

# 物理学史中的十一月



1783 年 11 月 27 日：米歇尔预见有黑洞

(译自 *APS News*, 2009 年 11 月)

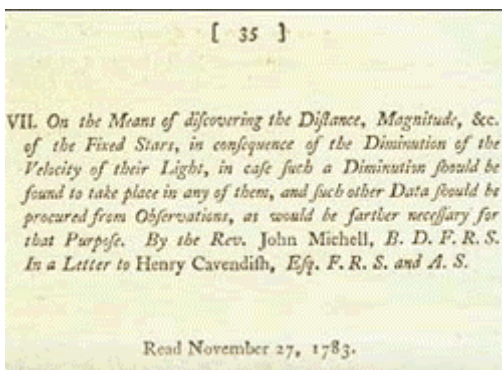
萧如珀 杨信男 译

我们都认为黑洞是 20 世纪的发明，它溯自 1916 年，当时爱因斯坦第一次发表了他的广义相对论，而德国物理学家施瓦茨查尔德 (Karl Schwarzschild) 从相对论的方程式所得到的数学解中，想见出如此的自然景象：环绕一个浓缩质量的时空球状截面会因极度弯曲以致外界看不见。但其实真正的黑洞概念“之父”是一个 18 世纪谦逊的英国牧师米歇尔 (John Michell)，由于他的想法远超越当时的科学家，所以并未引起别人的注意，一直到一个多世纪后才再被发现。

米歇尔出生在 1724 年，就读于剑桥大学，还一度在那里教过书，之后成为利兹镇附近桑丘区 (Thornhill) 的牧师。当时的记述有点不客气地说他“有一点矮、皮肤黝黑、胖胖的”，但他却被认为是一个非常足智多谋的男子，也是一位优秀的哲学家。虽在小镇当牧师，但他却和科学界有着良好的关系，富兰克林 (Benjamin Franklin)、普里斯特利 (Joseph Priestley) 和卡文迪什 (Henry Cavendish) 都曾造访过他。

米歇尔的研究兴趣涵盖数个科学领域，他起先研究磁学，证明磁铁两极作用的磁力因距离的平方而递减。在 1755 年里斯本一次大地震后，他提出地震会以波的方式在地球内部传播，对地震学科的建立有所裨益，并因此洞察力而被选进皇家学会。

在物理领域中，米歇尔所构想设计出的实验装置，后来被卡文迪什在实验室中用来测量质量间的引力，第一个得到了重力常数  $G$  的精确值。他也是第一位应用统计方法于天文学上的人，研究星体如何分布在夜晚的天空，并主张天空中以成对或成群



米歇尔于 1783 年寄给卡文迪什信中  
有关“暗星”的论文

形式出现的星体远比随机组合的多。他的分析提供了双星和星团的第一手证据。

然而最有先见之明的，是米歇尔于 1783 年 11 月寄给卡文迪什的一篇论文，后来刊登于皇家学会的期刊中。他并非想要发明奇特的天体，而是要找出一个有用的方法来测定星体的质量。米歇尔采用牛顿的光粒子理论，既然光由粒子所

组成，他推论当星体放射光粒子时，星体的重力会让光速减慢，因而产生可观测到的星光变动。他认为可以让光速通过棱镜而量出光速减慢了多少，因为能量减少了，所以光一定有不同偏转。他比较不同星体的折射影像来测定其不同的表面重力，进而计算出其个别的质量。

这个方法是基于当时大家已知的知识，相当合理，罗默 (Ole Roemer) 在一世纪前即已测出光速，所以米歇尔有了可用以比较研究的大约值。他也了解逃逸速度的概念 (逃逸速度 (escape velocity) 是指星体表面的物体要脱离它所处星体引力的束缚，飞离该星体所需的最小初始速度)，此关键速度会由星体的质量与大小所决定。米歇尔特别仔细考虑，如果一个星体非常重，而致它的重力非常强，因此逃逸速度相当于光速的话，那会发生什么情形呢？他下结论说：

假如一个密度与太阳一样的天体，其半径与太阳的半径比超过 500 : 1，且假设光线受其他物体吸引的力量也一样地与其质量成比例时，那么所有从此天体放射出来的光将被它自己所受的引力拉回去。

