



目击者丛书  科学博物馆



电



来！跟随目击者丛书一起探讨
电的特性、神奇的电磁世界和电如何使人类的生活改观！



生活·讀書·新知 三联书店 英文汉声出版有限公司



目击者丛书  科学博物馆

电



北京教育学院图书资料中心



0000134706

408145

图书在版编目(CIP)数据

电／(英) 迈克尔·英国伦敦科学博物馆编著；叶李华
译．—北京：生活·读书·新知三联书店，1996
（目击者丛书·科学博物馆）
ISBN 7-108-00968-4

I．电… II．流… III．电—图解 普及读物 IV．O441.1-

64

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第17121号



安培计



伏特计

目击者丛书  科学博物馆

电

史提夫·派克 著
英国伦敦科学博物馆监督制作



威维利用电解法制成的纯锌 (公元1807年)



利用电池迫使
导线发出炽热
(公元1855年)



包埋在不头里的早期电报线 (公元1837年)



生活·读书·新知 三联书店
英文汉声出版有限公司

汉声



电话听筒（公元1895年）



被闪电打伤的避雷针（公元1816年）



用藤纸绝缘的10000伏高压电棍（公元1880年）



玻璃罩光灯的内部构造（公元1870到1890年）

策 划：董秀玉
黄永松
吴美云
本书审订：林立伟
翻 译：叶李华
修 文：孙义方
梁秀玲
陈季兰
责任编辑：潘振平
石晓光
特约编辑：张锡昌
乐嘉民
美术编辑：郑美玲



A Dorling Kindersley Book
Eyewitness Science Electricity
Text & Illustrations Copyright © 1992
Dorling Kindersley Limited, London
People's Republic of China edition published by arrangement
with Dorling Kindersley Limited, London,
through ECHO Publishing Co. Limited, Taipei
简体中文版经授权 生活·读书·新知三联书店 出版发行
英文之汉声出版有限公司

电 DIAN 目由者书总：科学博物馆(C)

出版发行：生活·读书·新知三联书店
英文汉声出版有限公司
北京东城区美术馆东街22号

制 作：北京新知电脑排版所
印 刷：Tuppan Printing Co., (Shenzhen) Ltd
版 次：1996年11月第1版第1次印刷
开 本：280 × 216 mm
定 价：48.00元

（版权所有 不准翻印）



木质绝缘电杆（十九世纪）



伏打电堆里的铜片、厚纸片与铜片（公元1800年）

目击者丛书  科学博物馆

电



北京教育学院图书资料中心



0000134706

408145

电线上的瓷质绝缘棒（二十世纪）



制造电话用的维姆胡斯起电机
（公元1882年）



示范阴极射线形成马尔他十字型辉光的模型



爱默生的
电报与路
电金属板
（十九世
纪末）



家用电热器（公元1913年）



马可尼检测宽度横越大西洋的无线电报
所用的接收器（公元1901年）



电门铃（二十世纪初）



英国制造的早期真空管
（公元1905年）



伏打电堆（公元1800年）



检验电荷用的金箔验
电器（公元1898年）



水的电解实
验中所用的
电量计（公
元1807年）

目 录

神秘的力量 6

电的概念 8

知识的探索 10

收集电荷 12

利用电荷 14

电荷的流动 16

利用化学反应产生电 18

电路与导体 20

电的阻力 22

测量与量化 24

电生磁 26

电磁铁 28

电磁铁的应用 30

新发现 32

磁生电 34

磁电机 36

驱动物体 38

覆上黄铜外壳的
电开关
(公元1920年)



电的驾驭 40

早期的电力供应 42

发电厂 44

家庭用电 46

电气用品 48

医疗用电 50

热电、压电与光电效应 52

研究阴极射线 54

电报通信 56

电话通信 58

无线电通信 60

电视与未来 62

索引 64

神秘的力量

电在宇宙创生之时就已存在。大约四十亿年前，当地球上还没有任何生物出现时，强力的闪电已在空中闪烁，成为大自然展现电能的神奇例子之一。随着生命演化，电也变成生物体内重要的一部分。它是神经信号的基本成分，例如眼睛接收的光线会转变成微弱的电信号，再经由神经传到脑和身体的其他部位。人类的意识、思考能力和运动本领，全都得依赖穿梭在脑神经中无数微弱的电信号。

