

第二届百种中国杰出学术期刊

ISSN 1005-023X

CN 50-1078/TB

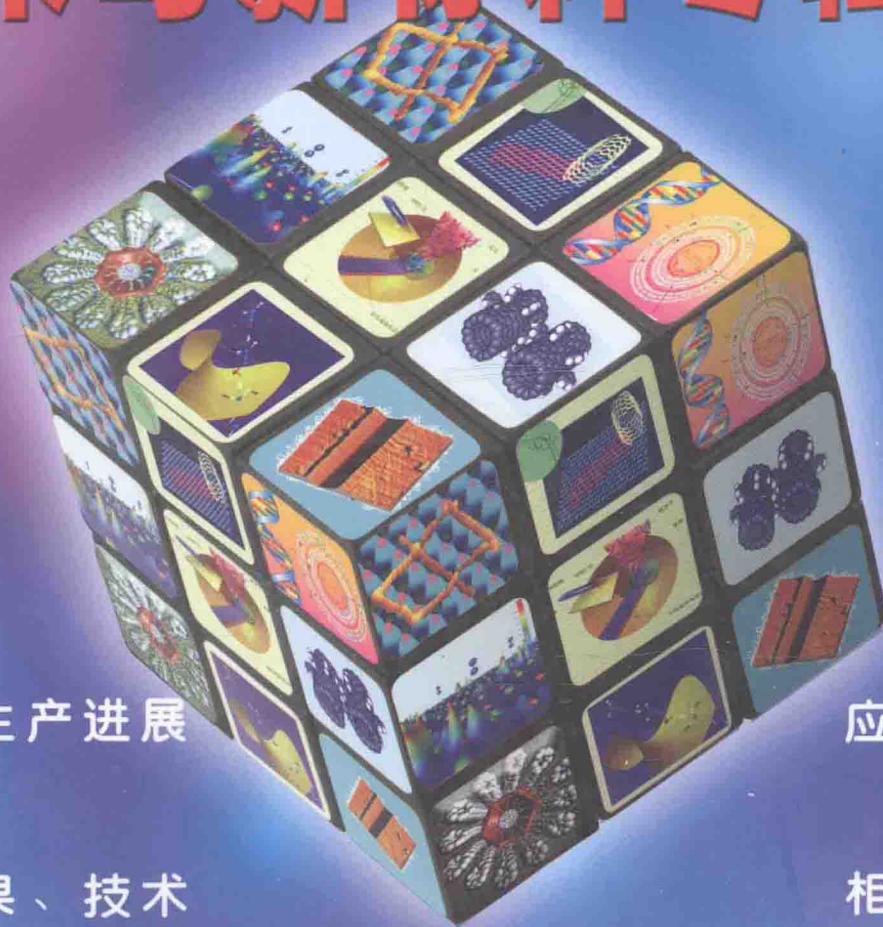
材料导报

Materials Review

2004

第18卷 4月专辑 II

纳米与新材料专辑 II



研究、生产进展
—评述

研究成果、技术
—报道

应用市场
—分析

相关企业
—介绍

ISSN 1005-023X



中国科技论文统计源期刊
中国科学引文数据库来源期刊
www.mat-rev.com

纳米与新材料专辑 II

编辑委员会

主 编:张 明

编委(以姓氏笔画为序):

丁培道 石力开 白路娜 李义春 李临西 孟 亮
陈革涛 张立德 袁 桐 高战军 盛海涛 鄂吉胜
彭艳萍 董建华 谢佑卿 阙端麟 潘 伟 熊惟皓

特邀编委(以姓氏笔画为序):

干 勇 王占国 王震西 刘宪秋 朱 静 李依依
吴 锋 张立同 张兴栋 施尔畏 徐端夫 屠海令
蒋民华 曾汉民 韩雅芳

材 料 导 报 社

2004 年 4 月

分散剂在钛酸锶陶瓷浆料中的作用研究	王邵平 苏雪筠 庄 严等(247)
化学、生物、能源材料	
有机粘土制备介孔材料的研究现状及其应用	任 杰 廖文俊(249)
无机膜的应用研究概况	徐卫军 俞建长 胡胜伟(252)
天然沸石及沸石类分子筛	唐启祥 杨留方 吴兴惠(256)
氢氧化镁阻燃剂及其前景展望	周广英 吴会军(260)
磷酸钙骨水泥的研究现状	梁晓峰 杨世源 尹光福等(262)
固体氧化物燃料电池电解质材料的研究进展	汪 灿 刘 宁 石 敏等(264)
尖晶石型锂锰氧化物的研究进展	臧 健 张向东 王 君等(267)
氧化物热电材料的研究与进展	阮文彪 郭瑞松 吕振刚(270)
碳气凝胶的充放电性能研究	王 琴 沈 军 周 斌等(273)
结构功能材料	
NiAl 金属间化合物的研究进展	江 焱 贺跃辉 黄伯云等(275)
AlN 多型体研究进展	周国红 李亚伟 李 楠(280)
泡沫 Al 制备研究进展	郑兆明 魏 鹏 柳 林(283)
泡沫铝的研究	李 晶 胡治流(286)
增强颗粒在铝基复合材料中的作用	付雪莹 张 洪 席慧智等(290)
TiB ₂ 基复合材料的研究进展	莫伦军 傅正义 张金咏等(293)
先进复合材料在军事领域的应用	江润莲 赵玉涛(296)
Ti(CN)基金属陶瓷表面结构及其性能的研究	李友凤 魏 军 李明峰(299)
钢渣的改性研究及进展	赵 国 陆 雷 姚 强(301)
可溶性对位芳香族聚酰胺的研究现状	戴信飞 尤秀兰 王新威等(304)
高分子量聚丙烯酰胺的聚合	黄利铭 伍 钦(307)
YSZ-Ni-Me 金属陶瓷复合粉末及材料的制备	李 佳 邵刚勤 段兴龙等(309)
六方柱状 MgAl ₂ O ₄ 纤维的合成机理初探	杨道媛 贾晓林 郭新荣等(311)
溶胶-凝胶法制备连续莫来石纤维先驱凝胶 DSC-TG-MS 分析	朱红波 刘巍巍 王利明等(314)
界面微合金化对钢/铝复合板性能影响的研究	宋群玲 孙 勇 沈 黎(317)

纳米材料生产、检测及设备企业简介(略)

材料导报

Materials Review

4 月专辑

2004 年 4 月 25 日出版

ISSN 1005-023X

CN 50-1078/TB

渝新出报(专、增)刊(2004)字第 2 号

指导单位: 科学技术部高新技术发展及产业化司
国防科工委科技与质量司

主办单位: 科学技术部西南信息中心

编辑出版: 材料导报社

地 址: 重庆市渝中区胜利路 132 号 邮编: 400013

社 长: 牟炳林

主 编: 张 明

广 告 部: 封 盛 传 真: (023)63505701

电 话: (023)63505701 63506434

E-mail: mat-rev@swic.ac.cn mat-rev@163.com

matrev@163.com

印 刷: 重庆科情印务有限公司

国内总发行: 重 庆 市 邮 政 局

国外总发行: 中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱)

