



张树霖,拉曼光谱学及其在纳米结构应用专家,北京大学物理学院教授,中国物理学会光散射专业委员会国际顾问组成员,国际拉曼光谱学大会执委会终身委员。主要科学研究方向为液晶物理以及高温超导体和纳米结构拉曼光谱学光谱领域。

黄昆先生:我的科研关键导师和为人高尚榜样

张树霖

北京大学物理学院,北京 100871

1 科研的关键导师

2004年,我以半导体超晶格为第一个研究的低维材料的“若干低维材料的拉曼光谱学研究”,获得了国家自然科学二等奖(当年一等奖空缺)。2016年,在巴西召开的第25届国际拉曼光谱学大会上被授予该大会历史上第二个拉曼终身成就奖(Raman Lifetime Award)(图1)。

每次获奖后,我都会想到黄先生曾经对我的教诲。在我科学研究工作中,黄先生的指导和支持对我影响深远、意义重大(图2)。



图1 张树霖获奖证书



图2 张树霖(左)与黄昆(右)

1.1 黄先生引导我进入固体拉曼光谱研究领域

我大学时期的专业与固体物理没有直接关联,是以原子和量子为重点的理论专业。1964年,我毕业后被分配到以黄先生为主任的固体能谱研究室工作,为使我进入固体物理领域有基础的认识,黄先生送了一本 Pines 所著的《Elementary Excitation in Solid》原版英文书给我,当时国内还买不到这本书,并要求我自学,每周向他汇报。在我的具体科研任务上,黄先生安排我从国外购买拉曼光谱仪。于是,在黄先生的指导下,我进入了工作一辈子的固体拉曼光谱学领域。

1.2 黄先生指导我开展超晶格拉曼光谱学研究

1966—1976年,属于基础研究的固体拉曼光谱学研究不能进行,我被委派参加了与国防军工直接关联的激光器及其技术应用的实验研究工作。1978年,基础科学研究开始恢复,从事理论研究的同事希望我回去从事理论工作。因此,我去请教黄先生,黄先生说,“这几年你实验工作做的很不错,实验研究经验很重要。”鼓励我继续从事实验研究工作。于是,在黄先生的指导下,我就改弦从事实验研究工作。我后半辈子一直从事的纳米结构拉曼光谱学研究也是源于黄先生的指导和帮助。

1985年,我获得了国家公派出国的机会,黄先生提议,让我进行在上个世纪80年代初才开始的超晶格拉曼光谱学研究,并亲自写推荐信,推荐我到当时全世界超晶格拉曼光谱学做得最好的美国伊利诺大学进行访问。出国前,黄先生把他唯有的一本英国出版社寄给他的第二版《Dynamical Theo-

ry of Crystal Lattices》一书借我带去美国学习。

1987年初,我从美国访问回国,计划继续进行超晶格的拉曼光谱研究,为此提出了“半导体超晶格的电、声子谱及其应用”项目,向国家自然科学基金委申请基金。但当时,因为我的职称是讲师而无资格申请,黄先生专门为我写了推荐信,在信中黄先生写道“申请人近2年在美国 Illinois 大学,在半导体超晶格的非共振和共振拉曼散射中作出一些很有意义的新结果,这里提出的课题就是以这些经验为基础的。我认为,很需要给予必要的经费支持,使这个组能在这个前沿领域发挥其作用(图3)。”因此,我的项目得到了批准,使我能开始以后近30年期间一直进行的以超晶格为最初研究材料的纳米结构拉曼光谱学研究。

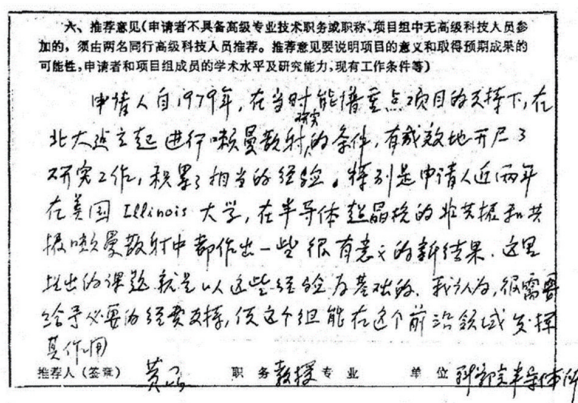


图3 黄昆先生为张树霖写的推荐信

1.3 黄先生对纳米结构物理现象本质的揭示对我科学研究的帮助

1992年,在纳米结构拉曼光谱学研究过程中,我观察到多孔硅的双声子拉曼光谱频率小于理论色散曲线预期值的反常现象。对此,我认为其原因是材料的色散不恰当地应用于纳米材料的缘故,当我去请教黄先生时,黄先生立即说“不是不恰当,是根本没色散了!”这使我悟到,无限空间存在的规律,在纳米尺寸的有限尺寸材料中可以不存在。从我这里了解到黄先生这句话的一位剑桥大学教授也大为感慨,因为当年他同样观察到与我观察到的同一现象因无法解释而不能发表论文;在国内,当时南开大学校长,著名光学专家母国光先生感慨地说:“黄先生

