申报2021年度湖南省科学技术进步奖三等奖

项目公示内容

**1.项目名称：**

基于生产装置节能降耗的环保清洗技术研发与应用

**2.项目单位：**

岳阳宇翔科技有限公司

**3.提名单位：**

岳阳经济技术开发区管委会

**4.提名意见：**

石化、电力等生产装置在运行一段时间后，结垢严重，生产效率下降，能源消耗上升，需进行除垢清洗。围绕装置实现环保清洗完成单位组织科研人员多年攻关，研发了具有自主知识产权的环保清洗成套技术。

本项目开发了中性硫化亚铁钝化清洗剂和清洗工艺，不含锰、铬等重金属离子，不含杀生性物质，对活性污泥安全；开发了除焦复合清洗剂和除氧化铁复合清洗剂以及清洗工艺，满足了炼化重整装置v大型、全焊板式换热器结垢结焦物—铉盐、焦质及氧化铁的清洗要求；开发了FeS气相钝化清洗工艺，具有清洗液用量少、吹扫时间短、废液处理安全等优势；开发了催化油浆换热器在线清洗剂和清洗工艺，替代了石油类溶剂、卤代烃溶剂、醇类溶剂清洗；开发了清洗废液的处理工艺，清洗废液COD浓度达到污水排放标准。

项目获授权发明专利2件，授权实用新型专利9件，论文5篇，整体技术达到国际先进水平。

项目技术已在中石化、中石油等各分公司推广应用，国内大中型客户30多家，已形成了国内知名的过滤芯清洗基地。项目技术还走岀国门，在苏丹、马来西亚、越南等国石化企业推广应用。2018～2020年本项目共实现营业收入10797万元，实现净利润2629万元，实现缴纳税费1828万元，具有显著经济社会效益。

该项目拟提名申报2021年度湖南省科技进步奖三等奖。

**5.项目简介：**

石化、电力等生产装置在运行一段时间后，由于原料反应的腐蚀作用和高温高热的氧化作用，设备结垢严重，生产效率下降，能源消耗上升，需进行除垢清洗。设备清洗涉及多个领域，如电力行业输灰管道清洗、凝汽器清洗等；石化行业换热器清洗、[加热炉清洗](http://baike.sogou.com/v7951751.htm" \t "_blank)、[输油管](http://baike.sogou.com/v14069.htm" \t "_blank)线清洗、粘泥剥离清洗等。宇翔公司针对不同设备、不同污垢形成机理，进行了多课题研究，形成了具有多项自主知识产权的成果，创造了较好的经济效益和社会效益。

**主要技术内容：**本项目开发了中性硫化亚铁钝化清洗剂和清洗工艺，产品PH值为7左右，中性、无毒，不含锰、铬等重金属离子，不含杀生性物质，易降解，对活性污泥安全；开发了除焦复合清洗剂和除氧化铁复合清洗剂以及清洗工艺，满足了炼化重整装置v大型、全焊板式换热器结垢结焦物—铉盐、焦质及氧化铁的清洗要求；开发了催化油浆换热器在线清洗剂和清洗工艺，替代了国内常用的高压水射流清洗、石油类溶剂、卤代烃溶剂、醇类溶剂清洗；开发了新型过滤芯清洗剂及清洗工艺，首创了清洗再生检测装置；开发了FeS气相钝化清洗工艺和气相清洗试验装置。具有清洗液用量少、吹扫时间短、废液处理安全等优势；开发了清洗废液的处理工艺和废液处理一体化装置。清洗废液COD浓度实现污水达标排放。

授权专利情况：获得2项发明专利：一种用于清除炼油装置内硫化亚铁和硫化氢的中性清洗剂及其制备方法和使用方法（ZL201110103866.1）；清洗剂及利用其清洗全焊板式换热器的方法（ZL201610655328.6）。获得8项实用新型专利：一种多功能清洗及废液处理一体化装置、一种通气型滤芯检测装置、一种通油型滤芯清洗装置、一种通水型滤芯清洁检测两用装置、一种费托滤芯清洗再生检测装置、一种气相清洗实验装置、一种加热炉对流段清洗装置、一种三膨胀节进/出料全焊板式换热器防反压清洗装置。

