数学基础和跨领域研究是取得创新成果的重要因素

——从事计算机研究的体会之一

加入WTO后，我们的工业将纳入国际大市场，大家都关心如何提高我国产品的竞争能力。在与计算机相关的领域内，既有挑战，又有重大的机遇。能够抓住机遇的人往往会获得意想不到的成功。近年来经常有人问我下列问题："1975年你怎么想到要从事照排系统的研制?""怎么想到跳过当时国外流行的做法，而采用新的技术途径?""你在从事计算机系统的研制中最重要的体会是什么?"。我想在本文中谈一下我的一些粗浅的看法，供大家参考。

数学基础是至关重要的

数学基础对从事计算机软硬件及应用系统的研究是十分重要的计算机本身就是数学和电子学结合的产物，存储程序计算机概念的提出者冯•诺依曼(Von Neumann)就是一位杰出的数学家。大家知道国际上计算机领域内最高奖是图灵(Turing)奖，为了纪念对计算机理论作出历史性贡献的英国数学家Turing。从1966年开始，每年授一次奖，一般授予一人，有时授予一个领域内的两名科学家，图灵奖只授予对计算机事业作出有深远影响贡献的科学家。迄今为止，三十多名获奖人中除少数几位纯粹属理论方面的贡献外，大多数获奖者的工作对计算机工业产生了重大影响。例如编译系统的先驱Perlis,微程序的发明人Wilkes,人工智能先驱和LISP语言的提出者Mc Carthy,操作系统层次结构和结构程序设计的创始人Dijkstra,第一个数据库的提出和实现者Bachman,在算法研究和科技排版语言TEX方面作出重要贡献的 Knuth,FORTRAN的提出和实现者 Backus,APL语言的设计人Iverson，关系数据库的提出者Codd，UNIX和C语言的创始人Thompson和Ritchie,PASCAL语言的设计和实现者Wirth等。图灵奖的获奖人，或者是数学出身，或者有很好的数学修养，几乎无一例外。美国微软公司董事长Bill Gates,现年37岁，是美国最年轻的富豪，他也是一位数学天才，中学数学成绩十分突出，常得满分，高中时对抽象数学和经济学深感兴趣，这两方面的兴趣和才能与他成为世界上头号软件企业家不无关系。我国计算机领域内获得国家自然科学奖的科学家中绝大多数为学数学出身，个别非数学系毕业的获奖人也有良好的数学基础。计算机领域内获国家科技进步二等奖以上的主要获奖人中，很多也是学数学出身，尽管这些项目的技术性都很强。数学基础为什么对计算机研究如此重要呢?根据我自己的体会，至少有下面三方面原因。

1"抽象"是数学的本质，而计算机硬件、操作系统、高级语言和应用系统的

设计中经常使用“抽象”的手法。有一个很能说明问题的故事，大概在1946年，冯•诺依曼在一次讨论班上说，他可以用六个电子管设计一个加法器，并在黑板上画出加法器的电路图。主持世界上第一台电子计算机ENIAC工程设计和实现的Eckert立刻说，“不对，有一处脉冲的极性反了，应加一个管子实现反向，另两处驱动能力不够，应加管子，因此需要九个电子管。”冯•诺依曼回答说“你说的是电路上的加法器，我说的是逻辑上的加法器。”正是依靠了抽象，出现了电子计算机逻辑设计这一重要分支。

2严密的逻辑思维和推理对硬件和软件研制都是很有帮助的。数学基础好、逻辑思维严密的人，一旦掌握了软件设计和编程的基本方法和技巧后，就能研制出结构清晰、高效率和可靠的软件系统；而一个思维不严密和推理能力差的程序员，即使有多年的编程实践，往往仍不能很好地完成任务。三十多年来我在从事逻辑设计、体系结构研究、软件、微程序设计和专用芯片的设计过程中，深感大学期间(北大数学系)的严格训练使我终生受益。在华光IV型、方正91和最新的方正93电子出版系统中，我们设计过三次专用超大规模集成芯片ASIC，其中最复杂的是方正93的专用协处理器芯片。由于研制小组成员逻辑思维严密，所以在芯片模拟中仅发现一个小错，样片出来后没有任何错误，由该协处理器为核心的方正93系统完全达到了预期的目的。八年来我们在ASIC设计中从未做过实际的电路实验，主要依靠严格的论证来保证设计的正确性，结果三次样片都是一次完成。我很赞成Dijkstra的下述看法：“一个高水平的程序员应该一开始就避免故障的引入，而不应该把大量时间放在程序调试上。”Dijkstra一贯主张把科学的思维引入系统设计和程序设计中，这也是他鼓吹的结构程序设计的目的之一。

3好的算法往往会大大改进系统的性能，而数学基础对构思算法是很有帮助的。

1974年图灵奖获得者Knuth是学数学出身，在算法分析方面作出了重要贡献。在出版他的多卷名著“程序设计技巧”过程中，发现当时的排版软件在版面质量和功能方面满足不了他的要求，因此设计TEX排版语言，并发明了数学公式在拆行时的算法，既能自动把一段公式拆成几行，又能保证得到的版面很美观，北大方正排版软件中使用了Kunth这一算法。人们把TEX称为数学家设计的排数学公式的软件，在国外流行很广。1980年图灵奖获得者Hoare由于在公理语义学方面的贡献而闻名，他牛津大学毕业后，去莫斯科大学学概率论，然后于1960年进入Elliott公司，当了八年程序设计师。一接触到程序，他立刻发明了一个快速排序算

法，1961年在了解ALGOL 60后，又把这一算法用ALGOL 60清晰和简明地书写出来，取名为QUICKSORT，从而开始了作为一名计算机科学家的历程。在电子出版领域内，PostScript解释器需要好的算法，高档彩色系统的挂网算法直接影响彩色出版物的质量，在彩色拼版和图形处理中都能看到算法的重要作用。

实践出真知

一定要在年轻的时候养成自己动手的习惯在计算机领域内，只出点子、从来不动手实现的人不容易出大的成果。一个新思想和新方案的提出者往往也是第一个实现者，这似乎是一规律。因为开头人们总会对新思想提出怀疑，而只有发明者本人才会不遗余力，承受一切艰难困苦、百折不回地予以实现；也只有发明者本人最清楚自己方案中的问题，能最有效地改进方案和克服实现过程中的各种困难以取得成功，只提方案、自己不实现，则会使一项有价值的发明不能很快付诸实现，而在高科技时代，一种新方案在市场上的生命周期是不长的，一项发明的实施过程太长，会使别人捷足先登。

获图灵奖的科学家通常既是新思想的提出者，又是第一个实现者。FORTRAN是第一个真正推广的用于科学计算的高级语言，五十年代， Backus在设计和实现FORTRAN语言方面作出了极大努力。由于当时的计算机速度慢，内存小，程序员习惯于用各种编程技巧来提高运行速度，因此FORTRAN编译系统在下标变量优化，全局优化和充分利用当时IBM 704上很少几个变址寄存器方面费尽心计，以保证目的程序有高的运行效率。经过Backus等人的艰苦努力，才使FORTRAN得到承认。美国巨型机先驱，被称为巨型机之父的Cray,从1964年的CDC 6600，直到后来的Cray巨型机，二十多年的时间内始终处于这一领域的前沿(当然现在受到超并行机方案的严重挑战)。CDC 6600使用硅管、分立元件，多个运算器同时工作，达到每秒300万次的高速度，六十年代中期称霸一时。Cray的一个很大本领是用体系结构和逻辑设计的办法把器件潜力全部控掘出来，达到可能的最高运算速度。他曾说过，当他提出一个新的构思时，人们常常说“Can't do”(做不成)，而对这种怀疑的最好回答是“Do it yourself”(自己动手做)。从1975年到1988年这段时间内，Cray的这段话曾给过我很大的鼓舞力量。我于1976年提出了用轮廓加参数的方法描述高分辨率汉字字形，提出了跳过光机式第二代照排机、阴极射线管第三代照排机，直接研制第四代激光照排系统，提出了用逐段高速形成版面点阵并缓冲的方法驱动逐线扫描的高精度激光输出设备。当时相信的人很少，认为我在玩弄骗人的数学游戏，根本无法实现。1980年当原理

性样机(华光I型)排出样书后，人们相信上述方案是可以实现的，但多数人认为即使能够实现，也无法与国外产品竞争。直到1989年外国公司纷纷败下阵来，局面才戏剧性地根本扭转。正是按照Cray这段话的精神，我们马不停蹄，不断创新，从华光I型一直到现在的方正93系统，十八年来可以说一口气都没有歇过。

“自己动手做”的另一范例是我国数学家吴文俊，吴先生五十年代就已大名鼎鼎，成为当时中国最年轻的学部委员之一。晚年他在定理的机器证明方面取得重大突破，国外誉为“吴方法”。这些年来他用计算机来验证和发展他的理论，上机时间比年轻人还多。科学院数学研究所的一位研究员给我讲过一个故事，他说前几年的一个农历除夕晚上八点多钟，他在外面散步时看到吴文俊先生还在机房上机。一个享有盛名的科学家在致力于新领域的突破时仍需自己动手，更不用说年轻人了。好的数学基础，强的动手能力和第一线实践经验，再加上洞察力和创造性等因素，就有可能取得出色的成就。Hoare的经历是有启发的，他在Elliott当程序员期间，参与了ALGOL 60语言的制定和成功地主持了编译系统的设计和实现，这给他后来在程序语言的形式化定义方面的贡献打下了基础；他在六十年代中期研制操作系统方面的挫折使他致力于并行程序和语言的研究、操作系统结构，尤其是进程之间通信方面一些基本问题的研究。

跨领域研究是创新的源泉

控制论创始人维诺(Wiener)曾说过“在已经建立起来的科学领域之间空白区上，最容易取得丰硕成果”。计算机就是数学和电子学两个领域结合的产物。第一台电子计算机ENIAC是J.W.Mauchly和J.P.Eckert发明的。Mauchly是物理学博士，曾致力于天气预报的研究，深知该领域题目计算量之大，因而试用过各种技术以达到所需的高速度。1941年夏，当他34岁的时候去宾夕法尼大学莫尔电机工程学院任讲师，遇到了才华横溢的年轻研究生Eckert。这两人都是既有数学功底，又有电子学方面的知识。Mauchly在数学和计算方法方面能力高于Eckert，而Eckert在电子工程方面则是很杰出的。1942年Mauchly提出了电子计算机的基本想法，后又与Eckert共同把这一构思具体化，成为ENIAC的设计方案。ENIAC的实现是由Eckert主持的，他每周工作80小时以上，终于在1945年秋使ENIAC开始运行和试算题目，并于1946年2月向公众展示。

从ENIAC发展到存储程序概念的通用电子计算机是一大飞跃，这一机遇落到了杰出的数学家和数理逻辑学家冯•诺依曼身上，尽管冯•诺依曼介入计算机的研究似乎由于一个偶然因素。1944年的某一天，在美国费城火车站，冯•诺依曼遇

到了并不相识的HHGoldstine上尉，他是美国军方派来参加ENIAC研制的(Goldstine后来是ENIAC的程序员，据说他首先使用流程图，当然，ENIAC的所谓“程序”，是在约40块几英尺长的插板上用连线方式置入几千条指令，然后运行)。Goldstine谈起了ENIAC项目，使冯•诺依曼深感兴趣。很快冯•诺依曼就前往宾夕法尼亚大学莫尔电机工程学院，并与该小组的成员共同研究存储程序通用计算机的概念，后来这种计算机被称为冯•诺依曼类型计算机。他们预计采用新概念后，只需用ENIAC十分之一的设备就能获得更高的性能。存储程序概念是革命性的，把指令和数放在同一个存储器内，并可以象操作数据那样修改指令，这在当时被指责为“违反自然的”。这台新的计算机取名为EDVAC，冯•诺依曼本来想让Eckert主持实现，但由于对ENIAC专利权的分歧使Mauchly和Eckert于1946年末离开宾夕法尼亚大学，并组建了电子计算机公司以发展他们的想法。他们于1949年研制成专门用于导弹导航的BINAC计算机，并于1951年3月完成了第一台通用的商品化计算机UNIVAC I，提供给美国人口统计局使用。五十年代UNIVAC Scientific 1103，大型机UNIVAC LARC 都是当时著名的、有创造性的第一代计算机。而EDVAC由于更换了工程负责人而延误了时机，让英国剑桥大学的M.V.Wilkes捷足先登。

第一台完整地采用存储程序概念的实验性通用电子计算机是1949年5月剑桥大学完成的EDSAC I，设计人是Wilkes,他是(1967年)第二届图灵奖的获奖人。Wilkes在大学里学的是纯数学和应用数学，博士论文则是无线电方面的题目。1946年夏，当Wilkes33岁的时候，发生了被他称为“一生中最重要的事件”，他接到了一个电报，邀请他参加莫尔电机工程学院的计算机培训班，一共20个单位的28名学生参与，主讲人是Mauchly和Eckert，当时他们的名字还鲜为人知。Wilkes去晚了，只听到后半部分的课程，但ENIAC的成就和新的存储程序计算机概念给他留下很深的印象。在培训班上，Eckert和Mauchly提出新概念计算机最大的问题是存储器(ENIAC只能存20个数)，他们建议用超声延迟线作存储器。有一句名言，叫“机遇历来只偏爱有准备的头脑”。Wilkes在数学和无线电这两个领域均有深厚功底和经验，一旦他了解了存储程序计算机概念，立即回到剑桥大学，着手研制EDSACI。合作伙伴是一位优秀的年轻研究生Wheeler，他是“闭子程序”(closed subroutine)的发明人，EDSACI可以说是建立在子程序基础上的。存储器则采用水银延迟线(详细介绍EDSACI的书籍五十年代曾在我国发行)。

Wilkes是微程序的创始人，他于五十年代初发表的微程序方面的文章和第一

台微程序结构的计算机EDSACII是这方面的里程碑。从事过电子管计算机研制的人都会感受到，高速运算器尽管很费管子，但逻辑结构是简单的，而控制器则是最不规则 的。EDSACI硬件和子程序方面的经验很自然地促使Wilkes想到了微程序。尽管四十年来微程序技术有了很大的发展，但基本概念和方法则是Wilkes奠定的，即用微指令的位来平行控制一系列的单拍微操作，极大的减少随机逻辑，从而使控制器变得十分整洁。由于Wilkes精通电路，他想到了用二极管矩阵来实现微程序存储器；随着磁心的发展，后又改用磁心存储器。

上述例子均说明跨学科研究的好处，具有两个领域的知识和实践的人比别人更容易抓住机遇。最近十多年来，在我国的机械、化学、生物、考古、社会学、经济学等领域内涌现出一批中青年专家，他们把数学模型和计算机技术引入这些领域，超越了前辈科学家，取得了好的成就，这些范例是值得学习的。

软硬件的结合曾带来突破性成果

五十年代和六十年代硬件和软件的结合给计算机体系结构带来一系列的突破，计算机硬件方面的很多高招均来自程序和应用的需要。五十年代初的DYSEAC机用指令计数器作变址，使子程序从磁鼓调入内存后，可以放在任意区域而不必修改程序中的地址，此即早期的地址浮动；1958年麻省理工学院林肯实验室研制的晶体管计算机TX-2实现了外部设备多个进程的并行工作，当时称为多道序列(multi-sequence),这是多道程序的前身；五十年代设计，1961年运行的大型机Stretch(即IBM 7030)，号称每秒百万次运算，其研制是与应用紧密结合的。除了指令先行部件、一拍完成多位操作的运算器、I/O交换器等一系列特点外，Stretch硬件中断后的操作是用程序来实现的，这点给我印象特别深。最使我激动不已的是1961年初看到的关于Atlas计算机的一篇不到一页的简短报道，Atlas是英国曼彻斯特大学研制的，主设计师Tom Kilburn;样机也叫Muse，首创了虚拟存储器，该机于五 十年代末设计，1962年运行，其详细细节于1962年后才披露。Atlas是一台大型计算机，每秒几十万次运算，支持多道程序；但英国比较穷，不象Stretch那样使用容量大的磁心存储器，而只用16K×48位的磁心存储器，再加上第二级90多K字的磁鼓存储器，组成了所谓的“一级存储器”(One level storage,当时还没有虚拟存储器Virtual memory这一名称)。一级存储器的调度和外设所有资源的管理由一个管理程序Supervisor完成，而Kilburn是主要设计者，可见他是精通程序的；Kilburn又是杰出的电路专家，他曾利用晶体管某些开关特性使加法器进位链上的延迟降低到最小，他发明的这一电路当时被称为Kilburn加法器。虚拟

存储器除了要有好的调度算法和调度程序外，另一关键问题是要有一个小容量(例如32个单元)超高速的页寄存器堆和附加的全等比较电路，可以对所有的寄存器同时作全等比较。每次访问内存前，首先把要访问的虚拟页地址与堆中的所有单元内容同时作全等比较，判断当前页是否在内存：若在，则读出对应的内存物理地址；若不在，则需从外存读入一个页面。判断当前页面是否在内存，并把虚拟地址变成物理地址的操作必须极快。Kilburn的电路才能使他有魄力用晶体管分立元件来实现这一创新的方案。这一事例再一次说明具有两方面专长的人在面临挑战时会萌发新的构思。

1961年我从北大数学系计算数学专业毕业已三年，主持过电子管计算机逻辑设计和整机调试工作，也参与过部分电路设计工作，一直在硬件第一线上跌打滚爬，在紧张工作的同时，也阅读国外文献。五十年代国外有名的计算机体系结构使我赞叹不已，我试图寻找创造的源泉，即这些创新构思的背景，逐步领悟到程序和应用对硬件设计的重要性。1961年我作出了一生中最重要的一个决定：从硬件转向软件，但不放弃硬件，而是从事软硬件相结合的研究以探讨软件对未来计算机体系结构的影响。当时软件Software这一名词还没有，帮我在这一领域入门的是前苏联Ершов写的“快速电子计算机编制程序的程序”，即详细介绍他们研制的一个程序设计自动化系统框图的书，Ершов后来成为前苏联科学院院士；另一本是详细介绍IBM 650上流行很广的汇编语言SOAP资料；另外还看了FORTRAN的一些文章，后来则仔细钻研了修改后的ALGOL 60语言以及一系列叙述编译系统原理的文章。当时有一种“茅塞顿开”的感觉，原来我以为自己是懂得计算机的，此时才发现只有了解软件，才真正懂得计算机。高级语言、汇编语言(和机器语言)以及微程序语言是三个不同级别的语言，贯通这三者，必然会在体系结构上有创新的构思。为了这一目的，1964年我承担了当时正在进行硬件设计的DJS 21机的ALGOL 60编译系统，这一系统是与许卓群、陈堃銶、朱万森等人合作完成的，后来又经数学所陆汝钤等高手的精心修改、完善，才在几十个用户中得到了推广。DJS 21机的ALGOL 60系统采用的是标准的ALGOL 60语言，只是因为DJS 21机的内存只有4K字(后改为8K字)，因而限制了子程序的递归调用，除此之外，几乎与ALGOL 60没有什么差别，连五单位的纸带码都尽量和欧洲从事ALGOL 60语言的确定和编译系统的小组ALCOR的编码相同，在当时批判洋奴哲学的极左路线下，这样做也是要冒风险的，但我始终认为应遵循国际标准，不该创新的地方不应创新。为了保证实用和能够推广，坚持让用户在源程序一级上调

试，为此增加了一系列程序运行时指示错误的措施，例如当某个运算符发出算术溢出时，能准确指示源程序上产生溢出的运算符的位置，并把该运算左右两个分量溢出前的值打出，并打出此溢出出现前标志程序流程的16个标号，以协助用户追查错误的根源，这些措施后来很受用户的欢迎。我觉得，不能浮光掠影地参加一个软件系统的研制，而应该彻底投入一个真正实用的的系统，这样才能切实理解软件对硬件的影响。六十年代的那些日子里，我用90％的时间从事ALGOL 60编译系统的研制，另外10％的时间探讨适合高级语言的计算机的体系结构。对于ALGOL 60，FORTRAN， PASCAL这类汇集时间(binding time)早的高级语言，我从来不赞成硬件直接执行高级语言的方案，而主张寻找编译和目的程序运行中的瓶颈，依靠灵巧的硬件设计显著地提高效率。下标变量的处理是个瓶颈，子程序调用(尤其是递归调用)又是一个瓶颈，因为在子程序入口时需要保存和建立一整套的环境，以便处理局部量、局部数组、参数和返回地址，这些在当时的常规计算机(例如IBM 360)上都是很费时间的。由于我有硬件实践经验，所以很容易想出硬件上的方法来克服这些瓶颈。当时我感到似乎找到了创造的源泉，并相信一旦有了这种源泉，中国人有可能和外国人同时或更早提出某些新的思想。这种信心，以及软硬件两方面的知识和实践是我后来能够承担激光照排系统研制的决定性因素。五十年代和六十年代初软件尚未充分发展，硬件则还是分立元件时代，设计和实现一台计算机的硬件还是一件复杂的事，往往意味着好几个大的机箱，因此同时通晓软、硬件，并具有两方面实践经验的人是不多的。我国当时尚苦恼于磁心存储器和逻辑电路的稳定性问题，对软件还很不重视，更谈不上过问硬件如何适应软件的问题。Robert Barton是软硬件结合从事体系设计的先驱者之一，五十年代末和六十年代中，他主持设计的一系列Burroughs公司的计算机B5000，B6000，B7000是这方面的典范，Barton获1979年Eckert-Mauchly奖(体系结构方面的专项奖)。软硬件的结合在六十年代曾带来一系列的突破，而今天的硬件很大程度上变成芯片设计的问题，同时熟悉主机板上各芯片的外部性能和相应的某些软件已不是一件困难的事情了，年轻一代应寻找新的突破点。

