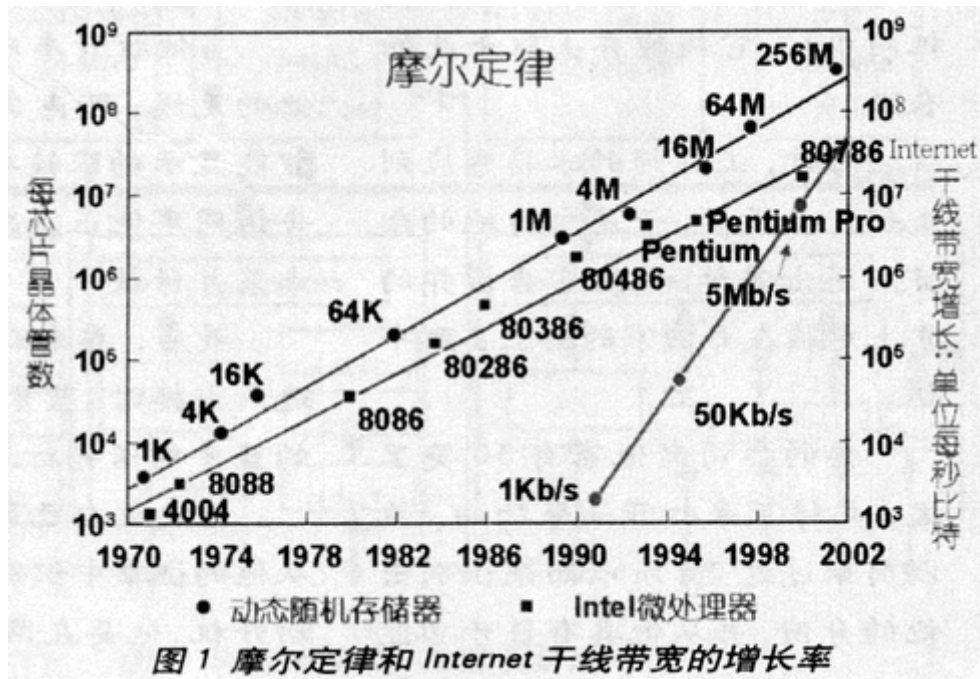


# 单片机控制多普勒血流计系统的设计和实现

## 引言

人类进入 21 世界面临的一个重要课题就是如何面对国民经济和社会发展信息化的挑战。以网络通信、软件和微电子为主要标志的信息产业的飞速发展既为我们提供了一个前所未有的发展机遇，也营造了一个难得的市场与产业环境。

集成电路作为电子工业乃至整个信息产业的基础得益于这一难得的机遇，呈现出快速发展的态势。以软硬件协同设计（Software/Hardware Co-Design）、具有知识产权的内核（IP 核）复用和超深亚微米（Very Deep Sub-M 集成电路ron，简称 VDSM）技术为支撑的 SOC 是国际超大规模集成电路（VLSI）的发展趋势和新世纪集成电路的主流。



与此同时，集成电路设计技术的进步滞后于集成电路制造技术的进步已成为制约未来集成电路工业进一步健康发展的关键。传统的、基于标准单元库的设计方法已被证明不能胜任 SOC 的设计；现行的面向逻辑的集成电路设计方法在深亚微米集成电路设计中遇到了难以逾越的障碍；芯片设计涉及的领域不再局限于传统的半导体而且必须与整机系统结合；集成电路设计工程师们从来没有像今天这样迫切地需要汲取新知识，特别是有关整机系统的知识。所以尽快开展面向 SOC 的新一代集成电路设计方法学研究对于推动集成电路的发展是至关重要的。

