

# 中国科学院“十一五”第一批 知识创新工程重大项目简介(一)\*

中国科学院计划财务局

(北京 100864)

**关键词** 中国科学院, 知识创新工程重大项目, 简介

中国科学院知识创新工程重大项目是指以解决我国经济发展、国家安全和可持续发展等重大战略性科技问题为主要目标,与国家中长期科学和技术发展规划相衔接,能充分发挥中科院综合优势、广泛吸纳社会资源、多所多学科系统集成并有望产生重大科技成果的大型项目。重大项目采取顶层设计、统一规划、自上而下的组织方式,成熟一项,启动一项。

“十一五”期间,我院深刻分析了国家战略需求、世界科技前沿和我国区域经济社会可持续发展及生态环境保护对科技的需求,进一步明确了我院贯彻落实科学发展观、推进创新基地建设、培育重大创新成果产出的战略部署。根据院的统一部署和安排,到目前为止,第一批 13 个重大项目已正式启动(见表 1),本刊将分期介绍已启动项目的主要内容。

表 1 中国科学院“十一五”知识创新工程重大项目(第一批)

序号	项目名称	依托单位
1	远距离量子通信实验研究	中国科技大学等
2	抗 2 型糖尿病候选新药和干预新方法的系统性研究	上海生命科学研究院
3	京津塘区域环境污染调控技术与示范	生态环境研究中心
4	面向蛋白质科学的高性能计算研究	计算技术研究所等
5	纳米科技在若干重要领域的应用探索	化学研究所
6	重离子治癌关键科学技术问题研究	近代物理研究所
7	小麦、水稻重要农艺性状的分子设计及新品种培育推广	遗传与发育生物学研究所
8	纤维素乙醇的高温发酵和生物炼制	微生物研究所
9	艾滋病和病毒性肝炎新型疫苗和新药研究	广州生物医药与健康研究院
10	耕地保育与持续高效现代农业试点工程	地理科学与资源研究所
11	重大工程生态环境效应遥感监测与评估	遥感应用研究所
12	关键海域中尺度物理海洋过程的预报模式及关键技术研究	海洋研究所
13	湖泊富营养化过程监测与水华灾害预警技术与系统集成	南京地理与湖泊研究所

\* 收稿日期:2008 年 4 月 25 日

## 远距离量子通信实验研究

量子信息科学是将物理学、数学、计算机科学和工程科学相结合所产生的一门新兴前沿交叉学科。从量子力学不确定性原理出发,量子通信能够提供一种原理上绝对安全的全新的通信方式,可为网络间的信息交换提供一种高效率、高通道容量并且绝对安全的通信手段。目前,量子通信技术已经开始在国际上初步投入应用,它未来的发展趋势主要是在保证通信绝对安全性的前提下,追求更远的通信距离、更高的通信速率。

对量子通信技术的研究是当前国际上量子信息科学领域的热点。欧美等发达国家已经在国防、银行等要害部门开始建立量子保密通信的原型系统,可以说,量子信息技术正在成为发达国家激烈竞争的焦点。我国政府也高度重视量子通信技术的发展,在国家中长期科学和技术发展规划纲要中将量子调控研究列入重大科学研究计划。发展量子信息学、量子通信等将构建未来信息技术的坚实基础,具有明显的前瞻性,并有可能在 20—30 年后对人类社会经济发展产生难以估量的影响。

该项目重点对实时纠错、加密、解密以及压缩等多项实用技术开展研究,通过对量子通信实用化关键技术的研究和突破,在国际上首次实现基于纠缠态、诱骗态的实用化光纤量子保密通信系统;通过自由空间量子通信技术的研究,解决全球化量子通信中的若干关键技术难题;研究超强飞秒激光在大气中传输形成超长等离子体通道的过程及利用空心等离子体通道传输纠缠光子对的可能性。

该项目的预期目标是:(1)通过光纤信道实现 10km 的量子纠缠,建立基于纠缠光源的量子保密通信系统。(2)展开窄带、高亮度纠缠光源的研究,为未来实现更远通信距离、更高通信质量的量子保密通信系统打下技术基础。(3)对近红外单光子探测器技术、高速光信号同步等技术展开研究,使量子保密通信系统总体水平初步达到实用化要求。(4)针对 Decoy-State 方案展开理论和实验的研究,以该方案为蓝图,研制 1 套新型量子保密通信系统。(5)通过各种手段提高量子密钥的产生速率,在通信距离 10km 量级时,最终实时密钥产生速率  $>2k/s$ ,错误率  $<10^{-2}$ ,配合语音压缩技术,达到实时电话通信的要求;在通信距离 50km 以上量级时,保证量子密钥的安全性,并在此基础上完成安全保密的实时文件传输以及电子邮件等功能。(6)自由空间纠缠光子的分发距离达到 20km 以上,实验实现 20km 量级的自由空间量子态隐形传输;在 100km 量级的距离上在地面模拟基于卫星的自由空间量子通信,实现百公里量级的绝对安全的量子密钥分发。(7)演示空心等离子体通道对信号光的保护作用 and 演示低损耗等离子体量子通信通道。