要及时了解和学习国外最新成就

六十年代初在研究计算机体系结构和编译系统过程中，我大概看了近一百篇国外文献，以后养成了每做一个项目先要了解国外现状的习惯。为了加快英文阅读速度，1963年初又决定锻练听力，先收听短波中北京电台对外英语广播，后来觉得不过瘾，就收听英国广播公司BBC对远东的英语广播，1963年起连续二年

多，每天半小时的收听使我反映速度明显加快。“收听敌台广播”后来在文化革命中成了我的一条“罪行”，带来不少麻烦，因为文革前这样做的理科教师很少，因而显得情节严重。今天，年轻一代比我们这一代的英语水平要高，各类杂志又很多，条件比十多年前好多了；但今天面临国际市场的激烈竞争，及时掌握情报的重要性比以前更加突出。除从书本和杂志上学习外，研究单位的局域网还应与国际网络相连，应及时购买光盘出版物(这是更新最快的出版物)，和购买各种最新版本的软件供学习研究用，这是智力投资所必需的。

有所准备才能抓住机遇

一个人的一生中会碰到很多机会，但机遇只偏爱有准备的头脑。多方面的知识和实践经验，对社会需求(包括未来需求)的敏感，对技术发展方向的正确判断，一丝不苟和锲而不舍的精神，都有助于把握机遇，取得成功。1975年，研制精密照排系统的机遇降临到我们头上，当时打听到，国家有一个七四八工程，即汉字信息处理系统工程，分三个子项目：汉字通信、汉字情报检索和汉字精密照排。对于这三个子项目，我独钟精密照排系统，因为它的价值和难度吸引了我。我当时病休在家，可以做自己想做的任何事情。这一事例也说明在可能的条件下让年轻人自由选题，做自己喜欢做的事情，才能激发创造的欲望。

按照过去养成的习惯，首先要了解清楚国外的研究现状和发展动向，短期内我阅读了大量的资料，从而于1975年得出下述结论：数字式存储将占统治地位；光学机械式二代照排机，尤其是汉字二代机难度很大，但没有前途；字模管式三代机和飞点扫描式三代机正在走下坡路，很快将被数字存储的CRT三代机所淘汰。1975年时，先于北大，国内已有五家在从事汉字照排系统的研制，可惜的是，其中两家选择了二代机的方案，另外三家分别选择了飞点扫描、字模管和全息模拟存储的技术途径。

我们一旦选择了数字存储的方案，汉字字形信息量太大，马上成为十分突出的问题。国外流行的黑白段描述方案压缩率低，日本京都大学的字根组合方案压缩率高但质量不好。假如当时国产计算机硬盘容量很大，我大概不会努力探索新的途径了，正是由于落后才迫使我们另觅新路，这是一种社会需求的压力。由于我是数学系毕业，所以很容易想到信息压缩，即用轮廓描述和参数描述结合的方法描述字形，并于1976年设计出一套把轮廓快速复原成点阵的算法。但当时用常规计算机上的软件来复原点阵，速度是很慢的，因此一个只懂数学和软件的人可能就会就此却步。由于我有多年的硬件实践，并懂得微程序，软、硬件两方面的经验使我能够判断哪些操作可由软件来做，哪些操作属于时间要求很严的，必须

由专门硬件配合微程序，从而使速度提高几十倍。在照排系统的研制中尽管我并未主管过软件开发，但软件的知识和实践有助于我作出正确的技术决策。

1976年时国外尚无激光照排机的商品，但国内在高精度传真机研制方面已积累了多年经验，激光扫描分辨率高和幅面宽等突出优点强烈地吸引了我，但逐线扫描，不能改变光点直径和扫描后不能停顿的特点又使控制器的设计难度很大。“需要”和“矛盾”正好促使新方法的产生，逐段形成点阵、逐段缓冲、四路平行输出等方案就是被逼出来的。这些困难找到了解决办法后，才于1976年夏决定跳过二代机、三代机，直接研制第四代激光照排系统。

很幸运的是，八十年代中期，轮廓描述西文字形在国外大为流行，当然已由向量轮廓发展成三次曲线轮廓；1985年后激光照排机在国外开始流行，并于八十年代末淘汰了第三代CRT照排机，而国外的二代机则早已于七十年代末就被彻底淘汰了。由于我们起步早，十八年来在针对激光逐线扫描输出的字形发生器和控制器(后来国外改用“栅格图象处理器”这一新名词)方面坚持不懈地创新，从小规模集成电路、双极型微机、专用芯片、一直发展到最新的方正93专用协处理器芯片，从而使系统不断保持领先水平。

1985年以前，很多人对照排系统市场的前景是表示怀疑的，理由是中国拣铅字太便宜了，新技术在价格上很难与传统方法竞争。但我们始终坚信，电脑激光照排带来的是一场深刻的技术革命，其好处是不可估量的，因而推广是不可避免的趋势。事实上后来的发展势头比我们想象的要迅猛得多。因此，准确估计未来的需要对把握机遇也是不可少的。

计算机是年轻的产业，也是年轻人的副业事业，年轻一代应探索新的方法、手段和途径来超越前辈。中国是一个正在迅速发展的不发达国家，很多崭新的领域需要我们去开拓，这会给年轻人以很多的机会；只要我们不断努力，自觉地积累知识和经验，就会抓住机遇，取得成功。

1993年3月12日

本文刊登于《计算机世界》，1993年4月21日。

保证产品生命力的“顶天立地”模式

——从事计算机研究的体会之二

科研成果如何迅速转化成商品并形成产业的问题近来成了科技界讨论的热门话题，本文就创新意识和产业的机制这两方面谈一点粗浅的看法。

创新是高技术产业的灵魂

我国科研成果转化成商品的比例明显低于发达国家，原因是多方面的，我认为其中一个原因是缺乏创新意识。有些成果基本上是仿制国外已经在市场上大量销售的产品，当费了很大力气做出样机时，国外新一代的产品已经问世；尽管鉴定会上可以得到诸如“八十年代末或九十年代初国际水平”“填补了国内空白”等好的评价，可以申报奖励，但大家都知道，即使再投资，再经历一段艰苦的过程把这一成果变成商品，也无法与国外新产品在市场上抗衡。周光召院长曾呼吁，在我国即将“复关”的时刻，要特别强调科技人员的创新意识，我觉得这是很重要的。填补国内空白的产品假如性能和可靠性与国外同类产品差不多，而价格便宜，则即使创新成分不多，也是很有价值的和应该鼓励的；但若性能和可靠性均不如别人而价格又差不多，则这种“填补国内空白”在复关后的形势下很难在市场上站住脚，这类成果今后也不应该给予好的评价和奖励。

一项发明或一个新构思往往会带来一大片市场，甚至形成一个新兴产业。施乐公司发明复印术，并在此基础上又发明了激光打印机，这两项成果形成了一个年产值几十亿美元的新产业。创办苹果电脑公司的两位年轻人Steve Jobs和Steve Wozniak,于七十年代中期设想要研制一台廉价、可靠和性能较强的微电脑，可以进入家庭。当时Steve Wozniak还在惠普公司上班，他的关于发展微电脑的建议没有被惠普公司采纳，于是便和Jobs一起，在自己的公寓中开发了苹果I，证明可以达到很高的稳定性；接着于1977年6月推出了苹果II，价格只有1350美元，1978年夏又配备了专用的软盘机。苹果II以它的容易使用和高度可靠一下子形成了微电脑产业，而苹果电脑公司成了当时微电脑产业的第一大公司。苹果II的技术负责人Wozniak因而获得1979年Hopper奖，该奖是专门为青年计算机科学家而设的，以杰出的女计算机科学家、世界最早的程序员之一Grace Murray Hopper命名(Hopper已于前年去世)，从1971年开始，一般每年奖励一人。

一个新构思带来一个大市场的另一例子是电子表格(Electronic Spreadsheet,或称电子试算表)，这是 Dan Bricklin 于七十年代末发明的。1977年26岁的Bricklin正在哈佛大学攻读企业管理硕士学位，经常需要处理经营管理方面的财务计算问题，这种不断的重复计算很浪费时间，于是他就构思了自动化工具

；他用软件把会计帐目的工作底稿搬上显示屏幕，用表格形式填入相关的数据，并能自动计算各种总值。1979年5月推出的这一软件取名为 VisiCalc,很快风靡市场，成为个人电脑当时的头号畅销软件，促进了个人电脑产业的迅速发展。尽管VisiCalc后来被其它性能更好的软件所取代，但 Bricklin 的发明开辟了一个潜力极大的市场，因而获1981年Hopper奖，VisiCalc系统则获1985年ACM软件系统奖(从1983年开始，ACM每年奖励一个有长远影响的软件系统)。后来的Lotus 1-2-3， Excel等著名软件都是沿着 VisiCalc开创的组合软件风格发展起来的。

针对市场需要，实现已有技术尚未达到的目标

我很欣赏索尼公司名誉董事长井深大的一句话："独创，决不模仿他人，是我的人生哲学"。当然"独创"和"不模仿他人"绝不意味着闭门造车，而应该针对市场需要，大量吸收前人的好成果和分析已有系统的缺点，"需要"和已有技术的"不足"是创造的源泉。十八年来北京大学在开创华光和方正激光照排系统过程中深深体会到这一道理，因而一直坚持高起点和创新。我们于1976年作出的跳过第二代光机式和第三代阴极射线管照排机，直接研制激光照排系统的决定，使我国的报业和印刷业没有象其它国家那样经过二代机和三代机的历程，而是一步跳到先进的激光照排和整页输出，并在较短时间内大面积推广。1976年我们提出的汉字字形的轮廓加参数描述和相应的快速复原算法，以及后来十多年内软硬件的一系列新发展，曾大大提高了国产照排系统的竞争能力，从而使国外产品很难在中国有立足之地。进入九十年代后，电子出版系统如何进一步创新，如何更多地占领海外市场，成了我们经常思考的问题。对国外发展趋势的分析，我们感到已经成为事实上国际标准的页面描述语言PostScript Level 2必将很快影响中文电子出版系统，从而最终成为这一领域中文系统的标准。八十年代末国外开始流行的RISC硬件RIP(或称控制器)方案和九十年代初异军突起的软件RIP方案在处理中文PostScript时速度都不满意，前者的价格也不算很低。西文字数少，可以用缓冲方法存放字形复原后得到的点阵，因而并不要求复原速度很快；而中文字数多，无法用缓冲，不得不每出现一个汉字，就要作一次三次曲线轮廓转换成点阵的很复杂的复原操作，因而复原速度必须很快。由于上述困难，海外一些用户普遍感到用国外现成的RIP处理中文PostScript速度太慢。市场的需要和已有技术的不足使我们于1990年作出了十八年来第三个重要技术决策：跳过RISC硬件RIP方案，发展适合PostScript的专用协处理器芯片，使RIP的硬件代价降到尽可能最低，而对于关键操作其速度可比RISC RIP快十几倍到二十倍。这一决策导致了最新的方正

93电子出版系统。

另一个重要机遇是彩色系统的市场。传统的电子分色机是一个专用的封闭系统，价格昂贵，二十多年来以令人折服的精美印刷质量赢得了市场，赚取了高额利润。近年来由于高精度、廉价的彩色扫描仪和高精度激光输出设备的问世，尤其是微机台式出版系统的迅速发 展，传统电分机的市场正受到严重冲击。从封闭走向开放，新一代的彩色激光照排系统在价格、灵活性和功能，尤其是文图合一的处理功能方面是传统电分机所望尘莫及的，但国外这些新系统均不能处理中文。抓住这一机遇，我们使方正91彩色激光照排系统于1992年1月21日在澳门日报投入生产性使用，取代电分机，每天出4～6个彩色版，这是世界上首次实现彩色照片和中文的合一处理，并整页输出彩色报纸版面。过去人工剪贴彩报的一版需一小时半到两小时，现在只需10多分钟就能输出一版的四张分色片，使报纸时效要求高的新闻版上也能登彩色照片。接着，几十套彩色报纸照排系统在海内外推广。适合精美印刷品的彩色照排系统的难度比彩报照排系统要大得多，分辨率高达3000DPI以上，是激光打印机的10倍，分辨率高10倍，意味着一个同样大小的汉字所需的存储量大100倍!彩色图象的处理和挂网质量则是另一难题，也是速度的瓶颈。一旦这些技术难关突破，将带来一场彩色革命，最终象今天黑白激光照排系统逐步普及一样，使我国的中小印刷厂甚至办公机关也能轻而易举地出版精美的彩色印刷品。 方正93系统的专用协处理器芯片以及其它一系列措施既针对量大面广的激光打印系统、黑白照排系统市场，也考虑了高档彩色系统的需求。过去我国彩色出版领域，全被Hell,Crosfield,大日本网屏和Scitex四家的电子分色机把持，虽然昂贵，但由于市场需要，每年仍有大量进口。随着计算机系统走向开放性和部件本身成为单独商品出售，电子出版系统、尤其是彩色系统也将遵循这一潮流，而PostScript 2的普遍接受大大加快了这一进程。由于彩色革命在国外也刚刚开始，虽然部件价格正在下降，但系统价格仍旧较贵，而且国外系统均不能有效地处理中文，这些弱点恰恰提供了机会。方正93高档彩色系统除实现文图合一处理和输出外，还配有彩色拼版和图形排版软件，并可接受国外软件形成的PostScript格式文件，这些功能正是市场急需，而现有系统又无法用可以普遍接受的低价格提供这种功能。针对市场需要，用新方法实现前人所未达到的目标，并迅速实现商品化和大量推广，是占领市场的一种有效方法。

施乐PARC的得与失给我们的启示

七十年代初，施乐公司(XEROX)在加州的 Palo Alto ，靠近Stanford大学处开

设了Palo Alto 研究中心，简称PARC,即Palo Alto Research Center 。施乐希望把PARC建设成一个充满想象力和创造活力，在研究内容上不受限制的研究机构，这种开放态度，吸引了许多有才华的年轻人，作出了一系列计算机发展史上留下痕迹的开创性成果，其中之一就是图形用户界面 GUI。国外有的专家把个人电脑、图形用户界面和多媒体称为十多年来计算机发展的三大里程碑。

早在六十年代初期， Ivan Sutherland就在大型机上进行计算机图形的应用研究，在他的论文中，描述了一套他命名为“绘图板”(Sketchpad)的系统以及相关的基础结构。他认为，如果计算机能更好地显示图形，而不仅仅是文字和符号，将会大大促进计算机的普及。Sutherland 由于在计算机图形学及其应用方面的杰出成就，获1988年图灵奖。七十年代末 PARC的 Alan Kay 等人以Sutherland 的理论为基础，发展出了Smalltalk，这是第一个配有鼠标的多窗口系统，首先在PARC开发的 Alto 机上使用。Alto 机的操作系统以位图(bitmap)为基础，依靠鼠标选择屏幕上菜单，而不必费神去背诵文字和符号形式的命令。施乐的Alto系统获1984年ACM软件系统奖， Smalltalk则获1987年 ACM软件系统奖，在PARC工作长达十年的A. Kay则被公认为多窗口和下拉式菜单的创造者。1981年 PARC又推出图形用户界面的商品系统 Star，用图标(icons)表示对象和动作。1977年的Alto电脑售价为2万～3万美元，1981年的Star降为1.6万美元，但离大量推广的价格相差甚远。1979年12月，苹果电脑的创始人之一 Steve Jobs 访问PARC，对访问所见大为震动，尤其对Smalltalk所创造出的视觉效果印象极深，认为是“革命性”的。Jobs 发现PARC的宝藏未被施乐公司充分利用，回到苹果电脑公司后决心把Smalltalk 的图形用户界面融入下一代的苹果公司的产品中，为此招聘了PARC的部分工作人员，于1984年初推出了风靡世界的 Macintosh ，基本配置标价2500美元以下，从而使图形用户界面成为大众化的产品。当时苹果电脑公司面临IBM PC机的大量侵占市场，Macintosh的上市摆脱了困境，其图形用户界面吸引了一大批软件开发商为之发展应用软件，八十年代在国外排版领域内市场占有率高达80％。

页面描述语言PostScript也起源于PARC，1982年底从PARC 出来的John Warnock和 Charles Geschke 组建了Adobe系统公司，他们在 PARC内部使用的一种语言基础上发展成 PostScript，现在成了事实上的国际标准，形成了一个新的产业，并深刻地改变了电子排版行业的面貌。 PostScript 及其两位发明人获1989年ACM 软件系统奖。

以太网Ethernet也起源于PARC，其发明人 Robert M. Metcalfe 1979年从PARC出来，创建了3 COM 公司，使Ethernet得以成为大量推广的商品，Metcalfe获1980年 Hopper奖。

施乐的发明由别的公司首先变成产业的另一例子是激光打印机。七十年代施乐首创激光打印机，接着IBM也推出了自己的高速激光打印机，售价37万美元，只能配在大型机上。激光打印机真正变成低价的产品并形成产业是从1984年佳能的LBP-CX开始的，佳能对打印机的激光管、光学系统作了一系列重大改进，尤其是把易损耗的鼓和墨粉装在一个盒子内，输出几千张后即丢弃，从而使可靠性大大提高，维修量显著减少，价格则降为2500美元，并作为HP Laserjet的OEM产品大量推广，一下子占领了激光打印机机头(engine)的80％市场。1991年底我在访问PARC时对他们正在从事的研究工作的新颖性印象很深，同时听到施乐也在总结经验教训，在体制上加强研究开发与商品化的结合。过去有一种说法，叫“英国的发明，美国的样机，日本的商品”。一个国家或单位若只有发明，而没有能力把发明变成大量推广的商品并形成产业，则发明单位最终将缺乏经费来支持进一步的发明，也无法吸引大批优秀人才，从而导致创新的源泉枯竭。五十年代计算机的不少新技术是英国首创的，例如闭子程序、水银延迟线内存、微程序、虚拟存储器等。但七十年代后英国在计算机方面的重大贡献就很少了。五十年代末英国曼彻斯待大学的Tom Kilburn发明了Atlas机上的虚拟存储器，后于1983年获Eckert-Mauchly体系结构奖；七十年代初又雄心勃勃地领导研制MU 5计算机，预计比Atlas 快20倍，采用了若干创新设计，包括首次提出了专门存放高级语言中的标识符名字、命中率比一般缓冲(cache)高得多的快速名字存储器(Name Store),并在这一工作的基础上，产生了有特色的ICL 29000系列，但因经济实力不够而未成气候。七十年代末有一次我和英国计算机公司ICL的一位负责人谈话，我谈到英国五十年代有很多发明，但最终计算机工业却不行，而发明创造也大大减少；该负责人难过地说“ICL的研究开发经费只有IBM的百分之几，怎么可能竞争?”PARC的杰出贡献和存在的问题以及英国的教训是发人深省的，根据中国的国情，我们提出了“顶天立地”的北大方正模式。

顶天立地模式和一条龙体制

过去由于种种原因，大量优秀人才集中在高校和科学院，而企业创新能力和吸收尚未成熟的科技成果的能力较差。为了加快科技成果的商品化进程，一种办法是建立高校、科学院与企业的联合经济实体。有人对高校与企业的合作做过一

个统计，凡只有技术合作或转让合同而没有经济实体的，最后大多数都“离婚”，原因之一是知识和技术的价值未得到应有的体现；而有联合经济实体关系的，多数都坚持了紧密的合作关系。这种联合体的合适形式是股份制。对于信息产业，在条件许可的前提下，直接在高校和科学院的大院大所建立高新技术产业，有时是大有好处的，“联想”和“方正”就是典型的例子。从创新的研究开始，导致有生命力的产品，然后直接孕育出一个新技术企业，江苏省科委主任王容民把这种方式称为“反客为主”，并强调了树立“科技主体”的观念(见1993年3月31日《计算机世界》第5版)。以北大方正为例，我们建立起从中远期研究、开发、生产、系统测试、销售、培训和售后服务的一条龙体制。这一体制的上游是文字信息处理国家重点实验室，中游是电子出版技术国家工程研究中心，下游是方正集团公司。这是一条盘旋的龙，龙头应从龙尾，即市场获取灵感，以推动创新的研究。上游的研究应以施乐PARC为榜样，创造一个学术气氛浓厚的环境，使创造性的人才有施展才能的机会；同时又希望研制人员有强烈的市场意识，以满足市场当前和未来的需要作为自己的奋斗目标。

国家教委曾作过一个调查，高校中高新技术产业搞得好的单位往往都有博士点和国家重点实验室，同时又是重点学科点，教委科技司左铁镛司长称为“三星级”单位；这说明只有依靠创新的研究，才能使科研成果变成有生命力的商品。“三星级”单位再加上国家工程研究中心和集团公司则成为所谓的“五星级”，今后应大力发展三星级和五星级的体制，做到“顶天立地”。“顶天”就是不断追求技术上的新突破，“立地”就是商品化和大量推广、服务。顶天和立地应紧密结合，搞研究的人应使自己的创新研究和设计便于批量生产和大量推广，也就是顶天是为了更好的立地。但一个科学家既要顶天又要立地往往是不大可能的。假如一个科技工作者长时间花主要精力去搞经营，就不大会有精力去钻研技术上的新途径。因此在北大方正的一条龙体制中研究开发、商品化和中试、推广和技术服务是由三部分人完成的。这三部分人可以有交叉，同时又紧密结合。

大学直接创办高新技术产业不仅缩短了商品化、产业化的进程，也促进了新技术和新思想的不断涌现，促进了教学和人才培养。北京大学计算机应用专业的硕士生、博士生中的大多数人参与了方正系统的开发，由于感受到市场需求的巨大压力，因而比一般的研究生付出了更多的劳动，也得到了更多的锻炼；当看到自己的劳动成果可能会得到广泛应用和引起我国报业、印刷出版业的巨大变化时会产生强大的激励力量，这是单纯用金钱所不能得到的。

