

## 纳米材料研究的进展与我国的对策

Progress in the Research of Nano Material and China's Strategy

张立德

(中国科学院固体物理研究所, 研究员 合肥 230031)

纳米材料诞生 10 多年来对各个领域的影响和渗透一直引人注目。进入 20 世纪 90 年代, 纳米材料研究的内涵不断扩大, 领域逐渐拓宽, 其显著特点是基础研究和应用研究的衔接十分紧密, 实验室成果转化速度之快出乎人们预料。它已成为当今新材料研究领域中最富有活力、对未来经济和社会发展有着十分重要影响的研究对象, 在纳米材料制备和应用研究中所产生的纳米技术很可能成为 21 世纪前 20 年的主导技术, 并带动纳米产业的蓬勃发展。

### 一、国际发展动态

从 1999 年开始, 美国政府决定把纳米技术研究列入 21 世纪前 10 年前 11 个关键领域之一。《美国商业周刊》在预见 21 世纪可能取得重要突破的 3 个领域中就包括了纳米技术领域 (其它两个分别为生命科学和生物技术、从外星球获得能源)。美国政府之所以在 20 世纪即将结束的关键时刻突然对纳米材料和技术如此重视, 其原因有两个方面。一是某权威机构 1996 年对 2010 年纳米技术市场做了预测, 估计能达到 14 400 亿美元, 美国试图在这样一个诱人的市场中占有相当大的份额。美国基础研究的负责人威廉姆斯指出, 纳米技术未来的应用远远超过计算机工业。美国白宫战略规划办公室认为, 纳米材料是纳米技术最为重要的组成部分。在《自然》杂志的报道中还特别提到: 美国已在纳米结构组装体系的高比表面纳米颗粒制备与合成方面领先世界潮流; 在纳米功能涂层设计改性及纳米材料在生物技术中的应用与欧共体并列世界第一; 纳米尺寸度的元器件和纳米固体也要与日本分庭抗礼。1999 年 7 月, 美国加利福尼亚大学洛杉矶分校与惠普公司合作研制成功 100nm 芯片。美国明尼苏达大学和普林斯顿大学于 1998 年成功地制备出量子磁盘。这种磁盘是由磁性纳米棒组成的纳米阵列体系, 达  $10^{-11}$  bits/in<sup>2</sup>, 美国商家已组织有关人员将这项技术迅速转化为产品, 预计 2005 年市场销售额

可达 400 亿美元。1988 年法国人首先发现了巨磁电阻效应, 到 1997 年巨磁电阻为原理的纳米结构器件已在美国问世, 它在磁存储、磁记忆和计算机读写磁头方面将有重要的应用前景。最近美国柯达公司研究部成功地研究了一种既具有颜料、又具有染料功能的新型纳米粉体, 预计将给彩色印像带来革命性变革。纳米粉体材料在橡胶、颜料、陶瓷制品的改性等方面很可能给传统产业和产品注入新的高科技含量, 在未来市场上占有重要的份额。纳米材料在医药方面的应用研究也令人瞩目。正是这些研究进展使美国政府认识到纳米材料和技术将占有重要的战略地位。原因之二是, 纳米材料和技术领域是知识创新和技术创新的源泉, 新规律、新原理的发现和理论的建立给基础科学提供了新的机遇, 美国计划在这个领域的基础研究方面独占“老大”的地位。

### 二、国内研究简况

近年来, 我国在功能纳米材料研究上也取得了以下举世瞩目的重大成果, 引起了国际上的关注。(1) 大面积定向碳管阵列合成 利用化学气相法高效制备纯净碳纳米管技术, 用这种技术合成的纳米管, 直径基本一致, 约 20nm, 长度约 100 $\mu$ m, 纳米管阵列面积达到 3mm $\times$ 3mm。其定向排列程度高, 碳纳米管间距为 100 $\mu$ m。这种大面积定向纳米碳管阵列, 在平板显示和场发射阴极等方面有着重要的应用前景。(2) 超长纳米碳管制备 首次大批量地制备出长度为 2~3mm 的超长定向碳纳米管阵列。这种超长碳纳米管比现有碳纳米管的长度提高 1~2 个数量级。(3) 氮化镓纳米棒制备 首次利用碳纳米管作模板成功地制备出直径为 3~40nm、长度达微米量级的发蓝光氮化镓一维纳米棒, 并提出了碳纳米管限制反应的概念。(4) 硅衬底上碳纳米管阵列研制成功, 推进了碳纳米管在纳米器件方面的应用。(5) 准一维纳米丝和纳米电缆应用溶胶-凝胶与碳热还原相结合的新方法 首次合成了碳化钼

