

中国计算机发展简史

陶建华¹, 刘瑞挺², 徐恪³, 韩伟力⁴, 张华平⁵, 于剑⁶, 田丰⁷, 梁晓辉⁸

1. 中国科学院自动化研究所, 北京 100190
2. 南开大学计算机与控制工程学院, 天津 300071
3. 清华大学计算机科学与技术系, 北京 100084
4. 复旦大学计算机科学技术学院, 上海 200433
5. 北京理工大学计算机学院, 北京 100081
6. 北京交通大学计算机与信息技术学院, 北京 100044
7. 中国科学院软件研究所, 北京 100190
8. 北京航空航天大学计算机学院, 北京 100191

摘要 简要论述了20世纪50年代中期中国计算机事业起步以来的发展与学科建设。系统介绍了中国从早期的基于电子管第一代计算机、基于晶体管的第二代计算机、基于中小规模集成电路的第三代计算机,到基于微处理器的第四代计算机发展过程。中国自主研发的计算机为国防和科研事业做出了重要贡献,并且推动了计算机产业的发展。目前中国计算机在很多方向的研究上达到了世界前沿,部分计算机水平已达到国际领先。与此同时,中国计算机事业的发展呈现出多元化的趋势,与国外发达国家同步的形成了一系列新的学科,这些学科也获得了快速的发展,很多领域在技术研发或产业化上,达到甚至超越了同期国外水平。本文重点介绍了计算机网络、计算机安全、数据库、人工智能、中文信息处理、图形图像处理、虚拟现实和人机交互等学科的发展。

关键词 计算机发展;电子管计算机;晶体管计算机;集成电路计算机;巨型机;学科发展

中国的计算机(主要指电子计算机)事业起步于20世纪50年代中期,与国外同期的先进计算机水平相比,起步晚了约10年,在计算机的发展过程中,中国经历了各种困难,走过了一段不平凡的历程。随着科研人员艰苦卓绝的奋斗,使中国的研制水平从与国外的差距整整一代直至达到国际前沿水平。中国自主研发的计算机为国防和科研事业做出了重要贡献,并且推动了计算机产业的发展。截至目前,中国既研制出了世界上计算速度最快的高性能计算机,也成为了国际上最大的微机生产基地和主要市场。与此同时,中国计算机事业的发展呈现出多元化的发展趋势,与国外发达国家基本同步地形成了一系列新的学科,这些学科也获得了快

速的发展,很多领域在技术研发或产业化上,达到甚至超越了同期国外水平。

1 中国计算机系统研制

1.1 电子管计算机的研制

中国计算机的研制起步于20世纪50年代。与国外计算机发展历程相同,国内计算机的发展也经历了从早期的基于电子管、晶体管的第一代计算机,到基于中小规模集成电路的计算机,一直到基于超大规模集成电路的计算机的过程。相对于国际上计算机研制的状况,国内计算机研制起步较晚,但是经过科研人员的艰苦努力,直至目前,中国计算机在很多方向的研究走在世界前沿,且部分研究已达到国际领先水平。

中国计算机事业在开创阶段,以“先集中、后分散”,“先仿制、后创新”的方针,迅速制成中国第一代电子管计算机、第二代晶体管计算机。建立了一批科研院所,在一些高校设立了计算机专业,并且通过国产计算机的系列化,形成了初具规模、能够批量生产的计算机工业。

1952年在全国大学院系调整时,华罗庚在中国科学院数学研究所(简称中科院数学所)内建立了中国第一个电子计算机科研小组,由闵乃大、夏培肃、王传英组成,华罗庚邀请闵乃大担任组长,开始了计算技术的探索。同年3月,由闵乃大执笔写出了中国第一个“电子计算机研究的设想和规划”。中国计算机的发展从华罗庚建立的第一

收稿日期:2016-05-30;修回日期:2016-07-01

作者简介:陶建华,研究员,研究方向为人工智能,电子信箱:jhtao@nlpr.ia.ac.cn

引用格式:陶建华,刘瑞挺,徐恪,等.中国计算机发展简史[J].科技导报,2016,34(14):12-21;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2016.14.001

个计算机科研小组开始拉开了序幕。

1953年4月,计算机科研小组提出制造一台电子管串行计算机的设想,其规模与当时美国、英国刚完成不久的EDVAC和EDSAC相当。1953年12月,计算机小组工作分成了两部分:由夏培肃负责基本逻辑电路、运算器、控制器的设计,由吴几康负责存储器的设计。吴几康研制的宽带放大器,使微弱信号达到逻辑运算的电平,成功实现了存储功能。夏培肃完成了第一台电子计算机运算器和控制器的设计工作,同时编写了中国第一本电子计算机原理讲义。

在计算机初始阶段,中国主要是学习苏联的计算机技术进行仿造。1956年,政府决定把计算机纳入到即将制订的科学发展长期规划中。在12年科学技术发展远景规划中,把开创中国的计算技术事业等项目列为四大紧急措施之一。任务的大体进度是,从1957年起,着重解决快速通用数字计算机的设计与制造,并在此基础上掌握制造各种电子计算机的基本技术。

1956年6月,中国科学院计算技术研究所(简称中科院计算所)筹备委员会成立。筹备委员会确立了立足国内“先仿制,后自行设计”的原则,引进了苏联的M-3和БЭСМ-II两台计算机图纸资料,通过对这两台计算机进行仿制与改进工作的实践,建立了中国自己的计算机科研队伍、工业生产队伍、应用队伍和管理队伍。筹备委员会按照规划中提出的“先集中,后分散”的组建原则,以中国科学院(简称中科院)为主,集中了当时第二机械工业部十局(后来的四机部)、军委总参三部、国防五院(后来的七机部)和高等院校几方面的科技力量,通过这种大协作的方式组织国内自己的力量进行生产和调试,并于1958年8月和1959年9月分别研制成功中国第一台小型电子管数字计算机(103计算机)和第一台大型通用电子管数字计算机(104计算机)。这两种电子管计算机的相继推出,为中国解决了大量过去无法计算的经济和国防等领域的难题,填补了中国计算机技术的

空白,成为中国计算机事业起步阶段的重要里程碑。

计算技术专业人才是计算机可持续发展的一个先决条件。为了培养人才,中科院计算所筹备委员会在国内实行训练班计划,主要是面向全国抽调高校在学的三、四年级学生来北京,开办计算机训练班和计算数学训练班,简称机器班和数学班。1957—1959年,清华大学、哈尔滨军事工程学院、北京大学和中国科技大学等一批高等院校先后开设了电子计算机专业或计算数学专业。

