

# Symposium A05

## Minerals and Oil - Gas Materials

### 矿物与油气田材料

2017年7月8-12日

**分会主席:**

林元华	西南石油大学
杨华明	中南大学
汪灵	成都理工大学

**联系人:**

武元鹏	西南石油大学
-----	--------

电话: 13438209451  
邮箱: wuyp362@126.com

金胜明	中南大学
-----	------

电话: 13517476472  
邮箱: shmjin@csu.edu.cn

管登高	成都理工大学
-----	--------

电话: 13540896730  
邮箱: gdg@cdut.edu.cn

## A05. 矿物与油气田材料

分会主席：林元华、杨华明、汪灵

### A05-01

#### 硫酸钙晶须的制备及其应用研究

韩跃新  
东北大学

### A05-02

#### 压裂酸化和油气集输内防腐新材料

杨江  
西安石油大学

### A05-03

#### 凹凸棒石负载型复合 fenton 催化剂降解染料的性能研究

赵裁<sup>1,2</sup>, 欧阳静<sup>1</sup>, 杨华明<sup>1</sup>

1. 矿物材料及其应用湖南省重点实验室, 湖南长沙 410083
2. 中南大学资源加工与生物工程学院, 湖南长沙 410083

凹凸棒石是一种具有独特层链状分子结构的天然矿物, 由两层硅氧四面体片夹一层镁氧或铝氧八面体片组成。凹凸棒石矿物具有多孔道的内部结构、较大的比表面积, 导致纤维具有优良的吸附特性。由于凹凸棒石晶体结构内部存在大量的微孔通道, 同时凹凸棒石单晶束纤维表面又具有很高的表面电荷使其相互排斥而分散, 导致其具有较大的内比表面积, 利用物理吸附的范德华力作用可以将物质分子吸附到凹土的内外面。

由于凹土纤维特殊的表面特性, 会发生一些化学吸附。其原理为: 1, 位于硅氧四面体片层上的氧原子, 与链层边缘与八面体片中的金属阳离子( $Mg^{2+}$ )配位产生的负水分子( $OH_2^-$ ), 可以与其他物质以氢键形式结合被吸附。2, 与氧原子键连的  $Si^{4+}$  被其他低价离子所取代而形成的负电荷, 使其对带正电的物质产生静电力。3, 位于晶体结构四面体片层外表面上的  $Si-O-Si$  晶格键断裂形成的  $Si-OH$  离子团, 由于需要其他质子或者羟基等来补偿剩余电荷, 从而使  $Si-OH$  具有吸附带正电荷的离子以及外表面的分子。4, 通过酸活化作用,  $H^+$  既与凹土纤维中的  $Na^+$  离子等产生置换, 也对  $Mg^{2+}$  产生溶解浸出的作用, 提升比表面积, 增加不平衡的电荷, 强化其吸附性能。利用以上的吸附位点, 将铁复合氧化物均匀沉积负载在凹土纤维的表面, 制备成一种新型具有较大比表面积、特殊的孔道结构的高性能催化材料。

Fenton 反应的实质是  $H_2O_2$  在  $Fe^{2+}$  的催化作用下, 生成具有高反应活性的羟基自由基 ( $\cdot OH$ ),  $\cdot OH$  可氧化绝大多数有机物并使其降解。铈原子作为一种助剂, 通过变价作用, 能够极大的加速 Fenton 反应中的相关中间反应, 而锆原子能够促进铈原子的变价转化。利用凹凸纤维与 Fenton 催化剂进行复合, 能够形成一种有别于传统光电 Fenton 反应的新型高性能 Fenton 催化剂, 对矿物材料、催化材料的应用拓展, 对环境保护、绿色工业生产具有较大的意义。

### A05-04

#### 蛭石负载 $MnO_2$ 对水中重金属 $Pb^{2+}$ 吸附性能的影响

吴彩文, 管登高, 崔迎辉, 胡德豪, 刘杨, 程莉, 蒲星宏, 曹加云  
成都理工大学

以蛭石、 $MnSO_4$ 、 $KMnO_4$  等为原料, 采用直接沉淀法制得负载  $MnO_2$  的改性蛭石。对改性前后的蛭石

成分、结构、形貌进行了分析，对比研究了蛭石用量、吸附时间、重金属离子溶液的 pH 对水中  $Pb^{2+}$  吸附性能的影响。研究表明：当改性蛭石用量为 0.25 g，吸附时间为 60 min，重金属离子溶液的 pH 值为 6 时，改性蛭石对重金属离子  $Pb^{2+}$  吸附效果最好，其吸附率最大为 99.148%，较未改性蛭石对重金属离子  $Pb^{2+}$  吸附率提高了约 15%， $MnO_2$  改性蛭石能够有效处理含  $Pb^{2+}$  的重金属污染废水。该研究结果对提高蛭石附加值和对含铅废水的综合治理具有实际应用价值。

## A05-05

### 基于泡沫形成微观机理的弱含水煤层低伤害压裂液研究

李小刚<sup>1</sup>，徐彬予<sup>1</sup>，杨兆中<sup>1</sup>，周志凌<sup>2</sup>，宋峙潮<sup>1</sup>

1. 油气藏地质及开发工程国家重点实验室
2. 成都理工大学材化学院

滇东黔西地区的煤层气储层普遍存在弱含水、易受外来流体伤害的问题，为此在压裂中考虑实验泡沫压裂液。

采用原子力显微镜、扫描电镜等微观分析手段，研究了该泡沫压裂液进行了基液和泡沫中的添加剂分子分布、添加剂在煤表面的吸附等分子行为。

揭示了宏观性能与微观结构的联系，为泡沫压裂液起泡、稳泡和携砂性能调控提供了依据。基于此，研发出适合弱含水煤层的低伤害助解吸泡沫压裂液。

研究表明，液膜的自修复功能决定了泡沫压裂液的稳泡性能，表面活性剂的极性对其在煤层表面的吸附有重要影响，采用液膜修复功能材料对降低压裂液吸附伤害、提高稳泡性能有积极意义。

## A05-06

### 多力场耦合剥离层状矿物制备寡层二维纳米材料及其能源应用

陈德良<sup>1,2</sup>，董会娜<sup>1</sup>，王凯<sup>1</sup>，张绪圭<sup>1</sup>，荆慧娟<sup>1</sup>

1. 郑州大学 材料科学与工程学院
2. 东莞理工学院 化学工程与能源技术学院

目的：寡层二硫化钼纳米片、石墨烯等二维纳米材料因独特物理、化学性质而得到日益广泛关注。如何高效、绿色、可控宏量的制备出寡层二维纳米材料依然存在挑战。目前二维材料的制备主要有“自下而上”和“自上而下”两大路线。前者主要为化学合成法，存在过程复杂、难宏量制备等缺点。后者主要指物理剥离法，也存在产率低、耗时等问题。本报告以层状矿物（辉钼矿、石墨矿）为原料制备低维纳米材料，旨在提供一种高效、高值化矿物材料制备策略。

方法：直接以层状固体矿物（辉钼矿、石墨矿等）作为起始材料，引入复合多力场作用（如超声、砂磨、超临界介质、化学插层等作用），藉复合力场间的耦合作用剥离层状固体，制备寡层二维纳米结构。

结果：以乙醇/水为溶剂，当二硫化钼的初始固含量为 45 g/L，超声功率为 280w，砂磨机转速为 2250rpm，PVP/ $MoS_2$  为 0.5，超声砂磨 6 h 达到最佳剥离产率 21.6%，剥离得到了寡层近似单层的二硫化钼纳米片，其比表面积可达  $923\text{ m}^2/\text{kg}$ ，且在电催化产氢与电化学传感方面有重要的应用；当以 NMP 为溶剂，在最佳剥离制度下加入插层剂 NaOH 时，剥离效率可高达 28.24%。超声-砂磨剥离鳞片石墨时，吐温 80 用量 0.77%wt/vol、超声功率 500W、砂磨转速 1550rpm 下剥离浓硫酸液相预处理过的鳞片石墨，得到了小于 5 纳米厚的石墨片。所得二维纳米结构本身可以作为功能材料进行应用，也可以用作基体骨架锚固、支撑其他功能纳米粒子，构筑组成多元、结构多级的复合纳米材料，在环境催化、化学传感、能源转化与存储等方面有潜在应用。

结论：本工作直接以价廉量丰的层状矿物固体为起始原料，以环境友好溶剂为剥离介质，利用多力场耦合作用提高剥离效率，不但提出了一种绿色、易控、适于宏量剥离制备低维纳米材料的有效途径，同时也为功能矿物的高值利用开辟了新思路。

## A05-07

### 矿物材料的功能化设计

杨华明<sup>1,2</sup>, 欧阳静<sup>1,2</sup>, 张毅<sup>1,2</sup>

1. 中南大学资源加工与生物工程学院
2. 中南大学矿物材料及其应用湖南省重点实验室

利用矿物结构特点进行功能化设计是制备高性能矿物材料的重要策略。本文基于蒙脱石的层状结构、二维形貌和表面特性,通过功能化设计制备系列高性能矿物材料。在蒙脱石(MMT)表面原位水热合成二硫化钼( $\text{MoS}_2$ ),制备的 $\text{MoS}_2/\text{MMT}$ 复合纳米片具有优良的催化活性,反应2 h后甲基橙总去除率高达98.31%。通过在十六烷基三甲基溴化铵柱撑蒙脱石层间原位水热合成 $\text{MoS}_2$ ,制备的二硫化钼插层蒙脱石杂化材料( $\text{MoS}_2/\text{PMMT}$ )呈现杂化堆叠层状结构,层间距为1.29 nm,且对硝基苯酚还原表观反应速率常数为 $0.723 \text{ min}^{-1}$ ,循环使用5次表观反应速率常数仍保持在 $0.679 \text{ min}^{-1}$ 。通过混合插层、水热碳化和煅烧热解制备的碳改性蒙脱石材料(C/MMT),蔗糖在蒙脱石层间水热碳化,然后在氮气气氛中煅烧,在蒙脱石层的影响下转变为石墨烯状结构,C/MMT具有二维微孔介孔结构,比表面积高、吸附位点丰富,C/MMT吸附剂对刚果红(浓度为 $1.0 \text{ g/L}$ )的吸附容量达 $0.84 \text{ g/g}$ 。通过柠檬酸辅助溶胶凝胶法在蒙脱石表面负载纳米铁酸镧( $\text{LaFeO}_3$ )制备钙钛矿结构铁酸镧蒙脱石纳米复合材料( $\text{LaFeO}_3/\text{MMT}$ ), $10\sim 15 \text{ nm}$ 的铁酸镧纳米颗粒均匀地沉积在蒙脱石表面, $\text{LaFeO}_3/\text{MMT}$ 表现出优异的吸附效率和光催化性能,光照90 min后罗丹明B总去除率达99.34%,这是蒙脱石表面丰富羟基、铁酸镧半导体催化和类芬顿反应的协同效果。通过蒙脱石在硬脂酸乳液中自组装设计制备硬脂酸(SA)为核、蒙脱石为壳的SA/MMT,SA/MMT微胶囊呈球状颗粒,粒径分布约为 $10\sim 30 \mu\text{m}$ ,SA/MMT微胶囊凝固温度和潜热分别为 $52.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 和 $118 \text{ J/g}$ ,其储放热速率高于硬脂酸,SA/MMT微胶囊具有的良好结构稳定性、高储热容量和稳定的储放热性能,在储热系统领域有广泛的应用前景。

## A05-08

### 攀枝花钒钛磁铁矿高炉渣浸取钒工艺研究

戴泽航, 管登高, 刘扬, 胡德豪, 周润东, 曹加云, 程莉, 蒲星宏  
成都理工大学

作为铁的重要来源的钒钛磁铁矿伴生钒、钛等多种组份,但目前已工业化的生产方式主要提取了其中的铁和少量钒等,大量的含钒高炉渣难以回收利用而被遗弃,既污染环境,又浪费钒资源。

本文以攀枝花钒钛磁铁矿高炉渣为研究对象,采用盐酸浸取钒工艺,考察了高炉渣目数、焙烧温度、焙烧时间、盐酸浓度、矿浆固液比、浸出温度、浸出时间对钒浸出率的影响。

结果表明:高炉渣目数200目、焙烧温度 $600^\circ\text{C}$ 、焙烧时间2h、盐酸浓度75%、矿浆固液比1:4、浸出温度 $90^\circ\text{C}$ 、浸出时间4h,钒的提取率达86%。

本研究结果对回收高炉渣中的钒资源有较大实用意义。

## A05-09

### 热液型海泡石结构调变与功能化

金胜明<sup>1,2</sup>

1. 中南大学资源加工与生物工程学院
2. 矿物材料及其应用湖南省重点实验室

热液型海泡石是一种天然纤维状多孔含水的镁质硅酸盐粘土矿物,其结构具有两层硅氧四面体,中间一层镁八面体,形成由2:1的层状结构单元上下层相间排列的与键平行的孔道,海泡石的这种结构使得它具有高比表面积,在吸附、催化以及光化学等领域具有广泛的应用潜力。热液型海泡通过无机盐水热改性或孔结构调变,获得不同结构的改性海泡石载体,并采用XRD、FTIR、NMR、BET以及Zeta电位表征

