



成果与应用

中国科学院

获 2003 年度国家科学技术奖成果简介*

中国科学院综合计划局

(北京 100864)

关键词 中国科学院, 国家科学技术奖, 成果, 简介

2003 年度国家科学技术奖, 分别授予中国科学院院士刘东生、中国工程院院士王永志国家最高科学技术奖, 奖励 254 项科技成果, 其中国家自然科学奖 19 项(一等奖 1 项, 二等奖 18 项), 技术发明奖二等奖 19 项(一等奖空缺), 科技进步奖 216 项(特等奖 1 项, 一等奖 16 项, 二等奖 199 项), 国际科技合作奖 4 人。

我院刘东生院士获国家最高科学技术奖, 成为继吴文俊院士、黄昆院士之后我院第三位获此殊荣的科学家。此外, 我院还获 16 项科技成果奖, 其中自然科学奖 6 项(一等奖 1 项, 二等奖 5 项), 技术发明奖二等奖 1 项, 科技进步奖二等奖 9 项。我院推荐的数学家丘成桐获国际科技合作奖。下面简要介绍我院获奖项目(不包括专用项目)。

国家最高科学技术奖

刘东生 见本刊本期 149 页。

国家自然科学奖一等奖(1 项)

澄江动物群与寒武纪大爆发

完成单位: 中国科学院南京地质古生物研究所、云南大学、西北大学

主要完成人: 陈均远、侯先光、舒德干

寒武纪生命大爆发是一个重大疑难科学问题, 一直让达尔文感到十分困惑。在人们普遍认同达尔文进化论的今天, 全面揭示并合理解释寒武纪大爆发的真实面貌、探索众多动物门类起源的难题, 是古生物学和进化生物学的重要前沿科学领域。自 1984 年在云南澄江发现了 5.3 亿年前的软躯体化石群——澄江动物群以来, 深入研究寒武纪大爆发成为可能。由陈均远、侯先光、舒德干合作近 20 年, 取得了如下研究成果:

(1) 寒武纪大爆发面貌的揭示与动物多样性起源的研究。脊椎动物起源及其它早期后口动物的发现和研究、节肢动物早期辐射演化研究和疑难化石研究取得突破性进展。

(2) 寒武纪大爆发时的生态系统、古生物地理、演化模型及爆发机理研究。重建寒武纪早期生态系统和食物链、全球寒武纪古生物地理分区新假说、主要灭绝化石类群的发现与研究为构建“蘑菇云式”的演化模型提供了重要依据。

(3) 该项目一系列化石的发现不仅为“寒武纪大爆发”突变事件的存在提供了依据, 证明了门一级高级动

* 收稿日期: 2004 年 2 月 28 日



物类群的起源是“寒武纪大爆发”事件的核心内容和本质所在,进而对达尔文倒锥形进化树模式提出了质疑。主要发现点有:发现、采集标本 10 万余件,发现并研究了包括脊椎、真节肢、螯肢和甲壳等动物的起源;对各类化石进行了深入细致的化石生物学、功能解剖学、演化生物学、古生态学、古地理学、埋藏学等多学科综合研究。脊椎动物是一棵十分神奇的生命树,脊椎动物的起源不仅是一个疑难的科学问题,而且也是一个公众普遍关注的热点问题。因而脊椎动物的起源构成该项目的核心命题。项目发现并论证了最古老真脊椎动物海口鱼等,将脊椎动物化石记录的历史前推了 5 000 万年。还发现了处于无脊椎动物向脊椎动物演化的中间类型化石——海口虫等。海口虫保存了大量精细的解剖学细节,如:脑、眼睛、鼻孔、神经索、上下唇、口腔、口须、背动脉、鳃弓、肌肉纤维、原脊椎等构造。以上构造的发现和研 究为揭示脑的起源、头部感觉器官的起源、食性的起源、鳃弓的起源和脊椎骨的起源等科学问题提供了化石依据。处于叶足动物与真节肢动物之间的中间类型化石的发现与研究为探索节肢动物头部的起源和附肢的起源提供了重要的依据。项目还对螯肢动物的起源开展了探索,认为螯肢动物经由类似于海口虾的中间类型化石起源于寒武纪早期的大附肢节肢动物。项目对巨型食肉性生物的发现与研究做出了重要的贡献,并结合动物排泄物和肠道未消化生物骨屑等研究提出寒武纪大爆发是复杂生态体系的历史起点。还提出了“广义进化论”,对寒武纪生命大爆发的激发因素进行了综合分析,进化重新理解为生命的自我过程,这一过程导致了生命系统分形结构的产生和演化。提出与传统观念有别的“寒武纪全球暖水和冷水两大动物群分区”的新假说,首次较完整地揭示出早寒武世海洋生态群落面貌。以上的发现与研究较全面揭示了寒武纪大爆发主幕的真实面貌,对一些重要动物类别进行了起源探索,对进化论进行了重要补充和修正。诠释并回答了寒武纪大爆发这一重大疑难科学的很多问题,与世界著名的加拿大布尔吉斯页岩动物群相比,我国澄江动物群不仅具有化石资源的优越性,时代上更靠近寒武纪生命大爆发的始点,更重要的是其研究更为深入。该项研究标志着我国科学家在早期生命演化与“寒武纪大爆发”研究领域作出的重大贡献和在学术上的领先地位,为中国科学界在国际上赢得了荣誉,是中华民族对人类文明宝库作出的重要贡献,具有重大的科学价值。