**技术经济指标：**油污油垢清除率≥90%；硫化亚铁清除率≥95%；过滤芯除垢率≥98%；设备腐蚀率<2.0g/m2.h；清洗剂PH值6～9。

**应用推广情况：**环保清洗用药液由岳阳宇翔科技有限公司完成生产，环保清洗专业化服务由公司组织专业人员完成实施。环保清洗己在中石化、中石油、中海油、中国神华、大唐国际等下属的大中型生产企业推广应用，客户有中石化长岭分公司、广州分公司、天津分公司，中国神华宁煤集团，及大唐多伦煤化工等50多家国内大型石化企业。公司的清洗业务，已延伸至苏丹、马来西亚及越南等多个国家。

**经济效益：**2018～2020年本项目累计新增销售收入10292.04万元，累计新增利润2219.47万元，项目产生了较好的经济效益。

**6.主要科技创新：**

**（1）开发了中性硫化亚铁钝化清洗剂和清洗工艺，产品PH值为7左右，中性、无毒，不含锰、铬等重金属离子，不含杀生性物质，易降解，对活性污泥安全、对环境无污染。**石化企业的常减压、催化裂化、加氢裂化等装置运行中会生成大量的FeS（指FeS,FeS2,Fe2S3等几种化学物质的混合物）结垢，并腐蚀设备。在装置正常操作时FeS结垢不会出现问题，但当检修设备打开时，FeS便会迅速与氧发生氧化自燃，从而引发安全事故。采用安全、环保清洗剂除去硫化亚铁、硫化氢及油垢油焦等有害物质，是提高设备生产效率重要措施。开发的中性硫化亚铁钝化清洗剂组分为：亚硫酸钠、乙二胺四乙酸二钠、表面活性剂、聚环氧琥珀酸酯、水。在公司实验室通过多次实验和测试，完成了单剂组分筛选试验。根据测试结果选出本项目产品的各单剂的组分最佳配比为：亚硫酸钠10.21%、乙二胺四乙酸二钠8.16%、脂肪醇聚氧乙烯醚4.08%、聚环氧琥珀酸戊酯4.08%、水73.47%。开发的产品清洗工艺：在配液槽内形成50%浓度的钝化清洗液；清洗液在配液槽和设备之间循环清洗；取样分析、比色判断清洗钝化情况；收集回流钝化清洗液。该技术获得发明专利1项，专利名“一种用于清除炼油装置内硫化亚铁和硫化氢的中性清洗剂及其制备方法和使用方法”，专利号：ZL201110103866.1。

**（2）开发了除焦复合清洗剂和除氧化铁复合清洗剂以及清洗工艺，满足了炼化重整装置v大型、全焊板式换热器结垢结焦物—铉盐、焦质及氧化铁的清洗要求，有效提高了重整装置换热器的换热效果。**石化重整装置v大型、全焊板式换热器运行过程中，板程和壳程均会结垢结焦，使换热效率下降，其结垢结焦产物为:铉盐、焦质及氧化铁等。由于换热器换热部分材料超薄（1.5mm左右），化学清洗腐蚀率控制要求十分严格，因此需开发专用清洗剂。公司开发了除焦复合清洗剂，由0.4%～0.8%的活性剂、渗透剂、除焦剂和余量为水组成。开发了除氧化铁复合清洗剂，由0.3%～1%缓蚀剂、8%中性络合剂、＞1～2%除氧化铁活性剂和余量为水组成。开发的产品清洗工艺：用除焦复合清洗液对全焊板式换热器进行第一次清洗，洗出液的pH值为10～11。用除氧化铁复合清洗液对全焊板式换热器进行第二次清洗，直至洗出液中Fe?+和F3+浓度趋向平衡。用除盐水对第二次洗出液进行置换，直至置换液的pH值为6～8。该技术获得发明专利1项，专利名“清洗剂及利用其清洗全焊板式换热器的方法”，专利号：ZL201610655328.6。

