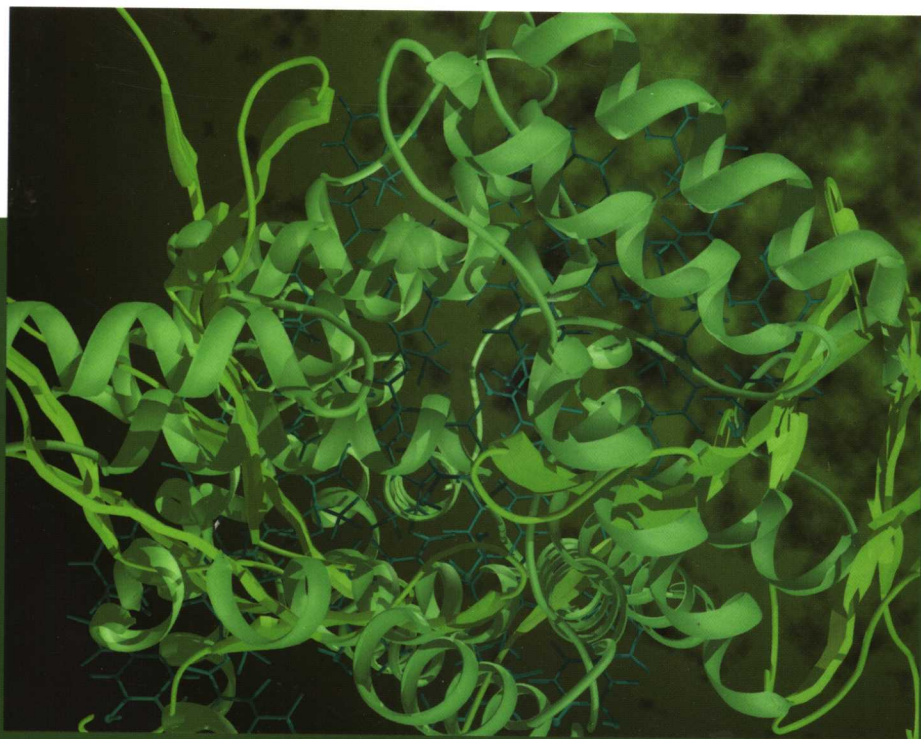


纳米生物技术丛书

# 纳米生物分析化学 与分子生物学

Nanobiological Analyzing Chemistry  
and Molecular Biology

张阳德 编著



化学工业出版社  
现代生物技术与医药科技出版中心

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

纳米生物分析化学与分子生物学 / 张阳德 编著.  
北京: 化学工业出版社, 2005.6  
(纳米生物技术丛书)  
ISBN 7-5025-7285-6

I. 纳… II. 张… III. ①纳米材料-应用-生物  
化学②纳米材料-应用-分子生物学 IV. ①TB383②Q

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 064238 号

---

纳米生物技术丛书

纳米生物分析化学与分子生物学

张阳德 编著

责任编辑: 邵桂林 郎红旗

责任校对: 宋 玮

封面设计: 关 飞

\*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

现代生物技术与医药科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$  字数 178 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7285-6

定 价: 29.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 序 一

纳米技术是一门新兴的学科领域。21 世纪初，随着美国实施全国纳米科技计划，带动了全世界对该学科的研究开发。许多国家相继制定了本国的纳米科技发展战略，并投入了较多的人力和物力，积极抢占战略制高点，旨在新一轮的科技和经济竞争中获取较多的领先优势。

纳米科技属于前沿、交叉性的科技领域。近几年，科技界更加注意纳米技术与生物技术、信息技术和认知科学的结合，即 NBIC 技术。纳米技术与生物技术的融合，使纳米生物技术在近几年获得了许多重要的进展。无论在新原理的发展，新技术、新方法的发明，还是在开拓新应用领域方面，都引起了科学界和产业界的重视。

