

内部资料

计算机学术报告会 资料汇编

第一册 主机系统

国防科委情报资料研究所

一九七二年十二月

出版说明

根据各单位的反映和要求,现将一九七二年十一月国防科委司令部主办的计算机学术报告会的有关资料铅印出版。

全部资料共分三册。第一册 主机系统;第二册 程序系统;第三册 宏模组件计算机和HP-35型计算器解剖(阶段)报告。

由于出版时间仓促加上我们业务水平有限,材料内容可能有不妥之处,希望读者发现后及时指正。

一九七二年十二月

目 录

一、国外计算机见闻	1
二、国外大型电子计算机发展状况	13
三、美国、日本电子计算机生产与使用情况概述	29
四、主要资本主义国家电子工业手册(摘录)	39
五、美国的数据处理工业	49
六、日本的数据处理工业	59
七、对东欧及苏联计算机市场的初步分析	67
八、珀利斯学术报告(记录稿)	73
九、访加笔记	83

国外计算机见闻

从去年年底以来,参加了一些外事活动:接待了几位美国科技人员到我所参观访问,听取了他们的部分学术报告,并与其进行了专业方面的交谈;随同“中国科学院计算技术研究所科技小组”应加拿大信息加工学会邀请参加了加拿大计算机会议 72 年年会及第三届计算机展览会,并访问了加拿大的大小六个城市,参观了大学、科研机关、工厂、公司企业共二十五个单位。为进行这些活动,也调查了解了一些国外有关计算机方面的情况。现将参加这些活动中个人的一些体会及收获分八个部分汇报如下:

一 计算机发展概况

从 1947 年,做为第一台程序控制数字式电子计算机 ENIAC 问世以来,到现在是二十五年了。二十五年,对于人类活动来讲,并不是个太长的时间。计算机,无论作为技术科学中的一门学科,或是作为电子工业的一个部门来讲,都还是很年轻的。但是它的发展却是非常迅速的。

作为一门技术科学来讲,计算机已经经历了三代。第一代是指在 1947 年到 1957 年十年间广泛使用的计算机。它的基本电路采用电子管结构,主存储器系用磁鼓或延迟线。运控部件的结构有了进展,开始使用磁带和研制磁心,程序系统方面开始由机器指令过渡到符号语言,出现了汇编程序。这一代机器以科学计算为主要应用方面。但也开始出现商用数据处理机。这一代机器的典型代表有作为第一台计算机的 ENIAC,在差不多十年中受到好评的科学计算用的计算机 IBM704,第一台商用计算机 UNIVACI 等。第二代是指在 1957 年到 1964 年七年间主要安装的计算机。它的基本电路采用晶体管结构,主存储器采用磁心存储器。输入输出的控制大大前进了一步。开始应用磁盘。软设备方面建立了一系列语言系统的编译程序,如 1956 年提出了 FOR TRAN 语言,1960 年提出了 ALGOL-60 语言,以后又提出了 COBOL, PL/I 等。而且还开始提出操作系统。这一代机器在各种事务的数据处理方面得到了广泛的使用,并用于过程控制。在这一时期制造了每秒百万次的机器 CDC6600。其他如 IBM7090, UNIVACLARC, ATLAS 都是属于这一代的机器。第三代机器主要安装在 65 年以后到七十年代初期。它的主存储器仍以磁心存储器为主,但基本电路已采用了组件工艺结构。机种多样化、系列化。外部设备种类增多,特别是终端设备和远程终端设备迅速发展,并与通信线路结合起来。在程序系统方面,操作系统进一步发展与普及,分时系统,多道程序系统都有所发展,并被广泛使用,随着终端设备的普遍被应用,发展了人——机对话式语言系统,典型代表是 APL。这一代计算机推销很广的有 IBM360 系列。特别应当指出的是:这一时期小型、超小型计算机急剧发展起来,如 PDP-8、NOVA 这一类计算机被广泛地使用着。

从七十年代开始,计算机开始转入第四代。目前被认为在器件方面作为第四代的标志是大规模集成电路。而这种器件首先用来制成主存储器,在 IBM370 系列中开始被使用。在系统设计上看,可能朝着两个极端发展:一个是规模越来越大,形成阵列式计算机,如 ILLIAC IV,但目前发展并不顺利;另一个是发展超小型计算机,由多机形成综合信息处理网络,在美国

和加拿大都拟订有这样的规划，目前正在进行研究。在程序系统方面，由于大规模集成电路的发展，和程序系统应用的普及，已有程序系统硬化的趋势，即将一些原来用程序系统实现的功能，改为用硬设备实现，而半导体固定存储器在这一过程中可能起很大作用。

作为电子工业的一个部门，计算技术的发展速度是很快的。而美国最有代表性。在 1960 年美国工业生产总产值为 2,267 亿美元，电子工业产值是 106.77 亿美元，占 4.7%。而计算机制造业的产值是 7.2 亿美元，仅占 0.3%。到了 1968 年，美国工业总产值是 3,737 亿美元，电子工业产值是 244.91 亿美元，占 6.4%，而计算机制造业的产值已达 72 亿美元，约占 2%。八年之间，美国工业总产值增长了 1.7 倍，其中电子工业增长了 2.3 倍，而计算机的产值却增长了 10 倍。

