

纳米技术与可持续发展

郭艳玲

(天津科技大学基础科学系,天津,300222)

摘要 在讨论发展问题时,技术主义的理念和实践通常被认为是当代发展不可持续性的主要根源。本文认为,近年来纳米技术的兴起及其广阔的应用前景表明,技术主义的发展模式或许并未走到尽头;它迄今仍然刺激着人类的发展想象,促进着物质经济快速增长,因而是不能简单否定的。

关键词 纳米技术;可持续发展

可持续发展是目前世界发展的基本理念之一,也是我国制定发展战略的基本原则。实施可持续发展战略有两条基本思路:一是走约束发展或有限发展的道路,即通过降低既有的发展速度和限制发展的规模来实现发展的持续性;二是在高速发展的前提下积极探索替代技术经济模式,并在新模式下保证发展的持续性。而所谓替代模式,无疑地,将需要一种完全不同的技术支持,在一个新技术群的基础上塑造“新经济”。特别是通过能源、材料、信息、生物技术等的创新替代,达到高速而又持续的发展目标。本文认为,目前和今后的世界发展应该在这两条发展思路和实践之间,保持必要的张力。本文主要讨论纳米技术的兴起和新进展,对可持续发展的涵义、可能的关联和问题。

一、可持续发展及其技术基础

人类发展观的转变,是人类文明在不断进步中对人与自然关系模式的自觉选择,也是对技术进步的一种客观体现和回应。简言之,是生产方式在人类意识上反映的深化和提高。迄今为止,人类的发展观可归纳为三种。

第一种是传统发展观。传统发展观是西方国家工业革命和世界范围的现代化运动的产物,其核心是物质财富的增长。按照这种观念,人们追求幸福的生活就是去追求大量的物质财富,物质财富的无

限增长是社会进步的惟一标志。资本主义就是在这种发展观的支配下建立起前所未有的物质文明和社会繁荣的。特别在第二次世界大战之后,物质财富的积累达到了惊人的水平,发达资本主义国家的生活水平有了普遍提高,社会保障也明显改善。传统发展观的致命缺陷在于它误认为物质财富增长所依赖的资源在数量上是不会枯竭的,即使由于短时期内资源的供给小于资源的需求,但在市场机制作用下,这种短缺也会得到补充。同时,环境和资源的价值也未体现在产品和服务的价格中。

第二种是零增长发展观。经济增长所带来的严重而普遍的环境问题,使有些人产生了悲观的情绪。自1970年代初开始,以丹尼斯·米都斯为首的美国、德国、挪威等一批西方科学家组成的罗马俱乐部提出了关于世界趋势的《增长的极限》、《人类处在转折点》等一系列研究报告。这些报告认为:如果目前的人口和资本的快速增长模式继续下去,世界就会面临一场“灾难性的崩溃”。而避免这种前景的最好方法是限制增长,即“零增长”。他们认为,我们生活的地球是有限的,地球上的土地资源、不可再生资源、污染承载能力都存在着极限,必须自觉地抑制增长,使人口和资本保持稳定。那些会导致严重后果的人类活动必须认真地加以控制,而那些不需要大量资源或不产生严重环境退化的人类活动,如教育、艺

收稿日期:2003年2月

作者简介:郭艳玲,副教授,南开大学化学学院在读博士生,主要从事纳米载体的研究。

术、体育等,仍可以无限地增长。

如果说与传统发展观相对应的是传统的工业技术模式,那么零增长发展观则是对这种技术模式的否定性批判。

第三种就是可持续发展观。可持续发展(Sustainable Development)是1987年世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》报告中第一次阐述的发展概念,即“既满足当代人的需求又不损害后代人满足其需求的能力的发展”。以1992年联合国环境和发展大会为标志,世界各国开始接受可持续发展观。可持续发展观强调的是经济、社会和环境的协调发展,其核心思想是经济发展应当建立在社会公正和环境、生态可持续的前提下,既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害。可持续发展包含两大方面的内容:一是对传统发展方式的反思和否定,二是对规范的可持续发展模式的理性设计。就理性设计而言,可持续发展具体表现在:工业应当是高产低耗,能源应当被清洁利用,粮食需要保障长期供给,人口与资源应当保持相对平衡等许多方面。不仅如此,发展的公平性,即代际公平和代内公平问题,也第一次被提出并赋予了基础性的意义。

