

核磁共振与诺贝尔奖

姜广智



2003年10月6日,瑞典卡罗林斯卡医学院宣布:2003年诺贝尔生理和医学奖授予美国化学家保罗·劳特布尔和英国物理学家彼得·曼斯菲尔德,以表彰他们在核磁共振成像技术领域的突破性成就。迄今为止,已有10位科学家因在核磁共振技术领域的卓越贡献而荣获诺贝尔奖。他们分别为:美国物理学家斯特恩,因发展分子束的方法和发现质子磁矩而荣获1943年度诺贝尔物理学奖;美国物理学家拉比,因应用共振方法测定了原子核的磁矩和光谱的超精细结构而荣获1944年度诺贝尔物理学奖;美国物理学家布洛赫和珀塞耳,因发现和发展核磁精密测量新方法共获1952年度诺贝尔物理学奖;瑞士化学家恩斯特,因发明傅立叶变换核磁共振分光法和二维及多核磁共振技术而荣获1991年度诺贝尔化学奖;瑞士核磁共振波谱学家维特里然、日本科学家田中耕一和美国科学家约翰·芬恩,因发明利用核磁共振技术测定溶液中生物大分子三维结构的方法而荣获2002年度诺贝尔化学奖。

自从1896年贝克勒尔发现放射现象以来,物理

学家开始密切关注核物理研究。1920年,斯特恩和盖拉赫发现:当原子束通过不均匀磁场时,会相

对于磁场的取向而偏转。1924年,泡利指出:原子核如同电子具有自旋和磁矩一样,也存在着角动量和核磁矩,并提出“核磁共振”概念。1937年,拉瑟里尤和舒伯尼科测出质子的核磁矩值,其误差约为10%。他们还发现,即使在2K的实验温度下,微观核磁矩在很短的时间内就可达到热平衡。拉瑟里尤和舒伯尼科被认为是最早发现核磁现象的人。

1939年,拉比在斯特恩—盖拉赫分子束实验基础上,改进装备设备,利用一个非均匀强磁场使一束粒子偏转,然后再利用另外一个磁场使粒子重新会聚到检测器上。经过实验研究发明著名的核磁共振方法:在一定条件下,如果从垂直于磁场的方向加进交变磁场,能够改变磁矩的方位,使磁矩体系有选择地吸收特定频率的交变磁场的能量。

文开头提到的1942年,美国的第一座原子能核反应堆还不能算真正意义上的核能的和平应用,毕竟其输出功率太小了。第一座真正意义上的原子能发电站直到1954年在苏联建成,其发电功率为5000千瓦。英国于1956年建成该国第一座原子能发电站。而美国则迟到1958年才建成一座具有工业规模的民用核电厂。到1982年,已有25个国家拥有原子能发电站,原子能核电站已达249所。而到目前为止,建成和在建的原子能发电站共计则已经多达470余座。核能在当今的人类能源利用中的所占比例越来越高。

核能开发的明天

人们在对太阳的研究中认识到了核聚变反应,而且认识到轻核聚变的能量比重核裂变的能量要大得多,而且不存在放射性污染。这为解决能源危机展现了广阔的前景。同时,这也成为人们进一步开发核能的前进目标,而就目前的发展来看,

人们在核聚变的研究上,在军事方面已经取得了成功。1952年,美苏两国先后爆炸了氢弹,我国的第一颗氢弹也于1967年爆炸成功。但对核聚变实现有效地人工控制却依然没有实现,这里面有许多难题需要解决。

目前人类正在攻克这一难题。最有效的设想是“激光——电磁约束等离子体聚变装置”。即用激光的超高温进行核聚变点火,用电磁约束作“容器”,然后控制氢核原料的流量,从而实现聚变能量的缓慢释放。还有一种设想,是建立太空核聚变核电站,利用太空中没有引力的失重现象控制氢核燃料的流量,使之缓慢释放能量,然后通过激光技术或微波把能量发回地球。

但是,设想毕竟还只是设想,要把设想变为可操作的现实过程,这中间还有大量的工作要做。不过,这毕竟是给人类预示了核能利用的美好明天。

(首都师范大学物理系 100037)

1946年,布洛赫和珀塞耳彼此相互独立研究核磁共振现象,发现氢原子核等纯物质样品在外磁场作用下,会发出一定频率的电磁波。后来两人合作研究并同时发现,用适当的射频波,在主磁场的垂直方向上对进动的原子核进行激励时,其进动角度增大;停止激励后原子核又会恢复至激励前的状态,并发射出与激励磁波相同频率的射频信号。同年,布洛赫和珀塞耳利用核感应方法,分别测出液体水和固体石蜡的核磁共振。不久又共同一起研制出世界上第一台核磁共振谱仪。

