

一、GSM 的理论基础.

所谓移动通信,指移动体之间或移动体与固定体之间的通信,即通信中至少有一方可移动。

常见的移动通信系统有:无线寻呼、无绳电话、对讲机、蜂窝移动电话(包括模拟移动电话、GSM 数字移动电话等)、卫星移动电话等。

移动通信经历了近一百年的发展,特别是近十年来,其发展速度惊人。移动通信从最初的单电台对讲方式发展到现在的系统和网络方式;从小容量到大容量;从模拟方式到数字方式。可以说,现代的通信是当代电子技术、计算机技术、无线通信、有线通信和网络技术的产物。

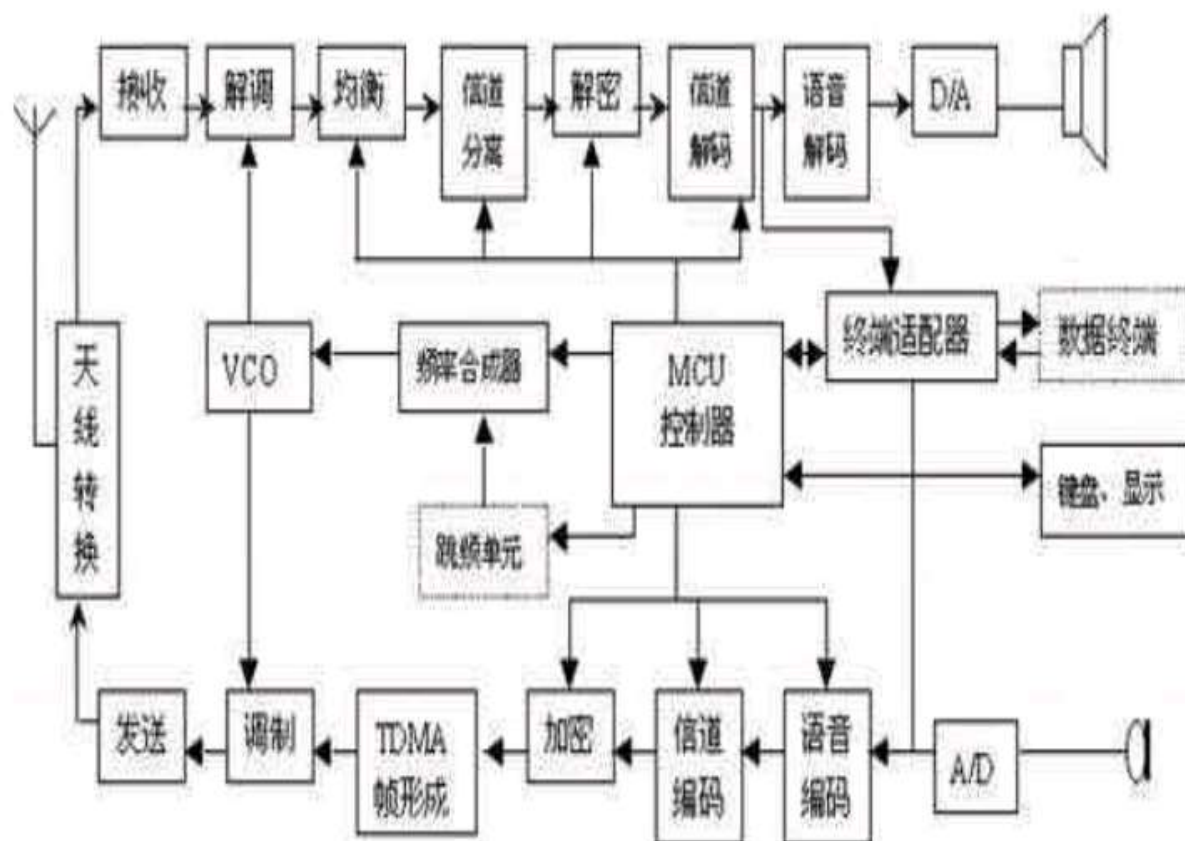
GSM 系统是第二代数字蜂窝移动通信系统,它采用 900MHz 频段,在后期又加入了 1800MHz 频段及 1900MHz 频段,为便于区别,分别称为 GSM900、DCS1800 及 PCS1900。

