# 2019 年国家科技进步奖提名公示内容

## 一、项目名称：

## 超深超高压复杂凝析气田开发关键技术创新与工业化

## 二、提名单位

## 中国石油天然气集团有限公司

## 三、提名意见

凝析油气是国家急需的高端石化产品的稀缺原料。我国凝析油气资源主要集中在塔里木盆地，2005年形成了基于平衡相态理论的高压循环注气凝析气田开发技术，实现了5000m、60MPa、中高渗凝析气田的高效开发。但新发现的迪那、塔中等凝析气藏埋藏更深（>6000m）、压力更高（＞105MPa）、储层更复杂（低渗透砂岩、缝洞型碳酸盐岩），效益开发属世界级难题。近十年来，国家和中石油持续立项攻关，创新了超临界凝析气非平衡相态渗流理论，研发了超深超高压低渗透凝析气田高效安全开发技术，创建了超深缝洞型碳酸盐岩凝析气藏效益开发技术，形成了超深超高压复杂凝析气田开发技术。

该项目成果在塔里木凝析气田开发中广泛应用，年产当量由486万吨上升到1000万吨以上并稳产8年，建成了世界最大的深层凝析油气开发基地。2008年以来，累计增产7709万吨，新增利税1098亿元。研究形成的技术和开发模式对国内外同类型凝析气田的开发具有重要的指导和借鉴意义，推广应用前景广阔。

研究成果共获发明专利32件、软件著作权24项，发布标准19项（其中国家标准2项、行业标准2项），出版专著10部，发表论文128篇（SCI、EI论文50篇），获省部级一等奖4项，引领了全球深层油气开发技术的发展。专家评价该成果实现了凝析气田开发技术的重大跨越，整体达到国际领先水平。

经审查，推荐材料真实有效，相关栏目填写符合要求，按照规定内容进行了公示，无异议。

提名该项目为国家科学技术进步奖 一 等奖。

## 四、项目简介

凝析油气富含优质烃类组分，是国家军工和民生领域急需的高端石化原料，备受世界关注。我国凝析油气资源80%集中在塔里木盆地，2005年以前揭示了高含蜡凝析气三相（气-液-固）相变规律，创新了基于平衡相态理论的高压循环注气开发技术，建立了高压（5000m、60MPa）中高渗凝析气田三种高效开发模式。但新发现的凝析气藏埋藏更深（>6000m）、压力更高（＞105MPa）、储层更复杂（低渗透砂岩、缝洞型碳酸盐岩），开发理论和技术必须革新换代，关键是攻克以下世界级科学技术难题：①超高压凝析气的超临界特征导致相变渗流规律难以定量描述；②超深超高压低渗透凝析气藏裂缝活动机理复杂，自然产能差异大、开发风险极高；③超深缝洞型碳酸盐岩凝析气藏渗流规律不清、缝洞分散，难以实现效益开发。2008年以来，国家和中石油持续立项攻关，形成了超深超高压复杂凝析气田开发技术，实现了凝析气田开发理论和技术的重大跨越，年产当量超过1000万吨并稳产8年，建成了世界最大的深层凝析油气开发基地，专家评价该成果整体达到国际领先水平。

（1）创新了超临界凝析气非平衡相态渗流理论。实验明确了超高压凝析气具有气体和液体双重性质的超临界特征，建立了干气-凝析气-凝析油相间传质的非平衡理论，创建了基于非平衡相态的多相多组分重力超覆渗流模型，实现了超高压凝析油气体系扩散、渗流行为的定量描述，揭示了凝析气藏循环注气“置换-超覆-扩散”三元驱替机理，发明了注气垂直驱替提高采收率新方法。

（2）研发了超深超高压低渗透凝析气田高效安全开发技术。通过大岩样真三轴裂缝力学活动性模拟实验，揭示了裂缝渗透率与力学活动性指数成正比的规律，创建了裂缝性低渗透凝析气藏应力控产理论，创新了基于地应力与裂缝渗流耦合的井网优化和水侵预测技术，研发了140MPa全通径射孔-完井-改造一体化工艺，实现了少井高产稳产；创建了以13Cr油管抗酸防腐、环空分级管控为核心的超高压全生命周期井完整性技术，建立了国际首套陆上高温高压井完整性指南、设计准则和管理规范，实现了所有超高压气井安全受控。

