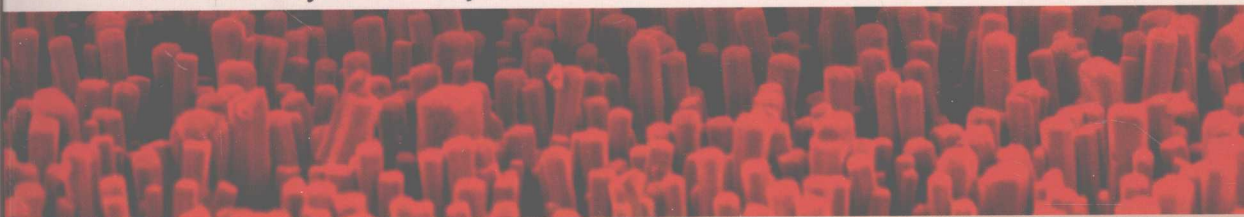


任红轩 黄 进 等编著
黄行九 余家会

Nanotechnology
Product and Its Application
Nano-industry Discovery



纳米科技产品及应用

——纳米产业揭秘

83
7-2



科学出版社
www.sciencep.com

纳米科技产品及应用

——纳米产业揭秘

Nanotechnology Product and Its Application:
Nano-industry Discovery

任红轩 黄 进 等 编著
黄行九 余家会

TB383
P477-2



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书从新兴产业、节能减排、传统产业以及纳米技术的集成应用等四个方面对国内外信息、生物医药、仪器、环境、能源、纺织、建材、精细化工等领域的产业化和接近产业化的纳米科技产品和应用进行阐述, 以期为读者揭开纳米科技产品的神秘面纱, 还其本来面目, 使社会公众全方位地正确地了解纳米科技的应用领域, 特别是使投资界深入了解纳米科技产品的巨大的潜在价值, 积极投身于纳米科技产业化, 为更大规模的纳米科技产业化做准备。

本书可供政府有关部门、企业界、投资界, 从事纳米科技的科研人员、管理人员, 相关大专院校师生以及纳米科技爱好者阅读和参考。

图书在版编目(CIP) 数据

纳米科技产品及应用: 纳米产业揭秘/任红轩等编著. —北京: 科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-026223-3

I. 纳… II. 任… III. 纳米材料-高技术产业-普及读物 IV. TB383-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 229324 号

责任编辑: 杨 震 张淑晓 / 责任校对: 朱光光

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 1 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2010 年 1 月第一次印刷 印张: 14 3/4

印数: 1—3 000 字数: 240 000

定价: 39.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序 一

纳米科技作为新兴前沿学科领域，将对经济社会的未来发展产生重要影响，被普遍认为可能带动下一次工业革命。在今后 10~20 年，纳米科技有望广泛应用于信息、能源、环保、医学和制造业、国防等领域，形成规模化的经济。不仅传统产业将借纳米技术普遍实现改造和升级，发生产业结构的变革，而且将形成基于纳米技术的新产业。

随着美国国家纳米技术计划的发布，世界上掀起了纳米技术开发的热潮。很快，我国市场上就出现了许多带“纳米”标签的产品。但是目前真正应用纳米技术的产品还比较少，炒作的纳米产品比较多。纳米技术的应用涉及复杂的理论知识，需要专门的仪器和方法才能进行鉴定，从而造成公众难辨别真伪的局面。这种将纳米技术当标签、当花瓶的做法，只会损害本应认真培育的市场，造成人们对纳米技术创新难度的认识不足，进而否定纳米技术的意义和作用，并会造成决策失误，丧失发展机遇。

该书汇集了国内外在新兴产业、传统产业、可持续发展领域以及纳米技术的集成应用等四个方面的产业化和接近产业化的纳米科技产品和应用，以期为读者揭开纳米科技产品的神秘面纱，还纳米科技产品的本来面目，使政府有关部门、企业界、投资界，从事纳米科技研发的科研人员、管理人员及相关大专院校师生和社会公众全方位地了解纳米科技的应用领域，为更大规模的纳米科技产业化做准备。同时，使投资界进一步了解纳米科技产品巨大的潜在应用价值，积极投身到纳米科技产业化中。总之，期望本书有助于社会公众理解纳米科技的实际应用领域，促进纳米科技的健康发展。

