

纳米研究等6个国家重大科学研究 计划“十二五”专项规划

(公示稿)

中华人民共和国科学技术部

2012年4月

总 目 录

- 一、纳米研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划
 - 二、量子调控研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划
 - 三、蛋白质研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划
 - 四、发育与生殖研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划
 - 五、干细胞研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划
 - 六、全球变化研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划
- 附件 1：纳米研究等 6 个国家重大科学研究计划“十二五”专项规划编制说明

纳米研究国家重大科学研究计划
“十二五”专项规划

(公示稿)

中华人民共和国科学技术部

2012年4月

目 录

一、形势与需求.....	1
二、总体思路与发展目标.....	3
(一) 总体思路.....	3
(二) 发展目标.....	3
三、主要任务.....	4
(一) 纳米基础科学问题研究.....	4
(二) 先进功能纳米材料.....	4
(三) 纳米检测与加工方法、装备与标准.....	4
(四) 纳米信息材料与器件.....	5
(五) 纳米生物与纳米医学.....	5
(六) 环境纳米材料与技术.....	5
(七) 能源纳米材料与技术.....	6
(八) 纳米技术应用与开发.....	6
(九) 纳米技术安全性.....	6
四、保障措施.....	7
(一) 加强顶层设计, 实施好专项研究计划.....	7
(二) 加强基地建设, 促进项目、基地、人才结合.....	7
(三) 加大创新人才培养和引进力度.....	7
(四) 加强国际合作与科学普及.....	7

一、形势与需求

21 世纪的纳米科学技术正在成为推动世界各国经济发展的主要驱动力之一。未来 20 至 30 年，纳米科学技术有望广泛应用于信息、能源、环保、生物医学、制造、国防等领域，产生新技术变革，促进传统产业改造和升级，并形成基于纳米技术的新兴产业。在信息领域，应用于新一代的芯片、显示器件和存储器中并发挥关键作用的纳米器件，将形成未来信息产业的核心竞争力。在能源领域，纳米技术能够提供新型、高效能源和替代能源（如锂离子电池、太阳能电池、燃料电池、氢能）以及能源高效利用中的关键技术；在环保领域，纳米技术将用于治理原来难以治理的水、空气和土壤污染。在生物医学方面，利用纳米技术发展疾病早期诊断技术、组织器官修复与低毒高效治疗技术等，已经形成本世纪科学技术革新的大趋势。

各发达国家均对纳米科学技术发展进行了战略性布局，纷纷设立纳米科学技术计划支持其发展。至今，发布国家级纳米科学技术发展规划的国家已达 60 多个。

当前世界纳米科学技术的发展呈现出以下特点：纳米科学技术向各个领域快速渗透，由单一技术向集成技术转变；多学科交叉，集中解决重大的科学挑战问题或孕育重大突破的应用技术；强调以应用为导向，形成基础研究-应用研究-技术转移的一体化研究模式；由基础研究向应用研究及产业化的转变，全球大型企

业越来越重视纳米技术，产业化步伐明显加快。

“十一五”期间，我国在基础研究方面做出了一系列原创性的重要成果，在国际上产生重大影响，如发现了纳米金属铜的超延展性，以及通过纳米技术提高相关材料导电性的新方法；“拍摄”到能够清楚分辨碳原子间单键和双键的分子图像；碳纳米管器件研究进入国际半导体发展路线图；合成了碳材料“家族”的又一个新的成员——石墨炔；揭示了蜘蛛丝集水的“多尺度协同效应”机制；提出了“纳米限域催化”的新概念，并应用于催化剂的创制，成功解决了重整氢气中微量 CO 造成燃料电池电极中毒失活的国际性难题；合成出新型纳米抗肿瘤药物，为肿瘤治疗提供了新的手段和策略。至“十一五”末期，发表的 SCI 论文总数世界第一，被引频次位居世界第二。我国纳米科学技术专利授权数量已位居世界第二，并制定了一系列国家和国际标准。

针对国家重大战略需求，开展了一系列纳米科学技术战略高技术研究，攻克了一系列关键技术难题，取得了一批具有自主知识产权的研究成果，许多研究成果展现出广阔的产业化应用前景，例如：艾滋病的快速低成本定量检测、基于碳纳米管的手机触摸屏、电力绝缘子防污闪纳米涂层技术、煤制乙二醇关键催化剂、应用于锂离子电池的碳纳米管复合导电剂等纳米技术获得了规模化应用。

建成一批国家级纳米科学技术基地。在北京建立了国家纳米科学中心，在天津建立了国家纳米技术与工程研究院，在上海建

立了纳米技术及应用国家工程研究中心，在苏州建立了国家纳米技术国际创新园，逐步形成了我国纳米科学技术研发平台体系，有力推动了我国纳米科学技术的快速发展，促进了纳米科学技术产业化进程。

与此同时，我国在纳米器件、纳米电子学、纳米相关装备制造等领域与发达国家相比尚有差距。支撑纳米科学技术发展的检测与加工等仪器严重依赖欧美、日本等国家。

二、总体思路与发展目标

（一）总体思路

继续贯彻落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》，围绕我国经济与社会发展重大战略需求和世界纳米科学技术的重大前沿基础科学问题，以深化基础研究和促进产业化为主线，促进纳米科学技术与经济相结合，鼓励相关仪器装备研制创新，发挥我国在纳米科学技术领域的高水平基础研究优势，突出原始创新，抢占未来科技发展的制高点；推动基础研究-应用研究-技术转移的一体化进程，加快创新性成果的转化速度，促进我国纳米科学技术产业化的进程。

（二）发展目标

在纳米材料、器件和系统、生物医学、测量表征等方面取得国际一流的原创性成果；在信息、生物医药、能源、环境、制造等重要应用领域取得重大进展；促进纳米绿色印刷制版、高密度

存储器、新型显示、疾病快速诊断、水净化、高效能源转化等纳米材料、器件与技术的规模化应用；培养一批高水平的学术带头人并形成在国际上有重要影响的研究团队。

三、主要任务

（一）纳米基础科学问题研究

开展纳米基础理论研究，建立纳米结构单元之间相互作用的理论模型，揭示纳米材料构效关系，发展纳米结构加工与制造的新理论、新方法，探讨生命过程中的纳米-生物界面效应及纳米生物医学方向的基本过程与基础理论问题。

（二）先进功能纳米材料

开展多尺度、多层次纳米材料和系统的基础研究，纳米材料及制品服役性能和失效机理分析；在功能纳米结构和材料的构建，及与之相应的电学、光学、热学、力学性质研究方面开展基础研究；热力学稳定纳米体系的成因、规律和普适性探讨，纳米材料取向结合新机制的动力学研究，表界面作用与纳米材料的相变机制及其稳定性研究。

（三）纳米检测与加工方法、装备与标准

发展新的测量原理、方法，实现纳米尺度基本物性的定量化测量；发展电子学、生命科学、环境科学和能源科学所需要的纳米计量/分析方法；发展纳米标准/参考物质和相关纳米技术标准，形成纳米技术标准化体系；开展纳米尺度的基本物理量的溯源计

量研究；稳定、规模化制备纳米材料的共性装备、技术与标准；高时间分辨、高空间分辨的纳米表征方法和检测设备。

（四）纳米信息材料与器件

发展基于新逻辑、新原理的纳米器件；基于量子效应的器件信息处理理论和纳米器件性能的建模计算；纳米信息材料及器件的关键制造技术；纳米器件规模化制备和质量控制方法；新型纳米电子、光电器件、传感器件与系统；实现微机电向纳机电系统的融合和过渡技术；纳米器件集成与系统的设计、制备方法。

（五）纳米生物与纳米医学

纳米颗粒与生物活性物质的组装方法；针对恶性肿瘤与心脑血管疾病等重大疾病的多功能纳米定向传递系统；组织器官修复与再生用纳米结构植入物和细胞支架；艾滋病、肝炎等重大疾病的快速、低成本检测用纳米材料与器件；医疗器械用纳米材料与器件；组织修复和再生医学等生物医学纳米技术。

（六）环境纳米材料与技术

发展室内空气污染物、工业源有毒有害气体、动力机械尾气的纳米净化材料及催化净化技术，二氧化碳减排和俘获技术；可饮用水和净水处理技术、重金属离子和农药残留的快速检测方法、土壤中重金属离子和有机污染物固定和去除方法、新型纳米过滤材料及技术等；新型可降解塑料、新型自清洁材料、长效化肥和短效农药等。

（七）能源纳米材料与技术

发展纳米晶太阳能电池、新型薄膜太阳能电池、有机太阳能电池、热电电池、超级电容器等技术；在节能减排、新型催化剂、传统燃料高效利用方面的纳米新技术等；石油与天然气开采、运输及综合利用方面的纳米新技术；提高二次电池能量密度、动力型电池寿命，发展高效纳米晶储能材料等。

（八）纳米技术应用与开发

以纳米材料、器件与系统在节能环保、新一代信息技术、生物、农业、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车等战略性新兴产业中的关键技术应用为核心。重视纳米技术产品的规范化生产，制订若干重要纳米技术产品标准和安全生产规范。重点发展纳米绿色印刷制版、高密度存储器、新型显示、疾病快速诊断、水净化、高效能源转化等纳米材料、器件与技术的规模化应用和产业化。

（九）纳米技术安全性

在分子和细胞、动物水平上研究纳米材料、纳米药物(制剂)、纳米医学器械、以及纳米产品等与靶器官、靶细胞、靶分子相互作用过程；纳米材料在环境中的产生、迁移、聚集等演化行为与安全问题的相关性研究；建立纳米安全性数值分析模型；纳米材料对生命系统作用的安全性评价体系研究；开展纳米材料和器件的安全性预测与防护研究。

四、保障措施

（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划

继续实施纳米研究重大科学研究计划，加强顶层设计与统筹协调，充分发挥“国家纳米科学技术指导协调委员会”的作用，对现有基础研究、应用研究及产业化研究等进行整体布局，面向国家重大战略需求和世界科学前沿，进一步强化重大科学目标导向，完善项目首席科学家负责制及鼓励创新的评价机制，促进系统性、原创性重大成果的产出。

（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合

继续加强纳米研究基地建设，充分发挥国家重点实验室和纳米研究开发中心等基地的科研平台作用，促进项目、基地与人才紧密结合；强化科技资源开放共享机制，促进科技资源的合理配置和高效利用；引导地方政府和企业积极参与建设纳米技术支撑平台，探索共建纳米科学技术产业化平台的协同创新体系。

（三）加大创新人才培养和引进力度

充分利用各种高层次人才计划，培养和造就一批具有国际视野、能够引领纳米科学技术发展的高水平领军人才，创新体制机制、优化政策环境、强化保障措施，加大海外优秀人才的引进力度，建设国际一流水平的纳米科学技术研究团队。

（四）加强国际合作与科学普及

吸纳优秀外国科学家和海外优秀华人学者以多种方式参与

纳米研究重大科学研究计划实施，支持我国科学家参与国际合作和在国际组织中任职，鼓励提出国际合作计划。重视科学普及，弘扬科学精神，将科学普及工作作为重大科学研究计划实施的目标和任务之一，促进全民科学素养的提高。

量子调控研究国家重大科学研究计划
“十二五”专项规划

(公示稿)

中华人民共和国科学技术部

2012年4月

目 录

一、形势与需求.....	1
二、总体思路与发展目标.....	3
（一）总体思路.....	3
（二）发展目标.....	3
三、主要任务.....	3
（一）量子信息.....	3
（二）关联电子体系.....	5
（三）小量子体系.....	6
（四）人工带隙体系.....	7
四、保障措施.....	8
（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划.....	8
（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合.....	8
（三）加大创新人才培养和引进力度.....	9
（四）加强国际合作与科学普及.....	9