初期的 GSM 的工作频率是 890~915MHz(移动台发),935~960MHz(基站发)共 25MHz 的双工频率;后加入了 EGSM(扩展 GSM)其频段为 880~890MHz(移动台发),925~935MHz(基站发),为与 EGSM 区别,把前者称之为 PGSM。GSM900 上行与下行频段的间隔为 45MHz,信道间隔为 200KHz,可分为 124 个信道(EGSM 加入了 975~1023 共 49 个信道);因此 E-GSM 共有 174 个信道。

DCS1800 的频段为 1710~1785MHz(移动台发),1805~1880MHz(基站发),上行与下行频段的间隔为 95MHz,频带宽度为 75M,可分为 374 个信道(512 至 885)。

PCS1900 的频段分为上行: 1850~1910MHz, 下行: 1930~1990MHz, 上行与下行频段的间隔为 80MHz, 频带宽度为 60M, 可分为 300 个信道。

二、GSM 手机信号流程。



移动电话(以下均称手机)电路结构，按电路原理可归纳为两大部分：

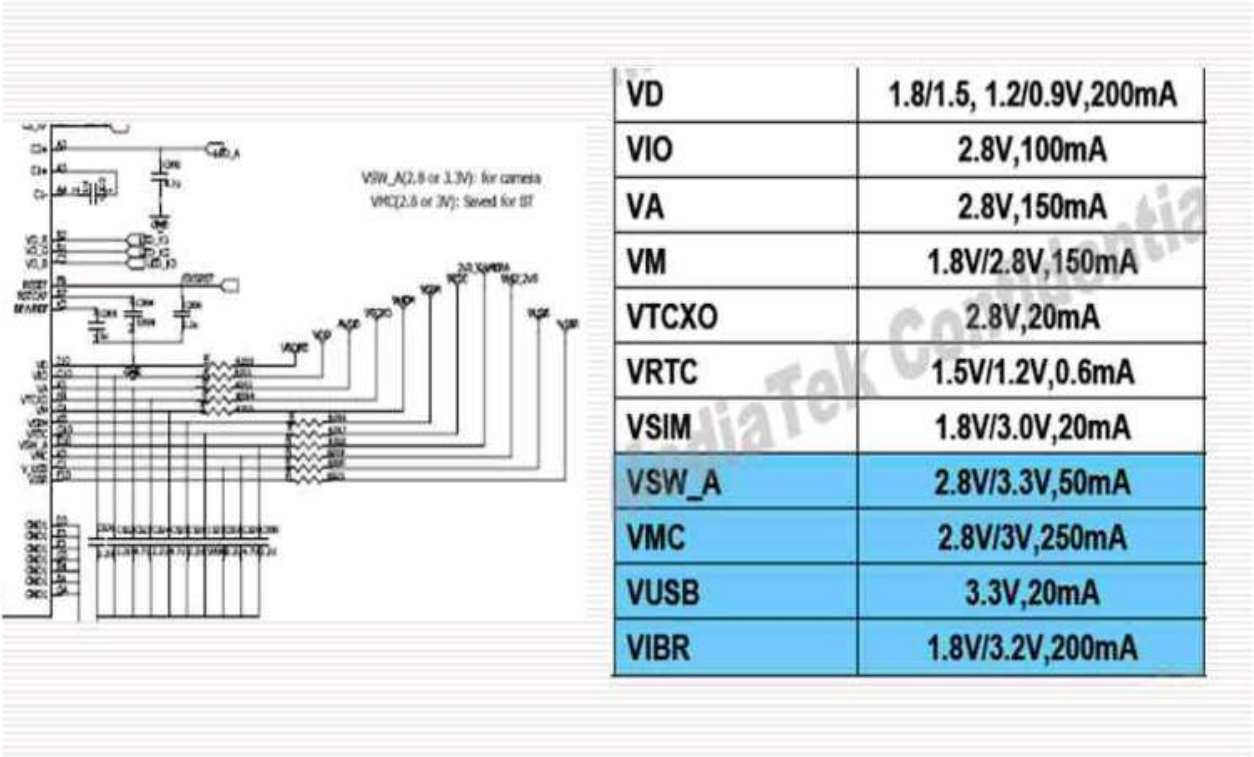
A: 射频电路

B: 基带电路

