



GSM

手机技术与维修

赵锡杭 祝修俊 编著

浙江科学技术出版社

GSM 手机技术与维修

赵锡杭 祝修俊 编著

浙江科学技术出版社

GSM 手机技术与维修

赵锡杭 祝修俊 编著

*

浙江科学技术出版社出版

浙江上虞印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本：787×1092 1/16 印张：11.25 字数：267 000

2001年4月第1版

2001年4月第1次印刷

ISBN 7-5341-1480-2/TN·22

总定价：38.00 元

(包含 GSM 手机维修图册 1 册)

责任编辑：朱振东

封面设计：金 晖

图书在版编目(CIP)数据

GSM 手机技术与维修/赵锡杭,祝修俊主编. - 杭州:
浙江科学技术出版社,2001.4
ISBN 7-5341-1480-2

I.G… II.①赵…②祝… III.时分多址-移动通信-携带电话机-维修 IV.TN929.532

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 49504 号

内 容 提 要

本书共分 6 章,第一章和第二章介绍了 GSM 系统和 GSM 手机的基本技术和维修知识,第三章至第六章分别介绍目前国内市场极有代表性的诺基亚 8110、5110/6110、3210、8810 系列,摩托罗拉 GC87、328C、cd928+、L2000、V998 系列,爱立信 388/398、768/788、T18C 系列,以及松下 G600、三星 SGH600、西门子 C2588 等型号 GSM 手机的工作原理和常见故障检修,同时结合作者多年的维修经验,列出近 200 个故障维修实例,供维修时参考。

本书还附有维修图册,提供了上述机型的电路原理图与印刷电路板图,以便于维修人员查阅、参考。

2014.10

前 言

通信发展水平是衡量国家及城市基础设施的标准之一，改善投资环境往往把通信水平看成一项硬指标。10多年来，我国移动通信表现出了旺盛的市场需求和广阔的发展前景。目前，GSM系统平均每月有100万左右新用户入网，至2003年手机用户数量可达1亿以上，即使按1%的保守故障返修率计算，手机的维修任务的总量也是惊人的，这就对手机维修人员的数量和质量都提出了更高的要求。

为此，我们选取了目前国内市场上极具代表性的GSM手机，结合多年从事维修工作的经验，编写了《GSM手机技术与维修》一书。本书在讲解维修理论和技术的基础上，详细地分析了200个故障维修实例。本书适合具有一定电子技术基础的维修人员阅读，是掌握GSM手机维修技术的必备工具书。

在编写过程中，作者注意理论与实际结合，叙述简明通俗，内容实用新颖，既强调总体上的系统性，又突出各环节的特殊性。本书可作为手机维修人员的指导工具书，也可作为学校培训用的参考书。

本书涉及的知识面较广，作者在编写过程中参阅了相关书刊与技术资料，胡长恩审阅了初稿并提出了宝贵的意见，在此向这些书刊的作者和提供帮助的同志致以深切的谢意！

由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，希望广大读者提出宝贵意见。

编著者

2000年8月

目 录

第一章 GSM 系统概述	1
第一节 GSM 系统基本知识	1
一、GSM 系统与 GSM 手机	1
二、GSM 系统无线接口信令	3
三、GSM 手机工作特性	5
第二节 GSM 手机的基本知识	6
一、GSM 手机工作原理	6
二、GSM 手机技术性能与指标	7
三、SIM 卡功能与作用	8
第三节 GSM 系统通信技术	9
一、多址技术	10
二、调制技术	11
三、语音编码技术	11
四、越区切换与漫游技术	12
第二章 GSM 手机技术与维修基础	14
第一节 GSM 手机电路基本结构	14
一、射频部分	14
二、逻辑/音频部分	15
三、输入输出接口	16
四、电源电路	16
五、控制电路	16
第二节 GSM 手机识图的基本规律	16
一、射频及其他电路的识图方法和步骤	17
二、逻辑/音频部分的识图方法与步骤	17
第三节 手机软件故障的处理	17
一、LABTOOL-48 与 ALL-007 的比较	18
二、LABTOOL-48 的使用方法	18
三、软件新数据的收集	20

