

電子史話

陈震袁 编著

★ 从爱迪生到丁肇中

★ 圣诞节前夕的慢板小提琴曲

★ 从贝尔到贝卡

★ 电子时代的新思潮

★ “苹果”与“丽莎”

★ 光仍然还是光

★ 尖端中的尖端



電子工業出版社

电 子 史 话

陈震寰 编著

電子工業出版社

内 容 提 要

这是一本有关电子技术的科学技术普及读物。作者通过对电子技术发展史的回顾,介绍了一些发明家的伟大贡献和一些现代新科学的知识。展现在读者面前的不是神秘莫测、不可驾驭的电子技术,而是电子技术许多活生生的应用。学习电子技术的发展史,将使我们在四化建设中增强信心,增长才干和为实现目标而应具有的不怕困难、不避艰险和百折不挠的进取精神。人们将从本书获得启迪和鼓舞。

本书读者对象是从事电子技术工作的科研、设计和生产人员,大专院校物理专业、自动化专业和计算机专业的师生,无线电修理人员以及广大无线电爱好者。

电 子 史 话

陈震寰 编著

责任编辑 宋桂选

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

中国科学技术情报所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本: 787×1092 $1/32$ 印张: 5.875 字数: 125 千字

1987年5月第1版 1987年5月第1次印刷

印数: 3300册 定价: 1.15 元

统一书号: 15290·476

序 言

当今世界，科学技术的发展，日新月异，气势非凡，其中的一门被称为电子学的科学，它既为人们所熟知，但又似乎是十分新鲜、神奇、有时还显得有些陌生、琢磨不透。人们好不容易适应了上一代产品的工作特性，下一代新产品接踵而来，电子技术就是这样以崭新的产品使人目不暇接。

如果把集成电路称作魔术硅片的话，那么电子计算机就可算作真正的魔术大师了。现在，已有越来越多的人认识到它们的重要，以致离开了它们就不可能设想现代的人类文明和更加光辉灿烂的未来。

电子学发展到今天这样如此成熟的地步，人们总是忘不了历史上开创电子领域的那历尽汗水和心血的先驱者们。从爱迪生效应到大规模和超大规模集成电路；从麦克斯韦的电磁波和赫芝的电磁波验证试验到爱因斯坦的相对论；从居里夫妇的放射性研究到今天的检查人体病变的CT扫描，甚至可以追溯到更为久远的年代，从古中国和古希腊的文明——因为那时就有了对微粒和计数运算的初步认识，一直到今天人类对电子及其计数技术的得心应手的应用，这些瞬息万变都不是发生在弹指一挥间。这部电子史话全面回顾了这一段的历史，尤其是人类进入二十世纪以后的电子技术的发展情况，将使读者受到启迪和鼓舞。展现在读者面前的不是神秘莫测、不可驾驭的电子技术、也不是烦琐冗长的数学推导和运算，而是电子技术的许多活生生的应用。电子技术的发展，凝聚着艰辛和智慧，汇合着古代和现代的全部成果。学

习电子发展史，将增强我们建设四化、振兴中华的信心和勇气，将使我们增长为实现理想应具有的不怕艰巨、不避险阻和百折不挠的进取精神。先驱探索者的开拓精神将鼓舞新一代的开拓者，去创造更美好的世界，这就是电子发展史，也是整个人类文明的发展史所揭示的全部事实。

目 录

第一章	物质世界的探索者.....	(1)
§ 1.	从爱迪生到丁肇中.....	(9)
§ 2.	圣诞节前夕的慢板小提琴曲.....	(21)
§ 3.	频率越来越高.....	(29)
§ 4.	从贝尔到贝卡.....	(34)
§ 5.	共同的努力.....	(46)
§ 6.	研究噪声获得的副产品.....	(55)
第二章	电子时代的新思潮.....	(65)
§ 1.	“硅谷热”.....	(69)
§ 2.	专家们的建议.....	(78)
§ 3.	“苹果”与“丽莎”.....	(87)
§ 4.	从电子鼻说起.....	(103)
§ 5.	卫星通信.....	(110)
§ 6.	电子技术与海洋开发.....	(123)
第三章	光仍然还是光.....	(135)
§ 1.	伦琴与记录图象.....	(142)
§ 2.	电子扫描.....	(150)
§ 3.	光导摄像.....	(159)
§ 4.	再提高一步.....	(163)
§ 5.	光电效应及其逆过程.....	(169)
§ 6.	尖端中的尖端.....	(176)

