

中华民族，有灿烂的古代技术，但是近代科学却是从西方传进来的。我们常把科学和技术混为一谈，反思这段历史，需要引起我们高度重视的是我们现在仍然重技术，轻科学；重自然科学，轻社会科学；重科学知识，轻科学方法，忽视科学思想；重硬件，轻软件；重表面，轻根本；重眼前，轻长远。

纳米技术为我们赶超世界强国提供了一个难得的历史机遇，我们再也没有理由让它擦肩而过。

第四章 发展纳米科技，铸就中国科技延安

纵观世界，强国强天下，强国强科技，强体制。没有科学技术推动的民族和国家是没有什么实力和强大可言的。从世界科技发展历史来看，每次科学技术上取得的重大突破之后，在具有现代制度的社会中总会引爆新的产业革命，迎来一个经济高速发展的时期，蒸汽机的出现、电的应用、微电子技术的突破以及互联网经济横空出世都是如此。21 世纪是原创产业的世纪，例如 OECD 国家原创产业创造的 GDP 已占其 GDP 总量的 23%。中国若不倾其国力发展原创产业，经济发展将与发达国家的差距继续扩大。为避免在某些重大科技领域重蹈落后的历史覆辙，必须加速进行纳米等技术产业化，尽快抢占世界前沿领域。

第一节 纳米技术是第三次工业革命的引擎

告别 20 世纪，人类进入了充满希望和挑战的 21 世纪，回首近代科学技术的发展，人类历史前进的主要原动力来自于科学技术的进步，不断进步的科技创新是人类文明进步的永恒主题。

21 世纪将是纳米技术、生物技术、信息技术等为代表的技术创新的发展趋势。其中纳米技术被誉为本世纪最有前途的领导新一轮产业革命和彻底改变人类生活方式的跨学科技术，它将是本世纪前五十年保持经济和国家安全领先地位必不可少的新兴技术。一个诺贝尔奖获得者说：“在 20 世纪，哪个国家抓住了发展微电子技术的机遇，它就会从发展中国家变成发达国家；在 21 世纪，哪个国家能抓住发展微纳米技术的机遇，它就会成为经济和技术强国。”

一、纳米技术引领第三次工业革命

在人类社会发展的漫长过程中，已经历了两次工业革命，进入 21 世纪以来我们正面临

着第三次工业革命的到来。18 世纪中叶，出现了以蒸汽机为代表的第一次工业革命，新的动力解放了人类的双手，使人类从手工为主的时代跨进了以机械代替人力的工业时代，结束了人类进化以来最漫长的以体力劳动为标志的时代，它的标志尺度是毫米，可以称作毫米技术应用时代。20 世纪，以微电子学技术为代表的第二次工业革命使人类进入电气化、电子化的新时代，特别是以计算机和网络通讯为代表的新时代，不仅缩短了人类之间的空间距离，而且部分地解放了人类的脑力劳动，促进了生产力的飞速发展。第二次工业革命的标志是微米技术的应用。

从世界科技发展的历史来看，每一次科学技术革命与大国的兴衰都有直接的联系，由此造成发达国家和不发达国家的经济差距越来越大。表 1 显示了世界政治经济中心的转移与科学技术的变迁，从科学技术革命的历史来看，每一次科学技术革命与大国兴衰都有直接的联系。可见，科学技术正在以加速度的趋势发展，谁领导了科学技术革命，谁就领导了世界。

1

表 4-1 世界政治经济中心的转移与科学技术的变迁

时间	世界政治经济中心	发生原因
13~14 世纪	中国	四大发明
15 世纪	葡萄牙、西班牙	航海技术
16 世纪	荷兰	航海技术
18 世纪	英国	蒸汽机及由此产生的第一次产业革命
20 世纪	美国	电力、计算机、生物技术和信息技术

注：参见柳卸林：《知识经济导论》，经济管理出版社，1998 年版，第 52 页。

1990 年 7 月第一届国际纳米科学技术会议在美国巴尔的摩举办，标志着纳米科学技术的正式诞生。以纳米技术为代表的新兴科学技术，将在本世纪给人类带来第三次工业革命。

纳米科学是研究在千万分之一米（ 10^{-7} ）到十亿分之一米（ 10^{-9} ）内，原子、分子和其他类型物质的运动和变化的学问。在这一尺度范围内对原子、分子进行操纵和加工被成为纳米技术。纳米技术是本世纪最有前途的、领导新一轮工业革命的、跨学科的新兴技术。它不仅是前沿的科学，而且是现实的技术，具有极大的市场潜力，能够促进相关行业的产业结构升级，直接影响到国家竞争力和国家安全。

纳米技术通过对纳米尺度结构物的操控，展现为由在这种微小环境里才出现的全新物质

¹ 曹新，赵振华《.纳米科技时代：奇迹、财富与未来》[M].北京：经济科学出版社

特性，从而大幅地扩增了创新的空间，并且使人类逐渐开始拥有向大自然造物以便“由下而上”的崭新科技发展模式。纳米技术将要带来的巨大变迁，不论对产业、对社会、以致对人类的未来演化都令人神往、发人深省。

纳米科学与技术是 21 世纪科技发展的制高点，它向各个领域渗透，可以带动很多行业的快速发展，它将对社会与经济发展、国家安全以及其它许多方面的提高等都能起到非常关键的作用，其影响是十分深远的。纳米科学技术对社会、经济的主要作用点目前主要包括：

第一，材料与制造。纳米技术将根本改变材料在未来的生产方式。合成、建造能精密控制尺寸和成分的“基块”，并在纳米尺度下，按设计装配新的物质。生产出重量更轻、强度更大并可编程的材料；产品的成本因失败率降低而降低；在新原理和结构的基础上创制新器件。第二，纳米光电器件与系统。更节能、便宜的纳米结构微处理器，使计算机的效率提高百万倍；更高工作频率的宽带网；海量的存储器以及集传感、数据处理、通讯以及作动为一体的智能器件或系统。第三，医学和卫生。利用纳米技术制造的表面和器件能显著加快基因排序和测定以及基因表达的进程；扩展表征单个基因组成的能力；为药物传递提供方式和路线，引发专门诊断学和治疗学的革命。从生物医药技术及其产业发展来看，在人类测定出基因组排序以及相关后基因组计划完成以后，人们将对遗传性疾病、疑难病症有全新的认识，而且利用基因排序等，可以进行医药、医疗方面的更深入研究。作为后基因组研究的主要内容之一，基因芯片研究已在许多实验室中广泛展开，这是纳米技术与生物医学的重要结合。其实，生物世界中的大多数对象或结构都是可以找到其纳米尺度特征的。例如，细胞就是一个典型的纳米系统，其中的细胞器都是纳米尺度的东西。此外，基于纳米技术发展药学新技术，已经获得各方面广泛的重视，并将成为推动医药产业的主要科技途径。第四，生物技术和农业。利用纳米技术把生物块聚集成为合成材料和器件，对生物系统进行模拟。分子工程的生物可降解化学药品用于滋养植物和保护植物免遭昆虫侵害；对动物和植物进行基因改良；将药品和基因植入动物体内；植物学家或农学家可利用纳米阵列(nanoarray-based)测试 DNA，以了解植物的基因排列和基因的表达。第五，航空与航天探索。纳米结构和器件有望降低有效载货的尺寸、重量和能耗。重量更轻、强度更大、热稳定性更好的纳米结构也是设计和制造用于飞机、火箭、空间站和行星、太阳探索平台等方面的关键材料。利用纳米技术将可制造出低辐射大容量的高性能计算机、航空航天用耐热和耐磨纳米结构涂层等新材料与新系统。第六，环境与能源。纳米技术可用于监测和解决环境问题；开发新的“绿色”处理技术；纳米粉末应用于超细污染物的治理；纳米增强聚合物材料可取代汽车工业的结构金属部件；采用纳米技术可开发新能源，更合理使用现有能源，降低能耗。可利用纳米机器人

和智能系统管理环境和核废料，利用纳米过滤器分离核燃料中的同位素，利用纳米流体提高核反应堆的冷却效率。第七，国家安全。在纳米电子学及相关纳米信息系统发展的基础上，研究信息量更大、可进行有效军事培训的更复杂的虚拟现实系统；将纳米器件和微器件结合起来以用于控制核安全系统；设计用于非增殖核监测与管理的性能更优的系统等等；第八，科学与教育。纳米科学、工程和技术的进步对许多学科如物理、化学、生物学、材料科学、数学和工程学提出了更高的要求。纳米科技跨学科研究的动力将增强现有各学科与尚待出现的新领域之间的联系，其本质是需要改变现有的教育和培训方式，进行更多的创新教育，培养高素质的科技人才。²第九，道德重塑。如果利用纳米技术能够改变基因和细胞构成为现实，人类就可以根据预定的目标生产出符合需求的婴儿，改变了传统的生育方式和自有人类以来的传宗接代的方式，可能不再有传统意义上的父母双亲，人类的伦理道德受到严重的挑战。

纳米科技的发展将影响物理、化学、生物、电子、材料、医疗卫生、通信、能源、航空航天、环境保护、制造业等诸多方面，孕育着巨大的商机。据 Industry group 估计，到 2015 年纳米技术占产品的市场总额约为 1.5 万亿美元/年，其中：纳米材料和加工约 3400 亿美元/年，电子器件的 3000 亿美/年，制药 1800 亿美元/年，化工、石油中催化剂约 1000 亿美元/年，航天约 700 亿美元/年，测量仪器和加工设备约 220 亿美元/年，人类健康和医疗约 310 亿美元/年，可持续发展约 450 亿美元/年，环境、节约方面约 450 亿美元/年。

纳米技术将成为 21 世纪推动社会经济各领域快速发展的主导技术。只有认识它、发展它，才有可能在未来经济竞争的格局中占据有利地位。21 世纪，以纳米技术为代表的新兴科技，将给人类带来第三次工业革命，使人类的生产和科技活动从微米层次深入到纳米层次，它将为人类创造出许多新材料、新产品；将彻底改变人们千百年来形成的生活习惯和生产模式；将对传统产业带来极大的变革。纳米技术将成为 21 世纪的科技发展的领头羊。

二、纳米技术成为世界各国新技术、新产业的突破点

纳米技术是现代高新技术的重要组成部分，其应用范围包括信息技术、生物技术、医药化工、航空航天、国防和能源等领域。纳米技术不仅具有极大的市场潜力，为改造传统产品和设计新产品提供新机遇，促进相关行业的产业结构升级，而且直接影响到国家竞争力和国家安全。预计纳米技术产业在 2010 年全球所创造的 GNP 为 14400 亿美元。由此，美国、日本和欧洲各国都对纳米技术给予极大关注，并将纳米技术的基础研究、应用研究，特别是纳米技术的产业化置于国家战略高度，努力培育在纳米技术领域的核心竞争优势，推进纳米技

² 顾宁等《.加强纳米科技研究促进高新技术产业发展》[J] 载《科技与经济》，2003 年第 5 期

术产业化发展。

表 4-2 世界主要国家和地区纳米技术投入一览表

单位：亿美元

国家或地区	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2003-2007年	2002-2011年
美国	2.55	2.70	4.22	6.04	7.1	40	
日本	1.57	2.45	4.65	6.5			
欧盟	1.79	2.00	2.25	4.0		13	
其中	德国	1.84					
	法国					5.03	
	英国		3.8				
韩国				1.23	1.56		11.38
中国			33			0.95	
中国台湾						6.67	

注：根据有关资料整理

美国政府认为纳米技术、生物技术、信息技术是二十一世纪起决定作用的三大技术。为了继续领导世界科技和经济发展，争夺纳米产业这一巨大的潜在市场，克林顿政府投入巨资（如在 2001 财政年度对纳米技术基础研究追加了 5 亿美元财政预算），推出“国家纳米计划”（National Nanotechnology Initiative, NNI），设立了“国家纳米技术应用研究中心”，以推动纳米技术产业化发展，这是美国政府继扶持信息技术和信息产业后的又一重大举措。支持和参与纳米技术创新的联邦机构包括有国家科学基金会（NSF）、国防部（DOD）、能源部（DOE）、国家健康研究院（NIH）、国家航空与空间管理局（NASA）、商业部的国家标准与技术研究院（NIST）。

美国的 NNI 计划把长期的纳米科学与工程基础研究放在重要位置，旨在通过基础研究，建立对纳米科学的基本认识，发现纳米技术的一些新现象、新过程和新工具。其重点研究领域为：

第一，纳米生物系统。研究纳米生物系统化学组成、物理形状与系统功能之间的关系，探讨纳米生物系统在基因和药物载体、生物相容性纳米材料的移植、洁净能源的人工光合成、纳米传感器系统的疾病监测等方面的应用潜力。第二，纳米结构与量子控制。当电子元器件的体积到达纳米量级时，计算机、通讯和信息存储技术都将接近其微型化的物理极限。需要

研究和认识量子水平上的一些新现象，以便克服纳米量级上出现的各种障碍，从而探讨其在通讯和信息技术方面的应用潜力，包括量子计算机等。第三，纳米元器件与系统结构。研究重点是开发纳米元器件的新概念和系统结构，以及评价这些新概念和系统结构的新工具，探讨集成装置及其在健康监测方面、纳米机械与电子互联电路方面，以及遇外界刺激可改变自身物理特性的多功能“智能”装置及其在治安、空间和国家安全等方面的应用潜力。第四，纳米过程与环境。对于环境中纳米现象的作用和影响，目前还处在初步的认识阶段。要开发和应用新的模型、理论和计算方法来研究环境中纳米结构的特性，全面了解纳米现象在生态系统中的作用，探讨其在防治污染、认识生物多样性起源等方面的应用潜力。第五，多现象模型与模拟。通过新的理论、模型和大规模计算机模拟来认识在纳米量级上出现的一些新现象和新状态，这是整个纳米科技领域的基础工作。³

