

## 2006—2007 年度胡刚复、饶毓泰、叶企孙、 吴有训、王淦昌物理奖获奖项目介绍

### 1 胡刚复奖

项目名称:信息功能纳米材料的制备与物性测量技术

主要完成人:顾长志(中国科学院物理研究所)

高可靠性信息纳米功能材料的制备与物性测量技术是目前纳米科技领域的重要研究课题,特别是关于纳米材料的原位物性测量,以及纳米尺度低维人工结构、物性与器件的研究,是目前国际上的热点之一。顾长志研究员通过测量技术的创新,实现了多种碳基一维纳米材料的原位物性的测量,对于理解一维纳米材料的本征物理性质,实现在纳电子器件与电路领域的应用具有重要意义。特别是对于单根多壁碳纳米管的电学性质研究,实现了每层管壁与测量电极的完美接触,观察到了多壁碳纳米管的多通道弹道输运现象,为实现其在集成电路上的应用创造了条件。这一研究成果得到国内外的广泛关注和好评,并作为封面文章发表在美国《物理学评论快报》上。

此外,在高可靠性信息功能材料制备技术方面,顾长志研究员采用多种新颖的实验方法,制备出包括纳米金刚石薄膜、碳纳米锥等碳基纳米结构材料,特别是结合微纳米尺度的加工技术,实现了多种高可靠性信息功能材料在纳米尺度的人工结构与相关器件,并观察到一些低维人工结构的奇异物性,为实现它们在未来纳电子学领域的广泛应用奠定了基础,是一项具有重要科学意义和实用价值的探索性研究工作。

多年来,顾长志研究员在纳米材料制备与物性测量技术方面进行了系统的高水平研究工作,取得了许多国际领先的学术成果,为国内外同行所公认,在国内外重要刊物上发表论文数十篇,他人引用 200 余次,获发明专利 10 余项,并多次被邀请在国际会议上做特邀报告。

项目名称:热声制冷关键技术研究

主要完成人:罗二仓(中国科学院理化技术研究所)

热声制冷技术基于热声效应而工作,具有高度的可靠性和突出的环保特性。在发展这一国际竞争激烈的前沿技术中,罗二仓研究员及其所领导的研发团队立足于国内,通过多年的深入研究,取得了若干重要的研究成果,使我国在热声技术研究领域处于国际前列。

主要的创新成果包括:(1)提出并实验实现了压比可达到 1.3 以上的高压比“聚能型热声发动机”,突破了很长时间以来国际上一直滞留于热声发动机低压比而不能有效开拓热声技术利用的困境。此外,该项技术还可使热声发动机的效率提高 20%—50%。(2)提出了热声发动机驱动热声制冷机的高效耦合机构—“声学压力波放大器”,可使热声制冷整机效率提高 2—3 倍。(3)集成以上创新发明,在 2004 至 2006 年期间研究的完全无运动部件热声驱动单级、双级脉冲管制冷机分别在国际上首次突破液氮和液氢温度。此外,在国际上率先开展了工作于普冷温区的双行波热声制冷机研究,所取得的实验结果突破了以往驻波热声制冷系统效率低、制冷量小的瓶颈,为取代以氟氯烃为工质的传统制冷机带来了希望。

以上研究工作推动了热声技术的迅速发展,并在国内外产生了重要影响。

### 2 饶毓泰奖

项目名称:相对论强激光驱动粒子加速和新型辐射源

主要完成人:盛政明(中国科学院物理研究所)

强场物理是近年来随着激光技术迅速发展而产生的新学科,而相对论强激光驱动带电粒子加速和新型辐射源产生是强场物理的重要研究内容。其中超热电子和高能离子的产生在快点火激光核聚变、新型粒子加速器、以及医学诊断和治疗上具有重要应用前景。相对论强激光与物质作用也可以产生频率从太赫兹到 $\gamma$ 射线,脉宽从皮秒到阿秒的超高强度辐射,它们可以在基础研究和众多应用方面发挥重要作用。在过去 10 多年里,盛政明与合作者通过

理论研究和数值模拟,同时结合实验研究,对上述方向开展了深入系统研究。代表性研究成果有:提出了激光与稀薄等离子体作用中产生高能电子的逆自由电子加速机制、随机加速机制、互调制尾波场加速器方案,全部得到实验证实,提出了激光与固体靶作用中高能粒子发射方向的理论,被实验证实,结合实验观察发现了激光与固体靶作用中表面电子加速现象,并提出了其中的逆自由电子激光加速机制,提出了在泡沫靶中高能离子的“体加速”机制;提出了用激发大振幅电子等离子体波中产生高功率太赫兹辐射的理论,得到初步实验证实;在激光与中等密度等离子体作用中高能电子的发射、强激光与固体靶作用产生高能离子的优化条件、强激光与锥丝靶相互作用中高能质子的发射、等离子体光栅压缩高能量激光、等离子体波产生激光脉冲压缩和阿秒脉冲产生等方面也作出了创新成果。相关研究论文最近三年里平均每年新增引用超过150次,应邀在重要国际学术会议上做特邀报告10多次。

