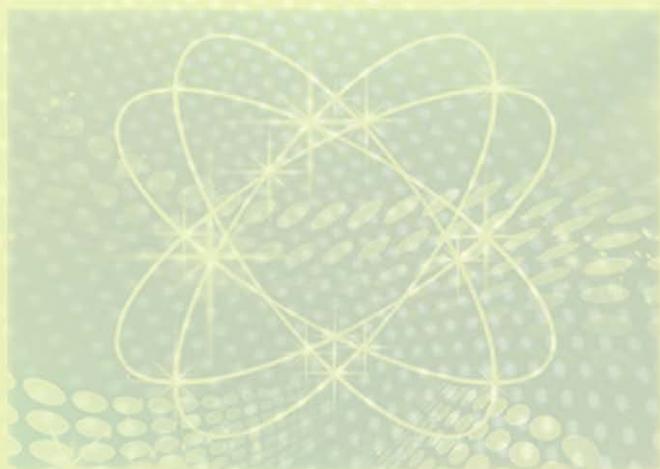


电 力



Contents | 目录

第一章 电的基本知识	1
第一节 电的发现	2
第二节 电是什么	14
第三节 直流电与交流电	24
第四节 电 路	28
第五节 电与磁	32
第二章 电的生产	37
第一节 发电机	38
第二节 火力发电	42
第三节 水力发电	51
第四节 核能发电	59
第三章 电的输送与储存	74
第一节 变电站	75

第二节	电 网	80
第三节	电线电缆	86
第四节	储电技术	89
第五节	电 池	90
第四章	电与生活	100
第一节	电 灯	101
第二节	电视机	107
第三节	空 调	112
第四节	微波炉	116
第五节	电力机车	120
第六节	电动汽车	125
第七节	电纸书	128
第五章	安全用电和节约用电	132
第一节	家庭电路	133
第二节	电 表	135
第三节	试电笔	137
第四节	插头与插座	139
第五节	预防触电	143
第六节	节约用电	151

第六章 新能源发电	156
第一节 太阳能发电	157
第二节 风力发电	170
第三节 海洋能发电	180
第四节 生物质能发电	187
第五节 氢能发电	196



第一章 电的基本知识

电是什么？

首先，电是一种自然现象。人们从摩擦生电中意识到它的存在，从雷电的闪鸣中感受到它的力量，然后人们又发现，生活中感受到的静电和雷电，也就是天电和地电其实是一回事。随着探索的深入，人们深入到电的内部，发现了电子，这样，电的本质就一步步揭开了，虽然这一过程是非常漫长的。

其次，电力是一种能源，它是一种二次能源，是经过一次能源转换而来的，电作为能源进入人们的生活中，经过上百年的发展，它已经成为现代生活的生命，就像人的呼吸一样，平常几乎感觉不到它，但也离不开它，一旦停电，人们就会深深体会到电的重要性。

我们和电一起生活、学习和工作，却不了解它从何而来。下面就让我们一起来探询一下电的秘密。





第一节 电的发现

静电

你小时候有没有玩过垫板吸纸片的游戏？将垫板夹在腋下用力摩擦后，很快地平举在桌面上预先撕好的小纸片之上，这时有些最轻的小纸片会被吸到垫板上，有些次轻的会竖立起来像小人跳舞般晃来晃去，还有些比较重的则无动于衷地停在桌上。你可知道吸引这些小纸片的力量是如何形成的吗？

在对电有具体认知之前很多年，人们就已经知道发电鱼会发出电击。在远古埃及书籍中，这些鱼被称为“尼罗河的雷使者”，是所有其他鱼的保护者。大约 2500 年之后，希腊人、罗马人，阿拉伯自然学者和阿拉伯医学者，才又发现关于发电鱼的记载。一位古代罗马医生建议患有像痛风或头疼一类病痛的病人，去触摸电鳐，也许强力的电击会治愈他们的疾病。

大约在公元前 600 年，希腊人便发现琥珀经过摩擦后会吸引干燥的树叶、羽毛及碎布片等轻小的物质。他们称琥珀为“elektron”，因此当时这种神秘的吸引力便被称为“electric”，意为“如同琥珀”，这个字也被英语系国家用以形容电力且沿用至今。如此，人们开始认识电这一神秘事物。

