

## 中文概要

2023 年第 53 卷第 10 期

## 一维材料的热物理性质：低至原子级的瞬态表征

Amin Karamati<sup>1\*</sup>, 徐岫<sup>2\*</sup>, 林欢<sup>3\*</sup>, Mahya Rahbar<sup>1\*</sup>, 王信伟<sup>1</sup>✉

(1. Department of Mechanical Engineering, Iowa State University, Ames 50011, USA; 2. 上海工程技术大学机械与汽车工程学院, 上海 201620; 3. 青岛理工大学环境与市政工程学院, 山东青岛 266033)

\*共同第一作者

✉通讯作者: 王信伟, E-mail: xwang3@iastate.edu

**摘要:** 因为结构尺寸效应导致了强烈的能量载流子散射, 一维微/纳米尺度材料的热物理性质显著区别于其相应的块体材料。本文深入评述了微/纳米尺度热物性瞬态表征的前沿技术。其中用到的瞬态激励源包括阶跃焦耳加热、阶跃激光加热、脉冲激光加热和频域调幅激光加热。在热探测方面, 采用了基于电学和拉曼散射的测温/温度响应物理原理。这些技术可以测量从亚毫米级至原子级(单原子厚度)尺度的导热系数、热扩散率和比热容。本文侧重于综述这些瞬态技术相较于稳态技术的优势、物理原理、挑战和潜在应用, 突显它们在揭示一维材料原子尺寸级别复杂热输运现象方面的重要意义。

**关键词:** 一维材料; 热物性; 瞬态表征; 拉曼散射; 微/纳米尺度

**引用格式:** JUSTC, 2023, 53(10): 1001

## 拓扑量子材料的合成、性质及应用

吴俊杰, 张颖, 向斌✉

(中国科学技术大学材料科学与工程系, 中国科学院能量转换材料重点实验室, 先进光子科学技术安徽省实验室, 安徽合肥 230026)

✉通讯作者: 向斌, E-mail: binxiang@ustc.edu.cn

**摘要:** 拓扑量子材料因其潜在的奇妙物性和在电子器件上的应用, 已成为凝聚态物理领域研究的前沿和焦点。目前在拓扑量子材料中, 拓扑超导材料和拓扑磁性材料是两类极具吸引力的体系。尽管对这些材料的研究已取得很大进展, 然而对其合成、性质及应用, 尤其是在合成方面, 仍缺乏系统性的综述。因此, 本文重点介绍了两类典型拓扑量子材料的实验制备, 并简要介绍了他们潜在的物理性质及应用。最后, 我们对拓扑量子材料体系的研究现状和

未来发展提出了自己的思考。

**关键词:** 合成; 拓扑量子材料

**引用格式:** JUSTC, 2023, 53(10): 1002

## 新型双层包裹聚磷酸铵的设计及其在耐老化阻燃交联聚乙烯复合材料中的应用

贾鹏飞, 孙鹏飞, 于富豪, 宋磊, 胡源✉, 汪碧波✉

(中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室, 安徽合肥 230027)

✉通讯作者: 胡源, E-mail: yuanhu@ustc.edu.cn; 汪碧波, E-mail: wbibo@ustc.edu.cn

**摘要:** 研究采用双层包裹聚磷酸铵来提高交联聚乙烯(XLPE)复合材料的力学性能、耐老化性和阻燃性。将聚磷酸铵(APP)用二氧化硅包裹, 然后用受阻苯酚抗氧化剂3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)(AO)接枝, 制备双层包裹阻燃剂(MCAPP)。由于MCAPP和XLPE基体具有良好的相容性, 提高了XLPE/MCAPP/CFA(XLPE-4)的拉伸强度和断裂伸长率。在135℃老化14天后, XLPE-4复合材料的断裂伸长率保留率达到61.1%, 显著高于XLPE-1(2.6%)。这说明MCAPP可以提高XLPE电缆复合材料的耐老化性能。与XLPE-1相比, XLPE-4的最大烟密度和峰值放热速率分别降低了54.9%和89.7%。因此, 双层包裹的抗氧化策略为获得高性能的XLPE复合材料提供了一个很好的途径。

**关键词:** 包裹聚磷酸铵; 交联聚乙烯电缆; 耐老化; 火灾安全; 力学性能

**引用格式:** JUSTC, 2023, 53(10): 1003

打磨引起的残余应力对BaTiO<sub>3</sub>陶瓷挠曲电响应的影响

杨旭<sup>1</sup>, 田冬霞<sup>1</sup>, 张晓燕<sup>1</sup>, 左如忠<sup>2</sup>, 初宝进<sup>1</sup>✉

(1. 中国科学技术大学材料科学与工程系, 中国科学院能量转换材料重点实验室, 安徽合肥 230026; 2. 安徽工程大学材料科学与工程学院, 安徽省高性能有色金属材料重点实验室, 安徽芜湖 241000)

