



我们身边的科学

身边的电子学

施修龄 华 铭 陶艺军 编著

中国林业出版社



我们身边的科学

身边的电子学

施修龄 华 铭 陶艺军 编著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

身边的电子学/施修龄,华铭,陶艺军编著. —北京:
中国林业出版社,2003.12

(我们身边的科学)

ISBN 7-5038-3693-8

I. 身... II. ①施...②华...③陶... III. 电子学
—普及读物

IV. TN01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 120999 号

出 版:中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail:cfphz@public.bta.net.cn

电 话:66184477

发 行:新华书店北京发行所

印 刷:北京忠信诚胶印厂

版 次:2004 年 1 月第 1 版

印 次:2004 年 1 月第 1 次

开 本:850mm × 1168mm 1/32

印 张:9.375

字 数:241 千字

印 数:1~4000 册

定 价:15.00 元

前 言

现在连小孩子都知道电的重要性,但是在 100 多年以前,世界上还没有一盏电灯,也没有一台发电机;没有一条架空电线,也没有一段电缆敷设在地下。那时即使最有远见的实业家,也不肯在有关电的事业上投资一分钱。

千百年来,人们一直在探索电的秘密。电是什么?它从哪儿来的?电的本质究竟是什么?这些问题时时引起人们的深思。

电学,它既古老,又年轻。说它古老,因为早在 2000 多年前,人类已发现了电,并研究了电的现象。说它年轻,因为直到 19 世纪末和 20 世纪初,人们才真正了解电的本质,并最终驯服了它,使电像一只柔顺的耕牛,百依百顺地听从人的使唤,为人们服务。

在电学应用的园地里,我们已经享受到诸如电灯、电话、电视机、电冰箱、电脑等异常的果实。本书从电子学的发展史和日常电子现象着眼,向读者揭示电学发展的历程,阐述电子学现象与知识。

《身边的电子学》编委会

2003 年 7 月

《身边的电子学》 编委会

主编	施修龄	华 铭	陶艺军		
编委	王励志	冯金发	刘丰州	孙 忠	
	李 哲	宋焦宇	林海景	郑 强	
	钱思语	赵 盈			

目 录

第一章 电子学的初级阶段

第一节 电学在迷惘中徘徊	(3)
一、摩擦起电现象	(3)
二、正电和负电	(4)
三、泰利斯的错误	(5)
四、电学在迷惘中徘徊	(6)
第二节 从苍天取得闪电	(7)
一、对雷神的怀疑	(7)
二、取得闪电的勇士	(8)
三、富兰克林对电学的贡献	(9)
四、自学成才的杰出科学家	(10)
第三节 从摩擦起电到伏特电池	(12)
一、摩擦起电机的改进	(12)
二、莱顿蓄电瓶的发明	(13)
三、伏特电池的问世	(14)

第二章 孪生兄弟始相见

第一节 电磁现象新发现	(17)
一、库伦和伽伐尼的贡献	(17)



二、奥斯特的发现——电产生磁	(18)
三、欧姆定律	(20)
四、电学将要走上实际应用的道路	(20)
第二节 打开电力之门	(21)
一、转磁为电	(22)
二、不畏失败的人	(22)
三、震惊世界的成功——磁能够产生电	(23)
第三节 电世界的建立	(24)
一、进一步的探索	(24)
二、电磁感应定律的创立	(25)
三、电世界的建立	(26)
第四节 电磁场和电磁波	(28)
一、理论突破的年代	(28)
二、麦克斯韦的电磁场理论	(30)
三、深远的意义	(33)
四、赫兹的刻苦努力	(36)
五、前辈的功绩	(37)
六、两个难题	(38)
七、抓到了电磁波	(38)
八、来迟了的赞扬	(40)
九、进一步的工作	(42)
第五节 电磁波的实际应用	(44)
一、早期的设想与尝试	(45)
二、顽强的实干家	(46)
三、扬起新的风帆	(47)
四、新的进展	(49)
五、无线电波飞越重洋	(51)
六、人才辈出的时代	(52)



第六节 电学的一些应用	(54)
一、伦琴与记录图像	(54)
二、声音录制	(61)
三、图像录制	(64)
四、雷达	(69)