目前美国已在纳米结构组装体系、高比表面积颗粒制备与合成方面领导世界潮流；在纳米功能涂层改性设计及纳米材料在生物技术中的应用与欧共体并列世界第一，纳米尺寸元件的制备与日本水平相同。

日本一直是以战略性、国际化的眼光对待纳米技术开发和产业化发展。日本科研部门于1992年起研究“原子和分子终极利用技术”，同时在工业界的帮助下，日本建立起了自己的“纳米研究中心”。日本研究与开发合作组织已经启动了21个高技术开发研究项目，其中约有一半与纳米技术有关。目前日本在纳米材料生产设备、微型机械加工技术、纳米材料、0-3维结构技术方面居世界领先地位。尽管如此，日本也明显感受到了来自于美国的在纳米技术竞争方面的压力，日本目前正在讨论国立研究机构的独立行政法人化问题，以及从2001年度起实施的下一个科学基本计划，加紧建立国家级的纳米技术研究体制。日本政府在2001年度预算中列入了总额达382亿日元（比上一年度增长了25%）的纳米技术研究经费，为能在纳米技术研究的竞争中获胜而加大了投入。可以说，今后几年日美两国在纳米技术的研究方面形成了争锋的局面。

德国纳米技术的开发研究和产业化发展一直得到德国科学技术部的大力资助。德国科学技术部曾经对纳米技术未来市场潜力作过预测：他们认为到2010年，纳米结构器件市场容量将达到6375亿美元，纳米粉体、纳米复合陶瓷以及其它纳米复合材料市场容量将达到5457亿美元，纳米加工技术市场容量将达到442亿美元，纳米材料的评价技术市场容量将达到27.2亿美元。并预测市场的突破口可能在信息、通讯、环境和医药等领域。由于联合了大学和工业界的力量，德国已在纳米分析和测量技术方面占有十分重要的地位；在超薄膜的基础

³ 科学技术部国际合作司《美国的纳米技术研究与开发》[J].载《中国基础科学》,2003.3

研究领域处于世界领先水平；在解决纳米材料的分散方面居于领先地位。尽管如此，德国认为自己把科技成果转化能力与美、日存在着差距。为此，德国将重心放在产、学、研联合攻关，发展具有市场潜力的纳米技术，加速推进纳米技术产业化发展。

法国虽投入不如美国和日本，但政府对纳米技术的支持有增无减，尤其从 2003 年开始实施国家纳米科技投资 3 年计划：2003 至 2005 年投入 5000 万欧元用于纳米科学基础研究；建立 5 个纳米技术研究中心和“国家微米和纳米研究网络”项目；促进纳米技术研究成果向中小企业与新兴企业转化。法国近 10 年来最大的工业投资项目—法国最大电子纳米技术中心联盟—克洛尔 2002 年正式启动，主要任务是生产新一代电子芯片，将是世界规模最大的纳米芯片生产中心。为使法国在欧洲保持其在纳米电子学研究领域的领先地位，法国计划投资 10 亿法郎在格勒诺布尔市兴建一个微米纳米技术发明中心，目的是要成为欧洲微纳米研发的主要支柱。

我国政府也开始对纳米技术给予高度重视，并将大力发展纳米材料及纳米技术载入“十五届五中全会”的报告、列入“十五规划”和“国家攻关计划”、“863”、“973”等国家计划。国家和地方积极投入力量和资金，使我国纳米技术的研发水平发展很快，基础理论和实验室研究方面已经处于世界先进水平。我国对纳米科技的资金投入虽呈逐年上升的趋势。但因基数太小，根本不能和美、日、欧盟等技术大国相比。我国纳米技术研发力量表面相对集中，实际上仍很分散，难以形成规模优势。研发力量主要集中在京津地区的高等院校和科研院所。企业介入纳米技术的研发领域占 5%，力量薄弱且层次不高。80%的纳米技术研发力量集中于金属和无机物非金属纳米材料，高分子和化学合成材料等方面。在较低层次的纳米材料领域，集中了一半以上的研发力量，在纳米核心技术——纳米电子、纳米机械、纳米生物、医药、纳米检测等重要领域，力量薄弱。尽管我国对纳米技术研究投入严重不足，但在过去 10 年中我国科学家还是取得了非凡的成绩。

专栏 法国成立专门机构“紧盯”纳米技术发展

法国原子能委员会和法国国家科研中心日前联合成立了一个名为“纳米及微小技术信息观测中心”的机构，目的是紧密追踪这一领域的最新发展。法国这两家最大的科研机构希望此举可以使法国迅速成为世界纳米技术研究领域的“佼佼者”。

这两家研究机构 20 日发布公告称，全球纳米及微小技术将渗透到众多工业应用领域，

预计到 2015 年，有关技术的市场规模将达到一万亿美元，这使得任何有关纳米的最新信息都可能是至关重要的，及早获得这些信息可以使纳米和微小技术研究的主要参与国能够“先下手为强”。

该中心在全欧洲有近 200 名科学家组成的网络，他们要经常为中心写形势研究报告。这些科学家来自物理、生物、化学、电子、机械和光学等众多领域，尤其是一些资本管理和市场分析专家也加入了这一行列，他们的任务是对技术应用与市场发展结合的可能性进行战略判断。今后预计还有更多的学者加入这一信息体系。

公报说，这一机构的信息将对法国大学等其他研究机构公开。目前该中心关注的纳米和微小技术应用领域分别是分子电子、生物、材料、光学元器件、微能量供应和纳米元器件等。

从上述各国对纳米技术的研究计划和投资情况来看，不难判断世界各国都在致力于纳米技术和纳米材料的计划和投资，抢占这一 21 世纪的新技术制高点，并通过这一新技术而占领经济制高点和政治制高点。

三、纳米技术给中国带来了成为世界一流强国的历史机遇

纳米技术具有极其广泛的发展前景。21 世纪，纳米科技的发展水平将是一个国家能否跻身于世界强国之列，或继续保持其领导地位的重要标志之一。

如果说发展信息技术和生物技术中国都没能很好的把握，丧失了两次迎头赶上的大好机会，在核心技术上受控于别国，那么纳米技术将是 21 世纪提供给我们一个绝好的机会。考虑到未来国际经济的竞争可能要比军事竞争更加残酷，所有的国家对于纳米科技都极其重视，因此中国必须紧紧把握机遇，绝不能掉以轻心，争取在 21 世纪借助纳米技术使中国跻身世界强国之列。

美国总统克林顿对纳米技术前景的描述是：“我的 5 亿美元预算支持一项重要的机关报的国家纳米技术计划，它能在原子和分子水平上操纵物质。想象一下这样的可能性，强度为 10 倍于钢的材料，而重量只有钢的一小部分，把国会图书馆的所有信息压缩进一个只有方糖大小的器件中；能检测出几个细胞大小的癌肿瘤。我们的研究目标可能要花费 20 年或者更久的时间才能实现，但这恰好说明为什么联邦政府有重要作用”。在软件业中尝到巨大甜头的印度则公开言称，要像重视抓软件一样，重视对纳米技术的研究。医学专家估计，纳米技术的使用将对未来十年世界范围内 3800 亿美元的药物市场的一半产生影响。从太平洋到大西洋，从日本到欧美，一些经济发达国家纷纷制定相关的战略计划，并投入巨资进行纳

米技术研究。

目前，在全球纳米技术已广泛应用于光学、医学、半导体、信息通讯、化学等多个领域，一年的营业额已达 500 亿美元。据德国科技部预测到 2010 年，纳米技术的市场容量将达 14400 亿美元。因此，纳米科技将彻底改变目前的产业结构，并孕育着巨大的商机。

早在纳米科技兴起之初，我国就紧跟国际前沿制定了相关的纳米研究计划。国家科技部、中科院、国家自然科学基金委也纷纷在立项和资金上对纳米材料的研究给予了支持。从组装出世界上最细、性能良好的扫描隧道显微镜用探针，到合成出高质量的碳纳米管，从中科院金属所制备出铜纳米丝，到北京真空物理实验室操纵原子成功写出“中国”二字。这些都标志着中国科学家在这一前沿科学领域取得了一系列令世界为之瞩目的成绩，奠定了中国在纳米技术某些领域的世界领先地位。

我国政府有关科技管理部门也较早地认识到纳米科技的重要性。国家科委出台的“攀登计划”中，就有纳米科技项目，并给予连续 10 年的专项支持。1999 年，国家科技部又制定了“国家重点基础研究发展规划”，其中安排了“纳米材料与纳米结构”项目，对纳米碳管等纳米材料的基础研究继续给予大力支持。我国除已有的国家级《中国国家纳米技术发展纲要》以外，目前已有 10 余个省(市)制订了省级纳米规划。

我国正着手制定第一个“纳米标准”，这是一个关于纳米粉体材料的标准，标准将对鉴定纳米粉体材料的测量仪器、测量方法做出详细而统一的规定，估计在一两年内正式出台。由此入手，未来我国将制定出一揽子覆盖整个纳米科研和产业界的普遍标准。

为了加强在纳米技术领域的研究与科技成果产业化，中国先后成立了国家纳米技术产业化基地和国家纳米技术与工程研究院，与国内诸高校和中国科学院等研究所开展了纳米科技领域的研究工作。

在产业化方面，中国已经取得了一些进展，目前，国内以纳米技术为基础的企业正迅速崛起、国内已建成多条纳米材料和纳米技术产品生产线，一些企业已将一些纳米技术产品推向市场，新型的纳米产业已在国民经济中崭露头角。

但必须指出的是，由于大多数纳米技术的成果大多是在实验室条件下制备出来的，要实现低成本、大规模的制备，尚需艰苦的探索，还必须进行大量的应用开发研究。我们在欢呼中国纳米科技所取得的巨大成果的同时，必须清醒地认识到，纳米技术的产业化道路还很漫长。在纳米技术产品的产业化进程中，必须走生产、创新和应用开发相结合的道路，以保证

产品的竞争力。⁴

由于纳米科技的高投资、高风险性，科研人员和企业都难以承受，而国家在科技的投入上又不可能一下子满足要求，所以半途而废的事情屡见不鲜。为了化解这一矛盾，可以建立完善风险投资机制，引进风险基金，可以依靠少数成功项目的高收益来弥补其它失败项目带来的损失。

近十年来，我国科技工作者在国内外学术刊物上共发表纳米技术方面的论文数量居世界前列，其中，纳米碳管和纳米团簇的论文已超过德国，在国际上排名第三位。近几年来，我国纳米技术专利申请数量也增长迅速，排名世界第三。但在纳米电子学、纳米器件和纳米生物我国在纳米技术研究上获得了一批创新性的成果，基本形成了一支高水平的科研队伍，应用开发研究也出现了新局面，这为我国纳米技术及其产业化的继续发展奠定了基础。从总体上看，我国纳米技术基础研究实力已经跻身世界前列，无论从研究对象的前瞻性、基础性，还是成果的学术水平和适用性来分析，我国纳米技术研究在国际上均有一席之地。

我国纳米材料研究方向的 SCI 文章数目仅次于美国，居世界前列，但由于财力不足和体制束缚，造成了我国在纳米技术 领域原创技术成果太少，以至在世界的前 25 名纳米技术专利大国中，没有中国的身影，我国纳米技术的产业化水平尚处于萌芽阶段。

第二节 发展我国纳米技术的战略选择

当今世界，随着全球化的不断演进，科技创新已经成为促进社会持续快速发展的关键因素。近几十年来，科技创新引领经济社会发展成为新的世界潮流，创造了前所未有的新的文明成果。在促进经济和社会发展中，科技创新已经成为支撑经济增长，提高产业整体竞争力的基础性条件，成为全球化条件下决定区域参与国际产业分工的重要因素。经济学家普遍认为，国家整体竞争力在很大程度上取决于国家创新体系的建设和完善，许多国家也在为完善本国国家创新体系而做出不懈努力。中国在市场经济条件下，推动纳米技术创新体系建设不但要加强各类创新主体的发展，而且要促进主体间的良性互动，提高我国纳米科学与技术及其产业化的整体水平。

一、发展国家纳米等关键技术则是原创产业的着力点。

随着知识经济时代的到来，经济全球化趋势的不断加强，国家之间的竞争将更加激化。

⁴ 刘建国.《纳米科技与现代产业革命》[J] 载 《山东建材》,2001 年第 6 期

科技竞争无疑已成为这场竞争的焦点和关键。但是，任何国家能够投入科技开发的人力、财力、物力资源总是有限的。世界各国，包括一些发达国家，都不可能在所有的重要科技领域平均地投入大量的资源，也不可能在所有的科技领域均占据领先地位。根据本国国情及发展目标，正确选择和优先发展对本国的经济繁荣、社会进步和国家安全至为关键的技术，即实施“关键技术选择计划”，已成为 20 世纪 90 年代以来一些国家推动科技发展的重要战略举措。⁵

对于国家关键技术的内涵与特征，我国“国家关键技术选择研究组”撰写的研究报告“国家关键技术选择”（1995 年 1 月）中，对国家关键技术作了如下界定：“国家关键技术是指那些对振兴产业、提高国际竞争能力、促进经济持续增长、改善人民生活质量、保证国家强盛起决定性作用的技术群。”

