**2024年中国腐蚀与防护学会科学技术奖推荐项目公示**

项目：**酸性介质新型缓蚀剂的作用机理及协同效应机制**

1. **项目基本情况**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 申报等级：一等（自然） | | | | | 第一完成单位：西南林业大学 | | | | | | | |  | |  | |
| 项目名称 | 中文 | | | 酸性介质新型缓蚀剂的作用机理及协同效应机制 | | | | | | | | | | | | |
| 英文 | | | Inhibitive mechanism and synergistic effect mechanism of the novel corrosion inhibitors in acid media | | | | | | | | | | | | |
| 主要完成人 | | | | 李向红、邓书端、徐大可、屈庆、木冠南、谢小光、付惠、雷然、徐娟、邵丹丹、吴浩 | | | | | | | | | | | | |
| 主要完成单位 | | | | 西南林业大学、东北大学、云南大学 | | | | | | | | | | | | |
| 项目联系人 | | | | 李向红 | | | | | 联系电话 | | | | 18987172120 | | | |
| 第一完成单位  所属行业 | | | | 高等学校 | | | | | 学会成果登记号 | | | | 2024-015 | | | |
| 主 题 词 | | | | 缓蚀；协同效应；机理；外来恶性杂草；N-杂环化合物；稀土 | | | | | 国际合作机构 | | | |  | | | |
| 学科分类  名称 | | | 1 | 材料失效与保护 | | | | | | | 代码 | | 430.2 | | | |
| 2 |  | | | | | | | 代码 | |  | | | |
| 3 |  | | | | | | | 代码 | |  | | | |
| 建议的评审分组  （只可选1项） | | | | A、B、C、D、E，G、**√ H**、I、J、K、L、M，X | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | 计划/基金编号 | | | 计划/基金的名称 | | | | | | | | | |
| 国家自然科学基金项目 | | | | 51361027 | | | 四氮唑类化合物和嘧啶类化合物对钢在酸中的缓蚀协同效应及机理研究 | | | | | | | | | |
| 云南省基础研究计划杰出青年基金项目 | | | | 202001AV070008 | | | 外来恶性杂草复配缓蚀剂对铝防腐蚀的协同机理 | | | | | | | | | |
| 国家自然科学基金项目 | | | | 50261004 | | | 稀土离子和配体在钢、铝表面的吸附及其缓蚀协同机理 | | | | | | | | | |
| 本项目已获知识产权数量汇总 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 发明专利 | | 实用新型专利 | | | | 软件著作权 | | 论文 | | 专著 | | 标准 | | 其他 | |
| 4 | | 0 | | | | 0 | | 111 | | 1 | | 0 | | 0 | |
| 项目起始时间 | | | | 2003年 1月 | | | | 项目完成时间 | | | | 2023年 10 月 | | | | |

**中国腐蚀与防护学会科学技术奖励办公室制 2024年1月**

**（二）项目简介**

金属材料易发生腐蚀、危害十分严重，每年由于金属腐蚀而造成的经济损失约占国民经济生产总值的2% ~ 4%。缓蚀剂以其使用方便、用量少、投资少、见效快等优点，已成为最有效的防腐蚀方法之一。植物源缓蚀剂、N-杂环缓蚀剂、四氮唑/嘧啶复配缓蚀剂、稀土离子/配体协同缓蚀剂是酸性介质中的新型缓蚀剂，具有环境友好、高效等优势。然而，植物缓蚀有效成分、缓蚀构效关系、缓蚀作用机理及协同效应机制等关键科学问题仍属世界性难题。本项目在国家自然科学基金、云南省杰出青年基金等资助下，历时20年，基于量子化学计算和分子动力学模拟，结合多种先进的检测手段，系统深入开展了新型缓蚀剂对钢、铝在酸溶液中的缓蚀作用机理及协同效应机制研究工作。主要创新发现点如下：

（1）发现了薇甘菊、紫茎泽兰、空心莲子草等外来恶性杂草提取物的缓蚀作用，揭示了提取方法、提取条件、缓蚀剂浓度、温度、腐蚀时间、酸浓度对缓蚀性能的影响规律；探究出缓蚀有效成分为黄酮类及苯丙素类化合物；阐明其缓蚀作用机理为“联合缓蚀增效机制”。

（2）阐明了四氮唑衍生物、嘧啶衍生物、嘌呤衍生物、吡嗪衍生物等N-杂环化合物的缓蚀性能影响规律；揭示了各类取代基的缓蚀构效关系，缓蚀性能排序为：—C6H5 > —SH > —NH2 > —Br > —OH > —Cl；阐释了质子化和异构化对缓蚀剂分子在金属表面的吸附作用影响规律。提出了酸性溶液中N-杂环缓蚀剂在金属表面的吸附作用为“物理-化学”多重吸附。

（3）发现了四氮唑类化合物和嘧啶类化合物的缓蚀协同复配新体系；利用缓蚀协同效应系数深入揭示了缓蚀协同性能的影响规律，明确出缓蚀剂复配浓度是影响缓蚀协同性能的关键因素；协同体系中四氮唑类化合物和嘧啶类化合物通过分子间力发生相互作用形成构型稳定、有效缓蚀的中间体。

（4）发现了稀土离子与芳香醛、表面活性剂的缓蚀协同复配体系；提出了缓蚀协同效应机制为稀土离子和有机配体形成了吸附能力很强的络合物，可吸附在金属/溶液界面上形成了有效缓蚀膜层。

