

高科技启蒙文库（第二辑）

创造奇迹的电子技术

都世民 编著

知 识 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

高科技启蒙文库 (第二辑)/王洪主编. —北京:知识出版社,1998.8

ISBN 7-5015-1664-2

I. 高… II. 王… III. 科学知识-普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 05983 号

丛书责编:侯澄之

责任编辑:戴中器

责任印制:徐继康

封面设计:天 鸣

责任校对:马 跃

高科技启蒙文库 (第二辑)

创造奇迹的电子技术

知识出版社出版发行

(100037 北京阜成门北大街 17 号 电话:68318302)

北京宏伟胶印厂印刷 新华书店经销

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

开本:787 毫米×1092 毫米 1/32 印张:65

字数:1380 千字 印数:1—15000 册

全套定价:70.00 元

本书如有印装质量问题,请与出版社联系调换。

内 容 简 介

本书主要阐述近百年来电子技术所创造的奇迹，并着重介绍 21 世纪纳米电子技术的诱人前景。书中简要地回顾了电子技术的发展史，并从人们日常生活的诸方面叙述了电子技术的各种应用。全书以发展的眼光，介绍电子高技术的最新发展及其应用，内容十分广泛，事例通俗，叙述简明而有趣味性。

本书可供广大中、小学校师生，以及广大电子爱好者阅读。

目 录

一、回首百年话电子.....	(1)
敢捉闪电的人.....	(2)
揭示电磁谜底的人.....	(4)
电磁理论的奠基人.....	(6)
巧夺天工的实验家.....	(8)
近代电子工业的鼻祖	(11)
跨世纪的“梦想”	(16)
二、耐人寻味的电子与波	(20)
光就是电磁波	(20)
从吉他共鸣到人间漫游	(23)
海湾上空的“幽灵”	(26)
隐身飞机的“克星”	(30)
“火眼金睛”与隐身士兵.....	(34)
事故的祸首是谁	(37)
零的突破	(41)
三、电子在人间“闪光”	(45)
不见火光的微波炉	(46)
电波进入“绿色工厂”	(49)
电磁节能	(52)
“电子卫士”保平安.....	(56)

电子游戏妙趣横生	(60)
家庭影院悄然入舍	(64)
电子书刊的魅力	(68)
探视人体的电子之“窗”	(71)
电子门诊多快好省	(77)
天灾前的预报	(83)
四、纳米电子学前景诱人	(89)
“黑幕”背后是什么	(90)
跨越星球的绳索	(94)
纳米催化剂	(97)
纳米电子学的“热点”	(100)
超级纳米卫星	(104)
未来电子书	(108)
在网络空间上学	(112)
明天的家庭	(116)
有感知的城市	(121)
电脑战棋王	(127)
梦想会成真吗	(134)

一、回首百年话电子

20 世纪里，人们在科学技术领域中，创造出一个又一个惊人的奇迹。电子技术就是这样的奇迹之一，它发展迅速、神通广大，不仅使“千里眼”、“顺风耳”之类的神话成为现实，而且使“嫦娥奔月”的神话也成为现实。无论是天上、地下，还是地球、月球，都有人类控制的“电子画笔”绘出有声有色的大好河山、锦绣世界。今天，人们都生活在电波的海洋里，各种各样的电波源犹如天空中的星星一样，一刻不停地辐射着电波，数也数不清，到处可以感觉到电波的存在。然而人们的眼睛却看不到它，就好像人们生活在空气之中，却看不见空气一样。只要我们拧开收音机，就能听到“电匣子”发出优美的声音；只要我们打开电视机，就能看见动人的景象，即使是在大洋彼岸举办的奥运会比赛也能历历在目；只要我们手持“大哥大”，就可以与全国各地，甚至与大洋彼岸通话。如果你手持的是可视电话机，那么就可以看见在千里之外的亲人，可以“面对面”地交谈。那声音和图像是从千里之外传过来的，而且如此迅速，它跋山涉水、越洋过海，还能同时出现在很多地方，靠的就是电波。

今天人类生存的环境到处都有电波的“踪影”，人类生活已经离不开电波。然而，人们认识电波只是近百年的事。回首百年历史，放眼现在就会发现，电子的“星星之火”已经

在人间燎原，照亮了全球，并射向月球、火星、金星、土星……

当人类即将跨入 21 世纪时，科学家们又提出新的构想，如同电磁学之父——麦克斯韦百年前预言电磁波的存在一样，今天科学家们又预言纳米电子时代将在 21 世纪来到人间，我们渴望“纳米电子笔”将绘出更新、更美、更诱人的世界！

