兰州化物所在空蚀力热耦合损坏机制研究方面取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/22392.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

兰州化物所在空蚀力热耦合损坏机制研究方面取得进展。

空泡溃灭释放的高速高压微射流、冲击波和高温等多重物理作用对材料壁面造成的空蚀问题已成为船舰推进器、航空发动机燃油泵以及水轮机组等过流部件的“癌症”，给相关装备安全运行带来重大隐患，因其破坏机制极为复杂，目前仍缺少有效解决方案。其中，空泡溃灭释放的高温对材料表面有无明显作用至今存在争议，严重影响了空蚀机制的准确揭示及抗空蚀材料的研制。

近日，中国科学院兰州化学物理研究所先进润滑与防护材料研究发展中心研究员周惠娣团队针对镍铝青铜(NAB)在海水腐蚀环境下的空蚀损坏程度较其在淡水中轻的异常现象，剖析了其中机理。

研究人员发现在淡水中空蚀后的NAB表面存在大量熔蚀坑，且生成了以氧化铜(CuO)和氧化亚铜(Cu2O)为主的氧化物颗粒，证实了空化热对材料表面有明显加热作用且能造成其熔化和氧化的事实。然而，在海水中，空化热与腐蚀因子耦合却诱使NAB表面快速形成一层致密均匀的氧化膜，该膜可有效阻隔空化热的熔化、介质的选择性腐蚀及载荷的冲击破坏，最终使其空蚀程度反而变轻。相关研究工作以Why does seawater corrosion significantly inhibit the cavitation erosion damage of nickel-aluminum bronze?为题发表在Corrosion Science上。

除熔化和氧化外，研究人员还在高熵合金涂层表面首次观察到了晶粒在空蚀过程中发生明显热力学生长的现象，进一步证实了空泡溃灭产生的高温作用到此类材料表面的温度至少在其再结晶温度(0.68Tm，Tm为熔点)以上。基于此，该团队提出了一种新的抗空蚀材料的设计理念，即根据热力学和拓扑学计算结果研制出一种成分为Al10Cr28Co28Ni34的单一FCC相高熵合金涂层，赋予其较高的加工硬化能力(0.80)，使其表层结构在载荷冲击下能够产生晶粒细化、位错塞积和形变孪晶等力学响应行为。而在空化热的作用下，这些结构又可以发生晶粒生长和结构弛豫等热力学和动力学响应行为，在实现组织结构可逆回复的同时，促使两种能量在一定程度上相互抵消，以致该涂层的空蚀损失速率仅为经典高强AlCrCoFeNi双相高熵合金涂层的一半，展现出了较优异的耐空蚀能力。相关研究工作以Design of High-Entropy Alloy Coating for Cavitation Erosion Resistance by Different Energy-Induced Dynamic Cyclic Behaviors为题发表在ACS Applied Materials Interfaces上。

