

## 国外动态

### 光催化剂商业化

2009年秋季,日本 Sumitomo Chemical 公司商业化一种新型光催化剂 Ilumio。Ilumio 在微弱的室内光线照射时,除臭和抗污效果比现有氧化钛催化剂强 10 倍。该公司计划在 Niihama 工厂内建造一个商业化装置,2010 年下半年运行后,年生产能力将达到几吨。这种新型引发剂 Ilumio 主要针对壁纸、家用和汽车室内材料而开发的,预期年销售额达到 10 亿元(1 000 万美元)。

2008 年,该公司与北海道大学的 Abe Ryu 副教授共同开发了一种钛氧化物基 Ilumio 光催化剂,结果发现铂掺杂钨氧化物纳米粒子(直径为 100 ~ 150 nm)分散在溶液中,反应活性比现有催化产品的活性高 10 倍多。WO<sub>3</sub> 基催化剂分解易挥发性有机物时效率较高,并能有效降低荧光灯照射 16h 后烟或尿布产生的气味。与现有紫外光照射的 TiO<sub>2</sub> 基光催化剂相比,Ilumio 光催化剂具有优异的亲水性能,因此该公司认为 Ilumio 催化剂也具有防雾和自清洁性能。此外,Ilumio 还表现出抗菌行为。Ilumio 将以 2 种形式存在:水分散体系(如上所述)以及混合粘合剂-涂料体系。

Chemical Engineering, 2009 - 10 - 1  
(史素青 译)

### 美能材料公司为中国最大膜生物反应器厂提供膜产品

美能材料科技(Memstar Technology)公司与中国广州地方政府签订了一项金额达 6 000 万元的合同,将向目前正在建设的日处理 10 万 m<sup>3</sup> 污水的污水处理厂供应膜产品。

广州正在建设的污水处理厂以膜生物反应器(MBR)技术为基础,将于 2010 年 6 月完工,届时将成为中国最大的膜生物反应器厂,该厂所用美能材料公司的膜产品将于 2010 年 4 月交付。

美能材料科技公司的聚偏氟乙烯中空纤维膜产品是专为水处理和污水处理应用而设计的。在谈到该项目时,该公司 CEO Ce 说:“非常高兴广州地方政府

选择我们公司作为合作伙伴共同建设这个非常重要且引人注目的项目,这是对我们公司膜产品质量和性能的认可。而我们的膜技术对我们成功打开新市场并获得更大项目至关重要。由于污水排放标准越来越严格以及水回收利用的需求增加,中国城市污水处理市场迅速接受了 MBR 技术。美能材料科技公司成功利用了自己在 MBR 领域的优势获得了成功”。

Filtration & Separation, 2009 - 11 - 3  
(史素青 译)

### 洁净室用 McDry MCU-401 型高效过滤器

为了符合等级为 1000 的洁净室标准,Seika Machinery 公司设计了一款 McDry MCU-401 型高效过滤器,用于精密测量仪器、电子元件以及其他要求洁净室和低湿环境的材料。

干燥空气通过 McDry MCU-401 高效过滤器进入洁净室,在室内循环并由风机循环系统返回干燥单元。洁净室的相对湿度(RH)维持在 10% 以下,容量高达 50 kg。McDry MCU-401 高效过滤系统配有能随时显示相对湿度的数字仪表,带有可调式不锈钢架和高电阻地面终端设备。

Filtration & Separation, 2009 - 11 - 6  
(史素青 译)

### 在多孔配位网络中观察瞬间即逝的中间物

目前,研究人员已通过 X 射线晶体学观察到一种难捉摸的半缩醛胺中间物(一个羟基和一个氨基被连接在同一碳原子上),这归功于一种多孔结晶材料,该材料使这种短命植物稳定化。开发这种结晶捕获策略的研究者称,它能帮助化学家快速拍摄其他瞬间即逝的中间物。虽然科学家们之前已经通过 X 射线分析观察到了短寿命的半缩醛胺,但是他们必须采用特别的实验方法才能达到该目的,例如通过产生一种突变体酶、利用动力学稳定的方法来捕获该中间物。

为了建立一种简单的捕获半缩醛胺的方法,日本东京大学(University of

Tokyo) Makoto Fujita, Masaki Kawano 和同事们开发了多孔结晶配位网络,能够俘获一种基质,并且允许该基质去进行一种反应而不分解周围的结晶。

