

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (29)

计算机



计算机

原始的计算方法

指算

远古时代，从人类社会开始形成的时候起，人就不可避免地要和数打交道。在茹毛饮血的原始社会，狩猎、采集野果是人类赖以生存的手段。伴随着生存斗争，自然而然地产生了“多与少”、“有与无”等最早的数学萌芽，数的概念就此应运而生了。人们对数的认识是和计数的需要分不开的。计数，应该有计数工具的帮助才不容易出错。那时候又有什么计数工具呢？

原来，人的双手就是最古老最现成的计数工具。最初，人们用一只手表示一，两只手表示二，等等。由于人类文明发展的不平衡，在澳洲的原始森林中至今还有停滞于这种发展水平的原始部落。他们一般人只知道一、二、三。即使部落中的“聪明人”，充其量也只知道四和五。再多，他们一概称之为“好多好多”。这其实就是人类远古状态的再现，可以看作是“活化石”。

随着狩猎水平的提高，接触的数也多了起来。人们觉得有必要进一步用一个手指代表一，五个手指代表五，来“一五一十”地计数。于是，数的范围得到了扩大。用手指还可以作一些简单的加减法运算呢！

用手指计数固然很方便，可是不能长时间保留，它们还得干活呀！何况，它们能表示的物体个数也很有限。我们不是常用“屈指可数”表示东西少得可怜吗？于是，有人想到了用小石块、小木块等表示数。小石块、小木块等不仅能计数，还能做简单的加减法。这无疑是一个进步。

人类从以手指计数到用物体代表数的这一历史过程，可以从幼儿身上清楚地看到它的缩影。幼儿从牙牙学语开始，就对多与少有了最初步的概念。稍大一些，父母就要教他们用手指数数了。你们可能常常会发现：如果你问幼儿园的小朋友家里有几个人，他一定会扳着小手指一个、两个、三个……认真地数给你听。直到上小学，屈指计数一直是小朋友们的“绝招”。他们进而用几块积木、几颗糖来表示东西的数量，这不就相当于用石块、木块来计数吗？

结绳计数

石块、木块等物虽然能计数，可是不太“保险”。稍不注意，一脚碰着就乱了套。于是我们的祖先又创造了一些更为牢靠的计数方法。结绳计数就是华夏祖先较早的一种创造。在世界各地，几乎都有过结绳计数的历史。

关于结绳计数，国外有这样一则古老的传说：波斯王大理派军队去远征斯基福人，并命令他的卫队留下来保卫耶兹德河上的桥。他在皮条上拴了60个结，交给他们说：“卫队的勇士们，拿着这根皮条，并按照我说的去做：当你们知道我宣布打斯基福时，从那天起你们每天解一个结，当这些结所表示的日子都已经过去的时候，你们就可以回家啦。”南美洲秘鲁古代用于计数的绳子叫作“克维普”。他们是用龙舌兰的叶子或者驼毛做成的。没有染色的“克维普”仅用于计数，染上色的则表示一定的含意：黄色表示老玉米，红色表示武器，等等。

除结绳外，在木头或竹片上刻痕或符号也是一种常用的计数方法。我国古代名著《周易·系辞》上就有“上古结绳而治，后世圣人，易之以书契”

的记载。书契，其实就是一种刻痕，它们在文字出现之前就已经广泛地使用了。

原始社会的生产力低下，接触的数比较小，用这些天然或人工的简陋计数工具已经绰绰有余。随着社会的发展，这些计数工具日渐落伍，人们不得不考虑设法创造出更为先进的计数工具和运算工具了。

算盘

算盘是人人都很熟悉的计算工具，算盘的发明者是谁？准确的发明年代又是哪一年呢？从东汉时期徐岳的著作《数术记遗》中我们最早看到“珠算”这个字眼。不过，注释中说它只能做加减法。今天看来，这顶多说是算盘的一个雏形吧。从现有可靠资料分析，珠算发明于宋元时期。明代程大位的著作《直指算法统宗》（1592年）是当时一部流传最广，影响最大的专门讲述珠算的著作。

人们查阅过大量的历史文献，从宋元时期查到程大位（1553~1606）所处的时代，都查找不到算盘发明人的名字。其实，前面提到的算筹的情况也是这样，这固然表明封建统治者对科技发明不够重视，另一方面也说明它们的发明是一个渐进的过程，是逐步改进、完善的，很难说是哪一个人的功劳。

珠算是由筹算进化而来的。由于社会的发展，对计算的速度和准确性要求越来越高，所以人们对筹算进行了改革，创造出各种各样的歌诀。例如 $14 \div 7$ 的歌诀是“七除三进一”，同样， $14 - 7$ 的歌诀是“七退一还三”等等。所有的加法、减法、乘法和除法都有一套歌诀。实际上，在珠算出现以前，除了个别的除法歌诀外，几乎全部的珠算歌诀都已齐备。

歌诀出现以后，计算速度提高了，继续摆弄算筹进行计算，就会手不从心。许多在室外进行计算的商业人员，由于客观环境的限制，尤其容易把算筹摆乱，造成错误。这样一来，珠算代替筹算成了必然的发展趋势，不仅条件已经具备，而且成了十分急需的事情。正是在这种情况下，当时的工匠、计算人员和商业人员一起，共同研制出巧妙的算盘。

算盘与算筹的相似之处显而易见。在算筹表示的数字中，一根上筹当五，一根下筹当一；而珠算盘中，档上一珠当五，档下一珠当一。筹算中有条约约定叫“五不单张”，意思是5不能单用一根筹表示，这就是算盘中档下有五珠的缘由。数学史专家还可以找到算盘中档上有两珠的筹算根据。上述事实，足以证明珠算是由筹算演变而来的。

算盘是我国古代重大科学成就之一。它具有结构简单、运算简易、携带方便等优点，因而被广泛采用，历久不衰。直到今天，珠算仍是我国小学生的必修课。尽管各种电子计算机、电子计算器在市场上已经相当普及，但作加减法时，它们的计算速度仍赶不上珠算的熟练操作者手中的算盘。

珠算在中国大显身手之后，又漂洋过海，流传到朝鲜、日本、东南亚和阿拉伯，对世界文明做出了重要的贡献。

对数计算尺

本世纪70年代前，广大的工程技术人员几乎人人都有一把模样奇特、精致美观的“尺”。这把奇妙的“尺”既不用来绘图，也不用来测量长度，而

是用作计算，这就是计算尺。利用计算尺可以方便地进行乘除、乘方、开方及有关三角函数的运算。在电子计算机出现以前的百余年里，它一直是工程师们的忠实助手。

这种计算尺是利用对数原理制成的，全称应该是对数计算尺。下面，让我们介绍一下它是如何发明的。

对数的创始人是英国著名的数学家耐皮尔。

1550年，耐皮尔出生在背山面海、景色秀丽的苏格兰爱丁堡。孩提时代的耐皮尔兴趣广泛、勤学好问、聪慧过人。他酷爱阅读自然科学方面的书，对数学的探求精神尤为突出。9岁时，父亲常给他做航海方面的计算题，培养他的运算能力和灵活运用知识的能力。1563年，耐皮尔刚满13岁，就以优异的成绩读完中学全部课程，直接进入著名的圣安德鲁斯大学学习。17岁那年，他以优等毕业生的资格被推荐派往欧洲大陆留学深造。

回国后耐皮尔致力于航海学和天文学方面的研究。在多年的工作中，他发现了航海十分有用的球面耐皮尔比拟式，发明了作乘除运算的耐皮尔算筹。

耐皮尔一生与数字打交道，深深地感到计算是一项十分艰巨而繁难的工作，迫切需要找到一种能够简化运算的手段。经过数十年不懈努力，已进入晚年的耐皮尔终于在1614年创立了对数理论，对人类做出了巨大的贡献。在他之后，英国数学家布里格斯对耐皮尔的对数进行了深入的研究，最终在1624年将它转换成实用价值很高的常用对数，并重新制作了常用对数表。

利用对数，可以将乘方、开方运算化为乘除运算，将乘除运算化为加减运算，这就大大地减轻了广大科技工作者的负担。从一定意义上讲，对数延长了他们的生命。伽利略曾经说过：“给我空间、时间和对数，我就可以创造出一个宇宙。”

对数能够简化运算，但有一个缺点，就是必须经常查阅对数表。如何克服这一不足之处，使运算更为快捷呢？许多科学家又为此付出了艰辛的劳动。

英国科学家E·冈特首先在这方面取得了突破。他在1620年利用对数制作出世界上第一把能进行乘除等运算的计算尺。

计算尺是如何进行计算的呢？让我们先看一个最简单的，能算加减法的“计算尺”的“工作原理”吧！取两根刻度一样的学生用尺。如果要计算 $2 + 3 = ?$ 只需将一根尺上的0对准另一尺的2，这时这根尺的3在另一根尺上所对的刻度就是答案。

冈特的计算尺也由两根尺构成，只是它们上面的刻度是按照对数规律刻制而成的。1与2之间的间隔最大，2与3之间的间隔长度要小一些，越往后间隔越小。现在我们要计算 $2 \times 3 = ?$ 只需将一根尺的1对准另一尺的2，这根尺上的3在另一尺上所对的刻度就是答案。大家对此可能会感到惊奇，明明是二个长度相加，似乎该是求和，怎么会像变魔术似的变成了求积呢？原来，它的奥妙之处正是利用了对数的特性——将乘除运算简化为加减运算。

自从冈特制成第一根对数计算尺以后，计算尺又经历了许多改进，随着社会实践的需要和工艺的革新，人们还研制出一些能用于水文、地质、土木工程等方面的专用计算尺。利用计算尺大大地减轻了工程技术人员的劳动强度。在精度要求不很高的场合，它几乎取代了人们的手工乘除运算，带来了很大的方便，直到本世纪80年代初才逐渐被使用更方便、运算速度更快、精

度更高的电子计算器所取代。

珠算和一代宗师

筹算是我国古代传统的计算方法，它具有简单、形象、具体等优点，但也存在着布筹占用面积大，运筹速度加快时容易因摆弄不正而造成错误等缺点。所以，筹算经过数百年的改革，终于导致了一种新的计算方法——珠算及其计算工具——算盘的出现。

“珠算”一词，最早见于东汉徐岳写的《数术记遗》一书（约2世纪），但许多学者认为此书是北周一位名叫甄鸾的人依托伪造而自己注释的。《数术记遗》中记载了14种古代算法，提到的算具有13种之多，而用珠的就有“太一算”、“两仪算”、“三才算”、“九宫算”和“珠算”一种。据甄鸾的注释，“珠算”把木板刻为三部分，上下两部分是停游珠用的，中间一部分是作定位用的；每位各有一颗可以移动的算珠，上面一颗珠与下面4颗珠用不同的颜色来区别；上面的一颗珠相当于5个单位，下面的4颗珠每一颗相当于一个单位。由此可见，当时的“珠算”与观今通行的珠算有所不同，但它已具备了现代珠算的雏型。

我国最早的珠算术书没有流传下来。据明代数学家程大位在《算法统宗》（1592年）中记载，从1078年到1162年间，就有《盘珠集》、《走盘集》、《通微集》和《通杭集》4部著作与珠算有关，可惜它们一本都没有存留下来。元代刘因在他的《静修先生文集》（1279年）中有一首题为“算盘”的五言绝句。元末陶宗仪在《南村辍耕录》（1366年）一书中，用俗语形容婢仆侍候不勤像“算盘珠”那样，“拨之则动”。在《元曲选》中，有“去那算盘里拨了我的岁数”一句唱词。现存最早载有算盘图的书是明洪武四年（137年）新刻的《魁本对相四言杂字》。因此可以认为，我国珠算盘在元末明初已经定型，并普遍使用了。

算盘的结构也有很大学问。在十进制制数，任何一个数位上的数字都不大于9，一般说来，每一位上应该有9个算珠。筹算的表示方法启发了数学家，6可以写成 π ，7可以写成 π ，也就是说同样是一根算筹，竖放表示1，而横放则表示5。仿照筹算的摆法，用一根横梁把算盘分成上、下两部分。上面一个珠表示5，下面一个珠表示1。这样一来，每一档上边有1珠，下面有4珠，就能够表示任何一个数位上的数字了。

在做多位数乘、除演算过程中，有时有某一位的数字大于9而不便进入左边一位的情况，在筹算中可以用2个5来表示，如14摆成 π 。为了使用方便，仿照筹算在算盘上边放了2个珠，下面放了5个珠。这样，每一档就由最大表示9，扩展到最大表示15，对于做一般的乘除运算没有困难了。日本的算盘横梁上只放1个珠，在做多位数乘除法时，有许多的不方便。所以，经过了上千年的演变，确定了中国算盘的现在式样：用横梁把每一档分成上、下两部分，上2珠下5珠。

中国珠算的算法主要是口诀。明代以来，珠算逐渐取代了筹算，珠算算法及口诀也逐渐趋于完善。在这种变化的过程中，贡献最大的是明代数学家程大位（1533~1606年）。

程大位是安徽休宁人，少年时期就极爱读书，对书法和数学很感兴趣，一生没有做过官。20岁起，他便在长江中、下游一带经商。因商业计算的需

要，他非常留心数学，遍访名师，搜集很多数学书籍，刻苦钻研，并把心得随时记录下来。约 40 岁时，他弃商回家，专心研究珠算。他参考各家学说，加上自己的见解，于 60 岁时完成其杰作《直指算法统宗》（简称《算法统宗》）。

《算法统宗》全书共 17 卷，万历二十年（1592 年）刻印。书中把各种算法都编写成口诀形式，便于人们学习和使用；内收 595 个数学应用题，全用珠算进行解答。该书流传极为广泛和长久，不仅为中国民间普及珠算起了很大的作用，而且于明朝末年传入朝鲜、日本及东南亚各地，对这些地方珠算的传播和发展，也起到了极大的促进作用。人们把程大位誉为“珠算一代宗师”。

中国算盘结构简单，造价低廉，携带轻巧，使用方便，计算迅速、准确，是我国人民的一项杰出的创造和发明。现在，已经进入电子计算机的时代，算盘作为一种计算工具，还有存在的价值吗？事实证明，算盘不但没有被冷落，反而在日本、美国这些高度工业化的国家，有越来越多的人在使用它。在以大量的四则运算特别是以加减运算为主的财会工作中，算盘的计算速度和方便之处依然可与电子计算机媲美。据日本调查，在商业系统中加减法占去全部计算量的 80% 以上，在商业系统使用算盘显然更为合适。另外，科学研究表明，算盘还是很好的数学教学工具，珠算对发展青少年的理性思维、促进智力提高等方面都具有独特的作用。我国教育工作者还创造了将笔算、脑算、珠算三者有机结合的教育方法，使算盘成为一种小学算术教学的理想教具，为提高儿童智力、启发儿童思维开创了新路。日本教育家代表团来我国访问时，称赞“三算结合”的教育方法，认为算盘 100 年以后也不会被淘汰。古老的文明至今仍然大显神通。

我国人民非常喜爱算盘。算盘除了有常见的木制算盘外，还有用金、银、铜、铁、象牙、玛瑙等制成的，大小、形状、作用各异。如果你有机会的话，到上海陈宝定算具陈列室参观一下，那 500 多种各式算盘一定会使你大开眼界。

这里应该指出的是，算盘一词并不专指中国算盘。从现有文献资料来看，许多文明古国都有过各自的算盘。古今中外的各式算盘大致可以分为三类：沙盘类，算板类，穿珠算盘类。

沙盘是在桌面、石板等平板上，铺上细沙，人们用木棍等在细沙上写字、画图 and 计算。后来逐渐不铺沙子，而是在板上刻上若干平行的线纹，上面放置小石子（称为“算子”）来记数和计算，这就是算板。19 世纪中叶在希腊萨拉米斯发现的一块 1 米多长的大理石算板，就是古希腊算板，现存在雅典博物馆中。算板一直是欧洲中世纪的重要计算工具，不过形式上差异很大，线纹有直有横，算子有圆有扁，有时又造成圆锥形（类似现在的跳棋子），上面还标有数码。穿珠算盘指中国算盘、日本算盘和俄罗斯算盘。日本算盘叫“十露盘”，和中国算盘不同的地方是算珠的纵截面不是扁圆形而是菱形，尺寸较小而档数较多。俄罗斯算盘有若干弧形木条，横镶在木框内，每条穿着 10 颗算珠。

在世界各种古算盘中，我国的算盘是最先进的。可以说，中国算盘已经基本具备了现代计算机的主要结构特征。例如，拨动算珠，也就是向算盘输入数据，这时算盘起着“存储器”的作用；运算时，珠算口诀起着“运算指令”的作用，而算盘则起着“运算器”的作用。当然，算珠毕竟要靠人手来拨动，其运算能力远远比不上电子计算机，而且也根本谈不上“自动运算”。

计算机初露锋芒

我国清代的计算机

有意思的是，本世纪60年代初，在我国故宫博物院发现了2台手摇式机械计算机，70年代又发现了8台。这10台计算机现在都已修复完毕，它们分盘式和筹式两种类型。

故宫博物院藏有的6台盘式计算机，均属帕斯卡型，可能是康熙年间制造的。估计是来华传教的法国传教士亲自见过帕斯卡加法计算机，来我国后与我国数学家共同研制，仿照帕斯卡计算机原理制造而成。清代盘式计算机比帕斯卡计算机有很大改进。首先，它变加、减运算为四则运算，与莱布尼茨计算机有相同的功能。其次，把帕斯卡计算机由原来的6位和8位两种，扩展到10位和12位两种，运算数字的位数加大。

我国清代制作的盘式计算机十分考究。内部构造用黄铜制作，有的表面镀金或镀银，装在红漆木盒里。10位的有10个圆盘，12位的有12个圆盘。圆盘分为上下两层，上盘固定不动，下盘可以转动。上盘的中央都刻有数位名称，其排列顺序自左至右，分别是“拾万”、“万”、“千”、“百”、“十”、“两”、“钱”、“分”、“厘”、“毫”。12个圆盘的则多“百万”和“千万”两个单位。通过下盘下面齿轮的转动而达到做加、减、乘、除运算的目的。

筹式计算机也都是黄铜制作的，外形呈长方体形，表面开有长方孔。孔下有圆柱形的滚筒，筒上面贴有用象牙制成的特殊算筹，利用齿轮转动进行运算。筹式计算机是我国独创的。

我国清代的计算机深藏在故宫里，成了真正的皇家专属品，其作用和命运可想而知了。

超越时代的计算器

这是一个真实的故事，是17世纪欧洲发生的一次航海事故。

在辽阔无际的大西洋上，一艘货船在与波涛汹涌的大海搏斗中，乘风破浪前进着。舵舱里，一位身体健壮的船长，正一丝不苟地用航海仪器不停地观测，并把观测得到的数据一一认真仔细地计算，从中找出货船安全行驶的航道来。不多一会儿，他向舵手命令道：

“左三度！”

“右五度！”

舵手复诵着命令，两手紧握舵轮，全神贯注地注视着前方。

一切是那样的正常。

突然，“轰隆”一声巨响，如同头顶一声闷雷，意料不到的事情发生了：货船触上了暗礁。虽然全船人员无一伤亡，可是货船却沉入了大海。

事故发生后，当局来追查原委。专家们严格地审查了船长的航海日志和观测手稿，发现船长把航道计算错了，货船偏离了安全行驶的航道。船长不得其解，只得承认自己计算失误。可再仔细审查下去，发现责任不在船长，而是船长用的那本《对数表》。由于编写人员马虎，使错误的计算数字印刷

到《对数表》上了！

你知道《对数表》是什么吗？它是人们计算时使用的一种常用数据手册，里面印着许多数的平方根、立方根的值，另外还有常用的函数值。如果计算时需要用什么数，一查表，答案就出来了，不必再去笔算而浪费时间。《对数表》上印着的密密麻麻的成千上万的数据，倘若有的数据错了，而人们又引用了这个错误的数字，整个计算的结果就会全盘皆错。

航海事故出现的年代正是广泛使用算表的年代。这些算表是由专门的机构集中众多计算人员，花费成年累月的时间编算而成的。然而，由于计算人员从早到晚埋头计算，枯燥的数字、单调的运算常弄得他们头昏脑胀，不仅工作效率低，而且很容易出现差错。例如，根据大地测量的数据绘制地图时，需要解决含有大量的未知数的代数与方程组。解含有 800 个方程组的问题，大约需要做 25000 万次算术运算，这靠一些简单的计算工具是很难实现的。

航海事故的出现，使科学家们为之一惊。他们意识到：尽快改进数值计算，缩短计算时间，提高计算准确性，是需要急切解决的一个问题。

17 世纪，产业革命使人们开始把希望寄托于初步繁荣的机器制造业上，能不能用机器来进行计算呢？人们盼望着有一种新的计算机，能将计算过程中所得的数，自动存储下来，并能随时取出应用，自行做完一连串复杂的计算。所谓的“自动计算机”就是在人类好多世代的期望和追求下应运而生的。这种自动计算机正是电子计算机的前身。

