

现代化信息丛书

美国的高技术时代

俞启宇 著

科学普及出版社

内 容 提 要

本书重点介绍了美国近年来信息技术、生物技术、材料技术等高技术的发展以及计算机在工业、商业和办公室领域内的应用情况；并介绍了高技术发展对美国工业、经济结构的影响及科研体制的变化趋向，对高技术发展状况下美国大学和工业企业、新兴工业和传统工业、自动化进展和结构失业等关系进行分析。本书在侧重介绍美国高技术发展的同时，还对美、日两国工业技术发展的状况进行了比较。

现代化信息丛书 美国的高技术时代

俞启宇 著

责任编辑：汤寿根

封面设计：洪 涛

*

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京密云县印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2 字数：40千字
1984年10月第1版 1984年10月第1次印刷
印数：1—50,000册 定价：0.30元
综一书号：17051·1040 本社书号1003

目 录

前 言 引 子

1	美国高技术的发展	(2)
1.1	计算机技术	(4)
1.2	计算机在工业上的应用	(6)
1.3	计算机在商业上的应用	(13)
1.4	计算机在办公室工作中的应用	(15)
1.5	生物技术产业的发展	(16)
1.6	材料技术	(21)
1.7	美、日新技术发展的比较	(24)
2	美国科研发展新趋向	(27)
2.1	大学与企业紧密携手合作	(27)
2.2	政府实验室面向工业以及工业进 行联合研究	(32)
2.3	新趋向的推动力	(33)
3	调整中的美国工业结构	(39)
3.1	“朝阳”工业	(39)
3.2	“夕阳”工业	(43)
4	高技术发展对美国社会经济结构的影响	(47)
4.1	高技术发展的社会经济背景	(47)
4.2	高技术发展带来的影响	(49)
4.3	新问题	(56)
5	结束语	(60)

引 子

在当前世界上正在发生的一场新技术革命中，美国的高技术工业的发展动向是引人瞩目的。

这场技术革命，追根溯源，发源于四十年代，特别是在五十年代中，开始出现了科学技术上的一些重大突破。七十年代是新技术加速发展的年代。在七十年代末和跨入八十年代之际，在美国，关于“信息革命”“生物革命”的谈论即已异常热烈。《第三次浪潮》一书由于触及新技术发展带来的一些变化的征兆，也受到社会上广泛的注意。“山雨欲来风满楼”，越来越多的迹象在告诉人们，工业技术的发展已面临一个新的飞跃。在美国，一个以“高技术”发展为主导的新的工业技术的发展阶段已经开始出现在人们眼前。

但事物是错综复杂的，美国的高技术时代的来临并非如美国的一些人所预言的那样，已把这个国家引向新的繁荣。美国在跨入高技术时代的同时，正面临着一系列难以解决的矛盾。从总的经济形势来说，高技术工业的发展并未能从根本上解决美国经济滞胀的难题。人们还可以看到，高技术工业的加速发展，一方面明显地影响着美国的工业和经济结构、科研体制、管理体制以至教育制度；另一方面，这些方面的变化又是在复杂的矛盾中发生的，而且引起了众多的争论。美国在发展高技术产业方面，还面临其他国家的激烈竞争。在高技术加速发展的时代，国际市场的争夺更加炽烈，后来居上的日本已成为美国“谈虎色变”的强大竞争对手。可以说，美国是在错综的矛盾的压力下步向高技术时代的。

1 美国高技术的发展

在美国，近年来得到飞速发展的新兴技术工业被称作高技术（HIGH TECHNOLOGY）工业。美国商业部副部长梅里菲尔法最近在谈到美国高技术工业的发展时，曾说：“现有的百分之九十的新技术知识都是在过去三十年内出现的。”他认为，由于这些新兴技术的出现而形成的新的技术领域，如电子、通讯、工程学、塑料、生物遗传、特种化工和制药等，已对现有经济产生了重大影响。他估计，在今后十到十五年内，新技术知识的总汇还可能翻一番。他把这种现象叫做“技术爆发”。

