

小型和微型计算机 在情报处理工作中的应用

联合国教育、科学与文化组织
综合情报计划 and 世界科技情报系统

巴 黎
1981年11月

PGI-81/WS/28

巴黎, 1981年11月

小型和微型计算机 在情报处理工作中的应用

J. M. 格里菲思 编著

狄 駟 王素润 戚其秀 译
邱晓威 张伟良

芮国章 校

张凤楼 审定
张伟良

中国科学技术情报研究所

前 言

联合国教科文组织在1979—1980年度的工作计划中预见到本文能对小型计算机和微型计算机在情报处理方面现在和未来使用的可能性提供一个总的看法,并能帮助读者决定是否购买用于图书馆和情报中心的小型计算机设备及有关软件。本文是专为在情报领域中有一些计算机科学基本概念的政策制订者、计划者和情报专家写的,它对情报科学课程的教学和学习也很有帮助。我们希望本文能特别适合发展中国家的需要。

本文是由J. M. 格里菲思夫人按照合同为联合国教科文组织编写的,她现在是 King Research Inc. 公司(美国 马里兰州 罗克维尔)的高级研究人员,文中部份是基于联合国教科文组织在国家情报集中点和世界科技情报系统的国家委员会中进行的有关使用小型和微型计算机的调查。附录Ⅱ和Ⅲ给出的计算机制造商的名字是基于作者的经验,因而在本文的版本中必定是不完全的。此外,已意识到在教科文组织最初的研究中,新引证的各成员国应用计算机的例子不能认为真正代表了国际上在这一领域中的努力。这里谈的是作者本人的意见,不一定反映联合国教科文组织的意见。

这项工作符合联合国教科文组织的综合情报计划,以促进各成员国间就情报处理技术交流经验,并适当使用这种技术。非常欢迎读者在小型和微型计算机领域中提出建议、评论意见和提供进一步发展的资料,特别希望提供世界上可供使用的硬件和软件开发的其它例子,以便使本文的内容在将来不断更新和扩充。请把评论意见寄给: 7 Place de Fontenoy, 75700 Paris, 联合国教科文组织综合情报计划处。

题名为“利用卫星通讯传送情报”的论文与现在的工作一致,也可从上述地址得到。

编 者 的 话

本书是由美国King研究公司 (King Research Inc.) 高级研究人员 J. M. 格里菲思夫人按照合同为联合国教科文组织编写的。本书在调查研究的基础上进行了综合分析, 介绍了当前小型计算机和微型计算机在情报处理方面的应用情况, 并对其未来的发展提供了一个总的看法, 特别是针对发展中国家提出了情报处理自动化方法方面的建议。

目前, 建立我国计算机科技情报检索系统, 已列入国家重点计划。本书对制定“全国计算机科技情报检索系统”总体规划; 探讨我国计算机科技情报检索网络的模式; 更好地发挥小型计算机和微型计算机在科技情报处理工作中的作用有一定的参考价值。

本书可供情报领域中有一些计算机科学基本知识的决策者、计划者和情报专家, 以及从事计算机科技情报检索系统的研究设计人员参考。

在编辑过程中曾得到王锡文同志的大力帮助, 谨致谢意。

由于译、校者水平所限, 文中有错误不当之处恳请读者批评指正。

编 者

一九八三年六月

目 录

提要	(1)
第一章 引言	(4)
本文的宗旨	(4)
报告的编排	(4)
第二章 计算机技术对情报处理工作的影响	(5)
处理	(6)
存储	(8)
通信	(12)
总趋势	(14)
第三章 小型计算机和微型计算机	(15)
定义	(15)
1. 过程控制	(17)
2. 通信控制	(17)
3. 数据处理	(17)
小型计算机的特性	(18)
1. 输入方法	(19)
2. 输出类型	(20)
3. 文档结构和容量	(20)
4. 事务处理量和处理特性	(20)
5. 应用特性	(22)
6. 与其它系统的接口	(22)
7. 软件	(22)
第四章 小型和微型计算机在情报处理工作中的应用	(23)
图书馆和情报中心中的小型计算机	(24)
1. 可使用的商业性系统	(25)
2. 非商业性和半商业性系统	(26)
3. 个人情报处理用的小型计算机	(30)
图书馆和情报中心中的微型计算机	(31)
1. 可使用的商业性系统	(31)
2. 非商业性系统	(31)
第五章 发展趋势和未来的潜力	(36)
计算机硬件和信息系统的进一步发展	(36)
1. 处理	(36)
2. 存储器	(36)
3. 价格	(37)
通信	(38)

软件的发展趋势.....	(38)
图书馆的新型服务工作——以计算机为工具.....	(38)
其它情报服务工作.....	(38)
标准.....	(39)
新技术的发展对情报专业的影响.....	(39)
第六章 建议	(39)
国家和国际一级的活动.....	(39)
1. 深入调查.....	(39)
2. 培训.....	(40)
3. 标准.....	(40)
研究机构一级的建议.....	(40)
1. 存储.....	(40)
2. 分时.....	(41)
3. 工作环境.....	(41)
4. 与其它系统的接口.....	(41)
5. 扩展.....	(41)
6. 检修.....	(41)
7. 软件.....	(41)
8. 培训.....	(41)
引用的参考文献	(42)
附录 I. 术语表	(44)
附录 II. 小型计算机制造商	(46)
附录 III. 微型计算机系统	(60)