该项目发表论文 90 余篇,其中 *Nature* 和 *Science* 14 篇, *SCI* 收录 37 篇, 70 篇被 *SCI* 引用 842 次;出版专著 9 部。英国古生物学家 D. Palmer 在 *Nature* 杂志评论专著《澄江动物群》时称:这本书“对了解寒武纪早期动物惊人的多样性打开了一个迷人的窗口。”该系列性研究成果得到 *Nature*、*Science*、*PNAS*、美国 *Science News*、法国《研究》、英国皇家学会《促进科学进步年评》等杂志广泛的肯定性专题评述,并相继列入英、美、德、日、法等国的大学教材、百科全书,引起国际社会特别是学术界广泛关注。

国家自然科学奖二等奖(5 项)

量子信息技术的基础研究

完成单位:中国科学技术大学

主要完成人:郭光灿、段路明、郑仕标、周正威、张永生

该项目围绕量子信息技术发展的若干关键性科学技术问题开展了深入研究,主要成果有:(1)提出了量子避错编码原理,为有效地克服量子计算实际应用主要障碍的消相干提供了新的途径,成为三种不同原理的量子编码之一。美国 Los Alamos 和 NISI 三个研究组在实验上证实了该原理;(2)提出概率量子克隆原理,为有效提取量子信息提供了新方法,成为两种不同原理的量子克隆机之一,被国际学术界称为“段-郭概率克隆机”、“段-郭界限”。在实验上研制成功普适克隆机和概率量子克隆机,被国外学者称为该领域最激动人心的进展之一;(3)提出了一种新型的量子处理器方案,可有效地克服耗散影响,有望成为实用的量子处理器,法



国巴黎高师研究组采用此方案在实验上制备出原子纠缠态;(4)在量子密码研究上提出了信道加密的新型量子密码方案,具有许多优点,被国外应用推广。提出了非破坏性量子质询新方案,将其效率提高到 100%。

求解光学逆问题的一种新方法及其在衍射光学中的应用

完成单位:物理研究所

主要完成人:杨国桢、顾本源、董碧珍、汪力

逆问题广泛地存在于天文、物理等各分支学科中,相位恢复是其中一类重要的求逆问题。Gerchberg 和 Saxton 曾提出一种被人们称为 GS 的实际算法,并成为基本算法。随后众多科学家相继提出各种修正的 GS 算法,但一般只局限于傅里叶变换框架,只能处理无能量损耗的么正变换系统中的相位恢复问题。该研究成果对此做出重大推广和发展,提出了可适用于处理广泛存在的一般的非么正变换系统的新方法(包括理论和算法)。首次提出了一般线性变换(不局限于傅里叶变换)系统中的振幅和相位恢复的新方法,提出逆问题可分为三类:纯相位型、纯振幅型、振幅相位混合型,并给出相应方程组和有效的迭代算法。新方法还创造性地应用于各种衍射光学元件的设计中,实现设计和制作集多功能于一体的衍射相位元件,从而开辟了衍射相位元件设计的新途径。研究结果已在国内外重要学术刊物上发表论文 20 余篇,得到了国内外同行的高度重视和好评,Yang-Gu 算法已被编入专著并应用于衍射光学元件的设计。