上述工作得到了国家自然科学基金面上项目、中科院青年创新促进会人才项目、甘肃省陇原青年创新创业人才项目和中科院材料磨损与防护重点实验室青年基金等的支持。

论文链接： 1、2

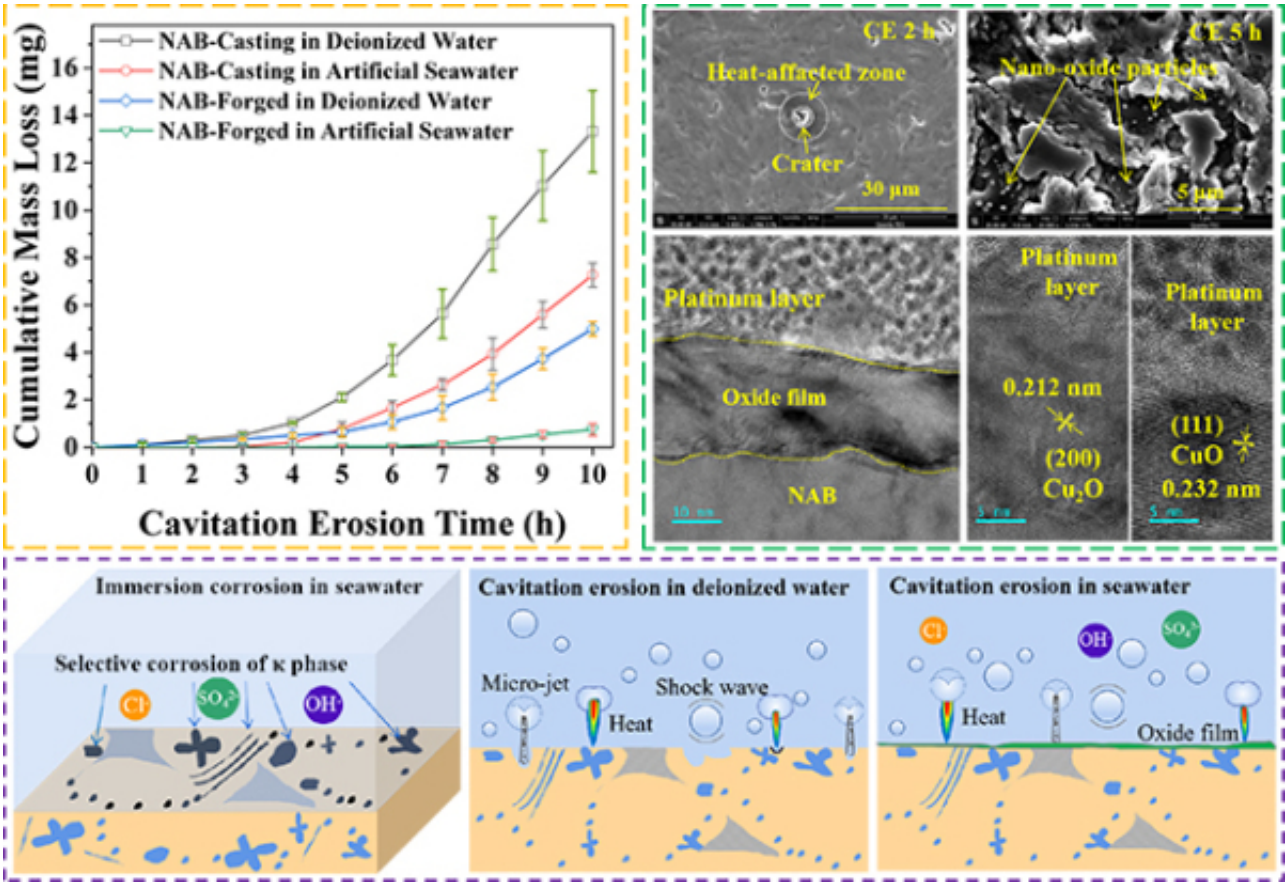


图1 NAB在不同介质中的空蚀性能及机理

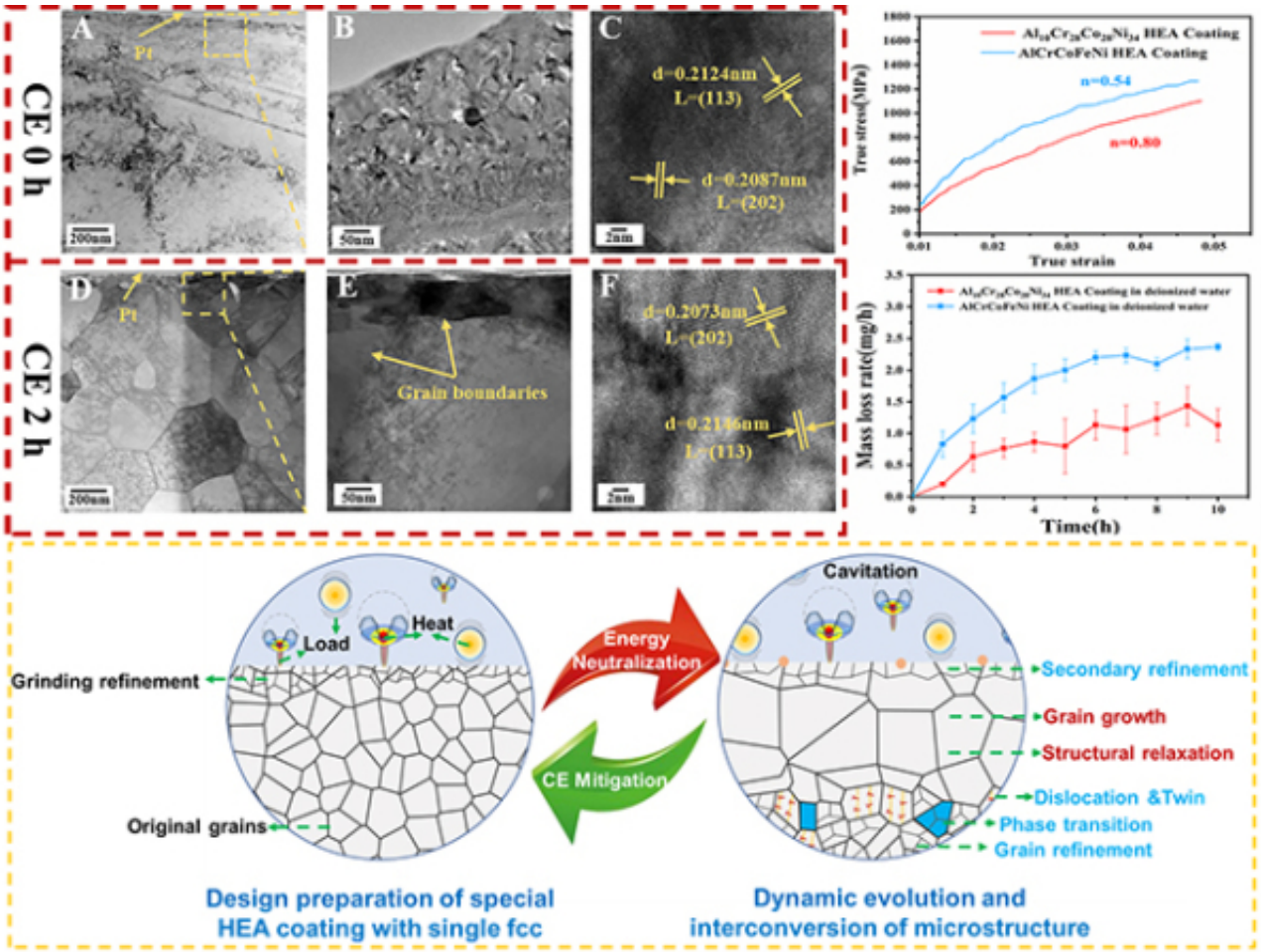


图2 Al10Cr28Co28Ni34涂层的空蚀性能和力/热耦合空蚀机理

研究团队单位：兰州化学物理研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发