敢捉闪电的人

1752 年 7 月的一天，美国著名的科学家富兰克林策划了一项试验，他想用风筝捕捉天空中的闪电。这一天，天空中阴云密布，云层很低，隐约的雷声不时从远方传来。富兰克林带着儿子，拿了风筝，等待暴风雨的来临，他们期待着，观看着天空。富兰克林的妻子丽德站在家中的窗户边，焦急地眺望着田野里的丈夫和儿子，她平日最害怕雷鸣电闪，此时此刻她更是担心，怕丈夫和儿子在捕捉闪电的时候受到伤害。作为一位电学家，富兰克林不是不知捕捉闪电的危险，但此时他已把安危置之度外。

不一会儿，低沉的雷声已经来到头顶，随之狂风大作。富兰克林把风筝抛向空中，并对儿子大喊：“快跑”。风筝扶摇直上，飞向天空，奔向雷电。富兰克林狂奔着追上儿子，接过风筝线，拉着儿子躲进附近的一所小建筑物里，从口袋里掏出一把铜钥匙，系到风筝线的末端，那风筝穿过闪电的云层却没有发生什么。儿子有些沉不住气，他说：“爸爸，这次

恐怕白费功夫了，抓不住闪电啦！”富兰克林坚定地说：“沉住气，再坚持一下。”突然间，一道闪电刺眼掠过，风筝线上的纤维向四周辐射般地绷直着，好似有一双双无形的手用力将线上纤维拉直。与此同时，富兰克林的手觉得发麻，他将手移向钥匙末端，倾刻之间从钥匙末端射出一串串电火花。富兰克林终于成功地捕捉到闪电。忽然，富兰克林喊了一声：“哎哟！”手不自觉地离开了钥匙。他亲身体验了电击，他用自己的身躯证实了闪电是一种放电现象，闪电就是电！

富兰克林顾不上危险，他用一块丝绢裹着被淋湿的风筝线，让钥匙上的电荷给事先准备好的莱顿瓶充电，顿时瓶上电火花频频闪烁。事后，富兰克林用莱顿瓶捕捉到的“闪电”，进行了一系列的试验，他在给朋友的信中这样描述着：

当携带雷电的乌云来到风筝上方时，风筝上方尖细的铁丝立即从云层中“捕捉”电荷，当这电荷传到风筝及其绳索上时，绳索上的松散纤维就向四周直立起来，可以被靠近的手指所吸引。由于雨水全部浸湿了风筝和绳索，“捕捉”到的电荷迅速传到钥匙，并向手指头靠近。当钥匙和手指头之间发出串串火花时，电荷已经从手指头传向全身。用这个钥匙可以给莱顿瓶充电，用所得到的这些电荷，可以点燃酒精，还可以进行其他一些电学实验。

富兰克林的风筝试验轰动了全球，他的试验结果无情地击败了当时的学术界权威——巴黎皇家学院院长罗勒。罗勒为了维护自己的利益，对异国他乡的富兰克林发表的专著《电学的实验和研究》进行诽谤，甚至进行人身攻击。富兰克林对此不屑一顾，他没有用文字去反击，而是以行动捍卫了

科学真理，甚至不惜冒生命危险。

在1753年，俄国科学家罗蒙诺索夫和他的朋友利赫曼也试图“捕捉”闪电，他们在屋顶上高高竖起一根铁杆，并且用一根导线小心地把铁杆和屋里的仪器连结在一起。7月26日，天空布满乌云，暴风雨即将来临，利赫曼匆匆赶回家，要看看能否捕捉到闪电。他在屋里检查仪器的时候，一个浅蓝色的火球从天而降，正好击中利赫曼的前额，他再也没有醒过来。

罗蒙诺索夫赶来时，已经无法挽救利赫曼的生命。罗蒙诺索夫吸取了这一血的教训，改进了试验方法。1756年8月，终于完成了他的试验，证明了闪电就是一种短暂的电流。

富兰克林的电学理论和风筝实验揭开了近代电学研究的序幕。

揭示电磁谜底的人

早在17世纪，人们就发现了一些奇特现象。1681年的夏天，一艘商船航行在大西洋上，突然遭到雷击，船上的一些设备受损，三个罗盘全部失灵，其中两个罗盘失去磁性，另一个罗盘的指针倒向。

