

如何以最合理代价
购置合用而有效的计算机
考虑一何种规格的硬件、
软件、运行的安排

选购电子计算机指南

GUIDELINES ON PURCHASING COMPUTERS

沈德珉

编者按：买计算机是一门专门的学问。在美国已成为一种专门职业。这些人，既是懂得计算机的性能和应用的技术专家，又是熟悉市场和购买策略的商业专家。本文作者就是这样的专家。

在美国，高等学校、研究所甚至计算机制造厂选购计算机，均委托顾问公司。因为：A. 计算机技术和市场情况千变万化，非专家很难精通；B. 用户向计算机公司购买一套，系按另售价（例如 150 万元），顾问公司汇集各用户所需向各部件的制造厂成批订购（OEM, original equipment manufacturing）可以打很大折扣（例如 100 万）加上顾问费 10%，仍然便宜 40 万元；C. 可以请顾问公司配软件、训练、维修。

中国远隔重洋，难以了解国外技术和市场细节，而外国厂家、顾问公司又不了解中国具体情况。在选购中遇到困难和问题，是可以理解的。读者纷纷来信反映购非所需、价格高昂、维修困难……。这里，本刊特约本文回答一部分问题，今后将陆续介绍并开辟读者服务园地。至于具体的选购工作，则有待于既了解国外市场又了解中国情况的、热心中国的计算机专家组成顾问公司进行商业服务，才能收到经济实效。

近三十年来欧美和日本等国工、农、商各业取得了空前的发展。决定因素之一是电子计算机和电讯的普遍使用。计算机速度越来越快，体积越来越小，耗电越来越少，价格越来越低。一个现代化的国家的国防、经济、政治及人民日常生活都脱离不了计算机和电讯。

计算机是一种成套的设备，种类繁多，性能指标变化复杂，品种商标日新月异。所以选购计算机是一项不简单的工作。本文旨在谈谈选购计算机应注意的事项。

电子计算机的主要组成部分和基本工作原理简介如下，供有需要的读者参考。

向计算机发号施令或把数据告诉计算机要通过输入设备（input unit）。输入设备多种多样，如电传打字机（teletype）、终端机。

算术及逻辑运算设备（arithmetic logic unit, ALU）是进行加、减、乘、除等算术运算以及与、或、非等逻辑运算的设备，又称为运算器。

在 ALU 进行一项运算的过程中经常需要把原始数据中

间结果及最后结果暂时存放起来。存放这些数据或结果的地方叫做寄存器（register）。一般说来，ALU 的速度比其他部分快得多，所以寄存器也应能很快地存、取数据，才能与 ALU 相配合。不同的计算机寄存器的数目也不同。有的计算机里分别有临时存放数据的数据寄存器（data register）和临时存放程序的程序寄存器（program register）；有的计算机则只有通用寄存器（general register）。

寄存器价格昂贵，所以不可能把全部数据与程序都放在其中。因此，要有专做存储用的、价格比较低廉的存贮设备（memory unit）。存贮设备中的数据等等要经过寄存器“中转”之后，才与 ALU 发生联系。

计算机得到的结果经过输出设备（output unit）打印或显示出来，甚至可以直接画成图表、发出声音、操纵机器等等。行打印机（line printer 图 5）、绘图机（graphic printer）、阴极射线彩色显示器（cathod ray color display, 图 6）、X-Y 绘图仪（X-Y plotter）等都是输出设备。输入设备和输出设备又合称输入/输出（input/output, I/O）。电传打字机就是身兼二任的 I/O。