1.整机供电及开机过程

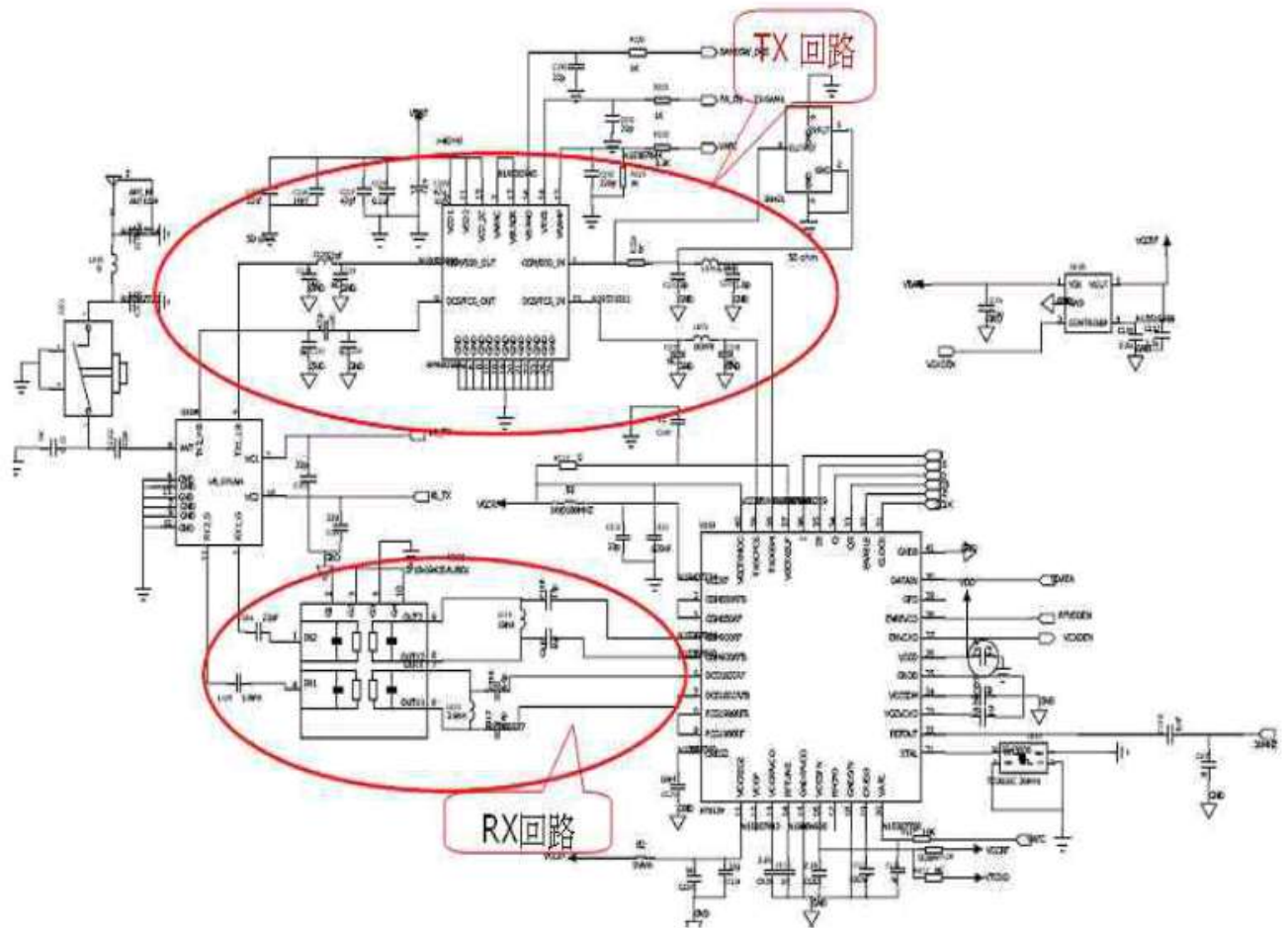
整机供电主要由电源模块提供。手机的开关机过程主要受到电源模块、中央处理器及闪速存储器的控制。当给手机加电后，3.8V 的 VBAT 电压立即产生，而且电源模块的开机触发脚为高电平，按下开关键时，会把此电压拉低，此触发信号令电源模块送出 2.8V 约 20MA 电流的 VTCXO(系统主时钟)电压到 MT6139BN/FR 21 脚的 26MHz 晶体，使其起振,产生 26MHz 的时钟,经过中频放大后从 22 脚输出作为系统时钟送到 MTK 基带芯片 (MTK6225)，同时电源模块送出 VDD 及 VCORE 等逻辑电压送到 MTK 基带芯片和中频，并且电源从 F9 脚送出 2.8V 的复位信号 (SYSRST) 到基带芯片。当系统时钟、复位信号、逻辑供电均送到基带芯片后，基带芯片送出 2.8 伏的开机请求信号，此电压马上经过开关键下拉为低电平，当超过一定时间 (64ms) 时，基带芯片会判断为开机请求，它从闪速存储器 (U505) 内调出开机程序，送到随机存储器内运行，当运行通过后，中央处理器送出开机维持信号，此信号送到电源模块，令其维持送出各项电压，以达到维持开机的目的。

