

# TC4表面激光熔 覆Ni60基涂层 温度场热循环特 性数值模拟研究

汇报人：

2024-01-17



| CATALOGUE |

# 目录

- 引言
- TC4表面激光熔覆Ni60基涂层制备
- 温度场热循环特性数值模拟方法
- 温度场热循环特性结果分析
- 数值模拟结果验证与讨论
- 结论与创新点总结

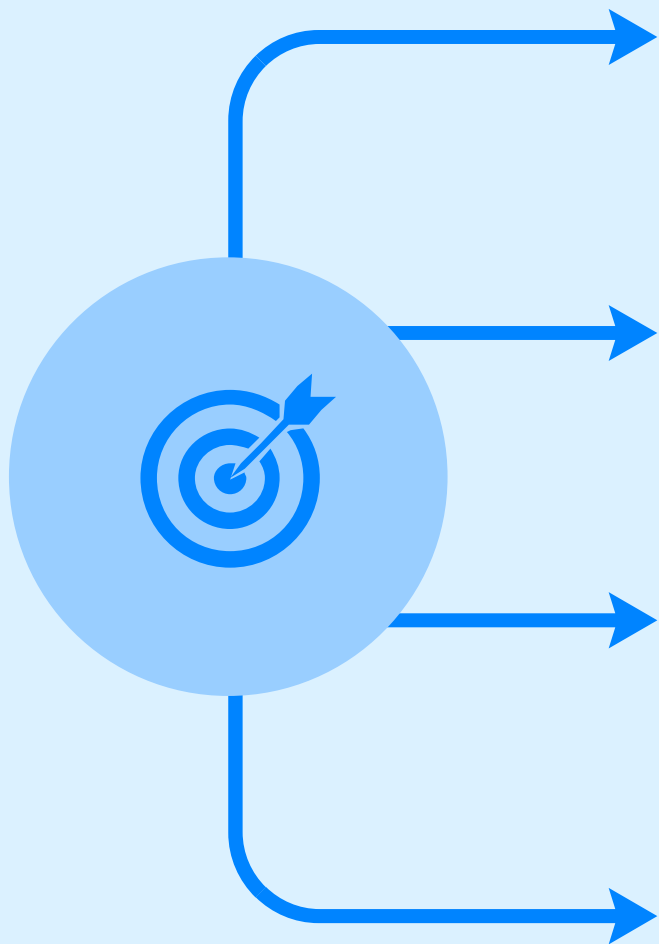
01

CATALOGUE

引言



# 研究背景和意义



## 激光熔覆技术

一种先进的表面改性技术，通过高能激光束将涂层材料瞬间熔化并快速凝固，形成与基体冶金结合的涂层。

## TC4钛合金

广泛应用于航空、航天等领域，但表面硬度低、耐磨性差，需通过表面改性技术提高其性能。

## Ni60基涂层

具有优异的耐磨、耐腐蚀和高温性能，是理想的激光熔覆材料。

## 研究意义

通过数值模拟研究TC4表面激光熔覆Ni60基涂层的温度场热循环特性，为优化工艺参数、提高涂层质量和性能提供理论支持。



# 国内外研究现状及发展趋势

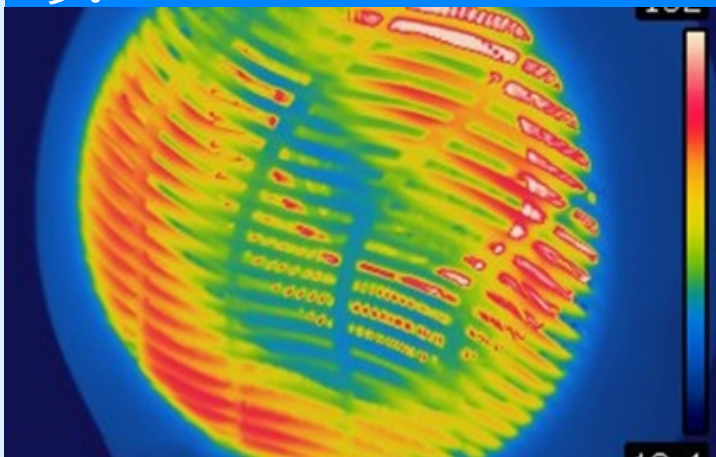
## 国内研究现状

国内学者在激光熔覆温度场数值模拟方面取得了一定成果，但针对TC4表面激光熔覆Ni60基涂层的研究相对较少。



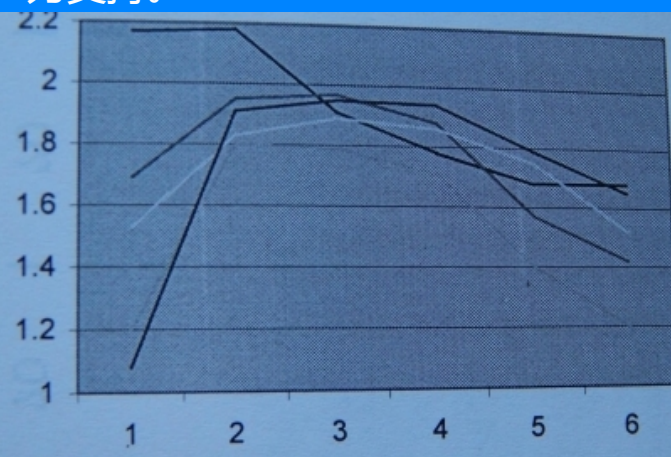
## 发展趋势

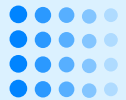
随着计算机技术和数值模拟方法的不断发展，激光熔覆温度场数值模拟将更加精确和高效，为实际生产提供有力支持。