控制器（control unit）根据程序来组织各部门使之协调、共同工作。因此，控制器可以看成计算机的中枢或总司令部。

通常把控制器与运算器合称中央处理机（central pro-

cessing unit, CPU或称central processor)。这些部分的关系可以用图1表示出来。

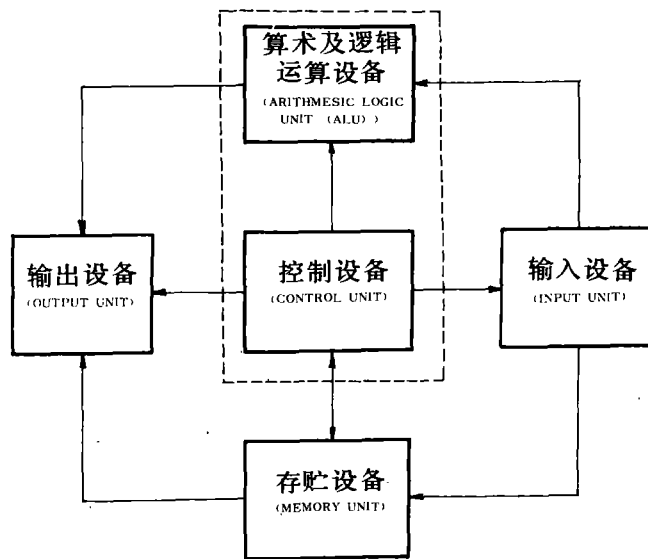


图1 电子计算机的基本结构

目的与要求

众所周知计算机可以用于科学技术的计算和生产过程的控制，但是，计算机还可以应用在更多的方面，比如：

- 利用计算机进行设计和设计验证 (design and design verification)；
 - 利用计算机存取、整理、估价各种电子仪器记录下来的资料；
 - 利用计算机模拟飞行过程，以便训练飞行员和宇航员，并实行无人驾驶。
 - 利用计算机存贮、加工和查询资料与数据，用于工商管理、图书馆、档案室、银行、飞机订票、售货、旅游业等；
- 如此等等，不胜枚举。

不同的计算机适用于不同的目的。所以**购买计算机之前必须明确使用的目的**。

例如某原子能发电厂要用计算机来检测和控制原子反应炉的热量和辐射强度，则这个计算机必须有特别快的速度和很好的实时系统软件 (real time system software)。

又如某大学图书馆要用计算机来做图书资料的查询和出纳工作，则这个计算机必须有足够多的终端和足够大的资料库。

如果我们买的计算机和目的不能匹配，就会多花钱而且办不好事，甚至会造成灾难性的后果。如果把图书馆的计算机用于原子能发电厂，那么由于速度不够，也许会造成灾难性的事故。反过来，把原子能发电厂的计算机用于图书资料，不但大材小用，还可能使图书馆管理员手忙脚乱，疲于奔命。

所以，不确定目的要求就胡乱买计算机，不仅可能造成经济上的浪费，也可能根本无法使用。

技术规格

有了明确的目的要求之后，进而应制定详尽的技术规格 (technical specifications)。

1. 环境规格

环境规格 (enviromental specifications) 是从计算机与周围环境的关系这一方面而对计算机提出要求的。

(1) 重量与体积

导弹内的计算机，重量体积当然都有严格要求，这就不必说了。其实其他的计算机也是一样。图书馆要用一台计算机，也要知道房间的大小，地板能承受的压力等等。

(2) 温度

一般计算机要在一定温度下工作。比如Digital Equipment公司出品的VAX 11/780计算机，当温度低于15°或高于32°的时候，他就自动停止工作。所以要提出放置计算机的地方的温度要求以及是否要有空气调节。

(3) 空气清洁度

计算机对空气清洁度有一定要求，这种要求如不满足，就会造成故障，给维修工作带来许多不必要的麻烦。

当然可以用清洁室放置计算机，但这就必须把购置和维修清洁室的经费加在整个预算中。

也可以根据已有的空气清洁度来选购适当的计算机，这样就可以减少清洁方面的开支。

(4) 和已有设备的接口

如果要购买的计算机需要和已有的设备连接，就必须考虑接口 (interface) 问题。这种接口可能是硬件接口，也可能是软件接口。硬件的接口对字长 (word length)、数据通讯速度 (data communication speed) 等有一定要求，必须明确。软件的接口 (指和原有计算机的接口) 则要明确使用什么样的语言，如汇编语言、高级语言等。

尽量在接口方面少花时间和经费，往往是我们选购计算机的条件之一。换句话说，要尽量购买那种能和已有设备兼容的计算机。但也有时因为化在原有设备上的时间与经费尚不太多，而接口问题却十分困难，那就不如索性丢掉现有设备了。