第一章 物质世界的探索者

“按照现在的看法，世界上有苦有甜，有冷有热，有芳香，有色彩。但实际存在的只有原子和空间。似乎只有我们的眼睛看得见的东西是真实的，其实原子和空间才是真正的现实。”

这段话，并非现代物理学家的判断或推测，而是古希腊一位名叫德漠克利特的哲学家说的，距今已快有二千四百年了。德漠克利特认为，宇宙中的万物都是由看不见的、不可分割的原子所组成的。这是德漠克利特学说见解的关键所在，也是人类最早的原子学假说。这位古希腊的哲学家的见解依靠的是观察和思索，但他的这一构思却是那样的惊人和意义深远。

德漠克利特是一位早期的唯物主义者，他的学说不可避免地遭到唯心主义者的冷漠、诋毁和攻讦，蒙受积灰长达两千年之久。亚里士多德是这场围攻的积极参与和支持者。

如果把德漠克利特的学说遭到诋毁一事称作是误会，或者说是一场恶梦，那么，这是一场持续了两千年之久的梦境。

到了十六世纪，意大利年轻的科学家们起来分庭抗礼了，他们要起来揭穿伪科学。1589年，伽利略落体实验的成功首次使亚里士多德的理论威信扫地，从此，伽利略的名字便与实验物理学联系在一起，与发现新世界联系在一起了。

那是一种何等果敢的开拓精神啊！青年伽利略觉得亚里士多德的学说漏洞太多了，他觉得这位老先生只是从问题的表面妄谈存在于我们周围的物质世界。对着表面现象大谈科学那是十分危险的，于是他决定向伪科学开火。

看来，要批判亚里士多德的学说，必须以现实生活做依据，以实验数据作为基础。他决定做自由落体的实验以批判亚里士多德认为物体越重，落地速度越快的观点。

一块铁和一片羽毛不能同时落地，这是显而易见的，因为空气阻力这个因素在这两种物体上的差别太悬殊了，但当时的伽利略又无法完全避免空气阻力对运动物体的影响。于是他决定由自己作出安排，选择了一颗沉重的炮弹弹丸和一个轻巧得多的枪弹弹头，在他看来，选择这两个物体作落地实验，其结果几乎是不必考虑空气阻力的影响的。一天，伽利略邀请了一大批教授和学生来到比萨广场，他自己则亲自登上斜塔，他的实验结果得到了大学生们的喝采。事实是，轻重不一的两个物体自由下落时速度完全一样，因为它们都是同时着地的。

斜塔落体实验仅仅是伽利略设计的研究物体运动的一系列实验之中的一例。他用小球滚动作实验，发现了匀加速运动定律、惯性原理和抛物线运动规律等等。可以毫不夸张地说，伽利略的辛勤劳动为牛顿构成功力学大厦准备了基础和材料。

不仅如此，伽利略还亲自制作了一副望远镜，放大倍数由三倍增加到三十二倍。透过这付望远镜，他看到了月亮上的环形山；太阳表面的黑斑；他最早观察到了金星也象月亮一样有盈亏，土星周围有一些特殊的東西（后人证明是土星光环）；总之，伽利略透过望远镜，观察到了一个崭新的世界，是

过去祖祖辈辈人们都无法看到的世界。

伽利略从小对数学有着浓厚的兴趣，他聪明好学，勤于思索和分析。他注意到了教室里悬挂着灯不停地摆动这个现象、并立刻用数学的眼光来分析这个问题：灯的摆幅在逐渐减少。但摆动一个周期所需要的时间却总是不变，这就是伽利略在十七岁那年发现的摆的等时性原理。后来，他建议把此原理应用到钟表制造业上，使钟表制造技术向前迈进了一大步。

伽利略的理论丰富多彩，但当他的洋洋大观的论文在荷兰出版时，这位伟大的学者已经白发苍苍，双目失明了。岁月，夺去了这位学者在自然科学领域里作更多的努力的能力。1642年，人类失去了伽利略这一位伟人。但正是由于这一位伟人接受原子理论，使德漠克利特的观点获得新生，并且为那些准备通过实验证实原子存在的人们开辟了道路。

1752年，富兰克林把电从天空引下来。

1785年，库仑提出电荷相互作用定律。

继伽利略这位伟人作出的光辉业迹以后，人类在探索物质世界的道路上又取得了许许多多的丰硕成果。

1819年，丹麦物理学家汉斯·奥斯忒（Hans Oerster）证明通电导体周围存在磁场。

1831年，迈克尔·法拉第（M. Faraday）发现，当一个磁体在一导线圈内作相对运动时，会在导线内产生电流。他提出的论点是，要想更深入地瞭解电与磁，最好从产生它们的力的场或空间场域的角度去考虑。

