

科学家

超导体专家赵忠贤

黄 兴 章

(物理研究所)

1987 年 9 月 14 日上午,第三世界科学院第二次大会在北京人民大会堂里开幕了。现任院长、国际理论物理研究中心主任、著名物理学家萨拉姆教授正式宣布:经 1986 年物理奖评审委员会的进一步推荐,授予中国科学院物理研究所赵忠贤 1986 年第三世界科学物理奖。

赵忠贤,辽宁省新民县人,1941 年 1 月出生。1959 年考入中国科学技术大学物理系。三年的基础课学习结束,他选定了自己事业之舟的航向,以第一志愿攻读低温物理专业。

1964 年,他被分配到我国低温物理与技术的发源地——中国科学院物理研究所。此时,他为实现自己的初衷而兴奋不已,从此更加刻苦钻研,努力探索。在这里,他更多地接触到充满着诱惑力的一个个新课题、一项项新任务。开始,他参加超导计算机器件的研制,把半导体的光刻技术应用到超导器件的制备工艺上。后来,他承担了国防任务,积极参加并领导研制为提供红外雷达和参量放大雷达用的微型致冷机。该系统体积小、振动小,在低温($\geq 20\text{K}$)下运转稳定,寿命长。它作为这个所低温技术成果的组成部分之一,曾获得全国科学大会的奖励。



赵忠贤(右)在接受第三世界科学院院长授予的
1986 年度物理奖

1974 年后,组织选送他去英国学习。他先在英国国家物理实验室,后来进入剑桥大学冶金及材料科学系进修。在导师的指导下,从事有关第 II 类实用超导体的研究课题。为了探索这类超导体的“谜”,赵忠贤在实验室里经过了无数次研究方案的推敲,无数遍精心的实验,每天一千就十几个小时,常常工作到深夜。仅仅一年的时间,他发现了第 II 类超导不可逆量子磁通线在运动过程中,从非线性到线性区转变的临界点与临界电流呈线性关系。对此,他的导师、超导物理学家艾维茨博士称赞道:“如果是我的博士生能在三年内做出这样的结果,那就是非常好的。”该项工作曾在第 15 届国际低温物理学会议上宣读,后又发表在法国的一家学术刊物上。

回顾低温物理的发展过程,科学家们是知道的,尽管由超导体的理想导电性、完全抗磁性,以及隧道效应等基本性质而产生的强磁与弱磁行为,已经在国民经济、军事技术、医疗卫生和高技术产业的若干领域内得到或将得到实际应用,但是,超导技术发展的基础是低温技术与实用超导材料的获得和发展。超导体的优异性能在技术上的应用虽是极为理想的,但它的广泛

应用受到低温条件的限制。自 1911 年以来,发现的超导体有上千种之多,可它们转变成超导状态时的温度极低。1973 年,科学家发现的铌三锗超导体,其超导转变温度当时为最高,达到 23.2K。目前,在科研和其他工业部门常用的超导体,如铌三锡,超导转变温度仅为 18K。因此,这类超导材料的工作温度只能在液氮温区,获得、保持这样低的温度需要氮液化器和低温容器或致冷机,不但体积庞大,操作复杂,价格昂贵,而且在液氮温区的致冷效率很低。显然,这些缺点大大限制了超导技术的应用范围。

可是,能否找到高温超导体,在物理学家中是有过争议的。有一种意见认为,超导是严格的低温现象,寻找高转变温度的超导体只是人们的梦想。1975 年,美国固体物理学家访华代表团访问中国科学院物理研究所时就曾有人戏言:“除非将室温降到液氮温度,人们才能获得室温超导体。”然而,超导体诱人的应用前景,以及它产生的深远影响,始终受到国际学术界的普遍关注,探索高转变温度超导体一直成为当今最富有吸引力的物理课题之一。

1975 年回国后,他踌躇满志,继续涉足于超导材料的研究领域。由他和所内有关专家的共同倡议,自 1976 年以来,在物理所和物理学会的支持下,汇聚国内超导人才,先后举行了 6 次关于高转变温度超导体的全国性学术会议。这在国际上也属罕见。每次会议的召开,他总是热情的组织者之一和最活跃的参加者,并担任了第 5 次会议的领导小组组长。同时,在 1977 年的全国自然科学规划会议上,他们还把超导技术的研究正式列为凝聚态物理研究的 5 项重点之一。随后,他在物理所参与组织筹建超导体研究室,担任了该研究室副主任,并多次撰写超导体的科普与评论性文章,在国内予以宣传。无疑,这些努力在推动我国超导方面研究及其应用的发展方面起到积极作用。

