



三、国家重点基础研究发展计划

“十一五”期间，国家重点基础研究发展计划（以下简称“973计划”）凝聚了国内外一批优秀科学家，面向国家需求，以国家目标为导向，开展战略性基础研究，并注重和创新链下游的有机结合和互动，成绩斐然，一批阶段性研究成果在国民经济与社会发展中的重要作用日益显露，一批创新成果已在国际学术界产生重要影响。

（一）项目安排

“十一五”期间，973计划（含国家重大科学研究计划）共启动项目497项，结题项目247项；其中2010年启动项目145项，结题项目144项，在研项目530项。

（二）经费安排

973计划和国家重大科学研究计划的经费全部来自于国拨经费，“十一五”期间，总共投入经费115亿元。

（三）人员投入

据不完全统计，“十一五”期间，参与973计划实施的科研人员共约25.09万人。2010年，承担973计划研究任务的科研人员总数为2.77万人，其中中科院院士177人，工程院院士76人，国家杰出青年基金885人，长江特聘教授205人，百人计划85人。



（四）主要成效

“十一五”期间，973 计划在国际、国内学术刊物发表论文 161173 篇，其中 SCI、EI 收录 98628 篇，出版专著 44157 万字，获得授权发明专利 5607 项，获得国家奖 224 项，培养研究生 6.9 万人。

其中，2010 年在国际、国内学术刊物发表论文 33211 篇，其中 SCI、EI 收录 27649 篇，出版相关研究专著 549 部，获得发明专利 3234 项，培养研究生近 2 万人。

（五）各领域取得的进展

1. “十一五”期间重大科技成果

（1）通过基础理论源头创新，在解决国家重大需求、服务国民经济建设方面发挥重大作用

“太赫兹重要辐射源、探测及应用的基础研究”项目首次完全独立自主地研制出电子回旋脉塞（回旋管）大功率太赫兹辐射源，完成了工作频率 0.22THz、0.42THz 等千瓦级以上输出功率太赫兹辐射源的研制工作。该项研究成果填补了我国在该频段大功率太赫兹辐射源的空白，也使我国成为继俄、美、日、德后第五个独立掌握研制大功率太赫兹回旋管核心技术的国家之一。

“新一代互联网体系结构和协议基础研究”项目建立了 IPv4 Over IPv6 新一代互联网过渡模型，解决了在 full mesh 环境下，IPv4 节点通过 IPv6 主干网通信的问题。

“提高钢铁质量和使用寿命的冶金学基础研究”实现了常压下工业生产高氮奥氏体不锈钢，被认为是高氮不锈钢领域的重大突破。

“纳米材料和纳米结构的性能与应用基础”项目发



太赫兹回旋管



展了超顺排碳纳米管阵列的可控制备方法，实现了工业化大批量生产。

“数字化制造基础研”项目研究成果应用于高性能复杂曲面加工设备的研制以及产品的成形性加工，获得国家技术发明奖一等奖 1 项 (2008 年度)、国家科技进步二等奖 1 项以及省部级科技奖一等奖 5 项。

“超大规模集成电路制造装备基础问题研究”项目针对 IC、计算机硬盘和 LED 基体制造中的超光滑表面的要求，开展了近理想光滑表面的制造方法、原理和技术研究，研究成果获得国家科技进步奖二等奖 1 项、国际学术组织奖励 3 项。

“分子影像关键科学技术问题的研究”研究成果——光学分子影像成像系统荣获 2009 年度第 18 届全国发明展览会金奖，并被世界知识产权组织评为 WIPO 国际最佳发明奖。

(2) 大幅度提升了我国基础研究的国际地位，在科学前沿领域取得一批原创性成果

“超导材料科学及应用中的基础问题研究”项目组陆续发现一些超导临界温度可达 26K (空穴型)、43K、52K 和 55K 的铁基超导材料，率先突破了麦克米兰极限 (39K)，并保持了铁基超导体中目前最高的超导转变温度的记录。

“超强超短激光与强场超快科学中若干重大挑战性问题”项目首次发现国际强场原子物理领域在过去三十年研究中丢失的重要物理现象，并第一次从理论与实验上揭示了该新现象的物理起因。

“人类非编码 RNA 及其介导的基因表达调控”项目在非编码 RNA 方面取得了突出进展，首次揭示了非编码 RNA 是控制癌干细胞生物学机制的重要分子机制。研究成果发表于《细胞》上。