四、LABTOOL-48 操作注意事项	20
五、软件维修操作实例	21
六、所附软件说明	23
第四节 常用仪器仪表与工具	24
一、直流稳压电源	24
二、万用表	25
三、示波器	26
四、频率计	30
五、电烙铁	31
六、热风枪	31
第三章 诺基亚 GSM 系列手机工作原理与维修技术	33
第一节 诺基亚 8110 手机工作原理与维修技术	33
一、诺基亚 8110 手机概述	33
二、诺基亚 8110 手机工作原理	33
三、诺基亚 8110 手机收发信号流程	33
四、诺基亚 8110 手机电源电路原理	34
五、具体电路及实物元件分布	35
六、常见故障检修流程	35
七、常见故障维修实例	36
第二节 诺基亚 5110/6110 手机工作原理与维修技术	42
一、诺基亚 5110/6110 手机概述	42
二、诺基亚 5110/6110 手机工作原理	42
三、诺基亚 5110/6110 手机收发信号流程	43
四、诺基亚 5110/6110 手机电源电路原理	43
五、具体电路及实物元件分布	44
六、常见故障检修流程	44
七、常见故障维修实例	45
第三节 诺基亚 8810 手机工作原理与维修技术	52
一、诺基亚 8810 手机概述	52
二、诺基亚 8810 手机工作原理	52
三、诺基亚 8810 手机收发信号流程	53
四、诺基亚 8810 手机电源电路原理	54
五、具体电路及实物元件分布	54
六、常见故障检修流程	54
七、常见故障维修实例	55
第四节 诺基亚 3210 手机工作原理与维修技术	58
一、诺基亚 3210 手机概述	58
二、诺基亚 3210 手机工作原理	58

三、具体电路及实物元件分布·····	59
四、常见故障检修流程·····	59
五、常见故障维修实例·····	60
第四章 摩托罗拉系列手机工作原理与维修技术 ·····	64
第一节 摩托罗拉 GC87C 手机工作原理与维修技术 ·····	64
一、摩托罗拉 GC87C 手机概述 ·····	64
二、摩托罗拉 GC87C 手机工作原理 ·····	64
三、摩托罗拉 GC87C 手机收发信号流程 ·····	65
四、具体电路及实物元件分布·····	66
五、常见故障检修流程·····	66
六、常见故障维修实例·····	67
第二节 摩托罗拉 328C 手机工作原理与维修技术 ·····	72
一、摩托罗拉 328C 手机概述 ·····	72
二、摩托罗拉 328C 手机工作原理 ·····	72
三、摩托罗拉 328C 手机收发信号流程 ·····	73
四、摩托罗拉 328C 手机电源电路原理 ·····	74
五、具体电路及实物元件分布·····	75
六、常见故障检修流程·····	75
七、常见故障维修实例·····	77
第三节 摩托罗拉 cd928+ 双频手机工作原理与维修技术 ·····	82
一、摩托罗拉 cd928+ 手机概述 ·····	82
二、摩托罗拉 cd928+ 手机工作原理 ·····	82
三、摩托罗拉 cd928+ 手机收发信号流程 ·····	83
四、摩托罗拉 cd928+ 手机电源电路原理 ·····	84
五、具体电路及实物元件分布·····	85
六、常见故障检修流程·····	85
七、常见故障维修实例·····	86
第四节 摩托罗拉 L2000 手机工作原理与维修技术 ·····	91
一、摩托罗拉 L2000 手机概述 ·····	91
二、摩托罗拉 L2000 手机工作原理 ·····	91
三、具体电路及实物元件分布·····	93
四、常见故障检修流程·····	93
五、常见故障维修实例·····	95
第五节 摩托罗拉 V998 手机工作原理与维修技术 ·····	97
一、摩托罗拉 V998 手机概述 ·····	97
二、摩托罗拉 V998 手机工作原理 ·····	97
三、摩托罗拉 V998 手机电源电路原理 ·····	98
四、具体电路及实物元件分布 ·····	101

