

0011010100101010100010101000101010110100101100101010101010
010100100000011000101010101101010101011100010101010101010110

数字移动通信

技术及应用

何希才 编著



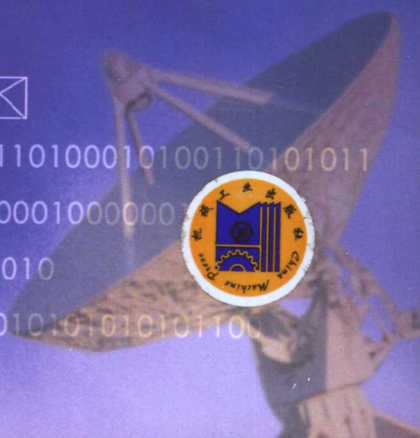
0010001001000001000111110100010100110101011
00010101000101010110100101100101010101010
100010101010111010101010111000101010101010101100



0010111010010000100100010001001000001000111110100010100110101011
001010010100001000000001010100001001001000001000000
01010001010100010101010110100101100101010101010
00010101010111000101010101010101010101010101100



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



数字移动通信技术及应用

何希才 编著



机械工业出版社

本书主要介绍数字移动通信技术及应用,数字移动通信技术包括多址接入技术、数字调制解调技术、语音编码技术、通信网组建技术、数字信号传输方式以及蓝牙技术等。数字移动通信系统包括,GSM (TDMA) 数字蜂窝移动通信系统、CDMA 数字蜂窝移动通信系统、第三代数字蜂窝移动通信系统、无绳电话系统、移动卫星通信系统、全球定位系统 (GPS) 等。

本书内容丰富、实用性强,可供通信技术人员、管理人员使用,也可以作为高等院校电信专业和计算机通信专业的教材,或作为通信领域技术人员的自学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

数字移动通信技术及应用/何希才编著. —北京:机械工业出版社, 2003. 5
ISBN 7-111-11937-1

I. 数… II. 何… III. 数字通信:移动通信
IV. TN929. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 025274 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:张沪光 版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

封面设计:张 璠 责任印制:闫 焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·9.75 印张·376 千字

0 001—4 000 册

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

当代通信技术领域的发展极其迅速,新技术、新业务、新设备层出不穷,从事通信工程技术人员迫切需要不断地了解和掌握当代通信技术的新知识与新发展,以便解决通信专业的有关问题。编者结合通信技术的发展,在多年教学与科研实践的基础上,编写了本书,这将会对从事通信专业工作的读者提供有益的帮助。

全书分为 13 章,第 1 章 概论,主要介绍移动通信系统的组成、特点、工作方式以及发展概况。第 2 章移动通信系统的多址接入技术,主要介绍移动通信的频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)、码分多址(CDMA)和随机接入方式,并将这些移动通信系统的容量进行了比较。第 3 章 数字调制解调技术,主要介绍数字调制解调的基本方式、多进制调制方式以及窄带调制技术。第 4 章 移动通信系统的语音编码技术,主要介绍语音编码的基本方案、线性预测编码的基本原理、数字移动通信中实用语音编码技术以及语音编译码相关技术。第 5 章移动通信网组建技术,主要介绍移动通信网结构、服务区的体制、小区设计与规划、移动通信网进入市话网的方式、移动通信网的信令方式及交换方式、信道分配与编号方式等。第 6 章数字移动信道及其数字信号传输方式,主要介绍电波传播特性以及数字信号传输方式,包括分集技术、自适应均衡技术以及自适应阵列技术。第 7 章移动通信设备,主要介绍天线、数字移动通信基站以及移动台。第 8 章 GSM(TDMA)数字蜂窝移动通信系统,主要介绍 GSM 系统的特点、组成、帧结构及信道类型、GSM 的业务以及 GSM 向第三代移动通信系统的演进技术。第 9 章 CDMA 数字蜂窝移动通信系统,主要介绍扩频技术在移动通信中的应用、CDMA 数字蜂窝网络、CDMA 系统的传输方式及控制功能。第 10 章第三代数字蜂窝移动通信系统,主要介绍 TD-SCDMA 信道、信道编码与交织及业务复用、TD-SCDMA 的无线接口协议与系统终端移动性管理、TD-SCDMA 组网方式以及第三代移动通信系统的关键技术。第 11 章无绳电话系统,主要介绍无绳电话系统中的 CT-2 系统、PHS 系统、DECT 系统、CT-3 系

