

·基金纵横·

美国国家纳米技术计划与国家科学基金会

谭宗颖¹ 龚旭²

(1 中国科学院文献情报中心 情报研究部, 北京 100080;

2 国家自然科学基金委员会, 北京 100085)

纳米科学是多学科交叉的前沿研究领域, 而基于其研究成果应用之上的纳米技术不仅具有广阔的发展前景, 而且对未来的产业升级和经济增长将产生重要影响, 因此, 纳米科学技术近年来成为许多发达国家和新兴工业国家优先支持和发展的领域。国家纳米技术计划(National Nanotechnology Initiative, NNI)是美国多个联邦机构联合开展的研究与发展(R&D)计划, 自2000年设立以来, 联邦政府不仅投入了数以亿计的R&D经费, 而且力图发挥政府的协调作用, 根据各相关机构的基本任务和工作特点, 在该领域的各个方面, 从基础研究、应用研究到商业化开发、社会宣传等, 开展既各有侧重又相互配合的战略部署和资助活动, 同时还注意发展学术界、产业界及社会各界的伙伴关系。

美国国家科学基金会(NSF)是NNI的主要发起者之一, 也是该计划的重要参与者, 在推动纳米科学技术发展中发挥了举足轻重的作用。本文从回顾NNI的设立背景与历史演变出发, 简要介绍NNI的资助概况, 重点介绍NNI战略规划中提出的未来5—10年的发展目标和资助领域, 进而阐述NSF在NNI中的作用及相关资助活动。

1 NNI的设立背景及概况

最早对人类可以在纳米尺度进行设计和制造进行科学预言的, 是美国极富传奇色彩的诺贝尔物理学奖得主理查德·费曼(Richard Feynman)。20世纪50年代末, 正当美苏两个超级大国斥巨资开展的太空军备竞赛如火如荼之时, 费曼却提醒人们将目光转向与大尺度的太空截然相反的“惊人的小世界”。在1959年12月题为《针尖上还有广阔的空间》的演讲中, 他让听众和他一起设想激动人心的未来——在纳米尺度的小世界里, 人类最终能够“随心所欲摆

弄原子”^[1]。1985年, 费曼的预言终于不再是幻想, 因为IBM的研究人员开发出了扫描隧道显微镜, 使人类第一次能够实时观测到单个原子在物质表面上的排列状态以及与表面电子行为有关的性质。四年后, IBM的研究人员又在这台显微镜下, 用35个单独的氩原子进行“书写”。在上个世纪的80年代和90年代, 科学家还合成了具有新性能的多种纳米结构物质, 如碳60、碳纳米管、量子点和纳米线等, 并对其纳米结构的特性进行分析^[2]。在纳米科学和纳米技术迅速成为学术界的前沿领域和研究热点的同时, 许多国家的产业界和政府则看到了与纳米科技相关的诸多高新技术产业所具有的巨大发展潜力和经济利益。于是, 这一领域的研发活动也开始吸引大量的公共财政和社会资金。美国无疑是最早倡议并推动纳米科学技术研究的国家之一。

美国联邦自20世纪90年代中开始集中关注纳米科学与工程领域。1996年11月, NSF和联邦其他相关机构决定定期会面, 共同讨论纳米科学技术的发展构想和资助计划。1998年9月, 这个定期会面的小组成为白宫国家科学技术理事会(NSTC)下的纳米技术跨机构工作组(IWGN), 由NSF主任担任组长。随后, IWGN组织召开了一系列研讨会, 研究分析纳米科学技术的发展状况, 预测其未来发展的可能性, 并于1999年7月到9月间发布了两份对NNI的形成具有重要影响的报告, 即《纳米结构科学与技术——全球状况之研究》和《纳米技术研究方向》。前者由一个专家组考察全世界研究纳米尺度科学技术的实验室后形成, 后者是一次研讨会形成的报告, 与会者来自学术界、私人部门和政府机构, 具有广泛的代表性。这两份报告为联邦政府将纳米科学技术列为国家级研究计划奠定了重要基础^[3]。1999年下半年, 克林顿政府决定将一个名为“国家

本文于2005年10月26日收到。

纳米技术计划”的联邦计划,列入2001财年的预算中,并于2000年正式启动了NNI。在NNI预算落实的第一年——2001年,联邦政府对纳米尺度科学与工程研究的财政预算就达到了4.95亿美元,比2000年的2.7亿美元几乎增长了一倍^[2]。