机械式计算机

1623 年 6 月 19 日，位于法国中部的克勒蒙菲朗的一个贵族家庭中，伴随着“哇”的一声啼哭，一个小精灵降临人世。自生下了小帕斯卡，家里增添了无限生机和欢乐。帕其卡生下时十分瘦弱，为使他长大成才，父母操尽了心。

帕斯卡的父亲是位并不著名的数学家，但却是一位较有名望的税务统计师。他酷爱数学，深深地体会到数学是一门探索性很强的学科。他担心孩子学数学会劳神伤身，出于对儿子溺爱，他决心不让帕斯卡涉足数学。当然，父亲的顾虑是多余的。

小帕斯卡天赋很高，他虽体弱多病，但从清秀的眉宇间却透露出一股灵气。他勤奋好学，兴趣广泛，平时很少外出玩耍，整天如饥似渴地看书学习，做札记。他七八岁就学完了差不多相当于小学的全部课程。他充满幻想，富有才气，尽管父亲把自己的全部数学书籍都收藏起来，只让他看语文书和儿童诗歌，连学校开设的数学课也不让他上，可是，这一切还是不能阻碍帕斯卡对数学产生浓厚的兴趣。而且父亲越是不让他学习数学，他心里萌发的探索数学奥秘的愿望越是强烈。那年，他 12 岁，常听到父亲与朋友们谈论“几何”，他听不懂，不知“几何”为何物，就去问老师。老师告诉他：“几何就是作出正确无误的图形，并找出它们之间的比例关系的一门科学。”他深信几何是一门十分有趣的学科，便偷偷地借来几本几何书，边读边用鹅毛笔在纸上画几何图形，兴味无穷。

1635 年，帕斯卡随父亲迁居巴黎。初秋的巴黎郊外，气候宜人，景色美丽。一天，帕斯卡和父亲到郊外游玩，回到家里，准备稍作休息后一起共进晚餐。这时，帕斯卡好像自言自语，又好像是告诉父亲一件重大事情似地说：

“三角形三个内角的总和是两个直角。”父亲为儿子的这一见解惊呆了，楞了半人说不出话来。儿子的见解意味着一个不平常的发现。这个发现来自一个年仅 12 岁的少年，做父亲的内心不知有多么激动。他抚摸着帕斯卡的头，过了好半天才喃喃地说：“是的，孩子，是的。”

帕斯卡的重大发现改变了父亲的做法。父亲挑选了欧几里得的《几何原本》给儿子学习，也不再阻拦他上数学课，平时还常为他解答疑难问题，并带帕斯卡参观各种科技展览，参加数学、物理的学术讨论会，鼓励他大胆地发表自己的见解。帕斯卡接触到了不少当时著名的数学家、物理学家、机械师……他领略到了数学的奥秘，眼界大开，学识上大有长进。

1639 年，刚满 16 岁的帕斯卡对圆锥曲线等问题进行了大量的研究，掌握了圆锥曲线的共性，写出了震惊世界的论文。1640 年《圆锥曲线论》一书出版，人们把他的这一伟大贡献誉为“阿波罗尼斯之后的二千年的巨大进步。”从此，帕斯卡英名传遍欧洲。

帕斯卡的父亲，作为一名数学家和税务统计师，每天要解答各方面提出的疑难问题，在一旁的帕斯卡看到父亲整天苦于统计大量的数据，便产生了强烈的愿望，要造一个理想的计算工具，来解脱父亲的辛劳。

以前的计算工具和计算方法如笔算、算表、算图等速度慢，精度低，远远不能满足当时统计工作的需要。1642 年，19 岁的帕斯卡决心研制一种新的计算工具。帕斯卡有他的特点，一旦他对某件事发生兴趣，就会不顾一切地想方设法去完成。

帕斯卡研究了机器运转的各种传动机构，又走访听取了一些著名工匠的意见，对自己设计的计算机图纸反复推敲，不断试验，不断改进，最后定样。他根据数的进位制（十进制）想到了采用齿轮来表示各个数位上的数字，通过齿轮的比来解决进位问题。低位的齿轮每转动 10 圈，高位上的齿轮只转动 1 圈。这样采用一组水平齿轮和一组垂直齿轮相互啮合转动，解决计算和自动进位，组成了一台计算机。

帕斯卡于 1642 年设计出了计算机的图纸，连外壳和齿轮用什么样的金属材料都作了认真的选择，同年造出了一台计算机。这是世界上第一台齿轮式计算机。

帕斯卡的这台计算机可以计算到 8 位数字，表示数字的齿轮共 16 个，每个齿轮均分成 10 个齿，每个齿表示 0~9 中的一个数，并按大小排列。8 个齿轮在上面组成垂直齿轮组，从左到右构成 8 位读数，分别表示个位数、十位数、百位数……千万位数；另外 8 个齿轮在下面组成水平齿轮组，从左到右可以进行 8 位数的加减。

帕斯卡发明的钟表式齿轮计算机，是机械式计算机的初级阶段。它的外壳用黄铜制成，精致美观。但这台计算机的功能还很差，做乘法时必须用连加的方法；做除法时，也只能用连减的方法，而且这台机器需用一个小钥匙拨动一下方能计算，每次计算结束，都必须复原到零位以后，方可重新计算，很不方便。在计算过程中它又常发生故障。但是帕斯卡计算机的发明对以后计算机的发展具有深远的影响。帕斯卡一下子成了著名人物。

6 年后，帕斯卡对自己发明的计算机提出了专利申请，1649 年获得专利权。当他的计算机在卢森堡宫展出时，成千上万的人被吸引住了。帕斯卡自己也为这一伟大杰作而陶醉，他时常到卢森堡宫去看这件不朽的“艺术品”，深感自豪。帕斯卡计算机的发明是人类在计算工具上的新突破。它发明的意

义远远超出了这台计算机本身的使用价值，它告诉人们用纯机械装置可代替人的思维和记忆。从此在欧洲兴起了“大家来造思维工具”的热潮。至今还有很多游人和学者慕名前往卢森堡宫参观这一历史上的珍品——世界上第一台齿轮式计算机。

目前，帕斯卡发明制造的齿轮式计算机还保留有 6 台。其中 5 台在巴黎艺术和手工艺品博物馆内，一台保存在德累斯顿的物理教学沙龙。这些计算机长约 30 厘米，宽 15 厘米，高 10 厘米，是科学史上难得的珍品。

帕斯卡一直被公认为世界上第一台齿轮式计算机的发明者，他也为自己的这一成就而感到无比自豪。但在帕斯卡发明之前，德国的数学家卡什尔已设计制造出 6 位数的齿轮式计算机。卡什尔是著名的东方语言学家，数学家。他对天文学也有颇深的研究。他常困于大量的数据计算，被繁杂的计算搅得精疲力尽。现实中的问题促使他创造一种新的得力的计算工具，来减轻计算上的沉重负担。1623 年，他开始着手构思设计，同年造出了样机，以后又进行了一些改进。这台计算机的原理与帕斯卡的有相同之处，使用过程中也极易发生故障。从历史上来看，人们对卡什尔发明计算机了解很少，它的社会影响极小，直到 1958 年，人们才在有关历史资料中得知他发明齿轮式计算机的情况。因此，在谈到第一个齿轮式计算机发明时，不能不提及卡什尔。实际上，卡什尔才是齿轮式计算机的第一个发明者。

帕斯卡发明的第一台计算机触动了一位著名的学者，他就是在近代科学史上举足轻重的莱布尼兹。

莱布尼兹（1646 ~ 1716），德国人，博学多才。他和科学大师牛顿是同时代人。

1672 年，他因外交事务到法国和英国居住了 4 年。在这 4 年中，他一生的事业发生了转折。这期间，他结识了许多科学家。其中与惠更斯（1629 ~ 1695，摆钟的发明人）的交往，激发起他对数学研究的浓厚兴趣。虽说莱布尼兹是“半路出家”，但他凭着刻苦钻研的精神，竟然后来居上，对数学及计算科学作出了 3 项重大贡献，跻身于数学大师行列，其中任何一项贡献都足以使他名垂后世。

莱布尼兹一生对科学最大的贡献就是发明了微积分，牛顿也是发明者之一。但他们研究的路径不同。牛顿从物体的变速运动开始，创立了微积分学。而莱布尼兹则从几何学的角度考虑，也创立了微积分学，他所采用的表达形式更为合理，更为简洁。有兴趣的读者可以翻翻高等数学或理论物理学等书，在书里你会看到一个被拉长了的字母“S”——“ \int ”，这是积分的符号，它就是莱布尼兹在 200 多年前最先使用的，并且一直沿用至今。

莱布尼兹对科学技术的第二大贡献是发明了机械式计算机。莱布尼兹对帕斯卡的发明异常钦佩。为改进当时的齿轮式计算机，他特地从德国迁居到法国巴黎，亲眼看一看帕斯卡的计算机，并聘请了著名的机械专家协助工作。帕斯卡不是已经制造成功了计算机吗？为什么他还投入如此巨大的精力呢？原来帕斯卡的计算机只能用于加减运算，对乘除只能用连加和连减的方法来解决，使用时必须记住加减的次数，很不方便，速度又很慢。这样，这台计算机所能起的作用就很有限了。莱布尼兹深感有必要研制一种真正实用的计算机，减轻人们在计算上的沉重负担。他曾说过：“让一些杰出的人才像奴隶般地把时间浪费在计算上是不值得的。”莱布尼兹的突出成就是他提出了直接计算乘除的计算机的设计思想。他在给一位朋友的信中曾这样写到：“我

为制成这种计算机而感到无比幸福，它与帕斯卡的计算机相比有天壤之别，因为我的机器能在瞬间里完成很大数字的乘除而不必连续加减。”

莱布尼兹设计的计算机从外形上看是一个长 100 厘米，宽 30 厘米，高 25 厘米的盒子，非常精致。它的外面装有摇柄，里面则主要由不动的计数器和可动的定位机构两部分组成。通过盒子上开的 12 个小“窗口”，可以看到计数器的读数。计数器的每一位数字都由带有 10 个齿的齿轮构成。计算机的关键部件是一种所谓的梯形轴，这种梯形轴是齿数可变的齿轮的前身，有了它就可以顺利实现比较简便的乘除运算，导致滑架移位机构的产生，简化了多位数的乘除运算。莱布尼兹所作的这两项发明，长期为各式计算机采用。

莱布尼兹计算机是第一台有较高实用价值的机械式计算机。各行各业要进行各种计算，都离不开令人厌烦的乘除法。有了莱布尼兹的计算机，就可以大大减轻劳动强度。这项发明得到了巴黎科学院院士与伦敦皇家学会的认可和奖励。1673 年莱布尼兹被选为巴黎科学院院士和伦敦皇家学会会员。这一年他制成的第一台机械式计算机还被当作稀世珍宝送到伦敦展出。他兴奋地说：“今后天文学家们再也不必继续去训练为了计算所需要的耐心了……只要用上计算机，这些计算工作可以交给任何一个人去做。”

莱布尼兹的计算机经过托巴斯等人的改进更趋完善。在电动机问世之后，还可以用电动机带动它，加快运算速度，更加省时省力。机械式计算机为人类服务了近 300 年，直到价廉物美的袖珍电子计算器风行市场，才完成了它的历史使命。

莱布尼兹不仅是计算机的早期设计者、发明家之一，在数理逻辑的研究方面他也是一位先驱者，他在哲学史上占有显赫的地位。他还是一位法学家、历史学家、语言学家、地质学家、物理学家。他为中西科技文化的交流也做出过重大贡献。

布尔代数

在众多为计算机事业做出杰出贡献的科学家中，有位科学家终身没有接触过计算机，但他的研究成果却为现代计算机设计提供了重要的理论根据。他就是英国数学家布尔。他所创立的布尔代数或称逻辑代数理论现在是，以后也仍将是计算机专业的必修课程。

布尔（1815~1864）出身于一个手工业者的家庭，家境不十分宽裕。他原是一位中学教师，后来通过刻苦钻研，自学成才当上了大学教授。他对研究人类思维规律的逻辑学有着浓厚的兴趣。逻辑学当时在西方很受器重。古希腊著名哲学家和思想家亚里士多德在两千多年前就对逻辑学有过深刻研究，发展了演绎法，为形式逻辑奠定了基础。但是两千多年来，逻辑学在理论上的进展却很缓慢。著名数学家莱布尼兹在逻辑学上也做出过贡献，他提出了形式逻辑中重要的“充足理由律”。他还试图建立一种普遍方法，把一切正确的逻辑推理归结为数学演算，可惜没有最后获得成功。

1854 年，布尔发表了著作《思维规律研究》，成功地将形式逻辑归结为一种代数运算，这就是布尔代数。布尔代数产生于 19 世纪中叶，当时被认为“既无明显的实际背景，也不可能考虑到它的实际应用”，可是一个世纪后它却在计算机的理论和实践领域放射出耀眼的光彩。布尔代数在后来的机电计算机及电子式计算机的各类逻辑部件和程序的设计中都是不可缺少的数学

工具。

布尔代数与普通的代数不一样,布尔代数中的量只有两个值:1和0。“1”表示命题为真,“0”表示命题为假。这个结果很自然地与“接通”和“断开”两种状态联系起来,因此,布尔代数特别适合于电路系统的分析与综合。1910年荷兰学者埃伦菲斯特利用布尔代数建立了分析与设计继电器和电子电路的系统方法。这是后来机电式计算机和电子计算机研制成功必不可少的先决条件。

机电计量机的发明

我们今天早已步入电的世界,电灯、电话、电视……在人们日常生活中已经司空见惯了。我们每天都要和电打交道。没有电就没有现代文明,也就谈不上今天的电子计算机。

正像蒸汽机发明以后,出现了第一次工业革命那样,各种电机(发电机和电动机)的发明以及电力的广泛应用,标志着第二次工业革命的出现。这也使人们的视野比过去开阔多了。对于研究计算机的人来说,很自然的一件事就是:不能把目光仅仅停留在老式的机械式计算机上,应该考虑可否利用电器来改进原有的机械式计算机的装置。

1822年,法国的盖·吕萨克和阿拉戈利用电流的磁效应,把通电导线绕在软铁上,使一块普通的软铁变成了磁铁。几年后,美国的亨利在此基础上发明了磁性强大的电磁铁,利用电磁铁的原理,人们制成了继电器。继电器是在机电式计算机上第一个派上用场的电器部件。

同学们中一定有人玩过遥控玩具,或者使用过遥控电视机的遥控装置吧!大多数遥控装置都离不开继电器。继电器是一种开关,不过它的开启与闭合不是靠人手去拨弄,而是靠微弱的电流。这种弱电流通过一个电磁铁的线圈,使电磁铁磁化并将一个衔铁吸下。衔铁连着一个开关,就可使得另一个大电流接通或断开。

有了继电器,一个微弱的电流就可以控制一个大电流的开断。而微弱电流本身的开断不一定需要我们用手去拨动,它可以通过其他各种手段达到。比如无线电信号、导电的水、能导电的人体等,因此,继电器在各种控制电路中有着广泛的应用。

计算机的研制者们欣喜地发现,继电器的应用还有潜力可挖,它可以用来计数。它有开和关两种状态,就可以用来表示二进制中“0”和“1”两个数。用多个继电器就可以记录多位的二进制数。正是因为继电器具备这样的特性,所以,后来在机电式计算机中发挥了关键作用。

随着电与人类关系的逐步密切,许多人开始考虑将电学成果应用于计算技术。其中首先取得实质性进展的是霍利瑞斯制表机。提到它的设计人霍利瑞斯,人们或许会感到意外,因为他既不是工程师,也不是科学家,而是一名普普通通的统计人员。

霍利瑞斯是德国移民的后裔,毕业于哥伦比亚大学附属专科学校,他曾在美国人口调查局工作过,对统计工作的特点和艰巨性非常了解。

当时的美国每隔几年就要作一次人口调查,调查的项目十分详细,光是按年龄的划分就有10类:5岁以下、6~10岁、11~20岁、21~30岁、……直到80岁以上年龄段。大家知道,美国人口主要是由移民组成的。18世纪

末、19 世纪初，美国的人口还不多，广大的西部还都是人烟稀少的森林、草原和沼泽地，这个时期作人口统计当然没有太大的困难。随着人口的迅速繁衍和大规模移民潮的涌入，美国人口剧增，这就使得人口调查和统计工作的难度一次次增加。

大量的人口资料堆积如山，使统计工作者望而生畏，以致 1880 年的人口调查统计任务一直拖到 1887 年也没有结果。霍利瑞斯制表机就是在这种背景下应运而生的。

一天，霍利瑞斯和一位在人口调查局工作的官员比灵斯聊天，几句话就扯到了令人厌烦而又无法回避的人口调查问题上。比灵斯叹了一口气之后，忽然提到一个他已考虑了多日的设想，那就是使用穿孔卡片帮助统计。让每个接受调查的人都使用相同规格的硬纸卡片，按照不同的个人情况在不同的位置上穿孔，然后使用一种特殊的机器把这些信息读出并加以统计，至于机器如何设计他就不得而知了。

比灵斯的设想给霍利瑞斯以极大的启发，激起了霍利瑞斯的创造灵感，使他仿佛看到了解决问题的曙光。他过去听说过提花编织机上穿孔卡的故事，那件事发生在 1728 年，一位法国工程师发明了一种自动提花织布机，其中设计了一连串长长的穿了孔的卡片，让卡片转动，使得那些与卡片上的洞眼正好对着的织针顺利通过，而不相对的织针通不过。这样，纱线就织出了规定好的花纹。当时已是 19 世纪末，时代不同了，要求也不一样。霍利瑞斯懂得，仅用机械的方法显然会黔驴技穷，只有配上最新的电工技术才会使问题得到解决。

那时候、电工技术在美国是一样很时髦的技艺，霍利瑞斯虽然没有专门学过电学，但对电工技术还是很内行的，因为他常在业余时间摆弄各种电器。在同事、家人、邻居的心目中，他可是个能干而热心的人。最后，他将弱电技术和过去的穿孔卡片技术融为一体，设计制造了可用于人口调查的制表机。

霍利瑞斯制表机主要由 5 个部分构成：1. 接受压力机；2. 继电器；3. 计数器；4. 分类盒；5. 电池。制表机上阅读穿孔卡片的设计别具匠心，现在我们就以一个孔的位置为例介绍一下。先将卡片平放在相应位置上，孔的位置上方是一根带弹簧的金属棒，下方是一个水银杯。工作时，金属棒被轻轻地压下来，如果该位置上没有孔，金属棒被卡片纸挡住不下来，不能出现后续动作。反之，由于该位置事先已穿好了孔，金属棒就“长驱直入”地插入下方水银杯中。

水银和金属棒都是导体，它们接触以后，就好比接通了开关，形成了回路，产生电流。又由于所加的电压低，形成的电流很弱，不会产生损坏制表机的电火花，也不会对人体造成伤害。另一方面，电流虽弱，但可以使继电器吸合，产生大电流。大电流使相应的计数器加 1，这样就完成了此项目的一个人的统计。这种设计实在太巧妙了！金属棒有很多根，它的数目由统计项目和分类的多少来决定。

其实在今天，我们仍然有不少表格需要填写，像中学生升学填表，大学生毕业填表，甚至有时在考试中也有用填表作为答案的。不过，今天不用再穿孔，而只要你在相应位置上用笔涂黑就行。读表的装置也比那时高明得多了，用的是光电阅读器，它可算是穿孔卡片方法的“直系后裔”了。

美国的人口统计机关当时曾征集过能加快统计速度的发明，除霍利瑞斯

以外，还有两名应征者。他们采用了颜色卡片，但分类和计算仍依靠手工，与霍利瑞斯的发明相比真是相形见绌，霍利瑞斯成了竞争中的唯一胜利者。

有了制表机的武装，人口调查的难题自然迎刃而解。1890年，共作了6300万人的调查登记，资料汇总到首都华盛顿以后，一个月就完成了统计制表工作。而1880年，仅作了5000万人的调查登记，统计制表工作化了7年半的时间，还多化了几百万美元。

人们对制表机的成功，大加赞赏，许多大企业的会计业务、产品统计，都竞相仿效，后来还风行于世界各地，奥地利、加拿大、挪威、俄国等都改用制表机进行人口调查。霍利瑞斯制表机，尤其是它的读写卡片装置的巧妙设计，对以后的机电式计算机和电子计算机的研制都有极大的影响。

