



免费赠送
电子课件

高等学校应用型特色规划教材

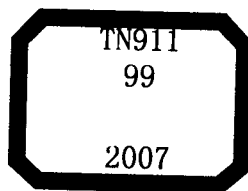
通信原理

江力 主编
吴海红 严素清 苏宏银 副主编



清华大学出版社

高等学校应用型特色规划教材



通 信 原 理

江 力 主 编

吴海红 严素清 苏宏银 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分 10 章,包括模拟通信和数字通信两方面内容,侧重于数字通信。具体内容包括:通信的基本概念、模拟通信和数字通信系统中常用的调制与解调技术、信源编码与信道编码技术、多路信号复用与多址技术、最佳接收问题以及同步原理,简要讲述信息论的有关基本概念和现代通信网的基本理论。章末安排了丰富的实验内容,可充分满足本课程的实验教学。本课程参考学时为 90 学时(含实验学时)。

本书在内容的选择上力求既能适应当前通信发展的现状,又能很好地跟踪未来通信发展的新动向;在写法上力求循序渐进、由浅入深、突出重点,使教材文字通俗易懂,适合学生自学,便于教师教学。

本书适于作为应用型本科高等院校及高职高专院校通信与信息类及相近专业的专业理论课教材,还可作为工程技术人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

通信原理/江力主编;吴海红,严素清,苏宏银副主编. —北京:清华大学出版社,2007.3

(高等学校应用型特色规划教材)

ISBN 978-7-302-14701-5

I. 通… II. ①江… ②吴… ③严… ④苏… III. 通信理论—高等学校—教材 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 021454 号

责任编辑:李春明 闫光龙

封面设计:陈刘源

责任校对:马素伟 李玉萍

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:22.25 字 数:535 千字

版 次:2007 年 3 月第 1 版 印 次:2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:30.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:021008-01

前 言

本教材是高等学校应用型特色规划教材系列之一，是根据教育部高等院校教育的指导思想，由清华大学出版社组织出版，可作为应用型本科高等院校及高职高专院校通信与信息类及相近专业的专业理论课教材。

本教材在内容的选择上力求既能适应当前通信发展的现状，又能很好地跟踪未来通信发展的新动向，博采众长、精选对学生终身发展有益的专业知识，为其今后的职业生涯打下良好的基础。在写法上力求循序渐进、由浅入深、突出重点，使教材文字通俗易懂，适合学生自学，便于教师教学。

教材在编写过程中对于内容选取、章节顺序安排等各方面，力求突出以下特点。

(1) 在内容选取上突出针对性和实用性，教学内容尽可能体现现有通信系统中采用的新技术、新方法和新体制。

(2) 考虑到高职学生的基础和学习能力现状，在保持一定的理论分析深度的基础上，尽可能地简化数学分析过程，突出对概念、新技术的介绍，增加理论与实际的联系，文字上力求通俗易懂，适当插入了一些示意性的插图和例题，以便加深学生对教材内容的理解。

(3) 以培养应用技术型人才为目标，突出基本技能训练，大部分章节之后都有相应的实验要求，对该章内容进行验证和训练。而且实验内容所采用的仪器设备，均为市面上比较流行的湖北众友公司生产的 ZYE1101F 型实验箱，从而培养学生解决实际问题的能力。

(4) 本教材中的符号、术语以及各种图形，都尽量采用现行国标。

本书由江力老师任主编，吴海红、严素清、苏宏银老师任副主编。本书具体分工如下：江力老师编写了第 1 章和第 2 章；严素清老师编写了第 6 章；蔡凤丽老师编写了第 3 章和第 7 章；周俊老师编写了第 4 章；第 5 章和第 8 章由吴海红老师编写；苏宏银老师编写了第 9 章；陈昕老师编写了第 10 章。全书由江力老师统稿。

由于编者水平和编写时间有限，书中难免存在缺点和错误，恳请专家和读者给予批评指正。

编 者

2007 年 1 月



读者回执卡

欢迎您立即填写回函

您好！感谢您购买本书，请您抽出宝贵的时间填写这份回执卡，并将此页剪下寄回我公司读者服务部。我们会在以后的工作中充分考虑您的意见和建议，并将您的信息加入公司的客户档案中，以便向您提供全程的一体化服务。您享有的权益：