国际社会纳米生物技术的研究范围涉及纳米生物材料、药物和基因转运纳米载体、纳米生物相容性人工器官、纳米生物传感器和成像技术，以及利用扫描探针显微镜分析蛋白质和 DNA 的结构与功能等重要领域。我国纳米生物技术研究在纳米科技国际竞争的大环境中具有自身优势：第一，纳米科技的研究力量基本形成，我国是世界上少数几个从 20 世纪 90 年代就重视纳米材料研究的国家之一，现已形成在国际上有影响的、高水平的研究队伍，也建立了一些高水平的研究基地；第二，我国具有多种纳米材料的矿物资源和生物资源；第三，我国具有巨大的潜在市场。这些因素都有利于提高我国的竞争力。

本套《纳米生物技术丛书》由《纳米生物材料学》、《纳米生物分析化学与分子生物学》、《纳米药理学》、《纳米技术与医疗仪器学》四个分册组成。丛书的编著者张阳德教授在中国率先开展纳米生物技术研究，担任国家“863 计划”主题管理专家，领导国家卫生部纳米

生物技术重点实验室在纳米生物技术领域完成了大量卓有成效的工作。本丛书较详细地介绍了纳米生物材料、纳米生物分析化学与分子生物学的研究方法、纳米药物和纳米医疗器械方面的最新发展及动态。这套丛书的出版，将弥补这一新学科领域专业书籍不足之缺陷，对医学领域的基础和临床研究、新药物研究开发和生产、农业现代化、生物医学工程交叉学科关键技术研究等有很高的参考价值，对推进我国纳米生物技术的发展有重要指导作用。这套丛书也可作为多学科领域研究生和本科生的教材。



(作序者为中国科学院常务副院长、中国科学技术协会副主席、中国科学院院士、第三世界科学院院士、国家纳米科技指导协调委员会首席科学家、中国科学院纳米中心学术委员会主任)

## 序 二

自 1959 年诺贝尔物理学奖得主费因曼 (R. Feynman) 在美国加州作题为“在底部还有很大空间”的讲演中提出“纳米科技”这一初始概念以来, 纳米科技正以人们未能预料的速度迅速发展。纳米技术是一项涵盖生物学、化学和物理学的多学科跨领域技术, 是继信息技术和生物技术之后, 影响社会经济发展的又一重大技术, 是在纳米尺度上研究物质结构与反应机理, 进行纳米结构表征与检测的技术。这些技术及成果支撑了这个多学科交叉的科学研究领域, 将引起众多领域产生一场革命性的变化, 也将成为每个国家不容小觑的巨大产业。

同时, 随着纳米科技的发展及其向医学领域的渗透, 一门崭新的学科——纳米生物技术学也由此产生, 并以其强劲的生命力, 为现代医学的诊断和治疗带来一场跨世纪的革命。纳米生物技术在医学中的应用包括疾病早期诊治、纳米生物相容性材料、药物和基因输送系统、纳米生物传感器、成像技术诊断辅助设备、减少损伤的智能医学设备等重要领域。这些领域中的研究及应用现已显示或必将显示其巨大的优势及前景。由于纳米生物技术是一门全新的学科, 为推动纳米技术在生物领域的发展, 纳米生物技术丛书的出版就显得非常必要了。

《纳米生物技术丛书》(包括《纳米生物材料》、《纳米生物分析化学与分子生物学》、《纳米药理学》、《纳米技术与医疗仪器学》) 是由国家“863 计划”主题管理专家、国家卫生部纳米生物技术重点实验室主任、卫生部肝胆肠外科研究中心主任、中南大学生物医学工程研究院院长、博士生导师张阳德教授主持编著的。他 20 世纪 90 年代初在国内外最先开展了“磁纳米粒阿霉素白蛋白治疗肝癌”、“纳米中药

制剂与加工”、“纳米药物载体”等前沿课题。这套丛书理论与实践相结合，从纳米药物、纳米生物材料、纳米生物分析化学与分子生物学及纳米医疗器械等方面对纳米生物技术作了详尽而系统的介绍，是一套学术性、可读性很强的系列丛书，可作为生物学、材料学、药学、生物工程与医疗器械研究人员、医师和教师的参考书和高等院校教材。



