**四川省科学技术奖提名公示内容**

**（2023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**

四川省教育厅

**三、提名单位意见**

使用缓蚀剂是减缓金属酸洗腐蚀最有效的方法之一。该成果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进行了前瞻性设计，研制出了缓蚀率高、水溶性好、时效性长、稳定性好的O,O'-二烃基二硫代磷酸铵、S-烃基-O,O'-二烃基二硫代磷酸酯和席夫碱酸洗缓蚀剂，实现了对缓蚀剂的缓蚀性与水溶性的双重调控，获得了兼具缓蚀、阻垢和表面活性的高效金属酸洗缓蚀剂。

该成果及技术有效解决了缓蚀剂缓蚀性不够高、水溶性不够好、稳定不够好、时效应不够长、功能较单一等问题，成果已在设备清洗、含酸废水处理、天然气储罐及管道维护等方面得到广泛应用，取得了显著的经济效益、社会效益和环保效益。

综上，提名该项目为2023年度四川省科学技术进步奖。

**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的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，通过对缓蚀剂分子结构的修饰来调控其亲疏水性和成膜致密性，设计合成了9种含芳香环（或/氮杂环）的刚性平面型或半柔性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。该成果的主要创新点如下：

1.设计合成了缓蚀率高、水溶性好、时效性长、稳定性好的30种O,O'-二烃基二硫代磷酸铵、22种S-烃基-O,O'-二烃基二硫代磷酸酯和9种席夫碱多点吸附型高效酸洗缓蚀剂。

2.研制了兼具缓蚀、阻垢和表面活性的7种高效金属酸洗缓蚀剂。

3.实现了有机缓蚀剂缓蚀性与水溶性的双重调控。

该成果完成研发出金属酸洗有机缓蚀剂68种、获批省部级项目6项、获授权发明专利10件、发表论文26篇（其中SCI收录论文16篇）、获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奖2项。

**五、论文专著或知识产权目录（不超过10件）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **名称** | **国家** | **授权号** | **授权年份** | **发明人** | **有效状态** |
| 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 | 赖川 | 授权 |
| 发明专利 | 一种高效阻垢剂及其应用 | 中国 | ZL201910423116.9 | 2022 | 赖川、王成端、张巧玲等 | 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 | 谢斌、朱莎莎、李玉龙等 | 授权 |
| 发明专利 | 一种新型阻垢剂及其应用 | 中国 | ZL201910422804.3 | 2022 | 赖川、王成端、符东等 | 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 | 王成端、张巧玲、符东等 | 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 | 谢斌、魏健、赖川等 | 授权 |
| 发明专利 | O,O’-二环己基二硫代磷酸-N,N’-二乙铵在制备金属酸洗液中的应用 | 中国 | ZL201010114594.0 | 2011 | 谢斌、赖川、邹立科 | 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 | 谢斌、赖川、邹立科等 | 授权 |
| 发明专利 | 一种金属酸洗缓蚀剂、其制备方法及应用 | 中国 | ZL201310456407.0 | 2015 | 李玉龙、谢斌、邹立科等 | 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 | 谢斌、张栋梁、李涛等 | 授权 |

**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 | 负责项目开展与实施，主持项目关键技术研究。 |
| 2 | 谢斌 | 男 | 教授 | 硕士 | 四川轻化工大学 | 方案设计，实验指导，性能评价，推广应用。 |
| 3 | 李小龙 | 男 | 助教 | 硕士 | 四川文理学院 | 结构设计、量子化学和分子动力学模拟理论计算，缓蚀剂合成和性能评价。 |
| 4 | 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。 |
| 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 | 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 | 协助合成缓蚀剂、阻垢剂，成果整理，推广应用。 |

**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。在性能评价和成果推广应用上做出了贡献，并提供了经费支持。 |