

手机维修技术

入门与实践



廉诗阳 王莹 刘威 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

手机维修技术入门与实践

廉诗阳 王莹 刘威 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

手机维修技术入门与实践/廉诗阳, 王莹, 刘威编著.
北京: 人民邮电出版社, 2008.7
ISBN 978-7-115-18259-3

I. 手… II. ①廉…②王…③刘… III. 移动通信—携带
电话机—维修 IV. TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 082539 号

内 容 提 要

本书对手机维修的相关知识及具体技术进行了全面介绍。本书根据高等职业技术学院手机维修专业学生的学习需要, 从基本的元器件入手, 讲解了手机常用元器件的性能、特点以及在电路中的作用等基础知识。同时对元器件的判断方法也做了相应的讲解与总结。针对当今新型号手机层出不穷, 但基本的工作原理却基本一样的特点, 本书对手机有关的典型电路进行了相应的介绍, 为今后维修人员应对新机型打下基础。本书还对有关手机维修的仪器仪表和工具的使用作了介绍, 为没有维修经历的人员, 特别是高职院校的学生提供了一些实践参考。

本书的读者对象为高等职业技术学院手机维修相关专业的学生, 以及广大的手机维修人员和无线电爱好者。

手机维修技术入门与实践

-
- ◆ 编 著 廉诗阳 王 莹 刘 威
责任编辑 杨 凌
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10
字数: 243 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2008 年 7 月第 1 版
2008 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18259-3/TN

定价: 19.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

近年来,随着移动通信在全球范围内的迅猛发展,GSM手机已成为人们日常生活和工作中必不可少的沟通工具。手机的大量普及和发展也带动了手机维修行业的迅猛发展,这个巨大的就业市场吸引了许多高等职业技术学院相继开设了手机维修课程,但对于目前市面上现有的一些社会技能培训教材,缺乏理论基础,学生学习起来缺乏学科的系统性、理论性和发展性。面对层出不穷的多款手机,学生在没有任何实际经验的前提下,感到束手无策。

作者从事手机维修和培训工作多年,总结了丰富的实践经验和维修技巧,现作为一名一线教师,面对理论知识并不很深厚、又缺乏实践经验的职业院校学生,萌生了编写此教材的想法,希望通过本教材使理论功底不是很深的学生能尽快熟悉并掌握 GSM 手机的基本工作原理。同时也希望将多年手机维修积累下来的经验和技巧传授给学生,使他们毕业以后能够尽快适应工作,尽量初涉工作的尴尬。

本教材具有以下特点:

(1) 适用性广:手机的维修过程是一个分析、检测、判断、再分析、再判断的过程,尽管现在新型号的手机层出不穷,但手机的基本原理是相通的,即“万变不离其宗”。

(2) 基础性强:本书主要是从与手机有关的元器件开始介绍,讲解了相关的元器件识别、鉴别以及性能的测试等内容,易学易懂。

(3) 有系统性:系统地介绍了移动通信系统的组成以及移动通信终端(手机)的工作原理和相关的功能电路分析,相关的电路分析是本书的重点。通过对电路的分析,学生面对故障手机时能够迅速、正确地找出故障点,并且对于层出不穷的新款手机,也能掌握其基本构造。

(4) 实践指导意义大:结合相应的理论列举了一些典型故障的分析和判断。本书注重理论与实际的结合,在介绍了电路原理同时,给出了一个或多个具体实例,读者可充分了解某些手机的故障特点,并结合所讲的知识对电路进行分析,进而了解这些故障点还会引起哪些故障问题。

(5) 实用性好:在本书的最后还介绍了有关手机维修用的仪器仪表和工具的使用方法,为没有维修经历的人员,特别是在校学生提供了一些参考性的知识。

(6) 通俗易懂:本书在写作时尽量避免大段的文字说明或使用学术味太浓的术语,同时力争做到意义明确、深入浅出。

本书主要是初学者的入门书,所以紧紧结合实用性来写。全书内容共分6章:第1章是对移动通信系统的简要介绍,这是作为手机维修人员的常识性知识,同时也是分清手机出现的故障是手机本身造成的还是移动通信系统的故障引起的;第2章是把手机常用的元器件从性能、特点到鉴别判断做了系统的介绍;第3~5章是对手机中常用的典型电路进行详细讲解,为今后在维修中遇到新机型或是在手头没有相应的图纸时可以起到举一反三的作用;第6章主要是讲述手机维修中常用的仪器仪表方法和常用的维修工具(如936烙铁、850热风枪等)、