统、无绳电话机的工作原理。第 12 章新型移动通信系统,主要介绍移动卫星通信系统、全球定位系统(GPS)以及蓝牙技术。

在本书编写过程中,参考了邬国扬、纪红、赵荣黎、张力军、冯锡生、刘连青、李国清、郭俊利等提供的资料,并得到了丁愿志、骆顺和、仇德跃、吴留弟、胡来招、黄淑英等的支持与帮助,在此表示感谢。由于编者水平有限,书中会有不妥之处,请读者批评指正。

编 者

2002 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 概论	1
1.1 概述	1
1.2 移动通信系统的组成	2
1.3 移动通信系统的特点	3
1.4 移动通信的工作方式及分类	4
1.5 移动通信发展概况	5
第 2 章 移动通信系统的多址接入技术	11
2.1 概述	11
2.2 频分多址(FDMA)	11
2.3 时分多址(TDMA)	12
2.4 码分多址(CDMA)	14
2.5 随机接入方式	15
2.6 移动通信系统的容量	16
第 3 章 数字调制解调技术	21
3.1 数字调制解调的基本方式	21
3.1.1 数字传输的基本理论	21
3.1.2 振幅与角度调制方式	25
3.1.3 同步检波与异步检波	26
3.2 多进制调制方式	34
3.2.1 多进制调制	34
3.2.2 四相相移键控(QPSK)	36
3.2.3 信号点的配置与信号设计	38
3.3 窄带调制技术	40
3.3.1 PSK 调制方式存在的问题	40
3.3.2 恒定包络调制	43
3.3.3 高斯最小频移键控(GMSK)	45
3.3.4 $\pi/4$ -QPSK	47
3.3.5 $\pi/4$ -DQPSK	48
3.3.6 调制解调器	48

第 4 章 移动通信系统的语音编码技术	53
4.1 语音编码的基本方案	53
4.1.1 波形编码技术	53
4.1.2 参数编码技术	53
4.1.3 混合编码技术	54
4.2 线性预测编码的基本原理	55
4.2.1 发声器官的简化模型	56
4.2.2 语音的线性预测方法	56
4.3 数字移动通信中实用语音编码技术	57
4.3.1 VSELP(矢量和激励 LPC 编码)的语音编码方式	59
4.3.2 GSM 系统中语音编码方式	60
4.4 语音编译码器相关技术	61
4.4.1 误码保护技术	61
4.4.2 VOX 和回波抵消技术	61
4.4.3 语音编译码器质量评价方法	62
第 5 章 移动通信网组建技术	63
5.1 移动通信网结构	63
5.1.1 移动通信网的特点	63
5.1.2 移动通信网结构	63
5.1.3 移动通信网的基本情况	65
5.1.4 移动智能网	65
5.2 频率的有效利用	67
5.2.1 移动通信中的频率利用	68
5.2.2 频率利用率	70
5.2.3 GSM 数字移动通信的频率配置	70
5.3 服务区的体制	71
5.3.1 大区制	71
5.3.2 中区制	72
5.3.3 小区制	72
5.3.4 服务区形状	72
5.4 小区设计	73
5.4.1 蜂窝结构	73
5.4.2 小区构成	74
5.4.3 小区结构的频率利用率	78
5.5 小区规划	79