“数学机械化及其在信息技术中的应用”项目建立了经典几何的高级不变量代数系统，为不变量理论的有效符号计算奠定了基础。相关成果获得国家自然科学二等奖、奥地利 von Prechtel 奖章、陈省身数学奖和 ISSAC 杰出论文奖等奖励。

“中国—喜马拉雅地区生物多样性演变和保护研究”项目结果第一次从分子生物学的角度上支持了地质学假说。



专栏 3-1 光电功能晶体研究持续领先

光电功能晶体是现代高新技术的关键基础材料之一。项目组澄清了 KBBF 的单结晶晶区以及生长晶体的理想配比范围，提出“局域自发成核生长技术”，通过采用特殊的温场分布等一整套技术措施，使 KBBF 单晶生长的稳定性大幅提高。

我国科学家还使用一个宽调谐 KBBF-PCT 器件，首次实现 Ti:Sapphire 激光的全波段 4 倍频谐波光输出，输出波长范围为 232.5nm~170nm。这是激光科技界长期追求的目标，这也是在深紫外相干光领域中一个革命性突破，对推动可调谐光电子能谱仪的研制有重要的推动作用。

2009 年 2 月 19 日出版的 NATURE 上以记者专访形式发表的报道“China's Crystal Cache”，对我国科学家在 KBBF 晶体研究方面做出的贡献进行了全面报道，彰显了我国光电功能晶体研究的国际影响力。

(3) 关注国民经济和社会可持续发展，在节能减排、矿产资源、应对全球气候变化、应对金融危机以及地震灾害等方面提供支撑

“大规模高效气流床煤气化技术的基础研究”项目针对大规模高效气流床煤气化技术开展了系统的基础研究，促进了新型水煤浆气化装置的迅速推广。

“大面积低价长寿命太阳能电池关键科学和技术问题的基础研究”项目建成了国际上首座长期运行的 500W 燃料敏化太阳能电池示范电站，成功获得了性能稳定的电池关键材料。

“新型二次电池及相关能源材料的基础研究”项目提出了电池能量回收和废旧电池材料资源化回收再生的新技术途径；开发出具有自主知识产权的高功率镍氢动力电池 ($>1250\text{W/kg}$) 和锂离子动力电池 ($>1800\text{W/kg}$)。



应用了新型二次电池的电动汽车



“天然气及合成气高效催化转化的基础研究”项目成功构建了表面配位不饱和亚铁结构（CUF）。

“华北大陆边缘造山过程与成矿”项目运用研究成果开展成矿预测，促进了一批大型、超大型矿床的发现。

“我国冰冻圈动态过程及其对气候、水文和生态的影响机理与适应对策”项目初步解决了由单条冰川向流域推广的两大关键问题：揭示了高寒草地植被覆盖变化对活动层土壤冻融过程的影响机理。

“大气气溶胶及其气候效应研究”项目建立了新一代气溶胶化学数值模拟系统，形成了灰霾的数值预报方法；探讨了我国大气气溶胶在气候变化中的作用，预估了不同气溶胶排放情景下的气候变化，为政府决策提供了科学支撑。

“青藏高原环境变化及其对全球变化的响应与适应对策”项目揭示了近代气候变暖已经导致青藏高原生态系统的变化揭示了南亚地区人类活动产生的大气污染物对青藏高原环境的影响。

“复杂条件下坝堤溃决机理及风险调控理论”项目提出的风险预报方法应用于堰塞湖的溃决预报及应急处置分析，为2008年汶川地震抗震救灾工作做出了实质性的贡献。

“汶川地震次生山地灾害形成机理与风险控制”项目对地震次生灾害分布规律、灾害评估、灾害治理方法等问题进行了深入研究，提出了咨询报告，有关成果对灾区震后重建起到了积极指导作用。

（4）农业、人口与健康领域的基础研究水平显著提升，解决一批重大关键科学问题，为提高人民生活质量和生活水平奠定了科学基础

“主要农作物核心种质重要功能基因多样性及其应用价值研究”项目在国际上率先构建了水稻、小麦、大豆三大作物的核心种质，为育种家深入研究和利用作物资源提供了重要的材料平台。

“水稻重要农艺性状的功能基因组和分子基础研究”项目克隆了水稻的第一个杂种雄性不育基因座 Sa，对克服籼粳杂交育种不育性有重要的价值。研究成果将有助于解决水稻亚种间和种间杂交育种的杂种不育难题。

