

## 中文摘要

### 仿生框架诱导矿化制备多功能人工珍珠母

孟玉峰<sup>1</sup>, 杨博<sup>1</sup>, 茅璨波<sup>2</sup>✉, 俞书宏<sup>1,2</sup>✉

(1. 中国科学技术大学化学系, 仿生材料与化学研究所, 安徽合肥 230026; 2. 中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心, 安徽合肥 230026)

通讯作者: 茅璨波, E-mail: maolb@ustc.edu.cn; 俞书宏, E-mail: shyu@ustc.edu.cn

摘要: 天然珍珠母具备精巧的跨尺度多级结构和优异的力学性能, 是目前研究最多的生物结构材料之一, 它为高断裂韧性的人工结构陶瓷的设计和制造提供了灵感。然而, 为了满足多样化的应用需求, 先进结构材料除了要具备优异的机械性能(如强度、硬度和韧性)外, 还必须具有多功能特性。本文基于框架诱导矿化方法制备了多种人工珍珠母, 通过文石和纳米颗粒的共矿化将具有不同内在功能的纳米颗粒引入基元片中, 除了增强的机械性能外, 所获得的人工珍珠母材料还根据纳米粒子的类型表现出不同的功能。为了扩展该策略, 还分析了具有不同尺寸和电性的纳米粒子对共矿化的影响。这种通用策略可以应用于其他类型的功能化仿生结构陶瓷的制备, 这些陶瓷在生物医学等各个领域都有潜在的应用。

关键词: 人工珍珠母; 功能化; 纳米颗粒; 框架诱导矿化

引用格式: JUSTC, 2022, 52(7): 1

### 高维精度矩阵的同时推断方法

高文杰, 董桢朋, 吴捷✉

(中国科学技术大学管理学院统计与金融系, 安徽合肥 230026)

通讯作者: 吴捷, E-mail: wu12jie@mail.ustc.edu.cn

摘要: 高斯图模型广泛地应用于网络数据的分析。虽然目前已经有了很多估计高斯图模型参数的方法, 但高斯图模型的同时推断问题也具有重要的意义。我们提出了一种自助方法来进行高斯图模型的同时统计推断。我们的同时推断方法适用于大规模的图模型, 并允许感兴趣的参数向量的维数大于样本数量。我们证明了同时检验的结果能够渐近地达到了预设的显著性水平, 而进一步的仿真实验验证了所提方法的有效性。

关键词: 高维; 同时推断; 高斯图模型; 稀疏恢复

引用格式: JUSTC, 2022, 52(7): 2

### 催化共水热处理辅助增强餐厨垃圾消化剩余物的能源潜力: 水热炭的热解和燃烧性能

朱谢飞✉, 罗泽军

(中国科学技术大学热科学和能源工程系, 安徽合肥 230027)

通讯作者: 朱谢飞, E-mail: xiefzhu@ustc.edu.cn

摘要: 催化水热处理被认为是含碳废弃物最具前景的能源回收技术之一, 有助于实现废弃物能源化和资源化利用。本研究使用碱性催化剂  $K_2CO_3$  和  $Na_2CO_3$  辅助共水热处理从餐厨垃圾消化剩余物和木质废弃物中制备水热炭。基于水热炭的工业分析、元素分布、热值、表面官能团和形貌分析等理化性质, 分别采用 TG-FTIR-MS 和 TG-DSC 进一步研究了水热炭的热解气态产物和燃烧性能。此外, 研究了水热炭的燃烧动力学和热力学。结果表明  $Na_2CO_3$  辅助制备的水热炭(HC-Na)具有更高的热值( $26.85 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ )和钙成分, 而  $K_2CO_3$  辅助制备的水热炭(HC-K)具有更丰富的官能团和碳含量。水热炭的热解气态产物富含碳氢化合物。HC-K 表现出更好的综合燃烧性能, 通过 Flynn-Wall-Ozawa 和 Kissinger-Akahira-Sunose 方法其活化能分别为  $79.32$  和  $67.91 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。这些结果为通过催化共水热处理提高含碳固体废弃物的综合利用提供支持。

关键词: 水热炭; 催化剂; 理化性质; 气态产物; 动力学

引用格式: JUSTC, 2022, 52(7): 3

### 基于格子玻尔兹曼方法的生物质颗粒多孔结构中纤维素水解的研究

韦浩杨<sup>1,2</sup>, 韦翔骞<sup>1,2</sup>, 刘思炜<sup>2</sup>, 孙韦韬<sup>1,2</sup>, 涂云龙<sup>1,2</sup>, 王晨光<sup>2</sup>✉, 马隆龙<sup>1,3</sup>✉

