

# 第 18 章：计算机技术与产业

新中国成立以来，计算机事业的发展取得了辉煌的成就。在庆祝建国 60 年的今天，回顾我国计算机技术与产业的发展历程，具有格外重要的历史意义。

## 18.1 令人难忘的拓荒创业

新中国建国初期，国家刚刚从战乱中恢复元气，百废待兴。就在这样薄弱的基础上，党中央发出了“向科学进军”的号令。发展经济，建设国防，特别是为研制两弹一星提供计算能力，迫切需要先进的计算工具。1956 年，周恩来总理主持制定了《十二年科学技术发展规划》，发展规划选定了“计算机、电子学、半导体、自动化”作为“四项紧急措施”，提出了“任务带学科”的发展战略，并制定了计算机科研、生产、教育发展计划，我国计算机事业由此起步。张劲夫、杜润生、钱三强、罗沛霖、阎沛霖等在制定计算机技术发展规划时起了重要作用。

鉴于当时人才奇缺，很少人懂计算机，国家果断地采取了“先集中，后分散”的发展原则。以中国科学院为主，集中了当时二机部、总参三部、高教部、国防部五院等全国科研力量，共同筹建中国科学院计算技术研究所（下称中科院计算所）。从 1956 年起连续举办了四期计算技术训练班，共培养了约 700 名大学本科水平的计算机和计算数学方面的专业人员，这些“种子”后来分撒到全国各地开花结果，成为我国计算机行业的骨干。

现在我国的国力大大增强，但面对计算机领域新的挑战，如高性能通用 CPU、下一代网络、量子与生物计算等等，我们多么需要像前辈一样，不分单位、不分你我，发扬全国一盘棋的精神，集中力量办大事！回顾我国计算机事业的创业史，我们不能不由衷地钦佩毛泽东、周恩来、陈毅、聂荣臻等国家第一代领导人的高瞻远瞩和英明决策，不能不对开拓我国计算机事业的老一辈科学家和工程技术人员表示崇高的敬意！

## 18.2 做出杰出贡献的计算机科学家

追根溯源，中国计算机事业最早的拓荒者是华罗庚教授。早在 1952 年，在他的领导与推动下，中科院数学所（后转到近代物理所）就成立了我国第一个电子计算机研究小组，由闵乃大、夏培肃、王传英三人组成（闵乃大、王传英后来未继续做计算机研究）。1956 年，

华罗庚教授被任命为中科院计算所筹备委员会主任。他参与研究提出了对我国计算机创业有重要影响的“先集中、后分散”原则，确定了一些大政方针，而且还提供了他向冯·诺依曼等国外学者索取到的珍贵资料。我国 1956 年起开办的计算技术培训班的教材，许多都是根据华罗庚等教授从美国带回的资料翻译而成。当计算机开始进入千家万户时，我们不能忘记华罗庚教授为启动我国的计算机事业所做出的特殊贡献。

像华罗庚一样，我国一大批数学家为发展计算数学和计算机科学做出了重要贡献，其中最突出的代表是冯康教授。上世纪 50 年代末 60 年代初，当时在中科院计算所第三研究室工作的冯康先生，在解决大型水坝计算问题的研究实践基础上，独立于西方创造了一整套解微分方程问题的系统化计算方法，命名为“基于复分原理的差分方法”，现在国际上通称为“有限元方法”（Finite Elements Method），这是全世界工程计算中应用最广泛的算法之一。冯康先生留给我们的不仅仅是有限元方法等知识原理，更重要的是他从实际中发现科学问题的大师级的科学研究方法和独创精神。

另一位在计算机领域做出杰出贡献的科学家是我国自主创新的楷模——王选教授。王选教授去世以后，中宣部等三部委联合决定，在广大知识分子中开展向王选同志学习的活动。上世纪 70 年代他凭着科学家的自信，勇敢地跳过印刷排版的第二代第三代技术，直接跨越到第四代激光照排。他关于自主创新的许多文章和精彩报告已在年青一代科技工作者中流传，这是他留给我们的宝贵精神财富。中国计算机学会专门设立了“王选奖”，希望以此激励计算机界的创新。

## 18.3 50 多年来我国计算机领域具有代表性的科技成就

半个多世纪以来，几代科研人员顽强拼搏，锐意进取，取得一个又一个科研成果，获得国家级二等奖以上的奖励成果就有几十项，在这里不可能一一列举，只能回顾几项最具代表性的重大科技成就。

### 18.3.1 高性能计算机研制

我国计算机研制是从研制模拟计算机开始的，50 年代哈尔滨工业大学等单位已研制成功模拟计算机。但自 1956 年以来，研制当时最先进的通用数字计算机一直是国家支持的计算机科研任务的重要内容。中科院计算所一成立，就在苏联专家的帮助下，着手仿制和改进苏联设计的 M-3 机和 БЭСМ 计算机。1958 年 8 月 1 日，103 机研制成功（当时称为八一机，