一、形势与需求

上世纪初量子力学的创立使人类深刻地认识到微观世界存在着丰富的量子效应，极大推动了物理、化学、材料、生物等学科的发展，彻底改变了人类对自然的认知。量子理论的发展导致了以大规模集成电路为基础的计算机技术和以激光为基础的现代通信技术等，带动了全球经济的飞速发展。

摩尔定律预言芯片元件的尺寸在不远的未来将达到经典物理极限，各种量子效应会显现出来并成为普遍现象。因此，基于量子效应的新原理和新方法将成为未来信息技术的重要基础，已经成为当前国际科技界激烈竞争的焦点。

量子调控是在认识量子现象和规律的基础上，通过开发新材料、构筑新结构、发现新物质态以及改变外场条件等手段对量子现象进行调控和开发利用，突破经典调控的极限，建立全新的量子调控技术和量子器件。开展量子调控研究具有重要的前瞻性和重大战略意义，对信息科学技术的发展产生不可估量的影响。将量子信息、关联电子体系、小量子体系和人工带隙体系这些重要领域有机地整合到研究计划中，将推动整个信息产业的技术革命，促进经济和社会的发展。

自量子调控研究计划实施以来，我国在量子调控领域的研究水平显著进步并在相关方向取得了一系列重要突破。

实用化量子密码技术和量子通信技术取得了重大进展。首次在商用光纤骨干网中运行了城域量子保密通信网；建立了世界上第一个“量子政务网”；成功研制了国际上首个可升级的全通型量子通信网络——五节点星型实时语音加密量子通信网络；在量子密钥分配速率等方面实现突破，极限传输距离已经达到 255 公里左右；首次实现了基于诱骗态的 3 节点光量子电话网；实现了自由空间量子纠缠和量子密钥分发，首次实现 16 公里远距离自由空间隐形传态实验。

铁基超导研究方面走在国际前沿。发现了多种新的铁基超导材料，包括最先报道转变温度超过麦克米兰极限的超导体，最先发现多个最高转变温度纪录的系列铁基超导材料。通过输运性质的系统研究，建立了铁基超导的相图，在配对机制等重要科学问题上取得重要突破。

拓扑绝缘体研究位居国际前列。首次发现了室温三维强拓扑绝缘体；成功实现拓扑绝缘体的门电压调控；从理论上预言了一类新的拓扑绝缘体——磁性拓扑绝缘体，可在没有外磁场的情况下实现量子霍尔效应；利用高压手段观察到拓扑绝缘体中的超导态。

光学超晶格的研究从非线性光学拓展到量子光学。利用多重准相位匹配，在光学超晶格中制备出多光束连续变量和路经纠缠的高维纠缠态，实现了纠缠态空间模式的调控，观察到相应的亚波长干涉效应。

“十一五”期间，量子调控研究在实用化量子密码技术和量子通信技术、铁基超导和拓扑绝缘体等研究方向取得了一系列国际领先的重要研究成果。在量子计算、冷原子体系、关联电子新材料开发和量子信息技术的集成等方面还有待进一步加强。

二、总体思路与发展目标

（一）总体思路

继续保持我国在实用化量子密码技术和量子通信技术、铁基超导和拓扑绝缘体等研究领域的领先水平。同时，围绕国家重大战略需求和重大科学前沿问题，以功能化集成和实用化为导向，积极推动原始创新研究，进一步加强新材料、新物质态和新原理原型器件的研究力度，鼓励仪器设备研制等研究手段的创新。

（二）发展目标

在新物质态和新原理原型器件的研究方面取得重要突破，探索和发现若干全新的关联电子体系材料、小量子体系材料和人工带隙材料，推进量子通信技术的实用化和量子技术标准与协议的制定，开发具有自主知识产权的关联材料设计和计算软件平台。在量子信息、关联电子体系、小量子体系和人工带隙体系等方面取得国际一流水平的成果，培养一批具有国际竞争力的研究团队和领军人才，建立若干国际一流水平的量子调控研究基地。

三、主要任务

（一）量子信息

基于光子的量子信息处理。制备单光子源，研究用于量子信息各种优质光源，在频谱、亮度、纠缠度以及可控性等方面获得突破。探索基于连续和分离变量的光子系统的量子信息处理技术，研究非经典光子源的测量、基于各种光学测量的量子态的重构和新型单光子探测器件集成等。开展实现量子信息在光子与物质界面间的相干控制研究。

基于固态系统的量子信息处理。研究固态系统中的退相干机制及抑制机理，基于量子点的固体量子信息元器件和量子芯片。研制基于量子点的高品质单光子源和确定性纠缠光源，探索基于量子点的新型量子存储。研究基于超导约瑟夫森结微纳结构的量子信息处理，与腔共振耦合的超导量子比特等。研究基于掺杂的固态和分子团簇体系的量子信息，以及各种量子计算方案及关键技术。

基于冷原子（离子）、分子的量子信息处理。研究冷原子系综中的量子信息存储，制备基于确定性原子操控的量子寄存器，发展量子关联和纠缠带来的超越标准量子及极限的测量技术。研究极性分子的囚禁、冷却、控制和探测，集成分子芯片和基于极性分子间偶极相互作用的量子信息处理。研究基于原子分子操控的量子计量，以及原子（离子）、分子在受限空间中的量子特性及量子信息处理。

量子仿真。在参数可控的各种量子系统中，实现多体系统的有效相互作用，模拟关联体系等复杂系统，研究相关量子行为。发展有效控制量子多体系统的新方法。

量子通信与信息安全。研制量子中继器。研究卫星的量子通信和扩展量子通信距离的有效中继方法。研究远距离绝对安全的实用化量子通信。建立城域和城际的多节点光纤量子通信网络，实现大规模网络化的量子通信。发展与量子通信相关的理论，研究各种窃听和反窃听以及提高安全性的方法，推动量子通信协议标准的制定。

量子信息理论。研究与量子信息过程物理实现相关的理论，量子纠缠理论，量子算法与复杂性，退相干机制和抑制方法，量子编码，量子信道容量，量子编程和新型量子计算途径等。

（二）关联电子体系

新颖关联量子材料。探索和发现具有奇异物性的强关联体系新材料和新材料体系，制备关联量子材料高质量单晶和异质结，实现对其尺寸、组分、形态以及掺杂的精确控制，并发展其微加工技术。

竞争序和量子相变。研究各种非常规关联量子材料中的自旋密度波、电荷密度波与磁性有序之间的共存和竞争。研究电荷、自旋与轨道自由度之间的相互作用效应和各种量子相变与量子临界现象。研究拓扑绝缘体的物理特性，重费米子体系的量子临

界现象，低维结构中的近藤效应，分数量子霍尔效应系统，自旋费米液体和各种磁阻挫系统等。

关联量子现象理论与数值模拟。发展超越平均场近似的理论和方法，建立正确描写新型关联量子系统的理论模型；研究跨尺度的计算模拟技术，发展研究物性的新计算方法，建立有自主知识产权的软件平台。

（三）小量子体系

单粒子和单量子态。制备高质量小量子体系，实现对单个小量子体系的能级、轨道波函数和其它量子态的控制。研究小量子体系在空间、能量、时间域的高分辨、高灵敏表征方法。发展将自旋信号转换成电或光信号的新方法，实现高灵敏的自旋态的电学或光学检测与操控。发展核磁共振/电子回旋共振的局域探针技术，自旋态波谱学的探测技术和基于自旋量子态量子信息的处理技术。研究特殊材料中的量子相干输运和自旋操控，研制基于准一维量子结构和单层石墨等低维材料的新型原理器件。

原子、离子和分子体系。研究原子与分子内部量子通道的阿秒、飞秒级相干控制和测量，揭示电子尺度上的超快动力学行为，建立和发展先进的分子内部量子态的制备、检测与调控方法和技术。发展分子减速、冷却和囚禁等技术，研究分子量子态的演化等基本过程。研究分子结构的变化对能级结构、轨道、自旋和自组装特性的影响，分子间电荷和能量转移，研究新型分子器件。

半导体量子结构。研究半导体量子结构中自旋相干过程和退相干的各种物理机制，半导体结构中自旋调控的原理和方法，以及产生和探测自旋流的新方案。研究单量子点自旋量子比特的基本量子操作。研究激子、激子极化激元的玻色-爱因斯坦凝聚现象，研制无阈值极化激元激光器和自旋晶体管的原理器件。

磁性、稀磁半导体及异质结构。研究稀磁半导体、半金属和铁磁薄膜及其异质结等的新奇磁输运性质和磁光性质。研究巨塞曼效应，发展磁性材料的电子态密度的调控方法，实现磁性多层异质结构中磁晶各向异性的量子调控。

固体中孤立量子体系。研究金刚石中氮空位孤立自旋的退相干机理、能级结构及量子光学性质，建立孤立自旋的光学探测系统，发展操控孤立自旋的实验技术。研究固体中孤立自旋的操控，建立起自旋可控耦合和构建量子比特的方案，探索在量子信息和计算中的应用。

（四）人工带隙体系

人工带隙材料的能带和带隙调控。研究人工带隙材料能带的形成机理，能带剪裁和调控机理，特殊色散带来的新现象和效应，微结构对激发、传输、吸收和发射等特性的调制，发展能带计算和设计的有效方法。研究对称性破缺引发的缺陷态及其新效应，非线性、无序等带来的新现象和效应。研究非布拉格机制人工带隙材料及其能带和带隙调控。研究人工带隙材料中的宏观量子现象、局域光子态与电子态的强耦合效应、新颖的线性和非线性量

子光学现象，发展新型低阈值微纳激光器、量子开关和光伏器件等。

光子微结构集成回路及相关元器件。研究二维光子晶体集成光子学器件和回路，包括高性能光子晶体波导互连网络，高品质光子晶体共振微腔，通道上传/下载滤波器，密集波分复用技术、光开关等。

亚波长光子学结构。研究基于亚波长结构的回路单元以及复杂的元件，亚波长光子学及其在突破衍射极限聚焦方面的关键基础问题，亚波长体系的表面等离激元与辐射源的线性和非线性效应的物理机制等。研究纠缠在表面等离激元中的形成、传输、存储以及用作远程量子隐形传态的原理。研制基于表面等离激元的新型量子光电器件。

四、保障措施

（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划

继续实施量子调控研究重大科学研究计划，加强顶层设计与统筹协调，面向国家重大战略需求和世界科学前沿，进一步强化重大科学目标导向，完善项目首席科学家负责制及鼓励创新的评价机制，组织跨部门、跨区域的相互协作，促进系统性、原创性重大成果的产出。

（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合

继续加强量子调控研究基地建设，充分发挥国家重点实验室

等基地的科研平台作用，促进项目、基地与人才紧密结合；强化科技资源开放共享机制，促进科技资源的合理配置和高效利用。引导地方政府和企业积极参与建设量子科学技术支撑平台，探索共建量子科学技术产业化平台的协同创新体系。

（三）加大创新人才培养和引进力度

充分利用各种高层次人才计划，培养和造就一批具有国际视野、能够引领量子科学技术发展的高水平领军人才，创新体制机制、优化政策环境、强化保障措施，加大海外优秀人才的引进力度，建设国际一流水平的量子调控研究团队。

（四）加强国际合作与科学普及

吸纳优秀外国科学家和海外优秀华人学者以多种方式参与量子调控研究重大科学研究计划实施，支持我国科学家参与国际合作和在国际组织中任职，鼓励提出国际合作计划。重视科学普及，弘扬科学精神，将科学普及工作作为重大科学研究计划实施的目标和任务之一，促进全民科学素养的提高。

蛋白质研究国家重大科学研究计划
“十二五”专项规划

(公示稿)