在美国，高技术的飞速发展，或“技术爆发”，有两个很明显的特点：一是门类广；二是更新快。

美国工程科学院的出版物《桥梁》开列了1945年以来出现的主要突破性的技术创新项目，从这些项目可以大致看出高技术发展的门类之广。

医药

抗生素
高血压特效药
抗溃疡药物
避孕药片
疫苗
DNA重组技术

通讯

光纤
卫星通讯系统
电视
立体声

交通运输

喷气飞机
空间飞行器
不含铅的汽油

化工

除草剂
合成纤维
塑料薄膜

电子装置

晶体管
集成电路
激光
太阳能电池
录象磁带和磁盘
磁带录音
微型芯片

工业生产技术

数控机床
工业机器人
粉末冶金技术

照相复制

静电复印机
一次成像的照相机

材料

塑料
合金、陶瓷
合成材料

家用器具

空调
电子洗衣机、洗碟机

计算机

大型计算机主机
小型计算机
微处理器
袖珍计算器
软件系统

应当指出，这些项目只是列举了一个大概，还是不完整的，如原子能技术的广泛应用、新的能源技术的开发、海洋资源的开发技术等都未列入。

高技术产品的更新之快也是前所未有的。如微型机在七年之前还几乎未有所闻，八位的微型机是在1977年进入市场的，1981年出现了十六位机，1983年又出现了三十二位机。美国一名管理学教授曾研究了电子产品的生命周期。他发现，过去电冰箱的市场经过三十年才达到饱和，而现在新出现的微波烤箱的市场只经过十年就达到饱和。1981年，美国一家咨询公司调查了七百家公司的产品开发状况。据这些公

司反映，七十年代后期，获自新产品的利润占五分之一强，而八十年代他们的利润的三分之一要靠新产品。这些公司从1976年到1981年开发的新产品，平均每家公司五项，而预计从1981年到1986年的五年内的新产品，将是前一个五年的两倍。大型计算机，IBM（国际商用机器公司）在从1964到1976这十二年内共推出了两种型号，而从1977到1984这八年内则推出了四种型号。HP（Hewlett Packard电子计算机公司），直到1972年才开始在市场上销售计算器，到1980年就达到了饱和，八年内共更新了二十三种型号。

美国的高技术工业，无论从行业或产品来源，都是门类既多、更新又快。在众多的高技术行业中，关键的技术领域还数信息技术、生物技术和材料技术。下面分别介绍一下这三大领域的发展状况。

1.1 计算机技术

在高技术的发展中，最引人注目的是信息技术的发展。

“信息革命”是新的技术革命的中心环节。在西方，有的学者认为，第一次产业革命开始的技术创新步伐的加快，一直是在生产上取代人类的体力；当前的计算机技术的革命也导致了同第一次产业革命一样的社会变革的势头，所不同的是，计算机收集和处理信息的能力的不断扩大，所延伸的是人类的智力。因此，有些人认为，最新的历史进程是从力的传送机器转向最先进的信息处理机器。

计算机革命包含两个方面：一方面是计算机技术的发展；另一方面是计算机应用的普及，即所谓“计算机化”。

在计算机技术的发展上，目前呈现出一种“两极分化”