定型生产后称为 DJS-1 电子计算机，北京有线电厂共生产了 36 台），这是我国最早研制成功的第一台基于电子管的小型通用数字计算机（见图 18.1），人民日报当天报道了这一消息。103 是定点 32 位计算机，最初速度只有每秒 30 次，后来提高到每秒 2500 次。1958 年，北京大学与空军合作，自行设计研制了“北京一号”数字电子计算机，并交付空军使用。同年，哈尔滨军事工程学院研制成功 901 型电子管专用计算机。清华大学 1958 年也开始研制 911 计算机。1959 年 10 月 1 日我国第一台大型通用数字电子管计算机—104 机在中科院计算所研制成功，计算速度每秒 1 万次（浮点 40 位），定型后称为 DJS-2 电子计算机，北京有线电厂生产了 7 台。1958-1962 年，总参下属的研究所也研制成功一些计算机，由于保密未对外公布。与世界上第一台电子管计算机 ENIAC 相比，我们的起步晚了 12 年。但在与西方几乎隔绝的条件下，两年左右的努力就能把电子计算机造出来，说明只要齐心协力，中国人有能力研制、生产自己的计算机。

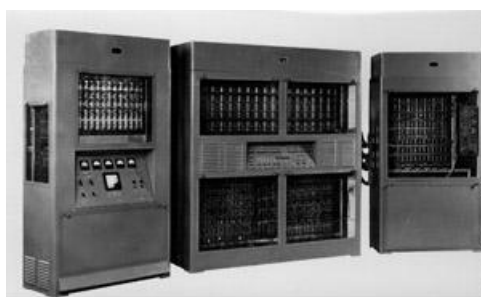


图 18.1 我国第一台小型通用电子管计算机—103 机

1960 年，中科院计算所研制成功我国第一台自行设计的小型通用电子计算机—107 机。从此我国的通用计算机设计进入自主设计阶段。1964 年，我国自主设计的第一台大型通用电子管计算机—119 机在中科院计算所研制成功，运算速度每秒 5 万次。119 机是世界上速度最快的电子管计算机（当时国外已经转入晶体管计算机时代）。1965 年华东计算技术研究所研制出大型电子管计算机-501 机，并与南京大学合作配制了 ALGOL 语言。从 103 机到 119 机，参加第一代电子管计算机研制的人员来自全国许多单位，这些成果是全国科技人员合作的结果。50-60 年代中国计算机领域的拓荒者是一个群体，这个群体有解放前或建国初期从海外归国的学者，如胡世华、徐献瑜、董铁宝、闵乃大、夏培肃、吴几康、范新弼、蒋士骥、李华天等，也有建国初期从苏联留学回国的学者，如张效祥、金怡濂、杨芙清、李三立、徐家福等，还有一些从相邻领域转过来的学术带头人，如慈云桂、张梓昌、张世龙、虞承宣、莫根生等，以及一批受过专业教育的 20 多岁的青年骨干，其中有些学者后当上中国科学院或中国工程院的院士，如高庆狮、董蕴美、沈绪榜等。

从第二代晶体管计算机开始，我国派往苏联进修人员、经过计算技术训练班培训的科

研人员和按“先集中后分散”方针参加第一代电子管计算机研制人员，已回到各单位，国防科研部门的科研力量也已成长起来，使得我国的计算机研制呈现出你追我赶、百花齐放的繁荣局面。1964年哈军工研制成功每秒8000次的441B小型晶体管计算机。1965年大型通用晶体管计算机109乙机在中科院计算所研制成功，浮点运算速度每秒6万次。改进后的109丙机1967年投入使用，在国防部门服务了15年，有效算题10万小时以上，被国防用户誉为“功勋机”。1965年华北计算所研制成功108乙晶体管计算机，生产了156台，运行稳定，是很受欢迎的一种中型机。华东计算技术研究所也研制成功X-2晶体管计算机。截止到1971年底，我国共生产数字计算机250台。

进入70年代，中科院计算所、华东计算所和一些国防研究所等单位都开始研制第三代集成电路计算机。1971年，中科院计算所和华北计算所分别研制成功111机和112机。1973年，北京大学与738厂联合研制的集成电路计算机—150计算机问世，使我国拥有了第一台自行设计的百万次集成电路计算机，也是中国第一台配有多道程序和自行设计的操作系统的计算机。华东计算技术研究所也研制出性能和150机相当的655机。1973年到1981年，在当时的四机部的领导下，分别以清华大学和电子部15所为集中地点，组成联合体研制DJS100系列和DJS200系列计算机。这一联合研制不但使我国计算机设计水平上了一个新台阶，而且带动了软件、芯片和外部设备的研制与生产，形成了系列计算机生产能力。《中国计算机学会通讯》2009年第5期发表了一组专题文章：“一座闪亮的里程碑—DJS100系列”，回忆30多年前清华大学等单位精诚合作联合设计DJS—100系列计算机的历史。