在过去两个世纪，科学家逐渐揭开电的神秘面纱，而电学的进展又常与其他科学发展息息相关。根据科学家的研究成果，发明家更发展了电的实际用途，将电能驯服成人类的忠仆。



米利都城的泰勒斯

古代人对电的看法

在科学史历史上，许多科学先驱都已提出电理论。其中，米利都城的泰勒斯（Thales of Miletus，约公元前625—公元前547）是西方电学理论的奠基者。虽然他的手稿都没有流传下来，不过我们可以从他的著作中找到一些关于电的记载。他曾用一块琥珀吸引轻小物体，



吸引力

许多早期科学实验是由希腊哲学家（左下图）这样的古代科学家设计的。例如，用动物毛提供摩擦摩擦（由树脂或琥珀形成的化石），再将这块琥珀靠近如羽毛这类较轻的物体，羽毛就会飞起来附着在琥珀上，“电”的英文即源自希腊文的“吸引”。

琥珀

羽毛被琥珀吸引了起来

羽毛被吸引，所以能够被吸引起来

当电荷逐渐消失，琥珀对羽毛的吸引力会慢慢消失，最后羽毛终于掉落下来。



闪电

天空中的闪电是电在起作用的实际。什么是电？电从哪里来？电如何作用？对于这些问题由解释，正是人类了解自然界物质结构和基本作用力的重要一环。闪电是云层放电的结果，随着电荷释放产生的巨大能量会在空中化作一道道光、高热与称为“雷”的巨响。闪电可以击毁建筑物，击毙人类，或使树木起火燃烧。基于对闪电现象的好奇，促使罗兰·克拉克（见第4-5页）等科学家开始研究并揭开电的奥秘。



小把戏

在过去许多年里，即使老师们并不了解电与磁的本质，他们仍会向学生示范带电物体或磁性物体的吸引力。直到今天，魔术师还在利用磁力与静电力来表演一些神奇的魔术。



人体里的电

电是人类生命中不可或缺的因素。例如人体内大约每秒钟，就有微弱的电荷与神经细胞、以心脏、控制心跳。这些电信号经由身体组织传递到皮肤。

在脑儿，利用金属传感器可以将这些电信号检测出来，并在屏幕上显示成曲线，这就是我们熟知的脑电图（见51页）。

动物体内的电

在动物身体里，肌肉运动会产生微弱的电流。许多动物就是利用这种特性来捕捉猎物。例如大西洋电鳗的头部两侧各有一块“发电器”，能发出电光所刺激的猎物由微弱电流。靠了，水的导电性上约有一千个微弱电流刺激猎物，主要集中在头部，能用来探测猎物位置或运动产生的微弱电流。即使在万米深部的环境里，电鳗也能利用这些电信号来探测白发光中地捕到猎物。



电的概念

早期科学家进行电的各项实验时，都是利用摩擦生电来制造电荷，因为当时电池还没有发明出来。大约到了公元1600年，英国人吉伯提出假说：电有两种类型，由摩擦物的种类来决定。例如：用丝绸摩擦玻璃，玻璃会产生所谓的“玻璃电”；用动物毛皮摩擦琥珀，则使琥珀产生“树脂电”。虽然吉伯并不了解造成这种现象的原因，但由实验进一步发现：带有同种电荷的物体会互相排斥，而带不同种电荷的物体则互相吸引。十八世纪的富兰克林也相信电荷有两种，他还将电荷比喻成一种流体，可以流过物体并且可以在两个物体之间跳跃而产生电火花。



直接命中

闪电击中避雷针，电流会通过避雷针传导到大地，因此，避雷针可以保护建筑物不被雷电击中。避雷针的发明者是本杰明·富兰克林。



危险的实验

富兰克林将金钥匙绑在避雷针上，被雷电击中大树后，闪电会沿着避雷针传导到大地。富兰克林的实验证明了雷电是一种放电现象，避雷针可以保护建筑物不被雷电击中。富兰克林的实验也证明了雷电是一种放电现象，避雷针可以保护建筑物不被雷电击中。