中华人民共和国科学技术部

2012年4月

目 录

一、形势与需求.....	1
二、总体思路与发展目标.....	3
（一）总体思路.....	3
（二）发展目标.....	3
三、主要任务.....	4
（一）结构生物学研究.....	4
（二）蛋白质组学研究.....	5
（三）蛋白质研究的新技术、新方法.....	6
（四）蛋白质合成、降解与调控机制研究.....	7
（五）蛋白质生物学功能研究.....	8
（六）系统生物学研究.....	10
（七）蛋白质药物靶标和分子诊疗技术研究.....	11
四、保障措施.....	11
（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划.....	11
（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合.....	12
（三）加大创新人才培养和引进力度.....	12
（四）加强国际合作与科学普及.....	12

一、形势与需求

蛋白质是生命活动的主要执行者。对蛋白质结构与功能、相互作用和动态变化的深入研究，将有助于揭示生命现象的本质。蛋白质研究取得的众多成果也将是新药创制、传染病防治、农作物改良、生物能源转化、工业生物催化等各个领域的重要创新源泉。

目前，国际蛋白质研究进入了快速发展期，呈现出了以先进技术驱动蛋白质研究的发展趋势。在高精度冷冻电镜和分子影像等技术推动下，蛋白质研究逐步从分子水平向细胞、个体等更高维度发展，并注重对蛋白质在细胞、生物体中的“在体”研究。随着同步辐射、核磁共振、原子力显微镜等分子结构分析技术的进步，蛋白质研究更加注重超复合物和分子机器等复杂体系。由于高分辨质谱和高性能计算技术的进步，规模化、量化的蛋白质组研究已经提升到了新的高度，从蛋白质相互作用网络的结构及其动态变化规律中认识复杂生命系统已经成为蛋白质研究的一个重要发展方向。

当前的蛋白质研究，是集中了包括生物化学、生物物理学、分子生物学、细胞生物学、结构生物学、蛋白质组学、系统生物学等多个生物学分支学科的综合性研究体系，需要各种学科的相互协作；现代物理学、光学、信息技术等对促进蛋白质科学研究和诸多生物医学领域的快速发展起到了至关重要的作用。因此，

综合了各种学科和不同研究技术的复合型研究团队已经成为目前国际蛋白质研究的主要方式。

蛋白质研究国家重大科学研究计划实现了对我国蛋白质研究的引领，目前已取得了一系列重要的成果，包括解析了一批具有重要生物学功能的蛋白质及其复合物的空间结构，建立了国际上最大的人类正常肝组织、肝病和肝癌系列的蛋白质表达谱和相互作用网络图；发现 200 余种针对人类重大疾病的潜在药物靶点或诊断标志物；通过肿瘤靶向的新型纳米药物输送系统实现了药物在肿瘤细胞内的靶向富集，为临床肿瘤治疗提供了新的有效手段；发展了高丰度蛋白质去除和低丰度蛋白质富集的成套关键技术，为重大疾病靶点和诊断标志物的发现提供了高效可行的技术方案。

蛋白质研究国家重大科学研究计划的实施，锻炼了创新队伍，培养了一批年富力强、创新能力突出的学术骨干，形成了我国蛋白质科学研究的人才梯队。

国际蛋白质科学研究与交流取得了重大进展，牵头组织实施了国际人类肝脏蛋白质组计划；并与多个国际一流研究机构成立了联合实验室（中心），促进了蛋白质研究领域的重大国际合作。

但是，与国际蛋白质研究的先进水平相比，我国的蛋白质研究源头创新能力有待加强，重点需要促进多学科交叉合作研究、关注在蛋白质研究的原创性新技术新方法、提升解决重大科学问题的合力。

二、总体思路与发展目标

（一）总体思路

紧密围绕我国经济与社会发展的重大科技问题和重大科学前沿，以蛋白质结构与功能、相互作用和动态变化的研究为重点，以蛋白质研究技术与方法创新为支撑，加强新技术新方法在蛋白质研究中的推动力；在结构生物学、蛋白质组学、蛋白质研究新技术和新方法、蛋白质合成、降解与调控机制、蛋白质生物学功能、系统生物学、药物靶点和分子诊疗等 7 个方面强化部署；加强项目与国家蛋白质科学研究设施、相关国家重点实验室等基地的紧密结合；加强蛋白质研究国家重大科学研究计划与国际相关计划的合作。

（二）发展目标

揭示一批膜蛋白和重要蛋白质复合体的空间结构及其生物学作用机制，产出一批具有长远影响的标志性成果；系统解析人类重要组织器官、重要病原体以及模式生物的蛋白质组；进一步阐释在各种生理和病理过程中的蛋白质相互作用网络的构成和动态变化，继续保持我国在蛋白质组学的国际领先地位；发现与重大慢性病和传染性疾病进程密切相关的蛋白质群，提供 300 种左右诊断标志物和药物靶标的候选蛋白质；建立和完善蛋白质结构测定、规模化蛋白质修饰与定量研究的技术平台，形成一批原创性的蛋白质研究新方法和新技术；构建多种具有应用前景的国

家级蛋白质、多肽和抗体的公共资源库；造就一支创新能力强的高水平复合型蛋白质研究队伍。

三、主要任务

（一）结构生物学研究

应用 X-射线晶体分析技术、高精度冷冻电镜技术、核磁共振技术等手段，研究参与基因表达调控、能量转换和信号转导等重要生命活动的蛋白质及其复合物的结构以及作用机制。

蛋白质复合体结构与功能研究。研究参与 DNA 复制与修复、基因表达调控、新陈代谢、能量转换、信号传导、细胞运动、病毒感染宿主及其免疫反应等重要生命活动的蛋白质、核酸等大分子及其复合物的结构与功能。

膜蛋白的结构与功能研究。研究动植物以及微生物在各种生命活动中的膜蛋白，包括受体蛋白、离子通道蛋白、转运蛋白、膜整合酶的结构与功能。

生物超分子复杂体系的结构与功能研究。研究生物体中由蛋白质、核酸、糖等形成的复合物、超分子复合体及亚细胞器的结构与功能。特别关注非编码 RNA 和蛋白质复合物。

蛋白质动态复合物的结构与功能研究。研究生物体中发挥重要生理功能的蛋白质复合物在不同时空尺度下的蛋白质结构特征、动力学性质与功能。

（二）蛋白质组学研究

开展重要生物体蛋白质组全组分解析及蛋白质翻译后修饰、动态变化和相互作用网络的蛋白质组学研究；针对严重危害人类健康的重大疾病开展蛋白质组学研究；开展人类蛋白质组计划国际合作研究。

重要生物体蛋白质组的构成、翻译后修饰动态变化与相互作用网络研究。在细胞、组织和器官等不同水平上，开展目标蛋白质组的高覆盖定性鉴定和高精度定量分析及其时空的动态变化研究。开展特定类型细胞、人体重要组织器官以及重要物种蛋白质组变化、翻译后修饰及其动态变化规律研究。

人类重大疾病相关的蛋白质组学研究。针对严重威胁我国人群健康的重大疾病的发生与发展过程中蛋白质变化及其调控机制开展蛋白质组学研究。

重要病原体及其与宿主相互作用的蛋白质组研究。研究并建立重要病原体蛋白质组的全覆盖鉴定技术；利用蛋白质组学数据注释病原体基因组序列的研究；病毒、病原菌等重要病原体的定量蛋白质组研究；病原微生物在入侵、复制过程中与宿主之间的相互作用网络的研究；宿主对病原微生物的调控和防御机制的研究。

重要模式生物蛋白质组研究。研究酵母、拟南芥、水稻、线虫、斑马鱼、果蝇、小鼠等重要模式生物的蛋白质组。利用遗传修饰模式生物疾病模型与植物突变体进行定量蛋白质组与功能

蛋白质组的研究。

以蛋白质组数据为核心的计算生物学研究。完善蛋白质组数据标准、注释标准和数据交换标准；整合蛋白质组学等组学实验产出的定性和定量数据；以染色体为单元诠释人类基因组。发展整合的多维组学资源数据库、功能注释和分析平台及其网络服务支撑体系，开发用于药物靶标筛选和疾病标志物发现等的系统软件。

人类重大疾病、重要病原体及模式生物相关蛋白质的抗体库建设。根据蛋白质组学研究中的数据产出，制备针对重大疾病、重要病原体和重要模式生物等的抗体库。

（三）蛋白质研究的新技术、新方法

针对蛋白质研究前沿中的技术瓶颈发展相关的新技术和新方法，并开展以重要生物学问题为牵引的关键技术和方法创新。

蛋白质结构分析方法研究。发展不同层次的蛋白质三维结构测定的技术和理论方法；发展膜蛋白和蛋白质复合体结构测定新技术；发展对活细胞内蛋白质进行三维结构测定与动力学分析的方法；发展适合结构测定的蛋白质样品制备技术。

复杂蛋白质体系分离鉴定关键技术研究。研制多肽、膜蛋白、低丰度蛋白及蛋白质复合物等分离、富集的新型介质；发展高效、高通量分离技术和装置；发展高灵敏度蛋白质谱检测技术以及新型高效质谱离子化技术和数据处理方法。

蛋白质相互作用的鉴定与分析技术研究。研究和发发展鉴定蛋

白质相互作用的新技术和新方法；发展研究蛋白质相互作用在复杂蛋白质体系的形成与功能发挥过程中关键地位的新技术和新方法。

高精度的修饰和定量蛋白质组学技术研究。研究和发​​展适合定量蛋白质组研究的样品制备理论、方法和技术体系；发展新型相对、绝对、标记和非标记定量技术；发展定量蛋白质组学研究所需的细胞、组织和整体动物标记技术；建立定量内标和内标库；发展新型蛋白质翻译后修饰的高精度鉴定技术；发展蛋白质组整体覆盖技术。

超高时空分辨、高灵敏度蛋白质定位与动态过程实时波谱与成像技术及单分子检测技术研究。发展超高时空分辨的蛋白质定位动态波谱与成像技术；发展研究蛋白质动态过程的高灵敏度检测技术。发展细胞、组织的在体实时蛋白质分子事件的三维动态信息可视化的方法和技术。

蛋白质结构、动力学的计算生物学研究。发展与蛋白质三维结构预测、蛋白质复合物结构预测、蛋白质动力学性质及反应过程模拟方法的研究。

蛋白质生物学问题的理论探讨与模型研究。发展蛋白质科学有关的新概念、新学说，发展针对重大生物学问题的数学模型，提供实验验证的理论假设。

（四）蛋白质合成、降解与调控机制研究

研究基因转录、mRNA 加工和蛋白质翻译、新生肽链折叠的

分子调控机制；研究蛋白质折叠相关疾病发生的分子机理及防治策略。

染色质修饰和非编码 RNA 的表观遗传效应研究。 研究核小体的组装与去组装机制；研究染色质高级结构形成、异染色质与基因沉默的结构基础；研究 mRNA 的调控机制；研究非编码 RNA 的分子调控机理；研究核糖体与其它翻译因子的相互作用。

蛋白质的错误折叠、聚集、降解和蛋白质质量控制研究。 研究蛋白质折叠、组装的物理和化学原理；研究在分子伴侣蛋白帮助下多亚基蛋白复合物的组装机理；研究蛋白质质量控制和逃逸的分子机理以及由此引起的“折叠病”的病理基础；研究胁迫条件下的蛋白质去折叠、降解与淀粉样纤维化的形成机理。

