

## \* 成果与应用 \*

# 中国科学院“八五”攀登计划 取得丰硕成果\*

陈教祥

(中国科学院基础研究所 北京 100864)

**关键词** 中国科学院, 攀登计划, 成果

攀登计划的制定和实施是国家为加强基础研究, 在“八五”期间采取的重大举措, 它是国家基础研究的重要组成部分。攀登计划第一批 30 个项目于 1991 年底开始陆续启动, 执行近 5 年, 到 1996 年底验收完毕。其中, 中科院主持实施 13 项; 基金委主持实施 7 项(5 项是以中科院的研究所为主承担, 两项为中科院的研究所与其它单位共同承担)。其它部委主持实施 10 项。由中科院和基金委主持实施的 20 个攀登项目是中科院基础研究的主要组成部分, 为完成这些任务, 投入了大量的人力、物力, 经过项目首席科学家及科研人员近 5 年的努力拼搏, 取得了丰硕成果, 20 个项目全部被验收专家组评为优秀项目。在 5 年的攀登中, 共获国家级成果奖 27 项, 其中二等奖以上 16 项; 获院、部委级成果奖 146 项, 其中二等奖以上 109 项; 获国际奖 20 项。共发表论文 10 743 篇, 其中国际刊物发表 4 690 篇, 被《SCI》收录 4 091 篇; 发表中文专著 122 册, 外文专著 40 册。下面仅就上述 20 个项目“八五”期间取得的主要成果和重大进展简介如下。

## 1 机器证明及其应用

首席科学家: 吴文俊院士(系统科学研究所)

(1) 在机器证明和方程求解的机械化研究中, 放弃了“代数理想论”的做法而采用零点集的路线, 创立和发展了有中国特色的理论、方法和技术, 具有首创性和先进性, 受到国际同行的极高评价和推崇, 在国际竞争中占有显著地位。(2) 在方程求解和定理求证的基础理论研究中取得了一系列重要进展。如将宫冈-丘成桐陈数不等式推广到奇异代数曲面的情形; 给出计算代数曲线亏格的新公式; 发展求解代数方程组的特征值方法; 发展机器证明的吴方法, 提出消点法, 有效地产生可读证明; 在吴方法的基础上, 应用 Clifford 代数和微分形式相结合, 实现高效的包括微分几何定理的机器证明; 建立了多项式根的性质研究的完全判别系统等, 都是突出的

\* 此文未包括中科院研究所参与其它部门组织实施的攀登计划项目所取得的成果  
收稿日期: 1997 年 7 月 24 日

新成果。(3)重视学科交叉和在其它科学分支中的应用并取得了很好的成绩。如二维场-巴克斯特方程,尤其是带谱参数的情形,应用吴方法获得六顶角模型和八顶角模型的全部解;利用吴方法选取优化小波基;提出一类非线性发展方程行波解的机械化算法等成果,富有创造性。(4)在高科技领域的应用研究中取得了可喜成果。如在计算机辅助曲面造型设计,计算机视觉及其应用研究,机器人运动分析及机构设计等方面,提出了我国特有的方法和技术,取得了突破性进展。

## 2 大规模科学与工程计算的方法和理论

首席科学家:石钟慈院士(计算数学与科学工程计算研究所)

(1)建立了一批有创新性、开拓性的新理论和新方法:提出由动力系统向量场决定相流形式幂级数方法的理论,使动力系统及其数值方法在同一框架下得到统一;从几何角度分析了显式平方守恒格式,提出求解大气、海洋动力学方程的辛算子方法等,开创了离散泛函分析方法,使差分方法的研究形成新的理论体系;提出有限元网格的“最优剖分”思想并建立相应的判别标准。(2)得到一批高水平的理论分析方法和算法结果:建立二维和三维 N-S 方程初边值粘性分裂法的收敛性理论;构造了通过反 Hamilton 途径求解代数 Riccati 方程的方法;提出利用  $L^\infty$  罚函数构造优化问题的信赖域法;提出组合稳定化的混合-杂交元方法及其理论基础;用 P-方法研究 M-R 板的有限元离散,建立克服 Locking 现象的有限元格式;证明 Francis QL 方法对任何反对称阵都收敛;否定 Smale 关于 Newton 迭代判据的猜想;分析 DFP 方法的收敛性;证明 Euler 初边值问题涡度法的收敛性;发展各类谱方法;构造一致高阶精度非 MUSCL 型 ENO 格式的统一方法 UENO 等等。(3)在众多应用领域中取得的重要成果有:研究泥沙沉积和三角洲发育的数值模拟,完成长江口及近海水流分布的计算;发展地震勘探中的逆时偏移方向导数法、叠后深度方向导数法和叠后因子分解法,均被产业部门所应用;利用李群、李代数理论建立杨振宁提出的  $\eta$ -对为基础的完备基集,并求解了 Hubbard 哈密尔顿所满足的薛定谔方程,此理论对揭示高温超导的微观机制很有意义;辛算法在大气、海洋、天体力学、微观反应动力学、量子力学等方面的应用,取得很好的效果。该项目的研究成果和重大进展受到了国内外同行专家的高度重视和良好评价。