维修中常见的典型故障、常用的维修方法以及维修技巧，最后结合相应的理论列举了一些典型故障来进行分析和判断，从而起到示范作用。

由于作者自身水平和编写时间有限，书中错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

廉诗阳

目 录

第 1 章 蜂窝系统概述	1
1.1 GSM 概述	2
1.2 系统	3
1.3 GSM 技术概述	5
1.3.1 GSM 数字空中接口	6
1.3.2 GSM 物理信道	6
1.3.3 多址接入	6
1.3.4 GSM 逻辑信道	9
1.3.5 多径衰减	9
1.4 GSM 移动台的一般工作流程	10
第 2 章 电路基础知识	13
2.1 电路图基础知识	13
2.1.1 框图	13
2.1.2 电原理图	15
2.1.3 印制电路板图	16
2.2 手机常用元器件识别	16
2.2.1 电阻	16
2.2.2 电容	18
2.2.3 电感	20
2.2.4 二极管	21
2.2.5 三极管	25
2.2.6 场效应管	36
2.2.7 开关与按键	38
2.2.8 干簧管和霍尔元件	40
2.2.9 接插件	41
2.2.10 振动器	41
2.2.11 电声器件	41
2.2.12 送话器	42
2.2.13 显示器	43
2.2.14 电源	44
2.2.15 天线、地线与屏蔽	45
2.2.16 基准频率时钟的识别	47
2.2.17 滤波器的识别	47
2.2.18 功率放大器的识别	50
2.2.19 实时时钟晶体的识别	51

2.2.20 VCO 组件的识别	51
2.2.21 集成电路的识别	52
2.2.22 微带线的识别	52
2.2.23 SIM 卡卡座	53
第 3 章 手机的功能电路	54
3.1 ETACS、GSM 蜂窝手机的系统结构	54
3.2 射频系统	54
3.2.1 接收机的电路结构	55
3.2.2 接收机的功能电路	57
3.2.3 发射机的电路结构	76
3.2.4 发射机的功能电路	79
第 4 章 逻辑系统	90
4.1 逻辑控制电路	90
4.2 逻辑音频电路	93
第 5 章 电源系统	99
第 6 章 手机维修基础知识与实践	101
6.1 手机故障产生的原因和故障分类	101
6.1.1 手机故障产生的原因	101
6.1.2 手机故障的分类	102
6.2 手机故障检修的步骤	102
6.3 手机维修的常用方法	104
6.4 手机故障的处理技巧	107
6.5 维修中常用的仪器仪表和工具	107
6.5.1 直流稳压电源和电源接口的使用	107
6.5.2 万用表的使用	108
6.5.3 示波器的基本结构及使用	112
6.5.4 频率计的使用技巧	116
6.5.5 焊接工具的使用	117
6.5.6 BGA IC 的拆卸、植锡和安装	120
6.5.7 手机常用拆卸工具及拆卸注意事项	123
6.6 手机维修的常用方法及处理技巧	124
6.6.1 手机常用供电电压的测试	124
6.6.2 手机常见信号波形的测试	126
6.6.3 手机常见信号频率的测试	129
6.6.4 诺基亚 N73 的测试	134
6.6.5 GSM 手机常用维修方法	135
6.6.6 手机常见故障处理技巧	138
附录 1 电路结构图中图形符号所代表的含义	145
附录 2 手机电路中的缩略语	146
附录 3 手机常见故障分析及解决方法	153
参考文献	154

第 1 章 蜂窝系统概述

20 世纪 80 年代至 90 年代初，世界上出现了几种典型的模拟蜂窝移动电话系统，如美国的 AMPS (Advanced Mobile Phone System)、英国的 ETACS、日本的 MCMTS 和 HCMTS、北欧的 NMT 系统。我国使用最多的是 ETACS (Extended Total Access Communication System, 扩展式全向通信系统)。所有的这些蜂窝系统都是以频率调制的模拟语音传输为基础的，它们使用 450MHz 或 900MHz 附近的频带。

ETACS 是英国在吸取其他一些蜂窝系统的优点，在美国的 AMPS 系统的基础上发展起来的，因而该系统更具特色，例如，采用背景干扰更小的 900MHz 频段；信道间隔较小，在给定的频段内可用信道数较多等。除信道间指定频率间隔是标准的 25kHz CEPT 频率间隔外，ETACS 与美国的 AMPS 在其他方面很相似。

蜂窝移动电话系统把一个大的服务区划分为若干小区，称作蜂窝小区。蜂窝系统并未试图提高移动台或基站的发射功率，而是基于频率再用的概念：同一个频率可以被相距足够远的几个基站重复使用，从而加大了系统的容量。在一个蜂窝中使用的频率，为了避免产生干扰，只有在一地理上相隔一定距离的蜂窝小区中才可以再用。蜂窝系统由一系列六边形的蜂窝小区组成（理论上如此，实际中为随地理环境而不同的不规则的小区），每个蜂窝小区的半径为 1~40km（一般为 5~10km）。移动用户可能在通话过程中使用一个或多个小区，如图 1-1 所示。

