

物理学史中的十一月



1887年11月：Michelson 和 Morley 说明他们探测发亮的以太失败了

(译自 *APS News*, 2007年11月)

萧如珀 杨信男 译

直至19世纪末期,物理学家一般还是相信光是一种波,因此,大家认为它必须藉由某种媒介物才能前进,正如声波是在空气中振动一样。科学家几世纪以来一直都相信,宇宙间充满着一种闪亮、神秘、幽灵似的物质,叫做以太,是光波的媒介物。许多科学家都试图欲探测出以太,但无人成功。最后,Albert Michelson 和 Edward Morley 于1887年做了有名的实验,提供强而有力的证据,证明以太不存在。他们虽于当年11月将结果发表出来,但却都认为那是个失败的实验,他们还是相信以太的存在。

Albert Abraham Michelson 于1852年诞生在德国的 Strelno,在他两岁时,举家移居美国,他在加州简陋的矿区小镇 Murphy's Camp 以及内华达州的维吉尼亚城长大。年纪轻轻的他就对科学显露出才华,所以16岁时即获得当时美国总统格兰特的特别提拔,到美国海军军官学校就读。



Albert Michelson

在美国海军军官学校当学生时,Michelson 精于

光学和其他科学,更对精密仪器及测量特别有天分。1873年毕业后,他随即成为海军军官学校的物理和化学讲师。1877年,当他在上课示范 Foucault 的光速测量时,他便看出可大幅地改进测量的方法,所以在往后的两年间,Michelson 所测出的光速都比以往要精确许多。他也因光速的测量而在科学界获得肯定,使他能在物理研究方面拓展事业,安定下来。之后,他又前往欧洲深造了两年。



Edward Morley

在柏林做研究时,Michelson 发明了有名的“Michelson 干涉仪”,他知道可用此装置来探测地球行经以太的速度。干涉仪的基本结构既简单又精巧:先将光束一分为二,分别朝两个垂直的方向前进,在遇到镜子反射回来后,两束光线再度合在一起,产生一个干涉图案。假如地球真的是在以太间运行,则光速会视地球行经以太的方向而有所不同,那么 Michelson 干涉仪就会显现出干涉条纹的些许改变。然而,他早期的努力都找不出地球行经以太的证据,Michelson 因此非常失望,认定实验失败了。即使如此,当他回到美国后,还是继续努力地探测

以太。

1882 年, Michelson 任职于俄亥俄州克里夫兰的 Case 应用科学院, 在那里他和化学家 Edward Morley 合作研究, Morley 帮忙改进 Michelson 在柏林开始的实验。新的装置在基本结构上和原先的设计相似, 但敏感度高出许多——它使用更多的镜子让光束来回反射, 使光束经过的途径变长。Michelson 和 Morley 在地下室的实验室做试验, 为了将振动降至最低, 整套设备放置在漂浮于水银池中的巨大石箱上, 也因此这套装置可以旋转。

但甚至以此精巧、敏感的设计, Michelson 和 Morley 还是无法探测到行经以太的证据。1887 年 11 月, 他们将此失败的结果发表于《美国科学杂志》(American Journal of Science), 论文的标题为“论地球相关的运行与发亮的以太”(On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether, 论文网址: www.aip.org/history/gap/Michelson/Michelson/html.)

虽然这个实验让 Michelson 和 Morley 非常失望, 但它却在物理界掀起了一场革命。有一些科学家起先一面保留以太存在的看法, 一面试着解释此结果, 例如 George Fitz Gerald 和 Hendrik Lorentz 就

分别主张说, 移动的物体在运行的方向会收缩, 使得光速对于观察者来说似乎都相同。之后虽未能确知爱因斯坦是否真受此实验的影响, 但他于 1905 年, 以开创性的特殊相对论原理, 摒弃以太的观念, 解释了 Michelson-Morley 的结果。

即使 Michelson 承认爱因斯坦相对论的重要性, 但他和 Morley 却都一直相信光必定是在以太中的振动。

虽然 Michelson 干涉仪无法探测到不存在的以太, 但它用于其他的测量却是很有用。Michelson 用它来测量镉光波长以作为国际标准米的长度, 还于 1920 年最先用它来测出一个遥远星球的张角。Michelson 于 1901 年当上美国物理学会第二任会长, 1907 年, 因他的精密光学仪器与所做的测量, 成为第一位获得诺贝尔奖的美国科学家。1889 年, Michelson 搬到麻州 Worcester 的克拉克大学, 后来又于 1892 年转到芝加哥大学。他重回以前的研究, 更精密地测量光速, 还继续从事更多的精密测量, 直至 1931 年离开人世。

(萧如珀, 自由业; 杨信男, 台湾大学物理系; Email: Snyang@phys.ntu.edu.tw)



(上接 66 页) 完善, 由 4 年之后 (1930 年) 钱德拉塞卡完成。

钱德拉塞卡出生在印度, 当时为英国的殖民地。1930 年, 20 岁的钱德拉塞卡以全班第一的成绩录取为剑桥大学的研究生 (图 2)。二战时移居美国, 曾任“*Astrophysical Journal*”(ApJ) 的主编, 历时近 20 年。钱德拉塞卡在任期间把 ApJ 由一个芝加哥大学的校报, 发展成为世界顶级的天体物理期刊。钱德拉塞卡工作涉及理论天体物理的多个方面, 包括恒星结构和演化、流体动力学、恒星大气、辐射转移、磁流体力学、相对论天体物理、黑洞物理等, 大致是 10 年更换一个主要研究方向, 待若干篇论文完成之后, 每每以一本专著作为总结。关于白矮星的想法, 是他在去英国求学的途中得到的。

在从印度到英国的轮船上, 钱德拉塞卡抓住了白矮星物理的关键点。按照后来钱德拉塞卡撰文纪念福勒时的说法, 福勒的工作已经为解决白矮星问

题指明了道路, 但还有两点需要完善: 一是用相对论的能量动量关系, 计算完整的物态方程; 二是结合流体静力学平衡方程, 具体计算白矮星结构。这两点具体工作由钱德拉塞卡完成。他的计算结果令人吃惊: 电子简并压支撑引力是有限度的 (当时包括爱丁顿在内的天文学家都很难接受这一结论)。当白矮星质量太大自身引力太强时, 电子简并压也不能平衡星体的引力。这个极限质量后来就称作钱德拉塞卡质量, 约为 1.4 倍太阳质量。如果星体超过钱德拉塞卡质量, 星体因自身引力主导而继续塌缩。凭借这一重要发现和其他工作, 钱德拉塞卡获得了 1983 年的诺贝尔物理学奖。

可见, 白矮星研究成就了一代理论物理和天体物理大师! 物理学和天文学研究前沿的融合历史上就很紧密; 而如今, 这一融合正在成为一股不可抵抗的洪流。

(全号 南京大学天文系 210093; 徐仁新 北京大学天文系 100871)