

• 百科知识 •

25



科普新课堂

主编◎龙飞 等

电磁探秘

D I A N C I T A N M I

远方出版社

● 百科知识 ●

②5

电磁探秘

主编 龙 飞 等

远 方 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

电磁探秘/龙飞等编. —呼和浩特: 远方出版社, 2005. 1
(2007. 11 重印)

(百科知识)

ISBN 978-7-80723-007-6

I. 电... II. 龙... III. 电磁学—青少年读物

IV. O44—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 131812 号

百科知识

电磁探秘

主 编	龙 飞 等
出 版	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行	新华书店
印 刷	廊坊市华北石油华星印务有限公司
版 次	2007 年 11 月第 1 版
印 次	2007 年 11 月第 1 次印刷
开 本	850×1168 1/32
印 张	200
印 数	3000
字 数	2400 千
标准书号	ISBN 978-7-80723-007-6

远方版图书, 版权所有, 侵权必究。
远方版图书, 印装错误请与印刷厂退换。



目 录

早期的静电研究	1
富兰克林的发现	8
库仑定律的发现	12
动物电的发现	17
电磁感应现象	21
电磁效应的奥秘	28
电磁波的发现	32
霍尔效应的发现	40
静电杀手	44
鱼群的洄游	46
交流电与直流电	48
神奇的太空电波	50
地磁风暴	52
磁性武器	54



人体电波	56
传感器的奥秘	58
电荷与静电	64
放电	69
电路的测量	72
串联与并联	78
安全用电	81
能装电的瓶子	87
神奇的电流效应	90
最早的发现	95
神秘的“魔力”	99
历史的转折	102
地球磁场	105
超导体的奥秘	109
极光和磁爆	113
探索磁的性质	116
电流和磁场	124
电磁铁	129
用磁铁生电	132
用电传信	137



“人造光”	142
法拉第的发明	149
麦克斯韦的发现	152
赫兹的试验	155
雷达	158
遥感技术	167
反辐射导弹	172
准确制导	177
夜视技术	182
红外伪装	186
人类生活的好帮手	192
开发新能源	196
马可尼的伟大发明	201
无线电广播	204
无线电的运用	208
电视机的诞生	216
短波通信	221
微波通信	225
卫星通信	228
激光通信	234



电子战	240
美国电子间谍	246
计算机参与战争	252
电磁波与航天	255
电磁波与军用航天器	259
激光炮	266
电磁辐射	272



早期的静电研究

1660 年左右,德国马德堡市的市长格里克创制了一种机械装置,可以连续摩擦生电。他取一只儿童脑袋一般大的圆形玻璃烧瓶,把碎硫磺放进瓶里,一起加热,使硫磺融溶,在加热过程中不断加硫磺,最后,瓶里充满融化了的硫磺。再插入一根木柄,等硫磺冷却后,打破玻璃,得到一个漂亮对称的硫磺球。他把硫磺球支在木架上,让硫磺球转动,同时把一只手按在球上摩擦,于是硫磺球就会显示地球吸引万物的特性。另外一张图实验者正举着带电的硫磺球,球体移到哪里,那里一切轻质物体都受到吸引。纸片、羽毛纷纷朝它飞来,水珠滚动,枯叶摇晃。手指靠近,闪光、爆破声,与雷电无异。

为什么格里克会想到做一个旋转的硫磺球来做实验呢?原来他并不是单纯为了演示电现象,而是为了证明



地球吸引力乃是某种“星际的精气”，他曾做过许多真空实验，也和这个总目标有关。著名的马德堡半球实验就是他在 1654 年做的，在这个实验中，他演示了抽空的两个半球在大气压的作用下用十六匹马也没有拉开。

格里克的硫磺球实验确实模拟了地球的吸引作用，甚至他还显示了硫磺球的引力比地球吸引力大。然而，他也发现两者有不同之处。在硫磺球周围，也会有物体被排斥，羽毛在硫磺球和地板之间会上下跳动。格里克开始领悟到，重力并不能归结于电力，它们各有特点。接着，格里克又做了许多电学实验，其中包括电的传导和静电感应，可惜没有得到别人的重视。

格里克发明摩擦起电机的消息和他的真空泵一起在欧洲各国传开了。人们竞相仿制并改进他的起电机。人们发现，格里克的摩擦起电机其实不必把玻璃瓶打碎，甚至不用硫磺，直接用玻璃瓶就可以做实验。很多人对电感兴趣，有的是为了研究电的性质，有的则是用于表演魔术，让王宫贵族取乐。但是人们在有意无意的探索活动中，逐渐摸清了电的性质。