80年代以后，我国开展了向量机、大规模并行机和机群系统等各种高端计算机研制，陆续推出了银河、神威、曙光等系列成果和产品，形成了以国防科大、江南研究所和中科院计算所为代表的科研团队。1983年，中科院计算所研制成功每秒运算一千万次的757向量计算机，在体系结构上有重大创新。同年，国防科大研制成功的银河一号，使我国设计的计算机上了每秒一亿次的台阶，与国外的差距（CRAY-1计算机）缩小到7年。1991年中科院计算所研制成功石油物探用的大型机KJ8920。近十几年内，我国自主设计的超级计算机先后突破十亿、百亿、千亿、万亿、十万亿、百万亿次大关，我国与国外高端计算机的差距在逐步缩小。图18.2反映了我国高性能计算机与国外同档次计算机推出年份的比较。以国内外推出各代第一台计算机的时间差距来衡量，第一代电子管计算机的差距是12年，第二代晶体管计算机差距是6年，由于文革的干扰，第三代集成电路计算机的差距扩大为9年；向量机的差距是7年，大规模并行机是5年，机群系统只有4年，而且在进一步缩小。2010年我国将推出千万亿次计算机，比国外推出千万亿次计算机的时间（2008年）将缩短到2

年。90 年代以来，我国研制高端计算机的步伐明显加快。以曙光计算机为例，从曙光一号（1993 年）到曙光 4000A（2004 年），11 年时间内 Linpack 性能提高了约 20,000 倍，而国际上 TOP500 的超级计算机 11 年内平均只提高 1,000 倍。

进入 21 世纪，我国高端计算机研制和应用紧跟国际发展趋势，取得新的成绩。近几年内中科院计算所、江南计算所、国防科大和联想集团等都分别推出了国际先进水平的曙光、神威、银河、深腾系列超级计算机。国产超级计算机在石油勘探、核模拟等国防科研、水稻和人类基因组测序等方面发挥了不可替代的巨大作用。2004 年中国研制的超级计算机（曙光 4000A）第一次正式进入国际超级计算机排行榜第十名。2008 年，曙光 5000A 的浮点运算峰值处理能力达到每秒 230 万亿次，实测 Linpack 速度达到 180.6 万亿次，再次跻身世界超级计算机前 10 名，成为唯一进入前 10 名的非美国制造超级计算机。

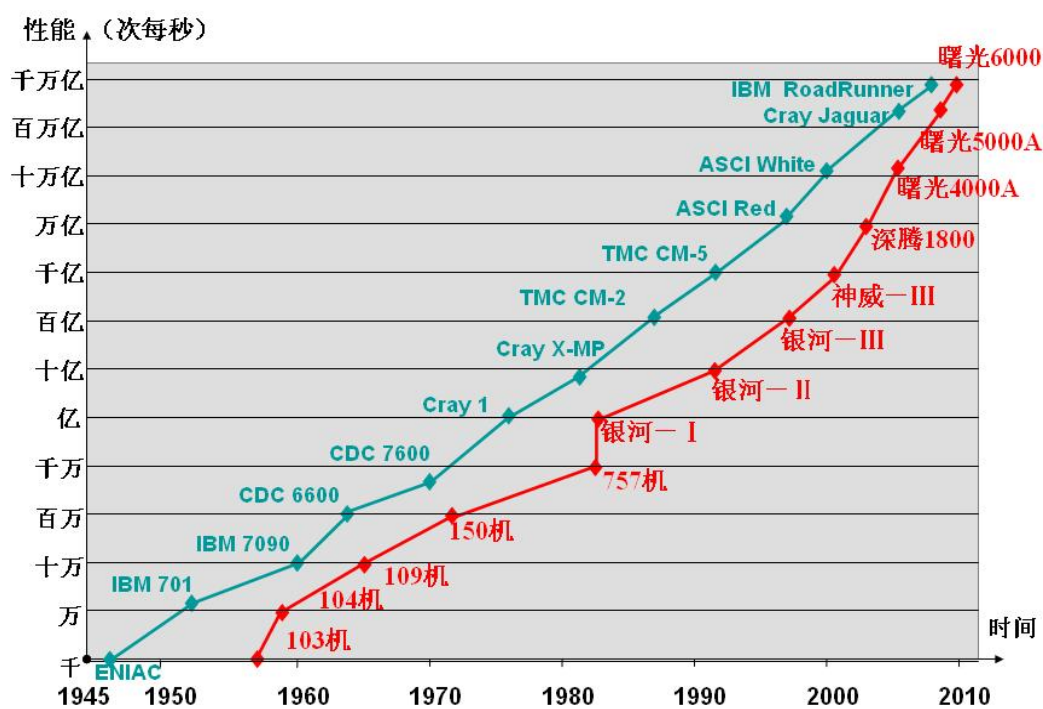


图 18.2 我国与国外同档次计算机推出时间比较图

我国高性能计算机的快速发展与国家的持续支持分不开。除了国防科研的支持外，近 20 多年科技部主管的 863 计划一直优先支持高端计算机的研制，早期领导 863 智能计算机主题的汪成为院士为制定我国高端计算机的正确发展战略做出了重要贡献。几十年的高端计算机研制为我国造就了一批杰出的高端计算机设计领军人物，如张效祥、金怡濂、慈云桂、高庆狮、周兴铭、卢锡城、陈左宁、杨学军、黄永勤、孙凝辉等，其中金怡濂院士 2002 年获得国家最高科技奖。