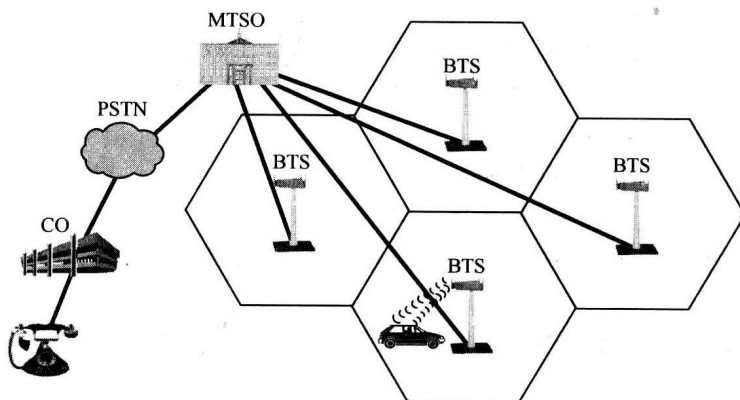


图 1-1 基本的蜂窝结构示意图

每个小区都有一个中央控制基站，并包括与分配给此小区信道有关的各种控制设备和基站收发信机 (BTS)。系统中所有的蜂窝小区都由专用线缆或专用陆地微波线路相互连接，用光缆同移动电话交换局 (MTSO, 亦称交换系统) 连接。移动电话交换局负责整个系统的控制，同时也是蜂窝电话用户与陆地网的接口。

美国联邦通信委员会 (FCC) 定义了蜂窝移动通信系统的 3 个基本参量，即高容量、小区和频率再用。

(1) 高容量：在理论上，一个蜂窝系统可以被规划和扩展，为无限多的用户提供服务。

(2) 小区：定义为单独的服务区，每个小区有一组独立的信道，一组连续的小区构成蜂窝地理服务区（CCSA）。此服务区由一个特定的系统提供服务，一个系统可通过增加小区来扩展服务地区。手机能够打出和接收呼叫的区域由系统经营者规划，由于这是无线系统，所以不能确切地在地图上画出其边界，而且实际的蜂窝网络也不像图 1-1 所示的基本蜂窝结构那样规则地覆盖，在特定的服务区内也可能存在不能通话的盲区。

(3) 频率再用：使分配给某一小区的独立信道被另一小区使用，这两个小区之间的距离必须足够远以避免同信道干扰，保证服务质量。

1.1 GSM 概述

早在 20 世纪 80 年代初，欧洲一些国家联合起来，设计了一种全新的移动蜂窝系统——GSM（Global System for Mobile Communications）系统。自 20 世纪 90 年代起，GSM 开始向欧洲之外扩展。到 1993 年初时，世界上有 50 多个国家已经开通了 GSM 系统。且绝大多数运营者都是 GSM 理解备忘录的签约方，使 GSM 能向用户提供国际范围的漫游通信，成为名副其实的全球移动通信。

GSM 蜂窝系统使 890~960MHz 的频段或 1800MHz 附近的频段提供无线通话服务，它可比以往的系统提供更高的呼叫处理能力。

模拟蜂窝电话系统使用模拟式空中传输信道，这与 FM 广播使用的无线电调频技术相似。模拟蜂窝系统通常工作很好，但也存在一些问题，如：很容易被监听；每一个用户需要一对独立的信道，时频率资源浪费。

GSM 系统使用数字空中传输信道来处理这些问题，全数字系统能提供模拟技术无法做到的更一致、更高质量的电话服务。GSM 系统致力于达到这样的目的：

- ① 频谱利用率更高；
- ② 能够提供多种非话业务和补充业务；
- ③ 允许用户对移动台进行多种选择；
- ④ 采用数字信号处理和超大规模集成技术，使移动设备的重量轻、尺寸小、省电、安全保密。

大致说来，GSM 系统拥有以往模拟系统所不及的下列优点。

(1) 国际漫游

由于具有全球通用性及标准性，GSM 系统的用户可以在任何一个支持 GSM 系统的国家拨打及接听电话。GSM 提供了灵活的漫游形式：“移动台（MS）漫游”和“SIM 卡漫游”。公用陆地移动网（PLMN）之间的接口必须完全标准化，以允许各种漫游。