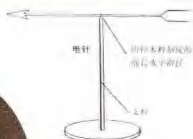


吉伯的电针

吉伯(William Gilbert, 1544~1603)是英国医生和物理学家。他在1600年出版了一本《论磁与电》(De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure)，在这本书中，他首次提出了“电”这个概念，并认为电是一种流体，可以在物体之间流动。

吉伯的实验证明了电是一种流体，可以在物体之间流动。他的实验也证明了电是一种流体，可以在物体之间流动。

吉伯的实验证明了电是一种流体，可以在物体之间流动。他的实验也证明了电是一种流体，可以在物体之间流动。



富兰克林

富兰克林(Benjamin Franklin, 1706~1790)是荷兰裔美国科学家。他在1752年进行了著名的“风筝实验”，证明了雷电是一种放电现象。他的实验也证明了雷电是一种放电现象，避雷针可以保护建筑物不被雷电击中。

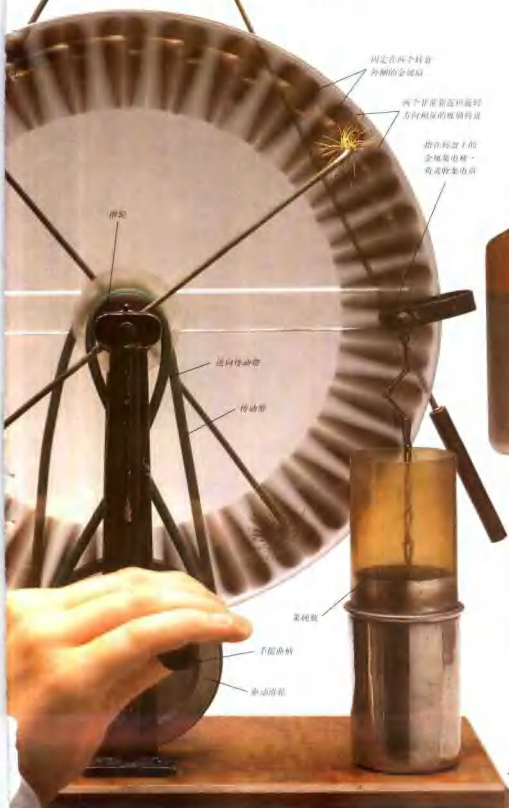


制造电荷

维姆纳姆起电机在过去一直被认为是制造电荷的工具，它和起电机利用的是感应起电的原理（见11页）。当转轮手指旋转时，其中的两个玻璃球就会按照相反的方向旋转，同时帮助固定在玻璃球上的两个金属球，使得它们一正一负，随着金属球与未与之接触的金属集电极产生电荷。一旦获得持续电机不断旋转，就可以将大量的电荷放大到几毫安。除了起电机所制造的电场外，电荷也会在两个金属球中，当瓶内的电荷集电极被吸引，电荷就会在两个金属球之间跳跃而产生电火花。下图的装置是詹姆斯·维姆纳姆（James Wimshurst, 1832~1903）发明的，一直到二十世纪六十年代，它仍被用来演示静电的制造。最大的维姆纳姆起电机直径有2.12米。



维姆纳姆



贮存电荷

早期科学家贮存电荷的装置是莱顿瓶。它是由荷兰物理学家（Pieter van Musschenbroek, 1692~1761）于1746年，在荷兰莱顿大学发现研究的。这便使它名称的由来。操作的时候，电荷沿着金属球和玻璃瓶内的金属箔。因为这些电荷无法通过玻璃瓶漏出来，自然就被贮存在瓶子里。当上面的放电杆移动到莱顿瓶时，瓶内的电荷会从瓶口的金属球跳出，沿着放电杆流到瓶外的金属箔而产生电火花。莱顿瓶可算是一种早期的电容器（见12~13页）。

