

# 项目情况简介（省科技进步奖）

## 1、项目名称

低品位稠油火驱启动机理及关键控制技术研究与应用

## 2、主要完成人

袁士宝、蒋海岩、王国栋、任宗孝、宫宇宁、申志兵、尚策、曲冠政、刘建斌、龚迪光

## 3、提名单位

陕西省教育厅

## 4、提名意见

该成果选题准确，技术上有创新，工艺合理，实用性强，对行业的技术进步有较大作用，有较好的应用前景和推广价值。推荐材料齐全、规范，经完成单位公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖推荐条件。提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。

## 5、项目简介

该成果针对废弃稠油再动用物理化学机理、多区带智能监测与分析方法、注采协同差异化火驱调控技术、绿色环保与资源循环利用等技术难题，攻关研究形成了稠油尾矿资源化再动用机理与差异化调控技术研究与应用，支撑了稠油资源开发和国家能源发展战略。该成果的主要创新点如下：

（1）突破火驱粘度和饱和度界限，创建注蒸汽开发废弃高黏稠油高温火驱模式，揭示“原位启动、阶段氧化、差异推进”的再动用机理，开发了高效点火和气汽融合火驱开发技术。

（2）创新火驱连通关系分析方法，利用机器学习深挖火驱机理，融合地质和动态评价火驱波及状态；形成电磁法与流体组分协同刻画火线监测方法，使刻画火线前缘位置符合率超过 80%。

（3）创建“提波及、控温度、引火线”的火线调控技术，破解了燃烧前缘控制与均匀推进的难题，波及体积达 85%，提高采收率 36 个百分点。

（4）针对产出液乳化和尾气埋存问题，研发高温采出液处理和火驱+尾气驱油的共驱开发技术，推动火驱技术绿色环保进程，实现尾气埋存效率 90%以上。

## 6、客观评价

教育部科技查新工作站（L29）（202536000L290154）查新结论显示：“经检索并对相关文献分析对比结果表明：上述国内外的相关文献报道分别涉及到该查新项目部分研究内容，但除该委托项目组发表的文献外，国内外均未见与该查新项目查新点相同的文献报道。”

## 7、应用情况

该成果于 2022 到 2024 年，先后在辽河油田、新疆油田等油田/公司应用了 300 余井次，新增利润 3.29 亿元，提升了稠油尾矿资源化再动用技术，产生了显著的经济和社会效益。

主要应用单位情况如下表:

| 主要应用单位情况表 |                 |       |             |           |          |
|-----------|-----------------|-------|-------------|-----------|----------|
| 序号        | 单位名称            | 应用的技术 | 应用对象及规模(MW) | 应用起止时间    | 单位联系人/电话 |
| 1         | 中国石油辽河油田曙光采油厂   | 火驱调控  | 杜66块        | 2022-2024 | 宫宇宁      |
| 2         | 中国石油新疆油田勘探开发研究院 | 火驱调控  | 红浅1区        | 2022-2024 | 展宏洋      |

## 8、主要知识产权和标准规范等目录

| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称               | 国家(地区) | 授权号              | 授权日期        | 证书编号    | 权利人    | 发明人              |
|----|--------|------------------------|--------|------------------|-------------|---------|--------|------------------|
| 1  | 发明专利   | 一种泡沫发生器                | 中国     | ZL201510969570.6 | 2018年01月16日 | 2781331 | 西安石油大学 | 袁士宝, 蒋海岩, 赵凯, 等  |
| 2  | 实用新型   | 薄互层油藏蒸汽吞吐后改造为对向火驱的井网结构 | 中国     | ZL201820095134.X | 2018年08月31日 | 7770459 | 西安石油大学 | 蒋海岩; 袁士宝; 刘召, 等  |
| 3  | 发明专利   | 一种火烧油层可丢弃内螺旋式点火装置      | 中国     | ZL201610126918.X | 2019年01月18日 | 3221746 | 西安石油大学 | 蒋海岩; 袁士宝; 李向鹏, 等 |
| 4  | 发明专利   | 防串油自封闭式油气分离气包          | 中国     | ZL201510053431.9 | 2018年03月09日 | 2839584 | 西安石油大学 | 蒋海岩; 田相雷; 袁士宝; 等 |
| 5  | 实用新型   | 一种夹持式固体燃料点火器           | 中国     | ZL201821406105.7 | 2019年06月25日 | 9012679 | 西安石油大学 | 蒋海岩; 袁士宝; 任宗孝; 等 |
| 6  | 发明专利   | 一种线性火驱产出尾气埋存利用的方法      | 中国     | ZL201810652293.X | 2020年11月24日 | 4113765 | 西安石油大学 | 袁士宝; 蒋海岩; 任宗孝; 等 |
| 7  | 发明专利   | 一种线性井网火驱燃烧前缘位置描述方法     | 中国     | ZL201810661301.7 | 2021年01月22日 | 4214159 | 西安石油大学 | 袁士宝; 蒋海岩; 任宗孝; 等 |
| 8  | 发明     | 一种火烧油层                 | 中国     | ZL2018           | 2022年       | 54979   | 西安石    | 袁士宝; 蒋           |