改性海泡石。结果表明，海泡石的 Si-O-Si 骨架伸缩振动向低波数迁移；<sup>29</sup>SiNMR 表明 Si 原子有三种化学环境，其化学位移分别为-98.4ppm，-95.2ppm 和-92.5ppm，表示为孔道中心硅原子、边沿硅原子和近边硅原子，原子比为：1.39:1.43:1；不同金属离子改性后，边沿硅原子的峰强度降低，并偏移至-94.5ppm，同时出现新的化学位移-87.4ppm，归属为 Q<sup>1</sup> 结构硅，四种化学环境硅原子的原子比发生变化；NMR 化学位移结果说明金属离子进行了骨架硅原子取代和层间阳离子取代，取代后的结果是使海泡石的比表面积降低，表面电荷降低；而脱镁后碱性结构调变，生成了有序介孔结构，比表面积大于 1000m<sup>2</sup>/g，孔容大于 0.9ml/g。结构调变后的海泡石应用于废水吸附、荧光染料组装和废旧高分子催化降解领域，分别提高了废水中残余染料的吸附率、固态单分子荧光和提高高分子单体收率的研究结果。

## A05-10

### 运用双偏振光极化干涉技术研究铜表面缓蚀剂 BTA 与 2Me 之间协同作用机理

王虎，谢娟

西南石油大学

缓蚀剂在金属表面的协同作用机制是缓蚀剂研究的热点和难点问题。现有研究手段难以从分子尺度上诠释缓蚀剂协同作用的机制。本文采用双偏振光极化干涉技术 (DPI)，将铜薄膜制备在感应晶片表面，利用 DPI 实时监测感应晶片表面厚度、密度和质量的动态变化过程，获取 BTA 在铜表面吸附的热力学和吸附动力学信息。

结果表明，BTA 浓度对缓蚀剂在铜表面吸附的平衡吸附量  $Q_{e, \text{exp}}$  和吸附速率常数  $k$  有显著影响。尤其是速率常数  $k$ ，从 1mM BTA 时的  $1.64 \times 10^{-7} \text{ g/mg s}$  上升至 1mM BTA 时的  $69.8 \times 10^{-7} \text{ g/mg s}$ ，表明缓蚀剂浓度增加，缓蚀剂成膜速率急剧加快。BTA 与 2Me 之间协同作用的 DPI 测试表明，二者之间的协同作用可以急剧增加缓蚀剂成膜过程的热力学常数  $Q_{e, \text{exp}}$  和动力学常数  $k$ 。两种缓蚀剂协同作用不仅提升了缓蚀剂在金属表面的吸附量，增加了覆盖度，而且还显著加快了成膜速率。

利用 DPI 技术，可以从分子尺度原位、在线、定量研究缓蚀剂分子之间的协同作用，为缓蚀剂工程应用的复配工作提供更有力的理论支持。

## A05-11

### 高炉渣基高温复合相变储热材料制备与性能表征

张元波，刘继成，苏子键，彭志伟，李光辉，姜涛

中南大学资源加工与生物工程学院

高温复合相变储热材料被广泛应用于空间站太阳能利用、工业余热回收、电力削峰填谷等领域。目前，高温复合相变储热多以黏土矿物如硅藻土、高岭土、珍珠岩、等多孔材料为基体，但是此类材料存在热稳定性及导热性较差等缺点，因此开发热稳定性好、耐腐蚀、耐氧化的廉价基体材料是今后的发展方向。高炉渣作为冶金行业一种主要的固体废料，目前主要利用途径是用来制备矿渣水泥，而我国目前水泥产能严重过剩，高炉渣的利用受到影响，因此开发高炉渣的综合利用新方法尤其是高增值化利用极为重要。

在充分研究高炉渣微观结构与理化性质之后，认为其适合于高温复合相变储热材料的基体，以  $\text{NaNO}_3$ 、Al 以及  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  三种典型的高温相变材料及高炉渣为主要原料，采用混合烧结法开展了高炉渣基高温复合相变储热材料制备方法及相关性能研究。结果表明， $\text{NaNO}_3$  为相变材料时，复合材料在储、放热过程中无相变材料泄露且具备良好的储热性能，同时还拥有良好的高温热稳定性、抗热震性和传热性能以及较低的过冷度。本文报道了一种高炉渣基高温复合相变储热材料制备方法，操作简单、加工成本低，为高炉渣的增值化加工利用提供了新的途径，同时还可用于其它冶金固体废料利用提供借鉴，若能应用于工业余热回收利用等领域，对提高能量利用率、缓解能源危机具有重要的意义。

## A05-12

## 晋北煅烧高岭土用煤矸石的组成结构特征

王哲皓<sup>1</sup>, 周东晓<sup>2</sup>, 汪灵<sup>1</sup>

1. 成都理工大学 材料与化学化工学院
2. 成都理工大学 地球科学学院

山西省是我国的产煤大省, 每年排放出大量的煤矸石, 其占用土地、污染环境, 研究分析晋北煅烧高岭土用煤矸石的特征, 对高效利用山西煤矸石中的优质煤系高岭岩, 保护矿区环境, 实现矿区绿色可持续发展具有非常重要的意义。

采用 XRD、XRF 和白度计等分析测试技术, 研究了晋北煤系高岭岩的组成结构等特征, 结果表明: 晋北煤系高岭岩的矿物组成主要是高岭石矿物, 其次存在石英等非粘土矿物和有机碳质物。因碳质含量的不同, 煤系高岭岩的化学成分为  $\omega(\text{SiO}_2)$  38.80%~43.91%,  $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$  32.93%~36.25%,  $\omega(\text{TiO}_2)$  0.53%~1.91%,  $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  0.13%~0.51%,  $\omega(\text{CO}_2)$  17.92%~26.32%。经过 1000°C 恒温煅烧 1h 后, 煤系高岭岩中的高岭石转变为无定形物质, 煅烧产物的化学成分平均含量为  $\omega(\text{SiO}_2)$  53.65%,  $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$  44.15% 左右, 二者之和达 97.80%,  $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2)$  0.86%~1.98%; 碳质和水分能有效去除, 其白度大大提高至 80% 以上; Fe、Ti 物质是影响煤系高岭岩煅烧白度的主要因素, Fe、Ti 含量不同, 其白度也高低不等。

### A05-13

Interface modification of TiO<sub>2</sub> photo-anodes for dye-sensitized solar cells by tailoring self-assembled monolayers L-alanine

Zhu Ma, Honglin Lu, Yan Xiang, Guanghao Zeng, Jia Zhuang  
西南石油大学

Dye-sensitized solar cells are one of the most promising photovoltaic technologies with their extraordinary progress in efficiency and the simple processes required to produce them. However, the photocurrent and device stability are limited by the carrier recombination in device. Here, we present a modified photoanode by using self-assembled monolayers L-alanine. Photoanodes based upon L-alanine SAM modified TiO<sub>2</sub> can achieve the maximal photocurrent of 4.10 mA/cm<sup>2</sup> and power conversion efficiency of 2.09%, which are 40.9% and 38.4% higher than those of TiO<sub>2</sub> based photoanode. The related mechanism and model are systemically investigated. The reason of performance improvement derives from the tunneling effect of L-alanine SAMs, which improves the efficiency of carrier transfer and suppresses the interfacial charge recombination.

### A05-14

IF 钢在替代硫化氢溶液中的腐蚀行为研究

申文竹, 杨波, 王刚强, 陈龙, 徐曦, 李春福  
西南石油大学

为了研究 IF 钢在饱和硫化氢水溶液中的腐蚀及氢脆行为, 对变形及热处理后的 IF 钢开展模拟硫化氢水介质的浸泡实验。通过对不同时间浸泡后的试样开展金相观察及硬度测试, 结果表明在硫化氢水溶液腐蚀后, IF 钢的硬度随着冷轧压下率的增大而增大; 在相同的冷轧压下率和退火时间下, IF 钢的硬度值随着退火温度的升高而略微上升, 溶液的浸泡时间长短对其无明显影响; IF 钢在硫化氢腐蚀环境中浸泡腐蚀, 硬度大体上呈现先增大后减小直至恢复原始硬度的趋势, 而溶液的浸泡时间不同会使硬度达到最大值的位置不同; IF 钢经过不同的浸泡时间所产生的腐蚀层厚度是不同, 材料的腐蚀层厚度在浸泡 96h 达到最大值。

### A05-15

题目待定

车小奎  
北京有色研究总院

#### A05-16

##### 石英的矿床工业类型与材料应用特点

汪灵

成都理工大学材料与化学化工学院

#### A05-17

##### MnO<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/氧化硅纳米纤维复合催化材料的制备及其多相类芬顿催化降解亚甲基蓝性能研究

刘琨<sup>1</sup>, 唐学昆<sup>1</sup>, 冯其明<sup>1</sup>, 李白顺<sup>1</sup>, 黄菁<sup>1</sup>

1. 中南大学资源加工与生物工程学院
2. 中南大学矿物材料及其应用湖南省重点实验室

以纤蛇纹石制备的氧化硅纳米纤维为载体, 依次采用热分解法与水热法将四氧化三铁与二氧化锰逐层负载于其表面, 形成 MnO<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/氧化硅纳米纤维复合催化材料。对该复合材料的结构形貌进行了表征, 结果表明负载于氧化硅纳米纤维表面的 MnO<sub>2</sub> 与 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 分别为  $\alpha$  型结构与尖晶石型结构, 二者的形貌分别为具有高分散度的纳米颗粒状与纳米片状。采用 MnO<sub>2</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/氧化硅纳米纤维复合催化材料与过一硫酸氢盐 (PMS) 组成的类 Fenton 体系对亚甲基蓝染料进行了催化降解实验, 结果表明, 复合材料能够实现亚甲基蓝的高效降解, 其降解的效果要远优于单一的 MnO<sub>2</sub> 或 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 并且能够通过磁选的方法进行回收以实现循环使用, 且经过多次重复使用后依然具有较高的催化活性。经过分析认为, 氧化硅纳米纤维载体的存在大大强化了复合材料的催化性能, 一方面使得四氧化三铁与二氧化锰获得了极好的分散度, 大大增加了催化活性表面; 另一方面载体的较高吸附性能使得反应物能够富集于催化剂的周围, 从而大大提高反应速率。此外, 载体表面 MnO<sub>2</sub> 与 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 催化剂之间的协同作用也使得复合材料的催化性能得到进一步的强化。

#### A05-18

##### 川北重质碳酸钙原料与产品特征

周东晓<sup>1</sup>, 李可欣<sup>2</sup>, 张洲<sup>2</sup>, 汪灵<sup>1</sup>

1. 成都理工大学地球科学学院
2. 成都理工大学材料与化学化工学院

川北地区碳酸钙矿产资源丰富, 是四川重质碳酸钙主要产区。为了给川北重质碳酸钙的研究与应用提供科学依据。以区内采集的七家重质碳酸钙公司的产品及原矿为研究对象, 采用 XRD、XRF、白度仪、激光粒度仪等测试分析技术, 研究了川北重质碳酸钙原料与产品特征。

结果表明: 川北重质碳酸钙产品的矿物成分为方解石; 化学成分含量:  $\omega(\text{CaCO}_3)$ 96.33%~98.21%, 平均 96.86%,  $\omega(\text{MgO})$ 1.44%~3.04%, 平均 2.52%,  $\omega(\text{SiO}_2)$ 0.16%~0.38%, 平均 0.30%,  $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 0.09%~0.20%, 平均 0.17%,  $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 0.04%~0.09%, 平均 0.07%; 白度 77.08%~97.05%, 平均 83.24%; 原料的矿物成分为方解石, 化学成分含量:  $\omega(\text{CaCO}_3)$ 97.16~99.75%, 平均 98.55%,  $\omega(\text{MgO})$ 0~2.56%, 平均 1.20%,  $\omega(\text{SiO}_2)$ 0.08%~0.13%, 平均 0.11%,  $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 0.05%~0.08%, 平均 0.07%,  $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 0.02%~0.03%, 平均 0.03%; 白度 88.22%~93.57%, 平均 90.07%。产品的 CaCO<sub>3</sub> 成分比原料偏低, 而其他成分比原料偏高, 白度比原料明显降低, 可能在加工过程中存在污染。

#### A05-19

##### 磷酸钙包覆氧化铁黄颜料制备与耐热性能研究

潘国祥

湖州师范学院

氧化铁黄颜料耐热性较差,因此限制了其在塑料加工和卷材涂料中的应用。本文以氧化铁黄为前驱体,采用磷酸钙液相沉淀包覆氧化铁黄,并在包覆过程中添加分散剂,进一步提高其耐热性能。通过改变反应时间、反应温度、分散剂种类等因素,确定了最佳包覆反应条件。通过粉末 X 射线衍射 (XRD)、热重-差热分析 (TG-DTA)、扫描电子显微镜 (SEM) 等手段对合成的包覆颜料进行微结构表征。结果表明,在氧化铁黄表面包覆一层磷酸钙无机膜,包覆层呈无定形态;最佳反应条件为:十二烷基硫酸钠作为分散剂,反应温度为 80℃,搅拌时间为 2 h,通过色差仪测试其粉体耐热性可达 250℃,有效地改善了氧化铁黄颜料的耐热性。

#### A05-20

##### 高内相乳液干凝胶的制备及其油水分离性能

武元鹏<sup>1</sup>, 张涛<sup>2</sup>, 徐之光<sup>2</sup>, 张海燕<sup>1</sup>, 郭其鹏<sup>2</sup>

1. 西南石油大学 材料科学与工程学院, 成都
2. Deakin University, Materials, Australia

由于原油泄漏对海洋环境造成严重或不可恢复的破坏,于是,我们以聚苯乙烯链段含量 68%的磺化 SEBS 和 PPI 合成的高内相有机凝胶制备了高内相乳液凝胶。制备的 HIPE 干凝胶非常轻,并且疏水,由于能够漂浮在水面上,故可用于油水混合物分离。对不同的油类,HIPE 干凝胶的吸附倍率范围从 16 倍至 27 倍,同时可以通过简单挤压使油类物质回收利用。并且,HIPE 干凝胶的循环使用效率达到 10 倍以上。这些干凝胶对原油泄漏和油水分离有着潜在的应用。