五、常见故障检修流程	101
六、常见故障维修实例	103
第五章 爱立信 GSM 系列手机工作原理与维修技术	107
第一节 爱立信 388/398 手机工作原理与维修技术	107
一、爱立信 388/398 手机概述	107
二、爱立信 388/398 手机工作原理	107
三、爱立信 388/398 手机收发信号流程	107
四、爱立信 388/398 手机电源电路原理	108
五、具体电路及实物元件分布	109
六、常见故障检修流程	109
七、常见故障维修实例	110
第二节 爱立信 768/788 手机工作原理与维修技术	115
一、爱立信 768/788 手机概述	115
二、爱立信 768/788 手机工作原理	115
三、爱立信 768/788 手机收发信号流程	116
四、爱立信 768/788 手机电源电路原理	116
五、具体电路及实物元件分布	118
六、常见故障检修流程	118
七、常见故障维修实例	118
第三节 爱立信 T18C 手机工作原理与维修技术	123
一、爱立信 T18C 手机概述	123
二、爱立信 T18C 手机工作原理	123
三、具体电路及实物元件分布	126
四、常见故障检修流程	127
五、常见故障维修实例	127
第六章 其他 GSM 手机工作原理与维修技术	131
第一节 松下 G600 手机工作原理与维修技术	131
一、松下 G600 手机概述	131
二、松下 G600 手机电源电路原理	131
三、松下 G600 手机开关机过程	133
四、松下 G600 手机收发信号流程	134
五、具体电路及实物元件分布	135
六、常见故障检修流程	135
七、常见故障维修实例	136
第二节 三星 SGH600 手机工作原理与维修技术	140
一、三星 SGH600 手机概述	140
二、三星 SGH600 手机工作原理	140

三、三星 SGH600 手机电源电路原理	141
四、具体电路及实物元件分布	143
五、常见故障检修流程	143
六、常见故障维修实例	144
第三节 西门子 C2588 手机工作原理与维修技术	148
一、西门子 C2588 手机概述	148
二、西门子 C2588 手机工作原理	149
三、西门子 C2588 手机电源电路原理	149
四、具体电路及实物元件分布	152
五、常见故障检修流程	152
六、常见故障维修实例	153

附 录

附录一 部分 GSM 手机测试参数	158
附录二 手机常用英文及英文缩写与中文对照	159

第一章 GSM 系统概述

第一节 GSM 系统基本知识

一、GSM 系统与 GSM 手机

1. GSM 系统简介

1982 年, 欧洲邮电协会组织成立了一个称为“Group Special Mobile”的工作组。1985 年, 13 个欧洲国家签署了一项谅解备忘录, 共同开发制定数字蜂窝网络系统, 此后 GSM 就作为数字移动通信系统的简称。

GSM 系统集中运用了现代通信中窄带数字调制解调技术、信源编码技术、自适应均衡技术及扩频技术等, 它具有频谱利用率高, 通信容量大, 通话质量好, 抗干扰性能强, 数据传输速率高, 保密性以及集成度高等优点。1991 年, 欧洲各国都采用这一标准, 解决了国际漫游问题。近 10 年来, 世界各国都对 GSM 系统开展了研究和开发工作。

数字移动通信系统是数字蜂窝公用陆地移动通信系统的简称, 其基本结构见图 1-1。

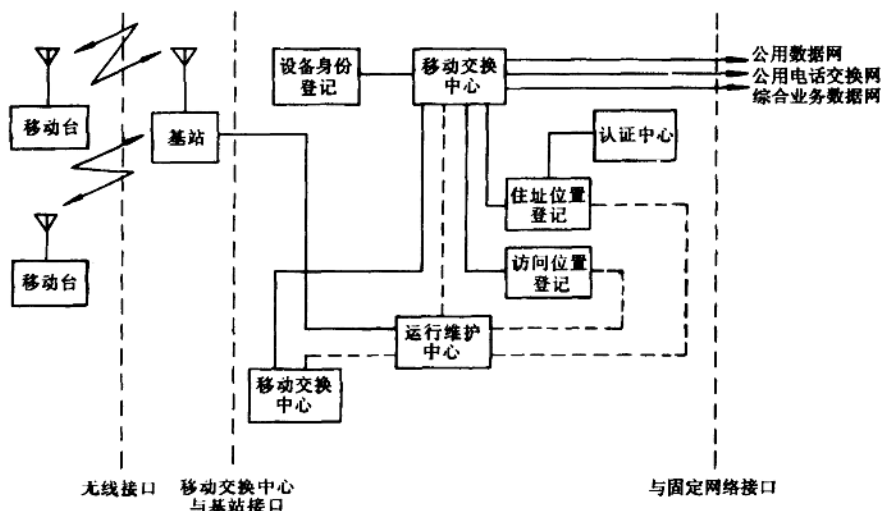


图 1-1 数字移动通信系统结构框图

- (1) 移动台。它是移动用户的设备, 可以是车载台、手机或便携式移动台。
- (2) 基站。它连接系统的固定部分与无线部分, 可以有多个移动台通过无线接口与基站