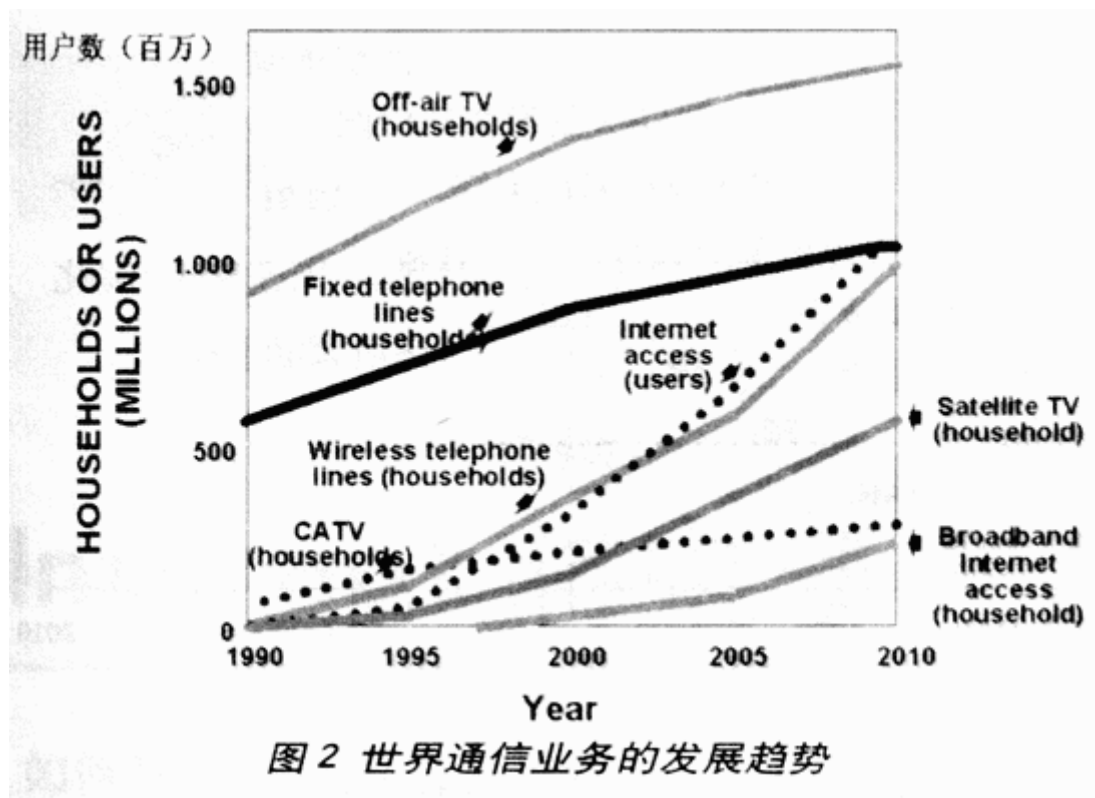
回顾 20 世纪后半叶集成电路工业的历史，不难看出著名的 MOORE（摩尔）定律一直在准确地描述着集成电路技术的发展。专家们普遍认为，在新的世纪中，这一著名定律仍将长期有效。尽管 MOORE 定律揭示的集成电路工艺技术的进步规律是那样的诱人，且其发展速度之高在现代社会是少有的，但是今天正在蓬勃发

展的网络技术的进步相比（见图 1）还是相形见绌，远远不能满足信息产业发展的要求。

据有关报道，在今天的美国社会如果以每分钟 9 美分的费用计算，并有 15% 的家庭每天平均上网 60min，则现有的网络容量必须增大 1 倍，由此引发的交换设备投资为 300 亿美元，接入设备投资多达 7000 亿美元。这些交换设备和接入设备对集成电路的需求拉动将是巨大的。

现代通信技术正在向个人化，宽带化和智能化方向发展（图 2）。以 GSM 为主要代表的第二代移动通信的发展对集成电路的拉动作用在 20 世纪的最后 1 年表现得淋漓尽致。

随着宽带技术的发展，人们传统文化娱乐的手段也将不断更新，以“精显”技术为代表的新一代高分辨率电视已开始进入家庭，电视点播（VOD）也将成为人们日常生活中不可缺少的一部分。如果希望通过网络传输高分辨率电视节目，则接入的带宽将达到 15MHz。显然，这种新的文化娱乐方式的出现，必然对集成电路技术的进步产生巨大的推动作用。所以有人说集成电路发展得多快都为之不过。



市场是集成电路工业发展最直接的推动力，集成电路几十年的发展证明了“更细、更快、更便宜”这个人们一直追求的目标在新的世纪中不仅仍然有效，而且随着经济的发展变得更为紧迫。在 SOC 时代来临的时候，虽然人们要面对众

