
电子图书
信息技术的结晶
人类文明的载体
网络的基本资源

神 通 广 大 的 电 子 世 界

上卷　电子世界纵横

一、电子学的兴起和发展

魅力无穷的电子游戏机、神通广大的电子计算机、耸人听闻的电子战争……当今世界，电子学已被广泛应用，几乎无处不在。然而，在一百多年前，人们对它却还十分茫然。从 1883 年“ 爱迪生效应 ”的发现到今天大规模和超大规模集成电路、电子计算机的普及，只经历了一百余年的时间。其发展之迅猛、影响之巨大，是其它学科不能匹敌的。由此可见人类社会对它的热切渴望和发奋挖掘。电子学的发展史，是整个人类物质文明史上极其辉煌的篇章，凝聚着一代代科学家的杰出的智慧和探索自然、寻求真理的崇高精神。

回顾电子学发展历程中科学家们留下的闪光的足迹，我们将为他们的智慧所启迪，为他们的精神所激励。

1．电子的发现

自古以来，人类一直在探索着电的秘密。早在两千五百多年前，古希腊著名哲学家泰利斯就在人类历史上第一次记载了摩擦起电现象。但是，长期以来，电学在迷惘中徘徊，人们对电的认识一直是十分模糊的。直到上一世纪末和本世纪初，人们才真正了解电的本质，打开了电子世界的大门。

现在，大家都已经知道：电子，在作为构成一切实物的基本粒子群中，有它独特和重要的地位。电子，是宇宙间一切电磁现象的起源，也是光和热的起源。

然而，你可曾知道当初是如何发现电子的吗？

这还得追溯到上一个世纪。1883 年，美国当时最负盛名的发明家爱迪生在改进他的著名发明——白炽电灯泡过程中，发现了一个奇怪的现象，那就是当他将一根铜丝绝缘地封接在抽空的灯泡上，通电加热灯泡中的灯丝后，在铜丝与灯丝上分别加上正、负电压时，铜丝与灯丝之间竟出现了微弱的电流。

在此之前，人们知道电流只能在金属导体中流动，现在为什么电流通能空过真空区呢？这种奇怪的“ 漏电 ”现象是爱迪生没有意料到的，对此，他百思不得其解。但发明家所特有的仔细和敏锐驱使他把这一现象详细地记在笔记本上。他预感到这一现象将来会派上用场，因此，象他对待其它大大小小的发明或发现一样，爱迪生把这个新发现作为“ 电检测器 ”申请了专利权。

后来，科学家们发现爱迪生的这一发现是十分重要的，并称此现象为“ 爱迪生效应 ”。正是“ 爱迪生效应 ”使人们终于能把电子从固体的羁绊下解放出来，并为人们认识电子、利用电子创造了条件，直接导致十四年后电子的发现。爱迪生对电子学的发展作出了启蒙性贡献。

最早解释“ 爱迪生效应 ”的是卓越的英国物理学家汤姆逊，他证明受热灯丝释放出自由电子，这些自由电子飞越灯泡内已抽成真空的空间而到达铜丝，因而出现了电流。“ 爱迪生效应 ”是热电子发射的基础，正是这个效应引导佛莱明等人发明了导致电子学兴起的真空电子管，因此，近代控制论创始人美国科学家维纳曾把此效应的发现看成是爱迪生一生最伟大的成就。

促成发现电子的另一重要因素是对阴极射线的研究。当时，一些物理学家发现，阴极射线能穿透某些金属，并能在磁铁的作用下发生偏转。1897 年，

汤姆逊对阴极射线作了定性定量的研究，证实阴极射线是带负电的微粒流。汤姆逊称这种微粒流为“电子”。后来，苏格兰物理学家威尔逊使用了一种叫“威尔逊云室”的设备，成功地拍摄了个别电子通过一团云雾的轨迹。美国实验物理学家密立根精确地测定了电子的电荷和质量。威尔逊和密立根都因他们在证明电子的存在方面做出的杰出贡献而获得诺贝尔物理学奖。

电子的发现，揭示了电的本质，找到了电和磁的源由，导致了电子学的兴起。

2．从电子管到超大规模集成电路

发现电子以后，科学家们所面临的是如何才能使电子按照人们的意愿去从事各种各样的工作。为了控制电子的运动，必须创造出一种能驾驭电子的装置，人们称这种新装置为“电子器件”。各种电子设备千差万别的性能正是依赖于电子器件对电子的不同控制方式。电子器件是电子技术的基础。可以说，电子学和电子技术的发展史就是电子器件不断地演变和发展的历史。每当新一代电子器件问世时，电子学就必将步入一个新的境界。

（1）一切从电子管开始

实际上，爱迪生效应孕育了第一代电子器件——真空二极管。当金属丝对于灯丝来说是正的时候，可以利用它把高频交流电整流。

第一个利用爱迪生效应的是美国科学家佛莱明。他在 1904 年注意到了这一现象并发明了真空二极管，它有整流和检波作用。此后经过不断改进，终于替代了当年意大利发明家马可尼在接收机中所使用的既笨重又不可靠的金属粉末检波器，并在相当时间内（直到第二次世界大战时为止）取代了检波效率很低的原始的矿石检波器。以爱迪生效应为基础的佛莱明二极管的问世是当今电子学的起点。

1906 年，美国学者德·福雷斯特在灯丝和带正电的金属阳极之间引进了一个金属栅极，制得了三极管。他发现，栅极电压的微弱变化又会引起阳极电流很大的变化，但栅极本身几乎不吸收任何电流，故无需给它供电。这样就发明了既有检波作用又有放大作用的三极管。美国科学家汤姆逊的研究表明，栅极电压可以控制阳极电流，栅极电压的快速变化可以控制阳极电流并以同样的速度变化。这正是三极管工作的基本原理。1907 年 1 月，福雷斯特获取了发明三极管的专利权。真空三极管就这样正式问世了。