### 3 叶企孙奖

项目名称:关联量子现象的微观机理与计算方法研究

主要完成人:向涛(中国科学院物理研究所)

向涛研究员和他领导的研究集体在密度矩阵重正化群和高温超导理论研究方面提出了一些对该领域的发展有促进作用的新概念和方法,取得了一批有广泛影响的研究成果。他们提出了复合算子的概念和在动量空间实现密度矩阵重正化群计算的方案,奠定了用这种方法处理任意长程相互作用系统并进行量子化学计算的基础;提出了用量子转移矩阵研究热力学量的想法,建立了量子转移矩阵重正化群这种研究有限温度下一维相互作用多体量子系统物理量目前最精确的计算方法;提出了用多个时间点的密度矩阵之和来定义随时间演化的密度矩阵的想法,建立了求解含时多体薛定谔方程并准确计算一个多体量子系统远离平衡态的长时间行为的密度矩阵重正化群方法。

在高温超导研究方面,他们首先指出高温超导层间电子跃迁存在本征并且普适的各向异性,并在此基础上预言了高温超导c轴超流密度和微波电导随温度的变化规律,随后得到了大量实验的结果的支持和验证;发现高温超导体c轴电阻满足的普适标度律,从微观角度阐述了高温超导正常态c轴电阻出现半导体行为的物理机理;指出不同于空穴型

掺杂高温超导体,电子型高温超导体是一个等效的弱耦合两带超导系统,并在这种新的物理图象基础上,构造了描述电子型高温超导体的两带模型,统一解释了磁穿透深度等大量的实验结果。

### 4 吴有训奖

项目名称:原子核的手征双重带的研究

主要完成人:孟杰(北京大学物理学院)

手性在自然界普遍存在,如手套、贝壳、DNA分子等,手性原子核由孟杰与其合作者于1997年提出。目前,世界上有20多个国家的100多个研究小组进行手性原子核的研究。

孟杰等人于1997年建立了三维推转壳模型和粒子转子模型,用于研究三轴形变原子核,发现在一定的自旋范围会出现能量近简并的两条磁转动带—手征双重带,并指出其物理机制是由于价质子、价中子和剩余核子组成的核芯分别绕原子核的三个惯性主轴旋转,从而导致角动量分量与总角动量的关系能够满足左手性和右手性。它的实验信号是观测到能量近简并的两条磁转动带,并建议在质量数为130的核区寻找。2001年,美国和欧洲的科学家声称在实验上观测到手征双重带,《Science》报道“在核物理学界引起不小的震动”。他们还发展了三轴相对论平均场模型、包含对关联的粒子转子模型、二维和三维推转的相对论平均场模型,对原子核的手性和磁转动进行更微观自洽的研究,并预言了在同一个原子核中可能存在多对手征双重带等新现象。

孟杰还在放射性束核物理等方面作了一些原创性工作,他们提出的原子核的“磁转动”模式??被美国国家能源部编写的《核物理长期规划》列为振动转动研究的新成就;建立了相对论连续谱Hartree-Bogoliubov理论;给出实验上发现的首例晕核的微观自洽描述;预言了“巨晕”现象(已成为国际上主要放射性核束装置的物理目标之一);应邀为《Progress in Particle and Nuclear Physics》撰写综述文章,介绍相对论多体理论、晕核、巨晕现象等方面的研究进展。发表SCI论文100多篇,SCI引用1400多次(有三篇文章的单篇引用超过100次)。

项目名称:新核素 $^{235}\text{Am}$ 、 $^{259}\text{Db}$ 及 $^{265}\text{Bh}$ 的合成

主要完成人:甘再国,郭俊盛(中国科学院近代物理研究所)