(2) 数字空中传输信道

GSM 会提供电话交换与基站间完全数字化的接口方式，同样与交换子系统及 PSTN 的连接也是数字化的。

(3) 与 ISDN 兼容

ISDN 是许多国家都承诺会履行的一个数字通信标准，其设计目的在于利用现有的电话

线来传输数字脉冲编码的语音和数据，GSM 能够提供与 ISDN 相类似的功能。

(4) 开放式介面

系统设计者可以选择不同厂商的不同硬件，而保证它们能够兼容。

(5) 安全

模拟系统上的电话很容易就可以用一台无线电接收器窃听到。而 GSM 系统则在其传送前对信息进行数字加密编码，大大改善了安全保密性。

(6) 更佳的通话质量

其信道干扰、切换的间断及信号衰落都可以在数字系统中被很好地解决。

(7) 效率

GSM 系统比模拟系统能更有效地使用资源。

1.2 系统

GSM 设计在 890~915MHz（移动台发射）及 935~960MHz（基站发射）频段上进行工作，其双工间隔为 45MHz，现在的一些新型手机还可工作于 EGSM（扩展的 GSM）系统。

GSM 系统包括基站子系统（BSS）、网络、交换子系统（NSS）以及运行维护子系统。

图 1-2 为 GSM 结构图。

基站子系统负责提供和管理移动台与网络和交换子系统之间的传输路径，特别是移动台和 GSM 其他部分之间的无线接口管理。NSS 必须管理移动台与相关网络或其他移动台之间的通信和连接。BSS 和移动台之间的接口是无线接口，BSS 和 NSS 间的接口被称为 A 接口。

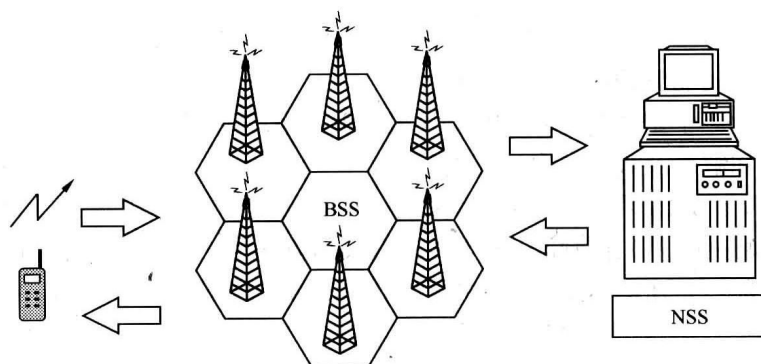


图 1-2 GSM 结构图

1. 移动台

移动台是用户从整个系统看到的唯一设备，目前绝大多数用户使用的移动台都是手持机。移动台除了通过无线接口接入网络的一般无线处理功能外，还提供一个与使用者或其他终端设备的接口，如键盘、显示屏组成的人机界面。

一个完整的 GSM 移动台分为两部分：一部分包含无线接口特有的软硬件；另一部分是用户身份识别模块（SIM 卡）。SIM 卡与移动台硬件之间的接口为标准的 SIM-ME 接口。

对于 GSM 系统来说，其最新颖的、极具吸引力的就是 SIM（Subscriber Identity Module，

用户身份识别)卡的引入。SIM卡是一种钥匙,一旦从移动台中取出SIM卡,就不能使用移动台。用户只要拥有一张运营商提供的SIM卡,就可以使用任何一部GSM手机进行通话。SIM卡还存储着许多涉及运营商提供给用户业务的信息;用户可以读出或修改存储在SIM卡中的部分个人信息。

(1) SIM卡接口

SIM卡与移动台之间的物理接口包括一串行线(I/O)、一复位线(RST)及一时钟(CLK)。移动台还提供给SIM卡编程电压(V_{PP})、电源(V_{CC})和地。

SIM卡包含卡持有人、SIM识别、SIM服务、国际移动设备识别码(IMSI)、公用陆地移动网(PLMN)、广播信道(BCCH)资料及其他电信服务资料等。

(2) 安全功能

前面讲到GSM比模拟系统更加安全,GSM引入了几种安全性功能,包括:

- ① 用户鉴别,防止未注册的用户接入;
- ② 无线路径加密,特别是对所有的用户信息加密,以防止第三方偷听;
- ③ 用户身份保护,防止位置泄露。

所有的安全功能都涉及SIM卡,实际上SIM卡是真正的鉴权主体。一是当SIM卡未插入时,上述功能都不能被提供;二是SIM卡的物理存在对获得除了紧急呼叫之外的大多数业务都是绝对必需的。而且,SIM卡的设计使得它很难被复制(除了网络运营商)。

2. 基站子系统

基站子系统包括GSM蜂窝方面特有的基础设施。BSS通过无线接口与移动台直接连接,它包括负责在无线路径上发送、接收和管理的设备。BSS也与网络及交换子系统的交换机连接。