Cohen Seth M., 圣地亚哥加州大学(University of California, San Diego) 的一名化学系教授将这种多孔网络比喻成脚手架,有机配体形成条木,而金属离子扮演铆钉将这些结构固定在一起,从而使其结构由大量的空位组成。

东京大学的研究者在低温下通过使一种醛和一种胺反应,利用 X 射线衍射仪观察到这种半缩醛胺物质。该 X 射线“照相”法能够在每一阶段实施。他们首先将 1-氨基苯并菲植入锌离子和三嗪衍生物形成的网络中;接着,乙醛被扩散进网络中并形成这种半缩醛胺,该物质被动态捕获;最后,升高温度允许该反应继续进行,从而生成希夫碱。

“我们相信这种多孔的配位网络和在此所展示的方法给大家提供了一种获取连续的化学反应 X 射线快照通用的方法,这将提供一种有意义的、直接的、其他方法不容易实现的机械识别方法”, Fujita 说。该研究组计划使用这种技术去探索化学机理不清晰的有机金属转变,就如同烈性炸药和毒性物质没有完全被研究一样。

Chemical & Engineering News, 2009 - 10 - 1  
(刘全勇 译)

### 可以产生便宜、简单的燃料电池的陶瓷金属材料

一种用于固体氧化物燃料电池(SOFCs)的新阳极催化剂能够直接在碳氢燃料中发挥作用,这是一个高效的过程,但是由于未经处理的碳氢燃料使 SOFCs 催化剂失去活性,故该方法在此之前是行不通的。

这种新催化剂促使 SOFCs 可比传统的电池在较低的冷却温度下工作,并阻止了其在燃料如天然气和丙烷中由于积碳失活和硫污染物中毒。这项工作是由美国乔治亚理工学院(Georgia Tech) Liu Meilin 领导的团队完成的。

“据我所知,这项研究展示了在 750℃ 下能够抗硫中毒、具有最高的输出功率的阳极材料”,德克萨斯州立大学

Goodenough John B. 称,“这项发现对于降低成本并允许其在比以前较低的温度和天然气条件下操作来说是重要的”。

SOFCs 通过氧离子和碳氢衍生物氢气或者一氧化碳之间的电化学反应产生电能。

SOFCs 典型地使用一种由镍和被氧化钨稳定化的氧化锆组成的阳极。但是,碳氢燃料中存在的硫污染物自然会地会使催化剂中毒。并且,由于碳氢化合物引起的碳沉积或者焦化而阻止催化剂位点,燃料电池中燃料如丙烷不能直接和传统的 SOFCs 催化剂一起使用”。

Liu 和他的同事现在已经展示了这种由镍和钨酸钡产生的氧化钨及铈共掺杂催化剂(Ni-BZCYYb)制备的复合阳极,其在低于 750℃ 时的性能优于其他的 SOFCs 阳极催化剂。当干燥的丙烷直接用作燃料时,该复合阳极也可以避免产生焦化现象。

当氢气用作燃料时,即使 30 μL/L 浓度的硫化氢被故意加进燃料中,该新的阳极仍保持了它的功率输出。纯的 BZCYYb 材料也可以用作 SOFCs 的电解质。作为一种电解质,和其他的电解质材料相比,它在低温下具有较高的导电性。

在低温下开启该系统降低了燃料电池部件的成本,Liu 说,使用 BZCYYb 作为电解质和阳极简化生产过程。避免碳氢燃料氢气和一氧化碳优先改革的能力,也将简化并降低燃料电池的成本。

Chemical & Engineering News,2009,87(40):13  
(刘全勇 译)

### 蚕丝的再加工赋予其类蜘蛛丝的性能

依据一篇新报道,蚕丝可以被再加工而被赋予蜘蛛丝的性能。该再加工方法给研究者提供了一种设计具有定制特性纤维的新方法。这项工作是由马德里工艺大学(Polytechnic University of Madrid)材料学教授 Plaza Gustavo R. 和 Elices Manuel 领导的国际研究组开展的。