#### A05-21

##### 重庆荣昌安陶矿物原料的组成结构特征

管志荣<sup>1</sup>, 金宏程<sup>2</sup>, 欧晓钦<sup>2</sup>, 付国召<sup>2</sup>, 李珊<sup>1</sup>, 杨宜坪<sup>2</sup>, 汪灵<sup>1</sup>

1. 成都理工大学地球科学学院
2. 成都理工大学材料与化学化工学院

重庆荣昌安陶是我国四大名陶之一。为了解重庆荣昌安陶矿物原料的组成结构特征,为该陶土资源有效利用提供科学依据。采用多种现代岩矿测试分析技术,对荣昌安陶矿物原料样品进行研究,结果表明:荣昌安陶陶土原料有红色陶土和白色陶土两种,一般二者要相互配比混合后才能达到制陶泥料的要求。红色陶土的化学成分平均含量是, $\omega(\text{SiO}_2)$  61.41%, $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$  21.64%, $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  5.27%, $\omega(\text{K}_2\text{O})$  2.24%, $\omega(\text{H}_2\text{O}^+)$  6.93,而有害成分 CaO 含量低, $\omega(\text{CaO})$  0.25%,结构构造主要为块状构造,粉砂泥质结构;白色陶土的化学成分平均含量是, $\omega(\text{SiO}_2)$  60.07%, $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$  25.22%, $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  1.20%, $\omega(\text{K}_2\text{O})$  3.28%, $\omega(\text{H}_2\text{O}^+)$  7.65,而有害成分 CaO 含量低, $\omega(\text{CaO})$  0.13%,结构构造主要为块状构造,粉砂泥质结构;荣昌安陶红色陶土矿物组成,主要由石英、高岭石、伊利石、赤铁矿等组成,白色陶土的矿物组成,主要由石英、高岭石、伊利石等组成;热效应特征是,红色陶土平均热失重为 5.93%,白色陶土平均热失重为 4.02%,脱羟温度范围都在 490℃~530℃左右。

#### A05-22

##### 以矿渣为胶凝材料的固井工作液体系研究

牟奇伟<sup>1</sup>, 李明<sup>1</sup>

1. 西南石油大学材料科学与工程学院
2. 钒钛资源综合利用国家重点实验室

为了解决水泥浆与钻井液的接触污染问题,并能固化环空残存的絮凝钻井液和泥饼,实现了与钻井液和水泥浆的整体固化胶结,提出了以矿渣为胶凝材料的固井工作液体系。借鉴钻井液转化为水泥浆(MTC)



技术, 直接将一种新型矿渣作为胶凝材料替代油井水泥配制成固井工作液, 并研究出配套使用的悬浮稳定剂、激活剂和缓凝剂。通过室内实验, 优选出一种碱金属氢氧化物和一种天然矿土作为激活剂, 并确定掺量分别为 8% 和 10%, 固化体 3d 的抗压强度可达到 24MPa, 强度超过水泥; 体系采用缓凝剂为 LMJ, 由于其部分吸附于矿渣颗粒上, 抑制了水化产物性能, 能延长工作液稠化时间, 浆体稠化时间与缓凝剂掺量 LMJ 几乎呈线性增长趋势; 选用具有提高浆体稳定性和控制失水能力的悬浮剂 CMC。矿渣固井液适用温度为 30~90℃, 密度在 1.50~2.3g/cm<sup>3</sup> 范围可调。工作液成本低、失水量低、沉降稳定性良好、与钻井液相容性好、稠化时间线性可调、低温下强度发展迅速等优点, 体系与钻井液、水泥浆的相容性好。此技术提高了固井作业安全, 丰富了顶替机理和顶替效率, 提高了界面胶结质量, 具有广阔的应用前景。

#### A05-23

##### 中国合成氟金云母的矿物学特征及比较研究

王新砚<sup>1</sup>, 黄孝龙<sup>2</sup>, 梁倪萍<sup>2</sup>, 汪灵<sup>1</sup>

1. 成都理工大学地球科学学院
2. 成都理工大学材料与化学化工学院

中国是合成氟金云母的生产大国, 其产量已占全球的 90%。为了解我国合成云母的矿物学特征并对拓展其应用领域提供科学依据, 以我国合成云母几大主要产区样品为研究对象, 采用多种现代矿物测试分析技术, 开展了中国合成氟金云母矿物学特征及比较研究, 结果表明: 合成氟金云母化学成分平均含量:  $\omega(\text{SiO}_2)$ 44.08%,  $\omega(\text{MgO})$ 24.80%,  $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 12.92%,  $\omega(\text{K}_2\text{O})$ 11.12%,  $\omega(\text{F})$ 6.65%, 五者之和达 99.51%, 影响白度的 Fe 较少,  $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  0.12%; 晶胞参数平均值:  $a_0$  (5.306 3), 密度 2.87 g/cm<sup>3</sup>; 热效应特征: 室温~1000℃平均失重仅为 1.53%。与天然金云母和白云母相比, 合成氟金云母的纯度、透明性、白度、耐热性等性能均更加优异。

#### A05-24

##### 关于制备超疏水、高效吸油碳海绵的研究

邱丽娟<sup>1</sup>, 万文超<sup>2</sup>, 张颖<sup>1</sup>, 周莹<sup>1</sup>

1. 西南石油大学油气藏地质及开发工程国家重点实验室
2. 西南石油大学材料科学与工程学院

针对石油的泄露及水污染问题, 制备超轻、高吸附性能和疏水的油水分离材料被认为是解决上述问题最有效的手段之一。石墨烯基碳海绵是具有石墨烯特性的三维空间网络结构, 不仅保持了石墨烯本身的性质, 而且还具有超低的密度和高的比表面积等特点, 使其可以作为吸附剂应用在油水分离方面, 不仅成本低, 而且不会产生二次污染。本文主要从水热制备的探索、强度改性、抗坏血酸还原制备不同 pH 值的石墨烯气凝胶 (GA) 及超疏水的石墨烯基碳海绵这四个方面对石墨烯基碳海绵的制备及其吸附性能进行系统地研究。首先, 通过探索还原剂、温度以及时间发现还原剂自身的化学性质对 GA 的性质有着重要的影响。其中, 抗坏血酸 (VC) 和乙二胺在对 GA 在机械强度和吸附能力两方面分别有着重要的贡献。其次, 通过在氧化石墨烯 (GO) 中加入碳纳米管 (CNT), 制备得到了吸附量达 100~300 倍不等的碳气凝胶, 这种碳气凝胶不仅吸附量很高, 而且在吸附-挤压、燃烧的循环实验中表现出优越的性能。另外, 通过探索 VC 对于不同 pH 的 GO 的还原过程, 得到了一种疏水性可调且具有良好的机械性能的气凝胶的制备方法。其中疏水的 GA 可以实现高效油水分离, 亲水的 GA 可以用来吸附染料。最后, 通过用 GO 修饰的商业海绵经过高温碳化制备得到一种超疏水的碳海绵, 这种碳海绵成本低, 工艺简单。这些对于石墨烯基碳海绵在污水处理领域的广泛应用有着重要的意义。

#### A05-25

##### 高强高硬抗粘扣钛合金油井管材料的探索

付朝政, 王书亮, 苏晓慧, 付春艳  
西南石油大学 材料科学与工程学院

钛合金因具有很高的比强度、极强的  $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{S}+\text{Cl}$  腐蚀抗力、耐高低温性能好、疲劳强度高特点, 所以在石油工业中常用作油井管材料。但是钛合金油井管在上卸扣过程中会产生粘扣现象。本文综述了国内外钛合金油井管的研究现状, 介绍了钛合金油井管的特点, 简要分析了油井管粘扣的原因; 概述了国内外钛合金力学性能的研究现状和热处理工艺, 结合钛合金的相变新进展, 从钛合金的组织、结构、强化方式出发, 探讨了高强、高硬、抗粘扣钛合金油井管材料的研发思路。

#### A05-26

##### 高选择性阳离子型染料秸秆吸附剂的制备及吸附行为研究

谢娟<sup>1</sup>, 刘畅<sup>1</sup>, 王虎<sup>1</sup>, 唐鋈磊<sup>2</sup>, 王莹莹<sup>2</sup>, 夏默德<sup>2</sup>

1. 西南石油大学 材料科学与工程学院
2. 西南石油大学 化学化工学院

通过简单的制备方式对农业废弃物秸秆, 得到针对阳离子型染料有一定吸附选择性的经济高效的吸附剂, 即能达到回收利用水稻秸秆的目的, 同时也能针对污水中阳离子型有机染料进行选择性吸附分离。

本课题选用秸秆为原料经过简单的加工制备成吸附剂, 对亚甲基蓝, 碱性品红, 刚果红, 甲基橙等几种阴阳离子型染料分别做了单一染料吸附评价, 对甲基橙和亚甲基蓝做了二元混合染料吸附评价以评价其吸附选择性。

结果发现秸秆吸附剂对于亚甲基蓝和碱性品红两种阳离子型染料有较强的吸附性, 在浓度为 50 ppm 以内用量为 40mg/20 mL 时 2h 内去除率可以达到 95% 以上。对于刚果红和甲基橙两种阴离子型染料表现出不同程度的吸附效果, 其中对于甲基橙无明显吸附, 对于刚果红只有少量吸附。在对于浓度为 40 ppm 亚甲基蓝和甲基橙的混合二元染料体系中, 2 小时内可达到吸附平衡, 且对亚甲基蓝的去除率达到 90% 以上, 而对体系中甲基橙几乎没有吸附。在动力学上, 通过伪一级动力学和伪二级动力学对秸秆吸附剂的吸附过程进行了评价, 发现吸附剂在对阳离子型染料的吸附中更加符合伪二级动力学, 其决定系数  $R^2 > 0.99$ , 且  $q_e$  的计算值和实验值最为接近, 这说明对亚甲基蓝的吸附驱动力是表面的化学吸附或是强静电作用。在等温吸附模型的拟合中, 我们运用里 Langmuir 和 Freundlich 模型分别对亚甲基蓝的吸附进行拟合, 发现该吸附更符合 Langmuir 模型, 说明该吸附属于单分子层吸附。在扫描电子显微镜图像中可以秸秆吸附剂在微观上具有的多孔结构和纤维状片层结构, 这些结构为吸附提供了较大的比表面积。通过红外光谱, 发现其表面的主要基团有羟基, 羰基等电负性基团, 结合 Zeta 电位的结果表明材料表面相对于溶液体系带有负电荷, 说明吸附剂对阳离子型染料出现吸附选择性的原因。研究表明, 秸秆吸附剂是一种经济环保且针对阳离子型染料有较高选择性的吸附剂。

#### A05-27

##### 镀 Ni-Cu-La-B 玻璃纤维/镍粉/丙烯酸树脂电磁屏蔽涂料研究

管登高, 曹加云, 周润东, 刘扬, 胡德豪, 蒲星宏, 程莉  
成都理工大学, 材料与化学化工学

随着电力及电子信息技术的迅速发展, 电磁干扰、电磁信息泄密和电磁环境污染对社会生产生活和国防安全带来的危害越来越严重, 研究和开发各种性价比较高的电磁屏蔽材料已成为材料科学与工程领域的重要研究课题之一。

本论文以镀 Ni-Cu-La-B 玻璃纤维与镍粉为复合填料, 以丙烯酸树脂作为粘结剂, 制备了一种新型高性能电磁波屏蔽复合材料—镀 Ni-Cu-La-B 玻璃纤维/镍粉/丙烯酸树脂, 对其导电性和电磁波屏蔽性能进行了研究。

结果表明,添加 5 wt%的镀 Ni-Cu-La-B 玻璃纤维能显著改善电磁波屏蔽复合涂层的电磁性能,涂层膜厚 300  $\mu\text{m}$ ,涂层电阻率为 0.89 欧姆.厘米,在 0.3-1000 MHz 频段内,涂层屏蔽效能达到 47.777~64.284 dB。该研究结果对提高玻璃纤维附加值和对电磁波环境污染的综合治理具有实际应用价值。

## A05-28

### 非贵金属硫化物作为高效的可见光光催化剂用于分解 H<sub>2</sub>S 制氢

淡猛<sup>1</sup>, 张骞<sup>2</sup>, 李意<sup>1</sup>, 李志光<sup>2</sup>, Arvind Prakash<sup>2</sup>, 周莹<sup>1</sup>

1. 西南石油大学油气藏地质及开发工程国家重点实验室
2. 西南石油大学材料科学与工程学院

目前,制约高酸性油气藏开发和利用的最大阻碍是其含有大量的 H<sub>2</sub>S 气体,利用光催化技术实现 H<sub>2</sub>S 分解制氢成为了研究的热点。但是,光催化分解 H<sub>2</sub>S 制氢还存在以下两个主要问题。一是合适的光催化分解 H<sub>2</sub>S 系统;二是合适的用于 H<sub>2</sub>S 分解的光催化剂。

方法:本文自行设计并成功搭建了同时具有 H<sub>2</sub>S 的吸收,分解和产物回收功能的光解 H<sub>2</sub>S 制氢系统。并首次利用溶剂热法成功合成了具有高可见光光催化活性、稳定性和抗光腐蚀能力的 MnS/In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 复合金属硫化物半导体,并对其光解 H<sub>2</sub>S 制氢性能进行了研究。