的趋势，即一方面竞相抓大型计算机技术的发展，另一方面又抓微型机的发展。

自1945年第一台电子计算机在美国诞生以来，在前四代计算机技术的发展中，美国始终保持领先地位。但1981年10月日本宣布了研制第五代计算机的计划，一举震撼了美国科技界。美国正奋力争夺研制下一代计算机的主动权，以确保其领先地位。目前，美国第五代计算机的研制，主要集中在三个中心：国防先进技术研究署；新成立的由十二家电子企业集资组成的微电子和计算机技术研究中心；由洛斯·阿拉莫斯政府实验室和劳伦斯·利佛摩政府实验室，以及斯坦福国际研究所一起进行的联合研究。第五代计算机将打破前四代计算机所基本沿用的冯·纽曼机型的机理范畴，一变单系列的信息处理步骤为多步骤的平行式信息处理。这代计算机不仅将在速度上（每秒运算次数将是现有速度最快的计算机的一千倍）大大超过现有计算机，而且将有新的知识记忆存储方法、新的编制程序的语言（不以数字而以逻辑为基础）、新的处理非数字信号的硬件技术。美国加紧研制向人工智能发展的新一代计算机，首先是为了适应军事的需要。美国国防先进技术研究署负责新的“超级计算机”研制项目的科学家柯柏说：“将在九十年代投入使用的先进巡航导弹和海底无人操纵推进器所需具备的传感、判断、推理和导航装置，需要有类似人的智能。”这种新的“超级计算机”除可用于军事密码和先进武器系统的设计外，也将为工业提供更好的模拟方法，以用于各种工业设计、能源勘探，以至发现合金材料的早期裂缝的产生及扩展上，并将在理论物理和理论化学方面导致重大的发展，或许还会在将基础理论用于改进材料设计方面带来新的突破。

在研制第五代计算机的同时，目前美国从事民用生产的企业正在大力发展微型机，其中个人用计算机是当前的热门。个人用计算机是微型机的一种，与其他微型机的不同之处在于：其他微型机一般只用于单一用途，而个人用计算机则具有多种用途的性能。由于这种性能，个人用计算机可以用作个人的工作台，从而具备了向办公室和家庭用户大批销售的条件。由于美国从事信息工作的人占职工总数的三分之二，所以个人用计算机有广阔的市场。1981年个人用计算机及其附件的销售额达22亿美元，预计1985年将达六十亿美元。

人们预期，随着个人用计算机的普及，将使美国的信息系统分散化。为了加强分散的信息系统之间的联系，构成有效而可靠的社会信息网络，美国斯坦福国际研究所电信科学中心正为国防先进技术研究署研制一种新的电信技术，即分束无线网络。这一网络目前还只适用于数据信息的传递，正在进一步研制既适用于数据信息又适用于语音信息传递的方法。国防先进技术研究署正和电信科学中心合作，把能传递文字、图象、语音信息的电子邮递系统的一些基本要素结合起来，以形成社会信息网络。预计，微型机的进一步普及和信息系统的分散化，再加上新的电子邮递网络的形成，将在一个更高的水平上实现整个社会的信息化，这将是跨入“信息社会”的重要一步。

随着计算机技术的迅速发展，计算机在工业、商业、办公室等方面的应用也日益普及和深入。

1.2 计算机在工业上的应用

计算机在工业上的应用已从单一使用转向集成化。

一般容易产生误解的是，认为工业自动化主要体现在直接生产过程本身，完全自动化的象征是工业机器人一对一地全部取代工人。美国有的专家经过实际调查得出的结论是，直接制造或装配产品的自动化，在降低成本的效率方面只占10—25%的比重；而引进新的信息技术，以进行从产品设计、计划、管理直到生产过程的统一协调是自动化降低成本方面的主要途径。

以不同于系列生产的多品种生产为例，在多品种生产的工业部门，计算机一般应用于六个方面：设计、有关生产部件的信息的存储和调用、生产过程中人力和物力的管理和控制、材料的处理、机床的控制，以及机器人的控制。

目前，美国正在发展的“计算机集成生产”就是通过信息的存储、分发、处理和传递，把上述六个方面联结起来，以使效率提高几倍。

1.2.1 设计

在工业生产中直接使用计算机始于产品设计，这被称为“计算机辅助设计”（CAD）。计算机辅助设计始于六十年代中期，目前已日益普及。它打破了传统的设计图纸和模型的局限，不仅可在计算机屏幕上显示沿任何轴线转动的设计部件的几何图象，还可以通过近距离图象显示细节、远距离图象显示整体，并可显示各种剖面。如果部件在装配时要和其他部件对接，则可在屏幕上使部件移动，以示对接的合缝。此外，设计师只需在屏幕上显示几幅不同设计的图形，即可进行工程分析。工程分析还可采用有限元方法，将部件分解为许多部分，并从屏幕上从不同角度侧重显示各种反

