

中国科学院国家科学图书馆

# 科学研究动态监测快报

---

2009年11月1日 第21期（总第91期）

## 先进制造与新材料科技专辑

中国科学院先进制造与新材料创新基地

中国科学院规划战略局

中国科学院国家科学图书馆武汉分馆

---

中国科学院国家科学图书馆武汉分馆 武汉市武昌区小洪山西 25 号  
邮编：430071 电话：027-87199180 电子邮件：[jiance@mail.whlib.ac.cn](mailto:jiance@mail.whlib.ac.cn)

## 目 录

### 专 题

石墨烯的化学制备方法..... 1

### 政策规划

美商务部颁发 MDCP 奖..... 7

Tenneco 获 2400 万美元贷款研发先进车辆技术..... 8

### 研究进展

超级电脑模拟纳米材料应力试验..... 8

金雪花提高石墨烯的电性能..... 9

新材料有望提高数据存储量与能效..... 9

灵敏度最高的加速度传感器问世..... 10

### 会 讯

2010 年移动微型机器人挑战赛..... 10

## 石墨烯的化学制备方法

编者按：人们对石墨烯的兴趣集中于其优良的机械、电学、热学和光学特性，极高的比表面积，以及可以通过化学方法进行改性。有多种方法可以生成石墨烯，也可以对石墨和石墨衍生物化学改性制备石墨烯，每一种方法都有其优劣。本期专题回顾了利用胶状悬浮液生成石墨烯的各种途径，这种方法普适性好，具有扩展性，适用于多种应用。

石墨烯由单层碳原子以六边形晶格连接在一起，近年来石墨烯多种制备方法的开发极大推动了研究工作的开展。到目前为止，对石墨烯的非凡特性的报导包括较高的杨氏模量（约 1100 GPa）、断裂强度（125 GPa）、导热系数（ $5000 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ）、载流子迁移率（ $200\,000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ）和比表面积（计算值， $2630 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ），以及传递现象如量子霍尔效应等。石墨烯和化学改性石墨烯（chemically modified graphene, CMG）有望应用于储能材料、“纸状”材料、聚合物复合材料、液晶设备和机械谐振器等。

石墨烯可以由四种不同的方法制备。第一种为化学气相沉积（CVD）和外延生长法。第二种方法是石墨的微机械剥离法，亦称之为“透明胶带式”或剥落方法。第三种方法是在电气绝缘表面例如 SiC 上的外延生长法，第四种方法是本文着重介绍的胶状悬浮液法。

微机械剥离可以制备出较小的、适用于基础研究的石墨烯样品。虽然已通过 CVD 在金属衬底上生长出大面积的单层或多层石墨烯薄膜（大于  $1 \text{ cm}^2$ ），通过无衬底 CVD、射频等离子增强 CVD、气溶胶热分解和溶剂热合成得到石墨烯类型碳材料，但单层石墨烯均一生长仍然是一个挑战。本文我们将讨论由石墨、石墨衍生物（如石墨氧化物）、石墨插层化合物形成的胶状悬浮液制备石墨烯和 CMG。这种方法既具有扩展性，可批量生产，又在化学修饰方面具有普适性。这些优势意味着生产石墨和 CMG 的胶状悬浮液法具有广泛的应用。

### 1 氧化石墨制备石墨烯

19 世纪首次制备出氧化石墨，主要采用 Brodie、Staudenmaier 和 Hummers 方法制备。这三种方法都涉及石墨在强酸和氧化剂下氧化。氧化的程度根据方法、反应条件和所使用的石墨前驱物不同而变化。尽管已有多项研究揭示了氧化石墨的化学结构，但仍在对几个模型进行讨论。

氧化石墨和  $^{13}\text{C}$  标记的氧化石墨的固体  $^{13}\text{C}$  核磁共振光谱验证了图 1a 所示的模

型。 $sp^2$  石墨碳网破裂，大部分破裂的碳网与羟基键合或加入环氧化物基团。氧化石墨层边缘含有少量的羧基或羰基基团。这表明进一步研究  $^{13}\text{C}$  标记的氧化石墨的固体核磁共振是有必要的，同时利用羧基和其他基团的荧光标记进行滴定，确定它们在单个石墨烯氧化物薄层中的空间分布，这将在下文进一步讨论。