（3）创建了超深缝洞型碳酸盐岩凝析气藏效益开发技术。发明了缝洞介质岩样制备及驱替等实验方法，揭示了洞穴储层反凝析油重力聚集机理，研发了缝洞单元重力辅助驱替提高采收率新方法；创新了以动态描述为基础、动静迭代为核心的缝洞精细描述技术；创新了沙漠区高密度三维地震采集与处理技术，建立了水平井+大斜度井三维井网开发模式。使塔中等边际气田实现了效益开发。

共获发明专利32件、软件著作权24项、标准19项（国家标准2项、行业标准2项）、专著10部、论文128篇（SCI、EI论文50篇），获省部级一等奖4项。2008年以来，累计增产凝析油气当量7709万吨，新增利税1098亿元，我国凝析油对外依存度降低了15%，推动形成乙烷制乙烯等新型产业链，确保了西气东输和南疆利民平稳供气。该成果奠定了我国在世界凝析气田开发中的领军地位，对保障国家能源安全和践行“一带一路”能源合作具有重要意义。

## 五、客观评价

1.成果鉴定结论

中国石油科技评估中心于2019年1月5日在北京主持召开了由中国石油塔里木油田分公司等单位共同完成的《超深超高压复杂凝析气田开发关键技术创新与工业化》成果鉴定会，孙龙德、李阳、韩大匡、康玉柱、周守为、刘合、孙金声、刘清友、刘玉章等9位院士及专家组成鉴定委员会，听取了成果汇报、查新报告及应用报告，审查了技术文件，认为该成果实现了凝析气田开发技术的重大跨越，整体达到国际领先水平。

2.公开评价

（1）美国两院院士、A&M大学DR.Akhil Datta-Gupta教授回忆了与中石油塔里木油田公司的合作经历，对超深超高压裂缝性凝析气藏产能主控因素与开发机理研究给予高度评价和认可，认为塔里木油田建立了天然裂缝地质力学响应与生产动态之间的关系，并实现了定量描述，显著提高了该类特殊气藏的动态预测精度，科学地指导了产能评价和井网优化设计，相关技术与认识已经走到世界前沿。

（2）美国俄克拉荷马大学Younane N.Abousleiman教授高度评价，认为中石油塔里木油田在深层超高压裂缝性凝析气藏开发中，关于地应力与裂缝渗流耦合研究在井网优化、天然气产量提高中的应用取得了重要进展，这些原创性的和世界前沿性的研究成果令他印象深刻。

（3）2012年，迪那2“超深层超高压凝析气藏开发技术突破、开辟油气开发新领域”入选中国石油十大科技进展。

3. 国内外技术对比

教育部科技查新工作站(SH01)在国内外27个中英文主要文献库进行了全面、系统的检索，全面反映了国内外关于凝析气藏相关研究的现状，共选出密切相关文献150篇，除本项目研究成果外，在国内外均未见到与本项目关于超高压凝析油气非平衡相态渗流理论、超深超高压凝析气田高效安全开发技术及超深缝洞型碳酸盐岩凝析气藏效益开发技术相同的研究成果公开报道。

4. 获得重要科技奖励

（1）2017年，《塔里木凝析气田稳产千万吨关键技术与应用》，中国石油天然气集团公司科学技术进步一等奖；

（2）2012年，《迪那2低渗透裂缝性高压凝析气田高效开发技术及应用》，中国石油天然气集团公司科技进步一等奖；

（3）2012年，《库车山前深层高温高压气井完井改造工艺技术研究与应用》，中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖；

（4）2014年，《特殊气藏开发基础理论与应用技术研究》，中国石油和化学工业协会科技进步一等奖。

## 6、应用情况

研究形成的超深超高压复杂凝析气田开发关键技术，有力支撑了塔里木盆地凝析气田的安全高效开发和持续稳产，建成了全球最大的深层凝析油气生产基地，实现了年产当量由486万吨到1000万吨的跨越，并已持续稳产8年；建成了年处理天然气100亿方的轻烃深度处理装置，年增产轻烃及液化气42万吨。2008年以来，累计生产天然气1066亿方、凝析油及轻烃等石油液体2477万吨，油气当量1.12亿吨，其中技术应用后累计增产石油液体1832万吨、天然气738亿方，油气当量产量达7709万吨。

