宁波材料所在低成本铁基非晶合金涂层研究中取得进展

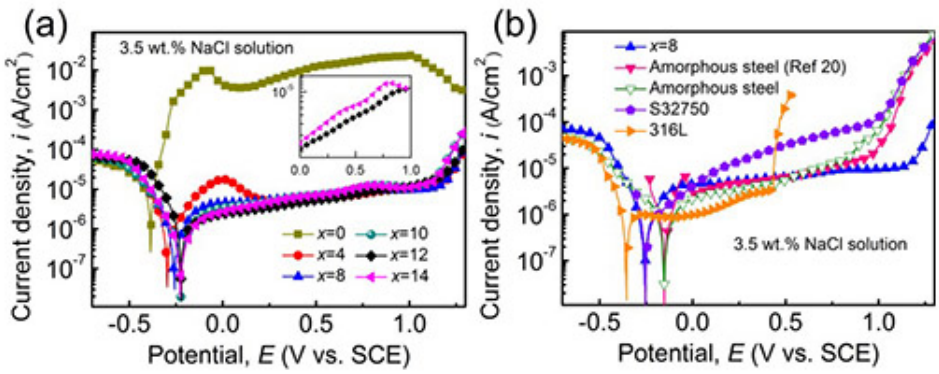
在能源、化工、国防和船舶等领域中，部分设备部件长期满负荷地在高温、腐蚀和机械磨损的恶劣环境下运行，致使这些设备部件极易遭受损坏。由此引起的各类事故触目惊心，已经严重影响社会经济的发展。如何提高这些设备的可靠性和使用寿命，已成为上述行业提高经济效益及增强核心竞争力亟需解决的关键问题。在设备基体表面喷涂金属涂层是解决上述问题的方法之一。

与不锈钢和陶瓷相比，非晶合金没有晶粒、晶界、位错等缺陷的存在，因而表现出许多优异的物理化学性能。其中，铁基非晶合金不仅价格低廉，而且耐磨损和抗腐蚀性能优越。近年来，利用超音速火焰喷涂技术制备耐磨防腐铁基非晶/纳米晶涂层成为研究的热点。国际上有20余家科研机构开发了大量的适于制备铁基非晶合金涂层的成分。其中，SAM系列合金的中子吸收能力是不锈钢和Ni基高温合金（C22）的7倍，是硼钢的3倍以上，且耐腐蚀性能远优于高温Ni基合金。此外，还兼具较低的摩擦系数和热膨胀系数、优异的抗冲击韧性及耐磨损性，适于650 °C以下宽温区范围内的腐蚀磨损防护。然而，目前我国仍十分缺乏具有自主知识产权的热喷涂铁基非晶合金成分，同时国内申请的相关成分专利不仅在性能上逊色于SAM合金，且大多数合金成分还属于国外专利范围之内。

