

附件 4

| 成果编号 | | | | | 学科代码 | | 初评结果 | 网评结果 | 复评结果 | 终评结果 |
|------|--|--|--|--|------|---|------|------|------|------|
| | | | | | 5 | 3 | | | | |

辽宁省自然科学学术成果奖

申报书

成果名称：Determination of the critical flow velocities for erosion-corrosion of passive materials under impingement by NaCl solution containing sand

成果发表时间：2014 年 7 月 29 日

成果完成人：郑玉贵、王政彬、郑志斌、伊俊振、马爱利

申报人单位：中国科学院金属研究所

申报人单位类别：高校科研院所 非高校科研院所

辽宁省自然科学学术成果奖评选委员会印制

2022 年 11 月

| | | | | | | | | |
|---|------|------------|----|-----------|-------|-----------------------|------|--|
| 申 报 人 简 介 | 姓名 | 郑玉贵 | 性别 | 男 | 出生年月 | 1965年 12月 | 身份证号 | |
| | 学历 | 研究生 | 学位 | 博士 | 毕业学校 | 中国科学院金属研究所 | | |
| | 专业 | 腐蚀与防护 | 职称 | 二级 研究员 | 职务 | 金属所 党委委员、研 究部主任 | 手机号 | |
| | 工作单位 | 中国科学院金属研究所 | | | 地址/邮编 | 沈阳市文萃路 62 号/110016 | | |
| <p style="text-align: center;">本人获得科技奖励、学术成果及参与技术研发、工程项目情况简介</p> <p>【科技/学术奖励及荣誉】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 河南省科技进步二等奖（排名第三） 2. 郑州市科技进步一等奖（排名第三） 3. 辽宁省“百千万人才工程”百人层次及沈阳市领军人才 4. Elsevier 2020 年度中国高被引学者 5. 入选材料领域 2022 年版全球前 2% 顶尖科学家排名榜 6. 英国优秀期刊论文奖 <p>【学术成果】</p> <p>申报人长期开展腐蚀和磨损交互作用机制及耐蚀耐磨材料和涂层研究，目前发表 SCI 论文 170 余篇（Corrosion Science 32、Electrochimica Acta 3），被引用 5600 余次，H 因子 41。在冲刷腐蚀领域的研究处于国内领先、国际知名（Erosion-corrosion 关键词检索论文，申报人论文发表数量国际第三，国内第一），应邀担任第 12 届亚太腐蚀控制会议分会主席、第 16 届国际腐蚀大会（16th ICC）冲刷腐蚀分会主席、SINO•CORR NACE 中国国际腐蚀年会多相流腐蚀分会主席和连续 5 届全国腐蚀大会多相流腐蚀与防护分会主席（2013、2015、2017、2019、2021）。与本成果（冲刷腐蚀）相关的学术贡献如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 系统澄清了不锈钢、镍基合金、铜合金、碳钢、铁基非晶涂层、镍钛合金涂层、环氧粉末涂层等多种材料在单一液相、液/固两相、气/液两相等多相流介质中的冲刷腐蚀机理，发表了 40 余篇 SCI 论文，得到了国内外研究学者的认可，为上述材料的实际应用以及开发耐冲刷腐蚀新材料奠定了基础。同时，自主研制搭建了喷射式、旋转式和管流式三类冲刷腐蚀测试设备，开展了大量基础研究和企业委托测试，为材料的冲刷腐蚀性能测试、寿命评价和新材料研发提供了技术支持。 2. 揭示了不锈钢、钛合金、铜合金等多种金属材料均存在冲刷腐蚀损伤临界流速现象，深入研究了表面膜生成与破坏在冲刷腐蚀机理中的关键作用，澄清了去钝化和再钝化竞争是钝性材料冲刷腐蚀临界流速现象的内在本质，据此推导并验证了临界流速预测模型，对比分析了失重、电化学等方法测定临界流速的一致性，提出了基于恒电位极化法的临界流速快速精确测定方法，利用该方法建立了一套系统的、可参照性强的常用钝性材料液/固双相流冲刷腐蚀临界流速数据，还探索了利用表面处理和涂层封孔等手段来提高临界流速的可行性，这些研究对深入理解冲刷腐蚀机理和抑制过流部件的冲刷腐蚀损伤具有重要意义。相关成果已发表了近 20 篇一区 SCI 论文，得到了 Corrosion Science 前主编 G.T. | | | | | | | | |

