

2025 年四川省科学技术奖提名项目公示内容

一、项目名称

复杂油气井注采动态监测成套装备及规模化应用

二、提名者及提名意见

西南石油大学，提名该项目为 2025 年度四川省科学技术进步奖。

三、项目简介

体积压裂水平井和注入流体驱替为现阶段非常规油气资源高效开发的关键技术手段，监测评价获取各产层动态是支撑储层改造效果评价、开发方案优化、采收率提升工艺实施的重要基础。受井身结构、流体性质、流量和含率等因素耦合作用，井筒多相流体间受力关系复杂、流体分布不均，现阶段复杂油气井注采动态高精度监测及评价难度大。一直以来，以流动成像测井为代表的系列监测技术被国外公司垄断，国内引进代表性的为 Sondex 公司的阵列产出剖面测井仪 MAPS 和 Schlumberger 公司的流体扫描成像测井仪 FSI。一方面，国外公司实行严格技术封锁，Schlumberger 公司只提供服务不出售仪器，国内单井服务费极高，Sondex 公司虽出售仪器，但核心算法和模型封装保密；另一方面，国内机构多基于引进装备进行仿制，仪器检测原理未发生根本质变，引进和研发的流动成像测井装备针对我国中低产液、高含水、复杂流体性质等环境适应性差，资料处理解释软件评价单层油气水产量误差大，制约了非常规油气资源合理高效开发。

依托国家科技重大专项、国家自然科学基金、中石油集团公司重大科技专项、省部级基金项目和油田横向协作项目，多学科交叉联合攻关，实现了复杂油气井生产动态测井成套硬软件装备及方法理论的重大突破，为非常规油气藏开发提供了国产技术支撑，大幅缩减进口硬软件装备的采购费用。

(1) 研制了国内外首套适用于不同井型的 6 臂阵列温差流量计、6 臂阵列涡轮流量计和 12 臂阵列电磁波持水率计组合流动成像测井仪器串及地面采集硬件系统，实现了 5.5in 套管最低液相流量 1 方/天、持水率 0~100% 范围油气水动态高精度在线监测，验证流量监测相对误差 5%，持水率测量最大绝对误差 3.6%。

(2) 建立了不同井型条件油气水复杂流型智能分类识别方法，形成了基于阵列仪器监测的井筒油气水介质分布与速度分布 2D/3D 非线性流动成像反演技术，提出了多信息融合的分相流体速度、持率等参数高精度智能优化预测模型，误差较现有模型降低 6.5% 以上。

(3) 研发了具有完全自主知识产权的复杂油气井注采动态监测资料质量控制软件、注采动态测井资料处理解释软件，可兼容处理国内外同类仪器监测资料，实现了同类进口商业软件的国产替代，成功集成于各大石油公司测井软件平台，兼容性强、扩展性更强。

成果获得授权发明专利 37 件（美国专利 1 件）、实用新型专利 4 件，登记软件著作权 27 件，出版专著 2 部，修订行业标准 1 件，发布企业标准 7 件，发表论文 97 篇（其中 SCI 收录 32 篇），培养一批从事复杂油气井生产测井的中青年专业化技术人才。成果推广至国内外多个油田单位应用，近三年累计应用超过 8000 井次，大幅缩减我国测井装备购置及技术服务成本，在推动非常规油气藏生产动态监测评价和开发方案优化制定方面发挥了至关重要的作用。相关院士、专家组成的鉴定委员会认为：项目整体达到国际先进水平，其中在基于电磁波相移法的持水率检测技术和基于时域积分的中低流量检测技术方面达到国际领先水平，建议进一步加大推广应用力度。

四、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件，不得空缺）

| 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 | 一种多信息融合的产出剖面测井解释优化方法 | 中国 | ZL202211449436.X | 2024 年 10 月 8 日 | 7525290 | 西南石油大学 | 陈猛,黎明,刘向君,董国敏,杨国锋,况晏,刘东明,陈强,魏勇,刘杰 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于阵列持率仪计算水平井持水率的新方法 | 中国 | ZL202210308067.6 | 2024 年 05 月 24 日 | 7028754 | 西南石油大学 | 陈猛,邵思棋,刘向君,刘东明,蹇雪梅,裴阳,杨国锋 | 有效 |
| 发明专利 | 一种水平井阵列涡轮流量计及测量方法 | 中国 | ZL202210622497.5 | 2024 年 09 月 24 日 | 7398063 | 西南石油大学 | 陈猛,董国敏,刘东明,齐宝权,罗宁,刘恒,陈强,秦昊,杨国锋,况晏 | 有效 |
| 发明专利 | 一种复合型持水率流量传感器 | 中国 | ZL 202010785535.X | 2024 年 01 月 30 日 | 3408470 | 中国石油天然气集团公司;中国石油集团测井有限公司 | 陈强,刘建成,章海宁,刘国权,朱文奎,刘杰,秦力,孙红艳,戴卓勋,姜黎明,樊晶晶,王嘉靖,王安立,孟义凯 | 有效 |
| 发明专利 | Device For Calibrating Oil-Water two-Phase Flow Sensor | 美国 | US11619538B2 | 2022 年 12 月 1 日 | 美国专利及商标局 | 长江大学 | 魏勇,郭涛,崔小名,鲁义攀,汪玉祥,王路平,冯爽,林斯 | 有效 |