研究成果已在中石化西北油田分公司大涝坝、雅克拉碎屑岩凝析气藏，塔河油田九区奥陶系缝洞型凝析气藏推广应用，正在支持中海油渤中19-6凝析气田开发方案编制。

## 7、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 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 | 发明专利(标准)有效状态 |
| 发明 | 一种注气垂直驱替提高凝析气藏凝析油采收率方法 | 中国 | 201310240337.5 | 2016.12.28 | 第2325521号 | 中国石油天然气股份有限公司 | 江同文,朱忠谦,阳建平,谢伟 | 有效 |
| 发明 | 高压气井A环空工作压力值的获取方法和系统 | 中国 | 201410640388.1 | 2018.9.4 | 第3059412号 | 中国石油天然气股份有限公司 | 周理志、曾努、彭建云、张宝、刘明球、吴云才、丁亮亮、景宏涛、曾有信、马亚琴、杨淑珍 | 有效 |
| 发明 | 一种缝洞型碳酸盐岩气藏动态分析方法及系统 | 中国 | 201310314083.7 | 2017.07.07 | 第2543321号 | 中国石油天然气股份有限公司 | 孙贺东,邓兴梁,韩永新,施英,徐艳梅,曹雯,舍志成,路琳琳 | 有效 |
| 发明 | 多组分气液体系在岩心中分子扩散系数的测定装置及方法 | 中国 | 201210097855.1 | 2014.7.16 | 第1444660号 | 西南石油大学 | 汪周华、郭平、杜建芬、叶安平、徐艳梅、彭松、蒙春 | 有效 |
| 发明 | 三维岩石力学参数获取方法和系统 | 中国 | 201410641421.2 | 2018.05.08 | 第2645410号 | 中国石油天然气股份有限公司 | 张辉、杨海军、蔡振忠、尹国庆、陈胜、袁芳、欧方军、李玉坤 | 有效 |
| 发明 | 含Cr油管用酸化缓蚀剂及其制备方法 | 中国 | 201310566209.X | 2017.03.08 | 第2406042号 | 中国石油天然气集团公司 | 尹成先、冯耀荣 | 有效 |
| 发明 | 缝洞型碳酸盐凝析气藏注水替气实验测试方法 | 中国 | 201110446385.0 | 2014.4.2 | 第1373310号 | 西南石油大学 | 郭平、杜建芬、汪周华、易敏、刘伟、邹振、张广东 | 有效 |
| 发明 | 高温高压凝析气藏注干气纵向波及效率剖面测试装置及方法 | 中国 | 201510007006.6 | 2017.2.1 | 第2368586号 | 西南石油大学 | 阳建平、伍帅、郭平、罗玉琼、陈一键、汪周华、杜建芬 | 有效 |
| 发明 | 一种缝洞型碳酸盐岩凝析气井开发指标分析方法及装置 | 中国 | 201510556736.1 | 2018.05.04 | 第2912945号 | 中国石油天然气股份有限公司 | 孙贺东,邓兴梁,常宝华,李世银,施英,曹雯,江杰,路琳琳 | 有效 |
| 发明 | 有水气藏单井水侵情况判断及气井产量控制方法和装置 | 中国 | 201410342357.8 | 2016.8.31 | 第2223233号 | 中国石油天然气股份有限公司 | 李勇，李保柱，夏静，彭晖，焦玉卫，张晶，蒋漫旗 | 有效 |