Burstein 教授、加拿大骆静利院士和程玉峰院士等知名专家学者的认可，并受程玉峰院士邀请为 Journal of Pipeline Science and Engineering 杂志创刊号撰写了冲刷腐蚀研究综述文章。

3. 系统研究了晶界结构和铜镍合金耐蚀性的关系，利用搅拌摩擦处理提高了镍铝青铜的抗空蚀性能，开发了提高非晶涂层的耐腐蚀和耐冲刷腐蚀性能的封孔技术，利用堆焊技术开发了耐空泡腐蚀镍钛合金涂层，利用强吸附+强疏水原理开发了多相流缓蚀剂，为过流部件的腐蚀防护提供了技术支持。

除上述与本成果（冲刷腐蚀）相关的学术贡献外，申报人还开展了油气田垢下腐蚀机理及药剂开发、钝性金属腐蚀机理及防护、腐蚀失效分析、乏燃料后处理沸腾硝酸腐蚀机理及防护等研究工作，发表了近百篇 SCI 论文，在相关研究领域均得到了认可。

【学术兼职】

任中国腐蚀与防护学会常务理事、辽宁省腐蚀与防护学会理事长、材料腐蚀与防护四川省重点实验室学委会主任、中国腐蚀与防护学会石化腐蚀与安全专委会和磨蚀专委会副主任委员、中国核学会核材料分会高级会员、结构腐蚀防护与控制航空科技重点实验室学委会委员。任合肥工业大学、河海大学、东北石油大学和四川轻化工大学兼职教授以及 Tribology - Materials, Surfaces and Interfaces、Corrosion Science and Technology 和 Metals 三个国际期刊编委。

【与本成果相关的代表性项目】

1. 国家某部委，**基础加强项目**二级课题，XXX 流体冲刷-电化学腐蚀交互作用下的腐蚀预报与评价技术，在研，**主持**；
2. 国家自然科学基金委员会，面上项目，52171087，基于高通量技术和关键流体力学参数的冲刷腐蚀测试方法关联性研究，在研，**主持**；
3. 国家自然科学基金委员会，面上项目，51871226，B10 铜镍合金管的晶界工程设计及其海水腐蚀机制研究，在研，**主持**；
4. 国家自然科学基金委员会，面上项目，51571200，液/固双相流条件下钝性材料冲刷腐蚀的临界流速现象、规律和机理，已结题，**主持**；
5. 国家自然科学基金委员会，**重点项目**，51131008，水环境中典型金属材料腐蚀产物膜形成和破坏规律与机制，已结题，**终评优秀，主持**；
6. 科技部，“973”项目三级课题、2006CB605004，流动促进腐蚀的机理模型和数值模拟研究，已结题，**主持**；
7. 国家自然科学基金委员会，面上项目，50271078，多相流对吸附膜的形成和破坏影响及其机理，已结题，**主持**；
8. 科技部，“973”项目三级课题，G1999065002，多因素耦合作用下材料损伤机制与物理数学模型，已结题，**主持**；
9. 国家自然科学基金委员会，**重点项目**，59831030，耐多相流腐蚀的金属材料及其作用机制，已结题，参加（执行负责）；
10. 国家自然科学基金委员会，青年项目，59601014，利用激光多普勒测速技术研究冲刷腐蚀机理，已结题，**主持**。