应，如因受机械力而产生变形的图形，以示薄弱部位，或不同部位的其他性能，如导热或导电性能。因此，计算机辅助设计不仅省掉了绘制各种图样、制作模型的时间，而且更好地体现了设计意图。据估计，从设计部门本身说，计算机辅助设计平均可提高效率三倍以上。例如，通用汽车公司的汽车整体设计已从二十四个月降至十四个月；一家阀门工厂对阀门的设计，则从六个月降至一个月；由于计算机辅助设计的高效率，一家塑料工厂的塑料模具产量从每年三十具增至一百四十具。

同时，由于计算机辅助设计的数据可存储和随时调用，并给出几何图形，这就可以打破设计部门和生产部门的隔阂，使生产部门的制订生产计划的人员、为控制生产流程的计算机编制程序的人员以及直接操作人员，能够随时通过计算机终端掌握设计情况，从而既减少以至消灭通过图纸、文字传达而容易造成的失误，又大大节约了时间，使生产计划可以早期着手编制。福特公司已形成了一套以计算机辅助设计为主导的CAD（计算机辅助设计）、CAE（计算机辅助工程）、CAM（计算机辅助生产）三结合的制度。

1.2.2 有关生产部件的信息的存储和调用

计算机在工业生产部门的另一种用途是进行技术编类（GROUP TECHNOLOGY）。这是指将一家公司制造的全部部件的信息都贮入计算机，并根据部件的各种物理特征和加工特点进行分类。当组织新部件的生产时，计划人员可根据技术编类迅速地找出过去生产过的类似部件的有关设计材料，有的稍加修改即可投入生产。据有的工厂统计，新部件一般只有20%需要重新设计，40%可保持原设计，百分之四

十只需稍加修改。利用这种方法可以节约可观的设计力量。这种方法被称为“差异加工计划”。

1.2.3 生产过程中人力、物力的管理和控制

在工业生产部门，生产过程中人力、物力的分配是关系到劳动生产率和生产成本高低的关键，“生产人力、物力计划”就是根据最大限度的利润或生产率分配人力、物力的办法。实行这一办法，要求从产品的最后出厂日期倒过来推算出生产产品所需的劳动力、材料、机器，编制成日生产计划。为此，工厂必须具备以下几方面的准确无误的信息：

（1）组装成一个产品每一阶段所需的部件；（2）制造每个部件所需时间（不仅包括生产部件本身的时间，还包括准备或调整机器的时间、将部件从一道工序移动至下一道工序的时间、在每道工序前等待加工的时间）；（3）需提前多少时间从供应商那里买到需要外购的部件；（4）公司本身的库存。

由于上述计划涉及成百上千的机器、工人，多少万件产品、部件，无数的生产路线，因而需要应用排列组合理论和线性程序，更重要的是，要事先掌握准确无误的信息。不少工厂由于缺乏准确的数据而无法实施上述计划。

目前在美国已有约一万个生产场所采用一百多种“生产人力、物力计划”。这些生产场所生产的产品种类多、批量小，实施这一计划的效果非常明显。因为生产种类多、批量小的产品，如要保持庞大的库存，必然会严重降低利润。据统计，实施“生产人力、物力计划”，一般可减少库存三分之一，外购部件成本降低百分之六。更为重要的是，部件从一道工序转到下一道工序时，等待加工的时间一般大大超过

加工的时间，有时95%的时间用于等待，而实施“生产人力、物力计划”可以大大减少部件的等待加工时间，从而大大提高了生产率。

一般说，“生产人力、物力计划”适合于种类多、批量小的生产，如果产品生产属于重复性的，则采用日本丰田公司建立的“看板”作业更为有效。“看板”作业要求：当生产线的下一站需要某一部件时，前一站才制造这一部件。这就要求将从一个工作站到另一个工作站的指令联结成一条链条，直到生产线终端。“看板”作业要求部件的生产量和需要量严格一致，不允许任何浪费或报废，这就必须具备严格的质量控制。

