

等离子喷涂Mo8YSZ功能梯度热障涂层结构优化与热力学耦合模拟计算

汇报人：

汇报时间：2024-01-25

目录



- 引言
- 等离子喷涂Mo8YSZ功能梯度热障涂层制备技术
- 热力耦合模拟计算方法与模型建立

目录



- 结构优化设计及性能分析
- 热力耦合模拟计算结果分析与讨论
- 结论与展望



01

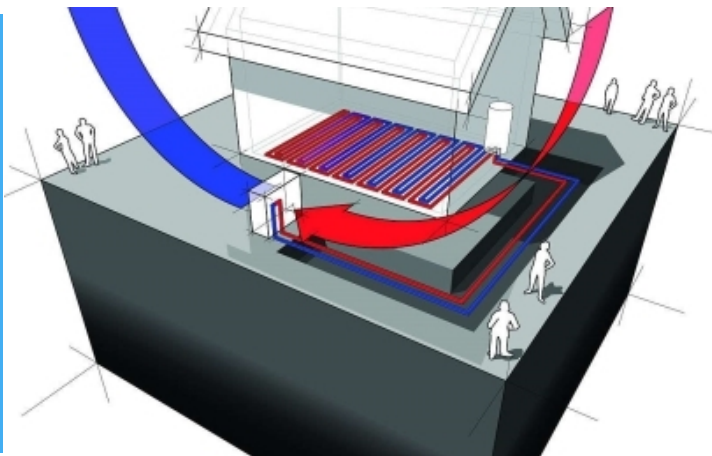
引言



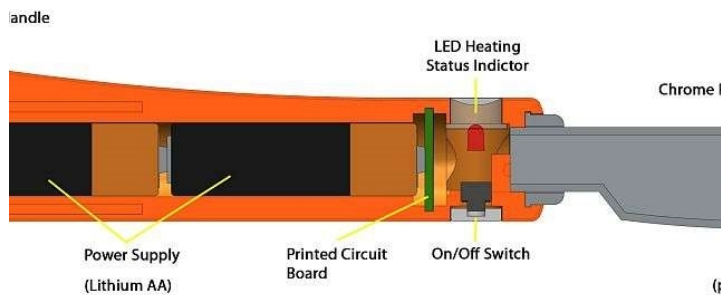


研究背景和意义

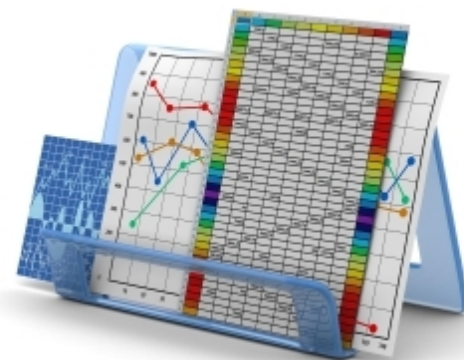
热障涂层是高温合金表面防护的关键技术之一，能够显著提高材料的耐高温性能和抗氧化性能，广泛应用于航空航天、能源等领域。