| | | | | | | |
|--------|--|-----|------|--------------|---------|-----|
| 其他完成人 | 排序 | 姓名 | 身份证号 | 工作单位 | 职务 | 手机号 |
| | 第二作者 | 王政彬 | | 中国科学院金属研究所 | 研究部主任助理 | |
| | 第三作者 | 郑志斌 | | 广东省科学院新材料研究所 | 副主任 | |
| | 第四作者 | 伊俊振 | | 沈阳航空航天大学 | 无 | |
| | 第五作者 | 马爱利 | | 中国科学院金属研究所 | 无 | |
| 申报成果简介 | <p style="text-align: center;">代表性作品简介（500字以内，中文）</p> <p>泵、阀、管道、水轮机、汽轮机、螺旋桨等过流部件在复杂服役工况下容易遭受冲刷腐蚀损伤，对其服役造成了巨大的安全隐患。解决过流部件的冲刷腐蚀问题迫在眉睫，已成为制约重大装备服役安全的重要因素之一。冲刷腐蚀存在临界流速现象，即当流速低于某一临界值时，材料损伤非常小；当流速高于某一临界值时，材料损伤显著增大。因此，临界流速可以用作评价材料耐冲刷腐蚀性能的指标以及用于指导实际服役流速控制，对减缓过流部件的冲刷腐蚀损伤意义重大。</p> <p>本研究利用失重法、表面粗糙度法、开路电位监测法和恒电位极化法四种方法，测定了304不锈钢和铁基非晶涂层两种钝性材料的临界流速，并对不同方法所测临界流速值的一致性进行了比较。结果表明，四种方法测定的临界流速值相同，具有一致性；同时，304不锈钢的临界流速值比铁基非晶涂层低，这与两者的冲刷腐蚀损伤差异相一致，表明四种测试方法测定临界流速能够真实地反映冲刷腐蚀性能差异，具有可靠性。在四种测试方法中，恒电位极化法测定临界流速精度高且耗时短，可以作为一种快速、精确、可靠的临界流速测试方法，用于评价材料的耐冲刷腐蚀性能。</p> | | | | | |
| | <p style="text-align: center;">其他支撑材料（论文、著作、专利、项目）与代表性作品的支撑关系</p> <p>论文 1: Z.B. Wang, C. Sun, L.L. Li, M. Roostaei, V. Fattahpour, M. Mahmoudi, H.B. Zeng, Y.G. Zheng* (通讯作者), J.L. Luo*, A new method to obtain the repassivation time of passive materials based on the single particle impingement, <i>Corrosion Science</i> 170 (2020) 108717 (IF: 7.720, 中科院一区, 引用 3 次). 提出了获取再钝化时间的方法，用于解析恒电位极化测试得到的电流信号，实现钝性金属冲刷腐蚀临界流速模型的构建，进一步验证了采用本成果提出的恒电位极化法可以精确地测定临界流速。</p> | | | | | |

论文 2: J.Z. Yi, H.X. Hu, Z.B. Wang, **Y.G. Zheng*** (通讯作者), On the critical flow velocity for erosion-corrosion of Ni-based alloys in a saline-sand solution, *Wear* 458-459 (2020) 203417 (IF: 4.695, 中科院二区, 引用 7 次). 采用恒电位极化法, 测定了三种镍基合金的冲刷腐蚀临界流速, 进一步验证了本成果提出的恒电位极化法适用于评价镍基合金的冲刷腐蚀损伤。

论文 3: Z.B. Wang, **Y.G. Zheng*** (通讯作者), J.Z. Yi, The role of surface film on the critical flow velocity for erosion-corrosion of pure titanium, *Tribology International* 133 (2019) 67-72. (IF: 5.620, 中科院一区, 引用 23 次). 采用颜色标记和离子标记实验, 证明了冲刷腐蚀临界流速现象的本质是固体颗粒冲击导致的钝化和电化学再钝化过程的竞争, 从原理上证明了本成果采用恒电位极化法测定临界流速的合理性。

论文 4: J.Z. Yi, H.X. Hu, Z.B. Wang, **Y.G. Zheng*** (通讯作者), On the critical flow velocity for erosion-corrosion in local eroded regions under liquid-solid jet impingement, *Wear* 422-423 (2019) 94-99 (IF: 4.695, 中科院二区, 引用 19 次). 采用恒电位极化法, 测定了不锈钢在喷射流体条件下不同区域的临界流速, 证明最大损伤区与最小临界流速相对应, 进一步验证了本成果提出的恒电位极化法和喷射式冲刷腐蚀实验装置能够可靠地评价冲刷腐蚀损伤。

论文 5: J.Z. Yi, H.X. Hu, Z.B. Wang, **Y.G. Zheng*** (通讯作者), Comparison of critical flow velocity for erosion-corrosion of six stainless steels in 3.5 wt% NaCl solution containing 2 wt% silica sand particles, *Wear* 416 (2018) 62-71 (IF: 4.695, 中科院二区, 引用 22 次). 采用恒电位极化法, 测定了六种不锈钢的冲刷腐蚀临界流速, 进一步验证了本成果提出的恒电位极化法适用于评价不锈钢的冲刷腐蚀损伤。