可持续发展思想的提出源于人们对环境问题的逐步认识和热切关注。但是对于如何实现发展的持续性,目前还有争论。环境主义者提出的有限发展模式和技术主义者提出的无限发展模式,在对可持续发展的理解和实践上有着重要区别。按照技术主义者的观点,虽然目前人口、资源和环境的发展趋势给技术、工业化和经济增长带来了一些问题,但是人类能力的发展是无限的,生产的不断增长能为更多的生产进一步提供潜力。特别是,科学技术的进步和对资源利用效率的提高,将有助于克服传统发展模式带来的环境和社会问题,并在新的技术基础上实现可持续发展。以下我们将通过对纳米技术及其应用前景的分析,说明技术主义的发展模式既有其积极的行动蕴涵,也有一些被忽略了的重要问题。

二、纳米技术的兴起及其应用前景

所谓纳米技术(Nanotechnology),是指在纳米尺度(1~100nm)下对物质进行制备、研究和工业化,以及利用纳米尺度物质进行交叉研究和工业化的一门综合性技术体系。对于微观物质的研究,1960年代出现了团簇科学,成为凝聚态物理研究的热点。

在团簇物理研究中,人们在团簇和亚微米体系之间又发现了一个十分令人瞩目的新体系,即纳米体系。这个体系通常研究的范畴为1~100nm,其中典型的代表是纳米粒子。纳米粒子由于尺寸小、比表面积大和量子尺寸效应使其具有不同于常规固体的新特性,而成为材料科学、物理学和化学等学科的前沿焦点。

早在1959年,诺贝尔奖获得者、著名的美国物理学家费曼(Richard Feynman)就预言,如果对物质微小规模上的排列加以某种控制,就可能使物质显现出大量新特性。1960年代,东京大学的久保良吾(Ryogo Kubo)提出了有名的“Kubo效应”,认为金属超微粒子中的电子数较少,而不遵守Fermi统计,并证实,当结构单元变得比与其特性有关的临界长度还小时,其特性就会发生相应的变化。1970年代末1980年代初,随着纯净的超微粒子的制取及研究,“Kubo效应”理论日趋完善,为日后纳米技术理论研究打下了基础。1974年,世界上开始使用纳米技术一词描述精密机械加工。1982年,科学家发明研究纳米的重要工具——扫描隧道显微镜,向我们揭示原子、分子世界,对纳米技术的发展产生了积极作用。1990年,第一届国际纳米科学技术会议在美国举办,标志着纳米科学技术的诞生。1991年,碳纳米管被发现,它的质量是相同体积钢的六分之一,成为纳米技术研究的热点。1997年,美国科学家成功地用单电子移动单电子,利用这种技术可以把现在的计算机速度和存贮量提高成千上万倍。1999年,巴西和美国科学家进行纳米碳管实验时发明了世界上最小的“秤”,它能够称量十亿分之一克的物体,即相当于一个病毒的重量。此后不久,德国科学家研制出能称量单个原子的重量的秤,打破了美国和巴西科学家联合创造的纪录。世纪之交,纳米技术得到了长足发展,并逐步成为一个纳米技术体系。与此同时,纳米技术逐步走向市场,产业化的趋势和速度已引起广泛关注。

目前人们广泛认为,纳米技术是人类认识和改造世界的重大突破,将引发一场新的技术革命和产业革命。钱学森曾预言:“纳米左右和纳米以下的结构将是下阶段科技发展的重点,会是一次技术革命,从而将引起21世纪又一次产业革命。”这场技术革命的广阔性和深入性完全可以与以往几次技术革命相媲美,特别是纳米材料及纳米技术与信息技术的

相互推动,以及小型化的扩展趋势,将成为纳米技术产业化的强劲潮流。正如美国IBM公司首席科学家阿莫斯特朗所说:“正像1970年代微电子技术引发了信息革命一样,纳米科学技术将成为下世纪信息时代的核心。”美国总统克林顿2001年1月也宣布了一项新的国家研究发展计划,即国家纳米技术计划(NNI)。该计划在既有的纳米技术研究发展成果的基础上,提出了若干重大的、长期的、可能取得突破而又具有挑战性的具体目标。主要包括:

(1)设计和制造强度和硬度更大、重量更轻、安全性能更高并能进行自我修复的纳米材料。开发比钢的强度高10倍而重量只有其几分之一材料,以使各种海洋、陆地和空中交通工具的重量更轻、燃料燃烧效率更高;开发比目前强度大3倍,熔点高于100℃的聚合材料,以及开发多功能的“聪明材料”等。