|    |      |                     |    |                   |             |          |            |                                       |
|----|------|---------------------|----|-------------------|-------------|----------|------------|---------------------------------------|
|    | 专利   | 驱油效果预测方法            |    | 10988770. X       | 10月04日      | 23       | 油大学        | 海岩；任宗孝；等                              |
| 9  | 发明专利 | 一种检验土酸的检测试棒及其检测方法   | 中国 | ZL201710737656. 5 | 2023年09月26日 | 6359879  | 西安石油大学     | 蒋海岩；田相雷；袁士宝；等                         |
| 10 | 发明专利 | 评价油田火驱方案的方法         | 中国 | ZL201010011536. 5 | 2013年08月28日 | 1263703  | 西安石油大学；田相雷 | 袁士宝；田相雷；蒋海岩；蔡文斌；等                     |
| 11 | 发明专利 | 一种利用直井侧钻的重力火驱效果预测方法 | 中国 | ZL202011119712. 7 | 2023年07月25日 | 6176817  | 西安石油大学     | 袁士宝；蒋海岩；李乐泓；龚迪光；时宇；赵金省；赵凯；任宗孝；曲冠政；秦国伟 |
| 12 | 发明专利 | 一种深井用多级固体燃料点火器      | 中国 | ZL201810997264. 7 | 2024年01月26日 | 6644889  | 西安石油大学     | 蒋海岩；袁士宝；任宗孝；等                         |
| 13 | 发明专利 | 一种增加注蒸汽井井底干度的方法     | 中国 | ZL201810714455. 8 | 2021年04月02日 | 4337888  | 西安石油大学     | 蒋海岩；袁士宝；任宗孝；等                         |
| 14 | 实用新型 | 一种检验土酸的检测试棒         | 中国 | ZL201721067237. 7 | 2020年04月14日 | 10284598 | 西安石油大学     | 蒋海岩；秦泽祥；袁士宝；等                         |
| 15 | 实用新型 | 稠油开采降粘抽油泵           | 中国 | ZL201020014942. 2 | 2011年03月30日 | 1737718  | 蒋海岩；曲占庆    | 蒋海岩；曲占庆；等                             |
| 16 | 发明专利 | 防串油自封闭式油气分离气包       | 中国 | ZL201510053431. 9 | 2018年03月09日 | 2839584  | 西安石油大学     | 蒋海岩；田相雷；袁士宝；等                         |
| 17 | 实用新型 | 可拆装式油套连通器           | 中国 | ZL201520072853. 6 | 2015年09月02日 | 4574743  | 西安石油大学     | 蒋海岩；田相雷；袁士宝；等                         |
| 18 | 发明专利 | 一种模拟支撑剂在复杂缝网运移规律的可  | 中国 | ZL202010443508. 4 | 2021年08月17日 | 4623890  | 西安石油大学     | 曲冠政；彭娇；高丽蓉；等                          |