## 8、主要完成人情况

**主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 江同文 | 性别 | 男 | 排 名 | 1 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 | 副总经理 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献： 对第一、二、三项科技创新做出创造性贡献。主持并制定了超深超高压复杂凝析气田开发技术总体方案，组织关键资料录取分析、开发方案设计与实施。在高压凝析气藏非平衡相态及渗流理论、超深超高压凝析气田高效开发地质及工程技术、复杂凝析气田开发机理及开发模式建立等方面发挥了重要作用。旁证材料见：发明专利“一种注气垂直驱替提高凝析气藏凝析油采收率方法”，专利号201310240337.5、科技成果“塔里木凝析气田稳产千万吨关键技术与应用”、“迪那2低渗透裂缝性高压凝析气田高效开发技术及应用”获中国石油天然气集团公司科技进步一等奖。 |
| 曾获国家科技奖励情况：《塔里木盆地高压凝析气田高效开发技术研究及应用》2005年国家科技进步奖一等奖，排名第五位，证书号2005-J-210-1-01-R05。 |
| 姓 名 | 肖香姣 | 性别 | 女 | 排 名 | 2 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 |  |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献： 对第一、二项科技创新做出重要贡献。主持制定深层高压超高压砂岩凝析气藏高效开发关键技术研究及实施方案，在组织牙哈凝析气田开发跟踪及优化，英买气田群及迪那等凝析气田各类开发方案编制、实施跟踪优化等方面发挥了重要作用。旁证材料见：软件2013SR115430；科技成果“塔里木凝析气田稳产千万吨关键技术与应用”、“迪那2低渗透裂缝性高压凝析气田高效开发技术及应用”获中石油集团公司科技进步一等奖。 |
| 曾获国家科技奖励情况：《塔里木盆地高压凝析气田高效开发技术研究及应用》2005年获国家科技进步奖一等奖，排名第七位，证书号2005-J-210-1-01-R07。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  姓 名 | 夏静 | 性别 | 女 | 排 名 | 3 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院 | 行政职务 | 主任 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院 | 所 在 地 | 北京 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第一项科技创新做出重要贡献,建立了干气-凝析气体系超覆渗流数学模型，揭示了循环注气过程中干气超覆凝析气机理，创新了一体化多组分数值模拟方法，预测地下油气水赋存状态及分布，为“非对应注采、重力辅助立体驱替”提高采收率模式提供技术支撑。旁证材料见：发明专利“201510379085.3”、软件著作权2016SR161136等4项，科技成果“塔里木凝析油气年产1000万吨关键技术及应用”、“迪那2低渗透裂缝性高压凝析气田高效开发技术及应用”获中国石油天然气集团公司一等奖。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 郭平 | 性别 | 男 | 排 名 | 4 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 西南石油大学 | 行政职务 |  |
| 二级单位 | 石油与天然气工程学院 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 西南石油大学 | 所 在 地 | 四川成都 |
| 单位性质 | 大专院校 |
| 对本项目技术创造性贡献：主要对第一项科技创新做出重要贡献。主持了深层超高压凝析气藏扩散与非平衡相态研究，建立了缝洞凝析气藏注水替气、凝析油污染饱和度确定、带油环凝析气藏水淹油层损失、岩心中油气分子扩散测试、高温高压凝析气藏注干气纵向波及效率剖面测试等，为凝析气采收率评价及方式优选提供了新的理论与方法。旁证材料见：发明专利“ZL201210097855.1、ZL201610006465.7、ZL201510007006.6、201110446385.0、201410524518.5”、科技成果“特殊气藏开发基础理论与应用技术研究”获中国石油和化学工业协会科技进步一等奖。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 尹成先 | 性别 | 男 | 排 名 | 5 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气集团公司管材研究所 | 行政职务 | 所长 |
| 完成单位 | 中国石油天然气集团公司管材研究所 | 所 在 地 | 陕西省西安市 |
| 单位性质 | 国有企业 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第二项科技创新做出重大贡献。负责研发了13Cr酸化缓蚀剂系列产品，突破了13Cr油管不能高温酸化的禁区，保证了高腐蚀工况下13Cr油管安全应用，实现了少井高产和高效安全开发。旁证材料见：发明专利“200710178677.4”等7项、论文“Effect of Corrosion Inhibitor TG201 on Electrochemical Corrosion Behavior of Tubular Steel HP13Cr”等5项、标准“含铬油套管用酸化缓蚀剂”等3项、专著“石油天然气工业管道及装置腐蚀与控制”。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 邓兴梁 | 性别 | 男 | 排 名 | 6 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 | 所长 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献： 对第二项科技创新做出重大贡献。主持并制定了深层分散型碳酸盐岩凝析气藏规模效益开发研究部署方案，在缝洞储集体类型识别、缝洞介质中反凝析油赋存状态研究以及体积井网设计方面发挥了重要作用。旁证材料见：发明专利“201310110192.7、201410131727.3、201310314083.7”；论文“裂缝—孔洞型凝析气藏不同开发方式的长岩心实验”。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 谢伟 | 性别 | 男 | 排 名 | 7 | 国 籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1977年10月 | 出 生 地 | 新疆哈密 | 民 族 | 汉族 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 | 主任 |