提 要

本文宗旨

本文的宗旨是评价小型计算机和微型计算机在情报处理过程中的应用,特别是针对发展中国家提出了情报处理过程自动化方法论方面的建议。在此有必要对小型或微型计算机与主计算机之间的界限作一点说明。就本文而言,小型计算机的定义是:具有各种用途的小型通用计算机。微型计算机是以微处理机作中央处理装置的小型计算机。“情报处理”这个词含义也很广,在本文中只限于用在图书馆、档案、情报和咨询服务部门中处理传统形式的记录情报及组织藏书。

在图书馆、档案和情报部门中,小型计算机和微型计算机目前使用情况的调查工作已进行了八个多月。调查工作清楚地表明,情报传递的多数准备过程,例如机读形式数据库的编制、出版排字等,在过程的某些阶段涉及到使用小型计算设备。因此,本调查不是全面的,本文所引用的例子是经过选择的,以突出小型计算机和微型计算机在情报处理方面有更专门的功能。

最近市场上个人用计算机的增加导致了这种机器在情报处理方面的许多专门应用。遗憾的是多数应用仍然没有用文献记载下来。

本文的宗旨之二是,收集已经完成和正在进行中的工作的详细情况,这对其他人可能是有用的,并可避免不必要的重复和促进标准化。

计算机技术对情报处理工作的影响

在本世纪六十年代初,为了编制文摘和索引杂志,首先将计算机应用于情报处理。一旦出现了机读形式,编制供检索用的题录情报文档是一种很自然的发展,开始为成批处理方式,最后为人机对话方式。从那时以来,大大提高了数据库的服务工作,成为今天我们所熟知的一些系统。

许多技术的进展,强化了这些系统的情报处理能力,最令人注目的是分时系统的发展。它能使许多用户同时利用一个资料库,而每个用户实际上察觉不到该系统的其他用户。

磁存储器体积的缩小和成本的降低,意味着在任一时刻用户可得到更多的信息。随着作为主存储器和辅助存储用的磁泡存储器和录象盘(Videodisk)的不断发展,这种趋势仍在继续。

远程通信技术的发展更便于系统之间的互连,以致数据库实际上无须建立在一个地方,而是可以围绕着整个网络来分布。这种发展已经促使并持续不断地使系统之间的接口努力标准化,虽然仍需在这方面进一步做工作。

电视文字广播(Teletext)和视频数据系统(Videotex)是出现于情报舞台上的新秀。虽然,电视文字广播和视频数据系统的终端严格说来一般不是计算机,在本文中讨论这些系统是因为它们与计算机通信网络在概念和技术上相似,以及在情报处理中它们有很大的潜在

重要性。电视文字广播是一种通过空中的连续传播的信息流，并用一台合适的家用电视接收机接收。视频数据系统是一种用键盘通过电话网络查找并在合适的电视接收机上显示的信息系统。这两种系统大大地扩大了人们从自己家里获得所需情报的范围。

这些技术发展对情报处理的一个重要影响是，注意力已经从获得情报的数量转到情报的质量。对我们来说，当很容易得到更多机读形式的情报时，我们所关心的是这些情报的准确性、时间性和完整性。

这些技术发展的第二个影响是，培训要求发生了变化。当愈来愈用计算机提供情报时，图书馆员和其他情报专业人员必须使自己精通最新技术。

小型和微型计算机在情报处理工作中的应用

计算机在情报处理工作中的传统应用已经使用大型主机来存储大量数据，例如大型数据库服务、联机图书馆编目等。为了有效地使用这些大型而昂贵的机器，许多小型图书馆已经以合作的方式组织在一起。

随着电路体积和存储器体积的缩小，相当一部分用大型计算机完成的工作可成功地转给远行费用低廉、无须严格控制环境条件的小型计算机。然而，将来很长一段时间，这些工作不一定能在微型计算机上进行。不过，可以用小型计算设备完成许多专门的情报处理工作，以前，这些工作是依靠购买明知不合算的价格昂贵的计算设备来完成的。这些工作可以分成如下四个主要方面：

1) 小型的内部数据库

微型计算机特别适用于存储需要经常更新的局部情报。这方面的例子有图书馆咨询台上的本地记事一览表、工作进度表的详细说明、小型图书馆的出借业务等。

2) 预处理机

尤其在远程通信费用高的时候，当地进行一部分预处理工作，能节约大系统查找的时间和费用。例如，在几个数据库上进行联机检索之前，可以用小型计算机存储以前的检索策略，向用户提醒特定系统的指令语言和句法，从预程序键自动执行所有存入程序等等。

3) 后处理机

与另一个系统联系之后，小型计算机可以选出适合要求的情报，能将其重新组织成所要求的本地格式，代之以本地的特征诸如代码或优先名称，清除重复的情报，并且通常是输出特定的一批用户所要求的情报。例如：医学情报系统能为医生和专家输出拉丁词汇“rubella”（麻疹），并为使用该系统的外行人员输出词汇“German measles”（麻疹）。