从计算机安装的台数来看，在 1950 年全世界仅有十几台计算机，到 1960 年就有了约五、六千台计算机，而到目前估计全世界已有约十五万台计算机了。仅仅二十二年就增加了一万倍。

为什么计算机生产发展得这么快呢？这从它的发展过程中可以看出一些眉目来。

在资本主义世界中，计算机有几次大发展。第一次是在 1961 年出现了 IBM1401 小型晶体管数据处理机以后，光是这一种型号的计算机就生产了五千多台，因此，美国计算机安装数到 62 年就跨过了万台大关。第二次是在 65~66 年间，IBM360 系列问世，三、四年内在资本主义国家就销了三万台，其中 IBM360/20 与 IBM360/30 两种小型机各销万台以上。第三次是 66~67 年间，各种超小型计算机出现，它们的销售量大为增加。由此可见，小型机在计算机发展中起了很大作用。

从各种规模计算机分布的情况也可以看出这一点。在 1969 年中，据统计：美国有 61,977 台计算机，其中大型机只有 1,442 台，即只占 2% 左右；而小型机是 32,942 台，占 53%，据 1971 年 9 月末的统计，日本共有计算机 11,237 台，大型机只有 378 台，占 3% 左右，而小型和超小型计算机则有 6,674 台，占 59%。在加拿大看到的情况也是如此。今年据估计，加拿大有计算机，五、六千台，而仅 PDP-8 一种型号就占了一千台左右。

小型机的发展是与计算机应用范围的扩大互相促进的。在 1960 年，据美国杂志统计，只有 300 多种应用，而到 1971 年统计，则已有 2,100 多种用途了。而这些用途之中，占主要地位的是工业控制，商业及经营管理方面的数据处理。在加拿大，据了解，计算机的应用是以政府部门占首位，商业数据处理占第二位，再次是工业控制及科学计算。实际上，大多数使用单位要求安装的是中、小型计算机。而大型机只适于安装在一些特殊使用部门和计算中心。因此，结构灵活，使用方便，价格低廉的小型机和超小型计算机自然会受到普遍的欢迎。

我国从 1957 年开展计算机这门专业的研究与发展以来，目前已建立了初步的基础，计算机在我国要不要大力发展，如何才能迅速发展完全取决于它如何才能更好地为社会主义建设服务。在开始发展计算技术时，计算机主要为国防尖端科学服务，重点是研制大型高速科学计算用计算机。到现在，我们已经开始形成计算机工业。有越来越多的部门要使用计算机。同时，计算机的推广使用，必将促进计算技术的发展。普及和提高是辩证的统一。一件工具首先要由很多人去使用，在使用中才能不断地改进和提高。当前计算机需要提高，但更需要普及，而普及就要求注意研制和生产中、小型和超小型计算机，因为大多数用户是需要这一类计算机的。应当强调指出，这并不是说把研制大型机放在次要的地位，而是说，应对小型机和超小型机的研制给以足够的重视。假如我们能集中一部分力量，研制出几种可靠的性能较

好的价格低廉的小型或微型计算机，进行批量生产，可能不仅对国民经济，就是对国防建设中广泛使用计算机，也会起很大的促进作用的。

二 系列化、系统化、积木化和标准化

姑且不算已被淘汰的机种，当前在使用的机种估计有四、五百种型号。当我们研究这些机器的整机设计时，就发现有走向系列化，系统化、积木化和标准化的趋势。

系列化

一些大的计算机制造厂商在设计中都力求它的各种产品形成大、中、小配套，可以互相配合使用的系列，在同一系列中各种型号的机器，指令系统基本一致，大型机可以执行中、小型机的程序，中、小型机在程序系统的控制下，也能执行一些大型机的程序，例如 IBM360 系列，包括小型机 20、30，中型机 44、50，大型机 65、75，超大型机 85、91、195 等一套机种，它们之间就有上述这种相容性。不仅如此，就是相近的系列也有继承性。如 IBM370 系列，除了采用新技术和新元件外，在结构上就是 IBM360 系列的发展改进。

整机设计形成系列的主要原因有如下几个方面：

1. 对于机器用户来讲，最头疼的事是编程序，一当程序编好，机器效率马上显现出来。但是，经过几年之后，事业有了发展，机器需要更新，如果机器没有系列化，全部程序要重新编制，当然会造成人力、物力的浪费。

2. 从设计角度来讲，因为目前计算机设计还没有形成较普遍性的理论、原则，全靠经验积累。而且整机结构日益复杂化，如果每个机器都从头设计，往往出现错误重复，周期长，浪费大。在已有的机器基础上改进，吸收成功的部分，去掉不合理的部分，或是补充，扩展某些部分，使之更加完善，是设计人员希望采取的方法。而这就自然形成了机器的系列化和继承性。如 IBM370 系列与 IBM360 系列比较，就做了如下几项改进：

(1) 浮点运算的精度提高了一倍。360 系列中、小型机字长 32 位，大型机能完成双倍长运算，即达到 64 位。而 370 系列可进行四倍长运算，则扩充到 128 位。

(2) 指令系统有了扩充，增加了 7 条新的浮点运算指令和六条其他指令。

(3) 用线路实现位组定址。因此在位组填不满一个字时，不必要求空位补 0 了。

(4) 安装了有很高分辨率的计时器，它可以精确地计算一个程序的时间，对多道程序有用。

(5) 吸收了 360/85 和 195 的成功经验，采用了超高速缓冲存储器，以提高运算速度。

(6) 在过去的选择通道和多重通道基础上改进，而增加了一种成组多重通道。选择通道适于控制高速外部设备，每次只有一个设备工作。多重通道适于控制低速外部设备，允许多种外部设备并行工作。而成组多重通道则能允许多种高速外部设备并行工作。