(5) 电力

就是说放置计算机的地方能供给多少电力，将来需要时有否潜力增加，电压是多少，是否稳定，断电的概率有多大等等。选购计算机必须与这些条件相适合。

以上各方面都是环境规格。在制定环境规格的时候，不但要考虑现状，还要考虑到将来可能的发展。

2. 字长

在计算机内，数据和指令都用二进位表示，所以字长越长数据的精确度越高，能解答的问题也可以越

复杂。字长还可以决定一架机器存取数据或指令的办法的复杂性。因此增加字长还可以增加机器的存贮量。

但字长越长，机器越复杂，价格也越高。所以选购时必须注意。

有的计算机可以用于两种不同的字长。比如，VAX 11/780能用于16位和32位的两种字长。但是他的最佳效果却是在32位的字长上。如果买了这个机器，却主要是用它的16位一种字长，那我们就失去了他的最佳性能，造成经费和操作时间的浪费。当然，为了和两种不同字长的已有设备兼容，我们还是应当考虑选购这类机器的。

字长是计算机中最“硬”的规格之一，一经选定，便无论如何也无法扩充或缩短了。选购时务必慎重行事。

3. 指令系统

计算机的工作是由一连串指令来实现的。每一台计算机有它自己的指令系统(instruction set 或 instruction repertory)。从这个指令系统可以看出这台计算机是否适于某种目的。比如CRAY-1的指令系统有很多向量运算的指令，所以它适用于快速的向量和矩阵运算。

指令可以分为三类：

第一类是微指令(microinstruction)，它的长度少于一半字长。比如16位字长的机器中，微指令可由左边8位组成，其他8位可以用来代表指令的定址(addressing)。用微指令来写程序，操作效率特别高。但能用微指令的人员很少，他们主要是在出产计算机的公司里工作。

第二类是通用指令(general purpose instruction)，这种指令的长度等于一个字长。用于运算器与控制器、存贮器以及输入/输出设备之间的联系。

第三类是宏指令(macroinstruction)，长度超过一个字长。这是一种用户性的指令，它是为专用用户而准备的。比如控制化工过程的计算机上可以有混

合两种原料的宏指令。宏指令是用来减少程序设计的时间而设置的。

在选购计算机时，我们需要知道它的指令系统(一般计算机公司只告诉我们它有多少普通指令)。知道了指令系统才知道计算机的能力。

4. 存贮系统

数据和程序都存贮在存贮器(memory unit)中。通常包括主存贮器(primary memory或main memory)和辅助存贮器(auxiliary memory 或 secondary memory)，前者快而价贵，后者慢而便宜(图2、3、4)。

必须根据目的、要求来选定存贮系统的规格：主存贮器应该有多大的容量，辅助存贮器应该有多大的容量，主存贮器的存取周期是多少，主存贮器是磁心(core)存贮器或半导体存贮器。一般说来，厂商所说的存贮量是指主存贮器的存贮量，但有时也包括辅助存贮器的存贮量，必须弄清是哪一种。

还要知道主存贮器和辅助存贮器的可扩充性(expandability)、辅助存贮器的存取时间(access time)和辅助存贮器的种类(磁带、磁盘、软磁盘、磁泡等)。

存贮器有时可以从出产计算机的公司买，有时也可从其他公司买，即所谓插件相容(plug compatible)的存贮器。选购时应注意比较。

5. 输入/输出设备与接口

我们应根据目的要求确定用哪些输入/输出设备。例如电传打字机、打印机、光电输入机、阴极射线管显示器(CRT display)等等。

计算机公司通常都生产输入/输出设备，但有时不能完全满足我们的要求或者不如另买便宜。这时，我们只需要有输入/输出接口(interface)，而另行购置输入/输出设备。