有毒化学污染物形态研究中的联用技术、方法学及相关机理

完成单位:生态环境研究中心

主要完成人:江桂斌、严秀平、倪哲明、牟世芬、韩恒斌

该项目围绕有毒化学污染物形态研究的各个环节进行了长期的探索,在新的联用技术、方法学及其相关机理方面取得了突出成绩,许多方面的研究处于国际领先水平,并引发了大量的引用和后续研究。研制的电热石英原子化器和建立的流动注射预富集与原子光/质谱联用技术等一系列新的形态测定方法,在国际上产生了较大影响;提出的测定等温原子化过程的动力学级数、活化能和频率因子的新方法以及获取升温原子形成过程的反应级数与活化能的新方法,受到国际同行专家的好评;首次提出了原位富集氢化物发生-电热原子吸收光谱法,此法是现有氢化物生成元素最灵敏的方法之一;研究发明了表面发射火焰光度检测方法,被国际同行评价为有机锡等最灵敏的测定方法之一,并获国家发明专利;发明了新的连续流动液膜萃取技术和低温色谱技术;出版了国内第一本离子色谱专著,在离子色谱方法的研究与应用方面做出了开创性的工作;完成了 7 种环境标准物质的研制,均被定为国家一级标准物质,在国内外得到推广使用。

研究结果在 *SCI* 收录期刊上发表论文 137 篇,其中影响因子大于 3 的 45 篇。论文被国外 *SCI* 收录期刊正面引用 1 264 次,产生了广泛的国际影响。

西南高等真菌重要类群的分类系统及化学成分研究

主要完成单位:昆明植物研究所

主要完成人:臧穆、刘吉开、刘培贵

该项目对我国西南高等真菌的许多重要类群进行了开创性的系统学研究,获得了一些创新性的突破,奠定了我国西南高等真菌研究的基础。在对我国牛肝菌目、蘑菇目、腹菌类和肉座菌科、麦角菌科等部分子



囊菌深入的研究中,共发现了 3 个新属,4 个新组,144 个新种和一大批我国新记录种,其中很多成果已被国内外同行公认并引用。率先论证了我国西南地区环境与高等真菌演化发展的多样性和复杂性,首次阐述了该地区真菌区系的特点,最早提出了我国真菌的地理分区,充分阐明了我国西南尤其是横断山区是高等真菌多样性的关键地区。对西南产地我国一些特有种和重要类群进行了深入研究,已发现新化合物 50 个(包括 4 种新的结构骨架类型),其中一些化合物不仅结构新颖,还具有显著的生物活性。从系统学、生物地理学和化学不同角度,在宏观和微观两个层面上,对西南高等真菌进行了综合研究,揭示了西南高等真菌生物多样性和资源特征、地理分布和演化规律,探讨了某些类群中所含次生代谢产物的化学结构变化及其在医药上的潜在应用前景。已完成专著 12 部,在国内外发表学术论文 134 篇,包括国际性刊物发表学术论文 48 篇。同时对我国西南不同生境的高等真菌进行了全面的野外考察和采集,建成了一个(含有 4.1 万余号高等真菌标本)共 14 万余号标本的隐花植物标本馆。

国家技术发明奖二等奖

高分辨率测深测扫声纳

完成单位:声学研究所

主要完成人:朱维庆、刘晓东、朱敏

高分辨率测深测扫声纳测量海底的高分辨率地形地貌,又称为海底微地形地貌。该发明解决了长期困扰国际上测深测扫声纳发展的两个主要问题,一是正下方的测深精度差,二是不能测量从不同方向同时到达的回波,在多途严重或者地形复杂的情况下难以使用。

(1)新型声纳阵,声纳阵由一个发射线阵和 4 个平行的接收线阵组成,相邻接收线阵间距在 0.5 和 1 之间,为声纳中心频率的波长,使得声纳正下方的测深达到了高精度数字测深仪的精度。由于该发明认为声波会穿入海底一定厚度,找到了声纳正下方误差产生的原因。(2)海底自动检测,它包括准确估计目标数信号处理和多子阵高分辨率波束形成信号处理,克服了海底、海面和复杂地形引起的多途信号,获得高分辨率的地形地貌。该成果获国家发明专利 1 项,并申请了国际专利,国际局检索报告全为 A。