蚕丝由于其具有强度大和吸收能量的功能,已得到研究者长期的关注,但是蚕丝和蜘蛛丝显示不同的特性是:蚕丝材料比较刚硬而缺少弹性,该丝连接在

一起来保护蛹,直到其变成蛾。蜘蛛丝与其正好相反,能够较好地吸收和分散猎物冲击在网上时的能量,并且它在干燥和润湿之后可以恢复其性能。

蚕茧能够提供大量的蚕丝,但是蜘蛛丝是比较难于获得。许多研究者已经尽力在实验室制备蜘蛛丝,特别是采用基因工程微生物或者微流体设备。怀俄明大学(University of Wyoming)分子生物学教授 Lewis Randolph V. 称,该新的再加工方法是赋予蚕丝以蜘蛛丝性能最接近的方法,这种再加工包括溶解蚕丝,将其挤入一个甲醇浴,通过水浴拉伸它,最后在一个绕线管上加以收集。

水浴是赋予蚕丝接近蜘蛛丝超收缩和恢复能力的关键步骤。再加工过程对丝的作用尚不清晰,但是 Plaza 推测它也许与减少纤维中的蛋白缠结数量有关系。目前,新的发展方向应该是促使生产的丝具有特别的性能,正如同蜘蛛丝自己能够定制它们的丝来织网或者逃脱捕食者,Plaza 说。

Chemical & Engineering News,2009,87(41):13  
(刘全勇 译)

### 非荧光分子可视化的新显微镜技术

物体吸收和反射的光使人们可以看到五彩缤纷的世界。但是,由于分子水平的吸收经常太弱而不能在显微镜下被检测到。分子成像典型地依赖于荧光。一种新的显微镜技术使得可视化非荧光分子成为可能,这是因为该非荧光分子具有吸光能力。该新方法克服了灵敏度问题,允许那些难于或者不可能用荧光物质标记的非荧光物质成像。

该技术依赖于受激发射(光子诱导的电子去激发),受激发射是在 1917 年由物理学家 Einstein Albert 所介绍,并且它依赖于激光。美国哈佛大学(Harvard University)博士后 Wei Min、研究生 Lu Si-jia、光谱学家 Sunney Xie X. 及其合作者第一次展示受激发射能够被用作分子显微技术的对比机制。

该方法能够使生物分子成像,如活细胞和有机体中的血红蛋白、细胞色素和黑素。这些分子不具有荧光检测性能,并且它们在显微试样中的低丰度经

常导致吸收太弱而不能通过使用传统的显微镜检测到。该技术也使药物可视化。Xie 和他的合作者用这种方法成像了血细胞中的血红蛋白和一种非荧光药物表皮输送过程。

在传统的吸收光谱中,一个分子上升到激发态,然后松弛回到它的基态,主要是通过将能量转变成热来实现的。在新技术中,一束激发光束解激发一个分子,并且在一束放大的受激发射光束中将激发能转化成光子。该信号在 2 束激光束的共同焦点上生成,并且在跨越或者通过试样时被扫描而建立二维或三维图像。Xie 和他的合作者使用强度调制、定时调节和锁定放大等方式来操纵脉冲激发和受激光束,从而以这种方式使得受激发射被检测到。

“该技术可潜在地用于体内成像,从微米尺度的分辨率到整个厚组织”,科内尔大学(Cornell University) Schaffer Chris B. 说,他的课题组正在使用光学技术去观察并操纵生物学体系。例如,可以在单个的大脑毛细管中通过控制血红蛋白来研究血液氧合作用,或者来研究呼吸级联过程中细胞色素 C 中的氧化还原变化,他说。“该想法可以在 2 种波长处进行受激发射,此时对于 2 种不同的状态来讲其发射量是不同的,例如一个分子的氧合作用或者氧化还原状态”。该技术敏感度虽然比荧光显微法低,但是它为正常可能吸收灵敏度的 4~5 个数量级还多。

Chemical & Engineering News,2009,87(43):5  
(刘全勇 译)

### 可引起独特生理效应的碳结构

据美国北卡罗莱纳州立大学(North Carolina State University) Bonner James C. 及其合作者报道,如果老鼠吸入了多壁碳纳米管,它们能够进入到老鼠胸膜并引起瘢痕。因此当处理这类材料时,应该额外注意避免吸入碳纳米管。

这是第一次关于吸入碳纳米管在胸膜的报道,苏格兰爱丁堡大学炎症研究中心(University of Edinburgh's Center for Inflammation Research)的 Ken Donaldson 和 Poland Craig A. 说。纳米毒理学家特别关注胸膜区域,这是因为经常和暴露石