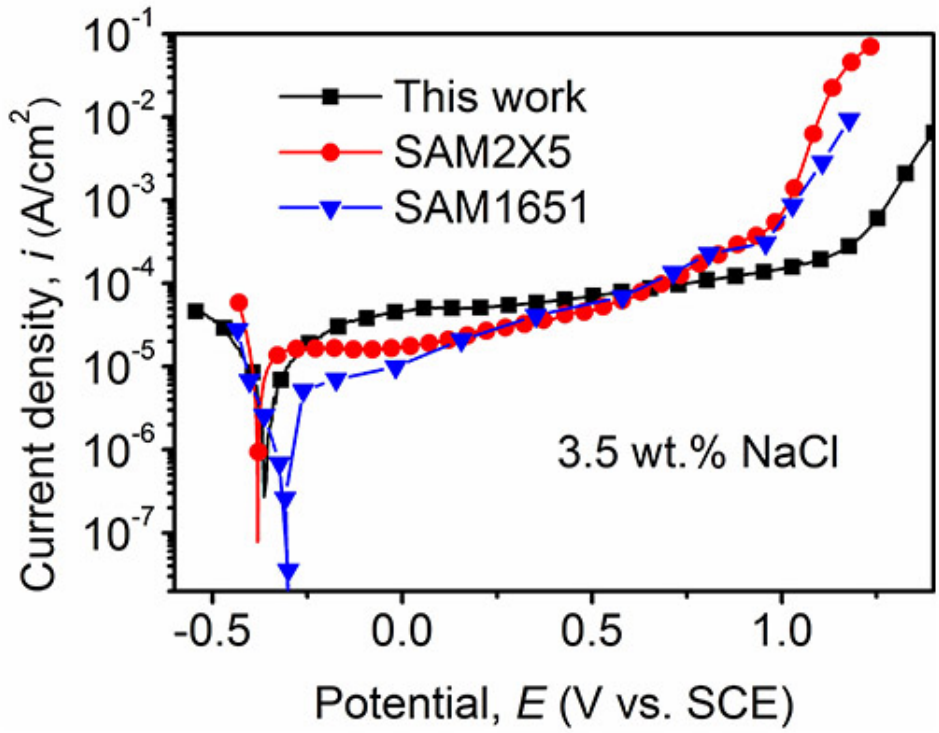
中国科学院宁波材料技术与工程研究所非晶软磁团队一直致力于非晶合金新材料的开发与应用研究。近日，研究团队在铁基非晶成分设计及其涂层性能研究方面取得进展。通过利用Ni和P取代SAM合金中昂贵的稀土、W和Mo，以及调控Cr和Mo的比例，获得一系列非晶形成能力大于2 mm的新型铁基块体非晶合金。利用自主搭建的气雾化设备制备了高质量的球形非晶粉末，成粉率（>100目）达80%以上。研究发现，该合金体系在少量Cr（8 at.%）和Mo（3.5 at.%）添加时就能实现优异的耐腐蚀性能，不仅优于常用的316L和S32750不锈钢，还与高Cr（15 at.%）和Mo（14 at.%）含量的非晶钢（SAM1651）相当，且钝化膜更稳定（Mater. Des., 95 (2016) 225-230）。通过简单的工艺优化，便能获得厚度为300微米以上的低氧含量、低孔隙率、高非晶含量的涂层。其在模拟海水中的耐腐蚀性能和室温下的干摩擦磨损性能可与SAM1651和SAM2X5等SAM系非晶涂层相媲美，但原材料成本可降低50%以上（Surf. Eng., 2016, DOI: 10.1080/02670844.2016.1176718；Mater. Sci. Technol., 2016, DOI: 10.1080/02670836.2016.1160195）。相关成果已申请国家发明专利2项。

低廉的原材料成本、优异的耐磨和耐腐蚀性能、出众的热稳定性等特性使其有望在例如湿热盐雾、氨气或各种酸、海水、污水等腐蚀介质环境中获得应用。此外，研究团队目前正致力于开发海洋环境下使用的超低磁和软磁非晶合金及其涂层，相关工作正在顺利开展中。

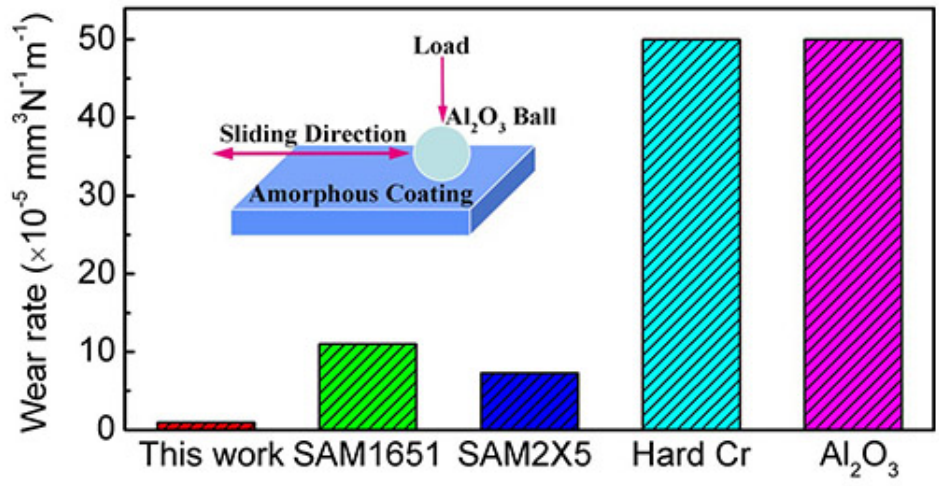
上述工作得到了国家自然科学基金（51501210、51571207）和宁波市自然科学基金（2015A610002）的支持。



不同Cr含量非晶合金和SAM1651、S32750、316L在模拟海水中的电化学曲线



非晶涂层的电化学性能比较



非晶涂层与SAM系列涂层、硬铬、三氧化二铝的耐磨性能比较

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/99231.html