

时尚数字手机

原理与维修

张兴伟 编著

(一)



人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

时尚数字手机原理与维修（一）

张兴伟 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

时尚数字手机原理与维修 (一) / 张兴伟编著. —北京: 人民邮电出版社, 2001.4
ISBN 7-115-09124-2

I. 时… II. 张… III. ①移动通信—携带电话机—电路理论②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 (2001) 第 11233 号

时尚数字手机原理与维修(一)

◆ 编 著 张兴伟
责任编辑 孙宇昊

◆ 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@pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
读者热线 010-67129212 010-67129211(传真)
北京汉魂图文设计有限公司制作
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: 26.25 插页: 22
字数: 656 千字 2001 年 4 月第 1 版
印数: 1 - 6 000 册 2001 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09124-2/TN·1696

定价: 58.00 元

内 容 提 要

本书是一本专门讲述多频数字手机电路原理与维修技术的书籍。

本书共分 12 章，先对手机的电路结构进行了综述，接着分别讲述了摩托罗拉 V2288、V8088、V998、L2000 手机，松下 GD90 手机，诺基亚 8850、3210、8810、7110 手机，爱立信 T18、T28 手机的电路原理及维修方法。

本书讲述通俗易懂，内容丰富实用，可供广大电子爱好者及手机维修人员使用，也可供相关院校的师生学习参考。

前 言

移动通信在我国发展很快，数字手机用户数正以惊人的速度增长。虽然移动通信技术的发展日新月异，但就某种程度而言，手机的故障率还是比较高的。手机用户也迫切需要有良好的售后服务。但由于客观原因的限制，手机维修还有不少困难。

作者长期为一些邮电通信部门提供手机售后技术支持及员工培训，希望能通过本书的写作出版，为数字手机维修的发展尽己微薄之力。

本书对市面上常见的一些新型手机的电路原理进行了详细描述。在编写过程中，力求做到通俗易懂，理论与实践相结合，通过大量的电路图和 PCB 图，配合文字叙述，使读者能比较轻松地掌握理解，从中掌握维修的普遍方法。

本书共分 12 章：第一章对手机的电路结构进行讲述；第二章到第五章分别讲述摩托罗拉 V2288、V8088、V998 及 L2000 手机的电路原理及维修；第六章讲述松下 GD90 手机的电路原理及维修；第七章到第十章分别讲述诺基亚 8850、3210、8810 和 7110 手机的电路原理及维修；最后两章讲述爱立信 T18、T28 手机的电路原理及维修。在每一种机型的讲解中，都分为电路原理和维修方法两大部分。

现将这本书献给广大电子爱好者及手机维护人员，以便互相学习交流。对书中错漏之处，恳请读者指正。

作者

2000 年 11 月于广州

目 录

第一章 基础	1
第一节 接收机电路	1
第二节 发射机电路结构	6
第三节 逻辑音频电路	9
第四节 一般故障维修分析	11
第二章 摩托罗拉 V2288 手机电路原理与维修	18
第一节 概述	18
第二节 V2288 电路芯片介绍	19
第三节 电源电路	23
第四节 V2288 接收电路	30
第五节 V2288 发射机电路	45
第六节 逻辑单元电路	53
第七节 收音电路	55
第八节 V2288 故障分析与维修	56
第九节 电路图及元件分布图	66
第三章 摩托罗拉 V998 手机电路原理与维修	68
第一节 概述	68
第二节 电源电路	68
第三节 V998 接收电路	72
第四节 V998 发射机电路	86
第五节 逻辑单元电路	93
第六节 V998 故障检修	94
第七节 电路图及元件分布图	106
第四章 摩托罗拉 L2000/LF2000 手机电路原理与维修	107
第一节 概述	107
第二节 电路结构简介	109
第三节 电源电路	110
第四节 L2000 接收机电路	116
第五节 L2000 发射机电路	129
第六节 逻辑音频电路	136

