

超导“小时代”之二 人间的普罗米修斯

罗会仟[†]

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

2015-08-25收到

[†] email:hqluo@iphy.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20151009

我使人类不再能预知死亡，我把盲目的希望放在他们心里。此外，我把火也给了他们。

——古希腊 埃斯库罗斯《被缚的普罗米修斯》

据神话传说，泰坦十二神的伊阿佩托斯与海洋女仙克吕墨涅生下了普罗米修斯。这位号称“深谋远虑”的古希腊神仙，估计是一位雕塑艺术家，因为他的杰作就是用黏土制做“山寨神仙”——人类。后来智慧女神雅典娜赋予了人类智慧和灵魂，希望他们能和神灵一起共享这个美丽世界。众神之王宙斯显然不喜欢这个创意，他试图压制人类的发展，其中最狠的一招是不给人类火种。普罗米修斯为了呵护他的创作，给人类盗来了天火(图1)。有了火的人类学会用光明驱赶黑暗，用温暖抵御寒冷，渐渐高出其

他动物一等。普罗米修斯为自己的行为付出了惨痛的代价——他被愤怒的宙斯狠狠体罚，绑在了高加索山岩上饱受日晒鹰啄之苦，直到勇猛的赫拉克利斯前来解救他^[1]。

普罗米修斯盗来的“天火”让人类告别了茹毛饮血的黑暗时代，人类文明的进程从此大大推进。不过神话终究是神话，从科学事实来看，“天火”究竟是什么？我们可以理解为自然界闪电引起的森林大火。闪电是早期地球恶劣环境下最为频发的自然现象之一。那个时候大气的成分主要是甲烷、氨气、水、氢气等，地表则大部分被原始海洋覆盖。一道接一道的闪电，合成了第一个氨基酸，第一个蛋白质，进而演化出第一个单细胞生命体，生命的征程，从此开始^[2]。经过数十亿年漫长岁月的演化，直立行走的类人猿终于出现。解放双手的原始人类，有了更多的选择空间和思考时间。而闪电这个神秘又强大的力量，足以劈开大树引起火灾，好奇的人类开始尝试去认识它。从森林大火里留取火种，到燧人氏学会钻木取火，人类对火的认识和利用极大地促进了文明的发展。

在人类诞生千万年后的今天，

这个美丽的蓝色星球，依然时时处处都有闪电发生(图2)。闪电是如何来的，它里面含有什么成分，为什么会有如此强大的力量，我们又如何去利用这些力量呢？我们无法考证神话故事里关于宙斯的神杖或电母的法器的传言，但是却可以从文字的发明来一窥古人是如何理解电现象的。中国有关电的记载最早见《说文解字》：“电，阴阳激耀也，从雨从申”以及《字汇》：“雷从回，电从申。阴阳以回薄而成雷，以申泄而为电。”古人认为电是阴气和阳气相激在雨中而生，这种说法可能源自于道教的阴阳学说(图3)。西方对电的记载要更早一些，公元前600年左右，科学祖师爷——古希腊哲学家泰勒斯记录了琥珀和毛皮的摩擦可以吸引轻小的绒毛和木屑，这是对摩擦起电现象最早的记录。直到公元17—18世纪，摩擦起电的现象被英国的吉伯“再发现”，为了区分磁石吸铁的现象，他遵循祖师爷泰勒斯的思路，特地用琥珀的希腊字母拼音将该现象命名为“电的”(elec-tric)，这就是英文“electricity”一词的来源。

尽管人们很早就认识了电和电现象，但长久以来，人们在电的面



图1 普罗米修斯盗取天火
(来自 blog.sina.com.cn/gmkszz)

