

不同热质输入条件下的高温金属熔池特征

陈茹¹

1.中国科学院力学研究所, 北京

简介: 模拟激光直接沉积过程中的传热传质流动, 研究能量输入和质量添加的分布形式对金属熔池的形貌、温度场、速度场和组分浓度场的影响。

结果: 不同热质分布条件下熔池形貌、温度场、速度场的特点。还可根据导出的凝固特征参数预测沉积层的显微组织。

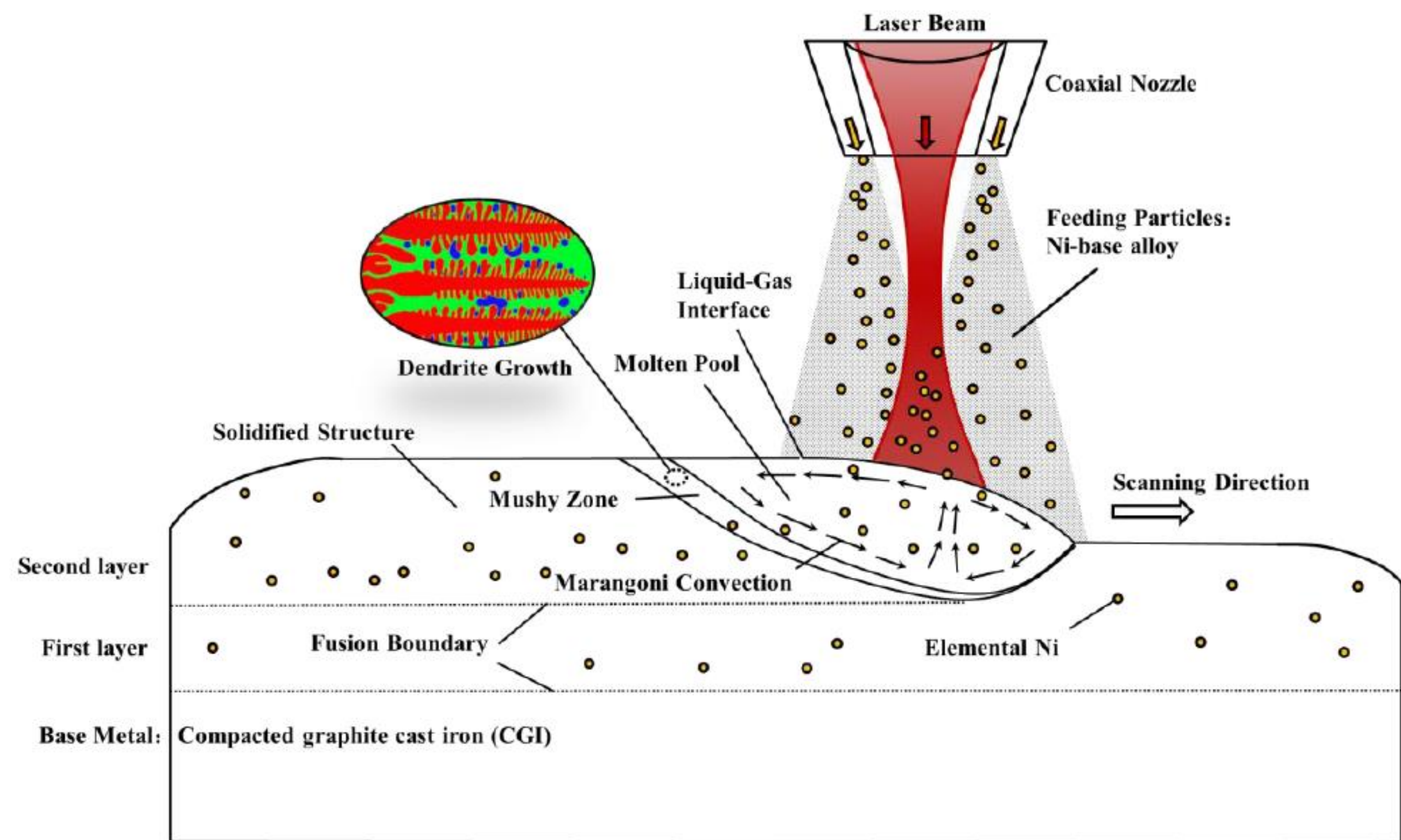


图1. 激光增材制造过程示意图¹

激光激光沉积是激光增材制造的一种, 激光照射靶材表面, 同时合金粉末同步送入工件表面, 激光与粉末相互作用, 并在基体表面形成金属熔池, 随着热源和粉末流的相对移动, 熔池快速冷却, 形成沉积道。

