

## 西安石油大学 2018 年陕西省科技奖申报公示

项目名称：苛刻服役环境下油气井管柱风险评估研究及应用

主要完成人情况（姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目主要学术和技术创造性贡献）

姓名	赵国仙	行政职务	无	工作单位	西安石油大学
排名	1	技术职称	教授	完成单位	西安石油大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 项目总负责人，全面负责项目的立项及研发工作，主持项目设计、组织项目研究工作，协调解决项目研究中的关键问题。</li><li>2. 开展合金材料在不同典型环境中的腐蚀机理和规律研究，确立合金材料的极限服役条件；</li><li>3. 主持完成国家自然科学基金项目 1 项，相关校企合作项目 3 项，申请专利 7 个，发明的试验装置保证了研究工作的顺利进行。</li><li>4. 陕西省及西安石油大学“石油专用管腐蚀与防护”重点科技创新团队负责人。</li></ol>				

姓名	吕祥鸿	行政职务	无	工作单位	西安石油大学
排名	2	技术职称	教授	完成单位	西安石油大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	<ol style="list-style-type: none"> <li>负责研究方案的制定和实施，主要负责超级马氏体不锈钢和钛合金材料的腐蚀性能和腐蚀机理研究；</li> <li>主持完成政府下达课题 1 项，相关校企合作项目 5 项。</li> <li>以第一作者发表相关论文 15 篇，申请专利 8 个，完成专著 1 本。发明的试验装置保证了研究工作的顺利进行。</li> <li>负责研究成果的推广应用。</li> </ol>				

姓名	张钧	行政职务	无	工作单位	西安石油大学
排名	3	技术职称	副教授	完成单位	西安石油大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	<ol style="list-style-type: none"> <li>担任试验负责人，主要负责试验的制定，参数的设计，仪器的运行；</li> <li>主要负责双相钢材料的腐蚀性能和腐蚀机理研究；</li> <li>以第一作者身份发表相关论文 3 篇，申请专利 5 项。</li> <li>参与研究成果的推广应用。</li> </ol>				

姓名	张雅妮	行政职务	无	工作单位	西安石油大学
排名	4	技术职称	副教授	完成单位	西安石油大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	<ol style="list-style-type: none"> <li>负责开展材料电化学腐蚀性能研究及相应的理化性能研究，为材料的腐蚀机理提供支持；</li> <li>参与项目的推广应用。</li> </ol>				

姓名	胥聪敏	行政职务	无	工作单位	西安石油大学
排名	5	技术职称	副教授	完成单位	西安石油大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	<ol style="list-style-type: none"> <li>负责国内外资料的搜集与整理工作，负责镍基合金的腐蚀性能和腐蚀机理研究；</li> <li>主持完成政府下达课题 1 项。</li> </ol>				

姓名	李健	行政职务	无	工作单位	西安石油大学
排名	6	技术职称	副教授	完成单位	西安石油大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	<ol style="list-style-type: none"> <li>负责封隔器以下高强度碳钢的抗 CO<sub>2</sub> 腐蚀性能研究，为管柱设计的低成本化提供依据；</li> <li>主持完成相关校企合作项目 1 项。</li> </ol>				

## 完成人合作关系说明

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果
1	合作研究	吕祥鸿/2	2007.1	至今	“陕西高等学校科学技术奖”二等奖
2	合作研究	张钧/3	2013.1	至今	“陕西高等学校科学技术奖”二等奖
3	合作研究	张雅妮/4	2014.5	至今	“陕西高等学校科学技术奖”二等奖
4	合作研究	胥聪敏/5	2013.8	至今	“陕西高等学校科学技术奖”二等奖
5	合作研究	李健/6	2014.12	至今	“陕西高等学校科学技术奖”二等奖

## 项目简介

本成果属于材料科学与工程领域。项目针对超深、超高温高压等苛刻环境下油气井管柱材质选择难、应用难的现状开展研究，重点解决了超级马氏体不锈钢、超级奥氏体不锈钢、双相钢、镍基合金以及钛合金等高合金材质在苛刻环境中的腐蚀规律、腐蚀模型以及运行风险。通过模拟现场工艺流程、运用形貌分析、成分测试及电化学等综合测试技术，以及 400 组实验数据的测取，系统深入的研究了高合金材质在苛刻油气井典型环境中的腐蚀机理，建立了高合金管柱材质在地层水 CO<sub>2</sub> 腐蚀环境中的 SCC 开裂模型，并根据上述结果建立了完善的苛刻服役中油气井管柱的风险评估方法。项目开展的研究内容有：

- (1) 苛刻工况条件下高合金管柱材质腐蚀性能评价；

- (2) 高合金管柱材质在地层水 CO<sub>2</sub> 腐蚀环境中的抗 SCC 性能评价;
- (3) 高合金管柱材质在完井液中的抗腐蚀性能评价;
- (4) 高合金管柱材质在模拟工况条件下的腐蚀机理研究;
- (5) 苛刻服役中油气井管柱的风险评估方法。

项目取得的主要成果如下:

- (1) 获得了苛刻工况条件下高合金完井管柱材质的腐蚀规律;
- (2) 掌握了高合金完井管柱材质在不同腐蚀环境中的腐蚀速率,为高合金管柱材料在苛刻油气井环境中的寿命预测提供数据支持;
- (3) 掌握了封隔器以下高强碳钢及低合金钢套管抗 CO<sub>2</sub> 腐蚀和酸化液腐蚀性能,为低成本管柱设计提供依据;
- (4) 揭示了苛刻工况条件下高合金管柱材质的腐蚀机理,为开发高性能耐蚀合金材料提供技术支持;
- (5) 明确了超级马氏体不锈钢、超级奥氏体不锈钢、双相钢、镍基合金以及钛合金等高合金材质在苛刻油气井环境中安全服役的极限条件。
- (6) 建立了苛刻服役环境中的管柱风险评估方法。

项目的研究成果在延长油田、长庆油田、克拉玛依等国内油田进行推广应用,用于指导这些油田公司在苛刻服役环境中油井管柱的选材工作。自 2015 年项目实施以来,在管柱检修和更换、缓蚀剂采购等方面累积为油田企业节约开支共计 32500 万元。同时,通过该项目的实施,大幅度降低了油田腐蚀失效事故,有效的避免了石油管泄漏带来的环境污染,保护了当地的生态环境,取得了良好的社会效益。

围绕该项目,产生国家自然科学基金 1 项,西安市科技局和陕西省教育厅基金资助各 1 项。获高水平大学建设项目“石油专用管的

腐蚀与防护”项目立项 1 项；获陕西省及西安石油大学“石油专用管腐蚀与防护”重点科技创新团队立项 1 项。共发表和该项目相关论文 21 篇，其中 SCI 收录 2 篇，EI 收录 2 篇；出版《油套管材质与腐蚀防护》专著 1 部（石油工业出版社）；获国家发明专利授权 4 项、实用新型专利授权 3 项。在本项目基础上，共培养硕士研究生 29 人，其中全日制硕士研究生 16 人，非全日制硕士研究生 13 人；项目执行过程中 3 人次获得高一级职称（1 名教授，2 名副教授）。

### 主要科研项目、论文专著目录和知识产权证明目录、

序号	附件类型	具体名称
1	科技成果登记表	苛刻环境下油气井管柱腐蚀机理及选材风险评估研究
2	科研项目证明	高强低合金钢在高含 H <sub>2</sub> S 环境中的 SCC 机制研究
3	省级创新团队证明	石油专用管腐蚀与防护
4	科研项目证明	经济型钛合金油管的开发
5	科研项目证明	土壤微生物环境下超高强度管线钢应力腐蚀机理研究
6	校级创新团队证明	石油专用管腐蚀与防护
7	科研项目证明	“三超”气井高合金完井管柱材质腐蚀评价研究
8	科研项目证明	单质硫沉积环境下耐蚀合金腐蚀性能研究
9	科研项目证明	低合金油井管材高温高压 H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> 腐蚀试验

10	科研项目证明	高含 H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> 条件下集输管线钢耐蚀性能评价研究
11	科研项目证明	镍基合金高温高压 H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> 腐蚀钝化膜相组成的 TEM 分析
12	科研项目证明	镍基合金高温高压 H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> 腐蚀试验
13	科研项目证明	825 内衬管基管和焊缝的检测
14	科研项目证明	HIC 及模拟环境的 SSC 检测
15	科研项目证明	碳纤维/环氧树脂复合材料老化机理量子化学计算研究
16	知识产权证明	一种模拟气井 Y 型采油树冲蚀的实验装置
17	知识产权证明	高流速环境下抗 CO <sub>2</sub> 腐蚀的曼尼希碱类缓蚀剂及其制备方法
18	知识产权证明	一种 Gemini 型双分子席夫碱类污水缓蚀剂及其制备方法
19	知识产权证明	一种钛合金接箍镀铜的方法
20	知识产权证明	一种耐强酸静态高温高压釜
21	知识产权证明	一种酸化实物模拟实验装置
22	知识产权证明	一种输油管
23	论文专著证明	油套管材质与腐蚀防护
24	论文专著证明	Corrosion performance of high strength 15Cr martensitic stainless steel in severe environments
25	论文专著证明	钛合金石油管材的研究和应用进展
26	论文专著证明	模拟塔里木油田环境 5Cr 套管用钢的 H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> 腐蚀行为