第七节	L2000 故障分析	137
第八节	电路图与元件分布图	141
第五章	摩托罗拉 V8088 手机电路原理与维修	142
第一节	概述	142
第二节	电源电路	142
第三节	V8088 接收机电路	146
第四节	V8088 发射机电路	159
第五节	V8088 故障检修	166
第六节	电路图与元件分布图	169
第六章	松下 GD90 手机电路原理与维修	170
第一节	概述	170
第二节	电源电路	171
第三节	接收机电路	174
第四节	频率合成	178
第五节	发射机电路	180
第六节	逻辑音频电路	184
第七节	用户接口	186
第八节	故障分析与维修	188
第九节	GD90 手机故障实例	191
第十节	电路图及元件分布图	199
第七章	诺基亚 3210 手机电路原理与维修	200
第一节	概述	200
第二节	电源电路	201
第三节	接收机电路	207
第四节	频率合成电路	218
第五节	发射机电路	223
第六节	逻辑电路	230
第七节	用户接口 (UI) 模组	232
第八节	常见故障及维修	234
第九节	电路图及元件分布图	242
第八章	诺基亚 8810 手机电路原理与维修	245
第一节	概述	245
第二节	电源电路	245
第三节	接收机电路	248
第四节	频率合成电路	253

第五节	发射机电路	256
第六节	逻辑音频电路	260
第七节	用户接口 (UI) 模组	261
第八节	8810 手机故障分析与维修	264
第九节	电路图及元件分布图	274
第九章	诺基亚 8850 手机电路原理与维修	277
第一节	概述	277
第二节	电源电路	278
第三节	接收机电路	289
第四节	发射机射频电路	302
第五节	逻辑音频电路	307
第六节	用户接口 (UI) 模组	311
第七节	8850 手机故障分析与维修	314
第八节	8850 手机故障维修实例	318
第九节	电路图及元件分布图	326
第十章	诺基亚 7110 手机电路原理与维修	329
第一节	概述	329
第二节	电源电路	330
第三节	接收机电路	340
第四节	频率合成电路	353
第五节	发射机电路	357
第六节	逻辑电路、用户接口及故障检修	362
第七节	电路图及元件分布图	362
第十一章	爱立信 T18 手机电路原理与维修	365
第一节	概述	365
第二节	电源电路	366
第三节	接收机电路	370
第四节	频率合成	374
第五节	发射机电路	377
第六节	音频逻辑电路	380
第七节	用户接口电路	381
第八节	T18 故障实例	382
第九节	元件分布图	388
第十二章	爱立信 T28 手机电路原理与维修	391
第一节	概述	391

第二节	电源电路	391
第三节	用户接口电路	394
第四节	接收机电路	396
第五节	发射机电路	401
第六节	T28 手机故障维修	404
第七节	元件分布图	406
参考文献		409

第一章 基 础

手机是现代电子技术、计算机技术及制造技术相结合的产物。数字手机由用户接口模组、系统模组（包括射频和逻辑音频模组）、电源和其他一些装配件组成。如图 1-1 所示。其中系统模组，即接收机电路、发射机电路和逻辑音频电路，是手机维修的重点和难点所在。

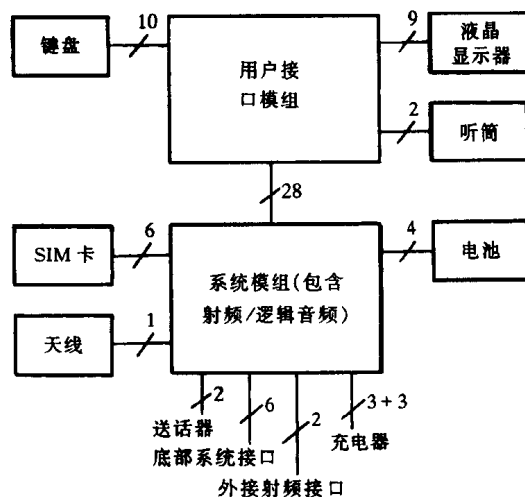


图 1-1 手机结构示意图

第一节 接收机电路

移动通信设备常采用超外差变频接收机。这是因为天线感应接收到的信号十分微弱，而鉴频器要求的输入信号电平较高而且稳定。放大器的总增益一般需在 120dB 以上。这么大的放大量，要用多级调谐放大器而且信号要稳定，实际上是很难办得到的。另外高频选频放大器的通带宽度太宽，当频率改变时，多级放大器的所有调谐回路必须跟着改变，而且要做到统一调谐，这是难以做到的。超外差接收机则没有这种问题，它将接收到的射频信号转换成固定的中频，其主要增益来自于稳定的中频放大器。