### 18.3.2 计算机科学与关键技术的发展历程

我国的软件研究开发与计算机研制同时起步，1956年中科院计算所就与北大联合开设了计算数学训练班。80年代以前我国对系统软件的研制较为重视，1959年研制成功的104机就运行了自主设计的Fortran类型的编译程序，119机上运行了我国自主设计的Algol类型的BCY编译程序，441机上率先配置了自行研制的FORTRAN语言，北京大学研制的150机上运行了我国自主设计的操作系统。70年代DJS-100和DJS-200系列机联合研制中，十分重视系统软件的开发。100系列配置了RDOS和MRDOS操作系统，软件与NOVA机兼容。200系列配有14个软件系统，包括XT-1/XT-2/XT-3共3种操作系统，自行设计的XCY语言，FORTRAN、COBOL、BASIC编译系统等。我国早期主持编译系统和操作系统研究开发的科学家包括杨芙清、徐家福、董蕴美、陈火旺、钟萃豪、孙钟秀、沈昌祥等。

80年代以后，我国系统软件开发的重点转向软件开发环境、中间件及构件库等，影响较大的成果有面向对象的大型软件开发环境—青鸟系统和Starbus中间件等。90年代以后，在Unix和Linux基础上，先后开发了COSIX和麒麟等操作系统，国产数据库也开始占领市场。以中科红旗为代表的开源操作系统近几年来有较大发展。进入21世纪以来，我国开展了网格技术研究，VEGA、CROWN等网格系统软件开始得到应用。

我国有不少计算机科学家是从基础数学或数理逻辑转到计算机软件领域的，因此中国在软件理论方面的重大成果与欧洲学者有较多联系，如可执行的时序逻辑语言和X Y Z系统，区段演算理论、开放逻辑、形式语义学等。吴文俊院士是在计算机领域做出杰出贡献的数学家，上世纪70年代后期他开创了数字机械化的新领域，发明了用计算机证明几何定理的“吴方法”。鉴于他的杰出贡献，2000年他获得了首届国家最高科技奖。图灵奖获得者、美籍华人姚期智教授近几年在清华大学建立理论计算机科学研究中心，培养了一批国际一流水平的博士，在过去国内学者几乎没有参加过的计算机科学顶级国际会议上发表了多篇论文，并获得了最佳论文奖，得到国际同行的认可。姚期智教授为发展我国的理论计算机科学做出了特殊贡献。我国在计算机科学和理论研究方面做出重要成果的科学家还有唐稚松、周巢尘、李未、何新贵、张景中、林惠民、何积丰等。

人工智能理论与技术是我国计算机科学研究的一个重要方向，几十年来取得了不少成绩。我国在这一领域较突出的成就体现是汉字识别、中文信息处理、知识处理和专家系统、神经网络、模糊逻辑等方面。在人工智能领域做重要贡献的科学家包括潘云鹤、陆汝钤、张�钺、李德毅、郑南宁等。

计算机的基础器件是 CPU 等集成电路芯片，我国发展集成电路有成功的经验，也有失败的教训。钱学森曾经说过：“60 年代，我们抓两弹一星，是一得；70 年代没有抓微电子，是一失。”70 年代我国各部门、省市引进了几十条较落后的集成电路生产线，由于体制机制不顺，又不掌握核心技术，后来纷纷被淘汰。80-90 年代，经中央批准，国家采取战略措施，先后建设了 908 微电子集成电路工厂和 909 微电子集成电路工厂，逐步缓解了被动局面。进入 21 世纪以来，我国采取更加开放的发展模式，大胆吸引国内外资金与技术，建立了中芯国际等十几条先进的集成电路生产线，为我国自主发展 CPU 等芯片创造了条件。但我国微电子产业从一开始就与计算机产业脱节，较忽视计算机专业人才在集成电路设计中的作用，集成电路与计算机的两张皮现象一直延续到今天。