第三章 小荷才露尖尖角

第一节 电子的发现	(74)
一、电子发现前，人们对电的认识	(74)
二、原子不可能再分了吗	(75)
三、预告了电子的存在	(77)
四、阴极射线之谜	(78)
五、电子的发现	(80)
六、揭开原子世界的帷幕	(82)
第二节 秤砣虽小压千斤	(84)
一、电子小得惊人	(84)
二、最小的电量	(86)
三、电子处在不停的运动状态	(87)
四、自由电子在金属导体中游荡	(90)
五、电子的定向运动——电流	(92)
六、电子还能传递热量	(95)
七、电子自旋	(96)
第三节 光和磁的起源	(103)
一、电子的跳跃产生了光	(103)
二、磁起源于电子的运动	(107)
第四节 制造放射性元素的居里夫妇	(110)



第四章 脱胎换骨谱新篇

第一节 真空二极管	(115)
一、驯服电子	(115)
二、爱迪生的发现	(116)
三、弗莱明发明真空二极管	(118)
第二节 真空三极管	(120)
一、德·福雷斯特的创造	(120)
二、神奇的放大作用	(121)
三、电子管的发展	(123)
第三节 晶体管时代的来临	(126)
一、半导体的发展	(126)
二、更小更省	(128)
第四节 从晶体管到集成电路	(129)
第五节 表面科学与硅工业	(132)
第六节 微电子技术	(136)
一、什么是微电子技术	(137)
二、半导体工业发展迅速, 竞争激烈	(140)
三、平面工艺	(140)
四、超微细加工技术	(144)
五、量子功能元件	(147)
六、砷化镓微电子技术	(148)
七、以硅为基础的光电子学	(149)
八、超导电子学	(149)
第七节 光电子技术	(150)
一、光电子技术的发展	(150)
二、激光技术	(151)



三、红外技术	(156)
四、光纤通信技术	(158)
第八节 反映微观层次的粒子加速器	(161)
第九节 电子时代的新思潮	(163)

第五章 电子学趣谈

第一节 电子的速度有多大	(165)
一、谁先听到歌声	(165)
二、人比电子跑得快	(166)
三、电子比火箭还要快	(167)
第二节 爱迪生与西屋的争论	(168)
第三节 水下“雷达”	(169)
第四节 微波杂谈	(170)
一、哪里来的信号	(171)
二、神奇的金字塔能	(172)
三、凶狠的武器	(173)
第五节 漫谈红外线	(174)
第六节 现代电子战	(176)
第七节 电子炉灶	(180)
一、无火煎蛋	(180)
二、一个棘手的问题	(181)
三、电子炉是怎样烧水的	(181)
四、太空船的烧水问题	(182)
第八节 快乐的电椅	(182)
第九节 用电捕鱼	(184)
一、先打昏再捕	(184)
二、有声有色的陷阱	(185)



三、欲擒先纵	(185)
第十节 会发电的鱼	(186)
第十一节 信号与干扰	(187)
第十二节 $1/f$ 噪声与东方音乐	(189)
第十三节 研究噪声获得的副产品	(190)
第十四节 电子测量仪器	(194)
一、真正的“万用电表”	(194)
二、自己给自己看病	(195)
三、不需要高精度	(195)
第十五节 皮鞋里的暗探	(197)
第十六节 电子技术与海洋开发	(199)

第六章 电信时代

第一节 电信基本知识	(209)
一、什么是电信	(209)
二、电信网	(210)
三、电话机的工作方式	(211)
四、电话号码的编排	(212)
五、热门的 IP 技术	(214)
六、受人欢迎的 IP 电话	(216)
七、IP 电话与传统电话之间的区别	(217)
八、电话的历史变迁	(219)
九、固定电话网	(223)
十、通信数据传输	(224)
十一、电话网需要交换设备	(226)
十二、太阳风暴对通信的影响	(226)
十三、最常用的通讯传输材料——双绞线	(227)



