

# 实验物理学家罗兰对物理学的贡献

刘 晓 燕

(西安文理学院物理学与电气工程系 陕西 710065)

罗兰是美国一名杰出的实验物理学家。他所做的实验,对电磁学、热学、光学等理论的发展都有重要的推动作用。由于他在物理学界的重要贡献,使他在人类文明发展史上留下了光彩的一页。

## 一、罗兰生平

H. A. 罗兰 (Henry Augustus Rowland, 1848 ~ 1901) 美国物理学家。1948 年 11 月 27 日生于宾夕法尼亚州洪尼斯代尔。他的父亲曾是新教徒教士,他的母亲也希望他学习神学。17 岁时,随母去耶尔学习,在那里他对化学、电学等实验发生了浓厚的兴趣。不久既赴纽约伦塞勒综合科技大学攻读土木工程学,并于 1870 年毕业,获土木工程学士学位,当时年仅二十二岁。接着从事铁路勘测工程。1871 年他到俄亥俄州武斯特大学任教。1872 年,他重返伦塞勒综合科技大学担任物理讲师。此后,罗兰开始致力于科学研究工作,并取得了一系列的重大的成果。他当时进行了关于磁导率的研究,证明磁导率不是如当时铁磁学文献上普遍所说的随磁场强度 ( $H$ ) 变化,而是随着磁感应强度 ( $B$ ) 变化的,他的这项研究得到了 J. C. 麦克斯韦的高度评价,被推荐发表在英国《哲学杂志》上。

1875 年,经麦克斯韦推荐,年仅 27 岁的罗兰,被聘请为约翰·霍普金斯大学的第一任物理学教授。不久即去欧洲参观学习,在那里他结识了当时的著名物理学亥姆霍兹,并在柏林的亥姆霍兹实验室里整整工作了四个多月,还在那里购置了大量的仪器,用以改善新约翰·霍普金斯大学物理实验室。在访问期间他还于 1876 年进行了有名的罗兰实验。他十分强调实验对理论研究和教学工作的重要意义,并对美国物理学的发展作出了巨大贡献。正是在他的努力下,到 70 年代后期,约翰·霍普金斯大学物理实验室设备不仅在美国是首屈一指,而且就是和欧洲一些著名的实验室相比也是毫不逊色的。此后,罗兰一直在新约翰斯—霍普金斯任教,并同时从事科学研究工作。

罗兰是美国国家科学院院士、英国皇家学会会员和法国科学院的外国院士。他也是美国物理学会

的创始人之一,并担任学会的第一任会长(1899~1901)。1902 年出版《罗兰科学论文集》。

晚年,还曾从事于多路传输电路电板的研究工作,在整个工艺过程尚未完成之际,他就因患糖尿病,于 1901 年 4 月 16 日,在巴尔的摩逝世。终年仅 53 岁。根据他生前的愿望,他的骨灰葬于约翰·霍普金斯大学物理实验室的地下室里。

## 二、对物理学的贡献

罗兰的第一个科学实验是关于铁磁质导磁率的测定,他分别用铁、钢、镍制成变压器,并通过改变原线圈电流方向或切断原线圈电流的办法来改变磁感应强度  $B$ ,并进而研究导磁率与磁感应强度  $B$  的关系,他认定导磁率  $\mu$  随磁感应强度  $B$ 、磁场强度  $H$  的变化而变化。这一论断受到了麦克斯韦的高度赞扬,因而,成为当时美国最年轻而又负有盛名的实验物理学家。

人们很早就知道,导体中的电流是电荷运动形成的,因而不难理解通电导线周围的磁场是由电荷运动产生的,那么,能否用实验来证实它呢?

1876 年,在法拉弟电磁理论研究的影响下,罗兰决心深入的探讨现象的本质,从而设计了一个实验。罗兰所用的仪器是一个直径为 21.1cm,厚度为 0.5cm 的硬橡胶圆盘构成的,它能绕一垂直轴以每秒钟 61 次的速度转动,盘的两面在距 0.6cm 处固定为直径为 38.9cm 的两块玻璃板,玻璃板的中心开一直径为 7.8cm 圆孔,硬橡胶盘的两面都镀上金,两玻璃板的内面有镀金的圆环,其外径为 24.0cm,内径为 8.9cm。玻璃板的镀金面可以面向或背向转动的圆盘,但一般都是使之面向圆盘,这样做的目的是使问题更加容易计算,在起电上没有误差。外边的板通常是接地的;中间盘和一电池相连,接法是把一个尖端置于距盘的边缘三分之一毫米以内的地方,并指向盘的边缘。因为边缘是宽的,除非尖端和边缘之间有一电位差,尖端将不会放电。通过这个实验,说明了机械运动的电荷所产生的磁场与导线中的电流所产生的磁场是等价的。这个实验较之他人所做其他许多电学测量,更为灵巧和精确,在这里被测磁场的大小大约是地球磁