接口也要有一定的规格。在美国常用的有IEEE-480和RS-232等等。数据通讯和语言输入用的接口要注意带宽和速度。

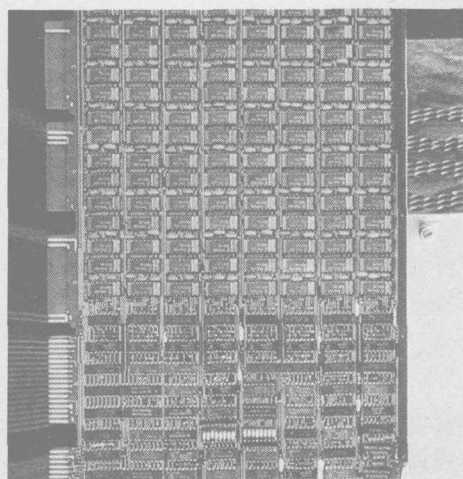


图2 半导体存贮器(semiconductor memory)一般作为主存贮器，但也可用作辅助存贮器

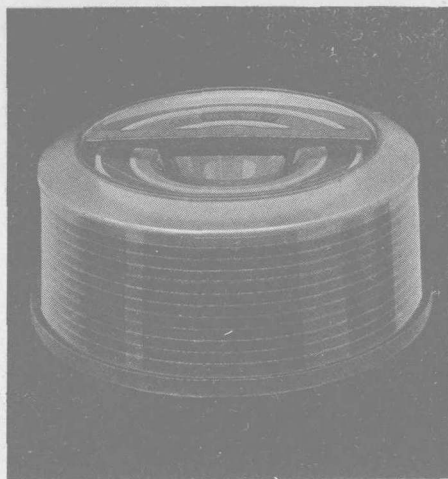


图3 磁盘(disk)用作辅助存贮器(auxiliary memory)

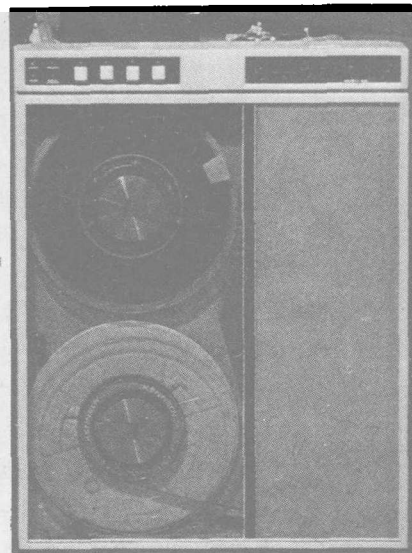


图4 磁带(tape)作为辅助存贮器



图5 电传打字机 / 打印机 (electric typewriter / printer) 可作输入 / 输出设备

6. 计算机的速度

速度是计算机的重要指标。早期的计算机工作原理简单, 所以可以用每秒钟执行多少条指令 (一般指“加法”指令) 来描述计算机的速度。通常听说的“几十万次计算机”或“几百万次计算机”等就是这种涵义。但是随着技术的发展, 这种说法已经逐渐失去意义。

计算机的速度由一系列的因素确定:

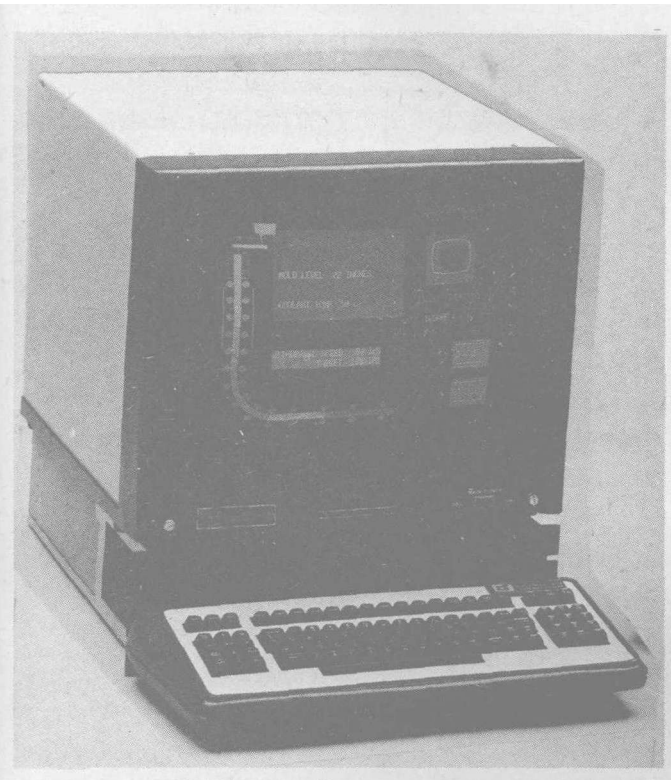


图6 彩色阴极射线显示器 (cathod-ray color display) 用作输入 / 输出设备

(1) 存贮器周期

计算机的指令与数据都在存贮器里, 因此从存贮器里把它们取出来以及把计算的各种中间结果放回所需要的时间有多长, 是决定计算机速度的一个重要因素。把一个数据 (或指令) 从主存贮器里取出来所用的时间, 再加上把一个数据存到主存贮器里去所用的时间, 就叫做存贮器周期 (memory cycle time)。

