



工业**创造与发明**系列 28



电 器

章志彪 张金方 主编

中国建材工业出版社

世界科技全案百卷书 28

· 工业创造与发明系列 ·

电 器

编写 贾宝贵

中国建材工业出版社

目 录

发明时代

发明伽伐尼电池	(1)
发明蓄电仪器	(5)
发明起电机	(9)
探测电磁波	(13)
发明发电机	(18)
发明电动机	(25)
一个故障引起的发明	(27)

创造时代

驱散黑暗的爱迪生	(33)
钢丝也能录音	(41)
电池长寿了	(44)
戴维与安全灯	(48)
一个玻璃工人的贡献	(52)
电和化学结伴而行	(56)
发明电梯	(62)

更新时代

爱迪生与留声机	(65)
密纹唱片	(68)
幻灯机	(69)
测谎器的使用	(71)
晶体管的诞生	(72)

助听器	(74)
发明电视机	(75)
五彩缤纷的灯	(80)
发明真空三极管	(84)
印刷电路的发明	(90)
录像机的发明	(92)
静电复印机的出现	(94)
电冰箱	(98)

发明时代

发明伽伐尼电池

1780年11月的一天，意大利生物学家伽伐尼教授正在厨房里做菜，今天他准备做的菜是烩蛙腿——这是一道传统的波洛尼亚名菜。教授是位解剖专家，操起手术刀来游刃有余，把一只只青蛙整治得十分妥贴。他的妻子柳契卡站在旁边看得津津有味。看着，看着，柳契卡也一时兴起，拿起一把小刀，用刀尖去拨弄一条蛙腿。刀尖触及到蛙腿外露的神经时，死蛙突然颤抖了几下。“啊呀，青蛙又活了。”伽伐尼赶紧走过来，他注意到离桌子不远的地方，自己的助手正在调试一架起电机。“会不会是起电机打火而产生的感应？”想到这里，伽伐尼产生兴趣了。他立即调试起电机，使它连续打火，但却看不出死蛙有什么反应。这时教授想起了富兰克林的话，大气中的电和莱顿瓶中的电具有相同的性质。于是他用铜钩把蛙腿挂在花园里的铁栅上，每当雷雨天气时，果然可以看到蛙腿会颤动。不过这种奇怪的颤动有时在大晴天里也可以看到，这又是为什么呢？伽伐尼百思而不得其解。

6年后，一艘英国船从南美把几条电鳗带到伦敦。电鳗是生长在南美的一种特殊的热带河鱼。当地土著人都知道在捕捉电鳗的时候会遭到它狠狠的一击，捕鱼人因此会身体灼痛、

发热、发胀、发麻。于是土著人就利用电鳗的这种攻击来治疗风湿痛。这次由轮船带来的电鳗被放养在伦敦的水族馆里，引起了市民们的极大兴趣。有人去摸鱼的头部，尝到了攻击的滋味，这种滋味与莱顿瓶放电时给人的电击是一样的。后来，有位科学家让电鳗给莱顿瓶充了电，从此大家都相信了电鳗的攻击是一种动物放电现象。消息传到意大利，伽伐尼顿觉眼前闪过一道亮光。6年前的往事又历历在目。青蛙颤动的原因并不是起电机放电，也不是大气放电，而是在于青蛙体内本身就储藏着电。是啊！世界上有着各种各样的电：有摩擦产生的玻璃电和树脂电；有富兰克林发现的空中的电；还有我发现的动物身上的电，也就是动物电。想到这里，伽伐尼兴奋地高声背诵起德国哲学大师谢林的名言：“啊，电是宇宙的活动，宇宙的灵魂！”

为了证实自己的想法，1786年9月20日伽伐尼在一间密闭的房间里作了这样的实验：他用铜钩勾住蛙腿，平放在玻璃板上，再用一根细长的弯铁杆，一端去接触铜钩，另一端去碰蛙腿。果然看到了蛙腿会颤动。但是换一根玻璃弯杆去试验，青蛙却一点也不会动。这样就更证实了伽伐尼的设想，动物体内存在着“动物电”，金属弯杆只是起着一种传导作用。于是伽伐尼在1792年发表了《论肌肉中的电力》一文，向科学界宣布他对“动物电”的论述：“在紧缩现象发生时，有一种很细的神经流体从神经流到了肌肉里去了，这就像莱顿瓶中的电流一样……”