1844年，塞缪尔·莫尔斯（Samuel Morse）使用以他自己的名字命名的代码在巴尔的摩和华盛顿之间的电报线路上发出了“上帝创造了何等的奇迹啊！”的语句。

1883年，爱迪生发现了热电子源。（后人称之为爱迪生效应）。关于这位伟大的天才，这部电子史话将在以后用更多的篇幅描述他。

1887年，赫芝证实了麦克斯韦关于电磁波速度等于光速的预言。

1894年，古葛利埃莫·马可尼（Guglielmo Marconi）改进无线电检波器，大大提高了检波器灵敏度。他所处的时代，正是赫芝发现了电磁波以后许多科学家为解决无线电波发射而奋斗不息的年代。当时，有许多问题尚待回答。例如，人们在想，这些令人不解的波究竟能够被传送多远？怎样传送电波和怎样比较容易地检测到电波以及怎样确定一种波长的辐射不至于与另一种波长的辐射混淆等等。马可尼所处的时代也正是日益扩大着的商业系统渴望取得更好的通信方式的年代。为达到这些目的，许多科学家都以麦克斯韦电磁方程式和赫芝的一些论文作为基本工具，努力钻研着。华盛顿、剑桥、圣彼得堡和柏林的专家们，也都企图在这方面的研制中处于领先地位。马可尼正是这批有识之士中的一员，他专心致志地迎着困难前进。当时他正处于二十岁时的年华，他着手的第一件事是竭力提高金属检波器的灵敏度。他怀着对老师赫芝崇敬的心情听完了有关这位老师去世的讣告，所以说他是赫芝的学生，是因为青年马可尼经常出席赫芝的演讲会，受赫芝的影响很深。他随即下定决心，中止度假，回到家里整日工作不息，他既改进了检波器，又创新天线。他发现使用新的天线以后，检波器的灵敏度会有所提高。他利用他家附近的小山，接收从二、三公里以外的山背后传过来的电波，获得了成功。为了使他的才能直接为意大利

利服务，他写信给政府的邮电部长，但当时政府的态度十分冷淡，决策人物未能看到无线电通信必然发展的潮流，置小人物的言论于不顾。马可尼无奈，只得去到当时世界上第一流的航海大国——英国，那正是差不多在一个世纪以前的一八九六年。到英国后，他的创新不断涌现，他的贡献与日俱增。他大大改进了电波的发送和接收的技术，并接连获得成功。他的敏捷的科学思路，不断创新、变革的勇气，胆略和远见卓识，促使他的事业蓬勃地发展着。他组织了自己的无线电报和信号公司，这就是后来的马可尼无线电报有限公司。他的公司建立了永久性的发射电台，与海上航行的船只保持着经常性的联系。他利用架设在蒸汽拖船上的天线，发射了世界上第一个用无线电广播的体育新闻。正是使用了这杆高达25米左右的天线，向全国的接收天线发送出了在南爱尔兰举行的帝城赛船会的具体情况。

在这个世纪开始的时候，马可尼献给人类的新产品是发射无线电的天线和接收电波用的金属检波器。马可尼的天线越来越高，他的电波也被发射得越来越远，他的声望也与日俱增。

1905年，马可尼又发现，水平弯曲的天线可以向一个特定方向发出异常强大的电波，这一发现使接收信号的工作变得容易多了。

然而，马可尼毕竟只是单枪匹马地干，他使用的电波依然是几十年前赫芝所用的方法获得的，因此发射的功率仍然不够强大。人们要想更多地享受物质文明的巨大成果，看来就得付出艰辛的劳动。

1897年，汤姆逊发现了电子。

1904年，弗莱明制成真空二极管。

这就是本世纪开初以前的电子史。初期的探索者们在这段历史长河中留下了他们艰辛的然而又是极其光辉的脚印。人类进入二十世纪以后，电子技术迅猛向前并进入了一日千里的大发展时期。微电子技术、硅电子技术、光电子技术及它们丰富多采的成果，已越来越多地深入到国民经济和日常生活之中，并且极大地改变着人们的生活习惯。人们已经发现，电子技术已成为一门真正的应用科学技术，无论是现在还是将来，人们离开了电子科学技术，是多么难以想象和无法生活。