相连。

(3) 移动交换中心。它是网络的核心部分, 处理用户呼叫需要的数据。移动交换中心有 4 个数据库:

① 住址位置登记。它存储与移动用户有关的数据。

② 访问者位置登记。它存储所有进入覆盖区的用户的信息, 允许移动交换中心建立输入及输出呼叫, 起到动态数据库的作用。

③ 认证中心。它存储任何需要的信息, 用来保护经过无线接口的通信。同时, 认证用户并对传输地址加密。认证信息及密钥都存储在此数据库中, 以防止未授权者窃取。

④ 设备身份登记。移动站的国际移动台设备身份号存在其中, 以防止非授权的设备窃取信息。

(4) 运行维护中心。它基本具有与其他网络相同的运行及维护功能, 特别是无线部分, 所有网络部件均与此中心相连。

(5) 接口。所有网络部件都以公共信道信令系统链路相连, 它具有信息转移及信令连接控制功能。

移动台是 GSM 系统的一个组成部分, 它与基站收发机之间使用 900MHz 频率和时分多址方式。它具有多样的并可不断增加的服务功能, 特别是能与公共陆地移动网、公用电话交换网相连, 通过它们获得各种电信服务。

2. GSM 手机简介

GSM 手机是一台微型的 900MHz 无线收发通话机。手机受机内中央处理器(CPU)的控制, CPU 又受程序的控制, 而程序则依据 GSM 系统的规范。手机内装有接收、发射信号的天线, 所有信息都是数字的, 语音模拟信号在无线信道上传输时都是以二进制数据表示的, 因此 GSM 系统是一种数字无线通信系统。

为了通信规范及便于用户携带使用, 一般对手机有下列要求:

(1) 工作频段。

① 935~960MHz, 用于基站到手机的通信。

② 890~915MHz, 用于手机到基站的通信。

上述频段被分为 124 对载波频率, 相互间隔是 200kHz, 双工间隔是 45MHz。

(2) 手机造型。

① 总重: 低于 800g。

② 体积: 小于 90cm³。

③ 供电容量: 保证手机的工作时间连续通话状态不少于 1h, 在等待或接收状态中不少于 10h。

随着各生产厂家的开发创新, 手机的各项指标, 如机芯、控制电路、外壳、工艺、功能等都有很大提高。摩托罗拉掌中宝系列手机体积为 84cm³, 重量仅 91g。国内也生产了待机时间达 250h 的 GSM 手机和配套电池。

(3) 外部接口。GSM 手机底部都有一个外部接口, 其作用有:

① 接充电器。

② 接车载免提。

③ 接外部听筒、话筒。

④ 接传真机。

- ⑤接外部天线。
- ⑥接测试仪器。
- ⑦接 PCM CIA 数据卡，进行数据通信。
- ⑧接手机软件升级设备等。

二、GSM 系统无线接口信令

信令包含信号和指令的双重含义。它是移动通信系统内部实现自动控制的关键。对一个公用移动电话交换网来说，既有移动交换中心到市话网的局间信令，又有基站到移动交换中心的信令，这些信令都属于有线信令。而对于移动通信系统中基站与移动台(手机)之间的无线接口信令，目前大容量的移动通信系统都采用数字信令。

GSM 系统无线接口信令是移动台与基站收发机之间的接口信令。它是以时分多址方式(TDMA)把时间分割成周期性的时帧，每一时帧(定义为一个 TDMA)包含 8 个时隙，一个时隙中的信息格式称为突发脉冲序列，如图 1-2 所示。然后，根据一定的分配原则，使每个移动台在每帧内只能在指定的时隙向基站发送信号。从基站到移动台的方向称为下行，移动台到基站方向称为上行，这与我国铁路运行中规定北京开出的列车的方向是下行，往北京开的列车的方向为上行是一样的。

