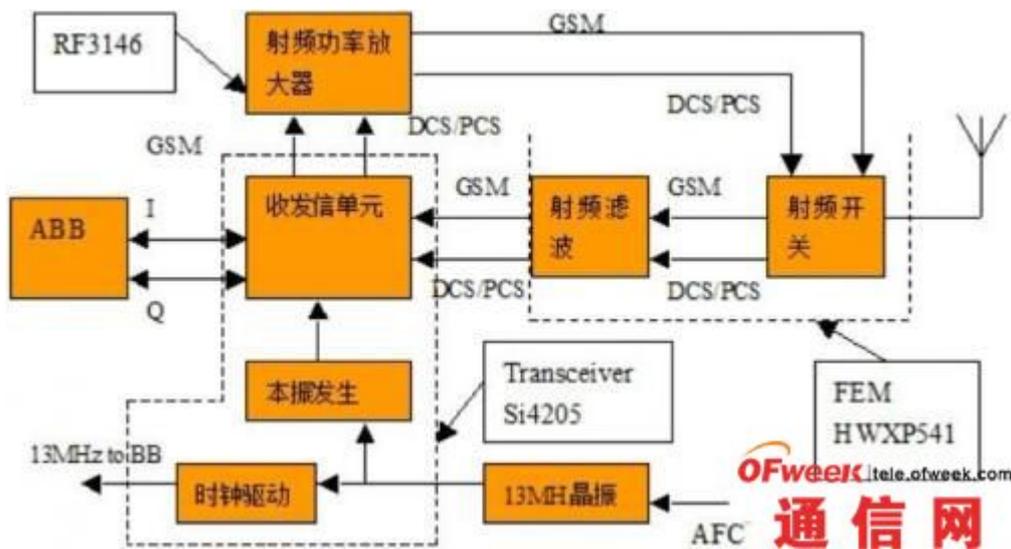


## 手机射频技术及最新发展趋势

近年来随着电子技术的高速发展，越来越多的功能集成到手机中。为随时随地通过网络下载各种音视频内容、接收电视节目等等，手机将集成越来越多的 RF 技术，例如支持 GSM、GPRS、EDGE、HSDPA、CDMA2000、WCDMA、TD-SCDMA 等移动通信空中接口标准中的两个或者多个标准的双模/多模手机，可分别实现 VoIP、定位导航、自动费用支付、电视节目接收的 Wi-Fi 手机、GPS 手机、RFID 手机、电视手机。这些采用多种 RF 技术的手机在提供便利的同时也使得手机的设计变得复杂，如何进一步集成射频元件也变得至关重要。

### 手机射频单元基本构成

手机的射频部分中的关键元件主要包括 RF 收发器 (Transceiver)，功率放大器 (PA)，天线开关模块 (ASM)，前端模块 (FEM)，双工器，RF SAW 滤波器及合成器等，如图所示。下面将着重从三个基本部分开始介绍：



手机射频单元基本构成图

### RF 收发器

收发器是手机射频的核心处理单元，主要包括收信单元和发信单元，前者完成对接收信号的放大、滤波和下变频最终输出基带信号。通常采用零中频和数字低中频的方式实现射频到基带的变换；后者完成对基带信号的上变频、滤波、放大。主要采用二次变频的方式实现基带信号到射频信号的变换。当射频/中频 (RF /IF) IC 接收信号时，收信单元接受自天线的信号 (约 800Hz~3GHz) 经放大、滤波与合成处理后，将射频信号降频为基带，接着是基带信号处理；而 RF/IFIC

发射信号时，则是将 20KHz 以下的基带，进行升频处理，转换为射频频带内的信号再发射出去。

收发器领域厂家分为两大类，一类是依托基频平台，将收发器作为平台的一部分，如高通和联发科（之前的德州仪器、NXP、飞思卡尔等已退出手机射频收发器市场）。这是因为收发器与基频的关系非常密切，两者通常需要协同设计。另一类是专业的射频厂家，不依靠基频平台来拓展收发器市场，如英飞凌、意法半导体、RFMD 和 SKYWORKS。后一类厂家中英飞凌和意法半导体都是为诺基亚定做收发器，英飞凌还为摩托罗拉和索尼爱立信定做 3G 时代的收发器。意法半导体的手机射频业务则是全部围绕诺基亚展开，没有任何对外销售的产品，只有诺基亚一个客户。

收发器正朝集成化和多模化前进，集成化是因为手机行家对持续降低成本的要求，绝大多数的厂家的收发器半导体制造工艺已转换为 RF CMOS，单模的收发器完全集成到基频里。SILICON LAB 和英飞凌是最早用 CMOS 工艺制造收发器的公司。高通在收购 Berkana 后，也大力采用 RF CMOS 工艺。一批新进射频厂家无一例外都采用 RF CMOS 工艺，甚至是最先进的 65 纳米 RF CMOS 工艺。老牌的飞利浦、FREESCALE、意法半导体和瑞萨仍然坚持用传统工艺，主要是 SiGe BiCMOS 工艺，诺基亚仍然大量使用意法半导体的射频收发器。不过意法半导体在合并了 NXP 和爱立信移动平台后推出基频的能力大大增强。多模化是对厂家能力的挑战，未来的 3G、4G 手机很有可能多模，支持 WCDMA、LTE 和 WIMAX 等多种技术标准，而实力不济的厂家将会出局。