棉有关系的、罕见的癌症间皮瘤在那儿产生。

为了搞清楚多壁碳纳米管被吸入时它们能迁移多远, Bonner 的团队以老鼠暴露在碳纳米管质量浓度为  $30 \text{ mg/m}^3$  中进行单次吸入为研究课题。他们在老鼠暴露 1、2、6 天和 14 个星期后收集肺部组织。研究发现, 纳米管迁移到了胸膜下, 经历 2、6 天和 14 个星期的暴露后瘢痕产生了。该团队没有观察到间皮瘤, 但是注意到缓慢生长的癌症在他们所设计的实验时间范围内不太可能显露出来。类似关于炭黑纳米颗粒的实验研究发现也未产生瘢痕。

Chemical & Engineering News, 2009 - 10 - 27  
(刘全勇 译)

### 蒲公英橡胶

Fraunhofer 分子生物和应用生态学院 (Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology) 科学家已经基因工程化了俄罗斯的蒲公英, 从而使其很容易提取出植物白色胶乳。科学家识别了负责这种快速聚合反应的酶并且切断了这种酶, 而该聚合反应在蒲公英被第一次割断时就发生了, 因此获得了 4、5 倍多的胶乳。Fraunhofer 分子生物和应用生态学院称, 如果在一个大范围内培育, 每公顷及每一生长周期将生产 500 ~ 1 000 kg 的胶乳。

在第二次世界大战期间由美国人、俄国人和德国人生产蒲公英橡胶, 到目前为止还没有引起任何过敏反应, 从而使它成为医院里应用的理想材料。如果南美和东南亚橡胶公司霉菌感染达到流行比例, 从而引起天然胶乳工业的崩溃, 那么这种新橡胶将变得引人注目。对于蒲公英橡胶大范围生产 (就像其他在工厂生产的化学品, 如菊粉, 一种天然甜味料), 研究者正在努力通过传统的种植技术培育基因工程化蒲公英。这项工作将花费大约 5 年的时间。

Chemical Engineering, 2009 - 10 - 01  
(刘全勇 译)

### 可溶液法加工的 最新商业化有机半导体

据 3M 公司称, 第一种商业化的、并

五苯基有机半导体材料是完全可溶的, 从而给它提供了一种溶液沉积方法。该公司最近开始将该产品作为低成本晶体管用半导体 L-20856 (TIPS-pentacene) 来进行销售。

在特定的位置进行五环体系取代, 从而赋予其在碳氢和卤化溶剂中充分的溶解性。由于其增强的溶解性, 采用溶液沉积方法, 如喷涂和喷墨印刷, 该材料能被涂覆到基材表面。

在构建电子结构中使用传统的溶液沉积方法, 使得大批量、低成本生产半导体成为可能, 3M 公司电子产品市场业务发展经理 Larry Ennett 解释说。该生产的优点使得 TIPS-pentacene 作为半导体材料在低成本晶体管应用领域 (包括手握式电子设备显示器、无线电频率识别标签传感器、仪器示数器以及其他的显示形式) 具有吸引力。

生产 TIPS-pentacene 基电子产品不需要传统硅基半导体的高耗资设备。在光刻蚀过程中也不需使用环境危险化学品。

肯塔基州立大学 (University of Kentucky) Anthony John 教授研究表明, 这种功能化五环芳香结构相对于无定形态硅来说具有半导体性能, 并且在透明容器中具有良好的稳定性。该 p 型半导体在  $23^\circ\text{C}$  甲苯溶剂中具有 6.57% 的溶解度。作为一种固体, TIPS-pentacene 是高度结晶的, 但是它能够溶液沉积在柔性表面, 其沉积厚度为 30 ~ 100 nm。

Chemical Engineering, 2009 - 10 - 1  
(刘全勇 译)

### 玉米淀粉未来将成为 一种泡沫包装材料

依据美国农业科研局 (Agricultural Research Service, ARS, Beltsville, Md.) 开发的技术表明, 基于玉米淀粉的泡沫将代替聚苯乙烯泡沫。ARS 西部研究中心正在为 2 个工艺技术而努力, 一研究人员制备了一种与发泡聚苯乙烯和其他的纤维增强泡沫相类似的产品。

