

# 物理学史中的十一月



1777年11月：利希滕贝格图形的发现

(译自 *APS News*, 2012年11月)

萧如珀 杨信男 译

被闪电击中的人在他们的皮肤上经常会产生红色、分枝状的图案，并常会持续好几天，这很可能是皮肤下易脆的微血管因电流冲击而破裂所致，是不规则分形的自然例子；俗语称之为“闪电花”，也被叫作“利希滕贝格图形”，以纪念18世纪的物理学家利希滕贝格（Georg Christoph Lichtenberg）。

1742年，利希滕贝格出生于德国达姆施塔特（Darmstadt），父亲是牧师，家中有17个小孩，他是老么。利希滕贝格从小即显示出对自然的好奇心，喜爱数学和科学。起初，他家里无法负担他的教育费用，但一笔来自贵族资助者慷慨的助学金让他得以进入哥廷根大学就读。他最后在那里当物理教授，是他终生唯一的职业。

利希滕贝格的体型很有趣，他的脊椎畸形，因而驼背，以致往后的岁月中呼吸严重困难。然而他做为讽刺作家和科学家，享有极佳的声誉，也广受女性的欢迎，在和玛格丽特结婚前有好几次的罗曼史，玛格丽特为他生育了6名子女。

目前，利希滕贝格的文学声望主要和他的箴言有关，这是他多年来在他声称“废书”的私人日志中所收集的。在这些废书中，他草草记下他对人类本性的观察与日常随



利希滕贝格

笔，以及他的生活，甚或他当时的床边阅读资料，和他许多实验的科学笔记。

当时是一个西方世界的科学家都对电，或者用他们当时的用语“电流体”深感兴趣的年代，有许多科学家致力于做实验，使用各种仪器，包括莱顿瓶（Leyden jars）和电瓶，来研究带电的物体，以及电花如何在物体之间的跳动。富兰克林（Benjamin Franklin）就是其中的一个，他提出了有名的实验，由实验者站在类似士兵岗亭的围墙庇护下，使用一个高的避雷针或电线从暴风雨云层中将“电火引下来”。至少有一个科学家莱希曼（Georg Wilhelm Reichmann）因试图要复制富兰克林的实验，不幸地碰触到球状闪电而身亡。

利希滕贝格对电火的兴趣不因此悲剧性的意外而减少，他是最先将富兰克林的避雷针带至德国的其中一个。他在位于哥廷根的家附近装设了几个避雷针，也是早期就在他自己的实验室使用此设备的科学家。利希滕贝格建造了一个大型的静电产生器，是大家所知道的起电盘，直径6英尺，他用来研究电火的行为，包括计算如何记录放电后所留下的分枝状图形。

最初，他使用起电盘加高压电子绝缘物质上，例如树脂、玻璃或硬橡胶，然后，将硫磺、红铅和四氧化铅三种粉末混合，洒在物质表面上，观察图形，再压一张纸于物质表面，让图形印在纸上。利希滕贝格注意到有两种特殊的图形：一是正电的图形，较长，分枝图形较复杂；另一是负电的图形，较类似贝壳。他的结论发表于1777年的论文《探讨电流体本质与行为的新方法》中。

利希滕贝格实验的基本原则为现今的等离子体物理学立下了基础。20世纪20年代，范希柏（Arthur von Hippel）和其他的科学家记录下从高压放电子感光底片上所放出的光。范希柏推论说，独特的利希滕贝格图形是由离子化的气体和绝缘体的表面相互作用形成的；他



闪电是自然界形成的三维利希滕贝格图形

并发现，只要增加所施加的伏特，或减低四周的空气压力，即可改变分枝状图案的长度。

那导致了闪电记录器的发明，这是记录高压放电和电力突增，例如闪电击中电线时的极性之仪器。使用这些数据可使工程师在设计电路系统时，可以找到对抗雷击和类似意外电涌浪时，有效保护性的对策。

利希滕贝格的实验还提供了复印机发明的基础，这归功于卡尔森（Chester Carlson）于 20 世纪 30

年代在他美国纽约皇后区的公寓厨房所做的实验，卡尔森称它为“电子摄影术”。卡尔森的理论是，假如一个原先的照片或文件的影像被投射到具光导电性的表面时，电流只会通过光线照射到的地方，而无法通过印刷过黑暗的部分。他想出了让干粒子依照板上闪亮的影像相吻合的图形黏到导电板上；之后，他将那些粉末的成像移到蜡纸上，将纸加热，让腊溶化，制成持久的拷贝。

20 世纪 40 年代，布哈士（Arno

Brasch）和蓝格（Fritz Lange）在德国电器公司（AEG）以最早期的粒子加速器做研究，可以产生高压的电子束，之后离子化的空气会形成带点蓝色焰光的轨迹。布哈士和蓝格是最先将游离电子注射到塑料方块内的科学家，绝缘崩坏所引起的漏电，完美地抓住三维的利希滕贝格图形的分枝状图案。现在，美国俄亥俄州肯特州立大学的 NEO 粒子加速器设施的 Dynamitron 就从事着类似的工作，人们可以买“冻结的闪电”雕刻品当做艺术品。

利希滕贝格在他有生之年，在科学同行间享有一定程度的声望和尊敬，伏特（Alessandro Volta）于 1784 年拜访哥廷根，特地去和利希滕贝格见面，观察他所做的实验；高斯（Karl Friedrich Gauss）听过好几次他的演讲。他的名字现在比较没那么有名，但假如他知道这些和他齐名的不规则碎形图案，在将近 3 世纪后仍赋予科学家与艺术家们灵感，他无疑地会很开心。

（本文转载自 2013 年 12 月《物理双月刊》，网址：<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；萧如珀，自由业；杨信男，台湾大学物理系，Email: [snyang@phys.ntu.edu.tw](mailto:snyang@phys.ntu.edu.tw)）



**封面照片说明：**

这是美国正在研制的太阳能卫星，预计 2025 年升空，届时将满足地球上人们 1/3 的用电需求。该卫星由数千个薄而弯曲的类似镜子的组件构成，可以移动以便最大化收集太阳能。该系统内安装光伏板，能把收集的太阳能转化成微波，而后传输给地球上的发电站，后者接

收后将微波转换成电，再传输给消费者。据估算目前太空太阳能的可用量是地球上的数十亿倍，向太阳要能量长久以来就被视为是解决当今地球上能源日趋枯竭的有效方法。

（李之 / 供稿）

**封底照片说明：**

这是世界第一座能隐形的塔——“无极限塔”的效果图，它

将建在韩国首尔的市郊。这座高 450 m 的玻璃建筑物是利用安装特殊光学相机和 LED 等一系列光学照明设备，给这个塔的外墙披上一层“反射皮肤”，从而能使它从人们的视野里“消失”。目前这个项目已经启动，相信建成后将成为最热门的旅游地。

（文之 / 供稿）