电子管的发明标志着人类控制电子、驯服电子和驾驭电子的开始，从此电子将按照人们的意愿为人类进行各种各样的出色劳动，各种用途的电子器件也陆续涌现，开创了一个新的电子世界，把人类从十九世纪的电气时代推入到了二十世纪的电子时代。

电子管的发明给刚刚兴起的无线电通信带来了光明的前景。应用电子管一方面可以产生强大的能传播至远方的无线电波；另一方面，即使在十分遥远的地方，到达那里的无线电波在接收天线中所激励的微弱电信号，经电子管也可以放大到足够的强度，因而大大地扩大了通信的距离。

福雷特斯发明了第一只具有放大信号的电子器件，为电子学的兴起和发展建立了不朽的功勋,但有趣的是他当年为了筹足 15 美元的真空三极管发明专利申请费，竟然化了整整三个星期。可见发明家的荣誉是饱含着种种艰辛的。

（2）晶体管后居上

从本世纪三十年代后半期开始，随着无线电通信频率的不断提高，电子管的体积也不断地缩小。电子管的小型化不仅提高了管子的频率性能，而且还降低了管子的成本和提高了管子工作的可靠性。然而，电子管小型化的潜力是很有限的，因为它含有许多零部件，而且还受到所要求的机械装配精度的限制。因此发展到四十年代末期出现的外形同人拇指般大小的电子管以后，再进一步小型化就显得十分困难了。

1947 年，贝尔研究所的一项发明成果，触发了一场电子器件的大革命，并由此导致了整个电子学的革命。

在这之前，人们只知道受压的半导体晶体可以产生微弱的电流，这就是电唱机里应用的压电效应，但是人们并不知道产生这一效应的原因。那一年，美国的三位物理学家——肖克莱、巴丁和布拉顿正在贝尔电话研究所工作，他们开始对半导体材料感兴趣了，并把重点放在对锗、硅体特性的研究上。他们在一小块这在材料上布置了三个触点，当在两个触点上通以一小电流时，第三个触点上就获得了一股要大得多的电流。进一步的试验使他们发现通过调节输入电流值可以改变第三极上大电流的值。三位物理学家发现了半导体晶体管对电信号的放大特性，这真是求之不得的奇迹。他们创造了第一只晶体管，从此第二代电子器件登上电子世界的历史舞台。

小小的晶体管，震动了整个电子学界，触发了一场声势浩荡的电子设备晶体管化的大革命。比起电子管来，晶体管的优点就很多了。普通电子管大约需要 2 瓦的功率，以使阴极保持一定的温度，同时还得设法排走这些热量，这是一个致命的缺点。而半导体管体积小、耗电少、寿命长。经过几年的发展，晶体管体积不断缩小，频率特性逐渐提高，制造成本大幅度下降，这就使它在开拓应用领域方面具有向电子管挑战的巨大优势。到五十年代末期，第一代电子器件——电子管在很多方面已让位于新兴的晶体管。

（3）席卷全球的“ 硅谷 ”热潮

正当晶体管方兴末艾，电子学又在酝酿一次新的革命。电子器件的进一步小型化发展向传统电子线路提出挑战。随着用硅晶体制造电容和电阻的方法出现，人们开始设想：既然电子线路总是由晶体管、电阻、电容和连接导线组成的，能否按照线路所预期功能的要求，从制造一开始就将这些晶体管和元件以及连接导线集成在一起，甚至集成在同一块晶片上呢？这就是后来被称为“ 集成电路 ”的设想。

使集成电路由人们脑海中美妙的设想变为现实的是平面硅晶体技术的出现。借助于这一新兴技术，可在单块硅晶体上制造出二极管、三极管、电阻和电容。这样，导致了第三代电子器件——集成电路在六十年代初问世，使电子器件和电子设备的小型化出现了一个大的突破。比起分立元件电路来，集成电路的优越性是无与伦比的。集成化电子设备体积更小、重量更轻、功耗更省，而且可靠性有显著提高，并由于能实现高效率的工业化生产，成本大大降低。因而，集成电路出现后很快就获得了急速发展。一方面向着更加小型化方向发展，另一方面向着集成度更调换方向发展。1967 年，第四代电子器件——大规模集成电路问世，在这种单块硅片上包含着一千个以上的晶体管和元件。1977 年，诞生了第五代电子器件——超大规模集成电路，在单片钮扣大小的硅片上包含了十万个以上的晶体管和元件。近年来，集成度还在不断地提高，正以惊人的速度向前发展着。1988 年研制出动态存储器，在

需要全本请访问 www.ertongbook.com

一平方厘米左右的硅片上集成的元件多达三千五百万只，这预示着甚大规模集成电路即将出现。

随着集成电路，特别是大规模集成电路的普及应用，电子学又掀起了一场集成化的大革命，现正以不可阻挡的势头推进着，席卷全球。这次新的大革命空前地扩大了电子学的应用领域，为了电子学的进一步发展开辟了道路。由于这场新的革命起源于小小硅片，而硅片的集中生产基地位于美国西海岸的一片谷地。谷地虽小，但因高水平的集成电路工业闻名遐迩，人们称这块谷地为“硅谷”。随着集成电路的普及使用获得日益显著的效益，人们对“硅谷”表现出了巨大的热情，一股在地球上兴建“硅谷”的热潮已经形成。可以说，当今世界，“硅谷”遍地。一个以集成电路为重点的微电子技术的产业已形成，并以十分惊人的速度向前发展。许多国家的政府都把以集成电路为主体的电子工业视为与石油、钢铁等具有同等重要性的国家命脉工业。

集成电路在短短的三十年间，经历了小规模，中规模、大规模、超大规模乃至甚大规模几个阶段。集成电路之所以能获得如此飞速的发展，在于不断地采用新工艺、新技术来完善和更新传统的工艺和设备。例如在集成电路的超精细加工中采用了尖端的电子束、离子束和激光束加工技术，在生产条件方面采用了超净房间、超纯气体及超纯试剂，而在整个生产过程中又采用了计算机辅助设计、计算机辅助工艺制造和计算机辅助测试。集成电路是高密度新技术产业。