1993年4月6日
本文刊登于《计算机世界》，1993年4月28日。

给年轻人提供良好的环境和提倡团队精神

——从事计算机研究的体会之三

经济的竞争在于科技竞争，而科技竞争在于人才竞争，如何培养造就和吸引一批优秀的年轻学术带头人和技术骨干成为发展我国科技事业的关键。计算机是年轻的事业，也是年轻人的事业，本文就培养和造就年轻学术带头人和技术骨干的问题发表一些粗浅的看法，抛砖引玉，以期引起对这一重要问题更多的关注和讨论。

如何作出成绩的一些体会

迄今为止，图灵奖获得者共30位，Hopper奖获得者共20多位，Eckert-Mauchly 奖获得者共20多位，ACM 软件系统奖获得者共10多位。其中M.V. Wilkes 和John Cocke 既获得Eckert-Mauchly 奖，又获得最崇高的图灵奖；D.E. Knuth 获图灵、Hopper和 ACM 软件系统三项奖；K.Thompson和 D.M. Ritchie 由于UNIX和C而获图灵和ACM 软件系统两项奖。上面四项大奖的评审都是较严格的，强调所作的贡献对计算机事业要有“长远的影响”，因此七十多位获奖人都是有卓越成就的世界一流的计算机科学家。从他们如何取得成就中，似乎有一些规律性的东西，值得我们探讨和学习。第一个显著特点是：他们所作出的第一个杰出成就往往都在二十多岁和三十多岁，很少有超过四十岁的。尽管获奖时有的已年过花甲，例如1987年获图灵奖的IBM的John Cocke；但Cocke在RISC方面的杰出贡献却是在六十年代完成的，只是当时没有受到注意而已，而他在大型机Stretch的体系设计和编译程序方面的贡献则是在五十年代三十多岁时完成的。青年计算机工作者应在自己年轻的时候打下各方面扎实的基础，然后寻找突破点和超越前人的方法。我觉得下面几点也许是重要的。

1．扎实的数学基础。

2．喜欢亲自动手，并有较多的第一线实践经验。

3．重视跨领域的研究。

我在“数学基础和跨领域研究是取得创新成果的重要因素”一文中谈到了五十年代和六十年代初软硬件结合曾带来体系结构上的突破，当时最早精通这两个领域，并从事软硬件结合研究的人取得了卓越成就，微程序和虚拟存储器就是这样产生的。近十年来大为走红、成为CPU芯片主流的RISC技术，最早是IBM的John Cocke提出的，Cocke大学本科学的是机械工程，后于1956年得到数学博士学位。他于1956年进入IBM，是当时的大型机 Stretch 的技术负责人，对编译系统，尤其是优化算法的大量研究和实践，以及对大型系统体系结构上如何挖掘元器件潜力方面的深入研究是他提出RISC概念的重要基础，显然数学底功又起了好作用。

八十年代的很多突破来自人机界面的研究，每一时代的突破点以及所需要跨越的领域都是不同的，年轻一代需力求寻找当代的技术突破点。进入九十年代后，计算机与视觉、听觉、活动影象处理、知识处理、自然语言处理和通信的紧密结合，将带来很多新的机会，计算机产业也将与消费类电子产品相联系，使产业上升到一个全新的规模。在新的形势下应该如何跨领域、如何抓住机遇是很值得研究的，科学院计算所的青年教授陈肇雄在英汉机器翻译方面取得的领先地位的成果是这方面一个很好的例子。

4．正确的选题和选择正确的技术途径是至关重要的。

作为一个学术带头人或课题负责人不仅要把握选题的正确性，还要把握技术途径的先进性，后者常常是最费精力和脑筋的。1990年我们在作出“跳过RISC硬件RIP方案，研制高度并行的协处理器芯片”决策时，作了大量调查研究，对已有的和可能的方案反复作了比较，判断各种方案的优缺点，特别是他们的发展前景。创造性的研究需要全身心的投入，需要整天捉摸，才能触机生灵，冒出思想火花，取得突破；而一旦选定正确的方向后，就要快马加鞭、全力以赴和不失时机地变成商品。根据上述决策研制的方正93系统只花了两年多时间就从“构思”变成大量销售的商品。

在选题和确定技术途径时要注意中国国情：要仔细研究哪些事情应该做而且可能做，哪些事在中国是不应该做或不能做的。这方面我曾经有过教训。六十年代中后期在软、硬件两方面实践的基础上，我曾构思了一种新的计算机，根据对300多个ALGOL和FORTRAN源程序的粗略估计，这一新设计与当时流行的IBM360，IBM370相比，目的程序的长度约为1：2，性能有不少改善。这些优点使我陷入“自我欣赏”而继续研究，直到1974年。当时在中国从事这一方向的研究是错误的，因为我国当时和现在都没有实力使一种与国外完全不兼容的计算机能在

世界市场上占有一席之地，这种所谓创新的计算机不能运行国外已积累的系统软件和很大一部分应用软件，因而那一点点“创新”所带来的好处远远抵不上“不兼容”所带来的严重后果。1977年有人好心地要组织人马实现我的所谓“创造”，当时我已经觉悟了，知道真要这样做，将是劳民伤财而毫无结果。欣赏和坚持局部的创新，而忽略了整体上违背主流的大方向，有时会产生灾难性后果，王安公司的申请破产与技术决策错误不无关系。一个公司有时只要有一、二个重大技术决策错误就会破产，这点必须十分谨慎。我国的科技人员过去习惯于拿国家的钱从事攻关，不管有无效益，有个鉴定会便可交帐，因此对决策正确与否的严重性重视不够，这一问题今天依然存在。当然有些高科技研究项目不可能马上产生效益，也不应该以是否有效益作为衡量成果的唯一标志，但应该讲究成果的独创性和新颖性，讲究成果是否被别人引用或是否有人在此基础上进一步作了有价值的工作。

5．不短视，不求虚名，把为国民经济和科学事业作出实际贡献当作奋斗目标。

北京大学从事激光照排的科研集体有“求实”的传统。1989年前尽管由北大负责，与协作单位共同完成的华光系统被评为1985年中国十大科技成就之一，1986年又获日内瓦国际发明展览金牌，1987年获国家科技进步一等奖，但我们始终有很强的“负债”心理，觉得系统推广得很不够，国家投资尚未收回，因而并不觉得有什么贡献，这种负债心理促使我们不断前进。后来尽管在国内推广了，取得了显著经济效益，但又感到海外市场销售还很差，其它文种的系统开发也很差，只有不断提出新的目标、永不满足才能使人进步。

今天北大方正似乎很红火，被人称为“既有名，又有利”，致力于“开创性研究和商品化”的顶天立地模式也得到肯定，但1978年-1984年这段期间内，风向并不是这样的。搞理论、写文章很时兴，因为提职主要靠论文，致力于商品化则很不容易被接受。由于我们以“对社会的实际贡献”为目标，所以坚信自己的道路，顶风度过了这段困难时期。

6．善于团结人。

计算机领域内出色的工作大多是集体的产物，不能团结合作，听不进不同意见的人不易做出大成绩；能接受别人正确意见的人才是真正的强者。

7．有拼搏精神。

一旦发现某个方向对社会的重要价值时应有“人生能有几回搏”的精神。献身科学的人就没有权利再过普通人的生活，必然会失掉一些“常人能享受的乐趣”，但也

会得到不少“常人所不能得到的乐趣”。

“围棋”、“桥牌”和“麻将”三种作风

美国华人中流传一种比喻：用“下围棋”形容日本人的做事方式，用“打桥牌”形容美国人的风格，用“打麻将”形容某些中国人的作风。“下围棋”方式是从全局出发，为了整体的利益和最终胜利可以牺牲局部的某些棋子。日本的公司或个人在对外时常常表现出团结一致的劲头，日本人去海外旅游也要找日本人开的旅馆去住，尽管有时更贵或交通不便。“打桥牌”风格则是与对方紧密合作，针对另外两家组成的联盟激烈竞争。本来是竞争对手的IBM和苹果电脑两巨头联手，组成Taligent公司，并与Motorola紧密合作，开发Power PC 芯片和新一代的面向对象的操作系统，以对抗Intel对 PC 芯片的垄断和Microsoft对PC机操作系统的垄断，就是典型的例子。“打麻将”则是孤军作战，“看住上家，防住下家，自己和不了，也不让别人和”。这种作风显然是不好的，尤其是“自己出不了成绩，也不让别人出成绩”，更是严重影响发展。当然这类中国人是极少的，但既然有“打麻将”这类比喻，和“一个中国人很厉害，二个中国人在一起就不可怕，三个中国人在一起就更好对付”这类说法，总该值得我们反省吧!

绝大多数好的软件都是集体的成果，做出创造性贡献的最主要的研制者常常也不是一人，例如Thompson 和Ritchie两人因UNIX和C共得图灵奖，而 UNIX进一步发展变成产业还有一批杰出人员介入，UNIX Berkeley 版本中增加了一系列先进功能，其负责人 William N. Joy 获1986年Hopper 奖。PARC在图形用户界面开创性工作中作出重要贡献、获得两项ACM软件系统奖的就有六人之多，每个人都有重要的贡献；这还不包括商品化系统Star研制中的一批高手，也不包括开始时在PARC参与意见的 David Liddle(后成为IBM副总裁，再后来又与 Microsoft 的两位创始人之一Pall Allen另立公司，从事开创性工作)和Larry Tesler (后去苹果电脑，负责Macintosh的前身Lisa的开发)。我们应学习美国的无拘无束、自由的研究气氛和开创精神，也应学习日本的团队精神，在“复关”的时刻，这两种精神特别重要。北大方正依靠的就是开创精神和团队精神，尽管我们还做得很不够。

方正每一代新产品都是几个研究室、很多课题组齐心协力的结果。以最新的方正出版系统为例，包括一个10多万行C代码的PostScript Level 2解释器(Level 2比Level 1复杂得多)；为了加快PostScript速度，有专用的协处理器芯片支持，这一芯片的复杂程度为方正91的10倍；PostScript 2彩色处理是关键之一，由专门小组研究挂网算法和提高挂网速度；方正PostScript 2要驱动十多种不同精度的输出

设备，其接口研制是费时的；曲线字模的制作软件和30多套曲线字模的制作也是必不可少的；为了充分利用PostScript 2的表达能力和强大功能，前端各种排版软件、电子表格处理软件和彩色拼版系统需要重新设计和修改，这显然是工作量更大的艰巨任务；这样一个崭新的大系统的 Alpha测试和Beta测试任务也是繁重的。没有一批有才华的年轻人，没有互相协作的团队精神，很难在较短时间内完成在市场上具有全面优势的新一代产品。在这种团队精神下，一个课题组依靠别的课题组的支持和配合使自己的成果大放光彩、身价百倍；同时也反过来支持别的课题组，使别人的成果很快冒尖。在今天的科技发展中，一个人单枪匹马很难有大作为，在团队中往往更能够充分体现个人的价值，因而宽容、善于合作的科学家取得大成就的机会就更大。

给优秀的年轻人提供良好的工作和生活条件

1992年4月24日江泽民同志召集部分学部委员座谈时，我提出了吸引优秀年轻人才的四要素。

(1)让年轻的优秀人才有一定的自主权，使他们有主人翁感、成就感和荣誉感。中老年知识分子应为他们的脱颖而出创造一切条件。

(2)“学者有其房”。对于洋博士和土博士以及同等水平的年轻人才，应保证起码一居室一套住房。

(3)提供良好的工作环境和适当的生活条件。

(4)简化出国审批手续，真正做到来去自由。

北大方正采取一系列措施实现上述各点。现在绝大部分研究开发课题的组长由二十多岁的年轻人担任，不少研究室主任也是年轻人。只有安居才能乐业，我们每年投资盖一批住房，对于努力工作的年轻人，尽量提供二居室一套住房。在研究开发方面，每年要拨数百万元自筹经费作为新项目的投资，今后投资强度还应更大。我们利用北大与欧美各国校际交流的制度，利用世界银行贷款在北大方正建设的国家重点实验室和国家工程研究中心所提供的对外交流渠道，以及其它可能利用的渠道，经常选派优秀人员出国访问进修和出席各种国际会议和展览，使年轻人及时接触国外研究工作的前沿。

事业心强的优秀年轻人才在有了很好的住房和工作、生活条件后，便不大会无限制地追求物质待遇，而会投身于他们看得更重的事业上去，很多事例证明了这点，这也说明“金钱不是万能的”；但一个月300多元的收入，没有安身的住房，则很难使年轻人去“献身”，因为一大堆后顾之忧分散了精力，这也说明“没有钱是

万万不能的”。一位国家领导人说过，“中国知识分子是价廉物美的”。我一方面感到自豪，这是对中国知识分子爱国献身精神的高度评价；另一方面也担心：长期“价廉”，可能会不再“物美”，尤其对年轻一代。假如价值得不到体现，人才就会外流。北大方正和联想、四通的例子表明，人才能创造巨大的财富，我们应该用高新技术产业的收入来改善年轻人才的工作和生活条件。要做到“爱才如命”、“人尽其才”和“才尽其用”，实现“才”与“财”之间的良性循环。

1993年4月9日

本文刊登于《计算机世界》，1993年5月5日。

科研选题和制定目标时要注意的几个问题

——从事计算机研究的体会之四

科研上取得重大成就的个人和集体几乎无例外地选择了好的方向和课题，而那些投入了很大精力，但效果很差的项目，不少属于方向不正确或选题不当。本文谈一些这方面的体会供读者参考和指正。

一、科研选题首先要考虑项目的前景，即未来的价值

三十多年来我有两次自由选题的机会。一次是六十年代初选择了高级语言编译系统和软硬件

相结合的研究方向；第二次是1975年选择了汉字精密照排的课题。照排系统是涉及到印刷业的项目，当时有些计算机同行对我选择此项目不以为然，认为计算机领域当时有很多时髦的研究课题，例如操作系统结构、系统程序设计语言、网络和数据库管理系统等等，而与印刷业打交道是进入了一个并不“高级”的领域，很多人还认为照排是一精密机械和自动控制的课题，不符合北大的长处。当时我认准，照排是信息处理领域的课题，这一项目不仅是淘汰铅字的问题，而且将带来信息利用方面的革命。1975年我阅读了刚刚完成的纽约时报信息库(Information Bank)系统的资料，留下了很深的印象。该项目一方面是Dijkstra等人大力鼓吹的结构程序设计原理，包括主程序员体制的一次大的实践，另一方面又使人机界面朝更加友好的方向前进了一大步。纽约时报信息库使我于七十年代中期看到了在使用照排系统取代铅字后的下一步的报业发展前景。记得我于1978年在一家报社报告了今后的发展设想，谈到了照排、文图合一处理和检索等内容，由于离当时国内现实

实在太远，人们连本世纪内我国报业依靠自己的科技发展淘汰铅字这一目标都很难相信，更谈不上这些远景设想。所以会后有人很冷淡地评论说："北大王选老师今天奏了一首畅想曲"，意即发表了完全不切实际的幻想。今天这些幻想大多变成了现实，恰恰是这种所谓的幻想，即对未来远大目标的追求，使我们选择了这一方向，而且锲而不舍地为实现这一目标而拼搏。一场技术革命必然带来一个大市场，对于这一点我们当初是深信不疑的。复印术给办公和事务处理带来很大方便，复印机发展成一大产业；而激光照排将引起的深刻变化，必然会吸引一大批用户。对这一估计，十多年前，甚至七年前都有很大分歧。不少人认为，中国劳动力便宜，拣铅字成本最低，把激光照排称作"先进的技术、落后的效益"，不可能推广。现在的事实已经给出了回答。七年前中国所有报纸和绝大多数书刊均为铅排，而今天几乎所有的主要报纸和多数书刊已采用激光照排，北京大学开创的这一新技术在报业、印刷厂、出版社和办公机关中赢得了一万多家用户。这样快的推广速度在世界报业和印刷业发展历史上也是罕见的，是出于我们意料的。今天一个普通操作员一天可完成过去全国劳模拣字工4～5天才能完成的工作量 。在报社内，过去夜里是"热热闹闹"出报，遇中央重大会议和事件时，半夜聚集20多人，等待新华社稿件，然后用人海战术突击拣铅字，这样也还不能按时出报；现在则是"冷冷清清"出报，一、二个人在屏幕前操作几下就轻松愉快地完成了中央重要讲话的报道。一场技术革命，必然带来一个大市场，预计中国出版系统的市场在100亿元以上。因为技术的发展是无止境的，用户将不断更新和扩充设备。报业技术革命的第一步是淘汰铅字，采用激光照排；第二步则是实现印刷厂照排的计算机局域网，实现文字和照片的合一处理和版面远传；第三步过渡到彩色报纸编排系统；第四步报社作业全过程的计算机化，最近推出的方正全报社综合业务网络系统就是为了实现这一目标。上述四个步骤的每一步都开辟了一个新的市场。近年来在国外出版业中兴起的彩色革命，将用开放性的系统取代传统的电子分色机。1992年1月21日起，澳门日报，采用北大方正彩色报纸编排系统，每天生产4～6页彩色版，实现了中文与彩色照片的合一处理和输出，效率大为提高，这在世界中文报业中尚属首次，意味着一场彩色革命已经在中国开始。1993年11月起，在新华彩印厂的紧密合作下，北大方正高档彩色照排系统开始试生产精美彩色出版物(诸如高档画册和挂历)，取得了鼓舞人心的结果，证明新系统生产的高档彩色出版物的质量是可以和传统的电子分色机媲美的，而其功能、灵活性和价格则是传统的分色机所无法比拟的。这场彩色革命将使我国的彩色出版物光彩夺目、随处可见，到处都能生产，必将带来一个新的广阔市场。出版系统具有如此美好前景，所以美国几乎所有的计算机大公司都曾经参

与过出版系统的开发，或与出版系统有过紧密关系，例如IBM，DEC，Apple,HP,Microsoft等。出版系统不仅与文字处理有关，而且与多窗口环境、图形、图象处理、网络、数据库、通信、检索、面向对象技术以及多媒体等都有紧密关系，今天很少有人认为它是“低级”的应用了，和十八年前国内计算机界的舆论是大不一样了。

二、注意中国国情，国外时髦的某些项目在我国不易成功

六十年代、七十年代我国是不开放的，外国的软、硬件产品不易进入中国市场，因此科研选题时是否注意中国国情并不象今天这样重要。后来发生了很大变化，大家可能还记得，八十年代初我国不少过去在计算机领域很有成绩的大院大所和个人，适应不了外国计算机产品涌入中国的新局面，陷入了困难的境界。在面临复关的今天，科研选题显得更加重要。我甚至认为，立足于国内干事业的计算机科学家趋于成熟的标志之一，在于能否比较准确地判断：哪些项目在中国是应该搞和可以搞的，是有前途的；哪些项目是不宜搞的，是没有前途的。系统软件和某些工具软件在我国很难成功，这一趋势其实八年前就能看出，但有些单位转轨太晚。这绝不是因为中国的软件工作者能力比外国人差，而是因为这类软件的成功与否取决于能否吸引大批开发商在其基础上从事上层应用的开发。七十年代末、八十年代初微机上曾流行过PC/M操作系统，后来被Microsoft的MS DOS打败，其重要原因在于MS DOS上有几个应用面很广的上层软件，而PC/M则没有。今天Microsoft的 MS Windows 3.1吸引了美国16000家软件公司在其基础上开发应用软件，这就使 MS Windows立于不败之地，短时间内售出4000万套；而IBM OS/2尽管在技术上有某些优势，但很难成大气候。因此系统软件和某些工具软件若不走向世界，吸引大批国外开发商，则很难赢得和保住国内市场。此外，这类软件发展中的创新构思来自大量实践和应用的激励，国内的软件工作者在这方面的机会比外国同行要少得多。

有些技术在中国只有一个时期的应用价值，而缺乏更进一步发展的前景；对于这类技术，应抓紧时机应用，但不宜作过多的深入研究，以免浪费精力。微程序技术就是一个典型的例子。五十年代到七十年代，微程序是设计功能强大的通用计算机和复杂的专用硬件的一个好方法。1975年我敢于承担激光照排系统研制的一个重要原因是因为了解和掌握微程序技术。当时还没有通用的运算器芯片和微程序控制器芯片，所以在设计华光I型照排控制器时，连微指令的定义都是自己确定的；1979年在设计华光II型照排控制器时，国外已开始出现Am2901， Am 2910这类芯片，利用这些先进的芯片，使基于微程序的硬件设计比过去简单得

多，从而使华光II型系统投入实用；1984年我在设计华光IV型栅格图象处理器(即照排控制器)时，采用了微程序与ASIC相结合的技术。当时PC机还处在XT时代，CPU速度还远远满足不了高分辨率字形点阵高速生成的要求，当时我们在国外定做的ASIC也只能容纳几千门。所以微程序与ASIC相结合的方案在当时也许是最佳选择。在七十年代和八十年代，我曾为华光系统的照排控制器编写了近一万行微程序，大多投入了应用和成为商品；但我满足于做一个具体编程的程序员，而决不做任何微程序技术的研究工作，也对这类研究(例如微程序设计高级语言、各种优化方法等)不感兴趣。我始终认为，在CPU和ASIC技术尚未充分发展之时，微程序是解决速度瓶颈的一项廉价和有力的措施，但这种措施的寿命是不长的；一旦CPU速度足够高，ASIC能容纳几万门时，微程序在中国的应用机会就很少，微程序将主要成为CPU芯片的设计技术，不再成为应用系统和专用硬件的设计技术。而中国在今后相当一段时间内还没有实力去开发新的CPU芯片，因而也很少有机会去应用微程序技术；实践出真知，一项技术若无大量实践和应用的机会是很难冒出创新构思的，这就注定中国在固件工程和微程序技术发展中很难在原理和方法方面作出重要贡献。

