

南秀华 编著

电磁波 的魔力

本书用生动的语言、有趣的故事、简洁的插图，系统地介绍了从古至今人类对电与磁的认识过程，科学家们对电磁波有趣的探索和发现过程，以及电磁波在通讯、军事、航天、工业、农业、医疗、日常生活等诸多方面奇妙的用途……

Electromagnetic waves

河北出版传媒集团
河北科学技术出版社



从书中青少年朋友可以了解到，正是这个既看不见又摸不着的“怪物”，使我们人类社会发生了巨大的变化。电磁波在加速社会发展的同时，也使人们的生活品位越来越高。不仅如此，随着电磁波及其他相关高新技术的应用，在不久的将来，人们还将会在宇宙空间和其他星球上建立起生活的居所，到那个时候，我们可真的就要到“天堂”上去生活了……

南秀华 编著

电磁波 的魔力

本书用生动的语言、有趣的故事、简洁的插图，系统地介绍了从古至今人类对电与磁的认识过程，科学家们对电磁波有趣的探索和发现过程，以及电磁波在通讯、军事、航天、工业、农业、医疗、日常生活等诸多方面奇妙的用途……

Electromagnetic waves

河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电磁波的魔力 / 南秀华编著 . -- 石家庄 : 河北科学技术出版社 , 2012.11

(青少年科学探索之旅)

ISBN978-7-5375-5546-3

I . ①电… II . ①南… III . ①电磁波 - 青年读物②电磁波 - 少年读物 IV . ① O441.4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 274568 号

电磁波的魔力

南秀华 编著

出版发行	河北出版传媒集团 河北科学技术出版社
地 址	石家庄市友谊北大街 330 号 (邮编: 050061)
印 刷	三河市航远印刷有限公司
开 本	700 × 1000 1/16
印 张	12
字 数	130 000
版 次	2013 年 1 月第 1 版
印 次	2013 年 1 月第 1 次印刷
定 价	23.80 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

厂址: 三河市城内北外环西路 电话: (0316) 3136836 邮编: 065201

目 录

一 电的有形与无形

- 古老的问题和无形的物质 001
- 能装电的瓶子 004
- 静电的妙用 006
- 青蛙腿引出的重大发现 008
- 历史的误会 011
- 电流效应知多少 013

二 磁的具体与抽象

- 最早的发现和早期的认识 018
- 历史的转折 021
- 神奇的“魔力” 023

- 奇特的超导体 025
- 地球是个大磁体 028
- 磁爆和极光 031

三 步入电气化路漫漫

- 用磁铁发电 035
- 用电流传送信号 039
- 通过电流交谈 044
- “人造光”的出现 048
- 法拉第的预感 057
- 麦克斯韦的理论 060
- 赫兹的实验 063
- 马可尼的发明 066

四 电磁波载息传万里

- 成长中的无线电报通信 072
- 无线电话的诞生 073
- 最早的无线电广播 079

- 电视的梦想成真 082
- 无意中发现的短波通信 088
- 迈向微波通信时代 091
- 地球外的转播站——卫星通信 094
- 发展中的通信新技术——激光通信 099

⑤ 电磁波处处显神通

- 高级侦探——雷达 105
- 雷达克星——反辐射导弹 112
- 空中舵手——制导 115
- 特工战士——遥感 119
- 化装大师——红外伪装 123
- 黑暗中的眼睛——夜视 127
- 开发新能源的助手 130
- 人类生活的伙伴 134

⑥ 电磁波太空摆战场

- 没有硝烟的战争——第四维战场：电子战 ... 139

● 美电子间谍大曝光	143
● 计算机欺骗战术	147
● 航天时代	150
● 争夺太空的尖端武器——军用航天器	153
● 星球大战中的“王牌”武器——激光炮	158
● 从嫦娥奔月到星球大战——第五维战场：天战	162

七 电磁波技术新趋向

● 微型卫星——开辟未来通信新时代	168
● 光脑将会取代电脑	170
● 探测微观世界取得新成就	171
● 继续探索宇宙的奥秘	172
● 中国不断取得新成就	177
● 太阳活动对人类的影响	178
● 防范计算机泄密	181
● 防止电磁波辐射的污染	182

一、电的有形与无形

大家都知道，电是我们的好朋友，我们工作、学习、生活都离不开它，经常要和它打交道。那么，电到底是怎么回事呢？

说来话长，大约在2500多年以前，古希腊人就开始对电有了接触。不过他们不可能了解到后来电对人类产生的巨大影响。现在，数不清的高新技术，很多都与电有着密切的联系，而这一切，可以说都是始于古希腊人对“电”的认识。现在，就让我们从头说起吧！