结果:其中 MnS/In<sub>2</sub>S<sub>3</sub>\_0.7 在可见光下实现了最大的产氢速率为 8360  $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ,其在 450 nm 下对应的表观量子效率高达 34.2%。并系统的研究了 MnS/In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 复合物的组成, H<sub>2</sub>S 的浓度,光催化反应时间,反应媒介和 pH 等对光催化分解 H<sub>2</sub>S 制氢性能的影响,同时对光催化分解 H<sub>2</sub>S 制氢的机理进行了详细的讨论。此外,结合磁控溅射和水热法在 FTO 导电玻璃上成功合成了具有棒状形貌的 Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 光催化剂,并研究了水热反应时间和反应媒介对 Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 光解 H<sub>2</sub>S 制氢性能的影响。

结论:总之,光解 H<sub>2</sub>S 制氢系统的构建和选择金属硫化物半导体作为光催化剂对于 H<sub>2</sub>S 的分解和氢气的产生具有重要的意义。

## A05-29

### 钛酸钾晶须对固井水泥石力学性能及微观结构的改善

俞嘉敏, 李明

西南石油大学材料科学与工程学院

针对固井水泥石脆性大的问题,在油井水泥中加入钛酸钾晶须来改善油井水泥石的力学性能和微观结构。实验研究了钛酸钾晶须对水泥石抗压强度、劈裂抗拉强度和抗折强度的影响;模拟井下环境对钛酸钾晶须水泥石进行三轴应力-应变测试;使用扫描电镜来观察钛酸钾晶须水泥石的微观形貌,进而探讨了钛酸钾晶须对水泥石的增强机理。结果表明:①钛酸钾晶须掺量适当时候,水泥浆的应用性能良好;②钛酸钾晶须显著增强水泥石的力学性能,钛酸钾晶须掺量为 1.5%时(质量分数),钛酸钾晶须的 28d 抗压强度、劈裂抗拉强度、抗折强度较空白水泥石分别提高 5%、119%及 42%而其弹性模量较空白试样降低 35.9%;钛酸钾晶须表面可以附着水泥的水化产物并通过桥联作用增强了水泥石的力学性能。

## A05-30

### 落葵果实提取物对碳钢在盐酸溶液中的缓蚀性能研究

唐军, 王虎

西南石油大学材料科学与工程学院

本文运用失重及电化学方法研究了落葵果实提取物对碳钢在 1 mol L<sup>-1</sup> 盐酸溶液中的缓蚀性能。研究表明,在 20℃时提取物浓度为 0.1%条件下,该提取物最大的缓蚀率可以达到 94.8%。提取物的缓蚀效率随着浓度的增大而增大,随着温度的升高而降低。动电位扫描揭示了落葵果实提取物是以抑制阴极为主的混合型缓蚀剂。采用简单的方法将提取物初步分成 3 个组分。电化学方法研究了这三个组分对碳钢在盐酸中

的缓蚀性能。结果表明提取物和初步分离的组分均可以有效地抑制碳钢在盐酸中的腐蚀。提取物分子在金属表面的吸附满足 Langmuir 吸附模型。提取物分子在金属表面的吸附为混合吸附—物理吸附和化学吸附共同作用。扫描电镜的结果表明提取物分子能够有效地抑制金属的腐蚀。X 射线光电子能谱被用来分析金属表面吸附膜层的化学组成, 实验结果得到金属表面保护层的化学成分为提取物分子以及铁的氧化物和氯化物。这些物质覆盖在金属表面而形成的保护膜有效地阻止了金属基体与腐蚀介质的接触从而达到抑制金属腐蚀的目的。

#### A05-31

##### 抗高温油井水泥降失水剂 AM/SSS/FA 的合成及性能研究

谢冬柏<sup>1</sup>, 李明<sup>1</sup>

1. 西南石油大学材料科学与工程学院
2. 钒钛资源综合利用国家重点实验室

根据目前对抗高温油井水泥降失水剂的要求。以丙烯酰胺(AM), 苯乙烯磺酸钠(SSS)和富马酸(FA)为单体, 过硫酸铵为引发剂, 采用自由基水溶液聚合合成了一种三元共聚物 AM/SSS/FA 作为油井水泥降失水剂。该共聚物的最佳合成条件为: 反应温度 50℃, 引发剂加量 0.1%, 单体配比 AM/SSS/FA 质量比为 14:4:2, 反应 PH 值 8, 反应时间 5h。采用红外光谱(FRIR), 凝胶渗透色谱(GPC)和热重分析(TGA)对共聚物进行了表征。结果表明: 聚合产物为目标产物, 该聚合物的数均分子量为  $3.7 \times 10^5$ , 重均分子量为  $5.5 \times 10^5$ , 在 250℃ 具有较好的热稳定性。对水泥浆的性能测试表明: 降失水剂在 160℃ 时能够将水泥浆体系的 API 失水量控制在 100mL 之内, 且对水泥石抗压强度的发展没有影响。对滤饼的扫描电子显微分析(SEM)表明该降失水剂吸附在水泥颗粒表面产生了一个水合层, 阻止了水泥浆体系中液体的流失, 从而起到较好的控失水作用。

#### A05-32

##### P110 钢在碱液中的钝化膜特性研究

彭晔, 林元华

西南石油大学材料科学与工程学院

#### A05-33

##### 宜兴紫砂矿物原料绿泥的组成结构特征

李珊<sup>1</sup>, 樊阳<sup>2</sup>, 王星星<sup>2</sup>, 管志荣<sup>1</sup>, 杨宜坪<sup>2</sup>, 汪灵<sup>1</sup>

1. 成都理工大学地球科学学院
2. 成都理工大学材料与化学化工学院

宜兴紫砂位列我国四大名陶之首, 深受人们所喜爱。绿泥是宜兴紫砂矿物原料的重要品种之一, 为了深入了解其陶瓷工艺性能, 为该矿物资源的研究和利用提供科学依据, 采用多种现代岩矿测试手段, 检测了宜兴紫砂绿泥的组成结构特征, 结果表明: 宜兴紫砂绿泥外观呈淡绿色, 其化学成分平均含量是:  $\omega(\text{SiO}_2)$  62.2166%,  $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$  19.5357%,  $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  3.3067%,  $\omega(\text{K}_2\text{O})$  3.6803%, 因其含有黄铁矿, S 元素含量较高,  $\omega(\text{SO}_2)$  0.7092%, 颜色越深, Fe、S 元素含量越高, 反之则含量越低; 有害成分 CaO 含量低,  $\omega(\text{CaO})$  0.4028%; 矿物成分以粘土矿物为主, 其中高岭石 25%~30%, 伊利石 30%~35%, 绿泥石 10% 左右; 颜色越深的样品绿泥石含量越高, 颜色越浅高岭石含量越高; 含有少量石英, 约 20%~25%; 赤铁矿含量少, 约 3%~5%; 结构构造主要为块状构造, 粉砂泥质结构, 石英分布均匀, 颗粒大小为 10~50  $\mu\text{m}$ ; 平均热失重为 6.1133%, 脱羟温度 496 °C 左右。

#### A05-34

## 热塑性有机凝胶材料的制备及性能研究

张海龙, 王虎

西南石油大学材料科学与工程学院

以环保型热塑性纤维素醚为成膜物质, 矿物油为溶剂, 添加适量填料及助剂, 并以热塑性弹性体对体系进行性能改进, 最终形成了一种新的热塑性复合体系 TOG(Thermoplastic organic gel)。通过 FT-IR、XRD、WAXS、DSC、DMA 对 3 种不同复合材料的结构、热性能和机械性能进行了测试, 通过紫外加速老化试验、中性盐雾试验和电化学阻抗谱研究了涂层的耐候性和耐蚀性。FT-IR、XRD、WAXS 和 DSC 测试结果表明三种材料都具有一定的可循环性, DSC 和 DMA 测试结果表明不同热塑性弹性体对体系热性能和机械有明显的影 响, 热塑性聚氨酯明显增强了体系各项性能。紫外加速老化试验、中性盐雾试验和电化学阻抗谱测试结果表明, TOG-B 复合材料相对于 TOG-A 和 TOG-C 具有较差的耐候性和耐蚀性, 因 TPS (苯乙烯嵌段共聚物) 相对于性能较稳定的 TPU (热塑性聚氨酯), TPS 中含有较多碳碳双键易产生断链。综合性能分析表明, 该类凝胶材料具有优良的可塑性、阻尼性、耐候性和耐蚀性, 通过适当添加各类填料并调配各成分比例, 该类凝胶材料可作为防腐涂层, 阻尼减振层及 3D 打印材料等。

### A05-35

#### 考虑材料力学特性的压裂支撑剂导流能力模型研究

朱利勇, 杨兆中, 李小刚, 唐方璇

油气藏地质及开发工程国家重点实验室

目前压裂支撑剂主要有石英砂、陶粒、及其改性后的产品, 不同支撑剂充填形成的裂缝导流能力各异, 但支撑剂材料性质与压裂导流能力之间的内在关联不明确。基于弹塑性力学原理, 建立了考虑材料性质差异、颗粒排布、嵌入等因素的支撑裂缝导流能力预测数学模型, 进一步剖析了材料性质对支撑裂缝导流能力的影响规律。研究表明, 压裂效果与支撑剂、地层的材料性质匹配关系直接相关, 支撑剂和岩石的杨氏模量、泊松比等材料力学参数对支撑裂缝导流能力的影响显著。

## 墙展

### A05-P01

#### 二氧化硅纳米结构的组装控制合成及其吸附性能研究

蒋登辉<sup>1, 2</sup>

1. 中南大学 资源加工与生物工程学院

2. 中南大学 矿物材料及其应用湖南省重点实验室

纳米结构的组装控制对制备可控形貌的纳米材料至关重要。我们利用微乳体系的油水界面和正硅酸乙酯 (TEOS) 特殊性质, 通过控制 TEOS 的组装过程合成不同形貌的二氧化硅纳米材料。

在此方法中, 将正硅酸乙酯 (TEOS) 溶解在二甲苯 (DMB) 中作为油相, 然后配成水包油的微乳液, 通过调控 TEOS/DMB 质量比制备不同形貌的二氧化硅。产物通过 X 射线衍射(XRD)、比表面积和孔隙度分析仪 (BET)、透射电子显微镜(TEM)、扫描电子显微镜(SEM)和傅立叶红外光谱仪 (FTIR) 进行表征。

研究表明: TEOS/DMB 质量比为 1:3 时, 生成的是直径约为 70 纳米, 微米级弯曲的纳米线。TEOS/DMB 质量比为 1:1 时, 则生成是粒径为 0.5-1 微米的多孔空心球。二氧化硅纳米结构吸附亚甲基蓝实验表明: 空心球和纳米线对亚甲基蓝有着快速的吸附能力和良好的吸附性能。空心球和纳米线在吸附开始的 10 分钟就能够分别吸附 96.4% 和 91.6% 的亚甲基蓝, 并且它们的最大平衡吸附量 (Langmuir 方程计算) 分别为 58.55 和 73.10 mg/g, 已达到多孔二氧化硅 (SBA-15) 吸附水平。由于更大的比表面积, 二氧化硅空心

球的吸附性能和吸附速率都高于纳米线。通过对二氧化硅吸附数据和拟合结果研究得出：二氧化硅空心球和纳米线对亚甲基蓝的吸附过程符合准二级吸附方程，而等温吸附式符合 Langmuir 方程。

我们利用微乳体系成功地合成了二氧化硅多孔空心球和纳米线。不同的组装过程导致形成不同形貌的二氧化硅，空心球通过界面组装形成，而纳米线是由颗粒自组装而形成。合成的二氧化硅纳米结构具有快速的吸附能力和良好的吸附性能。

## **A05-P02**

### **湘西锰矿废渣和铅锌尾矿在水泥工业中的应用研究**

张和平

1. 中南大学资源加工与生物工程学院
2. 矿物材料及其应用湖南省重点实验室

湘西是我国有色金属之乡，矿产资源丰富，矿产业发展较快。然而在其将矿资源作为经济支柱产业进行开发与利用的同时，矿冶废弃物的排放和堆存引发的安全和环境问题，已成为制约湘西经济发展的主要因素。因此对固废物的资源化利用已成为急迫问题。本文详细研究了湘西锰尾矿、电解锰压滤渣及铅锌尾矿三种固废物的基本特征，依此提出利用锰尾矿和铅锌尾矿替代水泥生产的粘土和石灰石原料制备水泥熟料，将电解锰压滤渣高温脱硫后作为水泥的活性混合材使用。对锰尾矿和铅锌尾矿进行了多个配方试验，在锰尾矿：铅锌尾矿：硫铁矿渣的配比为 19.44、75.93、2.93，煤加入量为 3.36% 原料配比下，煅烧温度为 1400℃-1450℃ 工艺条件下，制备的熟料胶砂强度可达到 32.5R-52.5 等级。对电解锰压滤渣进行了煅烧温度、保温时间、脱硫剂种类及脱硫剂添加量等多个条件的脱硫试验。当脱硫剂为铝矾土、脱硫温度 1250℃、脱硫保温时间 5min 时，固体渣中硫含量低于 0.15%，脱硫率达到 94.23% 以上。进行了 200 目脱硫渣和 250 目脱硫渣不同掺量时对水泥强度的影响。掺入 200 目脱硫渣的水泥 3 天强度均超过 52.5 强度等级要求，掺入 250 目脱硫渣的水泥 3 天强度均超过 42.5 强度等级要求。将 15% 脱硫渣与石灰石混合作为复合混合材掺入硅酸盐水泥中，改变脱硫渣和石灰石的比例，其水泥强度全部达标。扩大试验复合硅酸盐水泥通过 32.5R 强度等级的检测标准。