“家蚕主要经济性状功能基因组与分子改良研究”项目完成了蚕类基因组遗传变



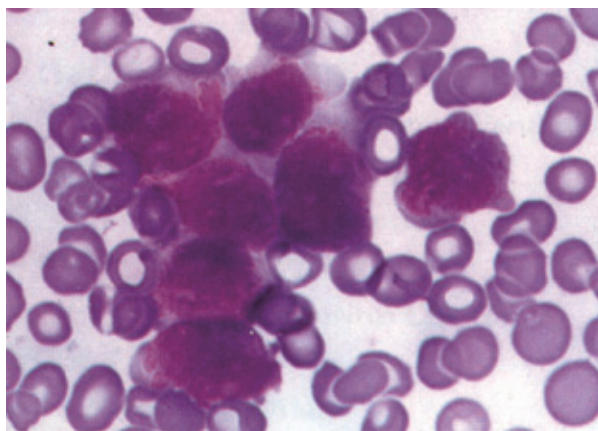
异图谱，开创了我国家蚕基础研究与产业改良提升的新局面。

“农林危险生物入侵机理与控制基础研究”项目发现了 B 型烟粉虱与土著烟粉虱之间存在“非对称交配互作”，为解释该害虫的广泛入侵并取代土著烟粉虱的现象和规律，以及对其进一步入侵和地域扩张的预警提供了重要的理论基础。



独特的录像系统来观察和分析烟粉虱的交配行为

“多基因复杂性状疾病的系统生物学研究”项目在急性早幼粒细胞白血病（APL）的系统生物学研究在理论和临床实践方面均取得重大突破，使 APL 成为第一种可基本治愈的成人急性髓系白血病。



白血病血细胞

“免疫识别、免疫调节及免疫相关性疾病发生与干预的基础研究”项目自主发现并研究了 34 种具有重要生物学功能的新分子，其中 23 种分子被国际人类遗传组织



(HUGO) 正式命名, 并且在 HLDA8 国际大会上获得了 13 种新的 CD 编号。

“肿瘤和神经系统疾病的表观遗传机制”项目不仅揭示了 GPCR 通过 β -arrestin 在细胞核内调节表观遗传修饰的新功能, 也揭示了受体信息由细胞膜到细胞核内传递和药物作用的一条崭新途径。

“II 型糖尿病发生发展机制的研究”和“肿瘤和神经系统疾病的表观遗传机制”项目为糖尿病的防治和治疗提供了新的理论指导。

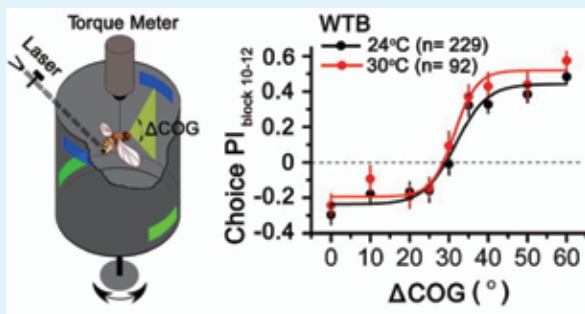
“特征捆绑和不变性知觉的脑认识功能成像”项目成果为视觉认知基础理论的研究开创了新的思路。

专栏 3-2 脑与认知科学研究

973 计划项目在神经网络结构与功能之间关系、突触传递及神经系统可塑性、脑功能成像技术的出现、学习与记忆的机理等方面都取得了重大进展。

项目发现了神经元迁移导向中的长程胞内信号传导机制, 提出皮层神经元放射状迁移的趋化导向假说, 发现了突触可塑性新机制; 神经元与神经胶质细胞之间新的作用机制; 轴突生长新的调节机制, 对“大范围首先”的拓扑性质知觉理论进行了扩展, 阐明了功能蛋白极化运输的分子筛机制, 发现了神经导向因子调控皮层神经元迁移、蘑菇体和多巴胺系统构成的神经环路调控果蝇的抉择行为, 同时还建设了以磁共振成像为核心的认知科学实验环境平台。