自上世纪60年代预言超重稳定岛以来,超重核

研究一直是核物理前沿研究之一。由于条件的限制,超重核的研究在我国开展得较晚。经该项目的研究,我国在超重核研究中取得了进展。该项目立足国内的条件,通过熔合蒸发反应合成和研究了我国在超铀区合成的第一个新核素  $^{235}\text{Am}$ , 测量了其半衰期,该结果被国外实验室用在线同位素分离器进行了检验;同时该项目中观测的新核素  $^{259}\text{Db}$ 、 $^{265}\text{Bh}$ , 使我国在核素研究方面达到了超重区。研究中首次测量了  $^{259}\text{Db}$  和  $^{265}\text{Bh}$  的  $\alpha$  衰变能量及它们的半衰期;在研究中,通过对探测器巧妙安排,

实现了对  $^{259}\text{Db}$  及其衰变核分别测量,获得了母子体的关联衰变关系。测量结果表明  $N=152$  亚壳在  $Z=105$  处存在明显的影响。该项目经过十几年的研究,研究的核区逐步从较轻的核区过渡到超铀区,最后达到了超重区;相关研究得到了国内外的同行的一定反响,曾被邀请参加国际会议并作了大会报告,并被邀请参加合作研究;1996年  $^{235}\text{Am}$  的研究结果被两院院士评为我国十大科技事件之一,2001年  $^{259}\text{Db}$  的研究结果被评为我国基础研究十大新闻之一。

## 2006—2007 年度(首届)谢希德物理奖获奖者介绍

获奖人:谢常德(山西大学光电研究所)

谢常德教授长期从事光学方面的研究和教学工作,在量子光学研究领域作出了重要贡献,在连续变量量子信息等领域取得重要成果,由她主持的国家重点基金项目“连续变量量子通讯实验研究”,以具有原创性的方案,利用连续变量量子纠缠实现了无条件量子保密通信,受控密集编码量子通信及量子纠缠交换等,被国外同行引用 200 多次,单篇最高他引 58 次,部分研究成果被收入国外专著。多年来谢常德教授刻苦钻研,兢兢业业,从不计较名利,她在 *Phys. Rev. Lett.* 等国内外学术刊物发表论文近百篇。2006 年,连续变量量子通信研究成果获得国家自然科学二等奖(排名第一)。她还曾获得山西省科技进步一等奖等;曾应美国加州理工学院、美国国家标准局、法国国家科学研究中心巴黎居里大学等单位邀请,开展了广泛的国际交流和各种学术活动。她在科学研究方面取得的成果以及从事科学研究的踏实精神获得国内外同行的高度评价。她在给山西大学物理电子工程学院基地班讲授《光学》及给研究生讲授《非线性光学》课程中,特别注重培养学生在物理直观、数学技巧以及对知识的领悟,特别注重启发式教学和对学生基本能力的培养,受到同学们的欢迎。她积极参与教学改革,教学研究课题“地方综合性大学培养高层次人才的实践”于 1996 年获山西省教委教学研究成果一等奖;“地方综合性大学重点实验室建设的实践与研究”于 2000 年获省教育厅教学成果一等奖和教育部国家级教学成果二等奖。

获奖人:叶令(复旦大学物理系)

叶令同志 1978 年根据谢希德先生在国内创建

表面物理研究基地的需要,从上无十七厂调入复旦大学,参加了谢希德先生直接领导的表面物理理论研究组,从事半导体表面结构和电子态的研究,是最早的骨干之一,从 1978 年起到谢先生去世的 22 年中,她一直在谢先生的身边工作,为实现谢先生的心愿,为在我国开拓表面物理研究的新领域辛勤工作。

在国内极其有限的计算条件下,她在半导体表面和界面的结构和电子态,纳米材料、低维体系和高局域电子体系的电子态,  $\text{C}_{60}$  等富氏烯体系和硅团簇及多孔硅发光机理,锰系钙钛矿结构的电子态和磁性等的理论研究方面,都作出了一些好的成果,为复旦的表面物理研究走向世界发挥了她的作用。她在国内外刊物上发表论文 60 余篇(SCI 47 篇),被国际刊物他引 320 余次,她是 1989 年中国作者发表的科学论文(包括自然科学、医学、技术等)被引用次数最多的五人之一,并被收入美 *Who's Who* (11th Edition)。获国家教委和上海市的科技进步奖二项。“用计算凝聚态物理方法研究多种新型材料的结构、电子态和物理特性”项目获得 2004 年上海市科技进步三等奖,为第一获奖人。1986 年曾获得过上海市三八红旗手称号。

她多年主讲“量子力学”“固体物理”课程。开设了用英语主讲的研究生课程《Selected Topics of Condensed Matter Physics》,并编写出版了该课程的英文版教科书。

在培养人才上,她起了承前启后的第二代教师的作用。她培养的第三代青年教师已成为复旦表面物理理论研究组的学术骨干,正在独立指导更加年轻的博士生。