(7) 采用了如 3330 磁盘，2305 快速外存和 3211 打印机等新部件。

(8) 操作系统也作了改进。

3. 由于大、中、小型机配套，便于系统化。

4. 由于很多部件结构相似，便于部件生产标准化和整机结构积木化。

系统化

由于计算机已应用于生产过程控制、业务数据处理之中，所以它已不是孤立地单个地运行，而是和其他设备配合起来，组成一个完整的系统。不仅如此，而且常常是几台计算机组

合到一起，形成一个系统来使用。

在这次访加过程中，我们看到的系统，大体可分为三种类型：

1. 两个同样的计算机或大体相当的计算机组成一个系统。如不列颠——哥伦比亚大学采用两台 IBM360/67 组成双工系统；加拿大航空公司使用两台 UNIVAC1108 组成双工系统；加拿大全国铁道公司使用两台 IBM370/165 组成双工系统；贝尔电话公司用一台 IBM360/65 和一台 IBM370/155 组成系统。

2. 一个大型机附带一个或几个小型机组成一个系统，小型机做一些特殊的工作。如蒙特利尔大学用 CDC6600 和 CDC1700 组成一个系统，CDC1700 主要研究计算机作图；多伦多大学用 IBM360/44 和 PDP-8，PDP-11 组成一个系统，PDP-8，PDP-11 参加到“星环”中去，用于某些专门的研究，商用卫星地面站用 UNIVAC1108 和两台 HP-2116C 组成一个系统，HP-2116C 用于收集和初步加工卫星数据。

3. 一个中心机带有若干小机器作为它的终端。例如石油输送线路的中央控制站用 PDP-10 做中心机，而 44 个分站各有一台 PDP-8 做为终端机；计算服务公司以 IBM360/85 做为中心机，带有 11 台 IBM360/20 做为远程快速终端。

使用的系统化带来如下的好处：

1. 提高系统的可靠性。特别是双工系统，主要目的在于提高可靠性。使用两台机器同时工作可以互相检查，较易发现故障。当一台检修时，另一台还可以工作，不致使系统停顿下来。

2. 充分使用机器。完成一个大的题目的运算，其过程也可分为若干阶段，有些工作需要性能强速度快的机器处理，而有些工作则用一些小型机完成更适合。因此完全使用一台计算机是不合理的。而使用几种不同型号的机器配合起来，各有专责，则更能充分发挥它们的作用。

3. 在一定程度上提高运算速度。当一台机器运算速度不够快时，使用多机并行处理，当然会提高一些速度。但这种提高是有条件的，也是有限制的。并不能认为两台机器提高速度一倍，十台机器提高速度九倍。事实上，多机并行处理不仅结构复杂，而且只适用于解算一类题目。题目不适应时，速度会大幅度下降。在国外议论纷纷的 ILLIAC IV 目前看来不算是成功的经验，但是阵列计算毕竟还是系统设计人员要研究解决的问题。

系统化的进一步发展就要求建立计算机综合处理网络。这次赴加访问时，滑铁卢大学就介绍了他们想把安大略省十四所大学，十三个计算中心组成网络的计划。美国计算机专业的访华人员也谈到了他们组成计算机网络的设想。

积木化和标准化

在进行整机结构设计时，除运控部件独立设计外，存储器、外部设备都采用成品组装。存储器通常以 4096 字(或位组)为单位，可以根据需要，在一定限度内任意组装。外部设备，则更可以自由选型，安装，并可在使用过程中不断更新。

积木化结构有以下优点：

1. 便于单个部件规格标准化，性能稳定，实行批量生产，降低成本。
2. 简化设计工作，缩短设计、生产周期。
3. 结构灵活，使整机适应性强。同一机种可以根据使用要求，在一定范围内进行结构改装。

4. 便于扩充和发展。在使用过程中,可以通过更换一些部件来满足日益提高的要求。

整机系列化,使用系统化,结构积木化和部件标准化是互相联系的。而整机系列化是后三者的前提。我国在前几年曾有实现系列化的想法,现在看来有必要也有可能把这个问题提到日程上来了。

在这里,还想提一个问题。到目前为止,和一些国外同行交谈中,都感到计算机的系统设计仍处于经验积累阶段,还没有上升到理论。但是,目前从世界范围来讲,已经有了较为丰富的经验,是到了对其加以概括和总结的时候了。我国虽然计算机专业初具规模,但若能组织一些有经验的科技人员,对国内、外的经验进行认真的而不是马虎的,深入的而不是浮浅的,全面的而不是零碎的分析 and 研究,对于我国计算技术的发展少走弯路,并试图找出在一个时期内较普遍适用的计算机设计规律是会有好处的。

三 元 件 技 术

计算机采用的基本元件,逻辑元件和存储元件,常常是计算技术发展阶段的主要标志。

目前资本主义国家(以美国为代表)的计算机正处于由第三代向第四代过渡的阶段。经过一段摸索和反复,现在趋势已日近明朗,做为第四代的元件技术的标志,将是大规模集成电路。在器件上以金属氧化硅晶体管(MOS)电路和双极性电路为并行发展的两种技术途径。

