

# 模拟与混合信号技术伴随 数字化浪潮不断进步

尽管我们已经进入到数字时代，但模拟技术并没有显示出停滞与过时的迹象，恰恰相反，随着数字技术的进步，对高精度、高速度、低功耗模拟产品的需求越来越大，使得模拟IC市场成为当今半导体行业竞争最为激烈的领域之一。模拟产品一方面将沿着继续提高性能的方向前进，而与数字技术结合的混合信号器件则将是另一个主要发展方向。

李明骏、张毓波

**在**经历过一段严酷的寒冬之后，世界半导体行业从去年已开始了缓慢的复苏，相对于数字产品，模拟市场无论在经济衰退期还是在高涨期表现都要稳定得多。根据美国半导体工业协会(SIA)的预测，2003年全球模拟市场为258亿美元，其中亚太地区对模拟与混合信号集成电路的需求量为100亿美元，并会以11%的年复合增长率递增，预计2006年该区域市场将达到140亿美元而成为全球最大且增长速度最快的地区。

## 数字产品成为模拟技术的主要驱动力

目前各类基于数字技术的无线通信设备、数字消费产品层出不穷，已成为市场最大热点，而且传统的模拟产品如电视机等也开始加入数字处理功能，但高速发展的数字技术并没有阻挡模拟技术前进的步伐，正好相反，恰恰是新一轮数字化浪潮给模拟技术带来了更为广阔的发展空间。

我们生活在一个连续变化的模拟世界上，各种数字信号必须通过数模转换，并经过适当的调整与放大之后才能转化为人类能够感知的声音与图像等信息。美国德州仪器公司中国区模拟产品销售经理王剑表示：“过去的电器都是模拟的，用不到模数数模转换，而现在加入数字化内容以后，有很多地方都需要在模拟与数字之间进行转换。此外数字电路本身对元器件的要求比较高，而现代电子产品朝着小型化、便携式方向发展也需要高性能器件，正是这些需求推动着模拟器件向高性能方向发展。”

Maxim公司亚太区总经理张登益也持相同观点。他认为：“数字产品离不开模拟产品的配合，各种新型应用对模拟产品提出了新的要求，同时也影响着模拟产品的发展方向。以目前市场热点3G手机为例，其实数字算法问题早已经解决，但是电源待机时间、声音效果、背光等还不能满足用户的需求，而这些都属于模拟技术的范畴。”

他进一步解释道：“一个数字产品往往会带来多个模拟产品的需求，有统计表明，电子产品上每投入1美元在MCU上，相应将需要1.5美元的模拟产品作为外围支持，这有点像植物果实里的核与壳一样，模拟产品的市场前景由此也可可见一斑。”

## 向高性能与高集成度方向发展

毫无疑问，追求更高的性能将是模拟器件未来主要的发展方向，凌特公司中国区业务经理李锦华简单地将其归纳为“三升三降”，即速度、精度、效率上升，而功耗、尺寸与外围元件数下降。他指出：“未来的模拟器件将会比现在包含更多的功能。典型的例子如便携式设备中的电源管理芯片，这类设备内部常常需要多个电源电压，因此要用到多个变压器与LDO调节器，另外像大屏幕LCD显示器也有同样的问题，最多时需要5个以上的电压，现在我们已经能够把这些功能用一个芯片来实现。”

不过李锦华也承认，功能的集中是以降低效率为代价的，而且由于线间干扰的原因会增加布线的困难。“有时候确实没有十全十美的办法，你必须根据需要进行折衷。”他说道。

尽管模拟技术数年来在工艺技术的进步明显较数字工艺发展速度慢，但模拟功能模块的集成，以及无源器件与模拟器件的集成却从未停止其发展的步伐。

Skyworks是一家由Alpha Industries和Conexant System的无线通信业务部合并而成的公司，致力于高集成度RF芯片的研发，该公司的集成策略是将以前由多家公司独立提供的分立有源无源器件、功率放大器、RFIC、混合器、开关、SAW滤波器，甚至数字IC集成或组合成一个模组，最终形成以前端SiP或SoC以及基带处理器组成的完整解决方案，以最小空间和优化的性能提供给最终手机用户。在其提供的GSM/GPRS方案中，已实现将114个元器件缩减到43个部件，节省了2/3的体积，BOM费用也降低了5美元，其近期

推出的4频段GSM/GPRS RF子系统 SKY 74117的面积只有250mm<sup>2</sup>。NEC在其计划生产的据称是全球最小的手机中采用了Skyworks的方案。