根据中国国情选题是很重要的。文书处理、排版、办公等领域与中文有密切关系，我们是有优势的；但这种优势也不是绝对的，现在Wordperfect,Word for Windows,Page Maker,Work等外国软件的中文版也在力图打入中国市场，因此我们若不在技术上不断进取也不易保住国内市场。手写汉字联机识别在技术上不断发展，将成为深受欢迎的、大家都会用的输入方法；印刷体识别将使大量已有的印刷品内容轻而易举地存入数据库供检索用。这两个方向今后的前景无疑是很大的。语音识别是一难题，但中文语音的单音节特点又使中国人在这一方向上可能比西方更早取得突破。这些方向既有挑战性，又带有中国特色，同时又有很大的市场前景。机器翻译、自然语言理解等方向也有类似的特点。以上这些方向与中国文字有关，似乎在与外国产品竞争中比较容易取得优势。其实中国的市场大，计算机的潜在应用面广，很多领域尚待开发，而且中国国情和体制与外国不同，所以我国的计算机工作者是大有用武之地的，关键在于抓住时机。例如大规模并行计算机是一新兴领域，国外商品刚问世，价格贵而且属禁运范围。我国完全可利用几十个高档Alpha芯片或其它市场上能买到的CPU芯片构成系统，保持系统软件基本兼容，并大力开发应用。这种机会是可贵和短暂的。国外大批量生产的硬件和软件往往是很便宜的，我们不易竞争；例如Microsoft的系统软件和Access数

据库管理系统价格仅几十美元，例如日本佳能的激光打字机机头的生产量已超过1000万台，OEM价格很低。但是销量不太大的软件和硬件的价格是昂贵的，因为开发费用高于国内。这就给我国的科技工作者带来很多机遇，只要起步早，方向正确，团结奋斗，常常能取得成功。在精密照排领域内，由于我国1976年就选择了激光照排这一方向，而国外激光照排直到1985年才流行，因此杭州通信设备厂和长春光机所的激光照排机以廉价的优势仍在国内市场占有一席之地。

三、认清和发扬自身的长处，要标新立异，起码应有“一着鲜”

过去戏曲界有一说法，叫“一着鲜，吃遍天”，每个名演员在保留剧目中常常有一些绝招以吸引观众，因而经久不衰。在科研中也应该发扬自身的长处，有自己的特色，也应该有“一着鲜”。甚至“几着鲜”。在起步晚和整体上处于劣势的项目中，这点尤为重要。1964年我们在承担DJS21机的ALGOL 60编译系统立项时就是这样考虑的。当时先于我们，科学院计算所和南京大学已做了大量工作，尤其是董韫美领导的计算所软件组集中了一批有才华的年轻人，他们的研究工作既有深度、又有广度，在国内是居领先地位的，与当时国外的差距也不大。记得1965年我曾向他们请教我们在研制工作中的一些问题，其中一个关键问题是如何在语言中有效地利用当时DJS21机上的磁鼓外存储器，这一问题曾折磨我很久而未得良策；经计算所同志的点拨，才使我豁然开朗，后来在DJS21机ALGOL 60系统中磁鼓数组的设计就是受他们启发而来的，取得了好的效果。当时我们的力量与计算所相比，在人数上差距悬殊，在研究深度和广度上也有不小差距。但我们觉得，我们还有若干重要的长处：

①我们系统的宿主机是将来会推广的商品化晶体管计算机DJS 21，硬件较可靠，有外存储器，我们还建议厂家对其指令系统作了若干修改，使之更适合高级语言；

②我们采用标准的ALGOL 60语言，纸带码与欧洲标准相同，而不是我国的方言，当时国外杂志上登载的用于交流用的算法均写成ALGOL 60形式，七十年代才逐步改用Fortran；③我们在源语言一级的调试措施方面狠下功夫，确保用户易于发现错误；由于当时还不可能有交互式，均为批处理方式，所以我们不惜花很大代价，在编译时产生一张程序执行时的对照表，从而在动态出错(例如下标超界和算术溢出)后，能找到可以重新计算的最近起点，然后在系统监督下作重新计算，并打出产生错误的那个操作之前的各种状态。因为动态出错会破坏一切状态，要做到打印出错那瞬间之前的状态是很不容易的，当时还未见到国外系统有这类功

能，而我们确实做到了。

事实证明，上述各点后来很受用户欢迎。当时我们有信心使这一系统成为国内最早的、得到真正推广的高级语言编译系统。后来文化革命剥夺了我们的工作权利，但经数学所同志的努力后，这一系统仍推广了几十套。

1975年在承担照排系统项目时也是靠“一着鲜”起家。“一着鲜”后来又发展成“几着鲜”，并逐步取得了全面优势。十多年来我们在开始一个新项目时，总要反复思考和讨论：与国内外产品相比，我们的长处在哪里?如何使研究成果最后能在市场上站住脚?从科研方面的初步成果，发展成有竞争能力的商品的过程是十分艰苦的，往往是九死一生的。对于起步晚的项目，一开始若没有“一着鲜”，没有创新的成分，就不易有发展前景；即使有了“一着鲜”，若没有全局优势，商品的竞争力也是不够的，仍会被外国产品打垮。只有不断追求技术上的完美和全面优势，才能最终占领市场。

著名物理学家黄昆在半导体理论方面作出了杰出贡献，以黄昆命名的“黄散射”、“黄理论”、“黄方程”已为世界瞩目。黄昆先生曾经谈过，他在选择题目时不追求别人都认为高深的理论，也不热衷于占领热门的前沿阵地，他只关注自己感兴趣的问题。“只要我觉得确是个科学上没有解决的问题，我又刚好对它有点想法，我就去做它”。这段话很有启发，因为有了新想法，往往可以把一个当时似乎价值不大的方向变得充满生机。在科研中只有抓住自己长处，才能取胜。著名声学专家汪德昭在科研方面的座右铭是“标新立异、一丝不苟、奋力拼搏、亲自动手”，这一座右铭是值得我们学习的。

四、抓住机遇和确立目标

分析一下国外著名的项目和科学家是如何抓住机遇和确立目标的，也许对我们有些帮助。五十年代末和六十年代初正是高级语言及其编译系统迅速发展的时期。当时在荷兰阿姆斯特丹大学的Dijkstra和Jenson完成了世界上第一个ALGOL 60编译系统。他们的系统并不追求高质量的目标代码，也不追求源语言一级上的调试措施，也即追求的不是系统的实用性，更不考虑将来的推广和商品化问题，系统是在该校一台不知名的定点运算小机器上完成的，他们把精力放在编译方法和目标程序运行时的动态环境方面。ALGOL 60允许递归子程序的调用和换名参数，这不仅在当时具有理论价值，而且也是实现时的关键技术难点。Dijkstra提出的一整套维护动态环境的方法对这一领域的研究起了重要推动作用。甚至对计算机硬件体系结构也产生了影响；他们采用的优先数编译方法适合于内存小的计算机，我在六

十年代中期的工作中吸取了这一方法的基本思想；阐明换名参数强大威力的著名的“Jenson技巧”(Jenson's Device)也是那时产生的。六十年代初期和中期操作系统开始迅速发展，大型计算机分时多用户同时使用的需求使操作系统变得十分复杂，而IBM OS/360的巨大挫折使人们认识到操作系统的复杂性和软件危机，需要在结构、设计方法以及如何从事软件工程方面作出重要突破。Dijkstra抓住这些问题，从事称之为“THE 多道程序系统”的研究，THE不是一个大项目，只有几位博士参加，在大学内的一台性能不高的计算机实现。Dijkstra 的 THE系统不追求实用性，更不想发展成商品，其全部目的在于通过这一实际项目检验Dijkstra关于操作系统原理、结构、同步进程通信机制等方面的一系列新想法，也是Dijkstra大力鼓吹的结构程序设计方法和程序正确性证明的一次大的实践。Dijkstra在项目开始时规定，凡对于想要检验的原理和方法并无贡献，只是纯粹增加程序工作量的成分统统在THE系统中砍掉。今天大家都很熟悉的系统的多层结构、抽象、上层不需了解下层的详细细节等科学原则就是当时Dijkstra提出的，发表在关于操作系统原理的专门会议上，引起了强烈反响。同步进程通信的信号量semaphore这一术语也是Dijkstra当时创造的；至于结构程序设计方面的主张更是影响了后来的高级语言和程序设计风格。Dijkstra能抓住这一机则遇作出重要贡献在于卓越的洞察力，学术界有些人把他称为“先知先觉”(Oracle)，其实他的这些成就和强调软件研制的科学方法与他五十年代的实践有不小关系。Dijkstra在上大学物理系理论物理专业学习前曾当过程序员，编制中断处理程序。多个中断会同时出现，这一迸发现象使软件错误无法再现，很容易被当作硬件的瞬间故障，而五十年代的电子管计算机是不可靠的。这一现象当时使Dijkstra毛骨悚然，促使他后来钻研用科学方法从事软件研制，强调应该一开始就尽可能地不让故障引入，而不应该化大量时间进行程序调试，因为调试只能证明故障的存在，而不能证明故障的不存在。对于上述这类不以实用性、商品为目标的项目，成果的主要形式，是论文和研究报告(往往是免费提供的)；成果价值主要以论文被引用的次数和引用的情况，以及有多少人在此基础上继续研究，最终对该领域和工业界的影响等因素来衡量。我国的计算机科学家也有一些出色的工作，科学院软件所唐稚松和周巢尘，以及北京航空航天大学李未的论文都被国外学者大量引用。周巢尘

提出了“区段演算”(duration calculas)，并应用于模拟与数字混合系统的描述，他开辟的这一新方向引起欧洲、北美不少国家学者的进一步研究，并试图把他的理论应用于某些领域。我认为，上述三位中国科学家所以能取得好的成果，在于

他们有扎实的数学基础、富有创造性和洞察力、并有机会与国外学者不断作学术交流。他们的成功经验是值得青年学者学习的。

另一类研究项目则很不相同，一开始就立足于实用和将来普遍推广。瑞士苏黎士工学院的NWirth抓住了六十年代末的一个机遇，使PASCAL成为流行语言。当时Fortran在科学计算领域广为流行，但Fortran是早期语言不断扩充发展而成的，其基本结构并不是一个漂亮的、适合的多种用途的语言，也不便于学习；BASIC由于其简单、易于实现和占内存少，因而使用得最多，但其语法有很多限制，不适合写复杂 的大程序；ALGOL 60 是语言研究的重大进展，但它缺乏表达复杂数据结构的能力，缺乏对输入输出的统一的定义，以及目的程序运行效率较低，因而ALGOL 60 并未被工业界普遍接受；ALGOL 68是另一很不相同的复杂语言，尽管ALGOL 68 的报告被IFIP批准，但Wirth, Dijkstra等人发表了一份“少数派报告”，激烈反对这一语言，包括这一语言语法的表达方式，后来的事实证明ALGOL 68 是失败的；PL/1是IBM耗巨资开发并准备推广的，但正如Dijkstra所批评的那样，“假如把Fortran称作早期失调，则PL/1已发展成危险的肿瘤”。Wirth吸取上述语言的经验教训，PASCAL以简单、表达算法和数据结构的能力强、程序可读性好、易于学习和易于实现等优点而吸引了大批用户。由于当时的机型很多，互不兼容。为了便于推广，定义了面向计算机的低级的公共中间语言，把PASCAL先翻译成这一公共的中间语言，然后鼓励不同的计算机上开发这一中间语言的解释程序从而使PASCAL在短时间内大为流行。很有意思的一个事实是，大量流行的程序语言几乎都是一、二个人为主搞出来的，而不是耗资巨大的集体项目。另外，简单、好学和高效常常是取胜的秘决。

第三类研究项目是从事富有挑战性的样机研制，并指望样机最终能发展成新一代的商品化系统。我在〈体会之二〉中提到的XEROX PARC 的 Alto 机和Smalltalk就是这类项目。六十年代麻省理工学院MAC项目的目标是雄心勃勃的。MAC即Mutliple-Access Computer缩写，其操作系统取名为Multics，是Multiplexed Information and Computing Service的缩写，可见该项目预见了未来大批用户共享信息系统的前景。MAC项目首次提出了分段的虚拟存储器结构，从而促进了六十年代后期虚拟存储器硬件结构、调度算法，存储管理、存取模式和程序行为模型等问题的深入研究，引起了一个高潮，造成后来虚拟存储器的普及。Multics系统的目标实际上很大程度是后来UNIX的目标，它的雄伟目标吸引了一批优秀的计算机工作者。MAC和Multics对参与这一项目的人员的要求有三点：有才

华的(talented),专心致志的(dedicated),和忠于该项目的(loyal to the project)。这三点要求给我印象极深，也成为我在从事激光照排系统研制中组织队伍时努力追求的标准。Multics也许太超前，当时大型操作系统在结构和方法方面还不成熟，Multics使用PL/1书写也许是一失策，但当时也确实没有好用的书写操作系统的语言。由于种种原因Multics并不成功，1969年参与协作的Bell实验室抽走了参与这一项目的一批有才华的工作者，他们回到Bell实验室后正好与后来UNIX的设计人Thompson在一起；另一协作单位通用电气公司也撤出了投入这一项目的GE 645计算机系统，该计算机是专门为MAC项目而作了硬件修改的，增加了支持虚拟存储器的有关设备。所以这类样机系统项目一旦失去了进一步发展和最终变成商品的前景，原来忠于该项目的人也就没有理由再跟随下去了。这一教训也使我牢记在心，使我感到要不断保持项目的生命力，使参与项目的人员对未来前景充满信心。Multics的目标后来由UNIX全部实现了，但Multics的教训显然对后来的发展起了作用；至于MAC项目对虚拟存储器的贡献则是重要的，主持这一部分研制的JBDennis获1984年ckert-Mauchly体系结构奖，尽管这一方向的首创者是Tom Kilburn。

Carnegie-Mellon大学教授WAWulf的风格曾经对我产生过影响，Wulf在七十年代初完成了系统程序设计语言BLISS，这是当时真正用于生产DEC PDP机系统软件的系统，C语言则是后来出现的。Wulf主张大学与企业界的紧密合作，并说他赞成和喜欢做“实际”系统，例如三年后可能成为商品的样机系统。从1978年到1985年中国大学内搞实际系统不大时行，Wulf的主张当时给我以鼓舞。我想既然在计算机工业界十分强大的美国，大学教授仍主张搞实际系统，何况中国乎。

我认为在国内，达到以下四个目标之一的项目均属第一流成果。

1．文章发表在权威杂志上，有国内外学者的引用。

2．在原理性样机或系统中，提出了新思想、新技术或新方法，被后来的研究者采纳，并最终影响了工业界。

3．把新技术首次应用于某一领域，并在应用中效果显著，从而得到了一定的推广，随之而来的是该领域的商品热潮。

国外的Visicalc这类成果，首创电子表格，但市场上后来被更先进的产品挤掉。国内翰林中英文打字机是最早的中英文打字机，尽管后来这一市场基本上被四通产品所占领。福州大学与华南师大合作研制的300DPI排版轻印刷系统是国内最早的这类系统，1988年时已推广上百套，尽管这一市场后来被更为先进的系统

所占。

4．风靡市场的商品

对于上述第三、四类项目，立项开始研制时一定要考虑选择的方案在3～5年后的市场竞争能力。因为一个稍大一点的项目的研制周期总要三年或更长，必须考虑3～5年后的硬、软件变化情况，否则花大的代价完成后常常痛苦地发现已不能抵抗外国最新产品了。1990年当我们确定方正93 RIP采用自己研制的专用协处理器芯片方案时，就要保证当Intel 80586(现称P5)和80686出现时，这一协处理器方向仍旧在处理PostScript时性能价格比方面具有优势。

上述第一类成果属国家自然科学奖的奖励范围，第三、四类成果属国家科技进步奖的奖励范围。第二类成果则按情况分属这二种奖的范围。对第一类成果，我觉得不应苛求立竿见影，更不应苛求经济效益。假如我国只有大量第四类成果而缺乏第一类成果，对教学、人才培养和科研后劲都是极端不利的。对第四类成果，不宜在学术上或技术上过分贬低，因为一个风靡市场的产品除经营有方外，一般总是在技术上有其长处，或有“一着鲜”或“几着鲜”，否则是难以与同类商品竞争的。

以上夸夸其谈，说了一些科研选题和目标方面的一些体会，因为我自己做得很不够，说出这些想法仅供大家参考，并与大家共勉。

1993年12月6日

本文刊登于《计算机世界》1994年1月26日、2月2日。

“伏枥老骥”与“甘当人梯”

——从事计算机研究的体会之五

“老骥伏枥，志在千里；烈士暮年，壮心不已”是三国时代曹操的〈龟虽寿〉一诗中的两行，当时曹操五十多岁。长时期来这首诗激励了人过中年，进入老年的各行业的专家学者，发扬老当益壮，活到老、学到老的精神，继续在各自的岗位上作出贡献。在我国科技界，有一些已成大名的科学家在六十多岁时又有了新的重要突破。例如著名数学家吴文俊三十多岁时就因在几何领域中的杰出成就而享

有大名，获得了1956年首届国家自然科学一等奖，八十年代当他年过花甲时，又在定理的机器证明这一新领域中取得突破。著名学者冯康是我国计算数学事业的奠基人和开拓者，曾与国外科学家同时，独立地提出了有限元方法；当他年近古稀时还不断作出新的重要贡献，因而被邀请在1994年世界数学大会上作45分钟的发言，这是很高的礼遇，只有极少数中国数学家得到过这一殊荣；冯康因劳累过度，不幸于1993年8月去世，终年72岁。这两位令人尊敬的“老骥”不仅“志在千里”和“壮心不已”，而且身体力行地奋斗在研究第一线上。人们称冯康先生“既是指挥全局的统帅，又是冲锋陷阵的战士”。这些榜样说明，科学家在人过中年后还是可以有所作为的，但要付出异乎寻常的劳动。

在计算机和信息技术这类新兴学科领域内技术发展十分迅速，情况有所不同，有不少例子说明人过中年，步入老年时往往会跟不上形势，固执己见，发生技术决策或市场策略方面的重大失误，导致严重损失。一个例子是华裔电脑巨头王安。王安生于1920年，他在28岁时发明了磁芯存储器，1951年独自创办了王安实验室，即王安电脑公司。1964年首次推出台式计算机并开始研制文字处理系统。七十年代王安公司的办公文字处理系统在美国市场上独占鳌头，标志他事业的最高峰。王安一生获40多项发明专利，里根总统授予他全美杰出人士荣誉奖，美国著名发明家纪念馆把王安列为与爱迪生、贝尔等人齐名的美国第69位大发明家。但是这一杰出的“老骥”在年过花甲时还是犯了错误，除了人事方面的失策外，王安公司在技术方面未能跟上个人计算机普及、开放性和兼容的大潮流，犯了一系列错误，最后导致王安公司的申请破产。王安于1990年去世，临死时虽然公司尚未申请破产，但已跌入了低谷。

另一个例子是美国巨型计算机专家克雷(S.Cray)。他生于1926年，从1964年直到七十年代末，主持研制了当时速度最高的计算机CDC 6600(1964年)，CDC 7600(1969年)和Cray 1(1976年)，因而被誉为“巨型计算机之父”。他于1972年创建了克雷研究公司，后由于意见分歧，离开该公司，组建了新的克雷计算机公司。克雷研究公司不断适应变化的形势，一直保持兴旺；而克雷计算机公司仍跟随S．克雷，因技术决策失误而陷入困境。S．克雷开始犯错误的年龄也是年近花甲。

世界第二大计算机公司DEC的前任总裁奥尔森，生于1926年，他于1957年创立了DEC公司，并使之发展成一个百亿美元的、称为小型机王国的大公司，计算机产业界曾把他称为“技术与市场相结合的完美典范”。但是当他六十五岁时，由于未能掌握市场变化而黯然下台。 新任总裁上任后不到两年，DEC就扭亏为盈，前

景看好。奥尔森开始犯错误的年龄也是六十刚出头。今天计算机产业界的风云人物是美国微软公司的董事长盖茨，现年37岁，拥有73亿美元的个人财产(主要是微软股票)，成为美国首富。他个人没什么嗜好，精力十分充沛，至今未婚，经常每周工作80多小时。在他领导下，微软公司成为世界最大的软件公司。盖茨曾经评论过奥尔森的失误，并说他本人绝不会象奥尔森，贪恋到六十多岁这样的年龄才离开总裁职位。

计算机这类新兴学科，技术发展和知识更新太快，年轻人具有明显的优势。所以我们应该重点支持尚未成名的、有才华、有潜力的小人物。我在年轻的时候，由于文献看得多，在第一线上实践多，所以在某些领域内的研究工作已处在国内的前列；但当时我是无名小卒，常常会受到一些表面上比我更“权威”、但对实际技术细节了解甚少的人的干扰。幸运的是我常常能说服别人，有时也不得不采取阳奉阴违的办法来绕过这种干扰。今天我已56岁，却似乎成了计算机某个领域的所谓“权威”，而我看的技术资料和文献不如年轻人多，第一线的实践和上机更远不如年轻人。对于计算机这种新兴学科领域，不掌握或不熟悉重要的技术细节是容易犯“瞎指挥”错误的。我应该学习吴文俊、冯康这两位老骥的拼搏精神，也要吸取王安、克雷、奥尔森等杰出老骥的教训，少犯瞎指挥和重大决策的失误。伏枥的老骥一般都有很强的事业心，总想在晚年继续作出重要贡献，这种心态是好的，是可以理解的。但应该把这种雄心更多地落实到扶植新一代的年轻学术带头人上去。所以我认为，伏枥老骥最好用“扶植新秀，甘做人梯”的精神实现自己志在千里的雄心壮志。