各国技术政策的一个新特点就是确定国家关键技术，指导学术界和产业界共同发展这些技术，或制定相应的关键技术计划。通过国家级关键技术的选择和有关计划的实施，促进技术成果更有效地商品化。可以说若干国家相继选择关键技术，提出相应的产业技术发展计划，意味着新世纪国际间新一轮的技术争夺战的开始。

关键技术的选择不是一般的重点领域的选择，而是国家技术政策的体现。实际上，由于新的竞争形势，各国选择国家关键技术的主要目的是加强产学研合作，推动本国的技术创新。关键技术选择的特点也充分体现出它是政府出面组织产学研合作以推动技术创新和提高本国产业竞争力的一项举措。⁶

二、我国纳米科技发展的战略体系

（一）国家纳米科学中心

国家纳米科学中心是中国科学院与教育部共建并具有独立事业法人资格的全额拨款直属事业单位，中心于 2003 年 3 月 22 日在北京成立，由中国科学院纳米科技中心、北京大学和清华大学联合发起并组建。

国家纳米科学中心的研究方向，定位于纳米科学的基础研究和应用研究。重点在前瞻性的、具有重要应用前景的纳米科学与技术基础研究。其目标是要建成具有国际先进水平的、面向国内外开放的纳米科学研究公共技术平台和研究基地。

国家纳米科学中心的组织机构主要包括：纳米加工与纳米器件实验室、纳米材料与纳米结构实验室、纳米医学与纳米生物技术实验室、纳米结构表征与检测实验室、国家纳米科学

⁵ 张保明.《“国家关键技术”的选择》[J]载《国外科技动态》,2001 年第 4 期

⁶ 李思一.《技术创新和国家关键技术选择》[J]

中心协作实验室、纳米网站及数据库。

（二）国家纳米技术与工程研究院

原创技术成果是推动任何一个高新技术产业前进的原始动力，连续不断的新产品开发和推广是原创技术唯一的生存之道。因此，原创技术的研究和开发是高新科技产品的核心。国家纳米技术与工程研究院是纳米原创技术的摇篮。研究院的建设充分吸取高科技理念、全面注入时代信息，体现“科技以人为本”的原则。公共实验室和“卫星”实验室的布局，相对独立的环境和开放空间的和谐结合，使高脑力科研工作者既能进行独立地研究、学习，又能很好地交流、沟通。

纳米工研院与国内著名高校及科研院所实行动态联盟、联合攻关，集成各高校及科研院所的纳米研发力量，在纳米工研院下设立各自的专业研发平台，对于完成的研发项目以知识产权的方式形成各自的权益，向社会提交具有自主知识产权的产业化项目。

纳米工研院包括综合性、多学科、开放式的国际一流的公共实验室，同时建立以中国科学院、清华大学、北京大学、天津大学、南开大学等国内著名学府的著名专家名字命名的“卫星”实验室，在研究院设立著名专家的博士后流动站，并与各学府联合培养研究生，探讨建立教育新机制。我们争取用 10 年的时间把研究院建成拥有 3000 名流动科研人员的科研和教育基地，使之成为中国纳米技术的“麻省理工学院”。

纳米工研院是纳米技术研究的科技竞技场，基地将与中科院、科技部等单位探讨建立教育新机制，对各“卫星”实验室的科研成果进行逐年考评，考评结果见报公布，三年不出成果的实验室将被摘牌。而对有特殊贡献的专家，该“卫星”实验室将以他的名字永久命名。

另外，纳米工研院还将于国家科技部、国家技术监督局等单位研究成立国家纳米材料检测中心和中国国家纳米产品鉴定中心。

工研院实行顶层设计，系统集成，创建了人才、资金、技术、信息综合研发平台及营造良好的政策环境，与各大学、研究机构、大企业形成联合攻关、动态联盟的科研新体制。

工研院采用国际化的新型科研管理机制，采取扁平化组织和网络化的信息交流结构，鼓励授权和信息分享，与各联合攻关单位形成契约下的动态联盟。遵循“服务、效率、公正、权威”的工作宗旨，规范操作，竞争择优，达到保证试验质量、节省资金、提高资金使用效益的目的，避免了低水平和重复投资，永葆与国际一流水平接轨。

（三）国家纳米技术产业化基地

国家纳米技术产业化基地是在党中央、国务院的直接关怀下，由国家科技部经过实地考察后，于 2000 年 12 月 6 日正式批准成立。基地坐落在天津经济技术开发区，已经初步形成

了中央政府+地方政府+大学群+纳米技术与工程研究院+企业群，全新的 R&D 研发和原创产业孵化的新模式。

管理专家委员会由清华大学中国创业中心及专家领衔，不仅完成了基地的《十年战略发展纲要》、《基地战略实施方案》和《基地资本运作方案》，并且将基地作为国家重大技术创新和产业化案例进行跟踪、研究、指导。

基地力求建立有利于纳米技术发展的创新体制，以体制创新推动技术创新，实现创新环境和风险投资机制的对接，产业资本和金融资本的对接，科学家、技术专家、金融家、创业家、企业家等各种人力资源的对接。依托纳米技术成果，孵化一批高新技术项目，创建一批纳米技术企业，培养一批纳米技术专家。以外沿技术带动核心技术，用 5—10 年时间把基地建设成为世界级的纳米技术科学城，形成综合的、跨学科的、开放的、流动的、市场化的现代化研发群体和经济集群，以促进我国纳米技术及相关产业的迅速发展。

基地坚持国家目标与市场需求相结合的原则，根据《国家纳米科技发展纲要(2001—2010)》要求，围绕国家长远发展目标，结合国家经济发展和国家安全需求，进行战略定位和部署；重视和加强纳米技术公共研发平台的基础设施建设，率先建成国内最先进的定位于国际一流水平的纳米技术公共研发平台。

基地与中科院、清华、北大、南开、天大、军事医科院、总装备部等高校和科研院所分别建立了专业研发中心，确定了以纳米技术在电子信息、生物、医药、精细化工、微机械等领域的应用研发作为切入点，产学研结合，以市场需求为导向，加强应用技术研发，推进工业化进程，取得一批对未来产业有重大影响的知识产权，为纳米科技成果的应用与产业化奠定技术基础，促进传统产业的改造和升级，加速纳米技术产业的形成和发展，逐步形成具有代表性的国家纳米科技创新体系。

基地充分整合人才资源优势，与各研发中心共同培养研究生，共建博士后工作站，吸引多学科专家和人才参与纳米技术研发，培养和引进懂科学、懂经营、懂管理的复合型人才，创建一支精干的、具有交叉综合和持续创新能力的纳米技术科研新军，为纳米技术产业化集聚力量。

经过不断努力，基地逐步形成了不断创新的体制、完善的基础设施、强势政策和创新氛围、永占先机的原创技术等全方位优势和特色。

纳米技术为中国赶超世界强国提供了一个难得的历史机遇。纳米基地将集中优势力量突破关键技术，加速成果转化，从整体上推动我国纳米技术产业的发展，增强国家未来科技和经济竞争力，为国民经济建设服务，纳米基地从此揭开了我国纳米技术产业化的序幕。

（四）纳米技术检测中心

未来的科技将属于那些明智地接受纳米作为新标准并首先学习和使用它的国家。国家纳米技术与工程研究院将建立国家纳米材料检测中心，与国际标准接轨。检测中心体现两大职能：为科研服务职能和为社会服务职能。通过公共检测平台的建立，科研人员可以直接得到精确的科研数据，调整研发方案，明确研发目标，加速纳米技术的发展速度，从而实现为科研服务的职能。因为得标准者得天下，实施标准战略和专利战略；技术标准往往被发达国家作为保护自己市场和占有别人市场的武器；技术标准已经成为产业特别是高技术产业竞争的制高点；在多数情况下，我们只能被动地执行国外或国际标准，受制于人；在高新技术产业领域，尚有许多标准还是空白点，高新技术标准是我国最有希望实现跨越发展的领域；标准的基础是市场，中国拥有巨大的市场，这是我们的标准成为国际标准得天独厚的条件，因此需要既国际化，又民族化，建立起以自主性知识产权为基础的技术标准，从而实现为社会服务的职能。

由于历史的原因，我国在大多数传统工业领域，已经失去了制定国际标准的机会。纳米技术的发展为我们提供了重新“洗牌”的机会。特别是入世以后，成立国家纳米材料检测及质量认证中心（公共检测平台），对我国的纳米材料产品检测，提供权威的、公正的、科学的检测证明，使具有高附加值的纳米材料产品尽快走向国际市场。

（五）纳米行业学会

纳米行业学会将主要开展有关纳米科学与技术的学术交流活动，活跃学术思想；促进学科发展；促进纳米科技的开发和应用；普及纳米科技知识，传播先进生产技术和科学管理经验；组织纳米科技工作者参与政府科技决策、科技发展战略的论证工作；接受委托进行科技项目论证、科技成果鉴定、科技文献和技术标准的编审、举办科技展览和咨询服务，从而达到提高我国纳米技术的科研与产业化水平的目的。逐步培育和完善的纳米行业学会发展机制，使之符合市场经济规律并与国际接轨。

功能齐全、行为规范、服务有效的纳米行业学会将按照市场化运作，形成有利于生产力和传统产业升级，符合国际惯例的行业学会。打破部门、所有制界限，吸收高等院校、科研机构、企业等各类经济组织入会，增强纳米行业学会的代表性，提高纳米行业学会的服务能力与凝聚力，提高纳米行业学会的覆盖面。

三、世界主要科技园区的经验借鉴

（一）印度 IT 科技产业崛起的启示

印度——这个南亚次大陆的国家，相当一段时间人们不太重视，然而，IT 科技产业的

崛起，使神秘而古老的国度正以信息科技扭转世人的眼光。41 万专业人才用一道道程序写出令全球刮目相看的科技竞争力，蓬勃发展的软件业正引领印度走出贫穷、找回“失落的骄傲”。

为什么印度的 IT 科技能够崛起，而不是中国、日本、欧盟等世界科技强国或其他条件好的国家？专家认为除了教育优势、人才优势、语言优势、价格优势、与美国时差优势等原因外，最关键的是印度政府与以科利为代表的一批 IT 精英的强国梦形成了共鸣，即政府的高度重视（始于英甘地政府），政策和财力的大力支持，倾国家之力扶植软件产业；强大的爱国热情，坚韧不拔的精神和胜利的信念；选择正确的突破方向和切入点。没有这三点，上述五大理由就不能充分发挥其优势，就不能形成印度 IT 产业的科技洪流席卷全球。

1990 年代初期，中国在软件基础研究、技术前瞻性、市场前景的把握等方面都要强于印度。印度在软件的发展社会环境、地区发展程度上要落后中国十年。但是，2001 年，印度出口额达 62 亿美元，中国才 4 亿美元。世界上有 13 家企业通过 CMM 最高级别评估，其中印度就占有 5 家，而中国一家也没有。印度在国际软件市场的占有率接近 20%，仅次于美国。在全球软件发展市场中，印度占 16% 的份额。印度占美国软件市场销售份额的 60% 以上。世界银行对各国软件出口能力的调查显示：印度的出口规模、质量和成本三项综合指数位居世界首位。

通过比较，可以得知中国 IT 落后的原因：政府和 IT 产业的精英们没有形成共鸣；没有一套行业标准和行业管理规范；不重视国际市场；人才匮乏，作坊式经营；企业单打独斗，惟利是图，亵渎技术，损害市场；

目前，我国在纳米技术领域，又一次领先于印度，并且同其他技术强国在基础研究、应用研究上也相差无几，为了确保这一优势，坚决避免历史悲剧的重演，因此，我们要用全新的科研理念，建立全新的科研体制；要培养一支强大的科研新军；选择好突破方向和突破点；要注重国际交流；要建立国际权威的检测中心和检测标准；要联合攻关、追求原创技术、追求产业化；要加强软、硬件平台的建设；政府要真正的重视，要给予政策和财力上的支持。

（二）中国台湾新竹发展的成功经验

1、得天独厚的学术环境

新竹科学工业园区具有优越的学术环境，中国台湾工业技术研究院就座落在园区以东 5 公里处，20 余年来，工研院开发出许多的技术，并以技术转移或成立公司的方式具体落实在科学园区。园区内还有 3 所台湾地区的实验室，分别为高速电脑中心、同步辐射研究中心及太空计划室。其它研究单位还有精密仪器发展中心和晶片设计中心；另有设在交通大学的

毫微米元件实验室等单位。众多的科研机构 and 大学为园区发展高新技术产业提供了强大的科技支持。

2、堪称一流的园区设施与服务

新竹科学园区主要规划为工业区、住宅区和公园绿带区。新竹科学工业园区管理当局为进驻园区的公司提供了各项周到的服务。

3、高速发展的高技术产业

从 1980 年 12 月成立以来经过 20 多年的建设，新竹科技工业园区的发展已进入良性循环，园区的高新技术产业得到了快速发展。

4、高素质的研发队伍

新竹科学工业园区的发展离不开一支高素质的研发队伍。海外归来的留学人员对科学园区的成功起到了举足轻重的作用。他们带回来的科技知识与新观念在园区里生根开花。为了帮助厂商提高在职人员的素质，缩短新进人员职前训练的时间，园区管理当局每年都要推动人才培训课程。

5、注重研发，激励创新

注重研发是园区的重要特色之一。为鼓励园区内公司的科技创新，园区管理当局设立了一系列研发奖助基金，其中有创新技术研究计划奖助基金、研究开发关键零部件及产品计划奖助基金、研发投入奖、创新产品奖。⁷

