

纪念 IEEE 创建一百周年
美国计算机界著名学者撰文述评

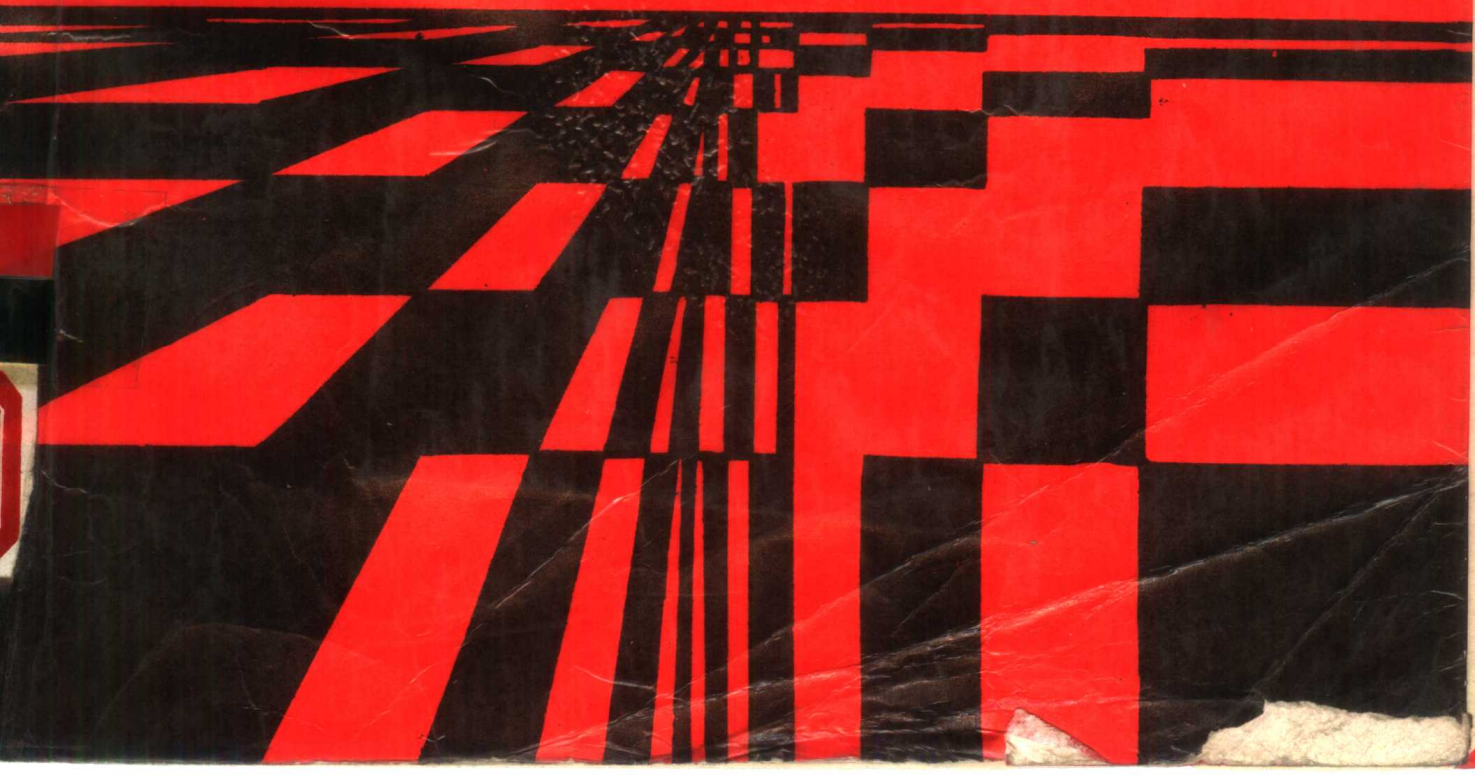
计算机技术最新发展动向

S.S.Yau 主编

哈尔滨工业大学计算机应用协会
哈尔滨工业大学计算机科学研究所

译

哈尔滨工业大学出版社



计算机技术最新发展动向

S. S. Yau 主编

哈尔滨工业大学计算机应用协会 译
哈尔滨工业大学计算机科学研究所

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书是美国 IEEE 所属的计算机学会为庆祝 IEEE 创建 100 周年而出版的专辑。全书包括计算机环境、系统和应用三方面综述性论文 23 篇。本书相当全面地概括了计算机在各个领域内的发展状况,反映了美国学术界对当代计算机技术的现状、问题及发展远景的最新观点。

本书是一本很有价值的读物,可作为高等院校研究生的参考书,也可供科技界学者参考。

计算机技术最新发展动向

S.S.Yau 主编

哈尔滨工业大学计算机应用协会

哈尔滨工业大学计算机科学研究所 译

*

哈尔滨工业大学出版社出版

新华书店首都发行所发行

哈尔滨工业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 23.25 插页 1 字数 532 000

1988 年 10 月第 1 版 1988 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—3 000

ISBN 7-5603-0050-2/TP·5 定价: 4.20 元

译者前言

从第一台电子计算机问世到现在短短的三十多年,计算机技术有了突飞猛进的发展。目前,计算机已应用于工业、农业、国防、科学技术等国民经济各个部门以及日常生活之中。计算机已经成为推动新技术革命的主要契机。