✉通讯作者: 初宝进, E-mail: chubj@ustc.edu.cn

**摘要:** 铁电陶瓷中测量得到的大的挠曲电响应可以用来源于应力弛豫的自发极化表面层机理来解释。然而, 产生

极化表面层的应力来源尚未完全清楚。本工作系统地研究了表面应力对不同粒度砂纸打磨的 BaTiO<sub>3</sub> 陶瓷的微观结构、介电性能和挠曲电响应的影响。与原始样品相比,打磨后的 BaTiO<sub>3</sub> 陶瓷的挠曲电系数由~600  $\mu\text{C}/\text{m}$  降至 200  $\mu\text{C}/\text{m}$  以下。但经过 200  $^{\circ}\text{C}$  热处理并且缓慢冷却后,所有样品的挠曲电系数都恢复到~500  $\mu\text{C}/\text{m}$ 。结果表明,打磨在铁电陶瓷的表面层上引入了应力,在一定程度上影响了其挠曲电响应,但打磨引入的应力不是极化表面层形成的主要原因。

**关键词:** 铁电陶瓷; 挠曲电; 打磨; 表面层

**引用格式:** JUSTC, 2023, 53(10): 1004

### 基于 1 m 尺度甲醇油池火模拟计算的不同辐射模型数值评估研究

周千军, 胡勇<sup>✉</sup>, 蒋勇<sup>✉</sup>

(中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室, 安徽合肥 230027)

<sup>✉</sup>通讯作者: 胡勇, E-mail: yhu18@ustc.edu.cn; 蒋勇, E-mail: yjjiang@ustc.edu.cn

**摘要:** 池火是火灾灾害中最常遇到的火焰类型之一,发展油池火的精细化建模有利于液体火灾事故危害性的精准分析及评估。众所周知,热辐射建模是准确模拟各种火灾场景的关键环节。因此,为建立合适的辐射模型,在这项工作中,通过将四个不同的辐射模型耦合到开源火灾模拟代码 FDS 中,并使用有限体积法求解辐射强度传输方程,对大尺度甲醇池火开展了 LES 仿真研究。结合 NIST 的实验数据,对不同辐射模型的影响特性及结果进行了对比分析。关于温度计算,基于 WSGG 的辐射模型和 Cassol 的模型表现更好。此外,所有模型都能很好地预测脉动频率。然而,关于辐射热通量的预测,Cassol 的两个模型和 FDS 默认模型的表现优于其他模型,获得每个组分的准确光谱信息数据和确定混合气体的 WSGG 系数的方法是成功预测火焰辐射的重要因素。

**关键词:** 油池火; 灰气体模型; LES 模拟; WSGG 模型

**引用格式:** JUSTC, 2023, 53(10): 1005

### PR 状态方程+基团贡献模型预测 CO<sub>2</sub>+HFC 二元混合物的气液相平衡性质

吴子睿<sup>1</sup>, 石凌峰<sup>1</sup><sup>✉</sup>, 孙瑞<sup>2</sup>, 田华<sup>2</sup>, 王轩<sup>2</sup>, 舒歌群<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学技术大学热科学与能源工程系, 安徽合肥 230027; 2. 天津大学发动机国家重点实验室, 天津 300072)

<sup>✉</sup>通讯作者: 石凌峰, E-mail: slf@ustc.edu.cn

**摘要:** 由于良好的性能和环保性, CO<sub>2</sub>+HFC 二元混合物被认为是冷电联合循环系统中良好的替代工作流体。气液相平衡特性是计算混合物焓和熵的关键,这冷电联合循环系统的热力学分析至关重要。为了准确预测 CO<sub>2</sub> 和 HFC (R23, R32, R41, R125, R134a, R143a, R152a, R161, R227ea) 二元混合物的气液平衡性质,本文建立了基于吉布斯自由能混合规则的群贡献模型 (PR+MHV1+UNIFAC 和 PR+LCVM+UNIFAC)。通过 CO<sub>2</sub> 和 HFC 制冷剂的气液相平衡实验获得了 -CO<sub>2</sub>、-烷烃、-CHF 和 -CHF<sub>3</sub> 等基团之间的相互作用参数,这些基团参数对于预测其气液相平衡性质 (压力和气相摩尔分数) 至关重要。PR+LCVM+UNIFAC 模型计算的 AARD<sub>p</sub> 值为 5.53%, AAD<sub>y<sub>1</sub></sub> 值为 0.0132, PR+MHV1+UNIFAC 模型的 AARD<sub>p</sub> 值和 AAD<sub>y<sub>1</sub></sub> 值分别为 7.40% 和 0.0229。然而,对于 CO<sub>2</sub>+R32 系统,PR+MHV1+UNIFAC 预测模型的预测精度较高, AARD<sub>p</sub> 和 AAD<sub>y<sub>1</sub></sub> 的值分别为 1.53% 和 0.0045。综上所述,对于 CO<sub>2</sub>+HFC 二元混合物,PR+LCVM+UNIFAC 预测模型预测精度较高,但对于 CO<sub>2</sub>+R32 二元混合物,PR+MHV1+UNIFAC 模型也具有独特的优势。根据基团贡献模型的预测结果,与之前系统使用的 PR+MHV1+UNIFAC 模型相比,PR+LCVM+UNIFAC 模型的计算进度显著提高。

**关键词:** 冷电联合循环; CO<sub>2</sub>+HFC 二元混合物; 气液相平衡; 基团贡献模型; PR+MHV1+UNIFAC 模型; PR+LCVM+UNIFAC 模型

**引用格式:** JUSTC, 2023, 53(10): 1006