深海环境钛钝化膜压力响应机制研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/39276.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！

深海环境钛钝化膜压力响应机制研究取得进展
。深海极端服役环境对装备结构材料耐蚀性要求颇高。钛及钛合金凭借优异的耐蚀性，成为深海探测、油气开发等装备的关键结构材料。现有研究聚焦钛表面钝化膜结构损伤引发的宏观性能退化，但对静水压力环境下钝化膜从原子尺度到宏观尺度的演化规律缺乏认识，微观机制与宏观规律之间的关联尚未建立，制约深海钛合金精准设计与防护优化。

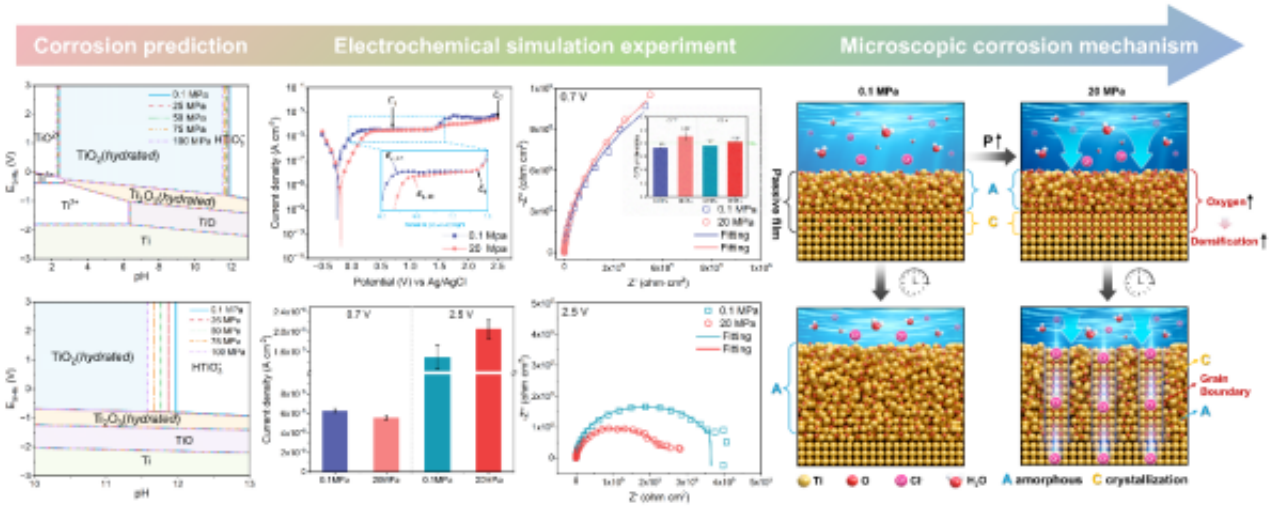
近日，中国科学院宁波材料技术与工程研究所团队，采用相图热力学计算预测、电化学测试与原子级高分辨表征相结合的研究思路，探究了深海静水压力作用下钛钝化膜的生长、演变与失效行为。团队通过构建不同静水压力下钛—水体系的电化学平衡相图，从热力学层面预判钝化膜稳定区间会随压力升高逐步缩小。团队采用电化学实验验证该预测结果并依托原子级高分辨显微表征，揭示静水压力与钛钝化膜结构及性能演化的内在关联。

研究阐明了静水压力对钛钝化膜演化的双重调控效应。在钝化初期，高压环境会促进氧元素向钝化膜内部扩散，加速膜层生长并提升钝化膜稳定性，增强钝化膜的初期防护能力；在长期高压服役或膜层破损修复阶段，高压会诱导原本非晶态的钝化膜发生局部晶化，形成亚稳TiO晶相，产生的晶界形成离子渗透通道，削弱钝化膜的自修复能力，导致膜层阻隔性能降低。该研究厘清了钝化膜“非晶—晶态”结构转变与耐蚀性能衰减的核心机制，明确了钝化膜中氧含量、晶相结构是调控深海钛材耐蚀性的关键因素。

研究揭示了深海极端压力下钛钝化膜的失效本质，为深海钛合金的成分优化、表面防护策略设计提供了理论支撑，有助于准确评估深海装备材料在极端环境下的服役稳定性与使用寿命，推动深海开发用关键材料的技术升级。

相关研究成果发表在*Journal of Materials Science Technology*上。研究工作得到国家自然科学基金和中国科学院战略性先导科技专项等的支持。

论文链接



研究揭示静水压力作用下钛表面钝化膜结构性能演化双重机制

研究团队单位：宁波材料技术与工程研究所

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