伽伐尼的研究成果立即受到了欧洲学术界的普遍赞扬，大家推崇说这是科技史上一件有意义的大发现。

再说伽伐尼成名之后，到各地去演说，宣扬他的“动物

电”观点。1793年某日，他应邀来到伦敦皇家学会的大厅作演讲。由于“动物电”学说是科学界里继富兰克林之后又一次爆炸性的新闻，所以大厅里掌声如雷，盛况空前。此时前排坐着一位中年人，虽然全神贯注地听演讲，但自始至终却一声不吭。此人是伽伐尼的同乡，名叫伏打，是电学界里一位新秀。他在几年前因为发明了起电盘而升为教授，两年前还被选为伦敦皇家学会会员。今天见搞解剖的同乡伽伐尼在讲台上大谈电学，心里颇不服气。他想，死青蛙体内究竟有没有电，得让我回家后细细琢磨才知道哩！伏打回到家里，潜心研究了几个月，居然提出了一种新的观点。他认为：“蛙腿本身不放电，而是外来电使蛙腿神经兴奋产生抽搐，蛙腿只是起了个电流计的作用而已。电的真正来源是铜和铁两种金属的接触。”为了证实自己的观点，他只用一种金属来替换伽伐尼实验中的铜钩和铁杆，结果蛙腿一点也不会颤动。于是伏打认为伽伐尼在实验里发现的电流，不应该叫动物电，而应该叫“金属电”或者“接触电”。伏打的观点受到了电学家们的支持，而伽伐尼的学说得到了生理学家们的赞同。这两种学说之间的争论一直延续了几十年之久。

伏打是一个脚踏实地的人，他并不去理会众说纷纭，决心要让事实来说话。他闭门谢客，经过7年含辛茹苦地钻研，他在“接触电”的研究上取得了重大的突破。他发现了一种金属序列：铝、锌、锡、镉、铅、铋、汞、铁、铜、银、金、铂、钯等。只要把两种金属接触，序列中排在前的金属带正电，排在后的金属带负电。这个序列称为伏打序列。更有意思的是用一根导线把两片不同金属片联起来，再把两片金属片浸入到电解液里，线路里就会产生电流。

1800年6月26日伦敦的皇家学会演讲厅里又像过节般的热闹。这次轮到伏打在这里演示他的新发明了。只见伏打把17枚银币和17枚锌片，一片隔一片叠放起来，并在银币和锌片之间放了一层浸透了盐水的马粪纸。34片小圆片叠放起来有几十厘米高。然后他从顶、底两片金属片上各引出一根导线。令大家惊诧的是，这些天天都看到的银币和锌片叠放起来后，真的产生了电。伏打把两根引线的外端靠近时，响起了噼啪声、迸发出火花，引得大厅里发出阵阵掌声和赞叹声。伏打示意大家静下来说：“如果用30、40、50或者更多的银币和锌片来做实验，效果会更好。它产生的电击虽然不如莱顿瓶放电那样的强烈和激动人心，但它的优点却是莱顿瓶无法与之相比——它不需充电！只要我们去碰它，它就会产生电击，而且无论碰它的次数多么频繁……”伏打一边说，一边使两根引线不住地相碰，迸发出一连串爆鸣声，闪烁起一簇簇火花。使大厅里的观众热情高涨，欢声雷动。最后他提议把自己发明的电堆称为“伽伐尼电池”，以此来表达自己的感激之情。他说：“没有他的启发，我是不会获得今天的成就，我永远感激他，我们永远不可忘记他。”

几个月后，伏打带着他的仪器来到了巴黎，正当他在科学院演讲大厅的讲桌摆起瓶瓶罐罐、环环片片准备演讲时，突然一位全副武装的法国军官走上台来，在伏打耳边轻声说：“请等一下开讲，有人在休息室里要接见你。”伏打一看这架势，知道有大人物想见自己，心里有点忐忑不安。跟着军官来到了后台休息室，推门进去，只见一个小个子的将军向他立正敬礼。伏打定神一看原来是威名赫赫的拿破仑皇帝。只听拿破仑大声宣布：“你为科学事业干出了伟大的业绩，我宣