2. 电源模块供电电路

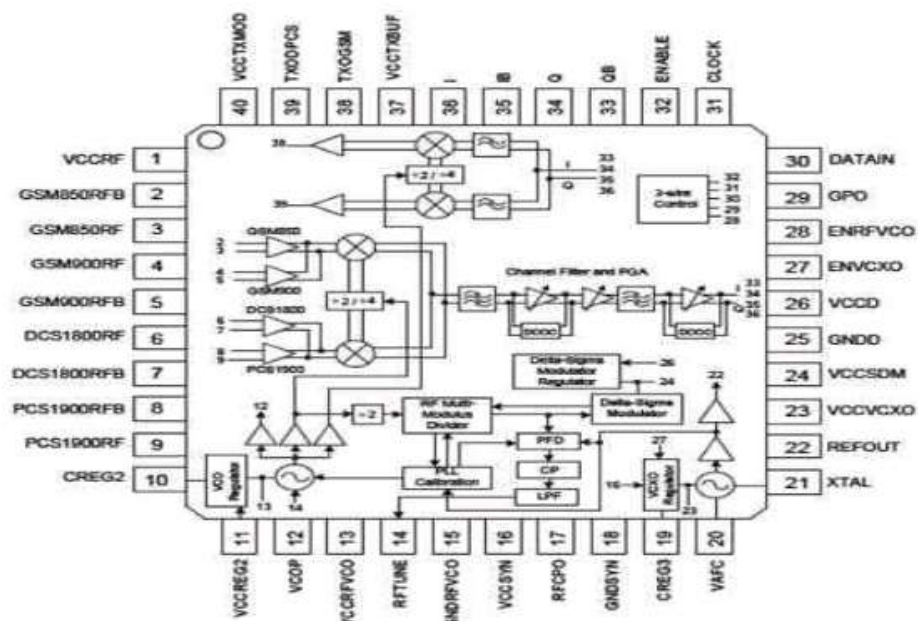


- ① VDD, 供基带芯片(U200), FLAHS 使用
- ② 核心供电 VD 1.8/2.2V,0.9/1.2V, 供基带芯片(U200)使用
- ③ 实时时钟电源 VRTC: 1.2/1.5V,为表时钟提供电压。表时钟 RTC (Real Time Clock),它的作用是在手机进入深睡眠模式 (Deep Sleep Model) 时,系统时钟将被关掉,RTC 将被用来当作部分电路主要是电源以及操作电路的时钟,以便对外部的操作进行响应。

3. 射频电路



射频电路:MTK6139 射频芯片内部简介



BM07A 手机射频部分包括 MTK6139 射频芯片、射频功放芯片(U107) 放大电路、天线开关(U104)和前端开关滤波电路等组成。射频电路的主要功能有两个：一是从天线接收到的射频信号中选出需要的信号并解调出基带信号并传送给基带芯片,二是将传来基带芯片的基带 I、Q 信号调制到指定的射频频率,并经功率放大后送到天线开关芯片进行收发转换和频段切换发射出去。