随着103和104计算机的研制成功,中国在自行设计的电子管计算机的研制上,也取得了积极进展,陆续研制了107、红旗等一批电子管计算机。其中107型计算机源于1953年4月中科院数学所计算机科研小组提出的制造一台串行电子管计算机的设想。它对过去在近代物理所设计的计算机进行了修改,将示波管存储器改为磁心存储器。107计算机除为教学服务外,还接受了潮汐预报计算、原子反应堆射线能量分布计算等任务。

随着国内计算机研究的进展,中国也针对国防需求研制了一批计算机,其中比较典型的有国防科学技术工业委员会(简称国防科工委)下达任务制造的119型计算机。119机是国防科工委参照美国的SAGE即“半自动地面防空系统”,提出研发中国自己的类似系统。该机是基于晶体管进行设计,但由于当时国产晶体管还不能立即供应,因此先用电子管完成了109甲机(后来被称为119机)。在119机上还建立了中国自行设计的编译系统。119机是一台大型通用数字电子管计算机,用于中国第一颗氢弹研制的计算任务、全国首次大油田实际资料动态预报的计算任务等。

总体而言,中国第一代电子计算机研制的主要推动力是军事应用,民用计算机的需求还不很强烈。这一时期的计算机主要用于科学计算和国防。其中104机和119机分别在原子弹和氢弹研制中发挥了重要作用。在这个阶段,

中国分别研制了几十台计算机,包括高性能通用计算机、各种专用计算机以及各种配套设备,提供给国防部门使用,使得中国在计算机的国产化上掌握了重要的技术能力。

1.2 晶体管计算机的研制

中国在研制第一代电子管计算机的同时,已开始研制第二代晶体管计算机,晶体管计算机研制的主要障碍是中国当时半导体器件不能满足计算机技术的要求,晶体管的工作寿命短和不稳定是两大主要问题。1962年5月,解放军军事工程学院(简称哈军工,现为国防科技大学)研制出了“隔离-阻塞振荡器”,解决了晶体管性能不稳的问题,为当时晶体管计算机的研制提供了条件。

1964年11月,在当时国际环境非常困难的情况下,哈军工研制成功了441-B机,该机是用国产半导体元器件研制成功的中国第一台晶体管通用电子计算机。计算速度为8000次/s,样机连续工作268h未发生任何故障。之后,国防科工委全面公开441-B的电路和图纸资料,哈军工举办培训班,在全国范围内进行441-B复制和推广集刊。

1965年6月中国科学院研制成功了109乙晶体管大型通用数字计算机,运算速度达到定点运算9万次/s,浮点运算6万次/s,所用器材全部为国产。与此前研制的119型电子管计算机相比,不仅运算速度提高,机器的器件损坏率和耗电量均降低很多,计算机的平均连续稳定时间也有延长。该机在国民经济和国防部门得到广泛应用。两年后,中科院计算所又研制成功109丙晶体管大型通用数字计算机,这是一台具有分时、中断系统和管理程序的计算机。109丙机是一台专为“两弹一星”服务(2台分别安装在二机部供核弹研究用和七机部供火箭研究用)的计算机,在中国两弹试验中发挥了重要作用,为中国航天战略武器、运载火箭的多个型号从方案设计到定型生产多个阶段的理论计算,提供过大量重要数据和决策依据,这台计算机的使用时间长达15年,被誉为“功勋计算机”。由于

109乙机的高性能和广泛应用,该机的研制成功,表明中国进入了电子计算机的“第二代”。

在晶体管计算机研制时期,中国计算机研制进入高速追赶国际先进水平的阶段。全国各界都在进行学习、研制,特别是中国工业部门在第二代晶体管计算机研制与生产中已发挥重要作用。如华北计算所先后研制成功108机、108乙机(DJS-6)、121机(DJS-21)和320机(DJS-6),并在738厂等5家工厂生产,其中108乙机参加了中国发射第一颗人造地球卫星的任务等。这一时期,中国的计算机制造水平逐渐成熟,稳定性得到极大提高,器件损坏和耗电量均大大降低。

中国的第二代晶体管计算机大部分是20世纪70年代以前研制的,中国第一、二代计算机的系统软件大多是自己开发,早期以苏联的算子法为指导思想,1962年以后转到以ALGOL60为基础的编译技术,开发了BCY、BX119等编译系统。但总体而言,中国第一代和第二代计算机主要侧重于硬件的研发。

1.3 集成电路计算机的研制

早期计算机通常由于体积庞大,多在专业部门(如国防领域)使用。集成电路计算机是继电子管计算机、晶体管计算机之后的第三代电子计算机。由于它采用了集成电路,因而具有体积小、存储容量大、计算速度快、性能稳定可靠以及耗电量少等优点。从第一代电子管计算机到第三代小规模集成电路计算机,计算机尺寸在不断缩小,稳定性在提高,计算速度在加快,价格也不断降低,日益走进普通市场。国际上,1964年4月7日IBM发布了360系统,它解决了计算机产业发展一系列难题:模块化、系列化、标准化、兼容性、扩展性、可升级性。这也成了中国计算机走过的发展道路。1968年7月至1971年5月中科院计算所研制成功中国第一台小规模集成电路通用数字电子计算机111机。1976年11月,中科院计算所研制成功了大型通用集成电路通用数字电子计算机013机。

根据中国关于广泛发展电子计算

机应用的规划,1973年元月第四机械工业部在北京召开了“电子计算机首次专业会议”(即7301会议),总结了20世纪60年代中国计算机研制都是为特定工程任务服务,不能形成批量生产的教训,决定放弃单纯追求提高运算速度的技术政策,确定了发展系列机的方针,提出联合研制小、中、大3个系列计算机的任务,以中小型机为主,着力普及和运用。7301会议在中国计算机发展史上具有重要意义,确定了把发展系列机作为当前发展方向。会议结束后,四机部立即着手组织DJS-100系列和DJS-200系列计算机的研制工作。由于这次会议,直接导致了20世纪70年代中期到80年代初中国计算机工业的初步形成。

1973年8月26日,中国研究成功百万次电子数字计算机DJS-11机(即150机),该机每秒运算100万次,主内存130 K,采用集成电路器件,为中国石油勘探、气象预报、军事研究、科学计算等领域做出很多贡献。围绕该机,北京大学等单位配套研制了BD200语言及编译环境。BD200语言是一项当时全新的程序设计语言,有FORTRAN、ALGOL和COBOL的若干特点。BD200语言及其编译环境还被配置到于1974年交付使用的集成电路中型计算机6912(当时第四机械工业部命名为DJS-18)。配置BD200语言及编译环境的150机和6912机得到了当时的广泛使用,代表了当时中国计算机的水平。

