

中国科学院 1990 年度自然科学奖 一等奖项目简介

1. 采用单个全息透镜的光学变换研究

主要完成单位：物理研究所

该成果提出并建立了采用单个全息透镜组成的光学系统实现任意线性变换的理论及实验体系，研究成功了高序光学变换，是一项具有创造性的研究成果。其主要创新点如下：

(1) 提出采用单个全息透镜进行任意给定线性变换的理论，给出了实现变换所需的理论方程和条件，并通过几个低序（16 序以下）变换的实验研究，对此理论进行了初步验证；研究成功高难度的高序光学变换。

(2) 解决了从低序光学变换到高序光学变换遇到的许多难题，提出了低序和高序光学变换均适用的五平面变换系统，给出了求解确定全息透镜复振幅分布的巨大方程组的简便矩阵运算方法。

(3) 创立了一种新型的计算全息与光学全息相结合产生适宜于光学变换的全息透镜的新方法，在国际上首次实现了 32 序和 64 序的光学 Walsh-Hadamard 变换。

该成果从理论到实验都有自己的整套体系，尤其在实验上有一套系统的方法，因而在某种意义上开辟了一个光学处理图形图象信息的新领域。在需要快速模式识别的领域中，如巡航导弹的目标识别系统和智能机的视觉系统中，将有良好的应用前景。经王大珩、母国光等 7 位专家评议，认为是一项具有国际先进水平的成果。

2. 苯胺类聚合物的合成、结构和性能

完成单位：长春应用化学研究所

本项目系统地研究了电化学聚合、苯胺及其衍生物的化学、电化学聚合，考察了聚合条件对聚合速度、产物收率和性能结构的影响，论证了典型条件下的聚合方式和产物结构，确定了获得最佳导电性能的聚合条件；在电化学聚合中，首次观察到电解质阴离子对聚合速度的影响，首次采用了离子交换电解槽（已获中国专利）；通过控制聚合条件和后处理工艺，制得了可溶性聚苯胺、聚（邻、间）甲苯胺和聚-N-甲基苯胺，用溶液浇铸法制备了自支撑膜；研究了苯胺类聚合物的结构，苯胺类聚合物掺杂前后的变化以及聚苯胺的电化学性能，取得了一系统重要成果。该项研究加深了对此类聚合物的认识，丰富了导电高分子科学和技术的内容，其中制得的自支撑膜，具有作为电极材料、抗静电材料及屏蔽隐身材料的良好应用前景。

该项目具有以下特点：

(1) 发挥综合所的优势，多学科协同攻关，在化学、电化学聚合、结构分析、性能和掺杂反应等关键环节上都作出了贡献，得到了比较系统全面的成果。

(2) 该项目实现的可溶方法，产物导电性能无损失，机械性能好，比国外采取的长侧基取代，大体积阴离子酸掺杂和接枝共聚等方法，具有明显优点，所制自支撑膜的综合性能达到 MacDiarmid 所赠样品的指标。

(3) 首次发表聚苯胺、聚甲基苯胺的溶液 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱图、无散射干扰的 IR 谱图等。

(4) 基于以上波谱或光谱信息得出的关于苯胺类聚合物本征态、掺杂态结构、掺杂机理的结论，如“N-C₁ 偶联”、“本征态氧化度约 50%”、“四环 BQ 变体模型”等，论证了国外的有关设想，补充或更正了国外有关认识。

3. 液/液界面电化学研究

完成单位：长春应用化学研究所

液/液界面(L/L)电化学,又称两不相溶电解液界面(ITIES)或油/水界面(W/O)的电化学,是70年代中期才开始发展的电化学新领域,是一种新的电分析化学方法。该所从1981年从事这一领域的研究工作,在以下方面取得了突破性成绩:

(1) 首次提出并发展了循环线性扫描计时电位法,装置了仪器,提出了新理论,系统深入研究了可逆、准可逆、动力学、单组分和多组分体系,以及络合推动过程等各种类型的离子转移方程式,并经过实验证明。

(2) 建立了目前国际上研究液/液界面电化学最全的方法、手段,包括伏安法、计时电位法、滴液电极极谱法、悬液电极溶出法、半微分及多阶半微分新极谱法、脉冲极谱法和方波极谱法等,组装了相应的仪器且推广生产。

(3) 深入研究了各种中性载体如吡啶、2,2'-双联吡啶、冠醚等对质子、碱金属、碱土金属、电镀金属离子的推动转移的热力学和动力学过程,并分别计算了它们的热力学和动力学参数。