| 二级单位 | 勘探开发研究院 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第二、三项科技创新成果做出重要贡献。主要参与深层超高压凝析气藏流体相态与渗流规律研究、循环注气和衰竭开发方式碎屑岩凝析气藏提高采收率研究，在凝析气藏基础理论研究和提高采收率技术实施过程中发挥了主要作用。旁证材料见发明专利：一种注气垂直驱替提高凝析气藏凝析油采收率方法，专利号201310240337.5。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 张辉 | 性别 | 男 | 排 名 | 8 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 |  |
| 二级单位 | 勘探开发研究院 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献： 对第二项科技创新做出重要贡献。负责超深超高压裂缝性气藏大岩样应力敏感实验、应力建模与气藏渗流耦合模拟研究，指导了井网井型优化及合理配产等技术政策制定。旁证材料见：发明专利201410641421.2、201410593514.2,软件著作权2017SR620596、2015SR166699、2014SR189195。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 焦玉卫 | 性别 | 男 | 排 名 | 9 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院 | 行政职务 | 副主任 |
| 二级单位 | 油田开发研究所 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院 | 所 在 地 | 北京 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第一项科技创新做出贡献。创新建立复杂油气藏地层流体相态特征描述方法、凝析气藏注气开发过程中动态相态特征变化规律、气藏及井组物质平衡分析方法，提出了地层条件下凝析油分布量化评价及凝析气藏开发中后期井网调整提高采收率技术。旁证材料见：发明专利“201510379085.3”、科技成果“塔里木凝析油气年产1000万吨关键技术及应用”获中国石油天然气集团公司一等奖。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 刘明球 | 性别 | 男 | 排 名 | 10 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 |  |
| 二级单位 | 塔西南油气开发部 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第二项关键技术做出重要贡献。作为《高压气井A环空许可压力值的获取方法和系统》的发明人之一，负责研发全通径射孔工艺，实现一趟管柱完成射孔-完井-改造的高效、安全、清洁完井。旁证材料见：发明专利“高压气井A环空工作压力值的获取方法和系统”。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 伍轶鸣 | 性别 | 男 | 排 名 | 11 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 | 企业技术专家 |
| 二级单位 | 勘探开发研究院 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第一项科技创新做出重要贡献。作为股份公司重大专项凝析气藏开发课题2014E-2108课题“碎屑岩凝析气田稳产技术”课题长，重点主持了深层凝析气藏高效开发与提高采收率研究、并参加了方案的实施跟踪优化工作。在衰竭开发和循环注气开发碎屑岩凝析气藏提高采收率攻关中发挥了重要作用。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 李世银 | 性别 | 男 | 排 名 | 12 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 | 主任 |
| 二级单位 | 勘探开发研究院 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第三项科技创新做出重要贡献。参加了分散型碳酸盐岩凝析气藏规模效益开发具体实施，在气藏水体特征分析、动态储量评价及开发指标预测方法以及体积井网设计方面发挥了重要作用。旁证材料见：发明专利“201310084360.X、201510556736.1、201710063419.5”；软件著作权“缝洞型碳酸盐岩凝析气井开发指标预测系统V1.0”；论文“一种缝洞型油气藏水体能量评价方法”。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 熊钰 | 性别 | 男 | 排 名 | 13 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 西南石油大学 | 行政职务 | 无 |
| 二级单位 | 石油与天然气工程学院 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 西南石油大学 | 所 在 地 | 四川成都 |
| 单位性质 | 大专院校 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第一项科技创新做出重要贡献、参与了第三项研究。建立了循环注气凝析气藏开发动态分析技术框架、流程和方法，为循环注气非对应注采和开发实时动态分析提供了实时监测理论和工具，同时也为缝洞型凝析气藏开采的洞内驱替方式提供了部分理论和实验研究成果。旁证材料见：论文“凝析气井产能试井解释中的阻塞表皮系数校正法研究”，专著“凝析气藏循环注气开发动态分析方法与实践”。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 张宝 | 性别 | 男 | 排 名 | 14 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 | 主任 |
| 二级单位 | 油气工程研究院 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第二项科技创新做出重要贡献。负责超高压气井全通径射孔-完井-改造一体化工艺技术攻关，作为《高压气井A环空工作压力值的获取方法和系统》发明专利主要完成人，在高压气井异常井风险评估技术和各个环空压力控制值的确定方法方面做出巨大贡献，在环空压力管控方面发挥了重要作用。旁证材料见：发明专利“201410640388.1”、科技成果“库车山前深层高温高压气井完井改造工艺技术研究与应用”获中国石油和化学工业联合会一等奖。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 王勇 | 性别 | 男 | 排 名 | 15 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 行政职务 | 主任 |
| 二级单位 | 天然气事业部 | 党 派 | 中国共产党 |
| 完成单位 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 所 在 地 | 新疆库尔勒市 |
| 单位性质 | 国有大中型企业 |
| 对本项目技术创造性贡献：对第一项科技创新成果做出重要贡献。主要参与凝析气藏流体相态与渗流规律研究、循环注气提高采收率研究，在凝析气藏相态研究和提高采收率技术实施过程中发挥了主要作用。旁证材料见发明专利：一种注气垂直驱替提高凝析气藏凝析油采收率方法，专利号201310240337.5。科技成果“塔里木凝析气田稳产千万吨关键技术与应用”获中石油集团公司科技进步一等奖 |