- ★ 免费获得我公司的新书资料；
- ★ 寻求解答阅读中遇到的问题；
- ★ 免费参加我公司组织的技术交流及讲座；
- ★ 可参加不定期的促销活动，免费获取赠品；

读者基本资料

姓名 _____ 性别 男 女 年龄 _____
 电话 _____ 职业 _____ 文化程度 _____
 E-mail _____ 邮编 _____
 通讯地址 _____

请在您认可处打√ (6至10题可多选)

1. 您购买的图书名称是什么：_____
2. 您在何处购买的此书：_____
3. 您对电脑的掌握程度：
不懂 基本掌握 熟练应用 精通某一领域
4. 您学习此书的主要目的是：
工作需要 个人爱好 获得证书
5. 您希望通过学习达到何种程度：
基本掌握 熟练应用 专业水平
6. 您想学习的其他电脑知识有：
电脑入门 操作系统 办公软件 多媒体设计
编程知识 图像设计 网页设计 互联网知识
7. 影响您购买图书的因素：
书名 作者 出版机构 印刷、装帧质量
内容简介 网络宣传 图书定价 书店宣传
封面、插图及版式 知名作家(学者)的推荐或书评 其他
8. 您比较喜欢哪些形式的学习方式：
看图书 上网学习 用教学光盘 参加培训班
9. 您可以接受的图书的价格是：
20元以内 30元以内 50元以内 100元以内
10. 您从何处获知本公司产品信息：
报纸、杂志 广播、电视 同事或朋友推荐 网站
11. 您对本书的满意度：
很满意 较满意 一般 不满意
12. 您对我们的建议：_____

请剪下本页填写清楚，放入信封寄回，谢谢！

1 0 0 0 8 4

北京100084—157信箱

贴 邮
票 处

读者服务部

收

邮政编码：□□□□□□

技术支持与课件下载: <http://www.tup.com.cn> <http://www.wenyuan.com.cn>

读者服务邮箱: service@wenyuan.com.cn

邮 购 电 话: 62791864 62791865 62792097-220

组 稿 编 辑: 李春明

投 稿 电 话: 62788562-332 13810193890

投 稿 邮 箱: book_8844@163.com

目 录

第 1 章 绪论	1	2.4.1 幅度调制系统的抗噪声性能	46
1.1 通信的基本概念	1	46
1.1.1 消息、信息和信号的概念	1	2.4.2 角度调制系统的抗噪声性能	53
.....	1	53
1.1.2 通信的定义	3	实验 1 普通双边带调幅与解调	57
1.1.3 通信的方式	3	57
1.2 通信系统的基本概念	5	实验 2 模拟通信系统实验	60
1.2.1 通信系统的组成与分类	6	本章小结	63
.....	6	思考与练习	63
1.2.2 信息及度量	12		
1.2.3 通信系统的主要性能指标	14	第 3 章 模拟信号数字化与信源编码	65
.....	14	3.1 抽样定理	65
1.3 通信的发展	17	3.1.1 低通信号的抽样定理	66
1.3.1 通信发展概况	17	3.1.2 带通信号的抽样定理	68
1.3.2 通信发展展望	18	3.2 模拟信号的量化	70
本章小结	19	3.2.1 均匀量化	70
思考与练习	19	3.2.2 非均匀量化	73
		3.2.3 A 律 13 折线压扩技术	75
第 2 章 模拟调制系统	21	3.3 脉冲编码调制	77
2.1 调制的基本概念	21	3.3.1 PCM 编码基本概念	77
2.1.1 调制的定义	21	3.3.2 码型及码位安排	78
2.1.2 调制的功能	21	3.3.3 A 律 13 折线特性 PCM 编码	80
2.1.3 调制的分类	22	80
2.2 幅度调制系统	23	3.3.4 逐次反馈型 PCM 编码器	83
2.2.1 普通双边带调制系统	24	83
2.2.2 抑制载波双边带调制	27	3.3.5 PCM 解码器	84
2.2.3 单边带调制	29	3.4 差分脉冲编码调制	87
2.2.4 残留边带调制	33	3.4.1 差分脉冲编码调制的基本	87
2.3 角度调制系统	35	概念	87
2.3.1 基本概念	36	3.4.2 DPCM 的编码、解码过程	88
2.3.2 频率调制	38	88
2.3.3 相位调制	44	3.4.3 DPCM 的性能分析	91
2.4 模拟调制系统的抗噪声性能	46	3.4.4 ADPCM 基本原理	92