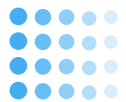


功能梯度热障涂层通过成分和结构的梯度变化，实现涂层与基体之间的热膨胀系数匹配，提高涂层的结合强度和抗剥落性能。



Mo8YSZ是一种常用的热障涂层材料，具有良好的高温稳定性和低热导率，但涂层与基体之间热膨胀系数不匹配易导致涂层剥落失效。





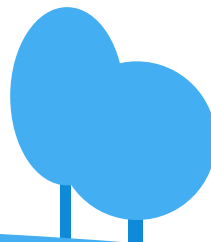
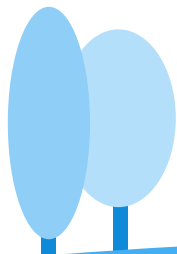
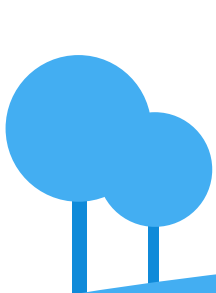
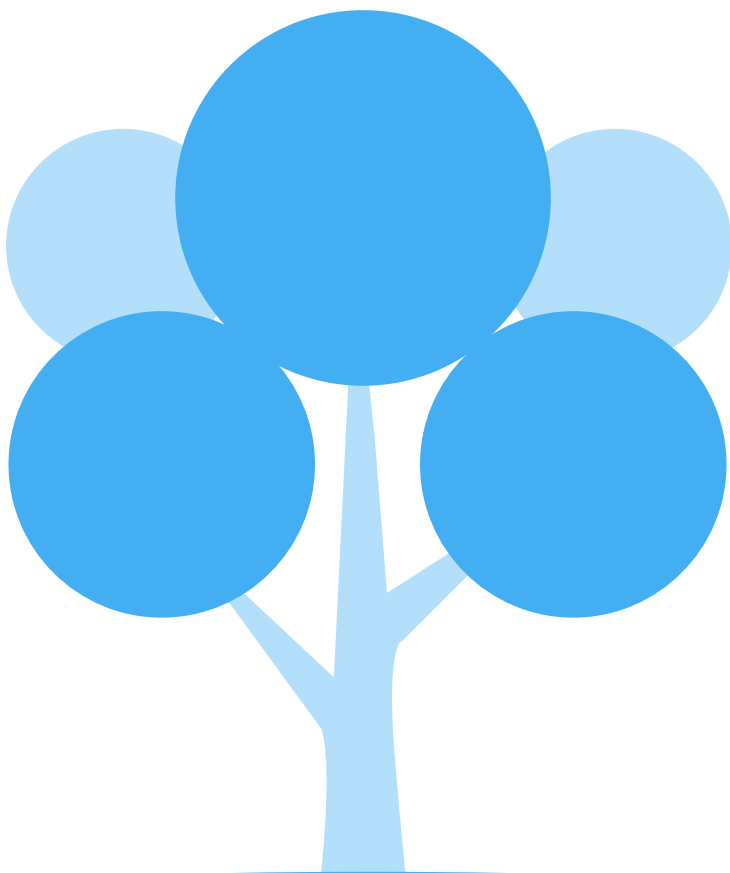
国内外研究现状及发展趋势

国内外在功能梯度热障涂层方面开展了大量研究，主要集中在成分设计、制备工艺、性能表征等方面。

制备工艺方面，发展了等离子喷涂、电子束物理气相沉积等多种方法，实现了功能梯度热障涂层的可控制备。

成分设计方面，通过调整Mo、Y、Zr等元素的含量和分布，优化涂层的热物理性能和力学性能。

性能表征方面，采用热震试验、高温氧化试验等手段评估涂层的抗剥落性能和抗氧化性能。





本研究的目的是和内容

本研究旨在通过结构优化和热力耦合模拟计算，揭示功能梯度热障涂层的热力响应机制和失效机理，为涂层设计和制备提供理论指导。

具体内容包括：建立功能梯度热障涂层的热力耦合模型，分析涂层在热力载荷作用下的应力分布和变形行为；研究涂层成分和结构梯度对热力响应的影响规律，优化涂层结构；开展实验验证和模拟计算结果的对比分析，评估模型的准确性和可靠性。