## 3 90 年代理论物理学重大前沿课题

首席科学家:苏肇冰院士(理论物理研究所)

在三个方面做出了有特色、有意义的成果。(1)在粒子物理理论方面:电-弱对称性破缺机制的等价定理的正确表述及证明,解决了国际上长期未能解决的问题,对双重味介子  $B_c(\bar{B}_c)$  的主要性质的系统研究,深受国际同行重视,特别是配合北京正负电子对撞机的实验研究,在测量  $\tau$  轻子质量过程中进行的辐射修正的计算,为  $\tau$  轻子质量测定作出了重要贡献;对  $\zeta(2230)$  进行的理论分析工作,在  $\tau$ -C 能区直接检验 QCD 具有重要意义;对于重介子的 Bethe-Salpeter 方程,发展了对质量倒数展开的方法,对包含明显手征对称破缺的质量项的情形,联合求解 Schwinger-Dyson 方程和 Goldstone 粒子的 B-S 方程,得到与实验一致的结果。在量子

场论的研究上,发现现代场论的一系列分支领域,在量子群研究中,提出量子群可在经典系统中实现,并将量子群方法应用于分子光谱的分析,深入发展求解 Yang-Baxter 方程的研究;提出内禀正规化方法。这些都引起了国际同行的重视。在共形场论的研究上,系统地研究了  $G/G$  拓扑的 WZNW 模型,并提出此模型与二维引力和物质耦合理论的等价性,被国际同行所承认。(2)在凝聚态理论方面:在非绝热电声子相互作用的研究中,深入应用电子压缩态方法的基础上,用类 Langs-Firsov 正则变换引入电声子散射函数的方法,逐渐形成有自己特色的理论。受到国际同行的重视。比较系统地研究高温超导体电性机理的理论,如反铁磁关联,发展了二维量子反铁磁系统的三极点近似方法,用于计算  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  自旋晶格弛豫,得到与实验相符的结果。进一步发展描述半导体中非线性输运的雷(啸霖)-丁方程和描述超晶格的晶格振动的黄(昆)-朱(邦芬)模型。(3)在液晶生物膜的理论研究上:解决了一些重大的理论问题,被一系列实验所证实,处于国际先进水平。该项目还十分重视并已在建立计算机视现环境方面进行有意义的建设和积累。推动了电弱统一规范理论和量子色动力学圈图计算程序的发展以及第一性原理分子动力学计算方法和有关程序的建立。

#### 4 高临界温度超导电性的基础研究

首席科学家:甘子钊院士(北京大学)、杨国桢研究员(物理研究所)

在对新型高临界温度超导材料的探索,高温超导机理,铜氧化物超导材料的相互关系和晶体结构,钇系、铋系和铊系超导铜氧化物材料实用成材技术、薄膜技术有关材料科学基础研究,高临界温度超导体中磁通运动和磁通钉扎中一些基本问题等方面,都做了比较深入、系统的有创造性的工作,使之能保持或接近世界前沿。

#### 5 高分子凝聚态物理问题研究

首席科学家:钱人元院士(化学研究所)

提出高分子物理领域的一些新概念,例如线团的动态接触浓度,高分子链的凝聚缠结,向列高分子液晶的固化诱发,单链高分子凝聚态,大尺度高度取向而小尺度无规取向的非晶态,共混高聚物的不相容-相容-络合转变,溶液中分子链浓度和链单元浓度的区分等,并得到实验上有力验证,在 1996 年 8 月于北京召开的国际高分子凝聚态学术会议上,获得权威同行的认同。通过该项目的顺利执行,加速形成了我国有特色的高分子物理学派,在国际高分子科学界取得了应有的地位。