NNI正式实施后,原来的IWGN随即解散,同时在白宫NSTC的技术委员会下成立了纳米尺度科学、工程与技术分委员会(NSET),负责协调联邦政府有关纳米尺度R&D的各项计划,包括信息收集与数据整理、政策制定和预算指导等工作。NSET的成员由与NNI相关的联邦机构以及白宫科技政

策办公室的官员组成。

2003年,美国总统签署了《21世纪纳米技术研究与发展法》,为NNI的实施提供了进一步的法律保障。其实仅从资助经费上看,NNI设立5年以来其预算水平不断提高,与2001年相比,2005年的预算增长了将近一倍,达到近10亿美元。根据NNI官方网站公布的数据,目前,共有11个联邦机构负责NNI的资助活动(见表1),其中88%的经费由国家科学基金会、国防部、能源部和国立卫生研究院等4个机构负责分发,另有11个机构参与该计划组织的相关研讨^[4]。

表1 2001—2006财年NNI经费预算的部门分布

(单位:百万美元)

机 构	2001 财年预算	2002 财年预算	2003 财年预算	2004 财年预算	2005 财年预算	2006 财年预算
国家科学基金会	150	204	221	256	338	344
国防部	125	224	322	291	257	230
能源部	88	89	134	202	210	207
国立卫生研究院	40	59	78	102	142	144
国家标准与技术研究院	33	77	64	77	75	75
国家宇航局	22	35	36	47	45	32
农业部			1	2	3	11
环境保护署	5	6	5	5	5	5
职业安全与健康研究所					3	3
司法部	1	1	1	2	2	2
国土安全部		2	1	1	1	1
总 计	464	697	863	985	1081	1054

注:1. 国立卫生研究院和职业安全与健康研究所隶属于人类健康服务部,国家标准与技术研究院隶属于商务部,国土安全部隶属于交通安全管理局。

2. 2001、2002、2003和2004财年的数据为实际支出数额,2005财年的数据为估算数额,2006财年的数据为预算请求数额。

来源:NNI官方网站 <http://nano.gov/html/about/funding.html>。

NNI的资助方向包括与纳米技术密切相关的5个方面,即:基础研究、重大挑战、中心与网络、研究基础设施、纳米技术的社会影响、劳动力的教育与培训。在该计划最初列举的重大挑战中,还可以看到费曼当年预言的影子,例如设计纳米结构的物质、纳米电子学、光子学、应用磁学以及治疗学与诊断学,此外,还有与环境、能源、空间技术、制造和仪器设备等相关的其他挑战领域。不过,NNI并非要包揽纳米尺度上的所有研究,因为在凝聚态物理、化学、AMO(原子、分子和光)物理等许多学科,都有其自身内在的纳米现象需要研究。因此,NNI重在支持纳米尺度材料、器件和系统的基本新性能与功能研究,以及纳米尺度之外不可分级的尺度上的新现象与新性能研究,重在提高人类在纳米级别控制和操纵物质的能力,并对不同尺度的研究进行整合。

2 NNI战略规划

根据《21世纪纳米技术研究与发展法》,白宫科

技政策办公室必须每年公布一份NNI实施情况的年度报告,而NSTE则负责制定NNI未来五年的战略规划。2004年12月,NSTE制定了第一份NNI战略规划,确立了未来5—10年的战略目标,提出了联邦各相关机构的主要任务,凝练了该领域的研发重点和应用前沿方向。

该规划指出,NNI面向未来的前景是,提升理解与控制纳米尺度物质的能力,以推动新技术发展与产业革命。为此,规划中确立了NNI未来5—10年的4大战略目标,并针对每个战略目标制定了相应的发展计划;与此同时提出了NNI的资助领域及其应用所涉及各机构资助重点;最后,阐述了NNI的组织模式与管理方式^[5]。本节主要介绍NNI的战略目标及资助计划,以及NNI的资助领域。