02

● 等离子喷涂Mo8YSZ功能
梯度热障涂层制备技术 ●

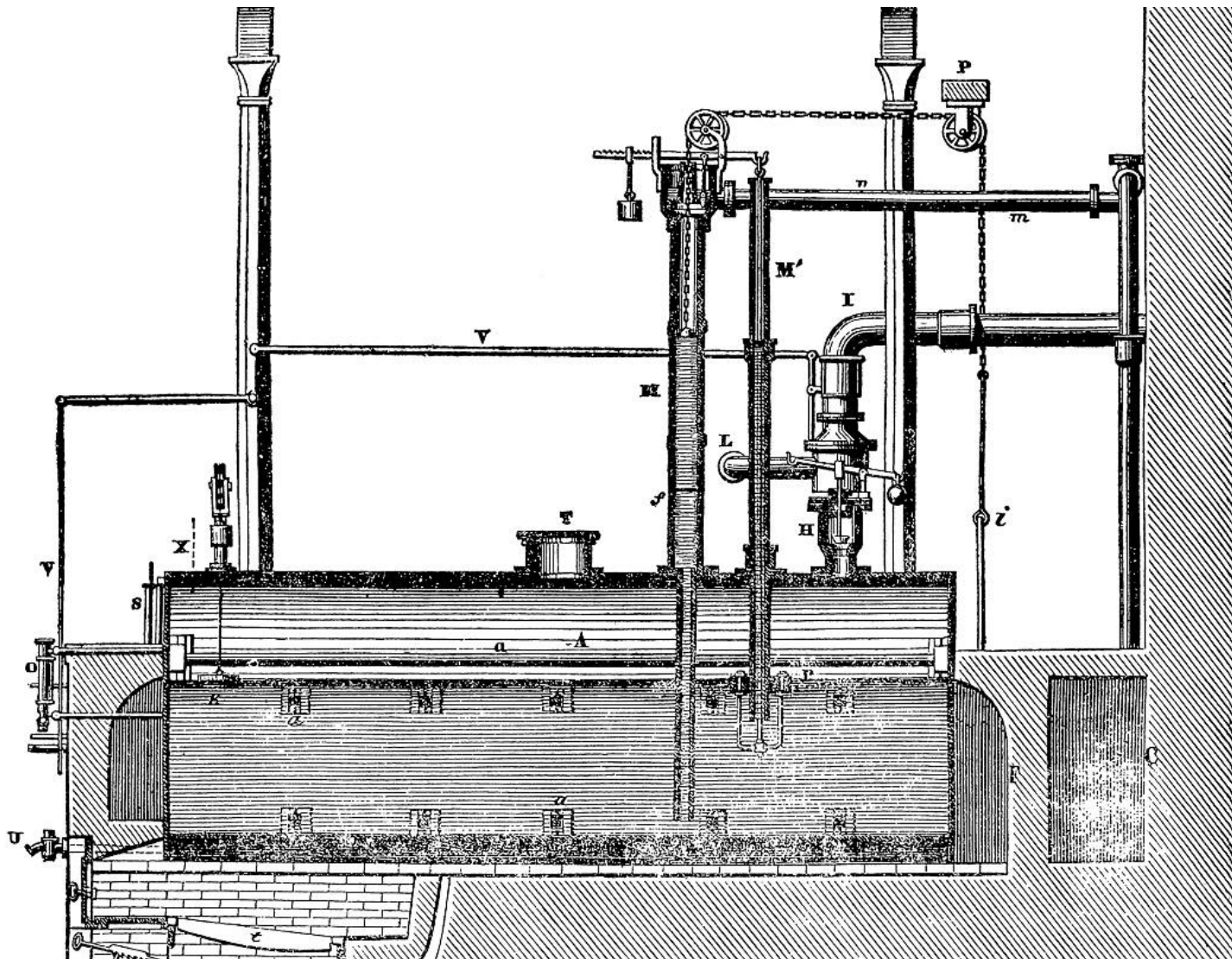
等离子喷涂技术原理及特点

技术原理

等离子喷涂技术利用高温高速的等离子射流将喷涂材料加热至熔融或半熔融状态，并高速撞击到基体表面形成涂层。

技术特点

具有喷涂材料范围广、涂层致密度高、结合强度高、工艺灵活等优点，适用于复杂形状工件和大规模生产。



Mo8YSZ粉末制备与喷涂工艺

粉末制备

采用机械合金化方法制备Mo8YSZ粉末，通过高能球磨将Mo、Y₂O₃和ZrO₂粉末混合均匀，获得成分均匀、粒度细小的复合粉末。

喷涂工艺

采用大气等离子喷涂设备，优化喷涂参数如电流、电压、送粉速率、喷涂距离等，控制涂层厚度和微观结构。



功能梯度热障涂层结构设计

01

成分梯度设计

从涂层与基体结合界面到涂层表面，逐渐变化Mo、Y₂O₃和ZrO₂的成分比例，实现热膨胀系数和弹性模量的梯度变化。

02

微观结构梯度设计

通过控制喷涂参数和后续热处理工艺，实现涂层微观结构从致密到疏松的梯度变化，提高涂层的隔热性能和抗热震性能。

03