近年来,计算机的普及应用在我国也受到普遍重视。越来越多的人要求学习计算机基本知识,了解计算机技术的发展动向,以便在各自的领域里应用并发展计算机技术。

《计算机技术最新发展动向》这本专辑是美国IEEE所属的计算机学会为庆祝IEEE创建100周年而出版的。该学会邀请美国计算机界著名专家学者撰文,介绍计算机技术主要领域的最新发展动向。全书包括计算机环境、计算机系统和计算机应用三方面综述性论文23篇,相当全面地概括了计算机在各个领域内的发展状况。它反映了美国学术界对当代计算机技术的现状、问题及发展远景的最新观点,内容丰富,适应面广,是一本很有参考价值的读物。

哈尔滨工业大学计算机应用协会组织校内30余名从事计算机各领域教学科研有经验的专家学者将此书翻译出版。在此,我们谨向全国高等院校师生及科技界的学者们推荐此书。

罗大卫、舒文豪两位同志负责全书翻译的组织工作,并对全书译文进行了校订。

本书的出版得到了哈工大副校长强文义同志、哈工大科研处有关同志的热情支持,哈工大计算机科学研究所于树琨同志做了不少事务性工作,在此一并表示感谢。

由于参加本书译校工作的人员很多,加之时间仓促,书中难免有疏漏失误之处,希望读者批评指正。

译者

1987年8月

前 言

——计算机技术最新发展动向

S.S. Yau

电气与电子工程师协会 (IEEE) 已经成立 100 周年了。IEEE 计算机协会特出版“计算机”杂志专辑以兹纪念。本专辑对当今计算机技术发展给予评述。

计算机协会 1951 年建立,最初是无线电工程师协会,后与美国电气工程师协会合并成为 IEEE 的电子计算机专业组。计算机协会的历史只有 IEEE 历史的三分之一。然而,在这三十多年中,计算机协会已经成为 IEEE 内最大的技术协会,拥有 76 000 多名会员。现在,它也是计算机界最大的科学与教育协会。它的成长本身就说明计算机技术的发展及对我们生活非常巨大的影响。

现代计算机技术的起源只能追溯到第二次世界大战,当时英国军界谍报机构已开始使用 Colossus 进行密码分析,不久, Eckert 和 Mauchly 的开拓性工作产生了第一台大型电子计算机 Eniac。从这第一个真空管系统起,技术已经更新了好几代,从晶体管分立电路到集成电路,直至大规模和超大规模集成电路。

在这本专辑里我们考察计算机技术的发展。我们邀请计算机界的专家撰文,他们既是促进计算机技术繁荣、创办事业、教育、研究和开发环境方面的专家,也是开辟新的计算机应用领域和向公众提供新的计算机产品的专家。这二十三篇文章给出的综述全面但不详尽。作者虽然没有包括整个工业界,但研究了主要的领域。这些文章可以归纳为三个部分——计算机环境、系统和应用。

这些文章反映了作者对计算机技术发展的看法、对现状的评价和对未来动向的展望。

在此我要感谢作者的积极支持,感谢审稿人员和工作人员对本专辑作出的贡献。还要感谢计算机协会出版委员会、执行委员会和管理委员会的委员们。我要特别感谢 Paul Hazan, Stan Winkler, Gio Wiederhold, C.U. Ramamoorthy, K.S. Fu, Roy Russo 和 Sam Horvitz,由于他们的特殊努力,这本专辑才得以出版。

原作者通讯处:

Stephen S. Yau.

Computer Science and Electrical Engineering Department, Northwestern University,

Evanston, IL 60201, U.S.A.

(舒文豪 译 罗大卫 校)

目 录

第一部分 环 境	(1)
1. 小型机与微型机工业 C.G.Bell	(2)
2. 计算机标准 H.Hecht.....	(25)
3. 计算机工业中的课题规划管理 G.Glaser	(40)
4. 计算机教育 T.L.Booth.....	(52)
第二部分 系 统	(67)
5. 计算机系统结构 J.L.Baer.....	(70)
6. 集成电路 (IC) 对计算机技术的影响 R.M.Burger 等	(84)
7. 巨型计算机 J.P.Riganati等.....	(93)
8. 数字系统设计自动化 W.M. vanCleemput 等	(110)
9. 超大规模集成电路 (VLSI) 的测试 T. W. Williams	(123)
10. 八十年代的微型计算机技术 P. L. Hazan	(135)
11. 交互式计算机图形学 C.Machover等.....	(145)
12. 高速存贮器系统 A.V.Pohm.....	(166)
13. 高级操作系统 R.L.Brown 等.....	(178)
14. 软件工程 C.V.Ramamoorthy 等	(202)
15. 数据库 G.Wiederhold.....	(224)
16. 打印机与外围存贮设备: 过去、现在、未来 L.C.Hobbs.....	(242)
17. 局部区域网络 M.Graube 等.....	(265)
第三部分 应 用	(272)
18. 计算机在军事和空间科学中的应用 D.B.Brick.....	(274)
19. 知识库专家系统 F.Hayes-Roth.....	(290)
20. 模式识别与计算机视觉 K. S. Fu 等.....	(305)
21. 机器人学 J.F.Jarvis	(316)
22. 计算机技术在医学中的应用 K.Preston, Jr.等	(329)
23. 语音处理 H. L. Andrews	(352)

