

The Nanometer
Century

纳米世纪

奇迹、革命与未来世界

赵新宇 著

打开梦想与财富的天空

广州出版社

打开梦想与财富的
天空

纳米世纪

奇迹、革命与未来世界

赵新宇 著

广州出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

纳米世纪：奇迹、革命与未来世界/赵新宇著. —广州：广州出版社，2001. 3

ISBN 7-80655-203-0

I. 纳… II. 赵… III. 纳米材料-影响-研究 IV. TB383

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 14380 号

纳米世纪：奇迹、革命与未来世界

广州出版社出版发行

(地址：广州市人民中路同乐路 10 号 邮政编码：510121)

广东韶关粤北印刷厂印刷

(地址：广东省韶关市五里亭 邮政编码：512000)

开本：711×1245 1/24 字数：18 万 印张：10

2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月第 1 次印刷

发行人：黎小江

责任校对：杨燕莉

责任编辑：李利

封面设计：赵凌

发行专线：020-83793214 83781097

ISBN 7-80655-203-0/C·16

定价：22.80 元

人类将再一次倾倒于自己亲手创造的奇迹，
并为自己亲手发起的革命震惊——就像哥伦布穿
越茫茫的海洋，第一次踏上神奇的美洲大陆；像
人类第一次自由地飞翔在无垠的天空；像爱因斯
坦经过漫长的思考，洞悉了宇宙的神秘；像人类
第一次听到宇航员来自月球的光辉宣言——纳米
科技又一次打开了梦想的天空。

FN22/10

目 录

第一章 即将到来的纳米时代/1

纳米是1米的十亿分之一，纳米技术是指制造体积不超过数百个纳米的物体，其宽度相当于几十个原子聚集在一起。

纳米技术所带来的不仅仅是科技和经济上的革命，它将彻底代替微米时代的文明，把一种全新的文明——纳米文明展现在人类面前，微米时代的信息技术只是缩小了世界的距离，而纳米时代的技术不仅体现了对自然界的利用，更重要的是体现了人类与自然界的和谐共存。

一、即将到来的时代：微型化的世界/1

“如果一只苍蝇从墙上摔到地面，它不会受伤，因为它太小了，但是如果换一头大象，那就肯定无疑会受伤。”

二、人类文明进程的划分方式/5

模糊时代：工业革命之前/毫米时代的到来与发展：工业革命到 20 世纪初/20 世纪的两次科学技术革命：人类跨入微米时代。

三、纳米奇迹/27

研究表明某些纳米材料可杀死癌细胞/纳米眼球的出现/纳米电缆/用纳米技术“打造”的新一代抗菌药物研制成功/成功制备太阳能电池，纳米应用又获进展/纳米级金刚石晶体薄膜的合成/下载硬件：纳米技术显身手/分子电子研究的突破/用于食品工业/用于保健。

第二章 纳米历程/36

千百年来，埃及金字塔呈现出的各种奇特现象一直困惑着人们，带进塔内原本昏暗的宝石发出灿烂的光芒；肉类、蛋奶类等塔内保鲜期延长；脱水鲜花变得清新、鲜艳；塔内带出的水擦洗伤口愈合迅速……金字塔的神秘功效终于被“克隆”，它就是——纳米技术。

一、自然界的纳米现象/36

蜜蜂的体内也存在磁性的纳米粒子，这种磁性的纳米粒子具有“罗盘”的作用，可以为蜜蜂的活动导航。/真正利用磁性纳米微粒导航，进行几万公里长途跋涉的是大海龟。

二、纳米概念的提出：天才的费曼先生/38

早在 1959 年，著名的理论物理学家、诺贝尔奖金获得者费曼曾预言：“毫无疑问，当我们得以对细微尺度的事物加以操纵的话，将大大扩充我们可能获得物性的范围。”

三、纳米概念的突破和理论的发展：德雷克斯勒的故事/39

纳米技术的真正倡导者是一位并不很显赫的，由工程师转变而成的梦想家埃里克·德雷克斯勒。

四、纳米技术和纳米材料的研究历程/44

现在的时代，既不是金属材料时代，也不是高分子材料时代、新陶瓷时代、复合材料时代，而是依据科技的发展和社会的需要开发和应用新型材料（或称新材料或先进材料）的新时代。这就是纳米材料的时代。

第三章 微米文明的危机呼唤纳米世纪/48

要解决经济的持续发展问题，摆脱股市暴跌的阴影，维持生态环境的平衡与和谐，使人类走出心理危机，微米文明显然已经无能为力，人类迫切需要一种新的文明来代替它，纳米文明应运而生。