4) 教育和培训

使用小型计算设备的最大潜力之一是在图书馆和情报专业人员的教育和培训方面。研制用于这种目的的由上述有关人员自己掌握进度的计算机辅助教学（CAI）程序包的工作已有新的突破。通过模拟和各种型号计算机的培训，学员无须承担使用实际系统的费用就能熟悉他们自己的特定系统。一旦有了把握，就可将他们调到实际系统上去工作。

小型计算机和微型计算机

六十年代初采用的小型计算机，最初设计成具有最低限度的处理能力、存储和软件支援

程序的低成本数字计算机。然而，很快就认识到小型计算机有用于许多未涉及领域的潜力，并且它们可适用于各种需要。

基准集成电路制造技术的进步，直接影响小型计算机不断地降低成本和体积，并改进它们的计算能力和可靠性。在小型计算机范围的低档端，正受到微处理机的影响，它把整个中央处理装置安装在一个芯片上，因而可用来制造计算机。费用很低但功效相当高的微型计算机，正在寻求新的应用领域，而在这些领域中小型计算机被认为体积太庞大和费用太昂贵。

小型和微型计算机技术的两项重大发展促进了它们在情报处理中的使用。这就是字长的增加和采用高级程序设计语言。字长的增加意味着在任何一个时刻能有更多的数据围绕着系统运动，导致更迅速而有效的处理。当微型计算机首次在市场上出现时，它们必须用机器代码和汇编语言来编制程序。只是个别的微处理机系列才有指令系统。到七十年代中期，BASIC在微型计算机上已成为通用语言，至七十年代后期，也用FORTRAN、COBOL、PASCAL和PL/1语言。日臻完善的操作系统，使微型计算机的使用更加简便。

这些发展，在复杂性方面减少了对使用人员的培训要求，并使得软件更加简易。这种趋势在一些专用软件包上得到了反映。

将来的发展趋势

在不久的将来，为了增加小型和微型计算机的功能，提高可靠性和适应性，目前这种缩小体积和降低成本的发展趋势还将继续。同样，软件的发展将继续使系统操作简便。视频数据型系统（Viewdata-Type Systems）将会更加普遍，并将开始包括诸如相互参照一类的检索特点。

若采用声音识别、语音合成和触敏机，计算机的人机对话方式很可能会变得更加灵活。改进用户/系统之间接口的研究工作在继续进行。

总的说来，这种发展趋势将是，一方面互连的情报系统发生更大的变化，而另一方面，系统又变得更加“亲善用户”。可能会出现的一种潜在的担心是信息的超载问题，一个使我们回到“质量筛选”或“质量评价”的概念问题。

结论

在国家和研究机构（或组织）两个级别上提出建议。国家一级强调的领域是：

深入调查

培训

标准

在各个研究机构或组织一级，讨论了以下微型计算机的领域：

存储

分时

工作环境

与其它系统的接口

扩展

检修
软件
培训

看来,虽然使用技术先进的设备不一定能解决情报的编排和检索问题,但是,情报处理使用小型计算机的潜力是极大的。

第一章

引言

本文的宗旨

本文的宗旨是为小型计算机和微型计算机在情报处理方面的应用提供一个最新的评价,尤其是向发展中国家就自动化情报处理过程中使用小规模计算设备问题提出建议。

近年来,用户可使用的小型计算机的类型和数量迅速增加,使得选择更加困难。小型系统发展的总趋势是大幅度减少成本,缩小体积和降低对操作环境的要求。与此同时,增加了系统的可靠性,制造商改进了硬件和软件的支援。

传统上,大多数自动化情报处理工作都是用大型集中化的主计算机进行的。只是在最近几年,小型计算机,或者更确切地说是互连的小型计算机网络才作为变通的前提出现。现在,价廉的微型计算机给大多数能购买的小单位带来了自动化。本文的宗旨是使读者了解计算机工业目前的发展情况,以及情报处理过程很可能会从利用新技术而受益。

报告的编排

从1979年10月到1980年5月的8个多月时间里,对现有微型计算机在情报处理工作中的应用进行了调查。为了补充作者的调查,联合国教科文组织于1979年11月已向世界科技情报系统国家委员会和成员国国家情报集中点发了通告函,就这一方面的国家经验征文。在编写这份报告时,陆续收到一些资料,并且有几种新的微型计算机问世。新型机器市场有效性的变化是如此之快,以致在这份报告发表之前就注定要过时了。