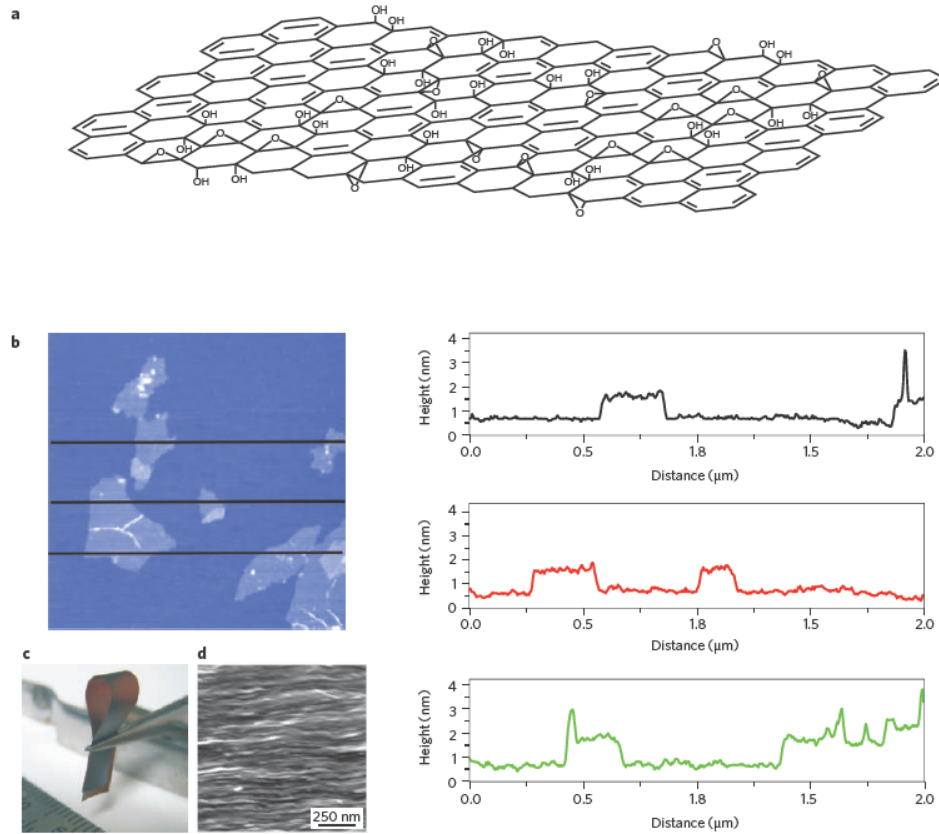


图 1 氧化石墨和石墨烯氧化物

a: 氧化石墨化学结构。为了清楚起见，省略了边缘的小官能团、羧基和羰基。b: 剥离的石墨烯氧化物薄片的 AFM 图像，薄片厚度只有约 1 nm。图中的水平线表示相应的（自上而下）右图中的曲线。c: 折叠的石墨烯氧化物纸。d: 石墨烯氧化物纸横截面扫描电镜图像，显示出分层结构。

氧化石墨由石墨烯氧化物薄层组成，具有很强的亲水性，水分子很容易形成插层，石墨烯氧化物薄层的层间距从  $6 \text{ \AA}$  增大到  $12 \text{ \AA}$ ，相对湿度也增加。值得注意的是，通过简单的超声波降解和长时间搅拌水/氧化石墨混合物，氧化石墨可以被完全片状剥离生成石墨烯氧化物薄片的胶状悬浮液（如图 1b）。石墨烯氧化物薄层表面电荷（zeta 电位）显示，当它们分散在水中时带有负电荷。这表明，带负电荷的石墨烯氧化物相互间的静电排斥将形成稳定的水悬浮液。上世纪 50 和 60 年代做了有关胶体悬浮水溶液的大量工作。这种石墨烯氧化物薄层可能与氧化石墨层有着相似的化学结构，有望成为制备其它化学修饰 CMG 的胶体悬浮液的初始材料。过滤 CMG 悬浮液形成的独立纸状材料具有层状结构（如图 1c、d）。利用 CMG 薄片的均质悬浮液制作透明导电薄膜也取得了重大进展。