在集成电路领域中，通用集成电路的水平反映了集成电路大规模的生产的技术和能力，而专用集成电路则体现了设计技术和能力。专用集成电路是按用户要求而生产的，具有成本低，针对性强、可靠性高等特点，近年来发展很快。

今天，集成电路已全面渗透到各个领域。从电子手表、袖珍计算器等日用品到人造卫星、宇宙飞船等高尖技术，都离不开集成电路。

从第一只电子管诞生到现在，电子器件已经历了“五代”的演变，每一次演变都带来了电子学和电子技术的一次飞跃，正是这一次次的飞跃才迎来了今天的电子新时代。但是，也许人们不曾料到的是：而今，科学家们又在试图运用集成电路的工艺，在硅片上刻蚀一种新型电子器件——真空微电子管。同老式真空管相比，虽说只有一个“微”字之差，但就其各自的功能来说，却有天壤之别。这种真空微电子管集成电路有许多优势，有着广阔的应用前景，将有可能取代目前的晶体管集成电路，成为下一代电子器件。电子管能否东山再起？让我们等着瞧吧！也许过不了几年，电子学的更大的飞跃就会到来。

3．时代的宠儿，智慧的结晶

提起计算工具，当然应以中国的算盘为始祖。其后，在十七世纪，美国数学家制成了计算尺，利用对数把乘除运算变成了加减运算，这是利用尺子不同部分的移动来完成运算程序的。后来，在十九世纪，法国科学家又设计了一种比较实用的手摇计算机，原理是利用齿轮转动这种机械方法进行数字计算。直到二十世纪中叶，电子学和现代技术结合，诞生了当代的宠儿——电子计算机。电子计算机是人类智慧的高度结晶，是现代科技发展的必然结

果。

（1）宠儿的问世

世界上第一台电子计算机埃尼阿克（ENIAC）诞生于 1946 年。这台电子计算机躯体庞大，约有九十立方米，重达三十吨，功耗一百四十千瓦，使用了一万八千只真空电子管。尽管埃尼阿克的功能不算强，但却能在一秒钟之内完成五千次加法运算，这在当时是件了不起的大事，使许多科学家为之倾倒。因为他们长期以来一直为浩繁的计算问题而苦恼。搞科学研究离不开种种计算，而当时最快的手摇计算机一秒钟也做不了几次加法运算。因此，埃尼阿克一诞生，就和这些科学家们结下了不解之缘。

埃尼阿克首先服务于美国陆军，当时，军事规模扩大了，新式武器不断出现，用常规的计算方法和操作手段已无法适应新武器的要求。埃尼阿克以它神奇般的速度计算出炮弹的飞行弹道以及击中目标的最佳发射角等等，清楚的显示出了电子计算机的重大作用。

埃尼阿克开创了科学史上的一代文明！今天世界上几十万台大大小小的电子计算机，都是这棵老根上长出的新芽！

围绕发明电子计算机的荣誉归谁所有曾引起过一场不小的争吵，最后还惊动了法院。事情的经过是这样的：

埃尼阿克问世时，大家公认发明电子计算机的光荣应归于埃尼阿克的研究者埃克特和莫奇勒两位专家，正是他们两人共同获得了发明计算机的专利权。美国的两家大型计算机公司——IBM 公司和斯巴利公司从他们俩手里买到专利权，并且大规模生产电子计算机而成为世界上最大的计算机厂商。以后，别的厂商要生产电子计算机，必须首先与这两家大厂商达成协议才行。这一点，似乎已经成为惯例。然而，唯有美国的汉威尼公司不理这一套，它自己决定了就大量生产计算机。这事引起了斯巴利公司的严重关注，于是向法院提出起诉，指控汉威尼公司违背了专利权。被告在自己辨解时说，他们之所以生产电子计算机是因为得到了计算机的真正发明者塔纳索的同意，即他们认为埃克特和莫奇勒的埃尼阿克的专利是非法的。于是，法院展开了大规模的调查。

调查表明，塔纳索二十七岁时成为数学博士，当上了一所大学的数学教授，他精心研究了数字的自动计算问题，最后在一家小吃餐桌上，构思成了他的计算机模型，1942 年，塔纳索的计算装置已基本完成，后来，由于应征入伍中断了对计算机的研究。

法院经过调查以后，在终审断决书上写道：“莫奇勒和姥克行没有发明过第一台电子计算机，而是利用了塔纳索的发明中的构思实质。1937—1942 年，美国爱俄华州埃姆斯学院物理数学教授塔纳索设计和建造了自动电子数字计算机模型，并进行了多方面的试用。1940 年 8 月，塔纳索拟文详尽阐述了机器的工作原理和部件特性说明。由于莫奇勒对此产生兴趣的应邀到学校参观机器，根据访问见闻及相互探讨，才导致了莫奇勒发明第一台电子计算机和对其专利权的拥有。”

法院的言词明确表明被告汉威尼公司的辨解是正确的，故以斯巴利公司败诉而告终。但是，从发明计算机的全过程来看，对比一下莫奇勒 1946 年的计算机和塔纳索 1942 年的计算机不难发现，前者并非首创，但也并非完全抄袭后者，而是对后者的继承和发展。这几乎和所有的发明创造经历是一样的，它们是许多人甚至几代人的努力互相渗透、共同发展的结果。

（2）计算机之父

事实上，电子数字计算机的出现还可以追溯到更远的年代。十九世纪初，有一位天才的美国人巴贝奇从当时刚刚实现了技术革命的纺织工业中获得了发明创造的灵感，他打算用编程序的方法来设计自动计算的机器。他认为，一台能独自解决复杂问题的计算机至少应包含五个独立的部分：

1）输入机构，向机器输入提出的问题和解决问题的办法；

2）存储器，保存输入的资料，以待机器需要时取出使用；

3）运算器，进行实际运算；

4）控制器，告诉机器何时和怎样使用新存储的内容；

5）输出装置，告诉主人答案。

巴贝奇的天才在于他的设想之中包含了当今计算机的几乎全部核心部件，可见，他当时的设想是相当全面的。可惜的是他生不逢时，当时英国的工业水平不可能制造出他所需的全部精密零件,他未能实现自己的理想。1871年，巴贝奇逝世时留下了一大堆计划和图纸，向后人提供了关于实用计算机的许多真知灼见。