那末，电子科学，或简称电子学，它的研究对象究竟是什么呢？对于这个问题，一般的认为是，电子学是研究电子运动的原理、利用电子运动原理制成的器件、以及利用这些器件所组成的线路和系统。四十年代以来，由于微波、激光、半导体、集成电路和计算机技术的迅速发展，使得“电子学”这一名称有了更新和更加广泛的含义。它研究的对象不仅包括人类所熟悉的通信、广播、电视、雷达、导航、电子对抗、录音、录象、微波器件和设备、信息处理、电磁场理论、各类真空和固态电子元器件等，而且还包括了象自动控制、人工智能、生物工程这样一些新兴的学科，并和信息论、控制论和系统工程学等学科互相交叉和渗透，形成了一个十分复杂的学科网。

电子学的发展历史并不长。从现在来看，评定电子学进展的方法有三种。其一是以电子元器件的更新换代而计：从爱迪生效应发现以后不久出现的电子管到四十年代末出现的晶体三极管，以及六十年代以后大规模和超大规模集成电路，

使电子技术的应用产生了一个接一个的飞跃。（伴随着元器件的更新、电子计算机也经历了一至四代的历程，现在正向第五代过渡）。

其二以电磁频谱的开拓来划分：电子学的发展史也正是频谱的发展史。无线电波和光（也即光波）都是电磁波。但他们的利用率是不均匀的。在电子技术发展的初期，许多频率的利用率很低，长时间内仅局限于中波频率即从 500 千周到 1650 千周之间；自短波通信广泛应用之后，电子技术的应用开始向高频进军，从短波到超短波进一步发展到微波；六十年代初期出现了激光，从此，从无线电波到光波之间全部频率空白均被填补了。

激光的出现，引起了通讯技术的一场革命，区域通讯、卫星通讯、空间通信等技术已基本成熟。光纤通信，传输能力大，损耗却很小，它已引起了世界各国的巨大关注。

近年来，对极长波和超长波也进行了大量的研究。在短波领域的红外、紫外、X 射线、Y 射线等方面也已取得了一定的进展。这为远距离潜水艇之间的通信，导弹预警系统和物质微观结构的探索提供了有力的手段。

其三是电子学与其它学科的结合和渗透的深度以及电子技术推广应用的广度。随着电子技术的发展，一场信息革命已经开始了。因为电子技术对极大、极微、极远、数量颇巨和要求极准的信息不仅有进行检测和传递的能力，而且还有记忆的能力，变换计算的能力，和判断过滤的能力，并且也具有与别的学科易于结合的能力。这就是信息革命必然来临且来势特别凶猛的原因所在。

电子学与天文学结合的一个范例就是射电天文学，它应

用高灵敏度的无线电接收机来探测宇宙中各种物质所辐射的谱线，并可探测可见光以外的辐射。近年来出现的类星体、脉冲星、星际分子和宇宙微波背景辐射都是依靠射电望远镜测得的。

雷达天文学是四十年代中期发展起来的，利用这一技术可以观测流星的分布，日、月行星的自转和表面特征以及测定太阳系内天体间的距离等等。

此外，还有许多与电子学结合而产生的新学科，电子技术第一次工业革命时代的蒸汽机和纺织机一样，成了新的技术革命的催生婆。不过，电子技术的发展更快，影响更为巨大和久远。

电子技术的发展史表明，从大量的实验和实践中归纳出带有一定普遍性的经验规律，以基本科学为指导，把经验上升为应用基本科学演绎、分析和综合的设计规划、工艺规划，导致新的发明，从而应用于生产实践和科学试验，并经受检验。这已是普遍的但也并不是唯一的一条规律。

电子技术的发展史还表明，新技术源于实践，从基本科学和应用基本科学来演绎、分析和综合，是当代后起的然而先进的方法。

发明家仍然是当代经济发展的重要支柱，我们需要多种多样的科学技术人才，尤其是那些富于创新，对新事物敏锐，善于从直觉形成概念，从经验导出规律并能发现科学技术发展新方向、不断提出真知灼见的人才；需要那些不甘落后、以坚强信心和巨大耐力投身于实践，变革自然、驾驭自然的人才。