手机接收机有三种基本的框架结构，一种是超外差一次变频接收机，一种是超外差二次变频接收机，另一种是直接变频线性接收机。

手机维修人员讲的手机电路结构通常是指射频电路的结构，不同厂家的手机的射频电路结构有一些差异，但不同厂家的手机中的逻辑音频电路结构却大都一致，同一手机厂家出品的手机的射频电路也基本上是一致的。

超外差变频接收机的核心电路就是混频器，可以根据手机接收机电路中混频器的数量来确定该接收机的电路结构。

一、超外差一次变频接收机

接收机射频电路中只有一个混频电路的称作超外差一次变频接收机。超外差一次变频接收机的原理方框图如图 1-2 所示。它包括天线 (ANT) 电路、低噪声放大器 (LNA, Low Noise Amplifier)、混频器 (Mixer, 混频器是超外差接收机的核心电路)、中频放大器 (IF Amplifier) 及解调电路 (Demodulator) 和音频处理电路等。在看手机的接收机射频方框图时, 应注意该接收机中有几次频率变换 (混频电路), 如图所示的频谱搬移就是一次频率变换。

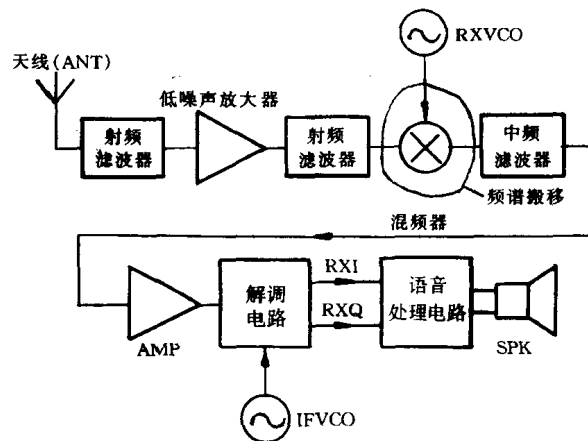
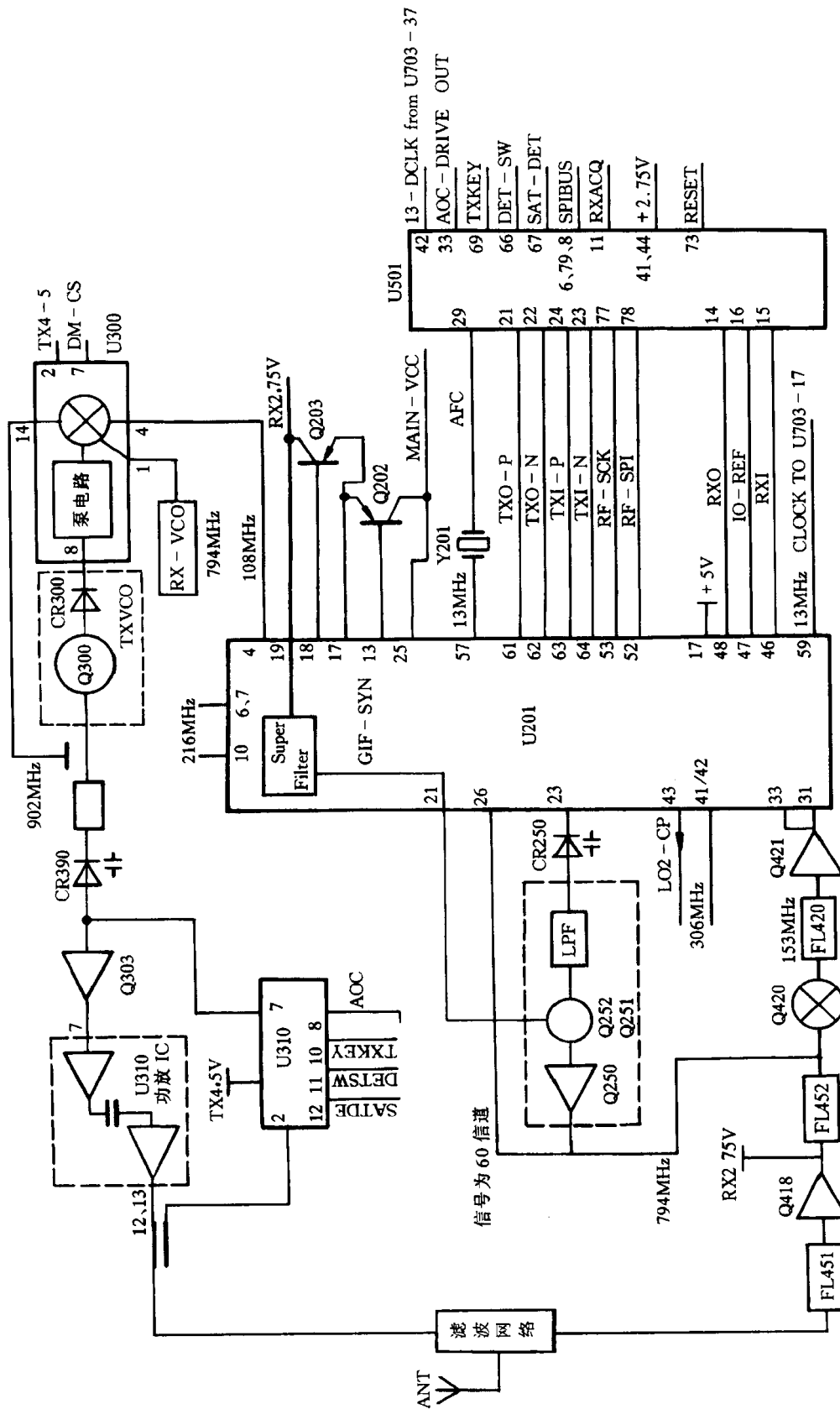