知识的探索

十八世纪，许多科学家纷纷投入有关电荷的种种实验，他们纯粹是为了探索新知，并不明白电的实用价值。科学家通常观察的是电荷生成电火花的现象，以及电荷对不同物质作用的情形。因为电是看不见的，必须借助一些仪器来观察与测量。事实上，早期的进展都是一些偶发事件，当时电池还没有发明，因而无法在实验室产生稳定的电流。许多现在被视为理所当然的理论，在当年都曾是轰动一时的大发现。例如十八世纪二十年代，英国科学家格雷提出：任何物体只要与带电物体接触便会带电。这种经由接触而使电荷从一个物体传到另一个物体的过程，称为“电的传导”。

普利斯特利

发现氧气的普利斯特利 (Joseph Priestley, 1733~1804)，在成为著名的化学家之前，对电学兴趣甚厚的兴趣。公元1767年，他出版了最早的电学历史著作《电的历史和理论》，叙述的是他对当时电学研究的评论。



静电起电机



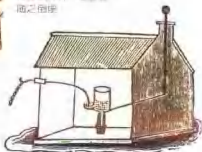
模型屋

下图是示范雷击针功能的木屋模型。木屋的屋顶与地基分别由金属片，屋里有几个装着闪电的容器。代表闪电的电荷经屋顶木屋外面的绝缘电线产生，在正电荷路上这些电荷会被避雷针吸引到地面上。如果避雷针指向地面的通路断开，闪电的电火花就会在屋顶内面火药而将屋顶炸开，造成屋顶之倒塌。



电动玩具

左图是一种靠静电驱动的玩具。出现在十九世纪中叶。其中的金属针头连接在一组电池供应装置上。电荷会从针头“跳”到旋翼上面，使得旋翼转动而带动上方的模型。





检验电荷

金箔验电器是检验电荷的重要工具，利用的是感应起电的原理。当带正电的橡胶棒接近金箔验电器上方时，金箔验电器内的金属箔片因感应起电而带正电，金箔验电器下端的金属箔片会相互排斥。而这两片金属箔片正电，所以它们会相互排斥而分开。在金属箔片相互排斥的时候，科学家并不十分了解它的作用原理，因为当时他们还没有发现电荷有正、负之分（第20~21页）。

两片金属箔带同种电荷，相互排斥。

保护金属不受空气流动干扰，形成铜箔。



库仑的研究记录

实验次数	电荷量	距离	力
1	1	1	1
2	2	1	4
3	3	1	9
4	4	1	16
5	5	1	25
6	6	1	36
7	7	1	49
8	8	1	64
9	9	1	81
10	10	1	100
11	1	2	1/4
12	1	3	1/9
13	1	4	1/16
14	1	5	1/25
15	1	6	1/36
16	1	7	1/49
17	1	8	1/64
18	1	9	1/81
19	1	10	1/100

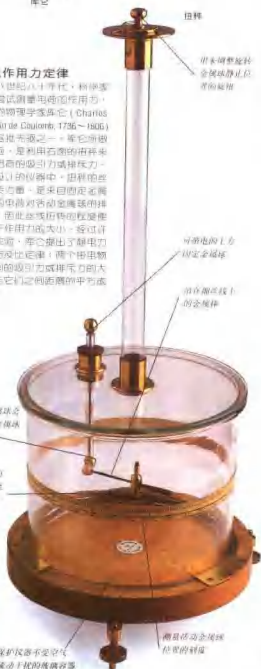
静电作用力定律

在十八世纪八十年代，科学家开始尝试测量电荷的作用力。法国物理学家库仑 (Charles Augustin de Coulomb, 1736~1806) 便是这其中的一员。库仑所做的实验，是利用右图的扭秤来测量电荷的吸引力或排斥力。在扭秤的扭秤中，扭秤的丝板扭转角度，是来自于固定金属球上的电荷对可动金属球的排斥力。因此丝板扭转的角度便正比于作用力的大小。经过许多实验，库仑提出了静电力的平方反比定律：两个带电物体之间的吸引力或排斥力的大小，与它们之间距离的平方成反比。