(作序者为国家“863计划”新材料领域专家委员会主任、中国工程院院士、中南大学校长)

# 前 言

纳米技术和分子生物学是两大前沿和热点研究领域。纳米是一个尺度概念，当物质达到纳米尺度以后，表现出既不同于本身的原子和分子，也不同于其宏观状态的特殊性能，即表面效应、小尺寸效应、量子效应和宏观量子隧道效应。纳米技术已被国际上公认为 21 世纪最具有前途的科研领域，它将成为第五次推动社会经济各领域快速发展的主导技术。

分子生物学是从生物大分子的结构和功能水平上阐明各种生命现象的学科。生命体内痕量活性物质的分析与检测对获取生命过程中的化学与生物信息、了解生物分子及其结构与功能的关系、阐释生命活动的机理以及对疾病的诊断与治疗都具有重要的意义。分析化学对分子生物学发展发挥了极其巨大的作用，形成了生物分析化学学科。21 世纪生命科学的研究已深入到单细胞、单分子水平的发展阶段，迫切需要在更加微观的尺度上原位、活体、实时地获取相关生物化学信息。传统的、常规的生物分析化学方法与手段已不能满足分子生物学发展的要求。

《纳米生物分析化学与分子生物学》一书将纳米技术逐步引入生物分析化学和分子生物学研究领域，并显示了光明的前景。纳米技术将催化生命科学的发展，为解决生物分析和分子生物学的许多疑难问题提供有力的手段，对生物分析化学和分子生物学的发展将产生积极的影响。

纳米探针具有高选择性、高灵敏度、快速、方便检测的特点。纳米金粒子连上寡核苷酸，与互补的 DNA 分子杂交，通过目测颜色的变化可快速识别靶标准物；也可通过不同熔化温度区别完全互补、一

二个碱基错配的不完全杂交、不发生杂交的各种靶标寡核苷酸链，其检出限可达到 10fmol。依据该方法制成基因芯片，其检测限比用荧光标记的方法提高 2 个数量级，灵敏度提高 3 倍。将纳米磁性颗粒与靶向性因子结合，与肿瘤表面的靶标识别器结合后，可在体外用仪器测定磁性颗粒在体内的分布和位置，确定肿瘤的大小尺寸和体位。利用不同粒径的纳米晶标记技术可同时、快速、高灵敏检测不同的生物大分子。纳米粒子在生物分析中有良好的应用及发展前景。

纳米技术应用于生物芯片，可发展成集样品制备、生化反应到分析检测于一体的微型全分析系统，可同时对一个样本进行多种测试分析或对多种样品同时检测。纳米粒子改造传统的生物传感器，可以增加固定的分子数量，从而增强反应信号。高选择性和高灵敏度的纳米传感器能用于探测很多细胞化学物质，可以监控活细胞的蛋白质和其他所感兴趣的生物化学物质。纳米生物传感器的共同特点是：体积小、分辨率高、响应时间短、所需样品量少以及对活细胞损伤小，可进行微创到无创测量，此外还可用于测量细胞的瞬态、突发性变化（如细胞分裂、死亡等）。

基因的运载方式是目前基因治疗能否成功的关键环节，纳米粒作为基因载体的研究也是非常活跃的研究领域，并取得了一定的进展。生物可降解聚合物纳米微粒具有生物相容性好、自身稳定性好、化学结构和粒度大小可控的优势，可以传递较大的 DNA 片段，并可通过化学手段控制基因的释放速度，在理论上可以达到长时期的基因表达活性，从而减少重复注射的次数。纳米粒表面引入识别性因子，使其具有识别靶细胞的能力。载基因纳米粒到达靶细胞后，载体逐步降解，释放 DNA，最大限度地保持 DNA 原有的活性。磁性材料、热敏材料、pH 敏感材料等的应用将有助于新型智能基因载体的研发。只要达到足够的基因转染活性，纳米微粒基因载体将会很有应用前景。