## 2 未还原的石墨烯氧化物薄片

石墨烯氧化物均质胶状悬浮液可以通过简单的石墨烯氧化物超声处理得到。亲水的石墨烯氧化物易于分散在水中，溶度可高达  $3 \text{ mg mL}^{-1}$ 。表 1 列出了所使用的各种溶剂、胶状悬浮液的浓度、石墨烯氧化物薄片的侧面尺寸和厚度以及前驱物的类型。利用原子力显微镜测量单个石墨烯薄片厚度（在云母衬底上厚度约为  $1 \text{ nm}$ ）可以验证剥离法制备石墨烯氧化物薄片的可行性。

表 1 不同化学方法制备 CMG 薄片悬浮液比较

原料	分散溶剂	浓度 ( $\text{mg mL}^{-1}$ )	侧面尺寸	厚度 ( $\text{nm}$ )
GO/MH	水	1	-	-
GO/MH	水	0.5	几百纳米	~1
GO/MH	水	0.1	-	~1.7
GO/MH	水	7	几百纳米	~1
GO/H	水/甲醇、丙酮、乙腈混合溶液	3-4	几百纳米	~1.2
GO/MH	DMF、NMP、DMSO、HMPA	1	~560 nm	~1
GO/H	水、丙酮、乙醇、正丙醇、乙二醇、DMSO、DMF、NMP、吡啶、THF	0.5	100-1000 nm	1.0-1.4
GO/O	DMF、THF、 $\text{CCl}_4$ 、DCE	0.5	-	0.5-2.5
石墨氟化物	DCB、MC、THF	0.002-0.54	1600 nm	~0.95
GO/S	DMF、DMAc、NMP	1	几百纳米	1.8-2.2
GO/MH	肼	1.5	最大 $20 \mu\text{m} \times 40 \mu\text{m}$	~0.6
GO/S	THF	<0.48	-	1-2
GO/S	NMP、DMF、DCB、THF、硝基甲烷	0.1	100-2500 nm	1.1-3.5 (平均 1.75)
GO/H	乙醇	1	几百纳米	~2
石墨粉末	NMP、DMAc、GBL、DMEU	0.01	几微米	1-5
GIC	NMP	0.15	几百纳米	~0.35
EG	DCE	0.0005	纳米带 (宽度 <math><10 \text{ nm}</math>)	1-1.8
EG	DMF	-	~250 nm	~1
EG	水、DMF、DMSO	0.015-0.020	几百纳米到几微米	2-3 (2-3层石墨烯)
石墨棒	DMF、DMSO、NMP	1	500-700 nm	~1.1

注: GO: 石墨氧化物; MH: 改进的Hummers法; H: Hummers法; O: 自己的方法; S: Staudenmaier法; EG: 可膨胀石墨; GIC: 石墨插层化合物。

石墨烯氧化物可直接分散在多种极性溶液中，例如乙二醇、DMF、NMP 和 THF，浓度约为  $0.5 \text{ mg mL}^{-1}$ 。在有机溶剂中，利用有机分子化学修饰石墨烯氧化物薄片也可得到均质的胶状悬浮液。异氰酸盐和石墨氧化物反应制备得到异氰酸修饰的石墨

烯氧化物薄片，易于分散在极性非质子溶剂中。羟基、羧基基团与异氰酸盐的化学反应可以得到氨基甲酸盐和氨基化合物官能团。

有学者采用石墨烯氧化物的羧酸基团与十八胺（ $\text{SOCl}_2$  活化  $\text{COOH}$  之后）之间的氨基耦合反应，用长烷基链修饰石墨烯氧化物，产率为 20 wt%。利用烷基锂试剂化学修饰石墨氟化物，可制备得到烷基链修饰的石墨烯薄片，超声处理后可分散于有机溶液中。

### 3 还原石墨烯氧化物

尽管对石墨烯/石墨氧化物或者石墨氟化物进行化学修饰可形成均质的胶状悬浮液，但是由于石墨网状结构的影响，得到的 CMGs 仍旧是电绝缘的。另外，通过化学方法（用到的还原剂有肼、二甲肼、对苯二酚、 $\text{NaBH}_4$  等）、热方法、紫外辅助方法等还原石墨烯氧化物，可以制得导电的 CMGs。表 2 列举了通过悬浮液制备出的石墨烯材料的电性能。