图 1-2 超外差一次变频接收机框图

摩托罗拉手机 (包括数字手机和模拟手机) 的接收机基本上是图 1-2 所示的框架结构。图 1-3 是摩托罗拉 GSM328 射频方框图。图中 Q421 电路是中频放大器; U201 的 41~43 脚连接了一个外接的压控振荡器 (VCO) 电路, 产生一个 306MHz 的信号, 用于 RXI/Q 解调; U201 内包含一个 RXI/Q 解调器。摩托罗拉的接收射频结构除了图 1-2 所示的能明显看出来的特点外, 还有一个特点, 那就是用于解调的接收中频 VCO 都是接收中频信号的 2 倍频。

对超外差一次变频接收机可以这样描述: 天线感应到的无线蜂窝信号经天线电路和射频滤波电路进入接收机电路。接收到的信号首先由低噪声放大器进行放大, 放大后的信号再经射频滤波后, 被送到混频电路。在混频电路中, 射频信号与接收 VCO 信号进行混频, 得到接收中频信号。中频信号经中频放大后, 在中频处理模块内进行 RXI/Q 解调, 解调所用的参考信号来自接收中频 VCO。该信号首先在中频处理电路中被 2 分频, 然后与接收中频信号进行混频, 得到 67.707kHz 的 RXI/Q 信号。RXI/Q 信号在逻辑音频电路中经 GMSK 解调、去交织、解密、信道解码、PCM 解码等处理, 还原出模拟的话音信号, 推动受话器发出声音。

以图 1-3 所示的 GSM328 的射频方框图为例介绍其信号流程。在图的左部我们可以看到天线的图形符号, 天线连接了一个天线开关。天线开关出来有两个路径。电路图中放大器的图形符号通常为 $\triangleright$, 此符号右端所示尖的一端表示信号的流向。信号流向天线的是发射机电路 (如图 1-3 左上部所示), 图形符号尖的一端远离天线的是接收机电路 (如图 1-3 左下部所示)。FL451 是射频滤波器, Q418 是低噪声放大器, F452 是射频滤波器, Q420 是混频器, Q250~Q252 电路是 RXVCO, 给 Q420 电路提供本机振荡信号, FL420 是中频滤波器, 语音处理电路则在逻辑音频电路中。