#### 6 态-态反应动力学和原子分子激发态研究

首席科学家:楼南泉院士(大连化学物理研究所)

(1)在激发态分子碰撞传能和分子内能量转移研究中取得突破性进展,从实验中发现并证明在 CO 分子激发态的传能中,单重态与叁重态两通道之间存在量子干涉效应,还在实验中证明,当分子近共振偶极传能时,遵循类似光学偶极跃迁的选律。(2)建立多通道理论计算方法处

理连续组态,突破传统组态相互作用的制约,定量地描述自电离态结构和电子离子碰撞过程,为重大应用项目(惯性约束聚变,X 射线激光)提供了重要的物理参数。并在分子方面初步建立超激发态结构理论,处理电离与解离通道之间的竞争。(3)发展了分子局域模振动理论,建立了分子非谐性如何导致局域模振动的理论模型,并从实验上给予证明。这项成果获 1994 年海外华人物理学会颁发的“亚洲成就奖”和 1995 年由《Spectrochimica Acta》期刊颁发的汤姆逊奖。此外,该项目的单次碰撞条件下分子转动态-态传能规律研究、激光光谱研究原子分子里德堡态、高分辨电子能量损失谱仪研究原子分子高激发态、小分子光解及其次级反应研究、分子 A. C. Stark 效应的理论与实验研究、用分子束研究态-态反应、分子与固体表面反应动力学研究以及团簇的形成和光解动力学研究等都取得具有国际水平的研究成果。

## 7 天体激烈活动的多波段观测和研究

首席科学家:李启斌研究员(北京天文台)

(1)获得了一批天文发现成果:1996 年连续发现 SN1996W、SN1996b0 和 SN1996bv 三颗河外超新星,这在我国近代史上还是第一次;用我国自制的设备发现了一批类星体,已达 70 多颗;发现了 4 个射电视超当速源、十多个 BLLac 天体、60 多个 Serfert 星系;在球状星团不稳定带外发现了一批特殊变星;在完成 232MHz 射电巡天星表基础上,观测到以前的星表上没有载人的 1 000 多个射电源。(2)做出一批样本型成果:如脉冲星偏振样本、脉动周期有变化的样本,以及南天 VLBI 平谱源样本等,得到国际同行好评。(3)在星系相互作用对恒星爆发形成的影响研究,BLLac 天体的短时标光变和模型的研究、类星体大蓝包理论的研究、两类白光耀斑的研究、脉冲星磁场作用的代参数模型、SN1993J 新星爆发的研究和手指模型等若干理论研究方面也取得重要进展。(4)该项目完成了 2.16 米卡焦 OMR 摄谱仪的配置、脉冲星接收机、60 厘米镜配 CCD 照相机的超新星巡天系统等设备改进、投入使用后发展了效用,如超新星巡天系统投入使用一年多来,发现 6 个超新星,居世界各国前列,在国际上产生了很好的反响。

## 8 现代地壳运动和地球动力学研究

首席科学家:叶叔华院士(上海天文台)

(1)建立和发展了遍及全国,布局基本合理的 VLBI、SLR、GPS 的监测网和 GPS 测轨网,其观测精度和资料处理软件系统的精度均有数量级的提高;首次测得我国东部地壳相对于欧亚板块的稳定部分有向东偏南的水平运动,其速率为 8 毫米/每年,证实了中国大陆确有在印度板块作用影响下的向东运动;利用 GPS 复测资料首次获得青藏地区地壳运动量化的实测结果。上述新技术参加了美国和国际的地球动力学计划和合作网,使上海天文台成为了国际地球自转服务的全球资料分析中心之一。上述成果达到了国际先进水平。(2)根据大量 GPS 及其他方法观测数据为依据编制了中国活断层水平滑动速率矢量及块体相对运动状况图;编制了全国地壳垂直运动、水平运动和重要断裂带形变图集;获得了我国东部第一张地壳垂直运动速率等值线图;结合 GIS 建立了我国第一个风暴潮灾害预测系统;完成了适用于我国的 360 阶重力场模型和 1 米精度的大地水准面等,这些成果对深入研究我国的地壳运动有重要的价值。

