

数字移动电话机

原理及维修技术

彭新光 余雪丽 王华奎 张立毅 编著



人民邮电出版社

数字移动电话机原理及维修技术

彭新光 余雪丽 编著
王华奎 张立毅

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书在介绍一般移动通信知识、数字移动电话机采用的关键技术及电路分析与故障检修技术基础之上,详细阐述了在我国十分流行的摩托罗拉 cd928、GC87 系列、328 系列、诺基亚 2110、8110、西门子 S6 和爱立信 GF768/788 系列 GSM 数字移动电话机电路工作原理和故障判断、检修方法。本书从分析电路原理着手,对数字移动电话机的故障判断着重分析技巧,在内容组织上注重实用性,并提供了维修人员所必需的电原理图、元器件分布图等维修资料,还给出了大量的维修实例以加深理解。

本书特别适合从事移动电话机维修、设计的技术人员阅读,也可以作为移动通信或信息类专业技术培训教材,还可以供广大移动通信用户参考。

数字移动电话机原理及维修技术

- ◆ 编 著 彭新光 余雪丽 王华奎 张立毅
责任编辑 张瑞喜
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:25.25 插页:10
字数:621 千字 1999 年 12 月第 1 版
印数:1-6 000 册 1999 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-08046-1/TP·1266

定价:33.00 元

前 言

蜂窝移动通信系统根据语音信号处理方式的不同,分为模拟蜂窝移动通信系统和数字蜂窝移动通信系统,模拟蜂窝移动通信系统对应的网络与终端设备分别称为模拟蜂窝移动通信网和模拟移动电话机,而数字蜂窝移动通信系统相应的网络和终端设备则分别称为数字蜂窝移动通信网和数字移动电话机。模拟蜂窝移动通信系统存在着先天性的不足,如频谱利用率不高、保密性差及不能提供数据服务等,而数字蜂窝移动通信系统采用了当今最先进的数字信号处理及微处理器控制技术,不仅克服了模拟通信的缺点,还提供了诸如紧急呼叫、语音信箱、语音存储、转移、短信息及数据通信的多种服务。近年来,随着我国人民生活水平的不断提高,对移动电话机的需求量不断增长,特别是数字移动电话机在我国得到惊人的发展与普及,目前已基本取代了模拟蜂窝移动通信系统,形成了覆盖全球的数字蜂窝移动通信网。

移动电话机的维修、设计、销售人员及用户急需掌握和了解数字移动电话机的基本工作原理、电路组成、故障检测和维修方法,但由于数字移动电话机是一种十分精密的高科技产品,通信公司或电信部门在销售移动电话机时均不附带电原理图和维修资料,结果给维修人员或希望学习移动电话机维修、设计的人员带来了相当大的困难,为此,作者根据多年从事移动电话机研究、教学和维修经验,并参考国内外有关资料编写了此书。为了使读者能够全面掌握和理解数字移动电话机的基本工作原理、电路结构及故障检修方法与技巧,本书在介绍一般移动通信常识、数字移动电话机所采用的主要关键技术及故障检修所必备的技术基础之上,选取了在我国十分流行与普及的摩托罗拉 cd928、GC87 系列、328 系列、诺基亚 2110、8110、西门子 S6 和爱立信 GF768/788 系列作为典型机型,详细阐述了各单元电路组成、工作原理、故障判断与检修方法。从分析电路原理入手,说明故障分析与判断的技巧,并提供了上述机型的单元电原理图和元器件分布图等重要维修资料,还给出了大量故障检修实例以提高对故障分析与判断的能力。对于无基础的初级维修人员,学习完本书的第一章、第三章后,经过实践就可以排除一些常见故障,而对于已有无线电和移动通信技术基础的中、高级维修或设计人员,则可根据自己的情况选择阅读。

本书的第一章、第三章、第四章、第五章、第七章、第十章由彭新光编写,第二章由王华奎编写,第八章、第九章由张立毅编写,第六章由曹宁峰编写,余雪丽负责结构体系安排和编写的组织工作。由于厂商未公开维修资料,许多电原理图是由实物测绘得到的,因而难免有不当之处,恳请读者给予批评指正。在编写此书的过程中,孟昭光教授多次提出了指导性意见,梁子英、孟渊、罗霄花等同志测绘和验证了许多电路图,科海通讯实业有限公司贾海兵提供了测试样机与部分资料,在此一并向他们表示衷心地感谢。