北京大学计算机研究所和方正集团近年来采取了一些措施，使优秀的年轻人才能够及早挑起重任。除了提供住房和较好的收入外，更重要的是委以重任，使他们有事业主人的感觉，并且创造适当的条件和环境，以便充分发挥他们的创造才能。在为年轻人创造条件的同时，也应对他们提出严格要求，要强调献身精神和爱国心，反对一味追求金钱；要培养年轻人懂得尊重别人、善于团结人，听得进不同意见。1993年我们任命了三位年轻人担任研究室主任，他们干得都很出色。彩色系统研究室主任肖建国教授(36岁)主持完成了第一个中文彩色报纸编排系统，最近又在新华彩印厂厂长和同事的大力协助下，把该厂在提高精美彩色出版物方面的大量实践经验纳入到我们自己开发的彩色软件中去，达到了国外一些著名的彩色软件所达不到的质量，从而使精美印刷品的彩色效果可与电子分色机媲美。栅格图象研究室主任阳振坤博士(28岁)领导完成了中国人研制的第一个PostScript Level 2照排系统，仅用了二年零九个月时间，比国外同行所用时间要

少得多，阳振坤还发明了一个处理三次曲线轮廓的新算法，使中文字形处理速度大大提高。我的欧洲专利曾经是华光和方正系统的基石，这一专利的50％内容正在被阳振坤的新算法所更新。文字处理研究室主任汤炽(28岁)提出并主持实现了采用面向对象技术的新一代的排版软件。又如在公司软件部主任周宁(40岁)领导下，基于Windows的排版软件得到了海外用户的青睐。正是依靠这支充满朝气的年轻队伍，北大方正开始赢得了海外市场，与明报签订了1400万美元的合同，并使海外一些中文大报社逐步采用方正系统。当然这只是走向世界的第一步，也是很小的一步。对于事业心很强的优秀人才，不能只靠高工资吸引。其实国外也如此，麻省理工学院的教授工资并不比二流大学高，但靠良好的学术环境和气氛吸引人才；微软公司吸引一流人才的方法也不全靠高工资，而是使这些杰出人才认识到，在微软能

体现自身的价值，能创造出重大业绩，甚至是奇迹。

科学技术是不断发展的，每个阶段都会出现新的机遇，因此应鼓励年轻人开拓新领域。英国剑桥大学的卡文迪什实验室是世界闻名的，出了20多位诺贝尔奖获得者。这一实验室的研究工作既有继承性和连续性，又不断开辟新领域。汤姆逊时代以气体放电为主要研究内容，而到卢瑟福时代则以核物理为主，但到1938年卢瑟福去世后，布喇格继任实验室主任，却决定断然放弃核物理，另外开辟新领域。这一做法当时并不能获得学术界理解，有人甚至咒骂布喇格，因为卢瑟福及其学派成就辉煌，使卡文迪什实验室在核物理(当时的高能物理)方面在世界上处领先地位，影响很大。三十年后证明了布喇格的远见卓识。因为四十年代后高能物理的发展取决于耗资巨大的加速器，而英国国力无法承担这种投资。即使当时卢瑟福不去世，也不可能阻止高能物理中心从剑桥迁移到美国。由于布喇格的远见而开辟的三个新方向，即固体物理、分子生物学和射电天文学，均获得了震动科学界的丰硕成果。这一经验是值得我们学习的，随着经济实力的增强，我们应鼓励有才能的年轻人探索一些对我国将来发展具有重大意义的新方向，而不宜株守已有的领域或只着眼于急功近利之事。

1993年12月15日

本文刊登于《计算机世界》，1994年2月9日。

成功企业的某些共同特点

——从事计算机研究的体会之六

近三十年来国外增长最快的是高新技术企业。英特尔公司成立于1968年，现在年营业额已超过100亿美元；微软公司成立于1975年，两位创办人之一比尔•盖茨当时还不到20岁，现在微软的股票市值已高达200多亿美元，在美国全部上市公司中排行第12位。我经常想，中国人是很聪明的，在美国电脑业中有很多优秀的中国人，为世界电脑技术的发展作出了杰出贡献；但中国的计算机企业却很弱小，今天还很难参与国际竞争，不仅无法与韩国的三星电子相比，象台湾宏碁这样规模的企业也还没有。关键在于我们应该创造好的机制和环境，造就一批年轻的企业家和科学家。分析一下国外企业的成功经验也许对我们有所启发。

创业者的优势互补

苹果公司是史蒂夫•乔布斯与史蒂夫•渥兹尼克于1976年创办的，当年乔布斯才21岁，渥兹尼克26岁。渥兹尼克是1977年面世的苹果2号的设计人，他的出色本领是用尽量少的器件高效率地实现优异的功能，正是他的这一才能使苹果2号体积很小，主机板只有62个芯片，成本低得惊人，却能显示彩色，从而为进入家庭创造了条件，引发了一场个人电脑的技术革命。但渥兹尼克基本上是一个技术迷，不善交际，也缺乏市场眼光。他当初设计电脑并不为了赚钱，而是好玩，他认为这类电脑一年只能销售几百套，所以并不想从事专业化的生产，也不愿意离开当时任职的惠普公司，只利用晚上从事苹果机的设计。苹果公司的另一创始人乔布斯绝顶聪明，从小就着迷于电子技术，但他并不是一位优秀的设计师，有人说他从来没有具体设计过一件产品。乔布斯具有敏锐的洞察力和直觉，能预见未来市场的潮流和需求。当他看到渥兹尼克的杰作后，马上意识到这是一个新兴产业，会使世界震惊，有不可估量的前景。在如何使苹果机适合消费者口味方面他有不少好的主意，例如用塑胶壳来做电脑外壳等。乔布斯有不计后果的冲天干劲和不达目的誓不罢休的精神，他能用鼓舞人心的奋斗目标激励他人为之拼命工作，他常常要求下属每周工作80小时。上述两个毛头小伙子依靠变卖乔布斯的福特汽车，得款1300美元作为启动资本。乔布斯一心一意要在自己家的汽车库中制作出高品质的产品，把每个环节做到尽善尽美的地步，对小的细节也一丝不苟。缺乏行销和管理企业的经验，尤其是缺乏资金是他们碰到的最大难关，在这关键时刻，乔布斯找到了资深的投资企业家马克库拉，后者在英特尔工作过，深知微处理器会对工业界造成巨大影响。乔布斯对个人电脑未来前景的描述深深吸引了具有工程师背景的马克库拉，在多次

参观了乔布斯车库内渥兹尼克等人的工作后，马克库拉断定五年内可使苹果电脑公司跻身于《财富》杂志上美国500大企业之林。为此他投资9万多美元，并以个人名义担保取得了25万美元的信贷，同时取得了苹果公司30%股份（乔布斯和渥兹尼克也各占30%），并全力以赴地参与公司的管理，他的经验和管理才能大大弥补了两位年轻人的不足。价格低廉、性能优异的苹果2号电脑1977年4月问世后引来了个人电脑的热潮，到1983年6月销售了100万台，称得上独占鳌头，这是一项历史性的成就。

从苹果公司的发家中可以看出科学家（这里指技术专家）的作用，没有渥兹尼克与众不同的巧妙设计就没有苹果电脑；乔布斯的远见卓识，不遗余力地推动市场和产业化，才使苹果电脑成为产业，而乔布斯的技术知识（虽然有点一知半解）是他具有战略眼光的基础。这两个各有专长和特色的年轻人才的结合是苹果电脑成功的基础，而老谋深算的马克库拉的介入，则保证了启动资金和像样的现代企业管理，使苹果电脑真正腾飞。

科学家（技术专家）和企业家结合的另一范例是最近崛起的NEtsCaPE公司。1994年4月创立，1995年8月股票上市后猛升，NEtsCaPE 一下变成20亿美元的公司。NEtsCaPE的价值来源于现年25岁的软件天才安得森（MARC AnDrEEssEn）。安得森现任该公司技术副总裁，从10岁起就把程序设计当作游戏，是第一代伴随计算机长大的人。他发明了INTErnEt 浏览器，并使之产业化。安得森与渥兹尼克不一样，他是一位具有敏锐商业头脑的技术专家。资深企业家克拉克（Jin ClARk）发现了安得森及其技术的价值，决定共同创建 NEtsCaPE公司，并担任董事长和总经理，又吸引了一批风险投资家的介入，从而取得了巨大成功。

优势互补在INTEl表现得最为明显。创业三巨头之一的摩尔于1965年观察到下列现象：集成电路上可容纳的元件数量，每隔18个月就会 增长一倍，性能也提升一倍；摩尔当时还预言这种增长未来仍会继续下去。这一现象后来被称为摩尔定律，三十年来的事实证明了摩尔定律的正确性，INTEl的创立某种程度是建立在摩尔对未来发展的这种预见基础上的。摩尔擅长于技术趋势的分析和总体谋 略，而并不精于具体执行和管理。另一位创始人诺宜斯则是集成电路的真正发明人，喜欢幻想和冒险，对新思想和新点子充满热情，他倡导了INTEl的创新精神；诺宜斯名气很大，社交能力很强，在募集资金和公关方面起了别人无法替代的重要作用，但他对凡俗之事不喜沾身。第三位创始人即现任总裁和CEO葛洛夫，他是技术专家，更是一位杰出的管理专家和实干家，他办事干练，雷历风行，使INTEl成

为既有活泼的创新氛围、又有严格纪律和高效率的大型企业。

微软公司的比尔•盖茨是一位既有技术才华，又有极强的市场开拓能力和管理本领的奇才，也即几种优势（包括法律知识）集中在一个人身上。盖茨立志要向历史传统挑战，力争成为电脑史上第一个跨越两个时代的英雄。

一个杰出的技术专家，假如缺乏市场和商业头脑，也没有企业家的合作，就有可能失去机会，数字研究（Digital Research）公司创办人加里•基尔代尔（Gary Kildall）就是一个例子。基尔代尔是美国海军研究生院的计算机教授，他于七十年代研制出微机上第一个操作系统CPM，并广为流行。1980年IBM公司在确定未来IBM PC系统软件时，本来只想用微软公司的BASIC，而操作系统则打算用受人欢迎的CPM，因为微软从来没有介入过操作系统的开发。但IBM去找数字研究公司时，基尔代尔并不热心，因为他是一位学者，不喜欢过多的商业活动，从而失去了这次机会。

找准市场的切入点

高技术公司创办之初，需要积累资金，第一个产品一定要选好，第一炮若不打响，企业就可能死在襁褓之中，所以一定要选择有优势的产品。1975年微软公司成立后的第一个产品就是BASIC语言，这是盖茨多年心血的结晶；尽管BASIC六十年代就已问世，但在小内存和资源有限的微机上如何运行得好则有很多技巧，这是微软的强项；1979年微软BASIC已在全世界销售100万套，在各种微处理机上运行，微软年营业额也达到了250万美元。正是这一基础，使当时年营业额为280亿美元的IBM于1980年来找微软，合作开发IBM PC系统软件，从而出现了鱼跳龙门式的飞跃。

1957年31岁的奥尔森和28岁的安德森创建了DEC。奥尔森认为IBM大型商用计算机昂贵和使人望而生畏，他决心造出便宜、简单、能与人交流的小型计算机，操作人员将使用键盘和监视器与之对话。由于风险投资公司ARD要求一年内DEC就要创利，所以奥尔森选择的第一个产品是测试磁心存储器的晶体管化的逻辑组件，因为奥尔森在MIT时就主持过这一项目。这一产品很快为DEC积累了资金，而用到的线路技术和生产设备则为未来的PDP－1小型计算机打下了基础。1959年底推出的PDP－1使DEC 1962年的销售额达650万美元，1964年初进入市场的PDP－5一下子销售出1000台，而PDP－8则使DEC 1966年营业额达2300万美元，并实现了股票上市。

SUN微系统公司创建于1982年，抓住了工程工作站这一机遇，率先采用

开放的UNIX和以太网，因为创始人Andy BechtOLschEimVinodkhOSla和Scott Mcnealy（现任总裁）三人都是Standford大学研究生，设计过工作站；而另一创始人Bill Joy是柏克莱大学学生，曾化了很大精力研制出一个先进的UNIX版本。这些优势使SUN一炮打响，1985年SUN又设计了基于RISC的SPARC芯片，这在当时工业界还是很早的，这样就使SUN公司在工作站方面处于领导地位。

北大方正以汉字系统起家，这是当时中国的优势所在，尤其是精密照排系统，无论在字模、控制器和软件等方面在七、八十年代中均有中文的特殊之处，外国公司不易竞争。我们依靠十多年的研究开发积累，在市场上一举成功。等到汉字已不再成为抵御外国商品的屏障时，北大方正已经占领了一大片市场，同时在适应中国用户当前和未来需求方面，我们已走在很前面了。作为一个上市公司，北大方正现在已经有实力在很多领域内与外国商品抗衡。

把市场占有率作为首要目标，从而确立标准

1980年微软与IBM签约开发DOS，盖茨从IBM处只得到1．5万美元的转让费，而盖茨化了5万美元从西雅图计算机公司购买了DOS的版权（盖茨用他在哈佛大学法律系学到的法律知识在合同草稿上改动了几个关键的词，就轻而易举获得了西雅图计算机公司整个DOS的所有权，而不只是唯一的使用权），并使之在IBM PC机上运行。Compaq率先开发IBM PC兼容机时，微软给予协助，并用低价格安装DOS，然后给数百家兼容机开发商装系统软件。正是抓住了这一机遇，微软逐渐成为操作系统的霸主，并获得了高额利润，更重要的是建立了事实上的工业标准。

北大方正八年来的实践深深感到高的市场占有率是十分宝贵的财富，因为用户在升级、扩充和迈入新领域时将考虑保护已有的投资和延续性。已经使用方正照排系统出黑白报纸的报社，在进入彩色照排、远程传版、采编流程管理、广告管理和资料检索等新领域时，只要方正能提供先进的技术就会首先想到方正，这些新领域的市场机会比“淘汰铅字”还要大。我国80%以上的书刊（黑白）用方正软件编排，这样建立了事实上的标准。

苹果公司的失误就是没有把市场占有率放在首位。1984年问世的MACiNTosh操作系统当时在技术上是遥遥领先的，但苹果公司满足于独家生产和销售MAC机硬、软件的高额利润，不想把这一先进的操作系统转让或移植到IBM PC机上，从而错失良机。今天苹果公司的危险并不在于当前的亏损，因为人们相信苹果公司能在短期内扭亏为盈，真正担心的则是市场占有率的下降，因为这是

致命的：当市场占有率下降到5%以下时，开发商就不再愿意在这种平台上研制应用软件，将导致严重的恶性循环。IBM OS2和Next的反面例子也说明：技术先进而没有高的市场占有率，结果技术本身也无法进一步发展。

以已有的市场为基础不断拓展新领域

微软以BASIC起家，然后推出fortran，开始只是在高级语言领域内发展；1982年DOS随着IBM PC机大为流行，接着就是电子表、字处理、视窗、大众化的数据库、办公套件、网络和服务器操作系统，直到最近的INTErnEt浏览器和有关工具。计算机界人士常说“微软没有发明任何崭新的东西”：DOS是从西雅图计算机公司买来的，何况之前已有CPM的流行；电子表先有Visial C 和Lotus 1 - 2 - 3，而且后者已占领了很大的市场；字处理先有Wordstar和Word Perfect，在微软Word上市之前已有几百万套的市场销量；Visual C++之前，先有Borland C++；1990年MS Windows3．0比MAC的图形用户界面晚了整整六年；大众化数据库曾经是DBASE的天下；MS WindowsNT之前UNIX早已站稳脚根；微软Explorer问世之前NEtsCaPE的Navugatir浏览器已有上千万套在使用。使人吃惊的是：尽管别的公司的软件已经先声夺人，抢占了很大的市场份额，但微软往往总能后来居上和所向披靡。究其奥秘，也许有下列原因。

1．善于利用已有的市场基础，实现渐进。

回顾计算机产业的历史，渐进Evolution往往比革命（Revolution更受欢迎，因为渐进是在用户已经熟悉的技术基础上的发展。MS Windows的早期版本均保留了DOS的基础，使用户有一平稳过渡，直到Windows95才逐渐与 DOS脱钩。其它如IBM OS2和Next尽管技术上很先进，但不能保持与MS DOS的兼容性而无法为广大用户接受。

由于熟悉MS Windows的用户实在太多，与之发生关系的新技术，如Explorer等就比较容易被人接受。人们明知微软在Internet方面的技术不如NEtscape，多媒体方面Video for Windows不如MAC的Quick Time，但相信微软会很快赶上；微软常常事先宣布某些新产品，而不能按时供货，一拖再拖，但用户仍能耐心等待，并相信最后的产品会比较满意，结果也确实如此。

2．充分利用操作系统的优势开发应用软件

WordExcel 和Officee最早和充分利用 MS Windows提供的OLE 功能。当OLE 2．0投放市场不久，微软发布的应用软件中已有利用OLE 2．0的新版本，这是其它开发商所无法做到的；所以有的软件开发商控告微软公司用自己操作系统不断

发展的新特点，使应用软件开发处在不平等竞争地位。

3．低价倾销政策和出色的促销手段

数据库是微软的薄弱领域，所以ACCES曾以极低的价格倾销；Internet市场实在太重要，是兵家必争之地，而Netscape与SUN联手，已处十分优越的地位，因此微软的Explorer干脆就免费散发以获取市场份额。

4．善于抓住竞争对方的弱点，发扬自身的优点

例如MS WindowsNT的销售量逐步超过UNIX，就利用UNIX版本太多、不统一；服务器端用WindowsNT，客户机端则可利用已占垄断地位的Windows3．1或95，组成高度一体化的系统。

5．技术与市场的完美结合

把技术专家的创造性集中于构思出最能赚钱的那些软件功能上，从而收益最大。微软决不会像苹果公司那样投巨资开发技术上新颖、但市场上并不叫座的个人数字助理Newton。

6．适应市场的灵活有效的研究开发管理机制

这是微软经验中最值得学习的重要部分，本文不作细述。

在如何利用已有基础开拓新领域方面，国外公司有一些成功的经验，其要点是充分利用已有的优势。1966年惠普公司确定的六条总原则中的第三条涉及业务领域，内容是“集中公司的力量，不断寻求发展的新机遇，但这种参与只能限制在公司力所能及、并能做出贡献的范围内。”

北京大学负责研制的激光照排系统于1989年在市场上处于领导地位，后来我们在此基础上扩展了下列领域，开辟了一个又一个新的市场：

1．基于中等分辨率激光打印机的桌面出版印刷系统，相对于照排而言，这是低档市场，但极为重要，迄今为止，已有约三万套方正系统在使用；

2．报纸远程传版；

3．高档彩色照排；

4．基于POStscript 2的出版系统；

5．电分机高端联网及相应的彩色图像处理系统；

6．报社综合业务网络（报社全部流程管理，包括采编流程和广告管理）；

7．出版社综合业务网络（出版社全部流程管理）；

8．广告设计；

9．包装装璜设计；

10．无软片电雕接口及相应的软件系统；

11．地图出版；

12．多媒体出版；

13．日文出版系统；

14．韩文出版系统。

由于政府、银行大量使用方正系统编排和印刷公文，我们又进入了政府和银行网络化办公系统领域，并在较短时间内成为技术和市场方面的强者。在报社、出版社和政府、银行等部门内，Internet和Intranet的应用也会有很好的前景。出版系统所需的彩色图像和图形处理软件六年开发和商品化经验，又促使我们进入活动影像处理和动画制作工具这一吸引人的新领域，并与中央电视台合作，预计1997年将推出商品。另外方正也进入了商场管理和邮电管理系统的开发与销售，这些新领域与出版无关，但开发和销售大型系统的经验和多年形成的队伍起了很好的作用。由于不断推出创新的产品和不断开拓新领域，北大方正才能在我国计算机行业内多年保持纯利润最高、即效益最好的地位，在股票上市的我国大陆计算机企业中股票市值居首位。

开拓新领域时要充分发挥已有和潜在的优势，并抓住国外商品的某些弱点，常见的弱点是：中文处理能力差，不适合中国国情，功能虽强但不适应中国用户使用水平还比较低的现状，系统集成度差，价格昂贵。进入新领域时要努力做到在不太长的时间内，在技术和市场两方面都进入前两名，然后争取成为“老大”；在应用领域内，假如一个产品在技术和市场两方面长期处在老三、老四的地位，则是很容易垮台的。

聚集一批技术精英

创业的技术专家常常担任公司的总裁和行政长官，而当公司规模变大时，他们就没有可能全力以赴地钻研技术和主持设计创新的产品，所以企业一定要创造吸引技术人才的良好环境。DEC的创始人奥尔森曾是一位优秀的工程师，而后来成为大企业家，但对DEC的技术发展和新产品的推出起最关键作用的则是切斯特•戈登•贝尔。贝尔生于1934年，在MIT获得学士和硕士学位，然后放弃了MIT博士学位，于1960年加盟DEC，直到1983年离开，在此期间DEC的PDP系列和VAX系列的总体构思都来源于这位计算机天才。贝尔的远见卓识使他提出在小型机VAX上实现虚拟存储；早在1979年初贝尔就着手建立DEC机的联网，并决定采用当时刚刚出现的Ethernet。正是这些措施，使DEC成为小型机王国，实现了奥尔

森在这一领域内打败IBM的梦想。DEC这种技术超前的传统也使它于1992年11月推出划时代的采用RISC技术的64位Alpha芯片。可惜的是，DEC一方面吸引了大批技术精英作出了重大贡献；另一方面由于奥尔森的缺点又先后气走了几十个最出色的技术专家，这些人进入DG、SUN、惠普和微软公司，成为DEC的竞争对手。