国家纳米科学中心理事长
中国科学院院士



2009 年 10 月 10 日

序 二

纳米技术是继信息技术和生物技术之后，又一深刻影响社会经济发展的重大技术，它的迅猛发展将在 21 世纪促使几乎整个工业领域产生一场革命性的变化。

国内外已经有很多介绍纳米科技研究领域的书籍，但是这些书籍偏重于介绍具体的研究工作，并且所涉及的内容也过于宽泛，尚没有专门的著作对纳米科技产品加以介绍，不利于大众对纳米科技产品的理解。该书遴选了纳米科技在新兴产业、可持续发展领域、传统产业以及纳米技术的集成应用等四个方面的产业化和接近产业化的产品和应用实例，并加以详细诠释，希望对纳米科技产品及应用达到以一斑窥全豹的效果。此外，该书以通俗易懂的语言，描述了前沿科技所涉及的复杂产品，为投资界、企业界和社会公众揭示了真实的纳米科技产品及应用。对于规范纳米科技产品、避免炒作，具有正本清源的作用。希望通过该书的发行，引起一些更深层次的思考和讨论，促进我国纳米科技健康、有序和快速地发展。

我要特别指出的是，任红轩博士与我相识多年，是个有想法的年轻人，此书表达了他对纳米科技的一些思考。但是，鉴于纳米科技的复杂性，以及作者认识上的局限性，此书可能还存在许多不足之处，望读者对一个成长中的年轻人的工作，给予理解、指导、帮助和宽容。

中国科学院物理研究所
中国科学院院士

解思深

2009 年 10 月 1 日

前 言

人们对于纳米产品的理解通常源于文献中所提供的笼统的描述,并且所涉及的大都是处在基础研究阶段的内容。由于缺少现实的例子,因而往往令人难以理解,以至于平常遇到的人——无论是多年的老朋友,还是刚结识的新朋友,都会问我“纳米有什么用”、“有什么产品是纳米的”、“市场上遍地都是打着纳米旗号的产品,到底哪些是真的”诸如此类的问题。特别是由于工作性质的缘故,有时要接待企业来访,他们的问题往往是:“纳米能干什么”、“我的企业如何应用纳米技术”、“怎样才能通过纳米技术降低成本”。每到此时,我都要费尽唇舌,解释半天,对方才会似有所悟——“原来纳米是这样的”。这样的经历多了,就萌生了写一本书的想法,面向更多的公众,介绍真正的纳米产品及其发挥作用的原理,同时也希望为产业界提供参考。

早在《纳米科技发展宏观战略》一书定稿之前,我就在考虑:纳米科技究竟能为产业做些什么,能为产业振兴做些什么?及至2007年世界经济危机初现端倪、2009年国务院发布十大产业振兴规划,其中的线条才逐渐清晰起来。除物流业外,在其余的九大产业中,都可以找到纳米科技的用武之地。发展纳米科技产业,有助于实现党中央、国务院“保增长、扩内需、调结构”的总体要求。围绕这一目标,纳米科技产品主要发挥推动前沿技术自主化、关键技术产业化、工程技术本地化的作用,提升现有产品的竞争力,实现产品由中低端向高端化发展,为信息、生物医药、环境和能源以及传统产业贡献出新的增长点,促进技术创新,提高研发、生产能力,形成自主知识产权,加快产业结构调整,推动产业优化升级。

故此,本书汇集了国内外在信息、生物医药、仪器、环境、能源、纺织、建材、精细化工等领域中已经产业化和接近产业化的纳米科技产品和应用,归纳为新兴产业、可持续发展领域、传统产业以及纳米技术的集成应用等四个方面的内容。本书所涉及的产品,不包括纳米粉体部分,只是对利用纳米材料制作的最终产品及实用的纳米技术进行了浅述,以期为读者揭开纳米科技产品的神秘面纱,还纳米科技产品的本来面目,使公众全方位地、正确地了解纳米科技的应用领域,为更大规模的纳米科技产业化做准备。同时,使投资界进一步了解纳米科技产品的巨大的潜在价值,积极投身到纳米科技产业化中。总之,