2.1 NNI的战略目标及资助计划

以下是NNI战略规划提出的未来5—10年的4大战略目标,以及为实现各个目标拟采取的资助计划。

第一个目标,是保持世界一流的研发水平,以充

分实现纳米技术的全部潜力。由于纳米技术仍处于研究的早期阶段,NNI拟采取下列战略,继续支持现有的研发活动:(1)支持引导新思想与新技术开发的探索性研究,包括纳米尺度的现象、特性、过程、结构和体系,以及开发具有高时空分辨率的实验和模拟工具;(2)通过支持研究人员个人、跨学科团队和纳米科研中心等资助方式,继续支持纳米技术研究的多学科融合和会聚,利用现有的纳米技术研究中心和网络促进跨学科计划的实施,为工业生产和教育孵化新概念;(3)继续充分利用预算经费支持研究重点领域;(4)重点针对具有产业发展机会的领域,促进这些领域的研发和能力建设,这些领域包括:物质科学与生物科学的集成、先进纳米技术新仪器和工具、开发建模、模拟和可视化工具、活性纳米结构的制备和运行的新方法、纳米结构自组装和系统的集体效应、纳米尺度的制造方法(包括可靠性、过程控制、有效器件与系统的集成);(5)在NNI资助项目所涉及的领域内,确定重点研发目标,发展跨机构的合作计划,鼓励政府机构与产业界结为伙伴关系;(6)创建纳米技术竞争前应用的科学与工程平台,包括集成电机和电子器件的碳纳米管工程平台、化学、药物和构造应用平台,纳米制造制模等平台;(7)促进以美国研究人员为核心的国际研发合作(包括大学生、研究生和博士后的国际交换计划),支持美国学者参加国际纳米技术会议等。

第二个目标,是促进新技术转化为产品,以促进国家经济增长、改善就业以及增进其他公共福祉。NNI拟通过以下措施,促进纳米技术向产业界转移:(1)建立国家科学技术产业联盟,促进NNI与学术界和产业界(特别是半导体和电子产业、化工业、制药业及汽车业等产业)进行信息交流;(2)支持大学、政府实验室和产业界的研究人员交流研究成果及应用方面的信息;(3)通过建立或支持各部门广泛使用的多用户设施,促进产业界、大学和政府实验室研究人员的互动和交流,例如,国家科学基金会资助的国家纳米制造基础设施网、能源部资助的纳米科学研究中心等;(4)国家科学基金会资助的国家纳米与工程研究中心要求有产业界伙伴的参加,要求产业界在纳米科学与工程研究中心的早期阶段就与大学和研究机构交流,以增进大学与研究机构对产业界需求的了解,以便于新思想的充分发展和商业化;(5)通过联邦政府相关部门或机构的“小企业创新计划”和“小企业技术转让计划”,支持企业早期阶段的纳米技术解决方案;(6)参加纳米

技术有关标准的开发活动。

第三个目标,是开发教育资源,培训具有熟练技能的劳动力,支持基础设施建设,以促进纳米技术的进步。NNI将通过各种基础设施和教育机制,满足所有层次和所有年龄的学生对纳米技术相关教育的需要:(1)利用已有基础设施。目前,NNI已支持下列设施:能源部的5个纳米科学与工程中心将作为用户设施,提供给通过竞争性评价的所有研究人员利用,并尽可能与能源部在全国范围内的现有大型设施配合使用;主节点在康乃尔大学的国家纳米技术基础设施网络,共有13个大学参与,目的是提供纳米技术的制备和表征设施以及相关的仪器和专家;由7个大学组成的计算纳米技术网络,共同支持计算研究、教育、建模与模拟工具以及相关网站访问;一些联邦实验室内部还有支持纳米技术研究的辅助基础设施,包括海军实验室的纳米科学设施和国家标准研究院的先进测量实验室等。(2)开展相关教育活动。NNI将继续支持促进跨学科的教育和教师培训。探索促进先进的纳米技术研究的培训机制和支持纳米技术产业需求的机制。NNI拟在近五年内,建立第一个国家纳米科学与工程教育培训中心(目前已建立),将对中学生和大学生介绍纳米科学与纳米工程领域的相关概念,设立相应的培训课程。国家科学基金会将为此投资1500万美元。

第四个目标,是支持纳米技术负责任的开发。纳米技术的安全有效开发主要涉及两方面的问题,一是纳米技术对环境、健康和安全的影 响,二是因纳米技术产生的伦理、法律和其他相关的社会问题,因此,NNI也将这两方面的问题作为研究重点。(1)纳米技术对环境、健康和国家安全的影响。NNI资助的研究将着重考虑如下几个方面:通过在活性有机体内外的实验和建模,增进在分子和细胞层次上对纳米尺度材料的相互作用的基本了解;增进对纳米尺度材料与环境相互作用的基 本了解;增进纳米尺度材料在环境中和其生命周期中的运输、转化和寿命的基本了解;测定纳米技术对人类健康的可 能影响,并研究与纳米材料接触时控制暴露的适当方法;建立与纳米材料相关的安全工作的有效交流程序。(2)纳米技术产生的伦理、法律和其他相关的社会问题。促进并鼓励建立公众与投资方对话的论坛(包括与博物馆、其他科学中心、NNI资助的研究中心以及其他机构的相关计划等举办的论坛);创建并传播有关纳米科学与技术的新的信息材料,定期将公众对纳米技术的重要意见反馈给联邦

