

导读

采用20 kHz功率超声对高熵FeCoNi₂Al_{0.9}合金的凝固过程进行调制，最大振幅为13 μm。静态凝固共晶组织由L1₂相和B2相组成，以K-S协同关系生长。随着超声振幅的增加，共晶胞宽度和规则片层间距显著细化，L1₂/B₂界面严格半共格比例增加，各共晶相溶质浓度波动明显抑制。稳态空化和声流对共晶组织演化有显著影响，这为提高具有共晶结构的高熵合金的力学性能和克服强度-延性平衡提供了有效途径。

AlCoCrFeNi_{2.1}、Al_{0.9}CoCrFeNi₂和Al_{0.7}CoCrFeNi等具有共晶结构的高熵合金因其优异的力学性能而受到广泛关注。目前，采用了各种方法和途径进一步优化合金性能。然而，这些方法都是基于固态加工，很少有报道关注液固转变来调节微观结构和提高力学性能。这极大地限制了高熵合金铸件的发展和潜在应用。

超声凝固作为一种具有悠久历史的高效环保加工技术，已广泛应用于铝、镁合金的科研和工业生产。前期研究表明，超声显著改变了Sn-Pb和Al-Si共晶合金的形核和生长特性，也可以合理推测超声可以调节高熵合金的共晶组织。然而，由于高熵合金的液相温度较高，超声波凝固的报道非常罕见，这给超声应用带来了技术障碍。

为此，西北工业大学王建元教授团队选择了具有共晶结构的高熵FeCoNi₂Al_{0.9}合金作为研究对象，将不同振幅的20 kHz超声成功应用于该合金，液相线温度高达1 673 K。详细研究了不同超声条件下共晶的演化过程和力学性能，并讨论了超声场作用下的动态凝固机理。研究成果以题为“Strength and ductility enhancement of high-entropy FeCoNi₂Al_{0.9} alloy by ultrasonically refining eutectic structures”发表于期刊《Scripta Materialia》。