表 2 导电 CMG 材料的电性能

形态	电性能
独立纸	电导率 ( $100 \text{ S m}^{-1}$ ): 72 (空气中干燥)、120 ( $220^\circ\text{C}$ 干燥)、350 ( $500^\circ\text{C}$ 干燥)
独立纸	电导率: $200 \text{ S m}^{-1}$
独立纸	电导率: $690 \text{ S m}^{-1}$
载玻片上的蒸镀薄膜 (厚度约 $3 \mu\text{m}$ )	电导率: $1250 \text{ S m}^{-1}$
粉末	电导率: $200 \text{ S m}^{-1}$
粉末	电导率: $(10-23) \times 100 \text{ S m}^{-1}$
衬底上的 drop-cast 薄膜	电阻: $30.5 \text{ k}\Omega$
过滤得到的氧化铝上的薄膜 (厚度约 $30 \text{ nm}$ )	电导率: $6500 \text{ S m}^{-1}$
单石墨烯纳米带薄片	半导体特性
多层 LB 膜	电阻: $8-150 \text{ k}\Omega$

不调节 pH 的条件下，利用肼还原石墨烯氧化物的悬浮液，可以制得团聚的石墨烯纳米薄片，干燥后得到导电的黑色粉末，电导率约为  $200 \text{ S m}^{-1}$ 。通过燃烧，对被还原的石墨烯氧化物进行元素分析，结果显示，有大量的氧存在，C/O 原子比约为 10。理论计算表明，带有羟基和环氧化物基团的石墨烯氧化物 (C/O 原子比为 16) 被还原的面积不到 6.25% 时，难以去除残留的羟基基团。

加入聚合物或表面活性剂，用二甲肼或肼进行化学还原，可以得到导电 CMGs 的均质胶状悬浮液。还原含有石墨烯氧化物薄片和聚苯乙烯磺酸钠混合物的悬浮液得到包覆在聚合物内的还原的石墨烯氧化物薄片的黑色悬浮液。含有聚苯乙烯时，还原异氰酸盐修饰的石墨烯氧化物能够生成 DMF 包覆的还原的石墨烯氧化物薄片的悬浮液，再在甲醇作用下，可得到分散性、导电性较好的 CMGs 薄片。用肼以及

芳香基重盐修饰物还原含有十二烷基苯磺酸钠的石墨烯氧化物，得到可分散于 DMF、N,N-二甲基乙酰胺、NMP 中的 CMG，浓度可高达  $1 \text{ mg mL}^{-1}$ 。

小有机分子、纳米颗粒修饰的石墨烯的胶状悬浮液也有所报道。有人通过肼还原用茚丁酸修饰的石墨烯氧化物，得到 CMG 黑色胶状悬浮液 ( $0.1 \text{ mg mL}^{-1}$ )。过滤制得的纸状材料具有一定的电导率 ( $200 \text{ S m}^{-1}$ )。

$\text{NaBH}_4$  与十八胺修饰的石墨烯氧化物反应，再加入  $\text{AuCl}_4$ ，可以得到直径在 5-11 nm 之间的纳米金颗粒修饰的石墨烯的悬浮液 ( $<0.48 \text{ mg mL}^{-1}$ )。TiO<sub>2</sub> 纳米颗粒修饰的石墨烯也有报道。紫外线照射 TiO<sub>2</sub>/石墨烯氧化物的乙醇溶液，可还原得到附有 TiO<sub>2</sub> 的 CMG 的黑色悬浮液。人们认为 TiO<sub>2</sub> 是作为光催化剂，将光电子从 TiO<sub>2</sub> 转移到石墨烯氧化物薄片上。

还有一些方法，无需稳定剂或表面活性剂，也可制得石墨烯的胶状悬浮液。有研究人员在碱性条件下 (pH 为 10) 得到还原的石墨烯的悬浮液 ( $0.5 \text{ mg mL}^{-1}$ )。石墨烯氧化物用肼还原，过量的肼通过分离去除。调节 pH 值为 10，可使不带电的羧基团变成带负电的羧酸基团，当石墨烯氧化物的内部被肼还原时，负电粒子就不会聚集。过滤得到纸状材料，空气中干燥后具有较好的电导率 (约  $7200 \text{ S m}^{-1}$ )。

碱性环境下，用肼还原 KOH 修饰的石墨烯氧化物，可以得到部分还原的石墨烯氧化物的悬浮液 ( $7 \text{ mg mL}^{-1}$ )。K<sup>+</sup> 与 CMG 薄片边缘的羧酸根离子形成离子对，空气中干燥后得到的材料的电导率约为  $690 \text{ S m}^{-1}$ 。