第四章 纳米将以何种方式完成文明的更替/58

回顾历史，我们不得不承认两次文明的更替都伴随着血腥的战争和深重的灾难，那么在微米时代的文明已经走到尽头，纳米时代即将到来的时候，这次文明的更替会采取什么形式呢？还会像以前一样给这个世界带来深重的灾难吗？

第五章 纳米：未来世界文明的中心/64

随着微米时代的结束，纳米时代开始将黎明第一束曙光投向世界，未来世界文明的中心将会出现在什么地方呢？有一点可以肯定的是，在纳米时代，谁掌握了最先进的纳米技术，谁能够最先将纳米技术应用于生产，谁能够最先从纳米技术中获益，谁就有可能成为新一代的世界文明中心。

第六章 纳米时代的民族与国家/75

在纳米时代里，民族和国家将出现一定程度的萎缩，这正是一种新

型的全球经济的反应，像过去那样基于民族和国家的冲突将会大大减少，国与国之间，民族与民族之间的交流多于冲突，在全球经济一体化得到大规模发展的将来，冲突对于任何一方都不会带来好处，和谐共存将是纳米世界的主要特征。

第七章 纳米使信仰回归/83

微米时代的文明更多的体现了物化的特征，未来纳米科技的发展方向将是体现人文关怀的精神，更加突出对环境的保护，对自然界的合理利用。与科技和生产的发展方向相对应，人类的精神状态将会发生巨大变化，人们衡量社会进步将不仅仅依靠经济指标，而将更加重视精神生活，这将使人们从微米时代的信仰危机中恢复过来。

第八章 纳米时代的文学艺术/90

纳米时代的文学会重归对于生命的尊重和敬畏，而不是像现在这样把人体的器官堆砌在文字里。纳米时代的文学或许会出现更多的“宿命”的东西。我们越认识更微观的世界，越发现世界并非我们以前所想像的那样是线形的，可以被预测的。我们得承认不可知事物的存在。纳米时代会有很多经典出现，我们的文化生活因为有了它而不再寂寞。纳米时代的信息传播、文字翻译等各种文学所依赖的载体将更加先进，于是，世界范围内文学的共享将成为可能。

第九章 纳米时代的民主/100

在纳米时代，更多的人们能够充分地认识和理解民主的含义，从而能够真正地利用民主这种形式来发表自己作为社会一份子的意见。人们将以加速度创造一种尽管在细节上不同、但在基本特征方面将是一致的世界民主文化。

第十章 纳米时代：全新的家庭与社会关系/108

纳米时代的婚姻和家庭关系几乎是所有问题中最难以预测的问题了。但是，可以肯定的一点是，纳米时代的家庭关系在一定程度上会回归传统的道德伦理关系。丈夫和妻子之间、父母和子女之间的关系将更接近于我们现在所认同的“朋友”的定义。纳米时代是一个人价值和生活方式得到充分尊重的年代，某些以往认为是“病态”的、“堕落”的、“不可思议”的形式或许都可以被接受。

第十一章 纳米时代的社会规范/118

某些过分的现象在纳米时代应该是会逐步消除的，人们彼此和谐友善，绝不会以讹传讹，加剧误解，人们将有足够的理性来适当地解决彼此之间的冲突。

一、城市的变迁/118

模糊时代的城市/毫米时代的城市：资产阶级力量的中心/微米时代的城市：繁华和异化的合体/纳米时代：城市的消亡。

二、教育/123

模糊时代的教育：取得特权地位的方式/毫米时代/微米时代：教育的普及教育内涵的丧失/纳米时代：高等教育的完全普及和内涵的恢复。

三、阶级（阶层）关系/128

模糊时代和毫米时代：对立的阶级关系/微米时代和纳米时代：不同阶层的矛盾的逐渐弱化。

第十二章 纳米经济/133

纳米时代的到来，最先为人们所感受到的一定是在纳米科技基础上

建立起来的纳米经济。纳米经济的形成过程，首先是纳米产品从纳米科技的基础性研究中脱颖而出，这种产品的逐渐成熟及影响的逐步扩展，使得纳米产业在整个国民经济中的地位日益凸现，比重逐渐提高。