## 国外研究现状

国外学者在激光熔覆温度场数值模拟方面研究较为深入，涉及多种材料和工艺参数，但针对TC4和Ni60组合的研究也不多。





# 研究内容和方法



## 研究内容

建立TC4表面激光熔覆Ni60基涂层的三维温度场数学模型，分析不同工艺参数（激光功率、扫描速度、光斑直径等）对温度场分布和热循环特性的影响。

## 研究方法

采用有限元法进行数值模拟，利用ANSYS等软件进行建模和求解。通过实验验证数值模拟结果的准确性和可靠性。

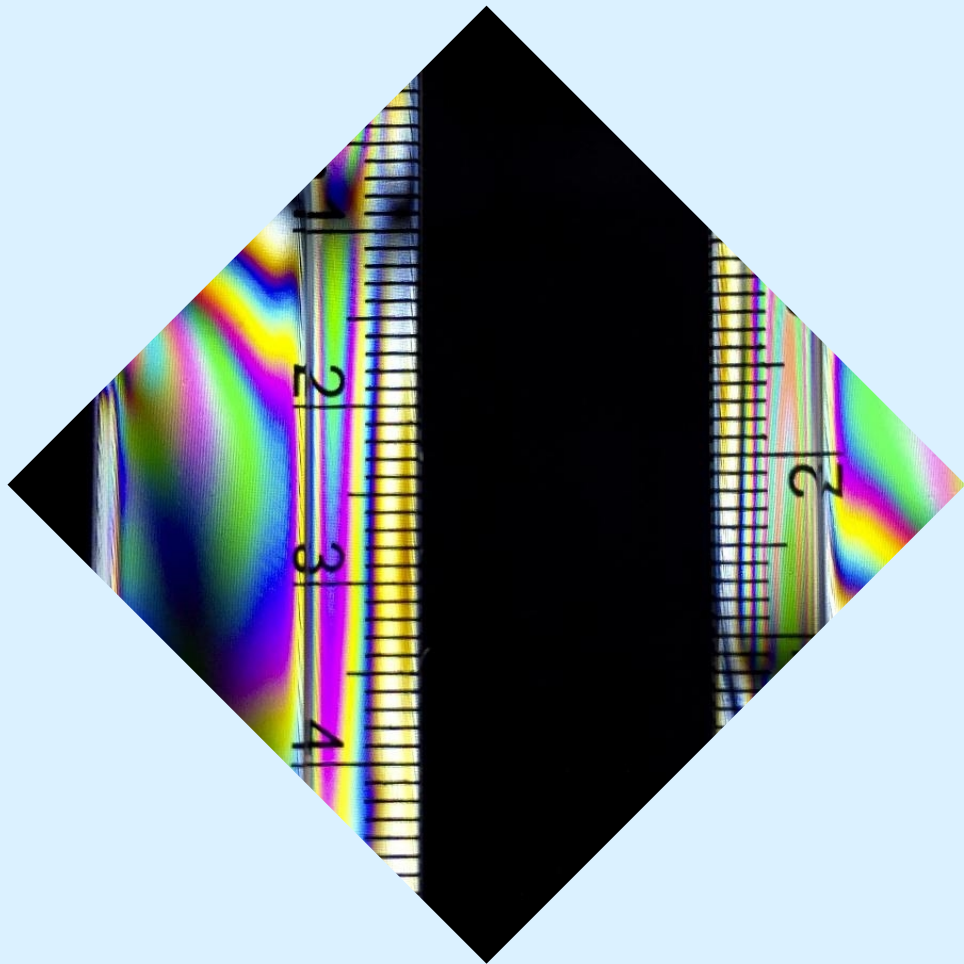
02

CATALOGUE

# TC4表面激光熔覆Ni60基涂层制备



# 材料准备



## TC4钛合金基体

选择适当尺寸的TC4钛合金作为基体材料，进行表面预处理，如打磨、清洗等，以消除表面缺陷和污染物。

## Ni60粉末

选用高质量的Ni60粉末作为熔覆材料，粉末颗粒大小适中，具有良好的流动性和润湿性。

## 辅助材料

根据实验需求，准备相应的辅助材料，如粘结剂、稀释剂等。





# 激光熔覆设备

## 激光器

选用高功率、高效率的激光器，如CO<sub>2</sub>激光器或光纤激光器，以提供足够的能量密度进行熔覆。

## 光路系统

包括激光束的传输、聚焦和扫描等部分，确保激光束能够准确地照射到TC4基体表面。

## 控制系统

用于控制激光器的输出功率、光斑大小、扫描速度等参数，实现熔覆过程的精确控制。



# 熔覆工艺参数



激光功率

根据实验需求和设备性能，选择合适的激光功率，以保证足够的能量输入。



光斑大小

通过调整聚焦镜的焦距或改变光束的扩束比，控制光斑大小，以适应不同熔覆层厚度的需求。



扫描速度

根据熔覆层厚度和激光功率等因素，选择合适的扫描速度，以保证熔覆层的均匀性和质量。



送粉速率

通过调整送粉器的送粉速率，控制单位时间内送入熔池的粉末量，以获得理想的熔覆层成分和组织结构。



# 涂层质量表征



## 宏观形貌观察

采用肉眼或低倍放大镜观察涂层的宏观形貌，如表面平整度、裂纹、气孔等缺陷情况。



## 显微组织分析

利用金相显微镜或扫描电子显微镜观察涂层的显微组织，分析晶粒大小、形态和分布等特征。



## 硬度测试

采用硬度计测试涂层的硬度值，以评估其耐磨性和抗划伤性能。