本书有助于政府有关部门、企业界、投资界，从事纳米科技研发的科研人员、管理人员及相关大专院校师生和社会公众全面理解纳米科技内涵，促进纳米科技健康发展。

本书主题所涵盖的内容跨度很大，涉及的领域和产品种类众多，比较难以把握。据国外统计，目前纳米产品有上千种，限于篇幅，本书仅能选择其中代表性产品加以阐述，因而有可能挂一漏万。此外，业界也仅有对单个纳米科技产品的零星介绍，类似本书从纳米产品的角度系统性阐述应用的绝无仅有，因此，缺少可参考的资料和可借鉴的经验。在写作的过程中也遇到一些问题，特别是复杂的技术问题。作者首先要学习了解技术本身，然后再用通俗易懂的语言进行表述，这也为本书的写作带来了一定的难度。因此，写作历经两个寒暑，数易其稿，并有几次结构性的大调整，所幸得到了很多领导和朋友的关心以及企业界朋友的支持，才使本书得以脱稿。由于作者学识浅薄、水平有限，书中观点难免有失偏颇，错误更是在所难免，特别是对一些专业问题可能理解不到位，希望各位专家和读者不吝赐教。

在本书写作过程中，作者还得到了国家科学技术部高新技术发展及产业化司、高技术研究发展中心、基础研究司、基础研究管理中心、中国科学院基础科学局、国家纳米科学中心、东南大学及其所属生物科学与医学工程学院的领导和同仁，国家科学技术部“863”计划纳米材料专项专家组、纳米研究重大研究计划专家组的各位专家，武汉理工大学和东南大学的昔日同窗们以及我们的家人和朋友对我们工作的关心、支持和热情帮助，没有他们的关心和支持，本书也无法完成，在此向他们表示最诚挚的谢意！

此外，还要感谢国家纳米科学中心、东南大学、华东师范大学、武汉理工大学、中国科学院合肥物质科学研究院提供的良好工作与学习环境。感谢上海科学技术委员会纳米专项基金（0952nm05300）提供的资助。

最后，特别感谢国家纳米科学中心理事长白春礼院士、中国科学院物理研究所解思深院士为本书作序，感谢国家纳米科学中心王琛主任、查连芳书记、赵宇亮研究员、张忠研究员，中国科学院团委胥伟华书记，中国科学院理论物理研究所欧阳钟灿院士，中国科学院化学研究所江雷院士、宋延林研究员、赵进才研究员、徐坚研究员，中山大学许宁生院士，中国科学院半导体研究所陈弘达副所长，华中科技大学深圳研究院胡军辉常务副院长，上海市纳米科技与产业发展促进中心闵国全主任、费立诚副主任，东华大学朱美芳副校长，清华大学深圳研究院马岚教授，中国科学院电子学研究所蔡新霞研究员，四川大学李玉宝教授，清华大学刘冬生教授，北京化工大学陈建峰教授、李效玉教授，

中国科学院兰州化学物理研究所刘维民所长，中国科学院上海微系统与信息技术研究所封松林所长、宋志棠研究员，中国科学院合肥智能机械研究所刘锦淮副所长，中国科学院过程工程研究所陈运法书记，中国科学院金属研究所成会明书记，河南大学张治军教授，中国科学院理化技术研究所唐芳琼研究员、陈丽娟研究员，武汉理工大学邵刚勤教授，上海交通大学孙方宏教授，中国科学院福建物质结构研究所林璋研究员以及中国科学院高能物理研究所常雪灵博士等给予的特别帮助。

作 者

于 2009 年秋

目 录

序一

序二

前言

第 0 章 引言	1
0.1 传统产业	1
0.2 高新技术产业	3

第一编 纳米技术与新兴产业

第 1 章 纳米技术在信息技术方面的应用	9
1.1 纳米技术在存储方面的应用	9
1.1.1 应用纳米材料和技术的硬盘	9
1.1.2 基于纳米加工技术的闪存	15
1.1.3 基于纳米加工技术的内存	20
1.2 纳米技术在显示方面的应用	25
1.2.1 纳米电子墨水及其显示器件	25
1.2.2 碳纳米管显示器	34
1.3 纳米技术在传感技术方面的应用	39
1.3.1 常见炸药痕量探测仪	39
1.3.2 用于毒品检测的纳米传感器	41
第 2 章 纳米技术在生物医用材料中的应用	47
2.1 基于纳米材料的诊断试剂及快速检测仪器	47
2.1.1 基于纳米材料的艾滋病快速检测技术	47
2.1.2 肝炎快速检测用纳米生物传感器	51
2.1.3 纳米炭混悬注射液	53
2.2 组织工程修复用纳米材料	53
2.2.1 纳米人工骨	55
2.2.2 纳米复合齿科修复材料	59
2.3 纳米技术在重大疾病治疗中的应用	61

