

# 计算机的“快”与“大”

林 传 骝

1946年第一台真空管电子数字计算机问世,当时主要用于数值计算。50余年以来,计算机技术发展迅速,从用于数值计算到今天可以处理各种形式的信息,极大地推动了信息技术的发展。现代信息技术是以数字计算机为基础的。几十年来,数字计算机的发展,始终围绕着两个基本问题,这就是“快”和“大”。所谓“快”,就是运算速度快;所谓“大”,就是存储器的容量大。

回顾人类历史的发展,信息技术的进步与发展起着十分重要的作用。过去人类以符号、图形、图画、声音、语言、文字等模拟量记录信息,传递信息。随着人类社会的进步,产生的信息越来越多。人们用信息爆炸来形容当前信息的数量和产生的速度。如何记录、存储、处理、传递和利用这些信息,就成为人类必须解决的一个复杂的问题。计算机技术为解决这一复杂问题提供了很好的手段。

要计算机能够处理一种形式的信息,首先就要求计算机能够认识这种信息。计算机除了进行数值计算以外,最早能够处理的信息形式就是文字。把文字用数字来表示,计算机就能够认识文字,处理文字。文字用数字表示的方法就是编码,一组编码代表一个字符,例如英文的一个字母,或者代表一个字,例如一个汉字。用编码来表示文字,已经有很长的历史了。通过编码,计算机认识了文字,就能够处理文字了。要计算机能够处理声音,最基本的问题就是声音怎样用数字来表示,这就是计算机处理声音的最基本的条件。计算机能够处理图形图像的基本条件也是这样,首先要让计算机认识图形图像,用数字来表示图形图像。总之,只要能够解决用数字来表达各种各样形式的信息,这些信息就能够用计算机来处理。这也是信息技术进入数字时代的基本条件。

计算机从数值计算到文字处理,声音处理,图形图像处理,用计算机生成电影,下棋等等,对计算机的功能要求越来越高。其实,最基本的要求还是两个,就是“快”与“大”。可以想像,一帧图片所能表示

的信息比一页文字所表示的要多得多。动态图像所能表达的信息又比一连串的静态图片所能表示的信息多得多。信息处理的数据量和计算量越来越大,时效性要求很高。这也就不难理解,几十年来,计算机始终围绕着“快”和“大”这两个基本问题来发展了。

就拿计算机最基本的功能——数值计算来说,也是要求计算机越快越好,越大越好。例如,天气预报就离不开数值计算。天气预报需要处理的信息量很大,时效性很强,因此多用超高速大型计算机。在各种各样的科学研究中,包括自然科学和社会科学,它的研究方法除了理论方法和实验方法以外,还有一种十分有效的数值模拟方法。数值模拟方法的数据量和计算量都很大,所使用的计算机也是越大越好,越快越好,是超级计算机的主要用户。

计算机技术的发展是以物理科学的发展为基础的,利用了许多物理学的成果,诸如电真空技术、电磁学、电子学、半导体、光学以至量子力学的成果。电子管计算机要比电动计算机快得多,半导体集成电路的出现,大大地加快了计算机技术的发展。

要使计算机运行得快,它的体积必须小,计算机的核心部件,中央处理器要小,大容量的存储器也要小。为什么必须小呢?要快必须解决两个问题,一个是计算机芯片的核心单元晶体管的状态变换所需的时间要小;另一个问题就是这些状态变换很快的信息要从一个地方传到另一个地方也要很快。只有晶体管做小了,它的状态变化才能快。只有小,晶体管之间的连线才能短,信息的传递才能快,工作频率才能高。也就是说,只有小才能够快。现在的芯片已经使用了0.13微米技术,90纳米的芯片正在研究中。作为当今世界上两大芯片供应商 Intel 和 AMD 将在2005年下半年转向65纳米工艺,预计2007年采用45纳米工艺,2009年采用32纳米工艺。要采用更小的纳米工艺,首先要解决光刻技术问题,还有材料问题、耗电和散热问题、检验方法问题等等。