布授予你侯爵封号，任命你为意大利王国的上议员。”拿破仑是识人才的，伏打的发明具有重大而深远的意义。伽伐尼电池是世界上第一种可以控制的制造电流仪器，戴维就用这种电源发现了许多种元素，法拉第用它发现了电解定律，早期的电弧灯、电动机、电报等新技术都是用它来作为能源的。它对近代科学技术的发展有着巨大的促进作用。

伽伐尼电池的发明轰动了整个欧洲大陆，当时各类杂志都相继报道这种仪器，又有许多学者仿造和改进这类装置。俄国有个科学院院士名叫彼得罗夫，竟别出心裁地用 4 200 片金属叠起了一个伽伐尼电池的世界之最。可惜当时还没有“吉尼斯”记录，否则倒可以留下一个名字来。

发明蓄电仪器

看过电影《巴黎圣母院》的读者，一定记得那座庄严宏伟的大教堂吧！这座建于 12 世纪从罗曼式过渡到哥德式的文艺复兴时代的建筑物，巨大的钟楼、拱形的大门、玫瑰花前装饰的圆窗和彩色的屋顶，一定给你留下了深刻的印象。教堂前有一片广场，整天是人声喧嘈，熙熙攘攘。

1746 年 4 月的一天，阳光明媚。广场的四周围人头攒动，摩肩接踵，挤满了看热闹的市民。沿着“圣母院”正门的台阶上临时搭起了一个观礼台，台上坐满了达官显贵和皇室人员。台的四周旗帜华丽、鼓乐齐鸣。今天在这里既不是举行国庆典礼，也不是进行宗教仪式，大家来观看一场神奇的科学表演。

下午 3 时，表演开始了，在巴黎实验物理学校教师诺莱

神父的带领下，700名身穿灰色长袍的修道士缓缓地步入了广场。他们手拉手地围成了一个长长的半圆圈，队伍大约有270米长。诺莱先向观礼台走近几步，鞠躬致礼并简述了他即将要进行的科学表演。他双手将一只玻璃瓶高高举起，说：“这瓶就是几个月来人们热衷议论的，具有巨大威力的莱顿瓶，下面我将使各位大人来亲眼目睹它的神威。不过这种巨大的威力并不是来自莱顿瓶，而来自莱顿瓶里储藏的电。电将是未来世界的主宰。”诺莱说完话，退回原来的地方，先用手摇玻璃球起电机向莱顿瓶充电，然后他让排头的修道士双手捧着瓶，排尾的修道士用手去握住从莱顿瓶中央引出的导线。只听得“噼啪”声响，700多名修道士同时遭到了一场电击，跳了起来，一个个吓得面如土色。这一惊心动魄的场面，使所有的观众都惊得目瞪口呆，小小的瓶子，看不见的电，竟然有如此巨大的威力，真是不可思议啊！

那么这瓶子是谁发明的呢？

事情要回到几个月以前。在荷兰这个美丽的鲜花之国里，西部有一座静谧的小城——莱顿城，她地处阿姆斯特丹和海牙之间。城里的莱顿大学是欧洲最古老，最著名的高等学府，它创建于中世纪。当时该校的物理教授名叫莫兴布罗克，从事着电现象的研究。那时候电学还算不上是一种学问，电现象的研究也刚刚起步。欧洲大陆的学者们造出了几种摩擦起电机，但是用起电机好不容易得到的电荷不过几分钟就会在空气中逐渐消失。能不能找到一种可以把电“储藏”起来的容器呢？这个难题常常萦绕在莫兴布罗克教授的心中。

