**2021年度自治区科技奖励提名公示内容**

# 一、项目名称及申报等级

项目名称：深部碳酸盐岩地层精细控压钻井技术及应用

# 二、提名单位（专家）意见

提名等级：技术发明一等奖

该项目针对我国碳酸盐岩储层埋藏深且缝洞发育、溢漏同存复杂频发、难以实现设计目标等难题，依托国家重大科技专项和自然科学基金课题，创新建立了碳酸盐岩地层超深井井筒多相流全瞬态温度压力耦合模型，形成了“双点多参数测量”的井下复杂工况原位智能识别方法，研发了控压钻井“串-并联复合型”精细自动控制节流管汇，首创了可控微溢流控压钻井新工艺，首次实现了国内最高16MPa井口回压自适应控压动态压井，获得国内外专家学者的肯定。技术成果总体达到国际先进水平，其中双点多参数测量的井下复杂工况原位智能识别方法、可控微溢流控压钻井和自适应控压动态压井新工艺方面处于国际领先水平。

该成果在塔里木油田、新疆油田、印尼BETARA油田等国内外12个油气田推广应用，平均事故复杂率降低30%，钻井综合效率大幅提高，经济和社会效益显著，推广应用前景广阔。

该成果获授权发明专利16件、实用新型专利9件，制订行业标准1项、企业标准2项，出版专著1部，发表学术论文44篇。

该成果推荐材料完整、真实，完成单位及人员属实，排名无异议，遵守了《中华人名共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规，且并无侵犯他人知识产权的情况。

提名该项目为自治区技术发明奖 一 等奖。

# 三、项目简介

碳酸盐岩地层油气储量约占全球总储量的50%，产量达全世界总产量的60%以上。我国碳酸盐储层分布广泛、探明率低（7%），勘探开发潜力巨大。以塔里木油田为例，碳酸盐岩石油储量达46亿吨，天然气储量超过10000亿方。但是，我国碳酸盐岩储层地质条件十分复杂，埋藏深（5000-8000m）、缝洞极其发育、安全密度窗口窄，易导致“涌漏同存”等井下极端复杂工况，难以实现设计目标。

控压钻井技术是解决窄安全密度窗口地层安全钻井的有效手段，但该技术的关键设备和控制方法一直被国外公司垄断，亟待攻关。

自2011年开始，依托国家重大科技专项和国家自然科学基金项目，创新建立了碳酸盐岩地层超深井井筒多相流全瞬态温度压力耦合模型，形成了“双点多参数测量”的井下复杂工况原位智能识别方法，研发了控压钻井“串-并联复合型”精细自动控制节流管汇，首创了可控微溢流控压钻井新工艺，首次实现了国内最高16MPa井口回压自适应控压动态压井，有力推进了井筒压力控制钻井技术的变革。

经中国石油与化学工业联合会鉴定，技术成果总体达到国际先进水平，其中双点多参数测量的井下复杂工况原位智能识别方法、可控微溢流控压钻井和自适应控压动态压井新工艺方面处于国际领先水平。主要发明点如下：

1.建立了深部碳酸盐岩地层超高温（200℃）、超高压（120MPa）条件下井筒多相流全瞬态温度压力耦合模型和井底压力综合校正方法，实现了井底压力高精度实时计算。

2.研制的“井下黑匣子系统”，实现了近钻头处的钻压、扭矩、温度、压力、介电常数、XYZ三轴振动等10参数精确测量。建立了“双点多参数测量”的井下复杂工况原位智能识别方法，实现了气侵与漏失的实时监测与预警，大幅度提高了作业安全性。

3.研发了控压钻井“串-并联复合型”精细自动控制节流管汇，具有五种自适应控制模式，控压精度达到±0.05MPa。实现了窄密度窗口地层精细控压，显著降低了非生产时间。

4. 首创了可控微溢流控压钻井新工艺，首次实现了国内最高16MPa井口回压自适应控压动态压井，可快速高效处理气侵溢流，大幅度降低了井控风险。

项目成果在国内外12个油气田得到推广应用，获直接经济效益18.02亿元。

该成果获授权发明专利16件、实用新型专利9件，制订行业标准1项、企业标准2项，出版专著1部，发表学术论文44篇。

本成果引领了深部碳酸盐岩地层安全高效钻井技术发展，提升了我国钻井技术水平和国际影响力。

# 四、推广应用情况

精细控压钻井技术创新成果在塔里木油田公司碳酸盐岩地层超深井进行了推广应用。2011年至今，累计在国内外12个油气田规模应用，包括中石油塔里木油田、新疆油田、辽河油田、大港油田、华北油田、冀东油田、西南油气田、中石化西北油田、印尼BETARA油田、山西煤层气、中海油渤海油田等。平均事故复杂率降低30%，钻井综合效率大幅提高，创造多项施工纪录，包括：创新国内首次16MPa高精度节流排污方法，创造国内最高压力>140MPa油气藏控压钻井，一趟钻控压钻穿超高压盐水层、国内碳酸盐岩储层水平段长1561m、以及垂深大于6000m、完钻井深8008m的世界最深水平井纪录等。