订 购 处: 全 国 各 地 邮 政 局



**MICRO
MATERIALS**

MEASURING NANOTECHNOLOGY

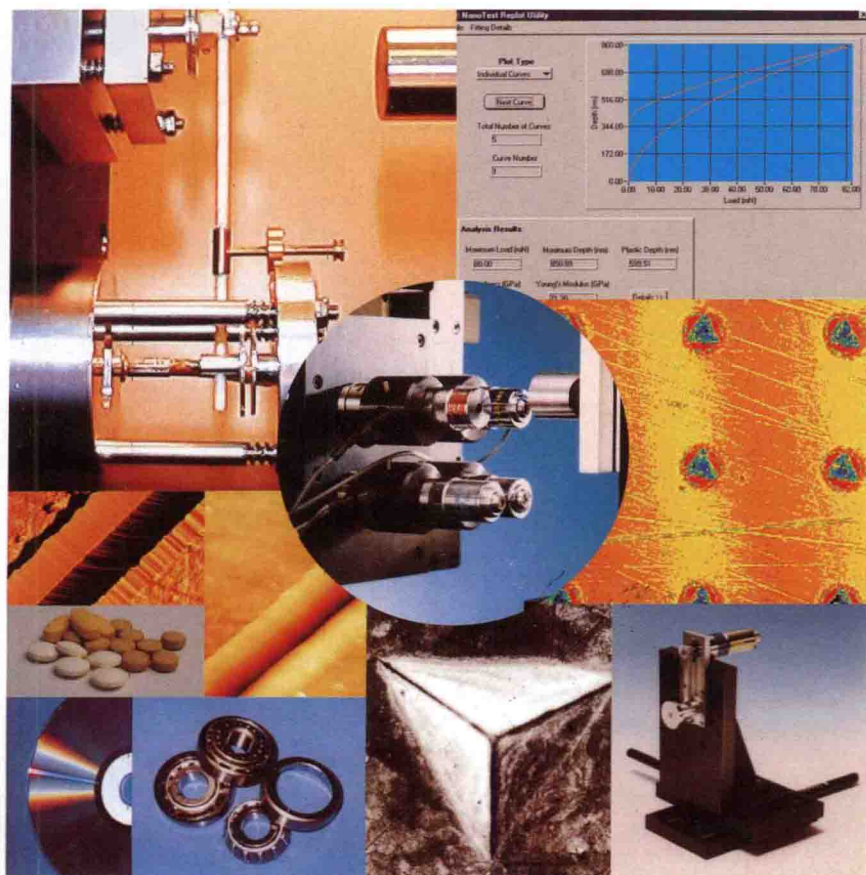
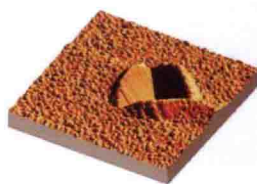
英国微观材料纳米测试科技公司(MML)



多功能微观材料 精密微/纳米材料性能测试仪

革命性的立式设计

The most flexible comprehensive
nano-mechanical testing centre



MML的宗旨:

和客户一起开展原创性的
科研工作
为用户引荐世界领先的科
研和科研单位
为用户吸引和培养人才

MML仪器的应用领域:

真实纳米压痕
真实纳米划痕
真实纳米疲劳

真实高温纳米材料性能
真实纳米冲击
真实纳米蠕变
真实纳米连续韧性
纳米粘弹和内耗性能

多种测头纳米性能测试

原位复位纳米表面观测
真实三维纳米表面图像

工业样品纳米材料性能
纳米拉-盘摩擦学性能
真实纳米粉末粘结性能
湿度控制纳米材料性能

MML的服务:

为每位用户建立一个
国际合作联合实体
由清华大学进行全面的
技术服务

欢迎访问网站: www.micromaterials.co.uk
与我们联系: ayz_vitality@hotmail.com

或中国技术服务中心:

张文法 010-82311225 82311360
13601230891 wfz4600@sohu.com



Superfine
源于德国 来自上海

高剪切分散乳化技术 全面提升您产品的品质



FA25型

实验室高剪切分散乳化机

德国原装马达, 国际品质, 电子调速, 最高转速28000转/分, 设备模块组合, 使用方便灵巧, 可轻松满足多种高要求的分散乳化实验, 让您尽享实验室分散乳化乐趣。

技术参数:

额定电压: 220V 50HZ
输入功率: 500W 输出功率: 320W
空载转速: 8000-28000rpm
接触物料材质: 304/316L
处理量范围: 0.2ml-5000ml
标准配置: 25G分散头
可选配分散头: 6G、8G、10G、18G、20G、25G...

FA型

间歇式分散乳化机

爪式结构, 物料可从定子的上部和下部同时吸料, 避免死角产生, 马达与传动轴弹性联接, 定/转子可拆卸, 与捷流式定转子可以互换。可配备密封装置(无需冷却水), 实现真空和加压工况, 清洗方便, 使用简单。

功率: 1.5KW-110KW
处理量范围: 10L-30000L

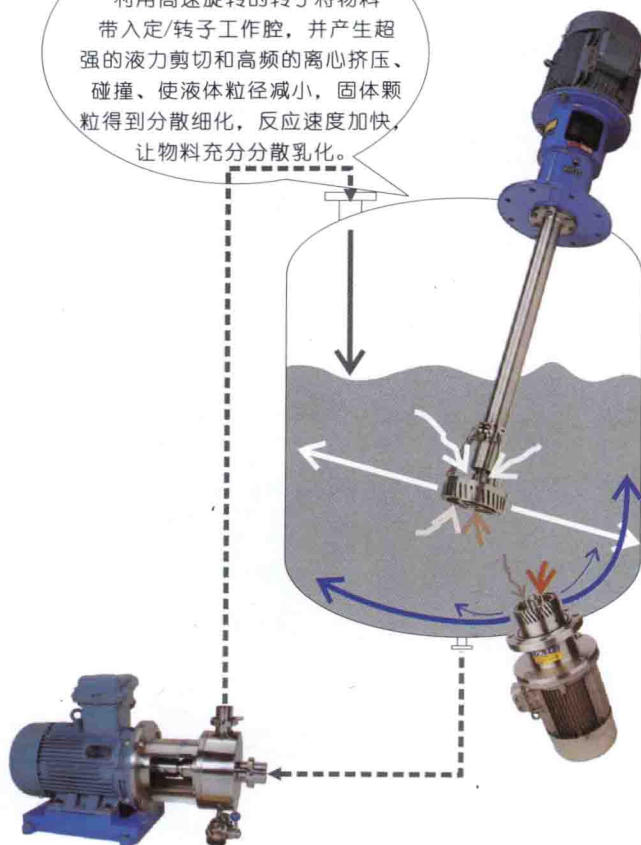
FDX型

管线式分散乳化机

工作腔内配备1-3组定转子, 爪式结构, 对偶咬合, 具有超强的分散力, 适用于在线处理和循环分散工艺, 配备机械密封装置实现真空和加压工况, 清洗方便, 使用简单。

功率: 2.2KW-200KW
流量范围: 0.5m³/h-150m³/h

高剪切分散乳化技术, 利用高速旋转的转子将物料带入定/转子工作腔, 并产生超强的液力剪切和高频的离心挤压、碰撞, 使液体粒径减小, 固体颗粒得到分散细化, 反应速度加快, 让物料充分分散乳化。



欢迎访问我们的网站, 了解详细资料:

WWW.FLUKO.NET

上海: Tel 021-63178096 63177018 Fax: 021-63178193

地址: 上海市恒丰路600号16楼A区 邮编: 200070

广州: Tel 020-81368603 81361532 Fax: 020-81361532

售后服务免费电话: 800-820-2190

E-mail: fluko@fluko.net

FLUKO
FLUKO Equipment Shanghai Co., Ltd
弗鲁克流体机械制造有限公司



丹东市百特仪器有限公司

DANDONG BAITE INSTRUMENT CO.,LTD.