第一部分 环 境

计算机的迅速发展和其他技术的发展一样反映环境的压力，特别是商业、研究和军事需要的压力。C.G.Bell 分析了环境中的商业部分，考察了市场需要对工业的影响。他在“小型机与微型机工业”一文中指出小型机和大型机供应者的地位正在变化，他们的配置形式也正在变化。他指出，集成水平满足当前以微型机为基础的一代产品。大量的投资解放了创造力，研制出了在各种水平上的产品，并减少了产品开发所需要的时间。正常商业上的相互矛盾正在导致在硬件和软件制造商中产生出一个实际的标准。另外，对反垄断限制的放松，助长了国际财团的发展，使它能更好地与得到补贴的外国商业竞争。“无用的”或某一类产品象那些勉强够格的产品一样，被迫退出了市场。

在“计算机标准”一文中，H.Hecht 指出需要正规的工业指导规范。他提倡产品规范应比由商业自然压力而产生的要求更加严格。计算机领域的标准已经促进了计算机之间的数据交换，使得不同厂商的计算机能够和软件在一起工作。随着硬件和软件的发展，计算机的服务也得到不断地改善。标准是形成市场的一个重要因素。Hecht 在文章中追述了计算机标准的发展过程，从早期的交换计算机数据到今天的标准化活动，其中包括计算机语言，软件开发实践，各种接口及计算机通讯的课题。在为计算机标准化而工作的各组织中，包括国际的和美国国内的，主要的一个就是IEEE计算机协会。

在“计算机工业中的课题规划管理”一文中，G.Glaser 论述了计算机环境中更为尖锐的一个问题。他指出，曾经为美国赢得世界商业见证人的称赞的全国规模课题组织正在从计算机工业中消失。如果我们对课题规划管理做了更有成效的工作，我们的民族、计算机工业、我们的组织以及我们自己都会起到更大的作用。今天，推动尖端技术向前发展的工业能力已超过有效地完成把这些技术付诸实践的课题的能力，但常常由于时间和财力不足，难以达到目标。Glaser 研究了课题的特性，经常碰到的失误，以及课题规划管理的任务。他对如何起动课题，如何使用课题管理工具，如何评价课题的进展以及把它和计划进行比较等方面提出了一些建议。

Taylor Booth 指出，计算机已经对教育环境产生了显著的影响。Booth 不是对计算机教育的应用问题进行编目，而是论述了如何教育计算机科学家、工程师、程序员以及技术员的问题。计算机领域需要大量的大学毕业生，而很多学校很难找到补充的教师并得到必需的设备以满足教育的需要。值得庆幸的是政府和工业界已察觉了许多这类问题，并且和大学一起来解决这些问题。“计算机教育”这篇文章论述了过去二十五年计算机技术对教育的一般影响，指出基于计算机的教育当前状况，展望在今后几年对教育进展产生重大影响的和计算机有关的各方面的发展动向。

(罗大卫 译)

小型机与微型机工业

Encore 计算机公司

C. Gordon Bell

市场的压力已迫使一些收支勉强平衡的计算机厂家频于破产。考虑周密的顾客注意计算机的兼容性，他们正在帮助建立事实上的标准。

目前有许多各类档次的可编程计算机，它们能完成哪些功能，它们的价格是多少，有极显著的差别。各地的计算机价格可以从100美元起，一直到1千万美元（图1）。此外，由于计算机设备中还包括具有内部通信能力的电子打印机，更增加了组装的多种选择和市场信息处理的复杂性。

随着微型机逐步进入计算机工业，小型机和主机公司正在发生哪些变化呢？首先，由于主机的用户选择以与IBM兼容的硬件作为标准，并转向其它形式的计算设备，几个传统的主机供货公司，如 Burroughs, Univac, NCR, CDC 和 Honeywell（为简便，以下统称为 BUNCH）在市场上的占有率正在下降。Fujitsu, Hitachi, Mitsubishi 和 NEC 越过 Amdahl, National, Univac 和 Honeywell，提供商品主机。

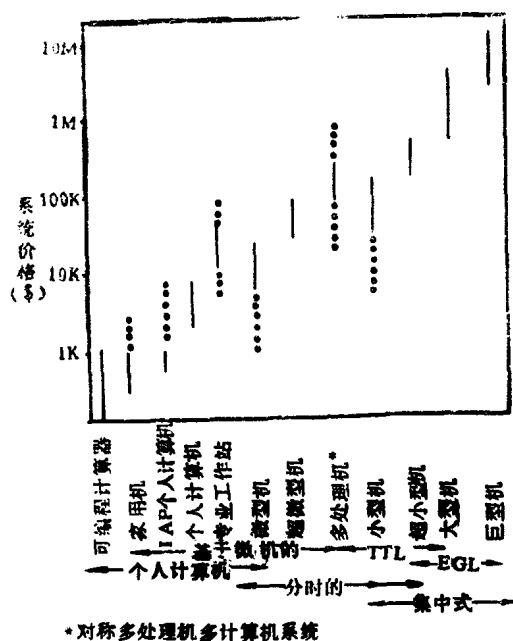


图1 1984年不同种类计算机系统价格。图中虚线表示价格不定的范围。因为这些机型相对较新，价格变更迅速。并且这些机型定义很宽，不同复杂程度的产品可能采用相同的名称。同一类产品可以是块单板，或是完整的系统