霍利瑞斯研制成功制表机以后，穿孔式计数技术得到了发展；继电器得到了更广泛的应用。人们还发现，19世纪的英国数学家布尔创立的一套被称为“布尔代数”的数学理论，特别适合用于逻辑电路的设计，因此，逻辑电路设计也取得了很大的成绩。就这样，在本世纪三四十年代，一批与当年巴贝奇方案相似的新型计算机——机电式计算机方案出现了。

中国有句成语，叫做“英雄所见略同”。在德国和美国，几乎同时有人在研制机电式计算机，原理、结构、性能都十分相似。德国的朱斯从1934年开始，投身于机电式计算机的研制，当时他24岁，正在学习土木工程。但是，他的主要精力没有放在土木工程这门“主课”上，反而对计算机研制工作于得津津有味，难免有人认为他“不务正业”，他的“爱好”受到别人奚落。他读过巴贝奇的传记，虽然巴贝奇的结局是悲剧性的，不过他觉得巴贝奇很有道理。如果巴贝奇活到现在，就有成功的可能。有人不理解他，觉得他为古人担忧有些好笑，可是朱斯却认真得很，决心依靠自己个人的财力开展研究。

由于资金短缺，有时候动手拆除家中一些器具充当计算机部件。他试制的第一台计算机Z—1是纯机械结构的计算机，费用不算太大，花了九牛二虎之力，总算在1938年完成。接下去他要大干一番，打算采用继电器技术制造计算机Z—2，其实，这就是一台机电式计算机。

刚动手干不久，战争贩子希特勒就开始了进攻波兰的闪电战，第二次世界大战爆发了。纳粹德国开始大征兵，年轻的朱斯“榜上有名”，计算机Z—2的研制完全“泡汤”了。事有凑巧，一个偶然出现的机会挽救了他。

1939年，他的朋友，也是后来的合作者许莱尔向纳粹政府提交了一个备忘录，竭力鼓吹朱斯关于新式计算机研制工作的重大意义。由于计算机将来在军事上会很有用，敏感的当局不仅豁免了朱斯的军役，而且还慷慨地拨出了专款支持朱斯的研究，这偶然的巧事，使得朱斯“因祸得福”

经过两年的艰苦努力，他终于在1941年研制成功全继电器的，机电式的通用自动计算机Z—3。这台计算机可以说是当时世界上最先进的新型计算机了。它能够执行8种指令，字长22位二进制，计算加法为0.3秒、乘法为4~5秒。整机用了2600个继电器，这是世界上第一台通用程序控制计算机。1945年初，朱斯对Z—3计算机作了改进，制成了可靠性很高的机电式计算机Z—4。

就在这一年，前苏联的红军和西方盟国的部队已经攻到了德国本土，逼近了柏林，希特勒点燃起的战火烧到了他自己家门口，全世界爱好和平的人民都为之振奋。燃烧的战火对于发明家朱斯，真是太不幸了，他的实验室，

他的 Z—3 计算机都遭到了盟军的轰炸，在霹雳声中灰飞烟灭。唯一值得庆幸的是，Z—4 计算机被藏在一座农舍的地窖里，才免遭此劫。

德国战败以后，朱斯流亡到中立国瑞士的一个偏僻的乡村，即使在那里他也无心欣赏美丽的田园风光，计算机研究仍然是他的第二生命。虽然没有实验室，没有了计算机，可是还有大脑，他还能研究计算机软件，他在那里提出了“程序演算”理论，即今天所说的计算机程序设计。这对软件的发展影响很大。

可惜的是，朱斯在第二次世界大战期间完成的发明很少被德国以外的人所了解，仅有一台幸存的 Z—4 计算机成了他的伟业的见证。这台计算机的牢固性和可靠性令人赞叹，1950 年到 1954 年用于瑞士技术学院，1955 年到 1958 年用于法国国防部，直到 1959 年才被送进历史博物馆。

与朱斯同时，美国的艾肯（1900~1973）也在研制机电式计算机。艾肯 1900 年生于新泽西州的霍博肯，青少年时代学习勤奋刻苦，1923 年他以优异成绩毕业于威斯康星大学，1939 年在哈佛大学获得博士学位。

在攻读博士学位期间，经常遇到大量的冗长乏味的计算。他设想造一台计算机，帮助解那些比较复杂的代数方程。1937 年，艾肯正式提出一份题为《自动计算机建议》的备忘录，在原理、结构、性能方面，与巴贝奇、朱斯的设计不谋而合。当时美德两国正处于敌对状态，所以艾肯与朱斯互不了解对方的工作。艾肯读过巴贝奇的自传，并为巴贝奇的创造精神鼓舞，但他没有读过艾达·拜伦对于巴贝奇分析机的说明，因此在机电式计算机的设计中，他表现了高度的独创精神。

事有凑巧，当时国际商业机器公司（即著名的 IBM 公司）总经理汤姆斯·沃森财大气粗，并且很有远见，看到艾肯的“建议”以后，决定给予支持。从 1939 年开始，艾肯得到了 IBM 公司的资助，哈佛大学也趁机成立了计算研究所。看来艾肯的境遇比他同时代的朱斯好多了。艾肯工作起来极其认真。他往往是天蒙蒙亮到研究所，晚上八九点钟才离开。他讲起话来，发音极为清晰，表达思想十分精确。艾肯认为造出新型计算机对科学和社会是一种奉献，这种理想一直鼓舞着他奋不顾身地工作。

经过 4 年的艰苦努力，艾肯和他的同事们共同制成了这台机电式计算机。起先他们将它叫做自动程序控制计算机，后来大家给它起了个绰号，叫做“马克—1”。它是个庞然大物，约有 15.5 米长、2.5 米高，几乎塞满了计算机研究所的一间大屋子。它用了 3000 多个继电器，运行时声音很响，人们很难在它身旁说话。1944 年 8 月，马克—1 计算机正式完成，接着交给了订户哈佛大学，一直使用了 15 年之久。由于它诞生在远离战场的美国，所以其影响要比朱斯的 Z—3 计算机大得多。

马克—1 计算机主要用于科学计算。1945~1947 年间，艾肯又负责研制成功了经过改进的马克—2 计算机。在计算机的发展史上，这两台机电式计算机有着重要的地位。1956 年，艾肯还负责制成过马克—4 计算机，那是一台在美国空军支持下研制成功的电子计算机。

艾肯是个意志非常坚强最会珍惜时间的人，他每天总要晚上八九点钟才离开研究所，有时第二天凌晨 4 点就又回所了。1973 年 3 月 14 日，艾肯在美国的圣路易斯病逝。

机电式计算机是计算机发展史上短暂的一页。它是计算机发展道路上的一次必要的科学尝试。由于它工作中仍有机动作，因此它的运算速度很难

有更大的提高。但是，它为早期的电子计算机设计制造积累了宝贵的经验，对于现代高速电子计算机的发展起了开路作用。只有电子计算机，才真正是人类智力解放的有力工具。要介绍电子计算机的发明过程，必须对电子技术的发展有所了解，让我们暂时把时间的指针拨回到 19 世纪末去吧！

第一个设计方案

阿塔纳索夫是美籍保加利亚学者，原是衣阿华州立学院数学物理教授，在求解各种数学物理方程时，繁复的计算使他深感头痛，他感到有必要发明更新的计算工具。当时流行着机械式或电动式计算机，以及最新的模拟运算工具——微分仪等，阿塔纳索夫对它们都作过深入的研究，逐步认识到要提高计算机的速度，关键是要有高速的运算部件。这正像建造一座巍峨雄伟、富丽堂皇的宫殿，要用上等的砖瓦一样，土坯、小石块是绝对不行的。只有用电子管做成的电子触发器等新一代器件，才能造出高速计算机。他是第一个看清解决这个问题出路的人。可是要提出一个新式计算机的制造方案，不是一件容易的事。多少个日日夜夜他苦思冥想，眼睛都熬红了，也未能理出个头绪来。但他凭着锲而不舍的精神，终使金石为之而开。

1937 年冬季的一天，阿塔纳索夫正驾车前往伊利诺斯州。一路上各种各样的问题在他的头脑中索绕着，一会儿是冗长的数学物理公式，一会儿是杂乱的电子线路。向后飞逝而去的树木似乎都变成了一排排排列整齐的电子管。“该休息一会儿了”，他提醒自己，他的大脑太紧张了。正巧，前方不远处是一个小酒吧，他停下车来走了进去。

品味着清醇的啤酒，他感到浑身轻松，一大堆偏微分方程的数值解问题，差分方程的繁琐计算，把他弄得太累了，此时此刻，都让它们见鬼去吧！他一连喝了几杯啤酒，感到舒坦极了。也不知是醉、是累，他微微地闭上了双眼。

突然，“灵感”来了，眼前一台巨大的计算机幻影似的在朦胧中时隐时现。这计算机没有齿轮，也没有继电器，有的是亮着暗红色光的电子管。电子管整齐地分布在计算机中，一根根导线将它们连接成一个整体。啊！关键的电路明明白白地展现在他的眼前。他分辨不清自己是醉还是醒，是梦幻还是在现实之中，眼前的景物一会儿似天上的游云，飘忽不定，一会儿又似一幅实实在在的画面，真切万分。他定了定神，竭力回忆刚才脑海中闪过的电路。对，这正是他苦苦思索多日想要找到的关键性电路。他及时地捕捉住这一闪而过的灵感。有了这些电路，朝思暮想的电子计算机的构思就瓜熟蒂落了。

就像古代阿基米德在洗澡时发现了浮力一样，他抑制不住内心深处的激动，一下子推开面前的杯盘，从椅子上跳了起来，结清了帐，立即去找他的助手贝利，向他叙述了在计算机中引进电子技术的设想。“好极了。”贝利完全赞同他的意见，他们很快就向学院申报了设计制造方案。

他们提出的方案，在当时可以说是一个惊天动地之举。这种用电子技术装备起来的计算机造成以后，可以求解含有 30 个未知数的一次联立方程组，功能是强大的。

他们将计划中制造的计算机命名为 Atanasoff—Berry—Computer，意思是“阿塔纳索夫—贝利计算机”，简称 ABC 计算机。经过两年的努力，终于

制成了计算机里的一个关键部件——控制器。为此，当地的《德孟内斯论坛报》在 1941 年 1 月 15 日，还刊登了一幅贝利手持控制器一部分的新闻照片，预告整个计算机内有 300 多个电子管，将于该年底完成。可是天不从人愿，就在这时，太平洋战争打响了，日本成功地偷袭了珍珠港，他们的研制工作也因此告吹。阿塔纳索夫本人离开了衣阿华学院，穿上军装，转入军队提供技术服务。

阿塔纳索夫提出的将电子技术用于计算机的第一个方案，限于当时的历史条件，并未真正造出来，但世人没有忘记他的功劳。由于电子计算机是一项举世公认的伟大发明，后来为它的发明权引起了争议，甚至曾对簿公堂。令人欣慰的是，1973 年，美国联邦州立法院裁决，认定阿塔纳索夫教授是第一个电子计算机方案的提出者。ABC 计算机的逻辑结构和电子电路设计，为以后的电子计算机的研制起过很大作用。

第一台电子计算机

随着科学技术的发展，各个科技领域所需的计算工作越来越多，计算量也越来越大。科学家和技术人员面对繁杂的运算都深深地感到力不从心，渴望着有高速的计算机来解决计算问题。这一需求随着时间的推移显得越来越迫切。不少数学家、物理学家、天文学家以及统计工作者，怀着解决各自领域中令人头痛的计算问题的决心，纷纷改行转到研制高速计算机行列中来。他们孜孜不倦地思索着，苦苦地探求各种各样的计算机制造方案，为人类的智力解放而费尽心力。

具有独创精神的阿塔纳索夫方案，尽管由于经费缺乏、战争等客观原因未能最终变为现实，但是这个方案的新颖设计、巧妙构想，却很能打动人心，给后继者以极大的启发。真正把第一台电子计算机制造出来的。是莫克利（1907~1980）及其合作者。

J·W·莫克利在 1907 年 8 月 30 日生于美国俄亥俄州的辛辛那提，1925 年考入著名的霍普金斯大学，1932 年获得物理学博士学位。

物理学是一门艰深的、应用数学知识最多的学科，和阿塔纳索夫一样，莫克利常为物理学研究中屡屡出现的大量枯燥、繁琐的计算问题而头痛。1941 年 1 月的一个晚上，和往日一样，他坐在柔软的沙发上，手里捧一杯浓浓的咖啡，边饮边看着报纸。紧张了一天的大脑该让它松弛松弛了。

“什么？”突然，他在德孟内斯论坛报上看到了一张照片。这张醒目照片使他的大脑立刻兴奋起来，那是衣阿华州立学院的阿塔纳索夫教授正在试制电子计算机。他被照片吸引住了，几年来对电子计算机他真是梦寐以求啊！阿塔纳索夫与他真是不谋而合。

一幕幕的往事又在他的面前浮现：30 年代他曾制成一台模拟计算工具——谐波分析机和一台不大的专用计算机；近年来他认定将电子管用于计算装置内部是提高计算机计算速度的必由之路，要制成一台电子计算机，其中有些关键问题尚无法解决。如今有人领先一步，准备将其付诸实践了，莫克利对此深感鼓舞。他立即启程前往衣阿华州登门拜访阿塔纳索夫。

阿塔纳索夫看到别人对他的研究感兴趣，心中十分高兴，热情地接待了这位文质彬彬的志同道合者，毫无保留地向这位不速之客作了情况介绍，详细叙述了如何把最新电子技术应用到计算机中，大幅度提高计算机运算速度

的具体设想。莫克利是个内行，对此听得津津有味，神情专注，唯恐漏了一个字。阿塔纳索夫把一本有关电子计算机设计的珍贵笔记本，郑重地递给了这位年轻人。

笔记本上凝结着阿塔纳索夫几年的心血，这是多么无私的举动呵！莫克利“受宠若惊”地接过笔记本，就像接过阿塔纳索夫手中的接力棒一样。他感激万分，觉得这次来，收获很大，确实不虚此行。

从 1933 年到 1941 年，莫克利在厄西纳斯大学任教。在 1941 年炎热的夏天，他到宾夕法尼亚大学的莫尔电气工程学院电子国防训练班参加学习，结业后留在莫尔学院任教。回到莫尔学院，莫克利沉浸在对阿塔纳索夫方案的研究和思考之中，一而再，再而三地仔细推敲，夜以继日地不懈工作。他终于将阿塔纳索夫的方案琢磨透了，懂得这是一个可行的研制电子计算机的方案，自己原来有几个搞不清楚的关键问题，阿塔纳索夫实际上都解决了。他凭着特有的聪明才智，加上数学、物理学雄厚的基础，以及电子学和计算机丰富的实践经验，1942 年 8 月，他写了一份题为《高速电子管装置的使用》的报告。

这个报告是在阿塔纳索夫方案基础上写成的，比那个方案更具体、更详细。该报告很快就在莫尔学院里传阅开了，教授、青年教师、研究生、高年级的大学生们都对它产生了浓厚的兴趣。

莫克利的报告在莫尔学院引起了一个年轻人的特别浓厚的兴趣。这个人就是 23 岁的研究生埃克特。

J·P·埃克特，1919 年 4 月 9 日生于美国宾夕法尼亚州的费城。他从小学习就非常认真，1941 年以优异的成绩毕业于莫尔学院，获电气工程学士学位。大学毕业以后，他又留在该校读研究生，继续深造。就是在这期间，他从一位老师手里看到莫克利的报告。

正如法国著名微生物学家巴斯德说过的那样，“机遇只偏爱那些有准备的头脑。”莫克利辛苦写就的报告，在许多人手里面传来传去，并未传出什么名堂来，可是传到研究生埃克特手里的时候，情形就完全不一样了。

埃克特深知这份报告的价值，为此他将自己全部身心投入其中。一天，埃克特拜访了莫克利先生，埃克特看问题深刻而尖锐。莫克利认为，埃克特正是自己的知音和得力的帮手。他们共同又研究了一种更加完善的方案。

莫克利和埃克特的方案提出以后，前后也被搁置了近一年的时间。他们从阿塔纳索夫那里接过“接力棒”，问题在于，他们能否拿着接力棒第一个到达终点呢？关键取决于谁需要这种发明了。当年给阿塔纳索夫提供资金的是农业实验站，如果莫克利他们得到的也是那类部门的资助，那就很可能会落得和阿塔纳索夫同样的命运。

这次不同了，他们得到了军方的资助。1941 年 12 月 7 日美国宣布参战，在战争中，战争的需要就是第一需要。莫克利、埃克特等人终于获得最后成功。

第二次世界大战的纷飞战火，在世界各地蔓延着，以重视高科技武器著称的美国正在调动着一切可以调动的力量，精心地进行着各种新式武器的试制和改进。

宾夕法尼亚大学莫尔学院的电工系，即莫克利所在的部门，正在同马里兰州阿伯丁试炮场联合进行着一个军事研究项目：为陆军计算炮击表。这是一项非常艰巨而紧迫的任务，按照对方要求，他们应该每天向陆军提供 6 张

炮击表，每张表的计算量都非常大，要计算几百条弹道。实际上，每计算一条在空中飞行 60 秒的炮弹的弹道，用台式计算机就得化上 20 个小时，即使用上大型的模拟计算工具——微分分析仪，也要化上 15 分钟。

在这个项目的课题组中，有一位军方派来的代表，负责该课题组与陆军军械部的联系，他就是年轻英俊的戈德斯坦中尉。入伍前他是密歇根大学的副教授、数学家。真是无巧不成书，他与莫克利是多年的好朋友。当莫克利谈到自己的电子计算机设计方案时，戈德斯坦中尉激动万分，连声说“太好了，太有用了！这对炮击表的计算简直是雪中送炭。”

他立即向他的顶头上司吉伦上校作了详细的汇报。上校认为这是克服计算炮击表困难的希望所在，因此给予热情的支持。在上校的积极参与和大力支持下，负责与阿伯丁联系的莫尔学院的勃雷纳德教授，按照军械部的要求，在 1943 年 4 月 2 日起草了一个为阿伯丁试炮场制造一台数字式电子计算机的计划方案。

战时的一切都为了战争，古今中外莫不如此，所以事情进行得异常神速，办事效率特别高，仅仅过了一个星期，关系到第一台电子计算机命运的决定性的讨论会，就正式开始了。穿戴整齐的勃雷纳德教授，在莫克利和埃克特俩人的陪同下，神情严肃地前往阿伯丁，出席这次不寻常的会议，他深知这次会议关系重大。阿伯丁军方出席会议的有阿伯丁试炮场弹道学研究所所长西蒙上校，普林斯顿高等研究院的著名数学家维伯伦教授等。维伯伦是西蒙的主要科技顾问，是他的智囊团里的第一号人物，说话具有很高的权威性。会上认真讨论了这一方案的种种潜在可能性，由于申请经费的数额巨大，当然大家都得慎重行事。后来人们回忆说，会前维伯伦教授对方案审阅过多次，在他听取了有关方案的详细说明后，对戈德斯坦中尉端详了一会，又沉思片刻，果断地说：“西蒙，把试制经费拨给他们吧！”教授的这句话是历史性的，整个会议厅里静极了，只有教授的话音在大厅里回荡。当时是 1943 年 4 月 9 日，人类历史上第一台电子计算机试制工作的序幕，就这样被拉开了。

6 月 5 日，军械部和莫尔学院正式签定了试制合同。在最后一次会议上，大家想到了为这台未来的机器起个名字，最后尊重吉伦上校的意见，命名为“电子数值积分和计算机”（Electronic Numerical Integrator and Computer），英文缩写为 ENIAC，我们译为中文是“埃尼阿克”。

埃尼阿克试制计划开始实施了。总设计师一职，毫无疑问应该是这一方案的提出者莫克利教授，当时他才 30 多岁。担任总工程师的是 24 岁的埃克特。在制造过程中遇到的一系列复杂的工程技术问题，都由他负责解决。年轻的逻辑学家勃克斯参与逻辑软件的设计工作。风华正茂的戈德斯坦中尉作为杰出的组织者和数学家，在数学上提供十分有益的建议。整个工程吸收了大约 200 多人，经过两年多艰苦的创造性劳动，埃尼阿克的试制工作终于瓜熟蒂落。1945 年底，这台标志着人类智力解放的巨大机器，庄严地宣告竣工。1946 年 2 月 15 日，在正式的揭幕仪式上，埃尼阿克作了第一次公开表演。

此时第二次世界大战的烽火，早已烟消云散，埃尼阿克的诞生虽然没能直接为反对法西斯的战争立下功勋，但它给世界带来的影响之大远远超过了在一次战争中所能起的作用。第一台电子计算机是个十足的庞然大物。它占地 170 平方米，总重量达 30 吨，里面约有 18000 个电子管，1500 个继电器，以及无数的电阻、电容等。耗电达 150 千瓦，是个名副其实的“电老虎”。这些功耗在机器运行过程中，最终当然都要转化成热量。热量之大，如果用