据说,目前,美国主要计算机制造厂家,在研究新型逻辑电路时,是双极性和场效应晶体管并行发展。二者各有利弊,也各有技术问题。

双极性电路的研究方向是将外延层减薄,基极与射极二者的扩散均变浅,以提高开关速度。这种电路的优点是较快,每级约3毫微秒,可用于较大型高速的计算机内;需要的电压较低,线路用的面积可以较小。目前尚未解决的主要技术问题是:在工厂条件下大量生产时,出现射极与副集极被在基极区中的“细管”短路接通现象,尚不能控制避免。

场效应晶体管发展是趋向用“互补金属氧化硅晶体管”(C-MOS)线路,它的优点是功耗小,因而密度高。缺点是速度慢,每级约7至10毫微秒,将用于小型低速计算机中;需要的电压高。C-MOS还有一个缺点是不能将几个线路的集极输出直接连在一起构成“或非”门,而且负载能力小。

据说,他们想研制每块单片上有一千至二千个线路,一百至一百五十个接点的大规模集成逻辑电路。但目前在整机上安装的则还是中、小规模集成电路,如在IBM370系列中使用的逻辑电路是每个单片上有2—16个线路、16条引线、级延迟5毫微秒的组件线路。

在设计大规模集成逻辑电路时,遇到的一个问题是如何划分各个单片上的逻辑。因为运控结构非常复杂,单片上的逻辑型式太多,不适于成批生产;而太少时,又满足不了设计上的要求。遇到的另外一个问题是检查问题,单片逻辑结构复杂,生产后如何检查测试保证其各个部分都是正确的,就是一个难题了。

存储元件目前北美仍以磁心存储器做为主存储器,只有高速小存储器才使用半导体器件。但半导体存储器有代替磁心存储器的趋势。据报导IBM370/145就采用了这种存储器,而号称“全集成电路式计算机。”有人估计,在76年半导体存储器和磁心存储器可能平分秋色,而到八十年代就要以半导体存储器为主了。

在访加过程中看到的半导体存储器以MOS和双极性两种为主。MOS存储器每个单片容量为256~1024位,读出时间为150毫微秒到650毫微秒,价格是每位一分美金左右。据报

导双极性存储器容量小，每个单片容量为 64 位，访问时间快，7~10 毫微秒，价格是每位十分美金。据说，美国主要计算机制造厂在研制一种大容量场效应晶体管存储元件。一个单片上可以做 8000 多位，片的大小是 150×200 密耳² (1 密耳 = 0.001 吋)。每片上约有 40 条引线，其中十条连接电源，三十条用于入出信号。单片读出时间是 0.6~1 微秒，周期 1~2 微秒左右。

据说，美国制造计算机的主要厂家已停止对磁心，磁膜，磁线，超导等器件的研究。我们在加拿大，也没有见到磁膜、磁线等器件在整机上使用。但在实验室中，还有人研究大容量磁膜存储器。

我国计算技术目前正处于由第二代向第三代过渡，虽然目前还有困难，但仍应立足国内。应当看到，现在是过山岭，不但要咬咬牙闯过这一关，而且要往前看，往远看，积极开展大规模集成电路的研究，使我们力争在第四代计算机发展过程中赶上世界先进水平。

四 外部设备

外部设备的项目比较多，我国的现状又比较落后，似乎都应当发展。但是，根据访加的印象，有三个项目愿意在这里着重谈一下。

磁 盘

在国外计算机上大量使用磁盘，可以安装到几十台磁盘。大量的程序系统、资料数据都存放在磁盘上。这种大量使用的磁盘主要结构特点是：

1. 小面积、低速度、集合式磁盘，盘面直径为 36 厘米。转速是每分钟 2,400 到 3,600 转。
2. 磁盘表面是涂胶的，磁头是浮动的，磁头与盘面间隙为 1.3~1.8 微米或 3.2~4 微米。浮力约为 30 克至 300 克。
3. 每组磁盘有六到十一个，磁盘工作面有 10~20 面。
4. 磁头是可以移动的，用电路控制液体传动寻找磁道，平均访问时间是 50~70 毫秒。
5. 磁盘是可以更换的。
6. 每组磁盘容量是 $10^8 \sim 10^9$ 位 (即亿位到十亿位)。每个盘面存储的信息量大约为 700 万位到 6,000 万位，存储信息的密度在每个磁道上每个厘米 430~860 位最高可达 1,730 位；每个厘米有 40 到 80 个磁道。
7. 传送速度在每秒 50 万位到 1,000 万位范围之内，通常是每秒传送 250 万位。

每个用户都可以租用一个或几个磁盘组。算题时，将磁盘组装上使用，下机后，将磁盘送入磁盘库存放。这种使用方式，磁盘就代替了磁带。它的速度又比磁带快，因而成了主要的外存手段。

固定式磁盘速度快一些。特别是每道一头的磁盘，去掉了访问时间，速度更高。但是它的容量有限，结构复杂，据说成本比鼓还贵，又不如鼓好用。因此，在我们见到的机器上极少安装，远不如磁鼓使用的广泛。

据说，美国主要计算机制造厂家研制磁盘的方向是盘径更大，直径达到约 72 厘米；转速更快，达到每分钟 6,000 转，读写头的缝隙更小；头与盘面的浮动高度更小，盘面的记录密度更高等。希望每个盘面能存信息 8,000 万位左右。磁头的移动不用液压传动，而是用电感应线圈来推动。并且在磁道定位的结构上也做了改进以缩短访问时间。