另一个例子是高效、小体积和高线性度的半导体温度传感器。“温度精度的重要性体现在多个方面，例如蜂窝电话的温度变化会造成频率无法锁定，智能电池会随温度的升高缩短寿命；超薄便携电脑的过热会影响速度。”Andigilog的CEO Bill Sheppard表示，“传统的热敏电阻存在精度不够，要求高精度ADC和外接串联电阻的致命缺点。”这家新兴公司的产品概念是实现硅传感器的精度、性能加上热敏电阻的尺寸和成本。

集成化半导体温度传感器通过以下方式可以节约成本：一是将传统所需的12位ADC降低到8位；二是省略了查找表所需的EEPROM；三是无需外部串联电阻；四是不需要外部校正网络。

以Andigilog的最新SiMISTOR产品系列中的aSM121和aSM122分析，器件成本约在0.35至0.49美元之间，同时也大大简化了设计的复杂度和对外部其它器件

的要求。其另一个特色是采用了极低的工作电流(14至35 $\mu$ A)，防止了器件自热带来的非线性问题。传统的热敏电阻采用无源工艺，而SiMISTOR采用了CMOS工艺。

半导体传感器的最大益处在于利用CMOS工艺在制造阶段进行调整，确保输出的线性度指标大大提高，实现在室温下 $\pm 1^\circ\text{C}$ 的精度，而在整个温度量程 $<0.8^\circ\text{C}$ 的线性度。

为了加快设计的速度，对模拟和混合信号IP的需求越来越大，尽管市场上数字IP仍然占据主流，但部分国外公司已开始提供模拟和混合信号IP的服务，以Artisan公司为例，他们可以提供振荡器、电压调节器和锁相环等IP。

同时，业内人士普遍认为，混合信号将成为未来集成电路的主流。“不久的将来，FPGA有可能集成ADC和DAC以及其它模拟功能。”Xilinx产品技术副总裁Vincent Tong在Electronics Summit 2004高峰讨论期间指出。同时，Synopsys的CTO Raul Camposano博士也强调：“未来将有更多的混合信号设计，对模拟电路

设计自动化工具的要求也会越来越高。伴随着CMOS工艺向数GHz领域进军的步伐，SiGe等技术也在不断地发展。”

## 工艺发展仍待突破

采用标准CMOS工艺设计制造数模模数转换器，RF电路等典型模拟电路和混合信号电路成为业内热点。但从工艺上来讲，由于模拟器件通常需要驱动马达、喇叭之类的外部设备，因此芯片内部线宽不能做得太窄，否则无法推动这些设备，从这个意义来说，其工艺先进性还无法与数字芯片相比。

美国模拟器件公司亚洲区市场总监Bill Murphy宣称数字器件与模拟器件在工艺上的这种差距将一直存在。他表示：“把数字电路与模拟电路集成在一起还是很困难的，这是由现实的物理原理限制所决定的，两者之间在工艺上的差距至少一年。这种差距在业界已经存在了十多年，尽管模拟电路和数字电路尺寸都会不断缩小，但二者就像在赛跑一样，始终还是没有办法赶上。”

Maxim的张登益认为数字与模拟电路结合之后，还无法使两个系统都达到最优，只能根据应用需求而有所侧重，而且仅在有限的场合才能达到较好效果，在更为宽广的范围如现在市场的一些热点应用上则还做不到。

李锦华：模拟器件的发展趋势可以归纳为“三升三降”。

不过领先的半导体厂商正在积极努力，探索新工艺与新技术，王剑介绍说，德州仪器专门开发了一种BiCom3工艺，可以实现SiGe与CMOS的融合，由于SiGe器件速度更快，因此相比于AsGa更容易与CMOS集成。

## 无线网络连接未来

无线连接在我们未来的生活中将扮演越来越重要的角色。在日益推崇标准化产品的现代社会，802.11系统标准仍然是目前行业的一个热点，而且其应用领域也在发生着潜移默化的变化。

继Intel大力支持802.11b标准后，使其应用进入了一个新的阶段，11b俨然已成为应用最为广泛的标准，世界各地的WiFi建设也多基于这种标准。尽管如此，多模式器件正呈现出越来越强的应用趋势，尤其在家庭应用领域，11的其它系列

标准如11a、11e、11g正在逐渐提升其自身的地位，并且以多种模式组合方式占领市场。

Atheros Communications在2003年9月曾宣布推出了其第四代WLAN芯片组：较11b系统相比传输距离增大2倍，功耗降低60%的802.11a/g芯片组，并具备了远程唤醒和被盗唤醒的安全功能。这些功能和性能得到了业界的认同，因为长距离和低功耗都是将WLAN集成到便携应用产品中的重要因素，而下一代的无线网络发展趋势也正体现在巨量数据传输、长距离、可管理性以及低功耗上。