比较图 1-2 和 1-3，两者的电路结构几乎一模一样。

二、超外差二次变频接收机

若接收机射频电路中有两个混频电路，则该机是超外差二次变频接收机。超外差二次变频接收机的方框图如图 1-4 所示。

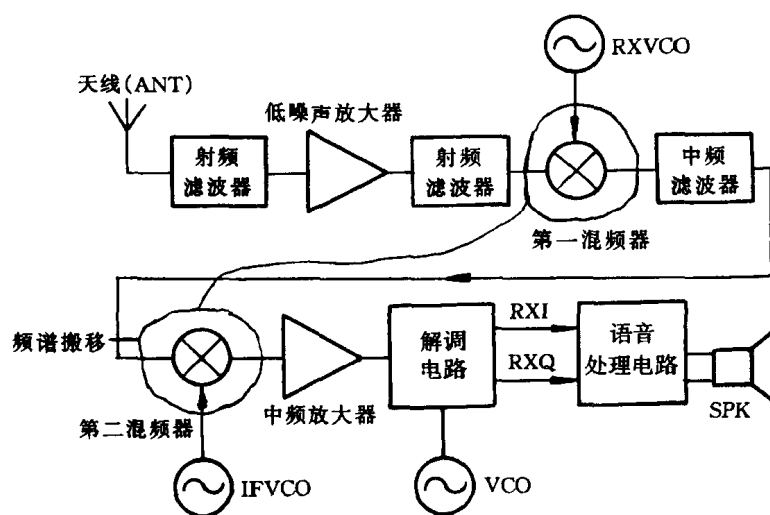


图 1-4 超外差二次变频接收机框图

与一次变频接收机相比，二次变频接收机多了一个混频器及一个 VCO，这个 VCO 在一些电路中被叫作 IFVCO 或 VHFVCO。诺基亚、爱立信、三星、松下和西门子等手机的接收机电路大多都属于此种电路结构。在这种接收机电路中，若 RXI/Q 解调是锁相解调，则解调用的参考信号通常都来自基准频率信号。如 NOKIA3210、8810，爱立信 788、三星 600 等的接收机都属于超外差二次变频接收机。

在图 1-2 和 1-4 中，我们看到解调电路部分也有 VCO，应注意的是，该处的 VCO 信号是用于解调，作参考信号。

而且该 VCO 信号通常来自两种方式：一是来自基准频率信号，如诺基亚的 8110 手机第二接收中频是 13MHz，基准频率信号 13MHz 也提供给解调器用于解调；另一种是来自专门的中频 VCO，如摩托罗拉 GSM328 手机的接收中频是 153MHz，该 VCO 是 306MHz，306MHz 的 VCO 信号在中频处理电路中被 2 分频得到 153MHz 用于接收机解调。

接收电路将天线感应到的高频已调信号放大，经两级（或一级）变频将频率很高的射频信号转变成频率较低的带调制信号的固定中频信号。然后解调出原来的调制音频信号或数据信号，并将其送到音频处理电路或者逻辑电路，以完成相应的各种功能。

对超外差二次变频接收机可以这样描述：天线感应到的无线蜂窝信号经天线电路和射频滤波电路进入接收机电路。接收到的信号首先由低噪声放大器进行放大，放大后的信号再经射频滤波后，被送到混频电路。在混频电路中，射频信号与接收 VCO 信号进行混频，得到接收第一中频信号。第一中频信号被送到接收第二混频器，与接收第二本机振荡信号混频，得到接收第二中频，接收第二本机振荡来自 VHFVCO 电路。接收第二中频信号经中频放大后，在中频处理模块内进行 RXI/Q 解调，解调所用的参考信号来自接收中频 VCO。该信号首先在中频处理电路中被 2 分频，然后与接收中频信号进行混频，得到 67.707kHz 的 RXI/Q

信号。RXI/Q 信号在逻辑音频电路中经 GMSK 解调、去交织、解密、信道解码、PCM 解码等处理，还原出模拟的话音信号，推动受话器发出声音。

以诺基亚 8810 的射频方框图（如图 1-5 所示）为例：

在图纸左边的中间，我们可以看到天线的另一种图形符号，天线连接的是一个双工滤波器（在双工滤波器处没有英文标识，但有一个另外的明显的标识——“935~960MHz”和“890~915MHz”）。根据图纸中放大器图形符号的方向，可以确定图纸的上部是接收机电路（其实根据“935~960MHz”也可以确定上部是接收机电路，因为 GSM 接收机的工作频率范围就是 935~960MHz）。在图纸中，首先可以看到一个用黑线圈起来的模块——CRFU-1a，从它在图纸中所处的位置可以确定它是一个射频处理电路，也就是说接收机的射频处理部分被集成在该模块中。