3.5 增量调制	93	4.6 再生中继传输	142
3.5.1 增量调制原理	94	4.6.1 再生中继传输的作用	142
3.5.2 增量调制的量化噪声	95	4.6.2 再生中继传输系统	143
3.6 压缩编码技术	97	4.6.3 再生中继器	144
3.6.1 语音压缩编码技术	98	4.7 眼图和均衡	147
3.6.2 图像压缩编码技术	100	4.7.1 眼图	147
实验1 脉冲幅度调制与解调	103	4.7.2 均衡	148
实验2 脉冲编码调制与解调	105	本章小结	150
实验3 增量调制与解调	108	思考与练习	151
实验4 自适应脉冲编码调制与解调	112	第5章 数字信号频带传输	153
本章小结	114	5.1 二进制幅移键控系统	153
思考与练习	115	5.1.1 二进制幅移键控的调制	153
第4章 数字信号的基带传输	116	5.1.2 二进制幅移键控的解调	155
4.1 数字基带信号	116	5.2 二进制频移键控系统	156
4.1.1 数字基带信号的波形	116	5.2.1 二进制频移键控的调制	156
4.1.2 数字基带信号的频谱特征	118	5.2.2 二进制频移键控的解调	158
4.2 基带传输的基本理论与常用码型	119	5.3 二进制相移键控系统	159
4.2.1 基带传输的常用码型	119	5.3.1 二进制绝对相移键控	160
4.2.2 基带信号传输与码间干扰	122	5.3.2 绝对相移键控的解调	161
4.2.3 数字信号传输的基本准则	124	5.3.3 二进制相对相移键控	162
4.2.4 滚降特性	125	5.3.4 相对相移键控的解调	164
4.3 扰码与解扰	127	5.4 多进制数字调制系统	164
4.3.1 m 序列的产生和性质	127	5.4.1 MASK 系统	166
4.3.2 扰码与解扰原理	130	5.4.2 MFSK 系统	167
4.4 数字基带传输系统及其误码率	132	5.4.3 MPSK 系统	168
4.4.1 数字基带传输系统结构	132	5.4.4 多进制数字调制系统性能	178
4.4.2 升余弦滚降特性	133	分析	178
4.4.3 误码率及一般公式	135	5.5 其他数字频带调制	178
4.5 部分响应系统	138	5.5.1 正交振幅调制	179
4.5.1 部分响应系统概念	138	5.5.2 其他多元调制方式	182
4.5.2 部分响应系统波形与频谱	138	实验1 2ASK、2FSK、2DPSK 调制	189
		与解调	189
		实验2 MSK、GMSK 调制与解调	192
		实验3 QPSK、OQPSK、DQPSK、 $\pi/4$ -DQPSK 调制与解调	196

本章小结	201	7.1.4 时分复用 TDM	222
思考与练习	202	7.2 多址通信方式	223
第 6 章 信道编码技术	203	7.2.1 频分多址方式	224
6.1 信道编码	203	7.2.2 时分多址方式	225
6.1.1 差错控制编码的基本概念	203	7.2.3 码分多址方式	226
6.1.2 差错控制方式	203	7.2.4 混合多址方式	227
6.1.3 差错控制编码的分类	204	7.3 码分多址方式	228
6.2 几种简单的差错控制编码	205	7.3.1 码分多址特点和技术	228
6.2.1 码长、码重与码距	205	7.3.2 直接扩频码分多址	229
6.2.2 纠/检错能力与最小码距的关系	205	7.3.3 跳频码分多址	230
6.2.3 奇偶监督码	206	7.4 数字复接原理	231
6.2.4 水平奇偶监督码	207	7.4.1 数字复接的基本概念	231
6.2.5 水平垂直奇偶监督码	207	7.4.2 数字信号的同步复接	235
6.2.6 群计数码	208	7.4.3 数字信号的异步复接	237
6.3 线性分组码	208	7.5 CCITT 基群复接系统	237
6.3.1 线性分组码的定义与性质	208	7.5.1 PCM30/32 路基群复接系统	238
6.3.2 生成矩阵 G 和监督矩阵 H	209	7.5.2 PCM24 路基群复接系统	241
6.3.3 几种典型的线性分组码	211	实验 1 时分复用与解复用实验	242
6.4 循环码	211	实验 2 信道模拟实验	245
6.4.1 循环码的定义与性质	211	实验 3 直接扩频与 CDMA 实验	248
6.4.2 循环码的生成多项式	212	本章小结	253
6.4.3 循环码的编码原理	214	思考与练习	254
6.4.4 循环码的译码原理	215	第 8 章 同步原理	255
本章小结	216	8.1 载波同步	256
思考与练习	217	8.1.1 直接法	256
第 7 章 信道复用与多址技术	218	8.1.2 插入导频法	258
7.1 多路复用和多址技术	218	8.1.3 载波同步系统的性能指标	260
7.1.1 信道定义及分类	218	8.1.4 载波相位误差对解调性能的影响	260
7.1.2 多路复用与多址技术定义	220	8.2 位同步	261
7.1.3 频分复用 FDM	220	8.2.1 外同步法	262
		8.2.2 自同步法	264
		8.2.3 位同步系统的性能指标	266
		8.3 帧同步	268