1974年8月DJS-130小型多功能计算机分别在北京、天津通过鉴定,中国DJS-100系列机由此诞生。100系列计算机的研制对于文革期间坚持中国计算机事业的发展具有重要的意义,它带动了中国的计算机产业、计算机器件和计算机应用的发展。1975年清华大学等单位又开始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。之后,131、132、135、140、152、153等共13个机型先后研制成功,近31个厂点生产,至1989年底共生产了近千台。这标志着系列化

计算机产品逐步形成,使得中国计算机工业走上系列化批量生产的道路。

继DJS-100系列机之后,华北计算技术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。它在研制成功DJS-180系列小型机后,华北计算所又推出了NCI-2780超级小型机、TJ-2000系列机及AP数组处理机等产品,其中2000系列机全部装备了中国航天测控领域所有地面测控系统。

DJS-200系列机的联合设计始于1973年。由华北计算技术研究所、北京有线电厂和北京大学等15个单位承担。200系列机工程中落实了集成电路和外部设备的配套工作,将5位代码改为国际标准的8位代码,并开发了磁盘操作系统,推动了外部设备的发展,使计算机的性能大大提高,并创造了与国际兼容的条件。DJS-200系列机的总体方案强调了软件在系列机设计中的重要性。1975年,南京大学还研制了相应的DJS200/XT1操作系统,成为中国最早可以使用的较为完备的操作系统。DJS-200系列机操作系统的研制是中国软件从科研走向产品的转折点。

1977年夏,性能上同样达到百万次运算速度的集成电路计算机151-3研制成功。1978年10月,200万次集成电路大型通用计算机系统151-4通过国家验收。1980年,151集成电路计算机装在“远望”号测量船上,南征太平洋,为完成中国首次洲际导弹飞行测量任务起到很大作用。

之后,中国又研制了655型(电子部32所)、151机(国防科学技术大学,简称国防科大)、1001中型集成电路计算机和每秒可运算500万次的HDS-9机(华东计算技术研究所),这标志着中国计算机行业已完成了从第二代向第三代的过渡。

在大型机研制的同时,1977年中国研制开发了DJS-050和DJS-060系列微机软件产品,这2个系列计算机的出现促进了中国微型计算机产业的发展。1977年至20世纪80年代初,中国

陆续研制成功 DJS-051、052、053、054、055 微型机以及 060、062、063 微型机,还组织了台式微型机以及用于工业控制的一位机和四位机的研制。

总体而言,这一阶段的特点是:通过应用促进计算机研制的发展,为大型应用系统工程配套实现了产用结合,推动了微型机的国产化。

1.4 计算机系统研制进入快速发展

经历了 20 世纪 50 年代至 70 年代的发展,中国建立了从芯片设计制造到计算机系统设计等完整的工业体系,为后续中国计算机事业的发展奠定了坚实的基础。20 世纪 80 年代开始,随着国家改革开放的政策,中国计算机事业进入了快速发展阶段,计算机系统研制从跟踪国外先进技术到实现技术超越。

高性能计算机是一个计算机集群系统,通过各种互联技术将多个计算机系统连接在一起,利用被连接系统的综合计算能力处理大型计算问题。它是衡量一个国家综合国力的重要标志,是国家信息化建设的根本保证。1964 年诞生的 CDC6600 被公认为国际上第一台高性能计算机。而从 1980 年前后开始,中国高性能计算机才起步,主要按照两条路线走:超级计算机与服务器。

1983 年中科院计算所完成大型向量机——757 机,计算速度达到每秒 1000 万次。同年,国防科大研制成功“银河 I 号”巨型计算机,运算速度达 1 亿次/s。银河-I 巨型机是中国自行研制的第一台亿次计算机系统。该系统研制成功填补了国内巨型机的空白,同时,银河巨型机的诞生使中国成为世界上为数不多能研制巨型机的国家之一。在中国计算机研究和制造领域中,银河巨型计算机的研制成功,为 20 世纪 80 年代中国计算机工业写下了最为辉煌的一页,成为中国计算机工业的骄傲。银河-I 巨型机是中国高速计算机研制的一个重要里程碑,给中国在高性能计算机领域的研发带来了突破,并推动了高性能计算机的快速发展。这 2 个型号计算机还配备向量 Fortran 编译系统,能够有效地支持 Fortran 语言程序在机器上编译和执行。

超级计算机面向军事应用、定制系统为主,国内代表超级计算机有国防科学技术大学的银河系列超级计算机、江南计算所的神威系列超级计算机以及依托于中科院计算所的国家智能计算机研发中心的曙光系列超级计算机。这些高性能计算机主要为国家战略应用服务,代表了国家超级计算机的最高水平。中国超级计算机经历了向量机及共享存储、大规模并行机、机群、异构机群以及超大规模异构机群等几大技术发展,在全世界超级计算机 Top500 排行榜上不断突破,从 20 世纪 90 年代初的百名以外到 2012 年“天河一号 A”和 2013 年“天河二号”分别获得排名世界第一,中国的超级计算机技术发展水平取得了质的跨越。到目前为止,中国是继美国、日本之后的第三大超级计算机的生产国。

1992 年国防科大研究成功银河-II 通用并行巨型机,峰值速度达每秒 4 亿次浮点运算(相当于每秒 10 亿次基本运算操作),总体上达到 20 世纪 80 年代中后期国际先进水平。为了配合该机运行,国防科大还研制了并行向量 Fortran 编译系统。该系统可同时支持宏任务与微任务两种方式的多任务并行编程,在中国的中长期天气预报业务中发挥了重要作用。1997 年国防科大研制成功银河-III 百亿次并行巨型计算机系统,采用可扩展分布共享存储并行处理体系结构,由 130 多个处理结点组成,峰值性能为每秒 130 亿次浮点运算。为支持银河-III 巨型机的分布式共享存储结构,国防科技大学还研制了面向多目标机,支持 C、C++、Fortran 多种语言,并具有统一中间代码结构的高性能优化编译系统。该系统为中国军队现代化、科学研究和国民经济建设发挥了重要作用。此后,2000 年,国防科技大学在银河计算机上还研制了基于 OpenMP 的并行编程环境,江南计算所也于 2001 年研制完成 OpenMP 编译系统,可支持上千处理器规模。