**（3）开发了清洗废液的处理工艺和废液处理一体化装置。清洗废液回收处理并COD浓度降解后，实现污水达标排放。**清洗废液中含有大量的油污和较高浓度的COD，随意排放，将给水资源造成严重的污染。通过对不同装置的清洗废液中污油、有机物、重金属离子成份研究，采用沉淀絮凝法，筛选合适絮凝沉淀剂，通过正交试验确定投加浓度、反应时间等，得到絮凝处理工艺参数。废液经处理后PH为6-9，COD小于500mg/L。达到污水排放标准；公司自主开发的废液处理一体化装置，可以通过定时器和计量泵精确控制药剂份量，可边清洗边回收清洗废液，实现清洗及废液一体化处理。该技术获得实用新型专利1项，专利名：一种多功能清洗及废液处理一体化装置，专利号：ZL201621018602.0。

**（4）开发了催化油浆换热器在线清洗剂和清洗工艺，替代了国内常用的高压水射流清洗、石油类溶剂、卤代烃溶剂、醇类溶剂清洗，实现了环保、高效。**催化油浆换热器介质为重组分油浆,由于运行环境温度高,易形成重油垢、焦油垢及焦碳垢。重油垢在100～300℃形成；焦油垢在200∽400℃形成；焦碳垢是附着力很强的积炭,在工作温度大于400℃时,通过脱氢缩合的焦油垢逐步石墨化,转化成较硬的碳垢。公司开发了在线清洗剂，配方：剥离清洗剂选用异噻唑啉酮，浓度0.1%，酸洗剂选用氨基磺酸，浓度8%，BTA缓蚀剂，浓度0.1%。钝化剂选用MBT，浓度为0.05%。开发的在线清洗工艺：水冲洗及试压升温→剥离清洗→水冲洗→酸洗除垢→水冲洗→钝化。2017年1月对中石化长岭分公司炼油二部3#催化E213A油浆换热器清洗效果：酸洗除垢率91.5%，平均腐蚀为0.033g/m2h，低于控制指标2g/m2h，20%氨水击穿时间在33-45s之间，达到优良级。

**（5）开发了新型过滤芯清洗剂及清洗工艺，首创了清洗再生检测装置，率先在煤化工领域实现陶瓷滤芯、金属滤芯清洗再生。**近年随着煤化工的发展出现了一些新型滤芯，如：煤气化飞灰除尘器的陶瓷过滤芯，煤制油合成装置间接液化反应器的“费托”过滤芯。新型过滤芯清洗再生国内没有成熟的工艺。公司通过选用云南大为铁铝过滤芯、内蒙古伊泰费托过滤器分别进行了综合实验，开发了陶瓷过滤芯清洗剂及清洗工艺：配方：中性药剂6%，活性剂0.1%，钝化剂0.5%。清洗工艺：中性药剂+活性剂，温度60-70℃，浸泡时间3小时。钝化剂采用联氨（氨水调PH值9.5-10）常温钝化2小时。开发了“费托”过滤芯清洗剂及清洗工艺：配方：片碱5%，高锰酸钾2%，硝酸6%。清洗工艺：片碱+高锰酸钾温度70-75℃，浸泡1小时；硝酸温度60-65℃，浸泡时间0.5小时。新型过滤芯清洗效果：除垢率〉98%，钝化膜空气中保持时间〉24小时，防锈保护保持时间〉7天。为配套新型过滤芯清洗和检测，公司还开发了新型过滤芯清洗再生检测装置。能对新型过滤芯堵塞情况和损坏情况进行判断，确定过滤芯维修还是更换。能对过滤芯实施药水清洗，提高工作效率，实现过滤芯的清洗再生。该技术获得实用新型专利1项，专利名““一种费托滤芯清洗再生检测装置”，专利号：ZL201720809091.2。