(4) 系统研究了各类药物(如抗生素)以及首次研究一些麻醉药和胆碱类等药物的界面转移过程及其分析测定方法。

(5) 首次发现并系统研究各类酸性与碱性有机染料如胺类、磺胺类、偶氮类、羟基蒽醌类、水杨酸类等液/液界面上的电化学行为,提出了转移理论并计算了各相应热力学参数。

(6) 首先发现并研究了杂多酸阴离子和过氧酸根离子在水/硝基苯界面的转移过程。

(7) 研究并提出了非离子型表面活性剂在液/液界面上对碱金属和碱土金属离子的选择性推动。

(8) 研制成功了水/固化硝基苯检测器,可分别与流动注射法、液相色谱仪联用。提出并研究了各类通常认为电化学法不能检测的一些无机和有机阴离子、阳离子的检测方法。

在上面成绩的基础上,提出了液/液界面离子转移过程的规律和理论,离子的转移特性与离子半径。这些规律概括成经验公式,可应用于选择新的基础电解质和探寻新的转移体系,判别转移离子的电荷符号。此项成果达到国际先进水平。

4. 岩体结构力学

主要完成单位：地质研究所

该项成果是孙广忠研究员二十多年来组织、领导和参加的三十余项大中型工程地质勘察、岩体力学试验研究及设计施工实践的总结。它系统地研究了岩体结构的力学效应,发现了岩体结构对岩体变形、破坏、力学性质控制等方面的一系列规律,提出了“岩体结构控制论是岩体力学基础理论”、“岩体结构力学效应是岩体力学的力学基础”、“岩体结构分析方法是岩体力学研究的基本方法”等一系列基本观点。在此基础上,提出了岩体变形由岩石材料变形和结构变形构成的理论;提出了岩体破坏具有多种破坏机制、多种破坏判据的理论;阐明了岩体力学性质具有明显的结构效应;提出了岩体力学性质结构效应的三个基本法则等,依此建立了完整的岩体结构力学理论体系。这个体系更加符合岩体的地质实际,并在“728”核电站边坡工程研究,二滩水电站岩体力学研究等多项国家重大工程实践中被广泛采用,产生了明显的社会效益和巨大的经济效益。

岩体结构力学理论的提出得到了国内外同行专家的高度评价,具有国际领先水平。

5. 广西桂林南边村泥盆-石炭系界线地层及古生物

主要完成单位：南京地质古生物研究所、广西地矿局区调队等

国际泥盆-石炭系界线研究已有近百年历史。我国该项研究起步很晚,该课题组从1987年1月开始立

题,于 1988 年 8 月出版了《中国桂林南边村泥盆-石炭系界线特征与记录》的英文专著。该专著对纪录的 14 个门类化石作了系统描述,并阐述了其生物地层特征;还从沉积岩石学、微相分析和稀土、微量元素地球化学的研究,对界线层的沉积环境作出定量及半定量的估测;铷-锶同位素年龄值的测定工作是在精细的生物地层工作基础上,明确界线及点位的前提下进行的,测得了全球第一个泥盆-石炭纪之间原始沉积年龄为 361.0 ± 4.1 百万年的数据。该专著被国际界线工作组主席等誉为研究程度深、学科全、水平高、速度快的经典著作,在国际同类研究中居领先地位。

该研究确定的南边村界线层型剖面,是我国第一个被国际正式确认的界线层型,推动了国际界线层型向精、深、广的方向发展,对现代地层学及古生物学的发展作出了贡献。

6.《天体化学》专著

主要完成单位:地球化学研究所

本专著是以作者欧阳自远近 30 年天体化学的研究成果为主导,并系统综合国内外天体化学领域最新进展与成就,根据作者提出的理论体系而写成的理论专著。

该专著在以下领域提出了新观点、新模式及相应的新理论:(1)太阳星云盘元素的分布特征与规律及凝聚形成行星成分的差异;(2)行星质量及太阳距离对行星化学组成、壳层结构的制约理论;(3)行星大气和地球大气层、水圈的起源与演化模式;(4)地球的能源和热历史理论;(5)吉林陨石形成演化综合模式;(6)吉林陨石的多阶段宇宙线辐射历史理论;(7)高空及地质体中宇宙尘分类及消融型宇宙尘概念与意义;(8)玻璃陨石的化学组成与地外撞击成因;(9)地外物质撞击与全球气候灾变、生物灭绝事件的新证据;(10)太阳系重大事件的时间序列。

