出现了较高水平的有线通信以及长波、中波和短波等一类的无线电通信。

人类社会的发展对通信技术的需要越来越迫切，从而大大推动了通信科学的进展。从二十世纪三十年代开始，尤其在五十年代以后，人们对通信实践中遇到的问题开展了深入的理论研究，并获得了可喜的进步。在通信理论上，先后形成了“过滤理论”、“基础信息论”、“编码理论”、“信源统计理论”、“信号与噪声理论”、“调制理论”、“信号检测理论”等等；在通信体制上，由于电子管的不断完善，晶体管和集成电路先后问世，不仅促进了电话通信的高速发展，而且在二十世纪中叶电报通信方式也有了重大突破，出现了具有广阔发展前景的

数字通信；在通信传输方式上，早已打破了人与人之间进行通信的旧概念，实现了人与机器或机器与机器之间的通信。

§1-2 模拟通信与数字通信

一、模拟消息与离散消息

上面讲过，通信时所传递的消息形式是多种多样的，如文字、符号、数据、话音和图象等等。然而，所有不同的消息，都可以把它们归纳为两类：一类称作离散消息，一类称作模拟消息。离散消息是指消息的状态是可数的或离散型的，如文字、符号或数据等。而模拟消息则是非离散型的，即消息状态是连续变化的，如强弱连续变化的话音，亮度连续变化的图象等，故模拟消息又称为连续消息。

二、模拟通信与数字通信

为了传递消息，各种消息需要转换成电信号。从图1-3的通信过程可知，消息与电信号之间必须建立单一的对应关系，否则在接收端就无法恢复出原来的消息。通常，消息被寄托在电信号的某一参量上。如果电信号的一参量携带着离散消息，则该参量必将是离散取值的，这样的信号就称为数字信号，如电传机输出的信号。如果电信号的一参量是对应于模拟消息而连续取值的，则称这样的信号为模拟信号或连续信号，如普通电话机输出的信号。我们把传输模拟信号的通信系统称为模拟通信系统；而把传输数字信号的通信系统称为数字通信系统。

应该指出，模拟信号并非一定要在模拟通信系统中进行传输。在必要的时候，模拟信号可以用数字通信方式来传输，不过，这时必须先把模拟信号变换成数字信号（这种变换称为模拟-数字变换），经数字通信方式传输后，在接收端再进行相反的变换（数字-模拟变换），以还原出模拟信号。

三、模拟通信与数字通信的比较

目前，无论是模拟通信，还是数字通信，都已经获得广泛应用。从前面介绍的通信简史可以看出，尽管简单的电报通信（它是数字通信的一种方式）出现最早，而在一个很长的历史时期中，它却比模拟通信的发展缓慢得多，实际使用的通信设备也远比模拟通信少得多。然而，在二十世纪中叶以后，数字通信却日益发展，目前甚至出现了数字通信取代模拟通信的某种趋势。这是什么缘故呢？

与模拟通信相比较，数字通信更能适应通信技术越来越高的要求。第一，数字传输的抗干扰（或噪声）能力强，尤其在中继通信时，数字信号可以再生而消去噪声的累积；第二，传输中的差错可以设法控制，有效地改善了传输质量；第三，便于使用现代计算技术对数字信息进行处理；第四，数字信息易于加密，保密性强；第五，数字通信可以传递各种消息，使通信系统变得通用而灵活等。这些优点是数字通信获得迅速发展的主要原因，而社会发展对通信技术上的迫切需求以及数字元、部件和计算技术的发展都为数字通信的高速发展创造了条件。

但是，数字通信的许多优点都是用比模拟通信占据更宽的系统频带所换来的。以电话为例，一路模拟电话通常只占据4千赫带宽，而一路数字电话可能要占据约20~60千赫的带宽。因此，数字通信系统的频带利用率不高。在系统频带紧张场合，数字通信的这一缺点更突出。然而，随着社会生产力的发展，有待传输的数据量急剧增加，对传输可靠性与保密的要求越来越高，在实际中，往往宁可牺牲一些系统频带而采用数字通信。至于在系统频