报告的第二章讨论了计算机技术对情报处理工作的影响。追溯了计算机和情报系统之间的关系史,概述了从第一台计算机到当代计算机的计算机技术的变化。

第三章试图澄清一些术语并系统地阐述各种定义。根据设备的选择标准划分和讨论了小型计算机的基本组件。

第四章举出了一些在情报处理方面使用小型计算设备的例子。这一章集中讨论一些例外(常常没有文献记载)项目,因此主要涉及微型计算机。

第五章展望了情报系统和服务工作的目前发展趋势,并试图对在情报处理方面可能有重大影响的这些变化进行预测。考虑了这些变化对情报专业人员的教育所产生的影响。

第六章提出了若干关于深入调查、教育和培训要求以及系统和文献工作标准方面的建议。

本报告附有几个附录，给读者提供了详细的背景资料，它们涉及到所用术语，小型计算机制造商及微型计算机系统。

第二章

计算机技术对情报处理工作的影响

本世纪五十年代末，计算机首次应用于情报存储和检索系统，当时美国的军事技术情报局（现称国防文献中心）、国家军械实验室、国家航空与航天局（NASA）及国家医学图书馆（NLM）已建立了一批系统。在这些系统中，从文档规模和用户数量两方面看，国家医学图书馆建立的系统（医学文献分析与检索系统（MEDLARS））最大。MEDLARS于1964年投入使用，是不需保密和没有其它限制的第一个可供广泛使用的大型计算机化检索系统。

MEDLARS系统具有非常典型的六十年代使用的情报系统特点。该系统以脱机成批处理方式运行。这种成批处理技术需要把数据送到数据中心，在这里制成穿孔卡片，然后读入计算机。所用的程序通常存储在磁带上，需对它加以选择并由磁带输入计算机存储器。程序专用于数据检索，其结果可通过打印机输出，有时存储在第二套卡片上以便进一步处理。数据的用户可以到数据中心去收集这些结果。对于不太急需的情报要求，这种处理方式非常令人满意。

最初MEDLARS系统不是作为书目资料的回溯检索系统而是作为编制成册索引即《医学索引》的出版系统设计的。计算机用于以机读形式处理文献目录记录。还可用它检查错误，进行分类和制定格式，并直接和照象排版设备连接。要做到这一点，必须把索引记录转为机读形式并更新，比如说按月进行。一旦这样做并编制了索引，例如按月，则机读数据库就可供利用了。

可以用许多不同的方法使用这些数据库。首先，可以用它们进行回溯检索。这些检索是通过一个记录文献的本来去寻找特定专题上的项目。另一应用是定题服务（SDI），就是由卢恩（Luhn）于1958年提出的。在定题服务中，用户或用户小组的当前需求限定在“感兴趣的定题需要单”中，它是以机器可读形式存储的。数据库更新之后，要针对定题需要单核对新增补的文献。打印出命中记录并送给相应的用户，由于用户可定期得到自己领域中的文献，从而能使他们保持最新水平。

尽管计算机在情报处理工作中有很多优点，但脱机成批处理系统还是存在不少缺陷。最大的缺点是获取结果的时间长，如果第一次检索不成功，就必须加以修改并进行再处理。另外，还没有能浏览全文的设备。这是系统进一步发展的目标。

在五十年代初期，一部分人已经预见到，假如不用正规的成批操作就能处理简单的问题，那么计算机就会成为研究人员更有用的工具。在美国麻省理工学院（MIT）的实验室中安装了电传打字机终端，可以使研究人员用自己的电传打字机遥远地给计算机编程序。计算机依次处理每个程序，并将结果返回相应的用户电传打字机，以便打印输出。这一发展标

志着我们现在熟悉的联机系统的采用。

“联机”一词指的是检索者与他希望使用的系统直接联系。用户为系统提供输入，然后系统又把结果报给用户。因而用户可以根据报告作出决定，并提供进一步的输入。根据这个道理，也可以把系统称为“交互式的”或“对话式的”。分时技术的发展使这种系统变得可行。这就是说，计算机的处理时间是分别分配给几个完全独立的运算的。每个用户都不知道系统同时还有其它用户，因为在进入下一步之前，处理机依次对每个运算只花费几分之一秒的时间。

国家航空与航天局（NASA）的远程操作台（RECON）系统是第一个大型联机情报存储和检索系统。系统试验从1965年开始，但直到1969年才完全投入使用。此后，公用数据库的数目显著增加，据威廉斯（Williams¹）1979年估计，世界上有570个联机文献目录数据库。

这些工作都是在主计算机上进行的，现在在很大程度上仍然如此。然而，六十年代后期出现了小型计算机，它最初是作为一种成本低、处理能力和内存都很小的计算机发展起来的。主要用于控制处理。这一处理方式与成批及分时处理有很大不同。来自受控处理的数据可供计算机使用，通常要通过模拟/数字转换器，由计算机把它们转换成数字形式。计算机必须周期性地（至少每秒钟一次）对传感器装置进行取样，以扩展计算并执行适当的控制动作，例如减小电流、切断电源等。

不久人们发现，小型计算机在许多没有涉及的领域里具有潜在的用途，可以适应每一领域的要求。这导致了一批通用小型计算机和“非附随”软件的产生。早先，在出售专用的机器时，软件是作为总系统程序包的一部分提供的一即把所有的一起“塞进去”。

计算机技术的进展对情报处理产生了重大的影响，这些进展可分为以下三个方面。

- 1) 处理
 - 2) 存储
 - 3) 通信
- 处 理

1946年制成了第一台计算机ENIAC（电子数字积分器和计算机）。它由大约16,000个真空管组成，体积庞大，需要一间60英尺×25英尺的房间才能装下，重量达30多吨。这台计算机（和其它真空管计算机—以后通称为“第一代计算机”）耗电多，可靠性差，每过几小时便出一次故障，并且需要同这台计算机本身一样大而复杂的冷却装置。