牛顿对电学也很感兴趣。1675 年他用玻璃球起电机



研究了电的吸力和斥力、火花放电等现象。1703年12月5日,英国皇家学会热闹非凡,这一天他们有两件新鲜事。一件是牛顿就任皇家学会主席,一件是牛顿任命他的助手豪克斯比担任实验师,牛顿希望在皇家学会提倡实验,恢复实验风气。豪克斯比当众表演了精彩的真空放电实验。他用摩擦起电机使真空发出辉光,说明真空也会产生电的现象。

进一步,豪克斯比还用棉线显示了电力,演示了“电风”。他做了一块玻璃圆柱体,长7英寸(约16厘米),直径也为7英寸,周围是一根木箍,上面等距离地连着许多条棉线,当他旋转并摩擦圆柱体时,棉线沿半径方向伸直,趋向一个中心。豪克斯比没有忘记他的恩师,他把这一事实联系到牛顿的宇宙学说,解释说:这些线条就像是受到了重力,沿直线方向吸向中心。

1720年,又有一位英国人格雷,他对电的传导进行了研究,发现摩擦过的玻璃棒所带的电可以转移到木塞上,再经细绳传到20米以外的骨质小球。他还让一个小孩做人体带电试验。他用丝绳把小孩吊在顶篷下,在小孩身下放许多轻质物体,例如羽毛之类。然后将摩擦过的



玻璃管接触小孩腿部，结果小孩的手和头部都能吸引羽毛。

格雷通过实验，发现了电的传导性，而且分清了导体与绝缘体。

下一步进展是法国的杜菲作出的。格雷的实验引起了他很大的兴趣，他总结了前人的经验，提出了许多问题，例如：

1. 是不是所有物体都可以靠摩擦带电，电是不是物质的普遍属性？

2. 是不是所有物体当接解或靠近带电体时都可以获得电？

3. 哪些物体会使电的传递停滞，哪些利于电的传递？哪些物体最容易被带电体吸引？

4. 斥力和吸力之间有什么关系？它们之间是否有联系，抑或是完全独立的？

5. 在虚空处在压缩空气中，在高温下，电的强度是增强还是减？

6. 电和产生光的能力之间有什么关系？这一关系可以得出什么结论？



为了解答这些问题,杜菲进行了一系列实验。他首先发现能够带电的不仅限于琥珀之类的物品,任何东西,包括金属都可以带电,于是纠正了前人将物体分为“电的”和“非电的”两类的做法。为了证实一切物体都可以带电,杜菲以自己的身躯做实验。他让助手用绳子把自己悬吊在天花板上,然后带上电;当另一个人接近他时,从他身上发出电火花,产生噼噼啪啪的声响。

杜菲最大的贡献是分清两种电。他把两小块软木包上金箔,用丝线悬挂在天花板下,取一玻璃棒,用丝绸摩擦后,分别接触这两块软木,结果软木互相排斥。他又做了一个实验,取一松香棒,用羊皮摩擦后接触一软木,而用丝绸摩擦后的玻璃棒接触另一软木,结果发现两块软木互相吸引。他再用其他许多材料继续实验,发现有的相互吸引,有的互相排斥。于是杜菲认定电有两种。他把玻璃产生的电称为“玻璃电”,松香产生的电叫“松香电”。

莱顿瓶的发明使电学研究又上了一个台阶。1745年,德国的克莱斯特(1700—1748)做了一个实验。他用铁钉把电通到窄口药瓶中,瓶中盛水,瓶子与其他物体绝



缘。原来他是想把电存在水中。读者也许会觉得他的想法太幼稚。请不要讥笑他，原始的观念往往导致科学的重大发明，克莱斯特试验果然有一定效果，他再用铁钉将瓶内的水和外界接通时，出现了强烈的放电现象。

克莱斯特没有放过这一现象，而是进一步寻找储存电的规律。他发现，瓶口及外表面必须干燥（注：不然电就会沿表面爬走了）；如果瓶里装的是水银或酒精，效果更好。

克莱斯特把这一发现写信告诉了好几位友人，他们都回信说重复做了实验却没有能够得到同样的结果，原来克莱斯特在信中少说了一句话：实验者在用钉子通电时，要手持瓶子的外表面，人站在地上（注：也就是说，瓶子的外表面必须接地）。由于这个原因，克莱斯特的发现没有引起注意。

与时同时，另外有一位实验家在荷兰也做了类似的实验。他是莱顿大学物理学教授穆欣布罗克。他把金属枪管悬挂在空中，与起电机联接，另从枪管引出一根铜线，浸入盛水的玻璃瓶中，助手一只手拿着玻璃瓶，穆欣布罗克在一旁摇摩擦起电机。正在这时，助手无意识地