巴贝奇作为计算机之父是当这无愧的。

（3）微型计算机的崛起

自从世界上第一台电子数字计算机问世以来，计算机发展十分迅速。随着电子器件的更新，计算机经历了一至四代的历程，现正向着第五代过渡。第一代电子计算机为电子管计算机，第二代为晶体管计算机，第三代为集成电路计算机。大规模集成电路和微处理器的出现，使计算机进入了第四代。计算机的发展方向是体积越来越小，耗电量越来越少，运算速度越来越快，功能越来越强。但是在微型计算机出现以前，计算机的使用主要集中在科学计算和数据处理方面，很难大量用于工业控制、经营管理，更难进入人们的日常生活。然而，自 1971 年微处理器问世以来，大大改变了计算机的应用局面。

微处理器是包括运算器、控制器和时钟信号发生器在内的一块大规模集成电路芯片，其功能很有限，一般只用于仪器、仪表中作为简单自动控制用。当配用了其他有关外围电路后，才具有较完整的计算机功能。

将三块大规模集成电路芯片——微处理器芯片、存储器芯片和输入／输出接口电路芯片连接成一体，便构成了一台微型计算机（或者将这三块已封装好的集成电路焊接到一块印刷线路板上，构成所谓单板微型计算机）。微型计算机一出现于市场，就因体积小、重量轻、价格便宜和使用方便灵活，大受用户欢迎。

随着大规模和超大规模集成电路集成度的不断提高，微型计算机位数不断扩展，由 4 位扩展到 8 位、16 位和 32 位；同时，单片微型计算机也崭露头角。单片微型计算机是将组成计算机的微处理器、存储器和输入／输出接口电路都集成在一块硅晶片上，这样，一块橡皮擦大小的集成电路就是一台具有完整功能的计算机了，其功能已远远超过几间房子大小的第一台电子计算机埃尼阿克。《西游记》中孙悟空能把两丈多长、一万三千多斤重的金箍棒变成一根锈花针大小的玩意儿塞在耳朵里，现在微电子技术变大为小的本领足可与孙悟空媲美了。

今天，电子计算机已不再是什么神秘之物，也不再是什么价值连城之宝，而是普通人们都能企及的工具。微型计算机的社会化正在迅速地改变着人们

的生产、工作和生活方式。微型计算机的崛起向人们显示了微电子技术的巨大作用和电子学发展的深远前景。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

二、神奇的电子计算机

电子计算机是二十世纪人类最卓越的科学技术成就之一。它可以计算，又可作逻辑判断，两者结合就可模仿人的大脑，所以又称电脑。今天，电子计算机已从早期单纯的快速运算工具，发展成既能高速运算又能高速处理数据和信息的自动化系统，从而广泛渗透到这个世界上的每一个角落。大到国民经济，小到衣食住行，都是它大显身手的场所。随着计算机科学的进一步发展，电子计算机将会对人类的进步作出更大的贡献。

1．电脑“音乐家”

电脑和音乐似乎有不解之缘。40 年代世界上第一台计算机问世。它给人们带来的信息首先是波动的音符。而今，国际上已流行一种用“MIDI”系统来创作音乐的方法，欲称电脑作曲。“MIDI”（音乐设备数字接口）能将各种电子音乐设备联成一个整体，构成一套音乐系统，既可用来演奏规模宏大的乐曲，也能用以编写交响乐作品。

那么，“MIDI”系统是如何来创作乐曲的呢？

首先，作曲家通过系统中的输出控制设备发出各种音乐信息，由音序器将这些音乐信息记录下来，供作曲家进行加工、编辑。然后，音序器把整理好的音乐信息传达给接收发音设备，最后通过周边外围设备将音乐作品表现出来。其中输出控制设备是音乐家勾勒描绘音乐、表情达意、陈述乐思的“发话”装置，可以发出音高、音强、音色、音态、演奏法等音乐信息，传送给音序器。这些音乐信息在音乐作品中体现为旋律、和声、复调、低音等不同声部，都分别记录在音序器的不同轨道上，供作曲家编辑、加工。音序器是一个中心指挥机构，它可以是一台通用的计算机配上音乐专用卡，也可以是专门的音乐编辑设计和音乐专用电脑，具有将复杂的音乐信息进行分类整理，修饰润色的功能，并且可以象司令部一样对它的外围设备发号施令，指挥它们有条不紊地相互配合，共同把一首结构庞大、内涵丰富的音乐作品有声有色的表演出来。

由此可见，“MIDI”系统具备记录音乐、编辑音乐和表演音乐的功能，它既是一套完善的音乐表演工具，又是一套方便的作曲辅助设备。音乐家无需借助乐队的演奏，通过它就能听到自己作品的全貌，而且省略了写总谱、抄分谱，指挥排练等过程。能快速为电影、电视剧、舞蹈、歌剧等进行配音。

此外，电脑作为“音乐大师”本身也已初露才华。

在一个装饰豪华的音乐厅内，乐曲声起。小提琴、大管、小号、竖琴、圆号、单簧管……百声交融，优美动听。但于演凑的乐曲，善于欣赏的音乐爱好者，个个闻之惊诧，这富有诗意的旋律无疑是与《莱茵河——E 大调第三交响曲》同出一辙，难道是德国著名浪漫主义作曲家舒曼“还魂”写下了“续篇”？

当年舒曼写完《莱茵河——E 大调第三交响曲》后，脑病发作，痛苦异常。第二年，神志恍惚的舒曼投入莱茵河以求解脱，幸由一名船夫救起，但自此抑郁消沉，最后潦倒死去，终年仅 46 岁。