6、新竹工研院模式

新竹工业技术研究院从事基础性研究，政府给予奖金上的支持。新竹工研院中有占 70% 以上的各学科研究生，现有科研人员 8000 余人，技术力量雄厚。新竹工研院常在全世界范围内进行技术购买、信息追踪，这就节省了大量时间和金钱。现在，新竹工研院已具备相当经验与实力。台湾当局的资金支持使它对资源、信息的掌握有了坚实的后盾。在得到技术后，在这些平台上进行发展。然后再转卖给民间企业，这是新竹工研院模式中关键一环。同时新竹工研院还和一些大专院校建立了合作关系，共同开发，也增强了民众的投资信心，培育了市场，带动了台湾工业的起飞。

（三）日本筑波科技园逐渐衰败的启示⁸

日本筑波科技园发展缓慢，日显僵化，直到今天也难以出现生机勃勃的景象。分析其深层原因，筑波是政府主导一切都由政府包办，一切都是行政行为，一切都按计划办事。

⁷ 汤锡芳.《蓬勃发展中的台湾新竹科学工业园区》[J].《海峡科技与产业》,2000 年第 2 期

⁸ 杨晓波.《分析硅谷与筑波的成败谈我国科技园区建设应注意的几个问题》[J].《甘肃科技》,2004 年第 6 期

1、科技园的形成机制

筑波的形成和发展，完全靠政府指令，从规划、审批、选址到科研等整个过程和运行完全是政府决策，连科研机构 and 科研人员也都有政府从东京搬来且分属于各个行政部门，各种设施都需经行政审批配备，私人机构和企业也由计划限制发展，整个园区缺乏自我生存机制和造血功能。

2、科技园的组织结构机制

筑波的各类研究机构和教育设施以及其他产业和公司都有相应的主管部门，在东京的日本政府有关机构各自与下属单位都是垂直领导、垂直指挥，而政府部门之间却缺乏应有的协调和一致。因此而导致的局面是，上面政府各主管部门之间争权夺利，且往往造成重复建设和巨大浪费；下面各研究机构之间互相独立，很少交流，各自只对东京的上级行政部门负责，国有机构与民间企业也互不来往。

3、科技园的个人动力机制

筑波是官僚科学城，在这里个人的意志只能体现在政府的计划之中，虽然他们也有某种积极性，但从根本来说，整个国立机构和机构个人都存在一种惰性。就连日本科技厅的官员也认为，他们依赖于政府资金的支持，科学城研究人员的目标更多的是为了满足于个人研究成果的发表，很少考虑让科技产品向商品转化。另外，作为个人，他们乐意在一家国立研究机构或大公司工作到退休。

4、科技园的风险投融资机制

筑波长期以来躺在政府的怀里，根本没有风险意识，没有激励机制。政府每年给他们大量拨款，不需要靠竞争和出卖研究成果来生存。他们投资靠国家，吃饭靠政府，自我感觉良好、稳妥，所以冒风险自然就成为多余的了。

5、科技园的人才培养机制

筑波受政府的直接调控，采取封闭型的人才培养方式。他们的研究人员靠政府配备，相互之间没有真正的竞争，更不是从世界各地吸引人才。各部门的大学培养人才的目的，主要是为了本部门 and 机构补充人力，而不是为了走向社会、走向实践、走向创新。

总之，从筑波的运行机制来看，它是政府主导而不是市场主导。有市场就有竞争，有竞争就有风险，有风险就难免有失败。但是，这些都不可怕，可怕的是排斥市场、封闭自守和不必要的行政命令。使我们得到的启示是：必须在坚持我国国情的前提下，以市场为导向，加快科技创新加快体制创新。为了缩小与发达国家的距离，使我国的高新技术跟上时代的步伐，必须在体制和机制创新方面抓紧制定一套行之有效的措施，以市场为主导，减少政府干

预，充分发挥其自我创新的主动性和积极性。只有走市场之路，放松管制，取消不必要的行政命令，科技事业才有希望。创造平等竞争的环境，制定鼓励创新、吸引人才和鼓励人才流动的政策，以及对知识产权切实依法保护。同时，要对基础科研、人才培养等方面增加投入。作为政府，应该做到“三管三不管”，即管产业方向，不管审批项目；管外部环境，不管具体经营；管依法征税，不管企业盈亏。

三、建议实施中国“七一高新技术产业推进计划”

邓小平同志指出：发展是硬道理。当今世界是一个创新的世界，没有创新就没有发展，就会落后挨打。因此，在新世纪我们必须总结历史的经验与教训，取人之长补己之短，制定自己发展的创新战略，加快中华民族在新世纪的伟大复兴。胡锦涛总书记于 2003 年 7 月 1 日对国家纳米技术与工程研究院正式批示，为全面推进我国的纳米科学与技术的发展，因此，我们建议实施中国“七一高新技术产业推进计划”，使我国的纳米科技及其产业化水平在国际上占有领先地位。

纵观世界发达国家，均制定了本国的科技创新发展战略。日本从 20 世纪五六十年代的紧跟战略到八十年代的竞争战略再到九十年代的领先战略，在支持和促进本国工业发展的过程中，不仅对个别工业的扶植进行研究，而且对整体的工业结构进行一般平衡后分析后，以战略的眼光确定所要扶持的产业。美国作为世纪头号经济和军事强国，在实践其领先战略的过程中，成功地实施了一系列的创新战略工程，如曼哈顿原子弹工程、阿波罗登月计划、星球大战计划和网络经济等，强有力地推进了美国经济和社会持续发展，不断增强其国际竞争力。

中国近代史是一部血与泪的历史，直到解放初期，中国几乎没有自己的现代工业和科学研究事业，解放后，在党和政府的领导下，中国人民奋发图强，在“一张白纸”上谱写了辉煌的篇章。目前，我国面对新的国内外环境，我们需要实施中国“七一高新技术产业推进计划”，依照国家“有所为，有所不为”的战略部署，结合我国自身优势，在易于取得技术突破且基础研究成果丰厚的领域进行突破，扬长避短，实现以点带面的跨越式发展。集中力量、重点突破，以市场需求为指导，与纳米技术产业化相结合，带动传统产业整体技术水平的提高和产业化规模的跨越式发展。根据我国纳米技术研究的比较优势和战略需要，进行独立开发和自主发展。通过系统集成、相互融合探索新的纳米技术研究路线，进行具有独立知识产权的技术开发，积极发展和承接技术与产业扩散，实施高起点的渐进发展。加强官、产、学、研一体化促进纳米技术研究和产业化，积极发挥民营科技企业的技术创新作用，同时促进中小企业与大企业分工、协作，走专业化协作发展的道路，充分发挥有关纳米科技的中介组织

的作用，形成市场化的科技服务体系。采取“有所为，有所不为”的策略，以“两弹一星”工程的成功为榜样，集中优势力量进行重点的创新突破，打造中国纳米科技的“国家队”，不断建立和完善我国纳米科技发展的战略体系，提升我国的国家竞争力，使中华民族在国际竞争中立于不败之地，加快我国经济在新世纪的腾飞。

历史是公平的，辉煌是创造出来的。在我们的历史上，特别是在近代史上遗憾之事发生的太多了。我们必须抓住历史赋予我们的机遇，否则，遗憾的历史是悲哀的、衰败的历史。纳米技术及其产业化所具有的战略地位，应首先成为各级决策部门、金融部门和社会公众的共识，这是推动纳米技术及其产业化快速发展的基础。从目前我国在纳米技术及其产业化的水平来看，我国完全有理由在纳米技术及其产业化中占据重要的战略地位，并对今后的高科技经济做出重要的贡献。当今，制定以纳米技术及其产业为先导的有关高科技的技术经济政策，并使之系统化、有序化，成为今后经济发展的一种制导性力量，为以纳米技术及其产业化为代表的高科技发展提供相应的条件、环境和基础，是保证纳米技术及其产业化战略地位的重要方面。

第三节 发展纳米技术与工程研究院，打造原创技术的摇篮

2001年7月6日，科技部、国家计委、教育部、中科院、国家自然科学基金委联合制定《国家纳米科技发展纲要（2001—2010）》，纲要指出：要成立国家纳米科技指导协调委员会和国家纳米技术工程中心。建立国家纳米技术产业化基地，逐步形成国家纳米科技创新体系。

通过创建国家纳米技术与工程研究院这一开放的、综合的、流动的、市场化的新型研发机构作为政策载体，运用管理、科研、教育、金融的系统新体制，联合中科院、清华、北大、总装、中国军事医学科学院、南开等著名院校的纳米研发力量组建——国家纳米技术与工程研究院。遵循“有所为、有所不为，总体跟进、重点突破”的原则，在纳米关键技术上寻求突破。为了确保这一创新模式的成功，清华大学经管院的专家将负责国家纳米技术与工程研究院创新体制的设计、战略规划，并将其作为国家重大创新案例进行全程的跟踪、研究、指导。

在一个重大科研领域，一开始就从体制、技术、政策三个层面同时切入和设计，这在我国科技发展史上还是首次。

一、纳米技术与工程研究院发展思路与战略使命

（一）纳米技术与工程研究院发展思路

由于纳米技术的跨学科性、目前实验的局限性以及对基础设施的需求，使得发展纳米技术必要的基础研究相当广泛和复杂，而且产业化的难度也很大。因此，仅依靠某一个企业或者研究机构，将无法有效实现纳米技术长期的基础研究和产业化发展。

研究院的创立，可充分利用社会的各方面优势，整合政府、大学、科研单位、金融机构和企业等多方资源，实现三个对接。即基础研发和产业化研发的对接；国家资本与社会资本的对接；科学家、工程师、创业家、投资家、企业家、金融家等各种人力资源的对接。

通过对纳米技术的研发，逐步完善基础设施建设、做好资本和技术积累，最终实现我国纳米核心技术的发展和纳米产业核心竞争力的提高。

（二）纳米技术与工程研究院战略使命

研究院按照党的“十六”大的精神，认真贯彻落实“三个代表”的重要思想，大力发展纳米技术；与时俱进，开创和发扬新的“两弹一星”精神；以体制创新推进技术创新，对信息、技术、资金、人才和政策进行系统的有机整合，构筑研究院发展的战略平台，建立我国高新技术发展的新模式。

研究院的战略使命：采用动态联盟的方式，承担国家纳米技术重大科研开发项目，提交一流的纳米技术和产业原创成果。开展多种形式的交流与合作，积极对国外引进技术进行消化、吸收和创新，为行业技术进步和产业结构调整提供技术支撑。培育纳米产业化的复合型人才。

研究院将选择纳米电子、生物、医药、精细化工、微机械作为突破方向和突破点；力争用1—2年在纳米外沿技术上有重点突破；3—4年有大规模突破；5—10年向核心技术挺进，努力把研究院建设成世界级纳米技术科学城；力争在5—10年内，培养出一批世界级的纳米技术专家，带动起新一轮地区性乃至全国性的经济发展，建成——我国最具有创造力、精英人才比最高、组织结构最高效的专业性高技术研究院。

（三）纳米技术与工程研究院的功能定位

纳米技术与工程研究院主要围绕以下功能进行发展：

研发功能。同相关单位结成动态联盟，对国家下达的重点研究任务以及纳米技术相关行业产业化过程中的关键性、基础性和共性技术问题进行攻关。充分调动科研人员积极性，在基础研究和高技术研究方面探索创新；在应用发展方面，以纳米材料及其应用为主要近期目标，以发展纳米生物和医疗技术、纳米电子学和纳米器件为主要中长期目标。在纳米尺度的

材料和器件的基本性质、基本方法和纳米技术及应用三个方面统筹兼顾，协调发展，组织优势力量，突破关键技术，取得自主知识产权。

测评功能。制定国家纳米技术应用及产业化标准。以国家标准形式发布纳米高新技术标准，建立起纳米材料的市场准入与技术标准体系，并通过有效实施规范我国纳米材料的市场秩序，为我国纳米材料产业化的健康发展保驾护航。由于纳米科技是我国目前为数不多的与世界发达国家站在同一起跑线的科学领域，力争将我国的标准推荐成为纳米技术国际标准的草案，为纳米技术产业化在世界上争取更大的发言权。

服务功能。营造多元媒体空间体系，实现全球公共信息资源共享；为其它纳米研究机构和企业提供实验和中试条件，并提供技术咨询。为充分发挥基地国际先进实验仪器与设备的效能，逐步实行开放式管理，建立大型仪器设施共用服务系统、科学数据共享服务系统、科技文献保障服务系统、研究试验基地协作研究系统等，力争实现降低成本、加快速度、提高成功率的良好循环，快速推进产学研全面互动。

二、国家纳米工研院以体制创新推动技术创新

传统经济学把技术创新仅仅视为一种市场现象，事实上，任何技术创新都是在一个特定的制度化结构体系和相应的制度背景下进行的活动。作为在特定的制度环境中开展的活动，技术创新在很大程度上依赖于一定的制度安排，在本质上更多地可以将其看作是一种制度现象。技术创新是在特定制度环境中进行活动的，技术创新与制度创新之间具有紧密关系，没有先进制度保障下的科学技术是不会长久的。纳米基地以在管理体制、科研体制、人才体制、教育体制等方面进行体制创新，以实现技术突破。

（一）顶层设计、系统集成的管理体制创新

纳米工研院采用国际化的新型科研管理机制，实行专家委员会领导下的主任负责制，设立两个专家委员会——技术专家委员会和管理专家委员会。技术专家委员会由中科院、清华、北大、总装备部、中国军事医学科学院等单位专家组成，管理专家委员会由清华大学中国创业中心领衔。