BT-9300H 激光粒度分布仪



丹东市百特仪器有限公司位于风景秀丽的鸭绿江畔—丹东。是一个专业从事粉体粒度测试技术研究、粒度测试仪器制造与服务的高科技企业。主要产品有各种激光粒度仪、各种沉降粒度仪、图像颗粒分析仪、粉体综合特性测试仪等。早在 2000 年，丹东百特公司的各种粒度仪就通过了国家质量技术监督局的检验并获得《制造计量器具许可证》，成为国内较早通过计量部门认证的粒度仪器制造企业。多年来，产品不仅畅销国内二十六个省、市、自治区，还出口到日本、韩国、台湾、土耳其等国家和地区，在非金属矿产品的加工与应用领域，在金属粉末的生产与应用领域，在新材料、新产品的研究与开发领域，在科研、教学、军工、建材等领域得到广泛应用，受到国内外用户的普遍关注与好评。

产品型号与名称	测试范围及性能
BT-9300H 激光粒度分布仪	0.1— 340 微米
BT-2002 激光粒度分布仪	0.68— 951 微米
BT-2001 激光粒度分布仪	0.1— 340 微米
BT-1500 离心沉降式粒度分布仪	0.1— 150 微米
BT-3000A 圆盘超细粒度分布仪	0.04— 45 微米
BT-2000 扫描沉降式粒度分布仪	0.4— 300 微米
BT-1600 型图像颗粒分析仪	1— 3000 微米
BT-1000 粉体综合特性测试仪	振实密度、松装密度等



百特牌 系列粒度分布仪



BT-2002



BT-2001



BT-1600



BT-1000



BT-1500



BT-3000A



BT-2000

公司地址：辽宁省丹东市人民街 141 号
电 话：0415-6184440
传 真：0415-6170645
网 址：<http://www.bettersize.com>
电子信箱：bettersize@sohu.com
网络实名：百特、粒度、颗粒

专业制造 专业服务

前 言

20 世纪 80 年代末期诞生并得到迅速发展的纳米科学技术为人类打开了又一个创新的空间, 展现出了无限的创新可能性。随着美国 2000 年开始实施“国家纳米技术计划”后, 全世界掀起了纳米技术研究的热潮。纳米电子学、纳米生物医学、纳米器件和纳米材料等方面都成了研究的热点。进入 21 世纪以来, 纳米科学技术的最新进展已经开始对未来技术、经济和人类社会发展产生深刻影响。纳米科学技术被公认为今后一段时间的关键技术之一。

纳米材料是纳米科学技术的一个重要方面。纳米材料由于特征尺寸小于 100 纳米, 具有许多有异于传统块体材料的特殊性质, 成为人们高度重视的材料研究新领域。纳米材料的异常光学特性、磁学特性、力学特性、敏感特性、催化与化学特性等为高技术新产品的开发以及传统材料的改性提供了广泛的机遇。纳米材料也成为世界各国纳米技术发展中的战略竞争热点。目前纳米材料的应用已逐渐渗透到微电子、光电子、化工、陶瓷、建材和医药以及国防等涉及国计民生的各个领域, 新产品不断问世, 新产业不断出现。

在纳米科技的竞争中, 我国起步并不晚, 也取得了一批具有国际影响的成果, 在国际上也有一定的地位。2001 年我国发表的纳米科技的论文数量已占世界第二位。同时我国在纳米科技的应用开发方面也出现了新局面, 在纳米材料的应用开发和产业化方面都有了很大发展。尽管其中出现一些不严肃、不科学的甚至是虚假的宣传和商业性炒作的因素, 但不容置疑我国在纳米材料科学技术上确实取得了长足的进步。

纳米科技是我国赶上世界经济发展的一个不可多得的机遇。我们应该抓住机遇, 以纳米技术对重要传统材料的改性、纳米材料的新用途以及纳米电子学、纳米生物用材料的研究开发为主线, 着重解决所涉及的共性的、关键的技术问题, 重视原始性创新和自主知识产权, 努力寻找纳米材料在材料、信息、生物和新能源领域应用的突破口, 为我国参与 21 世纪的国际高技术竞争奠定基础。

为了推动我国纳米材料和技术的发展, 《材料导报》2003 年编辑出版了“纳米与新材料专辑”, 得到了各方面的好评。如今《材料导报》又编辑了“纳米与新材料专辑 II”, 收集了 100 多篇论文, 内容涉及各种纳米材料及新材料的研究、产业化进展评述; 研究成果、论文报道; 市场分析等。本专辑从一个侧面反映了国内的最新研究成果, 也为读者提供了有用的资料, 相信一定会得到大家的欢迎。

石力开
2004 年 4 月 8 日

目 次

前言	石立升(1)
----------	--------

纳米材料

纳米合成材料及制备技术

纳米结构材料的软模板法制备	邵 鑫(2)
超重力技术在合成纳米材料中的应用	阳鹏飞 周继承 谢放华(6)
生物分子法制备纳米材料研究进展	蒋 勇 宋武林 谢长生等(9)
超声化学法在纳米材料制备中的应用	沈国柱 徐 政(12)
纳米陶瓷的制备概况	常 鹰 李溪滨(15)
纳米技术及其应用前景	张崇才 赵志伟(19)
静电纺丝法制备纳米或亚微米纤维的研究进展	殷玲玲 王应德 蓝新艳等(22)
机械合金化合成 Fe-Al 系纳米材料研究进展	唐红军 汤文明 郑治祥等(25)
纳米晶 WC-Co 硬质合金的烧结	史晓亮 王学广 邵刚勤等(29)
大尺寸纳米材料制备的研究现状	康 锋 王经涛(33)
羟基磷灰石纳米晶化学合成及生物学评价	毛 莹 汤顺清(35)
液相法制取 CdSe 纳米晶薄膜	王新霞 邱复生(39)
热喷涂纳米陶瓷涂层的制备及性能	周立忠 阎殿然 何继宁等(42)
高频回旋管微波烧结纳米陶瓷研究	范 瑛 韦力凡 丰 杰等(45)
纳米 BaTiO ₃ 粉末的制备及烧结工艺的优化	刘来君 马战红 孙乐民等(49)
Ge-SiO ₂ 薄膜的结构和光学特性研究	栾彩霞 侯东华 柴跃生等(52)
纳米二氧化锆厚梯度热障涂层性能研究	杨伟华 王全胜 王富耻等(54)
WC-10Co 纳米复合粉末棒材的成型工艺研究	张卫丰 邵刚勤 易忠来等(56)

纳米 TiO₂ 光催化技术

纳米二氧化钛光催化氧化技术	张欣宇 陈铁群(59)
改性纳米氧化钛光催化材料的研究进展及应用	谢晓峰 贾桂玲 张剑平等(62)
二氧化钛薄膜的制备及其光催化性能的应用	姚爱华 于宝海 杨 柯(66)
纳米二氧化钛制备技术进展及表征	李 静 张培新 周晓明等(70)
二氧化钛光催化性能的影响因素分析	刘 瑶 苏雪筠(73)
纳米 TiO ₂ 对甲基橙溶液光催化降解的研究	钟建薇 刘辉荣 朱归胜等(76)
基于粉煤灰分子筛的 TiO ₂ 结构和光催化性能的研究	肖 鹏 张云怀(78)
纳米 CaCO ₃ /TiO ₂ 复合粒子的制备	刘国军 胡 傲 曾汉民(80)
(TiO ₂ -CdS)/SiO ₂ 复合粉体的溶胶-凝胶法合成及晶相转变	周秀文 朱祖良 罗明仁等(83)

纳米线、纤维管及应用

纳米碳纤维的制备及应用	顾书英 朱立华 滕新荣等(86)
超级电容器碳纳米管及其复合电极材料最新研究进展	邓梅根 卢 云 张治安等(89)
碳纳米管场效应晶体管的研究进展	吕建伟 王万录 张 毅等(91)
碳纳米管的压阻效应	杨晓红(94)
碳纳米管的应用研究	王 兴 袁青梅(97)
竹节型结构碳纳米管形成机制的研究进展	郑 坤 王必本 侯碧辉(100)
碳氢化合物催化裂解法制备碳纳米管所用催化剂的研究进展	曹 清 陈召勇 李言荣等(103)
炭化处理对纳米碳管电极电吸附脱盐性能的影响研究	张登松 代 凯 方建慧等(107)
碳纳米管/聚苯乙烯复合材料制备过程中碳管对引发剂过氧化苯甲酰的影响	何为凡 徐学诚 成荣明等(110)
外加电场对硅纳米线生长影响的研究	于灵敏 范新会 刘建刚等(112)
纳米晶铁纤维微波吸收性能研究	李小莉 闫翠芬 张晓云等(115)
反应原料的摩尔比对 GaP 纳米晶形貌的影响	刘振刚 信春雨 于美燕等(118)