在 21 世纪，纳米技术为生物学研究提供了新途径。人们在纳米尺度上认识生物大分子结构及其与功能的联系、研制仿生材料，利用



纳米粒进行细胞分离、细胞染色，研制基因载体和药物载体，将纳米粒应用于生物成像领域以协助诊断和治疗等方面，都将取得令人瞩目的成就。

本套丛书（《纳米生物分析化学与分子生物学》、《纳米生物材料学》、《纳米药理学》、《纳米技术与医疗仪器学》）的编著，从构思开始，便得到国内外多位专家的鼓励，获得白春礼院士、黄伯云院士、裘法祖院士、钟南山院士、魏于全院士、何继善院士、姚开泰院士、祁国明研究员、刘雁飞研究员、王琛研究员、李玉宝教授、江雷研究员、王小宁教授、曹雪涛教授、陈志南教授、裴雪涛教授、朱祯教授、Philip Martin 博士，T Reinhard 博士，M Johnson 博士，J L Willians 博士的指导和热情支持，在此表示衷心的感谢。特别感谢白春礼院士（中国科学院常务副院长、国家纳米科学中心主任、化学专家）、黄伯云院士（中南大学校长、国家“863”计划新材料领域专家委员会主任，材料学专家）对本丛书给予极大的关心并作序。

为反映最新进展，使本书具有新颖性、科学性，全书经过多次修改，工作量大、时间紧。潘一峰、邹贤德、王荣兵、王吉伟、江悍平、廖明媚、张浩伟、彭健、于军、周健、刘蔚东、刘殿奎、龚连生、李年丰、刘辉等作了大量的编校工作，为保证本书的质量和及时出版夜以继日地工作，付出了辛勤的劳动。

《纳米生物分析化学与分子生物学》一书将纳米技术在生物分析和分子生物学研究中的应用呈现在读者的面前，希望能为在化学和生命科学领域中的研究和教学人员提供帮助，为生命科学、生物学、化学、生物医学工程等专业的研究生了解纳米生物技术提供参考。

张阳德

2005年1月

# 目 录

引言 .....	1
一、纳米与纳米生物学 .....	1
二、纳米技术 .....	2
三、从生物学到纳米技术 .....	3
<b>第一章 纳米生物分析材料 .....</b>	<b>5</b>
<b>第一节 半导体纳米粒子 .....</b>	<b>6</b>
一、半导体纳米粒子的基本特性 .....	6
二、半导体纳米粒子的合成与表征 .....	8
三、半导体纳米粒子与生物分子的偶联 .....	20
四、半导体纳米粒子与生物分子的标记和检测 .....	20
<b>第二节 纳米金溶胶粒子 .....</b>	<b>22</b>
一、纳米金溶胶粒子的基本特性 .....	22
二、纳米金溶胶粒子的合成与表征 .....	22
三、生物分子的纳米金标记与检测技术 .....	26
<b>第三节 复合型纳米粒子 .....</b>	<b>29</b>
一、复合型纳米粒子的基本特性 .....	29
二、复合型纳米粒子的合成与表征 .....	30
<b>第四节 荧光纳米球乳液 .....</b>	<b>42</b>
<b>第五节 纳米粒子标记分析的展望 .....</b>	<b>43</b>
<b>第二章 纳米生物分析器件 .....</b>	<b>45</b>
<b>第一节 纳米生物芯片 .....</b>	<b>45</b>
一、纳米生物芯片的基本内容 .....	45
二、基因芯片及其应用 .....	47
三、药物筛选芯片及其应用 .....	51
四、蛋白质芯片及其应用 .....	54