## **A05-P03**

### **磷酸改性铝土矿对 PVC 热解性能的影响**

卢清华

1. 中南大学资源加工与生物工程学院
2. 矿物材料及其应用湖南省重点实验室

低品位铝土矿富含含水的粘土等矿物，硬度小、无毒、且热稳定温度高于 300℃，因此具有高聚物填料的特性。然由于其中的铁元素导致的深红色限制了其应用。本文针对铁的磷酸盐为白色或浅黄色的事实，采用磷酸通过表面化学反应对铝土矿进行了增白改性处理，得到磷酸改性铝土矿。用 DSC-TG-MS、锥形量热仪研究了改性铝土矿对 PVC 热解性能的影响。研究表明：改性铝土矿降低了聚氯乙烯在氩气中的降解温度，减弱了挥发性气体及芳香族化合物苯的释出量，增大了降解反应的活化能及频率因子，减少了聚氯乙烯在第一降解阶段的质量损失；改性铝土矿改变了聚氯乙烯在空气中的降解历程：降低了聚氯乙烯在空气中的第一降解阶段温度和第三降解阶段温度，提高了第二降解阶段温度，减弱了有毒气体及芳香族化合物苯的释出量，增大了各降解阶段的反应活化能及频率因子，减少了聚氯乙烯在第二降解阶段的质量损失；改性铝土矿减小了聚氯乙烯燃烧时的总释烟量、总释热量及质量损失速率，缩短了聚氯乙烯的引燃时间。

## **A05-P04**

### **纳米四方纤铁矿的制备及对 Cr(VI) 的吸附性能研究**

王甜, 张佩聪, 张敏, 尹海山  
成都理工大学

四方纤铁矿 ( $\beta$ -FeOOH) 是一种性能优良的功能材料, 近年来在重金属污染治理中的应用日益受到重视, 但是自然界中  $\beta$ -FeOOH 的含量很少, 一般仅存在于富含氯和氟的地带。Cr(VI) 具有很强的致癌性、氧化性以及腐蚀性, Cr(VI) 污染对环境有持续性的高强度危害。鉴于此, 本研究拟用自合成的  $\beta$ -FeOOH 治理 Cr(VI) 污染废水。以  $\text{FeCl}_3$  为铁源、用水热法合成了纺锤形的纳米  $\beta$ -FeOOH, 重点考察了水热温度、水热时间和  $\text{Fe}^{3+}/\text{Cl}^-$  摩尔比等条件下合成物对 Cr(VI) 的吸附性能差异, 并结合 XRD 物相分析、SEM 形貌分析、ICP-OES 微量元素分析、激光粒度分析、红外光谱分析等测试方法对合成物进行了表征, 进而优化了合成工艺参数, 并对影响吸附效果的因素 (污染液 pH 值、Cr(VI) 初始浓度等) 做了探讨。研究表明: (1) 水热温度  $60^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ , 水热时间 72h,  $\text{Fe}^{3+}/\text{Cl}^-$  摩尔比在 1:3 至 1:7 时, 合成物均为纯相的  $\beta$ -FeOOH。优化合成条件为: 水热温度  $70^\circ\text{C}$ , 水热时间 72h,  $\text{Fe}^{3+}/\text{Cl}^-$  摩尔比为 1:4。(2) Cr(VI) 初始浓度在 9.91mg/L 到 99.47mg/L 时, 吸附率呈递减趋势。 $\beta$ -FeOOH 对 Cr(VI) 的吸附特征更符合 Langmuir 吸附模式, 为单分子层化学吸附, 最大饱和和吸附量为 12.09mg/g。(3) pH 值从 2.13 至 9.77 时,  $\beta$ -FeOOH 对 Cr(VI) 的吸附性能在酸性环境下整体优于碱性环境, 在近中性 (pH 值为 6.24 到 6.97) 时吸附效果更佳。用水热法成功地合成了纯相的纺锤形的纳米  $\beta$ -FeOOH, 其优化合成条件为: 水热温度  $70^\circ\text{C}$ , 水热时间 72h,  $\text{Fe}^{3+}/\text{Cl}^-$  摩尔比为 1:4; 在中性环境更有利于  $\beta$ -FeOOH 吸附 Cr(VI), 随 Cr(VI) 初始浓度的递增吸附量呈递增趋势, 吸附特征更符合 Langmuir, 最大饱和和吸附量为 12.09mg/g。

#### A05-P05

##### X70 管线钢焊缝开裂失效分析

王斌, 张森峰  
西南石油大学

本文通过微观组织、化学成分及硬度分析对 X70 管线钢焊缝开裂失效问题进行了研究, 并采用无损检测技术对焊缝缺陷进行了定位。结果表明, 缺陷所在焊缝的根焊层和填充层组织多为铁素体和珠光体, 盖面层组织为铁素体和贝氏体, 但根焊层和填充层中铁素体及珠光体的形貌、分布存有差异; 裂纹缺陷周围硬度陡降, 裂纹缺陷附近硬度最低为 160HV, 表现出较低的强度; 裂纹起始于焊缝根部, 向填充层扩展, 裂纹尖端 C、O、S 等元素偏析较为严重, 致使焊缝开裂

#### A05-P06

##### 基于水热法制备 $\text{TiO}_2$ 纳米阵列电子传输层的钙钛矿太阳能电池的制备与性能研究

向艳, 庄稼, 卢红林, 马柱, 李海敏  
西南石油大学 材料科学与工程学院

钙钛矿太阳能电池以其优异的光吸收性能、较长的载流子扩散长度以及较高的载流子迁移率等优点获得了广大科研工作者的关注。典型的钙钛矿太阳能电池的结构为: FTO/电子传输层 (ETL)/钙钛矿活性层/空穴传输层 (HTL)/金属电极。 $\text{TiO}_2$  是目前钙钛矿太阳能电池研究中最常用的电子传输材料, 通过优化  $\text{TiO}_2$  的结构和性质可以提高光生电子的注入效率、加快光电子在  $\text{TiO}_2$  中的传输、抑制  $\text{TiO}_2$ /钙钛矿界面的复合反应, 从而提高钙钛矿太阳能电池的性能。通过水热法在  $\text{TiO}_2$  致密层上制备出  $\text{TiO}_2$  纳米阵列结构, 然后依次沉积钙钛矿  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  和空穴传输层 (spiro-OMeTAD), 最后磁控溅射沉积 Ag 背电极。通过控制  $\text{TiO}_2$  纳米阵列的长度, 电池的 PCE 最高达 19.11%, 并且在没有封装的条件下, 保存在空气中 38 天, 仍获得 15.34% 的转换效率。本工作在较低的温度下制备  $\text{TiO}_2$  电子传输层, 并制备出光电转换效率高、稳定性好的钙钛矿电池, 对其降低能耗和稳定性研究有积极的探索意义。

#### A05-P07

## 基于三维导电碳网络结构的锡基锂离子电池负极材料

王明珊, 王志强, 李星

西南石油大学

近年来, 随着电子、信息、新能源汽车等产业的迅猛发展, 对锂离子电池的性能提出了更高的要求, 激发了新一代高比容量、长循环寿命的锂离子电池负极材料的研究热潮。目前, 石墨作为商业化最常用的锂离子电池负极材料, 其嵌锂容量有限, 难以满足动力汽车等对高安全性、高能量密度和快速充放电锂离子电池的开发需求。在锂离子电池负极材料中, 锡基负极材料对发展高容量和高功率锂离子电池有重要价值, 但由于在充放电过程中锡负极存在严重的体积膨胀导致颗粒粉化和破裂, 且在循环过程中界面不能形成稳定的固体-电解质膜而导致材料容量急剧衰减, 严重制约了其商业化应用。针对锡基负极材料目前存在的问题, 本项目从构筑三维导电网络结构出发, 通过水热合成设计多孔结构将纳米尺寸锡基颗粒负载在三维导电碳网络中, 制备出球形的二氧化锡/碳, 有序多孔碳/锡/二氧化锡, 碳管/石墨烯/二氧化锡气凝胶复合材料。制备的球形二氧化锡/碳复合材料, 由纳米的二氧化锡颗粒均匀嵌入在多孔碳球中, 该颗粒尺寸在微米级别, 具有优异的长循环性能, 在  $1\text{Ag}^{-1}$  的电流密度下循环 800 次容量为  $406\text{mAh/g}$ 。制备的有序多孔碳/锡/二氧化锡复合材料制备工艺简单, 复合材料中二氧化锡/锡颗粒能有效嵌入在有序介孔碳中, 得到的复合材料具有优异的循环稳定性, 在  $1\text{Ag}^{-1}$  电流密度下循环 600 次其可逆容量为  $710\text{mAh/g}$ 。引入碳管和石墨烯构筑三维导电网络制备的碳管/石墨烯/二氧化锡气凝胶复合材料, 利用碳管增强独立石墨烯片层的连接, 提高机械强度和离子/电子传导提高电极材料的循环稳定, 该复合材料显著提高了倍率性能, 在  $5\text{Ag}^{-1}$  具有  $787\text{mAh/g}$  的可逆容量。基于三维导电碳网络的锡基复合材料都表现出较高的电化学性能, 说明利用多孔结构能有效缓解锡基颗粒在充放电过程中的体积变化, 同时三维导电碳网络和孔道结构协同效应能提高材料中锂离子的传输和电子的转移。

### A05-P08

#### 等温退火工艺对 Cr13 型不锈钢组织及其性能的影响

付春艳, 朱高贤, 薛妃, 王书亮, 申文竹

西南石油大学

Cr13 型不锈钢自发明以来在世界范围内广泛使用, 也是各大钢厂生产的不锈钢重要品种之一。金属的退火处理在生产加工中具有承前启后的作用, 良好的退火态对钢材的机械加工和后续的热处理有非常大的帮助。分别采用等温退火工艺和完全退火工艺对 Cr13 型不锈钢进行热处理, 对组织结构进行了对比研究, 对力学性能进行测试。试验结果表明, 退火处理后的试样金相组织均匀, 细小。随着含碳量的增加, 退火态 Cr13 型不锈钢的硬度相应增加; 完全退火态 Cr13 不锈钢的比等温退火态有较低的硬度和更大的伸长率。

### 仅发表论文

#### A05-PO01

#### 爆轰金刚石黑粉的机械化学改性及其与聚苯乙烯微球的诱导复合行为

许向阳<sup>1</sup>, 汪建立<sup>1</sup>, 李伊娜<sup>1</sup>, 戴磊<sup>1</sup>

1. 中南大学资源加工与生物工程学院
2. 矿物材料及其应用湖南省重点实验室

爆轰纳米金刚石黑粉为核壳结构。内核为金刚石相, 外层主要为洋葱碳结构。该粉体比表面积大、孔隙率高, 表面碳层的导电与吸附能力赋予其良好的嵌锂析锂性能, 吸附能力较一般碳素材料强, 有望在电池负极材料中得到应用。论文通过实现黑粉颗粒在聚苯乙烯微球上的组装, 进而通过煅烧碳化实现孔隙通



道，探索材料的电性能。此研究中，有必要对颗粒表面改性的相关工艺及其机理进行系统的探索，实现表面性能的可控调节。此外，作为晶粒再组装和致密化的基础，团簇粉碎和分散问题也亟待解决。

采用超声粉碎和行星磨粉碎两种方法，引入酒石酸、十六烷基三甲基溴化铵等球磨助剂，对团簇体进行粉碎、调控颗粒表面荷电行为；同时，调控聚苯乙烯微球的表面电位，利用二者间的静电引力诱导其复合。在此基础上，对复合体系进行煅烧碳化，研究材料的电化学性能。

对机械化学处理前后，水体系中颗粒的粒度进行分析，结果表明：球磨改性后颗粒粒度显著降低，平均粒径可降至 20nm。 $\zeta$  电位测试结果表明：不同类型的表面活性剂在颗粒表面吸附，影响其荷电行为，球磨改性条件下药剂与颗粒作用更为明显；机械化学作用使得颗粒表面荷电行为可控，可实现颗粒的稳定分散，有助于实现黑粉颗粒与聚苯乙烯的静电诱导组装。吸附行为研究表明：酒石酸在颗粒表面呈双分子层吸附，而十六烷基三甲基溴化铵呈单分子层吸附。红外光谱研究表明：药剂吸附为典型的化学吸附。X 射线衍射结果表明：复合体系在高温碳化后，聚苯乙烯的弥散峰消失，体系主要的物相为无定形碳和金刚石相。电化学性能检测结果表明：碳化体系表现出比纯爆轰黑粉更优的电化学性能。

球磨改性可以实现爆轰黑粉团簇体的粉碎，制得爆轰黑粉纳米晶的均匀体系；同时可选择性地对颗粒表面的荷电行为进行调控，有利于颗粒与高聚物胶体晶体的复合，解决颗粒粒径对复合效果的制约问题。材料复合与后续碳化处理，可得到爆轰黑灰孔隙结构，有利于改善材料的应用性能。

## **A05-PO02**

### **压裂液纳米改性及储层保护效果评价**

游佳春，张浩，余继平，钟颖，袁洋  
成都理工大学能源学院

页岩孔隙半径为纳米级别，而纳米材料由于粒径小、表面原子所占的比例高，所以具有极高的比表面积、表面活性和奇异的物理化学性质。这些性质使得纳米颗粒能够很好地封堵页岩，对储层起到保护效果。但是这些特性也使得纳米粒子极易严重团聚，为了更为高效地在压裂液中使用纳米材料，保持纳米颗粒在介质中均匀分散是非常有必要。