INTEl的每个突破性的新产品都凝集了一批杰出专家的心血，例如发明EPROM的法罗门，负责研制第一个微处理器芯片4004的霍夫，4004及其配套芯片、8008和历史性的8080的主设计师费根，286的负责人希尔，386的负责人柯劳福等等。微软公司在招聘优秀人才方面做得尤为出色，而且人才流失较少。

一个企业只有源源不断地涌现和吸引拔尖人物才能长盛不衰，北大方正多年来也努力这样做。1975年～1988年我们主要依靠一批中年教师的奋斗献身，使成果转化成商品，并开始占领市场；1988年后中年骨干继续发挥重要作用，但一批优秀的年轻人逐步涌现，开始担任重要职务。1988年第一个大屏幕报纸组版系统，1991年第一个基于MS Windows的中文排版软件、1992年第一个中文彩色报纸编排系统、1993年国内第一个POSTscript 2解释器、1993年国内第一个高档彩色出版系统、1993年第一个中文报纸分类广告管理系统、1994年第一个支持中文POST script的电分机高端联网接口及其系统、1994年使国内报业首次告别纸与笔的采编流程管理系统、1995年国内第一个采用面向对象技术的集成排版软件、1996年国内第一个包装设计软件、1996年面向出版社编辑的多媒体写作工具等重大成果，都是由年轻人负责完成的。一旦方正失去了对年轻人的吸引力，失去了凝聚力，很快就会走下坡路，这是高新技术企业兴衰的关键。

1996年9月18日

本文刊登于《计算机世界》，1996年10月21日

高新技术企业要警惕“成功是失败之母”

——从事计算机研究的体会之七

从小时候起，我们就受到“失败是成功之母”的教育。典型的例子是孙中山领导推翻满清封建王朝的革命，六次武装起义失败而不气馁，最后夺取了辛亥革命的胜利；科技发展方面的榜样则是爱迪生，为了寻找合适的灯丝，试验并失败了

1000多次，锲而不舍终于发明了钨丝灯泡。在探索科学原理和从事重大技术突破过程中终是充满风险的，“失败是成功之母”这一至理名言可以激励我们百折不回、排除万难去争取最后的胜利。但是对于一个高新技术企业而言，一两个重大决策错误就会导致企业的严重滑坡甚至破产；加上技术发展太快，机遇一旦失去就很难弥补。

八十年代末，北京有一家著名的高新技术企业，把多年积累的利润用于开发小巨型机。这一方向并没有错，但采用的总体设计方案却是过时的，尽管在局部可能有所创新，但总的技术路线是错误的。结果费了九牛二虎之力完成的机器很难有市场。按照中国的惯例，这一项目有隆重的鉴定会，得到了“国内首创、填补空白、国际水平”之类的评语，当然还有电视台的突出报道和报章杂志的宣传（现在科技界都知道，假如完全相信众多的鉴定会评语和宣传报道的话，中国早就是一个科技超级大国了）。这一项目假如是国家拨款的攻关项目，则也许还能申报奖励，主要研制人员还可以因此而提职称，甚至得到某些荣誉。但倒霉的是这一项目是企业投的钱，不能进入市场，钱就收不回来，企业外面名声很大，但已经亏损和面临危机。再加上其它的严重问题，这一曾经辉煌的企业就此一蹶不振。

对于靠吃皇粮的单位，投资和决策错误往往可以用“付学费”之类的借口轻易搪塞过去，好象谁都没有责任。但对于高新技术企业，尤其是实力还不够雄厚的企业而言，一次重大失败往往就没有财力东山再起，失败有时很难成为本企业的成功之母，最多只能供其他单位借鉴吸取教训而已。对于正处于兴旺时期的高新技术企业，则要警惕“成功是失败之母”，因为今天的巨大成功中常常隐藏着潜在危机，也即未来的“失败之母”。

成功后得意忘形，独断专行

福特汽车公司的创始人福特一世是“成功是失败之母”的一个例子。他16岁闯天下，依靠杰出的管理专家和机械专家，使福特公司成为世界上最大的汽车公司。但老福特面对成功后的荣誉忘乎所以，以为一切都是自己的功劳，逐渐听不进别人意见，一批英才纷纷离去，使公司每况愈下，濒临破产。1945年福特二世上任，接过老福特的烂摊子，礼贤下士，励精图治，聘请了一批管理精英，重整旗鼓，起死回生，达到了新的高峰。但小福特又重蹈覆辙，独断专行，把自己看作公司内至高无上的皇帝，搞得公司内人人自危。八十年代初福特二世不得不交出大权，并被公司除名。

苹果公司两位创始人之一的史蒂夫•乔布斯也有类似之处。他并不是一位真

正的技术专家，但以敏锐的眼光预见了个人电脑的巨大市场，依靠几个技术天才和投资商的支持，加上自己不遗余力地推动，取得了成功。1982年上了《时代杂志》的封面，成为美国最年轻的亿万富翁，当时的美国总统里根曾称乔布斯是美国人心目中的英雄。这位“硅谷狂夫”跟各方面的关系都未处好，据说他把真正的设计者藏在“背后”，好处与荣耀都归在自己名下。加上其他一系列的过错，最后董事会忍无可忍，1985年不得不把做出过巨大贡献的创始人乔 布斯赶出了苹果公司。当年31岁的乔布斯卖掉了苹果公司的股票创建了NeXT公司，从事新型计算机、尤其是面向对象操作系统的开发和销售，为此请了一批优秀的专家加盟NeXT。但机遇不会永远偏爱他，两年前NeXT宣布放弃硬件开发和生产，其操作系统现在也完全无法与MS Windows抗衡，乔布斯再度辉煌的可能性是不大的。

满足于过去的成功经验，在新的转折关头迷失了方向

在技术和市场发展的转折关头，往往有一批企业跟不上形势而严重滑坡。八十年代初个人电脑的新时代开始到来，计算机产业由垂直型模式逐步向水平型模式过渡，由封闭型向开放型过渡。在老的垂直封闭型模式中，一家大企业从芯片、电路板、整机到系统软件等都自己研制和生产，当时的IBM、DEC、王安等都如此，赚取了高额利润，使潜在的竞争者望而却步。六十年代王安实验室以电子计算器而发家，七十年代王安审时度势，毅然放弃电子计算器领域，开发了专用的文字处理机，风靡全世界。进入八十年代，面对开放的个人电脑时代，王安仍坚持老路，拒绝生产与IBM兼容的电脑，力图推广与别人都不兼容的主机、操作系统和王安网络，失去了市场机会而终于破产。王安这些错误并非偶然，王安深受儒家思想的影响，他认为他的成功很大程度上来源于中国的传统文化。他从儒家文化中吸收了一些优秀的传统，例如行为节制、处事耐心、全面权衡和决策简要等。他宽待下属，并要求下属以“忠诚”回报。这些做法在创业时确曾起过增加凝聚力的好作用。八十年代的王安已经六十多岁了，面对迅猛发展的电脑技术已经很难把握技术与市场的发展方向；而儒家文化中的封建意识和违背现代企业科学管理的不良因素此时起了消极作用。王安培植家族势力，相信“虎父无犬子”，不顾董事会的反对，执意让其能力并不强的长子任公司总裁，引起股东们联名控告，最后被迫撤换总裁，但已大伤元气。

在出版系统的发展转折关头，也有一些企业败下阵来。1985年前的电脑排版系统全是专用的封闭系统，七十年代西方报业大量流行的是ATEX系统，而在亚洲，则是日本系统的天下，八十年代中期写研照排系统垄断了日本大部分市场，

而日本森泽系统则在港、澳、台和东南亚华文地区大量流行。1982年后日本写研公司力图进入中国市场，当时中国印刷界谈起中文电脑排版也是“言必称写研”。八十年代中期以后桌面出版系统开始流行，这种系统采用个人电脑和国际标准页面描述语言PostScript，在黑白照排领域逐步取代封闭的专业排版系统；九十年代以后彩色桌面出版系统又以开放、灵活、功能强、使用方便和便于升级等优点，使传统的电子分色机无法抗衡。美国ATEX和日本的一些厂商没有跟上这一新形势，在市场上败下阵来。1991年北京大学开创的中文照排技术已在国内大量推广，占报业排版系统的99％和书刊照排（黑白）的90％，当时这一系统采用的是我们自己的页面描述语言，与国外并不兼容，因而并非开放系统。尽管已有很大的国内市场占有率，但我们决定紧跟开放的大潮流，支持当时刚刚宣布的页面描述语言Postscript Level 2。1993年后开放的方正系统成为国内研制的第一个Postscript照排系统，不仅扩大了国内市场占有率，而且开拓了一大片海外华文市场，方正系统在香港、台湾和马来西亚等地取代了日本写研和森泽的设备。假如1991年时我们满足于已有的成功，丧失对未来发展方向的洞察力，今天就完全是另一个局面了。

从科研项目的总体构思到成为有竞争能力的商品，进而占领市场的过程是十分艰苦的，是“九死一生”的。中国如此，国外也大体类似，美国90%的高新技术公司维持不了五年以上就不得不关门。即使在市场上站住了脚，要维持长期兴旺也是很难的，这里将面临第二个“九死一生”。分析国外几十年保持兴旺而没有垮台的企业，可以发现下述共同点：①不断创新而不墨守成规；②不满足已有成就，时刻充满危机感；③和谐、团结的气氛；④科学决策而不是独断专行；⑤培养一代代充满活力和新思想的年轻骨干，尤其是将才和帅才。

永远保存危机感是极为重要的，Intel总裁葛洛夫是犹太人，来自匈牙利，他的忧患意识特别重，他有句名言常常挂在嘴边：“唯具有忧患意识，才能永远长存”。既然占全球80％CPU芯片市场的Intel还充满危机感，中国的企业难道还能高枕无忧吗？

1996年9月10日

本文刊登于《计算机世界》，1996年11月11日。

从东大阿尔派的崛起谈帅才

——从事计算机研究的体会之八

以东北大学软件中心为后盾的东大阿尔派公司股票在国内上市后，短短几天内价值猛增一倍多，东大阿尔派的市值升到7亿元。这种情况是近年来国内股市所不多见的。一方面说明股民看好高科技企业的前景；而更重要的方面则体现了股民对东大阿尔派无形资产的高度评价，看好刘积仁领导的年轻队伍具有很大的发展潜力。我与刘积仁只见过几次面，但看过和听过不少关于他的情况介绍。刘积仁19５５年生，17岁进工厂，做过煤气救护工、摩托车驾驶员、电影放映员、业余摄影记者、工会宣传干事；1976年作为最后一批工农兵大学生进入东北大学计算机系；1980年考上硕士研究生；后又成为李华天教授的博士研究生，并派往美国NBS国家实验室进修；1988年破格晋升为教授；后又担任东北大学软件研究中心主任、东大阿尔派公司总经理。

开明的校领导与年轻帅才

刘积仁把他和东大阿尔派的成就归结于：①生逢改革开放的好时代；②东北大学开明的好领导；③一支得力的年轻队伍。而教委的一些领导和我接触到的一些高校校长们在谈起东大软件中心时都异口同声地说到刘积仁的帅才和人品；一位著名大学的副校长在考察了东北大学软件工程研究中心后，感慨地对我说："可惜我们学校还找不到这样的人才"。以东北大学现任党委书记、前任校长蒋仲乐为首的校领导过去六年内给软件中心的发展提供了十分宽松的环境，政策上给予支持而不加以限制，任其自由发展而不去干预，结果蓄水养出了一条大鱼。蒋仲乐曾对我说："东北大学软件研究中心之所以能够成功，归根结底，就因为有刘积仁这个人；这些政策若给了别人，可能收不到效果。我敢说，东北大学还找不到第二个这样的人，尽管有些年轻人在学术上可能比刘积仁更强。"蒋仲乐指出了刘积仁的三个主要特点：①学术上不断跟踪国际上最新发展；②懂经济、会管理，有很强的市场意识；③人品好，胸怀开阔、宽厚、很有度量，能顾全大局，不追求个人私利，也不计较小单位的局部眼前利益，注意发挥年轻人的作用和关心他们的利益。蒋仲乐又说"同时具有上述头两个优点的已经难能可贵了，而更难得的是人品。"中国古代讲究"立大志者要修身"，提倡律己和宽容。"小不忍则乱大谋"、"宰相肚里能撑船"、"饶人不是痴汉、痴汉不会饶人"等古代名言今天仍有价值。儒家学说的这些精华在日本企业中得到充分发展，形成了可贵的团队精神；儒家又

强调“讲原则”，这发展成日本现代企业中的严格管理。没有严格管理就没有效率和高品质，也就没有效益。在中国的国情下，一个集体能否形成团队精神，往往与该集体的领导人的品质有很大关系：领头人过分追求名声和地位，就很容易自觉或不自觉地把下属功劳归到自己帐上，从而引起内部矛盾；狂妄自大、听不进不同意见，做错了事不承认，谋私，心胸狭窄、记仇，分亲疏，只想自己成功、不愿或不支持同事成功等等，都会影响一个团体的凝聚力。近二十年来我接触过很多年轻人，学术或技术方面才华出众者并不少见，但全面能力或其他素质方面的一些弱点却限制了某些年轻人更大的发展。美国一些著名心理学家最近指出，有必要重新审视传统的智商概念，因为发现，决定一个人将来是否有所成就 的诸多因素中，智力充其量只占二成，而其余的80％的决定因素中，宽厚、自信、坚毅等作用不可低估，心理学家把后者称为“情绪商”。美国一位科学家指出，美国贝尔实验室取得很多举世瞩目成就的根本原因不在于该实验室科学家具有特别高的智商，而是这些一流学者之间的友好、愉快和有效的合作，也即他们的情绪商超过常人。

邓稼先与奥本海默

邓稼先是中国核武器事业的奠基人，奥本海默是美国原子弹设计的领导人。杨振宁与邓稼先是北平崇德中学和西南联大的同学，美国留学期间两人又曾同屋；杨振宁与奥本海默曾在美国普林斯顿高等学术研究所共事过七年，该所当时只有五位物理教授。杨振宁对这两位中国和美国原子弹的功臣很了解，说他们两人的性格和为人截然不同。对于奥本海默，杨振宁在“邓稼先”一文（见〈科学〉1994年第5期）中评论道：“奥本海默是一个拔尖的人物，锋芒毕露。他二十几岁的时候，在德国格丁根镇做玻恩（Max Born，1882～1970）的研究生。玻恩在他晚年所写的自传中说，研究生奥本海默常常在别人做学术报告时（包括玻恩做学术报告时），打断报告，走上讲台拿起粉笔说‘这可以用底下的办法做得更好，……’。我认识奥本海默时，他已经四十多岁，已是家喻户晓的人物，打断别人的报告，使演讲者难堪的事仍不时出现，不过比起以前要少一些”。 对于邓稼先，杨振宁在上文中说：“邓稼先则是一个最不要引人注目的人物。和他谈话几分钟就看出他是忠厚平实的人。他诚真坦白，从不骄人。他没有小心眼儿，一生喜欢“纯”字所代表的品格。我想邓稼先的气质和品格是他所以能成功地领导许许多多各阶层工作者为中华民族作了历史性贡献的原因：人们知道他没有私心，人们绝对相信他”。因此杨振宁得出很值得深思的结论：“邓稼先如果是美国人，不可能成功地领

导美国原子弹工程；奥本海默如果是中国人，也不可能成功地领导中国原子弹工程”。

六十年代初，原子弹研制的关键问题之一是理论，当时以邓稼先为主任的二机部九院理论部集中一批优秀人才，这批人中后来出了八位院士，当时他们的年龄大多在30～37岁。九院理论部一些了解当时研究工作内情的同志近年来告诉我，就科学技术方面（而不是从组织管理方面）而论，对原子弹贡献最大的是周光召，对氢弹贡献最大的是于敏。我觉得，“两弹元勋”邓稼先之伟大在于，不仅自己有才华，而且能够让他手下比他更出众的人充分施展才华。我国科学技术的发展需要周光召、于敏这类帅才，也需要邓稼先这种帅才，当然也还需要精通科学技术、能在全局上选择正确方向和作出正确决策的朱光亚这样的科学家帅才和领导。

美国社会在某种程度上是崇尚以个人为中心的，例如苹果公司创始人之一史蒂夫•乔布斯就是八十年代美国人心目中的英雄；而中国、日本与美国文化很不相同，具有敏锐的市场预见能力的乔布斯不可能在日本创业，而他身上那种狂妄自大、处理不好各方面关系的弱点也注定他很难在中国这种环境下取得成功。在中国要取得重大成就，“修身”看来是很重要的。

近年来，各单位和舆论比较注意提拔优秀的年轻人才，许多部门设有跨世纪人才工程，这都是很好的现象；但是不少单位还缺乏使年轻人才脱颖而出的环境和条件；拔苗助长则是另一种值得注意的倾向，有些年轻人得到的荣誉和地位已明显超过了他们的实际贡献，一个时期出于某种需要或传媒的过分宣传是造成这种局面的部分原因。也有一些年轻人过分热衷于抛头露面和提高自己的知名度，而不再专心致志于扎扎实实的艰苦工作，这种做法会导致内部凝聚力的下降，也很难吸引杰出的年轻人才。

导师与学生

说起刘积仁的成就，应该提到他的导师李华天教授。我只见过李华天教授两次，第一次是1958年夏，他在展览会上给北大的一批年轻人介绍东北工学院来京参展的一台电子数字计算机，我当时还是学生；第二次是1959年我陪他参观北大正在研制的电子管计算机。当时李华天教授正当盛年，创建了国内高校中最早的计算机专业之一。后来则建立了国内计算机专业最早的博士点之一。李华天教授全力扶持刘积仁，并把他派往美国进修，还亲自与美国朋友联系，希望他们给刘积仁以帮助和支持。李教授带的学生作出了成绩，李教授并不把名字署在前面，或干脆不署名。这一榜样使我联想到导师如何为人师表和如何让研究生充分发挥

才能的问题。由于历史原因，现在的博士生导师年龄偏大，在新兴领域内有时不能站在最有发展势头方向的前沿上。我不时会听到一些单位博士生的抱怨，说导师只熟悉自己多年研究的老方向，要研究生追随导师继续研究不可能有发展前途的课题。在计算机这种新兴领域内，象我这样年近花甲的博士生导师创造高峰已过，很难跟得上技术的迅猛发展；由于技术更新极快，对新知识和新技术的了解，我显然不如学生。在这种情况下，导师要注意与学生一起选择正确的研究方向，然后千方百计创造条件使学生取得成功。近八年来北大方正很多重大成果是研究生负责完成的，例如1986年国内第一个数学、化学公式排版软件，1988年第一个大屏幕中文报纸组版软件，1991年第一个基于视窗的中文排版软件，1993年第一个分类广告管理和制作软件，1994年第一个采用面向对象技术的中文排版软件，1996年初方正多媒体创作工具和最近刚刚投入市场的方正包装装璜设计软件等。上述方向一般是导师提出或导师与研究生讨论后共同提出，而总体技术方案、系统设计与实现则由研究生负责，成果的第一署名者当然也是研究生。导师还要创造条件使上述成果得到方正公司中试、经营和培训、服务部门的大力配合，从而大大缩短了科研成果转化过程。东大阿尔派的成功经验也表明教学、科研与高新技术产业紧密结合所带来的多方面好处。

迫切需要帅才和将才

在基础研究领域内，帅才即优秀的学术带头人，应有广博、扎实的基础知识和创造才能，应有把握未来发展的洞察力，同时还需要有组织能力。诺贝尔奖获得者丁肇中是从事基本粒子基础研究的实验物理学家，他领导了几百名一流物理学家和几百位优秀工程师的研究队伍，才取得了重大突破。今天基础研究的重大发现常常是跨领域的，多方面的知识和善于合作是成功的重要因素。在技术科学和应用领域内，除了创新能力外，帅才或将才应有市场头脑，能敏锐地预见当前或未来市场需要什么样的新技术，以及具有把创新的科研成果转化成商品的决心和能力。美国微软公司在挑选技术开发负责人和骨干时，要求这些优秀的软件设计师能够创造性地构思和设计一些与众不同的功能，而这些功能恰恰是用户特别愿意花钱购买的，从而为公司谋取大量利润。

高新技术发展还需要一大批有科学头脑的企业家。国外高新技术企业家往往是技术专家出身，例如微软公司总裁比尔•盖茨、英特尔公司总裁葛洛夫等。他们开始在技术方面有过重要贡献，成为企业领导人后主要精力放在管理方面。由于有很强的技术背景，所以在决定发展方向方面能够抓住机遇和领导潮流；而卓越的管理才能则是领导大企业的必备条件。企业的发展离不开经营专家，没有强有

力的销售队伍，也就谈不上市场占有率，企业不会兴旺，技术也失去了进一步发展的动力。高新技术企业的经营专家虽然不必精通技术，但应做到“一知半解”；对于用户的需要，则应敏锐地把握其脉搏，从而不失时机地抢占市场。北大方正得到迅速发展的原因在于：一批有市场头脑的科学家和一批有科学头脑的企业家的紧密结合。方正技术研究院的两位年轻副院长和一批年轻的室主任不仅在本领域内精通技术，能把握住发展方向，而且有很强的市场意识，把占领市场作为首要目标；而方正经营部门和遍布全国各省的分公司总经理中则不乏精明的企业家，他们对推动市场起了十分重要的作用。我国的高新技术企业需要既懂得技术、又了解市场的新型复合型人才。没有市场和用户观念，只懂“埋头开发”、闭门造车的技术专家取得成功的机会是不大的；而不懂技术又缺乏科学头脑和管理才能的“买卖人”则很难真正开拓市场和领导高新技术企业。