一天他走进自己的实验室，见助手已经把仪器都安置好了：从天花板上用丝线水平悬挂着一根铁制的枪管，枪管的

右边正好碰在起电机的玻璃球上。原来教授想用实验来证明从玻璃球上起得的电会沿着水平放置的枪管，从枪管的右边传递到左边。这时他脑里突然产生了一个灵感。他取过一根铜丝在枪管的左端绕了几下，再浸入一只盛了水的玻璃瓶里。他想枪管上的电荷也许会流过铜丝跑到玻璃瓶里得到保存。实验开始了，他原来是要用手接近带电的枪管，观察枪管与手指之间的电火花。做了几遍实验后，他觉得那只盛了水的玻璃瓶有点晃动，于是他用另一只手去托住瓶。忽然一声巨响，他被击倒在地，立即觉得手臂麻痛，比平时实验时受到的针刺般的灼痛要厉害不知多少倍。后来他在给朋友的信里说起这件事是这样写的：“忽然间，我的右手遭了猛击，全身好像触了闪电一样，玻璃瓶虽然很薄，可是没有破裂，手也没有因此移位，但是手膀和全身都受到了说不出的影响，一句话，我想，这次我完蛋了。”

这次事件使教授意识到，一定是那只盛了水的玻璃瓶把起电机得到的通过枪筒传过来的电都储藏了起来，然后再突然释放，所以有如此巨大的威力。但他还不清楚究竟是瓶子，还是瓶子里的水，起到了保存电的作用。

虽然教授还一时未弄清楚这现象的来龙去脉，但是强烈的放电立刻引起了周围的好奇。消息传开来，一连许多天，闻迅赶来看热闹的人络绎不绝，其中不少人对电是一无所知，但闪电和爆鸣声给了人们追求刺激的心理以极大的满足，也给他们平淡的生活增添了欢乐。

消息传到了法国巴黎，诺莱神父饶有兴趣地反复实验，终于弄明白了是干燥的玻璃瓶可以把电保存起来。这样，电学史上第一只保存电荷的容器诞生了，由于这个瓶是由莫兴布

罗克最早在莱顿城发明的，因此大家称它为“莱顿瓶。”

现在来介绍一下莱顿瓶的工作原理。在一只玻璃瓶的内、外壁上分别贴上锡箔。瓶里的锡箔通过链子与金属棒相连，棒的上端是一个金属球，瓶外的锡箔一般要接地。

大家知道，当一个孤立导体带了电之后，电荷是很容易跑散到空中去的，而现在就不一样了。当用一个带电体（设带正电）接触金属球时，瓶里的锡箔上就会带正电，由于静电感应的缘故，大地上会有一部分负电荷跑到瓶外的锡箔上，这时把带电体移去，内外锡箔上带的正、负电荷由于彼此相互吸引，都安分守己地留在那里，很长时间都不会跑散，好像组成了一个“家庭”。上述过程叫做莱顿瓶充电。

要使用莱顿瓶里的电时，只要把金属球上的引出线和瓶外锡箔的接地线靠近，就会产生火花放电。放电时，莱顿瓶的内外两种电荷互相中和，一直到瓶里不带电为止。

莱顿瓶发明后，一时有不少人来重复它的放电实验，甚至有人以此来做表演，维持生计。经常表演的节目有电杀小鸡、小鸟，使钢针磁化，以及用长距离的引线横跨江湖水面，进行长距离的放电。这些有趣的实验在客观上为电现象做了广告，吸引大众的注意力，也促使了一些有识之士投身到电学研究的事业中来。

莱顿瓶的发明给电学研究带来了方便。现在广泛使用的各类电容器很多是在莱顿瓶的基础上发展起来的，它们的基本原理是相同的。

发明起电机

假如你找来一根玻璃棒，用一种丝绸布把它摩擦一会儿，它就能把桌上的羽毛片或小纸屑吸起来，这是一种什么现象呢？现在大概连小学生也能回答，这是“摩擦起电”。

其实，人们很早就知道了摩擦起电。大约在 2500 年以前，古希腊有七位“圣人”，其中之一便是著名哲学家泰勒斯，他是一个非常聪明的人。有一天，泰勒斯在家休息时，看到了桌上的一块美丽的琥珀，这是一种透明的淡黄色的石块，是古代的一种珍贵的装饰品。他就把它拿起来，并用自己的长袍反复摩擦，让它更加光彩夺目，然后再把它放回桌上。突然，泰勒斯发现桌上的一片小羽毛向琥珀移过去，最后粘到了琥珀上，他拿开羽毛，一松手，羽毛还是被琥珀吸过去了。泰勒斯惊喜万分，立即把家里人喊来，重复做了几遍，都发生了和上面相同的现象。后来泰勒斯又进行了其他一些有趣的实验，把羊毛和其他一些轻细的物体放在摩擦后的琥珀附近，发现这些物体同样都能被琥珀所吸引。