一、纳米产品的开发/133

纳米新科技研究工作将可能使美国国会图书馆的全部藏书存储在一个直径仅为 0.3cm 的硅片上。

二、纳米的产业化经营/139

根据历史经验和最新的科技发展，决定一个国家在 21 世纪地位的产业是纳米产业。

三、纳米产业对传统产业的改造/142

正是由于纳米不是稻米，不能满足人们为生存下去而需要解决的温饱问题，我们才不能忘记，纳米时代的农业、制造业等传统行业不仅不能消失，而且应该以更高的效率继续存在下去。

第十三章 抢占纳米时代的制高点/149

现在每个大国都在强调纳米技术将决定国家在 21 世纪的命运。

在支持纳米产业的发展方面，西欧和日本的步子走在了美国的前面。

1997 年西欧在发展纳米技术上投入 1.28 亿美元，日本仅通商产业省一个部就出资 1.85 亿美元，日本政府的投入超过了美国的 1.16 亿美元。

在意识到在未来的纳米经济的竞争中自己已经落在日本和欧洲之后，美国进行了检讨并出台他们的战略方案。

一、发展纳米产业的战略性眼光/149

在未来 15~20 年间，美国政府投入“国家纳米技术计划”(NNI)的科研经费将达到 100 亿~150 亿美元。

二、中国纳米科技的发展/151

中国科学院真空物理实验室，用扫描隧道显微镜获得硅原子字“毛泽东”。

15.

三、抢占纳米时代制高点的关键——国家创新体系的发展/152

诸方面的原因决定了国家在纳米科技研究和纳米产品开发方面要承担起相当的责任，而一个国家对于纳米科技的支持就表现为国家创新体系的建立和完善。

四、中国纳米产业的发展进程/171

随着“纳米热”的兴起，纳米受到了举国关注，纳米概念深入人心，纳米板块在股市上“异军突起”，一些和纳米有关的企业受到追捧；而纳米热的兴起，反过来进一步吸引了更多企业的关注，不少企业开始关注纳米技术，并尝试利用这一技术改造传统产业或者培育新的经济增长点。

第十四章 纳米投资和纳米创业/174

纳米技术的社会效益和经济价值已被世界所公认，许多国家从政府部门到科研机构，从大专院校到商业集团，都不惜巨资开发研制，以图在国际竞争中处于主导地位。

美国一研究机构认为：任何经营材料的企业，如果现在还不采取措施研究纳米材料的开发，在今后的竞争中势必处于劣势。

一、从网络创业到纳米创业/175

和网络创业一样，纳米创业所需要的资金和技术基础也是单个人或企业难以具备的。所以，对网络经济产生贡献巨大的风险投资在纳米经济的发展上同样具有非常重要的地位。

二、风险投资运作机制/178

对于 21 世纪风险投资公司来说，他们最为推崇的是，在纳米世纪，风险投资家应该具有新型概念。最为看好的投资方向是纳米材料领域。

三、纳米创业需要注意的几个问题/196

如何制定商业计划/运作策略

四、纳米资本运营/203

纳米科技将是21世纪的一次产业革命,不出10年,纳米技术的市场容量便将达到14400亿美元。具体到纳米概念股的炒作,不能不看到,市场似乎很有可能过于透支了纳米的内在价值,在实际应用中纳米可能成为继网络、基因之后资本市场又一个更加缥缈的概念。小米加步枪炒作成了纳米加火箭。这对于中国纳米技术的产业化显然是十分不利的。

五、纳米投资的风险分析/209

倒是股票市场的反应太热乎了一点,在纳米产业化尚未实现之前,就迫不及待地透支预期利润。即使是那些较为成熟的纳米技术,离产业化开发也还有一段艰难的路,纳米技术的应用还要有一个认识过程。

附录/213

纳米和纳米技术/纳米科学/纳米体系/纳米材料/纳米材料工程/纳米结构体系/纳米结构组装体系/纳米材料的效应/纳米材料研究的内涵/纳米合成/纳米材料的制备方法/纳米材料的运用及前景/纳米电子学/纳米生物学/纳米军事。

第一章 即将到来的纳米时代

纳米是1米的十亿分之一，纳米技术是指制造体积不超过数百个纳米的物体，其宽度相当于几十个原子聚集在一起。

纳米技术所带来的不仅仅是科技和经济上的革命，它将彻底代替微米时代的文明，把一种全新的文明——纳米文明展现在人类面前，微米时代的信息技术只是缩小了世界的距离，而纳米时代的技术不仅体现了对自然界的利用，更重要的是体现了人类与自然界的和谐共存。