(2)从原子、分子开始制造材料和产品。这种所谓从小到大(bottom-up)的制造方式,其所需要的材料较少,造成的污染程度也较低。

(3)将每单位表面的存储量增加1000倍,使海量存储器的存储量提高到几太比特。届时美国国会图书馆的整个馆藏内容,可以容纳在一块方糖大小的器件中。

(4)在晶体管 and 存储器芯片中采用纳米结构,使计算机的速度和效率提高几百万倍。

(5)把通讯带宽增加100倍,大大提高企业的运营效率。

(6)将基因或药物输送到癌细胞和器官,以达到直接治疗的效果;使用生物传感器实现疾病的早期检测;使人造器官的排斥率降低一半;使用极微小的医疗器件,使得对人体的损害降低到最低程度。

(7)清除水和空气中的最细微的污染物(分别为300nm和50nm),使环境和饮用水更加清洁;使海水的淡化和净化所需的能量比目前至少小10倍。

(8)大大提高能源存储和转换的效率,使太阳能电池的效率提高1倍。

(9)使进入太阳系以外空间的微型航天器只需很少的能源。

(10)使生物纳米器件用于有害物质检测,特别是在化学生物战现场进行迅速和有效的检测;制造微型化的电/机/化学器件,修复受损的人体细胞和组织,辅助人体行动。

近年来,纳米技术已经历了一个由不自觉地自觉,由预测到实际研究,由分散研究到有系统地整体研究的转变。这种转变也反映出了纳米技术体系从形成到进一步发展的系统框架。

三、纳米技术对于可持续发展的双重含义

作为一项在微观环境下操纵原子、分子或原子团和分子团使其形成所需要的物质的新技术,纳米技术的诞生和发展使人类认识世界上升到新层次,大大拓展了人类改造自然的能力,不仅会引领生产方式发生质的飞跃,而且也标志着科学技术的发展进入了一个崭新的时代。在某种意义上,纳米技术的进步也将影响和改变人类的发展实践,与其他新兴高技术一起,使可持续发展的观念变为现实。

首先,纳米技术是一种跨学科、跨领域的综合集成高科技,它基于纳米材料的开发研制,从一开始就既与传统的工艺技术和工业工程技术、又与新兴的生物工程技术和信息技术等联系在一起。纳米技术诞生于原子物理、凝聚态物理、胶体化学、配位化学、反应动力学以及表面科学等学科的交叉汇合,它的研究、开发、应用不仅涉及到物理学、化学、生物学、机械、材料、电子、计算机、医学等基础性学科,而且它本身也在形成综合性的科学技术,如电真空技术、微细化工技术、离子物理化学等。纳米材料奇特的力学特性、热性能、光性能、磁性能、电性能以及表面活性和生物活性等特性,使纳米技术在应用领域的广泛性上很难有出其右者。在纳米技术的兴起和发展过程中,我们注意到,学科和专业的界限、科学和技术的界限,甚至科学技术与产业的界限是十分模糊的。传统的专业技术模式所固有的缺陷,如分析主义的方法论、研究与开发的分离、理论和应用的脱节等,将很大程度上得以避免,并进而影响现实的经济发展模式。

其次,纳米技术的进步将突破有限主义的发展观,展现出经济社会发展的新领域,并使一些传统的技术和产业重新焕发勃勃生机。关于纳米技术发展和应用前景的预测和分析表明,过去作为发展瓶颈的主要问题,如健康与重大疾病防治、食品安全、水安全保障、油气安全保障、战略矿产资源安全保障、海洋监测与资源开发利用、清洁能源与再生能源、环境污染控制与生态综合治理、防灾减灾、全球环境问题等,都将随纳米技术的发展和得到不同程度的缓解和解决。例如,陶瓷材料作为三大材料之一,

在日常生活和工业生产中占有举足轻重的地位。但是,由于传统陶瓷质地较脆,韧性和强度较差,不仅应用受到限制,而且是工业和生活垃圾的来源之一。而纳米陶瓷将一劳永逸地解决上述问题,使其技术价值大大提高。尤为重要的是,纳米技术正在创造一个全新的高技术产业,成为经济社会发展的新的增长源泉。据统计,纳米材料和纳米结构器件在2000年的市场容量已达6375亿美元;纳米材料和结构的评价技术、纳米传感技术、纳米合成技术等领域的综合交叉,具有广阔的市场前景。