多的挑战和众多的新课题,但是也给所有从事这一领域工作的科技人员提供了一个难得的发展机遇,也为全球半导体行业提供了一次重新洗牌的机会。

## SOC 的内涵及处延

### 内涵

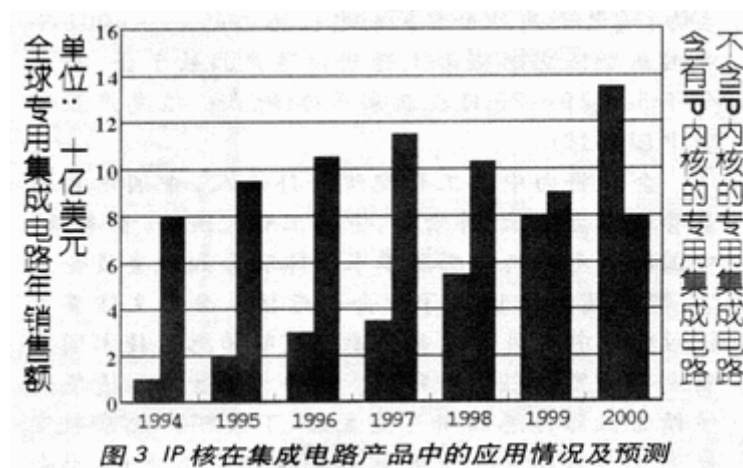
要研究 SOC 设计方法学,首先必须明确什么叫 SOC。在经过多年的争论之后,专家们最终就 SOC 的定义达成了比较一致的意见。这个定义虽然在形式上不那么严格,但是明确了 SOC 的内涵和表征。一种集成电路芯片如果具备如下特性的话,那么可以称其为 SOC,这些特性是:

实现复杂系统功能的 VLSI;

采用超深亚微米工艺技术;

使用一个或数个嵌入式 CPU 或数字信号处理器 (DSP);

具备外部对芯片进行编程的功能;



主要采用第三方的 IP 核进行设计。

这样的定义决定了 SOC 的设计必须采用与现在的集成电路设计十分不同的方法。

首先,一个 SOC 必须是实现复杂功能的 VLSI,它的规模决定了芯片的设计不仅需要设计者具备集成电路的知识,更要具备系统的知识,也要对芯片的应用有透彻的了解。显然,这对设计者的知识结构提出了很高的要求;在众多的困难当中,知识结构的改进是最困难的。

其次,深亚微米工艺提出的诸多挑战至今尚未得到彻底的解决,互连延迟主导系统性能的问题随着工艺技术的不断进步将变得越来越突出。在人们彻底实现

从而向逻辑的设计方法向面向互连的设计方法的转变之前，这个问题将一直存在，并长期困扰整个集成电路设计业。

第三，单个芯片要处理的信息量和信息复杂度要求芯片必须具备强大的数据处理能力；嵌入式 CPU 或 DSP 的使用将是 SOC 的一个重要标志。事实上，一个芯片上集成一个或多个微处理器以完成复杂的系统功能，在今天的集成电路设计中已不少见。

第四，既然采用了嵌入式的 CPU 或 DSP，芯片自然也就具备了可编程能力。对于大多数专用集成电路，由于其功能相对比较简单、应用范围也比较窄，它们虽然采用了内嵌 CPU 或者 DSP，在大多数情况下还是将所需的软件固化在芯片中。但是对于未来的 SOC，由于其功能非常复杂，应用时会由于各种原因使原来的设计与实现应用有些差异，需要作必要的修改或变动以适应应用环境。采取外部对其编程的方式显然是一个比较明智的作法。允许外部对芯片进行编程的另外一个考虑是随着芯片规模的不断扩大，开发一个 SOC 不仅需要克服众多的技术难题，而且开发成本也将越来越高，有能力进行 SOC 设计的商家也将逐渐集中到那些有比较强的技术和经济实力的单位，显然如果能够提供可由用户自己进行功能配置的 SOC，将大大减少应用风险，并促进 SOC 的推广应用。

