

---

# 基于损伤表征的热障涂层寿命预测模型建立

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/34009.html>

**本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！**

## 基于损伤表征的热障涂层寿命预测模型建立

。热障涂层是先进航空发动机及燃气轮机高温部件的关键防护系统，其直面高温燃气的冲刷，发挥降低金属构件表面温度的作用。有研究表明，由于热障涂层的应用，发动机初温可提高100以上。热障涂层-基体系统由于热不匹配和热生长氧化层生长应力的作用导致涂层提前失效，使得涡轮叶片服役寿命缩短。因此，有必要对热障涂层的高温退化行为开展多因素影响规律研究，建立综合考虑几何特征与材料退化的寿命预测模型。

近日，中国科学院工程热物理研究所开展了陶瓷层服役过程中断裂韧性、弹性模量/厚度、界面形貌的演化规律研究，分析了不同喷涂部位曲率、热载荷等因素对热障涂层服役寿命的影响，通过引入涂层剩余强度因子，构建综合几何特征与材料退化的寿命模型，来提升热障涂层寿命预测精度。

热暴露中断试验发现，圆管类试样失效模式为端部裂纹萌生，受到热应力和生长应力驱动向另一端扩展，形成纵向贯穿裂纹，导致陶瓷层剥落。研究表明，由于气膜孔应力集中，裂纹扩展路径受到影响，逐渐向孔的部位偏转。热生长氧化层厚度、陶瓷层弹性模量、硬度及断裂韧性的演化规律表明，除断裂韧性外，其余均表现为幂函数生长方式。而断裂韧性受到材料高温性能退化的影响，呈现出不断下降的趋势。热生长氧化层厚度在热暴露条件下对曲率不敏感，圆片试样的热生长氧化层厚度主要受温度影响。

上述研究通过归纳涂层退化试验规律，结合数值仿真结果，构建出涂层剩余强度因子，并基于涂层剩余强度因子实现对热障涂层更准确的寿命预测。

相关研究成果发表在Journal of Engineering for Gas Turbines and Power上。研究工作得到中国科学院相关项目的支持。

研究团队单位：工程热物理研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发