还有一种方法，通过三步制得石墨烯悬浮液：(1) 用  $\text{NaBH}_4$  预还原石墨烯氧化物；(2) 用对氨基苯磺酸的芳香基重盐磺化；(3) 再用肼还原磺化的石墨烯 ( $2 \text{ mg mL}^{-1}$ , pH 为 3-10)。第二步中磺化处理的石墨烯可分散在水中 ( $2 \text{ mg mL}^{-1}$ , pH 为 3-10)，经过第三步处理后，CMG 薄片可分散在水与某些有机溶剂组成的混合液中。磺酰基团引起的 CMG 的共价功能化可以解释出现的一些现象。120°C 干燥后，在玻璃片上得到的蒸镀薄膜的电导率为  $1250 \text{ S m}^{-1}$ 。

充满氮气的干燥箱中，在无水肼中搅拌石墨烯氧化物 (15 mg 石墨烯氧化物用 10 mL 无水肼) 一周时间，可还原制得石墨烯薄片 (部分尺寸大至约  $20 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ ) 的悬浮液。AFM 测出 SiO<sub>2</sub> 衬底上得到的 CMG 高度达 0.6 nm。无水肼不仅起到还原剂的作用，还作为该方法的分散剂。单个的 CMG 薄片可用作场效应晶体管，具有 p 型特性。

热处理石墨烯氧化物也是制备还原的石墨烯片层的一个途径。快速加热 ( $>2000 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ ) 至  $1050 \text{ }^\circ\text{C}$ ，还原并剥离石墨烯氧化物，得到黑色粉末。这些石墨烯片层的氧含量与肼还原的石墨烯氧化物相近 (燃烧进行元素分析显示，C/O 原子比为 10.3)，粉末电导率为  $(1-2.3) \times 10^3 \text{ S m}^{-1}$ 。热还原得到的石墨烯薄片可分散在若干种有机溶剂中 ( $0.1 \text{ mg mL}^{-1}$ )。

## 4 利用其他石墨衍生物制备石墨烯

石墨、石墨插层化合物或可膨胀石墨已经作为原始材料用于制备单层石墨烯薄片的胶状悬浮液。理想情况下，利用石墨、石墨插层化合物或可膨胀石墨可制备出高品质的石墨烯薄片。石墨烯薄片在有机溶剂（如 NMP）中的胶体悬浮液可对石墨粉末进行超声处理制得。虽然单层石墨烯悬浮液的浓度（ $0.01\text{mg mL}^{-1}$ ）和产量（1-12 wt%）都不高，但制备的石墨烯品质较高。综合了石墨烯表面能、溶剂内聚能的模型可对均质胶状悬浮液的良好溶剂进行分类。对由这些石墨烯薄片制备的细小薄膜进行检测，42%光学透明度下的电导率约为  $6500\text{ S m}^{-1}$ 。细小薄膜在  $400^\circ\text{C}$  下干燥后，残余的 NMP 还未被完全消除，估计约占重量的 7%。

通过  $\text{K}(\text{THF})_x\text{C}_{24}$ （一种石墨插层化合物）的 NMP 溶液可制备出石墨烯薄片或石墨烯带的均质胶状悬浮液。制得的石墨烯片层或带（长约 40 mm）厚度约为 0.35-0.4 nm，接近石墨的层间厚度（0.335 nm）。悬浮液对空气敏感，但把悬浮液滴到表面干燥后，沉积物可稳定暴露在空气中。

利用可膨胀石墨在有机溶液中可制备涂覆聚合物的石墨烯薄片。商业的可膨胀石墨在很短的时间（1 分钟）内进行高温（ $1000^\circ\text{C}$ ）热处理。然后在聚间亚苯亚乙烯衍生物（poly(m-phenylenevinylene-co-2,5-dioctyloxy-p-phenylenevinylene), PmPV）的二氯乙烷溶液中进行超声处理，得到吸附有聚合物的半导体单层或数层 CMG 纳米带（宽度不及 10 nm）的悬浮液（ $0.1\text{ mg mL}^{-1}$ ）。另一种方法是剥离方法， $1000^\circ\text{C}$  时加热 1 分钟，用四丁基氢氧化铵（TBA）进行膨胀、用发烟硫酸进行二次插层。最后在 DMF 中超声处理，制备得到涂覆有 DSPE-mPEG 的石墨烯薄片的悬浮液，原子力显微镜下观察，约有 90% 的片层是 CMG 单层。