帅才三忌

古人提出“帅才三忌”，大意如下：

第一忌：陷入不该自己管的具体事务而不抓大事；

第二忌：分亲疏，即提拔和重用与自己意见相同、 甚至于溜须拍马的人， 打击反对过自己的人；

第三忌：不把下属的荣誉和成就看作自己的荣誉和成就。

孙子曰：“将者，智、仁、敬、信、勇、严也”。周光召院长根据科技战线的将才要求，作如下解释和发挥：“智以择向，仁以服众，敬以招贤，言以必信，勇以夺魁，严以律已”。

1996年9月10日

本文刊登于《计算机世界》，1996年12月9日。

赚大钱难，难于上青天

——从事计算机研究的体会之九

假如本文标题出现在十二年前的报刊上，一定会有人说，作为一个大学教授，怎么不关注学术水平，而强调赚钱。今天完全不同了，市场经济大潮使我们懂得，没有雄厚的经济实力很难支持前沿的、高水平的、持续的研究开发，也不可能稳定一支优秀的年轻队伍。

计算机行业内接些项目、赚点小钱并不难，难的是赚大钱，尤其是长期、

持续地赚大钱，真可以说是“难于上青天”了。君不见很多赫赫有名的外国电脑公司近十年来均有过利润严重滑坡、甚至出现亏损，几千家电脑公司中大概只有Microsoft、Intel和HP是三棵常青树，始终保持兴旺。尽管北大方正十年来保持了较好的利润，但1994年也出现过利润下滑，1995年领导班子换届后才迅速扭转了这一局面；尽管北大方正在香港上市的股票势头很好，不到两年市值增长了四倍多，但中国的市场已经国际化了，我们稍一疏忽就会在国际大公司夹击下陷入灭顶之灾。我很赞赏Bill Gates的一句名言：微软距离破产永远只有18个月！

远大的学术抱负与追求利润

德国〈明镜〉周刊1997年1月6日以〈这里创造未来〉为题，说“麻省理工学院是美国最富创造力的发明家大学，学院的师生走在现代科学的最前沿，他们在这里创造美国赖以占领全球未来市场的科学知识”。“和邻近的哈佛大学不同，麻省理工学院的研究人员和工业生产之间没有隔阂。几乎没有任何一所大学能像它那样把科研和市场营销、学术上的远大抱负和追求利润紧密地联系在一起”。“激励麻省理工学院师生不断向前的是由学术抱负、先锋精神和企业家欲望混合而成的校风”。不仅麻省理工大学如此，美国很多一流大学是把“诱人的尖端技术及与其相称的利润作为发展的主要动力”。美国《商业周刊》评论说：“真正使斯坦福大学独树一帜的看来是很有感染力的企业精神”，“研究与生产的差别几乎已到了微不足道的地步”。北大方正的实践表明，“学术上的远大抱负”与“占领市场”这两者，在一定的条件下可以是高度一致和相互促进的，因为只有创新的、难度大、技术含量高的产品才容易在市场上赚大钱。一个技术含量不高的产品一旦在市场上走俏，马上会有一大批厂商蜂涌而上，很快就会使利润急剧下降，甚至无钱可赚，这在当今的中国尤为明显。前计算机局局长郭平欣曾作过一个比喻：“中国人喜欢打橄榄球”。意思是还没有看清楚球的所在，只看哪里人潮涌动，就往哪里扑去。

过去美国的一些大公司如IBM，AT&T的一些研究中心很强调保存自由的研究气氛和远期研究，研究人员可以完全不关心市场前景，因为从六十年代直到八十年代中期，没有一家电脑公司能挑战IBM；在通信领域，也无人能与AT&T抗衡。八十年代末以后情况完全变了，AT&T的Bell实验室现在不得不改组，以适应市场竞争；IBM也把一些没有市场前景的基础研究转给大学去搞。英国中央研究实验室成立于1928年，拥有的专利数超过英国高校专利总和，第一台立体声录放机、第一个电视播放系统和第一台CT机均出自该实验室；1992年起由纯实验室转变成高科技公司，科研目标以市场导向，七个研究小组均设有市场营销人员，占人数1 /

6。科学院副院长严义埙今年赴美国访问了一些高科技公司研究中心后，在〈中国科学报〉1997年9月17日头版上，以“发生在美国大公司及其研究中心中的变革”为题叙述了上述这种转变。“董事会为实现这种转变提出了非常严厉的人事政策：如果不按‘Business first’的原则进行研究工作，那么就得走人。10年前提出这种政策时，科技人员非常不理解，当时不少人离开了公司的中心实验室。到90年代初，当科技人员发现大多数美国的大公司都进行了同样的政策调整后，觉得争论没有用了，转而研究如何能走通这条‘Business first’的道路。到了1993年、1994年这种转变才真正地完成。科技人员说他们自己变成了半个商人”。“HP中心实验室从1985年开始逐步引入一些做过产品的研究人员，也引进了一些有市场和管理经验的人进入实验室”。中国是一发展中国家，又面临激烈的国际竞争，在高科技领域内，要特别注意技术与市场的结合，不能带来利润的学术抱负是很难得到有力支持，也是很难实现的。

叫好与叫座

科研成果转化困难的根本原因之一在于成果本身不成熟，而不经过市场磨练的产品很难改进和完善，也不可能取得效益。一个创新的、甚至于技术上有所突破的成果，只要在适应市场方面有明显缺陷，往往就不能赚钱，出现“叫好不叫座”的局面，苹果公司投入巨资开发的个人数字助理Newton就是一例。

对于企业而言，不叫座的项目多了就会亏本，甚至破产。所以一旦企业成为技术创新的主体，成果转化率将会显著上升。但要达到这一目标还有一段距离，今天的现实情况是：一方面我国计算机人才、尤其是软件人才缺乏，优秀人才外流，另一方面人才又严重浪费，不少年轻人、特别是研究生不断从事“既不叫好、更不叫座”的项目；一方面科研经费不足，另一方面国家经费又投入了不少不可能产生效益的项目中，回报率低。造成这些弊病的原因是多方面的，原因之一是奖励制度不完全适合市场经济的需要，容易造成“可怕的满足感”。农业领域的一些院士曾对我说过，育种是十分艰苦的，一个新品种真要大面积推广、形成产业，需花极大精力，要克服推广中发现的一系列技术难关，而评奖时往往只要推广到若干亩就可以得国家级奖，所以很多新品种就到此为止了，科技人员缺乏产业化的动力。在计算机领域内，只要成果的某个方面是国内最早实现的，又有一、二个用户在使用（不管用得好坏如何），就可以获级别不低的奖，尽管不可能变成有竞争力的商品，国家投资根本收不回来。

回报率低的另一重要原因是投资体制方面的问题。美国投资主体是企业和风

险投资公司，因而会对回报率斤斤计较，认真作经济核算和评估。而国内常常是政府拨款，投资方和承担方不需要承担经济责任，有点成果就可开个鉴定会，再宣传一番，从而皆大欢喜。评奖往往要根据鉴定结论，谁都知道，假如全部相信那些鉴定结论的话，中国应是一个科技超级大国了。国家科技进步奖，尤其是高级别的，必须要有经济效益的证明，但听说也容易弄虚作假。另外，一个实际上不赚钱的企业也可宣传成似乎效益很好，一旦要争取上市，要作财务审计，马上就原形毕露了。北大方正在香港股票上市后，我才懂得为什么国外大公司在选择中国合作伙伴时，如此看重该公司是否是上市公司、尤其是在海外上市的公司，为什么国外很重视上市公司的业绩年报。香港股市规范，财务审计严格，弄虚作假被发现后公司名声扫地，香港联交所也会给予警告和严厉惩罚，所以业绩年报一般可信度高。一个上市公司能在长时期内保持高利润，并持续稳定增长，是最难最难的，真可以说难于上青天了。在科学研究中另一个不易弄虚作假的是文章被大量引用，且在引用中得到高的评价，甚至别人跟着继续探索；计算机界唐稚松、周巢尘、张景中、李未、林惠民等的成果即如此，这也是很难的。我国科技工作者应追求上述两种目标之一：文章或样机系统的发表被国外大量引用并获得好评，即真正“叫好”；科研成果产业化后赚大钱，并进入国际市场，即真正“叫座”。

呼吸与吃饭

1994年我访问了纽约附近的IBM Warson研究中心，留下了深刻印象，当时该中心主任是IBM高级副总裁麦高地。他曾说过，不考虑适合当前市场需要的开发，好比一个人不呼吸；不作未来市场需要的研究，好比一个人不吃饭。不呼吸，几分钟就会死去；不吃饭，两、三个星期也会丧命。这一比喻说明了研究开发中近期和远期的关系。多年来我们在出版系统的主流产品中不断升级换代，每个重大更新的产品从构思到批量进入市场一般均需两年以上的时间。至于进入新领域的新产品，从开始研制到产品成熟并占领一部分市场一般需四年以上。IBM、Intel和Microsoft等公司都要考虑和研究十年以后的技术和市场需要，只有这样才能领导世界潮流；我国的高新技术企业无此实力，北大方正只能考虑五年以内的事情，但是我们每启动一个新方向或新领域时，一般都是有长远打算的，决心在该领域一直做下去，并争取日后参与国际竞争。在启动新方向时我们也注意利用已有的技术积累，例如邹维副教授（33岁、研究室主任）、郭宗明副教授（31岁、研究室副主任）主持完成的动画计算机辅助制作系统——卡通大师，就是充分利用了出版系统彩色图像、图形处理方面的经验，从而加快了开发进度。该系统已交

用户试用，我们相信在用户的协助下，卡通大师今后能在国内市场上击败国外同类产品，因为在这一领域内，北大方正会像从事出版系统那样锲而不舍地不断创新、不断追踪技术的前沿、不断接受用户的需求刺激并设法满足用户日益增长的性能要求，从而求得市场竞争优势。我们的原则是：先呼吸，再吃饭。不抢占市场就没有条件筹划未来。

项目与产品

国内外的电脑公司大多靠产品赚大钱，而很少因承接项目而兴旺发达。越是基础的产品利润越高，例如PC机中，CPU芯片利润最高，其次是DRAM芯片，整机的利润就很低了。软件产品中操作系统、数据库管理系统等量大面广，利润丰厚；适合较广领域或某个领域的平台，例如Notes、MRPII、Unicenter、AutoCad等利润也较高，因为这些产品都是通用的，技术服务工作量少；而承担项目，往往一个用户一个样，开发量大、服务量大，使成本显著提高，最终核算下来利润很低。由于需求表达不清或需求重大变动，常常导致开发工作的返工，损失就更大。北大方正是靠产品发家的，今天也是靠产品保持利润增长的。我们也从事管理软件的开发，例如采编流程管理系统、广告管理和制作系统、出版社管理系统、政府办公系统和电视台管理系统等。开始时各家用户需求均有差别，我们力图在做完一批用户的系统后，把通用部分提练出来，使之成为一个产品，同时使系统易于扩充，以适合个别用户的特殊需要。北大方正还没有能力在适用面较广的平台方面（例如Notes、Unicenter）与国外竞争，我们力图在有限几个较窄的应用领域内做得尽量完美、通用和易于扩充，并力争取得市场的主导地位。系统集成这一行业在国内被看好，尤其是与硬件一起销售时效益更好，很多外国公司也是这样做的，这里也应注意选择有限几个行业。一个企业最怕做的事情太多，而样样都做不好，所以抗住诱惑有时候是可贵的。

国内市场与国际市场

企业的发家必须依赖国内市场，只有产品在国内占领市场，走向成熟，才谈得上进入国际。开拓国际市场是需要可观的资金投入的，去年成立的日本方正公司现在已有员工23人，薪金按日本当地标准，比国内高得多，否则无法吸引日本优秀人才开拓市场。日本的薪金、房租、广告、展示等费用都比国内高，假如没有很好的市场前景是不敢投入的。

我国计算机应用发展很快，国内市场的增长率很高，这给我国电脑企业带来极好的机遇，已有一定规模的国内市场能哺育一批有创新精神的年轻企业迅速成长。但是国内市场又不足以推动我国企业、特别是软件企业形成大的规模。以出

版系统为例，尽管北大方正在中文专业排版领域占主导地位，但这一领域的年营业额很难超过15亿元，而日本市场却大得多，大概是中国的十倍。发达国家市场能提供最前沿的需求刺激，有可能大大促进技术的发展。方正从中文排版过渡到日文和韩文排版固然要作不少新的开发，但这些附加投入与20多年来在中文排版系统方面的花费相比，还是很小的，而且为日本市场开发的某些功能在韩国和国内也有用途，有可能事半功倍。外国公司产品为进入中国市场所作的本地化，与整个产品的开发投入相比简直是微不足道，而国际大市场的竞争和赢利又促使国外产品迅速改进、更新，其中文版也自动直接受益。正因为如此，中国企业才充分感到已经占领国际大市场的外国产品的巨大威胁。人家搞中国市场的产品本地化，我们也应在国内站稳脚跟后，努力开拓国际市场，用较小代价得到较大收益，程控交换机进入俄罗斯就是一例。承接国外的项目一般只能赚小钱，批量销售自主技术的产品才能在国外赚大钱。

技术与管理

除了方正品牌的PC和显示器制造业外，北大方正是以软件技术为本的，今天在市场上销售的方正几十种软件产品所对应的源代码已超过200万行；400多人的开发队伍中，软件人员占95%。八十年代我们主要依靠一批中年教师的奋斗和奉献，使出版系统的性能超过同类产品；八十年代末以来方正的每个成功的新产品都凝聚了一批年轻的技术带头人和骨干的才华和心血，没有关键人物，就没有关键产品。以技术发家的企业，在成长初期技术的作用常常是第一位的，但进一步迅速发展时管理会成为十分突出的问题。没有良好的管理，产品会定位不准确，研发周期会得不到控制，有些技术很好，有所创新的产品会因为不贴近用户而不受市场欢迎。方正技术研究院集合了一批优秀的年轻人才，假如由于管理方面的缺陷，大家加班加点、辛勤劳动的成果在市场上不见效的话，积极性会受到严重打击，方正的竞争优势和利润也会下降，最终员工的待遇也会受到影响。严格的科学管理与宽松和谐的气氛并不矛盾，两者都是为了使开发人员的才能得到发挥，并在尽可能短的时间内形成竞争力强的产品，从而获得高效益。看到年轻人出彩是最高兴的事，方向错误或管理不善而浪费优秀人才的青春年华则是最痛心的事。

事业的前景和良好的管理也是吸引优秀人才的重要因素。六十年代的DEC吸引了大量有志于创造的人才，包括对DEC PDP系列和VAX系统作出杰出贡献的计算机天才戈登•贝尔；而DEC后来的内部矛盾和管理方面的问题，又造成贝尔和一大批骨干的流失，其中不少人成为DEC的竞争对手。八十年代末和九十年代，

由于微软的出色管理和经营，关键人物到了微软，大都成了下金蛋的鸡。1988年DEC VMS操作系统的主要人员Dave Cutler进入微软，成为Windows NY的总设计师，而且Windows 98以后也将向NT靠拢，从而使NT成为主导一切的平台。由此可见，有了管理，也会有技术；没有管理则会丢掉技术。

1995年7月北大方正领导班子换届，张兆东（现任集团总裁）主持日常工作，公司的管理水平上了一个新台阶。方正技术研究院的成立，又使研究、开发和经营、销售、培训实现了高度一体化。方正电脑在不到两年的时间内获得较好的市场占有率和不错的利润，得益于管理，包括36个分公司和几百个代理组成的销售网络的管理。1996年方正技术研究院常务副院长、博士生导师肖建国教授（40岁）担任技术总管，主持研究开发的管理工作。他有近十年从事出版系统研制的第一线经验，成功地主持过报纸组版系统和彩色系统两个大项目的研制工作，在研究开发、商品化以及与用户、市场紧密结合方面有不少切身体会。这些背景使他在担任高层管理职位后，采取了一系列措施，使内部管理得到明显改善，与销售部门的配合更加紧密，并将以ISO 9000为目标，促进整个管理水平与国际接近。北大方正不久前被国家批准为六家技术创新试点企业之一，我们也希望将来有朝一日能够跻身于世界五百强之林，成为真正的国际化公司。我们在管理方面的不足将是实现这一目标的严重障碍，今后除了要吸引、培养和造就一批年轻的技术带头人和骨干外，更重要的是要有一批有技术背景的管理能人，这是企业走向国际化的必要条件。

1997年10月24日

本文刊登于《计算机世界》,1997年11月24日

创业难，守业也难

——从事计算机研究的体会之十

创业与守业哪个难？这一问题古时就有过议论，当然指的是帝王之业。唐太宗李世民登基后的第十二年（贞观十二年），就问大臣们："草创与守成孰难？"房玄龄认为打天下难，魏征则认为守天下难。唐太宗比较了两种意见，总结说："玄龄昔从我定天下，备尝艰苦，出万死而遇一生，所以见草创之难也。魏征与我安天下，虑生骄逸之端，必践危亡之地，所以见守成之难也。今草创之难，既已往

矣，守成之难者，当思与公等慎之。”贞观十五年，唐太宗和大臣们再次讨论“守天下难易”问题。魏征针对当时“安乐宽怠”的思想情绪，指出“安而能惧，岂不为难？”上述议论对今天高新技术企业的创业和发展仍有借鉴作用。一个创新的、有明显技术优势并适合市场需要的产品，就能使一个企业发家并完成创业阶段；而要保持长盛不衰则要经历一个又一个转折关头的考验和挑战，任何“安乐宽怠”都将带来灾难性的后果。

北大激光照排的草创时期是1975～1985这头十年，从提出初步方案到系统在新华社投入实用，中间经历了方案得到主管部门的认可和经费下达（1976年9月），以及1979年和1984～1985年两次照排系统引进高潮的冲击。1986年北大新技术公司（北大方正前身）成立，那一年国产照排系统开始小批量生产和初步推广；1988年初国家经委同意北大新技术公司介入系统的生产和销售，同年国产照排系统成为成熟商品，开始批量生产和大面积推广。

1986～1992是北大方正创业时期，1993年北大方正集团成立，那时省级报社和主要的书刊印刷厂已经普及激光照排，潍坊计算机公司和北大方正也由于照排系统而获得了高额利润。1993年起北大方正进入了持续发展阶段，一方面我们打入了海外市场，另一方面在国内市场上又面临开放潮流和国外大公司的激烈竞争，危机四伏。

成功产品的共同特点

根据我们二十多年的实践，一个成功的产品大概要同时满足下面五个条件：

①采用国际最先进的技术和设备；

②有自己的创新，而这种创新是用户所特别需要的，能使用户感到耳目一新，具有高的含金量，是产品与众不同的“卖点”；

③贴近用户；

④稳定可靠；

⑤研发进度得到控制，产品按时上市，从而能抓住机遇。

北大方正1988～1992年间的创业时期靠的是栅格图像处理器（RIP）、批处理书版软件和大屏幕报纸组版软件NPM这三大产品，它们都符合上述五个条件。

1988年上市的IV型RIP（北大研制的第三代RIP）采用门阵列芯片，字形产生速度明显领先；字形的参数描述使小字笔划匀称；精密照排与激光打印合用一个RIP，输出版面完全相同，成本降低；RIP体积小于国外当时流行的硬件RIP；高速产生倾斜字、旋转字、立体字、半阴半阳字、勾边字的功能，以及几百种底纹

和花边，使用户轻而易举地排出铅排无法比拟的漂亮版面。1988年前我们研制的RIP生产工艺不过关，我对工艺又一窍不通。1988年北大新技术公司介入RIP的生产，唐晓阳、王永达两位老师熟悉工艺（唐晓阳早在七十年代初就对当时研制的百万次计算机——150机的印制板工艺作出过重要贡献），很快就找到了RIP工艺上的毛病，使北大生产的RIP成为稳定可靠的产品。由于两家生产RIP，有了竞争，潍坊计算机公司也很快改进了工艺，那段时期IV型RIP几乎独占了国内照排市场。除了IV型RIP性能优异从而竞争能力很强外，造成市场垄断局面的另一重要原因是：Adobe的PostScript尚未成熟，出版系统的开放时代尚未到来。八十年代国外PostScript处理速度很慢，一个照排作业有时持续几个小时，操作者睡了一觉后起来发现尚未完成。处理中文PostScript则由于RIP缓冲容量的原因速度更是慢得惊人，1989年时PostScript激光打印机输出300DPI一页中文版面居然长达几分钟。

1988年问世的批处理书版软件是北大研制的第三代书版软件，功能强，能方便地排数学公式、表格等复杂版面，自动化程度高，排出的版面美观、规范，排版结果能最终在屏幕上显示；大表格的自动拆页和字典自动抽词条作书眉等功能属首创，其专业排版的功能当时曾使台湾用户感到惊讶。这一DOS下的软件至今仍是国内黑白书籍排版的主力。这一方面表明该软件当时的水平和影响，另一方面也说明北大方正近十年来开发的Windows下的交互式专业排版软件〈维思〉和〈飞腾〉始终不能完全取代这一DOS下的批处理书版软件，这不能不说是北大方正在专业排版软件开发方面的一大失误。新一代的方正书版软件正在加紧开发，我们希望这一新软件能符合成功产品的上述五个条件。

1989年初成为商品的报纸组版软件NPM的研发只用了两年不到时间，一上市就比较稳定，完全符合成功产品的第四、五条件。NPM采用刚刚问世的Viking黑白竖式大屏幕高分辨率显示器，软件显示比较逼真的版面，用户直接操纵和修改报纸清样，这些特点在中文报业中均属首创。当时港、澳、台的中文报纸均出毛条人工剪贴，只有台湾一家报纸采用昂贵的工作站作屏幕整页组版，但功能差。直到九十年代初，台湾的电脑杂志还在争辩整页组版是否高效。1993年方正维思软件开始进入报社，1998年方正飞腾软件开始成为新一代的报纸组版软件，但直到现在，还有相当数量的报社仍在使用DOS下的NPM软件出报。