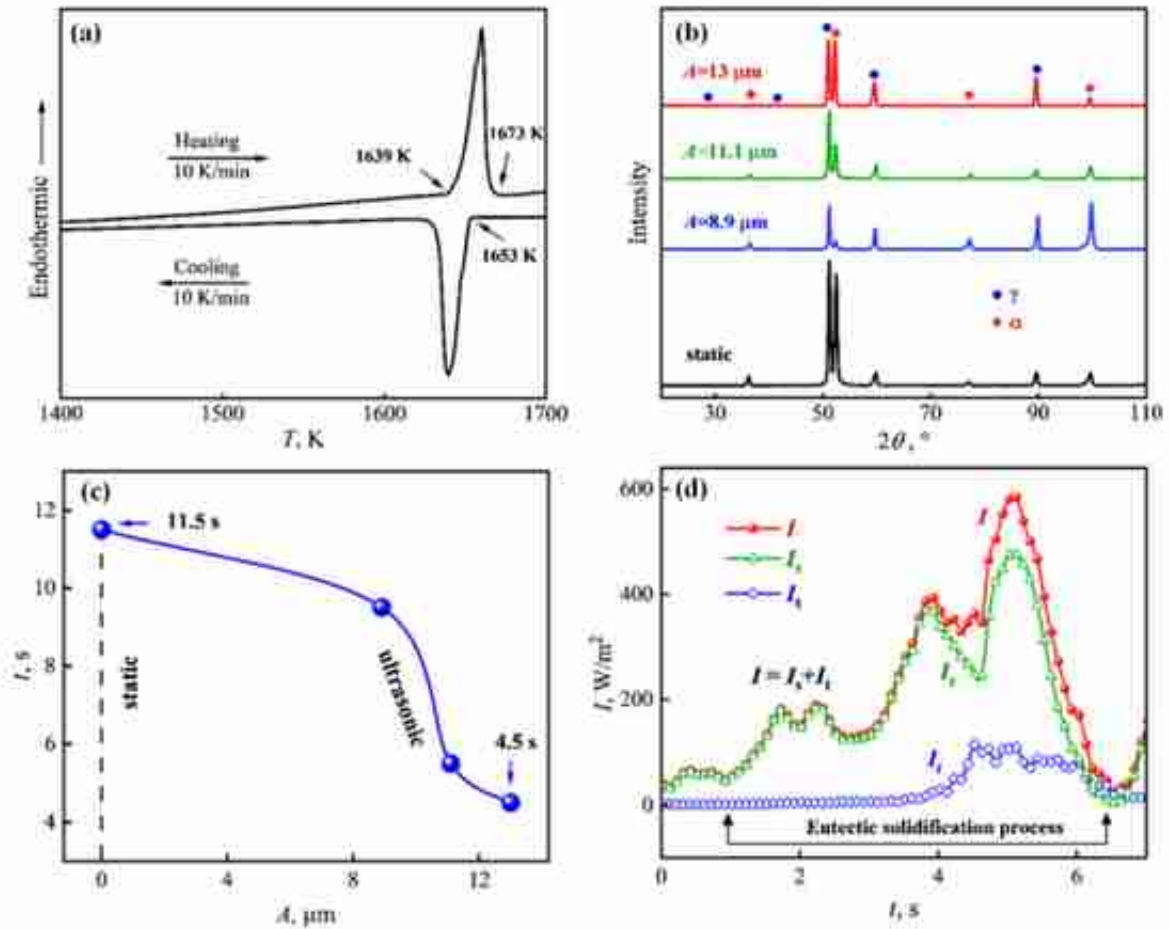


Fig. 1. Thermal analysis and phase constitution of high-entropy FeCoNi₂Al_{0.5} alloy: (a) The DSC curve; (b) XRD patterns; (c) The dynamic solidification time versus ultrasound amplitude; (d) Sound intensity variation during ultrasonic solidification with 13 μm amplitude.

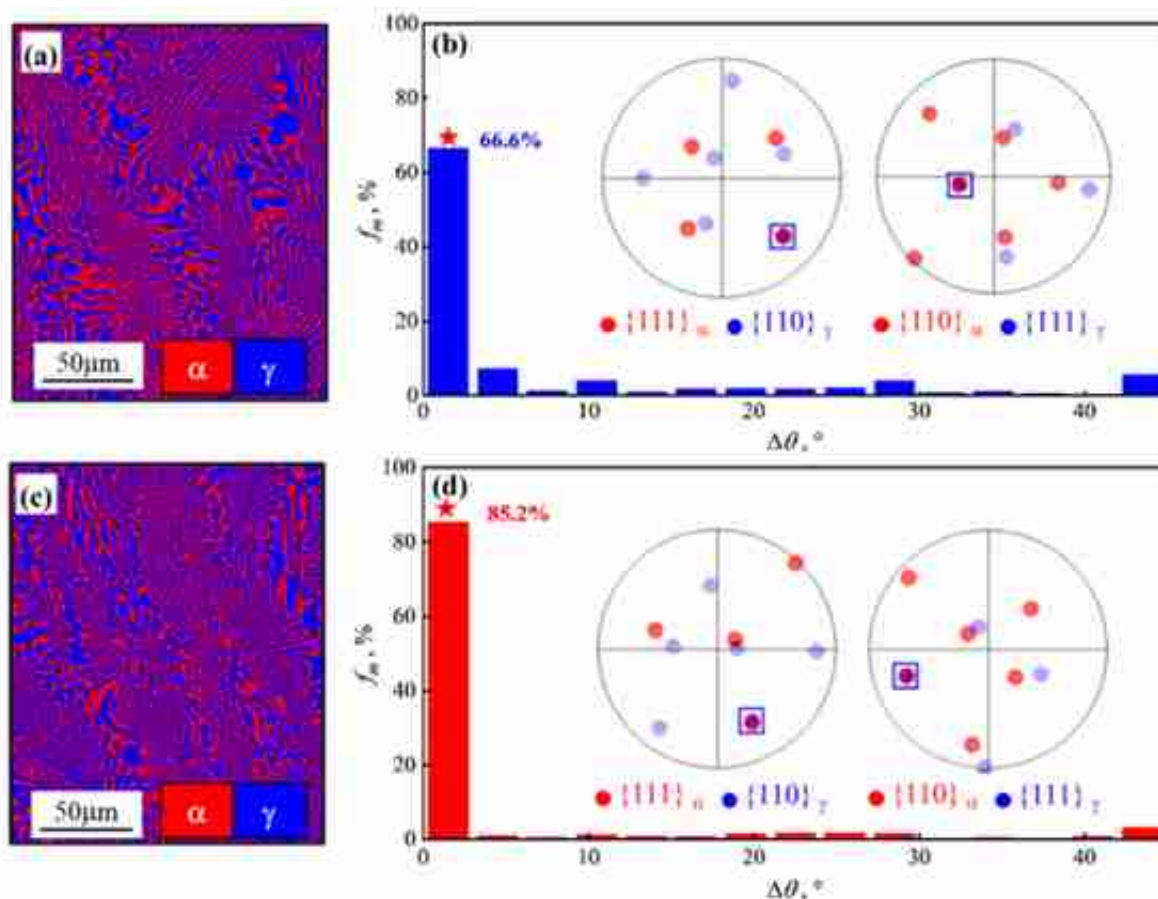


Fig. 3. Crystallographic orientation of high-entropy FeCoNi₂Al_{0.5} alloy solidified under different conditions: (a) EBSD phase mapping for static solidification; (b) Pole figures and the misorientation distribution of eutectic interfaces in statically solidified alloy; (c) EBSD phase mapping for dynamic solidification within 13 μm amplitude ultrasonic field; (d) Pole figures and the misorientation distribution of eutectic interfaces after ultrasonically solidified with 13 μm amplitude.