利用可膨胀石墨制备有机分子涂覆石墨烯薄片的液态悬浮液。将可膨胀石墨迅速加热到  $1000^\circ\text{C}$ ，并维持 1 分钟，然后加入数滴二甲基亚砷（DMSO）与 TCNQ 混合。通过超声处理干燥的混合物制备得到单层或数层涂覆有 TCNQ 的石墨片层黑色悬浮液（ $15\text{-}20\text{ mg mL}^{-1}$ ）。TCNQ 负离子吸附在石墨烯片层上且在水中稳定存在。TCNQ 稳定的石墨片层还可分散在强极性溶剂中（如 DMF、DMSO）。

利用石墨电化学方法制备 CMG 片层胶体悬浮液。商业的石墨棒作为阳极和阴极电极，浸入水和咪唑离子液体混合物中。加上 10-20 V 电压后，离子液体功能化的石墨烯薄片从石墨阳极析出。超声后干燥的 CMG 可以重新分散在极性非质子溶剂中（ $1\text{ mg mL}^{-1}$ ）。通过原子力显微镜测定 CMG 片层的平均厚度约为 1.1 nm。

## 5 挑战和展望

胶状悬浮液在许多材料的制备中具有十分重要的作用，CMGs 悬浮液的应用前景将是十分广阔的。广泛使用需要注意的问题包括：可扩展性（产量、质量、成本等），所用溶剂的安全性，以及从产品材料中除去所使用的胶体的残留溶剂或稳定剂



(如有必要)。值得指出的是,胶状悬浮液一般被认为能在相当长的时间内保持稳定,CMGs 悬浮液可保存足够长的时间以进行下一步的处理。

另一个关键的问题是对 CMGs 薄片的化学结构及其反应机理的认识等。我们越好地理解化学特性,就能制备出更好的基于石墨烯的复合物、薄膜等。

迄今为止,还原石墨烯氧化物得到的石墨烯含有大量的氧以及缺陷。热退火处理还原的石墨烯氧化物薄片已取得一定的进展。由石墨插层化合物和可膨胀石墨制备的石墨烯缺陷相对较少,但与由石墨烯氧化物还原得到的石墨烯相比,产量较小、功能性略差)。

世界范围内天然石墨的供应量大约是 8 亿吨,如果利用 CVD 方法能够大规模制备石墨烯或者超薄多层石墨烯,或者发现制备胶状悬浮液的新方法,那么石墨烯和多层石墨烯的产量必将得到大的飞跃。

潘懿 黄健 万勇 冯瑞华 编译自

*Chemical methods for the production of graphenes*

*Nature nanotech.*, 2009, 4: 217-224

## 政策规划

### 美商务部颁发 MDCP 奖

10 月 26 日,美国商务部部长骆家辉宣布将 2009 年度市场开发合作计划(Market Development Cooperator Program, MDCP)<sup>1</sup>奖的 150 多万美元奖金颁发给五个非赢利组织,旨在支持和加强美国制造业和服务业在全球的竞争力。获得奖项的五个机构如下:①美国电气制造商协会,弗吉尼亚州阿灵顿,178 031 美元;②美国旅游协会,肯塔基州列克星敦,281 255 美元;③美国大华府地区,华盛顿特区,339 199 美元;④经济发展和国际贸易科罗拉多州办事处,科罗拉多州丹佛,363 130 美元;⑤EI Camino 社区大学国际贸易发展中心,加州 Torrance,392 155 美元。

冯瑞华 摘译自 [http://www.commerce.gov/NewsRoom/PressReleases\\_FactSheets/PROD01\\_008550](http://www.commerce.gov/NewsRoom/PressReleases_FactSheets/PROD01_008550)

检索日期:2009 年 10 月 27 日

<sup>1</sup> MDCP 是公共和私营部门保持伙伴关系的良好典范,充分利用有限的公共资源提高美国中小企业的出口额。自 1993 年 MDCP 执行以来,美商务部已颁布 97 项奖励,平均每年 MDCP 可产生 2.38 亿美元的出口额。MDCP 每 1000 美元的奖励可产生出口额 10.6 万美元。