在首先的工艺中, 玉米淀粉粉体与增塑剂及大约 20% 的水混合, 并且通过一台挤出机生产固体。该材料被干燥并造粒, 接着粒料被预发泡, 并且放进模具

中加热到  $120^\circ\text{C}$  以上进行模具成型, 如茶杯或者包装材料。在第 2 种工艺中, 来自木浆的纤维素纤维在  $100^\circ\text{C}$  左右的温度条件下被分散在淀粉水溶液淤浆中。冷却该混合物, 加入更多的淀粉和增塑剂, 接着进行挤出并造粒。在该工艺中, 粒料在第 2 台挤出机中在约  $170^\circ\text{C}$  下熔融, 并且在压力突然降低的情况下被挤出形成一串泡沫。在商业化工艺中, 该材料将被挤出成片材, 通过该过程, 在热和压力下生产出餐盘或者其他浅容器, 一家研究厂生理学家 Gregory Glenn 说。

该技术的优点是利用来源于玉米、土豆或者小麦的廉价淀粉, 缺点是虽然这种材料看起来像聚苯乙烯, 但是它吸湿。因此研究者正在寻找一种适合的防水涂料, 以作为其正在开展研究的一部分。  
Chemical Engineering, 2009 - 10 - 1  
(刘全勇 译)

### 用于喷雾干燥器的 SANICIP 袋式滤器

在低的压差下工作, GE A Niro 公司 SANICIP 袋式滤器可确保粉体从袋的每一部分移出。这种 SANICIP 袋式滤器的特点包括: 一个提高的气缸直径, 从而减小由于喷砂和摩擦引起的磨损率; 一个再设计的进气口, 从而减小粉体沉积物形成的风险。超声喷嘴被用作除灰吹管脉冲从而代替了除灰吹管喷嘴, 并且洁净空气室已经被重新设计成易于清洁的地方。较轻的顶盖质量使其易于以例行的维修而移出。

Filtration + Separation, 2009 - 11 - 05  
(刘全勇 译)

### 具有陶瓷器过滤的、可移动 Berkefeld 水处理装置

德国技术救灾组织 THW (Technisches Hilfswerk) 调动 Berkefeld 公司的 TWA 15 UF 设施去移除 Hellental 当地饮用水中的大量杂质。

THW 建立了在几小时内就可移动的水处理装置, 并给该城市水质量浮动很大的 2 个蓄水池提供净化和消毒的水。他们也给该蓄水池装 10 万 L 水, 并给当地的居民每天提供 3 万 L 饮用水,

此种做法持续2个星期,直到 Stadtoldendorf 当地的公共设施解决了该问题。

Berkefeld 公司带有陶瓷滤器的水处理装置包括一个多重屏障来除去细菌、病毒和颗粒,并且每小时能够提供 5、10、15 m<sup>3</sup> 的纯净水,这对于世界范围内的水调配是适合的。该装置包括盘状过滤器预过滤、絮凝和吸附、紫外光消毒、氯化处理和饮用水储藏和分配等组成部分。各种工艺步骤可以针对每一个部署单独进行调节,并且能以不同的方式进行联用。 *Filtration + Separation*, 2009 - 11 - 05

(刘全勇 译)

### 利用光能控制表面张力并且驱使液滴跨过液体表面的新方法

巴黎 Ecole Normale Supérieure 大学的 Damien Baigl 和他的同事通过改变光的波长控制液滴的方向,已经开发了一种利用光能来驱使液滴跨过一种液体表面的新方法,并称其为“毛细管效应”。该方法具有许多潜在的应用,包括智能光敏材料和危险液体样品的安全处理方面。

液滴的光操作是一项有活力的研究领域,但这项新的工作首次展示了液滴的可逆、波长依赖行为。Baigl 领导的研究小组将油酸液滴置于装在培养皿中的、含有阳离子光敏偶氮苯三甲基溴化铵表面活性剂的一种水溶液表面。当用光照射液滴时,在油水界面上建立一定的表面张力梯度。当改变光的波长时,表面活性剂在它的顺式和反式异构体间发生倒转,从而改变表面张力梯度并且驱使液滴进行响应,这种新的策略使得毫米级的液体相通过光进行控制操作成为可能。

*Chemical & Engineering News*, 2009 - 11 - 13

(刘全勇 译)