### 功率放大器（PA）

PA 用于将收发器输出的射频信号放大，通常有三种实现方式：分立晶体管电路、单片微波集成电路（MMIC）和功率放大器模块（PAM），分立电路是最古老也是最便宜的解决方案，至今仍在广泛应用，一般选用的是成本较低的硅双极器件。其主要缺点是手机制造商必须拥有丰富的射频电路设计经验，能自己完成 PA 的设计。因此对于超过 1GHz 以上的系统的 PA 的快速开发，分立电路缺乏吸引力。而这正是 MMIC 的优势所在，MMIC 过去采用 GaAs MESFET 制造，现在多采用砷化镓异质结双极晶体管（GaAs HBT）工艺制造。在 MMIC 方案中，输入一般不集成在芯片中，要求手机制造商掌握的射频电路设计知识比较少。然而 MMIC 仍不能提供所有的功放功能，价格和效率在实际应用中也经常被必需的外部匹配元件而抵消。PAM 则提供的是完全的射频功能，采用功放模块，手机制造商仅需要很少的射频知识，从而最终降低了功放的成本。目前市面上的 PAM 采用的有双极硅、LDMOS（横向扩散金属氧化硅）或 GaAsHBT 工艺，PAM 的主要优点是结合不同的技术，从而容易增加新的功能。

功率放大领域则是一个有门槛的独立的领域，也是手机里无法集成化的元件，同时这也是手机中最重要的元件，手机的通话质量、信号接收能力、电池续航能力都由功率放大器决定。一般厂家选定功率放大器之后，更换供应商的可能非常非常小。功率放大器领域主要厂家是 RFMD、SKYWORKS、RENESAS、NXP、AVAGO、TRIQUINT、ANADIGICS。

## 前端模块 (FEM)

前端模块集成了开关和射频滤波器,完成天线接收和发射的切换、频段选择、接收和发射射频信号的滤波。在 2GHz 以下的频段,许多射频前端模块以互补金属氧化物半导体 (CMOS)、双极结型晶体管 (BJT)、硅锗 (SiGe) 或 Bipolar CMOS 等硅集成电路制程设计,逐渐形成主流。由于硅集成电路具有成熟的制程,足以设计庞大复杂的电路,加上可以与中频与基频电路一起设计,因而有极大的发展潜力。其它异质结构晶体管亦在特殊用途的电路崭露头角;然而在 5GHz 以上的频段,它在低噪声特性、高功率输出、功率增加效率的表现均远较砷化镓场效应晶体管逊色,现阶段砷化镓场效应晶体管制程仍在电性功能的表现上居优势。射频前端模块电路设计以往均着重功率放大器的设计,追求低电压操作、高功率输出、高功率增加效率,以符合使用低电压电池,藉以缩小体积,同时达到省电的要求。功率增加效率与线性度往往无法兼顾,然而在大量使用数字调变技术下,如何保持良好的线性度,成为必然的研究重点。

### 手机 RF 模块发展趋势

随着手机制造商继续开发支持更多的频段和精简射频架构的手机,将 3G 手机中使用的 GSM、EDGE、WCDMA 和 HSPA 等多种频段和空中接口模块整合在一个高度集成、经过优化的 RF 模块中,已经成为 3G 手机设计射频方案的首选。

据 iSuppli 预测,手机中的射频 (RF) 前端将越来越多地采用集成模块,因为它可以使子系统简化、成本下降和尺寸缩小,为手机增加新功能、节省提供空间,并为实现单芯片前端解决方案创造条件。随着前端模块 (FEMs) 到射频 (RF) 收发器模块相继投入使用,手机 RF 前端的整合之路一直在持续发展。事实上,早在 RF 收发器采用直接转换或零中频 (ZIF) 架构 (先消除中频段,随后消除 IF 声表面波滤波器) 的时候,前端集成就已经开始了。随着收发器架构的演进,外部合成元件 (即电压控制振荡器和锁相环) 已经被直接集成在收发器的芯片中。高集成度实现了成本的降低以及电路板尺寸的减小。向高集成度发展的趋势没有任何停止的迹象。不过,由于集成的途径非常多,因此在设计时必须仔细加以考虑。

几年前, TriQuint 公司意识到高集成模块为客户带来的好处并且开始构建和调整产品以满足此需要,通过自身发展和并购增强了自身专业技术能力,进而掌握了业界最全面的室内技术组合并实现了最高水平的集成。TriQuint 亚太区销售总裁 Richard Lin 说道,“我们是市场上唯一的能够提供集成放大器 (PA)、开关、低通滤波器、功率放大器和开关控制器产品的厂商, TriQuint 公司的战略就是模块化,模块化的产品尤其受中国客户的欢迎。这也是我们公司近年来高速增长的主要原因,去年 TriQuint 在中国的业务成长超过了 30%。”他认为高度集成的模块化 RF 符合了客户需求的变化,代表了未来的发展方向。另外从市场需求来看, Richard Lin 认为 RF 领域呈现两极化方向发展,即先进国家对需要集成多个开关和 PA 的高端智能手机需求强劲,而中国、印度、巴西等发展中国家则是拉动低端市场需求的力量。

此外，在手机的开发设计过程中，须时刻考虑终端用户的需求和利益。在手机的设计和开发过程中，往往要面对成本和性能以及性能和风格上的取舍，如今手机正朝着多频多模的趋势发展，在此种情况下，手机风格往往只能妥协。而现今，我们很高兴看到，美国无线电频率公司 Paratek 已开发出一种薄膜材料用于生产改善手机性能的集成电路和其他组件，同时能够减少天线等手机组件的数量和尺寸，Paratek 的 ParaScan 材料技术能够在一定范围内进行电子调频，并且扫描天线电波，这样内置天线更小更薄，更重要的是，手机内的 RF 调谐意味着手机通话时间、通话质量、电池寿命都将增加和提高，这也意味着在面临风格和性能的取舍时，手机设计人员不再需要妥协，可以使手机在性能保持不变或更佳时得到更轻薄时尚的产品。