在加拿大这一届计算机展览会上，展出了 NOVA 磁盘。它的磁头浮力是 2 磅（约合 900 克），因而工作稳定可靠。此外，在结构上也有一些改进。

终端设备

最简单的终端设备只是一台打字机加上通讯传输设备。较复杂的终端设备，则还要配上文字或图形显示器，光笔以及其他专用设备，甚至可以用小型计算机做为快速终端装置。但通常由文字显示，打字机和通讯设备构成的终端就很适用。

它的作用是使算题人员可以不必到机房去，而在远离机器的办公室中使用计算机。当然要实现这一点还要求被使用的计算机安装有分时系统和有相应的程序系统。在访加过程中，听到的反映是，由于机器安装了终端设备，使一大批过去没有使用过计算机的人现在开始喜欢使用计算机。因为它给用户带来了极大方便，而这就使一些大型机充分发挥它的作用。

加拿大贝尔电话公司有些终端安装在 500 哩以外，每天计算的 1,500 个题目中，大约 85% 从远程终端来到计算中心处理，只有夜里才轮到本地用户使用。加拿大国立研究委员会的计算中心，目前有三分之一的用户使用终端，而且正在急剧增加。温哥华的不列颠-哥伦比亚大学计算机系主任，在他的办公室里装有终端设备，他就利用它将自己编写的一本书的内容送入计算机，由计算机协助编辑。

绘图仪

绘图仪是使用计算机进行设计的主要工具。绘图仪按其工作原理分为连续式和数字式两种。

连续式的绘图仪，画笔可以在纸面上作出连续曲线。我们在访加过程中看到两类。一种是画笔在 X 轴和 Y 轴上均可移动。纸张则固定在平面上不动。另一种是画笔沿着 Y 轴移动，而纸张沿着 X 轴移动。作图纸张均为整开的，一支笔工作，但可有四种颜色。精度达到千分之一。当然也有小型的多笔（例如六支笔）绘图仪，能记录简单的曲线。

数字式的绘图仪，工作原理较多。主要特征是由色点组成画面。见到一种静电式录象仪，可以形成 $1,400 \times 1,024$ 点的图象。

以上三种外部设备：磁盘，终端设备和绘图仪，在我国正在研制或已有生产，但在技术上、质量上都还存在一些问题，希望有关单位能狠抓一下突破难关，取得成果。使计算机用户得到新的装备，对扩大计算机应用范围当会起推动作用。

五 应 用

如前所述，据美刊统计，目前已有 2,100 多种项目要使用计算机。各主要资本主义国家使用计算机均极为广泛。

美国的军事部门和国防尖端，使用计算机的台数虽然不多，但集中了大量高性能大型计算机。大量的计算机用于导弹核武器和宇宙飞行器的研究设计、试验分析，跟踪观察、用于军事指挥及控制体系、防空系统、防潜系统、通讯系统、情报、测绘、军事科学研究、军事工程建筑以及飞机、兵舰、潜艇等方面。美国一些性能最强的计算机主要用在原子能委员会和国家宇航局。

美国工业部门：航空、化学、石油、汽车制造、冶金、电子、计算机制造、电力等工业应用计算机数量相当大。工业部门安装的计算机首先是用于技术设计，包括研究、设计、模拟、制图、实验数据分析、技术资料检索等；同时，也广泛用于生产管理与经营业务，包括

工程计划管理、质量管理、设备管理、器材与库存管理、采购销售、发放工资以至人事管理等。从工业部门来说，航空工业利用电子计算机最早最广，其他一些重要工业部门，如钢铁工业、石油、化学工业、电力工业等都在极力发展计算机控制。生产过程控制机主要用于这些工业部门，也使用一些高性能大型机。

美国的金融、保险、证券及商业部门，使用计算机很普遍，安装数量很大，但绝大多数是中、小型计算机。计算机在这个领域主要是用来做股票交易、汇兑业务、存款放款、市场分析、销售统计、成本核算、库存管理、工资计算以及其他各种财务会计计算。

除此以外，高等学校、政府机关、计算中心、通信、出版、广播、电视单位都大量使用计算机，医疗部门也使用计算机进行数据处理，以及医学试验、诊断等。

在加拿大虽然其本国不生产计算机，但计算机应用非常广泛。仅以我们看到的为例，在铁路、航空、卫星、电力、石油、天然气、电话、图书检索、生产控制、金融交易等各方面都使用计算机。如加拿大航空公司建成一个系统，除为乘客预订机票外，还成为一个为乘客服务的自动问询处，把每个乘客的旅程有关资料记录保存三个月，以备乘客查询。它每年要为 750 万乘客服务。石油方面，控制着三条，不仅穿过加拿大全境，而且经过美国北部地区的输油干线，收集四十四四个分站的信息，控制着三十个出油口的生产过程。铁路方面，控制着东西横贯加拿大全境的铁道车辆调度。据介绍，保险业务十年前就已使用计算机，银行也已有四分之一使用计算机，五年以后，估计所有银行都要使用计算机。医疗诊断方面也开始使用计算机，这次年会上，就谈到了在研究肺脏、心肌和精神病方面的成果。有人估计印刷出版事业十年内可以计算机化。工业的核心部门都已应用了计算机。一句话，计算机已渗入到加拿大国民经济各部门。