上述三大产品在1989年底的全国排版系统评测中取得14块金牌，遥遥领先于其它竞争对手。

有了优秀的技术负责人才会有成功的产品。好的项目负责人不仅需要掌握国外最新技术，悟性高，具有创新开拓能力，而且要善于从行业和用户中吸取营养，设计出让用户心花怒放的功能，后者是不少技术尖子所忽略或没有做到的，但恰恰是产品成功的关键所在。方正的维思、飞腾和广告管理软件都犯过“不贴近用户”的错误，在一段时间内影响了竞争力。十年来北大方正推出的产品全部符合上述五个条件的不多，除创业时的三大主打产品外，后面几代RIP和〈点睛〉动画制作软件可以称作成功产品。动画制作是一新领域，与中文处理无关，方正在出版领域的技术和市场优势并不能直接对此产生影响，而国外厂商已有十多年的研发和市场销售历史。点睛软件于1996年初立项，开始由邹维副教授（现任方正技术研究院副院长兼数字媒体研究所所长）主持，后来由郭宗明博士负责。该项目技术负责人的总体设计和创新能力、质量意识以及对进度的严格控制，满足了上述第四、五条件和部分第二条件；而中央电视台的紧密合作使研制者对用户需求和国外软件的优缺点有了深刻的理解，从而满足了（动画制作行业）第一、三条件，并确保研制者的创新能够聚焦到用户最需用的功能上（第二条件）。有了这些因素，点睛软件今天才能在市场上与国外软件竞争。

领先的脆弱性

高新技术企业往往靠一项技术领先的产品起家，国外DEC和Apple如此，北大方正也走了这样一条发家之路。但领先往往是脆弱的，技术领先的Alpha芯片和Power PC并未带来市场的成功；技术和市场双领先、开发投入很大且始终居安思危的Intel，也在低价PC的CPU领域让AMD夺走了半壁江山。1993年前在中文照排市场上要取得一席之地，往往在RIP、前端排版软件和中文字模这三个领域内都要投入，后参加的厂商弄得不好就会血本无归。1993年PostScript和开放潮流进入中国，这几年形势变化很大：True Type和Type 1的中文字模市场上可以买到；RIP已经与中文无关，中文的保护屏障已不复存在；国外专业排版软件Quark Xpress、Page Maker的中文版，与汉化的Photoshop、Corel Draw、Freehand等图形、图像软件组合使用，基本上能满足以图为主、中文为辅的一些彩色出版物和广告品的编排要求，从而进入了国内这一市场。北大方正在1990年底预感到未来的这种开放潮流，所以于1993年10月推出了支持Postscript 2的RIP，并使前端软件〈维思〉支持Windows的OLE，然后又把版面远传从原来方正自己的页面描述语言过渡到PostScript 2。这些主动迎接开放潮流的措施才使方正照排系统国内报社的市场占有率上升到81%左右，引导报业从黑白走向彩色出版，同时也进入了彩色

制版市场。但是十年来方正也有一些失败的产品，开发周期长而缺乏卖点，甚至不得不终止。有些产品例如报社采编系统，已销售150多套，在这一领域的市场占有率超过95%，迎来了“告别纸与笔”的时代；还有方正广告管理系统，已销售了40多套，市场占有率超过95%。但是，这两个项目的开发并未满足成功产品的五个条件，经历了不应有的过长的反复，才逐渐成熟。由于起步早，用户数量多，研制者对用户的需求了解较深，加上北大方正在报业的整体优势才取得了领先地位。这种领先往往是脆弱的。1996年Lotus Notes开始用作西方报业系统的开发平台，当时国外的评价很低，大的开发商处在观望状态，怀疑Notes平台是否适合报业。两年来Notes不断改进，越来越多的开发商看好这一平台。在Notes上开发采编系统，工作量小很多，后来者抓住机遇能较快地实现一个系统。北大方正由于要维护第一代DOS采编（1994年）、第二代Windows NT采编（1995年）、第三代Windows NT和数据库采编（1996年）以及正在研制第四代采编，所以Notes上的开发起步很晚。1997年我们面临严重挑战，当即组织了突击队，经过一年半的努力，基于Notes的方正采编系统已经成为商品，而且将充分展示与方正其他软件高度集成和一体化的优势。Notes上开发采编系统有优点也有局限性，与其他方案比各有千秋，但不失为未来系统的一种好的选择方案。这一例子说明领先的厂商只要一不小心，就会在一个领域内被竞争对手分掉一杯羹，这就是国外常说的niche market。在动画制作领域内，我们也是分析了国外竞争对手的优缺点和包袱，抓住机遇取得成功的。

利用开放潮流打出国门

国外厂商利用开放潮流纷纷打入中国市场，我们也应利用这一机遇进入海外市场。1993年后正是利用了PostScript和开放性，方正出版系统进入港、澳、台、北美和东南亚中文报业市场，取代了封闭式的日本写研和森泽系统。基于PostScript 2的远程传版，首先是在香港和台湾的方正的报社用户中实现，然后再在国内推广。1998年方正日文出版系统在日本的一些用户中开始使用，其重要原因也是利用了开放性，日文字模和输出设备在日本市场上购买。支持OLE 2.0的飞腾日文版可以把Microsoft Excel的结果与飞腾软件排版结果在同一屏幕显示和修改，这一功能在〈京都经济日刊〉每天的股票行情版上得到充分应用，在日本报业系统中算是第一家。假如没有MS Windows在日本的普及，以及True Type和Type 1字库的通用性，方正日文出版系统要打入日本市场是没有可能的。

守业的困难之处

依靠一个出奇制胜的产品就能实现创业。方正创业时三大产品的每一项都是少数人完成的，先后参加者均未超过10人，因而管理比较简单。负责人的奋斗拚搏和对细节的把握就能带动合作者共同努力，较快地完成开发和实现商品化。不仅方正如此，四通打字机、联想汉卡和WPS创业时的研发人员都很少，这大概是八十年代中国高新技术企业创业时的共同特点，一旦抓住机遇就能很快上去，管理问题并不十分突出。创业时碰到的最大问题是缺资金、缺人才和得不到用户的认可。在创业阶段企业知名度和经济实力不够，难以吸引一批优秀人才。激光照排系统的成功是由于在国家的支持下，北大一批中年教师和潍坊计算机公司等协作单位的骨干齐心合力奋斗，不为当前的名利所诱惑，渡过了1986年前最困难的草创时期。方正创业成功的另一重要原因是抓住了中文和中国国情的特点，八十年代外国公司不大懂中文专业排版，也不了解汉字字形信息量大的困难，使我们有机可乘。中关村一条街上八十年代和九十年代初起家的一些企业大多利用了中文特点和中国国情。除四通、联想和金山外，用友的崛起也是利用了财务制度的国情差别。今天形势大变，外国大公司看好中国这块大市场的潜力，纷纷在中国设立机构，除销售外，还从事产品本地化的开发工作，有的甚至把重要的研究部门设在中国，以充分利用中国优质、廉价（相对于美国本土而言）的智力资源。这样给中国企业的创业和守业带来新的挑战。

守业阶段碰到的问题与创业时有所不同。企业有了一定的知名度，凝聚了一批经营和研发的骨干，积累了不少资金，靠信誉获得贷款也比较容易，若股票上市则更易集资和实现认股权，这些都十分有利于招聘和稳定优秀人才；市场占有率是个宝，企业创业阶段获得的市场份额为以后发展打下了良好的基础。所有这些都使已经完成创业的企业更能经受风险和挫折，但是守业也有很多难处。封建帝王的守业主要是保住江山，往往几代的荒淫无道或无能才会改朝换代；而高新技术企业面对的是千变万化的技术发展和竞争激烈的市场，管理不善或若干重大决策错误很快就会陷入灭顶之灾。另外，只有不断发展壮大，不断创新，不断开拓进取，才能真正守业。根据北大方正的实践，守业阶段会碰到下面一系列的问题。

1、发家产品的市场萎缩。

淘汰铅字的高潮是1988~1993年，这几年也是方正人均利润最高的时期。在占领市场后我们从用户处吸取营养，研究新技术和新产品，然后进一步引导和造就新市场。彩色照排（1992年）、远程传版（1992年）、广告管理和制作（1993年）、新闻采编（1994年）和发行管理（1997年）等这些新开辟的领域，

以及原有产品的不断大规模更新换代，使方正在报业和出版领域内始终保持兴旺达十一年之久。估计今后还有几年的繁荣期，但是专业出版领域的国内市场毕竟不够大，用户使用的系统更新到一定程度后就会放慢更新速度和缩小更新的规模，而企业的开发投入却不能减少，这些都是潜在的危机。

2、中国用户对维护收费缺乏足够的认同。

国外企业在占领市场后的很大一笔收入是系统（包括软硬件）的维修费用，尤其是人工费用，这笔收入占IBM财源的很大比例。但是中国用户只认可备件的费用，而不重视熟练的维护人员的智力劳动价值。正如中国的医院，医生检查和治疗的人工费用很低，却靠卖药赚钱，从而造成很多弊病。这些都是观念上的错误，但纠正需要相当长的一段时间。

3、开拓新领域的困难。

1987年，当时四通公司的总经理万润南来北大作报告，正值四通中英文打字机风靡全国，供不应求，财源滚滚之时。万润南在会上说，四通今后每一年都要出一个像中英文打字机这样的拳头产品。赚大钱的拳头产品谈何容易，后来的事实证明了这一估计过分乐观。北大方正十一年来主要的利润来源还是出版系统，近四年来我们努力开拓新领域并取得了一些成效。稀土提取、合成麝香这两个化工新领域依靠了北大化学学院的多年研究积累；指纹识别系统是石青云院士领导的研究集体十九年奋斗的结果，原理和技术先进，1996年并入方正后，在公安领域的市场占有率已达60%，破案率遥遥领先，在保安和其他领域内也有十分广泛的应用前景。但是，这些不错的产品，要做到真正赚大钱，还需要一个艰苦的过程，还会面临不少风险。数字媒体（包括电视台所需的各种应用系统）这一新方向于1995年开始启动，是方正看好和大力投入的新领域，发展会比较快，但要真正成长起来大概还需三年时间。

4、开发代价升高，管理难度增大。

方正创业时出版系统三个主打产品的开发人员总数约20人，今天RIP和组版软件的程序量约为当时产品的5~15倍，而且面对的是国外该领域前几名大公司的竞争。为扩大方正在报业的市场占有率，需要对报业的所有应用作全方位的投入，并实现高度一体化的先进系统，同时还要维护老的系统。所有这些都使开发代价显著升高。由于项目增多，人员增加，深感缺乏一批将才，即有管理能力的技术带头人。

5、进入发达国家市场需要很大投入。

中国的软件企业要有大的作为就必须进入发达国家市场。日本的印前市场是中国的十倍，对北大方正有很大的吸引力，有利于提高我们软件产品的质量和竞争力。但是发达国家的市场开拓必须有很大投入：在研发方面，除了要面对国际一流厂商竞争外，还要作艰苦努力以满足特定市场的各种苛刻的要求；发达国家的人力成本、办公用房、广告和展览等费用都很高。这些因素将导致市场开拓的头三、五年内很难有明显的利润。

6、老员工的奋斗精神下降。

这里的老员工指的是在一个企业工作了五年以上、已经有了两室一厅或三室一厅住房、有的还买了私车、三十岁出头的员工。这些员工曾经努力奋斗过，作出过贡献，今天仍然还比较认真负责，经验也比较丰富，但是缺乏工作激情，缺乏一种勇于接受新挑战和再次创业的强烈欲望，而满足于每天八小时工作，某种程度上“安居而不够乐业”。这种现象，国外企业也同样存在。一定要建立一种激励机制，使还有很大潜力的年轻“老员工”继续拚搏，使他（她）们感到，继续奋斗还会得到不少，而满足于“上班来下班去”的安逸生活将会被淘汰，将会失去很多。

依靠现代化的企业管理才能真正守业

国外公司都是靠出色的管理以适应不断变化的形势，实现真正的守业，可见现代化管理无疑是企业的头等大事。1984年Cisco的起家，靠的是斯坦福大学教授Leonard Bosack和Sandy Lerner夫妇在网络产品路由器方面的发明创造，但这两位教授并不善于经营企业，所以于1990年以2亿美元代价卖掉Cisco，从事自己更擅长的工作去了。Cisco九十年代的大发展（即真正的守业），则是由管理专家John Chambers（MBA出身）领导下实现的。IBM内不乏大量技术尖子，但1992年亏损100亿美元，并非计算机专家的郭士纳上任IBM总裁后，大刀阔斧改革，重振雄风，现在年盈利达100亿美元。由此可见，守业阶段，管理比技术更重要。

中国企业与外国著名企业相比，在技术上有不小的差距，但更大的差距则在管理方面。我们应全面学习国外成功的高新技术企业在管理方面的一整套制度和措施，并与自己企业的特点相结合。1998年，方正技术研究院在肖建国常务副院长和技术办公室的领导下，积极实施ISO9000质量保证体系，强化了软件的单元测试、集成测试和系统测试，密切了开发与销售部门的联系，取得了明显的效果；1999年还将推行更加规范化的管理和内部激励机制。我相信，在年轻一代的领导下，方正将逐步向国际化的现代企业这一目标迈进。

1999年1月10日

本文发表于《计算机世界》，1999年2月8日。

最可怕的是错过一个时代

——从事计算机研究的体会之十一

1999年8月在马来西亚参加马哈蒂尔首相的IT国际顾问会议期间，我专门与前王安公司的一位高层管理人员和收购Cray研究公司的SGI公司总裁作了交谈，分别向他们请教王安和Cray计算机公司破产的原因。一系列决策错误的最终后果使王安错过了PC时代，Cray错过了巨型机的大规模平行处理时代。一旦错过了整整一个时代，再从头赶至少需2 - 3年，而市场已等不及了，这样难免覆灭的命运。

过去领导过潮流的企业也会被新潮流所抛弃

DEC已被Compaq收购，DEC的创始人Olsen曾抓住两次潮流：第一次是五十年代，磁心存储器开始大规模流行，DEC以磁心存储器测试设备起家；第二次是六十年代，敢于向IBM挑战，开创了小型计算机时代，这是Olsen一生的最大贡献。王安也领导过两次新潮流，即五十年代的桌上计算器和六十年代的文字处理机，从而使王安公司于七十年代达到顶峰。Cray在巨型机领域领导潮流达二十年之久，他也有过两次划时代的贡献：1964年的CDC6600首创了多个运算单元平行工作；七十年代的Cray 1采用了Risc技术，对后继的巨型机，包括我国的巨型机研制产生过深远的影响。这三家著名企业今天都不复存在，他们的兴衰说明IT行业很难有常胜将军，过去的成功有时会成为未来失败之母，而最可怕的是错过了整整一个时代。

每个领域都有自己的潮流

每次潮流意味着挑战和新的机遇

整个计算机行业有时代划分，例如大型机(mainframe)时代、小型机(mini)时代、微机时代（micro）、PC时代、后PC时代和Internet时代。IT的每个领域又不断有自己的新潮流，每个新潮流都会冲垮该领域的某些企业，涌现出一些新企业。以中文文字处理领域而言，从八十年代中期开始，经历了下述六个时代：中英文打字机（以四通打字机为代表）、文字处理汉卡（以金山、巨人为代表）、DOS文字处理软件（WPS曾占领了80％市场）、Windows文字处理软件

（Word先占领了大量市场）、高集成度办公软件以及适应Internet的办公软件。假如八十年代末四通利用中英文打字机市场占有率高达80％的优势，用自己的汉卡取代自己的打字机，也许就成为办公领域跨两个时代的英雄；九十年代初Windows 3.0刚问世不久，若WPS能充分利用Windows的界面和集成环境，以崭新面貌出现，可能就不会有后来Word的大量普及。可见新潮流出现时晚一拍就会丧失机会。1990年北大方正在Windows上开发软件已有三年经验，我很想利用这一优势以及在排版领域的技术积累，从专业排版扩展到量大面广的办公套件领域，为此还专门买了早期的Word和PowerPoint版本，但选择的项目负责人或者对此领域没有兴趣，或者缺乏技术领导能力，结果一事无成。所以看到了新方向和机遇，若没有好的领军人物也难以成功。

方正出版系统保持了十二年的兴旺，始终是方正的主要利润来源，只要不犯重大错误，估计还会有七、八年繁荣。尽管1988 - 1993年期间很高的人均利润不会再现。十多年来在出版系统领域出现过多次新潮流：

1、 PC与桌面出版。

七十年代中期开始的七四八工程照排系统头三个型号（华光I、II、III型）是基于国产100系列（NOVA兼容）的，由于II、III型已有40多个用户，所以我们必须用不少精力完善已有系统，从而影响了PC版本的开发，而1986年中国印刷技术研究所已有PC排版软件问世。当时电子部有些领导看到PC机上CCDOS盗版严重，担心激光照排开发PC版将有负面影响。但我们认为错过一个时代后果不堪设想，决定抽调精兵强将加快重新设计的PC版本的研发。这一决策使1988年问世的华光IV型上的排版软件比同类产品性能上领先两年之久，获得了一致好评，也使华光和方正系统在淘汰铅字的革命中取得了独占地位。

一个新潮流到来之时，领先厂商过去的技术和市场积累可以成为宝贵的财富，也可能成为迎接新潮流的包袱，从而给新兴企业以可乘之机。

2、 页面描述语言与PostScript、PDF。

1986年北京大学在国内第一个研制成页面描述语言，使1990年底开始的以页面描述为基础的远程传版成为可能；1993年10月北大方正又第一个推出中文PostScript 2系统，使页面描述采用国际标准；1999年我们又第一个支持中文PostScript 3和适合Internet电子发送的PDF。

RIP是照排系统中解释页面描述语言的核心设备。八十年代我们第一个设计专用芯片以提高字形处理速度，大大提高了市场竞争力；九十年代中期CPU速度已

足够快，我们又及时转向纯软件RIP，并在国内首次实现输出管理、RIP内陷印处理（trapping）、RIP内折手和RIP内彩色管理，使RIP的技术水平比国内竞争对手领先三年以上。正在研制的方正第八代RIP将适应未来的全数字化流程的管理，更好地迎接电脑直接制版和网络时代。

3、 Windows、高集成度和可扩展性。

我们于1987年底转向Windows平台，1991年问世的方正维思排版软件是第一个Windows下的中文排版软件，并在国内第一个支持OLE；方正飞腾排版软件在国内首次采用软插件技术，便于不熟悉飞腾的人独立地扩充功能。这一特性使组版能与报业、印前系统一体化解决方案中的其他流程高度集成在一起。

十六年来，在出版系统的很多次潮流中，除了转向PC平台我们比国内一些单位晚了两年外，其他各次潮流我们均站在最前列，从而使方正在国内报业照排市场的占有率从1991年初的55％，上升到1995年的75％和现在的90％，采编流程和广告管理系统的市场占有率也在90％以上。在书版软件适应新潮流方面，方正有过失误。1988年上市的书版软件由于功能强、效率高和排出来的版面规范，一直畅销，约有几十万套在使用，至今我国大部分书籍仍用此软件排版。即使作者用Word写稿，出版社和印刷厂也常常用方正书版软件重新排一次版，得到Word直接输出所达不到的美观的版面效果。由于缺乏好的技术带头人，方正书版软件七年来没有实质性的更新，一直是DOS老面孔。伍江博士负责后才大为改观，1999年推出了基于Windows、并有一系列重大改进的书版9．0，受到用户热烈欢迎。

二十多年来国内有二十多个单位和厂商从事过专业排版领域的研发和市场开拓，但一次次的新潮流淘汰了绝大多数企业。国外也是大浪淘沙，七十年代西文报业系统霸主Atex 、发明激光照排的Monotype、开创过桌面出版时代的Aldus、软RIP的开创者Hyphen、推出第一个PostScript 2 RIP的Harlequin，以及七、八十年代日本市场和东南亚、港、台中文出版市场的霸主“写研”和“森泽”等，今天已不再辉煌，有的甚至已经被收购。只有始终充满危机感，才能不被淘汰出局。

任何IT产品都要考虑Internet的影响

人类历史上还没有一项技术像Internet那样，在这么短的时间内影响如此多的人。电话用户达到5000万户用了55年，广播听众达到5000万户用了38年，电视观众达到5000万户用了13年，而Internet只用了三年就超过了5000万用户，总共不到八年就可达到3亿用户。预计2002年全球因电子商务的应用而节约的成本将达12500亿美元。所以我同意Intel总裁巴瑞特的判断：将来不上网的企业只能等死。

由于中国人均纸张消耗量只有美国的1／200，所以今后几年内纸面出版还将呈上升趋势，但网上出版的增长速度将更快。北大方正在出版领域内较早考虑了Internet的影响，我们在国内最早研究和完成SGML应用系统，参与了SGML中国标准的制定（SGML是HTML和XML的基础）。1999年北大方正第一个推出了基于Internet／Intranet的采编流程管理系统。1999年北京方正电子公司新的领导班子上任后又及时提出了E-media战略，使方正媒体领域的方向既充分利用已有的技术和市场优势，又能面向Internet时代。审视一下方正已经上市和正在研发的产品，都能找到Internet对这些产品已经和将来可能产生的影响。在新的大潮来临之际，落后一拍或几拍就会失掉很多机会，而错过整整一个时代必遭灭顶之灾。

2000年1月16日

本文刊登于《计算机世界》，2000年1月31日