纳米粉体及制备

氧化铝粉体的制备及发展趋势	梁邦兵 黄志良 刘 羽(121)
纳米 ZrO_2 ——一种很有前途的远红外辐射材料	胡 傲 曾汉民(124)
纳米 CeO_2 粉末的制备及应用研究	高 勇 王玲玲 刘晔清(128)
纳米 CeO_2 的制备技术及其在催化领域的应用	姜亚昌 王巧梅(131)
纳米碳酸钙制备技术的研究进展	魏绍东(133)
纳米金属颗粒的湿化学制备	章践立 徐 键 张约品等(136)
分形图像分析及其在纳米 ZnO 中的应用	杨英歌 吴 润 从善海(140)
新型共沉淀法制备铁酸镍纳米材料	杨留方 赵鹤云 陈洛恩等(142)
铁酸镍纳米微粉的化学共沉淀法制备及磁性研究	张变芳 唐贵德 侯登录等(144)
溶胶-凝胶法制备纳米级 $CoFe_2O_4$ 尖晶石	肖 利 方 正 李元高等(147)
纳米光亮银粉的研制	于朝清 田茂江 江新丰等(150)
彩色 PDP 纳米稀土荧光粉 $ZnSiO_4:Mn,Er$ 的制备与性能研究	袁曦明 王永钱 王红梅等(152)
溶胶-凝胶法制备 ATO 纳米粉体的团聚及其控制	王小兰 李历历 段学臣(154)
表面改性纳米 $CaCO_3$ 热性能研究 I: TG-FTIR、DSC	张 堃 曾汉民 林木良(156)
表面改性纳米 $CaCO_3$ 热性能研究 II: DRIFT	张 堃 曾汉民(159)
纳米远红外建筑内墙涂料的研究	鲁明强 王 力(161)
直接还原碳化法制备 TiC-WC-Ni 超细粉末	易忠来 邵刚勤 李 佳等(163)

纳米复合材料

SiO_2 溶胶“纳米粘合法”制备介孔纳米复合材料和应用	冯乙巳 张立德(165)
核-壳型纳米复合材料研究进展	赵启涛 赵崇军 朱从善等(168)
聚合物/层状硅酸盐纳米复合材料	周贤辉 曹瑞军(171)
NdFeB 纳米复合永磁薄膜的研究进展	衣美卿 张敏刚 李 忭(174)
纳米晶复合永磁材料研究进展	李 忭 张敏刚 周俊琪等(177)
纳米磁性液体	王 曦 王世雷(180)
有机蒙脱土催化高性能环氧纳米复合材料固化反应的研究	鹿海军 梁国正 马晓燕等(182)
电弧放电条件下内包金属洋葱状富勒烯生成机理的研究	王晓敏 葛爱英 李天保等(186)

新材料与新技术

新技术

材料设计计算机模拟技术	周贤渭 雷 勇 LIN Zhou(190)
分子模拟在材料科学中的研究进展	汤 伟 朱定一 关翔锋等(193)
分子自组装技术的研究进展	王生杰 范晓东(197)
空心微球的制备和研究进展	任 平 官建国 甘治平等(200)
分子自组装膜的研究与进展	颜录科 寇开昌 哈恩华等(204)
脉冲电流烧结技术及其在氮化铝透明陶瓷烧结中的应用	全 锋 傅正义 王玉成(207)
粉末冶金钛合金新技术	何世文 欧阳鸿武 刘 咏等(210)
固体表面台阶波动现象与固体类流态现象类比	宋伟夫 李桂杰(213)

光、电、磁功能材料

红外隐身材料的研究现状与发展方向	刘永峙 韩爱军 李校远(216)
电磁波吸收复合材料的研究现状	杨海刚 项金钟 信思树等(219)
高含量 Si-Al 电子封装复合材料的研究进展	王 磊 李金山 胡 锐等(222)
单元素半导体量子点制备及其光致发光性能的研究进展	刘俊朋 杜希文 孙 景等(225)
电沉积制备 CIS 薄膜太阳能电池材料	李建庄 夏冬林 赵修建(227)
高分子染料的合成与应用	李 狄 刘俊龙(230)
液晶高分子研究进展	郭亚林 梁国正 丘哲明(233)
VO_2 镀膜工艺与薄膜导电特性的研究	吕凤军 斯永敏(237)
Al-Mx 金属多层膜的红外特性研究	王 阆 孙 勇(239)
聚乙烯二氧噻吩热分解性能对其作阴极片式钽电解电容器自愈性能的影响	徐建华 蒋亚东 杨邦朝等(242)
锌单晶的制备及其电化学行为的研究	王华清 周上祺 陈昌国等(244)

分散剂在钛酸锶陶瓷浆料中的作用研究	王邵平 苏雪筠 庄 严等(247)
化学、生物、能源材料	
有机粘土制备介孔材料的研究现状及其应用	任 杰 廖文俊(249)
无机膜的应用研究概况	徐卫军 俞建长 胡胜伟(252)
天然沸石及沸石类分子筛	唐启祥 杨留方 吴兴惠(256)
氢氧化镁阻燃剂及其前景展望	周广英 吴会军(260)
磷酸钙骨水泥的研究现状	梁晓峰 杨世源 尹光福等(262)
固体氧化物燃料电池电解质材料的研究进展	汪 灿 刘 宁 石 敏等(264)
尖晶石型锂锰氧化物的研究进展	臧 健 张向东 王 君等(267)
氧化物热电材料的研究与进展	阮文彪 郭瑞松 吕振刚(270)
碳气凝胶的充放电性能研究	王 琴 沈 军 周 斌等(273)
结构功能材料	
NiAl 金属间化合物的研究进展	江 焱 贺跃辉 黄伯云等(275)
AlN 多型体研究进展	周国红 李亚伟 李 楠(280)
泡沫 Al 制备研究进展	郑兆明 魏 鹏 柳 林(283)
泡沫铝的研究	李 晶 胡治流(286)
增强颗粒在铝基复合材料中的作用	付雪莹 张 洪 席慧智等(290)
TiB ₂ 基复合材料的研究进展	莫伦军 傅正义 张金咏等(293)
先进复合材料在军事领域的应用	江润莲 赵玉涛(296)
Ti(CN)基金属陶瓷表面结构及其性能的研究	李友凤 魏 军 李明峰(299)
钢渣的改性研究及进展	赵 国 陆 雷 姚 强(301)
可溶性对位芳香族聚酰胺的研究现状	戴信飞 尤秀兰 王新威等(304)
高分子量聚丙烯酰胺的聚合	黄利铭 伍 钦(307)
YSZ-Ni-Me 金属陶瓷复合粉末及材料的制备	李 佳 邵刚勤 段兴龙等(309)
六方柱状 MgAl ₂ O ₄ 纤维的合成机理初探	杨道媛 贾晓林 郭新荣等(311)
溶胶-凝胶法制备连续莫来石纤维先驱凝胶 DSC-TG-MS 分析	朱红波 刘巍巍 王利明等(314)
界面微合金化对钢/铝复合板性能影响的研究	宋群玲 孙 勇 沈 黎(317)

纳米材料生产、检测及设备企业简介(略)

材料导报

Materials Review

4 月专辑

2004 年 4 月 25 日出版

ISSN 1005-023X

CN 50-1078/TB

渝新出报(专、增)刊(2004)字第 2 号

指导单位: 科学技术部高新技术发展及产业化司
国防科工委科技与质量司

主办单位: 科学技术部西南信息中心

编辑出版: 材料导报社

地 址: 重庆市渝中区胜利路 132 号 邮编: 400013

社 长: 牟炳林

主 编: 张 明

广 告 部: 封 盛 传 真: (023)63505701

电 话: (023)63505701 63506434

E-mail: mat-rev@swic.ac.cn mat-rev@163.com

matrev@163.com

印 刷: 重庆科情印务有限公司

国内总发行: 重 庆 市 邮 政 局

国外总发行: 中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱)