蛋白质膜转运的分子调控机制研究。 研究膜蛋白在亚细胞的定位以及在膜上的折叠组装；研究膜蛋白与相关蛋白质及膜组分的相互作用及其调控机制。

活细胞蛋白质的单分子研究。 研究在单分子水平的蛋白质活动规律及其相互作用的工作原理。

（五）蛋白质生物学功能研究

研究免疫调节和细胞信号转导等重要生命活动相关的蛋白质的分子作用机制；研究重要的蛋白质复合体以及蛋白质相互作用网络的功能。

细胞重要活动相关蛋白质的作用机制研究。 研究与细胞代谢、细胞周期、细胞凋亡、自噬过程相关的蛋白质结构与功能；

研究肿瘤微环境中蛋白质与肿瘤细胞发生与发展的关系；研究参与细胞代谢过程的蛋白质的分子作用机理；研究端粒蛋白质的结构与功能。

组织器官的系统发育与重塑相关重要蛋白质的作用机制研究。研究重要组织器官的发育和重塑等生理过程中相关蛋白质的作用机制；研究这些组织病理变化中的相关蛋白质的结构和功能改变。

神经系统发育和信息处理相关蛋白质的作用机制研究。研究与神经系统信号传递、神经系统发育、精神疾病、神经退行性疾病相关的蛋白质的结构和调控机制；研究蛋白质在神经信息处理功能过程中的作用机制。

免疫相关蛋白质的作用机制研究。研究免疫调控因子在疾病和自身免疫过程中的调控作用；发展能够靶向作用于肿瘤细胞并克服免疫耐受的新型融合蛋白；研究病毒等病原微生物与免疫系统相互作用的分子机制；研究免疫细胞各种受体分子与细胞调控因子相互识别的机制。

病原微生物侵染、复制和致病的作用机制研究。研究病毒、病原菌等重要病原微生物识别、入侵宿主的分子机制和结构基础；研究病毒在宿主细胞内转录、复制、包装和释放的动态机制和结构基础；研究病原微生物致病的分子机制；研究病原微生物产生耐药性的分子机制和结构基础。

与植物发育和农作物重要性状相关蛋白质的作用机制研究。

研究参与植物激素信号转导和发育等过程的重要蛋白质结构和分子作用机制。

(六) 系统生物学研究

以蛋白质研究为核心，将生物系统内基因、代谢小分子等其它构成要素整合进行研究；针对多细胞生物，实现从分子到细胞、到组织、到整体的多层次的整合研究；开展对生物系统的功能元件构成、相互作用网络和动态变化等方面的研究。

重要细胞信号转导通路的系统生物学研究。研究细胞信号转导过程中的蛋白质相互作用网络的拓扑结构和动力学过程；研究细胞信号转导通路中各种蛋白质修饰的动态传递网络；研究重要信号转导通路间相互作用的分子机制。

细胞活动中蛋白质动态行为的系统生物学研究。研究细胞活动中各时程的组蛋白的各种修饰形式之间的调控关系；研究基因表达调控网络与代谢调控网络等不同生物分子网络之间的相互作用。

复杂分子网络构建、定量表征的理论研究。发展系统生物学理论和建模算法，研究复杂生物分子网络的整体特性与细胞或个体表型之间的联系；研究复杂生物网络中的系统控制关系，以及网络的鲁棒性和动态特性等；发展可用于各类组学及其它实验数据进行对接与整合的方法与平台。

细胞功能元件及模块的设计与合成研究。从天然生物体系中发掘不同类型的功能元件结构特征，研究其相互作用规律和功能

原理；开展新的功能元件及模块、蛋白质机器的设计、合成和组装研究；开展代谢途径、代谢网络或信号传导通路的优化与重构研究。

（七）蛋白质药物靶标和分子诊疗技术研究

在蛋白质结构与功能研究的基础上，开展蛋白质药物靶标的研究，开展基于蛋白质相互作用网络的分子诊疗技术研究。

基于蛋白质结构与功能的药物靶标及小分子配基研究。开展蛋白质候选靶标的确证及基于蛋白质三维结构的药物设计和药物筛选；发展在蛋白质组水平精确测定药物与靶标蛋白相互作用的特异性和选择性的研究技术；发展具有潜在药物价值的新功能蛋白质与多肽；开展基于化学小分子配基的蛋白质生物学功能的研究；开展基于定量蛋白质组学技术的具有我国自主知识产权的药物或先导化合物的未知药物靶标的发现和确认研究。

基于蛋白质相互作用的疾病分子标记物发现技术研究。发展基于蛋白质-蛋白质作用与蛋白质折叠过程的分子标记物的筛选技术；发展基于蛋白质作用网络动力学行为调控机制的分子标记物发现技术方法；发展基于分子标记物的疾病早期诊断技术方法。

四、保障措施

（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划

继续实施蛋白质研究重大科学研究计划，加强顶层设计与统

筹协调，面向国家重大战略需求和世界科学前沿，进一步强化重大科学目标导向，完善项目首席科学家负责制及鼓励创新的评价机制，促进系统性、原创性重大成果的产出。

（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合

继续加强蛋白质研究基地建设，充分发挥国家蛋白质科学基础设施、相关国家重点实验室等研究基地的科研平台作用，促进项目、基地与人才的紧密结合；强化科技资源开放共享机制，促进科技资源的合理配置和高效利用。

（三）加大创新人才培养和引进力度

充分利用各种高层次人才计划，培养和造就一批具有国际视野、能够引领蛋白质研究领域学科发展的高水平领军人才，创新体制机制、优化政策环境、强化保障措施，加大海外优秀人才的引进力度，建设国际一流水平的蛋白质研究团队。

（四）加强国际合作与科学普及

吸纳优秀外国科学家和海外优秀华人学者以多种方式参与蛋白质研究重大科学研究计划实施，支持我国科学家参与国际合作和在国际组织中任职，鼓励提出国际合作计划。重视科学普及，弘扬科学精神，将科学普及工作作为重大科学研究计划实施的目标和任务之一，促进全民科学素养的提高。

发育与生殖研究国家重大科学研究计划
“十二五”专项规划

(公示稿)

中华人民共和国科学技术部

2012年4月

目 录

一、形势与需求.....	1
二、总体思路与发展目标.....	2
（一）总体思路.....	2
（二）发展目标.....	3
三、主要任务.....	3
（一）胚胎与器官发育.....	4
（二）生殖发育与生殖调控.....	7
（三）发育与生殖相关重大疾病的基础研究.....	9
（四）发育与生殖研究系统与平台建设.....	10
四、保障措施.....	11
（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划.....	11
（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合.....	12
（三）加大创新人才培养和引进力度.....	12
（四）加强国际合作与科学普及.....	12

一、形势与需求

发育与生殖研究及其应用涉及生命科学和生物医药等诸多领域，其发展不仅可以推动生命科学多个科学问题的解决和多个学科的发展，还将在基因治疗、细胞治疗、组织器官移植、新药开发等领域产生极其重要的影响。对生殖与发育过程中各种细胞、组织和器官形成调节机理的深入探讨将有助于从根本上理解各种生殖与发育过程、认识人类生殖障碍及胎儿发育缺陷产生的原因。

我国是世界上人口出生缺陷和不孕不育症的高发国之一。尽管当前辅助生殖技术如人工授精、试管婴儿等已经在临床应用上有了长足的发展，但其潜在风险日益成为人类社会关注的焦点，这也使得辅助生殖技术的全面安全评估以及更加先进的低损伤操作技术的发展成为未来辅助生殖技术发展的重要方向。同时，越来越多的研究显示人类重大疾病的发生与发育异常相关。因此，防治不孕不育、出生缺陷以及发育相关重大成年疾病，实现我国人口健康战略将有赖于继续深入开展发育与生殖基础研究，进一步揭示生物个体的配子形成、受精、胚胎植入和发育、组织器官的发生和形成、个体衰老等过程的生物学规律。

“十一五”期间，发育与生殖重大科学研究计划在组织器官发育、胚胎操作安全性、生殖调控等领域取得了一批重要的研究成果。在发育生物学方面，以模式动物秀丽线虫为对象，揭示了

一种新的凋亡细胞清除机制，并揭示了凋亡细胞清除过程中吞噬受体的调控机制。在生殖生物学方面，发现辅助生育技术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，提示目前的活检技术有一定的潜在安全风险。利用自发基因突变小鼠模型，证明了卵泡颗粒细胞中的 C-型钠肽及其受体是维持卵母细胞减数分裂阻滞的因子。在 *Cell*、*Nature*、*Science* 等国际著名杂志上发表了一系列高质量的论文。各种先进的工具、手段及模式动物的运用使我国发育与生殖研究的发展逐步与国际前沿接轨，为下一步做出原始创新成果和完善辅助生殖技术奠定了扎实的基础。在已有初步布局的基础上，“十二五”期间我国应重点加强发育与生殖基础研究的模式动物平台和研究系统，尤其是亟待重点布局有中国特色的大动物研究体系。同时，需整合基础和临床研究队伍，部署开展发育与生殖相关重大疾病发生机理的研究。此外，在胚胎发育和生殖调控研究方面，需进一步围绕重大目标，深入开展机制研究。

二、总体思路与发展目标

（一）总体思路

以发育与生殖为主线，从解答基础性、前沿性重要科学问题出发，整合多学科涌现的新技术、新方法和新模型，按三大研究方向、一个系统平台进行布局，即“胚胎与器官发育”、“生殖发育与生殖调控”、“发育与生殖相关重大疾病的基础研究”和“发育与生殖研究系统平台”，重点研究胚胎发育与出生缺陷、生育

调节、器官发育及调控、生殖与发育相关重大疾病的发病机理等，为降低出生缺陷、提高人口健康水平，以及加快生殖技术、再生医学与组织工程技术的研发与产业化提供重大理论和关键技术支撑。

（二）发展目标

通过发育与生殖重大研究计划实施，吸引和培养一大批优秀人才，培养若干国家级创新群体，使从事发育与生殖研究的优秀学术带头人和科研骨干达到 300 位；建立具有国际领先水平的猪、猴等大动物发育与生殖研究模型及疾病模型；在精子发生与成熟、减数分裂机制、胚胎与器官发育、辅助生殖技术等领域取得重大突破；通过发育与生殖基础及临床研究的深入结合，阐释若干发育与生殖重大疾病的发病机制，进一步发展从源头上干预和防治出生缺陷和不孕不育诊治的新策略、新方法，提升辅助生殖技术的安全性，为提高出生人口素质、保障人口健康做出重大贡献。

三、主要任务

根据我国当前人口健康的重大需求和《规划纲要》相关内容，结合发育与生殖领域面临的问题和生殖健康基础研究的重点，“十二五”期间，发育与生殖研究国家重大科学研究计划将重点布局“胚胎与器官发育”、“生殖发育与生殖调控”、“发育与生殖相关重大疾病的基础研究”和“发育与生殖研究系统平台”等四个方向。

（一）胚胎与器官发育

胚胎发育与器官形成的发育与进化规律。从比较发育生物学、发育进化生物学的视角，利用基因组、转录本组、蛋白质组、表观遗传等海量生物信息资源，探索发育过程的特征和规律；开发研究发育进化的计算生物学新技术、新方法；建立研究发育进化过程的数学模型及实验验证体系。

胚胎早期发育和图式建立的分子机制及其调控网络。母体因素对胚胎发育的调控研究；胚胎早期发育的表观遗传调控研究；胚层形成和分化的分子机理研究；背腹、前后轴线的建立和分化研究；左右不对称性的建立与器官的不对称发育研究；胚胎细胞的极性与定向迁移研究；形态素的形成及其调控机理研究；驱动早期胚胎细胞运动的能量来源及其调控机制研究；发育相关的重要信号通路的调节研究等。

胚胎期和出生后神经系统的发育和神经可塑性。神经外胚层的诱导和分化的分子调控网络研究；神经嵴细胞的迁移和分化的调控研究；神经轴突和树突生长与定向的内因和外因研究；神经网络的建立和功能维持研究；出生后神经可塑性研究；神经环路修饰和重建研究；幼年期和青少年心理发育的过程和生物学基础研究。

中胚层组织器官的胚胎期发育规律及出生后发育。中胚层组织器官前体细胞的命运决定研究；器官原基形成和形态构建研究；相关组织器官发育中的上皮细胞与间质细胞间的转换调节研