基站子系统包括两类设备:基站收发信机(BTS)和基站控制器(BSC, Base station Controller)。

基站收发信机包括无线发射和接收设备、天线和所有无线接口特有的信号处理部分。BTS可看作是一个无线调制解调器,其功能很少。

基站系统的一个重要部分是TRAU(编码变换器/速率适配单元)。TRAU是执行GSM特有的语音编码和解码及数据速率适配的设备。

基站控制器通过BTS和移动台的远端命令,负责所有的无线接口管理,主要是无线信道的分配、释放和切换管理。基站控制器一端与基站收发信机连接,另一端与网络及交换子系统相连。

图1-3所示为一个BSC及它所控制的所有的BTS所组成的一个BSS。

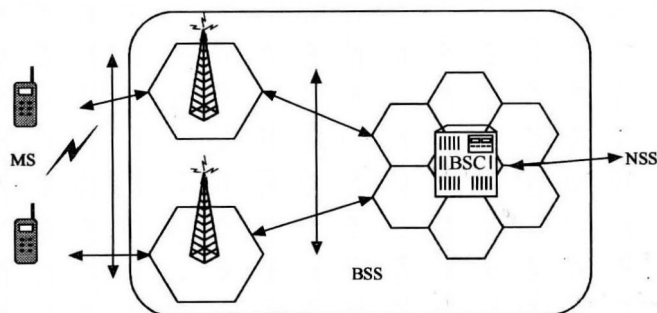


图 1-3 基站子系统示意图

3. 网络和交换子系统

网络和交换子系统包括 GSM 的主要交换功能，以及管理用户数据和移动性所需要的数据库。

在 NSS 内部，基本交换功能由 MSC（Mobile Switching Center，移动交换中心）完成。MSC 的主要功能是协调呼叫 GSM 用户和来自 GSM 用户的呼叫的建立。MSC 下端通过基站子系统与 GSM 用户联系，另一侧与外部网络联系。

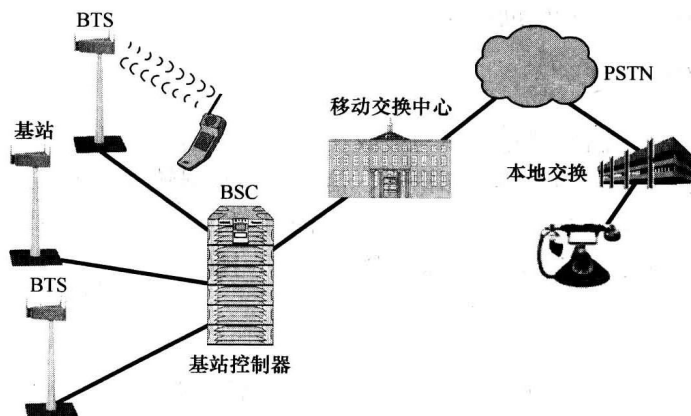


图 1-4 完整的 GSM 通信系统结构图

除了 MSC，网络和交换子系统还包括数据库。与电信业务提供有关的用户信息都存储在基础设施中的 HLR（归属位置寄存器）内，HLR 保存与用户当前位置有关的信息，从而能够建立对移动台的呼叫。

HLR 管理成千上万的用户。HLR 功能的一个部分是鉴权中心（AuC），AuC 的作用是管理确认用户的安全数据。

第二个数据库是 VLR（来访位置寄存器）。它负责为那些当前位于相应 MSC 业务区域内的用户临时存储注册数据，它存储的位置数据比 HLR 中的要精确一些。

一个完整的 GSM 通信系统通常如图 1-4 所示。

1.3 GSM 技术概述

GSM 无线传输的一些特点如下：

GSM 系统的调制采用 270.833kbit/s 速率的高斯最小移频键控（GMSK），这是对其频谱性能和抗干扰能力的折衷选择。

移频键控（FSK）的实现有两种方法——不连续相位（FSK，Discontinuous-Phase FSK）和连续相位（FSK，Continuous-Phase FSK）。

GSM 载波的频率间隔是 200kHz，采用均衡解调，以校正因复杂地形引起的无线电信号的失真。

采用数字语音编码技术。全速率语音编码的语音传输净比特率是 13kbit/s，半速率语音编码的语音传输净比特率约为 6kbit/s。

GSM 结合使用时分多址 (TDMA, Time-Division Multiple Access) 和频分多址 (FDMA, Frequency-Division Multiple Access) 技术, 允许一个载波携带 8 个语音信道 (全速率语音编码) 或 16 个语音信道 (半速率语音编码), 分别对应于调制后每个可用语音信道是 25kbit/s 和 12.5kbit/s。

使用跳频技术, 通过频率分集, 提高低速传输的质量, 同时也提高了频谱效率。并采用了旨在提高频谱效率的其他许多功能, 如: 呼叫建立时用较低速率信令信道; 语音安静期减少发射; 控制发射功率; 移动辅助切换等。