纳米工研院采取扁平化组织管理模式和网络化的信息交流方式，鼓励授权和信息分享，纳米工研院与各联合攻关单位之间的关系是契约下的动态联盟。

纳米工研院由清华大学经管院、国家行政学院等负责顶层设计，纳米工研院的战略规划、布局、目标前瞻、系统、可行；确立正确的主攻方向和措施；建立明晰的组织架构；使基础研究、应用研究、技术产业化呈现体系化、序列化的功能与特征；使纳米工研院的实质性管理、过程管理、“企业化”管理三者要有机结合；科研成果要量化管理。

纳米工研院实施系统集成，集成一切可以集成的力量：人才集成——科学家、工程师、创业家、金融家、企业家等；技术集成——基础研发、应用研发、产业化信息集成；资本集成；设备集成。管理就是整合，就是协调、就是确保目标的实现，是一个单位、一个民族、一个国家永恒的课题。

纳米工研院创新坚持“五大原则”，第一，实践的原则，解决好基础研究与产业化应用的关系，将理论的、基础的东西通过时间进行印证和推广，使其产业化，获得最大回报；第二，胜利的原则，鼓励创新，允许失败，但不能总失败，冒险而不是蛮干，要克服风险，要用最小的代价换取最大的胜利；第三，利益的原则，要进行充分的财务分析，解决好利益回报、收益分配问题；第四，体制的原则，要以体制创新推动技术创新，要有科学的管理制度，要敢于创新，要有规矩，要程序化。良好的机制是成果的保障；第五，“统帅”原则，要有一个坚强的领导核心，要系统集成，在权威的领导下最终取得胜利。

（二）动态联盟、联合攻关的科研体制创新

纳米工研院采取联合攻关，动态联盟的科研新体制。2002年投入使用的1.5万平方米的中心实验室，集中了一批价值约1.5亿元人民币，国际一流的从事纳米技术研究和产品制备的先进仪器设备。纳米工研院实验室分为公共实验室、制备实验室和专业实验室。

（1）联合攻关：科技合作是人类在从事科学研究和生产活动过程中，有效地组织利用各种科技资源开展科研工作的重要途径。而联合攻关则是科技合作的一种具体形式。纳米工研院根据研究内容的需要，联合中央和地方的力量，各地大学、科研院所的力量，企业的力量，国际的力量。联合其他单位和相关专业人员参加，共同担负研究任务，争取在最短的时间内实现重大突破。

（2）动态联盟：动态联盟作为知识经济时代的产物具有其自身的特殊性。可以实现各成员间具有资源的互补性。纳米工研院动态联盟强强联合，避免科研重复投资，资源集中使用，人才聚集效应。各成员通过彼此之间的合作网络，迅速地重组资源，组建科研新军；确保科研朝气。动态联盟是一个动态的、开放的组织，强调来自不同成员的核心能力进行的动态组合，防止体制固化；突破产业化难题。

（三）人才机制创新，发扬和开创新的“两弹一星”精神

高层次科技人才是推动我国科技创新和科技事业发展的重要力量，高层次科技人才激励是满足高层次科技人才在物质、精神、发展等方面的需要，相应激励路径分别为物质激励、精神激励、发展激励等。纳米工研院创建了世界一流的科研平台；提供必要的科研经费；创造基本的生活条件和全新的科研环境。

纳米工研院推动建立多样化、市场化、国际化的激励机制。科学研究采取课题制、股份化管理；明确责权利；科研论文价值量化管理；各实验室的信息、数据、资料实现有偿共享。在确保整体利益的前提下，追求利益最大化。

（四）探索“后大学”教育新机制，实现教育体制创新

由于科技信息的增长无限，没有人能靠几年的大学教育就学到终生需要的知识，纳米工研院探索“后大学”的新的教育模式。从纵的方面来看体现了上下连续性和一贯性，强调学校学习和纳米工研院学习的结合，学校和学校后活动的结合。大学从基础到应用,纳米工研院从应用到基础；纳米工研院是大学的延伸，教育的延伸，技术的延伸，科研的延伸。从横的方面来看，体现了纳米工研院、学校、社会的一体化，体现了纳米工研院和社会、生活的密切联系。纳米工研院是竞技场,是通向社会的桥梁。

纳米工研院“后大学”教育模式，培养我国纳米技术领域的专业化科研和管理队伍，使之成为推动我国纳米技术发展的中流砥柱。纳米工研院建立博士后流动站，同时与各大学联合培养博士与硕士研究生，将教育、科研、产业有机结合起来，使技术产业化，产业技术化。纳米工研院争取用 5-10 年左右的时间，建成一个纳米技术科学城，使之成为培养世界级科学家、创业家、企业家的重要阵地。

三、纳米工研院系统的服务平台

纳米工研院系统服务平台主要包括人才平台、信息平台、资金平台和产业化平台。

（一）人才平台

纳米工研院积极人才实施“双百计划”，即引进 100 名教授和 100 名高级工程师；科研人员道德水准和技术能力均为 100 分；科学研究坚持“百花齐放，百家争鸣”的方针。

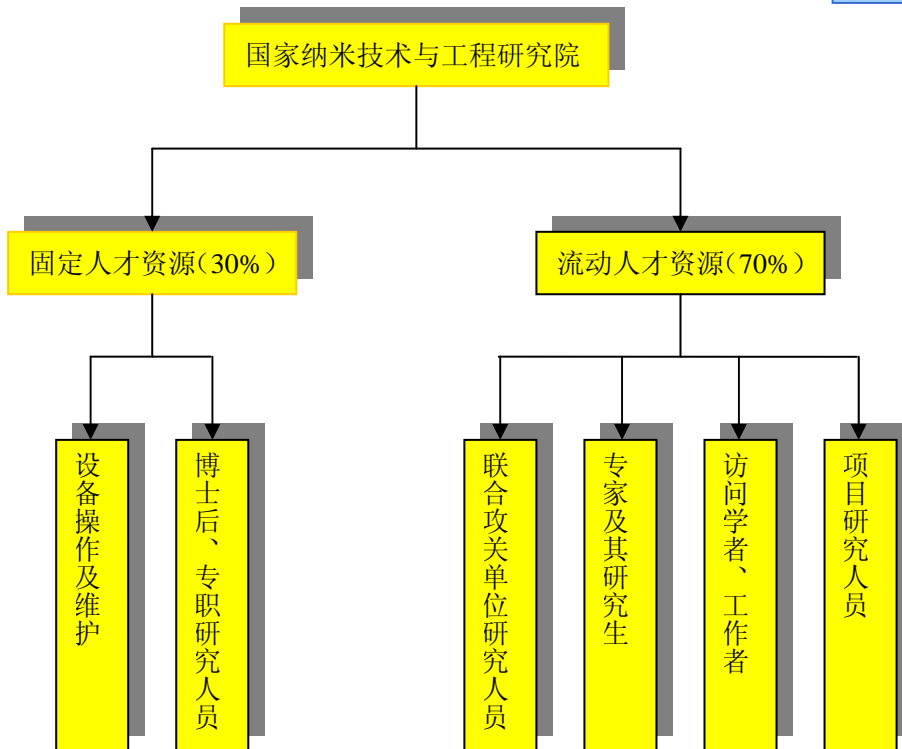
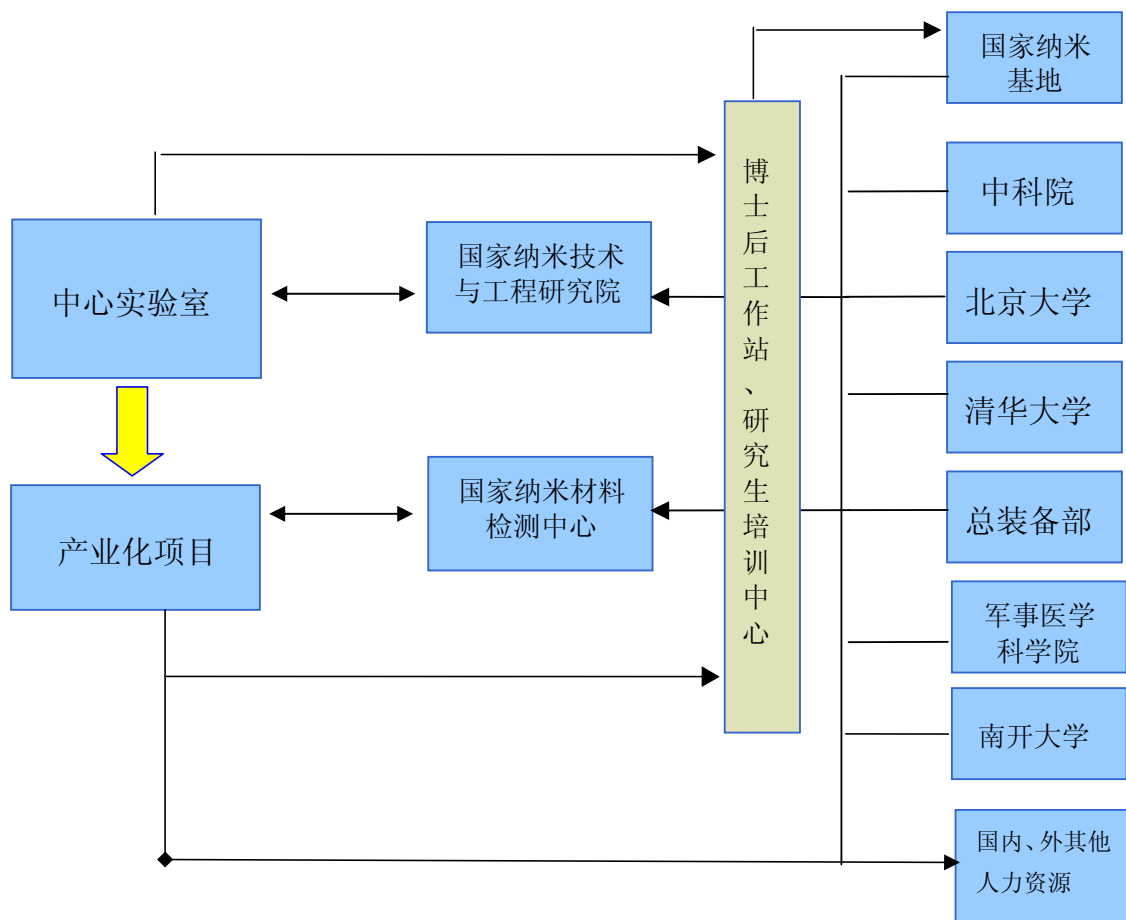


图 4-1 纳米工研院人才平台

(二) 信息平台

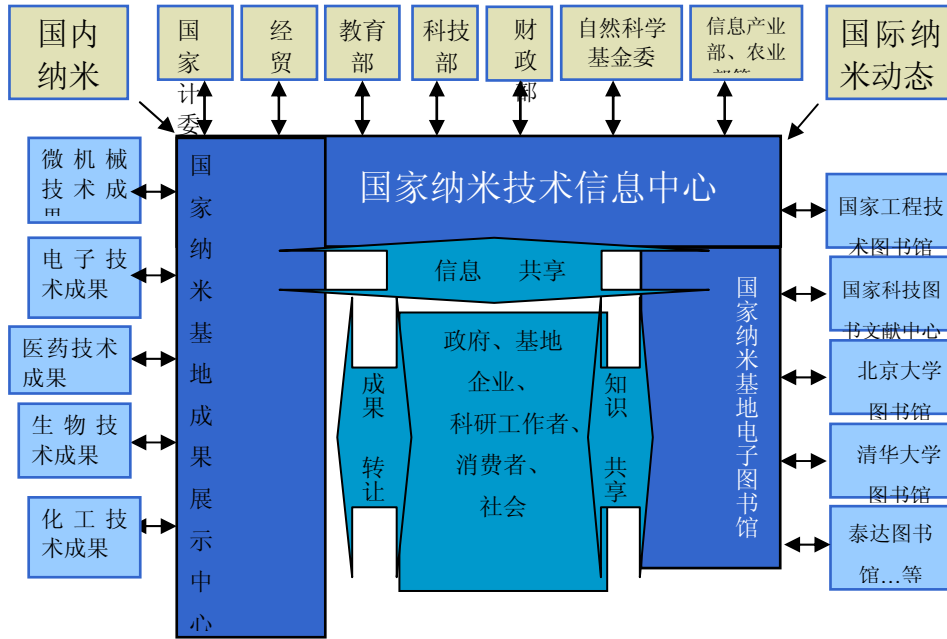


图 4-2 纳米工研院信息平台

纳米工研院联合各部委、各大学及科研机构建立开放式的网络信息中心，建立国家纳米科技信息自助查询服务系统，跟踪收集国际纳米科技情报、信息。

国家纳米电子图书馆与国家工程技术图书馆、国家科技图书文献中心、北大、清华等图书馆链接，实现信息与知识共享。

(三) 资金平台

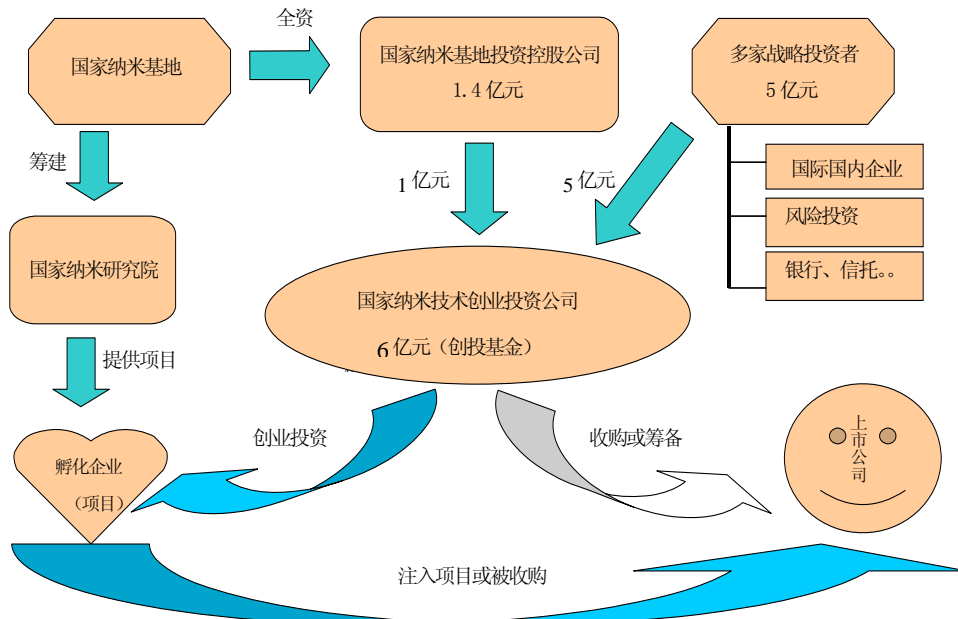


图 4-3 纳米工研院资金平台

（四）产业化平台

纳米工研院坚持基础研究、应用研究、技术开发三结合，把科技成果转化为现实生产力，让技术资本化、资本人格化，加强与高等院校、科研院所、企业之间的联系与合作，促进资源的交流与共享，形成一个有机运行的网络，走联合、合作的发展模式，把无形知识转化为有形知识，实行科技成果有效转化的新机制。纳米工研院提供纳米原创技术，支持形成一批有国际竞争力的高科技企业，从而推动纳米技术的产业化进程。

