

宁波材料所非晶合金本征韧脆性机理研究获进展

文章来源：宁波材料技术与工程研究所

发布时间：2014-08-04

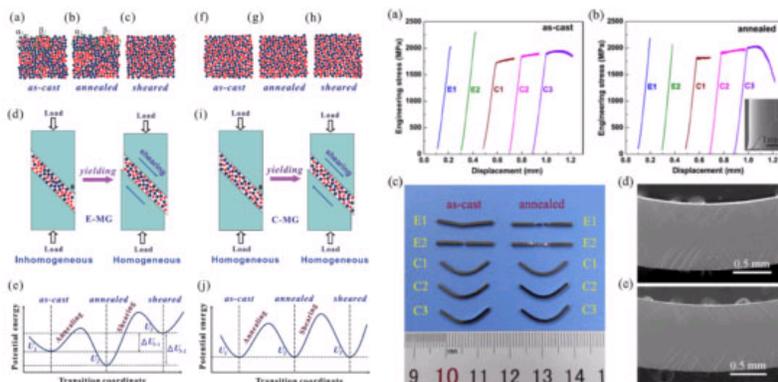
【字号：小 中 大】

块体非晶合金因其独特的原子排列特征而具有许多优异的力学性能，如高的强度、硬度、以及弹性极限等，成为近年来材料领域的研究热点之一。但由于非晶合金在变形过程存在的室温脆性与应变软化等问题，极大地制约了其作为结构材料的广泛应用。因此，深入理解非晶合金本征韧脆性的根源，并以此为基础开发兼具有高强高韧性能的块体非晶合金就具有重要的意义。针对这一关键问题，目前人们主要还是通过材料的泊松比等物理量来对非晶合金的本征韧脆性进行描述。即泊松比值大于0.31-0.32这一临界值的CuZr基、Pd基、Pt基等非晶合金表现为相对韧性，而低于这一临界值的Mg基、Fe基等非晶合金表现为明显的脆性。但是，随着研究的不断深入，这一经验规律的普适性越来越受到挑战，如Au基非晶合金的泊松比高达0.40，但却表现为明显的脆性。

最近，中国科学院磁性材料与器件重点实验室（宁波材料技术与工程研究所）非晶软磁研究团队发现，非晶合金的本征韧脆性与其“血型”密切相关。由于快速凝固过程中，不同非晶形成合金过冷熔体发生元素“旋节分解（spinodal decomposition）”的热力学驱动力不同，将会导致铸态非晶合金元素分布状态的截然不同。由此，研究人员提出了一个全新的非晶合金分类方法，首次将不同的非晶合金划分为成分位于相图中共晶点附近的“E-型非晶”与成分位于相图中金属间化合物成分附近的“C-型非晶”两个基本类型，以及它们的混合类型“H-型非晶”。进一步研究发现，非晶合金的本征韧脆性与其元素分布状态的均匀与否存在着密切的对应关系。即元素分布均匀的“C-型非晶”具有很高的塑性变形能力，而元素分布不均匀的“E-型非晶”却表现为明显的脆性。虽然进一步的退火弛豫会导致“E-型非晶”与“C-型非晶”屈服强度、硬度以及密度的增加，但这两类非晶合金塑性的影响却截然不同，呈现“脆者（E-型非晶）更脆，韧者（C-型非晶）恒韧”的奇异现象。通过对上述实验结果的分析，结合非晶变形过程中剪切带内元素分布状态的动态演化过程及对应的能量变化，研究人员提出了一个全新的非晶合金剪切变形的动态模型，很好地解释了这一现象。该工作非晶合金新的分类方法以及新的剪切变形模型的提出，为人们进一步深入理解非晶合金的本征韧脆性提供了一个全新的视角，不仅很好地重新诠释了CuZr基、Pd基、Pt基等非晶合金的韧性以及Mg基、Fe基等非晶合金的脆性问题，也清晰地阐明了高泊松比Au基非晶合金的脆性根源。另外，退火前后“韧者恒韧”的“C-型非晶”的发现也为人们进一步通过相图信息寻找更多的高塑性块体非晶合金指明了方向，具有重要的理论意义与实际指导意义。

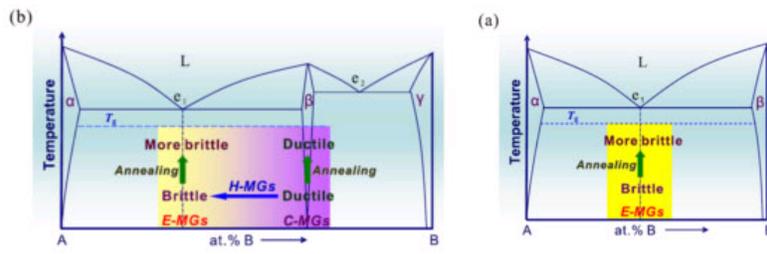
相关结果发表在Nature 旗下的Scientific Reports (Scientific Reports 4, 5733 (2014))上。该研究工作获得国家自然科学基金面上基金、浙江省自然科学基金、宁波市自然科学基金等项目的支持。

文章链接



不同非晶合金退火前后的“脆者（E-型非晶）更脆，韧者（C-型非晶）恒韧”现象（左图），及其对应的剪切

变形模型与解释（右图）。



通过相图信息对非晶合金本征脆性成分依赖性的新理解

打印本页

关闭本页