显然，“续篇”不可能出自舒曼之笔。原来，这是人工智能——电子计算机的神奇之作。

计算机作曲，首先要使它有良好的音乐“素养”。为了使其成为一名音乐素养很高的“作曲家”，必须把大量乐曲输入计算机里存储起来。如美国贝尔电话实验室就曾大量收集了世界名曲乐段和乐句，编成二进制数码，存入计算机中，建立了世界上第一个音乐数据库。当然，只记住乐曲是不够的，还必须向计算机输入一些作曲技巧和手法，这相当于用计算机语言编写写作曲程序。计算机一旦掌握了作曲程序，就能根据人们输入的指令要求进行创作。它先从存储库中自动选择符合输入指令要求的著名乐段与乐句，并对其中的音乐要求，如旋律、节拍、节奏、速度、力度等进行分析，然后再按指令要求对音乐素材进行新的组合排列谱出新曲。例如，创作一首抒情的曲子，计算机就会根据抒情曲的要求，将曲子的速度放慢、力度减弱、旋律委婉、节奏和缓。与此同时，计算机能直接控制一种音响合成器，根据它谱写的乐曲来模拟各种乐器的音色进行演奏，于是，就出现了无人乐队演奏的音乐会。

计算机音乐也将步入我们的家庭，我们可以用小小的一片存储器芯片业代替唱片和磁带，存储更多的东曲，也可以使家庭与中央音乐数据库连结起来，随时可以听到自己想听的任何一首名曲。

2．从绘图到美术

图，作为交流信息、表达感情的无声语言，在我们的生活中无处不在：高楼大厦的建造、机器设备的试制要预先设计蓝图；印染花布、纺织地毯也要先有图案；在“猫和老鼠”之类动画片的摄制过程中更需要大量的图画。电脑绘图的出现可使人类摆脱手工绘图的传统方式，从大量重复繁锁的图形设计绘制中解放出来。由于电脑绘图可以一边输入命令，一边在屏幕上绘图，随错随改，因而已广泛应用于各行各业，如动画片的制作、办公室绘制图表、工业上绘制工艺和工程用图，地质勘探中绘制地层剖面图和等高线图，电子设计中绘制印刷图和集成电路掩模图，以及服装、建筑业等和的各种设计图。不仅如此，电脑绘图在防伪纸币的绘制上也曾大显身手。英国新型五英磅纸币除了必须画有伊丽莎白二世女王肖像，写有传统字样和批号外，整个票面上布满错综复杂、不规则的彩色花纹。这种有艺术价值与伪造者无法做到的超常复杂性相结合的图案，如果不知道程序，要画出它的详细图形是不可能的。

除了上面技术性工作的绘图，电脑也开始走进画室，成了特殊身份的‘画家”。

北京 IDG 爱奇高技术有限公司曾主办首届国外电脑科技美术图片展览会。会上展出了近千幅利用电脑技术与美术、摄影创作手法结合起来制作的彩色图片。其色彩效果和细腻程度令观众赞叹不已。

制作这些图片的前期工作是把图像信号输入电脑。一种方法是用彩色图像扫描仪把原有的摄影作品或图形输入电脑显示于屏幕上；另一咱方法是利用电脑键盘输入信号，在电脑屏幕上画图。上述两种方法并用，即可产生电脑图像与摄影作品合成的特殊效果。

图像显示在屏幕上以后，就可以对其进行进一步的编辑加工了。此时，可于各种色彩中选取所需的颜色，以数十种“笔形”勾勒图案。利用功能齐全的绘图软件和丰富的图形库所提供的多种手法对图形图像进行复制、搬移、倒像、旋转、放大、水平或垂直方面压缩、镶边、造水波纹、投影、着

色等处理，特别是推拉显示特技可以给人以图形跃出或进入画面的强烈感觉，这是绘画和摄影所无法比拟的。

在另一个计算机绘画艺术品展上，20 个国家约 500 名画家提供了憎爱分明品。这些画家有的运用三维立体化计算程序作画，从而创造出一些光学及美学方面效果极强的作品，非常富于真实感。另一些则将许多画面扫描后输入计算机，然后操纵计算机将一些在艺术上反差强烈的画面组合成一幅图画后完成作品，给人耳目一新的感觉。

与此同时，电脑还用于雕刻和雕塑上。

日本金花舍公司开发的用电脑控制的自动雕刻机，制作一尊雕像只需 50 分钟。

这台装置的操作程序大体是先对模型进行摄影，将聚光灯产生的光速通过狭缝对准拍摄对象，用上下左右配置的 12 台照相机同时拍摄，整个拍摄过程仅用 1／25 秒。

当拍摄对象在一瞬间的自然表情被记录下来后，被分解成 27 万个点进行分析并合成在计算机的三维坐标系上，将图像立体化为一个螺旋状，再作为数据输入进计算机中。计算机按照输入的数据操纵机床进行加工，三把铣刀按 1 毫米的间隔切削装在旋转台上的原料。最后，对经过铣刀切削的粗糙部分进行润色，并做细部的调整。

另一种计算机雕塑系统能在个人计算机屏幕上绘出任何小雕像后制得它的塑料雕塑。该系统工作原理也不复杂：由计算机控制的激光束在透明容器中“素描”雕像，容器中充满液状单聚体，单聚体在定波长的光束作用下会硬化，待“素描”硬结全即可从容器中取出小雕像。

当然，雕像是一种艺术作品，应当尽力把人们的容貌形象塑造得更完美。也就是说，除了精确地捕捉住被塑者的容貌特征、塑造出正确的雕像外（这一点电脑已完全做到），还需要进行适当的艺术处理，这也促使计算机向智能发展。

也许电脑永远创造不出能和毕加索、齐白石等绘画大师们的作品相媲美的画面，但电脑绘图毕竟已从工程学走向美学。现代画室中的艺术家不仅仅是用萤光屏、遥控光笔和电子色带代替画布、画笔和调色板，他们已开始用计算机形成一种全新的表达方式，用它来探索一些非常个性化的题材，形成了种种文化流派。计算机美术的发展前景将是不可限量的。