## 9、主要完成单位及创新推广贡献

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献： |
| 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司，是项目的主持单位，全面负责了项目攻关的总体设计、部署、立项、组织实施与推广应用等工作，是深层高压凝析气藏开发技术创新的组织者和实施者，同时，也是创新成果的推广应用者。主要贡献有以下几个方面：（1）项目牵头和组织单位，组织项目申报、研究、监督、检查、总结和验收；（2）负责制定项目研究方案；（3）各类开发方案编制及实施，关键资料录取和大尺度现场试验；（4）深层高压凝析气藏相态实验、渗流机理实验及规律研究；（5）深层高压凝析气藏开发动态评价及开发效果评价体系建立；（6）深层超临界高含油凝析气藏循环注气开发中后期提高采收率研究；（7）深层超大底水中小型凝析气藏油气协同高效开发技术研究；（8）深层分散缝洞型碳酸盐岩凝析气藏规模效益开发技术研究；（9）深层高压凝析气藏高效开发配套工程技术研究。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献： |
| 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院，作为第二完成单位，对项目科技创新的主要贡献：（1）针对牙哈凝析气藏注气开发发现的重力超覆现象，建立了注气开发凝析气田超覆程度评价体系，评价筛选了影响注入气分异相关的操作变量及不同变量下干气-凝析气超覆运移规律，并以提高采收率为目标，优选操作变量最佳值，科学指导循环注气方式优化及注采结构调整。（2）建立了凝析气藏循环注气物质平衡方程、高压凝析气井产能评价预测、地下-地面一体化精细数值模拟等方法和技术，指导剩余凝析油分布规律等分析及预测。（3）根据运筹学线性规划方法,剖析了决策变量、目标函数及约束条件，以最小的成本为目标优化凝析气藏群供气计划,为决策者对凝析气藏群的宏观管理提供定量依据。（4）建立了缝洞型碳酸盐岩凝析气藏多层气藏三维数值试井分析技术、动态储量评价及单井动态指标预测技术，解决了开发指标预测难度大的瓶颈问题。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 西南石油大学 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献： |
| 西南石油大学作为第三完成单位，对项目科技创新的主要贡献：（1）建立了多孔介质凝析气相态测试技术及多孔介质中高温高压气—液、气体分子扩散系数测定方法，阐明了凝析油气相间质量传递的非平衡扩散规律，基于线性非平衡理论、双膜（气膜与油膜界面平衡态）假设及扩散效应，建立了凝析气体系非平衡相变的动态理论模型。（2）建立了高温高压微观可视化地层渗流模拟、缝洞型碳酸盐凝析气藏注水替气、底水带油环凝析气藏水淹层油损失评价、高温高压凝析气藏注干气纵向波及效率剖面测试、衰竭式开发砂岩凝析气藏储层中反凝析油饱和度确定方法，开展了相关的实验研究，为渗流机理研究提供了支撑。（3）参与了凝析气田循环注气开发动态评价方法研究，建立了深层高压凝析气藏开发效果评价指标体系和开发效果分级评价标准。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 中国石油天然气集团公司管材研究所 |
| 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： |
| 中国石油天然气集团公司管材研究所作为第四完成单位，对项目科技创新的主要贡献：1. 负责井下酸化缓蚀剂防腐技术的研发；2. 发明了以TG201和TG201-II型为代表的高温高压气井酸化专用缓蚀剂，取得中国石油自主创新产品2项；3. 突破了13Cr油管不能高温酸化的禁区，保证了高腐蚀工况下13Cr油管安全应用，实现了少井高产和高效安全开发。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 中国石油大学（北京） |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献： |
| 中国石油大学（北京）作为第五完成单位，对项目科技创新的主要贡献：（1）建立了描述储层凝析油渗流动力学模型及求解方法，得出了凝析油气相渗宏观规律；提出了凝析气藏考虑油气相渗四维性的产能试井与不稳定试井方法。该成果在牙哈等凝析气藏试井解释和产能评价中得到推广应用。（2）形成了碳酸盐岩储层岩样制备、成分分析、CT扫描与三维重构、裂缝与孔洞等的三维识别，形成了一套基于微纳米CT、场扫描的碳酸盐岩储层岩样多尺度微观孔隙结构特征的测试技术、定量分析方法和流程。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 北京科技大学 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献： |
| 北京科技大学作为项目的第六完成单位，对项目科技创新的主要贡献：（1）室内实验测定了凝析气在不同压力的复杂流态（悬浮流、贴壁流、界面流、溪流、段塞流、连续流，液滴、液流汇聚等8种）。（2）开展了凝析气藏循环注气超覆的数值模拟机理研究。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献： |
| 中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司作为项目的第七完成单位，对项目科技创新的主要贡献：（1）开展了沙漠区高密度地震资料采集与处理技术研究 |