8.3.1	连贯插入同步码法	268	10.1.1	通信网的概念与分类	298
8.3.2	间隔式插入法	270	10.1.2	通信网的业务	298
8.3.3	帧同步的保护	270	10.1.3	通信网的发展方向	299
8.3.4	帧同步系统的性能指标	272	10.2	通信网的基本原理	300
8.4	网同步	273	10.2.1	通信网的基本要求	300
8.4.1	准同步方式	274	10.2.2	通信网的交换技术	302
8.4.2	主从同步方式	275	10.2.3	通信网的信令与协议	303
8.4.3	相互同步方式	276	10.3	通信网分类与结构	307
8.4.4	网同步等级划分及性能分析	277	10.3.1	基本通信网分类	307
本章小结		278	10.3.2	通信网的拓扑结构	313
思考与练习		279	10.3.3	通信网的网络体系结构	314
第9章	数字信号的最佳接收	280	10.4	现代通信网举例	315
9.1	数字信号的最佳接收	280	10.4.1	综合业务数字网	315
9.1.1	数字信号的最佳接收的基本概念	280	10.4.2	数据通信网	317
9.1.2	最佳接收的准则	281	10.4.3	个人通信网	318
9.1.3	确知信号的最佳接收	283	实验1	计算机数据通信实验	320
9.1.4	随相信号的最佳接收	286	实验2	通信系统实验	334
9.1.5	起伏信号的最佳接收	287	本章小结		336
9.2	匹配滤波器	289	思考与练习		337
9.3	基带系统的最佳化	294	附录A	英文缩写对照表	338
本章小结		295	附录B	部分习题答案	342
思考与练习		296	参考文献		345
第10章	通信网	298			
10.1	概述	298			

第 1 章 绪 论

本章要点

- 通信的定义和通信方式
- 通信系统的组成及分类
- 信息的量度方法
- 通信系统的主要性能指标

本章难点

通信系统模型和通信系统的主要性能指标

人类社会建立在信息交流的基础上，通信是推动人类社会文明、进步与发展的巨大动力。人类社会的信息化离不开信息的传输，而通信是信息传输的重要手段，所以，通信特别是数字通信已经成为现代信息社会的一个重要标志。本章从通信的基本概念入手，讨论通信系统的组成和分类、信息的量度方法以及衡量通信系统的性能指标，然后介绍通信的发展简史和发展趋势。

1.1 通信的基本概念

从远古时代到现代文明社会，人类社会的各种活动与通信密切相关，特别是当今世界已进入信息时代，通信已渗透到社会各个领域，通信产品随处可见。通信已成为现代文明的标志之一，对人们日常生活和社会活动及发展起着日益重要的作用。消息传递的整个过程即称为通信。所以说，通信从传统意义上说就是克服距离上的障碍，从而迅速而准确地传递和交换消息。

1.1.1 消息、信息和信号的概念

通信的目的是传输含有信息的信息。而现代社会中，消息通常转变为电信号进行传输，所以在了解通信的基本概念之前首先要清楚消息、信息、信号的概念以及三者之间的关系。

1. 消息

消息是客观物质运动或主观思维活动状态的一种反映，它通过语言、文字、图像和数据等不同的形式具体描述。消息可分为离散消息和连续消息。

(1) 离散消息

离散消息中元素之间的差异明显，并且有界可数。其主要特点是状态离散。例如，文

字、符号和数字。

(2) 连续消息

连续消息中消息的数目为无穷多个，相邻元素的差异很小。例如，语音、连续图像。

2. 信息

信息是消息的有效内容，不同消息可有相同内容。人们得到消息之前对它的内容并不确定，信息就是对消息的这种“不确定性”的定量描述。信息在概念上与消息的意义相似，但它的含义更普遍化，更抽象化。信息可被理解为消息中所包含的有意义内容。这就是说，相同的信息可以以不同形式的消息来传输。例如，分别用声音和文字发送的天气预报，所含信息内容相同。传输信息的内容多少使用“信息量”去衡量。