在未来的计算机程序中，将有可能把适合于多品种生产的“生产人力、物力计划”和适合于重复性生产的“看板”作业结合起来。

1.2.4 材料的处理

生产车间的操作自动化当然是工业自动化的一个重要组成部分。在生产车间的操作自动化方面，计算机可用于控制贮存或分发、传送材料的机器（还用于机床的控制和机器人的控制）。自动贮存和分发系统可以将材料放置到100英尺高的货架上，也可以随时按号码或部位提取。自动制导车辆系统取代了传送带和手推车，在库房和车间之间运送材料。无人驾驶的穿梭运输车辆是由埋在地下的电缆输送的信号所制导的。

1.2.5 机床的控制

在加工机器方面，最早的数控机床是用穿孔卡片方式编制的程序控制的。每项指令都由穿孔卡片上的特定样式来代

表，并由安装在机器上的一台光学或机械识读器来识别。目前，穿孔卡片和识读器已被装在机床上小型数字计算机所取代。一台现代化的计算机数控机床，可装上一具能独立地同时沿几个轴线转动的切削机头，根据编好的程序，自动切削金属，其容差为万分之一英寸。每台机床由一台微型机控制，几台微型机由一台小型计算机（MINICOMPUTER）串联，几台小型计算机由一台大型计算机主机控制。一家公司所生产的每个部件的加工程序都编入一个中央数据库内。它们可以通过主机传送到整个网络的任何一台机床上去；而每台机床的状况、产量、成品的质量又可以通过附属控制器反馈到主机。这样一套计算机系统可联结一百台机床，被称为“直接数控机床”。在直接数控机床系统中，机床之间只有电子联系。如果数套直接数控机床系统进一步用一套材料处理系统联结起来，并通过主机用一种特定序列的程序操纵这一系统，则这一系统就成为“柔性加工系统”。用“柔性加工系统”生产某种部件，只需通过“技术编类”选定待加工的部件，即可进行机械加工。每当工件货盘到达指定位置时，工件即自动地从一台机床移到另一台，并按固定序列加工。整个系统只要每天开动和关闭一次，只需一人监视操作。使用这一系统进行生产，每班劳动时间内，每台机床实际进行切削的时间可达50%到90%；而单一的计算机数控机床，实际切削时间仅为百分之十到30%。然而，机床之间的集成度越高，越要求具备自动的产品监督方式。因为由一名工人操作一台机床时，如发现问题，可随时使机床停下来；而在高集成度的自动化生产过程中，由于机械故障或程序错误，可使成批产品报废。因此，必须在机床上安装各种传感装置以监

督生产过程，并用以检验和剔除不合格规格的产品。

1.2.6 机器人的控制

装配线是工业化生产的象征。目前，美国工厂的装配线既有自动化的机械装配，也有人工装配。大批量产品的生产可通过建立单一用途的装配机械予以自动化。但这种自动化装配机械的不足处是缺乏通用性，如用于自来水笔的装配机械不适用于圆珠笔的装配。现在，机器人（能传送材料并执行重复性任务的程序化机械）已开始被用于自动装配。用机器人进行装配的主要困难是不能处理不规则堆放的部件；如果部件在装配的各个阶段都按固定方向运行时，机器人就能发挥其效用。目前，在美国，工业机器人的主要用途是装卸机床或从事肮脏、对人体健康有害，以至单调无味的工作。美国现在使用的5,000至7,000台机器人，主要用于点焊、喷漆、机器装卸和某些装配工作。机器人和计算机数控机床都是程序化的，但机器人体积小、易于移动。