5.5.1	目标	79
5.5.2	标准规划	79
5.5.3	定位参数	85
5.5.4	小区参数	87
5.6	移动通信网进入市话网的方式	87
5.6.1	用户线接入方式	87
5.6.2	市话中继线接入方式	88
5.6.3	移动电话汇接中心方式	89
5.7	移动通信网的信令方式	90
5.7.1	信令网	90
5.7.2	基本功能结构	91
5.7.3	信令单元格式	92
5.7.4	信令连接控制部分(SCCP)	93
5.7.5	事务处理能力应用部分(TCAP)	94
5.8	信道分配	95
5.8.1	固定信道分配方式	95
5.8.2	交织信道分配方式	96
5.8.3	动态信道分配	96
5.9	移动通信网的交换方式	97
5.9.1	移动交换基本功能	97
5.9.2	收发信接续方式	99
5.9.3	移动交换技术的未来发展	102
5.10	编号方式	103
5.10.1	移动用户的 ISDN 号码(MSISDN)	103
5.10.2	国际移动用户识别码(IMSI)	104
5.10.3	移动用户漫游号码(MSRN)	105
5.10.4	国际移动台识别码(IMEI)	105
5.10.5	路由选择的具体规定	105
第 6 章	数字移动信道及其数字信号传输技术	107
6.1	电波传播特性	107
6.1.1	传播损耗	107
6.1.2	阴影效应	108
6.1.3	多径效应	108
6.1.4	时间调整	108
6.2	分集技术	109

6.2.1 分集技术的理论基础	111
6.2.2 分集技术实现的实用方法	115
6.2.3 发送分集技术	117
6.3 自适应均衡技术	123
6.3.1 数字信号传播路径模型	123
6.3.2 自适应均衡器的类型	126
6.3.3 判决反馈均衡器的构成与工作原理	127
6.3.4 采用 RLS 算法的判决反馈均衡器	131
6.3.5 最大似然序列估值器	134
6.4 自适应阵列技术	142
6.4.1 基本原理	142
6.4.2 控制算法	144
6.4.3 自适应阵列在移动通信中应用	147
6.4.4 自适应阵列与时域中信号处理技术的比较	155
第 7 章 移动通信设备	157
7.1 天线	157
7.1.1 天线的主要技术指标	157
7.1.2 移动通信中的天线	158
7.1.3 智能天线	160
7.1.4 天线共用器	161
7.1.5 馈线	162
7.2 数字移动通信基站	163
7.2.1 基站系统的总体结构	163
7.2.2 收发信机无线接口(TRI)	164
7.2.3 BSC 和 TRI 之间的通信	165
7.2.4 TRX 和 TG 及其内部工作单元	166
7.2.5 远端码型变换	168
7.2.6 BSC 和 TRX 之间的信令	170
7.2.7 信令及语音路径	171
7.3 移动台	172
7.3.1 移动台的构成与工作原理	172
7.3.2 SIM 卡	173
7.3.3 手机电池	175
第 8 章 GSM (TDMA)数字蜂窝移动通信系统	178
8.1 GSM 系统的特点	178

8.2 GSM 系统的组成	179
8.3 GSM 系统的接口	181
8.4 GSM 系统的帧结构及信道类型	183
8.4.1 时帧结构	183
8.4.2 信道类型	184
8.5 GSM 系统中信道编码与交织及 GSM 移动台信号发射	185
8.5.1 GSM 系统中的信道编码与交织	185
8.5.2 GSM 移动台信号的发射	186
8.6 GSM 的业务	188
8.6.1 话音业务	188
8.6.2 补充业务	189
8.6.3 数据业务	191
8.6.4 短消息业务	192
8.7 GSM 向第三代移动通信系统的演进技术	193
8.7.1 通用分组无线业务	193
8.7.2 增强数据速率业务	196
8.7.3 高速电路交换数据(HSCSD)	198
第 9 章 CDMA 数字蜂窝移动通信系统	200
9.1 概述	200
9.2 扩频技术在移动通信中的应用	201
9.2.1 扩频技术的特点与方式	201
9.2.2 直扩通信基本原理	202
9.2.3 伪随机序列	203
9.2.4 CDMA 的信号同步	204
9.3 CDMA 数字蜂窝网	206
9.3.1 CDMA 数字蜂窝网结构	206
9.3.2 CDMA 数字蜂窝移动业务本地网结构	207
9.3.3 CDMA 数字蜂窝移动业务省内网结构	208
9.3.4 全国 CDMA 数字蜂窝移动业务网结构	208
9.3.5 CDMA 蜂窝移动通信网与 PSTN 的连接结构	209
9.3.6 CDMA 数字蜂窝移动网的信令网结构	209
9.4 CDMA 系统的传输方式	210
9.4.1 逻辑信道	210
9.4.2 CDMA 系统的传输方式	212
9.5 CDMA 系统的控制功能	215