四、发展纳米工研院的战略措施

纳米科技的兴起，对我国提出了严峻的挑战，也为我国实现跨越式发展提供了难得的机遇。纳米工研院要发展为国家科技体制创新、技术创新、管理创新、文化创新的示范和样板，需要在纳米科学前沿取得重大进展，奠定发展基础；在纳米技术开发及其应用方面取得重大突破；逐步形成精干的、具有交叉综合和持续创新能力的纳米科技骨干队伍。需要在创新环境、专利战略、科研管理机制等方面进行创新，奠定其在国内外的领先地位。

（一）积极营造创新环境，提高原始创新能力

保证纳米技术产业健康持续发展的关键是充分发挥人力资本的潜力，在生产诸要素中，人力资本要素扮演着最为关键的角色，创新创业人才作用特别突出。要坚持以人为本，努力营造符合科学发展观的科技创新和人才成长的良好环境。面对全球范围对人才资源的激烈竞争，出台更为优惠实用的吸引与使用人才的政策，通过竞争、开放、灵活的新型用人机制，从国内外吸引一批优秀的、有献身精神的人才，参与到我国纳米技术产业的发展事业中来。改革和完善分配制度，进一步调动纳米科学研究人才的积极性。加快建立向优秀专业人才、重要科研开发成果倾斜的灵活的分配激励机制。

努力营造有利于求实创新的科技评价体系。实行科学的科技人才评价指标体系，建立鼓励创新、容许失败的选题评估机制，完善评估监督机制，积极探索建立评审专家信誉制度。

（二）实施专利战略，迅速提高核心竞争力

要在国际纳米科技竞争中占据优势，专利战略是不可忽视的。尽管我国在纳米专利方面同发达国家存在着显著的差距，但纳米产业的专利大战才刚刚开始，只要抓紧时间制定适合自己的专利战略并加以充分利用，完全可以改变过去我国技术受制于人的局面。加强纳米科技的原始创新，强化专利意识，加强知识产权保护，促进纳米科技创新。

1、宏观层面的纳米科技专利战略

政府作为纳米科技发展和产业化的主管部门，应着力健全法律机制，培养良好的市场环境，加大对纳米科技的投入，运用宏观调控手段，形成完整的纳米产学研体系。

首先，组织纳米科技界和产业界的科研人员尽快建立纳米标准。纳米科技是一门新兴的科技，目前还缺少国际标准，但许多国家已经着手建立本国的纳米标准，而一旦某个国家的“纳米标准”抢先问世，将极有可能上升为国际标准。目前发达国家纷纷采用技术标准和专利相结合的技术联盟战略，将本国的许多核心专利包含于自己制定的标准中，然后利用自己的经济和技术优势地位，将国内标准上升为国际标准，进而达到垄断市场的目的。纳米技术的许多标准到目前还没问世，在国际标准的制定上，中国应积极参与并力争让自己的核心技术包含于国际标准中。

其次，加大对纳米科技研发的投入，尤其是对那些难度高、风险大的开拓性研究，要增加投入，同时应鼓励纳米专利的申请，如在对纳米研究课题资助的立项和评估上，将能否获得专利和获得专利的数量和质量作为一个衡量的标准。

再次，完善技术转让市场，运用宏观调控手段，整合现有资源，促成产学研体系的形成。高校和科研院所仍然是我国纳米科研的主力军，但纳米科技产业化的主体是企业，这就要求有一个完备的技术评估体系和发育完好的技术市场，减少纳米专利技术转让中的壁垒。

2、微观层面—纳米科技企业的专利战略

在纳米科技战中，企业是一个非常重要的主体，有效的专利战略对新兴的纳米产业的发展 and 壮大具有非常重要的意义。笔者结合我国纳米技术和纳米产业化的现状，提出以下建议：

第一，企业管理中的专利战略。强化企业领导者和员工的专利意识，制定专利培训制度，将专利战略与发展经营战略结合起来，定期对管理人员、科研人员和相关工作人员进行专利知识培训，吸纳专门的知识产权方面的人才充实到管理层。

第二，企业技术开发中的专利战略。在技术开发过程中，应做到以下几点：①成立人员结构合理的科研攻关小组。具体说来，在纳米技术开发团队中，不仅要有技术人员，还需要知识产权方面的人才。②充分利用专利信息。专利的一个重要的特征是定期公开，专利信息中包含丰富的科技信息和法律信息。对专利信息的利用主要是通过专利文献的检索来实现的。企业可以建立信息数据库，搜集相关的专利信息，采用辅助决策分析工具 EID (Enterprise Intellectual Property Database) 建立信息网络平台，对专利信息和专利文献开展深层利用，加强定题分析：如竞争力分析、行业分析、技术动向分析、专利分析、竞争对手专利策略分析和发展策略分析、市场分析、防止侵权分析等。

第三，专利申请战略。一项技术开发完成后的专利申请有很多问题值得注意：①并非所有的发明都需要利用专利手段进行保护，实践中，还有其它方式来保护新技术，如 know-how 就是一个不错的选择。具体采用何种手段，这要取决于企业战略的需要和技术开发的

难度等相关因素。②一项专利申请提出后，自申请日起 18 个月后就需公开。像纳米这种开发和应用还不太成熟的技术，就很有可能给竞争对手提供信息，暴露自己的研究进展。竞争对手就可能采用反向工程手段，开发大量的外围专利，限制自己的基本专利的实施。因此一项纳米技术开发出来后，是否马上申请专利应视具体情况而定。③对于申请国际专利问题应了解国际惯例。专利制度的一个重要特征就是专利的地域性，即专利效力只及于一定的行政区域。一项技术要取得其它国家或地区的专利保护，必须向该国或该地区提出专利申请。在申请之前就应该了解该国或该地区的专利制度，每个国家的专利制度都不尽相同，如美国就实行的是先发明制，即一项专利只授予最先发明此项技术的申请者，这和我国的先申请制不同。在进行国际申请时，还要注意国际优先权制度的利用和 PCT 申请手段的运用等。优先权原则是《保护工业产权巴黎公约》的三大原则之一，是指一个特定申请人在某一成员国提出工业产权正规申请的基础上，可以在特定期限内向其他成员国提出申请，而后面的申请被视为是在第一个申请的同一日提出的。PCT (Patent Cooperation Treaty)建立了一种国际专利申请体系，使得在一个国家的专利局以一种语言提交的申请国际申请，在申请人指定的 PCT 成员国内都具有相同的效力。

第四，技术转让中的专利战略。我国的许多企业不具有技术开发的能力，在这些企业中技术引进仍占有很重要的位置。在技术引进中，应注意所引进技术的法律状态，如是否已过了专利保护期，专利权是否已被授予，专利权被宣告无效后法律责任和损失的承担等。如果是从国外引进技术，还应考虑此项技术是否在中国申请了专利，如果没有向中国申请专利，企业又不准备开发专利所在地的市场，那么这项技术就可以直接使用而不必给付专利使用费。

第五，专利申请的渐进性战略。纳米产业的特点是新，有许多基本技术有待开发。一项基本技术（核心技术）被开发出来后，在专利申请时要把握“适时性原则”。专利权具有时间性和公开性，一旦申请过早，有可能给对手提供技术信息，对手有可能借这些信息开发外围技术并申请专利，以限制基本技术的利用；申请过晚，他人又有可能捷足先登。因此，在专利申请中应当把握“渐进原则”，在一项技术取得初步成果并申请专利后，后续成果也要逐步申请专利，以牢牢控制该技术领域的主动权。

第六，建立和完善专利管理机制和收益分配制度。专利管理是企业专利战略的基础和重要组成部分。当今时代是一个信息化的时代，纳米企业可以建立纳米专利信息数据库，对技术情报进行系统采集和整理。对企业内部的专利技术的法律状态进行分门别类，对那些价值不大的专利放弃。企业科研人员是企业科技创新的源泉，为了调动他们进行发明创造的积极

性和主动性，应当完善发明的收益分配制度。

（三）实施全新的 R&D 模式，建立国际化的科研管理机制

纳米工研院的建设绝不仅仅是科学家的事，也不仅仅是工程技术专家的事，需要我们在民族精神的感召下，遵循市场规律，建立“中央政府+地方政府+纳米工研院+大学群+企业群”的新型 R&D 模式，实现资本、技术、人才、管理和信息在纳米工研院内的自组装。纳米工研院的架构充分体现了创新性、开放性、系统性、集成性。纳米工研院将与国家科技部合作，探讨国家科研体制创新；与国家计委合作，探讨国家产业化基金的创新试点；与国家教育部合作，探讨国家高等教育的创新试点；与国家税务总局合作，探讨国家创业税收政策的创新。

纳米工研院联合国家有关部委、地方政府及院校的专家共建高层次管理委员会，跟踪国家产业发展方向，争取优惠政策。联合国内外相关大公司、大学和研发机构，不受国界限制、地域限制，为我所用，在合作基础上消化、吸收、创新，提高自主创新能力。

第四节 发展国家纳米产业化基地，打造中国原创技术产业化平台

科学技术的迅猛发展是 21 世纪经济社会发展的大趋势。科学研究将以前所未有的深度、广度和速度逼近极限和本源，走向复杂和非线性，趋于综合、交叉、融合和统一；高技术前沿孕育着重大革命性突破；经济竞争、国力竞争深刻表现为一场世界范围的技术创新战。21 世纪将是一个科技新纪元，许多科技领域会出现重大突破，纳米新科技的发展应引起我们更多的关注。

美国硅谷一个投资公司曾预言：“21 世纪的科技中心可能在中国、以色列、印度，但无论如何产业都要到硅谷来搞，因为我们具有得天独厚的条件”，我们不信这个邪！为了改变这种命题，为了迎接 21 世纪科技发展的新浪潮，纳米基地需制定迎接纳米科技时代浪潮的发展战略，部署未来，迎接挑战。

一、纳米基地的战略使命

基地按照党的“十五”大的精神，认真贯彻落实“三个代表”的重要思想，大力发展纳米技术；结合时代特点，开创和发扬新的“两弹一星”精神；以体制创新推进技术创新，对信息、技术、资金、人才和政策进行有机整合，构筑基地发展的战略平台，建立我国高新技术发展的新模式。其战略使命就是：采用动态联盟的方式，承担国家纳米技术重大科研开发

项目，提交一流的产业化技术成果；开展多种形式的交流与合作，积极对国外引进技术进行消化、吸收和创新，为行业技术进步和产业结构调整提供技术支持；对有研究基础和市场前景的企业从技术和资金两方面进行支持，实现企业经济自立和自我发展，确保纳米基地的资产保值增值；成立世界级的国家纳米技术研究院，培育纳米产业化的复合型人才。

基地选择纳米电子器件、纳米蛋白芯片、纳米新医药、纳米生化材料、纳米隐身材料、纳米精细化工为突破方向和突破点，努力把基地建设成世界级纳米技术科学城。基地力争在5~10年内，孵化出一批世界级的高新技术企业，培养出一批世界级的纳米技术专家和现代企业家，带动起新一轮地区性乃至全国性的经济发展热潮，把基地建成综合的、跨学科的、市场化的、开放的、流动的现代化“纳米产业群”。基地充分吸收美国硅谷、麻省理工学院等世界最先进的风险投资及科研体制的运作经验，并结合中国的实际情况加以创新，打破我国科研、教育、金融三大传统体制的束缚，建立一种全新的互动式的系统集成模式，实现纳米、生物、信息以及认知科学等四大主导科技的良性发展。将纳米基地发展成为国家级纳米高科技产业基地、纳米技术研究与开发的全球化网络组织、国际纳米技术研究与交流中心、国际纳米技术信息中心、国际纳米技术博览中心和纳米技术的科学之城。

