

# 太阳中微子之父

——纪念美国天体物理学家 John Norris Bahcall 逝世一周年



图1 John Norris Bahcall 教授

2005年8月17日,天体物理学界的一颗巨星陨落了。当 John Norris Bahcall 病逝的消息传出后,当今国际重要学术刊物《自然》、《科学》以及《美联社》、《纽约时报》、《华盛顿邮报》、《时代周刊》和《泰晤士报》等媒体均以不同的纪念方式,表达了对这位

伟大的天体物理学家的崇敬和赞扬。如今,这位伟大的天体物理学家,转眼间离开我们已经一周年了。值此,本刊编辑通过 Email 采访了他的夫人——普林斯顿大学天文学系的 Neta Bahcall 教授,谨以此文,表达对 Bahcall 先生的深挚怀念。

## 与物理结下不解之缘

1934年12月30日 John Norris Bahcall 出生于美国路易斯安那州的什里夫波特。起初并没有表现出对科学的特殊兴趣,中学时期,他痴迷的是打网球和参加辩论赛,并曾获得过该州的网球冠军和全国辩论赛的团体第一名。在踏入大学之前,他从未学过一门有关科学的课程,更不用说专修物理学。Bahcall 在路易斯安那州立大学学习了一年,选修专业是哲学,打算将来当一名哲学家。

1956年,他转学到加州大学伯克利分校。由于该校要求学生毕业之前必须选一门科学课程, Bahcall 迫不得已才选修了一门物理课。然而奇迹就此发生了。他后来回忆时说:“我一下子就迷上了物理。”在伯克利 Bahcall 获得了学士学位。随后,他去了芝加哥大学,并于1957年获得了硕士学位,又在1961年获得哈佛大学物理学博士学位。之后,他先后在印第安那大学和加州理工学院任职。1968年以后, Bahcall 一直在普林斯顿高等研究所工作。

Bahcall 在50多年的科研生涯中,发表的论文、著作和科普作品数目超过了500篇。他的文章被引

用超过2万次。Bahcall 一生获得了许多的奖项。1999年克林顿总统授予他国家科学勋章。他还获得过美国物理学会的汉斯·贝特奖、以色列的丹·大卫奖、英国皇家天文学会金质奖章以及费米奖、本杰明·富兰克林物理奖等。Bahcall 在1976年当选为美国科学院院士,曾担任美国天文学会主席(1990—1992)和美国物理学会候任主席(2004—2005)。正如 Bahcall 常说的那样:“物理改变了我的一生”。同样, Bahcall 的一生也改变了太阳中微子的研究。

## 开拓太阳中微子研究的先驱

Bahcall 毕生致力于对太阳中微子问题的研究,无疑这也是他对科学最重要和最著名的贡献。中微子是一种不带电的基本粒子,它与物质的作用非常微弱,如同“幽灵”一般,人们很难发现它的踪影,所以中微子被称为宇宙间的“隐身人”。早在1930年物理学家泡利就预言了这种神秘粒子的存在,但科学家们用了25年的时间才证实了这一预言。

Bahcall 最著名的一项科学贡献是,他与雷蒙·戴维斯(Raymond Davis, Jr)一起,在1964年首次提出,通过测量从太阳抵达地球的中微子的数量和特性来研究太阳之谜——太阳如何发光?它有多古老?有多热?如果能够探测到太阳中微子,不但可以证明太阳的确是靠核聚变发光的,而且还可以进一步研究太阳内部的活动。

Bahcall 是一位理论物理学家,他致力于对太阳内部演化过程的计算,而戴维斯是一位实验物理学家,他试图捕捉这些中微子。戴维斯的实验室在1968年得到了首批观测实验结果,但观测到的太阳中微子数量明显低于 Bahcall 基于标准太阳模型和粒子物理的预言值,只有预期的1/3,这就是人们常说的“太阳中微子短缺之谜”。20世纪90年代以后,更大规模的中微子探测器的观测实验表明, Bahcall 预言与观测结果的差异不是 Bahcall 的计算出了问题或者是太阳的结构模型不对,而是我们需要修正对粒子物理学的理解,因为这些实验证实了中微子有静止质量和中微子振荡的存在。由于这些大规模

观测的成功,中微子探测方面的领军人物——戴维斯和小柴昌俊获得了2002年诺贝尔物理学奖。

对于Bahcall没有分享到诺贝尔物理学奖,他的很多同行都感到迷惑和不平。但Bahcall本人却没有因此感到不满。相反的是,他为自己的同行们获得了诺贝尔奖而感到自豪和欣慰,认为这是对太阳中微子领域研究的肯定。当笔者向他的夫人Neta Bahcall提起这一话题时,她说:“许多人确实期待着他能够分享到这一荣誉。他的计算和理论奠定了进行太阳中微子实验研究和解释的基础。可以说没有他的工作,也就没有所谓的‘太阳中微子之谜’或‘太阳中微子之解’。没有他40余年的理论计算,也就没有相关问题引出的所有的实验和其后的伟大的结论。他的计算被证明是正确的,并成为了太阳中微子研究的基础。”