采用流体传热模块、层流两相流模块、化学物质传递模块模拟熔池的传热传质和流动。

固相线和液相线之间的糊状区假设为各项同性的多孔介质, 采用ALE方法考虑熔池的自由界面移动。

动量方程考虑糊状区的动量耗散考虑相变潜热, 能量方程考虑相变潜热。

将激光束能量做面热源处理, 根据光束分布设置合理的热边界条件, 根据粉末沉积的时空分布设置合理的质量添加条件。

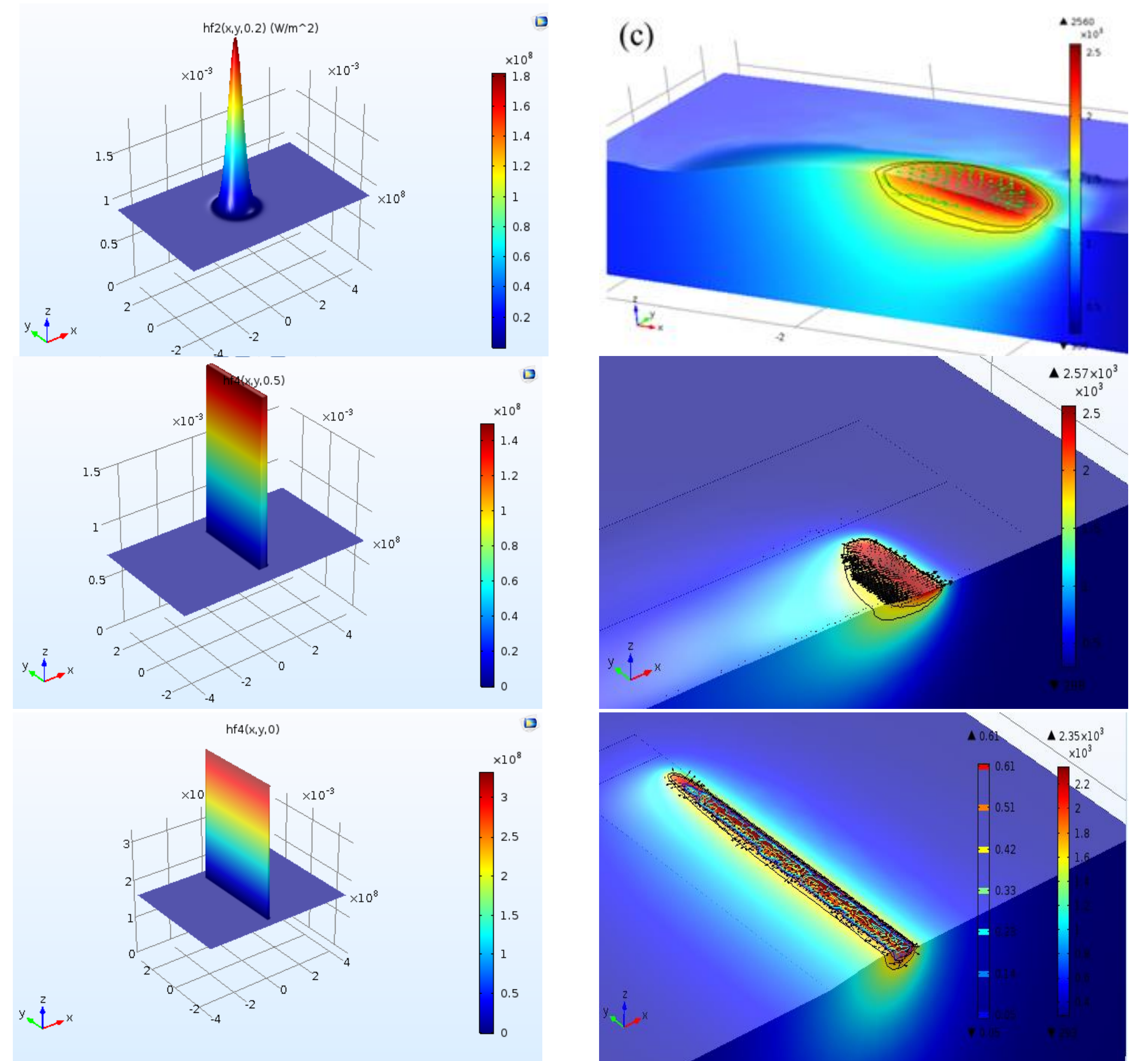


图4. 面热源分布

图5. 熔池的流场与温度场

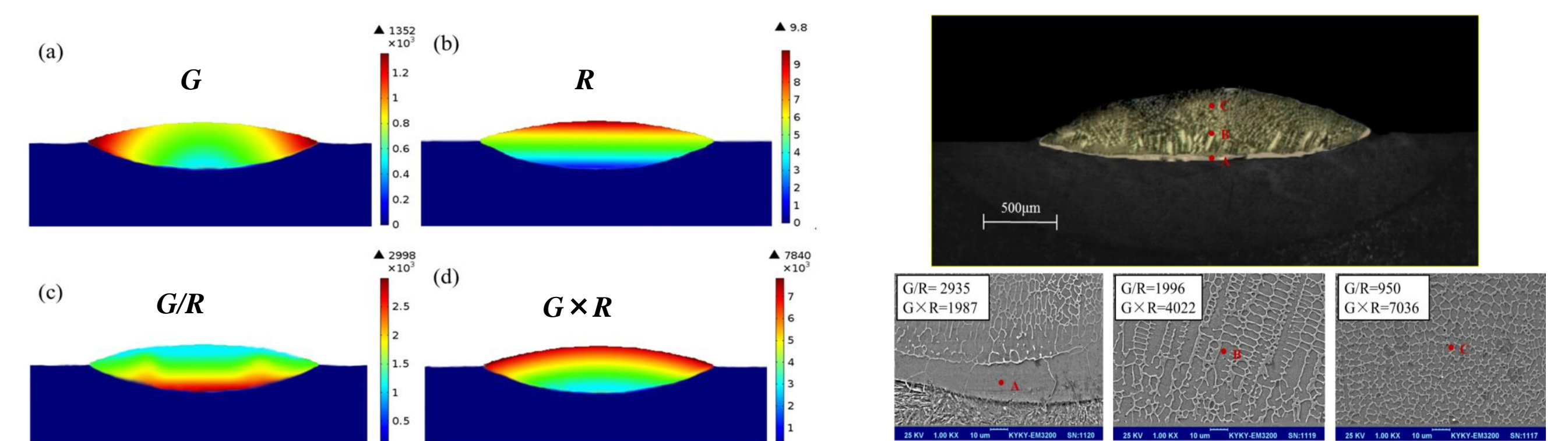


图6. 凝固组织预测和实验对比²

结论:

可模拟激光直接沉积(激光增材制造)过程, 实现对熔池传热传质流动过程的模拟, 有助于深入理解激光增材制造的机理。分析激光束的能量密度分布和粉末流的浓度分布对金属熔池形貌和特征场分布的影响, 对优化工艺参数, 提高成型件的性能有重要的意义。

参考文献:

1. Z. Gan, H. Liu, S. Li, X. He and G. Yu, International Journal of Heat and Mass Transfer 111, 709-722 (2017).
2. Z. Gan, G. Yu, X. He and S. Li, International Journal of Heat and Mass Transfer 104, 28-38 (2017).