(3)提出了地球自转运动与热带海洋大气活动相互作用过程的模型,从而在国际上首先用地球自转变化的资料成功地预测了 1991、1993、1994 年的 EL Nino 事件;根据 GPS 网的监测,对 1996 年 2 月 3 日的丽江地震在三年前作了较准确的中期预报。实测发现青藏地区地块群体的南北向压缩、隆升和向东挤出的状况,且局部略有差异。这有益于长期和中期地震定量化预报模型的建立。

## 9 我国未来(20—50 年)生存环境变化趋势的预测研究

首席科学家:叶笃正院士(大气物理研究所)

(1)提出了“季风驱动的生态系统”的新概念,这是首创性的科学思想,被国际地球生物圈计划-分析研究培训系统(IGBP/START)认可,列为东亚地区全球变化研究的第一优先领域;建立了我国北方中纬变带(43.5°N)从森林、草原到半荒漠的气候和生态梯变带,被国际 IGBP 选定为首批的 4 个样带之一,称为“中国东北样带(NECT:North East China Transect)”。以上两项研究在国际上产生了重要影响。(2)中国近万年气温变化系列的建立;稻田甲烷排放的观测和机理研究;NEWCO<sub>2</sub> 模式的建立和应用;大气-植被相互作用模式的建立以及 CO<sub>2</sub> 浓度变化对旱作物影响的研究等,所取得的结果均已达到国际先进水平。(3)在全球变化研究的应用方面取得了显著成绩,发展了利用气象卫星遥感资料处理陆面物理参数和陆面生物学参数的方法,并建立了中国陆面植被和积雪数值资料数据库,为进一步研究打下了基础;采用动力学系统理论方法,分析了气候过程中的非线性性质,发展了一些新的分析手段,对未来 30 年华北区域生态环境某些变化作出了初步趋势预报,可为国家有关部门制定规划提供科学依据。

## 10 青藏高原形成演化环境变迁与生态系统研究

首席科学家:孙鸿烈院士(自然资源综合考察委员会)

(1)首次取得了高原西部南北向长约 600 公里的综合地球物理剖面探测的大量数据和资料,揭示了该区岩石圈结构的基本特征。确定了班公-怒江深部上地幔顶部垂向错动达 10 余公里的突变界带;在东昆仑发现了完整的早古生代地质记录,肯定了加里东运动的存在;否定了羌塘中部的茶布-查桑带为古特提斯的缝合带,并开展了系统的古生物地理区系工作;确定了藏东南主要走滑断层的运动形式为右旋走滑,主要走滑运动的年代大体在距今 2 500 万—1 700 万年。新的资料表明,高原地区的陆内变形是随着印度板块向北推进,逐步向外扩展;提出了青藏高原隆起的“叠加压扁热动力”模式,揭示了高原现代应力应变状态,进一步阐明了高原隆升机制。(2)在晚新生代高原隆起过程研究方面取得突破性进展,与国外一些学者主张高原在 800 万年前已达到相当高度的观点不同,本研究证明,自 340 万—300 万年以来高原快速上升,并有后期明显加快趋势,在 250 万年前达到近 2 000 米的高度,促成亚洲冬季稳定出现;在 80 万年前高原隆升到平均 3 000—3 500 米,大范围地区进入冰冻期。在 15 万年以来青藏高原环境变化的研究中,提取了 2 支湖泊岩芯,一支冰芯及 3 处天然剖面的详细记录,取得了不同时间尺度的连续记录。冰芯研究取得了最近 12.5 万年高分辨率的气候记录,揭示高原气候变化幅度大,反映敏感,进入冰期十分迅速,变暖相对迟缓,似与深海和极地冰芯的气候记录具

有不同特点。(3)研究了高原生态系统的生物生产力,研制出相应的数学模型,首次对青藏高原的现存和潜在生物生产力进行了模拟;以生态系统的物质和能量研究为基础,提出了单位面积的载畜量,建立了高寒草甸草场优化放牧模式,并得到推广;通过拉萨河谷农业生态系统试验站,高原人口、资源、环境与发展等的系统综合研究和论证,提出了青藏高原5个重点区域的发展方向和途径。

## 11 气候动力学和气候预测理论的研究

首席科学家:曾庆存院士(大气物理研究所)