前只是唯恐避之而不及，更无从谈起对电的利用。威力巨大的闪电不仅奇形怪状，而且颜色各异，就像随时随地都可能出现的鬼魅妖怪，吞噬着人们的恐惧。而日常生活中，因摩擦而起的静电则神秘莫测，或让首饰沾满灰尘，或让绸缎或毛皮刺痛人手。这些奇怪的小电妖常常匆匆出现，又莫名其妙地消失。也难怪许多神话或魔幻故事里，电永远代表着神秘的力量，就连哈利波特和伏地魔的决战，也是以一道明亮的闪电横亘在两人之间(图4)。不过，通过长期研究摩擦起电，人们开始认识到用丝绸摩擦过的玻璃棒和用树脂摩擦过的琥珀带的电似乎不同。1729年英国的格雷和1734年法国的迪费基于大量摩擦起电实验结果，提出了电的双流质假说，认为同种电会相互排斥、异种电则相互吸引，两种流质一旦相遇则会发生中和而不带电。存在两种电的理论和中国古代关于电生于阴阳激耀的说法有着异曲同工之妙，真是科学和哲学殊途同归！

要想进一步认识电的性质，关键是要找到产生电和储存电的办法。虽然摩擦起电是产生电的一种办法，但是每次发电不能只靠手摩擦——这效率也忒低了。后来一个叫盖吕克的人发明了更加方便的摩擦起电盘，也就是用一个手摇盘子转动摩擦起电(图5(a))。从此，小电妖再也不能那么轻易七十二变无影踪，而是可以召之即来啦。下一步就是寻找收电妖的“小魔瓶”，这难不倒聪明又善于观察的人类。1745年，荷兰莱顿大学的莫森布鲁克教授在某次电学课上，不小心把一枚带电的小铁钉掉进了玻璃瓶。掉了也就掉了吧，也没啥大不了的事情，待会儿下课再捡起来呗，教授

心想。不料，等他课后从玻璃瓶捏出铁钉的时候，手上突有一麻酥酥的感觉。“有电！”教授惊奇道。原来铁钉的电并没有消失，掉进玻璃瓶后一直都在！莫森布鲁克仔细考量了他用的玻璃瓶，经过不断改进，终于发明了降服小电妖的魔瓶——莱顿瓶(图5(b))，这名字是为了纪念它的发明地点莱顿大学而来。银光闪闪的莱顿瓶里外都贴有锡箔，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。小电妖一旦落入莱顿瓶，就像孙悟空进了银角大王的紫金红葫芦里，很难跑出来得瑟了。如今看来，莱顿瓶其实就是一个简单的电容器，电通过金属链导入瓶中后，将被屏蔽保存在瓶中^[3](图5(b))。

有了莱顿瓶这个收电“神器”，许多科学家都兴奋不已。1746年，英国的科林森小心翼翼地打包了一个莱顿瓶，快递给了远在美国费城的好朋友——本杰明·富兰克林，

同时附上了使用说明书。美国人富兰克林是一个十足的科学爱好者，在数学、物理、工程、音乐等许多方面都有研究。在电学刚刚风靡起来的时代，富兰克林同学最喜欢的礼物莫过于一只莱顿瓶了。当时关于摩擦引起的静电的研究已经非常之多，可以说，人们对“地电”已经十分熟悉。但是对于更加强大的

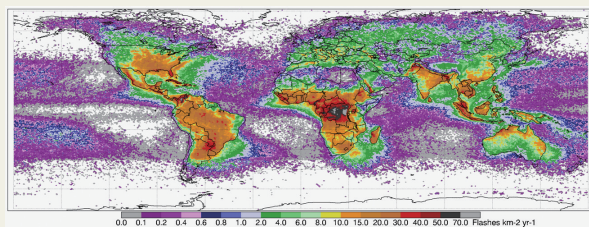


图2 全球闪电分布 (来自 thunder.msfc.nasa.gov/)



图3 汉字“电”与阴阳图



图4 哈利波特与伏地魔的最后一战(来自《太原晚报》2011年08月04日)