她还回忆说:“当年的诺贝尔奖宣布后,Bahcall收到了几百封的来信,信中很多人称他为‘太阳中微子之父’,在许多人的心目中,他已经获得了诺贝尔奖。这使Bahcall深受感动,他对已经取得的科学成就感到很满意,并常说:‘我们做科学是因为热爱科学,我们想了解我们在宇宙中的位置。科学研究能够赋予我们美和乐趣,这是我的动力来源,也是对我的奖赏’”。

### 杰出的科学领袖

Bahcall既是杰出的科学家,又是一位卓越的领导者。他是美国天文和科学界许多重大项目的强有力的推动者。20世纪70年代,他和赖曼·斯皮策(Lyman Spitzer)一起推动了哈勃空间望远镜计划。不管任何时候遇到麻烦和障碍,Bahcall和赖曼·斯皮策会立刻整装前往华盛顿,以科学家的真诚态度和锲而不舍的精神去游说国会的议员支持哈勃空间望远镜计划。1990年,哈勃空间望远镜终于发射成功,成为浩瀚星际中一架无与伦比的观测者。加州大学圣克鲁兹分校的天文学家Sandra Faber评价说:“哈勃空间望远镜是有史以来天文学上所制造的一架最重要的仪器。”

1989年,美国科学院组织了一个天文学和天体物理学调研委员会,以便为未来10年的地面和太空计划提供重要的决策咨询。由于Bahcall具有敏锐的科学眼光,对天文学有着深刻的洞察力和绝妙的判断力,以及他那雄辩的口才和永不言弃的科学精神,大家认为他来做该届委员会的负责人是再合适不过了。该委员会也因此被人们称为“Bahcall Committee”。委员会的成员是一支庞大的队伍,由天文学各

个领域的精英组成。Bahcall努力让每个成员都能发挥自己的优势,倾其所能地贡献自己的力量,就像空间望远镜的每一个元件一样,成为不可或缺的组成部分。

该委员会于1991年发表的报告《天文学和天体物理学——发现的十年》论述精辟透彻(被称作“Bahcall Report”),为美国20世纪90年代天文学的发展绘制了宏伟蓝图,其中将建造大型空间红外望远镜推荐为优先级最高的计划。2003年8月25日,以斯皮策命名的空间红外望远镜发射升空,全世界看到了它拍摄的第一批图像,人类终于可以用红外“眼睛”窥视到遥远星系中被尘埃所遮蔽的心脏地带。

Bahcall说:“斯皮策空间红外望远镜将和哈勃空间望远镜以及其他的探测仪器一道,为天文学家探索宇宙开辟前所未有的广阔前景。”“今天我的梦想终于成为现实。”Bahcall说:“我们都好奇,生命是怎样起源的,宇宙又是怎样变成今天这种样子。尽管目前还没有准确的答案,但现在有了斯皮策空间红外望远镜,我们就离发现这个答案又前进了一大步。当我第一次获悉在一个几乎和我们的地球同样古老的星系中发现了有机分子的时候,我激动得几乎发抖。”

Bahcall在天体物理的许多领域,不管是类星体吸收线、暗物质,还是银河系结构、星体的演化等方面,都有不同程度的建树。除了发表的大量论著外,他所留下的报告、文稿以及大量笔记,都是一笔巨大的财富。即使在生命的最后阶段,死神随时可能光临之际,Bahcall依然念念不忘他的工作,在病床上他还通过打电话与同事们进行交流。

### 天体物理学的一代宗师

Bahcall对天体物理学最具深远影响的贡献,或许是他对年轻人才的扶植和培养。他在普林斯顿高等研究所建立了天体物理研究小组,并使它成为一个吸引最优秀博士后的研究基地。众所周知,要想进入该研究所学习的学生必须是很优秀的,也就是说,“门槛”很高,但是学生进来后,却享有绝对的自由空间,不仅可以自由选择导师,而且随时可以转换研究方向。这里浓厚的科研氛围是学生们成长和发展的沃土。他的博士后研究模式成为世界各地天体物理学家争相效仿的典范。

Bahcall对教育的热衷跨越了国界。他曾多次前往以色列,是许多以色列天体物理学家的良师益友。在那里,他帮助建立研究机构和天文学科研团队。他

不仅仅给天体物理学者讲课,还给高中生们讲一系列的科普课程,引导下一代走进科学大门。

Bahcall 不仅学识渊博,而且讲课深入浅出,极富幽默感,能把枯燥的理论讲得生动有趣,引人入胜,常常引得满堂笑声。同时他在指导学生方面不惜花费大量的时间,学生遇到问题时,他总是不厌其烦地耐心解答。学生们聆听他的教诲,觉得他就像一位可以与你促膝谈心的老朋友。