二年后，第一个晶体管在美国贝尔电话实验室问世。尽管晶体管的功能与真空管相同，然而它耗电少，发热量小，可靠性高。它是“第二代计算机”的基本元件。数字型计算机为晶体管提供了广大的市场，其原因在于数字系统需要大量的有源电路。每台计算机由几千块印刷电路板组成。各种各样的电子元件（例如晶体管、电阻、电容等）都安装和连接在这些板上。然后把这些电路板插到机架上用导线连在一起，这样就组成了计算机。

早期，计算机的设计者和工程师没有认识到小型电子元件的作用。可是，各种各样的卫星和导弹计划需要在设备中安装复杂的电子系统，而对它们的体积、重量和耗电要求又有严格的限制，所以小型化的工作是由军事和航空与航天机构推动的。

小型化的最新解决办法是半导体集成电路。某些研究者认为，用来制成晶体管的锗和硅等半导体的特性还可以进一步开发。半导体的物理构成包括等效的电阻器和电容器，把它们和晶体管组合在同一材料上，这样就可以在一小片半导体材料上制出完整的电路。

集成电路是“第三代计算机”的基本元件。在七十年代初期，已可以在集成电路上制出大约1,000个元件。第一个微处理器是由Intel公司于1971年研制成功的，大约为四分之一平方英寸，带有2250个等效晶体管，1976年，大规模集成电路（LSI）制出的芯片带有30,000多个元件，到1980年，超大规模集成电路（VLSI）生产的芯片上有100多万个元件。图2-1表示每块芯片上元件数目随时间的增加。

硅片上的各个元件由光刻进行分界。片子上的最小元件尺寸目前是3—4微米（1微米=百万分之一米）。预期这个尺寸不久将会减小到不足1微米，到八十年代末它将减小到0.05到0.005微米之间。为了对这些尺寸有明确的概念，库比茨（Kubitz²）把它们和人的头发做了比较，人的头发的平均直径为80—100微米。图2-2表示元件尺寸随时间的减小趋势。

用微电子器件代替单个的分离元件不仅仅是因为它们便宜因而可以降低成本，还有其它一些原因。首先，原来需要的很多相互连接线现在可以包含在集成电路内，这可以节约劳力和材料。这种互连的可靠性大大高于焊点或连接器，可以减少维护。集成电路同分立元件相比，体积和功耗都要小的多。它可以节省支承结构，诸如机柜、机架、电源变压器和冷却风扇。在生产期间减少了中间测试，因为已能保证复杂的集成电路的正确功能。最后，终端用户所需要的设备占地面积少，消耗功率小，空调简单。

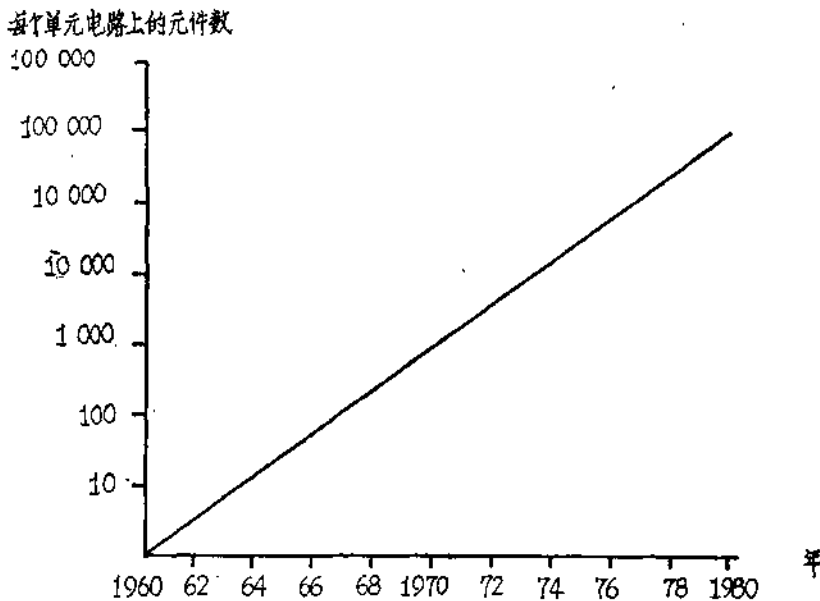


图2-1 每个集成电路芯片上元件数量的增加情况

半导体电子工业最显著的特点是，在给定电子功能的前提下，成本不断地快速下降，同时可靠性不断增加。图2-3和图2-4分别表明了这些趋势。这两个图表示的是四种不同技术各自的趋势：真空管、晶体管、小规模集成电路和大规模集成电路。图2-3表示每个元件的成本相对减少的情况。图2-4表示各种元件相对失效率下降的情况（与各种元件的可靠性成反比）。最典型的例子是袖珍计算器，近十年来，其成本下降到1%。降低成本的主要方法是发展更复杂的电路，这种电路降低了每个功能块的平均成本。每个电路获取更多功能的主要技术障碍是“产品产量”。更复杂的电路需要更大的设备，而且缺陷概率随着增加（这些缺陷出在半导体材料的晶体结构上，它能使电路出故障），以致提高了在生产期间受损器件占器件