沿着双工滤波器的接收输出端口看出去（标有 935~960MHz 的一端），信号首先进入低噪声放大器（图中箭头符号表示该放大器的增益可调），从接收机的电路结构图我们知道，天线后的第一级接收放大器就是低噪声放大器。LNA 输出后，经射频滤波、平衡-不平衡转换（BALUN），将信号分为两路，送到混频器。在混频器的下面方向，沿着信号线寻找，可以看到一个给混频器提供本机振荡信号的 UHFVCO 电路。

混频器输出后，信号到达一个滤波器，该滤波器上标有“71MHz”，说明 8810 的接收第一中频是 71MHz。71MHz 的信号送到另一个模块（SUMMA），在模块内，信号经三级放大电路放大，放大后的信号送入第二个混频电路。在第二混频器下面，可以看到，58MHz 分频器。从分频器向左找出去，可以看到，给接收第二混频提供本机振荡信号的 VHFVCO 电路，VCO 电路产生的信号就是 232MHz。第二本机振荡信号就是 232MHz 被 4 分频，而得到的一个 58MHz 信号。该信号在第二混频电路中与 71MHz 信号进行混频，得到 13MHz 的接收第二中频信号，该信号经第二中频滤波器后，在模块内进行 RXI/Q 解调，得到 RXI/Q 信号。音频处理则在逻辑音频电路中进行。

三、直接变频线性接收机

早期的手机接收电路结构基本上都是上述的两种电路结构形式。但随着新型手机的面世，又有一种新的接收机电路结构——直接变频线性接收机（Direct Conversion Linear Receiver）。如诺基亚的 8210 手机。这种接收机的电路结构如图 1-6 所示。

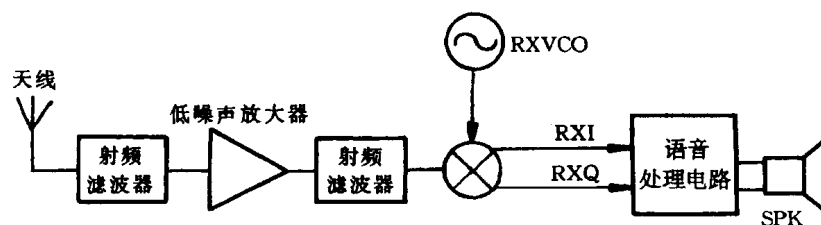


图 1-6 直接变频线性接收机方框图

从前面的一次变频接收机和二次变频接收机的方框图可以看到，RXI/Q 信号都是从解调电路输出的，但在直接变频线性接收机中，混频器输出的就是 RXI/Q 信号了。

但不管电路结构怎样变，各种手机都有一些相似之处，信号是从天线到低噪声放大器，再到频率变换单元和到语音处理电路，具体叙述如下。

(1) 接收天线：简写 ANT。将高频电磁波转化为高频信号电流。

(2) 双工滤波器：它将接收射频信号与发射射频信号分离，以防止强的发射信号对接收机造成影响。双工滤波器包含一个接收滤波器和一个发射滤波器，它们都是带通射频滤波器。

(3) 天线开关：作用同双工滤波器。由于 GSM 手机使用了 TDMA 技术，接收机与发射机间隙工作，天线开关在逻辑电路的控制下，在适当的时隙内接向接收机或发射机通道。

(4) 射频滤波器：是一个带通滤波器，只允许接收频段的射频信号进入接收机电路。

(5) 低噪声放大器：简写 LNA。它将天线接收到的微弱的射频信号进行放大，以满足混频器对输入信号幅度的需要，提高接收机的信噪比。

(6) 混频器：简写 MIX。是一个频谱搬移电路，它将包含接收信息的射频信号转化为一个固定频率的包含接收信息的中频信号，是接收机的核心电路。

(7) 中频滤波器：中频滤波器在电路中只允许中频信号通过，它在接收机中的作用比较重要。中频滤波器防止邻近信道的干扰，提高邻近信道选择性。

(8) 中频放大器：中频放大主要是提高接收机的增益。接收机的整个增益主要来自中频放大。

(9) 射频 VCO：在不同的手机电路的英文缩写不同，常见的有 RXVCO（诺基亚、爱立信及其他部分手机）、RFVCO（三星手机）、UHFVCO（诺基亚手机）、MAINVCO（摩托罗拉手机）等。它给接收机提供第一本机振荡信号，给发射上变频器提供本机振荡信号，得到最终发射信号，给发射变换模块提供信号，经处理得到发射参考中频信号。