对于分布式计算，基于微处理器的系统是最新的换代产品。一些新公司正在致力开发这些产品；Burroughs, NCR 与一些新的微处理器供货公司，如与 Convergent Technology 已经达成销售协议。随着微处理器技术逐步替代传统的小型机技术，小型机供货公司发现他们正处在类似于 BUNCH 等公司的困境。例如，小型机制造商 SFL 和 hrime 公司尽管已与 Convergent Technology 达成市场销售的协议，但小型机公司还必须与由高性能的32位 MOS 微处理器组成的微型机系统进行竞争。这些微处理器已经商品化，价格低廉，并具有传统的TTL微处理器的性能。

总之，可以预见小型机公司的前景是暗淡的，正如主机公司不能做到小型化一样。小型机由于安装空间大，有专门的标准，职能部件大，难于应付微型机的挑战。

小型计算机的产生

在小型机工业的初期阶段，一个产品需两年时间才能投放市场。这段期间，从硬件设计开始，直到编写汇编程序，小型机操作系统及用户实用程序。这涉及到很宽的技术范围（表1），如设计逻辑电路、磁芯存储器、电源、外围接口、封装以及编写系统软件，如操作系统、编译程序、汇编程序及各种应用软件（如信息交换）。显然这是高度技术的工业。

表 1. 1970年左右小型计算机技术

基本组件工业	小型机系统公司
电源	选用
插件	基本件
磁芯存储器	选用
半导体器件 (MSI)	CPU和存储器
磁盘与磁带	外围设备
终端	控制器
	—
	操作系统
	语言
	应用
	系统组装

早期的小型机字长为16位，内存为4K，售价约为\$10,000。它的体积小，能放入大的系统（例如电子电路测试装置和机床）中。它也可以发展成大系统，计算机配置，用于部门分时系统。小型机可应用于各种场合，从工厂控制到实验室数据收集与数据分析，它还可以在办公室与商业之间实现计算机通讯。由此形成了初始设备制造厂家（OEM），他们设计硬件、软件及应用软件，并分别销售，从而增加通用计算机的销售量。这远比仅对有限的局部应用的单个配置的市场广阔得多。

从1968年至1972年由四个方面的组织开始了近100项小型机的研究计划（见附录1）。来自研究所或其它公司的个别职员至少建立了50个新公司。后来，其中有一些

与其它公司合并。已经建立起来的小型 and 主机计算机公司,例如 Scientific Data System 和 CDC 公司试图建立一条小型机生产线,其它一些和电子有关的公司寻求进入计算机市场的机会。

1972年后没有建立有影响的小型机公司。70年代后期,IBM 公司判定使用多通道分布式结构(OEM/端点用户)的分布部门计算并非一时流行,于是推出了 Series 1。有几个公司,例如 Floating Point Systems 公司,开始建造专门的信息图象处理部件,提供高效能的,可以扩展的小型机系统。

我们可以根据小型计算机公司的数据做出如下结论:

- 7 个获得成功的小型机公司(占有被考察公司的 8%)幸存下来,打入了微处理器市场,并保持了自己的地位。
- 另外16个公司成功的程度更小,它们仍在缩减市场或只占市场中的一小部分。
- 在所有机构中,23个(占25%)是成功的。尽管实际上所有公司都建造了运转的计算机,但由于一系列原因,还有75%没有建立任何长期性机构。这些原因包括工程上的失败,错误的生产或产品深度、广度不足。
- 尽管50家中有 9 家(18%)公司以某种形式继续下去,但只有两家(4%)成功地发展并保持独立。
- 为了发展,合并使企业增加了幸存的机会,可以认为60家中有 4 家(7%)是优胜者。
- 一个企业成功的可能性是50—50。
- 作为一个其它商业中较大主体一部分的机构的经营是非常可能失败的;只有 HP 公司(23家中的一家)真正做到这一点。在一个现有的大公司内部开始发展,也可能是孤立的。
- 公司不能在不同的市场或价格集团中销售。只有 DEC 公司做到了这一点,但我们认为,DEC 已经占有小型机市场,并当其他人开始制造小型机时,它只需维持它的市场。
- IBM 终于在七十年代后期开始制造传统的Series 1 型小型机,并开始分享很大一部分市场。System3 (大约1972年)是最成功的“商业计算机”。
- 有些公司是用专门的硬件和软件来区别它们的产品。这些公司容易失败。卖主为了某种应用,例如通信或检测(实时控制)而制造专门的计算机,但他们总是造不出成功的小型机,并且在开发它们的主要产品方面经常失败或感到落后。专门化的硬件限制了市场。尽管特殊化的软件有时对销路可起杠杆作用,但当与受限制的硬件应用于单一的市场时,就表现出明显的不适应。
- 在小型机产生年代,适合广泛应用的、具有高性能、低成本、通用型的小型计算机保证分享到最大的市场。例如 DEC 公司,它拥有许多种面向实时、单用户的操作系统(它成为用于个人计算机的CP/M操作系统的基础),并提供通信、实时控制和分时工作。实时系统主要被扩展用于事务处理。小型机特别适于事务应用,因为它们的设计能适应很高吞吐量。尽管事务计算机对实时无用,但为实时设计的小型机对于事务和分时用途却是非常好的。

