

# 中国腐蚀与防护学会科学技术奖申报书

(适用于自然科学类)

## 一、项目基本情况

申报等级： 一等

第一完成单位（公章）： 东北大学

评审编号：

项目名称	中文	SOFC 不锈钢连接体表面沉积合金涂层的高温氧化行为及机理		
	英文	High temperature oxidation behavior and mechanism of SOFC interconnect steel with deposited alloy coatings		
主要完成人	耿树江, 赵清清, 赵茂森, 潘玥, 陈刚, 刘丹阳, 朱会敏			
主要完成单位	东北大学			
项目联系人	耿树江	联系电话	15998247610	
第一完成单位 所属行业	高等院校	项目名称可否公布	可 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
密级及保密期限	无	成果登记号	2023-015	
是否国际合作	否	国际合作机构		
主题词	固体氧化物燃料电池不锈钢连接体, 表面涂层, 高温氧化机理。			
学科分类名称	1	材料表面与界面	代码	430.15
	2	材料失效与保护	代码	430.2
	3		代码	
任务来源	具体计划、基金的名称和编号			结题时间
国家自然科学基金委	固体氧化物燃料电池低连接体合金表面改性及性能研究 50971040			2012-12-31
国家自然科学基金委	纳米 Mn-Cu 及其与 CrN 复合涂层的制备和高温性能研究 51371048			2017-12-31
国家自然科学基金委	SOFC 不锈钢连接体用新型 NiO/NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 复合涂层的制备及性能研究 51871052			2022-12-31
科技部	新型叠层复合结构功能涂层 2017YFB0306104			2020-12-31
项目起始时间	2010 年 1 月	项目完成时间	2022 年 12 月	

中国腐蚀与防护学会科学技术奖励办公室制

2023 年 1 月

## 二、项目简介

固体氧化物燃料电池（Solid Oxide Fuel Cell, SOFC）被誉为 21 世纪的绿色能源。然而，其电堆中的关键材料仍是制约其商业化发展的瓶颈。平板型 SOFC 电堆中不锈钢连接体在阴极侧的氧化气氛下，表面形成的  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  膜易转化为高价 Cr(VI) 的挥发物，导致阴极发生 Cr 中毒。因此，如何抑制 Cr 挥发是 SOFC 领域急需解决的关键科学和技术问题。基于此，本研究在国家自然科学基金和国家重点研发计划项目的资助下，开展了低 Cr Fe-Co-Ni 基不锈钢表面改性及 SUS 430 不锈钢表面不同合金涂层体系的制备和评价工作，研究了涂覆不锈钢在 SOFC 阴极环境下的高温氧化行为和机理，获得了如下主要创新性成果：

(1) 低 Cr Fe-Co-Ni 基不锈钢表面溅射表面改性后，表面生成双层氧化物结构，即外层主要为无 Cr 导电的氧化物，内层为  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 。

(2) 发现利用磁控溅射方法沉积的合金涂层在热暴露过程中，溅射涂层的柱状晶结构有利于 430 不锈钢/涂层界面快速形成  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  膜膜，有效抑制了不锈钢与涂层之间的元素互扩散。

(3) 利用电镀和溅射方法在 430 不锈钢表面沉积合金涂层，揭示了不同合金涂层涂覆不锈钢的高温氧化机制，合金涂层热转化的尖晶石涂层（如： $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ）能有效抑制 Cr 元素的外迁移，同时明显提升了表面膜的电性能。

研究成果被国际同行广泛认可，在本领域起到引领性作用。已在 Sci 期刊发表论文 33 篇，其中，Journal of Power Sources 发表 4 篇，Corrosion science 4 篇，Journal of Alloys and Compounds 5 篇，International Journal of Hydrogen Energy 9 篇。被 Sci 论文他引近 300 次。

综上，揭示不锈钢连接体用合金涂层热转化和演化机制是指导设计涂层有效抑制 Cr 外迁移的核心科学问题，通过研究涂覆合金涂层不锈钢的氧化机理，对提高不锈钢连接体涂层综合性能具有重要的科学意义。

注：本简介是向社会公开、接受社会监督的主要内容

（不超过 800 个汉字）

## 十、主要完成人情况表

完成人排序	姓名	工作单位
1	耿树江	东北大学
2	赵清清	东北大学
3	赵茂森	东北大学
4	潘 玥	东北大学
5	陈 刚	东北大学
6	刘丹阳	东北大学
7	朱会敏	东北大学

注：获奖人员数量将按照最终获奖等级的人员限额确定

## 十一、主要完成单位情况表

单位名称	东北大学				
完成单位排序	1	单位性质	A 研究院所    B <input checked="" type="checkbox"/> 高等院校    C 社会团体 D 事业单位    E 国有企业    F 民营企业    G 其他		
统一社会信用代码	1210000046300354XU			法定代表人	冯夏庭
联系人	耿树江	办公电话	024-83684 943	传真号	024-239063 16
电子邮箱	gengsj@smm.neu.edu.cn			手机电话	1599824761 0
通讯地址	辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号			邮政编码	110819
对本项目实质性贡献 (限200字)	<p style="text-indent: 2em;">东北大学是国家“双一流”、“211工程”和“985工程”建设高校，学校提供了完善的材料科学研究科研仪器平台，对创新点所有内容做出重要贡献。深入研究了低Cr Fe-Co-Ni基不锈钢表面改性及涂覆合金层430不锈钢的高温氧化行为，揭示了它们的高温氧化机制和表面氧化膜的演化过程。</p>				
<p><b>声明：</b></p> <p>本单位同意主要完成单位排名顺序，遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反国家相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，本单位已按要求对申报材料进行了公示，公示期间无异议。</p> <p>本单位承诺，如有材料虚假、科研失信、违规违纪等行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，将负责核实查证并出具调查核实意见。</p> <p style="text-align: center;">单位公章</p> <p style="text-align: right;">年    月    日</p>					