当我们玩“垫板吸纸片”的游戏时，其实是重复做着 2000



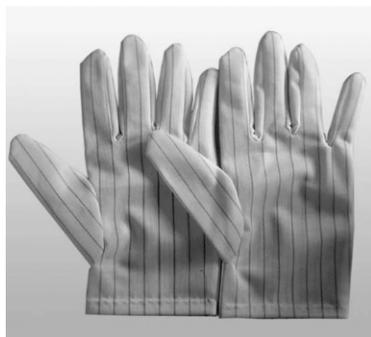
电鳗是南美洲一种以能短暂强力放电而闻名的淡水鱼类，电鳗的头部是正极，尾部是负极，有数以千计的放电体，每个放电体约可制造 0.15 伏特的电压，而当数千个放电体一起全力放电时的电压便高达 600~800 伏特。

多年前希腊人所做的事；不过当你玩这个游戏时是否想过为什么塑胶做的垫板摩擦衣服后会吸小纸片？如果用其他的东西如木片、铁片等做尝试是否会有类似的效果？如果没有的话也别太难过，因为希腊人发现摩擦琥珀可以吸引轻小物质后，一直过了约 2000 年，也就是在西元 16 世纪早期，才有人发现琥珀并非唯一有这种特性的物质。

实际上，这种摩擦生电就是我们今天说的“静电”。人们就是从这种生活中常见的“静电现象”中开始认识电的。

在对电现象的早期研究中，最早进行系统研究的首推英国医生威廉·吉尔伯特，他在文章中说：“随使用一种金属制成一个指示器……在这个指示器的另一端，移近一个轻轻摩擦过的琥珀或者是光滑的摩擦过的宝石，这指示器就会立即转动”，他通过大量的实验驳斥了许多关于电的迷信说法，并且发现不仅摩擦过





用防静电布或橡胶制成的防静电手套，用于需用手套操作的防静电环境。

的琥珀有吸引轻小物体的性质，而且其他物质像金刚石、水晶、硫磺、硬树脂、明矾等也有这种性质，他把这种性质称为电性。

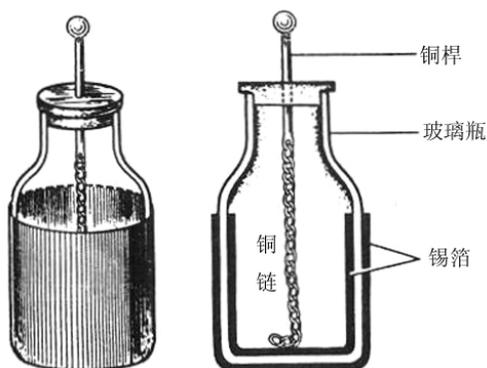
1660年，马德堡的盖利克发明了第一台摩擦起电机，他用硫磺制成形如地球仪的可转动物体，用干燥的手掌擦着干燥的球体使之停止可获得电，盖利克的摩擦起电机经过不断改进，在静电实验中起着非常重要的作用。

18世纪，一位法国科学家更进一步发现，经摩擦后有吸引力的物质中，有的会互相吸引，有的则互相排斥。他经过研究整理后，归纳出带正电及带负电两类物质，若两种物质同样带正电或负电便会相排斥，就像男生与男生或女生与女生之间会互相竞争比较一样；而两种物质若带不同的电便会如男女之间般互相吸引。

18世纪中叶，电学实验逐渐普及，在法国和荷兰有不少人公开表演认为娱乐。1731年，英国牧师格雷从实验中发现，由摩擦产生的电在玻璃和丝绸这类物体上可以保持下来而不流动，而有



的物体如金属，它们不能由摩擦而产生电，但却可以用金属丝把房里摩擦产生的电引出来绕花园一周，在末端仍具有对轻小物体的吸引作用，他第一次分清了导体和绝缘体，并认为电是一种流体。电既是一种流体，而流体比如水是可以用来蓄存的。