1967年,约翰斯等人首先用活体动物进行实验,成功地检测出动物体内分布的氢、磷和氮的核磁共振信号,开创了生物体组织化学分析的新纪元。

1970年,达马迪安通过对已植入恶性肿瘤细胞的老鼠进行核磁共振实验,发现正常组织与恶性组织的核磁共振信号明显不同,并提出利用核磁共振对生物体进行成像的可能性。1972年,劳特布尔提出利用核磁共振信号完全可以重建图像。

迪马迪安、明可夫和哥德史密斯,经过7年的艰苦努力,终于建成人类历史上第一台全身核磁共振成像装置。

劳特布尔当时已在纯物质的波谱分析方面取得巨大成就,且在试管内样品的波谱学研究方面享有盛誉。劳特布尔推测,如果在置有样品的强静磁场上叠加一可控的弱梯度磁场,同一频率的成像层就能被隔离,此时检测到的信号即可用来成像。1973年,劳特布尔宣布采用3个线性梯度磁场 G_x 、 G_y 和 G_z 来选择性地激发样品,使之得到所需的成像层面。

后来,劳特布尔通过梯度磁场,用逐点诱发磁共振信号,然后对这些一维投影值进行组合的方法获得了一幅二维的核磁共振图像。劳特布尔采用的成像方法为他自己创立的组合层析成像法。劳特布尔的实验对象是两根直径为1mm的充水毛细管。成像时,这两根毛细管被置于一个装有重水的直径为4.2mm的玻璃试管中,加入的梯度场所对应的质子共振频率为700Hz/cm。劳特布尔的研究成果于1973年在《自然》杂志上发表。

1973年,曼斯菲尔德差不多和劳特布尔同时,并独立地发表相关核磁共振成像的论文。他们两人都认为:用线性梯度场来获取核磁共振的空间分辨率是一种有效的解决方案,因而在成像概念

上产生了质的飞跃。随后,曼斯菲尔德又进一步验证和改进了组合质析成像方法,并发现不均匀磁场的快速变化可以使其更快地绘制出物体内部结构成像。此外,他还证明了可以用数学方法分析这种方法获得的数据,为利用计算机快速绘制图像奠定了基础。

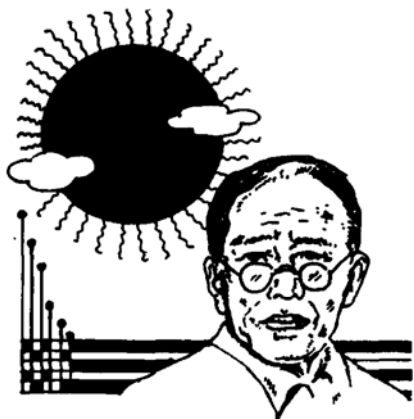
后来,研究人员根据他们的研究成果取得一系列成就。科学家通过对活体组织进行局部成像的初期实验,获得了一批实验用的断层图像。1974年,劳特布尔获得活鼠的核磁共振图像;1976年曼斯菲尔德获得世界上第一幅人体断层像;1977年,达马迪安获得人体胸部断层像,欣肖、鲍特姆雷分别获得人手指、手腕关节剖面像;1978年,劳特布尔同马拉德、赫蔡森等人用0.04~0.085特斯拉的磁共振设备获得极具价值的头部断层像以及腹部图像;同年,英国诺丁汉大学和阿伯丁大学的物理学家们获得第一幅个人人体头部断层像。经过科学家和工程师的共同研究开发,第一台医用核磁共振成像仪于20世纪80年代初问世。后来,为了避免人们把这种技术误解为核技术,一些科学家把核磁共振成像技术的“核”字去掉。称其为“磁共振成像技术”,英文缩写即MRI。正是由于劳特布尔和曼斯菲尔德的线性梯度磁场理论,为核磁共振成像技术从理论到应用奠定了基础,而最终赢得诺贝尔生理和医学奖。据诺贝尔奖评选委员会介绍,这两位科学家在使用核磁共振技术拍摄不同结构的图像上获得了关键性发现,他们的研究导致了现代核磁共振诊断手段的产生,核磁共振成像技术可使医生在无须手术的情况下,对病人体内器官进行检查。利用这一技术可产生人体器官的三维图像,对获取脑部和脊髓的详细图像及诊断癌症具有重要意义,它代表了医学诊断和研究领域的一个重大突破。