在 Bahcall 的追悼会上,许多和他一起工作的同事说,他们感觉像失去了一位可亲可敬的父辈。Bahcall 用“很好玩”来形容自己的工作,同事眼中的他总是神采奕奕,言语笃定而又不失幽默,即使探讨很严肃的科学问题,他也是循循善诱,旁征博引。

Bahcall 所领导的天体物理组还有一个特别的每日午餐例会。每天中午,他召集所有的科研人员一起到楼梯的最顶层上,用最大的嗓门亲自主持他们喧闹的午餐聚会,无论是平心静气的讨论还是如同战斗般的争吵,讨论的话题总是那么令人鼓舞和激动,每个人都神采飞扬,抑制不住内心的激动,那种圈外人难以体会到的快乐在每个人的眼眸中闪烁着。大家都认识到像这样的交流和深入探讨,要比在一个封闭的环境中,靠自己冥思苦想,效率高得多。

作为一名杰出的理论物理学家,Bahcall 的工作影响了无数的理论和实验物理学家。他一生中培养了一批科学精英,在普林斯顿大学周边的 12 位天体物理学家中就有 6 位曾和他一起工作过。

### Bahcall 的幸福生活

40 年前,Bahcall 在一次去以色列 Weizman 学院的访问中偶然遇到了 Neta,她当时还是 Weizman 学院的一名学生。尽管他们连一句话也没说过,但 Bahcall 却已经被 Neta 深深吸引住了。他想办法找到了 Neta 的导师,恳请他介绍自己和 Neta 相识,然后又想方设法地邀请 Neta 与他约会。之后 Bahcall 不得不结束短暂的访问,回到美国,但他依然每天给 Neta 写信,甚至直接寄给她飞往美国的机票。这就是 Bahcall 的性格,尽管遭到了无数次的拒绝,但认准了的事情就要毫不气馁地坚持下去。一年后,Neta 终于被 Bahcall 的执着所感动,从以色列飞往 Bahcall 所在的加州理工学院,并接受了 Bahcall 的求婚,从此开始了他们的幸福生活。

Neta 是一位天文学家,主要从事宇宙中暗物质的观测研究。1970 年她在以色列的特拉维夫大学获得天体物理学博士学位。1971—1983 年在普林斯顿



图2 1999 年克林顿总统授予 Bahcall 国家科学勋章时,Bahcall 夫妇和他们的三个孩子在白宫的合影

大学天体物理系从事科学研究工作;1983—1989 年在美国宇航局的空间望远镜科学研究所任职,该研究所主要负责控制和协调哈勃空间望远镜的科学操作;1989 年以后回到普林斯顿大学天体物理系一直担任教授至今。她在 1995—1998 年曾担任美国天文学会的副会长。目前她还在普林斯顿大学以及很多学术团体担任许多重要的职务。1997 年她成为美国科学院院士。

Neta 在给笔者的信中说,她与 Bahcall 既是最好的朋友,最好的科研工作的同事,同时又是和睦的人生伴侣。在 40 年的共同生活中,他们互敬互助,不仅一起合作发表了三十多篇科学论文,而且还共同培养了三个非常优秀的子女。他们分别是 Safi, Dan 和 Orli。三个孩子都获得了博士学位,各自在事业上取得了成功。Safi 是一家名为 Synta Pharmaceuticals 的生物技术公司的总裁和首席执行官;Dan 是一名认知科学的博士;Orli 是一名流行病学的博士,现在是著名的《Nature Genetics》的科学编辑。笔者问 Neta,“你们夫妇工作如此繁忙,又是怎样挤出时间培养了三名如此出色的子女呢?”Neta 回答说:“我们夫妻一直把教育孩子的责任和科学研究摆在同等的位置上。我们把自己一生对科学知识如饥似渴的精神和强烈的事业心,影响和延伸到自己的子女身上,利用各种机会培养孩子们对科学世界的热爱和进行探索的兴趣,请孩子们去听他们的课,时常带上孩子们一起去参加科学会议,我们夫妇还给孩子们上学的学校举办科普讲座,讲一些初步的物理知识,把书本上抽象而枯燥的概念变成了生动有趣的语言,把热爱科学和严谨治学的作风传授给孩子们。”

Neta 说:“今生今世遇到 John,是我一生最大的幸福,孩子们取得的成就是我和 John 一生的骄傲。”

John Bahcall 和 Neta Bahcall 是美国天文学界唯一一对夫妻院士,他们的杰出工作和美满生活成为学术界的一段佳话.