2.3.1	药物纳米载体	61
2.3.2	纳米药物	67
第3章	加工与检测仪器在纳米科技中的应用	70
3.1	纳米检测仪器	70
3.1.1	透射电子显微镜	70
3.1.2	扫描电子显微镜	73
3.1.3	扫描探针显微镜	77
3.1.4	场发射枪扫描透射电子显微镜	80
3.1.5	多功能表面联合分析系统	81
3.1.6	激光粒度仪	82
3.1.7	小角激光光散射仪	82
3.1.8	飞行时间二次离子质谱仪	82
3.2	纳米加工仪器	83
3.2.1	纳米压印系统	83
3.2.2	电子束光刻系统	83
3.2.3	聚焦离子束-电子束双束纳米加工系统	84
3.2.4	薄膜生长设备	84
3.2.5	紫外激光干涉光刻直写系统	87
3.2.6	光学曝光机系统	88
3.2.7	高密度等离子体刻蚀机	88
3.2.8	离子束刻蚀机	88

第二编 节能减排的纳米技术

第4章	纳米技术在环境中的应用	91
4.1	用于水处理的纳米材料与纳米技术	91
4.1.1	用于铬渣治理的纳米技术	91
4.1.2	应用于土壤与地下水修复的纳米铁粉	93
4.1.3	纳米铁锈去除饮用水中砷污染	94
4.1.4	微纳米气泡治理蓝藻水华	95
4.2	用于空气净化的纳米技术	98
4.2.1	基于纳米二氧化钛的空气净化技术	99
4.2.2	纳米化水性涂料	100

第 5 章 纳米技术在能源方面的产品及应用	105
5.1 基于纳米材料及加工技术的 LOW-E 玻璃	105
5.1.1 Low-E 玻璃的特点及功能	106
5.1.2 Low-E 玻璃的主要生产方法	107
5.2 纳米润滑技术与产品	109
5.2.1 纳米润滑油的种类	112
5.2.2 可能的作用机理	117
5.3 基于纳米加工技术的 LED 光源	118
5.3.1 LED 光源的市场应用概况	118
5.3.2 LED 光源的特点	119
5.3.3 LED 光源的应用	121
5.3.4 LED 光源的发展趋势	124
5.4 基于纳米材料的锂离子电池	126

第三编 纳米技术与传统产业

第 6 章 纳米技术在传统产业中的产品及应用	131
6.1 纳米技术用于印刷线路板	131
6.2 基于纳米材料的油墨	134
6.2.1 纳米改性颜料	134
6.2.2 纳米改性油墨	135
6.3 基于纳米材料的绿色制版技术	139
6.4 基于纳米改性纤维的功能纺织品	142
6.4.1 排汗导湿的功能纺织品	142
6.4.2 疏水自洁纺织品	143
6.4.3 防紫外线纺织品	145
6.4.4 纳米改性导电纺织品	145
6.5 纳米复合耐磨损涂镀层	146
6.5.1 纳米金刚石复合镀层	146
6.5.2 纳米金刚石复合涂层	147
6.5.3 基于纳米二氧化硅的耐磨涂层	148
6.6 新型电力用纳米复合涂层材料	149
6.6.1 新型电力防污闪纳米复合涂层材料	149
6.6.2 新型电力防覆冰用纳米复合涂层材料	150

6.7	纳米晶碳化钨硬质合金工具	154
6.8	纳米改性涂料	156
6.8.1	纳米改性内外墙涂料	156
6.8.2	管道用抗菌、防腐纳米改性涂料	159
6.8.3	无色透明抗菌自洁涂层材料	160
6.8.4	高性能纳米改性导电涂料	160
6.8.5	墙体用纳米改性水性保温隔热涂料	161
6.8.6	金属和塑料表面紫外光固化纳米改性耐磨涂料	162
6.9	纳米技术在纸张中的应用	162
6.9.1	纳米改性的抗菌纸张	163
6.9.2	纳米改性的抗静电及耐磨纸张	163
6.9.3	基于纳米改性颜料的彩色纸张	164
6.9.4	纳米改性阻燃纸张	164
6.9.5	纳米改性疏水纸张	164
6.9.6	纳米无机纤维为原料的纸张	164
6.9.7	纳米碳酸钙为基础原料的纸张	165
6.10	纳米超级钢肥皂	165
6.11	纳米空气净化包	167
6.12	采用纳米添加剂的滑雪蜡	168
6.13	用碳纳米管做材料的自行车	169
6.14	纳米改性网球拍	170
6.15	纳米改性混凝土	173
6.15.1	环境友好混凝土	173
6.15.2	智能混凝土	174
6.16	纳米自洁玻璃涂层	175
6.16.1	亲水玻璃纳米涂料	175
6.16.2	疏水纳米玻璃涂料	175
6.17	纳米改性真空集热管	176