作者

1999 年 4 月

目 录

第一章 移动通信概述	1
1.1 移动通信发展史	1
1.1.1 什么是移动通信	1
1.1.2 移动通信的发展	1
1.2 蜂窝移动通信系统	2
1.2.1 小区制蜂窝移动通信系统	2
1.2.2 信道切换	5
1.3 数字蜂窝移动通信系统	6
1.3.1 数字化是移动通信发展的趋势	6
1.3.2 数字蜂窝移动通信采用的技术	7
1.3.3 数字蜂窝移动通信的体制	8
1.3.4 数字移动通信系统的组成与运行管理	8
第二章 数字移动电话机基本技术	12
2.1 锁相与频率合成技术	12
2.1.1 锁相原理	12
2.1.2 频率合成器	14
2.2 调制技术	19
2.2.1 数字信号调制的基本方式	19
2.2.2 窄带数字调制	23
2.2.3 扩展频谱调制	31
2.3 同步技术	38
2.3.1 载波同步	38
2.3.2 位同步	41
2.3.3 帧同步	43
2.4 编码技术	47
2.4.1 信道编码	47
2.4.2 语音编码	61
2.5 均衡技术	68
2.5.1 时域均衡的基本原理	68
2.5.2 判决反馈均衡器	70
2.5.3 最大似然序列估计器	70
2.6 数字蜂窝移动电话的功能分析	71

第三章 GSM 数字移动电话机电路分析及故障检修技术基础 79

3.1 时分多址 TDMA 数字蜂窝 GSM 系统主要特点	79
3.1.1 GSM 全球移动通信系统概述	79
3.1.2 GSM 移动通信系统的通信服务种类	82
3.1.3 GSM 移动通信系统移动台的结构	82
3.1.4 GSM 移动通信系统时帧结构与信道类型	83
3.1.5 GSM 移动通信系统中的跳频通信	84
3.1.6 GSM 移动通信系统中的语音编码	85
3.1.7 GSM 移动通信系统中的信道编码与交织	85
3.1.8 GSM 移动通信系统中的载波调制方式	86
3.1.9 GSM 移动通信系统中的自适应均衡	87
3.1.10 GSM 移动通信系统中的话音激活与功率控制	87
3.1.11 GSM 移动通信系统越区切换与漫游	89
3.1.12 数字移动电话机的 SIM 卡	91
3.2 移动电话机中常用元器件性能及测量方法	92
3.2.1 片状电阻及标称数值的识别	92
3.2.2 片状电容及标称容量识别、好坏判断	93
3.2.3 片状电感及其测试	96
3.2.4 片状二极管及其好坏判断	96
3.2.5 片状晶体三极管及其好坏判断	102
3.2.6 石英晶体的性能及其测试	114
3.2.7 集成电路的故障检查	117
3.2.8 LCD 液晶显示屏及其测试	119
3.3 移动电话机维修的基本方法与技巧	121
3.3.1 移动电话机故障检修的基本注意事项	122
3.3.2 移动电话机故障检修的基本条件	122
3.3.3 移动电话机故障检修的基本原则	124
3.3.4 移动电话机故障产生的主要原因	125
3.3.5 移动电话机故障检修的基本方法	125
3.4 个人信息转移及人工测试方法	126
3.4.1 数字移动电话机的标牌说明	126
3.4.2 数字移动电话机中的个人信息转储	127
3.4.3 数字移动电话机的人工测试方法	129