近十年来,赵忠贤的研究范围广泛,学术思想活跃,并显露其科研组织工作的才能。他和他的同事们、研究生与有关单位合作,主要集中于两个方面的研究工作:一是亚稳相的材料,如 A_{15} 结构、非晶态、夏沃尔相材料;二是非常规超导体,如氧化物超导体、重费米子系统及有机材料等。至 1986 年末,他(或以他为主要参加者)在国内外发表的论文约 30 余篇,其中有的独具创见,曾在美国、法国和西德等国举行的国际学术会议上宣读,赢得了与会学者的好评和关注,并被国际上有关的杂志刊登或选入会议论文集。例如,在非晶态的电导及超导电性的研究中,他与北京大学合作,用双阱模型解释了非晶态中一些合金的电阻现象,提出了一种无序构形准粒子激发的新模型。他与南京大学合作开展的实用超导体的平面钉扎模型研究,修正了国际上通用的钉扎模型,为实用的铌钛超导材料找出一个易用的方程,减少测试工序,便于工程设计参考。此外,他还与北大合作,提出了一种可能的激子型超导体,和在夏沃尔相材料研究中预见的一种新超导材料,引起了日本、民主德国和美国等科学家的兴趣,其中上述夏沃尔相材料已被美国的有关实验室证实为超导体。前美国物理学会主席马夏克教授来物理所参观访问时,了解到这些研究工作结果后说:“这是一个优秀的物理研究小组,中美交流就要这样的人选。”

1986 年 4 月,瑞士科学家缪勒和柏诺兹发现钡铜氧化合物在 30K 时存在着超导电性的可能性。赵忠贤在 9 月从有关方面得知这一消息后,对其进行了认真分析,认为他们发表的论文是有道理的。他初步判断是,这种氧化物在三价铜离子和二价铜离子之间的巡游电子可能导致 John-Teller 效应在不同铜离子上交替发生,并使相邻晶格交替发生畸变。这种不稳定性可能会产生强的电子-声子相互作用,而又不引起结构相变,因此有可能出现高转变温度的

超导电性。他旋即与有关同志商定,在所内首先开展这项研究工作。

1986年12月,他们获得了超导起始转变温度48.6K的铌钡铜氧化物和46.3K的钡钡铜氧化物,并观察到某些多相的钡钡铜氧化物样品在70K时的超导迹象。这一研究成果突破了某些科学家提出的超导转变温度的上限为40K的理论观点,使得在国际上蛰伏了半个多世纪的超导体研究异常活跃起来。

1987年2月15日,赵忠贤从广播新闻中听到了美国休斯顿大学的朱经武和亚拉巴马大学的吴茂昆获得了转变温度为98K的超导体。他基于研究工作的先期结果,认为美国的报道是可信的。于是,他和其他同志一起继续抓紧对多相材料的研究,并用掺杂和替换元素的办法制备各种不同组份的样品。他们经过几种稀土元素的试验,如钇、镱、镨、钕等,终于获得了起始转变温度在100K以上的超导体。2月21日《科学通报》接受了他们的论文。2月24日,中国科学院数学学部在新闻发布会上首次颁布了钡钡铜氧化物新体系。之后,北京大学、中国科技大学,以及日本、美国等国家的一些实验室,竞相发表最新成果,相继在这个体系上研制成超导起始转变温度100K以上的超导材料。

应该说,在千载难逢的超导体重大突破和激烈的角逐中,机遇之于赵忠贤,是和他执着的追求联系着的。科学实践既有成功的欢乐,也有失败的苦恼。液氮超导体是集体智慧的结晶,共同努力的结果,但是这次研究工作的学术带头人赵忠贤熬过多少个不眠之夜。或许是这样,挑战与胜利往往是结伴而来。1987年3月在美国纽约举行的美国物理学会年会上,主持氧化物超导体专题报告会的美国物理学会凝聚态物理部主任、康乃尔大学教授 Ashcroft,在会议开始前首先介绍了最先几位专题报告者—Hüller、S. Tanka、朱经武、赵忠贤、B. Barlogg 之后激情地说道:“这些是开动这架机器的人们的代表。”顿时,在盛况空前的会议大厅内外,爆发出雷鸣般的掌声。此情此景,他的心醉了,有什么比为祖国赢得荣誉更能令人激动呢!

现在,赵忠贤任全国超导技术联合研究开发中心副主任、《低温物理学报》副主编等职。最近,他已晋升为研究员,还被第三世界科学院聘任为院士。在诚挚的祝贺与荣誉面前,他更多的是注视着未来。正如萨拉姆教授在这次大会报告中指出的:“今天的科学是明天的技术,而为了有效地将科学用于技术,就必须使科学研究具有相当广泛的范围。”让我们祝愿赵忠贤和中国的科学家们,为祖国科学事业的振兴和“四化”建设,团结协作,在探索超导体奥秘的征途上不断奋进,争取作出更大的贡献!