在意大利，人们也碰到一件怪事：一家五金店不幸遭到雷击，事后发现店中的钢刀有了磁性，它吸住了周围的一些铁钉。在当时，人们并不清楚闪电的性质，认为这是个奇闻，是一个谜。

1820年7月，丹麦的物理学家奥斯特在实验室里意外地

发现，通电导线的下方的磁针会发生偏转，断电后，磁针复原。这一实验引起物理学界的轰动，它为揭示电磁之谜找到了突破口，向人们揭示：电可以生磁。这似乎也为意大利五金店里的钢刀遭雷击后而磁化，找到了谜底。

奥斯特的实验吸引了在英国皇家学院实验室工作的法拉第，当时他才 29 岁。他一边重复奥斯特的试验，一边苦苦思索是什么力使磁针偏转。当时人们只知道万有引力、静电力、磁力，却不知道通电的导线会产生一种力，能使磁针转动，奥斯特本人也解不开这个谜。法拉第决心沿着奥斯特打开的缺口，进一步探索电磁之谜。

在 19 世纪前半叶，全球探索电磁之谜的攻坚战十分激烈。一个又一个科学发现，从不同的角度揭示了电生磁的现象。法拉第却在想，电可以生磁，磁能不能产生电呢？为了探索这一奥秘，在 10 年时间里他反复实验，不断改进，但仍以失败告终。1831 年的秋天，法拉第将电池组增加到 120 个电瓶，试图以此来增加软铁环上的初级线圈中的电流。通电后，初级线圈中的电流迅速增大，不一会儿线圈上的导线就发热了，可是再看与次级线圈相连的电流计的指针却纹丝不动。他更换了一个又一个线圈，一次又一次地进行着实验，反复检查试验的每一个细节，他的灵感促使他改变了试验台上的布置，他将远离电源开关的电流计，移到电源开关的附近。

奇迹终于出现，法拉第在合上电源开关的瞬间，看见电流计的指针似乎微微颤动了一下，他意识到这就是“电流”。他又一次改进后，再重复试验，发现在通电的瞬间，电流计上真的显示出电流。10 年徘徊未能发现的电流，如今，法拉第终于艰难地捕捉到了，为了增大电流，法拉第拆掉了初级

线圈，用磁铁取而代之，他让磁铁在次级线圈中移动，这时电流计的指针随着磁铁的运动而摆动起来。法拉第的这个试验终于证实了磁可以生电。他找到了电磁感应的规律，揭示了电磁之谜的谜底。

电磁理论的奠基人

在近代科学史上，一些重要的理论，往往要靠许多人前

赴后继、不辞劳苦、不计名利，甚至牺牲自己的宝贵生命，才能创立起来。19世纪创立的电磁理论就是这样。最初，富兰克林揭开了雷电之谜，首次阐明了电的性质，为近代电学研究奠定了基础。而后，奥斯特、安培揭示了电流的磁效应，刷新了电学史。再后，法拉第揭示了电磁感应效应，成为电磁学的奠基人。最后，法拉第的学生——麦克斯韦完成了电磁理论（图1）的创立。



图1 麦克斯韦创立电磁理论

法拉第一生主要从事实验研究，他勇于实践、勇

于创新。麦克斯韦在英国剑桥大学毕业后，就留校工作。起初，他研究的是光学领域里的色彩论，不久他被法拉第的专著《电学实验研究》所吸引。当时法拉第的学说在学术界是有争议的，这一方面是由于法拉第的学说动摇了传统观念；另一方面是由于法拉第的学说在理论上还不够完善。麦克斯韦认真研读了法拉第的专著，决心接过法拉第手里的火炬。他试图从数学上弥补法拉第定性描述的不足。麦克斯韦 24 岁时就发表了题为《论法拉第的力线》的论文。后来，麦克斯韦特地到伦敦去拜访实验大师法拉第，年龄相差 40 岁的两位科学家一见如故，他们对物质世界的看法有着强烈的共鸣。爱因斯坦说他们是一对像伽利略和牛顿一样的科学家，相辅相成。