究；组织干细胞在相关组织器官发育和衰老中的作用研究；相关组织器官内细胞分化的调控研究；出生后血细胞的形成、分化机理研究；出生后血管形成和再生、血管内皮细胞迁移的机理研究；胚胎期和出生后免疫系统的发育和成熟、免疫细胞的发生和调控机理研究。

内胚层器官发育的调控。 胚胎肠管前后轴线的分化机制研究；内胚层器官前体细胞的迁移调控研究；内胚层器官的形态构建过程与调控研究；内胚层器官内细胞分化、细胞更新和功能活动的分子调控研究；内胚层来源器官和组织出生后在外部环境影响下发育性变化和修复研究。

老化及其调控的发育生物学机理及控制手段。 外胚层来源组织和器官的衰老机理研究；中胚层来源组织和器官的衰老机理研究；内胚层来源组织和器官的衰老机理研究；老化过程中干细胞调控作用和机制研究、老化过程的生理和代谢过程研究；正常老化与异常老化的区别研究；老化的遗传学分析研究；老化的机理及控制的方法研究；影响寿命的基因和环境因素研究。

组织器官的再生和修复机理与组织工程。 利用标记技术实时动态观察、描述特定组织器官的再生过程；特定器官再生的细胞来源以及组织干细胞在再生和修复过程中的作用研究；再生中细胞去分化和再分化的调控机制研究；组织器官再生中的大小控制机制研究；组织器官体外再生后修复的模型建立研究。

发育的代谢调控。 利用代谢组学的方法，开展肌肉、脂肪发

育决定的调控机制研究，挖掘与鉴定参与发育调控的重要代谢中间产物；开展代谢的动态变化、紊乱与发育调控的关系研究；研究线粒体在生殖和发育过程中的动态变化及其对发育过程的影响；细胞凋亡对生殖发育的调控研究；凋亡细胞吞噬的分子机理及其对发育的调控作用研究。

表观遗传信号的跨代传递及对后代发育、疾病易感的影响机制。研究表观遗传信号是否可以跨代传递以及传递的方式，探讨可传递者逃脱生殖细胞发育和受精后基因组范围内表观信号大规模清洗的机制，研究表观遗传信号跨代传递对子代发育以及疾病易感性的影响。

异常遗传及环境因素对组织器官发育的影响及其相关重大疾病机制。发现与组织和器官发育有关的重大疾病的基因；鉴定影响组织和器官发育相关重大疾病的环境因子；探讨异常遗传和不利环境因素对组织和器官发育过程有重大影响的机制；研究异常遗传和不利环境因素的相互作用对疾病发生的影响；揭示炎症反应和炎症因子对胚胎发育和相关疾病的影响。

器官结构与动态发育的分子影像数字文库。建立应用于发育与生殖生物学研究的现代影像平台；采用生物、物理、化学以及信息科学等多学科交叉整合的方法，选择不同物种的若干代表性器官，在细胞和亚细胞尺度上对其结构与发育进行动态影像学分析，建立完整的、高清晰度的多维（包括空间、时间和1个分子维度）数字影像，并研究开发出若干标记和示踪胚胎细胞或细胞

器的新技术。

植物胚胎和胚乳发育的调控。合子极性建立及胚胎形态建成的分子遗传及表观遗传调控研究；胚胎和胚乳发育过程中的转录调控网络研究；胚乳早期发育及形态建成的分子调控网络研究；胚胎和胚乳发育过程中的激素调控研究。

植物器官发生与形态建成的调控网络。植物地上器官发生、成熟、衰老的分子基础及其对植物生长和适应性的调节机理研究；植物开花、生殖器官形态建成等有性生殖过程的分子机理研究；环境因素影响植物复杂性状形成和可塑性的遗传与表观遗传机制研究；根系生长发育的分子调控和网络研究。

（二）生殖发育与生殖调控

减数分裂的调控机制。雌雄减数分裂调控差异的分子基础研究；有丝分裂向减数分裂转变的机制研究；同源染色体识别、配对、联会、交换与精确分离的机制研究；减数分裂细胞周期检验点调控的分子机理研究；减数分裂停滞与恢复的调节机制研究；减数分裂的分子进化研究；遗传和环境因素影响减数分裂的机理研究。

原始生殖细胞的起源和生殖细胞的命运决定。利用模式动物和人类细胞模型，筛选参与原始生殖细胞起源、迁移、增殖和减数分裂启动的关键基因；解析原始生殖细胞命运决定的分子基础；探讨原始生殖细胞与性腺发生的调控机理。

配子发生、成熟与受精的分子基础。生殖细胞发生、成熟、

存活和凋亡的调控机理研究；精卵识别与受精机制研究；母源及父源因素对早期胚胎发育的作用研究；基于上述过程的新型避孕候选药物的筛选和功能评价研究。

卵泡形成、发育和排卵的分子机制。卵泡发生和启动发育的分子基础和机制研究；优势卵泡选择和排卵的分子调控网络研究；卵泡闭锁的分子标记研究。

妊娠过程中胚胎的选择机制。早期胚胎发育的表观遗传选择基础研究；滋养层细胞发育与命运决定的分子机制研究；母胎妊娠对话和组织相容的分子基础研究；胚泡发育的免疫豁免机制研究；胎盘屏障建立与维持的分子机制研究；分娩启动的调控机理研究。

胚胎操作安全性研究与技术体系优化。跟踪人工辅助生殖后代发育的相关信息，并完善相关数据库；建立评估人工辅助生殖技术安全性的实验动物模型，研究胚胎操作相关的不良妊娠结局的发生机制；在符合医学伦理要求的前提下，利用临床资源，进行人类胚胎操作安全性研究；探索胚胎操作安全性的分子标识与新方法，优化胚胎操作体系。

人类生殖相关器官、组织与细胞资源库。以国内多个临床大中心合作方式，建立人类生殖相关器官、组织与细胞资源库及其相应的数据库系统，在此基础上重点开展生殖器官、组织与细胞保存的基础研究。

植物有性生殖的分子机理。植物生殖器官和配子体发育的机

理研究；植物授粉和受精过程的分子机理研究；合子极性建立及胚胎形态建成的分子基础及表观遗传调控研究；植物性别决定和分化的分子机理研究；减数分裂调控与无融合生殖的遗传基础研究；植物生殖障碍的分子和进化机理研究。

（三）发育与生殖相关重大疾病的基础研究

重要妊娠疾病的发生机制。针对我国高发的妊娠疾病，如习惯性流产、子痫前期、早产等，开展大样本的有中国人特征的重要遗传特征研究，筛选和鉴定疾病预测和筛查的分子标记，阐明疾病的遗传和表观遗传学分子基础，并阐释它们对后代远期发育的影响，为疾病的整合性治疗提供科学的分子靶标库。

人类出生缺陷的遗传机理。人类出生缺陷的遗传与发育机理研究；建立人类重大出生缺陷和疾病的动物模型；出生缺陷的遗传诊断和防治技术研究。

神经精神性疾病的胚源机制。胚胎期和婴儿期脑发育的调控机理研究；脑发育异常导致的常见神经精神性疾病的神经生物学、遗传和分子机制研究；建立神经精神性疾病的早期诊断和早期干预治疗的理论基础和方法。

组织器官退行性病变的生物学基础。退行性病变的遗传学和生物化学研究；退行性病变与生理过程的相互关系研究；退行性病变的基因诊断研究；细胞死亡与退行性病变的关系研究等。

癌症的发育生物学研究。癌基因和抑癌基因对细胞、组织与器官发育的影响研究；发育过程中细胞分裂和增殖异常与癌症的

机理研究；癌症的遗传发育学基础研究。

排卵障碍性疾病的分子基础。筛选和鉴定排卵障碍性疾病相关候选基因，研究其与内分泌紊乱的关系；研究排卵障碍性疾病导致的以胰岛素抵抗为核心的代谢障碍机制，解析排卵障碍性疾病的发病机制，发展疾病防治与干预新方法。

生育能力维持与疾病。生育能力减退、丧失的遗传学机理研究；重大疾病及其治疗过程对生育能力的暂时和永久损害研究；传统中医药与小分子化合物对生育能力的维持和促进研究；生育力重塑和生殖器官体外重建研究。

营养和环境因素导致发育与生殖缺陷的分子机理。营养和环境因素对胚胎发育的影响及其机理研究；我国出生缺陷高发区的重大环境因素的筛查及其影响的分子机理研究；我国主要污染物和营养缺陷对生殖发育和胚胎发育的影响及其细胞、分子基础研究；实时监控重大环境污染物的动物模型研究。

（四）发育与生殖研究系统与平台建设

人类重大疾病的转基因灵长类动物模型研究。开展猪等家畜或啮齿类动物干细胞与灵长类胚胎或个体嵌合、移植后的发育能力以及嵌合与器官移植的组织相容性的分子基础研究；采用新途径建立人类重大疾病的灵长类动物模型，深入理解组织相容性（MHC 基因家族）的分子基础。

发育与生殖研究传统模式生物平台与资源库。结合发育与生殖研究，建立与完善小分子药物筛选技术平台；建立与完善果蝇、

线虫、爪蟾、斑马鱼等共享型模式生物资源库。

小鼠/大鼠生殖发育疾病模型。系统开展小鼠/大鼠发育与生殖相关模型资源收集与整理；大力发展新的小鼠/大鼠生殖发育疾病研究模型。

大动物模式系统。系统研究猪、猴等的基因组学、转录组学、免疫组学、代谢组学，研究猪和猴生殖和发育生物学特点，完善猪和猴研究相关的生理学、免疫学、影像学等技术手段，建立相关数据库；开发相关的细胞系、分子标记探针、特异性抗体等检测手段，促进猪、猴等大动物成为发育与生殖研究的模式系统。

大动物基因修饰技术的整合与创新。以猪为模型建立诱变等基因修饰和基因挖掘的新技术，筛选具有特殊性状的品系，开展大动物新基因和重要功能基因的分子机理研究；建立大动物的基因定点敲入和敲除技术，促进发育与生殖、生物医学的基础与临床研究。

发育与生殖的安全性和伦理学研究及社会服务。进一步完善发育、生殖与再生医学研究及应用的安全性和伦理学指导原则，建立发育与生殖研究成果和资源社会化利用的网络体系。

四、保障措施

（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划

继续实施发育与生殖研究重大科学研究计划，加强顶层设计与统筹协调，面向人口健康国家重大战略需求和生殖与发育世界

科学前沿，进一步强化重大科学目标导向，完善项目首席科学家负责制及鼓励创新的评价机制，促进系统性、原创性重大成果的产出。

（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合

继续加强发育与生殖研究基地建设，充分发挥国家重点实验室、国家辅助生殖工程中心等研究基地的科研平台作用，促进项目、基地与人才紧密结合；强化科技资源开放共享机制，促进科技资源的合理配置和高效利用。

（三）加大创新人才培养和引进力度

充分利用各种高层次人才计划，培养和造就一批具有国际视野、能够引领发育与生殖科学技术发展的高水平领军人才，创新体制机制、优化政策环境、强化保障措施，加大海外优秀人才的引进力度，建设国际一流水平的发育与生殖研究团队。

（四）加强国际合作与科学普及

吸纳优秀外国科学家和海外优秀华人学者以多种方式参与发育与生殖研究重大科学研究计划实施，支持我国科学家参与国际合作和在国际组织中任职，鼓励提出国际合作计划。重视科学普及，弘扬科学精神，将科学普及工作作为重大科学研究计划实施的目标和任务之一，促进全民科学素养的提高。

干细胞研究国家重大科学研究计划
“十二五”专项规划

(公示稿)