五、细胞芯片及其应用 .....	57
六、组织芯片 .....	58
七、芯片实验室 .....	59
八、纳米生物芯片的应用前景 .....	61
<b>第二节 纳米生物传感器 .....</b>	<b>64</b>
一、DNA 纳米生物传感器 .....	68
二、纳米微悬梁生物传感器 .....	69
三、光纤纳米生物传感器 .....	70
四、化学探针纳米传感器 .....	91
五、生物探针纳米传感器 .....	92
六、纳米图像生物传感器 .....	93
七、纳米细胞传感器 .....	96
八、纳米粒子生物传感器 .....	97
<b>第三节 纳米分子机器 .....</b>	<b>101</b>
一、分子马达 .....	101
二、纳米生物机器人 .....	103
<b>第四节 纳米生物计算机 .....</b>	<b>108</b>
<b>第三章 纳米分析技术在生物学中的应用 .....</b>	<b>113</b>
<b>第一节 纳米金溶胶用于免疫分析 .....</b>	<b>113</b>
一、纳米金-抗原-抗体体系的生物组装原理 .....	113
二、分析方法 .....	113
三、分析结果 .....	114
<b>第二节 纳米金探针用于艾滋病病毒 (HIV) 的检测 .....</b>	<b>116</b>
<b>第三节 纳米金组装法检测特定多核苷酸序列 .....</b>	<b>116</b>
一、测定原理 .....	118
二、测定过程 .....	119
三、检测方法的特点 .....	122
<b>第四节 免疫球蛋白修饰异硫氰荧光素二氧化硅微球作为生物标记</b> <b>探针的应用研究 .....</b>	<b>125</b>
<b>第五节 生物修饰的荧光纳米颗粒在细胞识别中的应用 .....</b>	<b>127</b>
一、生物荧光纳米颗粒对靶细胞的识别 .....	127

二、基于生物荧光纳米颗粒的荧光标记方法的灵敏度 .....	128
<b>第四章 纳米技术在分子生物学中的应用 .....</b>	<b>130</b>
<b>第一节 纳米技术在生物大分子研究中的应用 .....</b>	<b>130</b>
一、纳米级生物分子的观测 .....	131
二、DNA 合成过程、基因调控过程的扫描隧道显微镜 研究 .....	133
三、质粒 DNA 及其与限制性内切酶相互作用的研究 .....	133
四、对染色体的原子力显微镜研究 .....	134
五、对生物分子之间及分子内部的力的测量 .....	134
六、生物大分子动态过程的研究 .....	135
七、生物大分子的直接操纵和改性 .....	136
<b>第二节 纳米技术在基因转运与基因工程中的应用 .....</b>	<b>138</b>
一、纳米基因转运体 .....	138
二、纳米技术在克隆技术中的应用 .....	169
三、纳米技术在基因工程中的应用 .....	172
<b>第三节 纳米技术在其他方面的应用 .....</b>	<b>174</b>
一、用于细胞分离技术 .....	174
二、用于细胞内部染色 .....	174
三、用于运载多肽和蛋白类的纳米药物控释系统 .....	175
四、以 DNA 为模板自组装产生纳米级功能结构产物 .....	177
五、以 DNA 为模板的纳米粒子的组装 .....	177
六、DNA 分子自组装产生预先设计的功能结构产物 .....	178
<b>参考文献 .....</b>	<b>181</b>
<b>附录一 .....</b>	<b>191</b>
纳米科技大事记 .....	191
Memorabilia of Nanotechnology .....	196
<b>附录二 .....</b>	<b>203</b>
缩略词表 .....	203

# 引 言

## 一、纳米与纳米生物学

纳米 (nanometer, nm) 是一个长度单位,  $1\text{nm}=1\times 10^{-9}\text{m}$  (即十亿分之一米)。1nm 大体上相当于 4 个原子排列的长度或细胞内脱氧核糖核酸双螺旋结构的半径, 是一个微观世界的概念。纳米粒子也叫超微颗粒, 按国际标准是指尺寸在 0.1~100nm 间的粒子, 处在微观原子簇和宏观物体交界的过渡区域, 具有比表面积大、表面反应活性高、表面活性中心多、催化效率高、吸附能力强等优良特性。