带比较宽裕的情况下，如毫米波通信、光通信及光导纤维通信等，数字通信方式几乎成了唯一的选择。

毫无疑问，模拟通信系统将按照模拟信号传输的特点来设计；而数字通信系统将按照数字信号传输的特点来设计。考虑到现有通信设备多数是模拟的这一客观事实，目前还有一个尽可能利用现有模拟通信系统来传输数字信号的任务，这就需要对该系统进行改造，或者加装数字终端设备。

§1-3 通信系统的基本问题

一、模拟通信系统的基本问题

我们曾以图 1-3 表示的通信系统模型说明通信的概念与过程。本节将从消息传输的角度，说明通信系统应该包括哪些基本问题。

如图 1-3 所示，模拟通信系统一般要包含两种重要变换。首先，连续消息要变换成基带信号，或者基带信号要变换成连续消息。这种变换发生在系统的发送或接收终端设备中。这种设备实质上是一个换能器，它将声能或光能变换成电能，或者进行逆变换。这里所说的基本频带信号，由于它具有一定的频带而且频率较低，一般不能直接作为传输信号；如果直接传输，将使传输损耗很大，发送效率很低。因此，模拟通信系统中就要有第二种重要变换，即将基带信号变换成其频带适合于信道传输的高频信号，而在接收端进行相反地变换。这种变换在通信技术中称为调制与解调。经过调制后的信号称为已调信号，它具有两个基本特性：一是携带有消息；二是适应在信道中传输。

从消息的发送到消息的恢复，事实上并非仅有以上两种变换，系统中可能还有振荡、放大、滤波、天线辐射与接收等过程。但这里着重介绍了上述两种变换。这样看来，模拟通信系统的模型可由图 1-3 略加改变而成，如图 1-4 所示。由图看出，研究模拟通信，其基本问题应该包括：发收终端的换能过程及基带信号的特性；调制与解调原理；信道与噪声的特性及其对信号传输的影响；在噪声影响下的通信系统性能等。

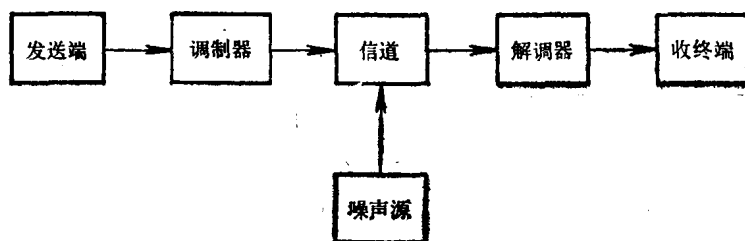


图 1-4 模拟通信系统模型图

二、数字通信系统的基本问题

从上面讨论中不难看出，模拟通信中的基本问题在数字通信中同样存在，不同的是数字通信中的消息或信号具有“离散”或“数字”的特性，从而使数字通信带来许多特有的问题。比如前面提到的两种变换，虽然在变换的功能上是一致的，但在模拟通信中强调变换的线性特性，即强调已调参数与消息之间的比例关系；而在数字通信中，强调其开关特性，即强调已调参数与消息之间的一一对应关系。

此外，数字通信还有几个突出的问题：第一，数字信号传输时，信道噪声或干扰造成的数字信号差错，原则上是可以控制的，即通过所谓差错控制编码来实现，这就要在发送端增加一个编码器，而在接收端相应增加一个译码器；第二，当通信需要保密时，可以在发信端对基带信号进行人为地“搅乱”（即加上密码信号），这叫加密，而在接收端就需要进行解密；第三，由于数字通信传输的是一个接一个按节拍传送的数字信号，因而接收端必须与发送端节拍相同，起止同步。不然，将会因收发步调不一致而造成信号混乱，使接收性能变坏。另外，为了表达消息的内容，基带信号都是按消息特征进行编码的，所以，在收、发之间，一组的编码的规律就必须保持一致，否则接收时消息的真正内容就无法恢复。在数字通信中，称节拍一致为“位同步”或“码元同步”；而称编码一致为“群同步”，或“码组同步”。可见，数字通信系统还有一个重要的同步问题。