9.5.1 登记注册	215
9.5.2 切换	216
9.5.3 呼叫控制	217
9.5.4 功率控制	219
9.6 CDMA 系统提供的业务	220
9.6.1 电信业务	220
9.6.2 数据业务	220
9.6.3 附加业务	220
第 10 章 第三代数字蜂窝移动通信系统	224
10.1 概述	224
10.2 TD-SCDMA 信道	229
10.2.1 逻辑信道	229
10.2.2 物理信道	230
10.3 信道编码、交织和业务复用	231
10.3.1 信道编码和交织	231
10.3.2 业务复用	231
10.4 帧结构	232
10.4.1 MUX1d 的帧结构	232
10.4.2 MUX1u 的帧结构	232
10.4.3 MUX2d 的帧结构	233
10.4.4 MUX2u 的帧结构	233
10.4.5 MUX3d 的帧结构	233
10.4.6 MUX3u 的帧结构	234
10.5 TD-SCDMA 的无线接口协议	234
10.5.1 物理层	235
10.5.2 媒体接入控制层	235
10.5.3 无线链路控制层	236
10.5.4 无线资源控制层	236
10.6 TD-SCDMA 系统终端移动性管理	237
10.6.1 移动性管理	237
10.6.2 移动性管理过程	238
10.7 TD-SCDMA 组网方式	240
10.8 第三代移动通信系统的关键技术	241
10.8.1 多址接入技术	241
10.8.2 智能天线在移动通信系统中应用	242

10.8.3 软件无线电在移动通信系统中应用	244
10.8.4 多用户检测技术	246
10.8.5 T_x 功率控制	248
第 11 章 无绳电话系统	249
11.1 概述	249
11.2 CT-2 系统	249
11.3 PHS 系统	251
11.3.1 PHS 采用的先进技术	252
11.3.2 PHS 的技术参数	253
11.4 DECT 系统及技术规范	253
11.4.1 DECT 系统	253
11.4.2 DECT 技术规范	255
11.5 CT-3 系统	255
11.6 无绳电话机的工作原理	256
11.6.1 主机电路组成及基本工作原理	256
11.6.2 手机的电路组成及基本工作原理	259
11.7 无绳电话使用注意事项	261
第 12 章 新型移动通信系统	264
12.1 移动卫星通信系统	264
12.1.1 海事移动卫星通信	265
12.1.2 陆地移动卫星通信	267
12.1.3 航空移动卫星通信	268
12.1.4 低轨道移动卫星通信	268
12.2 全球定位系统(GPS)	270
12.2.1 GPS 的定位原理及特点	270
12.2.2 GPS 系统的组成	272
12.2.3 GSM/GPS 车辆监控指挥和调度报警系统	274
12.3 蓝牙技术	277
12.3.1 蓝牙技术的特点与应用	277
12.3.2 蓝牙技术协议	278
12.3.3 蓝牙系统体系结构	280
12.3.4 蓝牙网络安全	283
附录 英文缩写对照	285
参考文献	298

第 1 章 概 论

1.1 概述

当代世界通信主要有微波中继通信、光纤通信、卫星通信和移动通信等四种方式，其中，移动通信是现代通信中发展最为迅速的一种通信手段。它是固定通信的延伸，也是实现人类理想通信必不可少的手段。移动通信已发展成为一种有线通信与无线通信融为一体、固定通信与移动通信相互连通的通信系统。由于大规模集成电路和微处理机的应用，大大促进了移动通信设备的小型化、自动化，并使系统向大容量和多功能方向发展，因此移动通信业务必将有更大发展，在整个通信业务中将占据重要地位。

所谓移动通信是指通信的双方中至少有一方是在移动中进行信息交换的。例如，固定点与移动体（汽车、轮船、飞机）之间、移动体之间、活动的人与人、人与移动体之间的通信，都属于移动通信的范畴。这里所说的信息交换，不仅指双方的通话，随着移动通信的不断发展，不久还将包括数据、传真、图像等通信业务。