(2) 指令执行时间与指令周期

实现一条指令的功能要经过三个阶段 (phase): 取出 (fetch)、译码 (decode) 和执行 (execute)。这三个阶段各需要一定的时间。合起来就构成一个指令周期。但是现代计算机为了加快速度, 往往在执行一条指令的同时, 又在取出下一条指令或者开始译码等等。所以指令周期不再能决定计算机速度快慢。一般说来, 对于科技计算而言, 计算机的速度主要由执行时间 (execution time) 决定, 而对于数据库管理来说, 决定速度的主要是取出时间 (fetch time)。

(3) 基准程序的总执行时间

由于以上种种复杂的情况, 计算机的速度很难用某一个数字来描述。因此常用基准程序 (benchmark program) 来做一个综合的测定。方法是: 先根据应用的要求 (application requirements) 来设计一套基准程序, 然后在一个机器上操作, 测定其总执行时间 (total execution time)。这时应注意厂家提供的基准程序常常是适合计算机性能的, 不足为信, 要自己另行设计基准程序。

一般说来, 速度越高, 价钱越贵。应选择与目的、要求相适应的速度, 把钱省出来, 投到系统的其余部分中去。

7. 数据通讯方式

数据或指令在计算机的控制器、运算器、存贮器、输入 / 输出设备之间互相传递的过程叫做数据通讯 (data communication)。数据通讯的方式是多种多样的。

- 单线数据通讯是用一条总 (bus) 连接计算机的各部分 (图7)。这种通讯方式是顺序的 (sequential), 总线一旦出了故障, 全部通讯一律停止。但它设备简单、维修容易。

- 多线数据通信是用许多线分别连接每两个需要互相通信的部分 (图1)。这种通信方式是平行的 (parallel), 一条线出了故障, 其他线还可以照常工作。但它设备复杂、维修困难。

应根据目的和要求来确定数据怎样从输入设备进入中央处理机 (CPU) 或存贮器, 以及从存贮器或中央处理机进入输出设备。

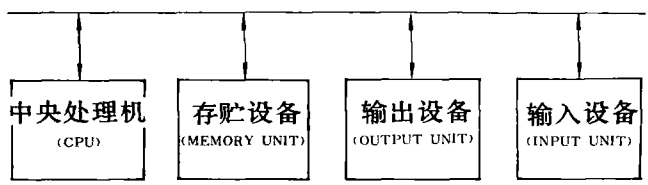


图2 用单线作数据通信

软 件

上节谈到的都是计算机的硬件。但若只有硬件则计算机顶多只会空转。要使计算机完成我们指定的工

作,就得给它编出程序,让它先做什么、后做什么。程序是看不见、摸不着的东西,我们通常称为软件。

在购买计算机的时候必须把软件考虑在内。软件大体分为下面几类。

1. 操作系统

要使计算机的各部分配合工作,就必须有一套协调规程。这套规程就是操作系统(operating system),它也是一篇程序,负责分配中央处理机的时间及存贮器的空间并协调其他软件的工作。

操作系统是多种多样的,每次去买一台计算机,厂商总会提供一套操作系统,问题是要选择合用的操作系统。

2. 数据库及其管理系统

有时计算机是用来存取和处理数据或资料的。这些数据可能是许多单位共享的,也可能只为某一家独享。用一定规则注明享用权限和处理办法并为用户提供服务的程序就是数据库管理系统(data base management system),那些受管理的数据就是数据库(data base)。