高分辨率测深测扫声纳适宜于在水下载体上安装,它已安装在新型 6 000 米水下机器人和 7 000 米载人潜水器以及 6 000 米拖体上,可广泛应用于海洋工程、海洋开发、海洋矿产资源开发、油田区域和航道的地形测量、水下管道测量以及海底地形匹配导航系统等方面。

国家科技进步奖二等奖(9 项)

曙光 3000 和可扩展并行计算机系统

完成单位:计算技术研究所

主要完成人:孙凝晖、徐志伟、李国杰、樊建平、孟丹、杜晓黎、侯建如、张佩珩、肖利民、马捷

“曙光 3000”是通用并行计算机系统,是当时性能最高的国产超级服务器。系统整体上达到了国际先进水平,部分技术如跨平台机群操作系统等达到国际领先水平。它兼顾大规模科学计算、事务处理和网络信息服务,峰值浮点运算速度每秒 4 032 亿次,内存总容量 168GB,磁盘总容量 3.63TB。它具有机群体系结构,由 70 台节点机组成,共 280 个处理机。系统提供 3 套连接网络,两套串行网络,具有丰富而完善的系统软件,并



配有一批应用软件和大批行业应用软件。

“曙光系列可扩展并行计算机系统”突破中低端服务器的核心技术,整体上达到国际同类产品的先进水平,部分技术如中文化监控管理、简化配置、基于机群的安全控制、高可用双机热切换等居国际领先地位。

卫星遥感数据存档介质转换与处理系统

完成单位:中国遥感卫星地面站

主要完成人:李传荣、杨仁忠、王文、李安、杨祥福、唐伶俐、潘习哲、姜琳、李子扬、兰启

该系统由6个子系统组成,分别为数据输入、介质转换与数据记录存档、数据处理与产品生成、快视处理与辅助信息生成、存档目录生成与检索查询、网络管理与防火墙子系统。实现了P&G和FW两种高密度磁带机记录的存档数据的实时回放、同步码检测、实时移动窗显示、卫星下行数据的实时记录,利用新介质存档数据,多卫星的数据处理和各级产品生成,降分辨率快视处理与辅助信息提取,快视图像压缩,辅助信息与快视图像打包,目录存档数据的管理检索和查询,安全、便捷的网上用户查询功能等。突出特点是:成功地实现了卫星遥感数据地面运行性处理系统的自主设计、自主集成和基于商业化软件的二次开发与完善。在系统总体设计、硬件系统工程结构设计、数据处理系统动态流程工程化设计中体现了兼容性、可靠性、易扩充性、易维护性和运行性原则。设计思想先进,技术上有创新,该成果为土地利用动态变化监测、农情监测等国家重大问题提供了数据保障和信息服务,取得了良好的社会效益。

大规模断层数据的分割和三维重建及其应用

完成单位:自动化研究所

主要完成人:田捷、何晖光、张晓鹏、张兆田、李恩中、周曙光、赵明昌、杨鑫、葛行飞、李光明

该项目所涉及的领域包括模式识别、计算机图像处理、计算机图形学、计算机视觉等内容,主要研究三维断层图像的处理与分析技术。在临床医学领域,利用影像设备产生的数据,多方位地观察人体解剖结构的三维显示、积极地参与计算机的操作,极大地提高了诊断的方便性和准确率。这不仅可以利用现有的医学摄像设备来极大地提高了医学临床诊断水平,而且可为医学培训、医学研究与教学、计算机辅助临床外科手术等提供电子实现手段,为医学的研究与发展提供坚实的基础,具有很大的医学应用价值。在工业CT领域,可以进行精密工件内部结构的测量、缺陷的无损检测以及各种材料的成分和结构分析,通过三维重建以及快速成形机接口,还可以进行反向工程的研究。