移动通信按用途、频段、制式及入网方式等不同，可以有不同的分类方法。按使用对象分，可分为军用、民用；按用途和区域分，可分为陆上、海上、空间；按经营方式分，可分为公众网、专用网；按网络形式分，可分为单区制、多区制、蜂窝制；按无线电频道工作方式分，可分为同频单工、异频单工、异频双工；按信号性质分，可分为模拟、数字；按调制方式分，可分为调频、调相及调幅等；按多址接入方式分，可分为频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）及码分多址（CDMA）。按移动通信设备分，可分为公众移动电话系统、无线集群系统、无线寻呼系统、无绳电话系统和卫星移动通信系统等。现对这些移动通信系统作简要介绍。

1) 公众移动电话系统 这是与公用市话网相连的公众移动电话网，大中城市一般为蜂窝小区制，小城市或业务量不大的中等城市常采取大区制。用户有车载台和手持台（俗称大哥大或手机）两类。

2) 无线集群系统 这实际上是把若干个原来各自用单独频率的单工工作调度系统，集合到一个基台工作。这样，原来一个系统单独用的频率现在可以为几个系统共用，故称为集群系统。

3) 无线寻呼系统 这是一种单向无线通信, 主要起寻人呼叫的作用。当有人寻找配有寻呼机的个人时, 可用一般电话拨通寻呼中心, 中心的操作员将被寻呼人的寻呼机号码由中心台的无线寻呼发射机发出, 只要被寻呼人在该中心台的覆盖范围之内, 其所配的寻呼机收到信号即发出 Bi-Bi 响声 (俗称 BP 机或 BB 机)。

4) 无绳电话系统 这是一种接入市话网的无线话机, 它将普通话机的机座与手持收发话器之间的连接导线取消, 而代之以用电磁波在两者之间的无线连接, 故称为无绳电话。一般可在 50~200m 的范围内接收或拨发电话。

5) 卫星移动通信系统 这是把卫星作为中心转发台, 各移动台通过卫星转发通信。特别适合海上移动的船舶通信, 也适合航空通信。

1.2 移动通信系统的组成

移动通信系统一般由移动台 (MS)、基站 (BS) 及移动业务交换中心 (MSC) 组成, 它与公用电话交换网 (PSTN) 通过中继线相连接, 如图 1-1 所示。

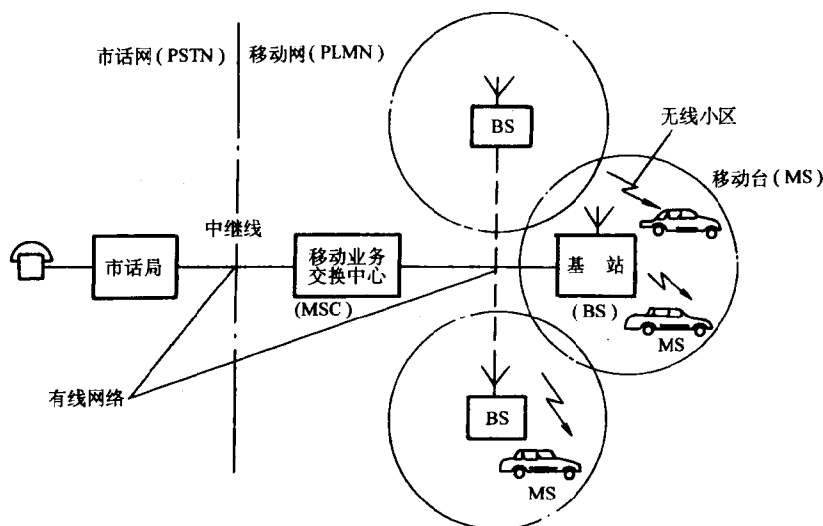


图 1-1 移动通信系统的组成

移动台的车载台主要用于通信部门和军事上, 而大量使用的是手持台, 因此, 本书介绍的移动台即移动电话是指手持台 (手机)。移动电话是移动通信系统的最小终端, 即系统中的最小成员。

基站和移动台设有收、发信机和天线馈线等设备。每个基站都有一个可靠通信的服务范围, 称为无线小区。无线小区的大小, 主要由发射功率和基站天线的高度决定。服务面积可分为大区制、中区制和小区制三种。大区制是指一个城市由一个无线区覆盖, 此时基站发射功率很大, 无线区覆盖半径可达 25km 以上。小