当前生命科学的发展极为迅速, 在自然科学中的地位越来越重要, 而且许多自然科学分支都在与生命科学交叉渗透。纳米科技的发展, 给许多学科和领域的发展带来革命性和深远的影响, 并引发了纳米物理学 (nanophysics)、纳米化学 (nanochemistry)、纳米电子学 (nanoelectronics)、纳米生物学 (nanobiology)、纳米材料科学 (nanometer materials science)、纳米机械学 (nanomechanics)、纳米显微学 (nanoscopy)、纳米计量学 (nanometrology)、纳米制造 (nanofabrication) 以及纳米地质天文学 (nanogeology and nanoastronomy) 等一系列既相互联系、又相对独立的纳米科技新领域。

历史上, 生命科学的突破往往是以方法学为先导。当前人们也同样期待着物理学、纳米技术中的新方法、新思维为生命科学注入新的活力, 以促进生命科学, 特别是分子生物学的飞速发展。纳米技术应用于生命科学中, 使得生物学进入纳米生物技术阶段。

纳米生物学主要研究在纳米尺度上的生物反应机理, 其中包括修复、复制和调控等方面的生物过程, 它的研究对象是纳米尺度的生物

大分子、细胞器结构、功能和动态生物过程。与传统的分子生物学的不同之处在于，纳米生物学是直接在纳米尺度进行上述研究，不仅包括对分子结构的观察，在纳米尺度上了解生物大分子的精细结构与生物大分子功能的联系；在纳米尺度上获取生命信息，利用扫描隧道显微镜（STM）等获得细胞膜和细胞器表面的结构信息；而且还以对分子的操纵和改性为目标，并根据生物学原理，发展分子工程，主要包括纳米尺度的机器人和信息处理系统。

## 二、纳米技术

纳米技术是以一些具有纳米尺度（0.1~100nm）的材料为基础，构建具有一定结构与功能的大分子甚至超分子的技术，或对物质及其结构进行研究，掌握其原子和分子运动规律及特性的一门综合性的技术学科。它是在现代物理学、现代化学和先进工程技术相结合的基础上用单个原子、分子制造物质的高技术学科。纳米尺度空间所涉及的物理层次，是既非宏观又非微观的相对独立的中间领域，被人称之为介观（mesoscopy）研究领域。它是在纳米空间尺度内操纵原子和分子，对材料进行加工，制造具有特定功能的产品或对某物质进行研究，掌握其原子和分子的运动规律和特性的崭新高技术科学。同时也是现代科学（混沌物理、量子力学、介观物理、分子生物学）和现代技术（计算机技术、微电子和扫描隧道显微镜技术、核分析技术）结合的产物。纳米材料由于其具有比较均一的结构、光学及物理学性质，又因为它们具有一定的自组装特性，所以纳米技术一提出就备受广泛的关注。人工合成的纳米结构材料具有三个特性：原子领域（粒状、层状、相态）低于100nm，良好的表面结合特性以及成分间的相互作用。由于现代技术尚不能合成有数以亿计可预测原子位置的复杂结构，因而具有自组装功能的材料在构建超分子方面也就成为众多科学家的众矢之的。

人们已经知道，细胞的直径多数为 $10\mu\text{m}$ ，分子的直径数量级通常大于0.1nm，原子的直径为0.1~0.4nm，因此，纳米技术的研究

范围为 1~100nm，实际是研究一小堆原子，甚至单独的分子。纳米技术被定义为分子结构的三维位置控制，进而在分子精度上制造物质和设备。它有三个基本特征和要求：其一，能够使正确的原子放在正确的位置上；其二，几乎能够制造出任何遵守已知物理化学定律的结构物质；其三，低廉的制造费用。与纳米技术紧紧相连还有两个重要的概念，一个是位置装配技术（positional assembly），另一个是自复制功能（selfreplication）。有了前者才可能使正确的原子处在正确的位置上，而后者是达到廉价制造的必由之路。影响纳米制造的因素有很多，如量子效应、布朗运动、热噪声和分子间的摩擦，但它们都不会影响人们制造出遵守已知物理化学定律的物质结构。