订 购 处: 全 国 各 地 邮 政 局

CONTENTS

Preface	Shi Likai(1)
---------------	--------------

NANOMETER MATERIALS

Nanometer Synthetic Material & Preparation Technology

Preparation of nanomaterials by soft-template	Shao Xin(2)
Application of hige technology in the synthesis of the nanometer materials	Yang Pengfei et al(6)
Progress of research on preparation of nanomaterials by biomolecule method	Jiang Yong et al(9)
The applications of sonochemical method in preparation of nanomaterials	Shen Guozhu et al(12)
About the preparation of nano-ceramics	Chang Ying et al(15)
Nanotechnology and its application prospect	Zhang Chongcai et al(19)
Current research on nano- or submicro-fibers made by electro-spinning	Yin Lingling et al(22)
Progresses of Fe-Al nano-materials by mechanical alloying	Tang Hongjun et al(25)
Sintering of nanocrystalline Wc-Co cemented carbide	Shi Xiaoliang et al(29)
Development of large volume nanocrystalline materials	Kang Feng et al(33)
Chemical synthesis and biological assess of hydroxyapatite nanocrystals	Mao Xuan et al(35)
Liquid-phase preparation methods for making nanosized CdSe films	Wang Xinxia et al(39)
Pearation and properties of thermal sprayed nanostructured ceramic coatings	Zhou Lizhong et al(42)
Study on high frequency gyrotron miarowave sintering of nanoceramics	Fan Ying et al(45)
Sintering and preparation of BaTiO ₃ Nanopowders	Liu Laijun et al(49)
Study on structure and optical properties of Ge-SiO ₂ films	Luan Caixia et al(52)
Study on properties of nanostructured zirconia thick gradient TBCs	Yang Weihua et al(54)
Study on rods forming technology of nanocrystalline WC-10Co composite powder	Zhang Weifeng et al(56)

Nanometer TiO₂ Photocatalysis Technology

Photocatalytic oxidation technology of nanomater titanium dioxide	Zhang Xinyu et al(59)
Investigation of modified nano-TiO ₂ photocatalyst and its application	Xie Xiaofeng et al(62)
Preparation of titanium dioxide thin film and application of its photocatalytic properties	Yao Aihua et al(66)
Advances in preparation of nano-titania and testing measures	Li Jing et al(70)
Analyse of the effect on photocatalytic properties of TiO ₂	Liu Yao et al(73)
Photocatalytic oxidation of methyl orange with nanometer TiO ₂	Zhong Jianwei et al(76)
Studies on the structures of TiO ₂ film immobilized on flyash and its photocatalytic activities	Xiao Peng et al(78)
Preparation of nanometer sized CaCO ₃ /TiO ₂ composite particles	Liu Guojun et al(80)
Preparation by sol-gel method and transformation temperature of (TiO ₂ -CdS)/SiO ₂ composite powders	Zhou Xiuwen et al(83)

Nano-wire, Nano-Fiber, Nano-Tube & Applications

Preparation and application of carbon nanofibers	Gu Shuying et al(86)
New progress in research on carbon nanotubes and composite electrode materials for supercapacitors	Deng Meigen et al(89)
Progress in research on field effect transistors made of carbon nanotubes	Lu Jianwei et al(91)
Piezoresistive effect of carbon nanotubes	Yang Xiaohong(94)
Research on carbon nanotube application	Wang Xing et al(97)
Progress in study on formation mechanism of bamboo-structured carbon nanotubes	Zheng Kun et al(100)
Progress on the catalyst of the synthesis of carbon nanotubes by catalytic-decomposition-of-hydrocarbons	Cao Qing et al(103)
Effect of carbonization on the electric adsorption-desalination of carbon nanotube electrodes	Zhang Dengsong et al(107)
Study on the interaction between multi-wall carbon nanotubes and the initiator-benzoyl peroxide in polymerizing styrene in suspension	He Weifan et al(110)
Study of the growth of silicon nanowire under electric field	Yu Lingmin et al(112)
Research on the microwave absorbing properties of the nanocrystalline iron fibers	Li Xiaoli et al(115)
The effects of molar ratio of reactants on the morphology of GaP nanocrystals	Liu Zhengang et al(118)

Nanometer Powder & Preparation

- Preparation of alumina powder and development trendence *Liang Bangbing et al*(121)
- ZrO₂ nanoscale particals——a promising far IR-emitting material *Hu Ao et al*(124)
- Preparation and application of nanocrystalline CeO₂ powders *Gao Yong et al*(128)
- Preparing nano-CeO₂ technology and its application in catalyst *Jiang Yachang et al*(131)
- Progress in manufacture technology for nanometer calcium carbonate *Wei Shaodong*(133)
- Wet-chemical preparation of metal nano-particles *Zhang Jianli et al*(136)
- Analysis of fractal image and its application in ZnO nanopowders *Yang Yingge et al*(140)
- NiFe₂O₄ fabricated by new chemistry co-precipitation method *Yang Liufang et al*(142)
- Investigation on preparation by chemical coprecipitation method and magnetization of Ni ferrite *Zhang Bianfang et al*(144)
- Preparation of nanometer powder of spinal CoFe₂O₄ by sol-gel method *Xiao Li et al*(147)
- Research and manufacture of bright nanometer Ag powder *Yu Chaoqing et al*(150)
- The synthesis and property study of color PDP nano-fluorescence Zn₂SiO₄ : Mn,Er *Yuan Ximing et al*(152)
- Mechanism and control of agglomeration of nanometer ATO powders prepared by sol-gel method *Wang Xiaolan et al*(154)
- Study on thermal properties of modified nano-CaCO₃(I);TG-FTIR and DSC *Zhang Kun et al*(156)
- Study on thermal properties of modified nano-CaCO₃(II); DRIFT *Zhang Kun et al*(159)
- Research of nano far infrared construction inner wall paint *Lu Mingqiang et al*(161)
- TiC-WC-Ni superfine powder synthesized by direct reduction & carbonization process *Yi Zhonglai et al*(163)

Nano Composite Material

- The preparation and application of mesoporous nanocomposite by the method of silica sol as “nanogule” *Feng Yisi*(165)
- Research progress in core-shell nanocomposites *Zhao Qitao et al*(168)
- A review on polymer/layered silicate nanocomposites *Zhou Xianhui et al*(171)
- Research progress of NdFeB nanocomposite permanent films *Yi Meiqing et al*(174)
- Research development of nanocrystalline composite permanent magnets *Li Bian et al*(177)
- Nano magnetic liquid *Wang Xi et al*(180)
- Study of catalysis effect of organic montmorillonite on curing reaction of high-performance epoxy matrix nanocomposites *Lu Haijun et al*(182)
- The study on mechanism of nano-structured onion-like fullerenes encapsulating metal by discharge *Wang Xiaomin et al*(186)

New Materials & New Technologies

New Technologies

- Computer simulation technology for material designs *Zhou Xianwei et al*(190)
- Development of molecular simulation in material science *Tang Wei et al*(193)
- Advance in molecular self-assembly technology *Wang Shengjie et al*(197)
- Preparation and research progress of hollow microspheres *Ren Ping et al*(200)
- Advance in self-assembled monolayers *Yan Luke et al*(204)
- Pulse electric current sintering and its application in AlN transparent ceramics sintering *Quan Feng et al*(207)
- New technologies of powder metallurgy titanium alloys *He Shiwen et al*(210)
- Analogy between step fluctuation and quasi-fluid phenomena on solid surface *Song Weifu et al*(213)