2002 年，我国自主研发的龙芯一号通用 CPU 问世，在发展高性能通用 CPU 的征程上迈开了快速前进的步伐。随后，中科院计算所相继研制成功龙芯 2C、龙芯 2E 和龙芯 2F，龙芯 CPU 以每 14 个月左右提升 3 倍性能的超常规速度跨越发展。目前龙芯 CPU 的性能、功耗已达到国际先进水平，成本低于国外同类芯片。2009 年流片的龙龙芯 3 号是服务器用的 4 核 CPU 芯片，包含 4.25 亿晶体管。在龙芯 CPU 的研制过程中，胡伟武研究员做出了重要贡献。除中科院计算所以外，北京大学与有关国防科研单位也研制成功通用 CPU 芯片。这些令国人扬眉吐气的重大进展说明，我国完全有能力掌握计算机的核心技术，建立自主可控的计算机产业基础技术平台。

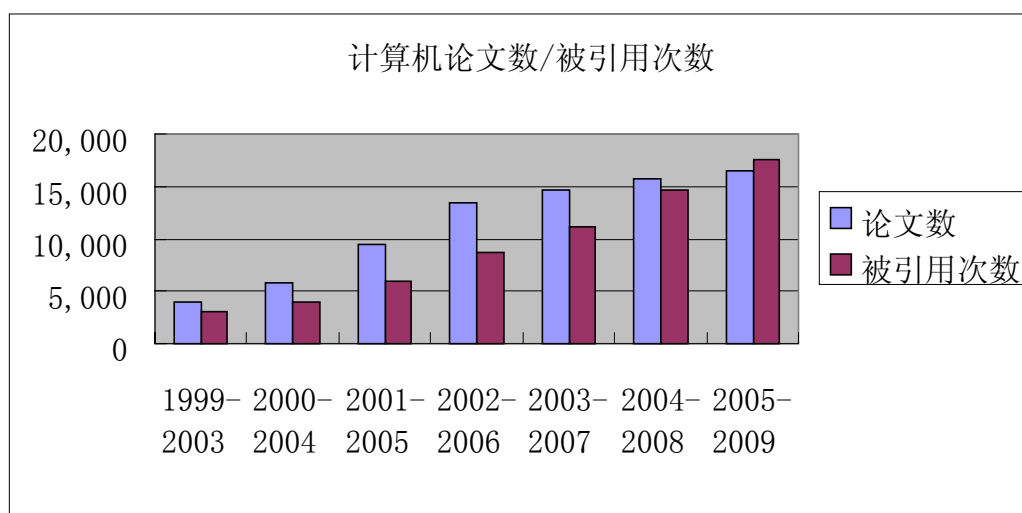


图 18.3 按 4 年周期统计的我国计算机论文与引用数

在学术期刊和高水平学术会议上发表的论文质量和数量、申请和已授权的专利数量，可以从一个侧面反映一个国家的科学研究总体水平。近几年我国计算机领域发表的论文和专利授权都成倍增加。图 18.3 显示了我国 1999 年以来发表的 SCI 论文数和引用次数(引自 ESI

数据), 按每 4 年一个时间段进行统计。图见图 18.4 显示了我国 1985 年以来每年授权的专利数, 因专利授权有三年左右的审查时间, 2006 年申请的专利有一部分还未审查完。我国已经是“论文大国”和“专利大国”, 但计算机领域的论文的篇均引用率还小于 2 次, 明显低于发达国家, 专利的实际利用率也不高, 需要加强专利的谋划和技术转移。