1.3.1 GSM 数字空中接口

在模拟频率调制中, 瞬间载波频率与被载在空气中的模拟信号成正比。

数码系统将所有要传送的资料 (即语音、信令等) 数据转为一串二进制数字 (包括数字化的语音)。载频便以这个数字信号——一连串的 1 和 0 来调制。调制载频使用 GMSK (Guassian Minimum Shift Keying, 高斯最小移频键控) 技术。

1.3.2 GSM 物理信道

GSM 的信道间隔为 200kHz, 单一的一个 GSM 载频能同时支持 8 个移动用户。简单地说, 就是每个信道占用载波 1/8 的时间。这个技术名为时分多址 (Time Division Multiple Access, TDMA)。

8 个移动台占一个时隙, 这些时隙顺序排列, 以 0~7 来编码。每个重复的顺序被称之为 TDMA 时帧。每个信道都会被分配一个在时帧内的时隙, 直至通话完毕或发生切换为止。TDMA 时帧又会被进一步地按信道的种类建成更大的时帧结构, 如图 1-5 所示。

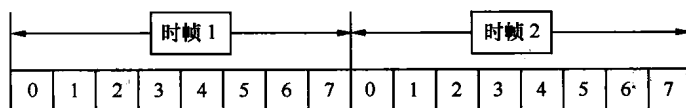


图 1-5 时帧结构

要系统正常地运作, 发射的时间性明显非常重要。若时间性不准确, 基站则无法决定进来的资料怎样与每个信道扯上关系。如要系统运作, 移动台或基站必须在分配给它们的时隙中发射及接收属于自己的资信脉冲群。

每个脉冲群都拥有分配给自己的时隙, 连续数个 TDMA 时帧中同一时隙的资信脉冲群提供一个 GSM 物理信道。

1.3.3 多址接入

1. 多址接入

在无线通信系统中, 需允许用户在接收基站信息的同时能够向基站发送信息。例如, 传统的电话系统可以同时听、说, 这种方式就被称为双工。

双工的实现可以通过频分 (FDD, Frequency Division Duplexing) 与时分 (TDD, Time Division Duplexing) 实现, 分别被称为频分双工 (FDD) 与时分双工 (TDD)。

频分双工为每个用户提供两个不同频段的频率信号。前向信道提供基站到移动用户的通

信, 反向信道提供移动用户到基站的通信。在频分双工中, 任何一个双工信道都包含两个单一信道, 并且一个被称为双工器的器件被用在用户设备中, 以允许双工信道能同时进行无线信号的接收与发射。

时分双工用时间替代频率来提供前向与反向链路。如果在前向、反向之间进行时隙分离的时隙槽 (Time Slot) 小, 则发射、接收可以同时进行。

TDMA、FDMA、CDMA 三种主要接入技术被用来共事无线通信的可用频段。这些技术的组合可以用于窄带或宽带通信系统, 它取决于什么样的带宽被分配给用户使用。双工技术与多址技术经常以特别的接入方案来描述。

(1) 窄带系统。在窄带多址系统中, 可用无线频谱被分配给大量的窄带信道。这些信道使用频分双工, 为减小每个双工信道中前向与反向信道之间的干扰, 在规定的频谱内尽可能地加大双工频率间隔 (ETACS 及 GSM 系统的双工间隔均为 45MHz)。同时, 允许一般的双工器用于用户单元。在窄带 FDMA 中, 一个用户被安排在一个独自的信道而不与邻近的用户共享。如果采用 FDD, 则每个信道拥有前向与反向链路。那么, 这个系统就被称为 FDMA/FDD。另一方面, 窄 CDMA 系统允许不同的用户使用同一信道, 但它们被指派在信道中周期性的独特时隙内。大量使用 FDD 或 TDD 的信道被提供给 TDMA, 且每个信道都使用 TDMA。这种系统被称为 TDMA/FDD 或 TDMA/TDD。

(2) 宽带系统。在宽带系统中, 传输信道的带宽很宽。因此, 多径衰减对宽带信道的接收信号影响不大, 在宽带多址接入系统中, 允许用户发送的信号频谱很大, 而且允许多个发射机在同一信道发送。反之, 扩频的 CDMA 允许同一信道上所有的发射机在同一时间接入信道, 根据各信号不同的码元来区分用户。TDMA 与 CDMA 可以采用频分双工或时分双工技术。

表 1-1 为不同的无线通信系统采用的多址技术。

表 1-1 不同的无线通信系统采用的多址技术

移动通信系统	多址技术
AMPS (北美蜂窝系统)	FDMA/FDD
GSM	TDMA/FDD
ETACS	FDMA/FDD
JDC (日本数字蜂窝系统)	TDMA/FDD
DECT (欧洲数字无线电话)	FDMA/TDD

2. 时分多址 (TDMA)