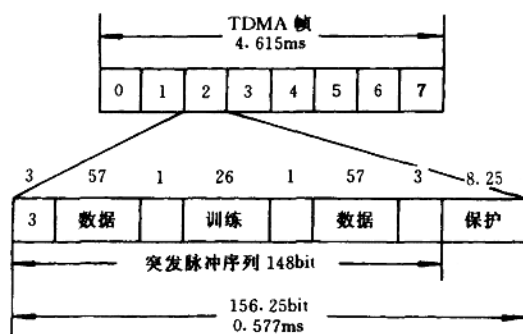


图 1-2 突发脉冲序列结构图

GSM 系统无线接口信令的主要内容包括：

1. GSM 信道的概念

移动台和基站之间传递信息的通道称为信道。GSM 信道分为 2 类：物理信道和逻辑信道。

(1) 物理信道。一个载频上的 TDMA 帧的一个时隙称为一个物理信道，它相当于频分多址(FDMA)系统中的一个频道。GSM 系统每个载波有 8 个时隙，即有 8 个物理信道。

(2) 逻辑信道。逻辑信道分 2 类：业务信道和控制信道。

①业务信道(TCH)。业务信道用于传递用户数据，包括编码后的语音或数字数据(上行和下行，点对点)。

②控制信道。控制信道用于传送信令或同步数据。根据任务不同，又可分为 3 种控制信道：

广播信道(BCH)——由基站单方面发送的信道，用来向移动台提供与网络同步所需的信息。

公共控制信道——用于系统寻呼和移动台接入。

专用控制信道——用于网络和移动台间传送网络信息。网络信息主要用于呼叫建立和用户登记。

逻辑信道的数据速率约为几百到 22.8kbps。

2. 突发脉冲序列

在系统中有不同的逻辑信道，这些逻辑信道以某种方式在物理信道上传递。TDMA 信道上一个时隙的信息格式称为突发脉冲序列。每个移动台只在指定的时隙中发送信息，其余时隙让其他移动台使用，因而移动台是处于一种间断性的突发工作状态。

GSM 系统有 5 种类型的突发脉冲序列：

(1) 普通突发脉冲序列(NB)。它用于携带业务信道及除随机接入信道、同步信道和频率校正信道以外的控制信道上的信息。

(2) 频率校正突发脉冲序列(FB)。它用于移动台的频率同步，相当于一个带有频移的未调制载波。这种突发脉冲序列的重复称为 FCCH。

(3) 同步突发脉冲序列(SB)。它用于移动台的时间同步，包括一个易被检测的长同步序列并携带有 TDMA 帧号和基站识别码(BSIC)信息。这种突发脉冲序列的重复称为 SCH。

(4) 接入突发脉冲序列(AB)。它用于随机接入信道(RACH)，有一个较长的保护间隔，以适应移动台的首次接入。

(5) 空闲突发脉冲序列(DB)。此突发脉冲序列在某些情况下由基站发出，不携带任何信息。它的格式与普通突发脉冲序列相同，其中加密比特改为具有一定比特模型的混合比特。

3. 控制信道的应用

当移动用户打开手机电源时，手机必须与基站取得联系，下面以用户登记接入和呼叫建立过程来说明 GSM 手机与 GSM 系统的工作情况。

(1) 与网络同步。手机开机后，即进行初始化。初始化分 3 步：首先在频率上与系统同步，而后在时间上与系统同步，最后从广播信道上读取系统数据。完成初始化后，手机与网络的同步基本完成，所用时间一般为 2~5s。

(2) 位置更新(越区切换)。因网络原因或移动用户到了新的地址，便会造成位置更新。位置更新主要通过广播信道 BCCH 中设置标志位来完成。当移动用户在上次使用区域不同的地方打开手机电源，那么手机便会自动进行位置更新，以通知网络它的新位置。这一过程也叫越区切换。

(3) 来电呼叫建立。系统通过寻呼信道(PCH)在移动交换中心的所有基站上寻呼移动用户，手机在随机接入信道上通过发寻呼响应来应答。同时，系统又通过允许接入信道(AGCH)为移动用户分配一个标准用控制信道(SDCCH)。手机转入标准用控制信道，系统与手机交换必要的信息，完成与基站的各项确认，在移动交换中心进行鉴权和加密。手机在慢接入信道(SACCH)上向基站发送测试报告，系统监测其余频道，若有更新的频道，则重新登记注册，准备切换。完成各项确认后，系统为移动用户分配业务信道进行正常通话，当手机和基站切换到指配的业务信道上后，信令就由慢接入信道转为快接入控制信道(FACCH)发送。