从 20 世纪 90 年代初开始,国际上采用主流的微处理器芯片研制高性能并行计算机已成为一种发展趋势。国

家智能计算机研究开发中心于 1993 年研制成功曙光一号全对称共享存储多处理机。1995 年,国家智能机中心又推出了国内第一台具有大规模并行处理机(MPP)结构的并行机曙光 1000(含 36 个处理机),峰值速度每秒 25 亿次浮点运算,实际运算速度上了每秒 10 亿次浮点运算这一高性能台阶。

随着国民经济的发展,民用需求日益增长,但在 20 世纪 80 年代却只能通过进口产品得以满足,并且气象和金融等关键部门从国外引进计算机的指标要受“巴统组织”(针对社会主义国家的输出管制统筹委员会)的限制,国产商品化高性能服务器市场一片空白。曙光、浪潮以及联想等企业研制了一系列面向市场的国产服务器,开辟了中国的国产化服务器市场。

国产超级计算机和服务器产业快速发展的同时,国产计算机核心芯片也得到了国家的重视,事实上,在研制国产超级计算机和服务器的一开始,中国就进行了一系列核心芯片的自主设计和制造。随着中国处理器芯片获得的重要进展,一批基于国产处理器芯片的超级计算机也被研制成功。

在操作系统方面,除了早期针对计算机的定制操作系统外,20 世纪 80 年代末开始,政府和产业界就支持和鼓励国产自主操作系统开发和发展逐步达成了共识。而随后国际上 Linux 开源热潮也在很大程度上对中国操作系统的发展产生了重要影响,即使如此,一批操作系统项目,如: COSIX 操作系统、麒麟操作系统、红旗操作系统、安全操作系统、嵌入式操作系统等项目,被列入国家技术攻关计划,这些操作系统的研制和应用为国民安全和国民经济产生了积极的作用。

1.5 微型计算机产业

与国外一样,中国第四代计算机的研制也是从微机开始的。改革开放的热潮把正在重振雄风的中国电脑业,一下子推向了市场竞争的最前沿。与此同时,1980 年前后,中国高性能计算机也开始飞速发展。

虽然早在 1977 年,清华大学等单

位就研制出中国早期的微型电脑 DJS050,但由于技术原因一直未能大批量生产。

中国微机的雏形是 1983 年 12 月电子部六所开发成功的微型计算机长城 100(DJS-0520 微机),该机具备了个人电脑的主要使用特征。直至 1985 年中国成功研制出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功能的国产微机长城 0520CH,标志着中国微机产业进入了一个飞速发展的时期。

1985 年 11 月,中科院计算所研制成功联想式汉字微型机 LX-PC 系统。该系统是在 IBM-PC(包括 XT、AT 及其兼容机)微型计算机基础上,通过安装自行设计的联想式汉卡和汉化操作系统而构成。随着联想品牌的逐渐打响,以销售联想汉卡为主的计算所公司也因此改名为联想集团。

在长城、联想的带动下,国内涌现出一大批电脑制造企业,如四通、方正、同创、实达等,成为带动中国电脑业发展的龙头。

自 20 世纪 80 年代中期以来,中国的个人电脑产业一直紧跟国际步伐。并且随着长城和联想等个人电脑企业的崛起,中国基本上与国际同步地推出每一代集成最新技术的个人电脑。在与国外品牌的竞争中,联想成为全球第三大 PC 制造商,市场占有率位居国内市场第一,表明中国微机产业已达国际先进水平。

第四代计算机从适用于个人的微型机,到大型科学计算的高性能计算机都有了巨大的发展,给社会带来了巨大的经济效益和社会效益。它不仅广泛应用于军事国防、金融、政府、通信等领域,并且在商业、科技、生产等各种大中小型企业单位得到了推广。另外,国产服务器经过 20 余年的发展,如今已经成为中国计算机产业的重要力量,以曙光、浪潮为代表的服务器产品被广泛地应用在国内外科研、教育、政府、石化、电信、军队、保险、交通、出版、银行等行业。

1.6 中国计算机系统发展小结

综观中国计算机的研制历程,从 103 机、109 乙机、150 机、银河-I、曙光 1000、曙光 2000、天河一号到天河 1A,走过了一段不平凡的历程。科研人员艰苦卓绝的奋斗,使中国的研制水平从与国外的差距整整一代直至达到国际前沿水平。中国自主研发的计算机为国防和科研事业做出了重要贡献,并且推动了计算机产业的发展。与此同时,中国计算机事业的发展呈现出多元化的发展趋势,与国外发达国家基本同步形成了一系列新的学科,这些学科也获得了快速的发展,很多领域在技术研发或产业化上,达到甚至超越了同期国外水平。

2 中国在计算机领域研究的趋向多元化发展

随着中国在计算机领域研究的不断深入,计算机在各个行业的应用也不断扩大和深入,计算机与其他学科的交叉越来越明显。中国不断在计算机网络、计算机安全、数据库、人工智能、中文信息处理、图形图像处理、虚拟现实和人机交互等诸多领域取得进展。

2.1 计算机网络

计算机的发展,使人们逐渐认识到利用计算机进行信息交互和协同工作的重要性,由此诞生了计算机网络。计算机网络最早于 20 世纪 60 年代诞生于美国,在计算机网络基础上逐渐衍生出来的互联网极大改变了人们的工作和生活方式,也对国家的安全带来深远的影响。

1993 年 7 月 2 日,由当时的中国机械电子部牵头,在全国组织实施了涉及国民经济信息化的金桥(国家公用数据信息通信网工程)、金卡(银行信用卡支付系统工程)、金关(国家对外贸易经济信息网工程)等“三金工程”。1994 年 7 月初,由清华大学等 6 所高校建设的“中国教育和科研计算机网(CERNET)”试验网开通,该网络采用 IP/X.25 技术,连接北京、上海、广州、南京、西安等 5 个城市,并通过 NCFE 的国

际出口与 Internet 互联,成为国内最早运行 TCP/IP 协议的计算机互联网络。1996 年 11 月,CERNET 开通到美国的 2M 国际线路。同月开通了中德学术网络互联线路 CERNET-DFN,建立了中国大陆到欧洲的 Internet 连接。

随着中国四大互联网络(中国科技网-CSTNET、中国教育与科研网-CERNET、金桥网-CHINAGBN、中国公众互联网-CHINANET)的发展,中国开始了将 Internet 向全国范围进行扩展的步伐。1995 年 1 月,邮电部电信总局分别在北京、上海设立的通过美国 Sprint 公司接入美国的 64K 专线开通,并且通过电话网、DDN 专线以及 X.25 网等方式开始向社会提供 Internet 接入服务。同年 3 月,中科院完成上海、合肥、武汉、南京 4 个分院的远程连接(使用 IP/X.25 技术)。中国互联网建设在多年徘徊后,进入了全面建设时代。