## 10、完成人合作关系说明

**完成人合作关系说明**

申报项目“超深超高压复杂凝析气田开发关键技术创新与工业化”由中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司牵头，组织中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院、西南石油大学、中国石油天然气集团公司管材研究所、中国石油大学（北京）、北京科技大学等6家单位组成多学科研发团队协作完成。针对我国深层超高压凝析气藏开发面临的理论技术难题，以室内实验和现场实验研究为基础，从地下到地面开展“产学研”一体化攻关，取得了重大理论技术创新，建立了一套深层超高压凝析气田安全高效开发关键技术，指导生产成效显著。各单位分工情况如下：

|  |  |
| --- | --- |
| **单位** | **主要工作** |
| 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 | 项目牵头单位，新技术研发、现场试验及应用 |
| 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院 | 凝析气藏渗流规律及开发新技术研发 |
| 西南石油大学 | 室内相态实验、循环注气开发动态评价方法研发 |
| 中国石油天然气集团公司管材研究所 | 井下管柱酸化缓蚀剂防腐研发 |
| 中国石油大学（北京） | 试井及碳酸盐岩孔洞多尺度特征定量实验分析等研究 |
| 北京科技大学 | 高压凝析气藏室内渗流实验及机理研究 |
| 中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司 | 沙漠区高密度三维地震采集与处理技术研究 |

通过项目完成人之间的紧密合作，取得了以下主要成绩：

（1）共同完成国家科技重大专项：《塔里木盆地库车前陆冲断带油气勘探开发示范工程》（编号2008ZX05046、2011ZX05046）、《塔里木盆地大型碳酸盐岩油气田勘探开发示范工程》（编号2008ZX05049-06、2011ZX05049-05）的研究和示范应用。

（2）共同完成了中国石油集团有限公司重大科技专项《塔里木油田勘探开发关键技术研究及应用》（项目编号2010E-21、2014E-21)、《天然气开发关键技术研究》(项目编号2014B-15)、《特殊天然气藏开发配套技术研究》(项目编号2008B-11)的攻关研发和应用。

（3）共同获得省部级科学技术进步奖一等奖4项；

（4）共同获得主要知识产权等。

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：