TDMA 中每个用户占据周期性重复的一个时隙。这样, 一个信道可以看作是多个连续帧内的一个特定时隙, 一帧内可能有 N 个时隙 FDMA 使用 Buffer-and-Burst 方法传输数据, 因此, 每个用户的传输是不连续的。而来自不同用户的发射信号交互出现在一个如图 1-6 所示的帧结构中。

可以看成是一个帧包含多个时隙, 每个帧有报文 (Preamble)、训练比特 (Trail Bit) 与信息。在 TDMA/TDD 中, 帧信息的一半时隙用于前向链路, 另一半用于反向链路。在 TDMA/TDD 系统中, 相同或相似的帧结构单独地用于前向或反向传输。但载波频率则视前向或反向而不同。一般来说, TDMA/FDD 在前向、反向时隙之间故意引入几个时隙的延迟,

所以双工器可以不用于用户设备中。

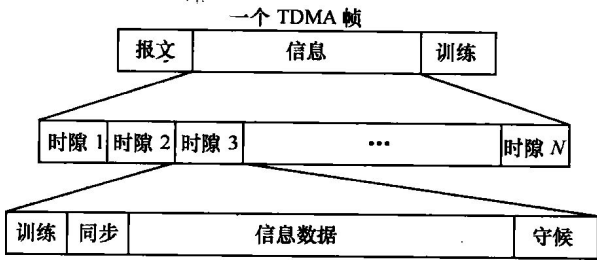


图 1-6 TDMA 帧结构

在 TDMA 帧中，报文包含了被用来进行系统与用户相互验证的地址、同步信息，守候时隙被用来同步处于不同帧或时隙中的接收机。

不同的 TDMA 无线标准有不同的 TDMA 帧结构。特点大致如下：

(1) 在 TDMA 中，几个用户共用一个单频率，且每个用户的时隙不重复。每个帧内的时隙的多少取决于几个因素，如调制技术、可用频带等。

(2) 在 TDMA 系统中，用户数据传输是不连续的，而出现时是个突发脉冲（Burst），用户的发射机可以在其接收以外期间关闭，以降低电源消耗。

(3) 一个增强的控制链路——如 MAHO（移动辅助切换）可被提供于用户监听空闲时隙的 TDMA 帧上。

(4) TDMA 使用不同的时隙给前向与反向链路，所以双工器可以不用于用户设备中。即使因使用了 FDD 技术，一个开关电路即可在用户设备中进行符合 TDMA 规则的接收—发射转换。

(5) 因为传输速率通常比 FDMA 高，自适应均衡在 TDMA 系统中经常是必需的。

(6) 在 TDMA 中，守候时隙被缩小，为了减小守候时间，在时隙边缘的信号被锐利截止。如发射频谱扩展，则将引起邻近信道的干扰。

(7) 因为 TDMA 系统采用突发脉冲传输，高要求的同步操作在 TDMA 系统中是需要的，TDMA 传输被分为一个个时隙，要求接收机与每个数据脉冲保持同步。

图 1-7 为 TDMA 以不同的时间段来区分用户示意图。

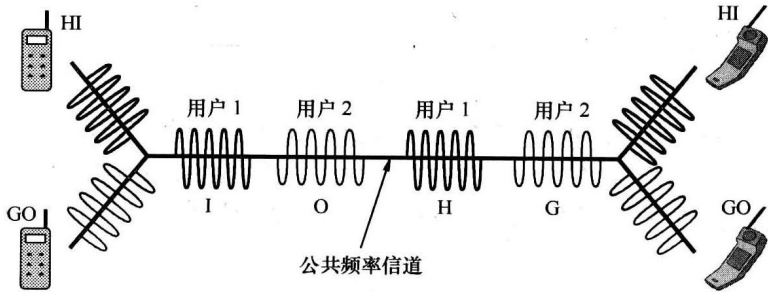


图 1-7 TDMA 以不同的时间段来区分用户

GSM 手机采用了频分多址与时分多址的结合（FDMA/TDMA），它用不同的频率来区分不同的信道，用不同的时间段来区分用户。

1.3.4 GSM 逻辑信道

CCITT 将信道定义为“接口的一个可识别的部分”。这里所说的信道与我们平时所说的信道有很大的不同，概念上很容易混淆，需注意。

GSM 逻辑信道分为两大组：业务信道和控制信道。

1. 业务信道

业务信道简称 TCH，有不同种类：

(1) 全速

- TCH/FS：语音（净速 13kbit/s，总速 22.8kbit/s）。
- TCH/F9.6：9600bit/s 资料。
- TCH/F4.8：4800bit/s 资料。
- TCH/F2.4：2400bit/s 资料。