中华人民共和国科学技术部

2012年4月

目 录

一、形势与需求.....	1
二、总体思路与发展目标.....	3
（一）总体思路.....	3
（二）发展目标.....	3
三、主要任务.....	3
（一）细胞重编程研究.....	3
（二）干细胞自我更新及多能性维持的机理研究及新物种 多能干细胞的建立.....	4
（三）干细胞定向诱导分化及其调控机制研究.....	5
（四）干细胞与微环境相互作用研究.....	6
（五）干细胞临床前研究.....	6
（六）植物细胞全能性与器官发生.....	7
四、保障措施.....	8
（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划.....	8
（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合.....	9
（三）加大创新人才培养和引进力度.....	9
（四）加强国际合作与科学普及.....	9

一、形势与需求

干细胞作为一类具有自我更新和多向分化潜能的细胞群体，能进一步分化成为多种类型的细胞，构成机体各种复杂的组织和器官。干细胞及其分化产品为有效修复人体重要组织器官损伤及治愈心血管疾病、代谢性疾病、神经系统疾病、血液系统疾病、自身免疫性疾病等重要疾病提供了新的途径。以干细胞治疗为核心的再生医学，将成为继药物治疗、手术治疗后的另一种疾病治疗途径，从而成为新医学革命的核心。加强干细胞和再生医学研究的战略部署，对构建我国国民健康体系至关重要。

干细胞与再生医学研究已引起各国政府、科技界、企业和公众的高度关注，美日等发达国家均在国家科技战略规划中将其作为重要发展领域，在干细胞发育调控、干细胞制备技术、干细胞临床应用等领域进行了重点部署。很多国家持续增加对干细胞的研发投入，医药企业也逐渐加大对干细胞和再生医学研究与应用的投入。

随着对干细胞多能性调控分子网络及多能性维持基本规律的了解，科学家们逐渐探索出胚胎干细胞体外培养的适宜条件，建立起包括小鼠、大鼠、恒河猴和人类的胚胎干细胞系。美国和英国已批准部分胚胎干细胞临床应用研究计划，涉及的疾病包括视网膜黄斑变性和脊髓损伤等。

我国政府对干细胞研究非常重视。“十一五”期间，973 计划、863 计划和发育与生殖研究国家重大科学研究计划大力支持干细胞的基础研究、关键技术和资源平台建设，在干细胞研究及转化应用领域取得了一批标志性成果：在世界上首次证明了小鼠诱导性多能干细胞（iPS 细胞）的发育全能性；首次揭示体细胞重编程起始的分子机制；首次成功建立大鼠和猪的诱导性多能干细胞；发现提高诱导性多能干细胞的转化效率的有效途径；鉴定了干细胞干性的分子标志物等；研发了一批治疗性干细胞产品和组织工程产品；筛选和研究了一批能够促进干细胞自我更新、改进 iPS 细胞诱导及提高干细胞定向分化效率的小分子化合物；建立了更加适合临床应用的人胚胎干细胞（ES）系；发现了新的调控 ES 细胞自我更新的转录因子。我国在干细胞研究领域的国际影响力显著提升。

但是，与欧美科技发达国家相比，我国的干细胞研究在原始创新能力与标志性成果方面仍有一些差距。针对干细胞与再生医学研究领域亟待解决的问题，我国干细胞研究应力争在干细胞多能性维持与重编程的分子机制、干细胞与微环境的相互作用、干细胞定向分化与转分化、干细胞应用转化研究与关键性技术等方面取得突破，尤其应该重点支持未来干细胞临床和转化应用的核心技术。

二、总体思路与发展目标

（一）总体思路

以深化干细胞研究和促进转化应用为总体目标，优化整合干细胞研究资源，培养创新能力强的高水平科研队伍，加速干细胞基础和临床前研究。实现干细胞基本理论的突破，开发并推广一批临床级干细胞产品和以干细胞为靶点的药物，为形成干细胞临床应用标准、发展干细胞临床治疗新技术、和提高疾病的治疗水平提供基础理论支持。

（二）发展目标

研究干细胞多能性、定向分化、重编程的分子机制，探索重大疾病的干细胞治疗途径，重点突破干细胞干性的获得、维持和转化调控的机制；揭示微环境与干细胞的相互作用规律；研制以大动物和非人灵长类为特色的用于干细胞临床前研究的重要疾病模型及相关评估方案；针对心、肝、胰等器官的重大疾病，研制若干具有重大临床需求的人工组织器官；阐明干细胞再生修复治疗的机制，取得干细胞应用领域关键技术重大突破；推动符合伦理标准、规范化的干细胞临床治疗评价体系的建立。

三、主要任务

（一）细胞重编程研究

利用体细胞核移植（SCNT）、iPS细胞、转分化等技术获得功能细胞，解答发育生物学、干细胞研究和再生医学领域的关键

性技术难题。

细胞重编程过程研究。比较 SCNT, iPS 等多种重编程过程, 描绘出细胞重编程过程的精细图谱; 揭示参与重编程的各种信号统一协调的作用方式; 建立精确的数学模型模拟分析细胞重编程的动态过程。

细胞重编程调控机制研究。研究基因表达、蛋白质表达、非编码 RNA、DNA 甲基化、组蛋白修饰等多个方面的关键调控点。利用这些可调控步骤提高重编程效率, 开发新一代重编程手段。

谱系重编程和细胞类型转换研究。研究体细胞谱系重编程过程及其调控机制。通过细胞类型转换获取具有功能和能用于治疗 的细胞或组织; 评估转分化来源的组织 and 器官的安全性及有效性。

利用重编程技术建立疾病的细胞模型。利用重编程技术建立病人体细胞来源的多能干细胞, 作为疾病的体外模型; 结合基因修饰及重编程技术等多种方法建立大动物和非人灵长类疾病的细胞模型, 用于重要疾病的干细胞治疗与药物开发研究。

(二) 干细胞自我更新及多能性维持的机理研究及新物种多能干细胞的建立

研究干细胞自我更新、多能性维持的分子网络及调控机制, 取得理论突破, 利用新技术建立新型多能干细胞系和新物种的多能性干细胞系。

干细胞自我更新及多能性维持的机理研究。利用分子生物

学、生物化学、细胞生物学等多种手段研究维持干细胞自我更新的条件；分离鉴定干细胞特有的包括非编码 RNA 在内的多种分子标记，检测与干细胞自我更新相关的特有的表观遗传状态；建立评估干细胞多能性的标准；比较各种不同来源、不同发育能力干细胞的基因及蛋白表达谱；研究转录后修饰等对干细胞自我更新进行调控的途径，寻找各个物种特有的维持自我更新的通路，比较在进化过程中干细胞维持自我更新的进化路线等。

建立新型的多能性干细胞。利用 mRNA、蛋白质或小分子化合物诱导等多种手段建立新型的多能干细胞。利用重编程或其它发育生物学手段在新物种中建立起稳定的多能干细胞系；结合材料科学、生物力学开发新型材料，大规模培养干细胞；开发新型培养系统，稳定培养能满足临床治疗或药物开发等需求的干细胞。

（三）干细胞定向诱导分化及其调控机制研究

研究干细胞向某一特定细胞类型分化的条件，定向诱导胚胎干细胞、iPS 细胞及成体干细胞分化为可用于细胞治疗的功能细胞。结合材料学与组织工程技术研制功能性的人工组织器官。

干细胞定向分化机制研究。以胚层分化理论为基础，研究干细胞诱导分化的分子机制。结合发育生物学，研究干细胞在体内外的分化过程。揭示重要调控元件、转录程序、表观遗传网络调控干细胞分化的机制；利用计算生物学、系统生物学等方法建立干细胞诱导分化的数学模型；利用小分子化合物、mRNA 或蛋白

质，开发新型定向分化技术，将干细胞高效诱导为功能性细胞。

干细胞诱导分化为组织和器官的研究。结合材料科学、物理学、化学等技术诱导干细胞分化为具有特定功能的组织和器官，如神经、视网膜、胸腺、胰岛等；结合发育生物学方法、胚胎操作等在大动物中生成人类重要组织和器官。

（四）干细胞与微环境相互作用研究

围绕干细胞与微环境的相互作用，发现新的干细胞多能性标志物，探索微环境与调控干细胞增殖分化等的分子机制。

成体干细胞的分离鉴定。研究成体干细胞维持自我更新的分子机制，分离培养成体干细胞，建立稳定的细胞系，全面检测成体干细胞的扩增和分化能力，比较体内外微环境对干细胞的自我更新及分化能力的影响。

干细胞的微环境研究。通过蛋白质组学、结构生物学等手段分离鉴定干细胞微环境的重要组成成分；研究微环境与干细胞的相互作用，以及调控干细胞自我更新与分化的机制。

（五）干细胞临床前研究

以临床级干细胞建系与建库为基础，规模化培养扩增并定向诱导分化干细胞，分离、鉴定和纯化特定功能细胞；选取理想疾病模型，进行标准化的细胞移植、功能评价及致畸与致瘤等风险评估。

临床级干细胞的建立和建库。利用干细胞基础研究成果、结

合生物制品相关规定和临床应用的实际需求建立统一、规范、明确的临床级干细胞标准；依据标准，结合化学生物学、细胞生物学、材料学等技术开发安全无污染的干细胞培养方法；建立不同方法、不同来源的多样化的临床级干细胞系，为临床前研究提供丰富资源；建立国家级临床干细胞库，以便更好的储存、管理、利用和共享资源。

重要疾病动物模型的建立。针对人类重要疾病如神经退行性疾病、代谢类疾病、心血管疾病等，利用并优化已有的动物模型建立方法，如自然筛选、药物诱导和基因修饰等，建立新型疾病动物模型，重点发展大动物和非人灵长类动物的疾病模型；制定针对不同物种动物模型的标准化评估体系。

干细胞治疗的安全性和有效性评估。结合细胞体内示踪技术、分子成像技术和新的临床医疗手段，建立和完善干细胞植入后细胞存活率、移植物与宿主的整合情况、功能改善状况、致畸和致癌风险评估等方面的系统监测指标；依据这些技术和指标对干细胞临床治疗进行系统评价，建立可行的干细胞移植治疗方案。

（六）植物细胞全能性与器官发生

系统研究激素、温度、光照等调控细胞脱分化和再分化的机制，植物细胞全能性的遗传与进化机理，细胞全能性和器官分化的激素调控，植物生长点的维持、再生和器官发生的遗传与表现机制，植物无融合生殖的机制，植物遗传转化的新技术等，研究

植物如何由单个体细胞发育成完整植株机理，促进揭示体内受精卵发育成完整个体的机制。

植物干细胞和发育。结合分子生物学、生物化学、功能基因组学和体外培养技术、体内示踪技术，分离和鉴定不同物种、不同部位中存在的植物干细胞；揭示干细胞在植物器官发生和发育过程中的功能和起作用的关键基因；阐明干细胞在器官发生中的精细分化图谱和调控机制。

植物干细胞维持和分化的调控机制。利用表观遗传学、全基因组学和生物信息学等方法系统研究环境因素、激素和遗传因子在植物干细胞维持和分化中的统一协调关系，挖掘新的调控基因和表观遗传调控方式。

植物细胞去分化和再分化的调控机制。以植物细胞特有的去分化和再分化应激形式为模型，研究在体细胞去分化和再分化的分子调控网络，揭示环境因素和遗传物质相互作用的关系，深入了解植物愈伤、抗逆等应激现象的调控机制。

四、保障措施

（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划

继续实施干细胞研究重大科学研究计划，加强顶层设计与统筹协调，充分发挥“国家干细胞研究指导协调委员会”的作用，协调我国干细胞基础和应用研究工作，面向国家重大战略需求和世界科学前沿，进一步强化重大科学目标导向，完善项目首席