机构及其他科学团体和政策制定者;支持纳米技术开发对有关社会影响的研究,包括纳米技术对经济、伦理、法律和文化的影 响,对科学与教育、生命质量以及国家安全的影响;建立纳米技术对社会影响的研究中心。

2.2 NNI 的资助领域

该战略规划还确定了 7 个跨机构的资助领域,并详细指出各相关机构在每个领域中所涉及的资助重点。

领域 1,是纳米尺度的基本现象和过程:主要研究纳米尺度的物质、生物和工程科学新现象的发现和基础知识的增长,阐明与纳米尺度结构、工艺和机制相关的科学与工程原理。重点强调以下几个方面:(1)新现象、量子控制和基本过程,即,发现和了解纳米尺度下的新现象和设计工艺,涉及纳米材料、力学、化学、生物、电子和光学,其潜在应用方向包括应用于先进通信和信息技术的量子计算、新器件和工艺。(2)纳米尺度下的生物系统——支持基于生物或有生物感知的新特性及其潜在的应用系统,包括改进药物传递,以用于植入生物兼容纳米结构材料;探索细胞功能,以用于研究基因组、蛋白质组和细胞生物学的器件以及传感系统,如探测早期癌症的微型传感器。(3)在纳米尺度下会聚科学与工程领域,会聚纳米技术与信息技术、现代生物技术与社会科学领域,包括研究纳米生物技术的相互作用以及纳米技术—信息科学的交汇领域。(4)多尺度、多现象理论、纳米尺度下的建模和模拟,支持理论、建模和模拟,大规模计算机模拟和新的设计工具与基础设施,旨在了解、控制并加速开发新的纳米技术系统。

领域 2,是纳米材料:研究发现新的纳米尺度材料和纳米结构材料,综合了解纳米材料的特性(包括长度以及界面的相互作用),其潜在应用方向(包括通信、能源、制造、健康等行业的技术创新);开展纳米材料的一流设计与合成方面的研发,控制具有目标特性的纳米结构材料。

领域 3,是纳米尺度器件与系统:应用纳米科学与工程的原理创造新型的或改进现有的器件和系统,包括用纳米尺度材料和纳米结构材料改进器件和系统的性能或增加新功能,提出新概念,旨在了解复杂系统下的纳米尺度器件的相互作用(包括在纳米结构和纳米器件组件之间的物理、化学和生物的相互作用)。硅纳米技术和超越互补金属氧化物半

导体是该领域的研究重点,主要探索半导体特征尺度的极限并应用于传感、存储、通信、计算等器件的物理原理,该领域的研究将有助于开发包括在原子和分子层次上自下而上的器件组装新技术。

领域 4,是纳米技术仪器、计量和标准研究:研发适合于开展先进纳米技术研究和商业化的新工具,包括用于纳米材料、纳米结构,纳米器件和系统的表征、测试、合成与设计的下一代仪器,以及与开发材料、表征、测试和制造等方面的标准相关的其他活动。

领域 5,是纳米制造:研发针对纳米尺度的材料、结构、器件和系统并具备规模化、可靠性和有效性的制造,包括超小型化的自上而下的工艺研发和集成,日益复杂的自下而上的或自组装工艺,提出纳米结构和纳米系统的高速合成和加工的新概念,如支持纳米结构的高速合成与工艺、纳米结构催化剂、器件的制造方法,先将其组装成为纳米系统,进而组装成为与产业界和医学领域相关的更大的结构。

领域 6,是大型研究设施和仪器:建设多用户设施,支持大型仪器设施以及其他设备的开发,支持或加强纳米科学与工程、技术研究与开发等方面的科学基础设施活动,也支持国家纳米技术基础设施网络和计算纳米技术网络的运行和维护。