十四、同轴电缆	(229)
十五、无线通信如何传送信号	(230)
十六、无负载电缆通信	(231)
十七、微波衰落现象	(231)
十八、卫星通信	(233)
十九、通信卫星是如何工作的	(234)
二十、卫星通信的优点	(235)
二十一、卫星通信信号损耗	(236)
二十二、卫星通信的噪声	(237)
第二节 计算机网络与多媒体通信	(239)
一、网络互连	(239)
二、什么是 Internet	(239)
三、计算机网络的客户机和服务器	(241)
四、IP 地址和域名系统	(243)
五、计算机网络的分类	(245)
六、计算机网络进行数据通信	(247)
七、数据通信规则	(249)
八、网络传输协议	(252)
九、模拟信号和数字信号	(253)
十、如何避免数据传输中的衰减	(255)
十一、电子信箱	(255)
十二、什么是多媒体	(257)
十三、多媒体信息的传输	(258)
十四、多媒体系统的作用	(260)
十五、虚拟现实 (VR) 技术	(262)
十六、什么是光通信	(264)
十七、光纤通信	(265)
十八、网络几大定律	(269)



十九、光纤传输容量	(270)
二十、光纤通信的抗干扰能力强	(271)
二十一、海底光缆	(271)
二十二、三网融合	(273)
二十三、全球定位系统 (GPS)	(275)
二十四、通信革命——移动 IP	(276)
第三节 手机知识	(278)
一、手机“不在服务区”是怎么回事	(278)
二、手机辐射	(279)
三、手机如何影响人体健康	(280)
四、呼机和手机的发明	(283)
参考文献	(285)

第一章 电子学的初级阶段

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。

20 世纪 40 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、录像、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，而且还包括了像自动控制、人工智能、生物工程这样一些新兴的学科，并与信息论、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 3 种。

第一种方法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 20 世纪 40 年代末出现的晶体三极管，以及 60 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 1~5 代的历程。

第二种方法是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（即光波）都是电磁波，但他们的利用率是不均匀的。在电子技术发展的时期，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 赫兹到 1650 赫兹之间。



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;20世纪60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、洲际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、 γ 射线等方面也取得了一定的进展。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。

第三种方法是以电子学与其他学科结合和渗透的深度以及电子技术推广应用的广度来判断。随着电子技术的发展,一场信息革命已经开始。电子技术对极大、极微、极远和数量巨大及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迅猛的原因所在。

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20世纪40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。

此外,还有许多与电子学结合而产生的新学科,电子技术与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惟一的一条规律。

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，也是先进的方法之一。

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。

电子发展史，是整个物质文明发展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性的变革。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。

第一节 电学在迷惘中徘徊

一、摩擦起电现象

在 2500 多年前，正当我国处于周朝时期，古希腊著名哲学家泰利斯在人类历史上第一次记载了摩擦起电现象。

当泰利斯在爱琴海的海滩上散步时，不知出于什么原因，一种透明的黄褐色石块深深地吸引了这位学者。经过仔细的观察，他发



现了一件有趣的现象：使劲摩擦石块后，这种石块竟能吸起麦秆的碎渣和羽毛的碎片或是他衣袍上扯下来的线丝。

在希腊文中，这种石块叫做“Elektran”，也就是现在称作“琥珀”的石块。现今英文中其他许多国家文字中“电”字的拼音，就是从 Elektran 这个希腊字源引过来的。

我国在东汉初期（公元 1 世纪），王充在《论衡》一书中也曾记载了琥珀吸引草屑摩擦起电的现象。

人们以后又陆续发现，不仅是琥珀摩擦后能吸引轻小物体，而且其他许多种物体象玻璃、火漆、硫磺和蜂蜡等经过摩擦后，同样能像琥珀那样吸引轻小物体。人们把此现象称作摩擦起电。人们开始设想：既然许多物体经摩擦后能出现吸引轻小物体的现象，是不是在这类物体中存在一种共同的东西呢？

二、正电和负电

此后又经过几代人相继的探索 and 不断的实验，人们发现使劲摩擦物体所产生的电（或者物体经摩擦后所带的电）有两种不同的类型。譬如用绸布摩擦玻璃棒和用毛皮摩擦火漆棒后，发现玻璃棒带的电与火漆棒带的电是不一样的，人们把玻璃棒带的电称为正电，而火漆棒带的电叫作负电。

如果使两个轻小的物体分别带上正电和负电，那么我们就可看到这两个物体将会相互吸引。如果使两个物体都带上正电，或者都带上负电，则可观察到这两个物体出现彼此排斥的现象。这就是著名的“异种电相吸引，同种电相排斥”的原理。

因此，当我们已知某一物体带有正电或者负电时，就可以根据与该物体相吸引还是相排斥的原理，来测知另一个物体是带正电还是带负电。