今年4月中旬 Neta 给笔者的回信中提到,她即将飞往以色列,参加在那里举行的纪念 John Bahcall 的一个学术研讨会,会议的名称便是“John Bahcall 物理日研讨会”.虽然 Bahcall 已经去世一年了,但他对天体物理学研究的卓越贡献将永远被人们传诵.亲人和朋友们对他的热爱和思念,也必将和他的伟大科学发现一样,永久回荡在他一生探索的浩瀚的星空.

致谢 感谢邹振隆研究员和刘寄星研究员对本文提出的宝贵修改意见.

### 参 考 文 献

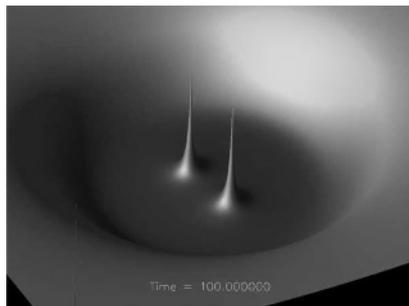
- [ 1 ] Ostriker J P. Nature ,2005 ,437 :43
- [ 2 ] www.timesonline. co. uk/article/0 ,60 -1758833 ,00. html
- [ 3 ] http ://www. sns. ias. edu/~jnb/
- [ 4 ] 本文作者和 Neta Bahcall 教授 2006 年 4 月的 email 通信

(本刊编辑 王进萍)



## · 物理新闻和动态 ·

### 黑洞的合并



最近利用引力观测所的激光干涉仪(Laser Interferometer Gravitational - Wave Observatory , LIGO)和空间天线激光干涉仪(Laser Interferometer Space Antenna LISA)的探测器对两个黑洞在碰撞时辐射的引力波进行了精确的观测与计算.两个黑洞进行碰撞时,在它们的周围会向外发射出巨大的突发性的引力波.这些波非常有利于探测器对它们的搜索.

最近利用引力观测所的激光干涉仪(Laser Interferometer Gravitational - Wave Observatory , LIGO)和空间

相对来说,在计算机上模拟黑洞附近的物理行为为有一定的难度,一方面是我们对整个系统不太清楚,另一方面也不知道应该用什么方程去描述这些力场的作用.为了描述空间中复杂的电荷与电流的分布,我们只能利用麦克斯韦方程来确定空间场中各种力的作用.而在两个黑洞的条件下,可以使用爱因斯坦广义相对论中的方程.

黑洞是最终密封引力的空间,因此如何去模拟与计算它周围的物理状态变得很困难.然而德克萨斯大学 Brownsville 分校的一些物理学家们推导出了一种新的算法,它不仅可以对黑洞的引力波进行正确的估计,而且还能较容易地在计算机上模拟一个在很短时间间隔内让黑洞逐渐地导致合并的过程(如图所示).这个新的工作成果是德克萨斯大学正在进行的大规模数字模拟研究,即 Laganus 计划中的一部分.研究组成员 C. Lousto 教授认为,他们工作的重要性是在于能给引力波观测(如 LIGO)提供一个比较精确的预测,并可以为下一步的观察作出有效的规划.

(云中客 摘自 Physical Review Letters ,24 March 2006)



## · 物理新闻和动态 ·

### 《邮票上的物理学史》获第三届吴大猷科普著作金签奖

[本刊消息]由海峡对岸吴大猷基金会主办的科学普及著作奖第三届评选结果已经揭晓,并于2006年7月5日上午在台北举行颁奖仪式,由诺贝尔奖得主杨振宁教授主持颁奖.

吴大猷科学普及著作奖每两年举办一次.它以一般知识分子为阅读对象,以信(内容丰富正确)、达(表达清楚)、趣(吸引读者、可读性强)为评审标准.目的在于选拔优良科普书籍,肯定创作者与译作者的贡献,只要是华文地区的中文科普著作,均可参选.目前是两岸最重要的科普著作奖.

吴大猷奖分原创和译作两类,每届在每一类各评出10本佳作,包括一名金签奖和一名银签奖.今年还新设了“少年组特别奖”,让青少年的科普书籍独立评审.我国著名数学家王元院士的《华罗庚传》曾荣获首届原创类金签奖.

今年第三届共有140本书籍参加评选.原创类的金签奖由北京大学物理学院秦克诚教授编著的《邮票上的物理学史》获得.杨振宁教授在现场高度评价了这本书,称该书将对物理学史的介绍和对邮票的欣赏结合起来,将集邮和求知结合起来,图文并茂,深入浅出,这样的科普书籍将会影响很多人.

《邮票上的物理学史》于去年由清华大学出版社为纪念世界物理年出版.成书出版前,曾在《大学物理》连载,从1998年7月至2004年12月,共6年半.2001年首届大学物理教学论文评奖时,当时已发表的30余篇被评为教学论文一等奖.去年年底又获《科学时报》读书杯科学-文化著作最佳创意奖.