**项目名称：**能源系统关键材料腐蚀与防护

**完成人（限11人）：** 朱明 张慧慧 刘二勇 王志华 袁军涛

王明静 杨庆浩 曾松

**完成单位（所有单位）：**西安科技大学

 中国石油天然气集团公司管材研究所

**项目简介：**本项目以国家自然科学基金、陕西省科技项目和企业委托项目为支撑，以太阳能热发电、固体燃料电池、核熔盐反应堆和石油采输管道等能源系统关键材料的腐蚀机理与防护为背景开展研究工作。研究内容主要包括：（1）采用高温电化学方法系统研究了625合金、316不锈钢等材料熔融硝酸盐、碳酸盐、氯化物盐和氟化物熔盐中的腐蚀机理，在此基础上提出了减缓合金材料在高温熔盐中腐蚀速率的方法；（2）采用复合电镀的方法制备了具有自主知识产权的用于固体燃料电池连接体高温腐蚀防护的铜锰、钴锰涂层体系，系统研究了工艺参数对涂层组织和性能的影响，并评估了两类涂层在模拟固体燃料电池工作环境下的服役性能；（3）搭建了一种用于评价热电厂管道材料水蒸气腐蚀的装置，比较了H3RC合金在空气和纯水蒸气中的腐蚀行为，提出了该合金表面保护性氧化膜在水蒸气环境中失效机制新观点。

 项目共在国内外期刊发表论文30余篇，授权国家发明专利4项。研究成果得到国内外同行广泛认可和引用。

 **主要知识产权目录：**

1. **文章（限15篇）（文章的第一作者、通讯作者必须为奖励申报完成人，否则须出具知情同意书）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 文章题目 | 期刊名称 | 作者（所有人） | 发表时间 | 完成单位（所有） |
| Electrochemical study on the corrosion behaviors of 316 SS in HITEC molten salt at different temperatures | Solar Energy Materials and Solar Cells | 朱明、曾松、张慧慧李俊谊、曹卜元 | 2018年 | 西安科技大学 |
| Comparison of corrosion behavior of Ti3SiC2 and Ti3AlC2 in NaCl solutions with Ti | Ceramics International | 朱明、王瑞、 陈诚、张海斌、 张国军 | 2017年 | 西安科技大学中国工程物理研究院东华大学 |
| Effects of cations on corrosion of Inconel 625 in molten chloride salts | High temperature Materials and Processes | 朱明、马宏芳、王明静、王志华、 Adel Shairf | 2014年 | 西安科技大学加州州立大学洛杉矶分校 |
| Effects of Effects of Chlorate on the Hot Corrosion Behaviors of Cr0.82Al0.18N Coating Deposited on a Ti3Al Based Alloy | Rare Metal Materials and Engineering | 朱明、马宏芳、王志华 | 2014 | 西安科技大学 |
| 316不锈钢在添加微量稀土元素硝酸熔盐中腐蚀行为研究 | 中国腐蚀与防护学报 | 朱明，周嘏玥，张慧慧 | 2017 | 西安科技大学 |
| 工艺参数对铜锰合金镀层组织和成分的影响 | 表面技术 | 张路路，朱明，张慧慧 | 2017 | 西安科技大学 |
| Effect of strain-induced martensite on thetribocorrosion of AISI 316L austenitic stainless steelin seawater | RSC Advances | 刘二勇，张颖欣，朱禄发，曾志翔，高瑞鹏 | 2017年 | 西安科技大学中科院宁波所西安理工大学 |
| 海水环境中金属材料腐蚀磨损及耐磨防腐一体化技术的研究进展 | 表面技术 | 刘二勇 曾志翔 赵文杰 | 2017 | 西安科技大学中科院宁波所 |
| An electrochemical investigation of the EDTA influence on the cobalt-manganese electrodeposition in aqueous chloride electrolytes | International Journal of Electrochemical Science | 张慧慧、袁军涛、朱明 | 2017 | 西安科技大学中国石油天然气集团公司管材研究所 |
| Preparation and characterization of TiN-SBR coating on metallic bipolar plates for polymer electrolyte membrane fuel cell | Journal of New Materials for Electrochemical systems | 张慧慧、袁军涛、朱明 | 2017 | 西安科技大学中国石油天然气集团公司管材研究所 |
| Inconel 625 合金在熔融碳酸盐中的腐蚀行为 | 稀有金属材料与工程 | 王志华、朱明、王明静 | 2016 | 西安科技大学 |
| Effects of Y3+ on properties of electroless NiYP coatings | Surface Engineering | 王志华、张路路 | 2016 | 西安科技大学 |
| Investigation into the failure mechanism of chromia scale thermally grown on an austenitic stainless steel in pure steam | Corrosion Science | 袁军涛，王文，张慧慧，朱丽娟，朱胜龙，王福会 | 2016 | 中国石油天然气集团公司管材研究所中国科学院金属研究所西安科技大学 |
| Insights into the corrosion perforation of UNS S32205 duplex stainless steel weld in gas transportation pipelines | Materials and Corrosion | 袁军涛，张慧慧，付安庆，尹长先等 | 2016 | 中国石油天然气集团公司管材研究所西安科技大学 |
| Study of the preparation and property of oxygen reduction electrode based on polyaniline or polypyrrole | Applied Mechanics and Materials | 杨庆浩，黄天柱 | 2013 | 西安科技大学 |

1. **专利&软著**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 专利（软著）名称 | 完成人 | 权人 | 专利（软著）号 |
| 一种用于制备铜锰尖晶石涂层的铜锰合金镀液及其应用 | 朱明，张慧慧，张路路 | 西安科技大学 | ZL2016 1 064326.3 |
| 一种导电耐蚀钴锰尖晶石涂层的制备方法 | 张慧慧，朱明，王志华 | 西安科技大学 | Zl2015 1 0713051.3 |
| 一种降低太阳能发电储热熔盐腐蚀性能的方法 | 王志华，朱明，王明静 | 西安科技大学 | ZL2014 1 0036504.9 |
| 一种钴锰合金电镀液及其应用 | 张慧慧 | 西安科技大学 | ZL201610669764.9 |

1. **专著等**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 作者 | 出版社 | 出版时间 |
|  |  |  |  |