27	论文专著证明	低铬抗硫套管的 H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> 腐蚀行为研究
28	论文专著证明	模拟油田工况条件下低 Cr 钢抗 H <sub>2</sub> S 应力腐蚀开裂行为研究
29	论文专著证明	低 Cr 钢在 H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> 环境中的腐蚀行为研究
30	论文专著证明	用于集输管线的 0.5Cr 钢在模拟塔里木油田环境中的 H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> 腐蚀行为研究
31	论文专著证明	低 Cr 耐蚀管材的国内外研究进展
32	论文专著证明	超级 13Cr 马氏体不锈钢在 CO <sub>2</sub> 及 H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> 环境中的腐蚀行为
33	论文专著证明	超级 13Cr 马氏体不锈钢抗 SSC 性能研究
34	论文专著证明	超级 13Cr 马氏体不锈钢在鲜酸中的腐蚀行为
35	论文专著证明	油套管用钢 P110 的 CO <sub>2</sub> 腐蚀动力学研究
36	论文专著证明	温度对油套管用钢腐蚀速率的影响
37	论文专著证明	流速对 P110 钢腐蚀行为的影响
38	论文专著证明	西部油田某井油管穿孔原因分析
39	论文专著证明	塔里木油田某井油管脱落原因分析
40	论文专著证明	某井 110 钢级油管失效原因分析
41	论文专著证明	外加电位对 C110 钢抗硫化物应力开裂及氢渗透行为的影响
42	论文专著证明	镍基合金 UNS N08028 钝化膜的耐蚀性研究
43	论文专著证明	超级 13Cr 不锈钢的钝化膜耐蚀性与半导体特性

44	论文专著证明	高温高压环境下 13Cr 不锈钢的腐蚀性能
45	获奖证明	陕西高等学校科学技术奖 二等奖
46	应用效果证明	长庆油田应用效果证明
47	应用效果证明	延长油田应用效果证明
48	其他证明	主要论文专著他人引用检索证明
49	其他证明	知情同意证明

知情同意证明等信息

## 申报2018年度陕西省科学技术奖

### 知情同意证明

陕西省科技厅:

本人 蔡文婷 (身份证号: 610125198510150029) 已知晓西安石油大学材料科学与工程学院 赵国仙 作为完成人以科研成果“苛刻环境下油气井管柱腐蚀机理及选材风险评估研究”申报 2018 年度陕西省科学技术奖。同意使用论文“超级 13Cr 不锈钢的钝化膜耐蚀性与半导体特性”申报 2018 年度陕西省科学技术奖, 同意不作为本次申报奖励的主要完成人, 没有异议。

特此证明。

本人签名: 蔡文婷  
2018 年 3 月 29 日

## 申报2018年度陕西省科学技术奖

### 知情同意证明

陕西省科技厅:

本人 张双双 (身份证号: 640203198811050526) 已知晓西安石油大学材料科学与工程学院 赵国仙 作为完成人以科研成果“苛刻环境下油气井管柱腐蚀机理及选材风险评估研究”申报 2018 年度陕西省科学技术奖。同意使用论文“TP140 在模拟鲜酸和残酸环境中的腐蚀行为”申报 2018 年度陕西省科学技术奖, 同意不作为本次申报奖励的主要完成人, 没有异议。

特此证明。

本人签名: 张双双  
2018 年 3 月 29 日

## 申报2018年度陕西省科学技术奖

### 知情同意证明

陕西省科技厅：

本人 魏爱玲（身份证号：131002198105230021）已知晓西安石油大学材料科学与工程学院 赵国仙 作为完成人以科研成果“苛刻环境下油气井管柱腐蚀机理及选材风险评估研究”申报 2018 年度陕西省科学技术奖。同意使用论文“镍基合金 UNS N08028 钝化膜的耐蚀性研究”申报 2018 年度陕西省科学技术奖，同意不作为本次申报奖励的主要完成人，没有异议。

特此证明。

本人签名：魏爱玲

2018 年 3 月 28 日

## 申报2018年度陕西省科学技术奖

### 知情同意证明

陕西省科技厅：

本人 牛坤（身份证号：610103198611250020）已知晓西安石油大学材料科学与工程学院 赵国仙 作为完成人以科研成果“苛刻环境下油气井管柱腐蚀机理及选材风险评估研究”申报 2018 年度陕西省科学技术奖。同意使用论文“高温高压环境下 13Cr 不锈钢的腐蚀性能”申报 2018 年度陕西省科学技术奖，同意不作为本次申报奖励的主要完成人，没有异议。

特此证明。

本人签名：牛坤

2018 年 03 月 28 日

## 技术发明、技术开发、技术推广和社会公益类项目公示推广应用情况

根据本项目研究成果，明确了超级马氏体不锈钢、超级奥氏体不锈钢、双相钢、镍基合金以及钛合金等高合金材料的，为油田企业选材提供了参考依据。该研究结果已经在长庆油田、延长油田和克拉玛依等油田得到应用，帮助油田解决了苛刻服役环境中的材料选择问题，不仅极大地缓解了油田的腐蚀问题，而且大幅度降低油田石油管材料的检修和维护成本，自 2015 年至今，累积为这些油田企业节约开支共计 32500 万元。

应用单位名称	应用起始时间	应用截止时间	应用单位联系人	联系电话
中国石油天然气股份有限公司长庆油田第一采油厂	2013.05	2017.12	李大伟	0911-8018356
中国石油天然气股份有限公司长庆油田第二采油厂	2013.08	2017.12	王雄心	0934-8591762
中国石油天然气股份有限公司长庆油田第四采油厂	2014.01	2017.12	张福平	0951-6892426
中国石油天然气股份有限公司长庆油田第七采油厂	2013.05	2017.12	黄俊	029-86976853
延长油田股份有限公司	2014.01	2017.12	尹志福	029-86506792
中国石油新疆油田分公司	2014.01	2017.12	谢琼辉	0990-6831925