该项研究发表学术论文111篇（SCI收录51篇），其中21篇论文发表在本领域国际顶级期刊《Corrosion Science》上，15篇代表性SCI论文他引995次，单篇论文最高被SCI他引312次；授权国家发明专利4件。研究工作在世界范围内产生了广泛的学术影响，多次被本领域国内外著名缓蚀剂团队采纳并在此基础上进行新型高效缓蚀剂的创新研发。项目第一完成人入选2020-2024全球前2%顶尖科学家（连续五年）、2020-2023中国高被引学者（连续四年）、国家林草局全国林业和草原科技创新领军人才、云南省有突出贡献优秀专业技术人才、云南省享受省政府特殊津贴专家、云南省首批“万人计划”青年拔尖人才、云南省中青年学术和技术带头人。研究团队成员13人次入选中组部“万人计划”青年拔尖人才、云南省“万人计划”产业领军人才、青年拔尖人才、云南省中青年学术和技术带头人等，形成了一支在国内外缓蚀剂领域具有影响力的研究团队，培养研究生15人。项目研究成果经中科合创（北京）科技成果评价中心组织的以中国腐蚀与防护学会副理事长赵景茂教授为组长的专家委员会评价为：该项目成果具有原创性，总体达到国际领先水平。

**（三）完成人对项目的贡献情况**

**第1完成人：李向红（西南林业大学）**

项目的总负责人，提出项目研究思路、制定外来入侵恶性杂草缓蚀剂、N-杂环缓蚀剂、四氮唑/嘧啶复配协同缓蚀剂和稀土离子/配体复配缓蚀剂的研究方案、组织实施项目研究工作、主导完成项目研究成果。

**第2完成人：邓书端（西南林业大学）**

项目的重要参与人，开展外来入侵恶性杂草缓蚀剂、N-杂环缓蚀剂、四氮唑/嘧啶复配协同缓蚀剂和稀土离子/配体复配缓蚀剂的缓蚀性能测试及机理研究工作。

**第3完成人：徐大可（东北大学）**

项目的重要参与人，开展外来入侵恶性杂草缓蚀剂、N-杂环缓蚀剂、四氮唑/嘧啶复配协同缓蚀剂的缓蚀性能影响规律及作用机理研究工作。

**第4完成人：屈庆（云南大学）**

项目的重要参与人，开展 N-杂环缓蚀剂、四氮唑/嘧啶复配协同缓蚀剂和稀土离子/配体复配缓蚀剂的缓蚀性能测试及机理研究工作。

**第5完成人：木冠南（云南大学）**

项目的重要参与人，开展 N-杂环缓蚀剂、四氮唑/嘧啶复配协同缓蚀剂和稀土离子/配体复配缓蚀剂的缓蚀机理及协同机制研究工作。

**第6完成人：谢小光（云南大学）**

项目的重要参与人，开展 N-杂环缓蚀剂、四氮唑/嘧啶复配协同缓蚀剂的缓蚀机理及协同机制研究工作。

**第7完成人：付惠（西南林业大学）**

项目的重要参与人，开展外来入侵恶性杂草缓蚀剂、和 N-杂环缓蚀剂的缓蚀性能影响规律研究工作。

**第8完成人：雷然（西南林业大学）**

项目的主要参与人，开展外来入侵恶性杂草缓蚀剂的制备及缓蚀机理研究工作。

**第9完成人：徐娟（西南林业大学）**

项目的主要参与人，开展外来入侵恶性杂草缓蚀剂的制备及缓蚀性能研究工作。

**第10完成人：邵丹丹（西南林业大学）**

项目的主要参与人，开展外来入侵恶性杂草缓蚀剂的缓蚀性能研究工作。

**第11完成人：吴浩（西南林业大学）**

项目的主要参与人，开展外来入侵恶性杂草缓蚀剂的有效成分研究工作。

**（四）完成单位对项目的贡献情况**

**第1完成单位：西南林业大学**

主要负责各类课题的具体实施，重点完成酸性介质中新型缓蚀剂的缓蚀作用及协同效应机理的研究工作。阐明了外来入侵恶性杂草提取物缓蚀剂的有效成分，揭示了外来入侵恶性杂草提取物缓蚀剂的缓蚀性能影响规律，提出外来入侵恶性杂草提取物缓蚀剂的缓蚀作用机理；阐明了四氮唑衍生物、嘧啶衍生物、嘌呤衍生物、吡嗪衍生物等N-杂环化合物的缓蚀构效关系；发现了四氮唑类化合物和嘧啶类化合物的缓蚀协同复配新体系；构建了稀土离子与芳香醛、表面活性剂的缓蚀协同复配体系；并提出酸性介质中新型缓蚀剂的缓蚀作用机理及协同效应机制。

**第2完成单位：东北大学**

参与完成酸性介质中新型缓蚀剂的缓蚀作用及协同效应机理的研究工作。揭示了外来入侵恶性杂草提取物缓蚀剂的缓蚀性能影响规律，提出外来入侵恶性杂草提取物缓蚀剂的缓蚀作用机理；研究四氮唑衍生物、嘧啶衍生物的缓蚀构效关系以及相互之间的复配协同效应。

**第3完成单位：云南大学**

参与完成酸性介质中新型缓蚀剂的缓蚀作用及协同效应机理的研究工作。阐明了四氮唑衍生物、嘧啶衍生物、嘌呤衍生物等N-杂环化合物的缓蚀构效关系；研究了四氮唑类化合物和嘧啶类化合物的缓蚀协同复配新体系的缓蚀协同性能；构建了稀土离子与芳香醛、表面活性剂的缓蚀协同复配体系，并阐明了稀土离子和配体的缓蚀协同效应机制。