二、国家纳米产业化基地的功能定位

纳米基地的功能定位主要集中在以下几个方面：

产业推进功能。成立和孵化纳米技术应用企业，形成一批有国际竞争力的高科技企业，从而推动纳米技术的产业化进程。加大资金的投入，采取相关措施，激励社会各种力量参与纳米技术研发，解决纳米技术公司创业时期的融资问题，积极建立与完善风险投资体系，为纳米技术的产业化扫清资金上的障碍。通过企业化、市场化的运作机制，整合政府、大学、研究机构、企业等多方资源，加速纳米技术成果转化和产业化。

管理功能。对基地内企业进行行政协调、计划指导、股权配置、资金支持等综合管理。培育有利于纳米技术产业发展的软硬件，协调公共研发平台与专业研发平台之间的关系。逐步建立风险投资机制，加强资金支持，加大对下属企业的财务监督与股权管理力度，规范企业生产行为，确保利润目标与资产保值增值。引进和培养科研与风险投资管理人才，创新劳动用人制度和工资分配制度，实行以全员聘用制为主的多种用人制度。

催化功能。催化并带动相关产业的产品升级，能够整合、优化区域资源和优势，提升区域产业的整体竞争力；改善地区产业结构，促使产业结构升级。加快天津经济技术开发区再次腾飞，实现产业发展由劳动密集型向技术密集型转变，加速天津经济的跨越式发展，提高地区经济运行质量，实现经济的高速和持续发展，推动区域整体品牌形象建设。打造原创产

业集群，构筑京津塘科技新干线，推进国家科技经济的迅速发展。

三、风险投资是推进纳米技术产业发展的“发动机”

对于欧洲为何不能复制美国硅谷，人们总结认为原因有以下三个：第一，欧洲人见利就收，注重短期利益；第二，缺乏完善的风险投资机制和创业机制；第三，不能做到“在餐巾纸上勾画出的方案与结论，在一周内实施”的“一周效应”。对于纳米技术，资本投入风险大，这就使得继续沿用传统的依靠创业家自有资本缓慢积累的模式来发展纳米技术产业不再具有现实性。在纳米技术企业发展初期，银行信贷资本也不敢轻易介入。公开证券市场的“门坎”设置又使新兴的纳米技术企业难以进入。因此，从常规的融资渠道看，纳米技术企业在创业发展初期必然存在着投资缺口问题，风险投资作为一种专门投资于高技术创业企业的投资方式，则能有效促进资本与技术的结合，并以此促使高新技术转变为现实生产力。

纳米技术产业的创业过程是一项复杂的系统工程。风险投资在为创业型纳米技术企业提供股权资本支持的同时，还往往提供重要的创业管理服务，以培育创业型高技术企业快速发展。风险投资可以实现纳米技术产业的高投入，分担高风险，最终给投资者以高回报，从而促进中国纳米技术产业的良性循环发展轨道，风险投资可以有力地促进中国传统产业的改造和国家产业结构的调整和高度化。建立和发展风险投资，既可以推动高新技术产业的发展，又可以加大传统产业优化的技术改造投入，用最新的科技成果去改造传统产业，提高产业发展的整体水平，从而加速实现传统产业的高度化。因此，风险投资是推进纳米技术产业发展的“发动机”。

在创业过程中，风险投资发挥的是一种催化剂作用，即通过创造基本价值来刺激并保持经济增长和更新，特别在创造就业机会、创新产品和服务、保持企业的竞争活力和传播创新精神等方面，其贡献更是巨大。可以说，创业投资家所孵化出的新企业和新兴产业，已经从根本上改变了我们生活和工作的方式。

从产业发展的角度看，风险投资是高科技项目的孵化器，但从产权和市场的角度看，也是高科技项目的控制器，它具有高风险、高收益的特点。以美国为例，美国的高科技产业一直处于世界领先地位，就在于美国具有较为成熟的风险投资体制。硅谷，这个知识经济的诞生地，就是风险投资的成功典范。美国在 80 年代脱颖而出的高科技企业绝大多数是靠风险投资起家的。由于科学研究的早期成果有风险投资的参与，使科研成果转化为商品的周期已由 20 年缩短到 10 年。微软、英特尔、苹果、戴尔、雅虎等公司在创业之初就是依靠风险投资的支持才获得了它们的“第一推动力”。

四、引入风险投资机制，实现纳米基地全新的产业化推进模式

风险投资机制与传统投资机制的最大区别就是，它充分考虑了知识资本在创业中的作用，从制度层面保证了知识资本持有方在企业产权分配中占有一定的比例，并将这一分配方式通过法律契约确定下来，解决了企业中贡献与利益之间的平衡问题。需要强调的是，风险投资不仅仅是一种融资手段，更重要的是一种机制，它解决了知识资本在高新技术企业创业和发展中角色问题，提供了一种有效的机制。风险投资机制为高新技术企业进行制度调整和创新，提供了一个合理而有效的分析框架。

1、专业化的资本运营方式

纳米技术产业作为纳米基地的主体，具有明显的战略性、风险性、增值性、渗透性，是知识、人才和资本密集的新技术群。基地的资本运营方式是在政府投入与基地自筹相结合的同时，更多地依靠风险投资机制，进行规模化、专业化、社会化的融资运作。

2、设立国家纳米技术产业化投资基金

基地借鉴国外风险投资的成功经验，在国内首创设立“国家纳米技术产业化投资基金”（以下简称纳米基金或基金），建立风险投资这种全新的产业化推进模式。基金为定向募集的、公司型的封闭式基金，存续期为15年，基金规模6亿元，由国家纳米基地、中国长城工业总公司、天津开发区投资公司等六家单位共同发起设立，主要投资于基地内可产业化的纳米技术项目。根据基地发展的需要，还可不断丰富基金的种类、扩大基金规模。

3、基金运作思路

基金运作的指导思想是，把以政府投入为主导的科研投入变为以市场投入为主导的科研投入，使科研与市场紧密结合起来，充分整合科学家、创业者、资本拥有者等各方面的资源，建立一种高新技术产业化的全新机制，开创我国高新技术产业化的新纪元。

4、基金的投资方向

基金主要投资于纳米技术在材料和制造、电子器械和信息技术、环境和能源、生物医药和化工、以及国家安全等领域的科研与产业化应用项目。

5、基金的专业化管理

在产业化投资运作方面，由基金管理公司进行投资管理。处于初创期的高成长企业，离不开专业的风险投资家。在为企业注入创业资金的同时，还需要风险投资家对项目进行全程跟踪指导，因此，基地将重点培养一批能够带领这些初创企业实现高速成长的风险企业家。

6、基金的变现

投资基金的退出可以通过多种方式，可以在中小企业板市场公开上市，也可以利用收购兼并的方式。对于不成功的风险投资项目，有必要进行破产清算，收回部分风险资金。

7、基金运营模式

基地通过设立基金将投资者、基金管理者与进行纳米技术产业化的企业有机结合在一起，投资者的资金通过纳米基金流向初创中小企业，通过这些中小企业的价值创造，实现资本增值再回流到基金，基金再将收益回馈给投资者，构成一个良性资本循环。

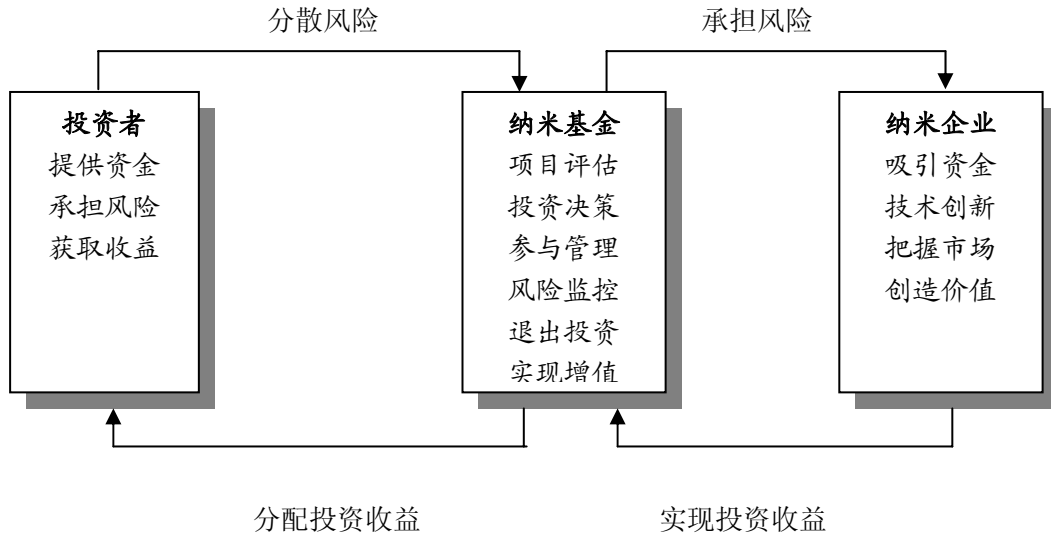


图 4-4 基金运营模式示意图

8、建立完善的多渠道融资体系

进一步强化市场机制下的多种融资方式，充分有效地利用政府部门在资金、市政设施方面的投入，建立新型银企联盟，促进金融资本与产业资本的融合发展，为实现基地发展的宏伟蓝图奠定良好的基础。

纳米基地将充分发挥院校、企业、金融机构的优势和作用，协调配合、优势互补、共同发展，把集成大产业、实施大项目、建设大基地作为发展纳米技术产业的工作主线，采取有效措施使技术、资本、管理等多种生产要素形成集成和互动，促进院所科研成果和产业资本重组、整合，实现纳米产业的规模扩张，形成纳米技术政策环境、科技人才、科研成果、产业集群、企业品牌、资本资源、信息交流、创业环境、人文景观的高度整合，它既是高新技术成果转化的基地，又是培养高新技术企业的摇篮，更是培育科技企业家的学校，大批技术含量高、市场前景广阔、发展势头强劲、极具国际竞争力的，以纳米技术为主的高新技术企业必将在基地形成“百花齐放”的繁荣景象。

第五节 纳米基地领跑京津塘科技新干线，铸就中国科技延安

当今世界，科技创新特别是原始性创新，成为国家间尤其是大国间科技乃至经济竞争成败的关键因素，成为决定国际产业分工地位的基础条件。随着知识经济和网络经济形态的出现，不断的创新越来越成为经济发展的源动力。

一、纳米精神铸就中国原创技术经济的科技延安

延安精神是中国共产党人在中国革命长期斗争实践中形成的宝贵精神财富，是一种奋发向上、一往无前的精神状态；是一种不怕困难、百折不挠为真理而斗争的坚强意志；是一种自强不息、开拓进取、蓬勃向上的精神风貌，在实现跨世纪宏伟目标的征程中，延安精神是一种不可或缺的精神支柱。延安精神是中华民族几千年来尤其是近代以来民族精神的积淀和升华，是中华民族爱国爱民、救亡图存的社会责任感和历史使命感，在新的历史条件下的继承和发展，是中华民族几千年来优秀品质和群体性格。同时，表现在中华民族在历史的进程中面对挑战自强不息的智慧和创新精神中。

从专业化角度说，纳米基地是培育高新技术产业，尤其是促进纳米技术飞速发展的平台；但从整个经济全局考虑，纳米基地正扮演着中国科技延安这一重要角色。

当今世界，新技术革命作为一种强大的生产力，无时不在体现其对世界经济发展的推动作用，它以系列技术而不是以单项技术进入国际市场；各种科学和技术相互渗透、相互推动、共同发展；学科分界模糊，对边缘学科的研究日益显示出重要意义；其强大的综合性使高科技被普遍运用，从而广达世界的范围。世界各个国家和地区都无一例外地融入新技术经济的浪潮。

在新技术经济时代，纳米技术、生物技术、信息技术被公认为起决定作用的三大技术，如果说“网络技术是新经济的血管，纳米技术则是新经济的血液”。纳米材料作为一种新材料，能够引起产业结构的变化，为新技术经济创造有形财富；纳米技术还是连接新旧经济的纽带，它被应用到传统工业领域，将使老产品更新换代。纳米基地就是为纳米技术集中快速发展所提供的有效平台。

综合上述时代背景的描述，我国也已踏上新技术经济的时代列车，纳米基地自然地成为中国新技术经济的科技延安，它将是国家高科技产业发展的摇篮，在培育出先进技术、管理经验和高效人力资本的过程中也必会产生激励社会成员奋发向上的“纳米精神”——重视知识、科学规划、艰苦创业、勇于创新。

二、纳米基地是京津塘科技新干线原创产业的龙头

京津塘科技新干线是指以京津塘高速公路为轴线，西起北京中关村科技园区，东至天津经济技术开发区的高新科技产业带。京津塘科技新干线地处环渤海经济圈的中心，贯穿了北京中关村科技园区、天津经济技术开发区、北京经济技术开发区、河北廊坊开发区、天津新技术产业园区，天津武清开发区和天津海洋高新区等七个国家级开发区。依托周边强大的区域经济实力，以中关村科技园区和天津经济技术开发区为龙头，充分利用京津两地百所高校和科研机构的科技优势，京津塘科技新干线作为新兴的高新技术产业带极大的推动了我国科技创新、体制创新并推进了高新技术产业化。

国家纳米技术产业化基地是京津塘科技新干线中的重要部分，为京津塘科技新干线提供了发展范本。基地以管理体制创新、科研体制创新、金融体制创新和教育体制创新为发展理念，通过建立人才、资金、技术、信息平台及营造良好的政策环境，与各大学、研究机构、大企业形成联合攻关、动态同盟的科研新体制，建立有利于纳米技术发展的创新机制，以体制创新推动科技创新，依托纳米技术成果，孵化和培育科技型企业，促进我国纳米技术及相关产业的迅速发展。可以说，纳米基地的运行理念和模式就是未来京津塘科技新干线的经营模式，纳米基地的发展作为范本将引导其他产业基地的发展。

