**四川省科学技术奖提名公示内容**

**（2024年度）**

**一、项目名称**

多点吸附型高效金属酸洗有机缓蚀剂的合成与应用

**二、提名单位**

达州市质量技术监督检验测试中心

**三、提名单位意见**

该成果对金属缓蚀剂的研究现状、技术路线、作用机理等方面进行了梳理，研制出了适用于不同酸洗体系的高效金属酸洗有机缓蚀剂，该系列缓蚀剂可应用于石油、化工、天然气等领域。为解决缓蚀剂水溶性差的问题，基于杂原子O、P和S的配位作用，研发了O,O’-二烃基二硫代磷酸铵盐酸洗有机缓蚀剂；为解决缓蚀剂使用过程中稳定性差和缓蚀效果不够好的问题，设计研发了稳定型O,O’-二烃基二硫代磷酸酯系列多点吸附型高效有机酸洗缓蚀剂；为解决缓蚀剂绿色环保问题并深入探究缓蚀剂的构效关系，基于N原子和不饱和π键的配位作用研发了席夫碱系列高效酸洗有机缓蚀剂；为解决缓蚀剂功能单一的问题，基于O,O’-二烃基二硫代磷酸铵盐的基础缓蚀性能，设计研发了多种兼具缓蚀、表面活性、阻垢、杀菌等特性的多功能缓蚀剂，且具有缓蚀效率高、制备成本低、环境友好等特点。

该项目共研发了金属酸洗有机缓蚀剂68种，缓蚀剂的缓蚀率最高可达到99%，获授权专利9件，发表论文26篇，其中SCI收录16篇；项目前期部分基础成果获四川省科技进步奖三等奖、达州市科技创新一等奖、自贡市科技进步奖二等奖以及四川省腐蚀与防护学会科学技术奖杰出人才奖各1项。成果应用累计为企业新增销售总额3.04亿元、新增总利润1.018亿元，项目有显著的经济、社会和环保效益。

综上，提名该项目为2024年度四川省科学技术进步奖三等奖。**四、项目简介**

该项目基于缓蚀剂作用机理和分子设计原理，通过量子化学计算和分子动力学模拟从分子理论层面对缓蚀剂的活性位点和吸附构型进行了前瞻性设计。**为解决有机缓蚀剂存在水溶性不够好和缓蚀性不够高等问题，**依据杂原子O、P、N和S的配位作用，设计并开发出30种含多个杂原子的多点吸附型O,O’-二烃基二硫代磷酸铵盐类金属酸洗缓蚀剂；**为解决缓蚀剂使用过程中稳定性差和缓蚀性不够长效等问题**，基于缓蚀剂溶解过程中的水解及作用机理，通过延伸O,O’-二烃基二硫代磷酸类型，研发了22种S-烃基-O,O’-二烃基二硫代磷酸酯缓蚀剂；**为解决缓蚀剂所存在环保性问题，**通过深入探究缓蚀剂的构效关系，通过对缓蚀剂分子结构修饰调控其亲疏水性和成膜致密性，设计并合成了9种含芳香环（或/氮杂环）的刚性平面型或半柔性的立体构型席夫碱酸洗缓蚀剂；**为有效解决缓蚀剂功能比较单一的问题，**通过对构效进行多重优化，研制出了7种兼具缓蚀、阻垢、表面活性、杀菌等作用的新型多功能O,O'-二烃基二硫代磷酸二乙铵金属酸洗缓蚀剂。

**目前，**该项目共研发出了金属酸洗有机缓蚀剂**68种**，获授权专利**9件**，发表论文**26篇**，其中SCI收录16篇；在30℃的1.0 M HCl条件下，所研制的缓蚀剂的缓蚀率最高可达99%，在酸溶液中的持续作用时间超过144小时，其中7种缓蚀剂兼具阻垢、表面活性等功能；项目的前期部分成果获四川省科技进步奖三等奖、达州市科技创新一等奖、自贡市科学进步奖二等奖和四川省腐蚀与防护学会科学技术奖杰出人才奖各1项，指导大学生获四川省腐蚀与防护学会优秀论文2篇。

除此之外，目前已在多家公司及项目上得到了推广应用，具体应用主要列举如下：已分别在瓮福达州化工有限责任公司、宣汉和信天然气有限公司、达州玖源新材料有限公司、成都亿安赛迪环保科技有限公司和四川川环科技股份有限公司等5家公司的设备清洗、含酸废水处理、天然气管道运输与天然气管道维护、合成氨与生产管道维护、阀门制造、化工产品生产以及高分子材料生产线设备清洗维护等方面得到了应用。成果应用为上述公司创造了良好的经济效益、社会效益和环保效益，2019-2022年成果应用期间累计为企业新增销售总额**3.04亿**元、新增总利润**1.018亿**元。