将计算机应用于工业设计部门，自然要求计算机做图。计算机作图大体有三种结构：第一种显示、键盘终端和绘图仪。利用显示、键盘输入并修改基本图形，然后用绘图仪画出定稿。这主要适用于工程技术作图。第二种只有显示键盘终端，对图形进行种种变换，如分解、重复、增删、立体化、旋转、变形等，适用于对图形的分析研究。第三种是显示加光笔。人通过光笔发出控制信号，而机器通过显示作出反应。这种结构适用于人借助图形来分析研究某些问题。利用计算机协助设计，节省人力，提高效率，减少错误，便于修改，因而缩短设计时间，加快研制速度，如美国波音公司于 1959 年研制的“波音-727”喷气客机比英国的同型客机“三叉戟”晚设计两年，但生产型都同于 1964 年初交付航线使用。据说波音公司用电子计算机帮助设计赢得了一年的时间。

必须指出，计算机应用到任何一个领域都产生一些新的问题。特别是在人们对它还不熟悉不习惯时，并不是马上就能发挥其作用。我国计算机不多，但使用还很不充分，这和很多人不会用、不敢用有关。因此，要推广计算机的使用，除开展一般宣传外，还必须开展应用研究。要培养一批既熟悉计算机，又熟悉各自专业的人员，专门研究在各个领域中如何使用计算机。

六 维护管理及可靠性

关于这方面的材料，在论文、报告中谈到的不多。这次在访加过程中做了一些实地调查，见到的情况如下：

在加拿大的机房条件要求是很严格的。在温度方面：IBM360/85 要求为华氏 $70^{\circ}\text{F} \pm 2^{\circ}\text{F}$

(计算服务公司)。UNIVAC1108 机房温度为 72°F, 最多不能超过 77°F (加拿大航空公司)。IBM370/155 和 IBM370/165 机房温度保持在 50°F~70°F (加拿大全国铁路公司)。IBM 360/67 的机械装置可以在 100°F~105°F 工作, 而主机只能在 65°F~80°F 工作, 不能高于 80°F (国立研究委员会)。小机器比较好些。PDP-11 据厂家说可以在华氏 110°F 以下工作。在湿度方面: IBM360/85 要求最严格, 保持 40%。空气要干燥后, 再冷却送入机房(计算服务公司)。IBM360/67 要保持 45% (国立研究委员会)。UNIVAC1108 保持 50% (加拿大航空公司)。IBM370/165 保持在 60~70% (多伦多大学)。此外, 在防尘、防火和采光上都有要求。而且机房管理制度很严格, 机房内人员很少, 严禁非工作人员入内。有各种标志的工作证, 规定各类人员的活动范围。尤其不允许外人随便接近主机及控制台。

在维护制度上, 大致有两类: 一类是一天 24 小时运行, 每天有一定时间维修; 另一类是每天运行一定时间, 其他时间关机。例如, 蒙特利尔大学 CDC6600 每天开机 24 小时, 有几小时维修; 而 CDC1700 从早九时开机至晚十一时关机。贝尔电话公司的机器每天维修 2 小时, 主要在夜间。计算服务公司规定每天早晨 5 时至 7 时, 维修两小时。贝尔-北方研究所的机器, 每两天维修一小时, 在早晨 6 时至 7 时。国立研究委员会规定每天维修一个半小时, 早晨 7 时半至 9 时。卡尔登大学的 Sigma 7 每天运转 20 小时, 每周工作六天; 每周维修 12 小时, 分散使用。

机器的可靠性, 平均稳定时间一般为 20 小时左右。比较具体的统计数字, 如:

贝尔电话公司 5 月 7 日至 5 月 14 日一个星期的统计:

	平均稳定时间	平均故障时间	最长稳定时间
IBM360/65	29.7 小时	0.4 小时	61.1 小时
IBM370/155	25.8 小时	0.2 小时	66.2 小时

阿尔伯达大学计算中心, 从 1972 年 1 月 2 日晨 8 时开始, 至 5 月 4 日午夜止的统计:

	平均稳定时间	平均故障时间
硬设备	26.21 小时	0.61 小时
程序系统	142.35 小时	0.23 小时

硬设备指 IBM360/67 和 IBM, CDC 公司的外部设备, 而程序系统指 MTS 和 OS 操作系统。

所有这些故障都是指引起停机的系统故障, 偶然性跳动不算。机器出厂和验收的标准也大体如此。

另外, 在一篇分析 B5500 机的可靠性的文章中, 也谈到了类似的情况; 象 B5500 这样的机器每天两个故障在中型机中并不奇怪。事实上, 在大系统中例如 IBM360/91 和 360/95, 完全允许每天四、五个故障。有报告说 CDO7600 的生产厂家力求将其故障数量减少到每月 50 个。另一方面, 分时系统似乎平均略低于每天一个故障。规定业务处理实时系统通常要运行一周不出故障。规定过程控制系统需要运行几个月没有故障。

这些材料, 一方面打破了我们对外国计算机可靠性的迷信, 另一方面, 也看到国外在维护管理上要求是很严格的。我们在工艺技术上还较差, 在维护管理上再不当, 不就是等于让一个身体弱的人在恶劣气候条件下工作吗!