该专著是当代国际上最为系统、全面、并以中国研究成果为主的天体化学著作,受到国内外同行专家的高度评价。

7.《东海的胶结和瓷质有孔虫》

完成单位:海洋研究所

该专著是对东海表层沉积物中胶结类和瓷质类底栖有孔虫研究的系统总结。全书近 50 万字,详细记述了胶结有孔虫 280 种,其中有 60 个新种和 1 个新亚科;瓷质有孔虫 146 种,其中有 25 个新种和 2 个新属。作者亲自绘制的 87 幅图版和 130 幅插图(共计 1500 多帧形态图),提供了所记述的全部种类的外部形态和近半数种类的切面形态图。还依据大量生态资料总结了各主要种类的生态特性和大部分种类的深度分布范围,进而划分和探讨了东海胶结有孔虫和瓷质有孔虫的区系及其群组面貌。

该研究除利用传统的树脂填充磨片法外,还根据不同种类的特点,采用不同方法和手段对标本尽量多作薄切面和半切面观察研究,以揭示那些外形相似而内部特征不同以及个体发育形态明显变异的种类的内部特征,从而突破了过去主要凭外部形态特征鉴别种类的传统方法,并以此澄清了一些分类上有疑惑的问题,提高了有孔虫分类研究的质量和水平。

该专著不仅对本学科,而且对海洋原生动物的研究都有较大的促进作用。由于有孔虫在石油勘探开发中可作为分析生物层和解释古沉积环境的良好指示生物,因而对我国石油勘探开发研究也具有应用价值。

8.《中国土壤》(第二版)

主要完成单位:南京土壤研究所组织院内外土壤学家集体编纂

《中国土壤》第二版是在第一版(1978 年,科学出版社出版)的基础上,吸收了近 10 年来土壤调查研究的新成果,进行大幅度修改后出版的。该书的学术成就可概括为以下三个方面:

(1) 首次全面论述了我国土壤资源的特点,推动了土壤分类的发展。

(2) 对我国土壤肥力进行了系统分析,并以综合的观点和动态的观点更新了土壤肥力的概念。这一概念已被国内外同行广泛接受。

(3) 系统总结并丰富发展了我国改良土壤的实践经验。

该书是建国以来全国土壤科学研究工作的系统总结,在学术上有开创性,对第二次全国土壤普查及土壤改良、国土整治和区域开发起了指导作用。

9. 酶活性不可逆改变的动力学

完成单位:生物物理研究所

近年来的发展表明,酶活性不可逆改变动力学的研究已成为研究酶的作用机制和酶活性调节的重要手段,可以提供某些用可逆抑制动力学方法所得不到的信息,对酶学基础理论的研究有重要意义,并且为其在医药和国防上的应用提供了理论依据。

早在1965年,邹承鲁首先提出了一个完整的研究酶活性不可逆改变动力学的理论,根据这一理论,通过连续监测在修饰剂存在时的酶催化反应过程以及适当的理论分析,便可方便地求得所有待测的动力学参数(下文称邹氏方法)。80年代初,邹承鲁领导的课题组重新开展了这方面的研究工作,选择了乙酰胆碱脂酶、胰蛋白酶、核糖核酸酶等作为代表,详细研究了各种不同情况下酶的活化和抑制动力学,均得到了满意的结果,并将邹氏方法进一步推广到双底物酶系统,以肌酸激酶为例对该理论作了实验验证。该项研究成果有这样两个特点:

(1) 思想方法上有创新。邹氏方法将酶、底物和抑制剂作为一个整体来研究其变化规律,通过研究修饰剂存在时酶催化反应的过程,可以得到酶与抑制剂作用的信息以及底物对修饰剂反应的影响。

(2) 理论和技术上有突破。邹承鲁导出了修饰剂存在时底物反应的动力学方程,同时提出了确定各修饰动力学常数的作图方法。邹氏方法比传统方法具有很大的优越性,操作简便,适合于研究酶与抑制剂作用较快的情况,特别是可以研究修饰剂与酶底物复合物作用的方式,这是传统方法不可能做到的。该项研究成果居国际领先地位。

10. 主要农作物原生质体再生植株的研究

完成单位:遗传研究所、植物研究所、上海植物生理研究所

由于植物原生质体的全能性为在细胞水平上改良作物提供了有效途径,所以植物原生质体特别是主要禾谷类植物原生质体再生植株的研究,一直是国际上所密切关注的课题。

七五期间,这些单位在原生质体培养的研究上取得了重大进展,自1986年以来,相继使重要的粮油作物粳稻、籼稻、玉米、小麦、小偃麦、高粱、小米、大豆以及马铃薯、中华猕猴桃、哈密瓜、甘蓝、油菜等共计17种植物的原生质体再生成完整植株。其中玉米、小偃麦、高粱、小米、大豆、中华猕猴桃、哈密瓜、洋葱等均属国际首次成功。取得上述成绩的关键是:

(1) 在取材时重视了基因型之间的差异,选择了再生能力强的基因型作为研究对象。

(2) 研究了不同器官的再生能力及其不同时期的全能性差异,利用了再生能力强的幼胚、幼穗以及幼嫩子叶等作为起始材料。

(3) 用上述材料建立了胚性愈伤组织及胚性细胞悬浮,提高了原生质体的再生频率。

(4) 研究了各种培养基的成分及培养方法,特别是培养基中各种生长激素的配比以及前后培养因素的相互影响,发现诱导愈伤组织的培养成分对再生愈伤组织的分化有重大影响。

(5) 在猕猴桃原生质体再生愈伤诱导分化过程中,采用分步诱导的方法,即先后经三种不同的分化培养基,克服了一般果树不易分化的障碍。

本成果为植物遗传操作中通过体细胞杂交、基因转移培育抗病、筛选品种提供了理想基因转移的受体系统,并为无性系选择育种提供了多种遗传背景材料,为体细胞杂交育种奠定了基础。

11. 哈密尔顿系统的辛几何算法

完成单位: 计算中心

哈密尔顿体系一直是进行物理学理论研究的数学工具。一切守恒的真实物理过程都能表达成哈氏体系,该体系的数学基础是辛几何。本项研究的主要创新点是:

(1) 在国际上最早系统地研究并建立了辛格式,从而在计算数学中开辟了哈氏体系的计算方法这一新领域,并为该领域奠定了正确的科学途径(即基于辛几何的途径),开辟了计算物理、计算力学与计算数学之间的一个前沿交叉面。

(2) 系统地提出了用生成函数方法构造任意阶精度的辛格式,利用它可以得到无穷多种辛格式。辛格式具有长时间独特的稳定性与跟踪能力,正确地反映了原系统的定性的、拓扑的及结构的性质,反映了系统本来的面貌,克服了传统计算方法所带来的人工耗散及种种非系统固有的干扰。

(3) 系统地研究了辛格式的对称性及守恒律,发现其中一类具有很好的对称性和守恒律。

(4) 构造了无穷维哈密顿力学的任意阶精度的辛差分格式,并应用于波动方程及一阶双曲方程组中。

(5) 利用泊松映射的生成函数建立了泊松流形上任意阶精度的辛格式,它具有保持矩量不变的性质,在多刚体运动与机器人研制中有潜在的应用价值。

(6) 对辛几何本身也系统地发展了构造性的生成函数理论与哈密顿-雅可比方程。

(7) 对于非哈密顿系统,可以考虑它的变分方程组,对它仍可构造任意阶精度的辛格式。

大量的计算实践和理论分析充分肯定了辛几何算法的有效性,它惊人的计算稳定性及长期跟踪能力是动态计算方法的一大突破,在天体力学、几何光学、等离子体、高能加速器的设计、流体力学、弹性力学、最优控制、工程计算等众多方面具有现实的及潜在的应用的价值。可以说辛几何算法在研究对象、内容及手段上均是国际首创。

12. 导电高分子中的电子关联

主要完成单位: 上海技术物理研究所红外物理国家重点实验室

参加单位: 复旦大学、四川理论物理中心

导电高分子是 80 年代出现的制造快速光电子学器件的新材料。理解并改进导电高分子性能的关键是研究键结构。高分子具有长(单)键和短(双)键交替的二聚合结构,其形成原因是此类材料的理论基础。近年来,国际上对导电高分子中电子-电子相互作用与二聚化的关系形成了观点截然相反的两派:一派认为电子相互作用大大增加二聚化,因而二聚化主要来自电子-电子相互作用而不是电子-晶格相互作用;另一派则认为电子相互作用减弱二聚化。该研究提出的新理论澄清和解决了这场争论。首先分析了这两派分歧的根源在于他们对导电高分子中电子相互作用的描述不恰当。他们都采用流行的 Hubbard 模型或其改进型,然而这种模型只适用于窄能带体系,不适于宽能带的导电高分子。新理论提出屏蔽库仑势,它包括了所有对角和非对角作用项,两派的观点只不过是该理论在不同情况下的近似。该理论还指出,电子关联对键结构的影响决定于材料中的相互作用程(屏蔽):长程(弱屏蔽)时,电子相互作用增强二聚化;短程(强屏蔽)时,减弱二聚化。其物理原因是:短程力时,键电荷排斥可忽略,格点电荷排斥阻止了价键共振,从而增强了二聚化;长程力时,键电荷排斥增大并抑制晶格畸变,减弱了二聚化。

该成果推动了导电高分子的理论研究,为进一步提高光学非线性和电导率指出了新途径,居国际领先水平。

(计划局成果专利处 供稿)