信息是通过消息来表达的，消息是信息的载体。例如，教师在讲课过程中，具体所讲的内容即为信息，而所要讲述的内容是通过声音信号表达的，声音是一种形式的消息，是信息的载体。

3. 信号

信号是传输消息的媒介，通信系统中传输的是信号。信号是由消息转换成的适合在信道中传输的物理量，信号是消息的载荷者。因为消息不适合在信道中直接传输，需将其转换成适合在信道中传输的信号。信号可以分为连续时间信号和离散时间信号两类。连续时间信号的幅值可以是连续的，也可以是离散的(信号含有不连续的间断点属于此类)。信号也可以分为数字信号和模拟信号，时间和幅值都为连续值的信号称为模拟信号，时间和幅值均为离散值的信号称为数字信号。如图 1-1 所示为模拟信号，图 1-2 所示为数字信号。

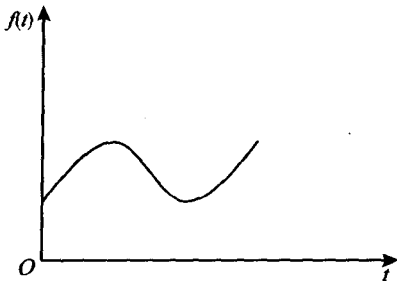


图 1-1 模拟信号

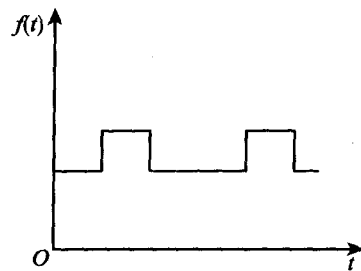


图 1-2 数字信号

4. 三者的关系

在通信过程中，消息的传递是通过电信号来传输的。由于消息不便于直接向远处传输，常将它转变为适合于在信道中传输的物理量。也就是说，通信的任务是传递信息，信息包含在消息当中。在通信系统中传输的目的是传输消息，但实质上传输的是信息。消息只是表达信息的工具，是承载信息的载体。

信号与消息是相对应的，因而在信号中也就包含了所要传递的信息。而信息的度量与消息的“不确定性”程度有直接关系。

1.1.2 通信的定义

通信(Communication)是把消息从一地有效地传递到另一地,即消息传递的全过程。通信是通过某种媒体进行的信息传递。古代,人们通过驿站、飞鸽传书、烽火报警等方式进行信息传递。今天,随着科学技术的飞速发展,相继出现了无线电、固定电话、移动电话、互联网甚至可视电话等多种传递信息的方式。通信技术拉近了人与人之间的距离,提高了经济效益,深刻地改变了人类的生活方式和面貌。

通信学科就是研究如何有效、可靠地把消息传输出去的一门科学。它是一个古老而又年轻的学科。说它古老,是因为自从人类组成社会以来就有了通信;说它年轻,是因为它至今仍在蓬勃发展,而且展现出无限的前景。从传统意义上说,互通情报、交换消息就称为通信。满足此定义的例子很多:如打电话,它是利用电话系统来传递消息;两个人之间的对话,是利用声音来传递消息;古代的烽火报警和现代仍在使用的“信号灯”等,都是利用光传递消息的。随着社会生产力的不断发展,人们对于通信的要求更高了,如无线电、固定电话、移动电话、互联网以及可视电话等利用电信号的传输来进行信息传输是非常迅速、可靠的,而且利用电信号进行信息传输很大程度上不受时间、空间和地点的限制,所以得到了飞速发展和广泛应用。本课程中所说的通信就是指利用电信号或光信号来完成远距离信息传输的。

综上所述,通信从本质上讲就是实现信息传递的一门科学技术,它要将有用的信息无失真、高效率地进行传输,同时还要在传输过程中将各种各样的无用信息抑制掉。当今的通信还要有存储数据、处理数据、采集数据及显示等功能,通信已成为信息科学技术的一个重要组成部分。

