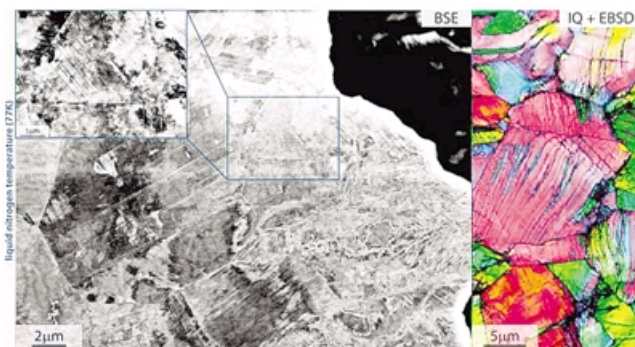


“高熵合金” 越是低温越坚韧

文章来源：科技日报 常丽君

发布时间：2014-09-06

【字号：小 中 大】



在77K温度下，背散射电子成像显示，断裂错位作用形成的晶格结构导致了变形，由此引起纳米结对现象。

一种名为“高熵合金”的新概念合金设计，已经带来了一类多元素材料。最近，美国能源部劳伦斯·伯克利国家实验室与橡树岭国家实验室（ORNL）合作开发出一种叫做铬锰铁钴镍（CrMnFeCoNi）的高熵合金，经检测它不仅是有记录的最硬材料之一，而且在低温下强度、延展性反而提高。相关论文发表在最近出版的《科学》杂志上。

虽然高熵合金出现已有十多年，但直到最近它们的品质才可用于科学研究。据物理学家组织网9月5日（北京时间）报道，橡树岭国家实验室伊索·乔治研究小组把高纯元素初始材料用电弧熔融，结合压铸工艺造出了高质量的铬锰铁钴镍合金，样本为层状结构，厚约10毫米。他们检验了样本的延展性和微观结构后，把样本送到伯克利实验室材料科学分部材料科学家罗伯特·里奇那里进一步检测。

“我们对铬锰铁钴镍合金进行了检测，它含有5种主元素而不是一种。”里奇说，“虽然各元素单独的晶体结构不同，但合金晶体只有一种相态。具有卓越的抗损伤能力，抗伸展强度超过10亿帕，断裂韧度值打破记录，超过目前所有其他金属合金。”

他们从室温降到77K（约-196.15℃，液氮的温度）温度，检测了铬锰铁钴镍合金的伸展强度和断裂韧度值，属于现有材料记录中最高值范围，而且在低温下，这些值还会增加。绝大多数合金在低温下都会失去延展性，变得更脆而易碎。

传统合金制造方法的一个不变特征是，一种元素作主成分，其余为少量添加，其机械性能通常依靠出现第二种相态。“高熵合金从根本上违反了传统方法，它的性质并非来自合金中的每种成分或第二种相态。”里奇说，“高熵这一概念意味着，随着合金成分元素的增加，其位形熵也增加，也就抵消了它们形成化合物，变成单相态材料（如纯金属）的趋势。”

里奇和乔治认为，铬锰铁钴镍合金能在低温下表现出非凡的强度、延展性和硬度，关键在于一种“纳米结对”效应，也就是在变形过程中，相邻晶格区的原子排列彼此形成镜像结构。里奇说：“这表明它除了具有大部分金属在环境温度下具有的平滑错位机制，还有一种塑性机制。在低温下，材料经受了塑性变形产生了纳米结对，结果就是连续的机械硬化，以此来遏制早期破坏造成的局部变形。”

里奇还指出，铬锰铁钴镍合金及其他高熵合金的机械性质尚未达到最优化，它们可能还有更好的性质。“由于高熵合金是单一相态，我们推测它们用在低温下可能非常理想，比如存储液化天然气、氢气和氧气。”