目前,我国在成系统的、实用化的安全量子通信技术方面还基本属于空白。该项目的顺利实施,有望建立起我国第一套真正具有实用价值并且绝对安全的量子保密通信系统,为国家的信息安全做出贡献。

## 抗 2 型糖尿病候选新药和干预新方法的系统性研究

糖尿病是一种与胰岛素产生和作用异常相关、以高血糖症为主要特征的代谢性疾病,包括以胰岛素绝对缺乏为主的 1 型糖尿病及以胰岛素相对缺乏和胰岛素抵抗为主的 2 型糖尿病两种类型。2 型糖尿病是糖尿病的最主要类型,占糖尿病人群的 90% 以上,且 2 型糖



中国科学院

尿病的病因非常复杂,涉及到各种遗传因素和环境因素以及它们间的相互作用,具体的致病机理至今尚不清楚。由于2型糖尿病的危害性和复杂性,研究和防治2型糖尿病成为我国糖尿病研究领域的主要任务。

该项目重点围绕着葡萄糖转运蛋白4(Glut4)在脂肪细胞或肌肉细胞等外周组织细胞内转位活性异常进行研究,并寻找相关的新药筛选模型;以参与调控胰岛素分泌的胰高血糖素样肽-1受体(GLP-1R)为药靶,发现可用于发展新型抗糖尿病药物的先导化合物,并深入研究其作用机制;发现可以监测和评估2型糖尿病发生发展进程的分子标记物,并开展对2型糖尿病的发生和发展过程的营养干预研究。主要开展基于GLP-1R靶点活性非肽类小分子激动剂的前导化合物研究;基于Glut4转位活性的新型高通量筛选模型的建立;2型糖尿病的营养干预方法的建立;用于监测和评估2型糖尿病发生发展进程的分子标记物的发现4个方面的研究。

该项目的预期目标是:(1)在2型糖尿病的药物研发方面获得一批有自主知识产权的重要成果,主要有:获得能成为GLP-1R非肽类激动剂的前导化合物,完成I期临床后进入II期临床研究;建成基于Glut4转位活性的高通量(HTS)筛选模型,并用于大规模的活性化合物的筛选,获得促进Glut4转运和改进胰岛素抵抗的活性小分子化合物。(2)以改善细胞氧化应激和促进肠道GLP-1分泌为切入点,筛选多种天然营养物质,提出针对中国2型糖尿病易感人群的营养干预方案,并用于社区预防实践;发现若干个可用于对2型糖尿病发生发展进程监测的分子标记物,并争取发展出相应的抗体或试剂盒。(3)建立一种切合我国实际的基础研究与临床应用紧密结合的“转化型研究”模式,并促进针对复杂性疾病的系统生物学在中国的发展。

该项目的顺利实施,有望在糖尿病致病机理研究和防治基础方面取得有影响的重大成果,同时建成用于2型糖尿病基础与临床研究的蛋白质组学、代谢组学测试分析平台,并形成一支能够在生物医学领域开展转化型研究、具有国际竞争力的创新团队。

## 京津塘区域环境污染调控技术与示范

京津冀都市圈是我国最重要的三大经济圈之一,是我国经济发展最迅速的区域之一,也是我国政治和文化的核心地区。近20年来,随着社会和经济的快速发展,京津冀都市圈的生态环境不断恶化、资源日益匮乏,可持续发展受到严重制约。按照当前的经济发展速度和环境污染现状,如果不采取综合而有效的区域性控制措施,污染负荷将突破生态与环境承载能力的极限,恶性环境问题随时可能爆发。而京津塘作为该区域的核心和龙头,更成为区域内环境问题集中凸现的地区。因此,如何解决京津塘的区域环境问题就成为京津冀都市圈建设资源节约型、环境友好型社会、发展循环经济的核心问题,系统开展区域污染控制技术工程示范研究具有重大的现实意义。

该项目重点针对京津塘的区域特点和重大环境问题开展技术集成与示范及可持续发展战略的系统研究,主要围绕区域环境污染立体监测技术研发及应用、水环境与水质安全保障技术研发及示范、土壤污染诊断与修复技术研发及示范、大气污染模拟预测与源控制技术工程示范、以及区域环境管理与控制策略5个方面开展研究。