## Tenneco 获 2400 万美元贷款研发先进车辆技术

美国能源部先进技术汽车制造贷款计划（Advanced Technology Vehicles Manufacturing Loan Program）向 Tenneco 公司提供了 2400 万美元贷款以支持其研发先进车辆高效排放控制组件，该贷款计划是能源部为帮助汽车产业界达到或是超越奥巴马总统制定的新的燃料经济标准，使美国在世界市场上保持竞争力而设立的。

Tenneco 是第五家获得贷款的企业，研发的内容包括催化式排气净化器、柴油颗粒过滤器、柴油氧化催化剂和选择性催化还原器等，其柴油氧化催化剂能最高可减少 90% 碳氢化合物和 CO 的排放量，柴油颗粒过滤器能最高可减少 95% 的颗粒排放物。根据推算，从 2010 年到 2014 年，将有超过 200 万汽车和轻型卡车使用 Tenneco 的排放控制技术。

黄 健 摘译自 <http://www.energy.gov/news2009/8218.htm>

检索日期：2009 年 10 月 30 日

## 研究进展

### 超级电脑模拟纳米材料应力试验

研究机械性能在纳米级别所发生的变化具有重要意义，并可推动纳米结构与纳米器件的研发。人们在这一方面的认知所遭遇的主要限制因素在于，相比计算机模拟而言，纳米线形变的试验测试要慢上许多几倍，从而导致模拟预测的不确定性比科学家们想要的要高。分子动力学模拟已经发展了很久，但从未在一个接近于实际试验的时间尺度下进行纳米线的原子抗张强度模拟。

洛斯阿拉莫斯国家实验室理论部的科学家开发出了一种“平行副本动力学”（parallel-replica dynamics）方法，可进行长时间模拟。研究团队的成员采用他们的计算代码来开发 Roadrunner 超级计算机的混合架构，使他们能够在毫秒时间尺度下对银纳米线的拉伸进行模拟，这一时间尺度与实际试验测试相近。

利用这一新工具，科学家能够更好地研究纳米线在应力作用下的行为。在长时间尺度下，研究者观察到了一些有趣的效应。当纳米线被缓慢拉伸时，其形变与缺陷机制与短时间尺度下的行为相当不同。

姜 山 编译自 [http://www.lanl.gov/news/releases/nanowire\\_dynamics\\_roadrunner\\_nr.html](http://www.lanl.gov/news/releases/nanowire_dynamics_roadrunner_nr.html)

检索日期：2009 年 10 月 30 日

## 金雪花提高石墨烯的电性能

美国堪萨斯州立大学的研究人员制备出一种石墨烯金雪花，可以提高石墨烯的电子性能，使其电子应用更加广泛。

研究人员在石墨烯上埋植金，用金来功能化石墨烯，从而控制其电子性能。研究人员首先将石墨烯氧化物薄片放在含有生长催化剂的金离子溶液中，石墨烯衍生物在溶液中的运动类似游泳的分子层，研究人员通过改变表面功能或浓度，从而可以控制其性能。研究人员发现金并不是均匀地分布在石墨烯表面，而是在石墨烯薄片表面形成岛屿。他们命名这些岛屿为雪花状金纳米星（snowflake-shaped gold nanostars, SFGNs）。

研究人员对这些金纳米星的形成进行了探索。研究发现通过一般的化学工艺制备纳米星是相当具有挑战性。研究人员可以控制纳米星的大小，表征了这些纳米结构的成核和生长机理，有些类似于真正雪花的形成机理。石墨烯上金“雪花”的发现将有助于发展生物设备和电子产品，如基于石墨烯金雪花的 DNA 传感器将具有很高的灵敏性。相关研究工作发表在 *ACS nano* 上(文章标题: Implantation and Growth of Dendritic Gold Nanostructures on Graphene Derivatives: Electrical Property Tailoring and Raman Enhancement)。

冯瑞华 编译自 <http://www.k-state.edu/media/newsreleases/oct09/goldflake101309.html>

检索日期：2009 年 10 月 24 日

## 新材料有望提高数据存储量与能效

北卡罗来纳州立大学的工程师利用选择性掺杂技术发明了一种新材料，使一个指甲盖大小的电脑芯片能够存储相当于 20 个高清 DVD 或 2.5 亿页文字的数据量，远远超过今天的计算机存储器的容量。该方法还可用于提高车辆燃油效率以及减少半导体的发热量。