于烧水，每小时能把近两吨的水烧开。为此，还必须附加冷却设备，以防过热。

埃尼阿克的计算速度，当时无与伦比，每秒钟可作 5000 次运算，比当时已有的最快的继电器式计算机要快上 1000 倍！它可以胜任相当广泛的科学计算，当时计算中的最复杂的问题，要数描写旋转体周围气流的五个双曲型偏微分方程组了。这个问题如果让机电式计算机来计算的话，需要化一个多月的时间；让人工手算，要化上几年时间，而埃尼阿克，仅用了一个小时，就把结果全部告诉人们了。

埃尼阿克实现了多年来人类将电子技术应用于计算机的梦想，为进一步提高运算速度开辟了极为广阔的前景。

电子时代

电子管时代

最早的计算机是美国宾夕法尼亚州大学莫尔学院的莫克利负责研制的。这台机器的名字叫“电子数值积分计算机”，取它们每个英文单词的第一个字母就是“ENIAC”，简称为“埃尼阿克”。这台机器看上去像个庞然大物，机内使用了一万多个电子管，7 万个电阻、1 万个电容以及 600 个开关，整个机器长 30 米，高 3 米，宽 1 米，占地面积为 170 多平方米，相当于上课教室的 4 倍，整个机器重 30 多吨，相当于 7~8 辆解放牌大卡车的载重量。

这种计算机的运算速度比机械式计算机快得多，一般每秒几千至几万次。由于“埃尼阿克”是利用电子管制造的，所以，也称为电子管计算机。从 1946 年到 1957 年生产的电子管计算机，是世界上公认的第一代电子计算机。

什么是电子管？电子二极管是由一位叫费莱明的英国工程师在 1904 年发明的。电子二极管一端是灯丝，另一端是金属片做成的电极。金属片带正电时，电流才能通过。因此，在电子二极管中，电流只能朝一个方向流动，它可以用来检测无线电波。电子二极管的发明，是电子技术的一个重大突破。

与此同时，世界上第一支电子三极管也诞生了。这是由杰出的英国科学家德福雷斯发明的。它是 20 世纪最伟大的发明之一。电子三极管有放大微弱信号的功能。后来，人们又制造出四极管、五极管等等。

电子管计算机虽然较以前的各种计算机有了很大改进，但它体积太大，笨重、造价高、可靠性差、操作困难、维修复杂、耗电量高，不能进行批量生产，无法得到普及，没过多少年，它就被晶体管计算机所取代。

晶体管时代

早在古代，人们就发现了物体带电现象，当时的书籍记载说用毛皮摩擦琥珀可以吸引小纸片、毛发等轻微物体。又经过了很长时间，到 18 世纪，人们发现在自然界，有些材料允许电流通过，比如：金、银、铜等金属，人们把这些材料叫导体；有些材料不允许电流通过，如玻璃、橡皮等，人们把这些材料叫绝缘体。后来，人们又发现，在自然界中还有一些材料，它们既不是导体，也不是绝缘体，它们允许电流通过的程度，介于导体和绝缘体之间，

比如锗硅的氧化物，人们把这些材料叫半导体。

半导体有一个显著的特点：一旦它们受到光照或在它们中掺入极少量的杂质后，它们允许电流通过的能力会成百上千倍地提高。因此，科学家用半导体制成许多电子元件和器件。

1947年，世界著名的贝尔电话实验室研制出了第一个半导体三极管，也就是晶体管。

晶体管有3个电极，通过3根导线引出管外。3个电极中有1个电极能起控制作用，如果给这1个电极通过电流，晶体管内部的电子开关就接通，另外2个电极就会有电流通过；如果不给这个电极电流，开关就断开，另外2个电极也就没有电流，这是晶体管的基本功能。晶体管还有放大功能，在它的的一个电极上，给以一个微弱的信号，在另外2个电极上就能得到较大的信号。

晶体管既能代替电子管工作，又能消除电子管的所有缺点，它没有玻璃管壳，不需要真空，体积很小，生产成本很低，它的寿命比电子管长得多。因此，晶体管问世后，立即得到了迅速发展并且代替了电子管的位置。现在，我们日常生活中已经到处可见它的踪影。

1956年，美国首先研制成军用小型晶体管计算机，1958年底到1959年初，第一批批量生产的民用晶体管计算机投入运行，这就是IBM1403机。它们标志着晶体管计算机时代的到来。人们又称晶体管计算机为第二代电子计算机。

晶体管计算机重量轻、体积小、耗电小、成本低，因而在军事、工业、农业、商业、科研等各行业逐步得到应用。

电路时代

我们知道，在电子计算机里有许许多多电路，这些电路像一个个小型的交通控制系统，控制电流的往来。电流流通的路线由电路的形式决定。在电子管计算机中，电路是由单个电子管、电阻、电容等元件，经过焊接组装成的；在晶体管计算机中，电路是由单个晶体管、电阻、电容等元件，经过焊接组装成的。当科学家们采用先进的工艺技术，把微型化的晶体管、电阻、电容等元件集中组成电路，再把许许多多这样的电路集中在一块相当小的半导体硅片上，这就是集成电路。集成电路块只有大拇指那么大。是在1969年由美国英特尔公司年轻的工程师霍夫研制成功的。

所谓中小规模集成电路是相对后来的“大规模”集成电路而言的。1960年诞生的第一块集成电路，是中小规模集成电路，在一平方毫米的硅片上形成一个电路。

采用中小规模集成电路制成的电子计算机，是第三代电子计算机。比如1964年生产的IBM360机。因采用了集成电路，大大缩短了信息传输的时间，降低了电路的故障，因而使计算机可靠性显著提高，运算速度大增，已达到每秒几百万次，重量、体积、功耗、成本也大大减少。

我们知道，电子和光的速度是每秒30万千米。电子计算机的线路越短，电子走过的路程就越短，所花的时间也越少。我们以万分之一秒计算，第一代电子计算机中电子线路的累计总长度是30千米左右，第二代缩短到3000米，第三代只有30厘米左右了。

集成电路促进了电子计算机的小型化。1965年美国数字设备公司制成12位小型机后，各种小型机纷纷出现，迅速发展。

1970年出现了能装1000个电路的大规模集成电路，它们的大小只有我们平时吃的方块糖那样大。采用大规模集成电路制造的计算机，是第四代计算机，比如1972年美国IBM公司生产的IBM370系列机。目前世界上使用的电子计算机大多数是第四代电子计算机。

如果现在我们拿第四代电子计算机同第一代电子计算机“埃尼阿克”相比，我们会发现，它们的功能一样，但第四代电子计算机的体积却只有“埃尼阿克”的30万分之一，重量是它的6万分之一，耗电量是它的5万分之一，可靠性却提高了1万倍。

创造这个奇迹的是看起来平淡无奇的小硅片——集成电路。在显微镜下观察这些硅片，如同从空中看到一座现代化城市。由它组成的各种类型和用途的电脑，正对人类社会产生着巨大而深刻的影响。

电子计算机进入第四代的时候，开始朝两个方向发展：一是发展微型电子计算机；二是发展大型电子计算机。

现今社会，在大街小巷经常见到“电脑培训”、“电脑打字”的招生广告，这里说的电脑就是指微型电子计算机。

微型电子计算机是由小型计算机演变而来的，它比小型机体积小，重量轻，用起来方便灵活，可靠性高，比小型机更适应信息时代的要求，更有发展前途，一般人们叫它“微机”，也称“微电脑”。

第一代微机是1970年4月由美国英特尔公司首先研制成功的。它比小型机的体积要小，但该机工作速度较慢，不适应信息时代的快节奏。

于是英特尔公司动员人力、物力、运用新工艺、新技术对第一代微机做了改进，很快研制出了第二代微型计算机。第二代微机比第一代性能大幅度提高，运算速度大大加快，具有抗干扰和抗辐射能力，同时降低了耗电量。

1974年，后来居上的摩托罗拉公司研制成了第三代微型计算机8080A，性能超过了英特尔公司的产品，它比第二代微型计算机运算速度更快，体积进一步缩小。之后，微型计算机迅猛发展，1978年出现了8086型微机，指令执行时间比8080A快7倍，完全可以和小型计算机相媲美了。1981年又研制出了功能能和70年代中期的大中型计算机相比的微型计算机。

1979年世界微机有5000台，1985年超过1亿台，现在发展更是迅猛。8086型微处理器已经发展到了80286、80386、80486以及奔腾（80586）机，功能一代比一代强，不仅可做文字处理，还能进行绘图、设计，加上多媒体功能，就可以听音乐、看光盘、打电话、看电视、玩游戏等等。

微型计算机有许多突出的特点和优点：

第一是新。技术新、工艺新、产品新。它运用最新科学技术，产品花样翻新，层出不穷，成为计算机系统的佼佼者。

第二是快。革新快、换代快、生命力强。微型计算机的更新换代速度惊人。1969年8月设计、1970年4月第一代微型计算机问世，1973年第二代微型计算机问世，1975年第三代微型计算机问世。之后，其性能、质量迅速提高，微型计算机产业猛烈扩张，竞争对手云涌。美国加州甚至出现了以计算机为主导的电子产业基地“硅谷”，它的发展速度，远远超过了美国当年的汽车工业。

第三是多。品种多、产量多。从1970年到1985年，产量增加了30倍。

到现在不仅有普通微机，还出现了笔记本、膝上机等。

第四是便宜。体积小，用材少，价格低，平均每两年降价一半。

第五是广。涉及面广，用途广。现在，微型计算机在科研、生产、社会 and 生活中得到了广泛应用，可以说已渗透到社会生活的各个方面。

我们平时喜欢用“傻瓜”照相机照相，因为它不需人工调节，能自动对光圈定速度、测距离，就是因为照相机里安装了微型计算机；电视广告上经常说的全自动洗衣机，不需人工操作就完成洗衣工作，也是微机的功劳。微型计算机用于交通可进行自动信号控制、节约燃料、减少污染、自动刹车；用于商业可自动售货、自动结算、自动加油；用于教育，出现了电脑教师。

今天电脑已广泛进入家庭，微型计算机已迈向一人一机的个人电脑时代。

据美国一家电台报道，美国个人电脑 1991 年拥有量为 5500 万台。日本电子工业振兴协会对日本个人电脑市场抽查预测，个人电脑已进入一人一机的时代。

美国一家市场调查公司的调查表明，1991 年，在 2800 多万个家庭中，有 3000 万台个人电脑，研究预测指出，到 1999 年每个美国家庭平均将有 2.2 台个人电脑，比每个家庭的子女平均数量还多，并预测到 1999 年，在美国的学校中使用手提式个人电脑，就像现在使用小型计算器那样普遍。

个人电脑已经从业余爱好者手中的玩艺儿变成了一种非常普及的工具。在千百万人的办公桌上，已具有了 50 年代中央处理机那样计算能力的个人电脑。在家庭中，个人电脑是自从有电视机之后作用最大的消费品，比电话普及速度还快。美国的少年儿童中有 46% 在家里或在学校中使用电脑。美国人用个人电脑可以干许多工作，比如把电脑与电话线连接，直接传送信件、文件和其他信息。利用“电子邮局”，只要按下电脑的按键，几秒钟就能把过去几天才能寄到的信件内容同时送到若干处。还可以用个人电脑构成印刷系统，出版自己写的新闻稿。最广泛的应用是把电脑当成最完善的打字机，62% 的电脑拥有者常常用电脑写信或书写其他文字材料。用电脑玩游戏也很普遍。

个人电脑发展十分快。第一代个人电脑很粗糙，用户要经常自己编写程序。1981 年个人电脑发展揭开了新的篇章，IBM 公司的个人电脑在佛罗里达州博卡拉顿的产品开发实验室问世，IBM 个人电脑很快就把很大一部分市场掌握在手中。1982 年末各大公司激烈争夺市场，相继大幅度削价，几个月时间价格从 1000 美元跌到 199 美元。到该年年底，个人电脑摆满了商店的玩具部。第二代个人电脑，包括 IBMPC 机及其兼容机，就是我们常说“攒”的微机，现已显得陈旧了。目前，第三代个人电脑包含有强大的微处理机芯片、存贮器、外部存贮器（如磁盘）、键盘、光笔、鼠标器、显示器、打印机，还有能将信号作转换的调制——解调器。当然，除硬件之外，还要有软件，有成套的指令，即编好的程序，个人电脑才能完成各项工作。

个人电脑的兴起是信息技术革命中的一个伟大事件。个人电脑现在在国外和洗衣粉、饮料一样充斥市场，就像罐头一样随时可以买到。个人电脑正朝着小型化、轻量化、高性能和直观化方向发展。发展的核心是力求电脑的操作更简单，就像使用洗衣机、录象机一样方便。到那时，对于用户来说，个人电脑就更“可亲”了。为了使用方便，声控电脑也是一个发展方向。

1922 年 2 月 25 日，苹果计算机公司宣布，该公司已制出一种话控电脑，

它不但能识别口头命令，有时还能“回答”，当它完成任务后，可以报告它已完成了任务，并问使用者还有什么事情要做。

1992年在澳大利亚悉尼举办的个人电脑展上，夏普公司推出了只有手掌般大小的超小型电脑，重量只有500克，成了名符其实的“掌上电脑”了。

现在，个人电脑是整个电子计算机家庭中数量最多的成员。

1990年8月2日，伊拉克入侵科威特，触犯了美国及其他西方国家的战略利益。海湾上空战云密布。8月4日美国制定了代号为“沙漠盾牌”的军事行动计划，应沙特国王的请求，向海湾地区增派大量军队。1991年1月17日，海湾战争终于爆发。

当天夜晚，一片漆黑，几百架多国部队飞机对伊拉克首都巴格达进行了轮番轰炸，据美国一位退役的将军说：“仅这一夜向伊拉克和科威特泻下的炸弹，就相当于一个半投在广岛的原子弹。”然而让美国指挥部的军官们真正感到惊奇的，是这次轰炸几乎都命中预定的目标，参谋部的军官甚至认为这是一个奇迹。

人们不禁会问：多国部队的夜间轰炸，为什么“几乎都命中预定的目标”？

原来，早在战争爆发前几个月，美国就专门发射了几颗军事卫星上天，全天24小时不间断地监视着伊拉克、科威特地区的动静，包括伊军通讯波段、电台位置、雷达频率、部队调动、武器位置等，然后将收集到的大量情报传到指挥中心，在这里由大型计算机迅速加以处理，仅仅几分钟，一张张清晰的图片就送到指挥官面前。图片上及时显示出伊拉克导弹的位置、停在跑道上和隐蔽在机库里的各种飞机、以及伊拉克的化学工厂、核研究中心、通信中心等要害部门，甚至连伊拉克总统萨达姆所处的位置，都在这些图片中标明了。于是多国部队根据情报制出一套作战地图，极其精确地标出了攻击目标。战争前夕，又把截获的数百万条信息输入电脑处理分析，极其精确地制定了进攻计划；最后对所有情报详细筛选，编入计算机程序，制成数据图象，输入各类作战飞机的电脑。战斗中，大型电子计算机及时处理前线发回的信息，能在几秒至十秒钟之内，将信息和指令发回前线，供指挥官选择有利时机发起攻击。可以说整个轰炸行动得以准确、利索地完成，完全得益于计算机。

海湾战争中还进行了导弹战，最著名的就是“爱国者”大战“飞毛腿”。“飞毛腿”导弹是苏联制造的，它的飞行速度相与快，因此得名“飞毛腿”。“爱国者”导弹是美国制造的反弹道导弹。

伊拉克在遭到多国部队的沉重打击后，使用“飞毛腿”予以反击。美国则派出了“爱国者”导弹进行拦截。短短10多天，伊拉克先后发射了25枚“飞毛腿”导弹，其中20枚被“爱国者”导弹拦截并摧毁。其后向以色列发射了10多枚，也都被“爱国者”导弹拦截。整个战事“爱国者”导弹的拦截率达到了95%，因此荣获了“飞毛腿导弹克星”的光荣称号。

在这场反导弹的战事中，计算机起了决定性的作用。

“飞毛腿”导弹的射程有600千米，“爱国者”导弹的射程只有150千米，在“飞毛腿”导弹发射后3/4的飞行路程中，不能发射“爱国者”导弹。这样，从发射“爱国者”导弹到击落“飞毛腿”导弹之间，仅有1分钟时间。在短短的1分钟时间内，全靠计算机计算出“飞毛腿”导弹的飞行轨迹和控制“爱国者”导弹，在“飞毛腿”导弹逼到非常接近的时刻，才发出发射指令。在“爱国者”导弹发射后10秒的飞行中，导弹和目标的相对位置还要由

计算机作出精确的确定，以保证拦截成功。

能在这短短的时间内，完成这么多的工作，靠的完全是有高度的可靠性、能高速运算的大型计算机。

所谓大型计算机不是指体积和质量很大，而是运算速度快、存储量大、功能强、可靠性好。实际上这种计算机已经微型化。比如装在“爱国者”导弹头部的计算机就是大型机的一种。

大型电子计算机又称巨型电脑，或超级电脑，是计算机家庭中运算速度最快的一种，每秒可运算亿次以上。比如我国生产的“银河”亿次计算机。日本生产的巨型计算机每秒运算 160 亿次，更是快得吓人。最近德国也宣布研制成功了一种每秒运算为 400 亿次的超级电脑，它采用 16,384 个最新一代处理芯片，并且用新的方法把它们联接起来。

美国前总统布什 1991 年向国会提出的 22 项对美国至关重要的技术中，有一项就是高性能电脑，其中包括巨型电脑。美国的巨型机厂家已分别着手进行新的开发。其中克雷公司宣布将把巨型机运算速度再提高 4 倍，即达每秒 2000 多亿次。

巨型电子计算机主要用于空间技术、天气预报、宇宙空间研究、航空能力学分析计算、尖端工程的设计、国防等。

如果用过去的手摇计算机来运算今天的气象预报数据，那么几千人挥汗如雨地干几天也干不完，根本起不到对天气的预报作用。这些工作让今天的大型电子计算机来做，仅仅是几分钟的事，而且又准确，又可靠。

现代重大的科研项目，特别是航天技术方面，离了它更是不行。比如航天飞机的主要控制部件就是计算机。美国航天专家说：“没有计算机，航天飞机的上天是不可想象的。”

因此，大型电子计算机是当代一个国家科学技术和工业发展水平的重要标志，体现了一个国家的实力。

现今在计算机大家庭中以大型机、中小型机、微机为主，将来的发展将倾向于微机和大型机。

计算机网络

1992 年，美国总统克林顿在竞选时提出了“发展信息高速公路，振兴美国经济，恢复企业竞争活力”的竞选纲领，此后，副总统戈尔言必称信息高速公路。由此可见信息高速公路对美国国家建设的重要性。

那么，什么是信息高速公路呢？简单的说就是通信网络与计算机网络的结合。

当今，通信非常发达，当你拿起电话，可以拨通世界各地；当你投寄书信，可以到达天涯海角，这一切当归功于通信网络。同样，计算机的能耐很大，但拥有一台计算机的用户，只能使用它存取情报、数据和信息，而不能使用其他计算机用户存取的情报、数据、信息。同时，一台计算机不能存取大量的情报、数据和信息，不能做较大的事情，更不能利用大型计算机存储的资料。如果把不同地点、不同用途的计算机连接起来，形成网络系统，这样，就可以使参加网络的用户，共同享用整个网络中的情报、数据、信息，计算机的用途就大大扩大。这就像一句老话说的那样：团结就是力量。

现在，计算机网络一般是把各地的计算机和终端设备，利用现有通信线

联接起来，将来可以通过通信卫星联结起来，远距离传输情报、数据和信息。终端设备通常是一个键盘和台显示器，你只需操纵键盘，将问题“告诉”计算机网络，答案会自动显示在屏幕上。

1993年10月，中国计算机专家访问美国，在东部城市波士顿，他们想了解一份会谈资料，可是波士顿没有这份材料，这些材料只有美国西部斯坦福大学保存着。求助于计算机网络，把终端与网络接通，用键盘打入命令调阅这份会谈资料，3分钟后，电传打字机上印出此次会谈目录，并询问要第几条，回答后，又过了3分钟，谈话记录全部打印出来。计算机网络的神速，由此可见一斑。

过去，高速公路系统和电力网为工业经济提供了发展基础，而现今的信息网络将是新经济的高速公路。如整个国家没有先进的电子基础设施，社会就不可能取得进步。未来的计算机业、电信业和各种信息业正在殊途同归，比方说，不久之后，电话、电视机和计算机将是同一设备。