DG 和 Prime——首先获得市场的优胜者 在 DEC 公司取得领导地位之前, Data General 和 Prime 公司初期的产品是唯一的, 并在相当长的时间里占有一定位置。DG 是由曾为 DEC 制造成功产品的工程师们建立的(与许多开创者相比, 他们只有很少的或甚至没有什么设计产品的经验)。DG 生产具有简单易造, 然而现代化的、基于集成电路的16位小型计算机。这使它的价格低于当时所有的产品, 尽管其中有的是后来打入市场的。事实上后打入是有利的, 因为它可以应用更多的现代部件, 并且可以参考他人的经验。DG 产品的简单性使人们能尽快理解, 生产和销售, 特别有利于 OEM。OEM 销售方式特别适合于初创建的公司, 否则一种产品在它第一次售出以后要一至两年才能被大量使用。

另一个成功的初创建的小型计算机公司是 Prime。它是在不同环境下发展起来的。在该公司创建之前, 其创立者 Bill Poduska 已经在 NASA 实验室造出了存储量大而有效的面包板。这样 Prime 就能在1973年第一个推出32位(地址线)的小型计算机。应用这个新技术, 象 CAD 这样的程序都可以运行。在1978年 DEC 公司推出 Vax 之前, 它并不能提供很大的实际存储能力。

DG 和 Prime 崛起的特征是它们有极好的销路, 随之而来的是建立一个庞大的机构, 根据需要进行生产和服务。

DEC——一个小型机市场的稳定势力 在开始几次失败之后, DEC 公司仍有能力与 DG 公司和其他崛起者竞争, 因为它在三个基本的小型机生产线上具有优势。然而, 它从1957年起基本业务就是小型计算机。在1966年生产第一台大规模分时计算机的同时, 它也在1965年制造出了第一台小型机 PDP-8。

在总结了各种小型机起步的经验之后(包括 DG 公司, 你会回忆起它是由原来的 DEC 工程师所组成的), DEC 最后于1970年推出了有竞争力的16位小型计算机 PDP-11。该机比较复杂, 但它作为优质产品出售, 使 DEC 迅速重新夺得市场。有了 PDP-11 的统一总线, OEM 产品的相互联接就容易了, 而扩展的硬件使复杂的软件结构变得方便。到1975年, 有几种不同的操作系统供应给各种销售部门。

DEC 公司很早就把 PDP-11 转换成多芯片组合, 并进入单板市场, 在一定程度上与微处理器竞争。直到最近, 它还主宰着16位微型机市场, 但是现在基于单片的微型机已经成为商品, 个人计算机的装配已变得举足轻重。由于 DEC 没能使 PDP-11 芯片适用更广泛, 包括面向个人计算机, 因此今天 PDP-11 仅仅是另一种没能更新换代的吸引人的机器。

DEC 是在 Prime 公司推出32位模型机六年之后才推出 32 位小型机 Vax-11, 当时物理存储器容量已达到足以支持实际需要存储量, 并且提供最优价格和性能。由于 DEC 具有较大的生产能力和销售部门, 它很快就收回过去失给包括 Prime 等较小的制造厂家的市场。

IBM——一贯的胜利者 尽管 IBM 公司有时很晚才进入市场, 但它总是对主要的计算机风格和需要作出响应; 它曾没有认识到小型机可能有广阔的市场。

IBM 有时从基础技术进行革新, 例如磁盘, 链式打印机以及 Fortran, 但在计算方式上经常追随别的开创者, 这可明显地从它在小型机, 分时·PC·区域网络和家庭计

计算机上的发展看出。

它的一些低档计算机很明显接近小型机：用于工程计算的1130（1965年），用于实时和过程控制的1800（1966年），以及用于事务的 System3（1971年）。事实上，当小型机正在形成的时候，IBM 已致力于推出 360 机。可是，我们应该回忆起1969年开始针对 IBM 的反垄断行动，可以注意到，它在此期间缺乏进取性。

IBM 公司在打入 PC 市场并建立起标准之前，一直处于等待之中，直到制成PC。现在，从它进入市场之后只有两年，而它却拥有最大的市场。今天，IBM 正在致力解决家庭计算中提出的困难问题。由于 IBM 具有的规模，它可能在今后几年内统治信息处理的任何（很可能是全部）市场。

如果我们用最简单的方式来计算，即根据交替代入的价格和性能水平，我们可以说低价格意味着有更多的人可以决定购买，不管这些人是小公司的首脑，还是大公司某部门的头头。当权衡其它计算方式时，每个用户的平均价格也确定了产品的吸引力。根据这两种测算方法，IBM 在1979年推出 Series 1 之前错过了小型机这个市场。

