

神通广大的 电子世界

上卷 电子世界纵横

新疆人民出版社



少年百科知识文库

神通广大的电子世界

上卷:电子世界纵横

新疆人民出版社

(新)新登字 01 号

少年百科知识文库
神通广大的电子世界
上卷:电子世界纵横

☆

新疆人民出版社出版发行

各地新华书店经销 新疆大学出版社印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 117.2 印张 2350 千字

1995 年 3 月第 1 版 1997 年 9 月第 2 次印刷

ISBN7-228-03509-7/C·34

全套(24 册) 总定价:132.00 元

目 录

一、电子学的兴起和发展	1
二、神奇的电子计算机.....	13
三、前景诱人的人工智能.....	53
四、方兴未艾的现代通讯.....	75
五、电子世界天地广阔.....	98

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

正当晶体管方兴未艾，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—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和技术的能力，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。被告在自己辩解时说，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，在终审判决书上写道：“莫奇勒和佬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辩解是正确的，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之无愧的。

(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绣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。

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,既可用于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