
* 学科发展 *

攻克四代机技术,加强高性能超级 小型兼容机研制

栾 贵 兴

(沈阳计算研究所所长)

最近几年,我国计算机事业有了很大的进步。但是,与发达国家的技术和经济优势相比,差距不是在缩小,而是在增大。造成这种情况,有观念、体制和管理上的问题,但技术基础差,投资严重不足,也是一个重要原因,以致使我国四代机技术尚未建立起来。这样,当国际上广泛地采用设计自动化和生产自动化技术开发出以甚大规模集成电路芯片(VLSI)为核心器件的产品时,我们就必然无法与之竞争的困境。

在考虑我国“八·五”规划的时候,最重要的问题是面对国内外的现实,制定出高水平的整体发展策略。不然,仍难摆脱过去的开发目标杂乱,研究、开发与生产、应用脱节,开发成果没有投资(投产)环境和适当的保护政策,成果不能转化为产品的困境。

一、计算机产业概况和(超级)小型机的地位

计算机产业已成为经济的支柱。到 1989 年末,世界计算机产值已超过 2100 亿美元。据美国 Electronics 1988 年第 1 期报导,在美国的数据处理设备市场中,个人计算机和微计算机占 40% 以上,小型机和超级小型机占 23% 左右,大型机占 33% 左右,三者之和占整个数值设备市场的 95% 左右。

微机的出现和发展,曾使人们一度认为“小型机该退出历史舞台”。但事实并非如此,国际上的小型机厂商,一方面推出了微型化的超级小型机与超级微机抗衡;另一方面推出了高性能的超级小型机,打入了大型机市场。目前,仅美国就有 30 多家著名小型机厂商,推出了 200 多种机型,典型产品有 BM 4300, System 88, 9370 和 AS/400 系列;DEC 公司的 VAX 系列和 HP 3000, 9000 系列;DG 公司的 Eclipse MV 系列;AT&T 公司的 3B 系列;Harris 公司的 H 和 HcX 系列;Honey well 公司的 DPS 系列。

尽管微机大规模地普及,就装机台数而言,大、中、小型机与微机的比例,近几年不是在下降,而是在上升。据统计,美国 1984 年为 1:23, 1987 年为 1:18。在大、中、小型机装机台数中,小型机占的比重最大。这说明随着应用水平的提高,对高性能机器的需求越来越多。目前中国的大、中、小型机装机台数与微机的比是 1:30, 预测到“八·五”末期可能会达到 1:20。

鉴于我国大型机研制能力(特别是 IBM 大型机的兼容机的研制)近几年内尚不可能形成产业,而且目前我们要做的机器水平已被超级小型机所覆盖,因此,集中力量发展超级小型机应是一种比较现实和可能收到重大效益的策略。

美国 DEC 公司是世界上最大的小型机厂商, 1988 年产值已突破 100 亿美元。目前它的 VAX 系列产品有 VAX-11、VAX 8000、VAX6300、VAX6200、VAX3000、VAX2000 和 MicroVAX 7 个层次共 20 多个机种。在中国小型机市场中, DEC 产品占的比重最大。我国在研制和开发小型机工作中, 还只有少数几个机种。就开发的持续时间和深度来讲, 以开发 VAX 机居首位。

就提高计算机性能而言, 目前主要有两个方面:

1. 时钟频率的提高——器件进展;
2. 交替技术 (Alternate Technology)——结构进展。

其中热门的技术有:

- 对称多重处理 (SMP) · 并行处理 (PP)
- 简化指令系统结构芯片 (RISC) · 向量

当前受到重视的有三种机型:

- 小巨型机 (minisupercomputer) · 微巨型机 (microsupercomputer)
- 便携式工作站 (portable workstation)

普遍认为, 这三种机器由于采用了高性能器件和新的技术, 它们将会有较快的增长率。但是, 基于并行结构的机器近期只能做专用, 预计需要 10 年才有可能解决“易用”问题。

在当前异军突起群芳争艳的计算机技术发展的潮流中, 对目前计算机产业的三大支柱机型的前途如何估计, 也是我们制定规划必须考虑的问题。

我们认为, 目前已牢固地占有了市场, 易用性好, 有丰富软件积累的大、小、微机, 不可能不采用同样的高性能器件和新技术来提高其自身的性能。发展的结果将会是, 新一代保持友好的人机接口, 使用新的技术, 其性能与新兴起的机型相比毫不逊色的大、小、微型机, 在相当长的一段时间仍将主导计算机产业。

二、面临的问题和解决办法

如所周知, 第四代计算机是先进的计算机软硬件技术与高集成度的微电子技术相结合的产物, 它以采用大规模集成电路 (LSI) 和 VLSI 芯片为核心器件为标志。第四代计算机的设计和生, 大致涉及以下几个方面的问题:

1. 计算机系统的自动(或辅助)设计;
2. LSI 和 VLSI 的设计与制造;
3. 计算机系统、功能板和 VLSI 芯片的测试;
4. 杂散逻辑的压缩设计, 即可编程阵列逻辑的编程设计与使用;
5. 包装技术(包括表面装配技术 (SMT));
6. 批量生产技术(即自动化生产技术)。