莱顿瓶示意图

1745年，德国牧师克莱斯脱试用一根钉子把电引到瓶子里去，当他一手握瓶，一手摸钉子时，受到了明显的电击。1746年，荷兰莱顿城莱顿大学的教授穆欣布罗克无意中发现了同样的现象，用他自己的话说：“手臂和身体产生了一种无形的恐怖感觉，总之，我认为自己的命没了”。穆欣布罗克公布了自己意外的发现：把带电的物体放进玻璃瓶里，就可以把电保存起来。于是电学史上第一个保存电荷的容器诞生了。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，由于它是在莱顿城发明的，所以叫作莱顿瓶。

莱顿瓶很快在欧洲引起了强烈的反响，电学家们不仅利用它





们做了大量的实验，而且做了大量的示范表演，有人用它来点燃酒精和火药。其中最壮观的是法国人诺莱特在巴黎一座大教堂前所作的表演，诺莱特邀请了路易十五的皇室成员临场观看莱顿瓶的表演，他让 700 名修道士手拉手排成一行，队伍全长达 900 英尺（约 275 米）。然后，诺莱特让排头的修道士用手握住莱顿瓶，让排尾的握瓶的引线，一瞬间，700 名修道士，因受电击几乎同时跳起来，在场的人无不为之目瞪口呆，诺莱特以令人信服的证据向人们展示了电的巨大威力。



知识链接

人体静电

“静电”就是人类最早认识的摩擦起电现象，是正电荷和负电荷在局部范围内失去平衡的结果，静电是通过电子或离子的转移而形成的。

它相对于经常使用的动力电，是静止的，特性是电流小，不形成回路。其特点是有运动、有摩擦就会产生静电反映，电位有时可高达几千伏或几万伏，放电后迅速消失，不能输送和分配。

人体在日常工作中，会与所穿的衣服、鞋帽、手套产生摩擦，并且衣服与周围物体之间、鞋子与地板之间、手与工件之间等都可产生摩擦。此外，当人体靠近带电物体时，也会感应出大小相等、符号相反的电荷以及带电颗粒的吸附，所有这些都是人体产生静电电荷的诱因，进而通过传导和静电感应，最终使人体



呈带电状态。

冬天里，在日常生活中，我们常常会受到静电的困扰：早上起来梳头，越梳越乱；晚上脱衣服睡觉时，黑暗中除了听到噼啪的声响外，还伴有蓝光；触摸门把手时感觉到电火花还有手指的疼痛。

为了防止静电的发生，室内要保持一定的湿度，室内要勤拖地、勤洒些水，或用加湿器加湿；要勤洗澡、勤换衣服，以消除人体表面积聚的静电荷。发现头发无法梳理时，将梳子浸入水中片刻，等静电消除之后，便可以将头发梳理服帖了。脱衣服之后，用手轻轻摸一下墙壁，摸门把手或水龙头之前也要用手摸一下墙，将体内静电“放”出去，这样静电就不会伤你了。对于老年人，应选择柔软、光滑的棉纺织或丝织内衣、内裤，尽量不穿化纤类衣物，以使静电的危害减少到最低限度。

雷 电

其实在人类有意识之时，天空中的电闪雷鸣就引起了人类的思考和崇拜。雷电长时间被看作是神秘的力量，是神的意志。雷电引发的森林火灾使人类接触火，并开始吃熟食。在漫长的生产活动中，人类一直在观察和研究雷电。

我国古代也有人观察和研究雷电现象，在《南齐书》中有关雷电的记述：“雷震会稽山阴恒山保林寺，刹上四破，电火烧塔下佛面，而窗户不异也。”意思是：强大的放电电流通过佛像的金属膜，金属被融化。由于窗户是木质的，依然保持原样。





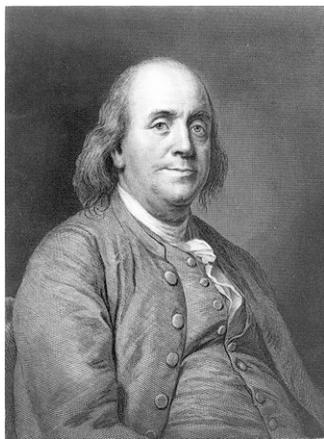
雷 电

人们谈起沈括，就一定会谈到他的《梦溪笔谈》，这本书对于雷电的描述就更为详细了：“内侍李舜举家曾为暴雷所震，入庙之西室，雷火自窗而出，赫然出檐，人以为堂屋已焚，皆出避之。及雷止，其舍宛然，墙壁窗纸皆黔。有一木格其中杂贮诸器扣者，银悉熔流在地。漆器曾不焦灼。有一宝刀极坚钢，就刀室中熔为汁，而室亦俨然。人必谓火当先焚草木，然后流金石，今乃金石皆铄，而草木无一毁者，非人情所测也？”其实，由于漆器、刀室这些东西是绝缘体，宝刀和银扣则是导体，才会出现这一现象。