**（6）开发了FeS气相钝化清洗工艺和气相清洗试验装置。具有清洗液用量少、吹扫时间短、废液处理安全、环保等优势。**石化企业的常减压、催化裂化、加氢裂化等装置运行中会生成大量的FeS（指FeS,FeS2,Fe2S3等几种化学物质的混合物）结垢，传统采用液相清洗法，存在清洗液用量大、成本高、废液处理难、清洗完后吹扫耗时长等弊端。公司通过实验开发了气相钝化清洗工艺。该工艺对硫化亚铁的清除率〉90%；对设备的腐蚀率<2.0g/m2.h；公司自主开发的气相清洗试验装置，结构分为三部分：模拟塔系统、加剂系统、蒸汽发生系统。通过调节蒸汽压力、调节清洗剂的使用量，可以模拟不同清洗剂在不同工况下的气相钝化清洗能力，为实际操作提供参考数据。该技术获得实用新型专利1项，专利名：一种气相清洗实验装置，专利号：ZL201821600273.X。

**7.客观评价:**

**（1）科技查新结论**

本项目开发了中性硫化亚铁钝化清洗剂，产品的各单剂的组分配比为：亚硫酸钠10.21%、乙二胺四乙酸二钠8.16%、脂肪醇聚氧乙烯醚4.08%、聚环氧琥珀酸戊酯4.08%、水73.47%。经国家一级科技查新咨询单位教育部科技查新工作站（湖南大学站）对该技术的查新，查新结论为：除申报单位（宇翔公司）专利外未见有相同配方的研究报道。（见附件）

**（2）评价报告情况**

中石化青岛安全工程研究院对装置检修装置停工检修硫化亚铁清洗剂进行了评价（见附件），抽取了国内5个厂家硫化亚铁清洗剂与宇翔公司产品进行技术性能比对，评价意见认为：FeS（现场采集）样品试验表明，宇翔清洗剂对FeS的清洗率最高，其次为3#、4#、1#、5#、2#。

**（3）所获科技奖励情况**

大型、全焊板式换热器的化学清洗，2011年获中石化总公司长岭分公司科技进步一等奖（见附件）；

余热锅炉烟气侧翅片管化学清洗，2013年获中石化总公司长岭分公司科技进步二等奖（见附件）；

环保型在线中性清洗技术，2017年获岳阳市人民政府科技进步三等奖（见附件）；

塔填料清洗再生技术研究与应用，2019年获中石化总公司长岭分公司科技进步二等奖（见附件）；

硫化亚铁气相钝化清洗技术研究与应用，2021年获中石化总公司长岭分公司科技进步二等奖（见附件）。

**8.推广应用情况:**

环保清洗用药液由岳阳宇翔科技有限公司完成生产，环保清洗专业化服务由公司组织专业人员完成实施。环保清洗己在中石化、中石油、中海油、中国神华、大唐国际等下属的大中型生产企业推广应用，客户有中石化长岭分公司、广州分公司、天津分公司，中石油独山子石化，中海油惠州石化，中国神华宁煤集团，及大唐多伦煤化工等50多家国内大型石化企业。公司的清洗业务，已延伸至苏丹、马来西亚及越南等多个国家。