(10) 中频 VCO：通常被称为 IFVCO 或 VHFVCO，若接收有第二混频器的话，给接收机的第二混频器提供本机振荡信号。在一些手机电路中，给 RXI/Q 解调电路提供参考振荡信号。

(11) 语音处理部分：语音处理部分包含几个方面，首先 RXI/Q 信号在逻辑电路中进行 GSMK 解调，然后进行解密和去交织等处理，然后将这个信号进行 PCM 解码，还原出模拟话音信号。

第二节 发射机电路结构

所谓通信 (Communication)，简单地说是指如图 1-7 所示那样通过传输媒介将发送方的信息传递到接收方。

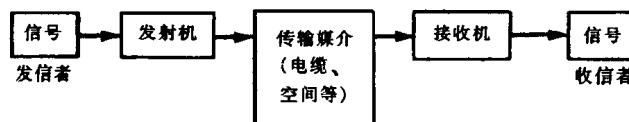


图 1-7 通信结构示意图

但声音信号不能像电波那样直接在空中发射，为了把需要传送的信号发送出去，就需使用某种方法将声音信号搬移到频率比声音信号高、适合在空中发射的信号上去。如图 1-8 所示，用信号去调制载波 (Carrier)，再通过射频电路将信号发送出去。

每一部移动电话都有一个发射机，它包括 VCO、发射驱动 (TX Driver)、功放 (PA) 及电源调节器 (PWR Regulator)、功率控制 (PA Control) 等电路。一个完整的移动电话发

射机还包括发射音频电路、数字语音处理电路等。

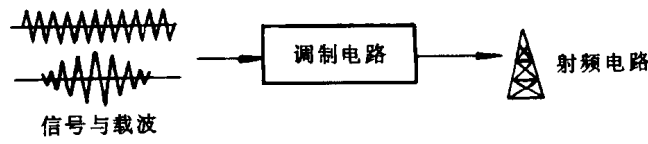


图 1-8 发射信号变化与传输

以前 GSM 手机的发射电路大致有两种框架结构：带发射变换模块的发射机电路结构和带发射上变频器的发射机电路结构。

最近又有了一种新型结构——直接变频发射机电路机构。

一、带发射变换模块的发射机电路结构

在图 1-9 所示的发射机结构中，其发射流程如下：送话器将话音信号转化为模拟的话音电信号，转化后的信号经 PCM 编码模块将其变为数字语音信号，然后在逻辑电路中进行数字语音处理，如信道编码、均衡、加密以及 TXI/Q 分离等，分离后的 TXI/Q 信号到发射机中频电路完成 I/Q 调制，该信号再在发射变换模块里与发射参考中频（RXVCO 与 TXVCO 的差频）进行比较，得到一个包含发送数据的脉动直流信号，该信号去控制 VCO 的工作，得到的最终发射信号经功率放大器放大后，由天线发送出去。