综上所述，数字通信系统的模型如图1-5所示。图中，没有表示出同步环节，因为它的位置不是固定的。实际上，数字通信系统并非一定要象图1-5所示的那样同时包括所有的环节，

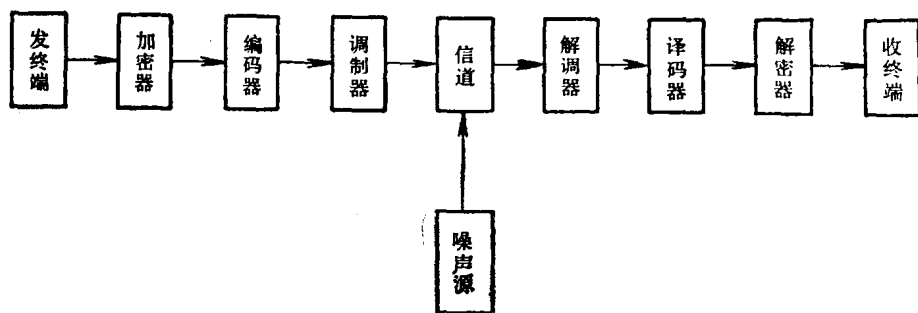


图1-5 数字通信系统模型图

比如加密和解密、编码与译码这几个环节究竟采用与否，还取决于具体的要求与设计条件。此外，发收终端所处理的消息，可以是离散型的，也可以是连续型的。不过，正如前面已经说过的，若需要传递连续消息，则在发终端里就要设置模拟-数字变换装置，而在收终端设置数字-模拟变换装置。通常把这两种变换列入所谓“信源编码”范畴。信源编码的任务完全不同于抗信道干扰编码，它除解决模拟信号数字化外，主要任务是提高数字信号传输的有效性。

总的说来，数字通信中要研究的基本问题有：发、收终端的换能过程，模拟信号数字化与数字式基带信号的特性；数字调制与解调原理；信道与噪声的特性及其对信号传输的影响；抗干扰编码与译码即差错控制编码问题；保密问题和同步问题等。

本书将着重讨论模拟无线电通信设备——发信机与收信机的基本原理、电路和分析方法。有关数字通信设备知识不在本书介绍。

§1-4 无线电通信设备的现状与发展

一、无线电通信设备的现状

随着社会经济的发展与国防现代化的需要，在元件、器件及电路结构发展的基础上，新型的、多功能的无线电通信设备正在不断出现。

通信的方式，已从仅是一对一的通话线路结构，转移到以选择呼叫制或高频自动交换制为基础的、复杂的大规模通信系统结构——通信网络的方向上来。

过去,短波通信机的工作频率从2兆赫到30兆赫。现在,军用上都要求有全波段通信机,即从短波的2~30兆赫,扩展到2~76兆赫的双波段,以至2~400兆赫全波段。

多工种的电台,即具有调幅、调频、单边带、等幅报及移频键控等工作方式的通信设备已经出现。由于通信网的形成,在网内模拟通信与数字通信兼容已是不可避免的了。这种多功能电台的出现就能减少战术无线电台的种类,达到陆、海、空三军通用,简化装备。

在全波段工作中,对发信机的调谐提出了高要求,末级和天线自动调谐问题更为突出。为了减少输出放大器的调整时间,降低功率放大器调整机构的复杂性,宽频带功率放大和功率合成技术已被广泛应用。微型继电器和微型直流电机的机电调谐,在发信机天线调谐上已经采用,而变容二极管的电调谐也已用在收信机的输入部分。

在提高频率稳定度与准确度、减少波道选择时间、缩小波道间隔和增加可用波道数目上,已经采用频率合成技术。目前,短波电台的频率合成器的频率间隔,可以做到1赫、10赫;超短波电台的频率合成器的频率间隔,通常为25千赫,或是12.5千赫。