1.1.3 通信的方式

本教材从教学角度考虑,主要研究的是点到点的通信,而在实际应用中,多数情况是双向通信,这时通信双方都要有发送设备和接收设备,每个方向上都有自己的传输媒介。当然通信双方也可以共用一个信道,但此时必须用频率或时间分割的方法来共享信道。因此,通信方式与信道复用是通信的重要问题。这里简单介绍一下通信方式。

按照通话的状态和工作频率使用,通常可分为三种通信方式,即单工通信、全双工通信和半双工通信(以三种通信方式在移动通信中的应用为例分析)。

1. 单工通信

所谓单工通信,是指消息只能单方向进行传输的一种通信工作方式。单工通信的例子很多,如广播、遥控、无线寻呼等。这里,信号(消息)只从广播发射台、遥控器和无线寻呼中心分别传到收音机、遥控对象和BP机上。

(1) 单频(同频)单工

单频是指通信的双方,使用相同工作频率(f_1);单工是指通信双方的操作采用“按一讲”方式,如图1-3所示。

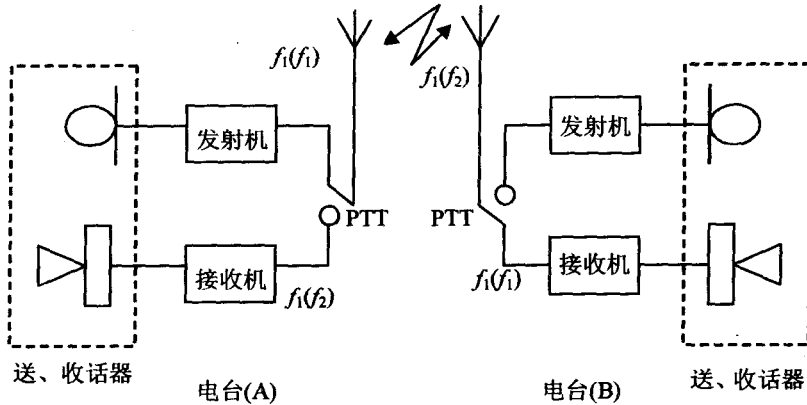


图 1-3 单工通信方式

平时，双方的接收机均处于守听状态。如果 A 方需要发话，可按压“按一讲”开关 (PTT)，关掉 A 方接收机，使其发射机工作，这时由于 B 方接收机处于守听状态，即可实现由 A 至 B 的通话；同理，也可实现由 B 至 A 的通话。在该方式中，同一部电台 (如 A 方) 的收发信机是交替工作的。故收发信机可使用同一副天线，而不需要使用天线共用器。使用这种工作方式，设备简单，功耗小，但操作不便。如使用不当，会出现通话断断续续的现象。譬如，A 方在发话过程中，出现暂短的停顿时，如果 B 方误以为讲话完毕，按下 B 方的“按一讲”开关，开始讲话。结果是由于 B 方接收机停止工作，使 B 方收不到 A 方后半部分的讲话；与此同时，由于 A 方不是处于守听状态 (即接收机未工作)，所以也听不到 B 方前半部分的讲话。当 A 方讲完之后，按下“按一讲”开关，所听到的是 B 方讲话的后半部分。总之，如果配合不好，双方通话就会出现断断续续的现象。此外，若在同一地区多部电台使用相邻的频率，相距较近的电台间，将产生严重的干扰。

(2) 双频单工

双频单工是指通信的双方使用两个频率 f_1 和 f_2 ，而操作仍采用“按一讲”方式。同一部电台 (如 A 方) 的收发信机也是交替工作的，只是收发各用一个频率，其优缺点大致与单频单工相同。单工制适用于用户少、专业性强的移动通信系统。

2. 全双工通信

所谓全双工通信，是指通信双方可同时进行双向传输消息的工作方式。在这种方式下，双方可同时收发消息。很明显，全双工通信的信道必须是双向信道。生活中全双工通信的例子非常多，如普通电话、手机等。全双工制通信的双方，收发信机均同时工作，即任一方在发话的同时，也能收听到对方的语音，无需“按一讲”开关，与普通市内电话的使用情况类似，操作方便，如图 1-4 所示。