总之，IBM 将不断获胜，这不仅是因为它的规模，而且也因为它总是以进取性的眼光观察所有计算机的型式和可能的联系，作为它的市场的一部分。

HP——已建立的公司中唯一获得成功的 Hewlett-Packard 公司买下了刚起步的小公司 Dymec，从而开始小型机业务，为此它可能被认为是合并者，尽管它从产品开始时就纳入它的机构之内。HP 的基本业务是生产仪表设备中的信息装置。它把计算机作为基础。由于大多数公司都处于计算机领域之外，从他们的理解和所能管理来看，计算机的部件实在太多了。

HP 的独自成功完全归于它经常保持的一个信念：一个工业市场的领导者，随着评价准则的改变，始终保持为领导者。技术转变是一个时代的标志，它需要做许多的变革，包括新计算机、新市场、新的计算方式。由于现有的公司不愿意迁向一个新市场，因此就需要有新的公司。

微处理器时代

基于微型机的信息处理工业是由许多独立的以创业开始的公司组成的。这些公司根据其集成化的水平分为不同层次，并根据产品功能分成不同部门（微处理器、存贮器、软盘、监控器或键盘）——在同一水平上。

第一家计算机公司通过终端用户应用，以完全垂直组装集成的方式，建立了从电路到磁带驱动器的完整系统。另一方面，一个层次的工业是一个工业内部的一组工业，每个层次都建立于其成功的产品层上。每个公司只能设计和建造一种水平上的单种产品。系统公司把单个的产品集中，生产出系统产品以供用户使用。

导致这种工业结构的因素有三个：（1）由企业家投资所决定的力量。（2）标准，它变成对产品的约束，并决定产品的分类或层次。（3）按已经建立的明确定义的目标产品分类。事实上我们不得不多次地询问：“工业中哪一个部分是高水平的？”。

企业的力量 各公司形成一个企业，并且能够参加单一产品，或将产品集成为一个完整系统的每一层次。通过企业自行判断制造产品是确实难以置信的；但是在单个大功能芯片中已观察到许多提高生产能力的因素。

用一种类似于 Pascal 语言格式来直接表达工业形成过程。

Procedure 企业家—投资—循环；

```
begin
while 挫折>进步{从旧公司推出}and
      渴望>担心{弹入新公司}do
begin
get (pc, spreadsheet) ;
If 系统—公司 then
write (打击—Vax—计划) —
ELSE
write (计划) —
      新一公司
get (冒险—资本) ;
      {从旧的一冒险—公司}
exit {职业};
start (新一公司) ;
      get (Vax, 开发—工具) ;
      build (产品) ; sell (产品) ;
      sell (新一公司) ;
      {@100×卖价}
      冒险—资金:=公司—拍卖
start (新一冒险—公司) ;
end
end
```

推出和弹入的概念 在上述 WHILE 语句（见开始部分）中，列入有两个条件，旧公司的推出和新公司或产品思想的弹入。在每个时代，我们已经看到了“推出”。Bill Norris 领导一些人（包括 Seymour Cray）于 1957 年离开 Remington Rand 的 Minneapolis 小组（原为工程研究学会）组成 CDC 公司。Cray 在 70 年代初离开 CDC，组成 Cray Research。Gene Amdahl 在 IBM 的环境下不能建造出高性能的 360 机，所以他离开 IBM，并成立了 Amdahl 公司。后来，出于类似原因，他又离开 Amdahl 去组建 Trilogy。Bill Podusha 于 70 年代初期创建了 Prime 公司，他来自 NASA 实验室。在那里他已制造出了带有虚拟存贮器的小型计算机样机。后来，他离开 Prime 去创建 Apollo 公司，并且建立群集工作站。Bob Noyce 离开 Schockley 晶体管公司成立 Fairchild（在那里他是 IC 的主要发明者），而后来他又与 Grove 和 Moore 离开 Fairchild，并成立 Intel 公司，从而研究出第一个 MOS 存贮器和微处理器。

从大多数情况看,所有这些变化至少有50%是从母公司推出的。

在企业家投资循环中,由 IF 语句引出的两个经营计划是:(1) 组件打入和寻找市场的计划,例如为新的扩展件寻找市场。(2) 计划建造一个计算系统,它将胜过 Vax 或胜过 IBM-PC 市场的某一部分。

钱是从一家或几家投资公司获取的。创建者们离开他们的工作并去创立另一家新公司几乎只有一步之隔。在某些场合,筹集“种子”资金是必需的,因为创建者们实际上在写下新公司的第一个经营计划之前就离开他们的工作了。

创立和拍卖公司 公司进而得到 Vax 机作为开发的计算机。他们开发和出售产品。在第一个赢利的季度之后,公司公开拍卖,其出价定为公司年售额的几倍到 100 倍(倍数略大于 1 是不多见的,但仍对公司有利)。有了从公开拍卖得到的资金,新一冒险一公司可以组成,开发新的高技术公司。

起步和两种选择 需要一台执行 Lotus 1-2-3 的 PC 来写出计划并记下财务帐目(即利润和亏损及收支平衡表)。一个成功的业务计划 Poduska 的大纲,必然少于 10 页,内容包括:

- 提要一页;
- 市场简介,说明谁将购买及其理由;
- 产品简介,生产何种产品,为什么生产和如何生产;
- 人,原则上只使用有经验的 A 等人;
- 金融规划,它要求具有高度可实现收回成本的实际计划,这个计划可作为衡量工作的标准。

标准 由国际标准组织提出正式标准。今天的设计者们已建立了许多标准(约束)。这些约束已逐渐导致工业分开层次,按照已明确定义的这些限制。下述八个方面构成了计算机工业的层次,最下面的四个方面是硬件,上面四个是软件和应用。

- 学术和专业方面的纵向应用。用于逻辑设计、电路设计和小型商业会计的 CAD。
- 一般应用。文字处理、电子邮递、扩展。
- 第三代编程语言和数据库。Fortran, Basic → Pascal → (进一步发展的)。
- 操作系统。基本系统,通信方式、数据库/集成的 Basic → CP/M → MS/DOS → Unix (改进的)。
- 机电设备。磁盘、监控器、电源、外壳/8" → 5" → 3" 软盘; 5" 温彻斯特硬盘 (改进的)。
- 印刷电路板。与微型机及其存储器相一致的总线/S100 → PC 总线,多总线 → 多总线 II 和 VME。
- 标准芯片。微处理器,微型外围芯片和存储器/与 Intel 和 Motorola 结构尺寸相一致的存储器芯片 - 8080。[S100] (4K) → Z80, 6502 (16K) → 8086 [多总线, PC 总线] 和 68000 [VME II (64K) → 286 [多总线 II], 68020 和 NS32032 (256K)。
- 硅片。双极性和正在发展的 CMOS 技术 (有专利权的企业使用标准……需要正式化以用于硅基础工业)。

在定义以上这些层次中,信号传输、物理环境、通讯联系和语言标准起了关键作

用。各种制造厂的实际标准提供了最为重要的标准，这些标准包括微处理器结构、总线、外围设备、操作系统和应用软件的文件格式。遗憾的是，我们经常误解和轻视这些和另外一些标准的重要性。

产品划分 工业中产品划分的数目是确定现有结构的主要因素。为了解这个结构，我们需要区分那种是值得称为“高级技术”的产品。先进技术的特征是，有意义的投资、高度技术熟练的人员和项目的高度冒险。

产品以较快的速率发展，表明性能和价格以及结构不断地在改进。制造出的产品需要改进质量。虽然高密度半导体和磁记录产品符合前面定义，但是大多数由这类元件装配的系统，例如与 IBM 兼容的 PC，很明显，并不是高技术的，因为它们仅仅是由高档技术的元件简单地组成一个系统的。

一种普通产品进入终端用户，OEM 或商业系统，并不给人留下很深刻的印象（表2列出了技术要求），特别是当它们与生产早期主机和小型机（表1）所需要的工程复杂性相比较时更是如此。一个微型机系统公司可以有一个兼职领导。一些人用PC和 Lotus 1-2-3 做业务计划，一些人能够购买各种电路板，并把它们装配在一个多总线底板上。一个程序员，主要是购买和装载 UNIX 的文件，可有一个或两个助手。

表 2 1978年左右微型机技术

基本组件工业	微型机系统公司
电源	选用
组件	选用
半导体器件 (微片, 存储器, 外设)	—
CRT和终端	—
磁盘与磁带	—
附件板 (显示)	选用
UNIX和诊断	选用
语言和数据库	选用
LAN和通讯	选用
应用	选用
	系统组装

这里我要提出一点的是，对微型机工业高技术唯一最重要的是半导体技术的发展，即计算机的等级，主要由半导体技术决定。当然，还有许多问题，要考虑到性能、价格和相对性能/价格比，包括机器寿命；硬连线与微程序控制及相应的指令时间；存储速度；Vax的高速缓冲存储器性能（Cray和IBM PC都不用）；浮点速度；矢量和标量的并行程度；Fortran 编译器的相对优良性；以及实际使用单个标准去衡量计算机工作负载的情况。

微型机和小型机结构 因为微型机成本低，尺寸小，容易编程，所以用微型机比用小型机可以多制造出数百种产品。个人计算机、终端、打印机以及专用计算机 PABX等

与可提供同样性能的较大型计算机相比都是低成本的。此外，基于微型机的产品，可以相互联接成大阵列，组成比以前更大的区域。其中最重要的一种结构是区域网络，因为它允许形成更大的单一系统。

LAN (区域网络) 新出现的计算机结构，计算机节点和区域网络，或通讯链(图2)是一个大系统内的信息处理结构。LAN (区域网络) 在今后几年内将对计算机发展起关键作用，但标准的不足将大大阻碍其进展。

60年代中期发展的多编程操作系统，允许一台机器由多个用户分享，好象每人都有—台“实际”的计算机(图2(a))。由于分时系统中过载是常事，所以用户乐于拥有自己的个人计算机。Apple于1978年，之后，IBM于1981年推出了有功能适当和价格合理的模型机(图2(b))。PC在大单位中，急速增加。从共享计算机中取得数据，意味着必须开发程序，使PC带上哑终端。PC用途的日益增加，以及可以得到更快的响应时间，对小型机和主机提出了增加共享计算的要求。由于用户要求存取特定的和中心数据，又引起对主机的需求，这个趋势可能继续下去直到充分分布，建立起基于LAN的系统(图2(c))。