目前我们在研制开发中遇到的具体问题是:

1. 中央处理机 (CPU) 或其核心部分已压缩在一块(或少数几块)芯片中, 他人已无法了解其技术细节。

2. 外围设备控制器均设计成以 I/O 处理机为核心的单板, 其上的杂散逻辑采用门阵列芯片

和可编程阵列芯片设计, 而其交换协议又不公开, 所以分析这种设备控制器有相当大的难度。

3. 图形卡和网络适配器的协议一般遵循标准, 但在实现上都采用一些专用集成电路芯片(ASIC) 和 PAL、PLA 等多种可编程阵列芯片。分析这种板, 除了 ASIC 外, 由于采用了多级级联的 PAL 和 PLA 网络, 也存在相当大的困难。

4. 计算机总线是计算机系统互连的关键技术, 有的厂商虽然在实现上已使用了 ASIC 芯片, 但是却连总线规范都不开放。

如果我们是自行设计中国自己的计算机系统, 只要解决设计工具和 VLSI 制造技术就可以了。但是, 由于我们的落后情况和国际名优产品基本上统治了计算机市场的现实, 我们仍然要走研制兼容机的路子。

关于兼容的问题, 在我国计算机界一直是一个有争论的问题。其中之一是我们是否有必要去研制在体系结构 (Architecture) 级上与国际某一系列机兼容的机器。特别是 IBM 公司提出了 SAA (System Application Architecture) 以后, 似乎兼容问题已转到软件方面。而 DEC 公司在它坚持了 10 余年的单一体系结构设计后, 也提出了均衡系统 (Balanced Systems) 的策略思想和由传统的分时系统转移到分布式的工作系统 (works system)。这些情况的出现, 迫使我们去思考这样两个问题:

1. 要不要研制兼容机?
2. 如何解决兼容的问题?

我们认为, 如果不走兼容的路子, 我们的产品不但无法销向国外, 就连国内用户也很难接受。如果走兼容的路子, 不管在哪一级兼容, 我们必须具备设计兼容机的能力。事实上, 国外的著名计算机厂商在开发他们的系列机时, 他们本身就是兼容机的设计者。所以, 摆在我们面前的任务就是要解决能自行开发具有四代机水平的兼容机。

为了解决这个问题, 除了前面提到的四个困难外, 系统软件的掌握也是十分重要的问题。

综上分析, 不难看出, 为了发展我国的外向型计算机产业, 必须解决以下三方面问题:

1. 吸收和消化国际名优计算机系统的软硬件技术, 并达到能自行设计兼容机;
2. 建立先进的计算机系统和 VLSI 的设计环境;
3. 解决生产包装工艺技术和批量生产能力。

这些问题的解决是多途径的: 可以引进国外的设计工具、测试设备和生产设备; 也可以与国外合作, 解决开发技术和规模生产。然而, 这就必然会遇到投资有限的问题。即使我们有了较充足的投资, 也还存在如下问题:

1. 引进先进的 VLSI 设计系统, 受禁运限制。
2. 如果引进不十分先进的东西, 待我们引进、安装、培训后再使用, 往往更是落后甚至过时了。
3. 即使我们有了先进的设计系统, 还面临着能设计什么问题。这个问题靠设备引进解决不了。所以必须有研制开发队伍, 才能在吸收、消化国外先进计算机系统的软硬件技术的基础上, 做到使用先进工具, 设计先进的计算机系统。

我国在研制国际名优计算机系统的兼容机方面已有了多年的积累, 也有一支较好的研制开发队伍。根据中科院沈阳计算所近几年做过一些工作的经验和体会, 感到只要我们根据实际情况, 集中力量, 得到必要的投资支持, 充分利用开放的条件和环境, 经过几年的努力, 是有可能突破四代机技术, 自行设计出先进的计算机系统的。

三、我国小型机(超级)发展的现状

我国自 70 年代中期开始开发与国际名优机型兼容的小型机。开发和生产情况几经起伏。到目前为止,小型机的应用开发,遍及许多产业部门,数量也相当可观。目前超级小型机仍然走俏,每年进口数量很大,仅 VAX 机已超过 2000 多个系统。目前从事小型机研制开发的单位不多,有代表性的单位是机电部十五所和中科院沈阳计算所。这两个所都开发 VAX 兼容机,从能力上看,各有所长。在此介绍一下沈阳计算所的工作,可能基本上可以反映出目前我国开发小型机的一些情况。

沈阳计算所在“六·五”期间完成了国家攻关项目 KSJ-2730 机(VAX-11/730 兼容机)的研制,做到了全部国产化,较好地掌握了 VAX 体系结构和技术细节。在“七·五”的前两年多的时间里完成了两项国家攻关项目:

1. KSJ-2220 机 (MicroVAXII 兼容机)的研制,做到了除 CPU 板外全部国产化。
2. KSJ-2413 计算机辅助设计 (CAD) 工作站的研制,做到了硬件全部国产化,完成了面向机械产品设计的完整、实用软件包的开发和移植,推出了可再生产的实用化的 CAD 工作站系统。

