

青海油田公司 2024 年度拟推荐青海省科学技术奖公示 信息

一、项目名称

青海油田油气效益建产关键技术创新与年百万吨规模工业化应用

二、主要完成单位

中国石油天然气股份有限公司青海油田分公司

中国石油大学（北京）

三、主要完成人及贡献

序号	姓名	对成果创造性贡献
1	石道涵	项目总负责，研究方案把关与设计
2	宋伟	项目总负责，协调组织运行
3	谢琳	主要负责产能部署调整研究及现场实施
4	唐士跃	主要负责调整方案技术研究
5	马凤春	主要负责产能部署调整研究及现场实施
6	林海	主要负责工艺研究及现场试验
7	申颖浩	主要负责储层改造研究
8	林长庆	方案总体设计和成果把关
9	刘世铎	主要负责储层改造研究
10	陈杰	油藏动态分析
11	雷彪	主要负责钻井设计方案优化研究
12	杨雪峰	储层分布研究
13	刘俊丰	气藏产能部署与组织运行
14	张春燕	经济评价
15	党杨斌	主要负责工艺研究及现场试验

四、成果简介

1、课题来源：

《青海油田油气效益建产关键技术创新与年百万吨规模工业化应用》项目由中国石油天然气股份有限公司青海油田分公司设立。

2、立项背景：

十一五以来，我国石油天然气对外依存度直逼安全阈值 71.2%和 40.2%，能源安全形势严峻。作为国内重要油气生产企业，青海油田快速高质量推进能源高地建设对稳定甘青藏边区意义重大。新井产能建设作为支撑油气产量稳定增长的关键，占油气田开发投资的 85%，其效果好坏直接影响公司经营发展。但随着半个多世纪开发，青海油田资源劣质化日益凸显，特别是作为全球特有大型高原内陆强改造咸化盆地，全球鲜有成熟建产技术可借鉴。如何实现高原咸化湖盆开发中后期油气“找得准、打得快、采得多、运得好”，迫切需要理论创新与技术革命。

3、研究开发内容、技术原理及性能指标：

主要研究内容：

围绕地质复杂带来的建产挑战，相对应设立 4 大类 14 小项研究内容进行攻关。

一、多元化剩余油气精细描述与产建方案编制研究（包括低级序断层描述与复杂断块油气藏微构造刻画；单砂体期次流动单元划分与“双高”油气藏剩余油表征；水淹油气层、表外层识别与定量评价；多类型油藏个性化产能建设方案编制与实施）。

二、钻井提速提效关键技术研究。包括三维绕障与提高储层钻遇率技术研究；钻井提速工艺技术研究；环境友好型钻井液体系研究。

三、柴达木多类型油气藏高效改造技术及配套技术研究。包括高应力差薄互层低渗注水开发油藏立体改造技术；基岩底水气藏精细刻画裂缝的压裂工艺参数的设计；中低温油藏压裂液“瘦身”方法及耐高温抗盐压裂液研发与试验。

四是、低成本、高效率、数字化地面建设方案编制研究。

技术原理:

围绕精准找油、高效采油、清洁输油三大产能建设配套目标，坚持低成本发展战略，突出“六个优化”和科技创新驱动，以重大专项为平台，通过创新多类型油气藏双高阶段剩余油表征与方案设计优化技术、发展高原山地复杂岩性高效钻井提速配套技术、攻关长井段高应力差油藏高效改造工艺技术和建立山地地面配套优化简化模式为四项核心技术的地质、工程、地面一体化协同研究，带动和提升盆地亿吨油气藏储量经济高效动用，确保青海油田原油产量“十三五”高效稳产上产收官和“十四五”稳步开局。

性能指标:

技术经济考核指标：在本项目成果技术指导下，年均产能建设油气当量达到百万吨规模；新增可采储量原油大于 1500 万吨，天然气大于 150 亿方；内部收益率 $\geq 8\%$ 。

实际完成：通过本项目各项技术研究优化，指导油气藏近三年稳产，各项开发指标保持先进：年均新建油气产能 92.83 万吨；新增原油可采储量 1980.6 万吨、新增天然气可采储量 263.7 亿方；方案内部收益率 11.8%。

4、主要创新点:

通过五年联合攻关，攻克了制约油气藏高效建产面临的关键科学问题和技术难题，形成高原强改造型咸化湖盆油气藏高效建产理论与配套技术，实现年建产能百万吨规模与高质量发展。