20 世纪 90 年代末到 21 世纪初,由于经济、技术等方面原因,很多国家开始聚焦下一代互联网的建设。中国也较早认识到下一代互联网建设将带来的重大意义,积极开展探索研究,使得中国在这一领域的研究与应用已与国际水平并驾齐驱,一些方面甚至领先于同期国外水平。

1999 年,中国加快了用于学术或试验目的的网络建设与互联的进程,建成了中国第一个基于密集波分多路复用 DWDM 光传输技术的下一代高速互联研究试验网络(NSFCNET),在国内建成了 IPv6 试验网络,并与国际 IPv6 试验网成功连接。2000 年 9 月,清华大学建成中国下一代互联网交换中心 DRAGONTAP。通过 DRAGONTAP,CERNET、CSTNET、NSFCNET 用 10 Mb/s 线路连接位于美国芝加哥的下一代互联网交换中心 STARTAP,用 10 Mb/s 线路连接位于日本东京的亚太地区高速网 APAN 交换中心,从而与国际下一代互联网络 Abilene、vBNS、CA*net3 等学术性网实现互联。

2003 年,国务院批准关于 IPv6 的中国国家战略项目“中国下一代互联网

示范项目 CNGI”(China Next Generation Internet),由国家发展和改革委员会、中国工程院、信息产业部、教育部、科学技术部、中国科学院、国务院信息化工作办公室、国家自然科学基金委员会等 8 部门联合启动。以此项目的启动为标志,中国的 IPv6 进入了实质性发展阶段。2004 年 12 月 25 日,CERNET2 主干网正式开通,成为中国最早的 IPv6 主干网,也是世界上规模最大的纯 IPv6 网。2008 年,国家发改委启动了下一代互联网业务试商用及设备产业化工程,由教育部主管,中国教育和科研计算机网 CERNET 网络中心协调,清华大学、北京大学等 100 所学校共同实施。该工程在国内最终建成了 100 个实现 IPv6 普遍覆盖的校园网,同时升级了 CNGI 示范网络核心网 CNGI-CERNET2/6IX 的接入能力和互联能力,实现了中美下一代互联网 10G 高速互联。

计算机网络涉及到一系列核心技术,包括网络协议、路由技术、网络硬件设备等。随着在计算机网络上的发展,中国在核心技术和核心设备上快速经历了跟随、参与过程之后,实现一系列核心技术上的突破。

作为网络发展的关键设备,核心路由器从一个侧面代表着一个国家信息领域的技术水平。研制拥有自主知识产权并具有高性能的核心路由器,对国家高速信息网建设和信息安全具有十分重要的意义。1998 年,大唐电信、巨龙通信、武汉邮电科学院、清华大学、北京邮电大学、国防科大等 50 余家单位联合研制成功了高端线速核心路由器“银河玉衡”。同年,由清华大学主持研制成功了高速网络路由器 SED-08B。该路由器具有自己的多线程、实时网络操作系统,能支持 100 Mb/s 快速以太网、同步 DDN 网以及电话拨号等互联方式,并同时支持 RIP、OSPF 等动态路由协议。

2004 年 5 月,IPv6 核心路由器 BE12016 由清华大学和清华紫光比威公司共同研制成功,并通过信息产业部入网测试。2006 年,国防科技大学研制成功银河玉衡 YH9200IPV6 路由

器。2 个路由器均实现了交换能力超过每秒千亿位的性能。

2009 年,华为和国内运营商共同完成的 2 个互联网基础路由领域 RFC (Request For Comments) 标准——RFC5316 和 RFC5392,这 2 个标准在全球范围内获得了重要认可。2009 年,清华大学完成了由中国科技工作者牵头的第一项下一代互联网 IPv6 过渡核心技术国际标准 IETF RFC5565,统一和规范了隧道过渡技术的发展路径。

纵观中国在计算机网络方面的发展,虽然起步较晚,但经过近 30 年的发展,中国的网络建设已经取得了令全球瞩目的巨大成就。在网络硬件设备制造方面,华为、中兴等企业已经成为国际上非常重要的主流网络和电信设备制造商。

进入 21 世纪后,蓬勃发展的互联网热潮带来了分布、并行、共享、协作等应用特点。对此,中国提出了建设国家高性能计算环境(简称计算网格)这一指导思想,改变了过去单纯研制单台计算机的思路,这意味着要用所研制的机器建立高性能计算环境,更好地支持高性能计算的应用。

作为网格计算这一模式在互联网大环境下的延伸,近年来云计算这一新兴应用模式正方兴未艾。云计算的理念和模式满足了当下信息产业服务提供者和服务使用者的主要需求,发展迅猛。在政府政策支持下,云计算技术对中国信息与通信产业的发展起到了积极的推动作用。

中国计算机网络获得快速发展,截至 2015 年 6 月,中国互联网络信息中心(CNNIC)统计数据显示,中国网民规模达 6.68 亿,其中中国手机网民规模达 5.94 亿,互联网普及率为 48.8%,中国域名总数为 2231 万个,中国网站总数为 357 万个。以上数据表明了中国互联网规模的飞速膨胀,与此同时,相应的网络应用也如雨后春笋般不断涌现。

2.2 计算机安全

计算机安全始终与计算机的发展息息相关,涉及密码学、系统安全、网络安全等主题。而在不同的时代,由于被

保护对象的侧重点不同,所以计算机安全的内涵存在一些差异,经历了通信安全、计算机安全、信息安全和信息保障 4 个发展阶段。

计算机安全在国内的发展大致可以分为 3 个阶段:第一阶段,1999 年之前;第二阶段,1999—2013 年。第二个阶段的标志性事件是 1999 年 12 月 23 日,国务院办公厅发出“关于成立国家信息化工作领导小组的通知”(国办发〔1999〕103 号)。该小组的第一项任务即为组织协调国家计算机网络与信息安全管理方面的重大问题。该小组的成立标志着计算机安全问题已经上升到国家层面。第三阶段,2014 年及之后。这个阶段的标志性事件是在 2014 年 2 月 27 日,中央网络安全和信息化领导小组成立,由国家主席担任组长。该小组的成立标志着计算机安全问题已经上升到国家战略层面。