第四章 摩托罗拉 cd928 自动双频数字移动电话机原理及故障检修实例 132

4.1 技术指标	132
4.1.1 GSM900 技术指标	133
4.1.2 DCS1800 技术指标	133
4.2 各部件名称及拆装方法	134

4.2.1	整机各部件名称	134
4.2.2	拆装各部件的步骤与方法	134
4.3	射频收信电路及其故障检测	136
4.3.1	天线合路器电路及其故障检测	136
4.3.2	GSM900MHz 与 DCS1800MHz 切换电路及其故障检测	137
4.3.3	收信放大混频电路及其故障检测	139
4.3.4	收信中频解调电路及其故障检测	139
4.3.5	射频稳压电源及其故障检测	140
4.4	射频发信电路及其故障检测	141
4.4.1	发信中频调制电路及故障检测	141
4.4.2	发信压控振荡器电路及故障检测	142
4.4.3	发信射频功率放大器及故障检测	143
4.4.4	发信功率控制电路	144
4.5	频率合成器电路及其故障检测	145
4.5.1	本振频率合成器电路及其故障检测	145
4.5.2	收信中频频率合成器电路及故障检测	147
4.5.3	发信中频频率合成器电路及故障检测	149
4.5.4	系统基准频率生成电路	151
4.6	逻辑与基带处理电路及其故障检测	151
4.6.1	逻辑控制电路及其故障检测	151
4.6.2	基带电路及总线接口电路工作原理	154
4.6.3	SIM 卡及 LCD 背景照明电路	155
4.6.4	振动器驱动电路及故障检测	156
4.7	电源电路及其故障检测	157
4.7.1	直流-直流变换器及故障检测	157
4.7.2	听筒、话筒、振铃放大电路	159
4.7.3	-10V 电压生成电路及故障检测	159
4.7.4	电池充电电路工作原理	161
4.7.5	供电电源切换电路及故障检测	161
4.8	cd928 自动双频移动电话机各单元电路图集	162
4.9	元器件在印制电路板上的配置	167
4.10	cd928 自动双频数字移动电话机故障检修实例	172
4.10.1	内外电源切换电路引起不开机	172
4.10.2	13MHz 系统基准频率导致不开机	172
4.10.3	看门狗控制信号不正常引起不开机	173
4.10.4	振动器功能无效	174
4.10.5	呼入告警音频失真且音量过低	174
4.10.6	无发射信号	175
4.10.7	不能识别 SIM 卡	175
4.10.8	GSM900MHz 频段收信效果差	176

4.10.9 移动电话机不开机故障检修流程图	176
------------------------------	-----

第五章 摩托罗拉 GC87 系列数字移动电话机原理及故障检修实例

5.1 各部件名称及拆装方法	180
5.1.1 各部件名称及替换零部件清单	180
5.1.2 拆装各部件的步骤与方法	181
5.2 系统信号流程概述	183
5.2.1 射频信号收信流程	183
5.2.2 射频信号发信流程	184
5.2.3 频率合成器电路与时钟电路概述	185
5.3 射频收信电路工作原理	185
5.3.1 射频天线开关电路及故障检测	185
5.3.2 收信射频低噪声放大及混频电路	187
5.3.3 收信中频解调电路	187
5.4 射频发信电路工作原理	188
5.4.1 发信中频调制电路	188
5.4.2 发信上变频及压控振荡器电路	189
5.4.3 发信射频功率放大及功率控制电路	190
5.5 频率合成器电路工作原理	191
5.5.1 本振频率合成器电路	191
5.5.2 收信与发信中频频率合成器电路	192
5.5.3 13MHz 基准频率电路	193
5.6 基带与音频处理电路工作原理	194
5.6.1 收信基带信号处理电路	194
5.6.2 收信音频信号处理及听筒、振铃驱动电路	195
5.6.3 发信音频及基带处理电路	195
5.7 电源供电电路工作原理	196
5.7.1 射频电路稳压电源	196
5.7.2 主电源供电电路 GCAP	197
5.7.3 负压发生电路	197
5.7.4 SIM 卡稳压电路	198
5.7.5 机内电池充电电路	199
5.7.6 外部电源与机内电源自动切换电路	199
5.8 键盘、显示、照明电路工作原理	200
5.8.1 键盘扫描电路	200
5.8.2 LCD 液晶显示屏	202
5.8.3 键盘背景照明电路	202
5.8.4 振动器驱动电路	202
5.9 常用替换元器件清单	203
5.10 逻辑框图及元器件分布图	204