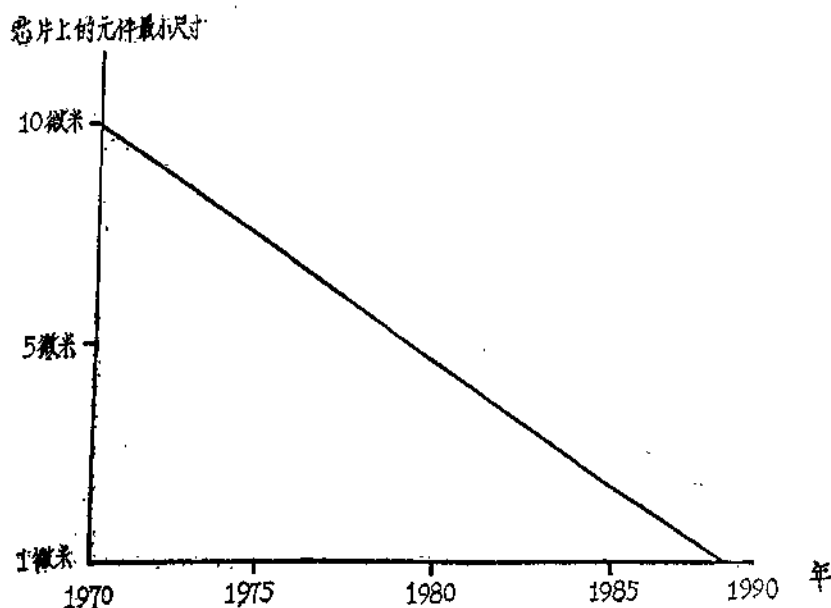


图2-2 元件尺寸随时间减小的情况

总数的百分比。

技术的发展集中在通过减小缺陷密度或元件尺寸来增加产品产量。要减小缺陷密度，必须特别注意控制和净化度。大多数制造操作要在无尘环境中进行。通过改进光刻工艺的清晰度，达到减小基本电路元件的尺寸。现在正在探讨光学限制问题，用电子束和X射线法可以进一步减小元件尺寸。

存 储

在整个微电子学范畴内，数字存储技术是发展最快的部分。在过去的十年中，运算速度和可靠性至少增加了一个数量级，同时，物理尺寸、功耗和存储的每比特的成本下降到千分之一。在碰到物理限制之前，可以预测今后十年的类似发展。图2-5表示对以后几代随机存取存储器来说计算机内存每比特的成本。

应用最广泛的数字存储器是读/写存储器。这些存储器的读写速率是相同的或相似的，存储器的重要特性是存储容量、每比特的成本和可靠性。其它还有运算速度（取数时间）、周期和数据传送速率。取数时间是指在任何存储单元上读或写所用的时间。有些存储器，例如随机存取存储器对任何存储单元的取数时间是相同的。串行存取和成组存取存储器的取数时间取决于所要求的存储单元。随机存取存储器能在很短时间内完成读或写的操作，这段时间称为周期。串行存取和成组存取存储器的取数时间是可变的，并且比较长，但其后的数据传送速率是个常数。数据传送速率是指信息传送到顺序存储位置或从此处传送出去的速率。

数字存储器可分为移动面器件和全电子器件。最通用的移动面器件在薄磁膜的固定区域中提供信息存储，磁膜涂在非磁基底上。即使断开外接电源，磁性材料必须也能保存记录信息。当基底的形式是用塑料制成的带或盘时是柔软性的，如用铝或类似材料制成的盘或鼓时是刚性的。磁膜和读/写磁头（一块小电磁铁）相对移动，把存储单元带到信息的读或写位