杀毒软件曾经是早期国内计算机安全产业的核心业务。杀毒软件公司的发展包括了大量的技术升级和管理不规范事件,这进一步推动了中国计算机安全管理制度的完善。1989 年 7 月,公安部计算机管理监察局监察处病毒研究小组推出了中国的早期杀毒软件 KILL,可以检测和清除当时在国内出现的 6 种病毒。随后,KILL 软件在很长一段时间内一直由公安部免费发放。自 20 世纪 90 年代以来,中国个人电脑用户快速增长,其中杀毒软件的品质及市场占有率更是成为信息安全领域各公司的必争之地,先后出现一些杀毒软件公司,如江民杀毒、瑞星杀毒、金山毒霸、奇虎软件(360)等。然而,随着当前计算机的主要安全威胁逐渐从计算机病毒转为全方位多角度的高级持续威胁(APT),这些杀毒软件公司也逐步从单纯的杀毒软件转向更为全面的信息安全防护系统。此外,针对网络信息安全设备的研制也出现了启明星辰等一系列网络安全设备企业。

2.3 数据库

数据库技术是计算机软件的重要组成部分,技术起源于 20 世纪 60 年代中期,随着信息技术和市场的发展,特

别是20世纪90年代以后,数据管理不再仅仅是存储和管理数据,而转变成用户所需要的各种数据管理的方式。数据库技术的发展与计算机系统软件及计算机的应用范围有着密切的联系,国际上数据库技术的发展经历了4个阶段:人工管理阶段、文件系统阶段、数据库阶段和高级数据库技术阶段,中国也基本遵循同样的模式发展。数据库有很多种类型,从最简单的数据表格形式到能够进行海量数据存储和处理的大型数据库系统,这些都在各个领域获得了广泛的应用。

中国的数据库技术(主要是中文数据库技术)起步于20世纪70年代中后期。1975年,当时的国家计划委员会和国家统计局的计算中心,开始建设全国通缉数据处理系统,并于1976年夏,在国产DJS21机(121机)上实现数据库管理系统SKGX,其后在DJS100系列上进行SKGX产品化。

1980年,石油工业部实现了用电传数据终端与美国Dialog系统联机,中国建筑技术发展中心等9个单位在香港通过大东电报局进行国际联机检索试验。1983年起,在北京、上海、沈阳等地设立了国际联机检索终端,开始向用户提供检索国外数据库的服务。

20世纪80年代前期,国家计划委员会和国家统计局的计算中心利用人口普查和工业普查的数据,建立了宏观人口库、微观人口库、工业库、农业库等有关的统计数据库,采用了“先建库后出表”的总体方案,并在计委系统内普及推广微机数据库。

1987年国家信息中心成立,该中心设置了数据库部,把数据库建设作为信息系统建设的核心技术,并通过调查,拟定了建设134个数据库的计划,其中7个重要的数据库(如国家固定资产投资数据库等)建设项目,被列入国家“七五”重点科技攻关项目。

20世纪80年代后期至90年代初期,关系数据库管理系统得到推广应用,数据库与网络通讯、人工智能、程序设计语言等相关领域的结合有所发展,全文本性、分布式、多媒体数据库等各

种原型系统的设计与实现也有较大发展,一批中小型数据库面向社会提供服务取得了较好的经济和社会效益。

随着数据库技术在行业中的应用不断深入,数据库技术逐渐向产业化发展,数据库技术更着眼于国民经济,面向市场,注重实用。目前,国产数据库软件(如达梦数据库、东软OpenBASE、神舟OSCAR、人大金仓KingbaseES、国信贝斯iBASE、南大GBase等)已经在政府、军队、电信、电力、金融、教育、医疗等多个领域得到成功应用。

随着计算机技术在各个行业中不断应用,数据库技术还被应用到许多特定的领域,出现了数据仓库、工程数据库、统计数据库、空间数据库、科学数据库等多种数据库,使数据库领域的应用范围不断扩大。这些数据库系统都明显带有某一领域应用需求的特征,它们在一定意义上突破了传统数据库系统的局限性,提供丰富又灵活的造模能力,扩充系统功能,从而能针对不同应用领域的特点,利用通用的关系模块比较容易地构造出多种多样的特种数据库。

2.4 人工智能

人工智能是一种采用计算机来研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论和方法的新学科。中国人工智能研究开始于20世纪70年代,在人工智能方面的研究涉及面较广,尤其在自动推理、知识工程、启发式搜索、人工智能逻辑、神经网络、不确定性处理、机器学习、多智能体系统等方面均取得了突出成果。

20世纪70年代后期,国内学者在自动推理方面取得了重要进展。中科院数学所吴文俊发表了关于初等平面几何定理机械证明的文章,在国际上被称为“吴方法”,是自动推理领域一项里程碑工作。

20世纪70、80年代,国内学者在知识工程、启发式搜索方面取得了重要进展。在知识工程方面,中科院数学所陆汝钤等在非规范知识处理领域进行了探索,把只能描述静态控制结构的代数语义,推广到能描述动态控制结构,使

代数语义具备描述完整程序控制结构的能力。由陆汝钤主持研制的知识工程语言TUILLI和大型专家系统开发环境“天马”,应用于国防和经济的20多个领域。在启发式搜索方面,清华大学张钊和安徽大学张铃的“逐次SA搜索及其计算的复杂性”成为启发式搜索理论研究的重要进展。此后他们提出的人工智能问题分层求解理论,其商空间方法成为粒计算的三大主要方法之一。

20世纪80和90年代,国内计算机学者在人工智能逻辑、神经网络、模式识别、不确定性处理、符号归纳等方面取得了重要进展。在人工智能逻辑方面,北京航空学院(现为北京航空航天大学)李未提出了开放逻辑理论,建立了形式系统序列的极限理论等。在神经网络方面,北京大学何新贵提出了一种加权神经网络和过程神经网络等理论。在不确定性处理方面,李德毅提出了云模型、云变换、云推理、云控制等方法用于不确定性认知和云计算。在符号归纳方面,哈尔滨工业大学洪家荣研究了通用知识自动获取系统AQ15,中科院自动化研究所王珏较早开展了粗糙集的熵理论和约简算法研究。

20世纪80年代至90年代末,国内学者还在专家系统、智能系统等方面开展了大量研究,如清华大学、中南大学等。在应用方面,中科院与吉林大学在农业方面、南京大学在刺绣方面取得了成功。