使用十二烷基磺酸钠对纳米氧化锌进行改性，并对改性纳米颗粒配制成的悬浮液的分散效果使用沉降法来进行评价；使用 X 射线衍射仪，用 X-射线小角散射模式测试改性后的纳米颗粒粒径分布。在改性纳米颗粒配制成的悬浮液中加入适量聚丙烯酰胺配制成滑溜水压裂液，并室内评价了该压裂液的基本性能；利用压力传递室内评价实验平台开展改性后纳米压裂液储层保护室内实验；分析了改性纳米压裂液储层保护效果。

通过十二烷基磺酸钠改性的纳米颗粒能够满足后续实验要求，压裂液纳米改性后的各项基本性能均达标且能对页岩储层起到很好的封堵效果。

压力传递实验表明随着纳米颗粒浓度的增加，页岩渗透率快速下降，说明通过纳米改性后的压裂液有效地封堵了页岩储层。

## **A05-PO03**

### **纳米材料改性及对页岩孔隙封堵的影响**

李中培，张浩，余继平，李凯  
四川省成都市成华区成都理工大学能源学院

页岩储层孔隙一般以纳米级别计量，传统材料难以对页岩孔隙形成有效的封堵，为了有效封堵页岩孔隙，保护页岩储层，采用改性后的纳米材料，解决纳米材料比表面能高和团聚问题后，可以有效用于页岩储层孔隙的封堵。

取龙马溪页岩样品，利用扫描电镜、压汞法和低温氮气吸附实验明确页岩孔径分布特征以及不同孔径对渗透率的影响。随后使用表面活性剂十六烷基三甲基氯化铵对纳米碳酸钙进行改性成 1% 浓度的纳米改性液，

确定纳米颗粒的粒径分布和分散效果，以便将纳米颗粒粒径和页岩孔径对比，之后用压力传递试验装置，通过测定不同浓度纳米改性液渗透率，评价改性纳米材料封堵页岩效果。

通过实验测定表明，宏孔（大于 50nm）对页岩渗透率影响最大，而 1% 浓度的纳米改性液材料粒径集中分布在 55nm 左右，在 1% 浓度下，随着纳米改性液浓度增大，渗透率降低效果越加明显，从而证实了有效封堵。

该研究能够对页岩储层的保护起到一定的指导作用。

#### **A05-PO04**

##### **硫化钨纳米片在锂硫电池中的应用研究**

焦钰

1. 成都理工大学
2. 西昌学院
3. 电子科技大学<sup>3</sup>

锂硫(Li-S)电池因硫单质本身的导电性以及充放电过程中多硫化物溶出的现象使得实际的容量与循环远达不到商业使用要求，严重制约了锂硫电池的大规模应用。为解决多硫化物溶出的问题，本文在单一非极性的碳布集流体基础上，首次将硫化钨纳米片应用于锂硫电池中，利用简单的水热生长方式将带有极性的硫化钨纳米片大规模生长于碳布表面，制备出一种新型的极性、多孔片状、三维多功能集流体：碳布@硫化钨（C@WS<sub>2</sub>）。因其同时具有碳布的高导电能力和硫化钨的极性吸附作用，相比于单一碳布集流体，充放循环中多硫化物的溶出在 C@WS<sub>2</sub> 复合集流体中受到明显抑制：初始容量高达 1200mAh g<sup>-1</sup>，且在循环 1500 圈后仍能保持首圈 90% 的容量。该工作提出了一种利用非极性/极性复合材料作为三维锂硫电池集流体的新思路，不仅对锂硫电池的研究有重要意义，同时对其他有活性物质损失的电化学储能器件的设计有着启发的作用。

#### **A05-PO05**

##### **前驱体对水热法制备钛酸锶钡晶体形貌的影响研究**

李松霞，王文武，张志强，刘璐

西南石油大学

采用水热法制备钛酸锶钡晶体，研究了不同前驱体对钛酸锶钡晶体微观形貌的影响，研究发现：以非晶态的干凝胶作为前驱体，水热处理后生成的钛酸锶钡是颗粒状的；以含有锐钛矿 TiO<sub>2</sub> 的共沉淀物作为前驱体，水热处理后钛酸锶钡呈现柱状晶；以水热法制备的一维锐钛矿 TiO<sub>2</sub> 作为前驱体，其水热产物为纤维状。根据前驱体物对水热产物的影响结果，初步探讨了水热体系中钛酸锶钡的结晶机理。

#### **A05-PO06**

##### **石英晶体的水热制备研究**

李松霞，薛妃，张进，张保川

西南石油大学

以高纯 SiCl<sub>4</sub> 为硅源，Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 为矿化剂，采用水热法制备石英晶体。利用 XRD、SEM 等技术分析了水热产物的物相组成和颗粒的微观形貌，研究了制备石英晶体的各种影响因素，并探讨了石英晶体的形成机理。结果表明：石英晶体的结晶遵循“溶解-结晶”机制，存在聚集长大过程。水热温度、前驱体浓度、矿化剂和 pH 值是影响粉体粒径和形貌的重要因素。水热温度在 220℃ 左右，前驱体浓度控制在 1.2mol/L 左右，pH 为 10.5，以 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 为矿化剂可以制备出结晶程度较好的柱状石英晶体，颗粒平均尺寸大约为 8μm。

#### **A05-PO07**

## 柱撑海泡石基多孔材料负载铂用于净化室内甲醛的研究

唐爱东, 汪建军

中南大学

近年来,人们对室内空气质量的要求越来越高。甲醛是目前室内空气中主要污染物质之一,其来源广泛、出现频率高、对人体危害大,引起社会各界的普遍关注。目前,室内甲醛污染的处理方法急待改进,单一的控制技术已很难满足预期的室内空气净化要求,将多种技术扬长避短、相互结合显得尤为重要。吸附和催化材料及其应用技术在甲醛净化中具有重要作用及巨大的市场应用潜力,本文将吸附和催化两种控制技术优势互补、有机结合,利用天然粘土矿物海泡石对甲醛的吸附性能来富集室内空气中的游离甲醛,并同时作为载体负载贵金属铂,及时将富集的甲醛催化氧化分解为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ,两者相互结合,优势互补,相互促进,提升材料对甲醛的降解性能。海泡石作为一种天然的吸附材料,作为吸附剂在治理环境污染方面最大的困难之一是其内部表面得不到充分的利用,天然海泡石层间距较小,内部孔道较窄,其内表面积上的硅羟基基本上未被利用,针对此问题,本文采用柱撑的办法将钛氧离子嵌入海泡石镁氧八面体中,煅烧形成 $\text{TiO}_2$ 后将海泡石层间撑开,增大层间距,使其内表面也能得到充分利用,增强对甲醛的吸附能力。本文已成功制备出 $\text{TiO}_2$ 柱撑的海泡石,经柱化后(110)晶面衍射峰明显发生偏移,2 $\theta$ 角由原矿的 $7.36^\circ$ 减少至 $6.1^\circ$ ,层间距的扩大使其内表面积也能得到充分利用,其在2h内对甲醛的吸附率由原矿的16%提升至28%。负载Pt后,对甲醛的降解率明显提升,在2h达到近80%。其高效的降解性能主要是由于海泡石内外表面丰富的硅羟基与高度分散的铂纳米颗粒之间的协同效应。这项工作可为低成本天然矿物净化室内空气污染物提供新思路。

### A05-PO08

#### 大斜度井套管磨损预测研究

练章华, 何勇, 李昆成

西南石油大学

近些年我国各大油田套管严重磨损甚至磨穿的现象频频出现,探索套管磨损失效机理和得到预测套管磨损的方法已然是迫在眉睫。鉴于上述情况,本文通过开展套管磨损实验和有限元分析,探讨了接触力、转速摩擦介质套管材质、磨损时间等因素对套管的影响规律,得到了计算摩擦系数和磨损系数的大量实验数据,建立了用于大斜度井的考虑了工具接头作用的三维井眼套管磨损量计算模型,分析了磨损后套管的剩余强度。仿真实验结果表明:大斜度井套管磨损主要集中在中上部段,多为第一二级技术套管,全角率变化大的井段磨损更严重;套管磨损量与摩擦功近似成线性关系,验证了套管磨损的磨损效率模型结论;提出了大斜度井套管磨损量计算方法和磨损方位判断方法,并开发了预测软件,实现了大斜度井套管磨损预测技术。

### A05-PO09

#### 埃洛石/钡铁氧体/聚苯胺复合材料的性能

穆大伟<sup>1</sup>, 欧阳静<sup>1</sup>, 杨华明<sup>1</sup>

1. 矿物材料及其应用湖南省重点实验室, 湖南长沙 410083

2. 中南大学资源加工与生物工程学院, 湖南长沙 410083

现代手机以及各种通讯设备已经成为人们的生活中不可或缺的一部分,而现代通信和电子技术的飞速发展,也使得电磁辐射成为一种新的污染,危害着人们的生活和健康。由于屏蔽材料在抗电磁干扰技术方面的应用,使得屏蔽材料在材料领域也成为了研究的热点。就目前而言,单一的吸波材料不能满足材料对于“薄、轻、宽、强”的要求,而复合型吸波材料不仅可以调整材料的电磁参数,又可以改善匹配度,并且能将电损耗与磁损耗有效地结合起来以增强吸收效果,最重要的是减轻了吸收剂质量。钡铁氧体材料是一种既有介电损耗又有磁性损耗的吸收微波的磁性材料,常用的钡铁氧体一般都具有尖晶石型和磁铅石型

结构。而聚苯胺（PANI）是一种典型的 $\pi$ 共轭导电聚合物，它具有离域电位低、电子吸引力强、易于氧化和还原、导电和催化活性较高、环境稳定性好、易于合成等优点，故在微波屏蔽和吸收方面具有一定的优势。

埃洛石具有天然管状结构，其管内径高达 16~30nm，孔体积 0.27~0.37cm<sup>3</sup>/g，平均比面积 35~87m<sup>2</sup>/g。若将以上各具优势的屏蔽材料有效的复合，即可以防止纳米粒子的团聚以保持其纳米特性，又使得材料同时具有介电损耗和磁损耗性能，可提高材料对电磁波的吸收强度和调整吸收频率。针对导电磁性材料领域，以复合材料为出发点，将无机磁性材料与有机导电高分子复合制备出兼具导电性能和磁性能的导电磁性复合材料。通常吸波材料主要有基体材料与损耗介质两部分构成，损耗介质的性能、比例以及匹配特性是吸波材料有效吸波的关键。采用溶胶-凝胶湿化学合成法和低温燃烧合成的钡铁氧体粒径较小，表面能比较大，因此团聚现象比较严重。鉴于埃洛石具有较大的比表面积和高的长径比，以及良好的分散性，以埃洛石为分散载体，在埃洛石表面负载钡铁氧体后通过原位聚合的方法在外部包覆一层苯胺改善复合材料的电磁性，获得较低的电磁损耗，有望合成具有良好电磁屏蔽性能的新型功能材料。

#### A05-PO10

##### 挤压织构对铝合金钻杆力学性能的影响

王小红，彭正委，李高旭，林元华，王海伦

西南石油大学材料科学与工程学院

铝合金钻杆采用挤压工艺成形，易形成强烈的挤压织构，从而影响其力学行为。本文研究了挤压织构对铝合金钻杆力学性能的影响。

本研究采用 XRD 测试了铝合金钻杆纵剖面及横截面的宏观织构，采用 Gleebe-1500 拉伸试验机测试了铝合金钻杆纵向试样、横向试样的拉伸性能、压缩性能，利用冲击试验机测试了两种试样的冲击性能，采用 SEM 电镜分析拉伸断口的微观特征。针对铝合金钻杆特殊的服役环境，深入分析了挤压织构对铝合金钻杆力学性能的影响规律。

研究表明：沿铝合金钻杆轴向的织构为<001>丝织构，沿铝合金钻杆横截面方向是<223>丝织构；当钻杆为<001>丝织构时，其拉伸性能、压缩性能、冲击韧性分别较 2A12-T4 铝钻杆为<223>丝织构时提高 46.6%、9.2%、106.6%；当钻杆为<001>丝织构时，其拉伸断口表现为明显的韧断，当钻杆为<223>丝织构时，拉伸断口表现为准解理断裂。

#### A05-PO11

##### 界面层对 SiCp/Al 复合材料压缩变形的影响

王小红，王海伦，林元华，汪姝，彭正委

西南石油大学材料科学与工程学院

对 SiC 进行氧化处理从而在表面形成 SiO<sub>2</sub> 氧化层或进行化学镀镍在表面得到镀镍层是两种常见的改善 SiC/Al 界面润湿性的表面改性工艺，研究两种界面层对 SiC 增强铝基复合材料塑性变形的影响规律有助于改性工艺的优选及塑性成形工艺的优化。

本文采用 Deform-3D 数值模拟软件，模拟界面层分别为 SiO<sub>2</sub>(SiC)/Al、Ni(SiC)/Al 的 6.5%volSiC/7075 复合材料的微单元压缩过程，分析界面层材料对 SiC 颗粒增强铝基复合材料压缩行为的影响。

模拟结果表明，Ni(SiC)/Al 界面层具有良好的应力传递能力，在相同的压缩变形量下，等效应变、位错密度、损伤因子均较 SiO<sub>2</sub>(SiC)/Al 界面情况小；当 SiC 颗粒形貌为圆柱形、Ni(SiC)/Al 界面层厚度为 1 $\mu$ m 时，6.5%volSiC/7075 材料压缩变形过程中损伤因子最小。