上方固定金属球与下方固定金属球带同种电荷。

金属棒右端的扭秤与固定金属球相等，以保持水平。

保护仪器不受空气流动干扰的铜箔罩。



收集电荷

除了在博物馆与实验室里，静电起电机如今已经很罕见了，这种起电机是用来产生大量的电荷与极高的电压。至于称为“电容器”的贮存电荷装置，则是从洗衣机到立体声音响等电器必备的元件之一。电容器的装置有许多不同的种类，不过它们的原理与最早发明的电荷贮存容器——莱顿瓶完全相同。除了电池之外，电容器是唯一可以贮存电能的装置。由于电容器只会让交流电通过，因此它的另一项重要用途就是分辨交流电与直流电。

生命的火花

伽伐尼最初产生静电巨大电流从常用在电影中刺激人的特殊效果。因为该刺激电与闪电电非常相似，在电影“科学怪人”中就是用了该电。这发电器是伽伐尼夫人 (Mary Galvani) 的发明。因此伽伐尼电影中，科学怪人是雷击而生成生命的怪物却恰然而然。在伽伐尼发明电之后，科学怪人高高兴兴地活了起电。



范德格拉夫起电机

二十世纪三十年代初期，美国科学家范德格拉夫 (Robert Jemison Van de Graaff 1901~1967) 发明了一种可以收集与贮存大量电荷的装置。范德格拉夫以他的姓氏命名该“范德格拉夫起电机”。下图是他与一些小型起电机的合影。范德格拉夫起电机利用静电面聚集电荷来研究的表面，可以累积高达一千万伏特的电压，但是研究也离不开粒子的收集。伽伐尼的发明所产生的现象将电荷集中于电子后，电子会移动到电极表面，科学家就可以从电极粒子而继续过程来研究它们的交互作用。



范德格拉夫



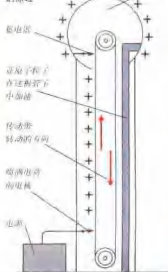
将粒子加速

上面这些和范德格拉夫一起的范德格拉夫起电机用于得到以高电压来加速带电粒子。它可产生极高的电压，相当于几兆伏电压。这电压可以加速电子粒子加速到从地球到月球来回四秒钟！

聚集电荷

在范德格拉夫起电机中，正电荷从底部一组与电荷相反的橡胶电刷收集装置。从底部电刷经过传动带送到上部的集电极，再由集电极将电荷正电荷送到金属球表面。因为金属球而聚集在电极柱上，所以聚集在上部的电荷不会漏掉。此外，在范德格拉夫起电机中，伽伐尼的起电机曾用电刷来，所以不会产生电火花。而用作升压的范德格拉夫起电机，范德格拉夫一个位于马萨诸塞州波士顿博物馆的模型，并带金属表面聚集电荷而连接到另一个金属球，因而造成一连串的电闪雷鸣的巨大火花！

范德格拉夫起电机的原理



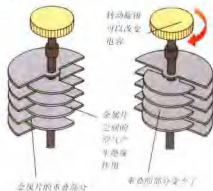


电容器

贮存电荷用的电容器有许多种，但基本的结构都一样：具有两片金属或其他导体，中间隔着纸或空气等绝缘体。在莱顿瓶中，内、外金属涂层间的绝缘体则是玻璃。电容器所能贮存的电量称为电容，为了纪念物理学家法拉第（见34~35页），后人便将电容的单位定为“法（拉）”。一个法代表很大的电容，而大小犹如指尖的现代电容器，其电容只有几个微法（百万分之一法）或更小。



可变电容器



电容器的功能

在电气装置中，电容器可以贮存电荷并释放，当电路断开时电荷会逐渐释放。如果电容器的导体片面积或间距改变，它所能贮存的电荷量就会变。二十世纪五十年代初，收音机需要一个可变电容，通过可移动的金属片重叠部分的多寡来改变电容的大小。一旦电动机转动，电容改变，收音机便能收到另一频率的信号，也就是收到了另一个电台。