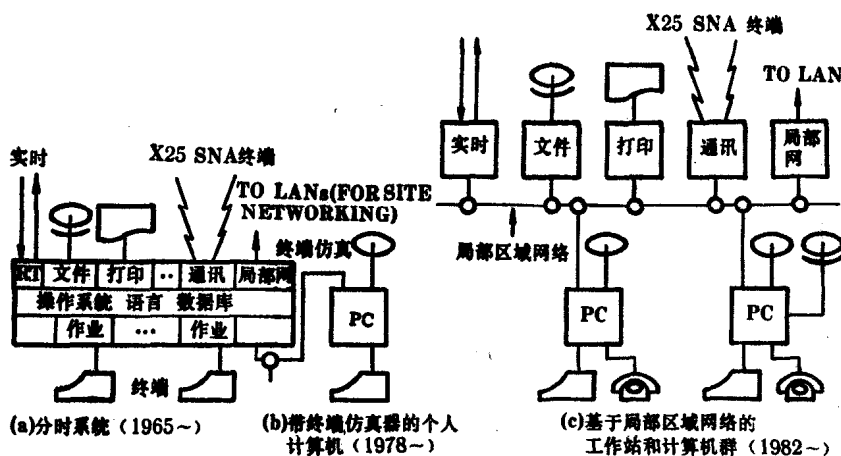


图2 由中央计算机的分时系统工作站到个人计算机组成的区域网络 (LAN)

Xerox Palo Alto 研究中心于70年代中期开始应用 Ethernet (“以太”计算机网)，IEEE802.3 的基础，创立了 LAN 群集的概念和 LAN 的标准。对于象 Xerox Star 或 Aoollo Domain 这样功能强的工作站，LAN 必须允许共享文件和工作间相互通信。象分时系统(图2(a))中的文件汇编和打印一类的功能，被分解成专用的“侍者”(图2(c))，并与一个 LAN 联在一起。所以一个 LAN 必须满足以下需要：

- 大的，共享系统必须是可以“分解”的，这是为了改善地点、降低成本、保证物理安全与单个资源的通讯，以及今后发展。
- 个人计算机或工作站必须“聚集”成一个单个系统，共享诸如打印机和文件通信等资源。
- 在条件差、广阔区域中的小型机和主机网络，要有本地的数据通讯设备，它要求能以高速度相互通讯。

- 小型机和主机与终端的联接必须十分灵活，而且能够逐步升级。
- 每个系统用网络或通信办法代替时，其入门必须是一次完成，这样就限制了通信协议的数目。

计算机节点 图3是普通小型机和微型计算机结构的分类，它表明根据微型机所能实现的新型计算机结构（关于特殊结构的更详细情况，请看本文附录“专用微型机和小型机结构”）。

多微机的组合可以提供较高的性能、宽广的用途和较高的可靠性，其价格接近于小型机或超小型机。全新的结构已出现，包括函数多处理器，具有优良性能和高可用性的对称多处理器、容错计算机，以及多计算机。此外，微型计算机以固定结构结合在一起，可提供高性能的闭域网络（Close-area-network）计算机群。如果发现一种方法，它可以用大量的低成本微处理器，以各种多处理器结构按照单个作业队工作，则微型机就有潜力与各种计算机竞争，包括大型机。FOX公司已经使用一组64个Intel8086/8087计算机进行详细的理论计算，证明这种结构接近超级计算机性能。

图4表示适用于通用计算机的处理器型式的分类。微型机一直追随传统小型机的发展，而今天它已进入微程序编制，只有斯坦福的MIPS芯片和加州伯克莱大学的RISC芯片除外。当考虑性能时，需要给出以存储器为准的现有逻辑关系的速度，这也是直接执行指令组的恢复时间。

单指令, 单数据	硬线连结.....	简单的.....	最低复杂程度	PDP-8, NOVA小型机
		流水线的.....	负荷/存贮	RISC*, MIPS*, Ridge 32
			// + 多功能单元	6000
	微程序.....	简单的		8086*
		CIS		360, Vax, 68000*
		程序设计语言		Symbolics 3600 (LISP)
单指令, 单数据		表决(仅用于检测)		
高可用性		表决(决策/修正)		Stratus*
		TMR(决策/修正)		
单指令, 多数据	开放式微程序	阵列处理器		FPS-164
	硬线连接	向量		Cray-1

* 微处理器

图4 通用处理器型式的分类

系 统 工 业

实际上所有基于微处理器的系统提供了一个单独的信息处理市场。微型机允许PC存在，但是它向传统的小型机，高可用性的小型机，可能还有主机进行挑战。现在有了标准的操作系统，可以在各种集成化水平上完善产品各部分，从而去掉无用的结构。

如果说小型机历史是一个很好的指示者，则微型机基础工业的影响，将会更富有传奇色彩。如，在100多个工作站公司中我们可以预料幸存者少于10家。对PC市场可以