资源环境、区域经济空间信息共享应用网络

完成单位:遥感应用研究所等

主要完成人:阎守邕、徐枫、曾澜、陈宣庆、王世新、庄大方、李浩川、陈蓓玉、王庆杰、杨丽沛

该项目创建了通过数字通信网络,把项目单位连接起来的资源环境和区域经济空间信息网络;首次提出了适合我国国情,能与国际标准接轨的NREDIS空间集成数据编码、空间元数据内容、空间数据格式转换、数据定位质量评价、空间数据应用模型等标准方案或建议以及推广应用有关标准的软件工具;创新了遥感影像人机交互判读系统、空间决策支持系统平台、元数据技术平台和空间数据格式转换服务系统等配套关键技术;创建了使参加单位原有和不断生成的数据转换为NREDIS网上共享应用资源的工艺流程与技术规范,完成了以全国统一、标准的数字地图为基准的数据空间集成示范任务;创建了遥感速报信息网络服



务框架系统和全国地区经济监测预测系统,业务运行效果良好。创建了能够进行内部服务、交换共享、中介委托和公益服务等运作的 NREDISA 及其空间信息交换中心原型;首次提出了具有我国特色的 NSII 建设总体框架、发展模式以及政策建议,开拓了作为 NSII 发展理论基础的人地系统科学新领域。

大尺寸优质蓝宝石晶体研制

完成单位:上海光学精密机械研究所等

主要完成人:徐军、周永宗、邓佩珍、周国清、李红军、司继良、杨卫桥、李抒智、王静雅

该项目从蓝宝石晶体的生长方法、装置到晶体退火工艺等均拥有自主知识产权,取得了一系列重要进展。主要创新点:首次采用温梯法生长大尺寸蓝宝石晶体;首次采用温梯法生长易挥发性铝酸锂和镓酸锂等晶体;提出蓝宝石晶体的着色新机理;采用两步法脱碳去色新工艺;提出采用双加热温梯法生长大尺寸蓝宝石晶体。生长成功的蓝宝石晶体,晶体衬底尺寸从两英寸扩大到四英寸。衬底基片尺寸(2—4 英寸)和质量达到国际先进水平。可以直接生长光轴方向[0001]即零双折射方向的蓝宝石晶体,是目前国际上惟一能直接生长该方法的方向。经美国加州理工学院、美国通用公司和国内相关单位等综合测试,晶体的主要 4 个关键指标均处于国际最好水平。与美国晶体系统公司的热交换法和加拿大 Honeywell Co 的提拉法相比,晶体生长成本低、质量高,工艺技术易于自动控制,适宜工业化推广。

该研究成果先后得到了国家“863”计划、中科院重大项目、上海市科委项目、国际大科学工程——激光引力波干涉仪 LIGO-I 计划和国家计委高技术产业重大专项的支持。

该项目从蓝宝石晶体的生长方法、装置到晶体退火工艺等拥有 10 项专利,取得了一系列重大成果。该研究成果已成功实现了成果转化,吸纳了逾元的社会资金,建立了国内第一条 2—4 英寸蓝宝石衬底生产线,产品已开始批量出口。

随着该项目的成功实施,不仅使我国在晶体这一“单元”基础产品开发上达到国际先进水平,而且可以推动传统产业改造,促进和带动一批相关高新技术产业的形成和发展。

Hopen 嵌入式操作系统

完成单位:北京中科院软件中心有限公司、北京凯思昊鹏软件工程有限公司

主要完成人:钟锡昌、王新社、韦忠、高悦、丁未、于欣鸣、许晶、赵征、苏晓峰、汤晋琪

该系统是一套实时多任务嵌入式操作系统,包括系统核心、文件系统、图形窗口系统、网络系统、设备驱动、应用程序开发环境等模块。其采用微内核结构设计,支持高实时性多任务处理,拥有友好的图形用户界面;支持网络功能,动态加载;具有高效的电源管理能力;与 PC 通信等方面相比具有突出优势;同时支持多种硬件平台。该成果产生了良好社会效益,填补了国内空白。在此基础上提出的以 Hopen 产业化为目标的“女娲计划”,促进了自主版权软件产业的发展。本成果同时产生了巨大经济效益,目前使用本成果的 PDA、掌上电脑、网络电视、网络计算机产品已超过 15 万台,部分已出口海外,带动相关企业增加工业总产值 3.2 亿元,出口创汇 115 万美元。目前,智能手机已获 60 万美元订单。