这句话揭示了纳米结构物理现象的本质。”

黄先生这句话也使我认识到“反常”现象往往可能反映物理的基础性问题,使我日后在纳米结构拉曼光谱研究中,特别关注“反常”现象。而当我观察到反常现象向黄先生汇报时,他也总是认真听取和帮助分析,甚至还帮助修改外投的文稿。例如,1995年,我曾经在《Physical Review》发表的《Defect-like nature of the interface in AB/CD-type superlattices》一文就是经黄先生全文修改的。当时他还破例同意在文末写上“The authors are grateful to Professor Kun Huang for very helpful discussions”。

截至2009年,先后观察到和发表了9个重要的“反常”现象。下面我介绍3个有关“反常”的研究例子。

1) 在纳米极性半导体中,观察到光学声子不出现纳米结构的基本效应——有限尺寸效应,拉曼频率随样品尺寸反常地不变。后经分析,了解到这是因为极性纳米半导体的光学声子具长程库仑作用,而纳米粒子的尺度小于库仑作用尺度的缘故。从而发现和认识到一个基本原理:有限尺寸效应的“有限尺寸”由所涉及的相互作用尺度决定,不存在统一的固定几何尺寸。

2) 观察到碳纳米管的斯托克斯和反斯托克斯拉曼频率的绝对值反常的不相等。考虑到碳纳米管的微观结构是筒状的,不像纳米金刚石那样,它的碳纳米微观结构是平面状的碳。于是,碳纳米管相对于纳米金刚石是缺陷性的结构,缺陷大小与管的直径成反比。该分析后来为实验所证明,从而发现了“纳米材料的微结构与体材料相同”的观念不具普遍性。

3) 发现 $(\text{CdSe})_d/(\text{ZnTe})_d$ 超晶格纵光学(LO)模和微观界面(MIF)模多声子拉曼谱的光谱特征截然不同的规律。但是,却与缺陷-SrI色心的相应变化趋势十分一致。从而揭示和证明了AB-CD四元超晶格的微观界面本质上是一种类缺陷性质的结构。

上述反常现象的研究清楚说明,研究工作中观测到违反常规观点或规律的“反常”现象是很有意义的事件。找到“反常”现象的根源和本质有可能

揭示和发现新的科学性质和规律。

反常现象的研究结果连同我们研究组的纳米结构拉曼光谱学理论和模型及其实验本征拉曼光谱的研究,使我们的研究工作能成为《拉曼终身成就奖》推荐者所说的“张树霖在纳米结构拉曼光谱学中已经做了基本的和世界范围公认的研究”。

2 为人的高尚榜样

20世纪90年代后,鉴于出国学习和工作的国人很少回国,有记者曾问黄先生:“当年从英国回来有什么想法?”黄先生说:“没什么想法,出去就应该回来(为国服务)”,充分表明了黄先生强烈的爱国情怀。黄先生在家中甚至规定,包括他的英国夫人在内的所有人不许说英语,以至于他儿子去英国看姥姥时,因不会说英语,要先学英语。

我1964年大学毕业后,被分配担任固体能谱项目的行政秘书。为此,我需经常去10公里外的项目的领导机关——国家科委办事,因当时级别比较低,办一件事常要跑多次。当时黄先生就几次提出,由他跑国家科委,不要我来回反复跑腿。

在生活待遇上,黄先生也严格要求自己。例如,1965年,我和他一起去上海出差时,他坚决不许我按规定给他买软卧火车票和住旅馆单间,而与我共住一个房间。20世纪90年代,科学院按规定分给他200平米的全新住房时,他说,他与夫人两人住在北京大学20世纪50年代建的80多平米的老房已足够,而没有接受。此外,他也不按规定坐公派轿车而是骑自行车上下班。更为意外的是,一次有他夫人陪他出席会议时,他竟提出要为夫人付一半旅馆费。

黄昆先生是中国半导体科技界的一代宗师。他为这一科学事业辛勤培养了一批又一批的栋梁之才,学生、同事们耳濡目染他对科学、对祖国和人民的热爱,他质朴善良、性格坚毅,对学生的培养和教育认真细致。在黄先生百年诞辰之际,我回忆了与黄先生相处的日子,内心深处感谢黄昆先生对我在学术研究上的指导和帮助,也深深地表达对黄先生的怀念。(责任编辑 卫夏雯)