第四编 纳米技术集成

第7章	纳米改性的概念汽车	181
7.1	提高汽车安全性的纳米技术	182

7.1.1 纳米电子传感器在汽车上的应用	182
7.1.2 纳米改性塑料在汽车上的应用	182
7.2 提高汽车舒适性的纳米技术	185
7.2.1 车用纳米改性轮胎	185
7.2.2 车身用纳米改性涂层	187
7.3 提高汽车环保性的纳米技术	192
7.3.1 车用尾气净化材料	192
7.3.2 自清洁防雾玻璃	194
7.3.3 纳米改性的电池系统	195
7.3.4 纳米技术在检测汽车尾气上的应用	195
7.4 提高汽车节能性的纳米技术	196
7.4.1 纳米润滑技术	196
7.4.2 纳米陶瓷改性的发动机系统	196
7.5 展望	197
第8章 纳米技术点亮家居	198
8.1 墙体	198
8.1.1 纳米改性混凝土	198
8.1.2 新型隔热保温层	199
8.1.3 纳米改性内外墙涂料	199
8.2 门窗	199
8.2.1 纳米塑钢窗户	199
8.2.2 纳米自洁玻璃涂层	200
8.2.3 Low-E 玻璃	200
8.3 家电	201
8.3.1 碳纳米管显示器	201
8.3.2 纳米制冷技术	201
8.3.3 空气净化器	202
8.3.4 电脑	203
8.3.5 节能环保的 LED	204
8.4 厨卫用具	204
8.4.1 厨房用具	204
8.4.2 卫生间用具	206

8.5 使用纳米水性涂料的家具	209
8.6 床上用品	209
8.7 展望	210
参考文献	211

第 0 章 引 言

纳米材料以它奇异的特性为传统产业的升级换代提供了新的机遇。我国国情决定了发展纳米产业首先应切入传统产业，特别是一些具有资源优势和市场优势的产业，通过纳米技术调整产品结构，增加科技含量，为实现传统支柱产业的升级换代、促进 GDP 的增长发挥重要作用。

0.1 传统产业

(1) 汽车行业

纳米技术在汽车产业的应用十分广泛，应用纳米技术可以提高汽车的安全、轻质、环保等性能。由于纳米材料比表面积大、催化效率高等特点，在汽车尾气及车内空气净化方面应用纳米技术，将使排放的气体更清洁、更环保。发动机应用纳米陶瓷复合材料，将使发动机更坚固，使用寿命更长。在安全防护方面应用纳米力敏传感材料、汽车防腐底漆、自洁功能面漆、保险杠及车内装饰用纳米改性高分子材料，可以显著地提高汽车寿命，改善汽车的安全和防腐耐磨性能。各类电机中应用的新型纳米稀土永磁材料以及汽车动力应用的纳米新型太阳能电池，将进一步降低能耗，使能源更清洁，马力更强劲。这些方面已经引起了一些国际大公司的关注，预计在近期内可形成大约 10 亿美元的市场。由此可见，纳米技术在汽车产业中存在着巨大的商机。

(2) 建材行业

纳米材料以其特有的光、电、磁等性能为建筑材料的发展带来一次前所未有的革命，在建材中具有十分广阔的应用前景和巨大的社会、经济效益。未来可移动的整体房屋可以用纳米材料建造，包括轻质高强的墙体、门窗、管材，环保涂料、屋面材料、太阳能电池、通风及给排水净化系统等。利用纳米材料开发的具有自清洁功能的抗菌防霉涂料，对墙体有更牢固的附着力，并且易于清洁，能有效地抑制细菌、霉菌的生长，分解空气中的有机物和臭味，净化空气中的有害气体，增加空气中的负离子浓度，从而达到清新空气等功效。具有自洁功能的玻璃将实现免擦洗，从而解除“蜘蛛人”危险而繁重的日常劳动。

同样,具有自洁功能的瓷砖将使家居生活更温馨,将使繁重的家务劳动变得很轻松。具有自洁、抗菌功能的无规共聚聚丙烯(PPR)供水管,将使生活更轻松,管道使用寿命更长,水质污染更小。利用纳米材料具有的导电功能而开发的导电涂料,可以用于储油罐、计算机房等设备的防静电处理。利用纳米材料屏蔽紫外线的功能可大大提高聚氯乙烯(PVC)塑钢门窗的抗老化性能,增加使用寿命。利用纳米材料还可大大提高塑料管材的强度,这种复合管材的强度可以达到钢材的要求。根据美国2010年纳米复合材料总需求预测,今后纳米复合材料将有较大发展,到2010年聚合物系纳米复合材料营业额将达40.07亿美元。