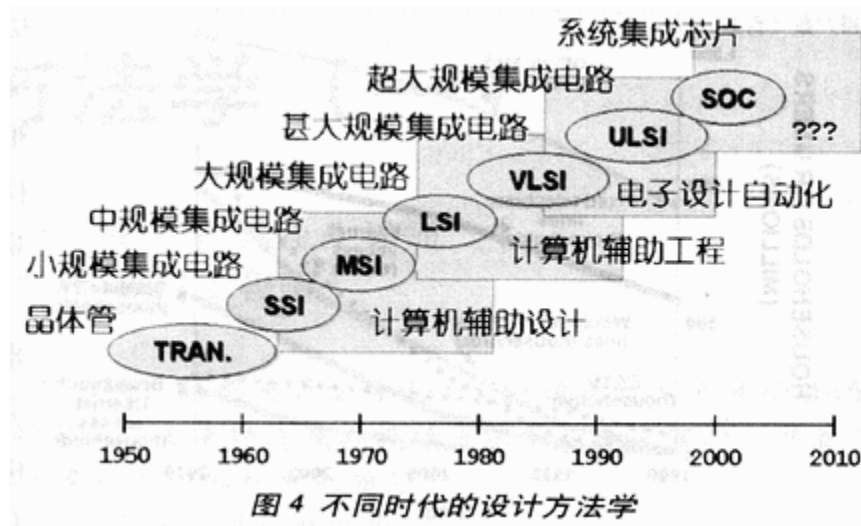
最后，采用第三方的 IP 核是 SOC 设计的必然。高度复杂的系统功能和愈来愈高新的产品打入市场的时间要求不允许芯片设计者一切从零开始，必须借鉴和使用已经成熟的设计为自己的产品开发服务。事实上今天的集成电路已经开始越来越多的使用 IP 核来进行设计（图 3）。

SOC 设计方法学正是围绕 SOC 的上述内容展开的新一轮理论研究。这一理论根植于过去几十年计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助工程（CAE）和电子设计自动化（EDA）理论的土壤之中，将借鉴已有的理论并在其基础上创新。尽管如此，研究人员还是不得不面对许多的难题，因为 SOC 时代的集成电路设计方法学的内涵及外延到底是什么确实不那么清楚（图 4）。

人们只能模糊在感到这个新生的理论应当涉及系统和芯片，应当涉及硬件和软件，应当涉及设计和制造，应当涉及知识产权的保护和使用等等一系列的问题，以及现在也许还无法提出的许多其它技术的和非技术的问题。

要想将 SOC 设计中的所有问题都清楚地罗列出来是不现实的，但是研究人员可以在以前的研究基础上确认哪些是关系到 SOC 设计成败的关键，并将它们作为 SOC 设计方法学首先要解决的课题。

### **SOC 技术包含的三个内容**



SOC 设计方法学要包含的第一个内容就是系统设计方法。传统的集成电路设计基本上属于硬件设计的范畴，少数的软件（主要是一些微码）也往往通过固化的方法在芯片中实现。而在 SOC 设计当中，设计者必须面对一个新的挑战，那就是他不仅要面对复杂的逻辑设计，而且要考虑软件，特别是那些可以改变芯片功能的外部应用软件的设计。尽管软件的加入在某种程度上加大了系统设计的工作量，但是软件的引入也会对系统代价的减少产生积极的作用。如何在软件和硬件设计中取得平衡，获得最优的设计结果是我们要认真探讨的课题。

SOC 设计方法学要包含的第二个内容是 IP 核的设计和使用。IP 核是 SOC 设计中非常重要，它包含两个方面的内容，首先是 IP 核的使用，其次是 IP 核的生成。IP 核的使用绝不等同于集成电路设计中的单元库的使用，它所涉及的内容几乎覆盖了集成电路设计中的所有经典课题，包括测试、验证、模拟、低功耗等等。IP 核的生成也绝非是简单的设计抽取和整理，它所涉及的设计思路、时序的要求、性能的要求等均需要人们重新审视我们已经熟知的设计方法。

SOC 设计方法学要包含的第三个内容是深亚微米集成电路设计。尽管这个课题已经提出了相当长的时间，但是研究的思路和方法仍然在面向逻辑的设计思路中徘徊，也许布局规划和时序驱动的方法还能够解决当前大部分的实际问题，但是当我们面对  $0.15\ \mu\text{m}$  甚至更细线条的时候，又有谁能保证现在的作法有效呢？深亚微米集成电路设计方法的根本性突破显然是 SOC 设计方法学中最具挑战性的。

SOC 设计方法学的研究所影响的不仅仅是集成电路领域，事实上由于集成电路的基础作用，它还会对集成电路的基础作用，它还会对集成电路以外的领域产生深远的影响。它改变的也不仅仅是集成电路的设计方法和设计思路，同时也会为电子整机和系统的发展带来革命性的变化。随着整机与芯片的日益融合，SOC 设计方法也必然深入到整机的设计中去，对电子整机的设计产生积极的影响，同时电子整机的发展也必然会对 SOC 设计方法学的丰富和完美作出贡献。SOC 设计方法学产生的这种芯片与整机互促进，共同发展的态势和影响力是以前任何一个集成电路设计理论都不具有的。