如此一来天文学家将会看不见那个星体，他认为宇宙间很可能有许多这种天体，因为它们不会放

射出光线，所以无法探测到。现在，天文学家相信大多数的星系中心都有许多黑洞。

米歇尔确曾想过也许可以间接探测这些“暗星”，假如它们有光亮的“伴星”环绕着，这更凸显出他的先见之明，这种双星系统的确就是现代天文学家用来推论黑洞存在的几个不同方法之一。他只是弄错了光速，爱因斯坦于 1905 年提出证明说，不管该地的重力强度是多少，光速都是固定的。米歇尔原先想用光速测天体的质量证明行不通，但现代光谱学中利用天体光谱可辨识的刻痕以当作光谱转移的参考，和米歇尔所提出的方法在观念上很类似。

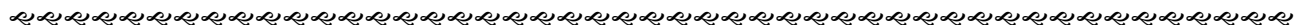
在米歇尔提出此非凡的见解之后数年，数学家拉普拉斯 (Pierre-Simon Laplace) 在他 1796 年所出版的书《宇宙系统论》(Exposition du Système du Monde) 中亦提出了相似的观点，说明光被极强重力的天体困住。拉普拉斯因此推论说，宇宙中最大的发光天体有可能基于这个理由而看不见。

1799 年，杨氏 (Thomas Young) 的实验证明了光的行为像波后，牛顿的光粒子理论在科学界立即

失宠，而因为米歇尔假设的“暗星”是基于牛顿的理论，所以也跟着被遗弃。然而，米歇尔有关光粒子被捕捉住的这个意外见解却经得起时间的考验。20 世纪物理学有了革命性的突破，从爱因斯坦和施瓦茨查尔德，以至奥本海默 (Robert Oppenheimer) 和霍金 (Stephen Hawking)，此概念几乎成了主流，而黑洞一词是物理学家惠勒 (John Wheeler) 于 1968 年在美国天文学会的一次演讲中所创造出来的。

我们可以这样说，那位矮矮胖胖、谦逊的乡村牧师米歇尔是出生在暗星下，他从未达到足够的逃逸速度，以让他的想法从桑丘区突破出去。他默默无闻地离开人世，他的“暗星”想法也随之被人遗忘，一直到 20 世纪 70 年代他的著作再度出现后，他的想法才终于为人所知。

(本文转载自 2011 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))



## 科苑快讯

### 美科学家研制出一种新超黑材料 有望推进航天领域的技术进步

据英国《每日邮报》11 月 11 日 (北京时间) 报道，美国科学家研制出一种新的超黑材料，能吸收几乎所有照射在其上的光，吸收率超过 99%，在从紫外线到远红外线多个波段都获得了几近完美的吸光效果。科学家们表示，这种材料可广泛应用于从光抑制到为太空设备降温和“瘦身”等领域，有望开启太空技术研究的新时代。

新材料是由中空且多壁的碳纳米管组成的一层纤薄涂层，纳米管之间细小的孔隙能收集和捕获背景光以防止其从表面反射出去对要测量的光造成干扰，由于只有很少一部分光反射离开，人眼和灵敏的探测器看到该材料为黑色。该材料可用在太空科学仪器中主要使用的硅、氮化硅、钛、不锈钢等不同表面上。

科学家们表示，这种材料能显著减少用于探测宇宙中最微弱和最遥远的光的深空设备的发射光数量，因此，其最有可能用做太空传感装置的光抑制剂。另外，因为材料越黑，其辐射的热量就越多，所以，这种涂层也可作为冷却剂，用在一些为太空

装置移除热量并将热量辐射回深空的设备中。在宇宙探索中，这些太空装置必须在超冷环境下工作，以收集宇宙深处物体发出的非常微弱的远红外信号。如果这些装置的冷度不够，其产生的热会淹没微弱信号。而且，这种涂层比其他吸光材料更轻，而对任何发往太空的装置来说，重量都是一个非常关键的因素。

领导该研究的美国航空航天局 (NASA) 戈达德太空飞行中心的科学家约翰·哈格比安表示：“反射测试的结果表明，该材料的吸收能力是目前吸收能力最强材料的 50 多倍，其在从紫外线到远红外线多个波段都获得了几近完美的吸收效果，这是前所未有的创新。”

该研究论文的合作者、戈达德研究中心的工程师曼纽尔·基哈达表示：“我们都对实验结果感到震惊，我们知道其吸光能力很强，但并没有想到其能将从紫外线到远红外线的光线一网打尽。”

戈达德的科学家爱德·沃莱克补充道：“这是一种非常有潜力的材料。它柔韧、轻便且非常黑，它比现在广泛使用的吸光材料黑漆不止好一点。”

(文章转载自 2011 年 11 月 12 日《科技日报》)