目前，大的计算机网络像巨大的蜘蛛网，跨越国界。它把世界所有的计算机连接起来组成一个巨大的计算机。计算机网络的建立，可以使拥有小型电脑的部门，通过网络来查找大型电脑的信息，不仅为使用者提供了经济的手段，而且使电脑的应用能跨越地理位置所造成的障碍。更有意思的是，还可以利用由于地理位置不同所造成的时差。例如，在一般情况下，在白天工作时间内，电脑是处于忙碌状态的，机器时间比较紧张。相比之下，在夜间电脑较为空闲。正是利用这样一点，欧洲一些国家在白天通过计算机网络，可以利用正处夜间的美国电脑。

计算机网络的建立，大大促进了电脑应用的社会化。

据国外报道，1994年英国有几百万个家庭加入计算机情报系统，这个系统保存的消息比一个星期出版的全部报刊还要全面。每个使用者只要打一个电话，就可以把相当于7000页原文的资料从电脑存储器中提取出来，呈现在家用电视机屏幕上，供人选择和查阅。

通过计算机网络还可以查询电话号码、旅行时刻表、大气预报、订购火车、轮船和飞机票等等。那时一位在巴黎的旅客，就可以在他的旅馆里通过电脑订购下周从英国伦敦飞往美国纽约的飞机票。前后只需一两分钟的时间，就可以知道他所预订的机票的班次和座位的号码。

计算机网络应用于商业更是前景无限光明。

以制鞋工业为例，有可能使制鞋厂在大量生产的情况下使每件产品都能适合消费者的需要。现在通常流行的作法是，人们选购几种少数型号和尺码的鞋子，而穿起来并不完全合适，这也是产生脚病的原因之一。但是，如果将来制鞋机是用电脑控制的，制造出来的鞋子就能按人的脚形千变万化。当人们利用微型电脑详细地测出每个人的脚形，然后把这些信息输送给制鞋厂，即可按大量生产的成基，制造出每个人所需要的、并且穿起来合适的鞋子。

顾客可以通过商业情报网把自己的需要告诉商店，并且可以在指定的地点提取所需要的货物。商业情报网的建立，可以使产销部门建立起崭新的关系，根据顾客的客观需要来组织货源和制定生产计划，从而大大避免和减少了产品的脱销或大量积压。同时也加快了货币的回笼和周转，活跃了商品市场。

现在很多人通过计算机网络打广告、设立电子商店、全面介绍自己的产

品，并询问各地的物价、物资供应情况，适时调整经营的对策。

一个美国小孩可以在十几秒内得到地中海的气象图，然后又迅速转到几千英里之外的伦敦图书馆、法国巴黎的博物院溜一圈，这就是应用计算机网络的神奇结果。

计算机网络是计算机今后的发展方向。

人工智能时代

1983年世界上出现了集成两万个电路的超大规模集成电路。从此科研人员开始将目光放在了第五代计算机——人工智能计算机的研制开发上。

第五代电子计算机比前四代都要优越，因为它采用并行式工作方法，而第一至第四代计算机是采用串行式工作方法。

什么是串行式和并行式呢？举个例子来说，如果有许多人要通过某一地段，是排成一路纵队“串行”通过快呢，还是排成一排，一路横队“并行”通过快呢？答案当然是后者。这种排成一路横队的方式叫并行式，而排成一路纵队，一个个走的叫串行式。

由于第五代电子计算机采用并行式的工作方法，它接受任务后，把任务分解成几个部分，同时对这几部分进行处理。因此，第五代电子计算机的处理速度要比前四代电子计算机快得多，每秒钟可运行1000亿次，比目前的高速计算机高1000~2000倍，所以，它比前四代电子计算机更先进。

第一代电子计算机到第四代电子计算机的工作原理是由美籍匈牙利人、大数学家冯·诺伊曼提出并创立的。诺伊曼工作原理是把事先编好的程序和数据存储在计算机中，然后计算机能自动地按照程序执行一条条指令。这样的工作只能完全禁锢在人的思想范围之内，如果程序不正确，不周全，计算机也就跟着犯错，难怪人们有时候把计算机称为“伟大的傻瓜。”这在很大程度上限制了计算机作为人的助手的作用。

第五代电子计算机改变了这样的工作模式，它不仅存储人们编制的程序，而且能在一定程度上给自己编制程序。到那时，人只要发出指令，或写出方程式，或提出要求，计算机就能自动完成所需程序，给人提供结果。也就是说，只要按人的需要，在计算机的功能范围内向计算机提出“做什么”，无需告诉它“怎样做”，它就可以给出人所需要的结果。所以，第五代电子计算机是有知识、会学习、能进行推理的计算机，是一种更接近于人脑的计算机。它具有能够很好地理解自然语言、声音、文字、图象的能力，并且具有说话的能力，以达到人机直接用自然语言对话的水平；它具有利用已有的知识和不断学习到的知识，进行思维、联想、推理，以达到解决复杂问题、得出结论的能力；它具有汇集、记忆、检索有关知识的能力。

1958年，科学家预先把下棋的规律编成程序存在计算机中，设计成功了世界第一台能下棋的电子计算机。但是，它下棋的水平平平，跟普通业余爱好者不相上下，别人的棋艺通过不断学习有了提高，可是它却不能，而且经常下出莫名其妙的臭棋来。

一次计算机棋手锦标赛中，两台电脑狭路相逢，激烈厮杀，走了一二十个回合，其中一台电脑不知何故，突然走出了一步人们意想不到的误着，也就是一招大臭棋。可是对方电脑却搞不清了：这一招似乎棋谱上没见过呀？不知如何应对。“想”了一会儿，干脆一不做二不休，一个“杀”招使出：

遗憾地是杀向自己——走了一步自杀棋的电脑的程序员已经惭愧地低下了脑袋，因为他的电脑丧失了大好形势，对方电脑只要不出太大的漏洞，已经稳操胜券了。这时候还在“思考”，说不定是在想如何痛快地向自己的电脑“开刀”呢。可是观众却突然哄堂大笑：原来这台电脑在“痛苦”地思考了5分钟后，做出了决定——投降！

第五代电子计算机“棋手”已经不会再出现这种笑话了，它会向对方棋手学习，把别人的长处记下来，不断提高自己的下棋水平。

1988年，美国卡内基—梅隆大学的4位研究生研制出专用的下棋机，称为D·T。在1990年2月，这台专用电脑与1990年世界冠军的挑战者、前世界冠军卡尔波夫进行比赛，在开始50招内电脑棋手一度占上风。后来，卡尔波夫放出诱招，D·T贪吃，遭致失败。

D·T电脑每秒运算达200万次，并且考虑棋步已不是采用“蛮干”算法了，而是采用一种优化分析法。所谓“蛮干”是指对所有各种走棋法都加以考虑，从中选出最优走法。国际象棋有可能出现 10^{120} 种走法，用目前的电脑是无法一一加以分析比较的。

但有的专家还是预测说，2000年之前肯定有人能编制出更高级的下棋程序，使电脑战胜人。国际象棋第一高手、世界冠军卡斯帕罗夫却不以为然，他傲气地指出，在2000年前电脑绝不会战胜特级象棋大师，如果谁在与电脑对弈中遇到麻烦，他可以帮忙出主意。

话音没落多久，1995年电脑主动找上了卡斯帕罗夫，一场人机7局大较量开始了。整整7场比赛，我们从电视直播中看出卡斯帕罗夫下得并不轻松，每一场都是双手抱头，眼睛直视，面部表情严肃沉重。虽然卡斯帕罗夫获得了最后总比分的胜利。但首场比赛就被电脑棋手杀得大败，也让人们知道了电脑的利害。不知有点自顾不暇的卡斯帕罗夫现在还有没有胆量再出来替人打抱不平了。毕竟电脑还可以再作大幅度的改进啊。

第五代电子计算机总的说来有三大特点：一是超人的记忆力，能存储上万条常用知识和经验；二是会思考，能根据输入的问题，通过记忆和积累的知识，进行推理，最后作出判断；三是能理解我们日常说话的语言，甚至能听懂人们说话的声音，自己也能输出声音“说话”，这样人与计算机可以有真正的对话了。

日本是最早开始研制第五代电脑的国家，为了推动电脑的研制，组织了富士通、三菱电机、日本电气、日立、东芝、松下电器、夏普等八大公司共同进行开发。共筹资1000亿日元，制定了10年的研究计划，在80年代末期取得了可喜的进展。1988年11月，在召开的第五代电脑第三次国际会议上，用所研究的第五代电脑作了表演，对日本小学教科书中一篇课文作了处理，很好地回答了代表们提出的问题。

但是，人工智能问题确实是非常复杂，不易解决的，第五代电脑研制目前处于停滞不前的状态。日本在1992年也正式宣布，终止第五代电脑的研制。日本著名的专家承认，在10年内完成这样的高智能系统是不可能的。现在功能最强的电脑“智力”仅相当于三、四岁的幼儿。

如果第五代电子计算机诞生，将会在社会生活各个方面引起深刻变化，将创造无法预料的技术奇迹。

微处理器的影响

微处理器自 14004 问世以后，又经历了几次较大的改进。英特尔公司则大发其财，欢度着黄金般的岁月。这使得美国、日本的许多公司十分羡慕，纷纷投入力量进行研制。与此同时，大规模集成电路的集成度也提高得很快，微型化晶体管数超过 1 万的芯片称为超大规模集成电路，到 1978 年，一个芯片上包含的微型化晶体管数已达到 100 万个。这对于制成“功能更强大”的微处理器客观上创造了有利条件。有人说，微处理器发明的重要意义超过了上一世纪作为交通大动脉的铁路建设，也超过了本世纪的现代化代步工具——汽车的广泛使用。

还在微处理器问世后不久，英特尔公司总裁戈登·穆尔指着它向客户宣布：“如今，我们公司可以生产微处理器芯片了。它可以有几千种不同的用途。”下面几项大家熟悉的产品都用到微处理器：个人电脑（即通常所说的“微机”）、电子游戏机、电子表、袖珍计算器……

微处理器的应用极其广泛，如今，彩电，录像机等高档电子产品已大量地进入寻常百姓家，而且不少是遥控的。夏天，我们可以舒适地仰坐在躺椅上，冬天躺在暖和的被窝里，只要轻按身边小小的遥控器，就能想观赏什么节目就观赏什么节目。这种深受广大用户喜爱的高新技术产品，其关键就在于遥控器中有个微处理器。

又如微波炉，老式的定时器功能有限，每次至多用 15 分钟，超过此限时就不准确了。而微处理器用电子接触键盘和数字显示器代替老式的按钮和旋钮，可以准确测定各种食物的烧煮时间，按程序连续操作，大受顾客欢迎。其他如电子天平、程控电话、数控机床等等，也都是使用了微处理器的结果。

由于生产工艺、技术的改进，微处理器的价格十分低廉。这也是它易于得到广泛应用的有利条件之一。14004 的价格起初是 400 美元左右，现在用 2 美元就可以买一个功能比它强得多的微处理器。

历史上曾经有过两次大规模的产业革命。第一次是由蒸汽机的发明带动起来的；第二次是由电力的广泛使用造成的。有人说，电子计算机的问世标志着第三次产业革命的开始。实质上，第三次产业革命是由微处理器的发明和应用带动起来的。霍夫被著名的英国《经济学家》杂志称为第二次世界大战以来最有影响的 7 位科学家之一。过去，各种类型的计算机虽也造了不少，但毕竟数量有限，其影响从来没有微处理器这样深入和广泛。小小的微处理器可以大量生产，价格又很便宜，就像花草的种子一样撒得铺天盖地，今天的人们或多或少都得与电子产品打些交道，或多或少都得与计算机有些关系。

以往的技术革命基本上是耗能型的，需要消耗大量的石油和煤，这次技术革命是节能型的，对于当时西方国家克服“石油危机”起了很大的作用。以往的技术革命往往是用机器代替人干活，而这次技术革命侧重用电脑代替人脑的劳动。对于第三次产业革命，我国政府给予高度重视，认为这既是对一次挑战，也是一次难得的机遇，并研究制订了许多积极而富有成效的对策。

电子计算器的发明

电子计算器，你们一定都很熟悉吧！在今天所有的计算工具里，使用人数最多的恐怕就数袖珍电子计算器了。它价格低廉，使用简便，易于携带，

因此几乎家家户户都有。

通常人们所说的电子计算器，实际上是袖珍电子计算器的简称。它是人们进行算术运算及初等函数运算的好帮手。不仅银行的会计、商店的营业员、个体户商贩离不开它，就连一些上街买东西的顾客，也经常随身携带。计算器也是学习的好帮手。除低年级学生由于需要大量练习算术运算，不宜使用计算器外，一些已经具备较高计算能力的高年级学生，练习计算已不是他们的主要任务，碰到某些耗时较多的繁杂运算，可以借助于计算器加快计算速度，以节省时间，把更多的精力放到理解和思考上去。

广义地说，袖珍电子计算器其实也是微型电子计算机的一种特殊类型。它与一般通用计算机的主要区别在于程序输入方式的不同。计算器的程序一般都已经固定，只需按键输入数据和运算符号就会得出结果，就是小学生也能掌握。而一般计算机的程序可以根据需要随时改动，或重新输入新的程序。

计算机（英语叫 Computer）与计算器（英语叫 Calculator）在汉语中仅一字之差，汉语中“机”和“器”也没有严格的界限，只是不同的地方会有不同的叫法。在香港、台湾、新加坡等地，还有多数海外华人把计算器也叫做“袖珍计算机”。我们称为计算机的，他们叫做电脑。大家可不要把它们混淆起来了。

电子计算机诞生前，人们常用的计算工具是计算尺、算盘、手摇计算机。电子计算机问世后，老式的计算工具都黯然失色，不过它价格昂贵，用它解决普通计算问题真是“用牛刀杀鸡”，大材小用了。

电子计算机使用时要编写程序。但如果很简单的问题都得编写程序的话，那就成了一种不堪忍受的负担。怎样才能设计出一种新式计算工具，用来代替计算尺、算盘和手摇计算机进行各种算术运算，而又不必每次都编写程序呢？为此，很多人都作过努力。

现代电子计算器首次问世是 1963 年。那时的计算器是台式的，在美国波士顿的电子博览会上展出过。与计算机相比，它小巧玲珑，计算迅捷，一般问题不必事先编写复杂的程序。它在当时也不算贵，标价为 5000 美元。从此以后，电子计算器便如雨后春笋般发展起来。

美籍华人王安也注意到了波士顿展览会上的台式电子计算器，以及后来市场上出现了一些其他牌号的台式计算器。这些计算器的特点是：能够解决的问题越是复杂，就越笨重；而且速度也太慢了。王安经常琢磨着怎样对这些计算器加以改进。经过一段时间的研究，他找到一种只需几个步骤就能得出对数进行乘除运算的方案。就这样，王安发明了“对数计算器”——这是他自己起的名字。

王安的对数计算器可装在桌面上，每台 6500 美元，可以进行加减乘除四则运算，以及开方、乘方运算。使用时方法很简单，只要按动几个键就可以了。1964 年 10 月 29 日，王安提出专利申请；1965 年，王安公司向市场推出台式对数计算器；1968 年获得了专利权。这种计算器在当时新奇、时髦，成为该公司最重要的收入来源。

1958 年，基尔比发明了集成电路。凡是用晶体管的电子产品，他当然都会考虑怎样换上集成电路使之升级换代。他留心到了计算器。这些晶体管型的台式计算器存在一些缺点：体积大，笨重，运算速度不够快，而且稳定性差等。曾经有过这样一个有趣的故事：

王安公司的对数计算器不仅在美国受欢迎，而且远销其他国家。法国全

国铁路公司用它解决复杂的时刻表编排问题，不久，发觉这种计算器计算不准确。王安公司在法国的分公司接到紧急电话以后，不敢怠慢，立即派了两位水平很高的工程师去解决问题。他们检查了几天，还是没有发现什么毛病。

这到底是怎么回事呢？出于工作的责任心，两位工程师在一天的凌晨 4 点去了办公室，想查它一个水落石出。

到了那里一看，天哪！那台对数计算器已被关上，这正是出售这种计算器时告诫用户要防止出现的事情。因为其中用了磁芯存储器，而这种存储器在低温和高温下都会失灵。夜晚和凌晨，那里的温度很低，这正是造成计算器失灵的原因。

两位工程师临时变成侦探，一直等到早晨 7 点，一个工人进入办公室，依次打开了电灯、暖气和对数计算器。工程师走上前去问他干什么？他回答说，这里工作的工程师都疯了，下班以后居然开着灯、暖气和计算器就走了，铁路公司哪有那么多钱供他们这样浪费！

这个故事表明，当时的计算器娇嫩，难侍候，可靠性差，还需要用户懂行。正是在这样的背景下，德克萨斯仪器公司经理基尔比动手研制新式计算器。他利用中、小规模集成电路，筹划着每个元件的排列，尽力节省每平方毫米的“地盘”。终于在 1966 年，他发明了集成电路计算器。

当时的计算器除了四则运算、乘方、开方以外，还能进行初等函数运算。直到 1969 年，美国市场上才出现最早的可编程序计算器。同年，日本人采用金属氧化物半导体的大规模集成电路技术制成低成本的多功能计算器，与美国的电子计算器工业争夺市场。1971 年霍夫发明了微处理器，开始时用它来装备商事公司的计算器，可惜日本人一时未给予足够重视。美国人借此机会改进原有的设计，在计算器中广泛用上微处理器。只要给一二块芯片组成的微处理器添上键盘和显示器，就可以作为新型计算器工作。1972 年，美国的惠普公司首先生产 HP—35 型可编程计算器，这是一种单片式袖珍电子计算器。（由于微处理器通常由一二片大规模或超大规模集成电路芯片构成，所以也有人把它叫成单片式计算机，或者更简单地叫成单片机。）

现今的计算器体积越来越小，可以像手表一样戴在手上，也可以像薄纸一样夹在书里。它们价格低廉，耗电很少。液晶显示的计算器耗电仅为万分之几瓦，两节小电池可用上几年。有的干脆改用太阳能电池，只要有蜡烛的光亮它就能正常地工作。

电子计算器的功能愈来愈多，有的可以记录电话号码，有的可以计时或当闹钟用，有的还能翻译外语单词，当辞典用哩。简易计算器主要用于加减乘除；科学计算器，又增添了初等函数运算（有的还带有数据总加、求平均值等统计运算）。比较高级的是可编程计算器、用它可以编写一定步数的程序，这与计算机已经很相似了。

个人电脑

键盘、主机与终端显示器（像电视机的显象管那样），组成了一台台个人电脑，就是人们通常所指的“微机”。为什么要把“微机”叫做“个人电脑”呢？因为过去常见的（大、中、小型）计算机体积大、售价昂贵，不适宜存放家中；而微机可以放在普通的写字台上使用，许多美国家庭都买得起，因此得了“个人电脑”这个名子。“微机”则是它的俗称。

现代的个人电脑通用性很强，其功能已与过去的大、中、小型计算机一样，可以完成科学计算、数据处理、辅助设计、模拟教学等一系列工作。此外，它还能当电子游戏机玩。

个人电脑的发展速度极快，以锐不可挡之势迅速取代以往的小型、中型、甚至某些大型计算机，广泛深入到工矿企业、机关学校、商店家庭等社会各个角落。

个人电脑是由两位硅谷的年轻人在业余时间发明的，这里面还有不少有趣的故事呢。

60年代末一个风和日丽的早晨，在美国硅谷一所普通的中学校园里，一天的学习生活即将开始。詹姆斯校长像往日一样，习惯性地巡视各个教室。突然从教室里跑出一个神色慌张的学生。

“校长，我们班级内发现一包异物。”

“走！进去看看。”詹姆斯校长跟随他走进教室。一张课桌的抽屉大开着，里面有一包东西。校长谨慎地将它取出，沉甸甸的。这是什么呢？几十名学生都投来惊异的目光，教室里一片寂静，紧张得教人透不过气来。

“滴嗒滴嗒……”包里发出有节奏的响声清晰可辨。

“不好，可能是……”詹姆斯校长捧起这包东西，一个箭步跨出门外，向着操场奔去……

“定时炸弹！”一个同学情不自禁地叫嚷起来，大家的脸顿时失色，喧闹声、尖叫声响成一片。有几个血气方刚的男同学，被老校长的忘我精神所感动，也由于好奇心驱使，紧随校长身后冲了出去。其他班级的同学闻声而动，整个校园一片嘈杂和混乱。

“别过来！”校长回头对身后的几名男生厉声“命令”着，然后快步向操场中央跑去。他小心翼翼地将这个“危险家伙”放在地上，然后迅速撤离。同学们有的隐蔽在钢筋水泥柱子后面，有的就地卧倒，刹那间，校园里笼罩着一片紧张气氛。