● 古老的问题和无形的物质

很早以前，古希腊人就发现：用一种名叫琥珀的东西与毛皮相互摩擦以后，就能吸引轻小的物体。后来又发现差不多任何两种非金属物体，在它们相互摩擦以后，都可以产生类似的现象，这就是青少年朋友熟悉的“摩擦起电”。我国

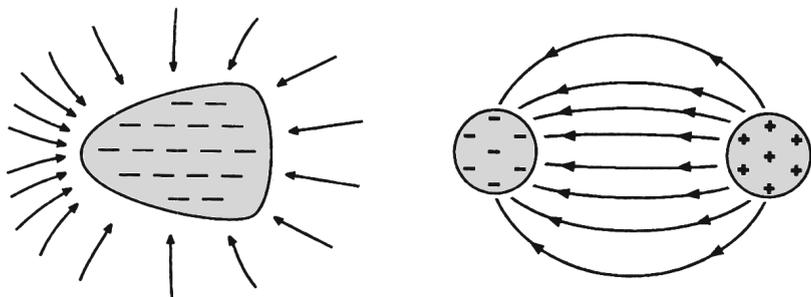
早在汉朝时期，著名学者王充在《论衡》一书里也有类似的记载。

那么大家自然就会想到，为什么摩擦就能起电呢？“起电”具体又是怎么回事呢？对于这个古老而又看似简单的问题，经过了2000多年，一直到20世纪初，在人类对物质结构有了一些基本认识之后才搞清楚。

人们发现，任何两种物体相互摩擦之后，总有一个物体得到一些多余的电子，称为“荷负电”，也叫带上了负电荷；另一个物体失去了同样数量的电子，称为“荷正电”，也叫带上了正电荷。而且，人们还发现无论什么时候都不存在除正、负电荷以外的第三种电荷。

人们还认识到，在摩擦起电的过程中，电子从一个物体转移到另一个物体上，电子的数量既没有增加，也没有减少，其总数是不变的。这就是公认的电荷守恒定律，它是自然界中的一个普遍的规律。

大量的事实还显示出：两个带电物体在没有直接接触的情况下，仍然有相互作用力的存在，而且满足同种电荷相斥、异种电荷相吸的规律。这里又给我们带来一个疑问：是什么东西作为中间媒介物来传递这种力的作用呢？对这个问题人们探讨了很长时间，最终认识到：任何带电体周围都有一种特殊的物质，说它特殊是因为它不是由分子、原子组成，是无形的；说它是物质是因为它具有物质的基本属性，如具有能量、动量等，它是不依人的意志为转移的客观存



带电物体周围存在一种看不见的物质——电场

在。人们就把这种特殊的物质叫做电场，正是以这种电场物质为媒介物，才传递了电荷之间的相互作用力，这种力就叫做“电场力”。静止电荷产生的电场叫静电场，静电场对电荷施加的作用力叫静电力。

为了计算上的方便，人们规定：正电荷所受电场的方向，就是该点处的电场方向；把表示电场方向的一些带有箭头指向的线段，叫做电力线，用电力线的疏密程度来表示电场强弱的相对大小。

前边我们已经说过电场是有能量的，为了进一步了解这方面的情况，我们先看看如下实验：将远离带正电球体的一个小正电荷向球体推进，由于正电荷之间的斥力作用，推的人将会感到一个反作用力。这说明推的人要消耗一定能量才能将小正电荷放在带正电球体的附近。也就是说，当小正电荷接近球体时，必须给小正电荷一定的能量，所给能量的大小，也就是小正电荷所获得的能量。但这个能量是小正电荷与大的带正电球体所共有的，我们称它为电势能，它与小正电荷

移动后所处的位置有关，还与小正电荷的电量以及带正电的大球体的电量有关。如果小正电荷被释放，它将沿着同性电荷相斥的方向移动，随着小正电荷的移动，它将逐渐远离带正电的大球体。这时电势能将逐渐减小，而小正电荷运动的能量将增加。这就是电势能向动能的转换，电势能减少多少，小正电荷的动能就增加多少，服从能量守恒定律。由此可见，电场确实是有能量的，而能量是物质的基本属性，所以说电场是客观存在的一种特殊的物质。