让我们发挥自己的想像力，如果被放在一个封闭的环境中20年——或者更短的10年，到时会面对什么样的世界？我们是否会像莎士比亚的诗剧《暴风雨》的女主人公密兰达第一次看到人类时那样，赞叹地说：“Oh, Brave New World!（哦，美丽的新世界！）”或者如50年代英国首相麦克米伦竞选获胜后那样宣称，“世界不曾如斯美！”

一、即将到来的时代：微型化的世界

克里斯·皮斯特并不在意客人参观设在加利福尼亚州伯克利的实验室，只要来客能够遵守实验室的规定：不要踩那些形似昆虫或者像昆虫一样在地上爬来爬去的小东西——因为这些小东西很可能不是昆虫。因为这些小东西不属于任何物种，而是的确

确用微型的零件制造的。这位加利福尼亚大学的工程师将在几个月内用这堆微型铰链、齿轮和发动机组装成一个蚂蚁大小的人造昆虫。皮斯特说：“我们就要成功了。我十年来关于微型机器人的全部梦想即将成为现实。把所有部件装配成一只人造昆虫仍然是一个艰巨的挑战，然而在这个阶段，已没有什么基本的科学问题需要解决了。”

皮斯特只是全世界成千上万潜心研究微型机械的科学家和工程师中的一位。这些人坚信，未来科学技术发展的趋势必然是越来越小的机器为人们所应用。日本已用极微小的部件组装成一辆只有米粒大小、能够运转的汽车；与此同时，公立和私立实验室的工程师们制成了直径只有一两个毫米的静电发动机；体积只有常规机器万分之一、能够运转的车床以及直径仅 5.5 毫米的“尺蠖”——有朝一日它也许会钻进核工厂的管道系统检查管道是否有裂缝。德国工程师制成了一架只有黄蜂大小和能够升空的直升机，肉眼几乎看不见的发动机以及供化学行业使用的火柴盒大小的反应器。

更加引人注目的是，科学家已开始用光刻技术制作硅片，从而造出微型电子机械系统。这些装置把电路和运转着的机器合装在一个微型硅器件上。几种基本的微型电子机构系统已经在美国、日本和德国广泛使用，包括在上百万辆汽车里安装的一种细如发丝的传感制动器，当它“感觉”到撞击时，就会打开保险气袋。

来自英特尔公司总部的一则消息使人们对“摩尔定律”重新增强了信心。30 纳米（一亿分之三米）晶体管的问世，将使“摩尔定律”在未来 5 至 10 年内继续有效，并可使个人电脑的运行速度提高到目前的 10 倍。英特尔公司负责研发的华裔高级副总裁虞有澄博士认为，纳米芯片技术“将使电脑更加智能化，同时提高因特网的速度并大大促进电子商务，高清晰度电视和无线通信的发展”。

各国政府和研究人员们都感觉到微型装置潜力巨大。日本政府设立的微型机械中心行政负责人野孝之预言：“我们正走向另一场革命，这场革命可与18世纪的工业革命比肩。”各国领导人没有忽视这种潜力。日本为一个为期10年、耗资2.25亿美元、26家公司参加的微系统技术研究项目提供资助；德国联邦政府则每年拿出6500万美元支持微系统研究；美国国防部通过高级研究项目局每年拨出3500万美元用于微系统研究。

德国美因茨显微技术研究所负责人、物理学家沃尔夫冈·埃尔费尔德骄傲地望着他那架形似香蕉、双发动机、重量不到半克的直升机升到130毫米的空中。埃尔费尔德说：“当然，这是个滑稽的玩艺儿，但它其中包含着高超的技术。这架直升机表明，制成高性能的发动机是可能的。到那时候，这类东西就不再是玩具了。”

埃尔费尔德是德国美因茨显微技术研究所的研究员，他和同事研究出来一种只有削尖了的铅笔头大小、每分钟转速高达10万转的一伏特发动机。他认为这种发电机最终将推动电子显示器、手表、摄录机和激光扫描的发展。

加利福尼亚大学的皮斯特也看到了他的人工蚂蚁的发展前景。他说：“我看到了未来的微型机器人工厂，这些机器人在不停地为我们制造电子产品。”他指出，目前的民用电子产品中的微小部件往往还是手工组装的，因为目前的自动设备还不能完成这类工作。他说：“这对于我的人工昆虫来说则是轻而易举的事。”皮斯特也看到了微型机械在医学领域具有广阔的应用前景。制造宽度只有几毫米的人工手可以在虚拟现实手套中模仿医生的手的动作，可以把它安装在内窥镜中插入病人体内。皮斯特解释说：“我们需要做的只是把体积很小的压力、温度传感器放入那只微型机械手中，并把信息回传给医生。所以当医生‘抓住’某样东西时，他就可以感觉到这个东西是否很热或很硬等等。”