为什么经过摩擦之后的琥珀会吸引轻小的物体呢？泰勒斯当时还无法解释，但是他认识到这是一个很重要的现象，就把它详细地记录了下来。

我国古代对摩擦生电方面的发现和记载也是很多的。东汉初期（公元 1 世纪时）的科学家王充就在他的著作《论衡》一书中写道：“顿牟掇芥”，“顿牟”就是玳瑁，是一种跟龟很相像似的海洋动物的甲壳，“掇芥”就是吸引芥籽的意思，总的意思就是经过摩擦的玳瑁能够吸引一些轻小的芥籽。

世界上第一个认真研究这一现象的人是 16 世纪末的英国医生威廉·吉尔伯特。他是英国女王伊丽莎白一世的御医，除了具有高超的医道之外，他还以研究磁力现象而著称于科学史。他对泰勒斯的故事十分感兴趣，动手做了大量的实验，还特地在女王面前作了琥珀吸引羽毛的表演，吉尔伯特把这一现象称为“电”。“电”这个字的英文读音“Electricity”就是希腊文“琥珀”一词的译音，吉尔伯特第一个提出了“电”这个概念。

从泰勒斯发现摩擦琥珀可以起电后的 2300 多年的时间里，摩擦起电几乎成了人们获得电的唯一方法。随着时间的推移，欧洲人对自然界的兴趣越来越浓，他们不断地提出问题，例如琥珀经过摩擦可以吸引轻微的东西，那么摩擦得猛烈一点，吸引力会不会增加呢？琥珀会不会带上更多的电呢？摩擦起电促使欧洲科学家继续研究、继续探索。

世界上第一个发明摩擦起电机的人是德国（当时称普鲁士）萨克森的马德堡市市长格里克。虽然他是市长，公务繁忙，但是对自然科学研究还是投入了大量的时间和精力。他经常钻到那个现在称为实验室的房间里进行小实验，由于他长期地钻研，硕果累累，著名的“马德堡半球”实验就是其中之一。马德堡市民为了表达对他的敬佩，选举他担任市长达 35 年之久。

1660 年的某一天傍晚，格里克又在他那个房间里做摩擦起电的实验。当他用手指拈住一块则刚摩擦过的琥珀时，好像听到了一点很微小的噼啪声。他觉得很奇怪，又连续做了几次，这时天已全黑了，当他再用手拈住它时，则又看到每一次噼啪声都伴有很微弱的闪光。他认为这声响和闪光可能

是一部分电被释放出来了。但是由于这声音太轻，闪光也太弱，无法证实，如果要将这一实验继续进行下去，必须要有一块很大的琥珀，让它充上更多的电，然而大块的琥珀价格非常昂贵，格里克不得不转向考虑用什么物质来代替琥珀呢？他作了许多实验，最后试验成功，用硫磺代替琥珀做成了摩擦起电机。

格里克拿来一个有足球那样大的球状玻璃烧瓶，里面装满了黄色的硫磺碎块，用火加热到硫磺全部熔化，同时不断地向瓶里加进硫磺，直到烧瓶里充满硫磺溶液为止。然后向烧瓶正中插入一根圆木柄，待硫磺冷却以后，就把外面的玻璃烧瓶敲掉，这时就得到了一个比脑袋还要大的带有一个木柄的黄色硫磺球。格里克把硫磺球放在一个木制的托架上，使它可以自由转动，他用一只手握住木柄，使硫磺球绕轴旋转，另一只手按在球体上，随着球的不停转动，硫磺球表面就会因摩擦而生电，充满大量的电荷，这就是第一个经过摩擦而得到最多量电荷的器件。在电学历史上，格里克是第一个通过实验而观察到物体放电时发生的噼啪声和闪烁的电火花。由于电量大，火花也亮，即使在白天也清晰可见，他高兴极了，逢人就说，他要与人们共享这一喜悦。这就是世界上第一个摩擦起电机。