# 五、主要知识产权证明目录

**（一）国家发明专利**

1. 确定启停泵过程中瞬时波动压力的方法和装置（已授权，专利授权号：ZL201710320132.6）
2. Wellbore pressure correction method（已授权，专利授权号：US9759026B2）
3. 裂缝性地层复杂工况模拟实验装置（已授权，专利授权号：ZL201610282206.7）
4. 一种钻井井筒压力校正方法（已授权，专利授权号：ZL201410370007.2）
5. 钻井液密度分段调控装置（已授权，专利授权号：ZL201810263287.5）
6. 控压钻井的井口回压控制系统和井口回压控制方法（已授权，专利授权号：ZL201310168063.3）
7. 一种利用流量监控实现井底压力控制的钻井装备与方法（已授权，专利授权号：ZL201210226318.2）
8. 钻井液密度在线调控装置（已授权，专利授权号：ZL201810263801.5）
9. 渗透率确定方法及系统（已授权，专利授权号：ZL201811000383.7）
10. 一种适应大流量变化的单节流通道控压钻井方法与装置（已授权，专利授权号：ZL201310114422.7）
11. 精细控压钻井节流阀的调节方法及系统（已授权，专利授权号：ZL201410742931.9）
12. 一种井下多相流体特性测量传感器及其工作方法（已授权，专利授权号：ZL201310138357.1）
13. 一种确定钻井过程中气侵类型的设备和方法（已授权，专利授权号：ZL201410370774.3）
14. 用于窄安全密度窗口地质条件的控压钻井方法（已授权，专利授权号：ZL201410370965.X）
15. 控压钻井气液两相流动模拟计算方法（已授权，专利授权号：ZL201410371178.7）
16. 一种用于控压钻井的井口压力控制方法和装置（已授权，专利授权号：ZL201510219091.2）

**（二）实用新型专利**

1. 模拟渗流阻力对排水过程地层压力影响的实验装置（已授权，专利授权号：ZL201721219767.9）
2. 一种井下多相流体特性测量传感器（已授权，专利授权号：ZL201320201577.X）
3. 模拟地质构造对排水过程地层压力影响的实验装置（已授权，专利授权号：ZL201721219709.6）
4. 井下测量装置（已授权，专利授权号：ZL201721254534.2）
5. 一种高粘度混合流体特性测量探头（已授权，专利授权号：ZL201320202089.0）
6. 控压节流管汇（已授权，专利授权号：ZL201120537630.4）
7. 控压钻井的井口回压控制系统（已授权，专利授权号：ZL201320247569.9）
8. 精细控压钻井节流阀的调节系统（已授权，专利授权号：ZL201420762247.2）
9. 一种用于控压钻井的井口压力控制装置（已授权，专利授权号：ZL201520279274.9）

# 六、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排名 | 姓名 | 工作单位 | 职务 | 职称 | 对成果创造性贡献 |
| 1 | 李军 | 中国石油大学（北京）克拉玛依校区 | 中国石油大学（北京）克拉玛依校区副校长 | 教授 | 主持人，负责项目整体组织、研究方案制定及实施、成果总结，对发明点1，2，3，4做出重要贡献，第一专利权人发明专利7件，第一作者论文10篇，第一作者专著2部。 |
| 2 | 刘伟 | 中国石油集团工程技术研究院有限公司 | 副所长 | 教授级高级工程师 | 项目技术主要负责人，对发明点2、3、4做出重要贡献，负责完成闭环压力控制钻井成套工艺装备研制、现场试验与工业化推广应用等工作。 |
| 3 | 张辉 | 中国石油大学（北京） | 无 | 教授 | 项目主要完成人，对发明点2、3做出贡献，包括钻井液密度在线调控装置、模拟渗流阻力对排水过程地层压力影响的实验装置等专利。 |
| 4 | 杨宏伟 | 中国石油大学（北京） | 无 | 博士后 | 项目主要完成人，负责深井复杂地层井筒水力学模型、井下复杂工况识别研究，对发明点1、2做出突出贡献，开展了近钻头多参数井下随钻测量工具的现场试验。 |
| 5 | 陈军 | 中国石油塔里木油田分公司塔中油气开发部 | 无 | 高级工程师 | 项目主要完成人，对发明点3、4均具有重要贡献。参加可行性论证，在项目成果应用期间对现场反馈的问题及时总结，完善了深部碳酸盐岩地层精细控压钻井技术。 |
| 6 | 连威 | 中国石油大学（北京）克拉玛依校区 | 无 | 讲师 | 项目主要完成人，负责深井复杂地层井筒水力学模型研究以及多参数随钻测量工具现场实验，对发明点2多参数随钻测量工具的现场实验做出贡献。 |

# 七、完成人合作关系说明

精细控压钻井技术是多学科交叉且与实际应用紧密联系的一种技术，其涉及流体力学、机械原理、信号分析与处理等学科，同时，该技术在实际应用过程中，由于不同地区、不同区块地层温度、压力特征和沉积条件存在差异，导致该技术在实际应用过程中需对现场反馈的问题及时总结和完善，由此增强该技术的适用性。在考虑上述实际情况的基础上，中国石油大学（北京）联合中国石油集团工程技术研究院有限公司、中国石油塔里木油田分公司塔中油气开发部共同立项并展开技术合作，中国石油大学（北京）负责理论研究、基础装备研发等工作，中国石油集团工程技术研究院有限公司和中国石油塔里木油田分公司负责现场推广应用、现场问题反馈等工作。按照具体分工积极对其进行问题反馈、现场调研、研究分析，并在此基础上进行深入研究。

# 八、知情同意书





