但是采用这种方式，在使用过程中，不管是否发话，发射机总是工作的，故电能消耗大。这一点对以电池为能源的移动台是很不利的。为此，在某些系统中，A 方的发射机仅在发话时才工作，而 B 方接收机总是工作的，通常称这种系统为准双工系统，它可以和双工系统相兼容。普通电话就是一个典型的全双工通信方式。另外，目前这种工作方式在移动通信系统中获得了广泛的应用。

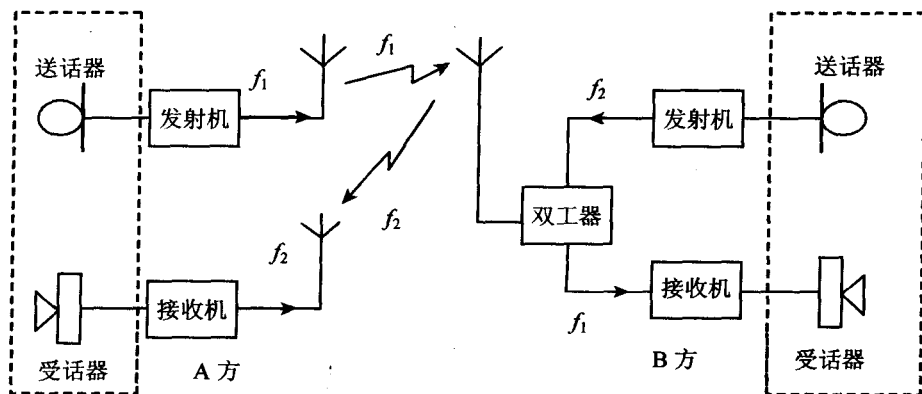


图 1-4 双工通信方式

3. 半双工通信

所谓半双工通信方式，是指通信双方都能收发消息，但不能同时进行收和发的工作方式。对讲机、收发报机等都是这种通信方式。半双工制通信的双方，有一方(如 A 方)使用双工方式，即收发信机同时工作，且使用两个不同的频率 f_1 和 f_2 ；而另一方(如 B 方)则采用双频单工方式，即收发信机交替工作，如图 1-5 所示。

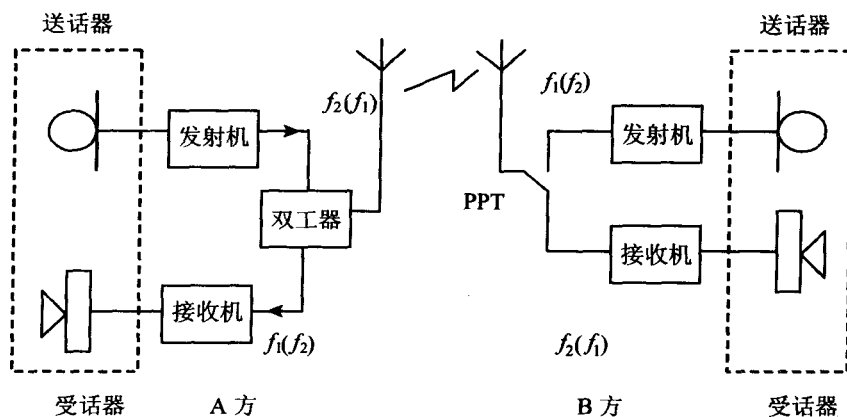


图 1-5 半双工通信方式

平时，B 方是处于守听状态，仅在发话时才按压“按一讲”开关，切断收信机使发信机工作。其优点是设备简单，功耗小，克服了通话断断续续的现象。但操作仍不太方便。所以半双工制主要用于专业移动通信系统中，如汽车调度系统等。一般使用同一载频工作的无线电对讲机的工作方式就是半双工通信方式。

1.2 通信系统的基本概念

通信是将消息从发信者传输给接收者的过程，这个传输过程需要通信系统来完成。所谓通信系统就是完成通信过程所需要的一切技术设备的总称。

1.2.1 通信系统的组成与分类

1. 通信系统的组成

在前面的基本概念中,我们知道通信归根结底就是完成消息的传输与交换。比如说从甲地传送消息到乙地,那么甲地可称为发送端,乙地可称为接收端。在消息从甲地到乙地传输的过程中所不可缺少的还有传输媒介或者传输途径,我们称它为信道,所以可以把通信系统用图 1-6 所示的简图来表示。