1分钟过去了，“炸弹”没有响；5分钟过去了，操场上仍然没有动静。是谁这样搞恶作剧呢？！

“哈哈！”走廊里传来了一阵得意洋洋的笑声。一个还有几分稚气的男孩笑嘻嘻地走了过来。

“对不起，校长！那不是定时炸弹。那是我做的一个电子节拍器。”他解释道。

“什么？你怎么能开这样的玩笑！简直无法无天！”校长火冒三丈，他确实被激怒了。

这个顽童不是别人，就是后来享誉全球的苹果电脑公司的创始人之一，苹果个人电脑的设计者史蒂夫·格·沃兹尼克。他的朋友都爱叫他“沃兹”。

在怒不可遏的校长面前，沃兹意识到自己的祸闯大了。学校对他作出严肃的处理决定，勒令停课两天，以儆效尤。

中学时代的沃兹虽然顽皮，可聪颖过人，学习成绩出众。他最感兴趣的是电子学。人说天才出自勤奋，此话不假，沃兹确实很勤奋。不过他不爱照章办事，他的勤奋往往表现在“玩”字上。他的“玩”法也与众不同，他常常挖空心思，别出心裁地想出一系列恶作剧。像刚才这类恶作剧他已经设计过不止一次了，只是没有产生过这么大的“轰动效应”而已。他设计恶作剧的手法“高明”，绝大多数都是“技术型”的，所以一般不会被人捉住。这也

使他越来越“胆大妄为”。

沃兹的电子学老师约翰·麦卡勒姆可说是慧眼识英才。就在沃兹这次搞恶作剧“臭名远扬”之后，他感到沃兹应该有“发泄能量”的地方，他的“能量”太大了，学校的课程不够他“消化”，提不起他的劲头。麦卡勒姆老师想到了电子计算机。对！电子计算机世界里有许多有趣而棘手的问题，够他费脑筋的了。在硅谷，各类电子公司比比皆是。麦卡勒姆老师找到附近的西尔瓦尼亚电子公司，与他们达成一项协议——让沃兹每周到那里去操作几次计算机。就这样，沃兹“因祸得福”，从此与电子计算机结下了不解之缘。

在西尔瓦尼亚公司，沃兹大开眼界，他第一次看到一台真正的电子计算机。这是一台型号为“PDP—8”的小型机，不仅能用于计算，还能用于绘制各种图形，打印各种表格。沃兹一下子就被迷住了，只恨自己来得太晚。他将自己的全部精力都投入进去，学会了编写各类程序，也对计算机的硬件结构作了深入研究。

中学毕业后，沃兹以优异的成绩考入科罗拉多大学。在大学里，沃兹仍旧爱“玩”。他设计过一个干扰电视机收视的装置，别人被弄得哭笑不得。他也喜欢挖空心思设计各种新型计算机，有时打桥牌直至深夜，生活上不拘小节。

当然，计算机光有纸上设计是不行的。1971年夏天，他找到中学时代的老朋友费尔南德兹，准备利用暑假进行电子计算机的研究和制作。他们设法搞到了硅谷工厂生产的因外形缺陷而处理的廉价零件，动手干了起来。费尔南德兹的起居室成了实验室。沃兹利用现有的零件进行设计。不到一星期，就拿出了“神秘”的图纸。他对费尔南德兹说：“这就是我们要做的计算机，现在动手安装吧。”

起居室的地毯上堆满了各种元器件，看来没有哪张桌子摆得下，干脆就在地毯上焊接安装。夏日的夜晚，炎热难熬，再加上电烙铁的烘烤，他们浑身都被汗水浸透了。为此他们准备了大量的奶油苏打水，一面焊接，一面喝。这样既能解渴，又能充饥。

经过十几天夜以继日的奋斗，计算机终于试制出来了。为此他们两人都掉了好几磅肉。该给这台计算机起个什么名字呢？这台计算机可是汗水泡出来的啊！补充这些汗水的是一瓶又一瓶的奶油苏打水，就叫“奶油苏打水计算机”吧。

为了让外界也知道他们的成果，他俩给当地的报社打了电话，并把“奶油苏打水”计算机的功能“吹嘘”了一番。不久，来了一位记者和一位摄影师，他们正在寻找天才少年创造发明的题材呢！记者粗略地端详了一下散装在地毯上的计算机，几个大部件之间横七竖八地连着导线，不禁皱起了眉头。“能操作一下吗？”记者问。“行！”沃兹挺有信心地回答，随即插上电源，打开了开关。

忽然，一缕青烟从电源部分冒出。紧接着，主机里火光一闪，一股刺鼻的焦臭味冲了出来，迅即弥漫了整个房间。不好，短路了！沃兹连忙拔掉电源插头。火势虽然没有蔓延开来，可“奶油苏打水”计算机却成了一堆破烂。可能是谁在无意之中碰乱了线，造成了短路。看来，它太“弱不禁风”了，以致险些酿成一场大祸。记者摇了摇头，失望地走了。

一把火将沃兹一举成名的希望烧成灰烬。虽然试验没有最后成功，可这期间沃兹通过费尔南德兹的介绍，结识了一个新朋友——电子爱好者史蒂

夫·普·乔布斯。在硅谷，许多年轻学生都对电子制作感兴趣。乔布斯后来与沃兹搭档，共同创建了苹果电脑公司。乔布斯粗看起来并不起眼：瘦长的身材，蓬乱的长发披到肩下，比沃兹小 5 岁，父母都属蓝领阶层（体力劳动者）。可这两位“史蒂夫”一见如故，后来成了莫逆之交。

乔布斯也是一个聪明、顽皮，在生活上不拘小节的人，与沃兹正好气味相投。教他的希尔老师为了帮助他“改邪归正”，给他单独布置了大量的作业，同时还给予物质刺激——每完成一次作业，奖励 5 美元。为了培养他健康的爱好，这位女教师还送他一套摄影器材。那一年乔布斯又对电子学产生了兴趣。一旦选定目标，他就钻了进去，不达目标不罢休。与沃兹相比，他的电子技术显然逊色得多，不过他有两个沃兹不具备的长处。第一，口才极佳，能说得别人口服心服；第二是有魄力，敢闯。有一次，他在制作一种频率计数器时，仅因缺少一个零件，就直接给著名的惠普公司创始人之一休利特先生打电话，请求帮助，休利特先生最后居然被他说通了。沃兹与乔布斯合作，互相取长补短，这是他们后来取得巨大成功的重要原因。

沃兹修完大学学业，就进入惠普公司工作。惠普公司是在硅谷最早发展起来的一家举世闻名的大公司，产品有上至大型计算机的主机，下至袖珍电子计算器的各类电子产品。沃兹初进惠普公司，真是如鱼得水一般。

惠普公司的高级工程师有一天接到了一份新型计算机设计报告，这是本公司一名年轻的雇员呈上的。他们对此作了认真研究，认为设计虽然比较新颖，造价也低，但这不是本公司的传统产品，而且设计者是一个无名小辈，于是决定拒绝采纳。

这个设计者就是沃兹。他满怀希望而来，却失望而归。他渐渐意识到惠普公司不是他发挥才能的理想之地，开始把精力化到业余活动上去了。

他的业余活动是什么呢？原来，在硅谷这样一个电子技术王国里，喜爱摆弄各类电子制作的青少年非常多，他们自发组织了一个称为“家酿计算机俱乐部”的团体，实际上是个自制计算机的俱乐部，计算机迷们聚集在一起，可以相互交换经验、技术和其他信息。为什么起这么个怪名字？可能是这些青年人认为自己动手研制计算机与 18 世纪的家酿私酒同样有趣吧。在这个所谓的“家酿俱乐部”里，他们可以不受老板、经理们的约束，自由自在的发挥想象，搞各种别出心裁的设计。他们的愿望不是赚钱，而是“露一手”，显示一下自己的能耐。一言以蔽之，是为了“玩”。可不能小看这个俱乐部，它可是个“藏龙卧虎”之地，其中身手不凡的人才可多呢！沃兹、乔布斯和费尔南德兹等人都是该俱乐部的成员。

沃兹“露一手”的机会终于来临了。有一次，他看到莫斯技术公司的广告，该公司将在旧金山市举行韦斯康计算机展览会，并出售它最新生产的 6502 微处理器芯片。使他惊喜的是，该芯片售价仅为 20 美元。这可太好了，搞业余制作得自己掏腰包，不能不精打细算啊！微处理器是计算机的核心部件，有了它，再配上存储器 and 外围设备不就可以组成一台微型计算机了吗？且慢！沃兹想到：“我准备制作的是一台微型的通用计算机，它可以用来解决各种计算和数据处理问题，光有硬件不行，还必须配上软件。软件像人的灵魂一样，有了灵魂，才是一个实实在在的‘人’。”很巧，这个俱乐部里有人一直在研究 BASIC 语言的解释程序。BASIC 语言易学易用，沃兹对它曾进行过深入的钻研，把 BASIC 语言用到 6502 芯片上，可谓珠联璧合，恰到好处。就这样，一台完整的通用计算机的轮廓在沃兹的脑海中逐步形成了。

沃兹不禁沾沾自喜起来。

他们俩人驱车前往旧金山买回了 6502 芯片，立即动手设计安装起来。由于有过“奶油苏打水计算机”的经验教训，沃兹比过去成熟多了，他设计了一个电路板，将 6502 微处理器和接口及其他一些部件安装在上面，通过接口将微处理机与键盘和视频显示器连接在一起。仅仅几个星期，电脑就装好了，试操作时性能合乎设计要求。乔布斯兴奋地拿起希尔老师送给他的照相机。给这台计算机拍了照片。这样，他们就可以到俱乐部去“炫耀”一番了。

这台电脑果真在“家酿计算机俱乐部”里产生了“轰动效应”，伙伴们这次真的口服心服了。沃兹此时得意洋洋的神态就甭提了。接下来有人提议给这台计算机起个好名字。

“不用再想了，名字我已经起好了，就叫‘苹果’（Apple）吧！你们一定想不出更好的”，乔布斯说道。他怎么会想出这么一个与电子计算机形象相去甚远的名字呢？有人说他曾在俄勒冈的苹果园打过短工；也有人说是因为他受到一种唱片标签上“苹果”字样的启发；还有人说是因为乔布斯在印度时生了一场伤寒，吃了很多苹果。不过，一个可能更为重要的理由是：在电话簿上苹果（Apple）可以排在阿塔里（Atari）之前，乔布斯曾在阿塔里公司当过职员。总之，苹果电脑就这么叫开了。它是世界上第一台个人电脑，诞生于 1976 年。

苹果机刚诞生时其貌不扬，赤裸着身子，没有外壳，键盘，电源等都得另外加上去。就在沃兹陶醉于自己杰作之中的时候，乔布斯已在冷静地思考下一步怎么办了。一天，他终于向沃兹道出自己考虑多日的“宏伟计划”。

“沃兹，‘苹果’的性能不错，咱们办公司吧！”

“什么？办公司？这个我可没干过。”沃兹虽然爱出“风头”，可压根儿没想到办公司。

“没关系，有我呢！”乔布斯信心十足地说。

“你？！”沃兹望着满脸稚气的乔布斯，语气中流露出一股不信任的态度，“办公司可得有资金，有地方呐！”

“这个我已经想好了，将我的汽车卖掉作资金，车库作工场间，不是一举两得吗？”

经不住乔布斯连劝带磨，沃兹终于勉强同意。把他的业余制作变成一笔生意，他总感到有点不自在。就这样，两人变卖了他们最珍贵的财产——乔布斯的大众牌小汽车，以及沃兹的两个 HP 型计算器。就是靠着这点资金，“苹果电脑公司”在乔布斯的车库里诞生了。

首先，他们设计了苹果电脑的印刷电路，请人绘制加工印刷电路板。有了这块可以大量生产的印刷电路板，只需将元器件插在板上一焊就行了，装配起来大大地节省了时间。随后，乔布斯开始向业余爱好者兜售印刷电路板。可“苹果”机的生意清淡，“公司”的处境日趋艰难起来。

一个偶然的机遇给“苹果公司”带来了转机。1976 年 7 月的一天，沃兹在“家酿计算机俱乐部”示范操作了“苹果”机，当时除了往日的伙伴外，还有一位“财神”——零售商保罗·特雷尔在场。乔布斯早就瞄准了这个机会，他请特雷尔亲自操作一下，随后又滔滔不绝地向他介绍这台新型电脑的独特优点，最后像做广告似地加了一句：“您会越来越喜欢这台电脑的。”特雷尔全神贯注地看着、听着、操作着，脸上渐渐地露出了微笑，他果然喜爱上这台电脑，认为“苹果”机大有前途，表示愿意与他们保持联系。

第二天，乔布斯来到特雷尔的商店，开门见山地说：“我是来与您联系工作的。”“来得真快啊！”看着小伙子稚气未脱的脸上坚毅而认真的表情，特雷尔不禁被感动了。他决意冒一次风险——订购 50 台整机，但要求一个月内交货。在计算机技术日新月异的年代，市场行情瞬息万变，时间就是金钱。乔布斯呢，二话没说，爽快地答应了这一期限。他相信沃兹和自己的能力。随即两人签约，拍板成交，这可是做成的第一笔“大”生意，乔布斯心花怒放。他连蹦带跳地跑回自己的车库，向沃兹报告这一喜讯。

他们冒着酷暑，没日没夜地干了起来，时间紧迫，成败在此一举，为了“公司”的生存，他们豁出去了。他们还请来了第一位“雇工”——乔布斯的妹妹。请她帮助装机芯。就这样，他们每天几乎都在挥汗如雨、顽强拼搏中度过，每周工作 60 小时。他们终于在第 29 天奇迹般地把 50 台“苹果”电脑如数交给了商人特雷尔。望着沃兹和乔布斯消瘦的面容，特雷尔打心眼里佩服。

50 台整机在特雷尔手里很快销售一空，“苹果公司”名声大振。夏末，沃兹着手研制“苹果”（Apple）型，“追认”原来的为“苹果”型。“苹果”型电脑有所改进，性能提高了很多，增加了彩色图像等。乔布斯很有商业头脑，他认为该电脑的外观尚需改进，于是给“苹果”定制了种重量很轻、外形美观的灰棕色机壳。为使商标醒目，他们将它设计成被人咬了一口的苹果图案。原意大概是为了表示像大家爱吃的苹果一样，人人都会喜爱“苹果”电脑，但别人常戏称它为“烂苹果”。至此，苹果机开始了小批量生产。

1976 年 10 月，百万富翁马尔库拉慕名前来拜访沃兹和他们的车库工场。马尔库拉是位训练有素的电气工程师，且十分擅长推销工作，被人们称为推销奇才。由于在股票生意上发了财，所以他虽然仅 38 岁，却已经退休了——他想过自由自在的生活。这次看到两个年轻人发明了微电脑，马尔库拉决心重操旧业，帮助他们把公司大张旗鼓地办起来。他主动帮助他们制定一份商业计划，给他们贷款 69 万美元，将自己的命运与两个年轻人联系在一起。有了马尔库拉这样行家里手的指导，有了这笔巨资，“苹果”公司的发展速度大大加快了。

1977 年 4 月，美国有史以来的第一次计算机展览会在西海岸开幕了。要在这大型展览会上占一席之地可不是件容易的事，乔布斯四处奔走，凭着他的口才，居然在展览会弄到了最大最好的摊位。“苹果”机在展览会上一鸣惊人，几千名用户拥向展台，经过观看、试用，随即填写订单。到该年 9 月财政年度结束时，公司盈利已达 250 万美元，第二年达 1500 万美元。到 1981 年计算机行业的“巨人”——IBM 宣布也进入个人电脑市场时，苹果公司的利润已达 3.35 亿美元。很多人预言苹果公司斗不过 IBM，要倒霉了，但该公司继续发展，1982 年的利润高达 5.83 亿美元。两个年轻人发明的个人电脑和创办的公司都取得了极大的成功。

个人电脑是电子计算机领域的一项重大发明。与小型机相比，它的价格低廉，很多家庭都可购置，在经营管理、科学计算、辅助教育及电子游戏等领域，它都可以大显身手。它们通常被放在办公桌上，使办公实现了自动化，是公司职员的好帮手。

个人电脑除了主机、键盘和显示器以外，还可以配上打印机、软磁盘存储器等外部设备。销售个人电脑已经形成庞大的市场，社会上出现了新兴的

个人电脑工业。因此在 1979 年，“苹果”的技术负责人沃兹获得霍珀奖。该奖是专门为有杰出贡献的青年计算机科学家而设的，以著名的女计算机科学家、世界上最早的程序员之一格蕾丝·M·霍珀(1906~1992)的名字命名，从 1971 年起一般每年仅奖励一人。

电子游戏机

虽然你不会开车，但此刻却正驾驶着一辆高速汽车，沿着一条蜿蜒曲折的道路疾驰。路上车水马龙，一辆辆大客车、小轿车、摩托车南来北往，从你的身边呼啸而过。你谨慎地转动着方向盘，避开了一个又一个险情。

道路两旁，一忽儿是巍峨的群山。一忽儿又是森林沼泽。你穿过绿树环绕的田园村庄，驶过高楼林立的闹市区……。你信心大增，便踩大油门，车子就像离弦之箭一般，向前飞驰。

华灯初放，天渐渐地暗了。你的车子自动亮起了车灯。前面横着一条大江，你踩足油门，准备超越前面一辆“体态肥大”的载重车，通过江上的大桥。

突然，前方出现了四盏耀眼的车灯，并排着的两辆车风驰电掣而来。糟糕！要躲已无处可躲，看来在劫难逃。慌乱中你踩下了刹车。可是，太晚了！随着一声沉闷的轰响，两车迎面相撞。你的汽车腾空飞起，冲向桥外，撞断了桥的栏杆，坠向下面滔滔的江水，……啊，多么惊心动魄的一幕！

别害怕！这只是一场模拟汽车驾驶的电子游戏。幸亏如此，才没有让你陷入“灭顶之灾”。不过，你虽是安然无恙，但手心和背脊已被汗水浸透了。电子游戏就是这样令人兴奋。

电子游戏是近年来才发展起来的高科技游戏。它的游戏内容引人入胜，彩色图案生动逼真，不但深受少年儿童的喜爱，连成年人也都喜欢玩。

过去的玩具种类也不少，像变形金刚、芭比娃娃、宁佳海龟等等，它们兴旺得快，衰落得也快，没有一样能与今天的电子游戏机相比。当今的电子游戏已经风靡世界，电子游戏机是玩具世界中的伟大发明。

读者不禁会问：这电子游戏机是谁最先发明的呢？话得从头说起。最初的电子游戏机不是现在这个模样，它经历了曲折的发展过程。

电子计算机自从问世以来，发展极为迅速，为它编制软件的程序设计人员越来越多。他们工作之余往往喜欢编制一些能与人斗智的游戏程序，除了可供娱乐之外，还能提高自己的编程能力。

由于不断更新、改进，游戏程序的水平得到提高，其中最出名的游戏节目是“太空大战”。它是美国麻省理工学院的软件专家斯蒂福·拉塞尔在 1962 年设计成功的。

当时，社会上许多人正对飞碟之类的不明飞行物津津乐道。英国著名科幻作家早先写过一本小说《大战火星人》，书中火星人恰巧是乘坐盘状飞行器来到地球，且与地球人展开过一场浴血苦战。很多人都把飞碟想象成外星人访问地球时乘坐的航行工具。

拉塞尔在“太空大战”中模仿《大战火星人》的情节，利用电脑的绘图功能，在显示屏上用大大小小的闪动光点模拟星星，用大块的密集亮点模拟星云，移动的亮点模拟流星——凡是太空中有的，他都尽量想到。

电子游戏中的主要道具——外星人的飞船，该是什么样子呢？拉塞尔挖

空心思在屏幕上绘成盘碟形状。光有飞船不行，还得让它动起来，会飞。他利用电脑中的随机数编写飞船运动程序。这些飞船中应该有一艘让游戏者控制，于是他又编了由键盘控制飞船运动的程序。

“我方”飞船可以通过键盘控制，随心所欲地向任意方向运动。“敌方”飞船可利用事先设计好的“分析”、“判断”能力，反过来与“我方”飞船较量。双方飞船都有火力配备，能够发射火箭攻击对方，玩起来妙趣横生。

拉塞尔的“太空大战”虽然很有趣，但与后来的电子游戏相比，只能算是属于初级阶段。“太空大战”节目是在较昂贵的小型计算机上进行的，它在大学里传播得很快，但不能在社会上大范围推广。

对电子游戏作出重大改进的是美国青年发明家诺兰·布什内尔。60年代初，他还在美国盐湖城犹他大学读书时，就常去计算机房玩“太空大战”。布什内尔发觉这玩艺既新鲜又容易使人上瘾，有商业开发价值。最好设计成售价较低廉的专用机，在机器上再开个槽孔，只有投入硬币后才能玩一定时间。