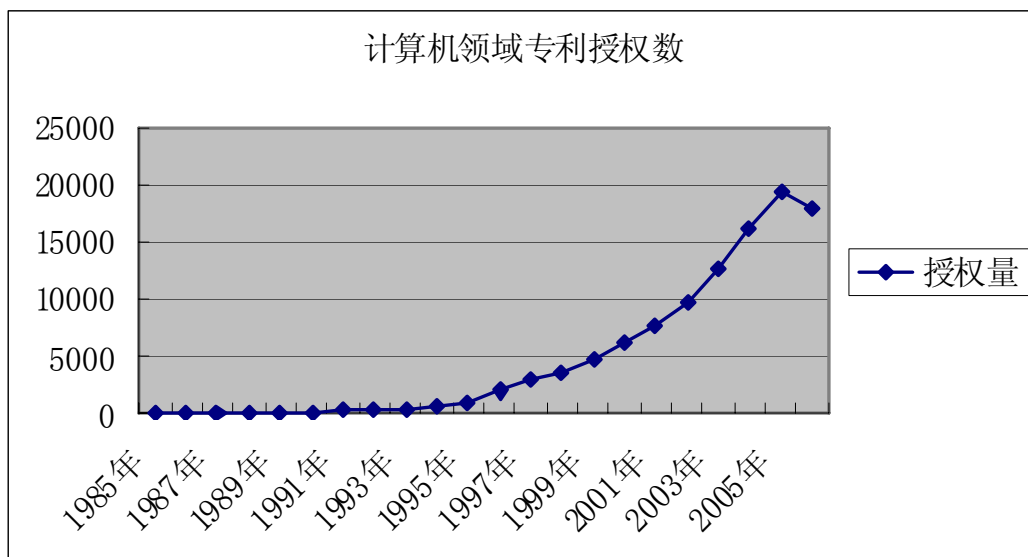


图 18.4 我国计算机领域专利授权统计

## 18.4 计算机产业和应用

我国计算机工业从引进苏联计算机技术开始, 从单机起步到系列机, 并形成批量生产, 逐步发展成为包括整机、外部设备、零部件等硬件制造业、软件业和信息服务业的完整工业。50 年代研制 103 机和 104 机时, 北京有线电厂 (738 厂) 就发挥了重要作用。此后, 738 厂和 15 所、32 所等工业部门研究所陆续研制成功 108 甲机、108 乙机, 320 机、655 机, 分别为国防 154 工程, 1125 工程, 7010 工程, 核工程计算, 石油地震勘探, 气象预报等提供了关键装备。建国初期对发展计算机产业做出过重要贡献的专家包括孙强南、钱基广等。

70 年代以前, 我国的计算机研制主要为国防服务。第四机械工业部于 1973 年在北京召开了“电子计算机首次专业会议”(7301 会议), 总结了我国计算机的研制、生产和应用的经验与教训, 提出了“大中小结合、中小为主、普及应用、发展通用兼容的系列化产品、加强外设、加强软件、积极采用集成电路, 逐步实现产品换代”的产业发展方针和技术政策。7301 会议确立了我国计算机工业发展的正确方向。

1974 年 8 月 DSJ-130 机通过鉴定, 宣告系列化计算机产品研制成功, 一共生产了几千



台，标志中国计算机工业走上系列化批量生产的道路。1975年清华大学等单位开始DJS-140计算机研制，自行设计国产中规模集成电路，重点突破磁盘等外部设备。继100系列机之后，华北研究所等单位开始研制180系列机，先后共研制生产了DJS—183、184、185、186和1804共5个机型。DSJ-200系列机的联合设计始于1973年，由华北计算所、北京有线电厂和北京大学等15个单位承担，200余人参加。200系列机的总体方案强调了软件兼容性在系列机设计中的重要性，200系列机操作系统的研制是我国软件从科研走向产品的转折点。华北计算所的4台240计算机和4台260计算机是当时我国航天测控网的主力机型，在718工程、巨浪工程和331工程3项国防重点工程中做出了重要贡献。在系列计算机的研制生产中做出重要贡献的领导和专家包括陈正清、江学国、吕文超，徐非、王惠通、王祖永、王尔乾等。

1974年8月四机部联合一机部、中国科学院、新华社、国家出版事业管理局联合召开了748会议，提出了“关于研制汉字信息处理系统工程”（748工程）的建议，得到国家计委批准。748工程启动了中国印刷技术的第二次革命，告别了铅与火的时代，研制成几种汉字输入输出设备和几种用途的汉字处理系统，制成了精密型汉字印刷照排版系统—华光系统和方正系统，为汉字进入现代信息社会做出了不可磨灭的贡献。郭平欣在748工程中发挥了重要的领导作用。

1979年我国成立了国家电子计算机工业总局，这是我国计算机工业成长与发展的重要标志。1977-1980年前后我国先后研制成功DJS—051、052、053、054、055微机以及060、062、063微机，还组织了台式微机，以及一位机和四位机的研制，主要用于工业控制。从80年代开始以PC为主的计算机产业开始兴起。1983年12月电子部六所开发成功我国第一台PC机—长城100（DJS-0520微机），同年，中科院计算所研制成功在操作系统核心部分进行改造的汉字微机系统GF20/11A。1985年6月第一台具有字符发生器汉字显示能力、具备完整中文信息处理能力的国产微机—长城0520CH开发成功。由此我国微机产业进入了一个飞速发展、空前繁荣的时期。

国内PC机产业的代表是联想公司。联想的前身是“中国科学院计算技术研究所新技术发展公司”，由计算所投资20万元于1984年成立。倪光南带着他的“联想式汉字系统”加盟联想公司，对联想初期争得“第一桶金”发挥了重要作用。联想公司的成立是我国技术转移和产学研结合的一个样板，联想成立初期的经验值得认真总结。联想后来在市场竞争中发展壮大，先在香港上市，后又收购IBM公司笔记本电脑业务，公司的营业额已超过1千亿元，进入了世界500强企业。这主要是以柳传志、杨元庆为代表的联想电脑公司领导层按照

企业家的思维方式“搭班子、定战略、带队伍”的结果。除联想公司以外，长城、方正、同方等公司也已成为我国计算机产业的骨干企业。

除微机产业外，我国的服务器产业特别是高性能计算机产业也有长足的发展。90年代初，我国的主机（Mainframe）和服务器几乎全部依赖进口，外国大公司还派专人到用户的机房内监控我国进口的高性能计算机的使用。经过十多年的努力，这种局面已经改变，国产PC服务器已占到国内市场20%以上。值得高兴的是，在2008年中国TOP100高性能计算机的统计中，国产高性能计算机的总计算能力已超过国外机器，其中曙光高性能计算机的计算能力占33%，位居第一，超过IBM和HP公司，见图18.5。但是在银行等关键部门，目前基本上还是IBM公司独家垄断。