在购买计算机时要决定是否需要数据库管理系统,需要的是哪一种。

3. 计算机语言

计算机的程序是用存贮器内的指令实现的。通常可以用0或1组成的二进数来表示它们。用这种形式写出的指令通常叫机器指令。用机器指令可以写程序。通常说的用机器语言写程序就是指这样写程序。

但是用机器语言写程序对人来说是太困难了、太繁琐了。所以又发明了一些高级语言。高级语言比较接近数学公式或者比较接近自然语言,使用比较方便。但如果要使用高级语言,就要有一个编译程序(compiler)来把用高级语言书写的程序转译成机器语言指令,存贮起来,到需要执行时再执行。有时也可以用一个解释程序(interpreter)来协助高级语言工作,一边解释,一边执行,这样做,花的时间多、占的空间少。

高级语言虽然方便,但是要在时间或空间方面付出代价,所以人们又发明了介于高级语言和机器语言之间的汇编语言。通过汇编程序(Assembler)从汇编语言转译成机器语言所费的时间、空间都比较节省。但汇编语言使用起来不如高级语言方便。

高级语言有通用的,如FORTRAN,ALGOL,COBOL等,也有为特别目的而设计的,如GPL(模拟用)与ATLAS(测试仪器用)。

通常计算机厂家都把汇编语言和若干通用的高级语言包括在计算机价格内。如果要用更多的语言,得另外购买或到别的公司购买、订购,也可以自己编制。

4. 应用软件

为了使计算机执行指定的任务,还要针对这些任务编写程序。这就是应用软件(application software)。

多数应用软件都是用户自己编写的。但也有些有

普遍应用的应用软件(如卡尔曼滤波等)是由厂商出售的。美国还有很多软件公司,为用户编写软件或训练用户怎样编写软件。

应用软件种类繁多。例如:预测洲际导弹的目的地环境程序、预测人造卫星轨道的程序、汽车飞机结构设计的程序、执行企业(或仓库)管理的程序、生产过程的自动控制程序、工业产品质量控制的程序、自动交通信号的程序等等。在购买计算机时最好考虑周到,连同应用软件一起购买,以免将来补购软件时厂商要价太高。

计算机的日常运行

选购计算机时还应考虑到它将来的日常运行,包括操作、维修、扩展等各方面。购买计算机必须和人力、技术力量等匹配。否则,买了计算机也不能正常运行。

1. 诊断工具

计算机是一个复杂的系统。一旦发生故障,如何迅速准确地找到故障的原因并加以排除不是很容易的事。这就需要诊断工具(diagnostic tools)。

诊断工具有内部诊断(built-in diagnostic)硬件、外部诊断硬件、诊断程序(diagnostic routine)等。还有协助用户寻找软件故障的调试程序(debugging routine)。

应选择有适当诊断工具的计算机,并且要求诊断工具与计算机同时交货。

2. 维修

计算机和任何复杂机器一样,必须进行维修(maintenance)。在选购计算机时应确定我们的维修政策、条例和手续。这些政策、条例和手续也就是对厂商提出的维修方面的规格。

厂商应该提供维修的程序和时间表(maintenance program and schedule),其细节应载入维修文件(maintenance documentation)中。

除了日常维修之外,维修文件还应包括各部件的保修期(guaranteed dates)、备件(spare parts)以及用户可以在哪里购买新的部件以替代过期失效的部件。

3. 训练

购买计算机时还应规定人员训练(training)方面的要求。

美国的计算机出产公司及计算机应用公司都有训练操作人员、维修人员和软件工程人员的训练班和进修班。用户可以随时派人去受训。在购买期间,用户的工程人员受到的训练往往是初步的、不彻底的。

4. 成长与扩展

计算机是贵重的设备,不能轻易更新。所以购买计算机时应考虑到将来成长(growth)和扩展(expansion)的可能性。比如将来这个计算机的用途是否有拓广的必要?厂商对该型号计算机的成长与扩展有

何计划（比如软件是否准备更新）？两者能否匹配？如果厂商要淘汰这种计算机的话对我们有何影响？那时怎样解决零件购置和软件更新（update）的问题？

5. 人力

购置计算机时还要确定：操作人员需要多少？有无增减的余地？多少日常操作人员？多少维修人员？多少系统软件（system software，包括操作系统软件、数据库管理软件、语言编译软件等）工作人员？这样才能在购买计算机时选择适合于自己的人力的型号，才能向卖主提出训练人员的要求。