每个元件的相对成本

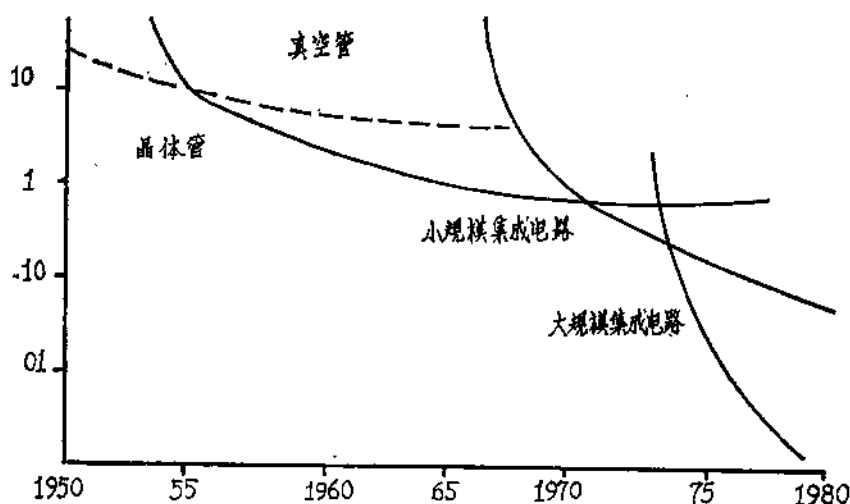


图2-3 每个元件随时间的成本下降情况

每种元件的相对故障率

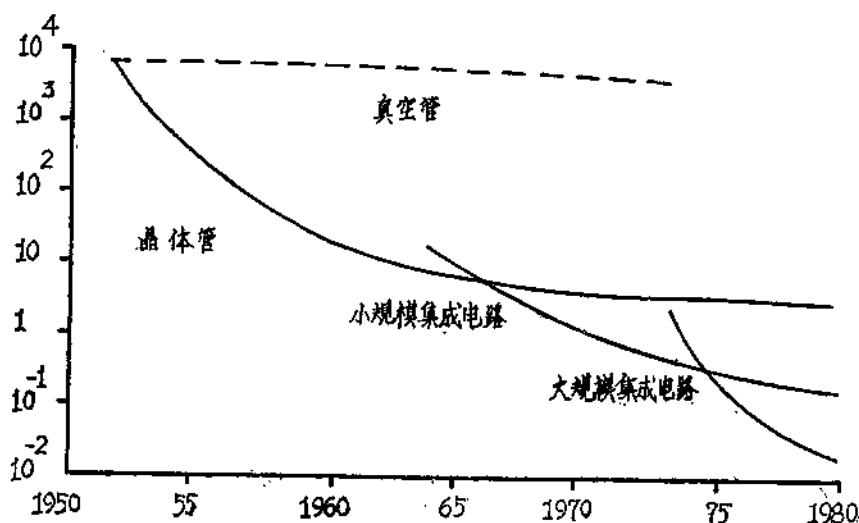


图2-4 同期各种元件随时间可靠性的增加

置中，把信息以极小的磁化点存入磁膜中。当磁膜在磁头下移动时，在读/写磁头上感应出微弱的电流，以此感知（读）存储的信息。

最简单的数字磁带存储器是由声频盒式磁带录音机改制的。当磁带与读/写磁头摩擦接触时，磁带的速度受磨损和发热的限制。更高级的数字磁带存储器，还有磁盘和磁鼓存储器，在磁面以上几微米装有读/写磁头。这使它有较高的存取速度，并能改进存储的可靠性。大磁盘存储器在一个或多个盘面上存储信息，磁盘安装在一根主轴上并由马达驱动。通过移动一个或多个读/写磁头径向地穿过一个或多个旋转的磁盘达到对存储单元进行存取。

当断开外部电源时，存储在磁体媒质上的信息通常依然存在。把这种存储称为非易失存

储。通常可以把磁带或磁盘从系统中拆下，用物理方式把信息从一个地方传送到另一个地方，通过交换磁盘和磁带卷盘，可以无限地存取信息。这种特性在电子存储器中是难以得到的。

如图2-6所示，在移动面式存储器中存储每比特信息的成本要比在电子存储器中存储的每比特信息的成本低1到4个数量级。移动面式存储器的每比特成本、数据传送率和可靠性还在不断改进。微电子制造技术有助于缩小读/写磁头的体积，在记录面上得出较高的位密度。微电子电路还用于在移动面存储器中实现纠错码，显著减少了完全存储和检索处理的出错率。

现代半导体技术能制成最新的电子存储器系统。在五十年代和六十年代，电子存储器是用金属线将直径为1毫米或更小的铁氧体材料制成的磁心（环）串起来排列而成的。总的说来，继铁氧体磁心存储器之后的半导体存储器能更快地存取数据，体积较小，在成本很低的前提下功耗更小。

应用最广泛的电子存储器是随机存取读/写存储器，它是在一块面积不到半平方厘米的大规模集成存储器芯片上制成的，能存储16,384(16K)比特。用许多存储二进制位的单元电路组成一个矩形矩阵。存取单比特单元是由一个表示为输入到“地址译码器”中的一个地址来提供的，“地址译码器”对每一次读或写操作选一系列或一行数据。只有在所选择的行和列交叉点上的存储单元才是单比特信息读或写的目标。这二种操作执行哪个，由控制信号决定。

简单的单晶体管存储单元广泛地用在最经济的随机存取读/写存储器装置中。信息作为电荷存储。这种电荷能随时间而逐渐漏掉。为了补偿这种漏电，存储的电荷需要再生（通常是每2毫秒）。除了慢速漏电外，每一读出操作都会引起更大的漏电（电荷减小到十分之一到二十分之一），因此在每一读出操作之后，必须使存储的信息再生，以便保持不变。

每个存储单元为单晶体管的半导体存储器芯片是多种设计中的一种。具有两个、三个或更多个晶体管的存储单元能提供更多的特性，但是有增加硅面积（增加产生缺陷的可能性）和成本的不良后果。用金属氧化物半导体（MOS）工艺制成的三个晶体管的存储单元

每比特成本(便士)