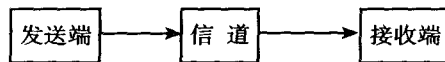


图 1-6 通信系统简图

在通信过程中,如语音、图像等一系列原始消息首先要转变成电信号,因此在发送端要加入输入变换器。为了使变换器产生的电信号能适合于在信道中传输,在发送端还要有发送设备。在接收端要完成相反的过程,将收到的电信号还原。因此接收设备和输出变换器也是必不可少的部分。由于信号在设备中以及信道中不可避免地要受到噪声及干扰,通常把所有可能产生的噪声归结到信道中,图 1-7 所示为通信系统一般模型。

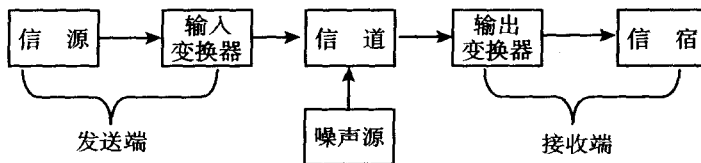


图 1-7 通信系统一般模型

通信系统形式多种多样,但总体来说包括信源、输入变换器、信道、输出变换器和信宿五个部分。下面对图 1-7 进行说明。

(1) 信源

信源是发出信息的源头,它的作用是把各种形式的消息转换成原始电信号。信源可分为模拟信源和数字信源。模拟信源输出连续幅度的模拟信号,如电话机、电视摄像机等;数字信源输出离散的数字信号,如电传机、计算机等数字终端设备。

(2) 输入变换器

声音、图像等原始的消息不能直接向远处传输,所以需要通过变换器将原始的非电消息变换成模拟基带信号,并再对这种电信号进一步转换形式,使其变换成同样载有原有信息的适合在信道中传输的电信号,即进行调制、编码等。例如电话机的送话器,就是将声音变换成幅度连续变化的电信号,再进一步转换后送到信道上。

(3) 信道

信道是指传输信号的通道,信道主要有两种,即有线信道和无线信道,有线和无线信

道均有多种传输媒介。信道是信号传输的通路，但也对信号产生各种噪声和干扰。信道的固有特性和各种噪声与干扰直接关系到通信的质量。

(4) 输出变换器

输出变换器的基本功能是完成输入变换器的反变换，它的任务是从接收到的带有干扰的信号中正确恢复出相应的原始信号，即进行解调、解码等。对于多路复用系统，接收设备还具有解除多路复用和实现正确分路的功能。

(5) 信宿

信宿是信息传输的归宿，作用是将复原的原始电信号转换成具体的消息，即恢复成原始的声音、图像等各种形式的消息。

(6) 噪声源

在通信系统中，信号在信道传输过程中，不可避免地要受到噪声的影响，噪声的来源很多，为了分析方便，我们一般把信道中的噪声以及分散在通信系统其他各处的噪声和各种干扰集中表示为噪声源。在实际的通信系统中一般都要设有抗噪设备。

2. 通信系统的分类

通信过程中传输的消息是多种多样，如声音、图像、文字、数据和符号等。根据消息的形式不同、通信业务的种类不同、传输所用的媒介不同等各个方面，可将通信系统分成许多不同的种类，这里是从六个角度讨论通信系统的分类。

(1) 按消息的物理特征分类

根据消息的物理特征的不同，通信系统可以分为电报通信系统、电话通信系统、数据通信系统、图像通信系统等。由于电话通信网最发达最普及，因而其他消息常常通过公共的电话通信网传送。例如，电报常通过电话信道传送。又如，数据通信在远距离传输数据时也常常利用电话信道传送。在综合业务数据网中，各种类型的消息都在统一的通信网中传送。

(2) 按信号特征不同分类

按照信道中传输的是模拟信号还是数字信号，可以把通信系统分成模拟通信系统与数字通信系统两类。信道中传输模拟信号的是模拟通信系统，传输数字信号的是数字通信系统。

(3) 按传输媒介分类

按传输媒介不同，通信系统可分为有线通信(包括光纤通信)和无线通信两大类。为了对通信中所使用的传输媒介有所了解，特将相关媒介以及主要用途列于表1-1中，供读者参考。

表1-1 常用传输媒介及主要用途

频率范围	波长	符号	传输媒介	应用
3Hz ~ 30kHz	$10^8 \sim 10^4$ (m)	甚低频 VLF	有线线对 长波无线电	音频、电话、数据终端、长 距离导航、时标
30 ~ 300kHz	$10^4 \sim 10^3$ (m)	低频 LF	有线线对 长波无线电	导航、信标、电力线通信