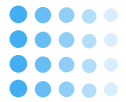
多层结构设计

设计多层不同成分和结构的涂层，每层都具有特定的功能和性能，实现涂层的综合性能优化。



03

● 热力耦合模拟计算方法与 ●
模型建立



热力耦合模拟计算原理及方法

基于有限元法的热力耦合模拟计算原理

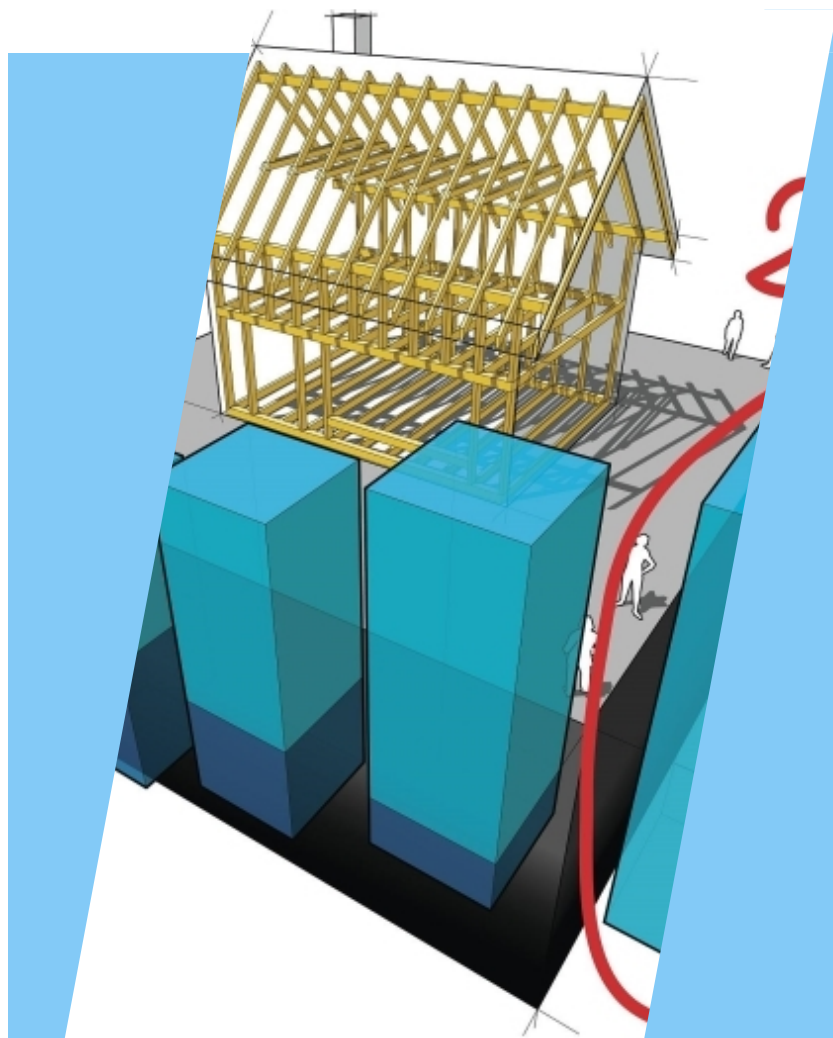
通过有限元法将连续的物理问题离散化，建立热力耦合方程，求解得到温度场和应力场的分布。

热力耦合模拟计算方法

采用顺序耦合方法，先进行热传导分析，得到温度场分布；再将温度场作为载荷施加到结构上，进行应力分析，得到应力场分布。通过迭代计算，实现热力耦合模拟。



模型建立与网格划分技术



模型建立

根据实际喷涂工艺和涂层结构特点，建立等离子喷涂Mo8YSZ功能梯度热障涂层的三维实体模型。

网格划分技术

采用自适应网格划分技术，对模型进行高质量的网格划分。在涂层与基体界面、涂层内部等关键区域加密网格，以提高计算精度和效率。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/278105030015006106>