## 结合强度测试

通过划痕法、拉伸等方法测试涂层与基体之间的结合强度，以评价其结合牢固程度。

03

CATALOGUE

# 温度场热循环特性数值模拟方法



# 数值模拟软件介绍



## ANSYS软件

采用ANSYS有限元分析软件，利用其强大的计算能力和丰富的材料数据库进行数值模拟。

## MARC软件

利用MARC软件的高级非线性求解器，对激光熔覆过程中的高度非线性问题进行准确模拟。



## COMSOL Multiphysics软件

运用COMSOL Multiphysics多物理场耦合分析软件，实现温度场、应力场等多物理场的耦合模拟。



# 模型建立及网格划分

## ● 建立三维模型

根据实际激光熔覆工艺参数，建立TC4基体和Ni60涂层的三维几何模型。

## ● 网格划分

采用合适的网格类型和尺寸，对模型进行网格划分，以确保计算精度和效率。

## ● 网格无关性验证

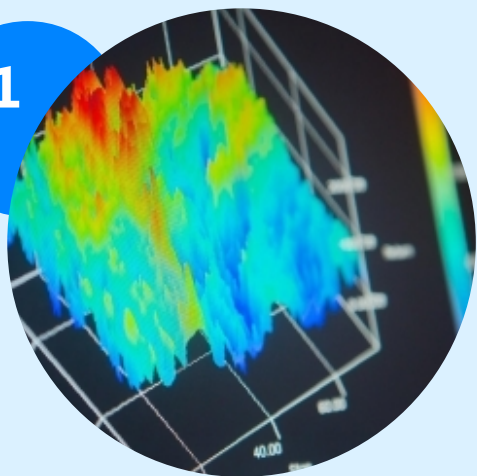
进行网格无关性验证，以确定合适的网格密度和计算精度。





# 边界条件与热源模型

01

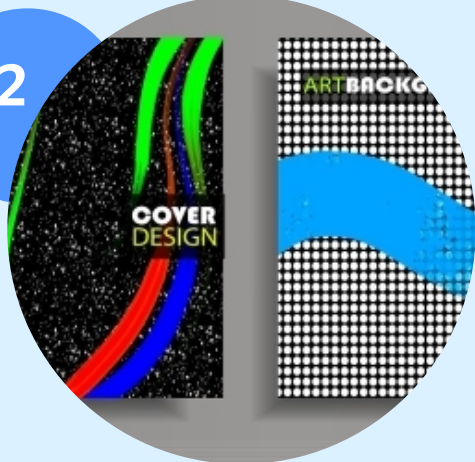


## 边界条件设置



根据实际工艺条件，设置模型的初始温度、对流换热系数、辐射率等边界条件。

02

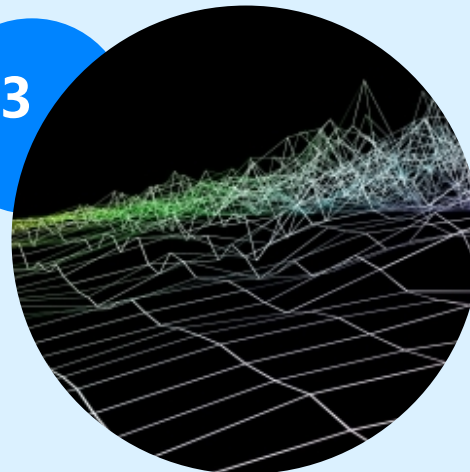


## 热源模型选择



选用合适的热源模型，如高斯热源、双椭圆热源等，以模拟激光束的能量分布和作用方式。

03



## 热源参数确定



根据激光功率、光斑直径、扫描速度等工艺参数，确定热源模型的参数。



# 求解过程及后处理

01

## 求解设置

选择合适的求解器和时间步长，设置收敛准则和迭代次数等求解参数。

02

## 温度场求解

通过有限元方法求解温度场分布，得到不同时刻的温度场云图和数据。

03

## 热循环特性分析

提取关键点的温度历程数据，分析热循环特性，如加热速度、冷却速度、热影响区深度等。



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/836132115243010141>