基于多功能感知理论的中国手语识别与合成研究

完成单位:中国科学院计算技术研究所、北京工业大学、哈尔滨工业大学

主要完成人:高文、尹宝才、王兆其、陈熙霖、马继涌、王春立、陈益强、宋益波、方高林、杨长水



该成果在理论上研究了异质模式的交互理论,提出了基于多功能感知的人-机-人交互机理与模型;在技术上研究解决了大词汇量的连续手语识别和三维虚拟人手语合成的一系列关键技术;在系统上,实现了能够处理大词汇量,面向中国人的正常人与聋哑人的实时双向交流系统——“中国手语识别与合成系统”,属国际首创。该系统实现了 5 177 汉语词汇的中国手语识别,孤立词正确识别率为 95%,连续手语的正确识别率为 91.5%,在中国手语识别与合成方面属于奠基性的工作,取得了突破性的进展,处于国际领先水平。在各种服务行业和公共场所均可应用,可给聋哑人的学习和生活带来极大便利。

现代新药筛选体系和高通量筛选技术的研究和应用

完成单位:中国科学院上海药物研究所、国家新药筛选中心

主要完成人:叶其状、丁健、胡国渊、南发俊、李佳、胡立宏、王明伟、朱兴族、唐希灿、左建平

该项目利用现代分子生物学、细胞生物学、基因组学、蛋白组学、分子药理学的最新进展,建立各种异体表达系统,在国内首次实现系统化克隆、表达和纯化关键的靶标蛋白,并将其发展为高效、灵敏的分子水平高通量筛选模型;通过基因转染技术,建立多个疾病相关信号传导通路关键靶点的工程细胞株,并将其发展为高效、灵敏的细胞水平高通量筛选模型。同时广泛应用同位素检测、荧光检测、化学发光检测等现代分析技术,结合现代自动化技术和现代计算机技术发展起来的信息处理系统,实现在短时间内大规模筛选化合物样品,在国内首次实现了真正意义上的高通量筛选,日筛选能力达 2 万药次。通过上述技术集成,初步形成了以高通量分子筛选模型为初筛,细胞、组织和器官筛选模型为复筛的先进合理的国家新药筛选体系。现代新药筛选体系的建立和高通量筛选技术的研究和应用,为我国创新药物的研究开发提供了源头创新和持续创新的能力。

国际科学技术合作奖(1 项)

丘成桐 男,美国哈佛大学教授,1949 年 4 月出生,美国籍,博士,美国科学院院士、美国艺术与科学院院士、中国科学院外籍院士、俄罗斯科学院外籍院士。

丘成桐教授是国际著名的数学家。他解决了卡拉比猜想、正质量猜想等系列重大数学问题,以他的研究命名的“卡拉比-丘”流形在数学与理论物理上发挥了重要作用。1982 年,丘成桐教授荣获国际数学界的最高奖“菲尔兹”奖。此后,丘成桐教授又荣获瑞典皇家科学院的克雷福特(Crafoord)奖、美国国家科学奖等众多的国际性大奖。

丘成桐教授自 1979 年以来,通过培养人才、成立研究所和捐款等形式,支持和促进我国的数学研究。1994 年他在香港中文大学创建了数学研究所;1996 年在北京建立了晨兴数学中心;2002 年他倡议并支持成立了浙江大学数学科学研究中心。在帮助我国建立这些数学研究机构过程中,丘成桐教授累计捐款约 2 856 万人民币、298 万美元。更重要的是,为加速培养我国高质量的数学人才,他出任了这些研究机构的负责人,并担任了北大、清华等 6 所大学的名誉教授。他指导了几十名中国博士生,其中许多人成为国际上知名的学者和我国数学领域的教学与研究骨干。由他倡议与主持了一系列高水平的国际数学会议,为争取 2002 年在北京成功召开第“24 届国际数学家大会”和“国际弦理论会议”做出了积极的努力,并通过自己的影响邀请著名物理学家霍金、威腾及“菲尔兹”奖得主等国际知名科学家前来参加,在国内学术界与社会上产生了重大影响,推动了中国的数学走向世界。