3．运动场上的神机妙算

现在的体育运动几乎都是竞争性的。参加比赛是为了要获胜，如果不是竭尽全力争取获胜，比赛本身就失去意义了。今天的电脑技术正好为运动员力争获胜开辟了一条科学的道路。

美国女排主教练塞林格曾在一次美方获胜的“中美女排之战”后宣称：美国女排打的是电脑排球。

原来美国的某电脑中心向塞林格提供了有关中国女排战术特点和每一队员技术特点的打印报告和图片。这些电脑资料使塞林格可以比较郎平扣球的全过程和海曼扣球曲线的区别，了解对方主要攻球手的攻球特点；一传、二传的特点；拦网和防守的特点。电脑分析是具体的、准确的——谁扣什么球，都有相应的技术数据。

当电脑将录像带上的图像变成三维的彩色定格图形时，塞林格就能看清楚许多在通常放录像时被忽视的东西：当女排运动员在发球、拦网、扣球、跳起时，她们关节活动的精确角度。关节活动是肌肉运动的枢纽，它能告诉运动员哪些肌肉处于疲劳的状态。而利用这种定格技术，塞林格就能精确地了解某个运动员是否已处于最疲劳的状态，从而调整他的训练计划。正是电脑提供的这种精确的科学计算和周密的安排，终于使它训练的美国女排在洛杉矶奥运会上从原先的世界第 15 名问鼎银牌。

利物浦大学的休斯也开发出一套分析足球比赛录像，探索具体战略案例的计算机系统。他可以通过键盘输入在 3 小时内把整场比赛直接从录像录上“复制”到计算机里。然后，休斯据此撰写书面分析报告，从而显示出比赛中球员的一举一动，场地表上的记录和图式，以及球队的整体表现。

电脑也使竞技体操发生重大变革。我们知道，竞技体操动作往往是快速的、一瞬间内完成的动作，靠人的肉眼很难分析出运动员的优点和缺点。单纯靠录像来进行研究，误差较大。把电脑和录像结合起来，是一个很好的办法。南朝鲜汉阳大学的南幸雄教授用每秒 64 个镜头的快速照相机把体操运动员的动作连续拍下来，利用数字转换器把运动员身体各部分的位置、速度、加速度等显示出来，再将这些数据输入电脑中，电脑就能够根据这些数据精确地分析动作并为运动员设计新的高难动作。

电脑可以设计出许多在体操训练中用得上的程序。例如，可以为体操运动员制定一个控制体重的饮食计划，也可以设计出一些生物力学的程序去帮助教练员和运动员理解转体和空翻的力学原理。美国电脑专家比尔·桑兹设计的一个程序能科学地安排全年的训练计划。只要体操运动员把一天中训练的时间、比赛的日期和各项目练习时间的分配比输入电脑，它就会告诉你每天各个项目应该练习多少分钟，一年中什么时候开始编排动作，什么时候把动作连起来做，什么时候完成各套动作等等。

电脑还用于花样滑冰、田径、游泳等各种项目。一些用电脑控制的训练机也相继使用，使运动员可以按照一些特别制定的训练方式进行训练而不再是凭感觉盲目地进行。

很多运动员通过电脑提高了成绩，如奥运会铁饼金牌得主艾尔·奥特原以为自己的技术动作相当完美，后通过数字转换器发现自己投掷臂与身体所成的夹角不合适，还发现双脚正是需要蹬紧地面时却跳离了地面。纠正了这两个严重的动作错误后，铁饼投掷距离一下达到 76.00 米，比自己原来的最好成绩提高 2.70 米。另一位奥运会铁饼冠军麦克·威尔金斯在电脑的揭示下调整了转体速度，成绩立即提高，很快就创造了一项世界记录。

可以相信，电脑技术的进一步发展将使运动员和教练更加知己知彼，比赛场上的争夺也将会更加精彩纷呈。

4．执法者之剑

在美国亚特兰大市，一个被称为“亚特兰大野兽”的凶手，频频作案，来去无踪。二十来个孩子惨遭害，家长们惶惶不安。

受命破案的警察总部配有精密度极高的电脑。侦察员们把掌握到的蛛丝马迹一一输入电脑进行分析。

被“亚特兰大野兽”夺去生命的都是七至十三岁的黑人儿童，大部分是

勒死的。警方首先把目光集中在三 K 党周围，因为亚特兰大市曾经是三 K 党横行之地。他们视黑人为仇敌，以杀人为乐事。于是，本市区三 K 党员及同情者、反对黑人者的有关资料输进了电脑，并与各种证据“ 对号入座 ”。但电脑的问答是：“ 否定 ”，并给出“ 可能与警察有关！ ”的答案。所有警察的资料立即被输入电脑。答案仍然是“ 否定 ”。侦察工作进入了死胡同。

恰在此时，一名驾驶“ 警车 ”的自由电视摄影师被捕了。他叫韦恩·威廉斯，自称为了尽快赶到某地才安装了警车用的闪光灯。虽然他很快被无罪释放，但警察开始注意他了。

电脑里韦恩·威廉斯的资料很快增加着：他二十三岁，黑人，自诩“ 天才过人 ”，组织了一个“ 天才童子军 ”，专门从黑人区招募黑人儿童参加，宣称能把他们培养成大明星。

当遇害者增加到二十四人时，法医从死者身上搜集到一些人造纤维，电脑分析表明与去年河里发现被害儿童时，停在桥上的白色广告车里的人造纤维一模一样。有关见证人对当时驾车人形象的描绘输入电脑。不到十分钟，电脑打印出长达四十页的韦恩·威廉斯的履历。

警察当即赶到威廉斯家里将他逮捕，从他卧室地毯上取下的人造纤维，同电脑分析的人造纤维相同，成了有力的证据。“ 亚特兰大野兽 ”终于被押上审判台。

这个故事向我们揭示了电脑在破案过程中的重要作用。确实，今天的电脑已成为执法者强有力的工具，各种新软件在侦破过程中的许多环节中出现，如美国新墨西哥州立大学研究生克莱格·凯德威就编制了一个称这为“ Face Prints ”的软件。作为侦查新技术它是这样使用的：先向坐在屏幕前的目击者展示 20 幅各不相同的头像，它们是从 43 亿脸型中随机选取的；然后要求目击者将屏幕中的每张脸与记忆中罪犯的脸作比较，具体地指出两者相似的面部物征；再将这些信息反馈到电脑中，复合成另外 20 幅头像，称之为新一代合成像。在合成新面孱的过程中，把那些见证人认为确信无疑的面部特征予以固定。比如，见证人认为屏幕中的头像的嘴巴很像记忆中罪犯的嘴巴，那么新一代合成像嘴巴不再变更。