### 沸石:形成大孔而没有牺牲小孔的方法

依据西班牙的研究者称,利用碱性溶液和相对较大的有机阳离子来处理沸石,将赋予多孔晶体一种能理想适用于催化应用的常规孔尺寸分布。

沸石是一种多孔结晶型硅铝酸盐,已被广泛用作石油精炼催化剂。许多年来,科学家已经寻找了多种方法制备带有大孔的沸石(含有多种纳米尺寸的细孔),从而能更好地适用于大分子并促进反应物和产品在晶体内外流动。研究人员已经探索了一些方法,但是许多方法是通过自然消除已存在的小孔(微孔)来形成大孔的,这些孔经常位于催化活性点处,因此对催化性能来说是不利的。

现在,西班牙加泰罗尼亚化工研究院由 Jabier Perez-Ramirez 领导的团队报道称,利用含有四丙基铵离子或者四丁基铵离子的氢氧化钠溶液处理 ZSM-5 沸石,从而加强了大孔的尺寸而没有过度地牺牲小孔。

该团队,包括化学家 Verboekend Danny、Bonilla Adriana 和 Abello Sonia 解释说,氢氧根离子从微孔内部浸出硅,因此扩大了孔尺寸。但是,孔的增长到现在为止还是难以控制,这里是通过相对大的阳离子四丙基铵或者四丁基铵离子来进行调节,这些大的阳离子吸附在孔入口处从而阻止氢氧根离子浸出硅。他们说,较小的离子不能调节孔增长。

为了确定该新方法的催化作用,加泰罗尼亚团队通过一个参数比较了他们采用各种方法开发制备的沸石。该参数为多层次因子(HF),或者产品的相对微孔体积和小孔表面积。

“多层次因子对于测定沸石的催化性能来讲,是一个有用的参数。这项研究是一次重要的发展,指出了使沸石的催化潜力最大化的一种新方法”,丹麦 Haldor Topsoe 公司的沸石专家 Christensen Claus H. 说。

*Chemical & Engineering News*, 2009 - 11 - 19

(刘全勇 译)

### 三维成像揭示了矿石和一种生物聚合物间的相互作用

科学家利用电子断面成像技术,已经观察到方解石晶体和多聚糖琼脂混合的内部情况。它们的三维相片揭示了矿石和这种生物聚合物之间纳米级的相互作用,这将为生物体系中相似的复合材

料如何表现提供线索。

水底生物利用生物聚合物促使了方解石(碳酸钙的一种多形体)的形成。这种海胆的单晶方解石脊骨插入组织和蛋白质中,并且方解石棱柱体就像软体动物壳一样包含蛋白质和其他的生物大分子。这些源于生物方解石晶体表现出不同寻常的物理性能,例如增加的强度和韧性。直到现在,没有人专门观察方解石和结合的生物聚合物之间的相互作用。

美国科内尔大学(Cornell University)的 Li Hanying、Xin Huolin L.、Muller David A. 和 Estroff Lara A. 声称,他们结合环形暗区扫描透射电子显微镜和环形暗区电子断面成像技术,可以深入地观察到方解石基体的内部。因此,他们制备了包含高含量琼脂糖的方解石单晶,并且用仪器对其进行了非常特别的观察。

“能够对方解石内的有机聚集体进行成像并且观察晶体是如何结合这些有机物,将帮助我们设计类似于生物系统的合成体系”,这项研究的主导者 Estroff 说。

研究者发现,方解石单晶结合琼脂糖形成三维的纳米纤维,而不是单独的分子或者纤维。在高放大倍数的条件下,他们也观察到方解石晶体基体在有机和无机材料相遇的地方调节纤维的曲率。结果表明,这些生物聚合物在方解石晶体中为物理作用所俘获,并且发现没有特别的化学相互作用驱使它们结合。

该结论就是:各种有机分子都可以通过这种机理结合。“现在很清楚,晶体不是分子和离子静止死亡的地方;相反,当从微摩尔和亚微摩尔包含物角度考虑时,它们具有极其富有的生命力”。纽约大学(New York University)晶体材料专家 Bart Kahr 评论说,“很清楚,晶体可以作为主体为各种客体服务,有关晶体基体和包含物之间局部相互作用的描述较少,也很遥远。Estroff 和他的合作者通过利用电子显微镜领域最新的技术、在一个新的高度对此进行了分析”。

*Chemical & Engineering News*, 2009, 87(48):7

(刘全勇 译)