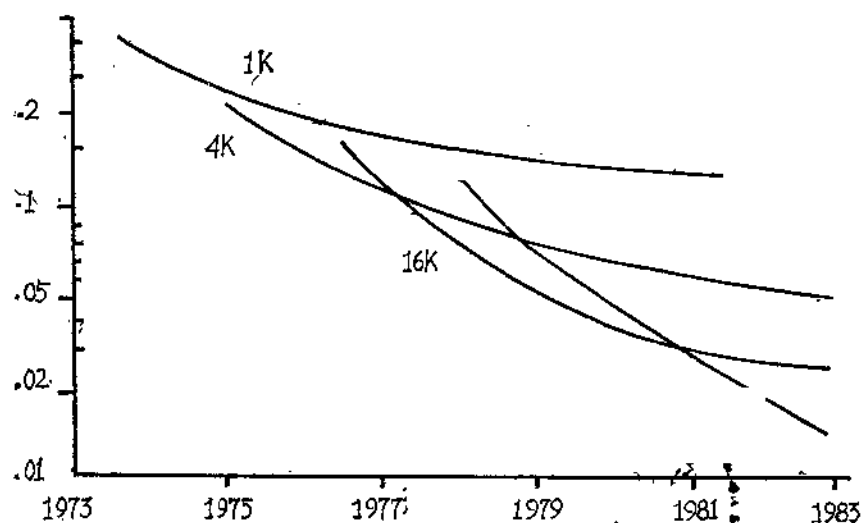


图2-5 以后几代随机存取存储器（RAM）的每比特成本

每比特价格(美分)

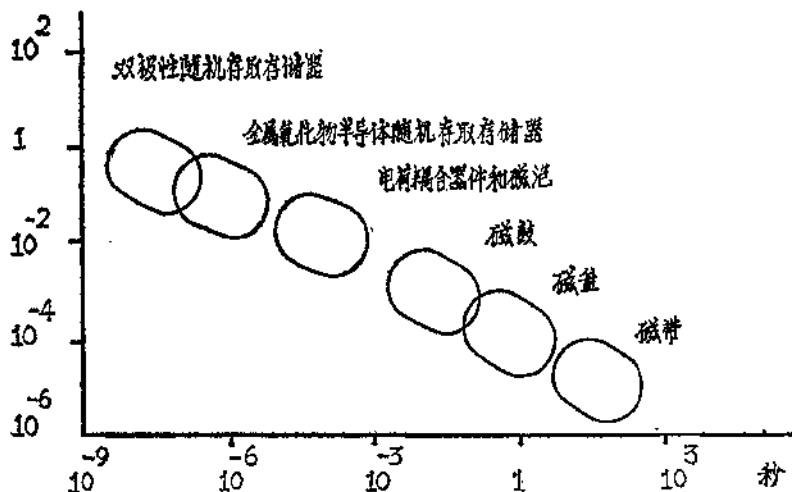


图2-6. 存储器成本与存取时间的关系

可以放大存储信号的电压，这使得“读”信号很容易检测。然而，仍然需要再生信号，以补偿漏电。

不需要再生操作的存储器称为静态存储器，这种存储器的功率损耗是微不足道的，只需要很少的支援电路（只要地址译码器，不需要更新电路），但它的成本却远高于易失存储器。这种技术被称为互补金属氧化物半导体（CMOS）。

具有最快运算速度的存储器一般都使用双极晶体管技术，而不用速度较慢的 MOS 或 CMOS 技术。要得到更高的速度，则制造工艺要更复杂，成本和功耗也要提高。近年来双极晶体管技术的新发展是与集成注入逻辑（I²L）相结合的，但目前与老式双极晶体管技术相比，还看不出它的优点。图2-6表示可选的存储器技术的价格/速度的比较情况。

对于MOS随机存取存储器来说，最显著的变化是每比特的成本。这些变化在图2-7中示出。成本显著下降的原因是半导体随机存取存储器单芯片容量的增加。容量的增加多数是通过提高芯片的密度取得的，而不是加大芯片的尺寸。图2-8表示芯片容量的增加趋势。

某些应用要求随机存取存储器包含永久存储或经常变换的信息。这样的存储可用只读存储器（ROMs）进行。当芯片制成时就把信息放到存储矩阵中。另一种方法是，可以在存储单元上安装小保险丝。用一系列很强的电信号熔断不需要的保险丝连接，因而存储信息的模式可以放入矩阵中。熔性连接存储器是一种可编程序的只读存储器（PROM）。

只读存储器的另一发展是可擦可编程序只读存储器（EPROM），当读出操作比写入操作频繁得多的时候，需要这种存储器。光学可擦只读存储器是用电子方式进行读和写的，但在进行写出操作前，要用紫外线辐射曝光的方法清除所有的存储单元，使之呈同一状态（这样可使半导体材料处于导通状态，以便清除电荷，因此可擦除以前存储的信息）。

另一可供选择的是可擦写的只读存储器（EAROM），它可以在不需擦除全部存储的情况下进行修改。然而，可改写的只读存储器还不具有成本低、写出速度快、能长期保留等特性，逐次擦除后的可靠性也不满足要求。因此，可改写的只读存储器还未被广泛采用。