工程师利用直径为 1  $\mu\text{m}$  的针头将金属 Ni 掺杂到 MgO 中。由此产生的材料含有不超过 10 平方纳米大小的 Ni 原子簇，比之先进技术能够达到的尺寸要小 90%，从而能够极大提高计算机的存储能力。

信息存储并非这一技术的唯一应用。通过将金属性能引入陶瓷材料中，工程师可以开发出新一代的陶瓷引擎，它们能够经受比普通引擎高一倍的温度，并使燃油效率达到 80 英里/加仑。由于材料的导热性能得到改善，该技术还可用于替代能源应用。工程师们的发现同时也促进了自旋电子学的发展。工程师们曾熟练控制纳米材料，因此材料中的电子自旋也可被控制，从而为利用电子自旋能提供了便利。

姜山 编译自 <http://news.ncsu.edu/releases/degraffnarayan09/>

检索日期：2009 年 10 月 27 日

## 灵敏度最高的加速度传感器问世

德国 Bosch Sensortec 公司研发出了世界上灵敏度最高的加速度传感器 BMA180。该传感器大小为 3×3×0.9 mm，最小可分辨加速度达到 0.00025 g，对于倾斜造成的重力倾斜角度的最小检测精度为 0.25°。由于其超高的精度和线性特点，BMA180 应用范围十分广泛，从步程计的步进计数器到各类高精度应用，如 GPS 导航和数字水平仪等。

黄 健 摘译自

<http://www.bosch-presse.de/TBWebDB/en-US/PressText.cfm?CFID=6406439&CFTOKEN=ef3f0455d46d2d1c-766AAE45-AA3D-5EC1-4A2C83B9A97CAE22&Search=1&id=4384>

检索日期：2009 年 10 月 29 日

## 会 讯

### 2010 年移动微型机器人挑战赛

美国国家标准技术研究院（NIST）与 IEEE 机器人与自动控制技术协会合作，正在邀请微型机器人、微电子和微机电系统专业的高校学生参加 2010 年 5 月在阿拉斯加举办的移动微型机器人挑战赛，该赛同时还是 IEEE 机器人技术与自动化国际会议的组成部分。参赛选手将完成三项任务：①2 mm 冲撞；②把钉子放入指定孔洞的微组装；③自选动作，以展现系统可靠性、自动化程度、电源管理水平或者任务复杂性。申请参赛的截止时间是 11 月 31 日。

万 勇 摘译自

[http://www.nist.gov/eeel/semiconductor/nanogram/upload/Call-for-Participant\\_nanogram\\_2010.pdf](http://www.nist.gov/eeel/semiconductor/nanogram/upload/Call-for-Participant_nanogram_2010.pdf)

检索日期：2009 年 10 月 29 日

为了更好地发挥科学研究动态监测快报的作用并方便读者及时进行意见反馈，我们特别设立了意见反馈和订阅网页。

意见反馈请登陆 <http://www.whlib.ac.cn/fwjs/qbyj/yjfk.htm>

快报订阅请登陆 <http://www.whlib.ac.cn/fwjs/qbyj/dy.htm>

真诚地希望您能提出宝贵意见，以便我们为您提供更好的情报服务！也欢迎推荐相关领域专家订阅我们的快报！非常感谢您的信赖与支持！

## 版权及合理使用声明

中国科学院国家科学图书馆《科学研究动态监测快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中国科学院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中国科学院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向中国科学院国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中国科学院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其他单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与中国科学院国家科学图书馆联系。

欢迎对中国科学院国家科学图书馆《科学研究动态监测快报》提出意见与建议。

# 中国科学院国家科学图书馆

## National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》(简称系列《快报》)是由中国科学院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中国科学院规划战略局、基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术研究与发展局等中科院职能局、专业局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动,每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、系统集成的思路,对应院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象首先是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;其次是包括研究所领导在内的科学家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科学家。系列《快报》内容将恰当地兼顾好决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现有13个专辑,分别为:由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《交叉与重大前沿专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100190)

联系人:冷伏海 朱相丽

电话:(010) 62538705 62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; zhuxl@mail.las.ac.cn

先进制造与新材料科技专辑

联系人:马廷灿 万勇 冯瑞华

电话:(027) 87199180

电子邮件:jiance@mail.whlib.ac.cn