5.11 GC87 系列移动电话机故障检修实例	209
5.11.1 检修后的全面测试	209
5.11.2 接收效果差或通话中断、信号失真	210
5.11.3 收信音频信号弱且伴有失真	211
5.11.4 发信音频信号弱	211
5.11.5 不能开机或不能保持开机状态	211
5.11.6 显示不正确或只能显示部分内容	212
5.11.7 振铃音频失真或音量过小	212
5.11.8 移动电话机不识别 SIM 卡	212
5.11.9 打开翻盖无应答	213
5.11.10 振动器功能无效	213
5.11.11 无电池供电电压 B+	213
5.11.12 无 +2.75V 供电电压	213
5.11.13 无 13MHz 系统基准频率信号	214
5.11.14 U703 BIC 总线接口电路 37 脚无 13MHz 基准时钟信号	214
5.11.15 存储器无片选控制信号	214
5.11.16 电源及音频放大模块复位输出、看门狗输入	215
5.11.17 移动电话机上电后又很快断电	215
5.11.18 GC87 系列机型不开机故障检修流程图	215
第六章 摩托罗拉 328 数字移动电话机原理及故障检修实例	218
6.1 概述	218
6.2 技术指标	218
6.3 拆卸与重装	219
6.3.1 拆卸步骤	219
6.3.2 重装	220
6.4 电路原理	220
6.4.1 电源供电部分的原理	220
6.4.2 328 型手机开机流程	222
6.4.3 射频电路的接收原理	223
6.4.4 射频电路的发射原理	224
6.4.5 SIM 卡电路原理	226
6.5 故障查找方法及维修实例	226
6.5.1 故障分析与排除	227
6.5.2 相关知识	233
第七章 诺基亚 2110 型数字移动电话机原理及故障检修实例	234
7.1 技术指标	234
7.1.1 NHE-1 收发信机一般技术指标	234
7.1.2 NHE-1 系列收发信机电气性能指标	234

7.1.3 NHE-1 系列收发信机信号发送指标	235
7.1.4 NHE-1 系列收发信机信号接收指标	235
7.2 各部件名称及拆装方法	236
7.2.1 整机各部件名称	236
7.2.2 拆装各部件的步骤与方法	237
7.3 外部连接器和电路板连接器引脚功能说明	238
7.3.1 外接附件插座连接器	238
7.3.2 系统主板与用户接口电路板连接器	240
7.3.3 用户接口柔性电路板与 LCD 显示屏连接器	241
7.4 系统主电路板电路工作原理	241
7.4.1 射频电路工作原理	241
7.4.2 基带电路工作原理	245
7.4.3 控制电路工作原理	256
7.4.4 电源电路工作原理	261
7.5 用户接口柔性电路板工作原理	262
7.5.1 液晶显示器和键盘背景照明驱动电路	263
7.5.2 呼叫指示、听筒、振铃和 SIM 卡电路	263
7.5.3 话筒音频电路	266
7.5.4 键盘扫描及 LCD 显示器驱动电路	266
7.6 元器件参数值和规格	266
7.7 元器件在印制电路板上的配置	281
7.8 采用 PC Locals 服务软件调整移动电话机参数	285
7.8.1 PC Locals 服务软件简介	285
7.8.2 技术参数调整方法	287
7.9 2110 型数字移动电话机故障检修实例	288
7.9.1 因电源调整管损坏导致不能开机故障	288
7.9.2 键盘 0、2、5、8 按键不起作用	288
7.9.3 振荡电阻变质引起 LCD 不显示故障	289
7.9.4 插入 SIM 卡不能收发信号	289
7.9.5 发信噪声过大使话音听不清楚	290
7.9.6 听筒无声故障排除	290
7.9.7 第二中放损坏导致无网络故障	291
7.9.8 温补晶体振荡器损坏导致不开机故障	291
第八章 诺基亚 8110 型数字移动电话机原理及故障检修实例	293
8.1 技术指标	293
8.1.1 发信机技术指标	293
8.1.2 收信机技术指标	293
8.2 使用功能	294
8.2.1 基本功能	294

8.2.2 菜单功能	294
8.3 整机结构及拆装方法	295
8.3.1 整机结构	295
8.3.2 拆装方法	295
8.4 系统主板电路工作原理	296
8.4.1 射频电路工作原理	296
8.4.2 基带电路工作原理	311
8.4.3 控制电路工作原理	322
8.4.4 电源电路及其他电路	324
8.5 故障检修	325
8.5.1 不能开机	325
8.5.2 出现接触维修	326
8.5.3 单方通话,接收方收不到发送方的发送音频	326
8.5.4 不上网	326
第九章 西门子 S6 型 GSM 数字移动电话机原理及故障检修	329
9.1 技术指标	329
9.2 整机结构及拆装方法	330
9.2.1 整机结构	330
9.2.2 拆装方法	330
9.3 收信电路	330
9.4 发信电路	334
9.5 频率合成电路	338
9.6 音频逻辑电路	340
9.7 电源电路	344
9.8 元器件在印制电路板上的配置	345
9.9 故障检修	349
9.9.1 不开机	349
9.9.2 接收信号弱	349
9.9.3 开机显示“Wrong Card”	349
9.9.4 液晶无显示或显示不正常	349
第十章 爱立信 GF768/788 系列数字移动电话机原理及故障检修实例	350
10.1 技术指标及拆装方法	350
10.1.1 技术指标	350
10.1.2 外部各部件说明	351
10.1.3 拆装方法与步骤	352
10.2 射频收信与发信电路工作原理	352
10.2.1 射频收信电路	353
10.2.2 射频发信电路	354