|    |      |                          |    |                  |                  |         |               |   |
|----|------|--------------------------|----|------------------|------------------|---------|---------------|---|
|    |      | 视化装置                     |    |                  |                  |         |               |   |
| 19 | 发明专利 | 直平组合火驱开采模拟系统及方法          | 中国 | ZL202011336854.9 | 2023 年 04 月 07 日 | 5851868 | 中国石油天然气股份有限公司 | 张鸿；刘其成；赵庆辉；程海清；张树田；王伟伟；张勇；潘攀；贾大雷；杨兴超；齐先有；刘鑫；胡军；蔡庆华    |
| 20 | 发明专利 | 储层流体氧化动力学参数测定装置及方法       | 中国 | ZL202111414612.1 | 2024 年 04 月 12 日 | 6894022 | 中国石油天然气股份有限公司 | 王伟伟；刘其成；赵庆辉；程海清；潘攀；张勇；张树田；杨兴超；刘鑫；贾大雷；胡军；庞树斌           |
| 21 | 发明专利 | 一种利用水平井改善厚层稠油油藏火驱效果的调控方法 | 中国 | ZL202010757945.3 | 2022 年 10 月 04 日 | 5495582 | 中国石油天然气股份有限公司 | 赵庆辉；户昶昊；刘其成；程海清；张树田；刘茜；王伟伟；张鸿；贾大雷；刘鑫；刘畅；闫红星；李群；胡军；曹峻博 |

## 9、主要完成人情况

| 序 | 完成人 | 行政职务  | 技术职称  | 工作单位                 | 完成单位                 | 对本项目的贡献  |
|---|-----|-------|-------|----------------------|----------------------|--|
| 1 | 袁士宝 | 无     | 教授    | 西安石油大学               | 西安石油大学               | 项目总负责人，负责项目的总体研究方向，确定项目的具体研究思路，组织人员调配，协调理论研究、室内试验和现场试验之间的关系。 |
| 2 | 蒋海岩 | 无     | 教授    | 西安石油大学               | 西安石油大学               | 项目现场推广负责人，负责火驱试验区开发工程和跟踪，火驱调整方案的制定和执行。                       |
| 3 | 王国栋 | 院长    | 高级工程师 | 中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司 | 中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司 | 项目现场推广负责人，负责火驱试验区开发工程跟踪，火驱调整方案的制定和执行。                        |
| 4 | 任宗孝 | 无     | 副教授   | 西安石油大学               | 西安石油大学               | 项目组核心成员，负责项目的具体研究，攻关理论研究、室内试验和现场试验之间的疑难问题。                   |
| 5 | 宫宇宁 | 一级工程师 | 高级工程师 | 中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司 | 中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司 | 项目现场推广负责人，负责火驱试验区开发工程跟踪，火驱调整方案的制定和执行。                        |
| 6 | 申志兵 | 无     | 副教授   | 西安石油大学               | 西安石油大学               | 项目组核心成员，负责项目的具体研究，攻关理论研究中的疑难问题。                              |
| 7 | 尚策  | 所长    | 高级工程师 | 中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司 | 中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司 | 项目现场推广负责人，负责火驱试验区开发工程跟踪，火驱调整方案的制定和执行。                        |
| 8 | 曲冠政 | 无     | 副教授   | 西安石油大学               | 西安石油大学               | 项目组核心成员，负责项目的具体研究，攻关理论研究、室内试验和现场试验之间的疑难问题。                   |

|    |     |   |     |        |        |  |
|----|-----|---|-----|--------|--------|--|
| 9  | 刘建斌 | 无 | 讲师  | 西安石油大学 | 西安石油大学 | 项目组核心成员，负责项目的具体研究，攻关理论研究、室内试验和现场试验之间的疑难问题。 |
| 10 | 龚迪光 | 无 | 副教授 | 西安石油大学 | 西安石油大学 | 项目现场推广负责人，负责火驱试验区开发工程跟踪，火驱调整方案的预测和建议。      |

#### 10、主要完成单位及创新推广贡献

| 排序 | 完成单位                 | 对本项目的贡献     |
|----|----------------------|-------------|
| 1  | 西安石油大学               | 完成本项目的设计、攻关 |
| 2  | 中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司 | 完成本项目的应用和推广 |

#### 11、完成人合作关系说明

项目主要完成人在项目攻关期间合作完成课题、合作完成知识产权，在知识产权列表中已经有体现。