但总的说来人们对于电还茫然无知，当时西方人把雷电叫作“上帝的火”，他们还以为雷和电是一回事。



1750年5月，英国皇家学会突然收到一篇论文，说天上的雷电和我们在实验室里摩擦产生的电是一回事，还列举了12条相同处，如：放光、有声、能点燃易燃物、能杀伤动物等等。还说到电是通过金属的尖端释放传递的，因此为使建筑物免遭雷击，可以在屋顶上装一个尖头铁棒，再以金属线接地，电就被引入地下。那皇家学会的会员们大都是天文、力学、数学方面的专家，他们研究的是那些高深的题目，那时化学还刚刚起步，这电学还不算一门学问呢。学会秘书看着这篇文章想，这大概又是什么江湖骗子的法术，“啪”地一声扔到纸篓里去了。



富兰克林

这个大胆送论文的人就是本杰明·富兰克林。富兰克林是世界上最早进行电学试验的人之一。他是电学史上第一个正确解释电荷性质的人。他提出了电学史上一项重要的假说：电是一种在平常条件下以一定比例存在于一切物质中的要素。他还发现，电可以从一个物体转移到另一个物体，在任一绝缘体中，总电量是

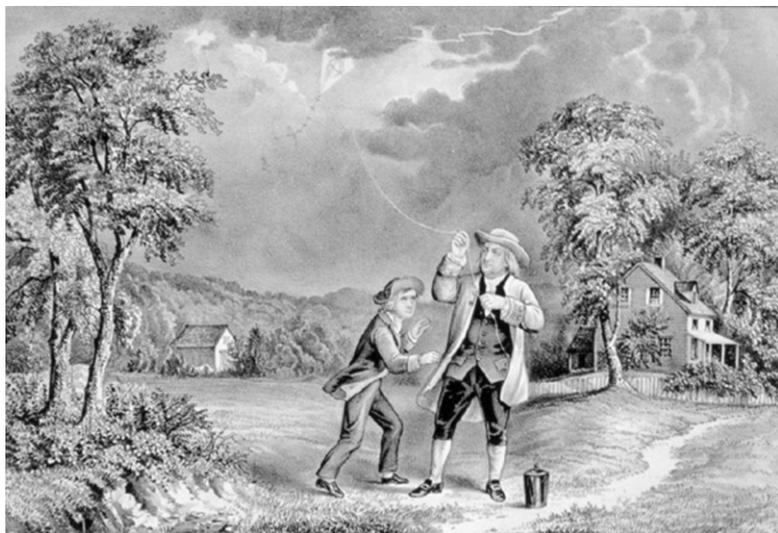




不发生变化的。这一结论就是近代电学中所谓的电荷守恒定律。1752年6月，终于盼来了一个大雷雨的天气。这天下午富兰克林正在家里摆弄着一些瓶瓶罐罐、金属导线，突然一阵风扑来，窗户被摇得嘎嘎直响，他探头一看，不觉喜上心头，忙领着儿子，架着一架用丝绸制成的大风筝迎着狂风向野外奔去。

富兰克林选了一块广阔的草地，将风筝向天空徐徐放去。突然大雨淋漓，富兰克林转身一看，草地上有一间牧人用过的旧房，忙招呼儿子站到房门里，让他拉紧风筝线，这样靠近手的一节线就不会因淋湿而导电。这一切都是精心设计好的，风筝是绸子制的，不怕雨淋，线是麻绳很结实，靠手的一节又换成绸带，不导电，麻绳与绸带间用金属线挂一把铜钥匙。富兰克林站在屋檐下紧张地注视着西边的天空，只见电光闪过一道又是一道，这时他发现，那拉紧的麻绳，本来是光溜溜的，那些细纤维突然一根一根都直竖起来。富兰克林眼睛一转，高兴地喊道：“天电引来了！”因为毛皮摩擦带电时细毛也会竖起，这说明风筝线上已有电了。他一边嘱咐儿子小心，一边用手握成拳头慢慢接近那把铜钥匙。突然他像被谁推了一把，跌倒在地上，浑身发麻，他顾不得疼痛，也不知道害怕，喊着：“是他来了，他乘着风筝下来了！我们握手了！”富兰克林将随身带来的莱顿瓶接在钥匙上，果然这瓶里储存了电，而且这电也有火花，可以点燃酒精灯，可以用它做各种电气实验，天电地电原来是一回事。