21世纪以来,国内学者在机器学习方面取得了重要进展,如南京大学、清华大学、北京大学、中科院、浙江大学、南京航空航天大学、北京交通大学等。

2.5 中文信息处理

中文信息处理是指用计算机对中文的音、形、义等信息进行处理和加工。中国的中文信息处理研究是从汉字信息处理开始的。

1974年8月第四机械工业部(原四机部)召开计算机工作会议(简称“748会议”)。748会议决定由四机部、中科院、国防科委、新华社和国家出版事业

管理局(后改为国家新闻出版署)等联合向国家提出“关于研制汉字信息处理系统工程”(即“748”工程)的建议。同年10月,由国家计委批准通过。“748”工程分为:键盘输入、中央处理及编辑、校正装置、精密型文字发生器和输出照排装置、通用型快速输出印字装置远距离传输设备、编辑及资料管理等软件系统、印刷制版成形等共7个部分。“748”工程为汉字进入信息时代做出了重要的贡献。《汉字频度表》是“748”工程实施过程中完成的一个重要成果,该表为当时的汉字信息处理提供了重要的数据依据。

20世纪80和90年代,中国根据汉字信息处理的需要,经过对《汉字频度表》和其他字表的统计分析,分别发布了汉字编码字符集标准 GB 2313—1980(收录了6763个汉字及常用符号)、GB 13000.1—1993(收录了20902个汉字)、GB 18030—2000(收录了27533个汉字)。GB 18030—2000标准已于2001年的1月正式强制执行,成为中国计算机系统必须遵循的基础性标准之一。2005年,中国进一步发布了标准 GB 18030—2005《信息技术中文编码字符集》,该标准以汉字为主并包含多种中国少数民族文字(如藏、蒙古、傣、彝、朝鲜、维吾尔文等)的超大型中文编码字符集,其中收入汉字7万余个。

利用计算机进行汉字的输入和输出,是早期中文信息处理的主要研究内容,受限于早期中国还没有统一的汉字编码标准,20世纪80年代以前,计算机的汉字输入研究多针对特殊机型进行设计,如20世纪60年代中国完成的“见字识码”的设计方法,1978年5月上海推出的汉字信息处理实验样机等。

从20世纪80年代开始,中国汉字输入方法的研究日益成熟,其中拼音输入法以其简单易记的特点,被人们轻易接受。这期间出现了智能ABC、紫光拼音输入法等以词为单位的输入法,进入21世纪,中国分别研制出了一系列以句为单位的输入法,如搜狗拼音输入法、百度拼音输入法、QQ拼音输入法

等。语句输入方法可以获得更好的汉字输入准确率和效率,因而已被人们广泛使用。此外,还有一些字形为特征的形码输入法,其中典型的有五笔输入法和郑码输入法等。在繁体汉字输入方面,目前输入法主要有注音输入法、粤语拼音输入法、仓颉输入法、行列输入法、大易输入法、部首输入法和笔划输入法等。

在汉字显示方面,1983年电子部六所开发了微机汉字软件CCDOS,这是中国第一套与IBM PC-DOS兼容的汉字磁盘操作系统。此后,20世纪80年代,北京希望公司研制出了UCDOS系统,UCDOS的直接写屏技术较好地解决了中西文兼容的问题,并使西文软件能够顺利地运行在中文环境下。在20世纪80至90年代,UCDOS成为中国使用最广的汉字系统。同时期的汉字系统还有SPDOS、UCDOS和天汇汉字系统等。

随着人们对办公自动化的需要,中国的中文文字编辑软件也获得很大的发展。1989年7月,金山公司研制了WPS软件,该软件和UCDOS一起,成为在DOS系统流行年代中国最流行的汉字处理系统。

由于早期的计算机运行速度缓慢,存储空间有限,对汉字的处理能力十分有限,汉卡的出现解决了这一问题。通过将汉字输入法、汉字字库存储于固化芯片中的汉卡可有效提高计算机的中文处理能力。1985年,中科院计算所研制了联想汉卡,该汉卡有力地推动了个人电脑终端上的汉字显示技术,并被广泛使用。同时期研制成功的还有方正汉卡和巨人汉卡等。此外,20世纪80年代,中国还研制了一批具备完整中文信息处理能力的国产微机。

文字识别(简称OCR)和激光照排技术是又一种重要的汉字输入和输出方式。20世纪80年代,中科院自动化研究所研制成功了联机手写汉字识别系统,并在此基础上于1998年成立了汉王公司,推出了汉王系列手写汉字识别产品。同期,清华大学也研制成功了印刷文本识别系统产品,该产品后来行

生为一系列多体印刷汉字识别系统。

在出版技术上,到20世纪70年代,中国仍然停留在“以火熔铅,以铅铸字,以铅字排版,以版印刷”的出版技术上,出版能力低,而西方国家同期已经采用了电子照排技术。1981年,北京大学王选主持研制成功了中国第一台计算机汉字激光照排系统原理性样机华光I型,该系统在激光输出精度和软件的某些功能方面,达到了国际先进水平。1985—1993年,继续研制成功华光II型和方正93系统共5代产品,以及方正彩色出版系统。方正系列的研制成功,开启了中国印刷行业的新时代,同时也使中国在汉字印刷领域长期保持领先地位。

在汉字处理的基础上,继续对汉字内容进行理解和处理则形成了自然语言处理技术。20世纪80和90年代,随着中国在中文自动分词方面取得进展,国内的学者对中文分类自动机器翻译技术等领域的研究也取得许多积极的进展,并研制了一系列较为实用的系统,如KY-1英汉机器翻译系统(1985年)、智能型英汉机器翻译系统IMT/EC-863(1992年)。此后,中科院计算所、清华大学、东北大学、中科院自动化研究所、哈尔滨工业大学、南京大学、厦门大学等单位分别推出了不同类型的机器翻译系统。近年来,这些系统已在国家多个特定领域获得实际应用。此外,由百度等互联网公司推出的机器翻译系统性能上已经达到国际同期先进水平,并产生了大规模的应用。此外,中国学者在自动标引技术、自动文摘技术、信息检索等方面也都取得了很好的成果。2000年1月由李彦宏等人创立的百度公司,已成为全球最大的中文搜索引擎。

近年来,中文信息处理逐步扩展到信息抽取、问答系统、社交网络和舆情分析等若干领域,众多大学、研究所和互联网企业(包括百度、腾讯、阿里巴巴等)在相关技术研究和应用系统开发方面都各有建树。