七 生 产

在访加过程中参观了几个工厂, 现将看到的情况综合介绍一下:

微型元件生产

加拿大生产的厚膜、薄膜组件及大规模集成电路已在市场上出售。我们参观的微型元件工厂，其简单产品合格率达到60%，复杂产品合格率为30%。

在线路设计、工艺设计及生产过程中的某些环节已经采用计算机，逐步走向自动化半自动化。例如可以用计算机控制自动布线，不仅可绘制出布线图，而且可以控制刻刀刻出布线图案，供照相制板使用。产品检验也使用了计算机。

生产过程中对环境条件要求非常严格。工作间温度保持摄氏 $23^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，湿度为40%。有一个工作间要求特别清洁，专门向内送入净化空气，使屋内气压比屋外高，外面空气不能进入。为建立这个工作间投资50万加元。用电离法净化水，保证生产用水的电阻为1,800万欧姆。

插件生产

IBM公司加拿大分公司专门生产卡片穿孔机。它的插件生产线还不是自动化的。印制板是标准形式，打孔机可以一次将所有孔打完，废品率为3~4%。插头一侧是插针，另一侧是簧片。将插件板插入插头，用红外线一次焊牢。然后由人装好组件，在传送带上用波浪焊焊好。焊成后的插件，组件损坏率达到6%。

底板生产

底板生产以绕线为主，加拿大数字装备公司用计算机控制实现了生产半自动化。每台计算机控制30个工作台。计算机主要是以一个点为原点，定工作面的位置。指出线的两个端点的位置，并由步进机控制，液压传动，使需要接线的点移到一个固定的位置上，工人只要对准一个固定位置绕线就可以了。这样就在很大程度上减轻了劳动强度，也减少了错误。一块连线16,000根的大型底板，检查四遍，错线占0.5%。

底板查线也使用计算机，检查一块几百条走线的底板只要20秒钟，但错线需要人去校正。

配件生产

并不是所有产品生产都要自动化。生产零星配件的工厂就要求自动化程度不高，人工焊接和装配，比投入生产线去生产一、二个产品要合算得多。这种生产配件的工厂，通常只有十几个人工作。从国外情况看来，当前电子工业正在走向自动化。我国电子工业也正在朝这个方向发展。但当务之急似乎还是改进生产工艺，加强质量控制，提高产品合格率，生产出更多更好的电子元件。

八 几点建议

当然，在资本主义国家的计算技术的发展是离不开它的社会发展的总规律的。例如垄断性，仅只美国IBM公司一家就霸占了世界计算机市场的80%；研制，生产盲目性，受市场支配，一项新技术出现，许多公司竞相研究，致使工作重复，力量分散，浪费很大。例如美国进行激光研究的有400多家公司和组织，真正拥有足够的人力、物力，可以进行较大规模研究工作的只不过少数几家。此外，如美国和其他资本主义国家的控制与反控制的问题，美、日等国在国际市场上的竞争问题，探索性研究与短期获利的矛盾问题，等等，都严重阻碍了计算技术的发展。

在这个报告中，不过是选择了我们可以参考的几个方面予以介绍。概括前面所述，提出

以下几点建议：

1. 在大力发展大型高性能计算机的同时，要充分注意中、小型机的发展。集中较强的技术力量研制出几种可靠的，便于使用的，价格低廉的小型机，进行批量生产，以满足国民经济及国防建设中的需要。

2. 在研究试制工作中，充分注意到整机系列化，使用系统化，结构积木化，部件标准化的方向。

3. 组织一些有一定经验的技术人员，认真全面地总结国内、外计算机设计经验，以期建立计算机科学的基础理论。

4. 加速大规模集成电路的发展，争取在第四代赶上世界先进水平。

5. 加强对磁盘、终端设备、绘图仪的研制工作。

6. 加强应用研究，推广计算机在各个领域中的应用。

7. 对制成的机器加强维护管理，建立严格的科学的合理的管理制度。

8. 改进生产工艺，提高电子元件质量，并逐步实现电子设备生产的自动化。

在结束这个报告之前，想对程序系统讲几句。鉴于另有专门报告，在这里对程序系统只字未提。但是与硬设备比较起来，程序系统的发展在我国目前的情况下是更加迫切得多的。只要指出一点就行了：目前我国计算机的硬设备已进入了第三代，而程序系统与之比较起来还很不适应的。

最后，应当指出，在准备这个报告时，承蒙我所情报室的同志大力协助，提供了不少有价值的资料为报告所引用。报告人在此表示深切的谢意。

张 修

一九七二年十一月

二、国外大型电子计算机发展状况

国外大型电子计算机发展状况

一、发 展 概 况

电子计算机自一九四六年问世以来,经历了三个发展阶段,现正明显地向大规模集成电路化的第四代计算机过渡。概括起来,这四代计算机的特点大体是:第一代(自1946至1957年)主要采用电子管线路作基本逻辑电路,采用磁鼓作存储器;第二代(自1958至1964年)以采用晶体管电路为主要特征,内存储器主要是采用磁心,外存储器大量采用磁盘,输入输出方式有了发展,在程序系统方面完成了编译程序,机器语言品种增多;第三代(1965至1973年)是以采用集成电路或中规模集成电路为主要特征。一九七一年出现的IBM370系列计算机被称为第三代半,即向第四代过渡的计算机。大型机的主存储器仍然以磁心为主,半导体超高速缓冲存储器开始广泛应用,大容量磁盘存储器,尤其是可换式小磁盘存储器有了进一步发展。光符号读出机,图形显示机得到了实际应用。计算机形成系列化,机器的操作系统已普及化,计算机与通信线路正在密切结合;第四代(国外一些人认为预计从1973年开始)将以采用大规模集成电路为主要特征,程序系统的一些功能将以硬设备来实现,即发展程序系统和硬设备相结合的“固件”,会话式语言将会得到发展。计算机的发展阶段及特点参见表1。