呼叫建立过程信令传送如图 1-3 所示。

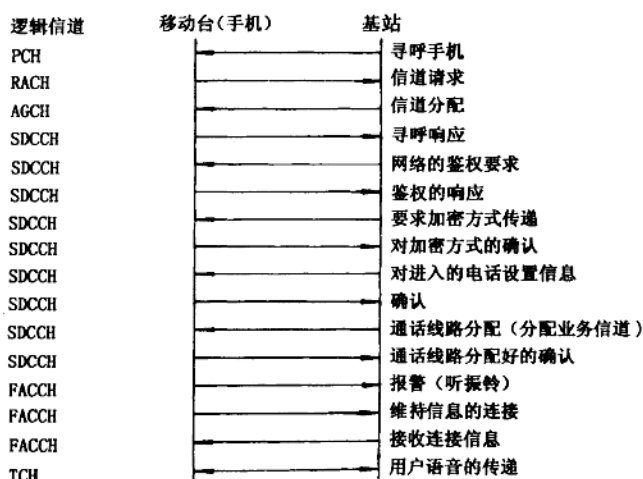


图 1-3 呼叫建立过程信令传送

三、GSM 手机工作特性

1. 频分特性

频分特性是把 GSM 系统的总频段划分成若干个等间隔的频道(或称信道), 分配给不同的用户。其信道划分如下:

发射(TX)频段: 890~915MHz。

接收(RX)频段: 935~960MHz。

信道间隔: 200kHz。

收发(双工间隔): 45MHz。

信道数: 124 个。

例如, 1 号频道频率: TX=890.200MHz, RX=935.200MHz; 124 号频道频率: TX=914.800MHz, RX=959.800MHz。

GSM 系统信道间隔为 200kHz, 比模拟系统的信道间隔 25kHz 显然大得多, 因此 GSM 手机所用滤波器的带宽大于模拟手机, 滤波器的成本大大降低。

2. 自动频率控制特性

手机的工作频率受控于网络, 即由基站传送一个标准的时钟信号与手机中频比较, 从而使手机的时钟稳定。

由此可见, GSM 手机时钟晶体要求低, 从而使晶体成本比模拟手机低, GSM 手机的时钟晶体频率基本为 13MHz。13MHz 基准时钟信号一方面作为逻辑部分的同步时钟, 另一方面又作为压控振荡的参考频率。13MHz 基准时钟信号电路各生产厂家有所不同, 因而不同型号手机也各不相同。

3. 自动功率控制特性

基站传送一个功率等级信号给手机, 手机在发射的过程中同时反馈一个信号到功率控制电路, 在功率控制电路中进行比较产生一个功率控制信号并送到功放电路, 自动调整功放电路输出功率的大小。

4. 时分特性

时分特性是系统将时间分割成周期性的时帧，每一时帧再分割成若干个时隙，无论时帧或时隙都是互不重叠的，然后根据一定分配原则，使各个 GSM 手机在每帧内只能在指定的时隙向基站发送信号。这样收发信号为断续信号，即间隙接收和间隙发射。