#### A05-PO12

##### 蒙脱土对硅橡胶泡沫的影响

向斌<sup>1</sup>, 邓昭平<sup>1</sup>, 董悦<sup>1</sup>, 甘启义<sup>2</sup>

1. 成都理工大学
2. 成都高新技术创业服务中心

硅橡胶泡沫材料是硅橡胶通过补强、发泡制得, 是一种多孔高分子材料, 具有优异的综合性能, 广泛应用于电子工业、化工、航空航天等。二氧化硅是硅橡胶最常用的补强填料, 但是二氧化硅易团聚, 不能均匀分散在生胶中, 且操作时易吸入, 影响健康。蒙脱土作为新型补强填料可替代二氧化硅补强硅橡胶, 具有实用前景。本文将采用纳米蒙脱土作为补强填料, 通过超临界 CO<sub>2</sub> 成功制备出蒙脱土/硅橡胶复合泡沫材料。

本研究采用 SEM, TEM 分析蒙脱土在硅橡胶中的分散情况; 利用 RPA, DMA 研究了蒙脱土对硅橡胶硫化行为及力学性能的影响; 通过 SEM 分析蒙脱土对泡孔形貌的影响, 并分析蒙脱土在超临界 CO<sub>2</sub> 发泡过程中的成核作用。

蒙脱土能均匀分散在硅橡胶基体中, 团聚情况不明显。将蒙脱土加入硅橡胶基体中, 表现出较快硫化速率以及更好的硫化性能, 并且其力学性能得到有效提高, 其拉伸强度约为未补强硅橡胶的 2.5 倍。当蒙脱土为 40phr 时, 得到蒙脱土/硅橡胶复合泡沫的泡孔形貌最佳。

蒙脱土对硅橡胶补强的同时也在超临界发泡过程中充当异相成核剂, 有利于泡孔的形成和生长。

### A05-PO13

#### 镍基合金 825 在不同硫状态环境中的腐蚀特征

范舟<sup>1</sup>, 黄泰愚<sup>1</sup>, 杨春风<sup>2</sup>, 王子瑜<sup>1</sup>

1. 西南石油大学材料科学与工程学院
2. 西南石油大学学报中心

通过模拟气田硫环境, 调节体系不同硫状态及温度时长, 研究了镍基合金 825 不同硫状态下的腐蚀特征。并利用扫描电子显微镜 (SEM)、X 射线衍射 (XRD) 等技术手段研究了镍基合金 825 发生点蚀和局部腐蚀后的形貌和成分。结果表明, 不用温度硫状态作用下通过一定时间能使镍基合金产生明显以点蚀为主的局部腐蚀, 腐蚀产物主要为合金的氧化物和硫化物。元素 S 在酸性环境下所引起的产物膜层结构由氧化物向硫化物的转变是镍基合金 825 耐蚀性下降的主要原因。

### A05-PO14

#### 硼稀土共渗 L415/N08825 复合板焊接接头的组织与耐磨性研究

李明, 王斌, 吴登

西南石油大学

为了提高 L415/N08825 复合板焊接接头的渗硼效率, 改善渗层组织, 增加渗层厚度。采用固体粉末法对 L415/N08825 双金属复合板焊接接头进行稀土与硼共渗处理, 并利用光学显微镜(OM)、扫描电镜(SEM)、X 射线衍射仪(XRD)、显微硬度仪及多功能材料表面性能试验机, 分别研究了硼稀土共渗和单渗硼焊接接头渗层的微观形貌、物相组成、显微硬度及耐磨性。结果表明: 复合板焊接接头复合渗层由硼化物层(Ni<sub>2</sub>B、Cr<sub>2</sub>B 和 CrB 等)和硅化物层(Ni<sub>2</sub>Si 等)组成; 相同工艺下硼稀土共渗层较单渗硼层具有更高的硬度; 硼稀土共渗显著改善渗层组织; 随着稀土含量的增加, 渗层厚度先增加后减小; 硼稀土共渗层耐磨性优于单渗硼层与复合板焊接接头基体。

### A05-PO15

#### 硅酸钙多孔陶瓷的研制

张力, 马凯歌, 罗欢

成都理工大学

多孔陶瓷具有耐高温、高压、抗酸碱和有机介质腐蚀，良好的生物惰性、可控的孔结构及高的开口孔隙率、使用寿命长、产品再生性能好等优点，可以适用于各种介质的精密过滤与分离等。本文以吉林长白硅藻土、福建漳州高岭土和四川石棉碳酸钙为原料，制备了多孔硅酸钙陶瓷。研究了不同原料配比、碳酸钙粒径、煅烧制度等因素对硅酸钙多孔陶瓷物相、孔结构和性能的影响，采用 SEM、XRD、密度测定、硬度测定、强度测定等手段对样品进行了表征。结果表明：造孔剂碳酸钙的用量对多孔陶瓷的空隙率影响不大，但对强度和物相影响很大。1100℃以下煅烧，陶瓷的气孔率变化不大，温度达到 1150℃会形成玻璃相，导致显气孔率下降。陶瓷的抗压强度和硬度在 30% 碳酸钙加入量下达到最大值。多孔陶瓷的气孔率达到 60%，孔径大小为 1~3 微米。

## A05-PO16

### Nb 对低合金高强堆焊层组织及性能影响

熊腾洋，王斌，胡议文

西南石油大学

目的：为了探究合金元素 Nb 含量对低合金高强堆焊层组织及性能的影响。

方法：以 Q345 钢为基体，通过手工电弧焊和焊条药皮化学成分过渡的方式获得 6 种不同 Nb 含量的低合金高强钢堆焊层，并进行组织观察及力学性能分析。

结果：在组织方面，随着 Nb 含量的增加，堆焊层中逐渐出现板条状贝氏体并向粒状贝氏体转变，直至板条状贝氏体完全消失，组织晶粒逐渐均匀细化，且有 NbC 沿晶界析出，尺寸逐渐增大，而有害脆性相 M/A 组元在逐渐减少。在力学性能方面，当 Nb 含量达到 0.26% 时，堆焊层的屈服强度相较 Nb 含量为 0.0041% 时提高了 34%，抗拉强度提高了 29%，低温下的冲击功也有明显提高，冲击韧性得到改善，而堆焊层硬度出现先增加后降低的现象。

结论：Nb 的晶粒细化作用以及析出物的强化效应对低合金高强堆焊层的组织及性能有着显著的影响。

## A05-PO17

### 重金属离子掺杂 TiO<sub>2</sub> 光催化粉体的制备与研究

周世杰，邱克辉

成都理工大学

采用溶胶-凝胶法，以钛源钛酸丁酯 (C<sub>16</sub>H<sub>36</sub>O<sub>4</sub>Ti<sub>4</sub>)，无水乙醇 (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) 为有机溶剂，制备了 TiO<sub>2</sub> 粉体，随后进行重金属 Cu 和 Ag 掺杂研究。利用扫描电子显微镜 (SEM) 和 X 射线衍射 (XRD) 等对产物进行了表征，分析了不同焙烧温度对 TiO<sub>2</sub> 粉体晶型的影响。研究在紫外光 (365nm) 照射下用合成的 Cu/TiO<sub>2</sub> 和 Ag/TiO<sub>2</sub> 催化降解亚甲基蓝的效果，分析了离子掺杂浓度对 TiO<sub>2</sub> 粉体光催化性能的影响。

## A05-PO18

### 锂离子电池负极用天然石墨改性技术研究进展与市场分析

罗大伟

成都理工大学

在锂离子电池负极材料中，天然石墨和人造石墨一直是使用量最大的负极材料，但是人工石墨由于生产过程中需要高温处理，使其生产成本提高并对环境产生不利影响，相对于人造石墨而言，天然石墨有很多优点，如来源广，价格低，充放电电压平台低，理论比容量高等，是一种十分理想的锂离子电池负极材料。然而天然石墨直接应用时也会存在很多问题，如与电解液相容性差，易发生由于溶剂化锂离子的共嵌入而引起的石墨层剥离而造成循环性能降低，大电流充放电性能差等。因此，天然石墨必须进行改性处理后才能被用作锂离子电池负极材料，本文对国内外天然石墨的改性技术进行了详细的介绍，并对不同的改性技术的特点进行了归纳与分析，并指出了未来天然石墨改性技术的发展趋势。

## A05-PO19

### 电流密度对钛合金钻杆表面微弧氧化膜层结构和性能的影响

陈孝文, 唐瑜, 张德芬, 李仁仆, 陈文贤, 邹波, 蒋丽, 梁晟

西南石油大学

目的: 钛合金钻杆具有柔性大、结构应力小、耐疲劳、耐腐蚀、质量轻等优点, 在高曲率井眼的钻井应用中具有广阔的应用前景, 但是钛合金的硬度较低, 耐磨性较差, 在磨损过程中易发生咬合、粘着, 使构件在使用过程中发生早期失效, 为改善其表面性能, 采用微弧氧化处理。

方法: 采用脉冲直流微弧氧化在钛合金钻杆表面制备了不同电流密度下的  $\text{TiO}_2$  陶瓷膜层, 用扫描电镜、X 射线衍射仪、显微硬度计、球盘摩擦试验机及电化学工作站等分析了膜层的形貌、结构、组成以及膜层的硬度、摩擦磨损性能和耐蚀性。

结果: 随着电流密度的增加, 膜层的厚度和硬度增加, 耐磨性能和耐腐蚀性能先增加后降低。在不同电流密度下, 膜层的相结构主要由金红石型  $\text{TiO}_2$  和锐钛矿型  $\text{TiO}_2$  组成, 此外还含有少量的  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$  晶体和  $\text{SiO}_2$  非晶态。微观形貌分析表明, 随着电流密度增加, 膜层致密度增加, 粗糙度降低, 但随着电流密度的继续增大, 孔洞增大, 粗糙度增加。

结论: 在本实验条件下, 当电流密度为  $10\text{A}/\text{dm}^2$  时, 微弧氧化膜层的综合性能较好。

## A05-PO20

### 杂化硅溶胶改性环氧树脂色漆在模拟油田采出水中的耐蚀性能研究

王霞, 吉兴星, 王飞宇, 王辉, 任帅飞

西南石油大学材料科学与工程学院

将有机-无机杂化硅溶胶作为改性剂制备改性环氧树脂色漆, 通过电化学交流阻抗谱 (EIS) 测试和高温高压釜试验研究色漆在模拟油田采出水中的耐蚀性能, 利用 SEM 和 EDS 进行辅助分析。结果表明: 色漆涂层在不同温度下浸泡 7d, 涂层电阻均可达到  $10^7$ - $10^8\Omega$ ; 其中温度为  $50^\circ\text{C}$  的涂层电阻最大为  $8.073\times 10^7\Omega$ , 耐蚀性能最好; 色漆涂层在  $T=100^\circ\text{C}$ ,  $P(\text{CO}_2)=2\text{MPa}$  高温高压釜中浸泡 2d 后, 表面无起泡、脱落现象, SEM 和 EDS 分析得到涂层在模拟油田采出水中的耐蚀性能有显著改善。

## A05-PO21

### 功能材料在钻井工程中的智能应用

赵汨凡

中石化石油工程技术研究院

钻井工程技术具有明显的跨学科性, 横跨材料、化学、测控技术、电子信息、机械等多个学科, 通过与相关学科交叉, 借鉴相关前沿技术, 不断开发出各种新技术。目前, 新型智能材料已经在自愈合水泥、可膨胀聚合物、梯度材料焊接、耐磨及耐腐蚀工具表面处理等领域成功应用, 并取得良好的经济和社会效益。正是基于这些认识, 对功能材料, 特别是智能材料进行跟踪研究和评估是十分必要的, 能够为储备新一代钻井工程新技术提供有益参考。希望通过本文研究为钻井工程技术发展带来新的思路和推动力。

方法: 通过原理/性能分析、应用环境对比、需求分析等手段, 具体评估了可降解金属材料、自愈合材料、智能感知材料在钻井工程领域的应用条件和潜力。

结果: 基于对钻井工程技术特点的分析, 本文主要对自愈合聚合物、可降解金属材料等在钻井领域中的应用现状及前景进行了深入研究, 并根据其技术特征, 提出了国内开展相应研究的发展建议。

结论: 借鉴国外相关研究经验, 同时结合国内实际工程需求, 建议持续开展功能材料在钻井工程领域的智能应用的研发工作, 有望提高井下封堵的长效性、改善钻井液的页岩抑制性、提高钻井作业效率等。

## A05-PO22

## 硅烷偶联剂 KH-550 改性微晶白云母/聚丙烯复合材料的制备及力学性能研究

周世一, 王益群

成都理工大学

针对目前聚丙烯 (PP) 材料模量较低的缺陷, 本论文采用干法改性技术以硅烷偶联剂 KH-550 为表面改性剂对微晶白云母表面改性, 通过熔融共混分别制备了表面改性前后的微晶白云母/聚丙烯复合材料, 并对复合材料进行了杨氏模量、拉伸强度、缺口冲击强度、弯曲强度和弯曲模量测试研究, 探讨了微晶白云母含量对其复合材料的力学性能的影响。

研究表明: 微晶白云母的加入能显著提高 PP 的杨氏模量, 在试验研究范围内, 即微晶白云母的添加量在 5-40 份, 微晶白云母/PP 复合材料的杨氏模量达到 1852.23 MPa, 是纯 PP 杨氏模量 670.31 MPa 的 276 %。当微晶白云母添加量为 25 份时, 微晶白云母/PP 复合材料的弯曲模量达到 2467 MPa, 是纯 PP 弯曲模量 1448 MPa 的 170 %, 缺口冲击强度达到 7.28 KJ/m<sup>2</sup>, 是纯 PP 的 118%, 拉伸强度和弯曲强度相对于纯 PP 也有一定提高。综合分析认为, 当微晶白云母添加量为 25 份时, 微晶白云母/PP 复合材料的综合力学性能较好。

### A05-PO23

#### Novel semi-interpenetrating polymeric networks with multiple shape memory

Shishan Xue<sup>1</sup>, Yuanpeng Wu<sup>1</sup>, Haiyan Zhang<sup>1</sup>, Lanfang Liu<sup>1</sup>, Meiling Guo<sup>1</sup>, Xin Wang<sup>1</sup>

1. The Center of New Energy Materials and Technology, School of Materials Science and Engineering, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, PR China

2. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation (Southwest Petroleum University), Chengdu 610500, PR China<sup>2</sup>

1. Purpose: Multiple shape memory polymers can memory multiple shapes and they are useful in many fields.

2. Method: In this work, poly(methyl methacrylate)/poly(dimethylsiloxane-b-ethylene oxide) methyl terminated (PMMA/PDMS-PEO) semi-interpenetrating polymeric networks (semi-IPNs) with broadened glass transition were prepared through ultraviolet-initiated radical polymerization.