17 世纪的欧洲科学家纷纷致力于制造起电机，他们想要进行的任何电学实验，都必须使劲地摩擦物体，然后才能进行各种各样的实验。当然依今天的眼光，这些实验真是太可笑了。如当时有一个人做了一个大轮子，在轮子上他装了许多像风车似的叶片，在叶片端头嵌上琥珀，他把自己家中的猫绑在轮子下面，随着轮子的旋转，一块块琥珀不断地摩擦

猫背，于是猫背的毛皮就不断地因摩擦而闪烁着电火花。那时的人们就是用这种原始而又近乎荒唐的方法来获取少得可怜的电。

1709年，英国一个名叫霍克斯比的科学家根据格里克起电机的原理，制成了当时非常吸引人的玻璃球起电机。他用一个带柄的中间是空的玻璃球代替格里克用的实心硫磺球，当人的手按在旋转的玻璃球上时，球内部的空间区域就不停地闪烁着不明亮的电火花。电光透过透明的玻璃球壁，霍克斯比居然可利用它在暗室里读书、写字。这是人类历史上电气照明的前奏，霍克斯比的起电机还真可以说是世界上第一盏“电灯”呢？

到了1742年，苏格兰科学家戈登又改进了摩擦起电机，他用圆柱代替玻璃球，并提高转速，达到每分钟680圈，因此能产生强烈的火花，甚至可以杀死小鸟。1745年，戈登的同胞温克勒又把玻璃管安装在用脚踏板踩动的轴上，这样可用脚踏代替手摇，并用安装在弹簧上的皮革垫子代替干手掌摩擦玻璃柱。他用改进后的起电机在很多人的集会上表演，用产生的火花来点燃酒精灯，并且从人的手指上产生火花。

1882年，英国维姆胡斯创造了圆盘式静电感应起电机，其中两同轴玻璃圆板可反向高速转动，摩擦起电的效率很高，并能产生高电压。这种起电机一直沿用至今，在各中学的物理课堂上作电学演示实验时，就经常用到它。

摩擦起电机的出现，这种由人工产生的新奇电现象，引起了社会广泛的关注，不仅一些王公贵族观看和欣赏电的表演，连一般老百姓也受到吸引。整个社会都对电现象感兴趣，普遍渴望获得电的知识。电学讲座成为广泛的要求，演示电

的实验吸引了大量的观众，甚至大学上课时的电学演示实验，公众都挤过去看，以至达到把大学生都挤出座位的地步。摩擦起电机的出现，也为实验研究提供了电源，对电学的发展起了重要的作用。

经过英国、德国几代科学家改进摩擦起电机，其效力和威力都有了很大提高，能够产生强大的火花。特别是能从人身上生出火花来，引起世人的惊奇，使促人们对电的本质、物质结构以及雷电现象等进行探索，从而促进了电学的发展。

探测电磁波

在一间遮得很暗的实验室里，靠屋角摆着一台电学仪器，上面两枚金属做的亮晶晶的小球，像两只瞪圆的眼睛，这是一台制造电火花的仪器，当把电源接通以后，仪器便会发怒般地嗡嗡作响，两个球之间不时地发出吓人的响声和闪光。在这两个导电的金属球旁边，再连上两处向外伸展的金属片，活像一个长着两只硕大耳朵的双眼怪。

在另一张桌子上，立着一个装在绝缘底架上的金属圆环，圆环的顶上有一个很小的缝隙，缝隙的宽度可以调节，一项人类久已盼望的秘密就要从这个缝隙上揭开。

一切准备就绪，实验者合上了电源开关，在嗡嗡作响的声音中两个金属小球辟辟啪啪地发出耀眼的电火花。为了不使眼睛被强光刺激，实验者转过脸去。因为他要观察对面圆环上的细缝，他紧张地注视着，仿佛在上面看到微弱的辉光，这是真的放电辉光，还是眼睛看花了？他揉了揉眼睛，把圆环上的间隙调小，再注意观察，此时辉光似乎亮起来，再调