（一）纳米基地是原创产业发展的典范

现代社会已步入知识经济时代，国家间的竞争日渐表现在软国力的竞争，软国力主要集中在高新技术产业、文化产业以及知识产业三个领域。其中国家间综合国力的竞争又主要表现为商品的技术水平和知识含量高低的竞争，其背后是科技实力尤其是高科技发展水平的竞争。要增强国家竞争力只有依靠技术开发、科技兴国积极参与技术全球化。作为发展中国家的中国，面对发达国家控制先进技术的形势，只能经历由技术引进、利用和吸收到自主创新的过程。由于工业化初期对技术引进的过分依赖，我国现阶段产业追随的特征异常明显，在奠定了一定的技术基础并拥有了相当的物质财富积累后，需要尽快摆脱技术依赖模式，向技术自主创新转型。建立纳米基地可以使我国尽快由产业追随向产业原创转型，尽快培育技术自主研发与创新体系，建立独立自主创新的高科技产业集群，对京津塘科技新干线具有良好的典范作用。

（二）纳米基地带动区域创新环境的改善

区域创新环境由基础创新系统、信息创新系统、组织创新系统、文化创新系统构成。每一个子系统又具有特定的功能。第一，区域创新环境可以优化、整合区域内的创新资源，提高区域的创新能力，形成区域创新合力，从而保证区域内的市场创新，保证了区域经济增长的质量；第二，区域创新环境的建设必然促进区域内高科技企业和高科技园区的发展，而高

科技企业和园区的发展则导致区域内新兴产业和新经济增长点的形成；第三，区域创新环境不仅可以提高企业自身对先进技术的消化、吸收能力，还有利于逐步提高企业自主创新能力，其结果是区域内的新产品和高新技术的含量高的产品不断增加；区域创新环境还可以为区域内的大量中小企业提供新技术和各种技术，而服务，进行技术扩散，形成更大规模的经济增长效应。区域创新环境不仅促进了区域内的经济增长，而且有助于提高区域竞争能力。随着产品短缺时代的结束，区域内的自然资源优势将不断弱化，而强有力的区域创新环境则成为区域经济竞争力的基础。纳米基地的区域创新环境可以提高京津塘科技新干线的区域经济竞争力，其创新环境有利于新知识和新技术的增长，并把经济的增长建立在知识创新和技术创新的基础上，而知识和技术这种资源具有边际收益递增的特性，这种资源越丰富，经济竞争力就越强。区域创新环境培养创新型人力和高素质的劳动者，大大增强了区域经济对国内市场、国际市场变化的适应能力。

（三）纳米基地人才资源辐射京津塘科技新干线

纳米基地人才济济，具有科研基础雄厚、仪器设备先进的优势，纳米基地在发展过程中可以发挥培养人才的优势，发挥了高新技术的辐射作用，是京津塘科技新干线高科技的尖兵。纳米基地的建立一方面为广大科研技术人员和创业者提供了施展其才华的舞台，另一方面培养了第一流的管理人才和技术人才，而纳米基地为京津塘科技新干线这些人才的来源及其知识的更新、扩展提供了动力源。纳米基地在人才与智力上的经常、不断的支持是“活水源头”。纳米基地作为新兴的高科技产业的生长点，可以促进科技资源参与高新技术产业的生产活动，加速了科技成果向现实生产力的转化，可以营造“尊重知识、尊重人才”的政策环境、有利于优秀人才脱颖而出的用人机制、有利于求实创新的科技评价体系、有利于人才创新与成才的科研土壤。这些良好环境有利于技术创新和高新技术产业发展，促使其成为民族高科技产业的生长点，发展我国高科技原创产业的成功之路

（四）纳米基地具有强大的产业集聚作用

高技术产业在一些区域集聚并且快速成长，在较短的时间段内，由于企业之间的供求关系或技术扩散诱发了一系列技术创新，形成了关键的创新集群，产生了有巨大价值的知识产权，对产业发展起到关键的作用。当今世界，全球化的活动空间和本地化的产业集聚相辅相成。在经济全球化和科技全球化过程中，产业集聚已经成为区域参与全球竞争的重要力量。

有效的产业集聚的形成，应包括四个策略性资源：分别是高素质人力资源、技术基础结构、知识资源和资金资源。产业集聚是在某特定领域中，一群在地理上邻近、有交互关联的企业和相关法人机构，并以彼此的共通性和互补性相联结。产业集聚的规模，可以从单一城

市、一个国家、甚至到一些邻国联系成的网络。绝大多数产业集聚包含最终产品或服务厂商，专业组件、零组件、机器设备以及服务供货商、金融机构，及其相关产业的厂商。对产业集聚有重大影响力的政府机关，也可视为它的一部分。最后，产业集聚还包括同业工会和其它支持产业集聚成员的民间团体。

（五）纳米基地的创新文化可以鼓舞京津塘科技新干线

文化等非正式制度的变化将对新产业发展产生影响，文化的变化是非正式制度变化的先导，并将影响制度，促进制度的创新，导致区域环境的改变。经济发展和人们生活水平的提高，对生活和工作环境的要求不断变化，一个地区只有适应这种变化，才能形成良好的创新环境，有利于新产业成长。反思世界经济发展的历史可以发现，鼓励创新的文化氛围对一个民族的发展起着重要的作用；鼓励创新的文化环境是一个国家经济持续发展的深层原因。徐冠华指出，世界历史说明，越是创新活跃的地方，越容易形成工业化的广阔舞台，成为世界科技经济中心。18世纪以来，世界科技中心和工业中心从英国转到德国，再到美国，表面上是地理位置的更替，实质上是创新能力由弱向强的转移，是有利于创新的体制、机制和文化相互作用的结果。文化环境是竞争力的一个重要组成部分。良好的创新文化氛围是有创新能力的人才和有竞争力的成果的温床。在原创性已成为科技持续创新能力的核心的年代，在知识产权已成为重要的财富源泉的年代，在人才已成为经济和社会发展的战略资源的年代，构建一个良好的、有利于创新的文化环境是一个民族决胜创新时代的重要基石。

三、整合区域优势资源，实现京津塘科技新干线迅猛崛起

高科技产业是未来产业的发展方向，而环渤海经济圈是以京津为核心，依托区域内众多高校和科研院所的科技优势，形成的以高技术产业集群为主导产业的产业带。这种以高新技术为动力的发展模式占据了国际产业分工的顶点，依靠高新技术产业化，具有强大的发展后劲和广阔的发展空间。环渤海经济圈以其独特的产业优势将成为带动我国产业发展的引擎，京津塘科技新干线将作为环渤海经济圈的核心理念成为带动中国经济发展的引擎。国家纳米基地的运行理念与经营模式已被推为整个科技新干线的经营模式范本，由此，无论是着眼于基地自身的更大飞跃还是整个环渤海经济圈的繁荣，进一步密切基地与中关村科技园、众多高校和科研机构以及其他经济实体的合作关系极为重要，另外，基地还必须从更广的范围内整合资源、技术、人力优势为我所用，加快高科技产业化的速度。

国家纳米基地落脚于天津经济技术开发区，是京津塘科技新干线的端点，是京津塘科技新干线的动力源，纳米基地在有限的区域中如何发挥整个国家经济领头羊的作用，是宏观经济、区域经济、行政区划、政府管理若干领域长期致力解决的问题。纳米基地作用的正

常发挥必须置于京津塘科技新干线下的宏观资源整合与区域经济合作。

第一，优化人才发展环境。作为发展京津塘科技新干线过程中的重要一环，纳米基地要始终注重人才发展环境建设，加快建立开放的科研机制和宽松的科研环境，确立公平竞争的机制，改革科技评价机制。作为高科技的产业带，人才是实现一切发展的关键因素。建立一套新的人才培养模式，从根本上理顺人才流动渠道，充分发挥人才的主观能动性，激发科技人员的创新积极性是实现高科技产业发展的关键。要使人才留在基地，就必须规范人才的引进、任用、流动机制，还要为他们一流的科研环境和工作条件，更要安排好他们的生活，使科技人才没有后顾之忧。

要通过联合实验室、股份制工程中心、研发中心、博士后流动站等机构的建设，培养一批业务能力强、专业结构合理的适合产业发展的人才队伍，从根本上提高纳米基地的智力优势。

第二，打造高新技术产业链。高新技术产业链的形成是京津塘科技新干线发展的前提条件，要形成产业链就必须从产业规划入手，完善产业流通的每一个环节，注重不同产业的相互支撑，增强产业链每个环节之间的关联度。在发展已有产业的同时要注重产业链的延伸，特别是向产品附加值高、市场潜力好的方向延伸；在延伸产业链的同时要注重相关产业链的发展，要使产业之间相互支撑，形成相互交错的产业链网络，从而提升区域竞争力。

第三，不断开拓市场。任何产业的发展都离不开市场，无论是在发展京津塘科技新干线的过程中还是具体到促进纳米基地的成长壮大，都要重视对市场的开拓。要在多层次、多领域加强对市场的开拓；既要重视国内市场的开发，更要着力开发海外市场；要把自己的产品拿到世界市场中去检验，使市场成为检验产品的标尺。在开发市场的同时还应该注重对市场的培育，要在市场还未形成时预先对市场的走向进行把握，引导市场向有利于自己的方向发展。

在开拓市场潜力的过程中要学会要用市场的规律开发市场，避免行政手段对市场的干预，最大限度的发挥市场调节作用，使企业在公平有序的市场环境中发挥各自竞争优势。

第四，调动一切科研优势，形成战略联盟。科研是实现科技成果产业化初期阶段。科研实力的强弱直接影响到科技成果的优劣，直接影响到科技成果产业化的成败，直接影响到产品市场潜力的大小。作为以高科技产业为主要经营对象的实体，纳米基地应该充分认识科研水平在自身发展中的重要性，充分调动一切可以调动的科研资源，紧跟世界科技前沿，加速科技成果的产生。在调动科研优势时既要充分发掘区域内部的科研资源，又要学会利用国内其他区域的科技资源，还要加强国际间科技合作，千方百计的提升自身科研实力。

第五，加强生态保护。在发展科技产业的同时要树立科学发展观，加强对生态环境的保护，建设世界一流的花园式科技园区，吸引更多的企业落户科技园。发展科技产业要大力提倡对资源的合理利用，要提高对不可再生资源的利用率，减少生产过程中对环境的破坏。发展高科技产业要尽可能生产绿色环保产品，避免产品本身及产品包装等产品附加物对环境的污染。

第六，完善基础设施建设。基础设施建设为京津塘科技新干线内科技园和企业的发展提供了基本的物质保障。基础设施建设的好坏决定着区域投资环境的优劣。进一步完善区域内交通、能源、通讯等一系列基础设施建设对提高区域竞争力起到重要作用，特别要大力加强信息流通、网络服务等现代化基础设施的建设，满足高科技企业发展的需要。

第七，建立健全金融资本流通平台。要用市场的手段建立健全现代化金融资本流通平台，打造良好的金融流通环境，更好的服务于企业的发展。要引进适合高新技术企业发展的风险投资机，拓宽企业融资渠道，实现资本和项目的合理对接；要完善风险投资基金的退出机制，使资金有序的自由流动，消除投资者的投资顾虑；要给予新干线内企业更为优惠的金融政策，在信贷、税收等方面扶持企业发展。

第八，提高民营资本的参与程度。经济效益好的高科技产品的开发和科技成果的推广应用，能够吸引投资，优化投资结构，从而提高资金投入的经济效果和社会效果，实现资金的高效益良性循环，实现银行资产的保值和增值。使用灵活的民营资本与高科技产业的结合是一项“双赢”的工作，既可以解决科技产业化资金不足的困难，又有助于激活金融资本，增加效益。在融资过程中，一般中小企业贷款比较难。融资结构上，除银行贷款外，债券、票据、上市等融资工具几乎是空白。民营资本可以成为科技型中小企业发展的主要来源。

第九，增加政府间合作。纳米基地置身于京津塘区域之中，京津塘科技新干线本质上是一个经济概念，这就要求新干线涉及的各行政区域要增加政府间合作，打破行政壁垒，统一经济政策，共同促进新干线的发展。中央政府应该发挥协调作用，使各地方政府劲往一处使。地方政府要联手为京津塘科技新干线建立一个旨在信息通、市场通、法规通、配套通、资金通、物流通、人才通、技术通、服务通的 21 世纪新经济平台，用“九通一平”的服务理念彻底打破束缚产业集群发展的瓶颈，为京津塘科技新干线的发展创造良好环境。

纵观世界强国史，无一不是从一个重大科研领域寻求突破，再向各行业渗透，从而引发这个国家的科技革命和工业革命，奠定其世界强国地位。纳米技术为我们赶超世界强国提供了一个难得的历史机遇。特别需要强调，本世纪的开局二十年是我国发展的重要战略机遇期，也是我们全面提升国家竞争力的关键阶段，这就要求我们必须尽快实现经济增长方式的彻底

转变，由资本总量推动型向科技拉动型转变。在高新技术产业集群培育方面取得突破性的进展，抢占纳米技术优势地位，形成强大的国家纳米技术产业化局面，既是纳米基地的直接任务，更是未来树立国家经济新增长点的关键，也是实现京津塘科技新干线迅速崛起的关键一环。