东京大学从事机器人研究的工程师三浦文正在制造飞行高度

可达几厘米的硅微型昆虫。他说：“我们有必要像控制牛和马那样控制昆虫。但是，既然我们不能控制真正的昆虫，我希望做出一种人造昆虫。”他解释说，可以利用这种昆虫对温室里的花进行人工授粉并杀死吃庄稼的害虫。然而，在他的目标实现以前，三浦必须为使他的人造昆虫能飞设计另一条途径。他目前制造的昆虫只有在实验室的交变磁场中才能起飞，交变磁场使0.2毫米宽的镀镍翅膀扇动起来从而带人造昆虫升空。

随着工程师们设计的机器越来越小，他们发现了一个之前想象不到的现象，这对传统的认知是个很大的冲击，那就是，对大型装置想当然的物理特性在微型机械的世界里却根本不适用。皮斯特说：“当你把每个部件缩小后，体积和重量等几乎变得微不足道，但是与表面相关的东西——比如表面张力和摩擦力——就显得极为重要，甚至起首要的作用。”正如贝尔实验室的物理学家戴维·毕晓普所说，“微型机械的物理特性使其相当可靠并且坚固耐用”。例如，贝尔实验室的研究人员曾使一个微型机械震动了2000万次而没有损坏。毕晓普说，原因主要在于体积小。他解释说：“如果一只苍蝇从墙上摔到地面，它不会受伤，因为它太小了，但是如果换一头大象，那就肯定无疑会受伤。”丰田公司下设的电装公司同样遇到了类似的问题，该公司的工程师虽然制成了米粒大小的汽车，但是他们发现这种微型汽车的重量太轻、轮子太小，车轮和地面之间的摩擦力几乎产生不了足够的牵引力，开起来很困难。并且用于润滑的轻油对小小的发动机来说太黏稠了，发动机无法克服这种阻力，汽车会在车道上熄火。

得克萨斯仪器公司已经利用微型电子机械技术研制出显示录像画面的芯片。每块芯片表面都有成千上万个可活动的方形铝镜，这些铝镜的长度和宽度比头发的直径还小。芯片上的电路系统可以使每一块镜面发生倾斜从而把光反射（或不反射）到大屏幕上。

微型电子机械技术还可以大幅度降低成本。例如，贝尔实验

室的研究人员正在用它来制造双向光纤通信所必需的微型光学调制器。通过这种巧妙的光刻技术制造芯片，他们做一块芯片只需几美分，而过去则要花 5000 美元。毕晓普解释说：“加工一块芯片的成本大约是 1000 美元。但是，如果掌握了在这块芯片上装配 1 万个微型调制器的技术，然后再把它们分开，每块芯片的成本就只需要 10 美分。突然之间，你的思维方式整个地改变了。你开始想到把这些调制器安在以前从未想到过的地方。”

二、人类文明进程的划分方式

新的世纪同时又是千纪年的到来，很多人都充满了欣喜和局促不安。下个世纪会是什么样子的，这恐怕不是那么容易回答的问题，甚至有点难以想像。人类的文明正在以加速度前进着，经济的发展、生活的舒适、文化的进步，都以日新月异的模式刺激着人们。惟一不变的也许就是人类对于这个世界像一个小孩子那样充满好奇，他们想认识、了解已经发生的和预测将要发生的。但是，一切发展得太快了。人类把自己从猿猴那里区别出来花了上百万年时间，而后又是若干年的发展才开始有了农业、商业、手工业。一百年乃至一千年在人类的历史长河中所占的比率实在是很低很低。

上个千纪年，也就是 1000 年的到来是个星期天。那时候，哥伦布还没有发现美洲，欧洲人还没有开始世界性的扩张。中国人仍然一如既往，像张择端的《清明上河图》所描绘的那样，在闹井小市上引车卖浆、从容小酌，怡然自得地享受着生活。欧洲的骑士们一如古龙笔下的大侠，战时驰骋沙场，笑傲生死，和时谈情说爱，柔情似水。那个时候，欧洲的农民占人口的百分之九十，他们鸡鸣即起，日落而息，没有一天二十四小时的概念，蜡烛既用来照明又用来计算时辰。星移斗转，四季更迭，农民的岁月和中世纪欧洲田里的风车一样循环往复地运动。

而上个世纪离我们虽然只有一百年，那时候的一切对于今天