10.2.3	发信功率放大及控制电路	355
10.3	频率合成器电路工作原理	357
10.3.1	13MHz 基准频率生成电路	357
10.3.2	本机振荡电路	357
10.3.3	发信压控振荡器电路	358
10.4	逻辑与音频处理电路工作原理	359
10.4.1	逻辑控制及音频处理电路概述	359
10.4.2	发信与收信的信号流程	361
10.4.3	存储器电路	361
10.4.4	实时时钟及后备电池电路	362
10.4.5	键盘扫描电路	363
10.4.6	键盘与显示屏背景照明电路	363
10.4.7	振铃和状态指示灯驱动电路	363
10.4.8	上电复位电路	364
10.4.9	SIM 卡接口及供电电路	364
10.4.10	LCD 液晶显示屏接口电路	365
10.5	整机供电及开、关机原理	365
10.5.1	整机供电电路	365
10.5.2	开机工作过程	366
10.5.3	关机、挂机工作过程	367
10.6	主要集成电路引脚排列	367
10.7	主要替换元器件功能一览表	370
10.8	GF768/788 系列移动电话机元器件分布图和电路原理图	372
10.9	常见故障检修流程	375
10.9.1	不能开机故障检修流程	375
10.9.2	无 13MHz 基准频率故障检修流程	376
10.9.3	本振频率合成器故障检修流程	377
10.9.4	SIM 卡故障检修流程	377
10.10	故障检修实例	378
10.10.1	用电源电流测试法排除不开机故障	378
10.10.2	逻辑电压过低导致不开机	378
10.10.3	基准频率生成电路供电不正常导致不开机	379
10.10.4	闪速存储器片选信号不正常导致不开机	379
10.10.5	不能维持开机状态	379
10.10.6	用输入电阻测量法排除不开机故障	380
10.10.7	无故自动关机	381
10.10.8	液晶显示器黑屏	381
10.10.9	听筒无声	382
10.10.10	话机内部听筒和话筒不工作	382
10.10.11	功放供电不正常导致不能发信	382

10.10.12	利用有线电视判断发信电路故障	383
10.10.13	通话中断	383
10.10.14	电池电压低告警	384
10.10.15	灵敏度低搜索不到网络	385
10.10.16	无接收信号强度指示	385
参考文献		387

第一章

移动通信概述

1.1 移动通信发展史

1.1.1 什么是移动通信

通信就是信息交换，而移动通信是指通信双方或至少有一方是处在移动状态下实现的通信。运动中的入、汽车、轮船、飞机等移动体间的通信，分别组成了陆地移动通信、海上移动通信及空中移动通信。通常，移动通信包括陆地蜂窝移动通信、卫星移动通信、无线寻呼和无绳电话。

移动体之间的通信联系只能通过无线电波实现，因而移动通信的基础是无线通信技术。当移动体与固定体之间通信时，还依赖于公众电话网、公众数据网、综合业务数字网等有线通信网络技术。早期，由于电子元器件的体形较大，能量消耗大，因而无法生产出结构紧凑、携带方便的无线通信设备。随着大规模和超大规模集成电路的发展，使无线通信设备实现数字化、小型化、轻量化，省电成为可能，也为实现综合的通信服务奠定了基础。

现代移动通信正在从模拟移动通信向数字移动通信方向发展。现代数字移动通信是计算机技术、无线通信技术、网络通信技术共同发展的产物。

1.1.2 移动通信的发展

早期的移动通信采用一个基站覆盖一个大的服务区，服务区的半径约为 $30\text{km}\sim 50\text{km}$ ，为了满足电波场强覆盖的要求，基站天线至少需要发射 200W 的功率。由于大区制覆盖范围、系统容量、系统设备均受到限制，随后提出了中区覆盖和小区覆盖制移动通信系统。蜂窝移动通信系统采用小区制，美国贝尔研究所于 1947 年首次提出蜂窝移动通信的基本概念。20 世纪 70 年代以后，移动通信得到了迅速发展，1974 年美国联邦通信委员会(FCC)在 800MHz 频段上为蜂窝移动通信分配了 40MHz 的带宽。同时，北欧也推出了北欧移动电话系统(NMT)，1979 年日本推出了日本自动移动电话系统(NAMTS)，而英国在 1985 年推出了全址通信系统(TACS)。早期的蜂窝移动通信系统主要工作在 150MHz 和 450MHz 频段，目前，为了有效利用频率资源，增加移动通信的容量，大多数移动通信系统采用 800MHz 和 900MHz 的工作频段。