## 国内外载人航天技术及其发展前景

Manned Space Technology and Its Development

戚发轫

(中国空间技术研究院, 研究员 北京 100081)

载人航天技术是指有人(航天员)参与的、对空间(包括地球以外的天体)进行探索以及利用空间

特有环境进行科学研究、资源开发与应用的综合工程。

(TaC) 纳米丝外包覆绝缘体  $\text{SiO}_2$  和 TaC 纳米丝外包覆石墨的纳米电缆, 以及以 SiC 纳米丝为芯的纳米电缆, 当前在国际上仅少数研究小组能合成这种材料。(6) 用苯热法制备纳米氮化镓微晶, 并开发了溶剂热合成技术。首次在  $300^\circ\text{C}$  左右制成粒度达 30nm 的氮化镓微晶。还用非水热合成法, 制备了金刚石纳米粉。美国《化学与工程新闻》杂志对此发表了题为“稻草变黄金——从四氯化碳( $\text{CCl}_4$ ) 制成金刚石”一文, 予以高度评价。

最近我国科学家又成功地合成了直径最小的碳纳米管, 还发现了纳米金属铜的超延展性。在“八五”研究工作的基础上, 我国初步形成了几个纳米材料研究基地。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, 这些研究基地都为我国纳米材料研究在国际上争得一席之地、促进我国纳米材料研究的发展、培养高水平的纳米材料研究人才方面作出了贡献; 在纳米材料基础研究和应用研究的衔接、加快成果转化中也发挥了重要的作用。在这些基地成功地制备出包括金属、合金、氧化物、氮化物、碳化物、离子晶体和半导体等多种纳米材料和纳米复合材料。近年来, 我国科学家根据国际纳米材料研究的发展趋势, 建立和发展了制备纳米结构(如纳米有序阵列体系、介孔组装体系、MCM-41 等) 组装体系的多种方法, 特别是自组装与分子自组装、模板合成、碳热还原、液滴外延生长、介孔内延生长等方面积累了丰富的经验, 已成功地制备出多种准一维纳米材料和纳米组装体系。这些方法为进一步研究纳米结构和准一维纳米材料的物性、推进它们在纳米结构器件的应用奠定了良好的基础。我国纳米材料和纳米结构的评价手段基本齐全, 达到了国际 20 世纪 90 年代末的先进水平。

到目前为止, 我国已建立 10 多条纳米材料和技术的生产线。纳米复合、塑料、橡胶和纤维的改性,

纳米功能涂层材料的设计和应用, 纳米材料在能源和环保等方面的应用开发已在我国兴起。在我国以纳米材料和纳米技术注册的公司有近百个。企业家对纳米材料和技术的关注和介入, 为纳米技术产业的形成注入了新的活力。在富有挑战的 21 世纪前 20 年, 一批新兴的纳米技术产业一定会崭露头角, 为我国国民经济的迅速发展做出新的贡献。

### 三、国际发展战略和我国的对策

在富有挑战性的 21 世纪, 世界各国都对极具战略意义的纳米科技领域予以足够的重视, 特别是发达国家都从战略的高度部署纳米材料和纳米科技的研究, 目的是提高在未来 10 年乃至 20 年在国际竞争中的地位。从各国对纳米材料和纳米科技的部署来看, 发展纳米材料和纳米技术的战略是: (1) 以未来的经济振兴和国家实际的需求为目标, 牵引纳米材料的基础研究、应用开发研究; (2) 组织多学科的科技人员共同创新, 做到基础研究、应用研究并举, 纳米科学、纳米技术并举, 重视基础研究和应用研究的衔接, 重视技术集成; (3) 重视利用纳米材料和技术改造传统产品, 提高高技术含量, 同时部署纳米材料和纳米技术在环境、能源和信息等重要领域的应用, 实现跨越式的发展。

为了使我国本世纪在纳米材料和技术研究方面在国际上占有一席之地, 从前瞻性、战略性、基础性来考虑, 应该成立中国科学院纳米材料和技术研究中心。建议北方成立一个以物质科学中心为基础的研究中心(包括金属研究所); 在南方建立一个以合肥地区中国科学院固体物理所和中国科技大学为基础的研究中心, 主要任务是以基础研究为主, 做好基础研究与应用研究的衔接和成果的转化。

(责任编辑 肖庆山)