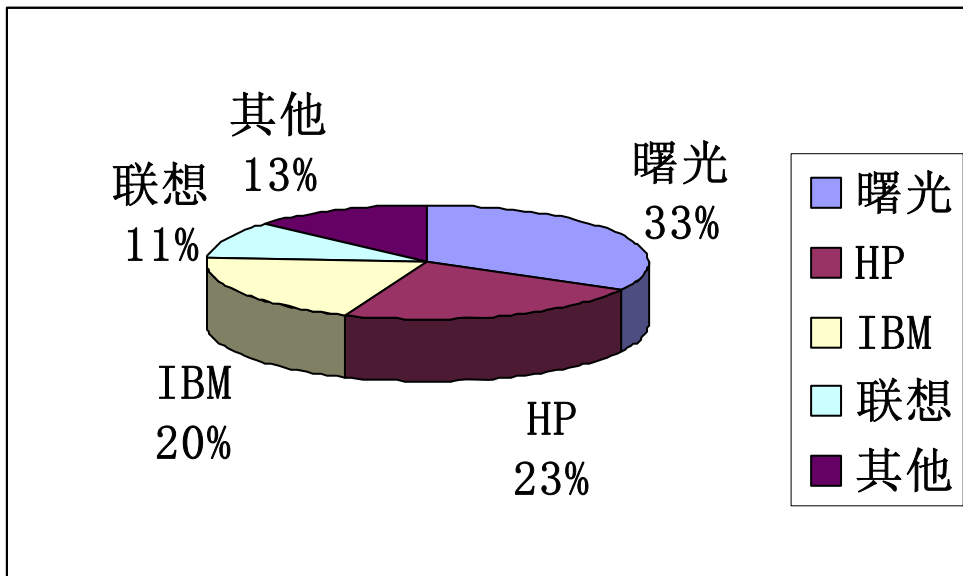


图 18.5 中国 TOP 100 高性能计算机的机器供应商份额

我国是全球化战略的受益者。改革开放以来，大量跨国公司在长江三角洲和珠江三角洲等沿海城市设立零部件和整机加工企业，我国已经成为计算机领域名副其实的国际加工基地。从90年代初以来，我国的计算机制造业的总收入一直保持20%以上的年增长率，有些年份增长率超过50%。2008年我国计算机行业规模以上企业的销售总收入达17134亿元，是1991年计算机行业销售收入（70亿元）的248倍。图18.6表示1991-2008年我国计算机制造业年总收入突飞猛进的发展变化。（由于每年的统计口径不完全统计，2002年以前的数据是计算机行业总销售收入）。以计算机产业为重要部分的信息产业已成为我国的第一支柱产业。