现在我们知道了物质有两种存在形式，一种是实体物质，它是有形的；另一种就是无形的场物质。

● 能装电的瓶子

17世纪中叶，根据摩擦起电的道理，人们制造了能够携带大量电荷的静电起电机。但是那时人们还不知道怎样保存电荷，每次用电时都使用静电起电机起电，很不方便。这时，有的人就在思考：粮食可以装在麻袋里，水可以装在水桶里，电是看不见、摸不着的东西，能不能也想个什么办法把它装起来呢？

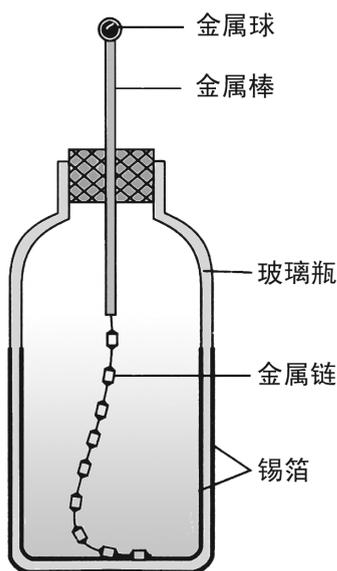
1745年，荷兰莱顿大学的马森布罗克在做电学实验的时候，无意中把一根带电的铁钉放在了玻璃瓶里。不一会儿，当他要把铁钉取出来时，一手拿着瓶子，另一个手刚触及到

铁钉，意外地感受到了电的刺激。马森布罗克又重复实验了多次，每次都有这样的感觉。后来，他把起电机携带的电荷用金属线引出来，通进一个玻璃瓶子里。当把起电机拿走以后，他一手握瓶、一手触及金属线时，竟然受到了更加强烈的电刺激，他说“手臂和身体产生了一种无法形容的恐怖感觉，我以为自己的命要没了”。

不久，马森布罗克公布了自己这个意外的发现：把带电的物体放进玻璃瓶里，就可以把电保存起来。多少年来，有多少人为找存放电荷的方法冥思苦想没有成功，而马森布罗克却在无意中解决了这个难题。这真是“有心栽花花不开，无意插柳柳成阴”。

马森布罗克的发现，诞生了电学史上第一个保存电荷的容器。它是一个玻璃瓶，瓶里瓶外分别贴有锡箔，瓶里的锡箔通过金属链跟金属棒连接，棒的上端是一个金属球，露在瓶的外面。由于这个装置是在莱顿城首先制成的，所以叫做莱顿瓶。

莱顿瓶充电时，让带电体跟莱顿瓶上的金属球接触，瓶里的锡箔会通过金属链带上与带电体同性的电荷。由于静电感应的原因，在瓶外锡箔的内表面将出现



你能想到用这样的瓶子装电吗

与瓶里锡箔异性的电荷，而瓶外锡箔的外表面将出现与瓶里锡箔同性的电荷。用接地的导线与瓶外锡箔的外表面接触就可以把外表面的电荷引入大地，再把这个导线撤去，这样就使瓶外锡箔内表面的电荷保留了下来。然后将带电体撤走以后，瓶里锡箔所带的电荷就可以保留一段比较长的时间了。

如果我们用一个有绝缘把的金属叉（也叫放电叉），使它的一端接触莱顿瓶外的锡箔，另一端靠近金属球，这时就会出现电火花。这就是里外锡箔的异性电荷发生的中和放电现象。在放电以后，莱顿瓶上就不再带有电荷了。

直到今天，莱顿瓶作为最简单的贮电容器，仍然是电学实验中的一种重要的仪器。后来，在莱顿瓶基础上发展起来的电容器，广泛应用在无线电技术的各个方面，成为发展现代科学技术不可缺少的电器元件。

