

项目名称：油气田放空天然气回收与利用新技术及工业化应用

推荐单位：中国石油大学（北京）

项目简介：安全环保、节能高效已成为现代石油工程发展的主要方向。目前，在油气开发中的气体钻井、完井测试、油气生产等多个作业过程中，均存在大量天然气直接放空燃烧的问题，导致严重的资源浪费及环境污染。“该研究首次提出了气体循环利用的思想，并将技术成果已推广应用至气体钻井、完井测试和油气生产环节，实现了涵盖油气开发全过程的天然气高效回收与利用，取得了显著的经济效益和社会效益。

创新形成了完井测试放空天然气回收系列技术，包括超深超高压气井完井测试天然气、页岩气压裂返排测试天然气回收技术；建成了全国第一个放空天然气高效回收管网系统，实现了天然气“颗粒归仓”，累计回收天然气 32.35 亿方，助推了“蓝天工程”，产生了显著的经济效益和示范作用。

创新形成了碳酸盐岩高含硫凝析气田生产过程中低压天然气回收与利用技术，累计回收天然气 17 亿方。利用回收的天然气进行气举采油，解决了单井油压、回压平衡后被迫关井或放空生产的难题，累计增油 261.3 万吨，经济效益显著。

该项目获授权专利 41 件，其中发明专利 30 件，国外发明专利 4 件，授权软件著作权 5 件，发表论文 150 篇，其中 SCI、EI 收录 55 篇，形成企业标准 2 项。项目组应邀在美国 LAGCOE 2017 国际能源研究与发展论坛上做大会报告，“论坛技术委员会对该技术给予了高度评价和赞赏，并寄予厚望，认为该技术会在世界范围内得到广泛应用。”

项目成果在气体钻井、完井测试、油气生产过程中的放空天然气回收等领域得到推广应用，取得了显著的经济效益和社会效益。人民网、新华网、中国新闻网等 11 家主流媒体进行了广泛报道。

主要完成单位及创新推广贡献：

中国石油大学（北京）：首次提出了气体循环利用钻井的思想，形成了整套气体循环利用钻井技术，研制出世界上第一套气体循环利用钻井装备，填补了国内外空白。创建了气体钻井注气量新模型，解决了困扰气体钻井界多年的注气量计算难题，大幅度提高了气体钻井优化设计水平，提升了我国在国际气体钻井领

域的地位。同时，将该技术推广应用到完井测试与油气生产过程中的放空天然气回收作业中，取得了显著的经济效益和社会效益。

中国石油集团川庆钻探工程有限公司钻采工程技术研究院：研究了气体循环利用钻井技术方案，开展了气体钻井现场试验和推广。研制了国内首台高压抗硫旋流除砂器，解决了页岩气返排测试、试采中高压除砂的难题，实现了放空天然气的安全高效回收，取得了显著的经济效益和社会效益。

中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司克拉油气开发部：研制了一套超深超高压气井放空天然气回收技术与装备，实现了远程操控与无人值守运转，在塔里木克拉苏气田得到规模化应用。形成了国内第一套放空天然气回收技术标准。取得了显著的经济效益和和社会效益。

中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司塔中油气开发部：研制了整体撬式高抗硫压缩机，含硫处理能力达到 100000ppm，形成了塔中碳酸盐岩高含硫凝析气藏放空天然气回收技术，并利用回收的天然气进行气举采油，使开井率提高了 15%。形成了国内第一套放空天然气回收技术标准。取得了显著的经济效益和和社会效益。

西安石油大学：在高温高压深井试油井下管柱力学分析及其应用、井下节流气井的井底压力确定新方法、基于伴生气的石油采集系统及方法等方面做出突出贡献，研究成果在塔里木高压气井完井测试、气举采油等方面得到成功应用，取得了显著的经济效益和社会效益。

推广应用情况：

应用单位名称	应用技术	应用起止时间	应用情况
中国石油集团川庆钻探工程有限公司钻采工程技术研究院	气体钻井中气体介质高效利用与回收新技术及新装备	2008-2018	累计应用 432 口井、615 井次，总进尺 50.34 万米，机械钻速提高 5~15 倍。
中国石油集团川庆钻探工程有限公司钻采工程技术研究院	页岩气返排测试期间天然气回收技术	2012-2018	近三年在威远国家级页岩气示范区应用 78 井次，回收天然气 4.93 亿方。

中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司克拉油气开发部	塔里木克拉苏超深超高压气田测试放空天然气回收技术	2010-2018	在塔里木克拉苏气田 10 个区块,开展测试放空天然气回收 55 口井。累计回收放空天然气 27.97 亿方。
中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司塔中油气开发部	塔中碳酸盐岩高含硫凝析气藏放空天然气回收与利用技术	2009-2018	在塔中作业区应用 45 个回收站点,累计回收气量 17 亿方,累计增油 261.3 万吨。