①.天线电路

天线电路是手机接收电路的第一级电路,也是发射电路的最后一级电路。

主要作用有以下几点:

一、是将天线将空中的电磁波转化为高频电流并将其输送到接收电路中。

二、是分离发射和接收信号,避免二者相互干扰。由于 GSM 手机使用了 TDMA 技术,接收机与发射机间歇工作,天线开关在逻辑电路的控制下,在适当的时隙内能连接到接收机或发射机通道。

三、是用于切换内接和外接天线电路。

四、是对于双频或三频手机,天线电路还可以将 GSM900MHz、GSM1800MHz 或 PCS1900MHz 信号分开。

②.低噪声放大电路

低噪声放大器在电路中主要是对天线感应到的微弱的射频信号进行放大,以满足混频器对输入信号的幅度的要求。在手机电路图中,低噪声放大器的英文缩写是 LNA(Low Noise Amplifier)。

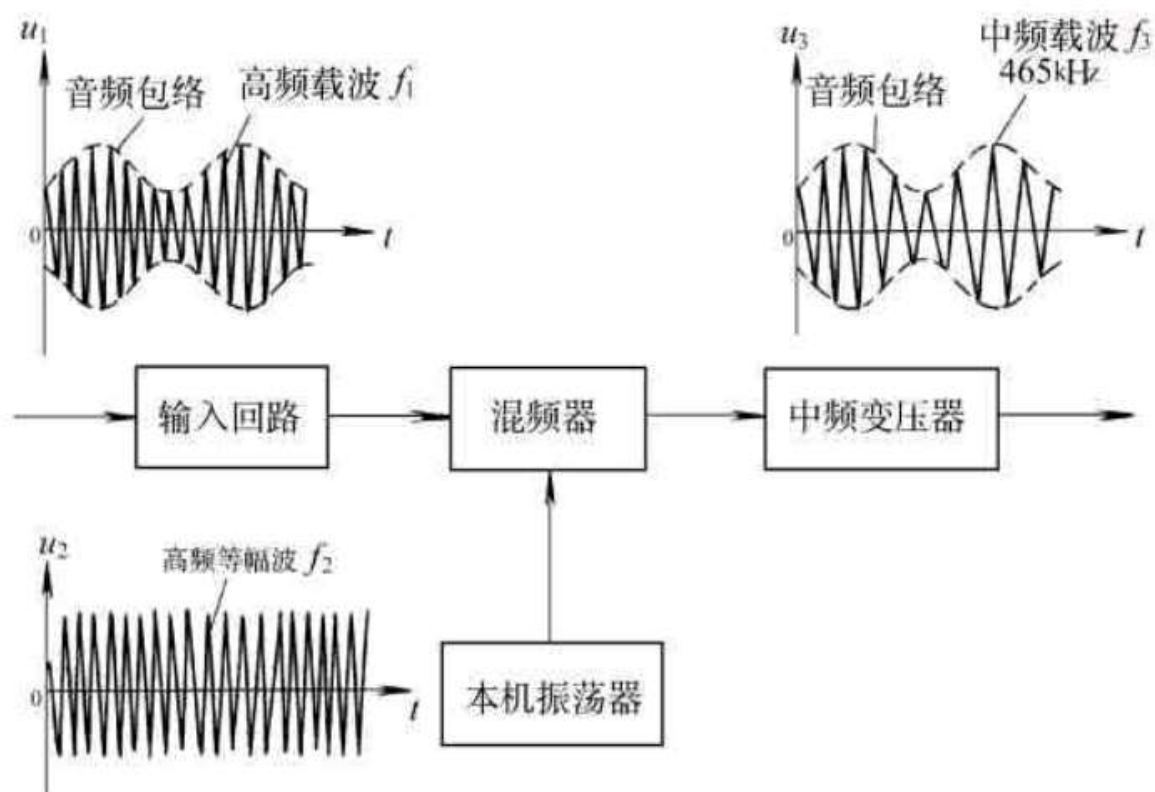
低噪声放大器是接收机的第一级放大电路,位于天线电路之后。在低噪声放大器的前后,通常都有射频滤波器。