投币式游戏机过去也有，不过都属于机械型或简易电路结构，要把投币装置与电子游戏结合起来，还不是一件容易的事。这种投币式电子游戏机，就是目前遍布大街小巷的营业性电子游戏机，俗称街头游戏机，简称“街机”。它是在1971年由布什内尔发明的。

在街机的荧屏上，常常不停地闪烁着 PLEASE INSERT COIN（请插入硬币）一类的字幕。当你将硬币式筹码插入小槽孔以后，一场精彩的电子游戏就此开始了。

大学毕业后，布什内尔到硅谷一家电子公司工作。这家公司主要生产录音设备和磁带。硅谷是美国高技术产业的摇篮，布什内尔看到那里的人们工作勤奋，许多年轻人都有创造发明，也不甘心落后，等待时机争取做出一番成绩。

1971年初，布什内尔听说有人发明了微处理器，心里非常高兴，预感到创业的机遇已经来临。借助微处理器技术，有望制成带硬币槽孔的计算机游戏机。他抑制不住内心的兴奋，白天为安派克斯公司效力，晚上便在自己狭小的居屋内苦苦构思。

没有工作室怎么办呢？布什内尔买来一只双层铁床，放在大女儿的卧室，两个年幼的女儿分别睡上下铺，腾出小女儿的卧室当工作室。就在这个简陋的工作室里，他将霍夫发明的微处理器作为主要部件，再添上一些中小规模的集成电路，配上19英寸的电视屏幕，终于制成了一台装有投币槽孔的游戏机，可以玩一种“计算机宇宙”的电子游戏节目了。这时已是翌日凌晨4点，他感到很累，得抓紧时间休息一下，白天还要去公司上班哩。

第一台有投币装置的街机研制成功后，是否如预期那样具有商业价值，还要经受实践的检验。“计算机宇宙”游戏虽然受到布什内尔及其工程师朋友们的欢迎，可是外面那些文化层次较低的人觉得操作太复杂，因此不太成功。布什内尔没有灰心，重又设计出一个简便易玩的节目——“PONG（兵）”。其内容和美国人民喜爱的网球比赛差不多，PONG（兵）——一记清脆的击球声惟妙惟肖，游戏者的心弦也随之被打动了。

这台街机被安放在一家小酒馆内。两天后，布什内尔接到电话，说是游戏机坏了。实际上，街机没有坏，而是槽孔下的钱盒里装满了25美分一枚的硬币。布什内尔掩饰不住内心的欣喜，高举双手成“V”字形状，成功了！街

机完全达到了预期的目标。

街机发明以后，布什内尔决定辞去安派克斯公司的职务，创办自己的公司——阿塔里公司。1972年11月，该公司装成第一台街机出售；1973年创利350万美元；1974年，利润猛增到1500万美元。

阿塔里公司的热门商品之一是电子游戏节目“贪吃的人”。它原先是东京南江公司26岁的设计师东流岩谷设计的。1982年年，在得到南江公司的允许之后，阿塔里公司在美国销售“贪吃的人”游戏程序，每个售价35美元，可以在自己家中的个人电脑上操作。

“贪吃的人”是个有大嘴的圆圈，那张大嘴吃掉迷宫的一些小点，同时另有4张嘴拼命要把这个“贪吃的人”抓获且吃掉。这是一种技巧型的电子游戏，每次最多3分钟便结束，玩过它的人几乎都被它迷上了。

“贪吃的人”比起“小行星”、“风驰电掣”等节目而言，暴力程度较低，受到大批女性的青睐。它的变型“贪吃的女士”，尤其受到女性的欢迎。还有一个电子游戏节目“蜈蚣”，是阿塔里公司的女设计师唐娜·泰勒发明的，也深受广大女性的欢迎。

不过，在电子游戏《贪吃的人》风行之后，美国社会掀起一股反对电子游艺的运动。父母们越来越担心少年儿童把自己吃午饭的钱用于玩街机。在美国有一些城市以及新加坡等国家，非节假日是禁止青少年玩营业性游戏机的。目前，我国也有不少青少年对电子游戏入了迷，荒废了自己的学业，所以有些城市如北京、上海等地，对街机的游戏内容、时间、地点都作了一些限制性规定。

手掌机

随着科学技术的发展，电子游戏机也在不断地升级换代。街头的电子游戏毕竟不如在家里玩起来随便和经济，少年儿童在家中玩电子游戏容易得到成年人的理解和宽容，有些家长还乐意与子女一起玩电子游戏。正是在这样的背景下，电子游戏开始朝着“家庭化”方向发展。

电子技术的进步推动了游戏机“家庭化”的发展过程，彩色电视机代替了大型游戏机的显像管和扫描板部分，微处理器部分与显示屏幕实现了分离。这时制成的游戏机只相当于一个信号发生器，与彩色电视机一起组成闭路电视系统。这种家庭电子游戏机干脆被人们称为“电视游戏机”。

第一代电视游戏机的游戏程序被固化在电脑的主机里，构造比较简单，只有少数几种固定的游戏内容，图像是单色的，节目有球类比赛、射击等。

第二代电视游戏机采用大规模集成电路芯片，存贮容量较小，可以更换节目卡，人、物形象较粗糙，但音响有了较大提高，以阿塔里公司的系列产品为代表，节目有《警察抓小偷》、《打野鸭》、《潜艇救援》等。

第三代电视游戏机是在1983年由日本著名的任天堂株式会社隆重推出的。游戏机采用超大规模集成电路制成，存贮容量大大增加，游戏卡可以变换。每个游戏卡可以有很多个节目，如“魂斗罗”、“沙罗曼蛇”等。

第四代电视游戏是在1987年由日本人推出的，由于他们的电视制式与我国不同，故未在我国流行，大家对它不太熟悉。

第五代电视游戏机是日本世嘉公司在1988年推出的。它的性能已与大型街机不相上下，音响效果更加逼真。游戏者可以与伙伴进行下棋、球类比赛

等游戏，娱乐性和刺激性也更强。

电子游戏机的制造水平不断提高，现在有一种新型的袖珍电子游戏机，体积小、便于携带、售价低廉，深受人们的欢迎。大家把它叫做“手掌机”，有单色或彩色液晶显示，节目有“俄罗斯方块”等。

电子游戏是一种节奏感很强的智力游戏，主流是好的，但也不能玩得过分。任何一种有益的游戏玩过了头，都会走向他的反面。希望青少朋友参加游戏时有所节制，适可而止，借以丰富、充实我们的课余生活。

人工大脑

管理电脑化

在现代管理工作中应用电脑可以极大地提高管理工作的效率，扩大管理的覆盖面，提高管理工作的精确度，加快信息交流的速度。今天，电脑在管理中得到了极广泛的应用。

日本最大的旅行社从 1991 年 12 月中旬开始使用新的电脑系统进行人事管理，用以实现“内部创业”的制度。在电脑中存储旅行社 1.2 万员工的个人特殊技能（如外语、体育、演唱卡拉 OK、驾驶技术、打字等），在公司发展新业务或开办新旅游线时，就可以由电脑存储的资料中找到合适的人选，职员也有了发展自己特长的机会。

日本最大的化妆品制造厂资生堂，早在 1987 年就利用电脑存储了 7000 名雇员的证书和技能资料。从 1991 年 7 月开始，邀请员工参加“内部创业”活动，凡提出创造性意见并被采纳者，便可由公司提供 1 亿日元资金去实施自己的计划。首钢总公司在公司内部也实施了类似的制度。

电脑管理也走向了医院。英国一家公司设计了一种软件系统，可使个人电脑管理医院，也可以把软件系统连成网，适应大小医院不同的需要。还可以按照要求进行扩展，使医生、护士和管理人员使用同一个信息库的资料，并且能够用鼠标器控制图象信息。

现代交通管理更是离不开计算机。

自从 1980 年以来，著名的凯迪拉克车就已装入了微型计算机。操纵盘显示使司机知道一加仑汽油行驶的公里数，在长途旅行中，它告诉司机已经行驶了多少公里，还有多远就到达目的地。

德国试验了一种新的计算机系统，这种系统可使司机得到更多信息，为了使用这种系统，德国的 6 条主要交通干线上都埋设了专用线。这种专用线能感受到道路上的交通量，总办公室的计算机接收来自线上的信息，然后它就告诉人们道路上哪里交通畅通，哪里交通阻塞。旅行开始，司机接通汽车的计算机终端，因为汽车通过地下线上方的路，所以汽车能够发出信号。在返回途中，地下线以最快方式送回指令，在汽车的荧光屏上就指示出简单路线交通图。

美国大约有 300 个城市用计算机管理交通信号灯，计算机化的交通控制使交通得以很好运转。它既节省了时间、燃料又可以减少交通事故；它既减少了车辆的阻塞又减少了汽车造成的污染。

日本东京是世界上交通事故最多的地区。从凌晨 3 点 30 分，到下午 7 点，是最繁忙的时间。为使问题得以尽快解决，东京首都警察采用了最先进

的计算机化的交通控制系统。

32 部微型电话挂在市内主要街道上，它们是那个系统的电子“耳”，接收来自其值勤范围的小汽车的声波，并把信息送给计算机。计算机算出每条路上应行驶的车辆数，以便自动调节信号灯，控制交通量。

有 20 台电视摄像机观察最繁忙的道路交叉口，它们和计算机连接，是这种系统的“眼睛”，用以提供给合理的交通管理更多的信息。

在交通控制中心，计算机操作员可看到来自电视摄像机的 12 个接收图像。他们寻找可能出现的事事故的苗头，并迅速采取应急措施，帮助排除交通故障。如果必要，他们就操作计算机改变信号灯，使不正常的交通秩序得以纠正。

在东京，计算机系统不仅控制着 3000 个信号灯，而且使沿路的电子标志牌上闪烁信号。它们向过往司机通报交通情况，在必要情况下它可以给汽车提示另外的行车路线。

除此之外，计算机在发电厂、钢铁厂等一些工业部门也大显身手。它们能自动停开发电机，保证机组安全运行；控制和调节电站、电厂的锅炉、变压器等设备。在核电站，监测和控制反应堆。

计算机进入管理部门，大大帮助了工矿企业和交通运输企业从事计划生产、调度、材料、设备管理、销售业务和财务等工作。这是信息化社会的一个重要特征。

计算机辅助设计

1992 年外刊报道，美国俄亥俄大学的丹尼斯·达米杰教授研制出话声计算机辅助设计系统。用户把这一系统软件输入计算机中，发出声音指令，计算机屏幕上就会出现产品的草图。当用户回答完有关产品体积、材料、形状等问题后，计算机分析用户要求，提供几个方案，在用户选定方案之后，还可进一步修改，并完成图纸设计。

前不久，日本的日立公司推出 US486 微处理器作为中央处理机的最高档个人计算机辅助设计系统，该系统强化了图的比较功能、叠置检查功能、尺寸自动记录功能和版面的管理功能。该系统的制图效率提高了，工作速度、计算速度、图的配置速度均比原来的系统提高了许多。

这里所说的计算机辅助设计，就是由计算机来完成产品设计工作中的计算、分析、模拟、制图等工作。采用计算机辅助设计可以减轻设计人员的劳动强度、缩短产品的设计周期，提高设计质量。

计算机辅助设计系统主要由计算机、输入装置、显示器、快速绘图机、数据库以及程序软件组成。设计时，人们先用键盘、光笔等输入装置，把设计方案输入到计算机中，在显示器的荧光屏上立即就可以看到设计的产品图样，显示的图样是立体的，很清晰。图样可以按照设计人员的需要进行放大、缩小、平移、旋转，以便于从各个角度观察所设计出的产品，并进行修改，直到满意为止。在设计过程中，由于预先有一套程序输入到计算机中，所以它会自动地进行大量的计算，通过分析选出最好的方案。绘图机能够很快地画出产品的零件图、部件图，并且图形、符号、文字、数字均很准确、整齐、符合要求。计算机辅助设计的应用是十分广泛的，可以设计飞机、汽车、印刷电路板彩电、服装、甚至人的发型等。

美国波音 727 型飞机由于采用了计算机辅助设计，使得该飞机几乎同时与比它早两年开始设计的英国三叉戟飞机在蓝天上飞翔，并获得了“第二代亚音速喷气式大型客机代表”的美名。

用计算机辅助设计系统进行印刷电路的自动布线，可以比过去由人工布线提高效率几十倍。现在国外先进的飞机制造没有不依靠计算机辅助设计的。

现在还有发型计算机辅助设计系统，把各种发型输入计算机，并在荧光屏上显示出来，让顾客结合自己的意愿，设计出自己满意的发型。

计算机辅助制造是指用计算机进行生产设备的管理、控制和操作的过程。计算机把加工产品的指令传送给数控机床、机器人以及其他自动化设备，由这些设备完成加工制造。

计算机辅助设计在今天得到了更广泛的应用，并显示出巨大的威力，现在正迈向更高更新的阶段。

电脑翻译

人类的语言有几千种，语言不同的人在一起沟通和了解，存在着很大的障碍。现代社会国际交往繁多，信息量巨大，世界不同语言文字之间的信息交流越来越多，这就迫切需要发展自动翻译，也就是用电脑进行翻译。

80 年代是电脑翻译兴旺发达的时期，并且已发展到第二代。

第一代电脑翻译是半自动翻译，电脑只是起字典的作用。人输入一种语言和文字，显示器就可以显示出另一种文字的解释，供翻译人员参考。第二代电脑翻译是人助机器翻译系统。一种语言的文章输入到电脑中去，它把句子变成单词，判别词性，查存储在电脑内的语法词典、分析语法，弄清语法结构；最后，电脑把文章翻译成另一种语言的文字，用显示器或打印机输出来。在翻译中，人要帮助解决疑难问题。

近些年来又发展了第三代电脑翻译，它除了有处理文字和语法的部分外，还进行语义内涵分析，弄清文章各句子的相互关系。以达到完全正确地、自动地进行多种语言间的翻译。最近又在发展智能化翻译机器，也就是根据已掌握的知识，能够进行逻辑推理，不但能保证机器翻译完全自动化，而且能够准确地翻译那些修辞色彩浓重，感情丰富的文章。

日本富士通用大型电子计算机组成的自动翻译系统，内装有 5 万条词汇的存贮器，翻译速度每小时 6 万条词，可以翻译英文的科技文献和手册等。美国的怀特公司已研制出英、法、日等 9 种语言的自动翻译系统。其中日英自动翻译系统存储有 5 万条词汇和 2000 多个语法规则，它具有多层次分析功能，译文严谨。

我国 1986 年通过了第一个电脑翻译系统，它可以翻译英语科技情报。过去人工需 20 分钟翻译的资料，这个系统用 1 秒钟就可以翻译出来。

1988 年，中国软件技术公司推出了另一种翻译系统，它是第一个英译汉商品化自动翻译系统，存储词汇 10 万个，词组 6000 多条，英语语法分析规则 3500 条，汉语生成规则 1500 条，译文的准确率达 80%。在 1987 年中国计算机应用展览会上获优秀软件项目一等奖，在新加坡、香港等地获得好评。

1992 年 1 月，新型的英汉、日汉机器翻译系统在北京通过了技术鉴定。这一系统的特点是自学能力强，通过人机交互作用，系统可以不断扩充词库，

减少生词量；这一系统还有一个特点，就是用户可以根据自己的专业情况，修改和扩充规则及词汇等。

目前，国内外自动翻译正向智能化、小型化方向发展。

日本埃普森公司生产出精巧实用的袖珍电脑翻译机，可将英文读物转译成日文的读物。它的体积与一般的计算器相仿，而且操作简便，只要开动开关，把探头放在报刊和书籍上，以每秒4厘米的速度移动，翻译机的显示屏上便显示出翻译成日文的字句，十分直观。

国外也正在发展能说会道的翻译机器。在回987年日本筑波国际科技博览会上，日本富士通公司展出了能听会说的翻译机，可译英、法、德3种语言，1小时能译6万个单词。

90年代初期，日本电子公司研究出一种翻译软件，能把原来的语言译成另一种语言。这种电脑翻译机已在东京的戏院、旅馆和机场试用，帮助说英语的人预订机票。

美国新产品与工艺公司研制出一种集听、说、译功能于一体的电脑口译机。当你对着电脑的微型麦克风说一段话之后，它就会自动地译成西班牙文，不但能用扬声器说出来，而且译文也显示在电脑的屏幕上。

翻译机会听就是因为有识别声音的功能。最成熟的早期识别声音的方法是样模匹配法。话筒接收声音信号后，经模拟信号与数字信号变换器变成数字信号，送入电脑中，将它与预先存储的“样板”语音信号进行比较，就可以识别这一输入的声音是什么意思了。输入的语音识别出来后，电脑再进行翻译。口语机翻译是以一组词、一个句子或一段话为单位进行的。目前大型电脑翻译机可以区别出不同声音，识别单词的准确率达99%。

美国的电报电话公司于1992年3月宣布将逐步用电脑语音识别装置代替接线员对接长途电话，这种装置已在加利福尼亚州的一个机场试用，于1994年关闭了该公司在21个州的31个接线站。

现在使用新型电脑进行翻译，使其翻译速度大大地提高了。据日本报刊报道，由松下电器产业公司研制的翻译系统，由于采用了神经网络技术，实现了迅速翻译，在工作站上1小时可翻译4.5万个单词。当然，用不了多久，翻译速度会更快。

今天，要在短时间内翻译大量手册和资料，只有选择电脑翻译。

生活电脑化

随着电脑使用人数的增多，电脑公司到处林立，使得电脑的发展十分迅速，电脑亦日益广泛应用于各行各业中。学校电脑教育从大学往下延伸至高中，甚至初中，小学学生都有机会学习电脑。渐渐地，电脑课程将纳入基础教育中，人人必学，人人必懂，不论衣、食、住、行、娱乐，均离不开电脑，例如，冷气机的电脑自动控温、医院的电脑预约挂号、股票市场的电脑进行交易……

电脑在衣的方面应用在于衣服的图案、款式的设计。目前电脑绘图技术非常进步，可在彩色屏幕上显示出上千种美丽的图案，是人工作业难以办到的。而在衣服的剪裁剩方面，可通过电脑辅助设计，使得布料的利用率达到最高，即剪裁余的畸零布减少，以降低制衣的成本。

在成衣的制造工厂里，电脑的应用也是常见的。例如利用电脑做衣服式

样设计、工资计算等。由于成衣的制造过程，每一步的作业速度都影响产出量，因此，企业为激励作业员，对作业员的工资计算，往往采用以件计酬方式。而以件计酬，若以人工作业则相当烦琐，不易统计且常发生笔误，造成领班与作业员的纠纷。所以，必须将工资纳入电脑作业。

电脑在食方面的应用已日渐普遍。现在我国一些高等院校里，师生每日三餐，只要用一张饭卡在买饭时涮一下卡即可用餐，不但方便且不须购置餐券，每月加钱时通过电脑薪金系统就可注入资金，减少了贩卖餐券的作业人力与时间。

在国外一些大的餐厅里，食客的点菜作业由电脑处理，例如，服务人员将各桌所订的食物种类、数量键入电脑的终端机，在厨房的厨师可在屏幕上看出在某一时间内，食客所点的食物种类、数量等；同时，柜台作业亦可自动算出客人所应支付的金额，以提高服务品质及达到最佳的厨房作业效率。

电脑在住方面的应用，最普遍的是建筑师的蓝图设计。由人工绘制改由电脑辅助设计，不但能缩短制图时间，且易于复制、颜色调整或变更蓝图设计。

运用电脑做室内装潢、设计，更能发挥电脑绘图功能。诸如电脑自动显示各种不同的图案、格局、配色等易于做动态调整，甚至以三维空间做立体显示，以供设计人员事先检视，修正各种家具、电器摆设位置。

以电脑处理住家安全系统。用烟雾及移动侦测器，加上微电脑组成的系统，可在火灾或窃盗侵入时自动产生警报或打开灯光，有些还可以自动拨打电话报警并控制门锁。住家安全系统，若加上声音系统，当门打开时还会说“欢迎光临”。如此，电脑可帮助人们看家或招待客人，实在很受欢迎。

电脑在行的方面，最重要的应用是航空机票的订位系统。航空公司人员将旅客的姓名、飞机班次、起止时间、地点等资料键入柜台的终端机。通过电脑网络与主机连线，可立即取得机位的统计资料与安排座位，使旅客到达某一城市，不因时空的差异而出现错误。

因此，机票订位若不以电脑作业而用人工处理，不但费时费事，几乎无法有效作业。

新加坡、香港及日本的地下铁路，采用电脑自动售票系统也是电脑在行方面的应用实例。旅客在投币式的售票机前，依各人的行程需要购置车票，不但操作简便，且能一天24小时营业。对于乘车人次统计、地下铁路营运状况、帐务计算也可交由电脑处理，因此，可节省相当可观的人力与成本。