尽管如此，由于网络建设的复杂性，Atheros的第四代产品仍然选择了多模方式，推出了双频段802.11a/b/g产品AR5004X和单频段的802.11b/g产品AR5004G，使其成为全球通用的产品。同时，产品也符合11i暂行标准的要求。这种做法一是由于迫不得已，二也确实为今后的升级打下了基础。今年2月，Atheros又推出了单芯片802.11g产品AR5005G，将媒体存取控制器、基带处理器以及2.4GHz无线前端集成于一体。

家庭市场已成为WiFi竞争的一个主战场。“我们相信基于5GHz频段的802.11a+e方案是未来无线多媒体应用的主流。”Bermai公司CEO兼总裁Bruce L. Sanguinetti表示。以他提供的数据来看，基于11e的无线系统在家庭环境中可以穿过5个墙壁，传输距离达到30米，而目前的WiFi系统只能穿透2个墙壁，传输距离也仅可达15米。

“家庭应用和企业应用的重点是不一样的。家庭中是应用更多地集中在视像、语音中，而且不能中断视频和音频的传输，性能是第一位的。相对而言，数据传输居于较次要的地位，但企业环境中数据传输是第一位。”他解释道，“11b和11g的频段与家庭中广泛使用的微波炉、无绳电话等处于同一频段，并且不适用于多媒体应用。”

为了解决数据传输的速度瓶颈，Bermai在其HDTV的无线传输演示中也采用了双无线接收技术，在大约35米的传输范围内，基本实现了连续不间断HDTV实时播放。而今年日本SONY即将推出的批量无线HDTV据称也将会采用5GHz的11a技术。

## 电源管理技术不断发展

便携产品对电池寿命的要求越来越严格，以3G手机为例，其计算能力是GSM系统



Murphy: 模拟和数字IC工艺上的差距将始终存在。



李锦华：模拟器件的发展趋势可以归纳为“三升三降”。

的500多倍，如何高效供电并维持长工作时间成为下一代电子产品设计和市场的一个核心问题。

解决电源问题要求业界更多的合作。美国国家半导体公司(NSC)和ARM公司曾于2002年11月结成了一个联盟，共同致力于高性能处理器和电源的开发，尤其是降低手机中处理器的功耗。

传统的电源管理技术通常通过控制待机、空置和运行这三个主要步骤之间的转换来实现，以运行状态为例，系统并不会顾及软件工作载荷的变化，而仅以最高性能运行。

国家半导体和ARM的智能能量管理系统(IEM)力求解决这个问题，它动态地控制ARM处理器和其它器件，以在确保系统运行下最大可能地利用电源资源。它是建立在传统的多种电源管理机制上，通过增加对性能可以扩展硬件的控制来降低动态和静态能量的需求，并进而提高电池使用时间。

IEM技术可以节省SoC器件中ARM内核75%的功耗，对最终用户来说，意味着其电池的使用时间可以延长25%。在IEM

的架构中，同时使用了NSC的PowerWise先进电源处理器以及ARM的软、硬件智能能量控制器。

### 经验是阻碍设计能力进步的最大瓶颈

和仅处理“0”和“1”信号的数字电路相比，模拟电路的信号范围显然要广泛得多，数字系统关键在于算法和体系架构，而模拟部分的难点则在电路本身，由于现实中会对电路造成影响的变量千差万别，不可能在教科书中一一列举，包括如何抗干扰、如何接地以及如何布线等都是令新手头疼的问题，所以工程师的经验在实际电路设计中显得尤为重要。

王剑表示：“模拟技术很大程度受经验的影响，对中国工程师而言，在大学里大部分用到的是MCU、DSP等数字器件，而涉及模拟部分的教育与研究都比较少，这是一个比较大的问题。因为接受的系统培训少，所以只能通过自己摸索。比如开关电源的EMI问题，有经验的工程师可能看一眼就知道该如何改进，而没有经验的就需要不断摸索，此外像电源、射频、高

速数字采集等领域都是非常依赖于设计人员经验的。”

在数字化浪潮的推动下，工程师们普遍有一种重数字轻模拟的倾向，很多工程师没有认识到模拟技术的重要性，重视程度不高。

而且在系统设计过程中，通常数字部分是系统的核心，所以设计人员一般把大部分精力用于考虑数字设计，而花在模拟部分的时间则极为有限，这也从另一方面阻碍了模拟设计水平的提高。

李锦华认为：“中国的单板设计工程师需要关注东西太多，包括模拟部分、数字部分、接口、电源等等都要考虑，所以他们的设计常常是先围绕DSP、FPGA等器件开始，最后才会涉及到电源及信号处理部分，当然这也是很正常可以理解的，但是往往最后就会发现有很多模拟方面的问题。”

不过，他同时也表示，这个问题实际上在世界其它地区也普遍存在，即使一些领先设备生产厂商在模拟技术上也可能非常欠缺，所以芯片厂商的技术支持非常的重要。●