Optical, Electric and Magnetic Function Materials

- The present research and developing trend of IR stealthy materials *Liu Yongzhi et al*(216)
- The research progress of composite material with absorbing electromagnetic wave *Yang Haigang et al*(219)
- Recent development of Si_p/Al metal-matrix composites for electronic packaging *Wang Lei et al*(222)
- The research development on fabrication technology of single-element-semiconductor quantum dots and the mechanism of the photoluminescence *Liu Junpeng et al*(225)
- Electrodeposition of CuInSe₂ thin films for solar energy materials *Li Jianzhuang et al*(227)
- Synthesis and applications of polymeric dyes *Li Di et al*(230)
- Development of liquid crystalline polymer *Guo Yalin et al*(233)
- Preparation conditions and properties of electric conduction of VO₂ thin films *Lu Fengjun et al*(237)
- Infrared absorption properties of Al-Mx multiplayer *Wang Zha et al*(239)

- Influence of thermal property of poly(3,4-ethylenedioxythiophene)(PEDT) on the self-healing property
of solid tantalum electrolytic capacitors with PEDT for the cathode Xu Jianhua et al(242)
- Study on preparation and electrochemical performance of monocrystal zinc Wang Huaqing et al(244)
- The study on the effect of dispersant used for SrTiO_3 ceramic slurry Wang Shaoping et al(247)

Chemical, Biological and Energy Materials

- Advances in mesoporous materials derived from synthetic organo-clays and applications Ren Jie et al(249)
- Review of application of inorganic membranes Xu Weijun et al(252)
- Natural zeolites and zeolite-like molecular sieves Tang Qixiang et al(256)
- Flame retardant type magnesium hydroxide and the prospect about its development Zhou Guangying et al(260)
- A literature review on the calcium phosphate cement (CPC) studies Liang Xiaofeng et al(262)
- Research progress of electrolyte materials used for solid oxide fuel cells Wang Can et al(264)
- The research progress of spinel lithium manganese oxide Zang Jian et al(267)
- Research and new development of oxide thermoelectric materials Ruan Wenbiao et al(270)
- Research on charge-discharge property of carbon aerogel Wang Qin et al(273)

Constructional Function Materials

- Progress in current research on NiAl intermetallic alloys Jiang Yao et al(275)
- Progress of AlN polytypoids Zhou Guohong et al(280)
- The advances in synthesis of Al foams Zheng Zhaoming et al(283)
- The study of foamed aluminium Li Jing et al(286)
- Functions of different particles in aluminum matrix composites Fu Xueying et al(290)
- Progress in research on titanium diboride based composites Gong Lunjun et al(293)
- Advanced composites of military field Jiang Runlian et al(296)
- A study on surface configuration of Ti(CN)-based cermet Li Youfeng et al(299)
- The research and development of the modification of the steel slag Zhao Guo et al(301)
- Status of research on solubility para-aromatic polyamide Dai Xinfei et al(304)
- Study on the synthesis of high molecular weight of polyacrylamide Huang Liming et al(307)
- The preparation of composite YSZ-Ni-Me cermet powder and material Li Jia et al(309)
- Preliminary study on the mechanism of MgAl_2O_4 fibres growth Yang Daoyuan et al(311)
- DSC-TG-MS of the precursor gels by preparation of continuous mullite fibers using sol-gel process
..... Zhu Hongbo et al(314)
- Effect of alloying element added on the interfacial properties of the colding roll cladding ST-AL bimetallic sheets
..... Song Qunling et al(317)

Guiding Units:

Department of New/High-Tech Development and Industrialization, Ministry of Science & Technology, P. R. China
Department of Science, Technology & Quality Control, Commission of Science, Technology & Industry for National Defence, P. R. China

Sponsorial Unit:

Ministry of Science & Technology Southwest Information Center

Published by Materials Review Society

Edited by Materials Review Society

Add: No. 132 Sheng Li Road, Central District,
Chongqing 400013, P. R. China

Tel/Fax: +86-023-63505701 63506434

http://www.mat-rev.com

E-mail: mat-rev@swic.ac.cn matrev@163.com

Distributor: China International Book Trading
Corporation (P. O. Box 399)

The Foreign Subscription Rate: USD 40.00

纳 米 材 料

- 纳米合成材料及制备技术
- 纳米 TiO_2 光催化技术
- 纳米线、纤维、管及应用
- 纳米粉体及制备
- 纳米复合材料

纳米结构材料的软模板法制备*

邵 鑫^{1,2}

(1 聊城大学材料科学与工程学院, 聊城 252000; 2 中国科学院兰州化学物理研究所固体润滑国家重点实验室, 兰州 730000)

摘要 纳米科学与技术已被公认为 21 世纪高科技的基础, 其中如何实现对纳米粒子的结构控制和组装更是当前极富挑战性的课题。软模板法是一种通用的合成纳米结构材料的新技术, 是一种非常简便有效的方法。简要评述了用软模板法合成技术及其在合成各种纳米结构材料方面的最新进展。

关键词 纳米材料 软模板 制备

Preparation of Nanomaterials by Soft-Template

SHAO Xin^{1,2}

(1 College of Materials Science and Engineering, Liaocheng University, Liaocheng 252000, China;

2 State Key Laboratory of Solid Lubrication, Lanzhou Institute of Chemical Physics,

Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract Soft-template synthesis method, a very general approach, is used to prepare a variety of metals, nanotubes, polymer, carbon semiconductors and other materials. This article mainly reviews the latest progress in the preparation nanomaterials via the soft-template synthesis methods such as the microemulsions, DNA, living biomembrane, lamellar liquid crystal and vapour deposition. In addition, this paper describes the application prospects of nanomaterials fabricated by soft-template method.

Key words nanomaterials, soft template, preparation

自从 1990 年 7 月在美国巴尔的摩召开了第一届纳米科学技术国际会议以后, 纳米材料科学作为一个相对独立的学科诞生了。从此以后, 纳米材料引起了世界各国材料学界、物理学界和化学界的极大兴趣和广泛重视, 很快形成了世界范围的“纳米热”。纳米材料表现出来的奇特的物理、化学性质为人们设计新产品及传统材料的改性提供了新的机遇。纳米材料在催化剂、非线性光学材料、光化学电池、电极、化学传感器、气敏材料、软磁合金、仿生材料等方面的应用研究正在广泛开展, 在信息、能源、环境和生物技术等高新技术领域的应用已取得了初步成果^[1,2]。

纳米材料的稳定性、粒子的大小及物理化学性能均与制备方法密切相关。蒸发冷凝法、沉淀法、水热法、溶胶-凝胶法、化学气相沉积和电化学沉淀法等都被用于纳米材料的制备研究中。虽然用这些方法已合成了许多具有各种结构和性能的纳米材料, 但还存在着一些问题如粒子大小和形状不易控制、粒子无序排列以及制备条件苛刻等。因此探索既能方便地制备出粒子的大小和形状可控、粒子排列又有序的方法是纳米材料研究领域中的一个重点。

近年来, 随着对纳米材料研究的不断深入, 纳米材料的模板制备方法已广泛引起人们的关注^[3~18]。根据模板的结构可分为软模板法和硬模板法。其中硬模板法是以含有有序多孔材料为模板, 在孔内合成预期的各种纳米结构材料, 这取决于材料和孔壁的化学性质。用这种方法可以制备金属、半导体、碳、聚合物和其它材料组成的纳米管和纳米线, 它们可以是单组分材料, 也可

以是复合材料(在管内甚至可包裹生物材料)。制得的纳米粒子尺寸分布较窄, 可以通过调整制备模板的各种参数或选择不同的模板来实现对纳米结构的有效控制。目前, 有关纳米结构材料的多孔 Al_2O_3 模板和刻蚀有机聚合物模板法制备已有相关论述^[19~22], 限于篇幅, 本文简要介绍了微乳液、DNA、活体生物膜、层状液晶等几种软模板制备纳米材料的方法, 以促进这一领域的研究工作。