随着数字电子技术的发展及市场对移动通信容量的需求，蜂窝移动通信在 20 世纪 80 年

代中期从第一代模拟蜂窝移动通信系统发展成为第二代数字蜂窝移动通信系统。为了建立一个全欧洲统一的数字蜂窝移动通信系统,欧洲邮电主管部门会议于1982年成立了移动通信特别小组(GSM),1988年推出了欧洲移动通信系统的标准,于1992年以时分多址(TDMA)方式的GSM标准数字蜂窝移动通信系统投入运营。GSM标准的工作频段最初设定在900MHz,但由于英国政府1989年发放许可证建立的个人通信网,采用GSM标准,工作在1800MHz频段的150MHz带宽上,目前已将GSM标准推广到新的频段,故GSM体制的数字蜂窝移动通信系统已由早期的GSM900改变为DCS 1800。

由于美国的模拟蜂窝移动通信系统十分发达,要求新的数字蜂窝移动通信系统可与模拟蜂窝移动通信系统兼容,不仅能提供好的服务质量,而且能扩大系统容量,所以美国推出的数字蜂窝移动通信标准均是数字模拟兼容的双模体制。美国IS-54标准即为双模体制,并且将频分多址(FDMA)模拟AMPS标准与时分多址(TDMA)数字蜂窝移动通信标准USDC兼容在一起。1992年,美国Qualcomm公司向蜂窝电话工业协会(CTIA)提出了码分多址(CDMA)数字蜂窝移动通信标准,该标准称为IS-95~98双模体制中期标准。

日本数字蜂窝移动通信系统的标准采用时分多址方式,但数字方式与模拟方式不兼容,此标准称为RCR STD-27B标准。目前,除欧洲、美国、日本推出的三种数字蜂窝移动通信标准外,世界上还没有其他国家提出新的标准,国际电报电话咨询委员会(ITU-T)和国际无线电咨询委员会等国际组织目前正在制订未来公用陆地移动通信系统(FPLMTS)第三代移动通信标准方案。

我国移动通信系统虽然发展较晚,直到1987年才采用了TACS体制900MHz频段作为我国蜂窝移动通信系统标准,1987年末才在广州开通第一个模拟蜂窝移动通信系统,但我国的公众蜂窝移动通信发展十分迅猛,到目前,GSM体制数字蜂窝移动通信系统已覆盖全国,并且逐步实现了全国、乃至全球的联网漫游。1988年我国的移动电话用户还不足1.2万,1991年就增至4.7万,1992年猛增到17.5万,1993年又增至63.8万,1994年高达157万,到目前为止,移动电话用户已超过了2500万,而且采用码分多址(CDMA)技术的数字蜂窝移动通信系统也已引进到我国。可以看出,未来的移动通信系统将是服务到个人的、覆盖全球的移动通信系统,因此我国的通信事业将在今后有较大发展。

1.2 蜂窝移动通信系统

1.2.1 小区制蜂窝移动通信系统

早期的移动通信系统采用大区制的电波传播覆盖,一般是指由一个基地台BS覆盖整个大的服务区,因此,为了增加基地台的覆盖范围,基地台的天线塔都高于30m以上,发射功率也在200W以上。大区制的优点是组网结构简单,不需无线交换,而直接同市话交换局相连,移动电话用户可经市话交换局同市话用户通信。由于大区制覆盖范围有限,最大覆盖半径小于50km,因而采用频分多址方式,在给定频率资源下,基地台所能提供的频道数十分有限,使系统容量受到限制。图1-1为大区制移动通信系统的组成。A是一个大区服务范围,基地台BS发射机的输出功率必须满足服务区A的需要,当移动台 MS_1 使用频率 f_1 时,另一个移动台 MS_2 就不能使用频率 f_1 ,必须使用频率 f_2 。此外,由于移动台发射机输出的功率有限,因