上述工业生产六大部类的集成，是依靠周密设计的一套信息网络实现的；六大部类相互之间的联系是通过中央处理系统进行的。但在每一部类中也有多种信息不必集中存储。目前，在制造业中，一如其他经济部门，新的趋势是把高效率的小型计算机、微型计算机分散到每个工人的所在岗位，使每个工人负责数据输入和处理、控制，然后用电话线或其他通讯网络把各个计算机相互串联起来，并同公司的中央数据存储和处理系统联系起来。信息系统的分散化使个别生产工厂的规模缩小，一般不超过500人；生产某些种类产品的工厂，甚至可小到5人。如日本三崎机械公司在佛罗伦斯建立的一家机器部件厂，头一班只有5名工人，第二班1名工

人，第三班 1 名工人。这类小型化工厂创造了更个人化的工作环境。每个工厂将集中力量于少数系列产品的生产。单个工厂将不会对整个公司的财政状况产生决定性影响。

由于计算机集成生产系统大大加快了信息反馈，因而工厂的生产计划可以根据条件的变化加以调整。产品的设计和生产也更具有机动性，同一台机器可根据一定的单位量生产一系列产品。设计、生产和管理的信息化，不但使成本迅速降低、生产率和质量大幅度提高，而且大大增加了对更多品种的选择能力。这就使产品和技术更新的周期比过去更短。

因此，在计算机集成生产的前提下，分散化、小型化、多样化已构成工业生产的新趋势，今后有可能逐步取代二十世纪初开始形成的现代化大批量生产的集中化、大型化、标准化的传统。这一切都是直接得益于信息及传输信息的技术的迅速发展。因此在西方国家，有人认为，“信息和传输信息的能力，就和银行里的钱或货架上的货物一样有价值”。

1.3 计算机在商业上的应用

在美国，商业的计算机化先于工业，这是由于商业体现着社会不同成员之间的相互经济交往，是最为信息密集的。例如，商业销售要求提供有关商品价格、用途的信息；货品付款要求在不同团体之间互通金融信息；商品的贮存和运输要求有详细记录，如时间表和期报。目前，美国商业拥有全国 35% 的雇员，商业活动日益频繁。以银行业为例，在过去 30 年内，雇员增长 3 倍，开出的支票增长 5 倍，由联邦储备系统的通讯网络处理的银行间的现金收支增长 30 倍，1980 年总额达 78 万 6 千亿美元。因此，银行业成为较早地大规模采

用计算机的行业之一。在过去10年里，美国批发业、零售业、航空业、运输业等都通过计算机化普遍提高了自动化程度，从而提高了劳动生产率，加快了商品周转、资金周转的速度，对市场的反应更为灵敏，也提高了商业经营的可靠性，增加了经济效益。

但商业的计算机化有一个重要的特点：商业活动为人们提供了社会的经济基础结构，以利于社会成员之间的经济往来；但反过来，商业也依赖于这一基础结构，其中包括商业活动赖以进行的一套常规。因而商业的计算机化，必然要建立在一些新形成的常规之上，要确立一些新的标准。

试以银行业为例。美国的银行业务中，支票的处理一贯是最为劳动密集的。现代化的支票处理方法是采用磁性墨水字体辨认技术。这一技术要求用含氧化铁的墨水将编码印在支票上，使之带有磁性，以便支票分类机和计算机输入装置辨认。但为了使各家银行都接受和采用这一新技术，形成一种标准化的常规，从而实现支票处理的计算机化，则从五十年代开始，先后用了15年时间。在此基础上，美国银行业在六十年代又推广了以计算机为基础的出纳设备；近年来则又采用了自动化出纳机。银行业计算机化发展的下一步骤，将通过家庭计算机终端进行支付。

零售业的计算机化也有赖于建立一些新的标准化常规。以食品零售为例，“普遍产品编码”已用于超级市场出售的大部分货品。这种编码方法要求把代表厂商和产品的数码，变为宽窄不一、相互间隔不同的竖条，印在货品的包装上。在超级市场的收款台上，通过光电激光扫描器，对货品编码进行识读，然后计算机终端即通过中央主机给出货品的单