再往小里做,在科学规律和制作技术上又会遇到什么问题呢?0.13微米工艺的栅是70纳米宽,电介质厚度是1.5纳米。90纳米工艺时,栅缩小到50纳米,电介质减到1.2纳米。45纳米和32纳米工艺时还要进一步减小。当晶体管变得更小,连线变得更短时,经典电子学还能预测晶体管和连线的行为吗?少数电子会不按经典电子学规律的约束,跑到不属于它们的区域。在晶体管较大时,状态的变化是上万亿个电子的行为,少量电子的异常行为影响不大。当晶体管很小时,改变它状态所需的电子数目就很小了,异常行为的电子数量与改变状态所需的电子数量相比,就不能忽略不计了,这时,概率论和量子力学将起到重要作用。到那时,计算机的基本运行介质又会是什么呢,它的基本运行方式和规律又是什么呢。是光计算,量子计算,还是什么别的方式?

世界上许多科学家都在努力研究量子计算机技术。在量子计算中,信息不是存储在晶体管中,而是存储在量子系统中。例如原子核的自旋,“向上”旋转可能代表“1”,“向下”旋转代表“0”。有消息说,MIT媒体实验室研究小组已经在一个7个原子的分子上制造了量子计算机,每个原子的自旋都代表不同的量子位,该系统可以同时存储27个不同的数字,通过利用电磁脉冲操作控制原子的自旋,研究人员可以一次执行128个不同的运算。但是这仅仅是非常初步的结果,到实际应用还有很长一段路要走。这里不仅有量子系统中如何能够精确地保证每个原子核的排列成理想状态和操纵状态的问题。还有量子系统与传统世界间如何交换信息等问题。

要把计算机做得更快,除了把它的部件做小,还采用了许多其他技术,把日常生活生产中所采用的加快速度的许多做法移植到计算机设计中。例如,利用多个处理机进行并行计算、网络计算等。将多个处理器按不同任务分工,根据不同的任务,进行特殊设计,做成不同的部件,各司其职,例如专门处理

(上接42页)

在科学技术发展的进程中,物理学无论在过去还是现在都始终处于主导地位,将来仍然不会改变。大学物理课程决不仅仅是高等数学的物理应用,它承担着重要的教育任务:一方面为学生提供系统的、

图形显示的芯片。根据工业生产上流水线作业的思想,采用多级流水线技术,还有超线柱技术,多级存储器等等。除了提高各部件的处理速度外,还要解决部件之间信息传递的速度,否则有些部件就会停工,等待信息,不能发挥其高速功能。因此,出现了各种高速总线技术,提高各部件间接口的信息传递速度等等。

至于“大”,主要是指存储器的容量要大。存储器的任务有两个,一是存储各种各样的信息数据,另一个是存储各种软件,包括系统软件和应用软件,它的容量是越大越好。但是光是容量大还不够,在计算机运行时,它的读写速度还要快,这也要求每一存储单元的体积越小越好,单位面积的存储容量和存储器的总容量越大越好。为了解决存储器容量要大,读写速度又要快的矛盾,人们想出了多级存储,虚拟存储技术。一般来说,分为三级,即外存、内存和高速缓存。内存和高速缓存多采用半导体技术。半导体存储器读写速度快,但价格高,容量不能太大。把当前运行需要的数据和程序,按轻重缓急放在高速缓存和内存中,暂时不用的数据和程序放在外存中,需要时再调入。外存目前多采用电磁技术,即所谓硬盘,可以做得容量很大,体积很小。最早的PC-XT上的硬盘只有10MB,现在的3.5英寸的硬盘可以做到上千个MB,今后硬盘存储容量将以TG(即1000GB)来计算。光盘的存储容量虽然大,但其读写速度慢,特别是写速度,目前多用在固定存储中。存储技术将怎样进一步发展?据说已经有人在开展全息存储技术的研究。

随着科学技术、信息技术的发展,要求计算机的运行速度越来越快,存储容量越来越大。“快”和“大”仍然是计算机今后发展的两个基本要求。过去计算机的发展是依托物理学发展的成果,今后物理学的发展也必然为计算机向更快更大方向发展提供坚实的技术基础。

必要的物理基础,为后续课程的学习做好准备;另一方面帮助培养学生科学的思维方法和研究方法,促进能力的全面发展。我们应该转换思想,从各方面积极努力,激发学生的兴趣,发挥大学物理课程的重要作用。