其突破性进展是在模式设计及应用模式制作跨季度预报等方面,已在国际上产生很大影响,并在气候可预报性理论研究等方面提出了新的概念。(1)在模式设计和数值模拟方面,基本建立起我国自己设计的大气大洋和大气与陆面耦合模式,这些模式具有许多优点和特色,如采用标准层结扣除、消除洋面刚盖近似、计算格式科学性强、海气耦合方案合理易行等,一些处理技术已为国际一些同行所采纳,用这些模式已进行了大量的气候模拟和预测试验,获得了重要结果,在国际上较早算出较精确的海表高度槽脊分布。(2)在预测方法和准业务预测方面,建立起从资料同化、初值形成、模式积分、集合分析到预测产品后处理技术的全套 IAP GCM 跨季度预测系统,连续5年预报的效果令人鼓舞,这是目前世界上最早的此类预测准业务系统之一;由此系统预测与其他分析方法等综合集成的夏季旱涝预测,每年3月提交国家防汛部门使用,产生了良好的社会和经济效益。(3)在气候理论、新概念和方法研究中提出了一些新的概念和新的研究方法:例如提出了气候系统的不同时间层次以及它们之间的相互作用;讨论了长期预报的相空间特征;采用了一种气候系统最大简化模型,研究了其吸引子,提出有关气候可预报性一些有意义的论点;比较深入地研究了气溶胶与云微结构对辐射的影响和动力连续谱与负粘性关系的机理等。

## 12 与寻找超大型矿有关的基础研究

首席科学家:涂光炽院士(贵阳地球化学研究所)

(1)提出超大型矿床分类原则,发现了超大型金属矿床在矿床类型上的选择性和局限性。(2)深入剖析我国几个重要的超大型矿床的成矿机制,详细研究挥发分、碱金属、有机质、黑色岩系、大型构造、同生构造及热水沉积等因素与超大型矿床形成的关系,并获得了重要的新发现和新认识。(3)较系统地总结了我国超大型矿床的时空分布特征,深入进行了区域成矿分析,从地质、地球化学、地球物理和岩性变化的综合角度考虑了超大型矿床产生的宏观地质背景,着重指出了克拉通边缘、铅同位素急变带、地壳厚度急变带,碳酸盐岩向碎屑岩过渡带等的重要意义,确定两个新的重要金属成矿时代(东部喜山期和南方晋宁期)。划分出6个新的成矿域。同时还从不同角度探讨了超大型矿床与成矿密集区之间在时空展布及成因上的复杂关系。(4)论证了若干分散元素(Ge、Te、Tl、Cd等)可以形成独立矿床,并分析了其苛刻的成矿条件。提出了独立银矿成矿带的概念,并划分出了几个重要的银成矿带。(5)详细对比了国内外斑岩铜矿、绿岩带型和卡林型金矿,密西西比河谷型铅锌矿,以及陆相火山岩型金、铀矿等,深化对

这些矿床形成的认识,探讨邻近国家超大型矿形成带延入我国境内的可能性及其找矿方向,同时还建立了中国及若干矿业大国超大型矿床数据库及资料卡片库。上述各项成果丰富了矿床学、地球化学和区域成矿学的理论,尤其在超大型金属矿床类型的选择性与趋向性,超大型矿床的形成机制和宏观地质背景、新的成矿域和金属成矿时代的确定、分散元素独立矿床的成矿条件,以及独立银矿成矿带的提出和划分等,均具有创新性,是超大型矿床研究上的重大突破,有着重要的理论和实际意义。

### 13 新生肽链及蛋白质折叠的研究

首席科学家:邹承鲁院士(生物物理研究所)

(1)进一步完善并发展了邹承鲁教授所提出的酶活性部位处于分子中有限柔性区域的假设,一方面用多种手段证明了酶失活先于整体构象变化的原因是活性部位的构象较酶分子整体构象对变性剂更为敏感,同时根据低浓度变性剂对某些酶具有激活作用的实验结果,进一步提出了“酶分子活性部位的柔性是酶充分表现其催化活性所必需”的假说。(2)通过一系列实验又证实了1993年邹承鲁教授在国际上最早系统地正式提出蛋白质二硫键异构酶,既是异构酶,又同时具有分子伴侣的功能的假说,使该项研究处于国际先进水平。(3)用基因工程方法制备了N-端相同,而长度不同的肽段。通过对其折叠的比较研究表明:构象随肽链的延伸而逐渐形成,并且不断进行调整,为邹承鲁教授的新生肽链折叠的假说提供了初步的依据与进一步研究的基础。(4)在结构预测的研究中提出了“包含在一个预测方法中的信息量是评价该方法价值的客观指标”的新观点,论文已发表在国际重要学术刊物《Nature》、《Structural Biology》上,从理论上对蛋白质二级结构预测的精度可以进一步提高给出了严格的证明。