中文信息处理中的一个重要分支中文语音处理技术也获得重要进展,语

音技术包含 2 个主要方向:语音识别与语音合成。进入 20 世纪 90 年代,中国在语音合成和识别上均获得了许多重要进展,并开始了语音技术的应用和产业化尝试。进入 21 世纪,中国在语音技术的研究逐渐走到国际前列,语音识别与合成系统均达到了国际同期最好的性能,并形成了国际上最大的语音技术市场,在国民经济中发挥了重要作用。

2.6 图形图像处理、虚拟现实与人机交互

进入 20 世纪 80 年代,高度真实感图形技术成为国际计算机图形学研究的热点,浙江大学、清华大学、中科院软件研究所、北京航空航天大学等多家高校和研究所在这方面取得了许多积极进展,在他们的成果中,以相对逼真的画面、丰富的色彩、完善的光照效果,使计算机生成的图形达到与照片类似的精美程度,并在图像分析与处理、动画、游戏、虚拟现实等一系列领域获得很好的应用。

与此同时,计算机视觉研究也逐渐受到国内重视,从 20 世纪 90 年代后期开始,随着计算机视觉框架体系的逐步完善,针对视觉计算的基础理论研究和各种系统应用研究不断发展,大量计算机视觉的应用产品开始出现,中科院计算研究所、中科院自动化研究所、清华大学、北京大学等国内科研机构分别研制了文字识别系统、人脸识别系统、指纹识别系统、虹膜识别系统、多模生物特征识别系统等。这些系统在国际评测中获得很好的成绩,并广泛应用于公安、民用考勤等各个领域,形成了一系列重要产业。进入 21 世纪,计算机视觉在视频内容理解上也获得长足进步,国内科研单位通过多特征融合和上下

文信息结合来检测并处理视频内容,实现了大规模视频中目标定位、目标检测和跟踪、基于目标识别和异常行为、敏感内容分析和检测、基于内容的视频检索等一系列技术,并进行了市场应用。

虚拟现实技术是计算机图形、人机交互、传感、仿真技术的综合,它通过计算机和各种传感设备构建具有视觉、听觉、触觉、可交互的三维虚拟环境。20 世纪 90 年代中期开始,中国在沉浸式虚拟现实研究中获得一系列积极进展,如:1998 年,浙江大学建立了沉浸式四屏幕虚拟环境 CAVE。与此同时也开始了分布式虚拟现实的研究。北京航空航天大学联合了国防科技大学、装甲兵工程学院、中科院计算所、中科院软件研究所等单位,于 2000 年构建了支持远程异地分布交互仿真的虚拟现实系统 DVENET,以及相应的分布式虚拟现实系统开发与应用支撑环境,随后持续开展国产自主化工具的研制,先后开发了符合 IEEE 1516 标准并支持大规模对象的 BH_RTI 和三维图形平台 BH_GRAPH 2 个虚拟现实开发软件,其中 BH_GRAPH 在奥运会开幕式节目创意仿真、60 周年国庆阅兵、军事指挥模拟训练等重要活动和工程中得到应用。

20 世纪 90 年代中后期,中国同样开始了增强虚拟现实技术的研究。北京理工大学、北京大学、清华大学等单位先后开发了增强现实定点观察系统、轻型光学透视式头盔显示器、基于多投影机 and 旋转屏幕的真三维显示系统、移动增强现实浏览器、增强现实数字娱乐系统等,并在军事、医疗、教育、文化、娱乐、展览等领域得到成功应用。

人机交互技术是人和计算机进行交互的重要桥梁,对计算机的深入人们

生活并进入各个行业起着非常重要的作用。国际上,人机交互研究经历了批处理界面、命令行界面、图形用户界面 3 个主要的阶段。中国在人机交互领域开展研究工作基本是从 20 世纪 80 年代初随着图形用户界面的出现开始,其中,1988 年,中科院软件研究所研制了用户接口管理系统 Micro-UIDT,为用户界面的设计者提供交互式设计环境,并提供一种非过程、图示语言的交互设计方法,在很多场合中得到应用。

随着人机交互研究的深入,多通道(或称多模态)融合的人机交互方法逐渐受到重视。进入 21 世纪,人机交互逐渐与认知、环境感知、穿戴式设备等更多通道和信息进行融合,在此基础上,普适计算研究开始受到中国学术界的重视,为中国人机交互研究和相关产业发展形成了良好支撑。

注:中国计算机学会于 2010 年启动了《中国计算机发展史》的撰写工作,截至目前已经完成大部分章节的撰写,很多内容来自于一些历史亲历者的回忆,还有一些内容为参考相关资料整理,已经完成的章节发布在 wiki 网站(<http://ch.ccf.org.cn>)供大家修改。本文是《中国计算机发展史》部分章节的一个微缩版,以较为简短的方式阐述了中国计算机发展的历程,文章作者均参与了《中国计算机发展史》的撰写工作。

在中国计算机发展过程中,中国科研人员付出了大量艰辛的努力,由于篇幅有限,本文只能概况部分工作。同时,由于撰写人员的知识和能力有限,有可能会内容上的疏漏或错误,还请读者指正,并在 wiki 网站中进行修改和补充。希望经过大家努力,能更好展示中国在计算机研究上的发展历程。

A brief history of computer development in China

TAO Jianhua¹, LIU Ruiting², XU Ke³, HAN Weili⁴, ZHANG Huaping⁵, YU Jian⁶, TIAN Feng⁷, LIANG Xiaohui⁸

1. Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
2. College of Computer and Control Engineering, Nankai University, Tianjin 300071, China
3. Department of Computer Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China
4. School of Computer Science, Fudan University, Shanghai 200433, China
5. School of Computer Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China
6. School of Computer and Information Technology, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China
7. Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
8. School of Computer Science and Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China

Abstract The paper presents a brief introduction to China's computer development and the related subject construction from the mid-1950s. First, the paper systematically introduces the computer development history from the first generation computers using vacuum tubes to the transistor-based second generation, then to the small and medium-sized integrated circuit-based third generation, and finally to the microprocessors-based fourth generation. The domestically developed computer has made an important contribution to the national defense and scientific research, and promoted the development of computer industries. At present, many research directions of China's computer are in the forefront of the world, and some results have gained the international leading level. Meanwhile, the computer development in China presents a dynamic development trend. A series of new disciplines have been formed in China synchronously with the foreign developed countries. They are developing fast, and many of them have reached or even surpassed the international level. The paper focuses on the development of computer networks, computer security, databases, artificial intelligence, Chinese information processing, graphics & image processing, virtual reality, and human-computer interactions.

Keywords computer development; vacuum tubes-based computer; transistor-based computer; integrated circuit-based computer; giant computer; disciplinary development

(责任编辑 王媛媛)