论文 6: Z.B. Zheng, **Y.G. Zheng*** (通讯作者), Effects of surface treatments on the corrosion and erosion-corrosion of 304 stainless steel in 3.5% NaCl solution, *Corrosion Science* 112 (2016) 657-668 (IF: 7.720, 中科院一区, 引用 82 次). 采用恒电位极化法评价了表面钝化处理对 304 不锈钢冲刷腐蚀性能的影响, 结果发现钝化处理可以提高 304 不锈钢的临界流速, 从而提高冲刷腐蚀抗力, 由此再次证明了本成果提出的恒电位极化法可用于评价材料的冲刷腐蚀性能。

论文 7: Z.B. Zheng, **Y.G. Zheng*** (通讯作者), Erosion-enhanced corrosion of stainless steel and carbon steel measured electrochemically under liquid and slurry impingement, *Corrosion Science* 102 (2016) 259-268 (IF: 7.720, 中科院一区, 引用 46 次). 采用恒电位极化法, 揭示了钝化膜破裂与修复在冲刷腐蚀临界流速现象中的关键作用, 从原理上证明了本成果采用恒电位极化法测定临界流速的合理性。

论文 8: Z.B. Zheng, **Y.G. Zheng*** (通讯作者), W.H. Sun, J.Q. Wang, Effect of applied potential on passivation and erosion-corrosion of a Fe-based amorphous metallic coating under slurry impingement, *Corrosion Science* 82 (2014) 115-124

(**IF: 7.720**, 中科院一区, 引用 **55** 次). 研究了阳极极化电位对铁基非晶涂层冲刷腐蚀临界流速现象的影响, 结果表明钝化膜的质量对临界流速影响很大, 这对本成果提出采用恒电位极化法测定临界流速提供了启发。

论文 9: Z.B. Zheng, **Y.G. Zheng*** (通讯作者), W.H. Sun, J.Q. Wang, Erosion-corrosion of HVOF-sprayed Fe-based amorphous metallic coating under impingement by a sand-containing NaCl solution, *Corrosion Science* 76 (2013) 337-347 (**IF: 7.720**, 中科院一区, 引用 **105** 次). 对比研究了不锈钢和铁基非晶涂层的冲刷腐蚀临界流速, 结果表明, 铁基非晶涂层的钝化能力强, 临界流速高, 即临界流速受钝化膜影响很大, 这同样对本成果提出采用恒电位极化法测定临界流速提供了启发。

专著 10: **郑玉贵 (第一作者)**, 马爱利, 海洋工程用铜合金腐蚀数据手册, 化学工业出版社出版, 2018 (专著, 国内出版). 该专著第五章“白铜在海水中的腐蚀行为和数据”中, 汇总了冲刷腐蚀临界流速数据, 用于评价白铜的冲刷腐蚀损伤, 支撑了本成果通过测定临界流速评价材料冲刷腐蚀损伤的可靠性。

与该代表性作品相关的其他学术价值、成果转化及经济效益、社会效益简介

本代表性作品所提出的恒电位极化法测定钝性材料冲刷腐蚀临界流速的快速精确方法, 得到了冲刷腐蚀研究领域的广泛认可, 已被其他研究者用于评价增材制造不锈钢、合金钢、金属/陶瓷复合涂层等多种金属材料的冲刷腐蚀性能; 同时, 作为一种标准化的方法, 申报人已利用其为国家材料环境腐蚀平台积累了大量临界流速数据, 可用于指导过流部件的冲刷腐蚀防护, 对于减缓冲刷腐蚀造成的损失具有一定经济和社会意义。

代表性作品证明材料表

(需附相关证明, 且盖相关部门或申报人所在单位科技部门公章方为有效)

| | |
|---|---|
| 代 表 性 成 果 相 关 证 明 材 料 | <p>论文:</p> <p>1.发表刊物名称: <u>Corrosion Science</u></p> <p>2.发表时间: <u>2014年7月29日</u></p> <p>3.刊物影响因子: <u>7.720</u></p> <p>4.检索收录情况: <u>A(SCI)</u></p> <p style="margin-left: 20px;">A.SCI/HSCI/SSCI/EI/ISTP</p> <p style="margin-left: 20px;">B.Medline/Scifinder/Biosis preview 等国际检索工具</p> <p style="margin-left: 20px;">C.CSCD/CSSCI/CSTPCD</p> <p>5.被引用次数(排除本人及本机构引用次数): <u>65</u></p> <p>6.论文类型: <u>A</u></p> <p style="margin-left: 20px;">A.指南、标准、研究性原始论文</p> <p style="margin-left: 20px;">B.综述性文献、讲座</p> <p style="margin-left: 20px;">C.短篇报道</p> <p>著作:</p> <p>1.出版社名称: _____</p> <p>2.出版时间: _____</p> <p>3.出版数量: _____册</p> <p>4.著作类型: _____</p> <p style="margin-left: 20px;">A.专著</p> <p style="margin-left: 20px;">B.编著</p> <p style="margin-left: 20px;">C.译著</p> <p>5.被引用次数(排除本人及本机构引用次数): _____</p> <p>6.图书馆收藏或学术机构使用证明(可用该机构网页证明): _____</p> <p style="margin-left: 20px;">A.5家或5家机构以上</p> <p style="margin-left: 20px;">B.3-4家机构</p> <p style="margin-left: 20px;">C.1-2家机构</p> |
|---|---|