| | | | | | | | | |
|-------|----------------------------|----|--------------------|------------------|----------|----------------------------|--|----|
| 发明专利 | 一种基于恒定功率的高精度低流量检测装置 | 中国 | ZL2018 1157340 3.X | 2021 年 01 月 01 日 | 4184071 | 中国石油天然气集团有限公司；中国石油集团测井有限公司 | 刘国权，陈强，董继辉，任丽娟，刘建成，秦民君，郭峰，段银鹿，张学，李阳，刘旭辉，杨旭辉，魏勇，王易安 | 有效 |
| 发明专利 | 一种传输线传感器以及阵列式持水率检测仪器 | 中国 | ZL2019 1080699 2.X | 2023 年 08 月 18 日 | 6250476 | 长江大学 | 魏勇，余厚全，陈强，刘国权 | 有效 |
| 发明专利 | 一种综合生产测井资料的产层剩余油饱和度最优化计算方法 | 中国 | ZL2021 1110550 7.X | 2024 年 05 月 31 日 | 7051099 | 西南石油大学 | 陈猛，刘瑜，杨国锋，刘向君，刘东明，王中涛，裴阳，秦民君 | 有效 |
| 发明专利 | 一种双频微波集流伞产出剖面测井图版约束最优化解释方法 | 中国 | ZL2021 1117181 5.2 | 2023 年 05 月 16 日 | 5977112 | 西南石油大学 | 杨国锋，陈猛，刘向君，刘东明，王中涛，裴阳，邵思琪 | 有效 |
| 软件著作权 | 页岩油气井产出剖面测井资料处理解释软件 V1.0 | 中国 | 2022SR 1343662 | 2022 年 9 月 5 日 | 10297861 | 西南石油大学 | 刘瑜，陈猛，裴阳，邵思琪，杨国锋，秦昊，杨恩 | 有效 |

五、论文专著目录（不超过 5 篇/部，非必填）

| 序号 | 论文（专著）名称/刊名 | 年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页) | 发表时间 (年月日) | 通讯作者(含共同) | 第一作者 (含共同) | 国内作者 | 他引 总次数 | 检索数 据库 | 论文署 名单位 是否包 含国外 单位 |
|----|---|-----------------------------|------------------|-----------|---------------|------------------------------|-----------|----------------|--------------------------------|
| 1 | 阵列电磁波全域流动成像测井方法与应用/石油工业出版社 | 2022 年 | 2022 年 10 月 | 魏勇 | 魏勇 | 魏勇，陈强，陈猛 | 6 | 专著 | 否 |
| 2 | Development of a Torque-Based Correction Model for Array Turbine Flowmeters in Inclined Gas Wells With Liquid Loading/ IEEE SENSORS JOURNAL | 2025 年 25 卷 44174-44184 页 | 2025 年 12 月 15 日 | 陈猛 | 王争妍 | 王争妍，陈猛，陈文辉，陈涛，刘国权，陈强，杨国锋，侯国强 | 1 | Web of Science | 否 |

| | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------|------------------|--------|-----|--------------------------------|---|----------------|---|
| 3 | An improved radioactive tracer response analysis and injection profile quantification method based on intelligent algorithms/ Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry | 2024 年 333 卷 1039-1053 页 | 2024 年 2 月 13 日 | 杨国锋 | 杨国锋 | 杨国锋, 彭文政, 刘东明, 吴晓龙, 陈猛, 刘向君 | 1 | Web of Science | 否 |
| 4 | Slip behaviours and evaluation of interpretative model of oil/water two-phase flow in a large-diameter pipe/ Journal of Petroleum Science and Engineering | 2020 年 186 卷 1-9 页 | 2019 年 11 月 18 日 | 刘向君/陈猛 | 秦昊 | 秦昊, 戴家才, 刘向君, 杨国锋, 裴阳, 苟顺超, 陈猛 | 2 | Web of Science | 否 |
| 5 | 致密油藏水平井阵列温差流量数据反演方法/测井技术 | 2024 年 48 卷 781-788 页 | 2024 年 12 月 | 陈猛 | 陈强 | 陈强, 陈猛, 袁超, 陈涛, 陈文辉, 刘国权 | 2 | CNKI | 否 |

六、主要完成人

陈猛、陈强、魏勇、郭旭洋、杨国锋、刘国权、陈文辉、陈涛、甘如饴、郭海敏、刘杰、刘东明、裴阳、秦昊

七、完成单位

西南石油大学、中国石油集团测井有限公司、长江大学、中国石油大学（北京）