领域 7,是纳米技术对社会的影响:支持针对纳米技术的社会影响的相关研究和其他活动,包括:(1)纳米技术开发对环境、健康、国家安全的直接影响(包括开展相关风险评价方面的基础研究);(2)与教育相关的活动,如开发中学教育和研究生教育所需的材料、新的教学工具等;(3)纳米技术对社会的影响的研究,如对社会、经济、劳动力、教育、伦理、法律实施等的影响。纳米技术的应用将对设计、生产以及对许多商品的利用和服务产生影响,因此,应从社会、行为、法律和经济展望的角度,分析研究纳米技术对社会的影响,调查在纳米尺度下激励科学发现的影响因素,探索和开发确保纳米技术的安全性和可靠性的有效方法,研究会聚技术提升人类能力的潜力。

另外,在 2005 年 3 月国家科学技术理事会发布的 2006 财年总统预算补充报告《国家纳米技术计划:引导技术与产业革命的研究与发展》中,提出了 NNI 各相关机构在上述 7 个领域中的预算分配计划(见表 2)^[6]。特在此一并列出,以便于了解各机构的资助重点。

表2 2006财年各联邦机构在NNI的7个资助领域的预算分布

(单位:百万美元)

机构	领域1	领域2	领域3	领域4	领域5	领域6	领域7	共计
国家科学基金会	95	75	54	12	24	24	60	344
国防部	35	83	99	3	2	6	2	230
能源部	48	33	5	11	0	109	1	207
国立卫生研究院	46	17	67	6	0	1	8	144
国家标准与技术研究院	5	1	2	39	19	8	1	75
国家宇航局	4	17	10	0	1	0	0	32
农业部	1	2	6	0	1	0	1	11
环境保护署	<0.5	0	<0.5	0	0	0	4	5
职业安全与健康研究所	0	0	0	0	0	0	3	3
司法部	0	0	0	0	0	0	2	2
国土安全部	0	0	1	0	0	0	0	1
总计	234	228	244	71	47	148	82	1054

注:国立卫生研究院和职业安全与健康研究所隶属于人类健康服务部,国家标准与技术研究院隶属于商务部,国土安全部隶属于交通安全管理局

来源:《国家纳米技术计划——引导技术与产业革命的研究与发展》

3 NSF的作用及相关资助活动

如前所述,NSF不仅是NNI的积极倡导者,而且是NNI的重要参与者,是推动美国乃至国际纳米科技与工程发展的先行者之一,在纳米科学技术发展中起着极为重要的作用。

NSF早在NNI正式出台前,就开展了有关纳米技术的资助活动,并支持相关的基础设施建设。例如,1991年设立“纳米粒子合成与工艺”和“超精细粒子工程”计划,前者支持涉及纳米结构材料的产生、特性和表征的研究,后者支持涉及可控制特性的纳米粒子表面合成和加工研究。1995年设立“纳米科学与工程器械开发”计划,旨在寻求开发用于测量分子、团簇、纳米粒子和纳米结构材料的纳米尺度的先进测量仪器。2000年9月,NSF组织召开主题为“纳米技术对社会影响”的研讨会,率先提出应当重视纳米科学技术对人类健康、环境、伦理等的影响研究。鉴于这一议题的广泛性,纳米科学技术对社会的影响日益成为美国NNI计划关注的重点,也成为各国政府关心的热点和战略重点。

由于NSF是美国联邦机构中惟一全方位支持科学与工程研究和教育活动的资助机构,而纳米技术又是一个高度跨学科领域,因此,自2001年NNI实施以来,NSF一直是其资助方向最广、资助形式最为多样、最重要的资助机构。根据2001—2006年NNI的经费预算,在经费最多的5个联邦机构中,NSF所占经费比例最高,约占NNI经费总额的31%,排在第二位的国防部约占27%,以下依次是能源部19%、国立卫生研究院约9%、国家标准与技术研究院7%,而其他联邦机构资助经费的总和则仅占2%^[4]。

NSF在NNI中的作用主要有4个方面:(1)支持旨在发现新现象、新工艺、新材料和新工具的长期性基础研究;(2)支持新的交叉学科中心和卓越中心网络;(3)支持包括用户共享设备在内的研究基础设施;(4)开展与推动公众理解纳米科学与纳米技术进步的社会意义相关的研究与教育活动。NSF的各科学部以及国际合作办公室、教育与人力资源部都参与了NNI的资助活动,表3是2004—2006年的各科学部及相关资助部门针对NNI的预算分配情况^[7]。