以这种方式可一代接一代地演变合成新头像。一般地，不出 10 代就可得到比使用其它方法更接近罪犯的头像。

这种软件的优点是：见证人不必费力地回忆罪犯的长相，而只需在电脑屏幕前辩认罪犯的面部特片。因为认出一位熟人的脸比回忆他的脸并描述出来要容易得多。此外，头像储存在电脑中，可以很方便地在各个警察局之间传递。存在若干个目击者的情况下，可很容易地将他们各自提供的信息一一加以综合，得出超级复合像，从而揭示歹徒的真面目。

另一位计算机科学家与概念艺术家合作发明了一种叫做 ImAger 的软件系统，该系统可以人为而准确地使人脸照片“ 变老 ”。从而协助警察找回失踪的儿童。德布拉·丹尼斯·哈父彭被指控于 1982 年 9 月在亚特兰大绑架了她的只有一岁半的儿子克里斯托弗·福尔默。3 年多以后，克里斯托弗在 6 个月时拍的照片被“ 现代化 ”到他 5 岁大的模样，并在寻找遗失的特别电视节目里向全国播放。他的母亲看到后请教律师，最后终于决定将孩子送还给了他的爸爸。另一个西雅图男孩萨姆·米勒的照片被 ImAger 软件系统老化后播出，被住在肯塔斯孩子母亲的一位邻居看到，通知了警方，数天之内，这个年前与其母一起失踪，现已 3 岁半的孩子被送还到父亲身边。

此外，计算机快速指纹分析系统等软件也常协助警方辑拿凶手。如印度最近开发的指纹分析和罪犯追踪系统就是目前世界上 5 个最先进的类似系统之一。对现场搜集到的残缺不全或质量很差的指纹，经该系统图像处理后，即可与数据库中的指纹进行对照和鉴别。由于它从指纹图形码、性别、国藉和罪犯惯技等多个参数上进行分析和判别，因而非常准确、可靠。

5．银行最优秀的服务员

也许你早已听说用信用卡付帐这回事，但你知道信用卡是怎样付帐、怎样取现金的吗？首先让我们看看信用卡的外观：一张约半张扑克牌大的塑料卡片，精致的花纹上印有持有者姓名。银行帐户号码、使用期限和注意事项及本人签字等等。最关键的是在背面压有一条一厘米宽的磁带。记有电脑读懂的关于持卡人的重要资料。

持有信用卡的顾客在商店买东西时，只需在帐单上签字，服务人员用压印器把信用卡上的姓名、帐号等压印在账单上，副本交给本人，帐单则寄给信用卡的一个电脑中心，每隔 30 天，该中心将所有帐单汇总列出一张表，寄给该持卡人，由持卡人在 30 天内把私人支票寄给信用卡电脑中心付款手续就到此结束了。这样顾客不必随身携带过多的现金或支票，凭“信用”先享用买到的东西或提供的服务。

若需取用现金，也可利用信用卡在电脑自动出纳机上提款：持卡人先将信用卡插入卡口、从键盘输入个人密码和取款数额，电脑核对确认了顾客要求的合法性后，键盘旁边的一个缝隙就会吐出你所需的钞票，信用卡也从入卡口退出，并附有一张取钱记录的条子，电脑会自动地把提款数从顾客存款中扣除。

要是顾客的提款额超过了实际存款数，电脑自动出纳机会拒绝付款。万一信用卡不慎丢失，别人拾到后冒充取钱，并乱按个人密码，电脑会揭示你密码不对，要求重输。如连按三次都没对，信用卡则被电脑自动出纳机没收，不再归还。

在当今的电脑化银行，各类工作已经高度自动化，顾客可以通过打电话由银行的电脑直接处理自己帐户的许多奖金交易情况，而不必亲自上街去银行办理。比如储户先拨银行指定的电话号码，接通后，可以通过电话号码上的数字查询帐户余额（2 表示），某张支票是否讨讫（3 表示）、本月利息收入（4 表示）、最近三次的存款金额和信用卡提款金额及日期（5 和 6 表示），而电脑模拟的女士声音会回答你所提出的问题。此外，还可以利用电话与电脑化银行联系以支付定期帐目。与银行投资中心的电脑联系实现新的投资决策——将资金从一种公共基金转向另一种。

银行的另一大业务——银行对帐单的处理和编制也完全由电脑进行。如某月的资金利息率上下变动情况是：月初 6.5%；月中 7.0%；月底 6.9%，等等，电脑可以据此结合储户本月的全部交易，即存款、取款、总付支票、投资资金转移、本期利息计算和银行扣减的任何手续费等详细情况进行更新和计算，几秒钟后，高速打印机就会按顾客姓氏排列打出整整齐齐的对帐单来，真是既快又准。

在实现了全国性的银行电脑网络化、社会上所有部门被连成一体时，自动转帐系统将带给人们更大的方便。每月的工资由电脑转入银行的帐户里，

顾客只要在家通过终端机或电话就可以支付房租、水电、牛奶等一切日常的各项开支。

6．电脑模拟神通广大

电脑模拟又称“数学仿真”，它通过模仿事物的构造和变化过程，展现我们所感兴趣的本质内容，从而进行分析研究。

电脑模拟的大致过程是：根据被模拟的对象，建立一个系统模型，进而给出模拟对象的数学模型并据此进行计算，得出模拟结果后进一步验证，最后打印出报告或显示出直观的结果。全过程的关键是如何构造一个正确的模型。

（1）“电子植物”