### 14 共生固氮体系中最佳结瘤固氮控制模型的研究

首席科学家:洪国藩研究员(上海生物化学研究所)

(1)建立“足迹测序”法,测出被结瘤调控基因产物保护的DNA序列;利用体外随机诱变技术和定点突变技术,在结瘤基因控制区内发现了两个DNA控制区:一个控制结瘤基因的转录,另一个控制结瘤基因的反馈;其中有7个单核苷酸直接控制结瘤基因的表达;同时发现了DNA诱导区和新的结瘤基因的调控区。综合提出了结瘤基因负反馈的调控模式,这在国际上是新突破。(2)利用我国特有的紫云英根瘤菌,在泡外多糖与宿主特异性识别的研究方面,取得在结瘤固氮性状上多样的一批突变体,确立与根瘤入侵和发育有关的多糖基因遗传位点及其生源,分离并鉴定了参与多糖合成中编码糖基转移酶的基因(exoU, exoO);在紫云英根瘤菌的共生基因研究方面,发现紫云英根瘤菌和碗豆根瘤菌共生质粒间存在着功能不相容性;已克隆到紫云英根瘤菌nod基因启动子和nodD基因。这些阶段成果达到国际同类研究的水准。(3)在固氮酶的化学研究中,提出了一批有创新的见解:化学模拟工作揭示出固氮酶钼铁蛋白活性中心的Fe、Mo、S构成及两个网兜状立方烷子单元的结合方式不同于西方同类工作;在国际上首次合成三种含柠檬酸根配体的钼铁硫配合物单晶;提出Kim-Rees结构模型中“Y”的归属、底物络合催化方式、质子传递以及 $\text{Fe}_4\text{S}_3$ 、 $\text{MoFe}_3\text{S}_3$ 子单元在固氮中参与作用的想法。这在

分子水平上加深了对固氮酶功能的本质认识。

## 15 脑功能及其细胞和分子基础

首席科学家:杨雄里院士(上海生物化学研究所)

(1)在有关 GABA 和谷氨酸受体亚型在视网膜信息加工中的作用、视皮层神经元的整合野特性,痛觉调制中肽类物质的作用等方面取得较突出的成果;建立新的卵母细胞表达系统,首次获得了鲫鱼 GABA<sub>A</sub> 受体的部分基因;研究了视皮层神经元感受野外区(整合野)的特性,为解释视皮层神经元整合大范围图形特征提供了可能的神经机制;在痛觉研究中,对不同参数电针引起的基因表达特点进行分析,详细研究了 CCK 抗阿片的机理,在钙离子水平发现二者的拮抗作用。应用基因转移法改变中枢阿片、抗阿片肽之间的平衡可以改变针刺镇痛效果。多水平证明了 P 物质和谷氨酸是脊椎痛觉传入的神经信使,发现痛觉初级传入的去失敏(不易去敏)激活,为炎症痛过敏提供了可能的机制。(2)在突触和细胞内信息传递、阿片受体以及果蝇行为、视觉神经计算和神经免疫调节方面也取得可喜成绩:进一步证明突触后 PKC 的活动为 LTP 的表达所必需,发现 Kyn(谷氨酸受体非特异拮抗剂)有可能通过突触后机制引起突触传递的增强;发现川楝素通过影响末梢的  $K^+$ 、 $Ca^{2+}$  通道增大  $[Ca]$ 、调节递质释放,首次报告凝集在脂双层形成跨膜通道;发现一种对  $Na^+$  高度选择的离子载体;在神经免疫调节研究中,在束缚应激动物中发现新的应激蛋白,能抑制 T-淋巴细胞转化,并已制备其单克隆抗体;分析创伤后出现的免疫系统的抑制,发现针刺降低这种抑制作用,针刺并能改善吗啡对免疫系统的抑制。上述研究绝大多数处于国内领先水平。

## 16 认知科学前沿领域若干重大问题的研究(计算和智力的关系的认知科学研究)

首席科学家:陈霖研究员(中国科学院技术大学研究生院)