低噪声放大器是一个高频小信号放大器,这个放大器中的三极管要求截止频率高,放大倍数大,噪声系数小。第一级信号很小,工作点通常设得比较低,同时加电流负反馈,减小噪声。

③.混频电路

混频就是将两个不同的信号——本机振荡信号和信号频率加到非线性器件上，进行频率组合后取其差频或和频，从而满足电路的需要。而这个差频或和频是固定不变的，我们也把这种变化称为频谱搬移。混频的英文缩写是 MIX。

本机振荡器产生高频等幅振荡信号 u_2 ，其频率为 f_2 ， f_2 和 f_1 一起送入混频器，在混频器中利用模拟乘法器的乘法特性（或晶体管非线性的乘法功能），对两路信号进行混频（相乘）处理，结果使混频器输出载频分别为 (f_2+f_1) 和 (f_2-f_1) 的调幅波分量。在混频器的输出端，再利用选频回路，选出 (f_2-f_1) 的中频信号，从而完成变频过程。



例如, 信号为 $A\sin\omega_1 t$, 本振信号为 $\sin\omega_2 t$ 。这两个信号经混频器相乘后其输出为:

$$A\sin\omega_1 t \cdot \sin\omega_2 t = [\cos(\omega_1 + \omega_2)t - \cos(\omega_1 - \omega_2)t]A/2。$$

其中, $\cos(\omega_1 + \omega_2)t$ 为两个信号的和频分量; $\cos(\omega_1 - \omega_2)t$ 为两个信号的差频分量。经过46选频回路, 滤除和频分量及选出差频 $(f_2 - f_1)$ 分量后, 即得到混频器的输出可以看出, 代表音频信号的振幅包络未畸变, 但载波频率却变成了4, 从而实现了载波频率的变换。

电压控振荡电路(VCO)

这种电路是通过改变变容二极管的反偏压 V_D 来使变容二极管的结电容发生变化, 从而改变了振荡频率。由于是用电压来控制

频率的变化, 从这个意义上说, 这样的电路称为压控振荡电路。压控电路在手机一本振、二本振等振荡电路中得到了广泛的应用, 如摩托罗拉 V998 手机的一本振和二本振电路就采用了这种形式的压控振荡电路, 不过, 对于大多数手机, 本振电路则是将整个压控振荡电路全部给合在一起封装起来, 组成一个 VCO 组件, 只有几引脚(一般有供电脚、接地脚、输出脚和控制脚)和外电路相连, 但不管如何组合, 内部工作原理却是不变的, 仍是一个压控振荡电路。