**五、论文专著或知识产权目录**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **名称** | **国家** | **授权号** | **授权年份** | **状态** |
| 发明  专利 | 一种亲水性金属酸洗缓蚀剂及其应用 | 中国 | ZL201710102116.X | 2019 | 授权 |
| 发明  专利 | 一种高效阻垢剂及其应用 | 中国 | ZL201910423116.9 | 2022 | 授权 |
| 发明  专利 | O,O’-二（苯甲基）二硫代磷酸苄酯的制备方法及其在金属酸洗液中的应用 | 中国 | ZL201310208621.4 | 2015 | 授权 |
| 发明  专利 | 一种新型阻垢剂及其应用 | 中国 | ZL201910422804.3 | 2022 | 授权 |
| 发明  专利 | 一种新型高效阻垢剂DDTPA的制备方法 | 中国 | ZL201910424765.0 | 2021 | 授权 |
| 发明  专利 | 一种金属酸洗缓蚀剂、其制备及应用 | 中国 | ZL201510240606.7 | 2017 | 授权 |
| 发明  专利 | 一种新型酸洗缓蚀剂及其在制备金属酸洗剂中的应用 | 中国 | ZL201010166782.8 | 2012 | 授权 |
| 发明  专利 | 一种缓蚀剂复配装置 | 中国 | ZL202323162945.7 | 2023 | 授权 |
| 发明  专利 | 一种O-甲基二硫代磷酸镍配合物的制备及其应用 | 中国 | ZL201910067606.X | 2021 | 授权 |
| 论文 | Adsorption and corrosion inhibition performance of two planar rigid pyridine- carboxaldehyde-based double Schiff bases for mild steel in HCl solution: Experimental and computational investigations / Journal of Molecular Liquids / Xiaolong Li, Bin Xie, Chuan Lai, et al. | / | / | 2022 | 收录 |
| 论文 | 2-Pyridinecarboxaldehyde-based Schiff base as an effective corrosion inhibitor for mild steel in HCl medium: Experimental and computational studies/ Journal of Molecular Liquids / Xiaolong Li, Bin Xie, Jianshen Feng, Chuan Lai, et al. | / | / | 2021 | 收录 |
| 论文 | Adsorption and corrosion inhibition of mild steel in hydrochloric acid solution by S-allyl-O,O’ -dialkyldithiophosphates / Results in Physics / Chuan Lai, Bin Xie, Like Zou, et al. | / | / | 2017 | 收录 |
| 论文 | Two semi flexible nonplanar double Schiff bases as corrosion inhibitors for mild steel in HCl solution: Experimental and theoretical investigations/Journal of Environmental Chemical Engineering/ Xiaolong Li, Luo Chen, Bin Xie, Chuan Lai, et al. | / | / | 2023 | 收录 |
| 论文 | 硫酸溶液中O,O'-二(对甲苯基)二硫代磷酸三乙醇铵对Q235钢的缓蚀性能研究/四川轻化工大学学报(自然科学版) / 赖川，王成端，桂骁等 | / | / | 2021 | 收录 |

**六、主要完成人**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **姓名** | **性别** | **职称** | **文化**  **程度** | **工作单位** | **对成果创造性贡献** |
| 1 | 赖川 | 男 | 教授 | 博士 | 四川文理学院 | 全面组织项目设计方案；负责项目全面开展与实施；主持项目关键技术研究；协调解决项目研究过程中的疑难问题 |
| 2 | 李小龙 | 男 | 助教 | 硕士 | 四川文理学院 | 缓蚀剂结构设计、量子化学和分子动力学模拟理论计算；缓蚀剂的合成和性能评价 |
| 3 | 王成端 | 男 | 教授 | 博士 | 四川文理学院 | 项目指导和方案设计；多功能缓蚀剂研发 |
| 4 | 谢斌 | 男 | 教授 | 硕士 | 四川轻化工大学 | 方案设计；推广应用；实验指导；性能评价 |
| 5 | 邓远方 | 男 | 高级工程师 | 学士 | 达州市质量技术监督检验测试中心 | 主要负责缓蚀剂性能评价、推广应用；提供经费、仪器设备和实验场地支持 |
| 6 | 向文军 | 男 | 教授 | 硕士 | 四川文理学院 | 协助发明了O,O'-二烃基二硫代磷酸铵盐系列多点吸附型金属酸洗缓蚀剂、阻垢剂和S-烃基-O,O'-二烃基二硫代磷酸酯多点吸附型金属酸洗缓蚀剂 |

**七、主要完成单位**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 排序 | 完成单位 | 主要贡献 |
| 1 | 四川文理学院 | 本项目第一完成单位。完成了缓蚀剂结构设计、性能评价等主要研究工作，同时为项目完成提供了仪器设备、试验场地等条件。在产品推广应用方面，并通过与企合作，多渠道和多层面对缓蚀剂进行了推广应用。 |
| 2 | 四川轻化工大学 | 本项目第二完成单位。在缓蚀剂结构设计、合成、结构表征、性能评价、推广应用所有环节均做出了积极贡献，尤其是在量化计算和分子动力学模拟方面做出了卓越贡献。 |
| 3 | 达州市质量技术监督检验测试中心 | 本项目第三完成单位。成果推广应用、提供经费支持。 |