富兰克林成功了，人们说：“是富兰克林把上帝和雷电分了家。”



富兰克林风筝试验

富兰克林把雷引入地下来防止雷击的建议却遭到皇家学会的“科学家们”的讥讽和嘲笑，但他并没有气馁，而是相信自己的想法是对的，就写信告诉一个法国朋友。那法国人用一根铁杆直立在屋顶上，在雷雨时真的把天空中的闪电引到了地下，这就是富兰克林发明的避雷针，我们至今还在使用。

富兰克林的在电学方面的重大贡献就是让人们认识到雷电和静电是一回事，彻底破除了人们对雷电的恐惧。特别是风筝实验的报告轰动了欧洲，使人们看到电学是一门有广大前景的科学，推动了电学、电工学的发展。





雷电的产生

雷电是自然界中一种常见的放电现象，是发生在大气层中的声、光、电物理现象，常见的雷电是一部分带电云层与另一部分带异种电荷的云层与大地之间的放电过程。

关于雷电的产生有多种解释理论，通常我们认为由于大气中热空气上升，与高空冷空气产生摩擦，从而形成了带有正负电荷的小水滴。当正负电荷累积达到一定的电荷值时，会在带有不同极性的云团之间以及云团对地之间形成强大的电场，从而产生云团对云团和云团对地的放电过程，这就是通常所说的闪电和响雷。

具体来说，空中的尘埃、冰晶等物质在云层中翻滚运动的时候，分别带上了正电荷与负电荷。经过运动，带上相同电荷的质量较重的物质会到达云层的下部（一般为负电荷），带上相同电荷的质量较轻的物质会到达云层上部（一般为正电荷）。这样，同性电荷的汇集就形成了一些带电中心，当异性带电中心之间的空气被其强大的电场击穿时，就形成闪电。在闪电通道中，电流极强，温度可骤升至2万摄氏度，气压突增，空气剧烈膨胀，人们便会听到爆炸似的声波振荡，这就是雷声。闪电的形状最常见的是枝状，此外还有球状、片状、带状。

随着人类社会经济的发展，因雷电引发的灾害越来越严重，



常遭受雷电影响的领域有建筑、电网、通讯、林业、交通、易燃易爆场所、军事设施，以及居民的电冰箱、电视、VCD 等电器设施等。

电 子

1862 年，德国物理学家威廉·爱德华·韦伯首次以带电粒子的移动解释电流现象，使“静电”与“动电”的本质统一起来了。1871 年为了解释安培的分子电流假说，韦伯又提出“带正电的粒子围绕负电中心旋转”，这使认识电的物质基础的范围已缩小到原子内部。

化学电源出现之后，人们可能获得比较稳定而持续的电流，并且可以控制电压的高低、电流的强弱。这为进一步研究电流本身的规律，以及电流与其他各种物理现象之间的联系提供了优越的条件。1820 年奥斯特发现了电流的磁效应。

但对电的本质的进一步认识，还是在研究稀薄气体放电现象中得到的。19 世纪初，人们在封入稀薄空气的玻璃管两端，加上几百伏以上的电压，观察到放电现象。但由于高真空技术不成熟，研究工作进展不大，直到 1855 年德国玻璃工人盖斯勒发明了水银空气泵，才创制出真空度较高的盖斯勒发光管。1859 年德国学者普留卡用盖斯勒管做实验时，发现在阳极方面的玻璃上出现了荧光，当时他猜想可能有一种神奇的东西从阳极发出来，打在管壁上。这种东西受磁场作用，路径会发生弯曲。后来，他的学生希特洛夫在两个电极中间放个小物体，发现盖斯勒管放电