部分的客运公司，亦采用电脑售票。司机可对途中上车的旅客，用键盘键入起止的站名，然后用电脑自动印出车票，以替代人工售票，在琳琅满目的票箱中，挑选一张适合的车票，盖上日期章，撕给旅客。

电脑售票不但能争时效，且能对帐务的处理自动化，以省去人工点票对帐的作业。

电脑也可用在汽车上，以测量其引擎转速、温度、压力及其他信号，亦能自动计算风油混合比或喷油脉冲间隔、火星塞间隔等资料，以便调整汽车在空转或运行时达到最佳效率。

电脑在教育方面的应用，最为广泛的是电脑辅助教学应用，范围甚广。从小学、初中、高中、大学至托福、留学考试应有尽有，而种类则包括中文、英语、数学、物理、化学……等等学科，内容十分丰富。学生可利用电脑做算术演算、问题回答，练习中、英文词汇等，也可对各学科做重复地预习、

复习，以求达到好的学习效果，不但对学生有助益，对老师而言，电脑辅助教学亦能让老师了解各学科出题、解题的方式，以供教学参考。电脑用于高考阅卷，老师、学生将电脑用于教学、课业练习也日渐普遍。特别是现在学校中考试每每提到是由题库出题，指的就是电脑题库。

1996年亚特兰大奥运会上田径、游泳的比赛，无不采用电脑计时计分，不但精确无比且相当公平。现在很多国家都设计出了一种电脑，能让运动选手与电脑比赛跑步，不但可计算出选手的体力、耐力、成绩；同时，也是良好的训练方式之一。

电脑在娱乐方面的应用，最为大众所津津乐道的就是电脑游戏。尤其是个人电脑的兴起，各式各样的游戏纷纷出笼，从消遣到益智性的应有尽有，最令人感到印象深刻、也最普遍的是“控地雷”、“翻牌”等游戏，游戏分成几个等级，任君选择。其他诸如“五子棋”、“象棋”等等也是常见的电脑游戏。

电动玩具更是借助电脑，使其发挥“乐”的特殊功效，以满足青少年好奇、狂热的心理。

利用程序语言(Basic)可以在电脑里作曲，产生美妙的音乐，且能在屏幕上显示钢琴键盘图样，键盘可自动地随着乐曲的变化而上下跳动，形成一幅美丽的画面和一曲动听悦耳的音乐。若电脑主机附加音乐卡，再加扬声器，音箱则能组合成电脑乐队，奏出美妙的乐章。

电脑应用在KTV伴唱机的歌曲点唱方面，更为爱好KTV活动者所称道。它可使顾客在上千首歌曲中，依着喜好程序，先后将歌曲编号输入电脑，且可随时更改或插播任何歌曲，以满足顾客的需求。

电脑在其他方面(如养殖业)也得到了广泛应用。例如台湾在10多年前即采用电脑做养猪饲料的配方，将每头猪加上编号、出生日期、品种、性别……等等。饲料也加以分类，编号计算其热量，将这些资料键入电脑，每天即可印出每头猪的食量、成长统计表，进而改善猪的饲料配方及作为选择猪品种的参考。

可以说，电脑的应用已深入到人们生活的各个方面，与人们的生活息息相关，密不可分。在将来，电脑的应用将进一步深入，它的前景是无限广阔的。

电脑病毒武器

现在越来越多的国家在普及电脑，如果想进行高度发达的现代化建设，特别是在军事上、航天、航空等领域，离开电脑简直是寸步难行。然而，使用电脑就不可避免地要同电脑病毒打交道。

电脑病毒的巨大“破坏性”让人对它恨之入骨，然而军事专家们对这点却另有看法。他们认为：如果人为地制造一些电脑病毒，在对方毫无察觉的情况下，通过计算机联网等途径，让它侵入到对方飞机、坦克、军舰、战术导弹系统，火控系统以及指挥系统的电子计算机内，就可以破坏其内存信息，中断计算机网络的正常运行，导致计算机系统效率急剧下降或破坏整个系统，短时期内造成指挥的瘫痪，以达到不战而胜的目的。

因此，国外许多专家正在利用电脑病毒的“破坏性”来研制一种武器——电脑病毒武器。

目前被用来研究作为电脑病毒武器用的病毒主要有：

逻辑炸弹病毒。据说这种病毒最早是在一家银行计算机系统中发现的。美国一家银行的计算机程序员为了对付老板，预先在银行的计算机中设置了这样一条指令：一旦本人的名字从计算机工资领取者名单中被删除（意味着该人被解雇），则立即删除该家银行计算机的所有内存，以报复老板。

军方利用这种病毒，完全可以设置这样的指令打入对方内部：一旦对方向我发出攻击命令，则立刻删除对方指挥系统的全部内容，使对方指挥系统成为“白痴”，陷于瘫痪。

著名的黑色星期五、“米开朗琪罗”病毒就属于这样的逻辑炸弹病毒。

特洛伊木马病毒。这是根据古希腊传说设计的一种病毒。根据荷马史诗记载，希腊人久攻特洛伊城不下，便采纳了希腊将领奥德赛的计谋，佯装退兵，留下一匹大木马，内藏精兵。当特洛伊人把这匹大木马当作战利品运入城内后，木马中的希腊士兵在夜间趁机出来打开城门，把大部队接进城中，攻下了特洛伊城。特洛伊木马病毒设置就是根据这种原理设计的，表面上看，程序本身并无不妥之处，不破坏内存，也不使计算机瘫痪；但其中却隐藏着秘密指令，在执行正式命令的同时，按照病毒者的秘密要求，把计算机内存的有关信息储存起来，定期传递给病毒设置者指定的输出终端。1988年9月，日本一家电气公司计算机网络内，就出现过这种病毒，有13家用户的重要数据被窃取。

意大利香肠战术病毒。就像取走一片薄香肠，而人们不会发现盘中的香肠减少一样，这种病毒每每通过迫使正确程序在运行中作出“微小让步”的方式来达到最后目的。

间谍病毒。这种病毒能按命令寻找指定的作战数据、信息和文件，并将它们转发到指定地点。1988年，德国的几个计算机专家就应用这类病毒通过计算机网络系统，在两年时间里搜集到大量美国国防机密，其中有与美国“星球大战”计划、北美防务司令部、核武器和通讯卫星有关的情报，出卖给了前苏联间谍机构，此事震惊了美国国防部和联邦调查局。

暗杀病毒大炮。这种病毒在破坏了计算机里的一个或者多个文件后，自行消失，不留踪迹。

此外还有隔离型病毒、复制型病毒等等。

据外刊披露，美军早在几年前就已开始秘密研究电脑病毒武器——计算机病毒。这种装置能够在远距离上把电脑病毒注入对方飞机、坦克、潜艇和其他战术作战系统的电脑中，使该系统在关键时刻失灵，从而瘫痪整个武器系统。

计算机病毒大炮造价要比导弹等常规武器便宜，而且比一般电子战装置破坏性更持久。美国国防部还招标研制军用电脑病毒，要求比现在的病毒更精巧，不仅能通过有线系统潜入敌方计算机，而且还要能通过无线电系统感染对方，据有关专家估计，这种病毒可于10年之内投入使用。

事实上，美军早已把秘密研制的电脑病毒用于实践。1984年，美军在澳大利亚举行的军事演习中，演习双方都使用了电脑病毒来破坏对方计算机系统的正常运行，并达到了预期的效果。这是历史上第一次公开报道电脑病毒被用于军事目的，从而揭开了电脑战的序幕。

海湾战争中，据报道美军除进行大规模常规电子战之外，还成功地进行了电脑战试验。在海湾战争爆发之后，伊拉克从法国买了一种用于其防空体

系的新型电脑打印机，准备通过约旦首都阿曼偷运到巴格达。美国在阿曼的特工人员得知这一情报后，便悄悄地把一套带有电脑病毒的同类芯片换装到该电脑打印机中。结果战争初期就使伊拉克军事指挥中心的主计算机系统染上病毒，使伊军花费巨大代价建立的防空体系基本瘫痪。这标志着电脑战时代的到来。

现在国外为了掌握未来战争的主动权，都在出巨资悬赏研制摧毁敌方电子系统的电脑病毒工作人员。

在 21 世纪的军事对抗中，若不能首先在电脑病毒对抗战中稳操胜券，就无法发挥其作战的威力，甚至在关键时刻会导致整个作战系统失去作用，从而使整个战斗失败。因此，国外有关专家认为，电脑病毒已成为 21 世纪决定战争胜败的重要砝码，它是核武器、航空母舰等威慑力量之外的又一重要威慑力量。

光计算机

光计算机是由光代替电子或电流，实现高速处理大容量信息的计算机。

为什么要研究光计算机呢？因为光计算机有许多优点。

首先，传递信息速度快。电脑中的电子运动速度在理想情况下是光速，但在导体中的速度，最高不会超过每秒 500 千米，还不及光子流在导体中速度的 10%，目前电脑的运算速度预计比光计算机慢上千倍。

其次，可以很容易实现并行处理信息。电脑中的电子是沿固定线路流动的。光计算机中利用反射镜、棱镜、分光镜等，可以随意控制和改变方向，这样，在传递信息时，光束不需要导体了，可以相互交叉而不损失信息。有人作过这样的比喻：如果将电子通道比作铁路网，光子通道比作空中航线，那么，作为“火车”的电子将沿着“铁轨”运行，当“火车”过“站”时，需降低速度。而作为“飞机”的光子却可以笔直地飞达目标，甚至在横越其他“飞机的航线”时，也不用减速。铁路网的密集度毕竟是有限的，而空中航线的密集度几乎是无限的，一块直径只有 5 分硬币大小的棱镜，通过信息的能力却是现在全世界电话电缆的许多倍。

再者，无发热问题。电子会使计算机发热，而光子不会。1969 年，研究光计算机的序幕由美国麻省理工学院的科学家揭开。

1982 年，英国赫罗特—瓦特大学物理系教授德斯蒙德·史密斯研制出光晶体管。

1983 年，日本京都大学电气工程系佐佐木昭夫教授、腾田茂夫副教授也独立地研制出光晶体管。

1986 年，美国贝尔实验室发明了用半导体做成的光晶体管。光晶体管像晶体管一样，有 3 个“脚”，两个是输入信号的，叫基极和控制极；第 3 个是输出信号的。基极是一种反射薄膜，在控制光束下，反射薄膜对输入的光束作出反射或不反射的反应。这样，光晶体管的功能与晶体管的功能一样，起到“开”与“关”的作用。然后，科学家运用集成光路技术，把光晶体管、光源存贮器等元件集积在一块芯片上，制成集成光路，与集成电路相似。最后，选用集成光路进行组装，就得到光计算机。

1990 年 1 月底，贝尔实验室制成第一台光计算机，尽管它的装置很粗糙，由激光器、透镜、棱镜等组成，只能用来计算。但是，它毕竟是光计算机领

域中的一大突破。

光计算机比电子计算机更先进，它的运算速度至少比现在的计算机快1000倍，高达1万亿次，存储容量比现在的计算机大百万倍。光计算机能识别和合成语言、图画和手势。能学习文字，连潦草的手写文字都能辨认；不仅如此，在遇到错误的文字时，它还能“联想”出正确的字形。光计算机的出现，将使21世纪成为人机交际的时代。

光计算机的运用非常广泛，特别是在一些特殊领域，比如预测天气、气候等一些复杂而多变的过程，还可应用在电话的传输上。由于现在的通信已发展到光纤通信，使用电子计算机，就必须把光信号变为电信号，如果使用光计算机，就不必了，这也就方便多了。

现在，全世界除了贝尔实验室外，日本和德国的其他公司都投入巨资研制光计算机，预计在21世纪，将出现更加先进的光计算机。

第六代电脑

人们把电子计算机比作“电脑”，可即便是第五代，也还是不够聪明，因为这样的计算机只具备人左脑的功能，擅长逻辑思维；不具备人右脑的功能，缺乏形象思维的能力。为了弥补计算机这方面的缺陷，科学家正准备利用新型硬件、模仿人脑的神经结构，开发出能辨识物体、能听懂声音、具有自己学习能力的人工智能电脑，称为神经电脑，或称第六代电脑、“人工大脑”。

目前根据研究结果认为，人脑有140亿个神经元及10亿多个神经键，每个神经元都与许多个神经元交叉相联，它们协力工作。科学家认为，每个神经元都相当于一台微型电脑。人脑总体运行速度相当于每秒1000万亿次的电脑功能。如果用许多微处理机模仿人的神经元结构，采用大量的并行分布式网络就构成了神经电脑。神经电脑还有类似神经的节点，每个节点与许多节点相连。若把每一步运算分配给每台微处理机，它们同时运算，其他信息处理速度和智能会大大地提高。

在网中，若是有节点断裂，这种电脑仍有重建它的资料的能力，所以神经电脑具有修复性、强壮性。还有，神经电脑的信息是分布或存储的。具有高超的联想记忆、视觉和声音识别能力。

由于神经电脑能力超群，所以得到了极大的重视和开发。主要研究方向有两个，一是如何制造出接近人脑的网络；另一个是如何改进它的学习能力。

神经电脑的研究开发势头令人鼓舞。1989年美国贝尔实验室制成可供神经电脑使用的集成电路；许多科学家已开发出神经芯片。日本《日经产业新闻》1992年2月21日报道，三菱电气公司开发出神经电脑用的大规模集成电路芯片，它在1.5平方厘米的硅片上设置了400个神经元和40,000个神经键。应用这种芯片实现了每秒两亿次的运算速度。它的学习能力很强。

日本三菱电气公司中心研究室表演了世界上第一台识别字母的神经电脑，当输入的字母模棱两可、形式不完整时，它可以作出判断，输出正确的字母。

日本电气公司还推出一种神经网络声音识别系统，能够识别出任何人的声音，正确率已达99.8%。

现在，有的神经电脑已获得了应用。纽约、迈阿密、伦敦飞机场用神经

网络检查爆炸物。每小时可检查 600 ~ 700 件行李，检出率为 95%。误差率为 2%。

经电脑将来会有更广泛的应用。如完成识别文字、符号、图形、语言以及声纳和雷达收到的信号，判读支票等；实现知识处理，如对市场进行估计，顾客情况分析，新产品分析，进行医学诊断等；进行运动控制，如控制智能机器人，实现汽车自动驾驶和飞行器的自动驾驶等；在军事上，用来发现、识别来犯之敌，判定攻击目标，进行智能决策和智能指挥等。

神经电脑的发展前途是不可估量的，其研究也在不断地创新、前进。

超导计算机

我们知道，电流在导体中流过，并不是畅通无阻的，而是有一定的阻力，时间长了，导体还会发热，白白消耗掉了一部分电能。但是电流在超导体中流过，情况就大不一样了。在 1991 年，荷兰物理学家昂内斯发现，有一些材料，当它们冷却接近 - 237.15 时，会失去电阻，流入它们中的电流会畅通无阻，不会随便消耗掉。

可是这种超导现象发现后，研究进展一直不快。因为要实现超导的温度太低，要制造出这种低温环境，消耗的电能远远超过超导节省的电能。在 80 年代后期，情况有了好转，科学家们发现了一种陶瓷合金在 - 238 时，出现了超导现象；我国物理学家也找到了一种材料，在 - 141 时出现超导现象，一时间，研究超导热席卷了全世界。目前，科学家还在为此加紧研究、寻找，企图寻找出一种“高温”超导材料，甚至一种室温超导材料。一旦这些材料找到后，人们可以利用它制成超导存储器或其他超导元器件，再利用这些器件制成超导计算机。

超导计算机的性能是目前电子计算机无法相比的。目前制成的超导开关器件的开关速度，已达到几微微秒（ 10^{-11} 秒）的高水平。这是当今所有电子、半导体、光电器件都无法比拟的，比集成电路要快几百倍。超导计算机运算速度比现在的电子计算机快 100 倍，而电能消耗仅是电子计算机的千分之一。如果目前一台大中型计算机，每小时耗电 10 千瓦，那么，同样一台的超导计算机只需一节干电池就可以工作了。

模糊计算机

日常生活中常碰到诸如天气怎么样啦，近来有何打算、身体可好啊等等发问。若仔细推敲，与准确的数字式提问，如 $1 + 1$ 等于几比较，均是非确切性问题，这在数学上叫做模糊性问题。同样，由模糊性陈述或判断所表示的概念叫做模糊性概念，如美与丑、黑与白、明与暗、臭与香、胖与瘦、好与坏、高与矮等，虽然相互背道而驰，但在它们中间也没有泾渭分明的界限，属于模糊概念。在民间，虽然有很多事情是清晰而精确的，但大量事情却是模糊的。错综复杂的事情使系统很难作出精确描述，对系统起作用的因素有许多，倘若我们抓住了其中的主导因素，便会忽略次要的，这在数学上很容易使概念由精确变得模糊。反过来，如果把次要的当成主要的，则会使概念更加模糊。要解决这种模糊性问题只能通过模糊推理才能得出结果，这种本领只有人类大脑具有。人在长期进化中与自然作斗争，使大脑有了这种独有

的处理问题的功能。现有的计算机，甚至将来的神经网络计算机都没有这种功能，只有模糊计算机才有。

第一个模糊逻辑片在 1985 年设计制造成功。它 1 秒钟内能进行 8 万次模糊逻辑推理。目前，正在制造 1 秒钟内能进行 64.5 万次模糊推理的逻辑片。用模糊逻辑片和电路组合在一起，就能制成模糊计算机。

日本科学家把模糊计算机应用在地铁管理上。日本东京以北 320 千米的仙台市的地铁列车，在模糊计算机控制下，自 1986 年以来，一直安全、平稳地行驶着。车上的乘客可以不必攀扶拉手吊带。因为，在列车行进中，模糊逻辑“司机”判断行车情况的错误，几乎比人类司机要少 70%。

1990 年，日本松下公司把模糊计算机装在洗衣机里，能根据衣服的肮脏程度、衣服的质料调节洗衣程序。我国有些品牌的洗衣机也装上了模糊逻辑片。人们又把模糊计算机装在吸尘器里，可以根据灰尘量以及地毯的厚程度调整吸尘器功率。

模糊计算机还能用于地震灾情判断、疾病医疗诊断、发酵工程控制、海空导航巡视等方面。

生物计算机

人类有一门学科叫仿生学，即通过对自然界生物特性的研究与模仿，来达到为人类社会更好地服务的目的。典型的例子如，通过研究蜻蜓的飞行制造出了直升机；对青蛙眼睛的表面“视而不见”，实际“明察秋毫”的认识，研制出了电子蛙眼；对苍蝇飞行的研究，仿制出一种新型导航仪——振动陀螺仪，它能使飞机和火箭自动停止危险的“跟头”飞行，当飞机强烈倾斜时，能自动得以平衡，使飞机在最复杂的急转弯时也万无一失；对蝙蝠没有视力，靠发出超声波来定向飞行的特性研究，制造出了雷达、超声波定向仪等；对“变色龙”的研究，产生了隐身科学和保护色的应用……

仿生学同样可应用到计算机领域中。

科学家通过对生物组织体研究，发现组织体是由无数的细胞组成，细胞由水、盐、蛋白质和核酸等有机物组成，而有些有机物中的蛋白质分子像开关一样，具有“开”与“关”的功能。因此，人类可以利用遗传工程技术，仿制出这种蛋白质分子，用来作为元件制成计算机。科学家把这种计算机叫做生物计算机。

生物计算机有很多优点，主要表现在以下几个方面：

首先，它体积小，功效高。在 1 平方毫米的面积上，可容纳几亿个电路，比目前的集成电路小得多，用它制成的计算机，已经不像现在计算机的形状了，可以隐藏在桌角、墙壁或地板等地方。

其次，当我们在运动中，不小心碰伤了身体，有的上点儿药，有的年轻人甚至药都不上，过几天，伤口就愈合了。这是因为人体具有自我修复功能。同样，生物计算机也有这种功能，当它的内部芯片出现故障时，不需要人工修理，能自我修复，所以，生物计算机具有永久性和很高的可靠性。

再者，生物计算机的元件是由有机分子组成的生物化学元件，它们是利用化学反应工作的，所以，只需要很少的能量就可以工作了，因此，不会像电子计算机那样，工作一段时间后，机体会发热，而它的电路间也没有信号干扰。

1983年，美国公布了研制生物计算机的设想之后，立即激起了发达国家的研制热潮。当前，美国、日本、德国和俄罗斯科学家正在积极开展生物芯片的开发研究。从1984年开始，日本每年用于研制生物计算机的科研投资为86亿日元。

目前，生物芯片仍处于研制阶段，但在生物元件，特别是在生物传感器的研制方面已取得不少实际成果。这将会促使计算机、电子工程和生物工程这3个学科的专家通力合作，加快研究开发生物芯片。

生物计算机一旦研制成功，可能会在计算机领域内引起一场划时代的革命。