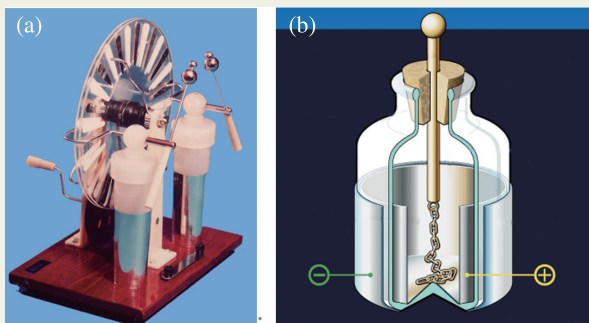


图5 摩擦起电盘(a)与莱顿瓶(b)(来自 baike.sogou.com 与 how-stuffWorks.com)



图6 富兰克林用风筝捕捉“天电”(柯里尔·艾夫斯, 彩色版画)



图7 百元美钞上的富兰克林(来自 www.coinsky.com)



图8 闪电击中夜幕下的埃菲尔铁塔(来自 www.bbc.co.uk/news/in-pictures-14745576)

“天电”——闪电,人们还是敬而远之的。不过,这对胆大包天的富兰克林而言,不是问题。1752年的某一天,风雨雷电大作,富兰克林认为在这种天气里就该干点疯狂的事情。他叫来助手把早已准备好的风筝放上了乌云密布的天空,风筝是由铜骨架做成的,风筝线则绑着一根铜线,头上栓了一串他家里的钥匙,放在莱顿瓶里。轰隆隆的雷声,亮闪闪的电,富兰克林等待着奇迹的发生。终于,一道闪电击中了风筝,一股强大的电流顺着铜线传到了莱顿瓶里,富兰克林第一次成功地把“天电”抓到地面上来(图6)。富兰克林通过仔细研究抓到的闪电,他最终认为闪电其实和摩擦产生的电没有任何区别,也就是说,“天电”和“地电”同属一电。他进一步指出,所有的电其实都是电荷造成的,电荷分为正电荷和负电荷两种。电荷其实存在所有的物

体当中,只是有的物体正电荷比较多所以带正电,相反,有的也就带负电或者不带电,电荷的积累和转移就是摩擦起电等静电现象,而电荷的“流动”则形成了诸如闪电的电现象。原来,电母和宙斯用的法器并不神奇,和人间产生的电完全一样!就像普罗米修斯盗取天火到人间一样,富兰克林就是“人间的普罗米修斯”,勇敢地把天电引到地面,终于揭开了闪电的神秘面纱。人们从此意识到电里面蕴含的巨大能量,如何安全地利用这股神奇的力量,成为无数科学家努力的目标^[4]。

富兰克林的实验着实危险,切勿模仿。后来有人试图重复这个实验,不幸被电击身亡!相比神话里的普罗米修斯,富兰克林的命运要好太多。幸好,伟大的富兰克林没被雷劈。到了1775年—1783年间,他还作为重要角色参与领导了美国独立战争,并在建国之初起草了《独立宣言》,成为美国史上最著名的人物之一。打开你手上的百元美钞,就会发现一个大背头鹰钩鼻老头在中间,没错,他就是本杰明·富兰克林,一名胆大且幸运的科学家和政治家(图7)。富兰克林的实验还给了我们一个启示,要躲开上天的“闪电惩罚”,可以用一根悬挂在高处的金属来吸引闪电,从而让它不再破坏建筑物,这便是避雷针的原理,于1745年由狄维斯发明。现代社会摩天大楼顶上比比皆是避雷针,有效地躲开了“宙斯之怒”,保证了楼里人的安全(图8)。

“人间的普罗米修斯”用风筝“一鸢渡电”开启了电学研究的新篇章,认识到天地电同源之后,人们对电的兴趣也越来越浓厚,玩的花样也越来越多。玩的最high的一次,当属传教士诺莱特。这位神父为了让教众感受神的力量,特地召