在加强保密性方面也提出了更高要求。通常对语言加密有两种方法:一种是数字加密(数字化),另一种是模拟加密。数字加密的保密度高,但较复杂,占用频带宽,在模拟通信系统上传输有困难。模拟加密的保密度较低,但在一定保密要求下容易实现。当前,模拟通信在通信系统中还占有一定比例,因此,进一步提高模拟通信的保密度已在大力研究。

二、无线电通信设备的发展

无线电通信设备发展的趋势是:

1. 进一步建立并扩大网络通信

为了最大限度地提高通信系统的传输能力,使各地区通信中心互相沟通,高质量、保密、快速地实现报、话、数据与图象传输,就使点与点通信概念扩展为区域网络通信概念。在军事通信中,若将每军种各自独立的战术通信小网络改造成联合一体,并过渡到能自动进行交换与加密的数字化全自动指挥网,将大大加强部队协同作战的能力,成为一种比较完善的通信网络。

2. 由模拟通信方式向数字通信方式过渡

数字通信在保密性、可靠性、可维修性等方面均较模拟通信优越。显然,今后数字通信将逐步取代模拟通信,在战术通信中尤其重要。

3. 微处理器将在通信系统中广泛应用

微处理器是由一片或几片大规模或超大规模集成电路组成的。它包括算术逻辑部件、寄存器和控制部件三个基本部分,具有运算和控制功能。比如频率选择开关采用单一旋钮选择器,它的预选波道寄存器由两个模件组成,在2000个波道中可以任选4个存入寄存器中,通过选择开关,选择4个波道中的一个。用微处理器控制语言加密,可用普通波道带宽来传输数字信号。在收信机中采用微处理器进行数字处理,其频率控制、自动增益控制、工作方式控制、带宽及输入输出控制等功能均可实时处理,而且具有一定的信号选择能力,可以代替人工智能,无疑地将构成新一代较理想的电台。

4. 进一步实现通信设备固体化、集成化和积木化

由于数字技术和微处理器的应用,大大加速了战术通信设备实现固体化、积木化,更进一步缩小了体积,减轻了重量,提高了可靠性。

第二章 无线电发信机概论

§2-1 发信机的功用、分类与组成

在无线电通信中，无线电发信机是主要设备之一。它的功用是产生功率足够大的已调高频振荡送给发射天线，通过天线转换成空间电磁波传送到接收端。

由于无线电通信的类型很多，无线电发信机可按不同的内容分类，首先按工作频率（波长）进行分类，不同频率的电磁波传播方式是不同的，因而有各种各样的用途，见表2-1。

通常高于300兆赫的波段统称为微波波段。传统的军用通信主要是用短波和超短波段。随着无线电技术的发展，现代的军用通信还采用对流层散射、视距接力和卫星通信，频率范围已向微波波段扩展。

表2-1

无线电波频率(波长)范围表

波段名称	波 长 范 围	频 率 范 围	电波传播主要方式及用途
长 波	1000~10000 米	30~300 千赫	表面波，远距离通信、导航
中 波	100~1000 米	300~3000 千赫	表面波，调幅广播、船舶通信、飞行通信
短 波	10~100 米	3~30 兆赫	电离层反射，调幅及单边带通信、调幅广播
超短波	1~10 米	30~300 兆赫	直射波，调频通信、调频电声广播、电视广播、雷达与导航
分米波	10~100 厘米	300~3000兆赫	直射波，对流层散射，接力通信、卫星通信与雷达
厘米波	1~10 厘米	3~30 吉赫	直射波，接力通信、卫星通信与雷达
毫米波	1~10 毫米	30~300 吉赫	

发信机按传送的消息分类，可分为电话发信机和电报发信机。除了某些小型的手提或背负式电台（如对讲机）和航空电台等外（电台是指包括收信、发信的整套无线电通信设备），一般发信机既能传送话音消息，又能传送电报消息。随着无线电通信的发展，还要求发信机能传送数字消息，如各种数据、保密的数字电话等。