(3) 纺织行业

我国是世界纺织大国,2008年棉花产量已逾650万t,化学纤维产量已达2405万t。将功能纳米氧化物填充到纤维中可制得各种差别化、功能化纤维,从而赋予普通纤维特殊功能(如高感、高吸湿透湿、防污、抗静电及导电、抗菌及消臭、离子交换、生物降解与相容、隐身、发光等)而成为新一代化学纤维。或者采用化学、物理的方法,将功能性组分与高聚物复合成纤维,达到集多种功能于一体的效果。这一切将为纤维的发展带来一场革命,这些特种功能纤维将满足人们日益追求的舒适、保健、环保、智能型服装的要求。这一领域的市场容量很大,据国际权威RNCOS调查公司预测,2012年将达到1152亿美元。

高阻燃、高强防弹、隐身性纤维也将为军队服装和国防建设做出重要贡献。纳米技术可以应用于纺织机械,面料后整理等方面。随着纳米技术的深入开发,方便快捷的后整理技术必将引发纳米材料在纤维应用上的又一次革命,将为社会带来十分可观的经济效益,可大大提高我国纤维产业在国际市场的竞争力。

(4) 机械行业

据统计,世界上1/3以上的一次性能源消耗于摩擦,磨损是材料与设备破坏和失效的三种最主要形式之一,每年所造成的损失约占GDP的1%。纳米科技的发展为解决该领域的润滑材料与技术难题提供了可能。金属材料的晶粒细化和纳米化,尤其是强机械力作用下的材料表层晶粒的纳米化,并配合碳氮物理化学渗透,形成了高强度或者高耐磨损性的金属纳米材料,可用于阀门轴承及高强度耐磨损部件。

金属材料的表面纳米化能够明显地提高金属材料（如铜、铁、低碳钢和不锈钢等）的力学和化学性能，而又不损害材料的韧性。硬质合金作为一种重要的工具材料和结构材料，其用途极其广泛。最新研制的纳米硬质合金，不但强度和硬度均高于相同成分的粗晶合金，还展示出一些其他的新奇特性。

0.2 高新技术产业

(1) 电子信息行业

在电子信息行业，应用纳米技术制造出的基于量子效应的新型纳米器件将克服电子信息产业发展中的局限，这包括以强场效应、量子隧穿效应等为代表的物理限制和以功耗、互联延迟、光刻等为代表的技术限制以及制造成本昂贵、用户难以承受的经济限制。具有量子效应的纳米信息材料将提供不同于传统器件的全新功能，从而产生出新的经济增长点。这将对信息产业和其他相关产业的一场深刻的革命。

这些技术上的突破将全面地改变人类的生存方式，它所带来的经济价值是难以估量的。正如美国《新技术周刊》指出的，纳米技术在电子信息产业中的应用将成为 21 世纪经济增长的一个主要发动机，其作用可使微电子学在 20 世纪后半叶对世界的影响相形见绌。据国际半导体设备暨材料协会（SEMI）发表的一份市场调研报告，2005 年面向纳米电子的纳米材料、工具和设备市场总计为 18 亿美元，预计 2010 年将增长到 42 亿美元。

据 SEMI 的报告《全球纳米电子市场与机遇》，预计 2010 年工具与设备的产值将达到 8.66 亿美元。其中，碳纳米管（CNT）、纳米压印和远紫外光刻的增长最为迅速。SEMI 指出，在未来 5 年内，CNT 背光和 CNT 场致发射显示器（FED），以及许多采用纳米材料的聚合物和透射膜将实现商业化。采用纳米材料，将使显示器产业能够采用喷墨打印和丝网印刷等新型制造工艺。另外，采用纳米线的基于 MEMS 的存储器件以及采用各种纳米材料的新式半导体存储也将实现商业化。报告还显示，关注技术挑战的产业，包括半导体产业，在采用新技术方面通常比较保守；而那些关注成本挑战的产品，如显示和硬盘存储，更加愿意尝试新技术。

(2) 生物医药行业

纳米技术将在生物医学、药学、人类健康等生命科学领域有重大应用。随着纳米技术在生物医学领域的发展和深入，它对疾病特别是重大疾病的早期诊