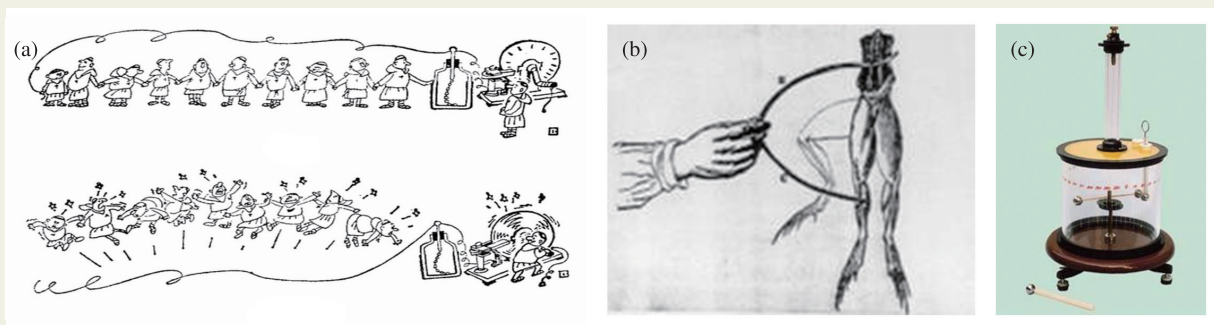


图9 (a)诺莱特的电击实验(来自《从法拉第到麦克斯韦》，凡异出版社)；(b)伽伐尼发现生物电(来自伽伐尼《关于电对肌肉运动的作用》)；(c)库仑用的静电扭秤(来自 baike.sogou.com/v403335.htm)

集了700余名修道士来巴黎的某教堂玩一次史无前例的电学party。大伙儿手拉手围成一个大圈圈，第一个人抓住莱顿瓶，最后一个人抓住其引线，当摩擦起电盘给莱顿瓶充满电之后瞬间放电，几百人几乎在同一瞬间都被电刺痛双手而跳了起来，在场的皇室贵族和围观的路人甲乙丙看得无不目瞪口呆(图9(a))。玩的最吓人的一次，当属意大利的伽伐尼。这位仁兄喜欢没事拿刀子解剖各种小动物，有一次拿金属刀片正准备对案板上的半截死青蛙来一个“庖丁解蛙”，一刀子下去，蛙腿居然像活着一样抽搐了几下，吓得他以为青蛙起死回生或是借尸还魂。当时关于电的神奇已经传遍大街小巷，伽伐尼于是跟风，声称青蛙腿本来就带有“生物电”，金属刀片的接触导致电的传导，引起了蛙腿抽搐^[5](图9(b))。若干年后生物电的假说被一本叫做《弗兰肯斯坦》(又名《科学怪人》)的科幻小说借鉴，描述了一个疯狂科学家用拼凑的尸体和闪电造出一个奇丑无比的怪物，最后导致家破人亡的故事。电学热潮初期玩得最认真的，当属卡文迪许和库仑。这两位一个出生在英国，一个出生在法国，但都有一个共同的特点——富二代但绝非酒囊饭袋。卡文迪许

从另一个科学伟人——牛顿身上学到了实验物理方法，也思考了他提出的万有引力定律，他认为静电力之间也存在类似引力的平方反比定律，并亲自用两个同心金属球壳做了实验。而库仑则利用他精湛的力学工程技能，改进卡文迪许测量引力的扭秤实验，成功精确测量了静电力，证明了卡文迪许关于平方反比定律的猜想。电学里第一个定律——库仑定律，就这样诞生了(图9(c))。

在富兰克林提出电荷的假说100多年后，1897年，英国物理学家J.J.汤姆孙终于看清了小电妖的面目——电子。汤姆孙在研究阴极射线过程中发现一种带电粒子的存在，并巧妙地用磁场和电场

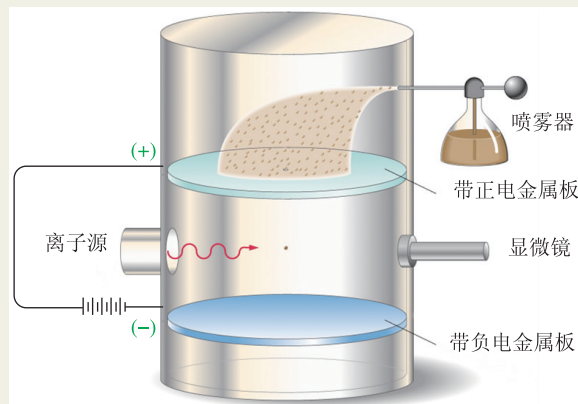


图10 密立根油滴实验装置(来自 www.baike.com)