将另一只手碰到枪管，顿时感到电击。于是穆欣布罗克自己来拿瓶子，当他一只手碰到枪管时，果然也遭到强烈电击。

穆欣布罗克不久写信给友人，信中写道：“蒙上帝怜悯，我才免于死。我就是为法兰西王国也不愿再冒这个险了。”信中他详细描述了实验的条件，所用器材和人的姿势。写得如此真切，令有冒险精神的读者无不跃跃欲试。后来这封信公开发表。许多人重复了莱顿的实验，莱顿瓶也由此得名。

在用莱顿瓶做试验的人当中，有一位法国电学实验家叫诺勒特最出色。他改进了莱顿瓶，大大提高了电的容量。1748年他在巴黎让二百多名僧人（修道士）在巴黎修道院前手拉手排成圆圈，让领头的和排尾的手握莱顿瓶的引线，当莱顿瓶放电时，几百僧人同时跳起来，使在场的贵族们无不目瞪口呆。诺勒特组织的表演使电的声威达到了高潮。

莱顿瓶的神奇不胫而走，消息传到了美利坚合众国，又引出一番轰轰烈烈的情景，这时有一位有名的人物做了许多实验。他就是美国驻英大使富兰克林。



富兰克林的发现

1746年,在美国波士顿举行的电学实验讲演会上,有一位听众入神地听着莱顿瓶实验的故事,他就是富兰克林,这时已40岁。他是美国著名的政治活动家和外交家,原先当过印刷学徒工,自学成才,对自然科学很有兴趣,但直到40多岁,才有工夫从事电学研究。

他第一个提出电荷概念,用数学上的正负概念来表示两种电荷的性质,并且通过实验确定电荷守恒定律。大家都知道,避雷针是富兰克林的一项重大发明,由于有了避雷针,人类避免了许多自然灾害。富兰克林这项研究成果,不仅对电学的发展有重大意义,而且有助于破除人们对自然的迷信,了解雷电的真实性质。

自古以来,天电、地电互不相关,地面上人们已经进行了许多实验,对电的性质已有了解,但天上的雷电却仍



是神秘莫测。到 18 世纪中叶,不少人认为闪电和电火花类似。富兰克林也和他们一样,通过对此说明两者的相似性,不过富兰克林的认识比别人深刻,例如:他在一封书信中列举了十二条:

“电流体与闪电在如下特点上一致:(1)发光;(2)光的颜色;(3)弯曲的方向;(4)快速运动;(5)被金属传导;(6)爆发时有霹雳声或噪声;(7)在水中或冰中仍能维持;(8)劈开它所通过的物体;(9)杀死动物;(10)熔化金属;(11)使易燃物燃烧;(12)硫磺气味。”然而他又认为,仅仅靠对比,还不足以作出科学论断。要确证天电、地电的一致性,最好的证据是捉住天电,也就是把天电引到地面上来做对比实验。为此他提出了一个方案,在高处安一岗亭,利用尖端把低云掠过时所带的电引到地面上来。

第一个按照富兰克林建议进行实验的是法国的达里巴尔德。他在巴黎近郊马里村的高地上建造了一所岗亭,岗亭上树立起高 44 英尺的铁杆。1752 年 5 月 10 日,黑云压天,雷雨将临,达里巴尔德和他的同事成功地把天电引进了莱顿瓶。5 月 13 日,他向法国科学院报告了这一实验,并且说,实验的成功不但证明了闪电和电的等同



性,还表明可以利用富兰克林的方法保护房屋建筑免遭雷击。

从此,到处都在重复金属尖端做避雷器的试验。富兰克林则认为,巴黎实验用的铁杆还不够高,难以证明电是从云端引下来的,一个新的思想掠过他的脑海,何不用风筝把天电引下来做试验呢?于是,他用两根轻的杉木条做成小十字架,把丝绸手帕蒙上,扎好。取一根尖细铁丝固定在十字架的一头,伸出一尺多长,拴上牵风筝的亚麻绳,亚麻绳的下端接丝绸带,在接头处挂一把钥匙。在他儿子的陪同下,把风筝放上天,只等雷雨天气的到来。1752年10月19日,他在给友人柯林孙的信中描述了实验的情况。由于雨水打湿了风筝和牵引风筝的亚麻绳,云层中的电沿湿绳传到莱顿瓶里。等雨过后,拆下莱顿瓶,再按通常的方法使莱顿瓶放电,放出的电跟用摩擦起电机产生的电毫无两样。富兰克林写道:“由此即可完全证明电物质和闪电纯属同一回事。”

富兰克林还做过一个有名的金属桶实验,目的是设法从带电的金属桶内取出电来,他用木髓球与金属桶的内表面接触,看木髓球是否带电,可是无论如何都无法使