第三,与其他技术相比,纳米技术具有嵌入性和更大的可塑性,因而不仅可作为发展的基本手段,而且可以积极参与对人类未来的发展方向的塑造。在研究纳米技术与发展的关系时,极端的技术决定论和极端的社会决定论立场显然都是片面的。一方面,纳米技术是一种原创技术,具有对于社会经济发展的独立影响潜力;另一方面,纳米技术的影响力一般又不是独立发生的,而是通过与其他技术、其他领域的相互作用和相互镶嵌实现的。这样,纳米技术在未来的发展中占有什么地位以及它以什么形式发挥作用,将与行动者的实践选择和行动设计有很大关系。在这里,行动者的可持续性的发展观念就成为一个重要的调节因素。换言之,纳米技术将使得未来的世界发展模式更加具有弹性或柔性。

当然,正是由于上述不确定性,纳米技术与发展的作用就包含着相当的风险。2000年9月,美国国家科学基金会主办了一个特别会议。会上,来自于研究领域、智囊团和政府基金部门的代表们聚集在一起,探讨了人们对于纳米技术与日俱增的忧虑。其中,最受人关注的,一是对技术可行性尚很低的纳米机器人的夸大其辞的宣传,二是关于纳米技术的一些社会问题,比如现有的教育体系能否培养出足够的纳米技术工人?纳米技术在电子学领域的发展是否会削弱成千上万人赖以维持生计的传统工业?随着纳米技术和分子生物技术成本的日益降低,是否会使恐怖分子或其他小团体更容易去制造危险的细菌?特别是纳米技术所面临的最大问题——公众对它的接受。美国国家癌症研究所的负责人理查德·克劳斯内指出,纳米科学的发展促使医疗技术发生了革命性的发展,例如可以通过移植微型的传感器来监控发出癌变信号的分子。但是,除非病人们事先就对这种医疗手段的发展有所了解,

否则他们是不会让这些物品侵入自己身体的。过去的10多年来,在变异基因生物技术的发展中,这一点就被忽视了。现在纳米技术研究人员应当汲取教训,避免重蹈覆辙。

纳米技术对于可持续发展的风险还表现在,它有可能加剧世界各国之间的发展不平衡,从而无助于实现可持续发展的公平性,尤其是代内公平问题。科学技术的发展和历来存在着不平衡性,纳米技术也不例外。那些在纳米技术领域处于领先地位的国家、地区和群体,将率先享有应用纳米技术所带来的各种发展优势,从而在日趋激烈的世界发展竞争中占据主导地位。实践表明,这些优势单位仍然集中于发达国家、地球的西半部和一些实力雄厚的跨国公司。这一方面表明,纳米技术同样也具有一般技术在发展中造成的社会和政治问题,另一方面也凸现了在积极推进纳米技术发展和应用的同时,提高相关成果的共享水平以及加强世界范围的交流与合作的重要性。

参 考 文 献

- 1 许先春. 走向未来之路: 可持续发展的理论与实践. 北京: 中国广播电视出版社, 2002
- 2 丹尼斯·米都斯等. 增长的极限. 长春: 吉林人民出版社, 1997
- 3 Keahler T., Nanotechnology: Basic Concepts and Definitions. Clin. Chem., 1994, 40(9): 1797 ~ 1799
- 4 李亚青等. 试论纳米技术. 科学技术与辩证法, 1998, (3)
- 5 曹学军. 美国国家纳米技术计划. 国外科技动态, 2000, (6): 18 ~ 19
- 6 蔡宁等. 纳米技术生命周期及其政策支持重点研究. 科学学研究, 2002, (2): 172 ~ 178
- 7 Permiakov, N. K., Ananian, M. A., et al. "Scanning Probe Microscopy and Medico-bio-logical Nanotechnology: History and Prospects". Arkl Patol, 1998, 60(5): 9 ~ 13
- 8 魏红, 李永国. 纳米技术在生物医学工程领域的应用——研究现状和发展趋势. 国外医学生物医学工程分册, 1999, 22(6): 340 ~ 344
- 9 张汝冰等. 纳米技术在生物及医药学领域的应用. 现代化工, 1999年, 19(7): 49 ~ 51.
- 10 任建敏等. 纳米技术在生物医学工程中的应用. 第三军医大学学报, 2000, 22(3): 299 ~ 300
- 11 林元华. 纳米技术——人类的又一次产业革命. 国外科技动态, 2000, (1): 11 ~ 13
- 12 Robert F. Service. 纳米技术, 危乎哉?. 郝建纲译. 2000 - 11 - 24