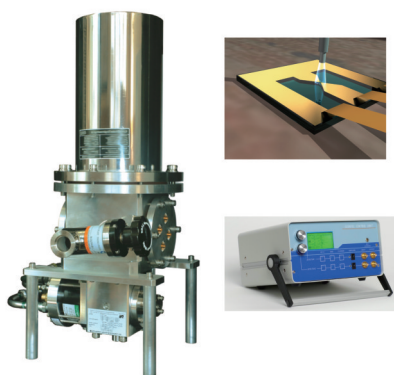
图11 2008年北京奥运会开幕式上绚烂的灯光秀

做成的质谱仪测量电子的电荷/质量比值(简称荷质比)，证实了电子是一种独立存在的粒子。1911年，美国的密立根尝试重复汤姆孙的实验，但是发现实验结果存在许多不确定性。为了精确测量电子的电荷量，密立根发明了著名的油滴实验装置，通过监控带电油滴在平行板电容器下落的时间来测定



Count Photons

超导单光子探测系统
THz & Mid-IR探测系统



- ☑ 时间响应低至 50ps
- ☑ 10 cps 超低暗噪声
- ☑ 高量子效率(高达25%)
- ☑ 标准单模光纤输入
- ☑ 多通道可选



时间相关单光子计数器
德国 B&H 公司 TCSPC 产品

北京鼎信优威光子科技
010-8350 3853

info@dyna-sense.com
www.dyna-sense.com

其电量(图10)。就这样,密立根在显微镜下观测了数千个油滴,通过统计数据发现,所有油滴带电量都是某一个数值的整数倍。他认为这个单位电荷量就是电子电荷的数值,称之为元电荷^[6]。至此,人们才真正理解各种复杂的电学现象实际上就是电子的转移或运动造成的。然而,有关电的魔法故事远远没有结束。尽管人们已经知道电子的质量和电量,但是关于电子的直径以及它是否有内部结构,直到今天仍然是一个待解之谜。

当今社会,人们的生活已经离不开电。各种家用电器,如电灯、电视、电脑、电冰箱、电话、电炉、电吹风、电熨斗、电烤箱、电饭煲等等,已经成为生活必需品。还有各类仪器仪表、工厂的各种机器、各种交通工具、夜晚下的霓虹灯等等几乎都离不开电。如果你还记得,2008年8月8日在北京那个夜晚,北京奥运会开幕式上一幕幕绚烂的灯光秀,那就是电的魅力(图11)。让我们永远铭记,电的发现、研究和利用,彻底改变了这个世界!

参考文献

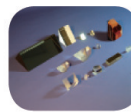
- [1] 外国神话故事——普罗米修斯. 学科网, 2009/1/5
- [2] 词条:生命起源理论. 见百度百科(baike.baidu.com)
- [3] 蔡斌. 供用电, 2014, (07): 74
- [4] 本杰明·富兰克林. 富兰克林自传. 唐长孺(译). 北京: 国际文化出版公司, 2005
- [5] 布托夫, 孙乃渊. 生物学通报, 1958, (11): 24
- [6] 词条:罗伯特·安德鲁·密立根. 见:互动百科(baike.com)

标准光学元件库存---供您随时选用

总量多达10万片,
超过700个品种规格的透镜,
棱镜, 反射镜, 窗口,
滤光片等常用光学器件;
涵盖紫外, 可见,
近红外,
红外等光学应用领域。



光学透镜



光学棱镜



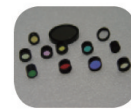
可见光学元件



红外元件



颜色滤光片



窄带干涉滤光片



北京欧普特科技有限公司
Beijing Golden Way Scientific Co., Ltd

地址: 北京市朝阳区酒仙桥东路1号M7栋5层东段
电话: 010-88096218/88096099 传真: 010-88096216
邮箱: optics@goldway.com.cn