表3 NSF参与NNI的各科学部及相关资助部门的预算情况

(单位:百万美元)

资助部门	FY2004(实际支出)	FY2005(计划支出)	FY2006(预算请求)
生物科学部	5.31	47.00	49.00
计算机与信息科学与工程学部	17.56	18.48	12.00
工程学部	108.88	127.77	127.77
地学部	7.94	7.94	9.00
数学与物质科学部	111.48	132.14	141.54
社会、行为与经济科学部	2.59	1.56	1.56
国际合作办公室	0.00	0.26	0.00
研究及相关活动小计	253.76	335.15	340.87
教育与人力资源部	2.29	3.07	2.90
NNI共计	256.05	338.22	343.77

来源:NSF的2006财年预算请求

自2001年起,NSF还将“纳米科学与工程”列为其优先领域之一,强化支持围绕着在原子、分子和超分子等各层次上实现对物质的系统了解、组织、操纵与控制所开展的研究与教育活动。NSF充分发挥其资助特色,对这一领域的支持不仅限于研究人员个人、学科交叉研究和教学小组以及国家科学和工程中心,而且包括探索性的研究和教学项目,以及多种形式和多层次的教育与培训活动,等等。NSF将“纳米科学与工程”作为优先领域的长期目标是:(1)为理解纳米制造和其他相关领域的新现象以及运用新原理而开展的基础研究奠定基础;(2)确保美国拥有全方位的纳米设施;(3)通过美国小学、中学、学院和大学的正规教育以及通过对公众的非正规教育开展纳米技术教育;(4)推动依赖于三维纳米结构的新的商业市场产生。这些目标将促进具有革命性的技术的开发,并以此推动人类健康水平的改善、农业的进步、材料与能源的保护以及环境的可持续发展。

2006财年,NSF计划在纳米科学与工程领域投入2.43亿美元,希望在保持这一领域科学发现能力的同时,加快从科学发现到技术创新的转移步伐^[7]。2006财年这一优先领域的资助重点主要是:(1)理解和控制纳米材料组装;(2)研究最有效的纳米制造,包括研究纳米结构材料与催化剂的制备;(3)纳米生物技术与纳米生物医学;(4)解决生物—化学—放射线—爆炸物探测与防护问题的创新性纳米技术;(5)了解量子效应与其他纳米现象及其潜在应用;(6)超越互补性氧化金属超导(CMOS)的纳米电子学和纳米光子学;(7)新仪器和新标准的开发,特别是纳米尺度材料与系统的三维成像、表征与处理;(8)为未来的新产业教育和培训新一代人,包括通

过纳米科学与工程教育计划在高中生、大学本科生和研究生中开展相关教育活动以及开展非正规教育活动。

2006财年,NSF还将支持2005财年遴选出的该领域中3个新的网络中心及其运行,即:层级纳米制造中心、纳米技术与社会中心以及纳米非正规教育中心。这3个中心将与已有的另外3个中心——国家纳米技术基础设施网络中心、计算纳米技术网络中心和纳米教学中心一道,建立起国家级纳米技术的研究和教育平台。

参 考 文 献

- [1] Feynman R P. There's plenty of room at the bottom. presented at the American Physical Society Meeting in Pasadena, CA, December 26, 1959; reprinted in *J Microelectromechanical Systems*, 1992, 1(1): 60—66.
- [2] Neal Lane, Thomas Kalil. The National Nanotechnology Initiative: Present at the Creation. *Issues in Science and Technology*, Summer, 2005.
- [3] <http://nano.gov/html/about/history.html>
- [4] <http://nano.gov/html/about/funding.html>
- [5] National Science and Technology Council. National Nanotechnology Initiative Strategic Plan, December 2004. http://nano.gov/NNI_Strategic_Plan_2004.pdf
- [6] National Science and Technology Council. The National Nanotechnology Initiative Research and Development Leading to a Revolution in Technology and Industry-Supplement to the President's 2006 Budget, March 2005. http://nano.gov/NNI_06Budget.pdf
- [7] National Science Foundation. Nanoscale Science and Engineering in NSF FY 2006 Budget Request, 2005. <http://www.nsf.gov/about/budget/fy2006/pdf/9-NSF-WideInvestments/36-FY2006.pdf>

THE U.S. NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE AND NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

Tan Zongying¹ Gong Xu²

(1 *Information Analysis Department, Library of Chinese Academy of Science, Beijing 10080;*

2 Policy Bureau, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100083)