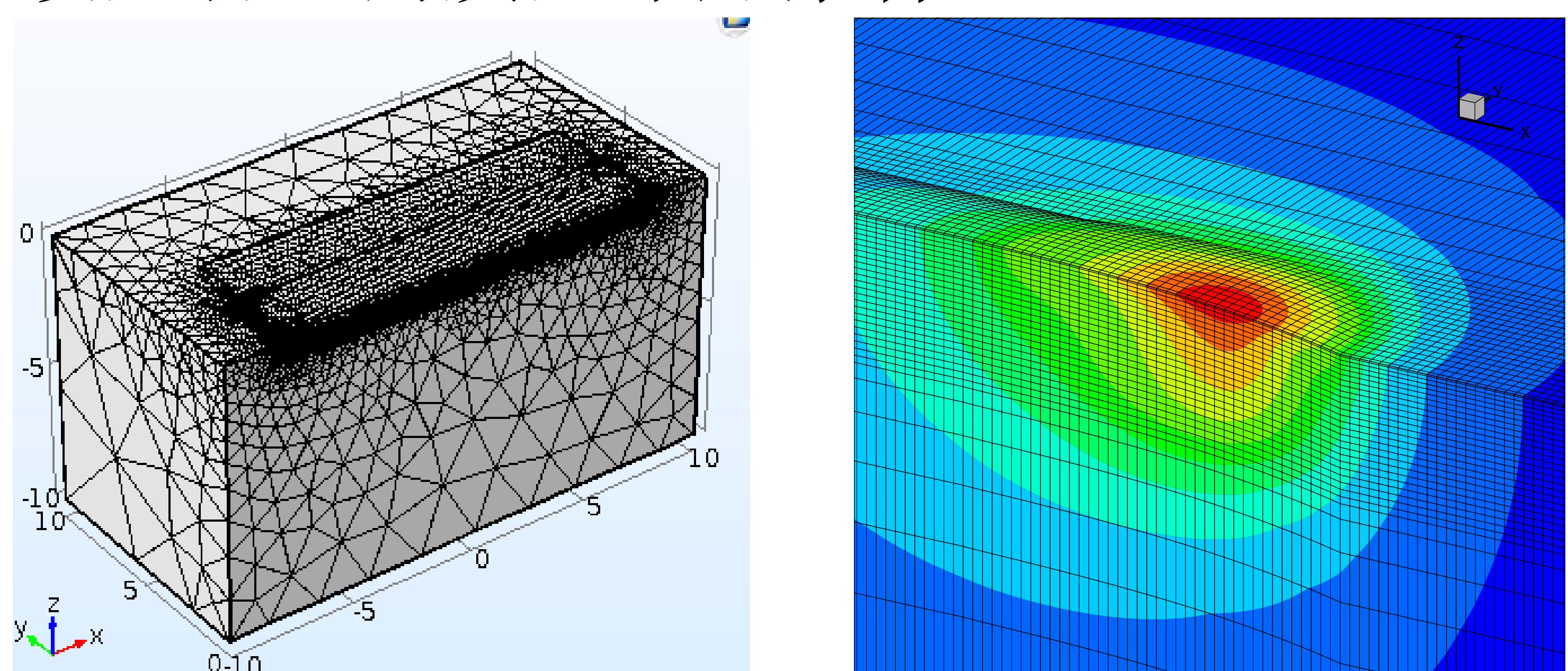


图2. 几何模型与网格划分 图3. ALE捕捉熔池动态界面