(2) 半速

- TCH/HS：语音（净速 6.5kbit/s，总速 11.4kbit/s）。
- TCH/H4.8：4800bit/s 资料。
- TCH/HI2.4：2400bit/s 资料。

无论何种类型，每条业务信道都伴有一随路控制信道（ACCH），用于传送信令，可为快（FACCH）或慢（SACCH）。

2. 控制信道

GSM 建议书指定了几种控制信道（CCH）：

- 广播控制信道（BCCH）——它们通常于时隙 0 中发射，但不需在固定的信道上。或者说，所有信道都可以是控制信道，以提高灵活度。

- 共用控制信道（CCCH）。

- 专用控制信道（DCCH）。

移动台首先用 BCCH（FCCH——频率校正信道；SCH——同步信道）使自己与基站的时钟及频率同步，并获取关于服务蜂窝及邻近蜂窝的资料。当拨出电话时，移动台先用 RACH（随机接入信道）接进系统。接着 AGCH（接入允许信道）会指示移动台使用一条 SDCCH（独立专用控制信道）来完成余下的建立通话过程。当过程完成后，移动台会被指示移到 SACCH（低速随路控制信道），直到通话完毕为止。通话则在 TCH 上进行。一个切换会使用 FACCH（快速随路控制信道）来发动。

当接到电话时，PAGCH（寻呼和接入允许信道）会通知移动台，移动台则经 RACH 回答。然后，AGCH（接入允许信道）会指示移动台使用一条 SDCCH，进行如上段所述的过程。而且在不同的场合使用不同的脉冲群。

1.3.5 多径衰减

多径衰减是一种由于发出的信号经两条或更多的路径到达接收器而产生的现象。多径通常是由于大楼的反射、地理形势等造成。天气因素亦可以导致这类问题，因为不同的湿度和温度会影响无线电波的传送。由于这些反射，相同的信号会在不同的时间到达接收器，在接收器处，这些信号会产生建设性的（相加）或破坏性的（互相抵消）干扰。如果它们产生破

坏性的干扰，信号就无法完全被接收。

GSM 使用 4 种方法来解决这个现象。

(1) 跳频

跳频可通过频率分集提高传输质量，同时也提高了频谱效率。载波可按时分复用的节奏改变，即对全速率语音信道每秒改变 200 次，对半速率信道每秒改变 100 次，并用不同的伪随机跳频序列。但对跳频有一个限制，即公用信道（FCCH、SCH、BCCH、PAGCH 和 RACH）必须使用一个固定的频率。这一限制是为了简化初始同步的获取。

(2) 均衡

基站和移动台的接收器都设有均衡器，以补偿它们之间的路径上所产生的相位与幅度的非线性，通常称之为信道脉冲反应。均衡器利用脉冲群中间的训练数组（又称 Midamble）来估计这个反应，然后使用活性数码滤波器建造一个反向的反应。经过冗长的程序，反向反应会抵消该条物理路径的非线性，克服多径衰减中最麻烦的现象。

(3) 改错

就算用了跳频和均衡，仍会不可避免地出现一些错误，所以经数字信道传送的资料，会被加上额外的资讯，以将出错的资料修复至一个令人满意的程度。

(4) 分间插入

错误通常只在一段时间内出现，分间插入将资料分布于一段较长的时间内，即将语音块插入连续的 8 个脉冲群内，如果其中一个被损坏，也只损坏了 1/8，利用前向纠错技术可还原出原来的信息。

1.4 GSM 移动台的一般工作流程

1. GSM 发射流程

发送部分流程如图 1-8 所示。

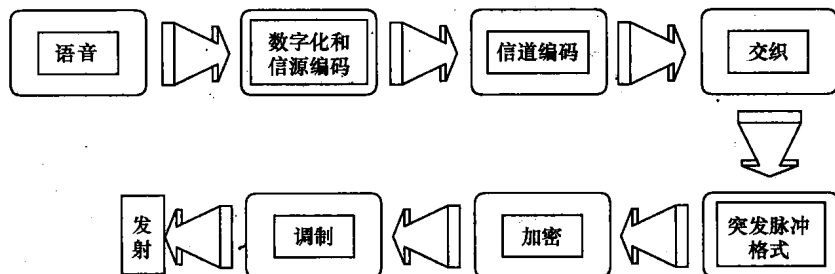


图 1-8 GSM 发射流程图

(1) 信源编码：用户的语音通过 MIC 转化成电信号，这个电信号被编码，转化成代表语音的 13kbit/s 数字信息流。

(2) 信道编码：为了检测甚至纠正传输期间产生的差错，在数据流中引入冗余，通过从信源数据计算得到的信息来提高其速率。信道编码的结果是一个码字流。

(3) 交织：交织是将几个码字的比特混合起来，使得在已调制信号中互相靠近的比特能