通常话音和电报等信号都是低频信号，它要对高频振荡进行调制后才能通信。所谓调制，就是将低频信号对高频振荡进行控制。常用的调制方式有振幅调制（简称调幅）、频率调制（调频）和单边带调制等。对于数字消息有振幅键控、频率键控（移频）、相位键控（移相）等。采用不同调制或键控的发信机其组成差别很大。调幅和单边带主要用于短波段，调频用于超短波和微波段。在超短波及微波段，有时采用脉冲调制。

发信机还可以按输出高频功率大小分类。不同功率适用于不同的通信距离。功率小的为几分之一瓦，大的可达几千瓦甚至几十千瓦。对短波发信机来说，100瓦以下的发信机算小功率发信机，100瓦至1000瓦为中等功率发信机，1千瓦以上的为大功率发信机。不同功率的发信机，其体积重量及复杂程度有很大差别，运载和使用方法也不一样。比如小功率发信机，通常与收信机合装一起，构成便携式电台，能手提或背负着在行进间工作。中等功率的发信机多是车载、船载或飞机载，安装于活动体内工作。大功率发信机主要作固定电台使用。

发信机通常都由多级组成。下面以一调幅发信机为例，说明它的组成和工作原理。

调幅发信机的方框图如图2-1。图中振荡器产生出一定频率的高频振荡，通常振荡功率很小。中间放大器的作用就是将这功率较小的振荡加以放大，供给输出放大器所需的激励。中间放大器可由缓冲和倍频等几级构成。输出放大器的主要作用，就是在激励信号的频率上产生足够大的高频功率送给天线。在调幅电话发信机中，振幅调制通常在输出放大器进行。图中的调制器实际上就是多级音频放大器，其作用是放大话音信号，供给输出放大器进行调制所需的电压和功率。图上各处的信号波形反映了上述工作过程。

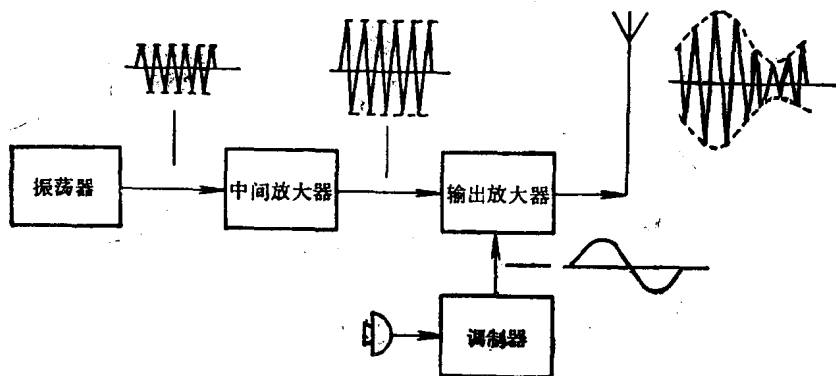


图2-1 调幅发信机方框图

§2-2 发信机的主要质量指标

从发信机的用途出发，对发信机提出一些技术指标，以此为依据，对组成发信机的各个部分提出具体的要求。现将发信机的主要质量指标的意义及其与各组成部分的关系介绍如下。

1. 工作频率或波段

工作频率或波段是由发信机所担负的通信任务决定的。通常短波发信机都是在一个较宽的频率范围内工作，比如2~12兆赫或2~30兆赫等。超短波发信机一般在较窄的波段或在某一固定频率上工作。工作频率或波段决定了发信机各高频级的工作频率范围。

2. 输出功率

通常规定发信机送到天线输入端的功率为发信机输出功率。有时为了测量方便，规定在指定的负载电阻（如50欧姆）上的功率为发信机的输出功率。在各个波段工作的发信机要求在每个波段中输出功率不小于规定值。发信机的输出功率是由输出级决定的。

3. 总效率

发信机的总效率是指发信机的输出功率与全机输入总功率之比。对大功率发信机，提高效率可以减小电能消耗，节约能源。对于小功率发信机，提高效率，可减少输入功率，减小电源和整机的体积与重量。固定发信机的总效率一般在5~30%。移动电台发信机的效率约在10~20%。

4. 频率稳定度

为使通信可靠，要求发信机的频率不随外界条件（如温度、湿度、电源电压等）的变化