**9.主要知识产权和标准规范等目录:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权(标准)类别 | 知识产权(标准)具体名称 | 国家（地区） | 授权号(标准编号） | 授权(标准发布) 日期 | 证书编号(标准批准发布部门) | 权利人(标准起草 单位) | 发明人(标准起草人) | 发明专利(标准)有效状态 |
| 发明专利 | 一种用于清除炼油装置内硫化亚铁和硫化氢的中性清洗剂及其制备方法和使用方法 | 中国 | ZL2011 10103866.1 | 2012年11月21日 | 第1084872号 | 岳阳宇翔科技有限公司 | 左理胜、姜建平、曾蔚然 | 有效专利 |
| 发明专利 | 清洗剂及利用其清洗全焊板式换热器的方法 | 中国 | ZL2016 10655328.6 | 2019年02月05日 | 第3245828号 | 岳阳宇翔科技有限公司 | 曾蔚然、吴新汨、杨次雄 | 有效专利 |
| 实用新型专利 | 一种多功能清洗及废液处理一体化装置 | 中国 | ZL2016 21018602.0 | 2017年05月03日 | 第6122108号 | 岳阳宇翔科技有限公 | 曾蔚然、吴新汨、羿仰桃、卢浩、李珏、李炯、杨攀、姜建平 | 有效专利 |
| 实用新型专利 | 一种通气型滤芯检测装置 | 中国 | ZL2016 21003949.8 | 2017年03月22日 | 第6011154号 | 岳阳宇翔科技有限公司 | 曾蔚然、李珏、李炯、杨攀、姜建平 | 有效专利 |
| 实用新型专利 | 一种通油型滤芯清洗装置 | 中国 | ZL2016 21018593.5 | 2017年03月22日 | 第6013549号 | 岳阳宇翔科技有限公司 | 曾蔚然、李珏、李炯、杨攀 | 有效专利 |
| 实用新型专利 | 一种通水型滤芯清洁检测两用装置 | 中国 | ZL2016 21003920.X | 2017年03月22日 | 第6012821号 | 岳阳宇翔科技有限公司 | 曾蔚然、李珏、李炯、杨攀、姜建平 | 有效专利 |
| 实用新型专利 | 一种费托滤芯清洗再生检测装置 | 中国 | ZL2017 20809091.2 | 2018年02月06日 | 第6951416号 | 岳阳宇翔科技有限公司 | 许国平、曾蔚然、李珏、卢浩、杨攀 | 有效专利 |
| 实用新型专利 | 一种气相清洗实验装置 | 中国 | ZL2018 21600273.X | 2018年09月29日 | 第9040178号 | 岳阳宇翔科技有限公司 | 许国平、李珏、曾蔚然、卢浩、陈安、王思源 | 有效专利 |
| 实用新型专利 | 一种加热炉对流段清洗装置 | 中国 | ZL2016 21018601.6 | 2017年05月03日 | 第6123033号 | 岳阳宇翔科技有限公司 | 曾蔚然、吴新汨、羿仰桃、卢浩、姜建平 | 有效专利 |
| 实用新型专利 | 一种三膨胀节进/出料全焊板式换热器防反压清洗装置 | 中国 | ZL2017 21145280.0 | 2017年09月07日 | 第7087741号 | 岳阳宇翔科技有限公司 | 曾蔚然、李珏、李炯、杨攀、姜建平 | 有效专利 |

**10.主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **排序** | **姓名** | **性别** | **出生年月** | **学历** | **职称** | **项目职务** | **单位** |
| 1 | 曾蔚然 | 男 | 1969.10.17 | 本科 | 高级工程师 | 项目负责人 | 岳阳宇翔科技有限公司 |
| 2 | 许国平 | 男 | 1984.04.08 | 研究生 | 高级工程师 | 研发工程师 | 岳阳宇翔科技有限公司 |
| 3 | 姜建平 | 男 | 1964.09.11 | 大专 | 工程师 | 研发工程师 | 岳阳宇翔科技有限公司 |
| 4 | 杨次雄 | 男 | 1967.02.08 | 大专 | 工程师 | 研发工程师 | 岳阳宇翔科技有限公司 |
| 5 | 卢浩 | 男 | 1992.03.01 | 本科 | 工程师 | 研发工程师 | 岳阳宇翔科技有限公司 |
| 6 | 陈安 | 男 | 1994.08.29 | 本科 | 助理工程师 | 研发工程师 | 岳阳宇翔科技有限公司 |
| 7 | 李钰 | 男 | 1991.04.09 | 本科 | 工程师 | 研发工程师 | 岳阳宇翔科技有限公司 |

**11.主要完成单位及创新推广贡献**

第一完成单位：岳阳宇翔科技有限公司

创新推广贡献：本项目由岳阳宇翔科技有限公司主持研发，开展基于生产装置节能降耗的环保清洗技术研发及生产线建设，实现关键技术上的重点突破，推进产业化进程。宇翔公司自主研发的基于生产装置节能降耗的环保清洗技术，完全突破了国外企业对该技术的垄断，拥有完全自主知识产权。产品进入市场后，受到广大行业用户的欢迎。