此外,沈阳计算所牵头与国内其它 6 个单位联合承担了 VAX/VMS 的分析与国产化。该项工作是研制 VAX 兼容机的关键技术,目前正在进行。承担工作量大而且进展比较好的是沈阳计算所和成都电讯工程学院。

在完成上述国家攻关项目的同时,我们重视了技术基础工作,开发出了一套测试工具、破译和编程工具以及微码开发工具。

我们提前两年半完成了国家攻关项目,为了把工作深入做下去和不使技术队伍转移去做其它工作,中国科学院拿出了部分经费,支持了 KSJ-2850 机的研制。该项课题目标有三个:

1. CPU 的兼容设计;
2. 图形卡的兼容设计;
3. DECnet/Ethernet 网络适配器的兼容设计。

国内还没有人啃过这三块“硬骨头”。如果在这三方面我们能够做到自行兼容设计,这将为在“八·五”期间开发高性能兼容机搭起一座桥梁,即做了扎扎实实的技术准备。这项是技术攻关性工作,就其整体而言,虽达不到目前国际最先进的产品水平,但它至关重要,如果不组织突破,只去引进国外关键部件,开发部分部件去跟踪国外产品,我们的路子会越走越窄,最后只能变成代理商。

不过,部分国产化,跟踪国外先进产品,对取得一定经济效益和学习国外的系统技术也是十分重要的。所以我们在从事 KSJ-2850 机研制的同时,兵分两路,抽调部分技术力量与深圳赛格计算机公司联合开发 VAX 3500/3600 的兼容机(部分国产化)。到 1988 年底已完成了 SEK-2360 集成系统的开发,于 1989 年 1 月在全国电子集团展销会上展出。最近已完成了进一步的国产化系统 SEK-2350/2360 两档机器,并于去年下半年投入了小批量生产,可以顶替目前国内走俏的 VAX3500/3600 机。该项工作居国内领先地位。

当然,国内其它单位,也做出了许多很出色的工作,在这里就不一一叙述了。

四、对几个问题的看法

在选题的讨论中,曾涉及以下几个问题。我们认为,认真分析这些问题,对于我们制定规划是很重要的。

1. 目前精简指令系统计算机结构(RISC)设计技术在发展,我们还要不要去开发以微程序设计为基础的机器?

2. 发达国家推出的计算机系统,其本国的国内配套程度在下降,我们还要不要追求国产化?

3. 目前名优机种大多数是不开放系统,而且采用了高集成度的芯片,这为做兼容设计设置了很大困难。那么我们是否应该转向采用通用芯片,开发开放的兼容系统?

经过反复讨论,我们对上述三个问题的认识如下:

关于第一个问题,中国的现状是还没有解决先进计算机系统的设计能力,如果不从掌握目前以微程序设计为基础的机器人手,马上做 RISC 设计,由于基础技术与国外有差距,研制周期会拖得很长。事实上,象清华大学在做 RISC 设计,也仍然是先以微程序设计来实现的,设计被验证了,才转到 RISC 实现上。所以,我们认为,由于技术和能力上的差距,只有扎扎实实地跟踪,若想凭空跳过是不大可能的。

关于第二个问题,在开放的环境下,追求全盘国产化是固步自封的表现。面对发达国家把中低档配套产品向外转移的时机,搞国际合作,建立产业,这是正确的。但也应该看到,对核心技术他们不但不转移,而且更加保密,而我们恰恰是核心技术差距很大。所以,必须培养和保持一支精干的研制开发队伍,跟踪国外先进技术,突破四代机的设计能力,为发展我国计算机产业打下基础。

第三个问题是个现实而严峻的问题。采用流行型通用芯片,搞开放系统的开发,国内外都在做,而且市场也很大,应该是重点开拓的领域。但是,这种系统的开发,由于回避了处理机的设计与制作,对 VLSI 技术自身的发展,显然是不会有什么收益的。名优机型发展历史很长,我国在一些机型上有多年的工作基础,虽然由于其不开放,给开发这种机器带来很大困难,但由于这种机型主导了大部分市场,而且我们又有一定的基础,如果有较好的支持,跟踪这种产品仍然是现实的。这样做不但可以建立产业,在技术自身的进步上也会收益很大。攻克这一关,必须由计算机研究机构与微电子单位合作进行。只有这件事抓上去,我国计算机技术基础才能扎实地建立起来。与此同时,安排一部分力量跟踪名优产品,做部分国产化工作,满足市场需要,也可收到较大效益。二者并进,各有其期望值,各自达到其目的。这种安排坚持下去,会达到既支持了产业的建立,又推动技术自身进步的目的。

我们感到,国外计算机厂商已用他们的专用芯片把我们推到了非自己进行系统设计不可的境地。我国的四代机要上,系统设计就必须上。做这件事,不仅是要设计成功一种可推广应用的先进的计算机系统,更主要的是藉以提高我们的系统设计能力,建立起四代机开发环境。