区制一般是指覆盖半径为 2~10km 的区域,由多个无线区链合而成整个服务区的制式,此时,基站发射功率很小。目前发展方向是将小区划小,成为微区、宏区和毫区,其覆盖半径降至 100m 左右。中区制则是介于大区制和小区制之间的一种过渡制式。

移动业务交换中心主要是提供路由进行信息处理和对整个系统的集中控制管理。移动业务交换中心还因系统不同而有几种名称,如在 AMPS 系统中被称为移动电话交换局 (MTSO),而在 NMT-450、900 系统中又被称为移动电话交换机 (MTX)。

1.3 移动通信系统的特点

移动通信是通信条件比较差的一种通信方式,在陆地上受地形、地物和环境干扰等因素的影响较严重,其主要特点如下。

1) 在移动通信 (特别是陆上移动通信) 中,由于移动台的不断运动导致接收信号强度和相位随时间、地点而不断变化,电波传播条件十分恶劣。只有充分研究电波传播的规律,才能进行合理的系统设计。

2) 移动形成的多普勒效应将产生附加调制。移动使电波传播产生多普勒效应,如图 1-2 所示。移动产生的多普勒频率为

$$f_d = \frac{v}{\lambda} \cos \theta \quad (1-1)$$

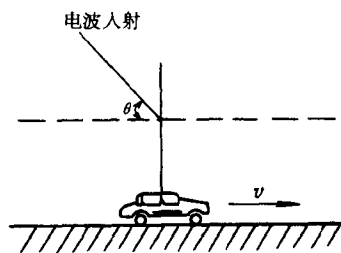


图 1-2 多普勒效应

式中, v 为移动速度; λ 为工作波长; θ 为电波入射角。

此式表明,移动速度越快,入射角越小,则多普勒效应就越严重。

3) 在移动通信中,基站往往设置若干个收、发信机,且移动台的位置是在小区内不断变化的。这些因素往往会使通信中的干扰变得很严重。因此,在系统设计时,应根据不同形式的干扰,采取相应的抗干扰措施。

4) 移动通信特别是陆地上移动通信的用户数量大,为缓和用户数量大与可利用的频道数有限的矛盾,除开发新频段之外,还应采取各种有效利用频率的措施,如压缩频带、缩小波道间隔、多波道共用等,即采用频谱和无线频道有效利用技术。

5) 由于在广大区域内的移动台是不规则运动的,而且某些系统中不通话的移动台发射机是关闭的,它与交换中心没有固定的联系。因此,要实现通信并保证质量,移动通信必须发展自己的交换技术,例如,位置登记技术、波道切换技术及漫游技术等。

6) 移动台应具有小型、轻量、低功耗和操作方便等优点。同时,在有振动和高、低温等恶劣的环境条件下,要求移动台能够稳定、可靠地工作。

1.4 移动通信的工作方式及分类

1. 按无线电通信工作方式分类

1) 单向通信方式 这是一种最简单、最原始的通信方式,它可以用两个移动无线电台为通话对象,一个发射,另一个接收。这种方式通常用于传达指令、指挥调度,也可以将基台(固定台)作为一方,移动台作为另一方。

2) 双向通信方式 这种方式双方都可以对话,基台或移动台都能发送和接收,如常见的对讲机。

3) 中继通信方式 当两个用户距离较远,或者受到地形的影响,如被建筑物、高山阻挡时,可以通过中继转发台转发,以扩大移动通信的服务范围。

2. 按设备使用频率的方式分类

1) 单频单工方式 一部收发信机使用一个频率,在发射时不能接收,接收时不能发射,也就是不能同时发射接收。所以这种方式称为单频单工方式,如图 1-3 所示。

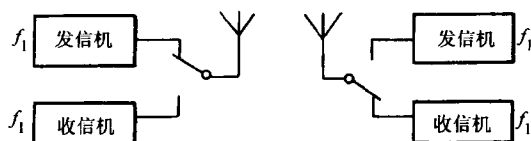


图 1-3 单频单工方式

这种无线电台有一个按讲键(PTT 键),当讲话时按下按讲键,电台即处于发射状态,对方则不能按 PTT 键,处在接收状态;同样,对方讲话也要按 PTT 键,接收一方不按 PTT 键,以此完成通话。