麦克斯韦在与法拉第的交谈中受到启迪，自己设计了一个理论模型——“以太模型”，发现了“位移电流”，并利用位移电流算出电磁波的传播速度正好等于光速。由此麦克斯韦预言：光就是电磁波！这是一个划时代的预言。

1862 年，麦克斯韦在英国《哲学杂志》上发表了《论物理学的力线》的论文，预言了电磁波的存在。1873 年，麦克斯韦的专著《电磁学通论》问世了，在这本专著里，他系统地总结了库仑、安培、奥斯特、法拉第等人对电磁现象的研究成果，建立了完整的电磁理论。

麦克斯韦的电磁理论，在物理学史上有着划时代的意义。但他预言的电磁波未经实验证实。当时一些物理学家对此预言持怀疑态度，一些有威望的科学家对此也都在观望，因此在相当长的时间里，电磁理论得不到承认。

麦克斯韦的一生是叱咤风云的一生，也是自我牺牲的一

生，终年只有 49 岁。麦克斯韦最后几年的生活十分烦恼和艰辛，他的学说未被更多的人理解，妻子又久病不愈，过分的焦虑和劳累，损害了身体健康。在他生命的最后一年——1879 年，他已身患癌症，但仍然坚持不懈地宣传电磁理论。在空旷的阶梯教室里，只有第一排坐着两个学生，一个是从美国来的研究生，另外一个就是后来发明电子管的弗莱明。麦克斯韦步履坚定地走上讲台，目光闪烁，表情庄重，仿佛他不是面对两个听众，而是面对全世界讲解自己的新学说。这位科学巨匠的伟大功绩，在他生前没有得到人们的广泛理解和重视。直到他死后许多年，赫兹的实验证明了电磁波的存在，人们才公认他是“牛顿以后世界上最伟大的数学物理学家”。

巧夺天工的实验家

科学的火炬永不会熄灭。麦克斯韦给世人留下了宝贵的电磁理论，过早地离开了人世，但他的事业却未中断。欧洲一些有见识的科学家逐渐认识到电磁理论的真正价值，愈来愈多的人都在以各种方法试图捕捉到电磁波。

1879 年初冬，德国柏林科学院颁布了一项奖金，获奖的条件是：部分证明麦克斯韦理论。不少科学家都觉得获奖是很难的。

然而，柏林大学的一位知名老教授——赫姆霍兹对此很有兴趣。有一天，他试探着询问他的得意门生——赫兹，对此奖有无兴趣。导师语重心长地说：“这也许是本世纪最大的一个科学难题，你应该去闯一闯！在大雾弥漫的日子里，你

看到的太阳像是月亮；一旦云开雾散，你就会看到那万丈霞光！”

赫兹在导师的启发和鼓励下，决定去攻克这一伟大的神秘难题：电磁波看不见，摸不着，也嗅不到，如何证实它的存在呢？赫兹花费了几年的时间，深入地研究有关电磁波的各种不同的观点，对它们进行了分析、比较和鉴别。

1883年，赫兹查阅到爱尔兰教授菲茨杰拉德的一篇论文，文中有一个推论：假定麦克斯韦理论是正确的，那么在莱顿瓶振荡放电时，就会产生电磁波。也就是说，放电的莱顿瓶是最理想的电磁波源。莱顿瓶是最早的电容器，它是由于1745年在荷兰莱顿城首先使用而得名。这种电容器的放电具有振荡特性，辐射的电磁波是人们肉眼看不见的。为了证实电磁波的客观存在，赫兹用了多种检测手段，一次又一次的实验都以失败而告终。直到1886年，赫兹发明了第一个天线——电波环，实验才有了转机。电波环是用一根粗铜线弯成环状，环的两端有两个小金属球，球的间距可以调整，可用它们接收莱顿瓶辐射出的电磁波。如果有电磁波被接收到，在小金属球间应有火花出现。在实验过程中，通过改变金属球的间距，以此调整接收天线的谐振波长，谐振时就会有火花产生。

赫兹周密地考虑好了实验方案，他期待着火花的出现。他先将莱顿瓶充好电，在离莱顿瓶一定距离处，把接收天线——电波环架设好，然后让莱顿瓶放电。他目不转睛地盯着两个小金属球，他以为放电的一瞬间奇迹就会出现，而他所看到的却是毫无动静的两个小球。一次又一次实验都失败了，他百思不得其解。他的妻子伊利莎白看见丈夫对着莱顿瓶总是

