

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：一等（自然） 第一完成单位（公章）：东北大学

评审编号：

项目名称	中文	海洋环境下金属材料微生物腐蚀行为及机理		
	英文	Microbiologically influenced corrosion behavior and mechanism of metal materials in marine environment		
主要完成人	徐大可、刘涛、钱鸿昌、周恩泽、李花兵、顾停月、赵阳、郭娜、刘丹、娄云天、黄焯、姜成英、张涛、张达威、王福会			
主要完成单位	东北大学、上海海事大学、北京科技大学			
第一完成单位所属行业	东北大学	项目名称可否公布	可 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
密级及保密期限		学科（专业）	材料科学与工程	
主题词	海洋微生物腐蚀；微生物腐蚀机理；胞外电子传递；微生物腐蚀监测			
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、 <input checked="" type="checkbox"/> 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 监测、 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、 <input checked="" type="checkbox"/> 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. <input checked="" type="checkbox"/> 国家计划 B. 部委计划 C. 省、市、自治区计划 D. <input checked="" type="checkbox"/> 基金资助 E. 国际合作 F. 其他单位委托 G. 自选 H. 非职务			
计划（基金）名称和编号	1. 973 项目专题“海洋工程装备材料腐蚀与防护关键技术基础研究”——耐海洋微生物腐蚀的新型抗菌不锈钢研发及材料的海洋微生物腐蚀机理研究；2. 自然科学基金面上项目“铜绿假单胞菌对海洋钢铁材料微生物腐蚀机理的研究”U1660118；3. 中国博士后科学基金面上项目“典型钢铁材料嗜热古菌微生物腐蚀行为机理研究”2019M660453			
项目起止时间	起始：	2015 年 6 月 29 日	完成：	2021 年 12 月 31 日

中国腐蚀与防护学会科学技术奖励办公室制 2021 年 12 月

二、项目简介

(项目主要内容、特点及应用推广情况)

海洋微生物腐蚀造成我国每年经济损失达上千亿元，占海洋总腐蚀损失的 20%~40%，严重制约了我国建设海洋军事强国和海洋经济强国的步伐。相对于传统的海水氯离子腐蚀、应力腐蚀等，海洋微生物腐更隐蔽、更快速、更突发，也更难被监检测和被防治。由于没有掌握海洋微生物腐蚀机理，导致无法指导耐微生物腐蚀材料设计并对微生物腐蚀进行准确、靶向的监检测。本项目在国家 973 计划课题专题、国家自然科学基金项目等基础研究项目资助下，开展普遍存在的海洋微生物腐蚀行为评价，到聚焦于典型海洋微生物的腐蚀机理，并引入具有指导性的微生物腐蚀测试方法及技术的全链条研究工作，主要取得如下创新点：

(1) 深入揭示海洋生物膜的形成加速金属/涂层材料的腐蚀，为海洋微生物腐蚀机理研究提供了明确的靶点。

(2) 首次从基因水平揭示了 *phzH* 等基因编码的吩嗪类化合物是调控海洋典型电活性铜绿假单胞菌腐蚀的细胞外电子载体并调控整个微生物腐蚀的进程，阐明了基于吩嗪类化合物介导的间接电子传递的微生物腐蚀新机制；首次发现海洋产色细菌可以显著加速低合金钢、不锈钢、铜、铝等金属的腐蚀速率，从基因水平明确了具有氧化还原活性的细菌色素在电子传递链中所充当的角色。

(3) 实现了电化学噪声技术在微生物腐蚀机理研究中的应用；首次应用扫描电化学显微镜技术开展微生物腐蚀机理微纳尺度原位研究，为微生物腐蚀胞外电子传递理论提供证据；借助原子力显微镜技术首次从单细胞水平阐明了不锈钢微生物腐蚀初期钝化膜的劣化行为，明确了微生物/钝化膜的交互作用机制。