摩托罗拉 328、87、928、L2000，爱立信 788，三星 600、500 等的发射机电路均属这一种。

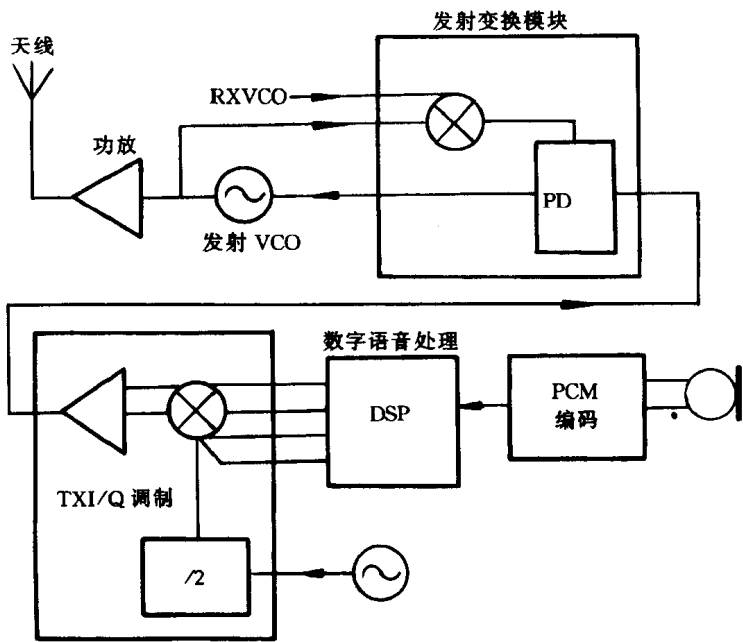


图 1-9 发射机结构图一

以摩托罗拉的 GSM328 为例：

送话器转换的话音信号在 U901、U803 与 U801 内完成语音信号的数字化处理，并经逻辑电路处理后，从射频逻辑接口电路 U501 的 21~24 输出发射的基带信号 TXI/Q。

TXI/Q 信号被送到发射中频处理电路 U201，在 U201 内进行 I/Q 调制，调制器使用的载

波信号来自外接的 216MHz 振荡器。216MHz 的信号在 U201 内被 2 分频，得到 108MHz 的载波信号，调制后从 U201 的 4 脚输出发射已调中频信号。

发射已调中频信号被送到发射变换模块 U300 电路。在 U300 电路中，发射已调中频信号与发射参考中频信号进行比较，并经一个匹配电路转换后，得到一个包含发送数据的脉动直流信号。发射参考中频信号来自发射变换模块中的一个混频器，它将 RXVCO 信号与 TXVCO 信号进行混频，得到一个固定的 108MHz 参考发射中频（注意两个 108MHz 信号的区别）。

发射变换模块输出的信号是发射 VCO 电路的控制信号，这个直流电压信号控制 VCO 电路中的变容二极管的反偏压，使变容二极管的结电容发生变化，从而控制发射 VCO 的输出信号频率。

Q300 电路就是 TXVCO，TXVCO 输出最终发射射频信号，该信号经 Q303 驱动放大后，由 U301 进行功率放大。U301 输出的信号经天线发送出去。在 U301 的输出端，经一个微带线耦合器取一部分发射信号作功率控制的取样信号，该信号在 U310 内经处理，得到一个功率控制信号，控制功率放大器的输出。

二、带发射上变频器的发射机电路结构

图 1-9 和图 1-10 所示的发射机结构在 TXI/Q 调制之前是一样的，其不同之处在于 TXI/Q 调制后的发射已调信号在一个发射混频器中与 RXVCO（或 UHFVCO、RFVCO）混频，得到最终发射信号。

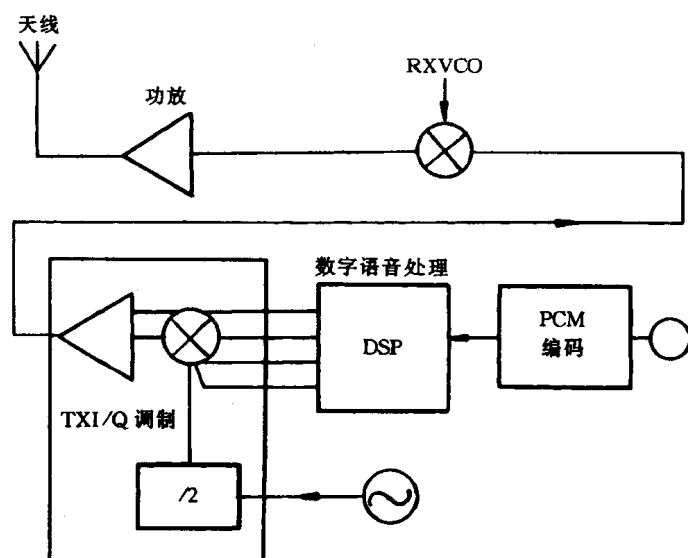


图 1-10 发射机结构图二

NOKIA8110、3210、6150 等手机的发射机电路属于这一种电路。

无线通信是借助于无线电波的辐射进行通信的，而人们通常能听到的声音频率很低，需借助于高频电波从某一处传到另外的地方。这就需要振荡电路来产生高频信号，图 1-9、1-10 中的 RXVCO 即起这样的作用。

在电子电路中，振荡电路多种多样。随着通信技术的发展，对振荡信号频率的稳定度和精确度的要求越来越高，目前移动通信设备中常用的便是以晶体振荡器为基准频率并采用