曾获科技奖励情况:

2016 年,中国石油天然气集团公司科学技术奖,科技进步一等, 105MPa/200℃ 深井完井试油配套技术

2018 年,绿色矿山科学技术奖,科技进步一等,油气田放空天然气回收利用新技术与规模应用

主要知识产权证明目录:

知识产权类型	知识产权名称	国家	证书编号	权利人	发明人	有效状态
授权发明专利	用于页岩气井的固井工艺及完井结构	中国	ZL201611154111.3	中国石油大学(北京)	李军; 席岩	专利权有效
授权发明专利	一种定向井气体循环钻井最小注气量的确定方法及装置	中国	ZL201810777019.5	中国石油大学(北京)	李军; 柳贡慧; 韩烈祥; 王昊; 张辉	专利权有效
授权发明专利	用于页岩气返排压裂测试的回收系统及方法	中国	ZL201810847876.8	中国石油大学(北京); 中国石油集团川庆钻探工程有限公司	李军; 韩烈祥; 柳贡慧; 潘登; 曾小军; 席岩; 宋学峰	专利权有效
授权发明专利	Multi-level refined throttle manifold and automatic control system	其他	200910207405.1	Beijing Union University; China University of Petroleum,	Gonghui Liu; Zhongxi Zhu; Jun Li	专利权有效

知识产权类型	知识产权名称	国家	证书编号	权利人	发明人	有效状态
				Beijing Campus		
授权发明专利	Rotary gas cyclone	其他	CA2593491A1	University of New Brunswicks	Zheng Ying; Jinyu Jiao; Qikai Zhang; Guogang Sun	专利权有效
授权发明专利	Rotary gas cyclone separator	美国	US7594941B2	University of New Brunswick Fredricton	Ying Zheng;Jinyu Jiao;Qikai Zhang;Guogang Sun	专利权有效
授权发明专利	Filter tube for high temperature gas-solid separation	美国	US9802147B2	China University of Petroleum-Beijing	Zhongli Ji,Xiaolin Wu,Honghai Chen, Liang Yang, Zhiyi Xiong	专利权有效
授权发明专利	高效低阻旋风分离器	中国	ZL200710176708.2	中国石油大学（北京）	孙国刚；刘振斌；周雷	专利权有效
授权发明专利	井筒压力模型预测系统控制方法	中国	ZL201110332763.2	中国石油集团川庆钻探工程有限公司	李枝林;孙海芳;韩烈祥;肖润德;董斌;杨玻;唐贵;薛秋来;魏强;唐国军;左星	专利权有效
授权发明专利	一种基于伴生气的石油采集系统及方法	中国	ZL201510765616.2	西安石油大学	刘顺;丁汉平;周德胜;朱华扬	专利权有效

主要完成人情况表：

姓名	单位	职称	贡献
李军	中国石油大学（北京）	教授	负责项目的总体方案设计与研究
柳贡慧	中国石油大学（北京）	教授	负责项目的总体方案设计与研究
韩烈祥	中国石油集团川庆钻探工程有限公司钻采工程技术研究院	教授级高工	负责气体钻井的方案设计、现场试验与推广
孙国刚	中国石油大学（北京）	教授	负责该项目中高效分离器的研究

姓名	单位	职称	贡献
刘顺	西安石油大学	副教授	负责研究基于伴生气的石油采集系统及方法
姬忠礼	中国石油大学（北京）	教授	负责气体过滤技术研究
张辉	中国石油大学（北京）	教授	负责气体注气量优化方法计算
孔伟	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司塔中油气开发部	高级工程师	负责塔中放空气回收与利用技术研究与应用
王洪峰	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司克拉油气开发部	高级工程师	负责克拉放空气回收与利用技术研究与应用
殷泽新	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司塔中油气开发部	高级工程师	负责塔中放空气回收与利用技术研究与应用
朱松柏	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司克拉油气开发部	工程师	负责克拉放空气回收与利用技术研究与应用
冯伟	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司塔中油气开发部	工程师	负责塔中放空气回收与利用技术研究与应用
邹强	中国石油集团川庆钻探工程有限公司钻采工程技术研究院	高级工程师	负责气体钻井技术研究和现场试验
徐宝昌	中国石油大学（北京）	副教授	负责项目自动控制系统设计与研究
曾小军	中国石油集团川庆钻探工程有限公司钻采工程技术研究院	高级工程师	负责研究页岩气试油、测试、投产成套装备