人们多少耳闻：生物遗传工程是当今极富生命力的科学，应用它的成果，有可能改观我们的生活。

但你是否知道，完成一项农作物这方面的实验要经过好几代的遗传！

时间的耗费可以想象，结果如何却难以预料。

自从电脑模拟出现，这一切发生了巨大变化。

以玉米为例，按传统的田间研究方法，一项基因变化的后果要花 3—5 年去观察发现。原因很简单，玉米一年只生长一次。

电脑模拟应用后，情形就完全不同了：你可以通过电脑屏幕看到一颗玉米种子在萌发，芽破土而出，根向下分叉，叶子从不断升高着的基杆上伸出来，最后，一颗颗饱满的玉米在光秃秃的穗轴上环抱起来。

你只需要花 15 分钟便可以看到玉米芽出土后整个 120 天的生长情况。

电脑是怎样模拟植物生长的呢？

多少年来，人类通过不断探索和总结，不仅知道阳光、水分、肥料是作物生长的三要素，而且得出了一些定量关系，诸如光合作用与日照强度的方程式，养分通过土壤扩散的关系等等。这些代表作物生长的“农业生态系统”的方程式，被编到超级计算机的程序中后，就能制作出一株象前面玉米那样的特殊“电子植物”。

“电子植物”究竟怎样生长，得由当地的具体条件决定。如果将当地的季节性降雨量、温度和日照情况等“初始条件”输入到计算机中，就能算出在这些条件下该“电子植物”的生长情况，并在屏幕上模拟出来。电脑绘制的每一幅彩图，相当于真实作物生长 1 小时，因此，模拟某种真实作物的电子植物的一生，大约由 3000—5000 幅彩图组成。

要是我们想通过基因控制以增加玉米叶子的面积，从而提高玉米的产量，我们肯定想知道由此产生的一连串问题：这样做能增加光合作用吗？会不会由于邻近植株叶子的相互遮盖反而减少了日照？如果是这样的话，要否增大杆株间距？增大间距后对施肥和灌溉有什么影响？是否会反而抵消了大叶子的好处？诸如此类的问题相互关联、错综复杂。但依靠电脑模拟可以很好的解决。“电子植物”也将向我们展示大叶玉米的前途。

（2）科学研究的第三种途径

人们通常把科学研究比喻为理论与试验的对话，然而，如今却插入了第三者——电脑模拟。

随着计算机运算速度的不断提高，电脑模拟已深入到大部分的研究领

域。

从“电子植物”的生长，我们初步了解了电脑模拟的大致过程。现在，让我们再看看作为科学研究的第三种途径，电脑模拟是怎样大显身手的吧。

大概本世纪中叶或更早的时候，天文学家开始了对超新星的研究。有人提出，当大星球用尽自己的燃料，就会因本身的重量而崩溃。以后，又有人进一步阐明：崩溃有时激发爆炸，出现超新星，迸散星球的大部分质量，留下致密的中子星甚至黑洞。

当时的科学家凭着卓越的智慧，运用物理学方法，靠纸和笔表述着他们的见解。但面对星球爆炸前后极短关键时刻发生的事件，纸和笔的表述常常有点含糊不清，到实验室进行试验更是难以想象。

于是，80 年代初，天文学家开始运用电脑模拟来探索星球的死亡过程。这种模拟从一个星球数学模型开始，描述一个用物理学定律构造成的模型星球的质量、化学组成和球体结构；然后就是激发核子反应、对流开始、重力压缩球心、中微子及其他粒子流穿入大气层……当然，即使用计算速度很快的电脑，模拟这 0.001 秒之内发生的情况，也要用上几分钟。然而，这几分钟等待是值得的。电脑模拟最终展现出星球爆炸的全过程，而这扣人心弦的一幕往往是天文学家永远无法进行实验的领域。

在现代化的航天事业中，电脑模拟也屡建奇功。例如，航天飞机上有一只用来取回故障卫星的机械臂，为减轻重量又便于捕捉卫星，这种机械臂设计得很轻又很长，以致于当它制造好后根本无法在地面上进行实验，因为当它伸憎爱分明开时，仅自身的重量就会使它“骨折”，但在太空失重状态下，就不存在这个问题。那么，我们怎样才能知道这种机械臂在太空中能否胜任自己的工作呢？电脑模拟可以帮助我们解决这个难题。只要建立合适的数学模型，放在计算机上运行（实验），就可以使机械臂的运动及回收卫星的整个过程清晰地呈现在眼前，从而预先检验它的可靠性。

可以想象，电脑模拟的费用通常要比实物试验，尤其是样机的破坏性试验所需费用低得多，比如远程战略导弹，其试验费相当惊人，而且它的发射会受到世界各方的注意，特别是全程发射试验，还得向公海发射，这更会涉及政治和外交问题。为此，各国广泛应用电脑模拟来研究导弹的性能及发射，一次充分的电脑模拟试验能获取的导弹信息量要比实弹试验能得到的多 10 倍，费用却大大降低。

在生物学领域，科学家最早将其用于群体动态研究。对于一个捕食者物种群体与一个被食者物种群体互相接触后会产生怎样的波动这样的问题，靠对野兔和山猫进行地野外观察往往要用上好几年，然而，电脑模拟只需几分钟就解决了。类似的方法也用于对流行病的研究，包括在人类群体里传播、引起人们极大恐慌的艾滋病。

美国洛斯阿拉莫斯的国立实验室里创造出了一个数学模式，可以预测艾滋病在美国的传播情况。只要在超级计算机里输入全部已经染有艾滋病患者的有关资料。即年龄、性别、住址、性生活情况以及感染时间等，给计算机指令，按上述资料进行分析比较，就能获得在一段时间里面临受感染的总人数图，也将发现在不久的将来受威胁较大区域的位置。对于艾滋病将在什么范围内被传染，受感染的带菌者对周围人具有多大的危险这类人们普遍关心的问题，通过电脑模拟也能寻找答案。

威胁成千上万人生命的另一个世界性难题——癌症，也是科学家要攻克

需要全本请访问 www.ertongbook.com