收发电路受脉冲信号控制,其频率为 217Hz,脉冲宽度为 577 μ s。

收发脉冲相隔 3 个时间间隔, 约 2ms, 能满足收发转换。因此, 可取消模拟手机中的双工器, 电路中只需声表面滤波器。

第二节 GSM 手机的基本知识

一、GSM 手机工作原理

GSM 手机主要由高频部分负责信号的发送、接收和调制,逻辑部分负责语音处理、控制和信令处理。

GSM 手机的工作原理见图 1-4。

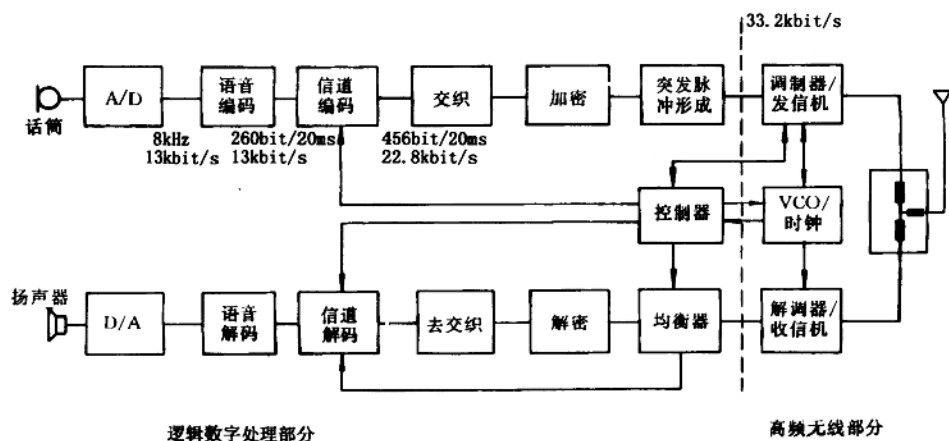


图 1-4 GSM 手机工作原理框图

1. 发送过程

(1) A/D 转换(模/数转换)。A/D 转换是将语音信号转化成电信号。在一定的条件下这种信号可以数字化,电信号通过取样(取样频率为 8kHz)被量化(8bit 或 13bit),这样就完成了语音信号的模/数转换。

(2) 语音编码。A/D 转换后的信号经过语音编码变成数字语音信号。在 GSM 系统中, 所用语音编码器是混合编码, 称为线性预测编码—长期预测—规则脉冲激励编码, 又可简称 LPC-LTP-RPE 编码。

(3) 信道编码。数字信号进行射频调制进入信道之前需进行编码, 这种编码的目的在于使信号在接收端能够检出或纠正信道中各种干扰引起的差错, 所以信道编码又称为差错控制编码。

(4) 交织。为纠正移动信道中的突发差错,采用交织编码的方法把数字信号编成交错码。这是由于信道编码只在检测和校正单个差错和不太长的差错串才最有效,为了解决差错成串发生,就把信息码以非相继方式发送,即把信息码加以排列组合,使信息码相互交织后再发送到信道上。

(5) 加密。加密的目的在于保护信令与用户数据,防止窃听。加密算法实际上是一个异或算法,在接收部分用同样的方法解密。

(6) 突发脉冲形成。逻辑信道有 2 种,一种是业务信道,一种是控制信道,因此把逻辑信道影射成物理信道。一个物理信道是由 TDMA 帧中 8 个时隙中的一个来表示,一个时隙按一定信令格式编码,即突发脉冲序列。

(7) 正交调制(GMSK)。GMSK 可用简单的高斯低通滤波器和 VCO 来实现,而解调可用非相干解调器。由于对数据进行了差分编码,避免了相干解调,即接收部分不需要参考相位,因为数据的信息已不包含在相位内,而是包含在相位的变化上。

2. 接收过程

接收正好与发射相反,模/数(A/D)转换对应为数/模(D/A)转换,语音编码对应为语音解码,信道编码对应为信道解码,交织对应为去交织,加密对应为解密,最后是天线的收发转换。

二、GSM 手机技术性能与指标

1. 一般性能

频率范围: TX=890~915MHz, RX=935~960MHz。

信道间隙: 200kHz。

信道数: 124 个。

双工间隔: 45MHz。

调制方式: GMSK。

2. 发射特性

射频输出功率: 33dB(分 15 级, 1~9 级 ± 2 dB, 10~15 级 ± 3 dB)。

峰值功率发射平均相位误差: 5° 。

峰值功率发射峰值相位误差: 20° 。

峰值功率发射平均频率误差: ± 90 Hz。

发射幅度平坦度: ± 10 dB。

发射幅度包络: $-28\mu\text{s}$ 小于 -70 dB, $-18\mu\text{s}$ 小于 -30 dB, $-10\mu\text{s}$ 小于 -6 dB, $+10\mu\text{s}$ 小于 -6 dB, $+18\mu\text{s}$ 小于 -30 dB, $+28\mu\text{s}$ 小于 -70 dB。

频率稳定度: $\pm 10 \times 10^{-6}$ 。

输出阻抗: 50Ω (标准值)。

杂散辐射: 1GHz 以下 -36 dB, 1GHz 以上 -30 dB。

语音编码比特率: 13kbps。

语音帧持续时间: 20ms。

编码段长度: 260bit。

安全与保密: A3、A5、A8 3 种算法。

发射功率: 根据基站指令每一步降低 2dB。