发愣，吃不下饭，睡不好觉，心中十分着急。在一个闷热的夜晚，她强拉着丈夫离开了实验室，来到河边散步。赫兹漫不经心地 在菩提树下漫步，心中还在想为什么不见火花。突然，他眼前一亮，什么东西在一闪一闪地漂移着，他惊呼这是什么亮光？他的妻子忍不住发笑，打趣地说：“你真是想火花想得入迷了，这是萤火虫！”这一下子启迪了赫兹的灵感，他撒腿就往回跑，待伊利莎白发觉时，他已消失在夜幕中。伊利莎白回来一看，她的丈夫正拿着床单去遮窗户，她又好气又好笑，吃惊地喊道：“我的上帝！你着了什么魔啦！”赫兹忙解释道，他在布置暗室。伊利莎白帮他一起布置好暗室。实验又重新开始了（图2），赫兹再次把莱顿瓶充好电。在放电



图2 赫兹在实验室里

前，他让妻子把蜡烛全部吹灭，顿时房间一片漆黑。莱顿瓶的放电迸发出耀眼的火花，此时赫兹迅速地调整着电波环上小金属球的间距。奇迹终于出现，两个小金属球间发出十分微弱的闪光，就像萤火虫在眼前闪烁一样。为了增强亮光强度，赫兹将电波环向莱顿瓶方向移动，一再重复实验，确信电波环真的接收到了电磁波。这时已是黎明时

分，夫妻俩才离开了实验室。后来，赫兹又用火花隙发生器替代莱顿瓶，接收到的电磁波增强了，小金属球间发出耀眼的闪亮。此后，他又制作了一个反射面天线，它将电磁波射向大金属板，电波被反射，他在反射波的方向接收到电波，从而证明电磁波具有光波的属性。此外，他还证明了电磁波的其他属性。于是，麦克斯韦的预言，在26年后终于被这位巧夺天工的实验家所证实，它比海王星的发现更令人惊叹！1888年，赫兹的实验轰动了全世界，他使麦克斯韦的电磁理论得到世界公认！

近代电子工业的鼻祖

赫兹的实验给无线电发明家们开辟了广阔的道路，揭开了近代电子工业的序幕。一时间，探索电磁波应用成为一些有远见的科学家们的热门课题，形成群雄逐鹿的局面。

1890年，法国物理学家布冉利首创金属屑检波器，利用它跨接在电波环上，大大地提高了接收电磁波的灵敏度，使电磁波的探测距离由1米左右增至140米。1894年，英国皇家学会会员洛奇又改进了金属屑检波器，成功地完成了数百米远的莫尔斯电码的传送工作。除此之外，还有卢瑟福、台思拉等著名科学家，对电磁波的接收进行了卓有成效的改进。

在科学探索的征途中，谁不辞辛苦，谁坚毅不拔，谁就有希望到达终点。谁善于吸取和总结前人的经验教训，谁就能获得最大的成功。波波夫和马可尼就是其中的佼佼者。

1888年，波波夫才29岁。赫兹发现电磁波的消息传到俄

国，波波夫被强烈地吸引住了。他说：“用我一生的精力去安装电灯，对辽阔的俄罗斯来说，只能照亮很小的一块地方；要是我能操纵电磁波，就可以飞越全世界！”波波夫怀着新的理想，埋头研究多年，1894年，他成功地制成了一台无线电接收机，在接收机输入端还使用了偶极子天线，使接收距离大大增加。他利用这台接收机成功地录下了空中闪电的信号。

1895年5月7日，波波夫在彼得堡俄国物理年会上，宣读了自己的论文《金属屑同电振荡的关系》，并且表演了他接收电波的实验。几十年后，苏联政府决定将这一天作为“无线电发明日”。



图3 马可尼在进行实验

1895年夏天，才21岁的马可尼，在自己家中的花园里，非常成功地进行了一次电磁波传输信号的试验（图3）。同年秋天，他将电磁波传输信号的距离增至2.7千米。他将火花隙式发射电波的装置安放在村边的小山顶上，天线高挂在一棵大树上，接收机安放在家中三楼的书房里。一位同伴在小山顶上发报，他在家中接收，接收机终端的电铃发出清脆的响声，实验很成功。

1896年6月2日，