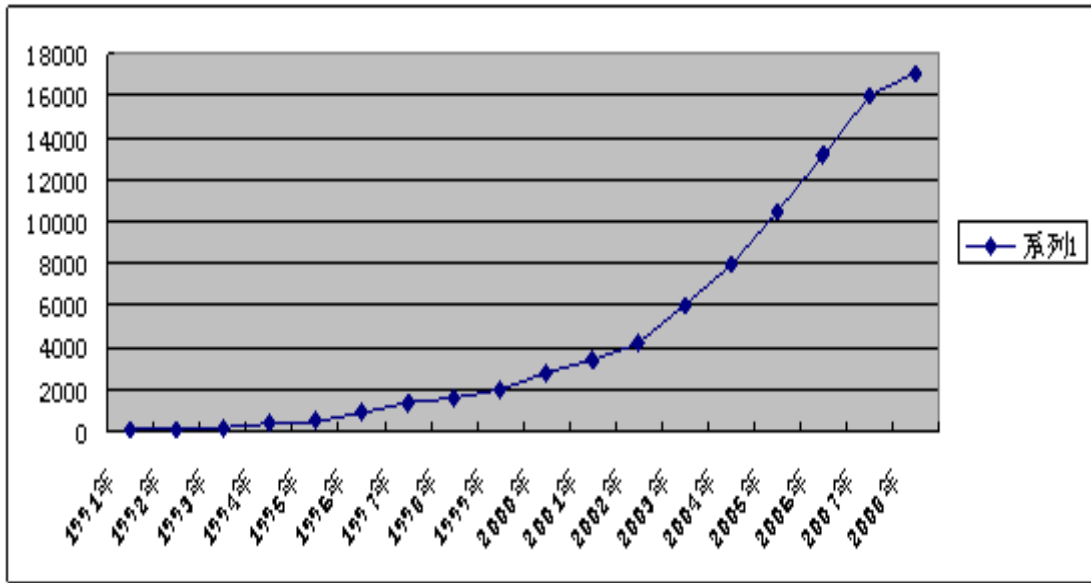


图 18.6 我国计算机制造业年总收入的快速增长

改革开放以来，我国计算机应用在城市得到一定程度的普及。2008 年我国城市居民家庭每百户拥有计算机已达 60 台，2007 年国内销售台式 PC 机 2105 万台，笔记本计算机 629.7 万台。谭浩强编写《BASIC 语言》一书，现在仍以每年 30-40 万册的速度发行，总发行量已超过 1200 万册，他编写的《C 程序设计》也发行了 1 千万册，创造了科技书籍发行量的世界纪录。这两本书的广泛流行也从一个侧面反映了我国计算机的普及程度。由于其他章节已阐述了计算机在各个行业的应用，此处不再赘述。

## 18.5 计算机技术与产业发展的基本经验

50 多年来，中国计算机事业经历了风风雨雨，已经积累了丰富的经验，值得我们认真总结。

### 18.5.1 相信自己的力量，坚持自主创新

50-60 年代国外对中国实行技术封锁，除了最早仿制的两台计算机外，国内研制的大大小的计算机都是依靠自己的力量研制出来的，这些计算机的主要设计者大多是年青人。改革开放以后，以“市场换技术”的设想并没有换来核心与关键技术，我国计算机技术的每一点实质性的进步都是自主创新的结果。特别是通用 CPU 这一计算机核心技术的突破，花钱之少，进展之快，出乎人们的意料。取得这一重大进展的前提是科研人员的民族自信心。他们在一片怀疑声中有“做出来给你看”的自信，这一成功也说明创新人才是逼出来的，国

家的战略需求可以造就高水平的人才。

### **18.5.2 科研必须面向市场，发展产业必须依靠科技**

在计划经济时代，我国的计算机科研主要面向国防需求，特别是两弹一星的需求。这一段时间计算机科技工作者的成绩不能抹杀，他们曾经为共和国的独立自主做出了巨大贡献，出色地完成了上级下达的科研任务，不能因为没有市场化而怪罪科技工作者。但是，历史已经证明，计划经济的道路走不通，市场经济是人类社会的必然选择。像过去的苏联一样，仅仅为备战和国家安全发展科技，国家不但不会富强，反而可能被拖垮。我国计算机产业近 20 年来每年以 2-3 倍 GDP 增长速度发展，得益于改革开放和社会主义的市场经济。科研工作也只有从市场中获得需求才有真正的动力。

另一方面，我国计算机产业的发展史也证明，发展产业必须依靠科技。我国计算机产业规模已经很大，但利润率低于传统产业，没有体现出高技术产业的特点。这是因为我国的计算机产业基本上是组装加工产业，处于产业链的下游。要改变这种局面，必须加大科研投入，尽快掌握核心技术，争取向产业的上游发展。特别要抓住计算机产业更新换代的机会，开拓新的市场。近几年我国的腾讯、盛大、百度等网络服务企业崭露头角，对计算机、网络及软件技术提出了新的需求，为计算机产业发展开辟了新的发展方向。

### **18.5.3 坚持改革开放，在经济全球化的环境下竞争发展**

计算机的发展史已证明，开放的技术繁荣昌盛，封闭的技术会逐步衰亡。计算机技术已从垂直集成发展到水平集成，产业链的分工已十分明确。计算机产业比通信产业更开放，这是计算机产业的优势，我们决不能违背这一历史潮流。中国的市场是世界市场的组成部分，世界市场也是中国企业的市场。中国企业只有在国际竞争中占上风才能获得国内市场。最近“闪联”等技术在走向国际标准的道路有所进展，这说明，只要我们的技术过硬，我们也有可能在国际标准中占有一席之地，我们有能力在开放和竞争中赢得主动。

### **18.5.4 必须充分发挥政府的主导作用**

上世纪 50-60 年代我国计算机技术的自主发展，取得令人骄傲成绩，得益于政府的投入和精心组织。据统计，50-60 年代我国的 R&D 投入占 GDP 的比重平均为 1.28%，最高的

年份达到 2.32%。这充分说明我国第一代领导人对自主创新和发  
展科技的高度重视。近 20 年来，国家实施了 863 等高技术计  
划，投入也在不断增加，但对计算机产业的长远发展缺乏整  
体谋划，企业从国家科技计划的成果中还难以找到更新换代  
的核心技术。各国发展史的统计表明，一个国家 R&D 投入占  
GDP 的比重在 2% 以下时，政府的研发投入一般都在 50% 以  
上，而我国目前只占 30%。政府的主导作用不仅体现在科技  
投入上，更应该体现在制定战略规划、营造公平竞争的产业  
环境和促进产学研合作等方面。市场看不见的手和政府看得  
见的手，两手都要硬，对于市场竞争十分激烈的计算机产业，  
更不能忘了政府这只看得见的手。