研究成果被国际同行广泛认同，在本领域起到引领性作用，很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 52 篇，其中包括 ESI 高被引论文 3 篇，自然指数期刊 *Water Research* (1 篇)、*ACS Applied materials & interfaces* (2 篇)、*JMST* (8 篇)、*Corrosion Science* (18 篇)、*Electrochimica Acta* (3 篇)、*Bioelectrochemistry* (9 篇)，被 SCI 论文他引 1500 余次。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、介绍本项目的资料，要求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	刘涛	工作单位	上海海事大学
第_3_完成人	姓名	钱鸿昌	工作单位	北京科技大学
第_4_完成人	姓名	周恩泽	工作单位	东北大学
第_5_完成人	姓名	李花兵	工作单位	东北大学
第_6_完成人	姓名	顾停月	工作单位	美国俄亥俄大学
第_7_完成人	姓名	赵阳	工作单位	东北大学
第_8_完成人	姓名	郭娜	工作单位	上海海事大学
第_9_完成人	姓名	刘丹	工作单位	河北科技大学
第_10_完成人	姓名	娄云天	工作单位	北京科技大学
第_11_完成人	姓名	黄烨	工作单位	中国科学院大学/中国科学院微生物研究所
第_12_完成人	姓名	姜成英	工作单位	中国科学院微生物研究所
第_13_完成人	姓名	张涛	工作单位	东北大学
第_14_完成人	姓名	张达威	工作单位	北京科技大学
第_15_完成人	姓名	王福会	工作单位	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

七、主要完成单位

单位名称	东北大学		
第_1_完成单位	单位性质	A 研究院所 B√ 学校 C 社会团体 D 事业单位 E 国有企业 F 民营企业 G 其他	
联系人	徐大可	联系电话 (含手机)	18624301199
传真		电子信箱	xudake@mail.neu.edu.cn
通讯地址及 邮政编码	辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号 110819		
在本项目中技术开发和应用的主要贡献	<p style="text-align: center;">对创新点 1-3 部分内容有重要贡献。深入研究海洋环境下微生物对海洋常用金属材料尤其是高耐蚀不锈钢、钛合金等金属的腐蚀行为；揭示了海洋典型电活性铜绿假单胞菌对金属的腐蚀机制；并实现了电化学噪声技术在微生物腐蚀机理研究中的应用。</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">单位盖章</p> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">年 月 日</p>		

单位名称	上海海事大学		
第 2 完成单位	单位性质	第 2 完成单位	
联系人	马巍	联系人	马巍
传真	02138284336	传真	02138284336
通讯地址及 邮政编码	上海市浦东新区海港大道 1550 号		
在本项目中 技术开发和 应用的主要 贡献	<p>对创新点 1 和创新点 2 的部分内容有重要贡献。研究了微生物对超疏水涂层的致损机理，并首次发现海洋产色细菌可以显著加速低合金钢、不锈钢、铜、铝等金属的腐蚀速率，从基因水平明确了具有氧化还原活性的细菌色素在电子传递链中所充当的角色。</p> <p style="text-align: right;">单位盖章</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

单位名称	北京科技大学		
第 3 完成单位	单位性质	第 3 完成单位	
联系人	钱鸿昌	联系人	钱鸿昌
传真		传真	
通讯地址及 邮政编码	北京市海淀区学院路 30 号北京科技大学 100083		
在本项目中 技术开发和 应用的主要 贡献	<p>对创新点 1 和创新点 3 的部分内容有重要贡献。北京科技大学是中华人民共和国教育部直属的全国重点大学，是“双一流”建设高校、国家“211 工程”和“985 工程优势学科创新平台”建设高校。学校拥有完善的材料科学研究科研仪器，包括扫描电子显微镜、原子力显微镜、透射电镜、扫描电化学显微镜等本领域研究所需的各类仪器，为微生物腐蚀机理微纳尺度研究的开展搭建了扎实的基础和平台。同时，学校也为本领域科研工作的开展提供了充足的资金支持，保证了本课题研究的顺利进行。</p> <p style="text-align: right;">单位盖章</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		