该项目的预期目标是:(1)通过历史数据挖掘和现时区域环境质量的监测分析,探明京津塘主要环境污染物的环境容量及区域承载力,通过环境质量演变的社会经济驱动机制分析确定环境污染风险的主控因子,建立点、线、面等各类污染源的甄别技术,阐明区域环境质量的演变态势;(2)开发出 6—8 项水环境与水质改善的关键技术,建立 3—4 套集成应用系统;示范区水环境质量达到地表水 III 类标准,污水接纳河道消除环境激素效应;饮用水低剂量有机物去除率 90%以上;(3)建立以氨/甲烷氧化菌等及其基因的定量分析土壤污染诊断指标 3—4 项;通过微生物菌剂制备及其与植物的联合配置,形成土壤原位修复技术 2—3 项,使得土壤芳烃类污染物降解效率提高 35%以上;(4)测算出关键污染物京津水平输送通量,并实时传输到共享平台,年数据缺损率 <15%。测算大气向水土和植被输送污染物通量,年数据缺损率 <10%;通过耦合区域污染源关键污染物的排放因子、各介质污染现状数据和相关模型,建立主要污染物的扩散模式;(5)推广优化后的大气污染预测、预警模型,与实测结果相比,准确度从目前业务部门认可的 75%准确度,达到 85%以上;(6)针对区域复合污染风险控制,建立水、土、气污染综合治理与修复的集成技术体系,进行水污染和土壤修复的应用示范,为解决区域的重点环境问题提供成套方案;(7)提出社会经济与环境改善相协调的区域发展模式;(8)编制区域环境质量的分类图集(水环境、土壤环境、PTS 分布、环境高风险区等),建立相应属性的空间数据库;(9)建立针对区域环境问题的研究平台,组建京津塘环境研究综合平台,包括城市区域大气复合污染时空分布立体监测系统与平台,建立联网监测数据无线传输技术;(10)研发大气、水体和土壤区域染污光学快速监测新技术,包括大气污染物排放、输送的光学遥测技术,气溶胶光学厚度反演技术系统、水体多种污染(有机物、叶绿素、藻类、油类)的三维荧光探测技术,土壤重金属污染的 LIBS 探测技术等;(11)提出京津塘区域光学遥感技术集成组网设置方案,包括网络布点方案和设备配置方案,以及组网技术。

该项目的顺利实施,可望为京津塘的环境污染控制与生态建设、区域生态环境安全保障提供理论基础、系统解决方案和具体的技术支撑,可为国家和地方政府制定和实施发展规划提供决策依据,对保障区域的可持续发展具有重大的现实意义和深远的历史意义,具有巨大的社会效益与生态环境经济效益。

## 面向蛋白质科学的高性能计算研究

蛋白质是最主要的生命活动载体和功能执行者。对蛋白质复杂多样的结构功能、相互作用和动态变化的深入研究,可在分子、细胞和生物体等多个层次上全面揭示生命现象的本质,是后基因组时代的主要任务。同时,蛋白质科学研究成果将催生一系列新的生物技术,带动医药、农业和绿色产业的发展,引领未来生物经济。由于生命科学研究数据的数量以及研究内容的负责度的爆炸式增长,生命科学知识的发现过程正在发生革命性的改变。在 21 世纪,随着研究问题的复杂度和信息量的迅猛增加,没有计算机和信息科学的帮助,研究数据就难以分析,知识就难以提取。因此,发展具有强大的信息处理能力的高性能计算技术将成为蛋白质科学发展的重要基础。

而高性能计算技术在生命科学中的开发与应用也将同时推动计算机技术和信息技术



中国科学院

自身的发展。高性能计算是推动科技创新、经济发展、社会进步、国防安全的重要工具,在国家战略中占有特殊地位,已成为世界各国竞相争夺的战略制高点,能否成功研制并充分应用高性能计算机将直接决定一个国家综合国力的提升速度。

该项目中的高性能计算机系统紧密围绕未来国家蛋白质工程中明确需要解决的两个核心问题:大规模蛋白质修饰鉴定与定量计算和冷冻电镜法蛋白质结构的三重重构研究问题开展研究,重点开展研制适用于蛋白质科学研究的高性能计算机系统、研究用于蛋白质科学研究的计算模型与应用软件、蛋白质科学协同科研环境、蛋白质科学研究典型领域高性能计算等几个方面的研究。切实探索研究高性能计算机在体系结构上的创新技术,面向应用优化硬件和软件的设计,研制出一种既能够解决各种通用问题又能够对关键算法进行加速的专用计算机系统,最终使用户能够以相对较低廉的价格获得较高的计算能力。

该项目预期目标是:(1)在蛋白质科学高性能计算方面获得一批有自主知识产权的重要成果,包括获得用于大规模蛋白质修饰鉴定与定量计算的新技术,以及冷冻电镜三维重构的新方法。(2)发展面向蛋白质科学的、具有强大信息处理能力的高性能计算技术,建成用于蛋白质科学研究的百万亿次高性能计算机,获得能够在百万亿次高性能计算机上运行的大规模蛋白质翻译后修饰鉴定和定量分析,以及电镜法三维重构的专用软件。(3)建立一种多学科交叉研究模式,形成一支能够在生命科学信息化领域开展研究,具有国际竞争力的多学科交叉创新团队。为生命科学与信息科学的整合探索出一条新路,并推动中国生命科学的信息化进程。

该项目的顺利实施,将有望在蛋白质科学研究和高性能计算技术方面取得有重大影响的成果,推动蛋白质科学研究和高性能计算技术发展,对高性能计算在其他学科的深入应用起到示范作用。

(赵志刚 李丽 供稿)