2) 异频单工方式 这种方式如图 1-4 所示。电台接收和发送的工作频率具有一定的间隔。考虑到设备的制造成本也配有按讲键(PTT 键),发射时,按下 PTT 键,以发射频率进行发射;不按 PTT 键时,则处在接收状态,以接收频率进行接收。

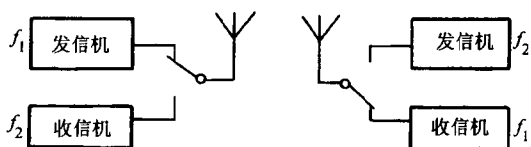


图 1-4 异频单工方式

如果基站一方采用具有双工器的全双工电台,移动台一方是采用异频单工方式工作的系统,则称为半双工方式,如图 1-5 所示。

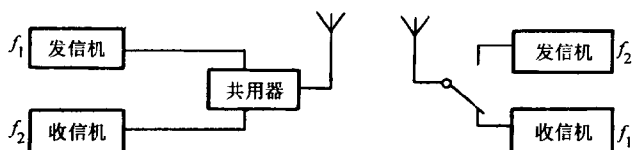


图 1-5 半双工方式

3) 双频双工方式 双频双工电台可以同时发话和收话, 就像市内电话一样。这种电台通常都用一副天线, 在天线与收发信机之间接入天线共用器, 以实现共用一副天线的要求。天线共用器的作用是将发射信号与接收信号隔离, 发信机的输出功率通过天线共用器送到天线发射出去,

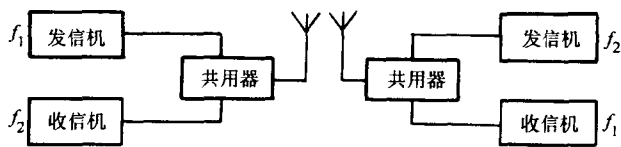


图 1-6 双频双工方式

同时该天线接收到对方发射的信号经过天线共用器送到收信机, 这种工作方式的电台称为双工台。由于接收发送是工作在两个有一定间隔的频率上, 所以这种工作方式也称为双频双工方式, 如图 1-6 所示。

4) 中继转发方式 中继转发电台的工作方式是将接收到的信号, 通过检波成为低频话音信号后再加到发信机上去调制发射机, 按发射频率输出, 以扩大通信距离。有的中继转发电台可以直接用中频信号转发, 这种设备的话音质量要比低频转发好, 中继转发方式如图 1-7 所示。

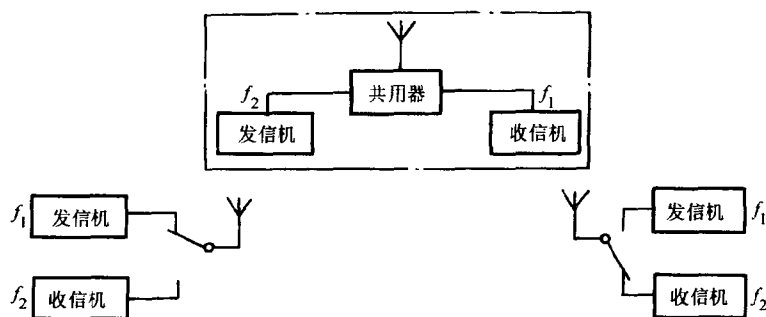


图 1-7 中继转发方式

1.5 移动通信发展概况

1. 数字蜂窝移动通信的体制

目前, 数字蜂窝移动通信采用时分多址接入 (TDMA) 技术的系统有三种体制, 即欧洲的 GSM 系统, 美国的 DAMPS 系统和日本的 PDC 系统。码分多址接入 (CDMA) 技术系统也正在世界许多国家兴起。

1982 年, 欧洲邮电主管部门会议成立的移动通信特别小组提出了泛欧数字蜂窝移动通信系统, 1990 年将泛欧数字蜂窝移动通信系统改为全球移动通信系统 (GSM), GSM 的发展已从欧洲走向了全球。

1989 年, 美国通信工业协会制定了数字蜂窝移动通信标准 IS-54, 即为 DAMPS, 它与模拟系统 AMPS 兼容。