1 微乳液法

微乳液是热力学稳定、透明的水滴在油中(W/O)或油滴在水中(O/W)形成的单分散体系(分散质点直径约为 5~100nm), 是表面活性剂分子在油/水界面形成的有序组合体^[23]。在微乳液体系中, 用来制备纳米粒子的一般是 W/O 型体系, 该体系一般由有机溶剂、水溶液、活性剂、助表面活性剂 4 种组分组成。常用的有机溶剂多为 $\text{C}_6\sim\text{C}_8$ 直链烃或环烷烃; 表面活性剂一般有 AOT[二(2-乙基己基)磺基琥珀酸钠]、SDS(十二烷基硫酸钠)、SDBS(十二烷基磺酸钠)阴离子表面活性剂、CTBA(十六烷基三甲基溴化铵)阳离子表面活性剂、TritonX(聚氧乙烯醚类)非离子表面活性剂等, 助表面活性剂一般为中等碳链 $\text{C}_5\sim\text{C}_8$ 的脂肪醇。在非极性溶剂中形成的聚集体以亲水基相互靠拢, 而亲油基朝向溶剂, 构型与水相中的胶束正好相反, 所以称作反胶束(reversed micelle)。其结构特点是它们的质点大小或聚集分子层的厚度均接近纳米量级, 从而为纳米材料的制备

* 固体润滑国家重点实验室资助项目(0207)

邵鑫:男, 1970 年出生, 副教授, 博士 E-mail: shxin 2000@sina.com Tel: 0635-8238863

提供了有效的模板或作为制备纳米材料的微反应器。微乳液制备纳米材料的过程中,反应依靠胶束间由碰撞引起的物质交换得以进行,大致过程为:布朗运动使胶束发生碰撞,胶束的表面活性剂层打开并发生聚结,胶束间发生物质交换使反应进行,聚结体分裂重新形成单分散的胶束。其优点是:①软化学法,不需要极端的温度和压力;②通过调变乳液的组成可以控制颗粒的大小。1982年,Boutonnet等^[24]首先报道了用肼或氢气还原微乳液水核中金属盐制备的单分散金属Pt、Pd、Rh和Ir纳米颗粒(3~5nm)。此后,利用微乳液技术制备纳米结构材料的报道不断出现。

利用微乳液制备纳米材料有3种途径(图1):

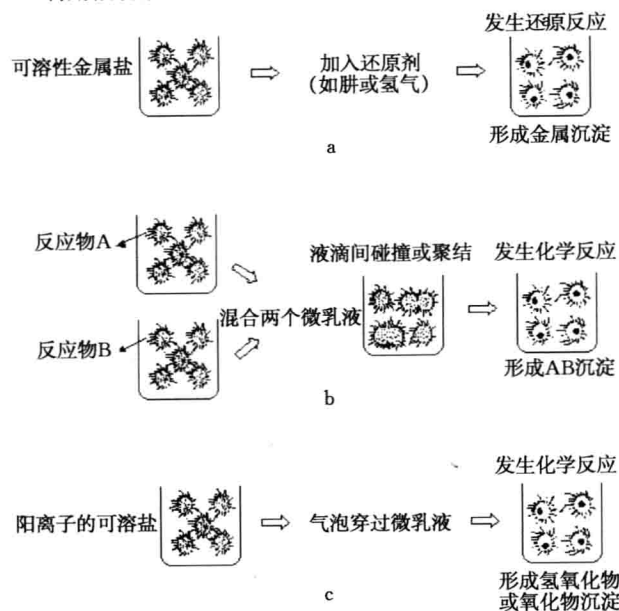


图1 微乳液合成纳米材料的3种途径

(1)一种反应物在增溶的反胶束内,另一种以溶液形式与前者混合,溶液内的反应物进入反胶束内,与另一反应物作用,晶核生成并生长。唐方琼^[25]根据纳米二氧化硅颗粒大小所要求的水与表面活性剂的浓度比和碱金属硅酸盐与表面活性剂的浓度比配制碱金属硅酸盐水溶液。将该水溶液加入到表面活性剂的非极性有机溶液中,制备了碱金属硅酸盐的反胶束溶液,然后按一定体积比将碱金属硅酸盐的反胶束溶液在快速搅拌下加入到极性有机溶液中,混合均匀,慢速搅拌,陈化,得到了纳米级的二氧化硅颗粒,并在制备好二氧化硅颗粒后,将有机溶液回收处理。Li Tuo等^[26]在增溶有 AgNO_3 水溶液的壬基酚聚氧乙烯醚(商品号为Igepal co-520)/环己烷反胶束溶液中,先加入水合肼还原 Ag^+ ,然后加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,5~10min后,加入 m (四乙氧基硅烷): m (环己烷)=1:1的溶液,得到了纳米尺寸的 Ag-SiO_2 化合物。

(2)双或多乳液型。将2种或2种以上的溶有不同反应物的微乳液混合,通过胶束碰撞过程的物质交换使反应进行而形成固体颗粒,这种方法所得颗粒的粒径一般比胶束的原始尺寸小。侯德东等^[27]用此方法实现了由 $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 制备 SnO_2 纳米棒。在磁力搅拌作用下,分别各取一定量的反应物(SnCl_4 、 NaCl 以及 Na_2CO_3)水溶液,加入聚氧乙烯五醚(NP5),聚氧乙烯九醚

(NP9),乳化剂(OP)和环己烷按1:1:1:2的体积比混合,分散形成A、B、C3种微乳液,然后混合使之反应,通过破乳、焙烧就可得到 SnO_2 纳米棒。类似的,Chen等^[28]分别将含有 $c(\text{NH}_4\text{Cl})=0.1\text{mol/L}$ 的 $\text{Pd}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$ 水溶液和联氨水溶液加入到二(2-乙基己基)磺基琥珀酸钠(AOT)的异辛烷溶液中,然后将2种反胶束溶液等体积混合,制得了超细钨颗粒,其中2种反胶束溶液中的水与AOT的质量比相等。

(3)一种反应物在增溶的水核内,另一种反应物为气体,通过鼓泡加入到反胶束溶液中,使气体与反胶束内的物质反应,可以得到纳米微粒。羊亿等^[29]以SDS(十二烷基硫酸钠)为表面活性剂,正戊醇为助表面活性剂,甲苯为有机相, CdCl_2 水溶液为水相,配成澄清的微乳液,此时水相被表面活性剂与助表面活性剂分散在有机相中形成一个个独立的水核,通入一定量的 H_2S 气体,数分钟后,即可得到含有 CdS 纳米微粒的微乳液。水核外层的表面活性剂膜既能抑制 CdS 的生长而达到控制粒度的目的,又能防止 CdS 纳米微粒之间的凝聚。Matston等^[30]用超临界流体-反胶团法在AOT/丙烷/ H_2O 体系中制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体粒子时,采用快速注入干燥氨气(NH_3)的方法得到球形、均分散的纳米 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 粒子。

利用微乳液技术制备纳米材料,首先要选定一个适当的体系,即体系对有关试剂有尽可能高的增溶能力,而且该体系与反应物不发生反应。在选定体系后,就要研究影响生成超细颗粒的因素,包括水和表面活性剂的浓度、相对量、试剂的浓度以及微乳液中水核的界面膜的性质。其中水和表面活性剂的相对比例是一个重要的因素,它决定了水核的半径,而水核的半径直接决定了纳米粒子的尺寸。

在纳米微粒的各种制备法中微乳液法具有潜在优势。虽然这种方法的研究已做了大量工作,但还有许多工作要做,如反胶团或微乳液的种类,微结构与颗粒制备的选择性之间的规律尚需探索,更多的用于超细颗粒合成的新微乳液体系需要寻找。随着对纳米材料研究的不断深入,其合成方法将越来越多样化。纳米材料的制备将不断吸收基础科学和工程学的最新成果,实现纳米材料结构的控制和调整,扩大纳米材料的应用范围和改进其性能,纳米科学的发展,很大程度上取决于纳米材料的制备。纳米材料的制备是纳米材料学发展的基础,这方面的研究需要各方面研究人员的共同努力。