2.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。与一次变频接收机相比, 二次变频接收机多了一个混频器和一个 VCO, 这个 VCO 在一些电路中被叫作 IFVCO 或 VHFVCO。诺基亚手机、爱立信手机、三星、松下和西门子等手机的接收电路大多数属于这种电路结构。

超外差二次变频接收机工作过程是: 天线感应到的无线蜂窝信号(GSM900 频段 935~960MHz 或 DCS1800 频段 1805—1880MHz)经天线电路和射频滤波器进入接收电路。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第一混频器。在第一混频器中, 射频信号接收 VCO 信号进行混频, 得到接收第一中频信号。第一中频信号与接收第二本机振荡信号混

接收第二中频信号经二中频放大后,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分频,然后与接收中频信号进行混频,得到67.707kHz的RXI/Q信号。

手机的发射功率是可控的，它在不同的地理位置，根据系统的控制指令工作在不同的发射功率级别上。图中所示是一般手机功率控制的原理方框图。该控制环路工作原理如下所述：功率放大器放大的发射信号送到天线转化为高频的电磁波发送出去。在功放的输出端，通过一个取样电路取一部分发射信号，经高频整流得到一个反映发射功率大小的直流电平。这个电平在比较电路中来自逻辑电路的功率控制参考电平进行比较，输出一个控制信号去控制功放电路的偏压或电源，从而达到控制功率的目的。

逻辑音频电路分析

逻辑 / 音频部分可以分为逻辑控制和音频信号处理两个部分。它完成对数字信号的处理和对整机工作的管理和控制。

1. 逻辑电路

手机逻辑部分电路主要由 CPU 和存储器组成。

在手机程序存储器中，字库(版本)主要是存储工作主程序、码片主要存储手机机身码(俗称串号)和一些检测程序，如电池检测、显示电压检测程序等。

CPU 与存储器组之间通过总线和控制线相连接。所谓总线，是由 4 条到 20 条功能性质一样的数据传输线组成。所谓控制线就是指 CPU 操作存储器进行各项指令的通道，例如片选信号、复位信号、看门狗信号和读写信号等。CPU 就是在这些存储器的支持下，才能够发挥其繁杂多样的功能，如果没有存储器或其中某些部分出错，手机就会出现软件故障。

CPU 对音频部分和射频部分的控制

处理也是通过控制线完成的，这些控制信号一般包括 MUTE(静音)、LCDEN(显示屏使能)、LIGHT(发光控制)、CHARGE(充电控制)、RXEN 或 RXON(接收使能)、TXEN 或 TXON(发送使能)、SYNEN(频率合成器使能)、SYNCLK(频率合成器时钟)等，这些控制信号从 CPU 伸展到音频部分、射频部分和电源部分，去完成整机复杂的控制工作。

二、音频电路

1.接收音频处理电路

接收机解调得到的接收基带信号被送到逻辑音频电路进行处理。

图 4-31 是 GSM 接收机信号变化的示意图。接收时, 天线接收到的射频信号经低噪声放大、混频、中频放大、RXI/Q 解调电路, 解调出 67.707kHz 的模拟基带信号, 模拟基带信号再进行 GMSK 解调(模数转换)、在 DSP 电路内进行解密和去交织, 接着进行信道解码, 经过语音编码后, 得到 64kbit/s 的数字信号, 最后进行 PCM 解码, 产生模拟语音信号, 经音频放大后驱动听筒发声。

2.发射音频处理电路

发射时, 话筒送来的模拟语音信号, 在音频部分进行 PCM 编码, 得到 64kbit/s 的数字信号, 进行语音编码、信道编码、加密、交织、GMSK 调制(数模转换), 最后得到 67.707kHz 的模拟基带信号, 送到解调电路进行变频处理。