科学家负责制及鼓励创新的评价机制，促进系统性、原创性重大成果的产出。

（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合

继续加强干细胞研究基地建设，充分发挥国家重点实验室等基地的科研平台作用，促进项目、基地与人才紧密结合；强化科技资源开放共享机制，促进科技资源的合理配置和高效利用；鼓励科研机构与临床单位合作，注重建设干细胞临床研究基地和临床转化基地。设立试点单元，推动干细胞转化研究和规范化应用。

（三）加大创新人才培养和引进力度

充分利用各种高层次人才计划，培养和造就一批具有国际视野、能够引领干细胞科学技术发展的高水平领军人才，创新体制机制、优化政策环境、强化保障措施，加大海外优秀人才的引进力度，建设国际一流水平的干细胞与再生医学研究团队。

（四）加强国际合作与科学普及

吸纳优秀外国科学家和海外优秀华人学者以多种方式参与干细胞研究重大科学研究计划实施，支持我国科学家参与国际合作和在国际组织中任职，鼓励提出国际合作计划。重视科学普及，弘扬科学精神，将科学普及工作作为重大科学研究计划实施的目标和任务之一，促进全民科学素养的提高。

全球变化研究国家重大科学研究计划
“十二五”专项规划

(公示稿)

中华人民共和国科学技术部

2012年4月

目 录

一、形势与需求.....	1
二、总体思路与发展目标.....	2
（一）总体思路.....	2
（二）发展目标.....	2
三、主要任务.....	3
（一）全球变化的事实、过程和机理研究.....	3
（二）人类活动对全球变化的影响研究.....	5
（三）气候变化的影响及适应研究.....	6
（四）综合观测和数据集成研究.....	8
（五）地球系统模式研究.....	9
四、保障措施.....	11
（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划.....	11
（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合.....	11
（三）加大创新人才培养和引进力度.....	11
（四）加强国际合作与科学普及.....	12

一、形势与需求

全球变化是指由自然因素和人类活动引起的地球系统功能的全球尺度的变化，以全球变暖为突出标志的气候变化是全球变化的重要表现之一。全球变化研究是本世纪国际地球科学的前沿领域，其关注的科学问题对当今世界政治、经济发展和外交事务具有重大和深远的影响。

当前国际全球变化研究强调以可持续发展为导向，建立、加强和整合全球和区域的观测体系，提高对未来环境变化及其对人类影响预测的可靠性，避免和控制具有破坏性的全球环境变化，健全评估机制，鼓励技术、政策和社会响应创新，设计能有效推动全球可持续发展的制度和行为，为未来 10 年实现全球可持续发展的目标提供科学支撑。

我国在过去气候变化、季风、生态系统碳循环、干旱化与冰冻圈等方面已取得了一批有国际影响的重要成果，其中在高分辨率气候序列重建、东亚季风机制和陆地生态系统碳收支等方面形成了优势。但与发达国家相比，还存在跨学科交叉集成程度不高，数据系统参与国际比较能力不足，地球系统模拟研究深度不够等问题。

通过部署全球变化研究国家重大科学研究计划，抓住国际全球变化科学发展的契机，全面开展全球变化科学研究，在若干关

键科学问题上取得重大突破，有力推动我国全球变化科学发展，为国家应对全球变化、保障社会经济可持续发展和参与国际气候变化谈判提供科学支撑。

二、总体思路与发展目标

(一) 总体思路

积极贯彻落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》、《应对气候变化国家方案》和《中国应对气候变化科技专项行动》，面向国家重大需求和国际科学前沿，进一步整合资源，强化全球视野，突出中国特色，加强学科交叉和集成研究，完善平台建设，实现数据共享，研发地球系统模式，显著提升我国全球变化研究水平和为全球可持续发展提供科学支撑的能力。

(二) 发展目标

在全球变化基本规律、人类活动对全球变化的影响、气候变化影响与适应、地球系统模式、地球系统变化趋势预测等研究领域的关键科学问题上取得一批原创性成果，在季风亚洲-北太平洋-印度洋区域地球系统动力学与气候变化研究方面取得国际领先地位；建立和完善全球变化科学数据采集、处理和管理平台，建设全球变化科学基础数据集（库）；建立具有自主知识产权的地球系统模式；提高对未来环境变化及其对人类影响预测的可靠性；培育国际一流水平的研究队伍。为国家应对全球变化，保障

社会经济可持续发展和参与国际气候变化谈判提供科学支撑。

三、主要任务

(一) 全球变化的事实、过程和机理研究

从地球系统的整体性出发,通过统计和动力诊断、理论分析、实验模拟和数值模拟、综合集成等研究手段,揭示全球变化的事实、过程和机理,辨识地球系统圈层相互作用和非线性响应机理,探讨全球变化可预报性与有关认识的不确定性,建立全球变化的预测理论。

全球气候变化的事实、成因及多尺度相互作用。全球气候变化事实、过程及其驱动机制诊断;全球气候变化区域差异及多尺度相互作用;地球系统自然历史周期特征及机制分析;气溶胶-云-辐射反馈过程在全球气候变化中的作用及不确定性;东亚季风气候的年代际变化及其与全球气候变化的联系和预测;西风带气候变化及其对全球变化的响应和影响;过去 3000 年树轮、沉积等气候代用记录及发展趋势;长时间气温时空演变及其与全球变化的联系;过去千年全球气候演变特征及其与中国气候演变的对比;小冰期后期以来极端气候事件的发生发展规律。

海-陆-气相互作用的过程和机理及其与全球变化的关系。地表圈层生物地球化学(C、N、S、P等)耦合循环对全球变化的影响和反馈机理;气候变化背景下冰冻圈-生物圈-水圈非线性相互作用过程及互馈联动机制;海-陆-气相互作用对季风爆发及变

化的影响；地表各圈层运行的临界突变过程与不可逆性；重大环境事件的形成原因及其区域响应的非线性特点；亚洲风尘起源和沉降的过程及其对全球变化的作用；新生代大陆风化剥蚀过程与全球二氧化碳排放变化的关系；第三极环境（TPE）过程及其对全球和中国周边地区环境变化的影响；海洋对全球变暖的响应及其对气候变化的调控作用；海洋生物地球化学循环与海洋碳封存效应；暖池及海洋通道变化对中国近海环流的影响机制；太平洋-亚洲边缘海相互作用与环境演变；太平洋-印度洋-南大洋环流变异对暖池及全球气候的影响；深海混合过程在热盐环流和全球气候变化中的作用；深海物理数据的重构、误差估计及年代际气候变化信号提取；南极冰架-南大洋-三大洋海气过程对全球变化的作用。

气候系统的敏感性、突变及其变化的可预报性。全球气候变化阶段性转折的基本特征和规律；气候系统对外在因素扰动的敏感性以及突变的机理；引起全球气候突变的可能阈值；各种时空尺度气候变化以及全球海洋-大气-陆地系统的季-年际-年代际气候变率的可预报性；全球气候变化阶段性转折和突变的预报理论与方法。

全球变化敏感区的气候与环境变化规律及其预测。对全球气候变化较为敏感的地区的辨识理论；敏感区气候系统季节-年际-年代际尺度的海陆气相互作用特征；敏感区气候预测、预报理论与技术；中国上新世以来陆地生态系统与气候环境的协同演化及

青藏高原隆升驱动；全球干旱化及其区域分异的规律和机理；全球变化对非洲大陆干旱化影响与驱动力。

日地关系、地球深部过程对全球变化的影响。天文与地球运动因子对气候变化影响；空间辐射对全球气候影响的机制及其定量评估；岩浆火山活动、地震活动、不同规模和能量级别的构造活动对大气中温室气体及全球变化的影响。

（二）人类活动对全球变化的影响研究

重建温室气体、人为气溶胶排放和大尺度土地与近海利用变化过程，在充分认识气候的自然变率及其成因机制的基础上，评估人类活动对全球变暖的贡献，建立全球温室气体排放、碳转移检（监）测技术体系，预测未来 20-50 年全球温室气体排放趋势。

全球温室气体排放、碳转移检（监）测技术体系。全球温室气体排放“三可”技术、方法体系；历史和当代国际温室气体排放、碳转移检（监）测技术、方法；未来 20-50 年全球温室气体排放趋势预测。

大尺度土地与近海利用变化对全球变化的影响。强烈人为扰动背景下的流域侵蚀与碳循环过程和通量；不同时空尺度土地利用与土地覆被变化过程、驱动机制及其对全球变化的影响；土地利用对区域生态系统结构与功能、生物多样性、生态系统服务功能的影响；大型工程（大型植被恢复与建设工程、水利工程等）的环境效应；城市化过程的气候与生态效应；近海养殖与海岸带开发对海洋生态系统及生物多样性的影响；近海地区营养物质对

碳收支和全球变化的影响。

人为气溶胶排放对全球变化的影响。人为气溶胶排放的时空分布规律、干湿沉积过程和辐射特征及其对全球变化的影响；重点区域气溶胶的起源、气候和生物地球化学效应及其对全球变化的作用。

人类活动对 20 世纪全球变暖的贡献。大气温室气体增加对 20 世纪全球变暖的贡献；人为气溶胶对 20 世纪全球变暖的贡献；土地利用变化（包括城市热岛效应）对 20 世纪全球变暖的贡献；自然和人为因素对全球变暖的贡献。

（三）气候变化的影响及适应研究

探讨气候变化背景下多个自然圈层与人类社会的脆弱性和适应性，建立全球变化经济学、地球系统管理与综合风险防范的基础理论与技术体系，探寻针对气候变化的影响趋利避害的最佳人类社会适应途径。

生物圈结构和功能对气候变化的响应与调控。主要生物群区碳氮过程及其与气候变化的关系；陆地生态系统碳氮储量及变化的区域特征；中国陆地碳增汇的调控机制与生物地理区划；中国重要生物物种和生物类群对气候变化的响应与适应机制；生物物种和生态系统对极端气候事件的响应。

冰冻圈的变化及其影响。过去百年全球和区域冰冻圈变化的事实；冰冻圈变化与全球变暖的关系和机制；冰冻圈与大气、生物、水以及人类等圈层相互作用机制及其趋势；冰冻圈变化的综

合效应与人类适应途径；冰冻圈变化对中国和毗邻地区社会经济可持续发展的潜在影响。

气候变化对水资源和海洋环境的影响及人类适应途径。气候变化对东亚季风区水循环的影响；气候变化对大江大河水文过程及水安全的影响；气候变化对于干旱区水循环及水资源的影响；近现代荒漠地带演替与全球气候变化的相互影响；重点海域海-气边界过程对全球变化的响应与反馈及其对生态系统的影响；湿地、湖泊等生态系统对全球变化的响应与生态恢复；海洋环境(物理及生物地球化学)、海岸带等对气候变化的响应特征与机理及其对生态系统的影响；海平面上升对中国沿海社会经济发展和岛、礁、沙领土安全的影响及适应；全球变化对中国近海生物多样性的胁迫。

极端天气气候事件演变规律、影响与适应。全球变化背景下的环境风险和灾害(包括极端天气气候事件检测、成因及演变规律,天气气候灾害及其衍生的地质灾害综合防范理论与方法等)。

全球变化对粮食安全和人类健康的影响与适应。农业生态系统能量物质循环对气候变化的响应和调控途径；全球变化对区域和全球粮食安全的影响；全球变化对人类健康的影响评估；全球变化背景下保障中国粮食安全和人类健康适应性对策和模式。

全球变化经济学、地球系统管理与综合风险防范。2℃阈值条件下,世界主要国家减排温室气体的成本与相应的经济格局；中国减排温室气体潜力、区域减排经济成本与相应的经济格局；

2°C阈值或其他相关背景下中国温室气体减排路线图；国际碳贸易管理体系基础理论；国际减排方案设计基础理论；全球变化与可持续的生态系统、水资源、粮食和区域安全管理；不同减排目标下地球工程理论和技术；不同社会发展阶段人类适应气候变化机理和模式；全球变化风险综合防范理论与技术；全球变化和有限自然资源约束下的新的经济理论研究；地球工程理论和方法及其效应的模拟与评估。