(1)在记忆系统可分性的研究方面,通过知觉表征系统、短时记忆、长时记忆和程序记忆等研究,获得了多种多样分离现象。在汉字记忆方面,发现汉字识别中语言是自动激活的,纠正了国外普遍认为汉字是由字形直达字义的错误看法;验证了视优效应的频率差异,特别是发现了听优效应。证明视觉通道也可以出现类似听觉失匹配负波的成份;视、听觉失匹配负波不仅反映自动加工,也与控制加工有关。(2)在国际上首次系统地研究了猫外膝体方位、方向敏感性及其形成的机制问题,修正了只有视皮层细胞才独具这些功能的传统学术观点。在视网膜信号的传递和调制,及其在神经元回路的信息处理及突触传递机制方面,也取得了若干重要研究成果,并形成了比较完整的认识,做出了具有世界先进水平的成果。(3)系统地发展了“视知觉拓扑结构和功能层次”的理论,应用到知觉组织研究的十余个重要领域;成功地扩大到注意和意识等层次的认知过程、神经心理学研究和脑诱发电的研究。这些研究表现了该理论的广泛可应用性和深刻的科学性。被评价为对 Gibson 的“不变性的直接知觉”核心思想的“科学准确的描述”。(4)通过借鉴心理学的一些重要实验结果,提出了综合主动视觉与整体不变视觉的新的计算理论框架与一系列快速计算方法。在特征抽取与整体不变量,基于全局几何特征的立体视

觉、运动视觉及物体定位,快速计算方法,摄相机标定理论及算法,主动视觉,视觉问题的计算复杂理论等方面得到了一系列创新成果。(5)在关于相对图灵计算的研究中得到一些重要结果,解决了5个国际上同行关注的未解决问题,其中影响最大的是外心定理,独自解决了15年来未解决的问题,其结果已在国际上刚出版的《Handbook of Recursion Theory》一书中被引用。

## 17 半导体超晶格物理及材料、器件探索

首席科学家:黄 昆院士(半导体研究所)

(1)选择了国际前沿中的重要目标予以突破,提出和发展了低维半导体体系的某些重要新理论。其中超晶格中光学声子模的黄-朱模型是一项系统的、具有重要国际影响的出色工作。雷-丁平衡方程输运理论在超晶格中应用也受到国际学术界的很大重视。(2)在创新思想的指导下,在若干学科前沿点上提出不少新原理、新方法,发现和研究了不少新现象。例如,独立提出了多种直接生长量子线、点的新方法;发现和研究了多孔硅蓝光发射、红外上转换和峰位钉扎,DX 中心多重态,量子阱 Raman 光谱中的 Fano 线型,超晶格中微观-宏观界面模,T-X 共振耦合引起的级联共振隧穿及高场畴等新现象、新效应等;提出了测量 Landau 能级中电子有效扩散系数、Landou 态密度、量子阱中电子逃逸时间和用瞬态光霍尔-光电阻率研究深中心等新方法、新原理。(3)重视推动物理研究成果向新器件研制及转化的工作,成功地研制了以双色红外量子阱探测器、提高二次谐波转换效率的波导式表面发射器件、ZnSe-ZnS 超晶格平面波导光双稳器件和中红外 InGaAsSb-AlGaAsSb 多量子阱 LD 为代表的新原型器件。(4)通过深入的对材料制备技术、工艺和相关物性的研究,将 GeSi-Si、锑化物-砷化物异质结超晶格材料的质量提高到国际水平。

## 18 纳米材料科学

首席科学家:严东生院士(硅酸盐研究所)、冯 端院士(南京大学)