稳态空化和声流是影响共晶组织演化的主要因素，同时提高了合金的屈服强度、抗拉强度和伸长率，其最大值分别提高了23%、21%和19%。结果表明，超声凝固是改善共晶组织高熵合金力学性能的有效途径。

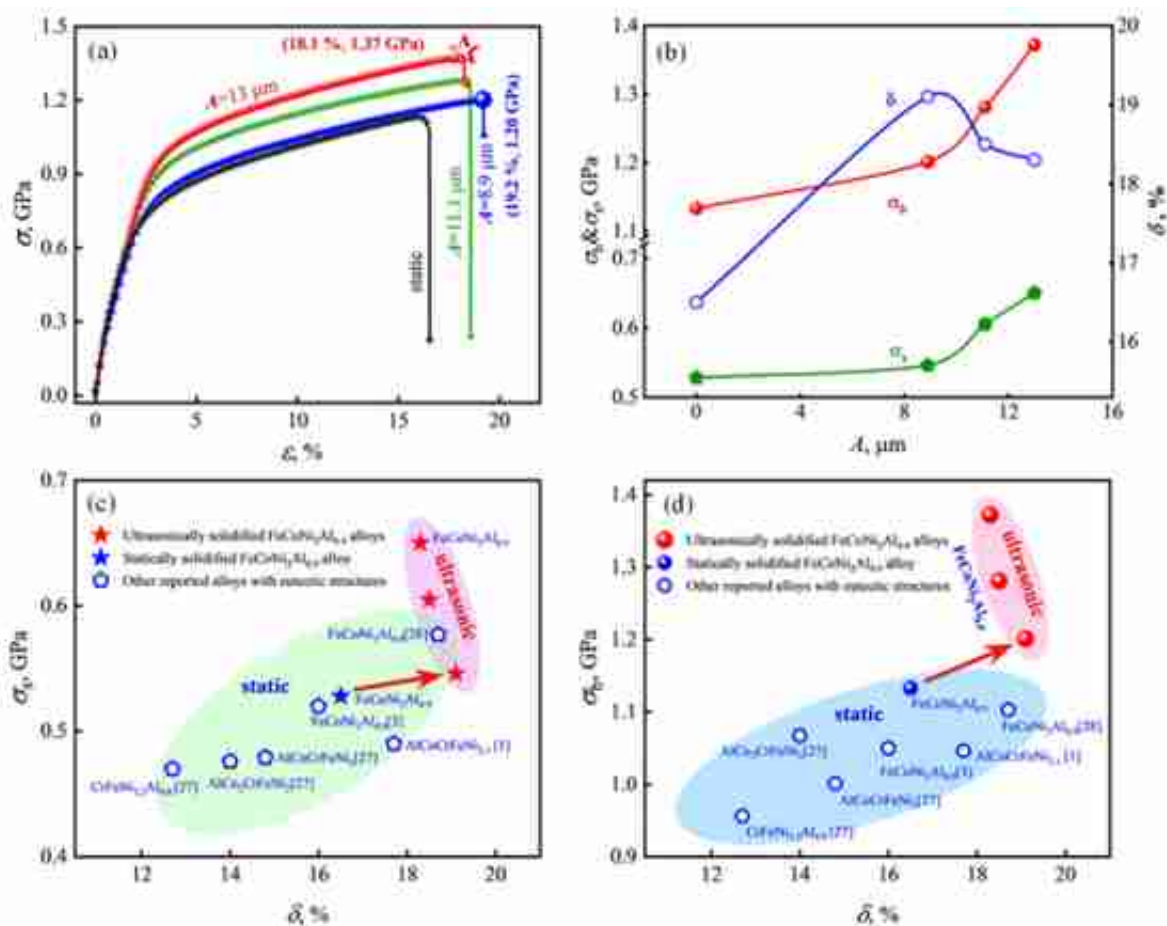


Fig. 5. Mechanical properties of high-entropy FeCoNi₂Al_{0.9} alloy solidified under static and ultrasonic conditions: (a) True stress-strain curves; (b) The yield strength, ultimate strength and elongation variation with ultrasound amplitude; (c) The yield strength - total elongation map of cast high-entropy alloys with eutectic structures in this work and in literatures; (d) The comparison of ultimate tensile strength between this and other static high-entropy alloys with eutectic structures.

免责声明：本文原创自期刊正式发表论文，仅供学术交流，数据和图片来源于所属出版物，如有侵权请联系删除。