地球系统适应全球变化的弹性与阈值。全球变化背景下中国地表过程、关键参数和地理环境格局的变化；地球系统关键变量突变机制及其阈值；全球变化背景下生态、海洋、冰冻圈等主要分量系统自适应过程、弹性和阈值。

（四）综合观测和数据集成研究

为完善我国新一代全球变化综合观（监）测系统，开展相关的基础研究，并实现多源数据同化，提高变量估计精度及全球变化预测和评估水平，构建国家全球变化数据集成平台，实现数据的规范管理与共享服务。

全球变化关键参数和过程的综合观（监）测。陆地生态系统关键参数和水、碳、氮等物质循环过程的观测；大气温室气体、气溶胶和主要污染物等的观测；冰冻圈综合观测；中长期全球海平面变化精密监测；近海及深海大洋关键过程及海气通量的综合观测；典型区域的能-水循环与物质迁移观测；全球变化关键人文过程与参数观（监）测。

高精度遥感原理研究和星机地观测资料的校准。卫星遥感全球大气、地表特征和冰雪监测技术的原理；遥感的研发及其反演方法；全球典型生态系统演变与碳源、汇动态变化的遥感观测；典型区域的星-机-地同步观测试验；遥感-地面观测资料的校准。

多源观测数据的质量控制、同化、融合与集成及共享机制。中国全球变化数据集成平台；亚洲区域气候观测资料的质量控制与同化、融合技术；海-陆-气-冰耦合气候系统模式的同化方法研究；东亚区域关键参数的集成分析与同化；卫星定标及其与全球变化观测的结合。

（五）地球系统模式研究

通过动力框架的原始创新、物理过程参数化方案的改进或新方案的提出，以及地球系统模式（包括近地空间环境模型和固体地球模型）的研制，以高性能计算技术的研发为支撑，发展具有国际先进水平的高分辨率气候系统模式和地球系统模式，深入研究影响模式不确定性的过程，并开展气候变化模拟研究、年际和年代际预测、以及百年际预估研究，为全球变化研究提供强有力的综合模拟公共平台。

高分辨率气候系统模式的研发与应用。模式的不确定性、模式中云与辐射相互作用、云的特性，大气对流过程和海洋混合等若干关键过程；高分辨率大气环流模式的建立、评估及应用；高分辨率海洋环流和海冰模式的建立、评估及应用；全球陆面-水文过程的模式发展；区域和全球气候模式中的积雪、冻土、冰川

(盖) 参数化方案; 冰冻圈陆面模式与气候模式的耦合机制; 分量模式集成及高精度、高分辨率物理气候系统模式的建立和发展; 气候年代际可预测性理论。

地球系统模式的研发与应用。气溶胶与大气化学模式的发展和完善; 全球海洋、陆地生物地球化学模式和碳氮循环模式的改进和完善; 土壤风蚀、运移与起沙扬尘模式的建立和改进; 大陆冰原和山地冰川动力学模式的建立与改进; 植被动力学模式的发展和完善; 地球系统模式中的高效计算方法研究与动力框架设计; 地球系统模式多时间和空间尺度的高效并行算法研究; 多模式集合-耦合的理论和研究方法研究; 各分量模式的集成及其与地球系统模式的耦合技术研发; 区域和全球模式的双向嵌套理论和研究方法研究; 全球水循环过程的综合观测与模拟及其与地球系统模式的耦合研究。

近地空间环境模式和固体地球模式研发与应用。全球电离层/中高层大气和对流层之间的电磁耦合、动力学耦合模型; 中高层大气与低层大气能量、动量的交换模式; 固体地球模式。实现近地空间模式和固体地球模式同已建地球系统模式的耦合, 开展火山喷发导致的气溶胶效应的模拟与预估; 探索地球演化与地球环境演变的数值模拟方法; 地球工程效应的模拟与评估。

地球系统模式的支撑环境研发。面向地球系统模式的高性能低功耗定制处理器和高性能计算机软硬件体系、专用加速部件、可视化、集成开发环境; 分量模式和耦合系统的应用支撑及共享

技术；地球系统模式的性能优化与诊断分析软件；模拟平台的流程管理技术；多机构、跨学科协同合作环境；气候变化模拟评估系统。

四、保障措施

（一）加强顶层设计，实施好专项研究计划

继续实施全球变化研究重大科学研究计划，加强顶层设计与统筹协调，面向国家重大战略需求和世界科学前沿，进一步强化重大科学目标导向，完善项目首席科学家负责制及鼓励创新的评价机制，促进系统性、原创性重大成果的产出。

（二）加强基地建设，促进项目、基地、人才结合

继续加强全球变化研究基地建设，充分发挥国家重点实验室、数据观（监）测网络和拟建的超级站、地球系统模拟设施等研究基地的科研平台作用，促进项目、基地与人才紧密结合；加强已有数据观（监）测网络标准化及共享，强化科技资源开放共享机制，促进科技资源的合理配置和高效利用。

（三）加大创新人才培养和引进力度

充分利用各种高层次人才计划，培养和造就一批具有国际视野、能够引领全球变化研究的高水平领军人才，创新体制机制、优化政策环境、强化保障措施，加大海外优秀人才的引进力度，建设国际一流水平的全球变化研究团队。

（四）加强国际合作与科学普及

吸纳优秀外国科学家和海外优秀华人学者以多种方式参与全球变化研究重大科学研究计划实施，支持我国科学家参与国际合作和在国际组织中任职，鼓励提出国际合作计划。重视科学普及，弘扬科学精神，将科学普及工作作为重大科学研究计划实施的目标和任务之一，促进全民科学素养的提高。

附件 1:

纳米研究等 6 个国家重大科学研究计划“十二五” 专项规划编制说明

国家重大科学研究计划是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》（以下简称《科技规划纲要》）部署的引领未来发展、对科学和技术发展有很强带动作用的基础研究发展计划。2006 年启动了纳米研究、量子调控研究、蛋白质研究、发育与生殖研究 4 个国家重大科学研究计划。2010 年启动了全球变化研究、干细胞研究 2 个国家重大科学研究计划。

为深入实施《科技规划纲要》，根据《国家“十二五”科学和技术发展规划》和《国家基础研究发展“十二五”专项规划》，科技部基础研究司会同基础研究管理中心，组织有关专家编制了纳米研究等 6 个国家重大科学研究计划“十二五”专项规划，现将有关情况说明如下：

一、编制过程

6 个国家重大科学研究计划“十二五”专项规划编制历时两年多。2010 年上半年进行调查研究和需求分析，形成研究报告。2010 年 7 月-2011 年 3 月组织专家集中编制和多次研讨，形成专项规划初稿。2011 年 4-8 月，6 个国家重大科学研究计划分别召开专家组咨询会议，根据专家咨询意见进行修改。2011 年 9-12 月征求教育部、卫生部、国家人口和计划生育委员会、中国科学

院、国家自然科学基金委员会、总后勤部卫生部等相关部门意见后，再次修改。2012年3月经科技部第9次部务会审议原则通过。

专项规划编制过程中，与中国科学院“知识创新工程2020”、《国家自然科学基金“十二五”规划》等基础研究领域的其它规划进行了衔接与沟通，部署上各有侧重。

二、6个国家重大科学研究计划“十二五”专项规划主要内容

专项规划包括形势与需求、总体思路与发展目标、主要任务、保障措施四个部分。

第一部分形势与需求。分析国内外发展形势和需求，总结国家重大科学研究计划“十一五”期间的主要成绩和目前存在的问题。

第二部分总体思路和发展目标。继续贯彻落实《科技规划纲要》，面向重大前沿科学问题和国家战略需求强化部署，力争取得重要突破，提升我国的国际竞争力，抢占未来科技发展的制高点。“十二五”期间，国家重大科学研究计划将更加聚焦国家重大战略需求、更加强化科学目标导向、更加注重优秀团队建设。在部署中鼓励多学科的交叉综合研究，突出前瞻性和原创性。

第三部分主要任务。部署了6个国家重大科学研究计划“十二五”期间的主要任务。**纳米研究**将继续立足于新的纳米效应、新方法新技术和新原理的研究，加强纳米电子学、纳米信息材料

与器件、纳米生物与医学、以及环境、能源和农业方面纳米材料与技术方面的部署，推动基础研究-应用研究-技术转移的一体化进程。**量子调控研究**将继续新物质态和新原理原型器件的研究，探索和发现若干全新的量子材料体系，推进量子通信技术的实用化、量子技术标准与协议的制定。**蛋白质研究**以蛋白质结构与功能、相互作用和动态变化研究为重点，以研究技术和方法创新为支撑，在结构生物学、蛋白质组学、蛋白质研究新技术和新方法、蛋白质合成降解与调控机制、蛋白质生物学功能、系统生物学、药物靶标和分子诊疗等 7 个方面开展系统性研究。**发育与生殖研究**围绕发育与生殖基础性、前沿性重要科学问题，在胚胎与器官发育、生殖发育与生殖调控、发育与生殖相关重大疾病的基础研究等方向取得一批创新性成果，建立和完善发育与生殖研究系统平台。**干细胞研究**围绕干细胞研究和促进转化应用，优化整合研究资源，在细胞重编程研究、干细胞多能性维持、干细胞定向诱导分化、干细胞与微环境、干细胞临床前研究、植物细胞全能性等方向取得一批原创性成果，建立重大疾病的猪、猴等大动物模型。**全球变化研究**围绕全球变化关键科学问题，在全球变化基本规律、人类活动对全球变化的影响研究、气候变化的影响及适应研究、综合观测和数据集成研究、地球系统模式研究等 5 个方面开展系统性研究。

第四部分保障措施。为保障国家重大科学研究计划顺利实施，提出加强顶层设计和统筹协调、加强基地建设和开放共享、

加大创新人才培养和团队建设、加强国际合作与科学普及等保障措施。

三、6个国家重大科学研究计划“十二五”专项规划编制专家组名单

1. 纳米研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划编制专家组名单

白春礼 朱 星 侯建国 解思深 丁 健 王 琛
许宁生 江桂斌 江 雷 何丹农 李玉宝 沈 健
庞代文 范守善 祝世宁 赵宇亮 封松林 洪茂椿
聂书明 顾 宁 薛增泉

2. 量子调控研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划编制专家组名单

闵乃本 于 淦 王恩哥 马龙生 王力军 王玉鹏
叶朝辉 朱道本 许京军 张 翔 郑厚植 林海青
郭光灿 资 剑 彭堃墀 薛其坤

3. 蛋白质研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划编制专家组名单

饶子和 吴家睿 施一公 贺福初 刘买利 何大澄
张玉奎 杨芑原 施蕴渝 贺 林 徐 涛 徐安龙
袁钧瑛 曹雪涛 程和平 傅向东 蒋华良 韩家淮
詹启敏

4. 发育与生殖研究国家重大科学研究计划“十二五”专项

规划编制专家组名单

李 宁 时玉舫 段恩奎 丁 胜 马 红 史庆华
张永莲 陈香美 沙家豪 孟安明 季维智 饶 毅
桂建芳 薛仁望 薛勇彪

5. 干细胞研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划

编制专家组名单

裴 钢 周 琪 裴端卿 王小凡 孙方霖 许瑞明
朱剑虹 李凌衡 肖 磊 松阳洲 林海凡 高绍荣
景乃禾 程 涛 裴雪涛

6. 全球变化研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规

划编制专家组名单

徐冠华 秦大河 吴国雄 巢纪平 陈镜明 丁仲礼
丁一汇 丁永建 董文杰 方精云 葛全胜 郭华东
金怡濂 刘丛强 王 斌 王 赤 王苏民 曾庆存
张明华 张建云 周秀骥