而当移动台离基地台距离较远时，移动台可以收到基地台发来的信号，但基地台却收不到移动台发出的信号。

将一个大区制覆盖的区域划分成多个小区，每个小区中设立一个基地台，这种方式称为小区制。每个小区的基地台负责本区通信的联络与控制，同时又可在移动电话交换中心(MSC)的统一控制之下，实现小区间移动电话用户通信的转接以及移动电话用户与市内电话用户通信的联系。划分无线电区，会涉及到无线电区的形状，当基地台采用全向天线时，其覆盖的面积基本上是一个圆。当多个通信小区彼此邻接覆盖整个服务区时，就可以用圆的内接正多边形近似地表示圆形。从几何图形来看，具有规则形状的多边形，有正三角形、正方形和正六角形三种，如图 1-2、1-3 和 1-4 所示。要使正多边形紧密地分布在一个平面上，尽可能不产生空隙和重叠。在三种图形中，正六角形和圆形的近似程度最好，而且正六角形彼此邻接布满整个服务区所需的个数最少。移动通信系统的最大特点是有一个面状通信服务区，显然，要组合成大平面的几何图形，采用正六角形最理想。因为正六角形图案构成的覆盖区酷似蜂窝，所以将小区制移动通信系统称为蜂窝移动通信系统。

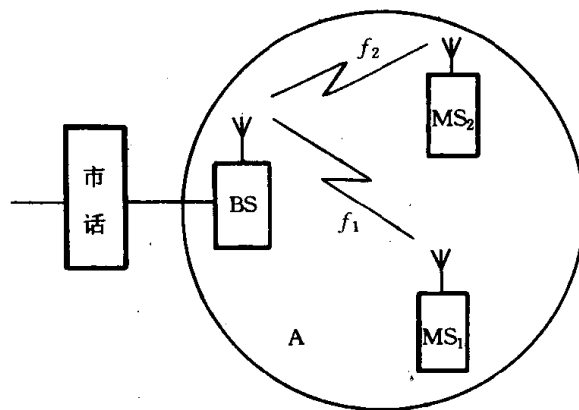


图 1-1 大区制移动通信系统组成

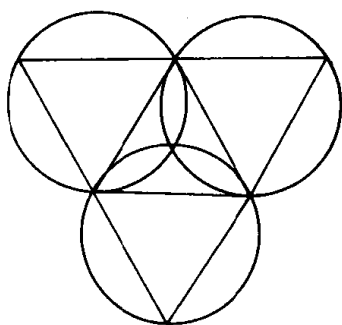


图 1-2 正三角形小区

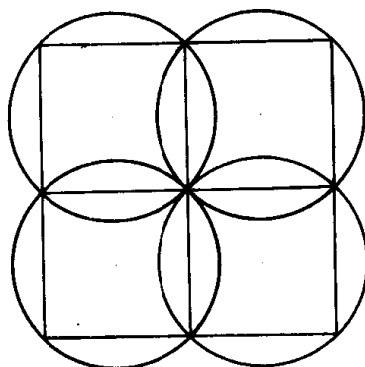


图 1-3 正方形小区

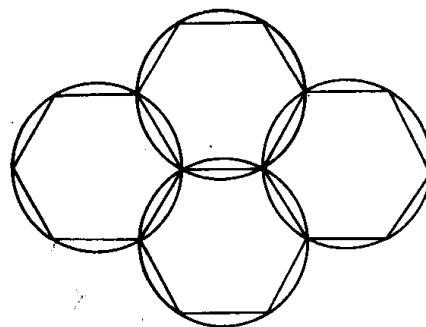


图 1-4 正六角形小区

图 1-5 为蜂窝移动电话系统的示意图，每个小区设有一个基地台，与多个移动台建立无线通信链路。通常由 7 个小区组成一个区群，也称为蜂窝。蜂窝内各个小区的基地台通过电缆、光纤或微波链路与移动交换中心(MSC)相连接，移动交换中心再与市话交换局相连接，从而形成一个完整的蜂窝移动电话通信系统。

蜂窝移动通信系统在频道配置上可以使用频率复用技术，也就是小区基地台的同一组频率相隔一定距离可以重复使用，这样就可以提高频率资源的使用率。基地台频道的配置对通信质量影响很大，配置适当可使相互干扰减至最小，从而保证通话的质量。当基地台位于小区的中心而采用全向天线时，应使频道区尽可能地留有足够宽的保护带。图 1-6 为七小区制频道配置示意图，表 1-1 给出了七小区制频道配置关系。由此可以看出，在频率资源有限的条件下，利用频率复用技术，可以对无限长和无限宽广的地域进行覆盖，从而提高频谱的利用率。