这些，就是电子发展史所给予我们的启示。

电子发展史，是整个物质文明发展史中极其重要的一部分，是人类用自己的聪明才智书写和创造的历史。科学技术发展到今天，已经为创造一个美好未来准备了十分坚实的物质条件。人们从事伟大的探索，是把阐述生命、物质结构和普天之下一切现象作为目标的。虽然人类迄今为止取得的成功充其量只能说是部分的成功，但他们在探索中获得的如此宝贵和重要的发现，足以使人类社会发生根本的变革。人们已发现了可以造福于这个物质世界的新的能源，它能够无与伦比地造福于人类。

§1 从爱迪生到丁肇中

让电子听从人们的指挥，并为人类文明服务，这还要追溯到上一个世纪。

1883年，实用发明家、36岁的爱迪生为了提高电灯的寿命，在真空泡壳内引入了一个金属电极。他观察到当金属电极接在正电位时，电极和灯丝之间便有电流流动。这种奇怪的“漏电”现象是爱迪生所没有意料到的，对此，他百思不得其解。他思索着电流到底是怎样穿过真空区的，觉得这一现象对他改革电灯没有什么用处。但发明家所特有的耐心、仔细和敏锐驱使他把这一现象详细地记在笔记本上。后来，爱迪生只是把这一发现作为“电检测器”登记了专利，没有继续作深入的研究。

没过几年，科学家们发现爱迪生所见到的现象是十分重要的，他们把它称为“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

它、变革它创造了条件,直接导致了十四年以后电子的发现。

最早解释“爱迪生效应”的是卓越的英国物理学家汤姆逊 (J.J. Thomson 1856—1940), 他证明炽热的灯丝所释放出来的载流子就是电子。促成发现电子的另一个重要的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。他由阴极射线在磁场和电场中都发生的偏转得到粒子速度 v 与它的荷质比 e/m 之间的关系, 确定阴极射线是一种带电的粒子流。他用磁偏转法证明了阴极射线粒子的电荷与氢原子的电荷大小相等、符号相反, 质量约为氢原子的 $1/2000$ 。1897年4月, 他在英国皇家协会宣布, 他发现了某种迄今未知的带电微粒, 这些微粒就是后来正式获得电子这个名称的带负电的粒子。电子这个术语是1890年左右由爱尔兰物理学家斯托尼 (George Johnstone 1826—1911) 创立的, 当时的概念与现代意义的电子是不同的, 但人们还是沿用了他的名称, 并把它赋予汤姆逊所发现的微粒。

美籍华人任之恭教授认为电子的英文名称 “negatron” 比 “electron” 更能反应电子的本质, 因为前者指明了电子带负电的性质。

因汤姆逊的论据是以纯理论为根据的, 所以当时许多科学家是以怀疑的心理怀疑电子的存在的。“你拿出证据来, 最好是实物”, 这是科学史上常常发生的事。为了说服这些科学同行, 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。他以确凿无疑的证据向人们展示了电子实体的存在。美国实验物理学

家密立根(Robert A. Millikan 1868—1953)精确地测定了电子的电荷 e 为 1.602×10^{-9} 库仑,质量 m 为 9.11×10^{-31} 千克,有力地支持了电子学说。威尔逊和密立根都因他们在证明电子的存在方面做出了杰出的贡献而获得了诺贝尔物理学奖。

电子被发现了,但它具有什么特性,它遵循什么样的运动规律,至今仍然是人们非常感兴趣的问题。由于电子是如此之小,所以传统的力学定律对它们已不适用了。为了分析它们的波动运动,一位奥地利物理学教授薛定谔(Erwin schroedinger 1887—1961)研究出一种新的理论体系,叫量子力学,或称波动力学。这种理论按照概率论分析粒子的波动运动。薛定谔认为——后来被认为是相当准确的,新的波动力学将可以说明原子内部发生的力学过程。另一位物理学家海森伯(Heisenberg)也研究了类似的问题,但无论是薛定谔,还是海森伯,都没有提到过电子自旋的问题。

有关电子自旋的问题,最早是在1925年,有人为了解释光谱学中的精细结构而推出了电子具有自旋的假设,没有经过多长时间,电子自旋理论便得了整个学术界的公认。到了1928年,狄拉克(Dirac)把相对论引入了量子力学,得到了一个相对论形成的量子力学方程,这才真正从理论上确定了电子自旋特性。后来,电子自旋共振,也即顺磁共振,成了研究物质结构的有力方法,现正在化学和生物学中作出贡献。至于电子自旋在电子学的应用,远没有电子的其它应用广泛,它还只是刚刚开始。

谈到电子自旋的问题,还得阐述一下自然界中普遍存在的有关守恒的问题。例如,能量守恒定律反映出时间上的位