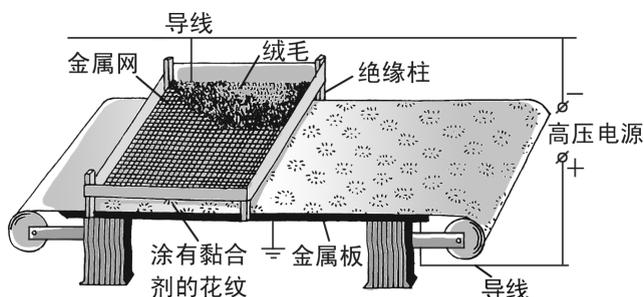
● 静电的妙用

随着科学技术的发展，静电现象在生产上得到了广泛的应用。人们巧妙地利用正负电荷之间的相互作用，进行静电植绒、静电喷漆、静电除尘等。

静电植绒是纺织工业的一种新技术。它由绝缘支架支撑着的金属网和金属板分别接到高压直流电源的负极和正极上，使它们相应地带上负电和正电。植绒的时候，绒毛从金

属网上方落下，在它通过金属网的时候，由于和金属丝接触而带上负电。带了负电的绒毛穿过金属网以后，就受到下方带正电金属板和平铺在板上的纺织品的吸引而迅速下落。在纺织品上要植绒的地方，事先涂上黏合剂，因此落到这些地方的绒毛就被粘住了。绒毛落在没有涂黏合剂的地方，由于和带正电的纺织品接触而带正电，被带负电的金属网吸引，便飞回到了网上又重新带上了负电，又被金属板上的正电荷所吸引再落下来。这样，在很短的时间内，就可以在涂有黏合剂的地方，出现植得非常紧密的绒毛花纹。这种技术的优点主要是工艺过程比较简单，植绒的质量较好，工作效率也高。

静电喷漆的原理是：将喷漆杯和被喷漆零件分别接到高压直流电源的负极和正极上，这样就使被喷漆零件带上正电，喷漆杯带上负电，从而使喷漆杯喷出的油漆微粒也带上了负电。由于正负电荷的相互吸引，油漆微粒刚从喷漆杯中喷出，立即就被零件吸引过去，附着在零件表面上。静电喷漆新工艺的优点是节省油漆，工作效率高，质量好，对操作



静电植绒装置示意图

人员的健康也有利。

静电除尘是一种净化空气的有效方法。静电除尘的基本原理是：设法把空气电离，使尘粒带上电荷，然后利用异号电荷相互吸引作用，把尘粒收集起来。在一些精密仪器设备制造中，因为对空气的洁净程度要求很高，这时常采用静电除尘技术。静电除尘还用于烟囱除尘，粉尘车间除尘，舰艇轮机舱的消烟除尘，汽车和机车废气中有害气体的消除，水泥粉尘和氧化铝粉尘的回收等方面。

此外，静电的应用还有静电喷砂、静电复印等许多方面。

你大概没有想到吧！古老而又简单的静电，它的应用天地竟然这样广阔，你看多么奇妙呀！

不过，静电有时也有害处，如何防范静电危害已发展成一门独立的学科，越来越引起人们的重视。

● 青蛙腿引出的重大发现

谁也没有想到电气化时代的曙光，竟然是从一条青蛙腿引发出来的奇迹开始的。

18世纪末以前，人们认识的电只是静电，静电中的电荷是不流动的。因此不能用来点电灯，也不能用来开机器。只有带电微粒在导体中做定向的、稳定的流动时，才能用来点电灯、开机器。

1790年，意大利物理学家、生物学家伽伐尼专心进行着

解剖青蛙的研究。一天，他用铜钩钩住刚解剖的青蛙腰部的神经，把青蛙下半身挂在了铁架上。他无意中使青蛙腿碰到了铁架，这时他奇怪地发现：青蛙腿突然抽缩了几下。伽伐尼是个学风严谨的人，他没有放过这个偶然的发现，继续进行了多次实验和深入地研究，他小心地用一根铁筷子把青蛙腿和铁架子连接起来。结果发现：在每一次接触的时候，青蛙腿上的肌肉都会发生明显的抽动。

在这之前，伽伐尼曾经做过用莱顿瓶或起电机给青蛙腿瞬时通电的实验。在每次通电的时候，总会发现青蛙腿上的肌肉受到电的刺激后而抽缩。

伽伐尼对以上两种情况进行了对比，他自然联想到：青蛙腿的抽缩也是一种放电效应。他认为：青蛙腿由于某种生理过程，使肌肉和神经各自带有相反的电荷；当铁架和青蛙腿接触的时候，神经和肌肉的电荷接通，于是就出现了“动物电”，正是这种“动物电”刺激青蛙腿的肌肉发生了抽缩。因此，他认为：活着的动物机体很有点像莱顿瓶。

1791年，伽伐尼公布了自己的发现，引起了生物学家和物理学家们的极大兴趣。但不久，物理学家伏打提出了不同的看法。伏打发现，把两个不同的金属导体两端连接起来，再用它们的另外两端同时去接触青蛙腿的神经，发现青蛙腿仍然会抽缩。用它们的两端去碰触自己的舌头，立即感到有电的刺激而发麻。用它们的两端去碰触自己的眼睛，还可以觉察到闪光。一旦两种不同的金属导体连接点断开，上