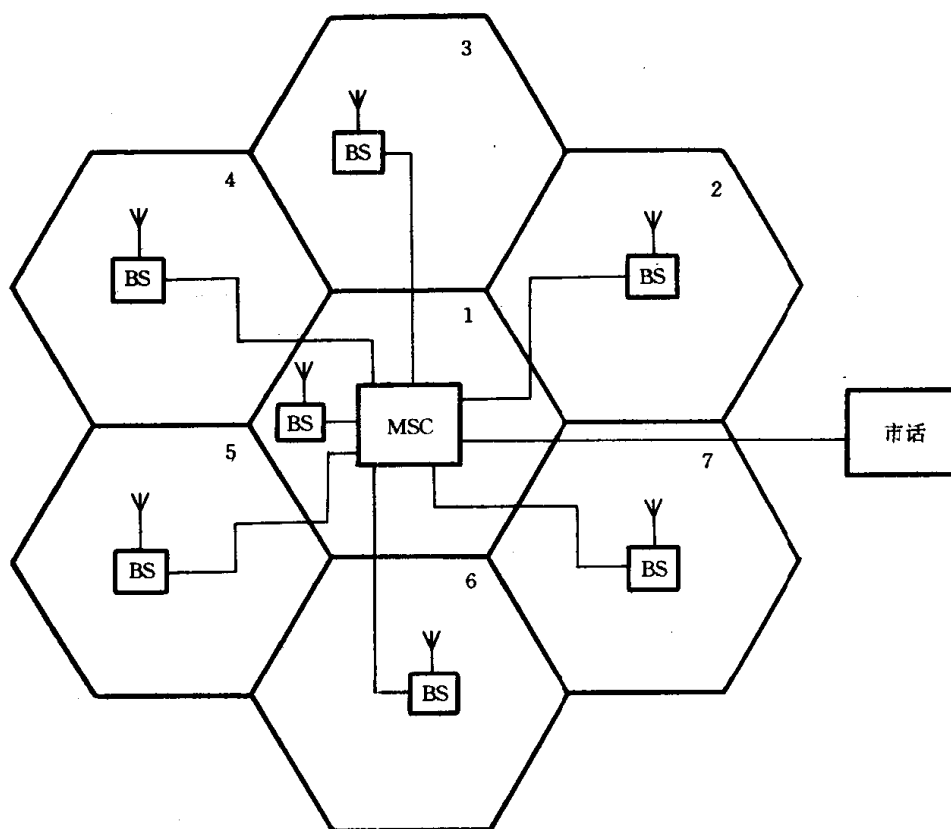


图 1-5 蜂窝移动电话系统

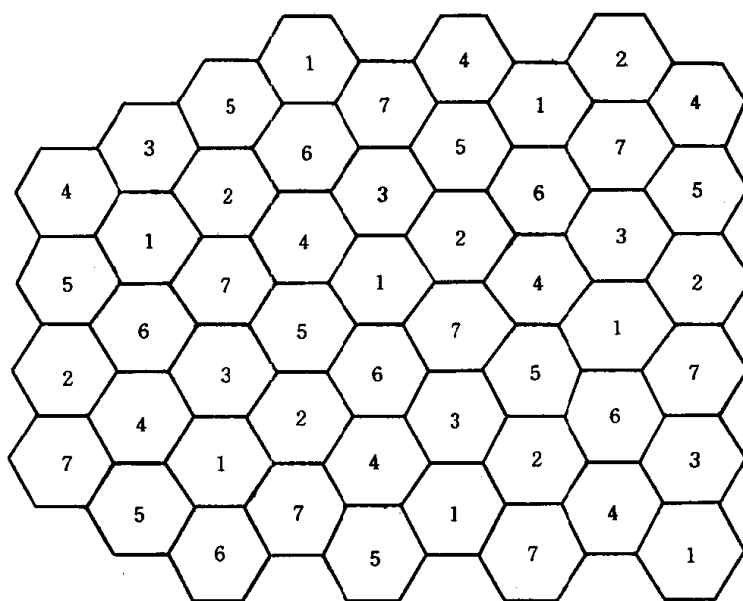


图 1-6 七小区制频道配置

表 1-1

七小区制频道配置关系

小区编号	1	2	3	4	5	6	7
频道编号	1	2	3	4	5	6	7
	8	9	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19	20	21
	...	...	...	...	...	...	...