近十年来,计算机数量增长十分迅速。美日等帝国主义国家出于疯狂侵略和攫取利润的目的,大力发展计算机。美国每年约增长30%,约三、四年翻一番,日本约二、三年增加一倍。到一九七〇年全世界电子计算机总数已超过十万台,至一九七一年下半年已达到十三、四万台,其中美国总共生产计算机九万余台,日本有11,237台,西德有9,186台,英国约有8,000多台,苏联约有7,000台,法国约有6,700台。

二、当前水平及动向

近几年,美、日、西德、英、法、苏等国相续研制出每秒百万次运算以上的大型电子计算机,例如美国的IBM360/91、95、85、195, IBM370/165, CDC6600, 7600, UNIVAC1110;日本的NEAC2200/700, DIPS-1;西德的TR440;英国的ICL1906A;法国的Iris80;苏联的БЭСМ-6等,其中大部分已有了批量生产。

目前美、日等国正在加紧研制性能更高的计算机,如Illiac-IV(伊利阿克IV)、CDC STAR-100(西地西 斯达-100)、ASC、STARAN(斯达朗)以及“超高性能计算机”等。这几部机器和已运行的千万次计算机的主要特点是:中央处理机的工作周期约为40~50毫微秒,逻辑电路的级延迟为1.2~4毫微秒,超高速缓冲存储器的周期为40~100毫微秒,容量为2048~4096字,主存储器容量一般在百万字节左右,存取周期为600~800毫微秒,磁盘外存的容量约为几亿字节,输入输出设备品种较多,机器结构多数是多机系统或至少是单机多部件系统。它们均采用了先行控制、缓冲存储、交叉存取、流水线操作、多道程序、多重处理等技术,研制周期一般为5~7年。

(一)美 国

美帝为了实现霸占全球的狂妄野心，疯狂扩军备战，大肆资助计算机厂家，高价订购高性能计算机，从而刺激了大型高速计算机的研制和生产。

1. 已运行的大型计算机

美国目前使用的最高水平的机器有 CDC7600, IBM360/91、95、85、195, 以及 IBM370/165 等，其平均速度为每秒几百万次到千万次。

(1) CDC7600 计算机

该机是由美国控制数据公司(简称 CDC)于 1968 年 12 月制成的大型晶体管计算机，研制周期为五年，现生产了五台。美国原子能委员会劳伦兹放射线实验室安装了两台。该机是 1964 年制成的 CDC6600 机的进一步发展，亦是一部多外围机系统。它由一台中央处理机和多达 15 台外围处理机组成(机器结构如图 1 所示)，其性能比 CDC6600 提高了四至八倍，适于处理输入输出数据量很大且要求快速运算的科学计算题目。机器的基本工作周期为 27.5 毫微秒，定点加法速度为每秒 1800 万次，平均速度为每秒 1000 万次。为提高操作速度，该机采用了二级磁心存储系统，快速存储器的容量为六万五千字，周期为 275 毫微秒。分十路交叉存取时，可与机器周期相适应；大容量存储器的容量为 50 万字，周期为 1.76 微秒，分八路交叉存取。运算器中九个独立的功能部件可同时并行操作。

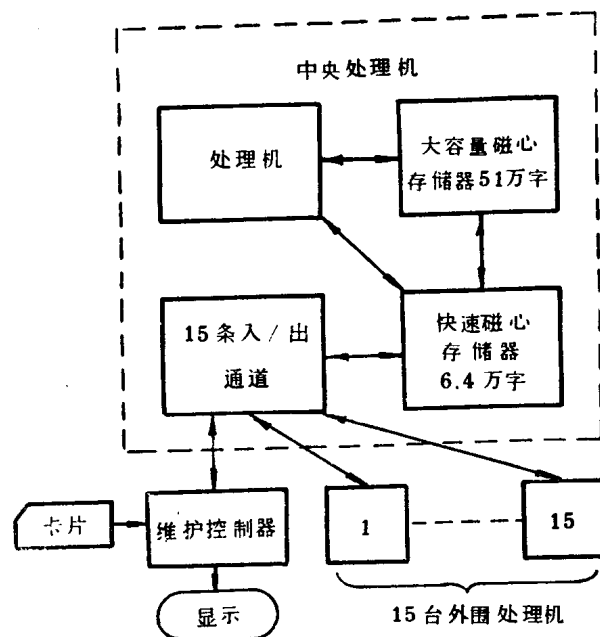


图 1 CDC7600 计算机框图

此机中有一台外围处理机专门作维护用，因而在机器运行时能监视机器的某些部分并在不中断处理的情况下，完成部分维护操作，必要时可进行脱机诊断。

该机成本约为九百万至一千五百万美元。

(2) IBM360/195 计算机

该机是由美国国际商业机器公司(简称 IBM)于一九七一年四月研制成的，第一台安装在