(1. 中国科学技术大学热科学和能源工程系, 安徽合肥 230027; 2. 中国科学院广州能源转换研究所可再生能源重点实验室, 广东广州 510640; 3. 东南大学能源与环境学院能源热转换及其过程测控教育部重点实验室, 江苏南京 210096)

通讯作者: 王晨光, E-mail: wangcg@ms.giec.ac.cn; 马隆龙, E-mail: mall@seu.edu.cn

摘要: 木质纤维素生物质已被公认为最有前景的低成本和可再生生物燃料来源之一, 因其能转化为替代燃料和有价值的平台分子引起了广泛关注。经汽提

预处理的木质纤维素生物质多孔固体残渣可在稀硫酸催化下生成乙酰丙酸(LA)。该过程包括多孔介质扩散、多组分反应传输、液固界面反应和纤维素溶解,而了解这些复杂的物理化学过程之间的相互作用是优化水解反应性能的基础。本文建立了基于格子玻尔兹曼方法的多孔反应传递模型,以模拟稀酸催化纤维素转化为LA的过程。并将仿真结果与已有的实验结果进行了对比,以验证模型的准确性。模拟结果表明,温度对水解有显著影响,180℃时碳收率最高。不考虑木质素反应,在4%~8%范围内硫酸浓度越高,水解效率越好。还评估了纤维素含量和汽提残渣孔隙率对纤维素溶解速率的影响,发现当孔隙率为0.7、纤维素含量为50%时,纤维素的平均溶解速率在75 min内最高。

**关键词:** 格子玻尔兹曼方法;多相反应运输;多孔介质结构;纤维素溶解

**引用格式:** JUSTC, 2022, 52(7): 4

#### 异丁烷绝热毛细管流动均相流和分离流模型对比

束永辉, 胡芑<sup>✉</sup>, Adnan Ibrahim, 支亮辉, 陈奇  
(中国科学技术大学热科学和能源工程系, 安徽合肥 230027)

**通讯作者:** 胡芑, E-mail: hupeng@ustc.edu.cn

**摘要:** 毛细管作为一种膨胀装置在小型制冷系统和热泵系统中得到了广泛的应用。尽管毛细管具有简单的几何形状,其中的绝热流动却是极其复杂的。本文对模拟异丁烷(R600a)在毛细管中绝热流动的均相流动模型和分离流模型进行了对比研究。研究了不同的摩擦系数和两相黏度关系式的组合以及亚稳态流动对流动特性的影响。结果表明,采用分离流模型时预测的质量流量较低。分离流模型在预测超过 $2\text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 的质量流量时表现较好, Colebrook 摩擦系数关系式结合 Dukler 或 McAdams 黏度关系式得到的

偏差较小,在忽略和考虑亚稳态流动的情况下分别为5.43%, 5.49%和5.44%, 5.43%。此外,采用 Bittle 和 Pate 摩擦系数和 Dukler 黏度关系式的均相流模型在低于 $2\text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 的质量流量范围内具有最高的精确度,不考虑亚稳态流动情况下的平均误差为4.12%,考虑亚稳态流动情况下的平均误差为3.37%。

**关键词:** 毛细管;绝热流动;摩擦系数;两相黏度;均相流模型;分离流模型;亚稳态流动

**引用格式:** JUSTC, 2022, 52(7): 5

#### 考虑安装基础的主机平台捆绑策略研究

吴杰, 周晨激, 姬翔, 李明珺<sup>✉</sup>

(中国科学技术大学管理学院, 安徽合肥 230026)

**通讯作者:** 李明珺, E-mail: mjlee@mail.ustc.edu.cn

**摘要:** 软硬件平台作为新兴平台模式,不同于传统零售平台,需要消费者支出一定的费用才可以接入。因此,存在安装基础。以主机平台为例,具有安装基础的消费者可以直接购买第三方提供的搭载于主机的游戏产品,这将有利于第三方内容提供商的倾销行为,但与此同时无益于主机平台的主机的售卖。市场上可以观察到,主机平台时常进行新主机和第三方内容的捆绑,迫使有安装基础的消费者购买新主机。因此,构建了一个模型来研究安装基础对主机平台捆绑策略获利的影响,并对竞争的两个主机公司的捆绑策略获利进行了分析。我们的研究提供了主机平台在不同捆绑策略下受安装基础影响的分析,并发现安装基础并不总是对平台供应商提供正向的影响。研究还分析了竞争主机制造商的均衡选择问题,并发现在特定条件下,捆绑-捆绑策略和不捆绑-不捆绑策略均有可能作为均衡存在。

**关键词:** 捆绑;安装基础;主机平台

**引用格式:** JUSTC, 2022, 52(7): 6