(1) **创新形成高原强改造型咸化湖盆多元化剩余油气精准描述与高效动用技术。**研发强改造挤压-走滑体系高角度低级序断层识别与刻画、咸化湖盆高频旋回沉积模式及构型表征、超高矿化度油气藏水淹层潜力和高盐低阻气层水侵程度定量评价技术，阐述了高原咸化湖盆油气藏在构造、沉积及动态井网方面影响关系，砂体识别、断层断距刻画、水淹层符合率分别从 1.5m、30m、72.5%提升至 0.25m、6m、87.5%。建立多层油藏动态方法、新型水驱图版及“挡、存、滞留”剩余油气富集模式，直接回答了开发中后期平面、层间和层内剩余油气在哪的问题，填补了高原强改造咸化湖盆油气藏精细描述空白，指导尕斯等 24 个区块 8590 万吨当量剩余油气资源再落实，支撑青海油田 3264 口产能井位部署，实现了油气“找得准”目标。

(2) 创新形成高原山地复杂岩性高效钻井提速配套技术。研发复杂岩性多层系防碰绕障与精准导向技术、工厂化全井筒钻井提速关键技术、抗高温水基钻井液技术。实现水平井黄金靶体钻遇率提高至 92% 以上，钻井周期由 17.92d 降低至 6.53d，机械钻速由 13.99m/h 提高至 26.48m/h 的巨大突破，创造了 1 个星期 1 口井的新纪录，填补了陆上抗 235℃ 水基钻井液体系的空白，高效支撑柴达木盆地最深（7350m）、温度最高（235℃）钻探新领域，实现油气“打得快”目标。

(3) 创新形成高应力差复杂油气藏高效改造工艺技术。利用 K344 封隔器+多级滑套分层压裂工艺，提出“一次布井、立体压裂”，明确高原咸化湖盆油气藏薄互层多层系均匀改造与注采调控关系。研发“采出水复配滑溜水+石英砂组合支撑+变粘滑溜水替代”组合与全序列高温抗盐环保压裂液体系配方（耐温 200-230℃、降阻率 76%、抗盐能力达到 20×10⁴mg/L 压裂液和耐温 180-220℃ 超高温酸液体系，返排液回收利用率达到 86.2%），提出深层高温油气藏高效环保动用方案，实现油气“采得多”目标。

(4) 创新建立高原油气田自动化、标准化、智能化地面建设模式。采用集油阀组撬代替计配站、“就地处理、原地回注”和“一级控制、两级管理”架构，建立高原山地恶劣环境下“标准化设计、撬装化安装、模块化建设”地面模式，研发了高油气比油井计量求产、高低压节流阀组和多井式节流阀组撬解决了油气集输流程长、能耗高、周期长、管理难，实现了油气“运得好”目标。

5、应用情况：

(1) 经济效益

通过攻关，实现增储上产两大科技生产增量效益。

一是实现了油气增储上产。通过老区扩展滚动扩边，实现新增探明石油地质储量 6179.9 万吨、天然气地质储量 37.67 亿方。

二是生产了巨大的经济效益。实现内部收益率转负为正、产能到位率达 70.26%（中石油平均 68.5%）的好成绩。近三年油气产量实际增收 212.56 亿元，利润 61.3 亿元，税收 27.35 亿元。

(2) 社会效益

课题技术成果的高效转化，全面践行了习总书记“把能源的饭碗牢牢端在自己手中”和青海省关于“六个更加注重”油气保供指示要求，进一步提升了国家

能源大局中的“青海份量”。

一、油气储量和产量的快速增长，满足了甘青藏地区的能源需求。新建年均油气产能 92.83 万吨，较攻关前提升 22.5%。年均生产油气当量较攻关前提升 2.3%，累计油气当量产量 5098.27 万吨，支撑青海油田连续 12 年油气当量保持在 700 万吨以上。

二、持续给西藏、青海、甘肃进行天然气供给，能源结构得以优化。油田能源新高地的建设实施，带动数条相关产业发展，提供岗位 8000 个，促进了青藏高原和中华水塔、三江源生态系统人文和谐发展。

三、创新形成的效益建产关键技术填补了我国陆上强改造型咸化湖盆油气田开发技术空白。创新形成的“6595”高原产建项目管理模式，已在中石油全面推广，研发技术可推广至全球 8 个盆地、5 类油气藏规模建产，预期实现油气产量超 5 亿吨。

四、培养了一批较高水平的科技创新队伍。通过项目研究，培养了一支能够熟练掌握高原咸化湖盆油气地质理论和开发技术、扎根高原、乐于奉献的高层次复合型人才队伍，为油田持续发展和西部经济建设长期发挥重要的作用。

6、知识产权情况：

- (1) 授权发明专利 10 件（国际专利 1 件）；
- (2) 发表论文 24 篇（SCI/EI 10 篇）；
- (3) 软件著作权 3 件；
- (4) 发表企业标准 5 项；
- (5) 出版学术专著 3 部。