劳特布尔1929年生于美国俄亥俄州小城悉尼。1951年获得凯斯理工学院理学学士,1962年获得费城匹兹堡大学化学博士。1963~1984年,聘为纽约州立大学石溪分校化学和放射学系教授。1985年至今,担任美国伊利诺伊大学生物医学核磁共振实验室主任。

曼斯菲尔德1933年出生于英国伦敦,1959年获伦敦大学玛丽女王学院理学学士,1962年获伦敦大学物理学博士学位。1962~1964年担任美国伊利

物理学家的社会责任

李学潜 王青



我们谈到物理学家的责任，人们立刻会想到的是探索大自然的奥秘，利用物理规律为人类造福，在漫长的征途上不断地创新、创新、再创新。毋庸置疑，争取达到当代的顶峰，这是任何一个科学家的天职。但是我们在这个短文中要谈的是物理学家的另一个职责，即对社会的责任。

许多社会现象表明，广大的群众对科学了解还是非常肤浅的。其实不仅在中国是这样，在科学技术发达的美国，情况也并不好太多。人们对科学，对自然的盲目无知造成了很大的破坏力。尤其是今天物质财富比过去要丰富得多，科学技术在高速发展，情况就更严重。如果只是享受这些技术上的成果而不重视它们长远对人类的负面影响、对环境的破坏，后患是无穷的。而这些技术成果可能造成的后果，正是科学家们应该告诉人们的。我们物理学家不但要告诉广大群众，而且要告诉那些只重视技术改进和应用的工程师们，从物理规律上分析，有些大的技术举措会带来什么好与坏的结果。

从历史上我们知道，人类从无知、愚昧到有今天的文明是由于科学的进步，其中物理学（在不太久以前，物理学还被认为是唯一定量描述自然的科学）是基础的基础，没有牛顿力学、热力学、没有相对论就没有原子能和星际旅行，没有量子力学就没有电子计算机，也就没有今天的一切。物理学在不断地创造人类文明，也同时警告人们在某些技术上不能走得太远，否则会将人类引到毁灭。

物理学家曾天真地认为，也许很多人也是这样认为，物理学作为人类文明的基础是天经地义的。但事实上许多人类愚昧无知的行为却说明事实不是

这样的。这样的例子不胜枚举，人们并不特别尊重物理学规律，也不听从物理学家对自然的解释。哥白尼的牺牲就是一个典型的例子。这是人类的悲哀，也是物理学家的悲哀。迷信正是来源于对自然界的无知和对自然界中各种物理现象的不理解。

正是这样，物理学家们不仅肩负着探索宇宙的责任，同时也有向公众传播科学知识的义务。这包括写一些普通人可以看懂的科普文章，在有较大科学事件发生时，如高温超导的发现、美国探测卫星对宇宙的探测结果、阿尔法磁谱仪的意义、以及关于最近霍金宣称对黑洞的新认识，等等，都是我们宣传物理学最理想的场合。我们利用群众的一些好奇心，向他们介绍现代物理的观念和知识。比如人们特别是年青人对霍金的好奇有助于向他们介绍有关黑洞，甚至于宇宙的知识。他的科普报告尽管也很深奥，但也许远比我们一本正经地讲宇宙在加速膨胀，因而要引入不为零的宇宙常数及暗能量更易被群众所接受。我们举个例子：霍金在北京科学会堂做关于膜宇宙的讲演，整个会堂座无虚席，许多人为争得一张入场券而煞费苦心。然而听众中除了受过严格的理论物理教育的学者，有几个人能懂额外维是怎么回事？但是我认为这不影响整个讲演的魅力和意义。正因为霍金人格上的魅力，使年青人听到了关于宇宙奥妙的精彩讲演。他们不懂细节没有关系，但他们知道宇宙是多么奇妙，有无穷多的奥秘等待人们去探索。也许就由于这个讲座，听众中的一些年青学生会走到这个领域，将来成为科学研究的中坚。因而我坚信，科学家向群众普及科学知识是十分重要的。

除了向广大群众普及物理知识，在今天，物理学家们又增加了一项向大学物理专业本科生介绍物理学新进展以及讲解如何做科学研究的责任。

与 50 年代到 80 年代末不同，由于市场经济大

诺伊大学物理系助理研究员，1964 年为英国诺丁汉大学物理系物理系教授。1983 年获得医学磁共振学会金质奖章。1987 年为皇家学会成员。1988 年获得欧洲磁共振奖金。1993 年为英国无线电学会荣誉成

员。同年封为爵士。1995 年获得欧洲无线电协会和欧洲无线电学会金质奖章。现为诺丁汉大学物理系退休教授。

（西安陕西师范大学物理与信息学院 710062）