(1)采用多种物理、化学方法制备了金属与合金、氧化物、氮化物、碳化物等的纳米微粒与其组成的薄膜与块材;改善了复合纳米材料的强度与韧性;成功地研制出性能优越的纳米陶瓷,处于国际领先地位。首次发现纳米氧化锆晶粒在拉伸疲劳中应力集中区出现超塑性形变。(2)在颗粒膜的巨磁电阻效应、磁光效应和自旋波共振等方面作出了创新性的成果;首先发现纳米类钙钛矿化合物微粒的磁熵变超过金属 Gd,可望成为性能优良的磁致冷工质。(3)设计并制备了纳米复合氧化物新体系,中红外波段吸收率可达 92%;发现纳米介孔材料中光致发光增强效应,光谱线蓝移现象及稀土纳米氧化物光谱蓝移现象。(4)研制了电变色 NiO 的纳米微粒膜,ITO 纳米透明导电薄膜和非晶  $\text{Li}_x\text{TaO}_x$  纳米电解质薄膜,利用它们研制成一种反射型全固态电变色原型器件;利用  $\text{LaFeO}_3$  等纳米晶材料研制成一种 MSM 结构的光探测器原型器件;发现 Fe 系复合氧化物纳米晶材料对微波具有宽频带的吸收能力。(5)首次报道同时含 P、B 双金属元素体系纳米非晶合金催化剂,对合成气定向转化为低碳烃具有优良的催化稳定性;纳米钙钛石氧化物具有优良的甲烷完全氧化催化性能,其催化反应温度比大颗粒低 150℃

左右。(6)建立了溶剂加压热合成技术,能在 280℃ 用苯热合成技术制备出 30 纳米 GaN,可能发展为一种重要的固体合成技术。(7)在纳米颗粒材料的原子结构和电子结构研究、纳米颗粒体和颗粒膜复合体的输运和光学性质的理论研究方面,取得了不少创新的、达到国际水平的成果。

## 19 深亚微米结构器件和介观物理

首席科学家:吴德馨院士(微电子中心)

(1)在深亚微米结构器件研究方面:利用现有条件,充分发挥研究人员的创造性,在移相掩膜制备及曝光、深亚微米电子束光刻研究、X 射线掩膜制作及曝光、干法刻蚀及干法显影、超薄层材料生长及 STM 纳米加工应用探索及在深亚微米、纳米结构器件制作等方面做出了一批有创造性的高水平成果。在实验室研制成功 0.2 微米 MOS FET 和 MOS-SOI 器件,并在利用 SiGe 沟道方面做出了有特色的工作。设计了一种 InP 代替 InAlAs 作势垒层的具有重要应用前景的新结构 HFET 器件,其截止频率大于 30GHz,特性有明显改善。上述研究及制成的器件,缩小了与国际水平的差距。(2)在介观物理研究方面:在电磁场中运动的中性粒子量子相位,考虑多体效应的量子点输运、电子波导量子输运的理论工作,以及室温量子点接触电导量子化、大面积定向碳纳米管材料、半导体微结构样品的生长、制作、光电特性半导体光学微腔的实验工作等方面做出了一批有特色的、创新性的工作。

## 20 飞秒激光技术和超快过程研究

首席科学家:侯洵院士(西安光学精密机械研究所)

(1)飞秒激光技术及其应用方面:先后研制成功几种各有特色的飞秒激光器。在国际上首次实现了当时泵浦功率最低的掺钛蓝宝石自锁模激光器的稳定运转;KHz 重复频率飞秒激光脉冲放大研究,技术上达到了国际先进水平;在国际上首次实现了 Cr:LiSAF 激光器的双波长运转,并得到了当时国际上这种激光器的最短脉冲——45 秒;同步泵浦多波长飞秒激光器的研究获得了双波长运转参数的国际最好指标,其三波长飞秒激光运转属于国际首创;光纤激光理论与技术研究及孤子激光技术基础研究,发现了若干新的非线性光学现象,并研制成功了环式光纤激光器;可调谐激光晶体的生长也取得了优异成绩,生长成功了可用于光通信的掺四价铬新晶体,生长的高掺杂钛宝石晶体的总体性能居国际领先水平。上述飞秒激光器的研制与小批量生产,推动了国内超快测量技术的发展。(2)在超快速测量技术方面,所研制的 X 射线皮秒行波微通道板选通分幅相机的性能参数处于国际领先地位;带时标的 X 光条纹相机获得了在 17 纳米软 X 射线下时间分辨率 0.88 皮秒的国际最好结果,这两种相机成为我国研究激光核聚变的有效工具。在国际上首次使用转换材料与光电阴极组合,研制成功对近红外波段敏感的皮秒条纹相机,对满足国内科研需求有重大意义。(3)在超快过程研究方面,利用自己建立的四套超快时间分辨光谱仪,对光合作用中光系统 II 反应中心的研究取得的创新成果,在第九、第十届国际光合作用会议上,引起国际同行关注;基元化学反应实时观察与控制研究发展的新方法得到国际同行重视。