注: 根据代表性作品的表现形式, 选择论文或著作其中一项填写。

其他支撑材料相关证明材料表

(需附相关证明, 且盖相关部门或申报人所在单位科技部门公章方为有效)

| | |
|---|--|
| 代 表 性 成 果 相 关 证 明 材 料 | <p>其他相关证明:</p> <p>1.相关系列成果: <u> A </u>项</p> <p> A.有5篇/部(含)以上中(外)文相关论文/著作</p> <p> B.有相关专利, 或有3篇/项以上中(外)文相关论文/著作, 或市级政府采用项目证明</p> <p> C.有2篇中文相关论文和其他支撑材料</p> <p> D.有1篇中文相关论文和其他支撑材料</p> <p> E.其他</p> <p>2.产生该成果的项目名称: <u>水环境中典型金属材料腐蚀产物膜形成和破坏规律与机制</u></p> <p>3.项目级别: <u> B </u></p> <p> A.国家级重大项目</p> <p> B.国家级重点项目</p> <p> C.国家级一般项目</p> <p> D.省部级重点项目</p> <p> E.省部级一般项目</p> <p> F.其他</p> <p>4.自主创新情况: <u> A </u></p> <p> A.原始创新</p> <p> B.集成创新</p> <p> C.引进消化吸收再创新</p> <p>5.专利名称: _____</p> <p>6.专利类型: _____</p> <p> A.发明专利</p> <p> B.实用新型专利</p> <p> C.外观设计专利</p> <p>7.专利获得时间: _____</p> <p>8.专利应用证明: _____</p> <p>9.产值或经济效益: _____</p> |
|---|--|

注: 1.可根据支撑材料数量增加空格长度和数量;

2.填写内容要有材料证明。

学术诚信承诺书

本人郑重承诺不会出现以下学术失范和学术不端行为：

一、学术失范行为

(一)弄虚作假。捏造、伪造、篡改引用资料或其他研究成果等。

(二)抄袭和剽窃。将他人的作品或作品的片段据为己有：照抄或变相照抄别人已发表或未发表的成果；将合作成果作为自己成果发表/出版；将他人著作篡改后出版；窃取他人著作的实质性内容和结论部分作为自己著作的主体；窃取他人的数据作为自己著作的数据等。

(三)替写论文或著作。请他人代替自己撰写论文或著作的主要章节。

二、学术不端行为

(一)引注文献不端行为。

1.使用、引用他人的观点、论据、资料调查、统计数据、防案和构架等不注明出处；或对他人的上述原用语作了修改，但基本观点不变、论据未变而不注明出处的。

2.将多个他人观点混在一起，作为自己的论点，不注明出处。

3.将他人论点、论据与自己论点、论据混在一起，不明确区分标注。

4.转引他人著作中的引文、注释，不注明出处。

5.使用他人未发表成果不注明出处或从外文书刊中摘译的部分，不注明出处。

6.包含或引用本人已用于其它的理论、调研数据、学术论文获成果，但不加注释或说明。

7.未引用他人文献而作虚假引注。

(二)不当署名。

未参加相关社会调查等活动而在别人发表成果上署名，或未经他人同意，签署他人姓名。

我保证提交申报成果是我自己完成的成果，我承诺没有学术失范和学术不端行为。

签 名：



年 月 日

注：申报人仅填写以上表格。

作者单位（科技部门）意见

盖 章

年 月 日

推荐单位（省级学会、市科协或高校科协）意见

初评评语：

盖 章

年 月 日

网评评语及评审等级

学科：

年 月 日

复评评语及评审等级

组别:

年 月 日

评委会终评意见

年 月 日