场的  $10^{-5}$ , 甚至使用今天的仪器, 这也是一项技巧很高的实验。在赫兹发现电磁波以前, 可以说这个实验是对麦克斯韦电磁场理论的有力支持。正如爱因斯坦所指出的那样: “带电体在静止时, 只有静电场; 而带电体一旦运动, 磁场就出现了。更进一步说, 假使带电体更大, 或运动得更快, 则由带体运动所产生的磁场也更强。这也是罗兰实验的一个结果。”与罗兰同时通过实验研究电流磁场效应的人还为数不少, 但罗兰第一个通过实验验证了它, 亥姆霍兹在德国柏林科学院报道了这个实验结果, 又一次引起了物理学界的注意。1887年, 赫兹终于完成了这一证明工作, 而罗兰则是把麦克斯韦电磁场理论与赫兹的实验证明联系起来的桥梁。

罗兰在实验研究的同时, 还指导他的研究生 E. H. 霍耳发现了霍耳效应(1879年)。1881年, 罗兰根据霍耳效应解释磁致旋光现象, 他认为前者是磁场作用下金属中传导电流旋转的结果, 而后者是同样条件下介质中位移电流旋转的结果, 从而在数学上推导出与麦克斯韦一致的旋光方程。这使他成为当时的权威人物。

18世纪80年代初, 罗兰专而研究水的比热与温度变化的关系, 电阻的标准值, 并精确地测定了热功当量的数值, 其测定值与焦耳热功当量数值的误

差在 1/400 范围内。

其后不久, 罗兰以极大的努力从事于凹面光栅的研制工作, 他认为凹面光栅比平面光栅不仅有更好的聚焦能力, 并有消除红外线和紫外线的辐射等优点。为了制作高分辨率的凹面光栅, 他磨制了一种十分精密的驱动螺旋控制器, 利用这一装置, 他能在面积仅为 25 平方英尺的金属板上刻出四万五千条细缝, 由此得到的光栅, 其分辨率本领在当时可以说是空前无比的, 这为光栅的测定和分析, 提供了精密的仪器, 推动了光谱的发展。他制成的太阳光谱波长表包括上万条太阳谱线, 成为太阳光谱研究的标准参考文献。正是这一研究的成功, 再加上他在制作太阳光谱波长表的成就, 使他的声誉大振。因而被任命为美国政府测定各种单位制的国际代表委员会委员, 成为伦敦和法国科学院成员。并获得朗福德和德雷珀奖章。

罗兰不但是一位杰出的物理学家, 而且他对天文学、化学等方面也有较深的研究, 并取得了一些成果。同时他又是一位著名的教育学家, 他十分关心美国科学技术人才的培养, 并在工作中训练出了许多优秀的物理工作者。罗兰之所以能够取得上述伟大成就, 不完全是由于他的才华, 更重要的在于他的不屈不挠的探索精神, 这充分显示了一个科学家严谨求实的治学态度。

## 科苑快讯

天文学家编制首幅中微子天空图

埋藏在南极 1500 米深冰层下的独特天文观测站对高能中微子进行了首次研究, 研究人员希望, 南极的  $\mu$  介子和中微子探测器(AMANDA II) 不仅能在基本粒子物理学中而且能在天文学中作出新发现。众所周知, 中微子是分布最广的粒子之一, 但又是宇宙中最难以捉摸的物质形式之一。部分中微子通常认为是在像激发的星系核、碰撞的黑洞、伽马射线爆发等这样激烈宇宙现象中产生, 但是由于中微子能几乎无阻碍地穿透行星和恒星, 因此要发现它们异常复杂。

中微子望远镜被安设在南极深深的冰层之下, 参与这项研究计划的美国威斯康星州立大学弗兰西斯·哈特森博士指出, “这是拥有应用科学潜力中微子望远镜的首批资料, 也是研究高能宇宙中微子的最灵敏方法。”

$\mu$  介子和中微子探测器首先能使天文学家查明通过的中微子与像活跃的星系核这类天体之间的相

互关系, 英国利兹大学阿伦·沃森博士认为, 如果能成功找到准确的中微子源, 这将是宇宙粒子物理学中最有前景的发现之一, 这将意味着, 我们将面临极高能量的质子加速器。

$\mu$  介子和中微子探测器是一台指向地心的巨型望远镜, 这样大多数背景粒了会被地球反射, 而望远镜有可能只聚焦通过的中微子。南极天文观测站由 677 个玻璃制成的探测器组成, 它们利用 19 根光纤电缆彼此连接成一体, 其中每一根光纤电缆都延伸有几百米长。探测器被安装在高 500 米、直径 200 米的南极冰柱周围, 探测器能发现在中微子与像质子或中子等其他粒子碰撞时产生的辐射。同时这样的碰撞会产生  $\mu$  介子,  $\mu$  介子会在中微子移动相同的方向上留下微弱的光痕迹。

今后科学家计划扩大南极观测站的规模, 增加一批新的探测器, 科学家还准备将储冰设备的体积增大到 1 立方千米, 并浪漫地称这为“冰立方体”。

(周道其译自俄《宇宙信息分析高架网》2003/8/18)

现代物理知识