这一系列研究也有助于认识和防治神经细胞迁移紊乱造成的发育性神经系统疾病, 有助于理解某些认知和精神活动的基本原理。



以颜色和重心作为冲突线索, 在飞行模拟器上研究果蝇抉择行为的神经机制

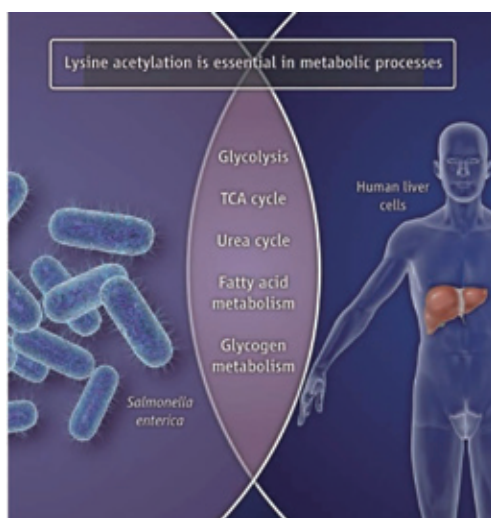


(5) 国家重大科学研究计划为引领未来发展、提升国际竞争力奠定了基础

“具有重大意义的蛋白质及其复合物的三维结构和功能研究”项目不仅在原子水平上清晰地展示了 PA 亚基在流感病毒转录和复制过程中的核心作用，而且为开发广谱、特异、高效的抗流感药物奠定了坚实基础。

“与重要疾病相关膜蛋白的结构和功能”项目第一次获得转运蛋白高分辨率的不同构象的结构，为理解其转运机理提供了重要线索。

“蛋白质翻译后修饰的发生与调控机制及其生理病理效应”项目研究成果启动了蛋白质乙酰化调控和代谢性疾病的研究方向。



蛋白质乙酰化在代谢过程中发挥重要作用

“人类肝脏蛋白质组重要科学问题研究”项目评价了正常成人肝组织蛋白表达的个体差异，表明成人健康肝脏蛋白质组的表达水平相对稳定。在此基础上，构建了健康成人肝脏蛋白质表达谱及转录组参考谱图。

“量子通信与量子计算的物理实现”项目组建了可自由扩充的光量子电话网。量子电话网的成功，使得量子通信第一次真正展现了它的实用价值。

“关联电子系统的量子调控研究”项目研究结果为理解高温超导体奇异正常态的性质，检验和建立新的理论，提供了关键的实验证据。

“量子信息基本逻辑单元和关键器件的研究”项目掌握了从材料生长到芯片制备



到信号检测系统的全部技术。标志着我国继俄美日后，成为第四个能独立研制超导单光子探测器的国家。

“有机功能纳米材料和结构的大尺寸、高有序自组织生长技术和基本科学问题的研究”项目合成了大面积碳的新的同素异形体——石墨炔（graphdiyne）薄膜，使得受国际科学界高度重视的碳材料“家族”又诞生了一个新的成员。

“病毒与细胞相互作用的荧光纳米实时检测新技术及动态过程可视化”项目实现了用活细胞作为反应器可控合成自然界中不能通过细胞生成的 CdSe 量子点。

“化石资源转化用新型高效纳米催化材料与结构研究”项目技术的推广应用可替代传统的石油路线制备乙二醇，将有效缓解我国乙二醇产品供需矛盾。



万吨级“煤制乙二醇”工业试验装置

专栏 3-3 油气行业科技创新与可持续发展研究

973 计划项目在化学驱和微生物驱方面的基础研究取得了突出进展，这些成果在大庆油田应用效果显著，聚合物驱提高采收率 10% 以上，化学复合驱提高采收率 18% 以上，成为我国老油田大幅度提高采收率的主体技术，创造了良好的经济和社会效益，保持了我国在化学驱技术方面国际领先的地位。同时，在天然气高效成藏地质理论、气藏有效识别理论与技术、低效气藏高效开发以及煤层气资源评价与高效开采技术三方面获重大创新，为陆上重点气区天然气大幅度增储上做出突出贡献，获得显著经济效益。

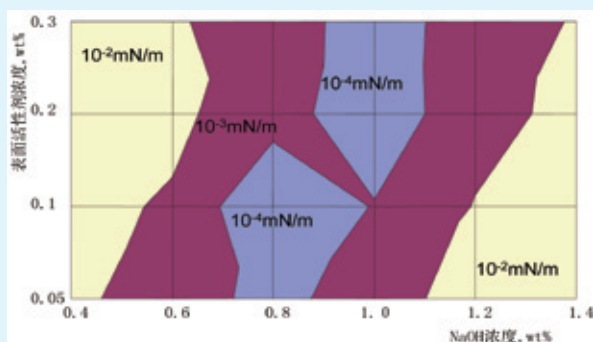


国家重点基础研究发展计划

973计划

ANNUAL REPORT OF THE STATE PROGRAMS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT

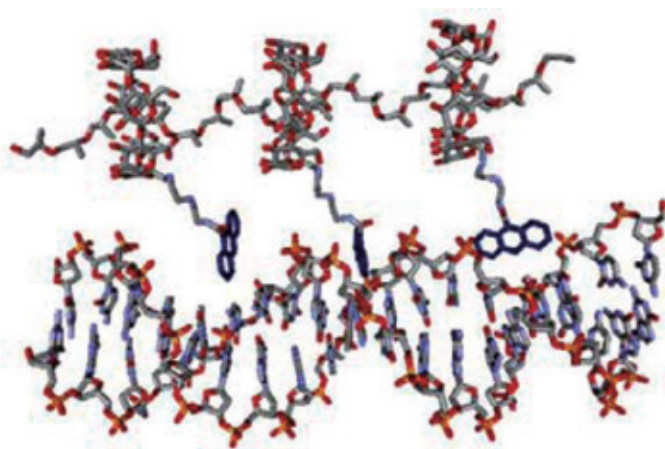
在 973 计划项目的带动下，中国石油天然气集团有限公司在吉林油区大情字井油田开展了五个井组的 CO₂ 驱及埋存现场试验，自 2007 年开始注入液态 CO₂，已累积注入 10 万吨 CO₂，并显示出很好的增油效果。



分段切割分段磺化合成产品界面活性图

“纳米尺度亚光波长结构的制备、光学性质与器件研究”项目取得了多项创新性研究成果，形成一个集先进的纳米加工技术、光学设计和检验为一体的纳米光学器件研发平台。

“具有重要应用背景的纳米超分子组装体的构筑与功能研究”项目采用分子组装技术，可以将各个构筑单元的功能进行有效的组合和放大，并具备特殊的功能。



具有 DNA 强键合作和凝聚作用的环糊精纳米线



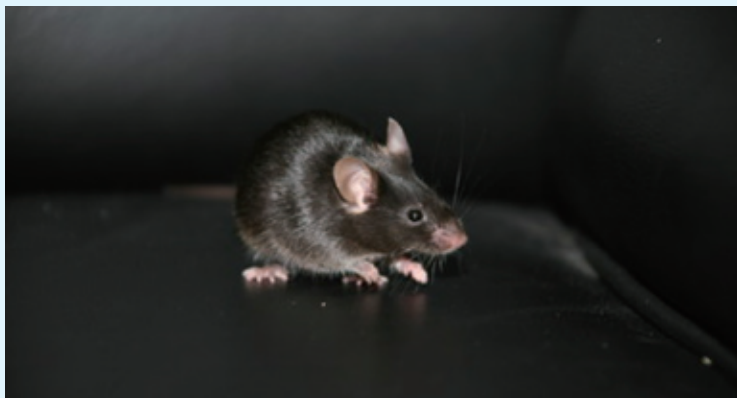
“猪诱导多能干细胞（iPS）及其分化发育研究”项目首先完成了猪 iPS 细胞的建立，又建立了西藏小型猪（Tibetan miniature pig）的 iPS 系。

“胚胎操作安全性评估研究”项目发现辅助生育技术（ART）中胚胎操作导致子代小鼠发生神经系统退行性疾病的风险性增高，研究成果发表在 Mol Cell Proteomics。

专栏 3-4 干细胞研究——机遇与挑战并存

干细胞研究已经成为各国政府高度关注的生命科学前沿领域。在这个新兴领域中，仍有一系列关键科学问题没有解决，其中之一就是 iPS 细胞是否具有胚胎干细胞一样的全能性，即发育成所有细胞甚至完整个体。973 计划项目首席科学家、中国科学院动物所周琪研究组与上海交通大学曾凡一研究组通过优化诱导方案，提高了细胞完全重编程和获得 iPS 细胞的效率，高效获得了 37 株稳定的 iPS 细胞系。研究组将该细胞注入四倍体囊胚后，成功获得了 27 只小鼠，并通过繁殖获得了上百只子代及第三代小鼠。第一只出生的四倍体补偿小鼠被命名为“小小”（Tiny）。

此项研究于 2009 年 7 月 23 日在线发表于《自然》杂志后引起了强烈反响。入选了 2009 年度中国基础研究十大新闻、两院院士评选 2009 年中国十大科技进展，并入选了 2009 年美国《时代周刊》评选的年度十大医学突破。这不仅为干细胞研究、再生医学、疾病发病机制、动物克隆和药物研发等提供了重要的研究模型和技术平台，也使中国科学家在世界生命科学最热的领域之一——干细胞研究中占据了一席之地。



由 iPS 细胞培育出的小鼠“小小”