### 三、从生物学到纳米技术

纳米技术对分子生物学的发展提供了重要的手段和机遇，开阔了视野，但是反过来，分子生物学的发展又促进了纳米技术的进步。目前，生物学方法和超分子化学、扫描探针技术一起构成了实现纳米技术的三大重要途径。随着酶工程、基因工程等生物工程的快速发展，生物学方法有可能成为实现纳米技术的突破口。核糖体是人们最为熟知的分子机器，它是自然中惟一能自由编程的纳米装配机。生物技术已经能够利用某些细菌的核糖体制造新的蛋白质，又利用这些蛋白质构成较大的分子结构。核糖体能够被制成相当长的氨基酸线性链，这些链能够被折叠形成三维的具有各种复杂功能的蛋白质结构，这些有可能构成未来纳米机器的自装配系统。DNA 是另一个适于制造三维纳米装配机的理想材料。利用 DNA 实现纳米技术的思想始于 1980 年，在 20 世纪 90 年代，很多相关的技术困难相继被克服，这方面的研究也得到了加速发展。Mirkin 工作组已经成功地将 DNA 分子固定成一个 13nm 的胶状颗粒，他们想用这些纳米颗粒装配成宏观的物质。Alivisatos、Schultz 和他的同事们用 DNA 分子组成了一种 1.4nm 的纳米晶粒，然后再以 210nm 的间隔排成了一个阵列。上述事例说明，现在人们已经能够利用 DNA 分子结构来制成一些复杂的

几何形体。Seeman 认为 DNA 有很多优点适于作为纳米制造的材料。其一，每一个 DNA 双螺旋结构链的每一单链都有一个“黏性末端”，这个“黏性末端”易于使 DNA 分子被“编程”；其二，利用传统的生物技术就可以制造任意的 DNA 分子序列；其三，DNA 的操作和修改是通过多种生物酶完成的；其四，DNA 是具有一定长度的坚固的聚合物，并有易于被蛋白质和氨基酸识别的“外部编码”。

纳米向分子生物学的渗透使得 21 世纪的分子生物学有了以下两个特点。①对生物大分子的结构、功能及其相互关系的研究由静态转向动态，进而诞生了基于同步辐射（SR）和原子力显微镜（AFM）基础上的揭示生化反应过程的所谓“分子电影”这一新技术。②对生物大分子的研究由单纯的观察进而发展为在单个分子水平上，即在纳米尺度上的直接对生物大分子的改性和操纵，在今后几年内将发展出一种所谓“纳米操纵器”的崭新工具。



# 第一章 纳米生物分析材料

在揭示生命奥秘的过程中，人们不断发现与生命活动密切相关的生物分子并发展了对生物分子的检测技术，目前集中在多肽、蛋白质、核酸等生物大分子分析，生物药物分析，超痕量、超微量生物活性物质分析等。生命科学的发展需要对生物体中的化学物质进行实时、在线、活体、原位监测，对生物分析化学提出了大量新的课题，要求方法更简便、反应更灵敏、选择性更强、结果更精确的分析方法。生物化学分析已成为现代分析化学发展的最重要的前沿领域之一。为了适应这种形势的要求，众多科学工作者正在不断努力开创着新的方法和技术。纳米技术的应用就是其中的一个重要代表。

纳米尺度上的生物分析化学是当今国际分析科学领域研究的前沿及发展方向，是各国关注的研究热点，其研究重点包括纳米生物材料的制备、纳米器件的制备和在生物医学中的应用、纳米生物传感器阵列及 DNA 芯片、纳米生物技术交界面的基础理论研究、超微型生物传感器、单细胞内活性物质的检测、扫描探针显微镜技术及应用、单分子检测等。

纳米粒子的理化性质既不同于微观的分子和原子，也不同于宏观的本体物质，具有表面效应、量子效应、小尺寸效应和宏观量子隧道效应等几种特征，由此导致了纳米粒子的光学、磁学、电学、热学、力学以及化学活性等性质与本体物质有显著差异。

近年来，将纳米技术应用于生物分析化学，在生物分子的标记和检测、纳米生物传感器、纳米生物芯片等技术的开发和应用方面已取得了重要的进展，显示出光明的发展前景。