

# • 中国腐蚀与防护学会科学技术奖申报书

## 一、项目基本情况

申报等级：  等獎    第一完成单位（公章）：东北大学    评审编号：

项目名称	中文	复杂环境下硫酸盐还原菌的腐蚀行为与机理		
	英文	Corrosion behaviors and mechanisms caused by sulfate-reducing bacteria in complex environments		
主要完成人	徐大可、刘宏伟、吴堂清、窦雯雯、李迎超、王军磊、王迪、孙成、刘宏芳、许进、闫茂成、张国安、程玉峰、顾停月			
主要完成单位	东北大学、中山大学、湘潭大学、山东大学、中国石油大学（北京）、军事科学院国防工程研究院工程防护研究所、中国科学院金属研究所、华中科技大学、加拿大卡尔加里大学，美国俄亥俄大学			
项目联系人	徐大可	联系电话	18624301199	
第一完成单位所属行业	高等教育	项目名称可否公布	可 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
密级及保密期限		成果登记号		
主题词	硫酸盐还原菌腐蚀；复杂苛刻腐蚀环境；细胞外电子传递	项目所属科学技术领域	材料科学与工程	
学科分类名称	1	工学	代码	
	2	材料科学与工程	代码	
	3		代码	
项目所属行业或专业技术领域	√A 石油天然气、B 化工、√C 能源、√D 海洋工程、E 交通、√H 腐蚀机理、I 电化学保护、J 缓蚀剂、√K 金属材料、L 非金属材料、M 涂料与涂装、N 检测、O 表面工程、X 其他			
国民经济行业	A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、√M、N、O、P、Q、R、S、T			
应用行业	A、B、C、√D、E、F、G、H、I、√J、K、L、M、N、O、P、Q、R、S、T、U、V、W、√X			
任务来源	A.√国家计划    B.部委计划    C.省、市、自治区计划 D.√基金资助    E.国际合作    F.其他单位委托    G.自选    H.非职务			
任务来源序号	计划/基金/项目编号	计划/基金/项目名称		
1	国家自然科学基金面上项目/51471176	土壤中硫酸盐还原菌对高强度管线钢应力腐蚀作用机理研究		
2	国家自然科学基金面上项目/51771213	交流杂散电流和微生物耦合作用下 X80 管线钢应力腐蚀机理研究		

3	国家自然科学基金面上项目 /51171067	磁场作用下硫酸盐还原菌腐蚀抑制及生物膜破坏机理研究	
4	国家自然科学基金青年基金 /51901253	深海集输管线剥离涂层下硫酸盐还原菌腐蚀机制	
5	国家自然科学基金青年基金 /51801232	基于生物能量学和共生关系的碳钢混合菌落微生物腐蚀研究	
6	国家自然科学基金青年基金 /51601164	动态载荷下高强管线钢硫酸盐还原菌腐蚀机理研究	
7	国家自然科学基金青年基金 /42006042	海水富营养化与 SRB 耦合作用下铜的腐蚀机理研究	
项目起始时间	2007 年 1 月	项目完成时间	2022 年 8 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

（项目主要科技内容、技术经济指标、促进行业科技进步作用及应用推广情况）

微生物腐蚀每年造成的经济损失约占总腐蚀的 20%左右，而其中由硫酸盐还原菌（SRB）导致的腐蚀约占总微生物腐蚀的一半以上，SRB 腐蚀更隐蔽、更快速、更突发，且更难以监测和控制，目前尚无一个明晰的 SRB 腐蚀机理，这给 SRB 腐蚀控制和靶向检测带来了困难。本项目在国家自然科学基金项目等基础研究项目资助下，开展了油气田、土壤和海洋等复杂环境中 SRB 腐蚀行为研究工作，聚焦于复杂环境中 SRB 腐蚀机理，为 SRB 腐蚀控制奠定了理论基础，主要取得如下创新点：

（1）从微尺度阐明了 SRB 作用条件下点蚀形成机理，揭示了硫酸盐还原代谢产生的胞外聚合物在金属材料腐蚀过程中发挥的关键作用，提出了 SRB 通过加速沉积物覆盖金属和裸金属之间的电偶效应进而加速金属材料局部腐蚀机理，为油气田环境中 SRB 腐蚀控制提供理论指导。

（2）发现了土层和腐蚀凹坑对 SRB 腐蚀的阻碍作用，构建了复杂土壤环境因素影响下管线钢 SRB 腐蚀机理，首次将力学-化学交互作用引入了金属材料微生物腐蚀研究中，开辟了微生物腐蚀开裂机理研究的新途径，建立了管线钢 SRB 腐蚀开裂的热力学模型。

（3）提出了海洋环境碳源、氮源和磷源调控 SRB 腐蚀机制，SRB 所致典型海洋材料铜和碳钢的腐蚀行为与有机碳源密切相关，SRB 导致铜腐蚀机理属于代谢物腐蚀，而碳钢腐蚀机理则属于胞外电子传递腐蚀。

（4）提出了基于“生物能量学”和“细胞外电子传递”的 SRB 腐蚀新机理，SRB 作为生物阴极通过细胞外电子传递参与腐蚀反应过程并从本质上改变了腐蚀发生机制这一全新理论，为耐微生物腐蚀材料的设计提供了新思路。

研究成果被国际同行广泛认同，在本领域起到引领性作用，国内外众多研究机构沿用本项目的理论和技术开展研究工作。在 SCI 期刊发表论文 42 篇，其中包括 2 篇 ESI 高被引论文，18 篇 Corrosion Science、2 篇 JMST、6 篇 Bioelectrochemistry 和 2 篇 Electrochimica Acta，被 SCI 论文他引 2266 次。研究成果多次被美、德、法、澳等 20 多个国家的科学家以及国内多位院士、长江学者、杰青、千人同行引用和高度评价。

注：本简介是向国内外公开宣传、接受社会监督的主要内容，按栏目内的提要简单、扼要地介绍，同时不泄露项目的核心技术

（不超过 800 个汉字）

## 六、主要完成人情况表

第_1_完成人	姓名	徐大可	工作单位	东北大学
第_2_完成人	姓名	刘宏伟	工作单位	中山大学
第_3_完成人	姓名	吴堂清	工作单位	湘潭大学
第_4_完成人	姓名	窦雯雯	工作单位	山东大学
第_5_完成人	姓名	李迎超	工作单位	中国石油大学（北京）
第_6_完成人	姓名	王军磊	工作单位	中国人民解放军军事科学院
第_7_完成人	姓名	王迪	工作单位	东北大学
第_8_完成人	姓名	孙成	工作单位	中国科学院金属研究所
第_9_完成人	姓名	刘宏芳	工作单位	华中科技大学
第_10_完成人	姓名	许进	工作单位	中国科学院金属研究所
第_11_完成人	姓名	闫茂成	工作单位	中国科学院金属研究所
第_12_完成人	姓名	张国安	工作单位	华中科技大学
第_13_完成人	姓名	程玉峰	工作单位	加拿大卡尔加里大学
第_14_完成人	姓名	顾停月	工作单位	美国俄亥俄大学

注：获奖人员数量将按照最终获奖等级的人员限额确定