3. Consequence: These novel semi-IPNs can provide many transition temperatures for multiple-step shape fixation and recovery and thus can realized dual, triple, and quadruple shape memory effects in a shape memory cycle.

4. Conclusion: In conclusion, novel PMMA/PDMS-PEO semi-IPNs with broad thermal transition region were prepared through UV-initiated polymerization. The polymers can realize multiple SMEs without breaking or re-synthesizing the polymeric semi-IPNs. The versatile dual, triple to quadruple SMEs can be effectively adjusted by selecting suitable  $T_{trans}$  within the broadened thermal transition range. Importantly, the broader transition range makes these semi-IPNs promising candidates in complex applications especially in medical and aerospace fields.

### A05-PO24

#### “粉煤灰空心微珠-碳纳米管”新型矿物复合材料的制备及其生长机理研究

张晓民, 贺波

西安建筑科技大学材料与矿资学院

粉煤灰是动力锅炉煤粉经过燃烧后的固态残留物, 对其中的主要组成部分--空心玻璃球, 进行资源化利用, 受到广泛关注。本文根据粉煤灰空心微珠的表面铁元素分布特征和化学形态, 对在其表面生长碳纳米管的工艺参数和生长机理开展了深入研究。以微米级的粉煤灰微珠作为前驱体和催化剂, 乙烯为碳源,



氢气、氮气为保护气体，采用气相沉积法（CVD）制备了“粉煤灰空心微珠-碳纳米管”新型矿物复合材料。利用扫描电镜和透射电镜观察碳纳米管的微观形貌并分析微珠表面 Fe 催化剂的变化，探究碳纳米管在微珠表面的生长机制。

研究表明：粉煤灰空心微珠是碳纳米管的优良天然载体材料，通过合理调节预处理时间、反应温度、碳源气体等工艺参数，可有效控制碳纳米管的管径、长度、及其在空心微珠表面的生长密度。由于粉煤灰空心微珠具有轻质、强度高、化学性质稳定等特性，这种“粉煤灰空心微珠-碳纳米管”新型矿物复合材料，在油气田污染治理方面具有良好的应用前景。

## A05-PO25

### 利用赞比亚铜尾矿制备免烧砖工艺及形成机理研究

宋晓岚<sup>1,2</sup>, 刘时超<sup>1,2</sup>, 王海波<sup>1,2</sup>, 张颖<sup>1,2</sup>, 周永鑫<sup>1,2</sup>, 林慧<sup>1,2</sup>

1. 中南大学资源加工与生物工程学院
2. 矿物材料及其应用湖南省重点实验室

铜尾矿是赞比亚一种具有潜在价值的二次资源，帮助其高效利用对于促进赞比亚国民经济的发展具有重要意义。本文以赞比亚铜尾矿为原料，加入粉煤灰，并以水泥为水化反应主体，引入水玻璃作为激发剂，加水配置砂浆，采用震荡成型法，经养护，成功制备了性能符合国标要求的免烧砖。获得制备免烧砖的优化技术参数为：胶砂配比为 450 g 混合料（64%水泥、30%尾矿、3% g 粉煤灰、3%水玻璃），1350 g 标准砂和 225 mL 水，空气养护 24 h，水中养护 28 d。优化工艺条件下，制备出 28 d 抗压强度 53.4 MPa，28 d 抗折强度 11.5 MPa 的强度等级 32.5 的尾矿免烧砖，其各项指标均符合我国国标要求。通过 X 射线衍射(XRD)、红外光谱 (FTIR)、扫描电镜 (SEM) 以及水化反应体系 pH 值分析等方法了反应过程中的物相变化和微观形貌，探讨了铜尾矿制备烧结免烧砖过程形成机理。认为经水化反应后，由于玻璃体解离和填充，提高了胶结材料的强度。

## A05-PO26

### 水玻璃碳化法制备白炭黑的聚合机理研究

张雨英, 郭玉蛟, 金胜明

中南大学资源加工与生物工程学院

以水玻璃作为原料，通过碳化法制备白炭黑。采用 UV-vis 和 SiNMR 研究了原硅酸的聚合过程和聚合前后硅原子的化学环境变化。结果表明，随着反应的进行，体系的透光率降低，聚合过程分成三个阶段：即缓慢聚合、快速聚合和聚合终了阶段。<sup>29</sup>SiNMR 表明原料中的硅呈环状多聚体结构，快速聚合阶段的<sup>29</sup>SiNMR 分裂成 5 个峰，表明聚合过程中各种单体、多聚体和水合离子构成了一个复杂的集聚体结构；聚合终了后 NMR 呈现一个单一的峰，化学位移-113ppm，表明硅酸聚合体系形成了一个松散的 Q<sup>4</sup> 结构单元结合体，TEM 结果表明这种环状多聚体结构基元均匀聚合后形成颗粒状的白炭黑基元颗粒。同时研究了 pH 值、温度等因素对硅酸聚合速度的影响规律，在碱性体系下，随着 pH 值的增大，硅酸聚合速度减小；随反应温度的升高，硅酸分子的胶凝时间变短；并研究了白炭黑颗粒生长动力学，其颗粒生长活化能为 65.589kJ/mol。

## A05-PO27

### 不同热处理状态下特殊黄铜合金防腐性能研究

范舟<sup>1</sup>, 王子瑜<sup>1</sup>, 杨春风<sup>2</sup>, 黄泰愚<sup>1</sup>, 任泯安<sup>1</sup>, 周超<sup>1</sup>

1. 西南石油大学材料科学与工程学院
2. 西南石油大学学报中心

石油天然气开采和生产过程中, 往往在油气井中产出大量含  $H_2S/CO_2/Cl$  等腐蚀性离子水, 对油套管造成严重的腐蚀, 易引发巨大安全问题并导致严重经济损失。利用金属的活性释放电子, 改善产出水的性质, 进行电化学防腐是有效防腐手段之一, 研究新型防腐合金材料预防油套管腐蚀, 具有重要的理论和实际意义。

本文采用电化学测试、扫描电子显微镜等手段, 测试了 N80 钢在不同实验条件下的极化曲线和阻抗谱, 并观察腐蚀后的微观形貌, 研究在油气田产出水中新型特殊黄铜合金对 N80 钢腐蚀性的影响, 并考察不同热处理状态特殊黄铜的缓蚀效果差异。

结果表明: 新型特殊黄铜合金能够提高 N80 钢在油田产出水中的自腐蚀电位, 降低自腐蚀电流密度, 减轻表面点蚀现象。

说明特殊黄铜合金能够有效减缓 N80 钢的腐蚀, 另外固溶状态合金更有利于减缓 N80 钢的腐蚀。

## A05-PO28

### A13+改性海泡石结构及其表面性能研究\*

刘文博<sup>1,2</sup>, 湛雪辉<sup>3</sup>, 崔葵馨<sup>1,2</sup>, 金胜明<sup>1,2</sup>

1. 中南大学资源加工与生物工程学院, 湖南长沙 410083
2. 矿物材料及其应用湖南省重点实验室, 湖南长沙 410083
3. 长沙理工大学物理与电子科学与工程学院, 湖南长沙 410014

以热液型海泡石为原料, 通过酸洗脱白云石, 然后水热铝盐改性, 获得铝改性海泡石。采用 XRD、FTIR、NMR、BET 以及 Zeta 电位表征了铝改性海泡石。结果表明, 该热液型海泡石为 Fe 取代海泡石, Al 离子改性后, (011)面向小角度方向偏移, 说明 Al 离子进入海泡石晶格; 同时 FTIR 的 Si-O-Si 骨架伸缩振动向低波数迁移; <sup>29</sup>SiNMR 表明 Si 原子有三种化学环境, 其化学位移分别为 -98.4ppm, -95.2ppm 和 -92.5ppm, 表示为孔道中心硅原子、边沿硅原子和近边硅原子, 原子比为: 1.39:1.43:1; Al 改性后, 边沿硅原子的峰强度降低, 并便宜至 -94.5ppm, 同时出现新的化学位移 -87.4ppm, 归属为 Q<sup>1</sup> 结构硅, 四种化学环境硅原子的原子比为 1.43:1:1.53:1.04; <sup>27</sup>AlNMR 表明 Al 改性后有 2 种化学环境, 分别为四配位铝原子和六配位铝原子; NMR 化学位移结果说明 Al 原子进行了骨架硅原子取代和层间阳离子取代, 取代后的结果是使海泡石的比表面积降低, 表面电荷降低。

## A05-PO29

### 造孔剂形状对泡沫铝结构性能的影响

黄本生, 赵星, 龚成龙, 王子瑜

西南石油大学材料科学与工程学院

采用粉末烧结法, 以不同形状的尿素颗粒为造孔剂对泡沫铝进行造孔, 制备出泡沫铝, 研究该因素对泡沫铝稳定性的影响。

通过 SEM 和 XRD 技术对内部结构、成分进行测定, 研究了造孔剂形状对泡沫铝孔隙率、压缩性能和吸能效率的影响, 最后对泡沫铝微观残余应力进行计算。

结果表明: 所得泡沫铝的孔隙率略低于起始尿素所占体积比; 烧结完成后, 造孔剂为球形尿素试样内部最大微观残余应力为 47.22MPa, 造孔剂为条形尿素试样内部最大微观残余应力为 57.38MPa, 造孔剂为球形尿素颗粒的泡沫铝结构稳定性较强; 球形尿素试样的抗压缩能力较条形尿素试样高, 进入平台区后, 其吸能效率明显高于条形尿素试样, 吸能效率的峰值达 71.9%。

## A05-PO30

### 钻杆用钢合金系热力学数据库及其应用

王书亮, 苏晓慧, 袁菁, 周禄江, 付朝政, 付春艳

本研究利用相图计算 (CALPHAD) 方法, 采用亚正规溶体模型描述液相的吉布斯自由能, 双亚点阵模型描述端际固溶体 (bcc, fcc, cub, cbcc, hcp), 渗碳体, Ksi,  $M_3C$ ,  $M_3C_2$ ,  $M_5C_2$  和  $M_7C_3$  型碳化物及  $M(C, N)$ ,  $M_2(C, N)$  型碳氮化合物的吉布斯自由能, 三亚点阵模型描述  $M_{23}C_6$  的吉布斯自由能, 四亚点阵模型描述  $M_6C$  的吉布斯自由能, 建立了包含 Fe, Al, C, Cr, Cu, Mn, Mo, N, Nb, Ni, Si, Ti, V 元素的钻杆用钢合金系热力学数据库。利用该热力学数据库, 计算了四个钻杆产品实例的  $A_3$  温度和 S135 钻杆合金的相平衡, 模拟了钻杆合金中的第二相粒子析出。计算结果表明, 利用该钻杆合金热力学数据库为钻杆材料的热处理工艺及成分设计提供理论参考。

## A05-PO31

### 二氧化钛-石墨烯复合材料对甲基橙的吸附-光催化性能研究

刘晓文<sup>1</sup>, 杨伟强<sup>1</sup>, 申凌燕<sup>1</sup>

1. 中南大学资源加工与生物工程学院
2. 中南大学矿物材料及其应用湖南省重点实验室

随着工业水平的不断增长, 环境污染问题日益严重, 而二氧化钛光催化剂具有处理当今社会两大问题 (能源和环境问题) 的潜能, 所以有效的光催化进程一直受到人们的极大关注。特别是石墨基二氧化钛复合物已经被证明出具有比纯的  $TiO_2$  更高的光催化性能。纺织工业废水通常有比较宽的 pH 范围, 溶液的 pH 是光催化工艺的一个重要参数, 而 pH 对光降解进程的影响是一个很复杂的问题。

以天然石墨为原料, 采用加压氧化法制备氧化石墨烯; 以商业  $TiO_2$  和所制备的氧化石墨烯为原料, 采用水热法制备  $TiO_2$ -石墨烯复合材料( $TiO_2$ -GRF), 并研究复合材料对甲基橙(MO)溶液的吸附-光催化降解性能。

结果与结论如下:

(1) 采用加压氧化法制备氧化石墨烯和改进的 Hummers 法制备氧化石墨烯, 再通过水热法所制备的  $TiO_2$ -石墨烯复合材料都有很优异的吸附-光催化性能, 这说明利用简单的加压氧化法制备 GO 的实验方案是可行的, 从而为工业印染废水的降解提供了一个新的思路。

(2) 加压氧化法制备的氧化石墨烯复合量为 6% (质量分数, wt%)、水热时间 4h 时所制得的  $TiO_2$ -GRF 复合材料, 当溶液 pH=3 时, 对甲基橙的降解率达到最大。当光照时间为 2h 时, 紫外光照射下  $TiO_2$ -GRF 对 MO 的降解率是  $TiO_2$  的近 5 倍, 可见光下对 MO 的降解率是  $TiO_2$  的近 4 倍, 石墨烯的引入, 极大增强了  $TiO_2$  对 MO 的吸附-光催化性能。