6. 文件资料

为了计算机正常运转，必须规定厂商应提供哪些必要的文件，例如：

- 用户手册（user's manual）；
- 计算机硬件说明书（computer hardware description）；
- 操作系统说明书（operating system manual）；
- 语言说明书，如FORTRAN，COBOL 的说明书（manual）；
- 应用软件说明书；
- 诊断工具说明书（diagnostic tool descriptions）；
- 维修手册（maintenance manuals）；
- 训练手册（training manuals）；

如此等等。

怎样编写计算机系统技术规格

弄清以上各项问题之后就可以编写技术规格了。但通常买计算机都要同时购买附属设备，如输入/输出设备、应用软件等。这就叫一个计算机系统。

编写计算机系统技术规格，就是把我们对选购计算机系统的技术要求用专业用语表达清楚。如有足够的科技人员，当然可以自己编写。但在美国，常常是请顾问公司代写。这些公司调查用户的需要，写成目的要求，向用户解释这些目的要求的含意。当用户同意后，再把它写成技术规格，并解答用户提出的问题，最后由用户批准，做为正式文件。

顾问公司对编写技术规格有经验，对市场情况也比较了解，对于选购计算机系统的种种问题也有经验，所以可以对买主提供很多有价值的帮助。美国顾问公司的最主要顾客是美国联邦政府。

• 上接39页 •

题。此法非常普遍，尤其在研究院里常采用此法。

（3）讨论法——这种方法普通是学习专门科目时用的，针对一个目标，详细讨论。

（4）实验室方法——学习行为学的学生多数要在实验室做试验，多数是关于心理学方面的题目。

（5）模拟法（simulation-games）——学生模仿处于经理地位解决多种公司的问题，多数用计算机计算结果。

经 费

购买计算机之前还要考虑经费问题。

通常，可以先进行一番市场调查，了解一下硬件、软件价格的大概范围。由此可以做出所要买的计算机的估价（estimating cost）。

如果估价高于能拿出来的经费，那么就得：

- 申请增加经费；或者
- 重订技术规格以降低估价；或者
- 降低我们的目的、要求。

此外还应提醒一句：不但要考虑购置费用，还要考虑每年操作费用，以免出现有了机器却使用不起的尴尬局面。

如果一次拿不出全部经费，可以先买一部分，以后分期补足。这时应注意在合同上说明：在一定期限内厂商应以原价卖出。

还可以考虑租赁的办法。租赁有以下的优点：

- 不必一下子花一大笔经费（但租费的积累会超过购买的价格）；
- 当卖家淘汰这个型号的机器时，用户立即有新机器可用，不用担忧；

• 有的租费中包括维修费在内，所以用户不必担忧维修问题（但对距离过远的用户来说，这并不方便）。

租和买还可以结合。可以买一部分、租一部分。也可以先租后买。有时，一部分租金可以用来作购买使用，例如某种打印机原价是5000元，月租500元。租了三个月，已交过1500元租金。如在合同内说明租金的 $\frac{2}{3}$ 可算在购置费内，那么这时去买这台打印机只用花4000元就可以了。多花了500元，可是却提前三个月用上了打印机。

结 语

本文介绍了购买计算机的有关问题。可以看出，买一套合适的计算机系统绝非易事，必须根据目的要求编出技术规格，再据此与厂商谈判、签订合同。稍一不慎就会吃亏，或是花了冤枉钱，或是买到了却不好用。这种吃亏的例子也并不十分少见，但是要总结教训，引为借鉴，却非深入到技术细节中去不可。只靠商业上的精明是解决不了问题的。因此，在购置计算机时，必须广泛听取每一方面专家（包括硬件、软件和应用方面的专家）的意见。

□

管理学院的教授和学生人数比例不大一致，普通每一教授负责十五名学生是符合标准的。

管理学院毕业生分散各处工作。多数是在私营公司做事，有的当政府职员。毕业后大多数开始做推销员、会计员、工厂管理人员等。有分析技能的毕业生也有成为研究人员的。

以上是美国管理教育的简介，详细的内容可以向AACSB索取材料。

□