2 DNA 法

为了精确控制复合材料的结构,实现纳米微粒等各组份在体系中的精确定位,人们利用和发展了各种分子组装技术。DNA是生物体系中携带遗传信息的分子,由于DNA分子是由2条脱氧核苷酸间通过互补碱基形成碱基对组合而成,这种碱基配对原则上具有高度严密的选择性,确保了在生物体内遗传物质DNA复制的成功^[31]。近年来人们开始意识到利用DNA分子为模板构建具有特定结构和形状的无机纳米粒子的可行性和应用价值^[32~36],例如Coffer等首先证实了利用小牛胸腺DNA为模板合成 CdS 纳米粒子的可行性^[37~39]。随着现代分子生物学和分子生物技术的发展,人们可以对DNA进行任意剪裁、添加,而各种大量的具有特定长度和特定序列的DNA可以在

DNA 合成器中自动生成。这些进展为利用 DNA 来精确控制纳米材料的结构提供了实验前提。

目前,国际上已经对许多生物分子作为无机纳米粒子合成模板剂的可行性进行了探索。例如 Mann 等^[40]利用蛋白质作为模板合成 CdS 纳米粒子;Wang 等^[41]利用哺乳类眼睛晶状体管蛋白作为模板合成纳米尺寸的 CdS 粒子;Shenton 等^[42]用烟草斑纹病毒的蛋白外壳作模板剂诱导生成无机、有机纳米管;Braun 等^[43]将寡聚核苷酸连接在 2 个金电极之间,用 DNA 分子作为模板,在 DNA 长链上沉积银纳米微粒,生长出长 12 μm 、直径 100nm 的银纳米线。如图 2 中(a)(b)所示,首先在两侧金电极上分别固定一小段核苷酸,再加上一条两端分别与电极上核苷酸互补的长链 DNA,使这条 DNA 的两端分别与电极上的小段 DNA 连接,形成一条跨越两电极的 DNA 桥。然后就是银纳米微粒的沉积过程,如图 2 中(c)(e)所示,首先通过 DNA 桥与 AgNO_3 溶液间进行的 Ag^+/Na^+ 离子交换,使银离子在 DNA 上选择定位,得到 Ag^+/DNA 复合物,再使用氢醌溶液在 DNA 桥上诱导生成小的银纳米微粒,直至沿着 DNA 骨架生长出一条银导线。

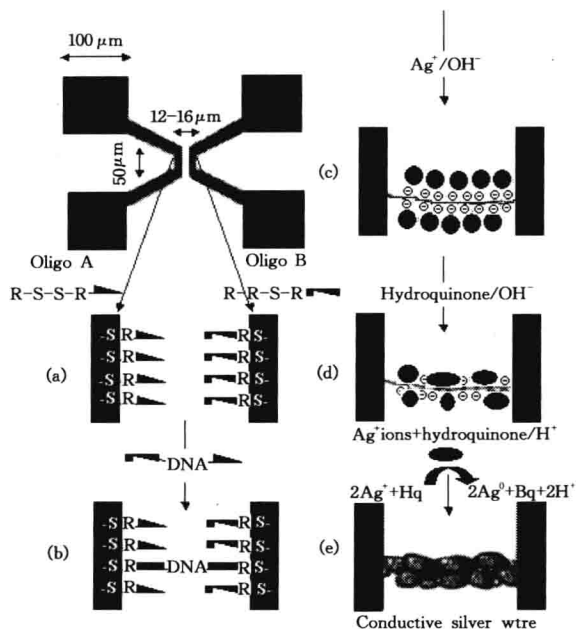


图 2 连接 2 个金电极的银导线的构筑

与国际上相比,我国在这方面的研究稍晚,但也取得了突破性进展。如田玫等^[44]利用鲑鱼精 DNA 为模板构建了一种特殊的 CdS 纳米线。DNA 的线形结构诱导了 CdS 以 DNA 中的磷酸根为结晶位点,以线形方式生长。现代基因技术的发展已经使人们可以以任意长度合成 DNA 片段,这一技术的进一步普及和发展无疑将为以 DNA 为模板控制无机纳米材料的结构和性质提供了更多的机遇。而陈霞等^[45]利用 DNA 为模板则得到了一种特殊的针状的 CdS 纳米线。研究表明,这是因为 DNA 分子在去湿的过程中互相靠近并组装成束状线,DNA 分子的这种线形排列为 CdS 纳米材料的生成提供了一种特殊的模板,线形 DNA 分子上的磷酸根呈重复有序排列,可以作为诱导成核点导致针状 CdS 纳米材料的形成。

3 活体生物膜法

细胞是生命的基本结构与功能单位,细胞的外周膜与细胞内的膜系统称为生物膜。细胞的能量转换、信息识别与传递、物质运送和分配等基本生命现象都与生物膜密切相关。生物膜是由蛋白质、脂类以及碳水化合物等组成的超分子体,膜蛋白是膜功能的主要体现者。王荔军等^[46]在化工进展上介绍了生物矿化纳米结构材料化学研究发展的基础,并着重阐述了以细胞膜和细胞壁为模板合成组装纳米尺寸 SiO_2 的化学过程。由此可知,生物系统中 SiO_2 沉积的模板体系,即在植物体内是以细胞壁和细胞膜为合成组装 SiO_2 的模板,在动物体内则以细胞膜为合成模板。借助晶体化学和纳米化学可知有机模板作为诱导 SiO_2 成核表面,在局域化细胞间隙决定矿物空间组织,结晶定向生长和矿物结构。有机模板和矿物前体作用使有机模板表面原子排列结构晶面具有最小成核活化能,矿物将以取向附生方式成核和生长。吴庆生等^[47]利用活体生物膜作为模板合成出颗粒细小的近球形 CdS 纳米粒子。

4 层状液晶法

层状液晶是表面活性剂分子有序组合体之一,体系中的水相和有机相都是空间受阻的微环境,对一些化学反应影响很大^[48]。近年来,利用层状液晶为模板进行纳米材料制备已引起相当重视^[49]。沈明等^[50]利用溶剂在层状液晶中的渗透性和层状液晶中溶剂层厚度的限定性,在 Triton X-100/ $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ 体系层状液晶中,以饱和 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 水溶液代替组分水制备水溶性超微粒子材料 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$,平均粒径约为 6nm。他们还利用类似的方法制备了纳米 CdS^[51]。最近,杨汉民等^[52]利用层状液晶中溶剂厚度的限定性,在 Triton X-100/ $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ 体系层状液晶中,分别以 0.1mol/L 的 $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 和 Na_2S 水溶液代替组分水制备出粒径约为 10nm 的 ZnS 颗粒,并对层状液晶中 ZnS 纳米颗粒的抗磨性能进行了研究。

5 总结

综上所述,软模板法是一种通用的合成纳米结构材料的新技术,也是一种非常简便有效的方法,与传统的合成方法相结合可以方便地制备出各种纳米材料,而且得到的是单分散纳米结构;它不仅可以控制合成纳米材料的几何形状和粒子大小,甚至小到几个原子或几个分子,还可以根据需要对材料整体性能进行裁剪、调整和控制,即更强调按人们的意愿设计、组装、创造具有特定性能的新材料。有理由相信,模板合成法将在纳米结构材料制备、纳米器件集成以及分子生物学与医学研究等各个方面有广泛的应用。利用新物性、新原理、新方法设计纳米结构原理性器件以及纳米复合传统材料改性正孕育着新的突破。这方面的研究需要材料科学、物理和化学等基础学科及化学工程等多方面的密切配合和协作。

参考文献

- 1 张立德,牟季美. 纳米材料和纳米结构. 北京: 科学出版社, 2001
- 2 裘式纶,等. 化学研究与应用, 1998, 10(4): 331
- 3 Ozin G A. Adv Mater, 1991, 4: 612