



□赵春国 刘福宽 丁静 邵晓玲

“连续施工21天，两口井70多层，虽然施工难度较大，但射孔一次发射率和一次成功率均为100%。”8月15日，在山东东营胜利济阳国家级页岩油示范区重点井组牛页2号台射孔施工现场，经纬公司胜利测井公司射孔项目部多射5队队长巴黎正带队进行收尾工作。

射孔被誉为油气勘探开发的“临门一脚”，其目的是建立井筒与目的层之间的油气产出通道。长期以来，经纬公司依托中国石化重点实验室——高温高压射孔效能实验室，逐步形成了满足“两深一非一老”（深地深水、非常规、老油田）不同地质条件、储层类型的射孔新技术、新工艺，为油气井高效勘探开发提供了强有力技术支撑。

### 高导流射孔

自主创新助力老油田增产

7月28日，胜利测井公司利用高导流射孔技术，成功完成胜利工区高89-斜25等多口井施工，助力油田增储上产。

高导流射孔技术是常规射孔大家庭的重要成员，由胜利测井公司自主研发。集团公司专家组鉴定，技术整体达到国际先进水平。其中，基于熳能材料二次爆炸做功提高孔道导流能力的射孔弹达到国际领先水平。

“我们研发的新技术新工艺首先要满足油气生产现实需求。”经纬公司射孔工程高级专家张林说。随着胜利、中原、河南等老油田勘探开发进入中后期，对常规射孔技术创新的要求也越来越高。

项目立项前，张林带领技术人员先后十余次走访胜利油田各单位征求意见，项目团队把突破点放在了新型自洁射孔弹实验研究上，创新射孔孔道改造技术思路，研究配方配比控制方法，研制出新型药型罩，通过聚能射流在孔道内二次做功，提升有效孔容、流动效率。

不仅如此，针对不同储层的高效射孔完井需求，胜利测井先后成功研制高导流、深穿透、大孔径、高孔密、定方位等系列射孔器，开发完成（动态）负压射孔、电缆（油

## 推进中国式现代化的石油石化行动

# 射孔技术：踢好油气勘探开发的“临门一脚”



管)输送射孔、射孔测试联作等技术系列，建立形成油气井射孔动态优化系统，实现了高效射孔增产。

截至目前，高导流射孔技术在胜利油田施工1000余口井，平均单井液量提升17%。负压射孔、电缆(油管)输送射孔等常规射孔技术井数也不断攀升，受到上游企业高度认可。

### 一体化泵送射孔

为页岩油气开发“量身定制”

四川盆地是我国第一大页岩气区，针对页岩气泵送射孔施工中存在的井眼轨迹复杂、套变情况多、工具串装配复杂等难题，经纬公司西南测控公司持续攻关，形成了一体化泵送射孔配套工艺系列，大幅提升了泵送射孔的作业效率和安全性，泵送射孔一次成功率从90%提高到99%。

在一体化泵送射孔配套工艺系列中，控制系统是不可或缺的“大脑中枢”。技术人员为研制一体化泵送控制系统，专门根据泵送射孔工艺流程对关键参数的需求，研制出集成化程度高的一体可视化绞车面板，实现深度、张力、磁定位、压力、排量、震动等多参数综合采集与显示，较传统绞车面板优势明显。

除了“大脑中枢”，一体化泵送射孔配套工艺系列也离不开“手和脚”——模块化系列井下工具。团队基于常规射孔枪+接

头的功能性研究，研制了系列模块枪串，同时为解决套管变形导致的工具串阻卡等难题，研发了泵送射孔震击器。

针对以往桥塞结构不稳定、高压密封难、溶解难等难题，团队自主研制“经纬融”全可溶系列桥塞，设计导轨式卡瓦槽、全包围护碗、分体式引鞋，有效应对低温、套变井等生产场。

一体化泵送射孔配套工艺系列不仅在四川盆地全面应用，而且在陕北煤层气、广西煤层气等区块也发挥了重要作用。截至目前累计施工近400井次，完成泵送射孔约5900段、31000余簇。

值得一提的是，针对深层超深层及非常规页岩油等勘探开发难题，经纬公司持续完善一体化泵送射孔配套工艺系列，建立了温度压力设计指标全国最高、具有国际领先地位的高温高压射孔效能实验室，深入开展射孔效能检测和参数评价。

在一体化泵送射孔配套工艺系列中，控制系统是不可或缺的“大脑中枢”。技术人员为研制一体化泵送控制系统，专门根据泵送射孔工艺流程对关键参数的需求，研制出集成化程度高的一体可视化绞车面板，实现深度、张力、磁定位、压力、排量、震动等多参数综合采集与显示，较传统绞车面板优势明显。

在一体化泵送射孔配套工艺系列中，控制系统是不可或缺的“大脑中枢”。技术人员为研制一体化泵送控制系统，专门根据泵送射孔工艺流程对关键参数的需求，研制出集成化程度高的一体可视化绞车面板，实现深度、张力、磁定位、压力、排量、震动等多参数综合采集与显示，较传统绞车面板优势明显。

值得一提的是，针对深层超深层及非

常规页岩油等勘探开发难题，经纬公司持续完善一体化泵送射孔配套工艺系列，建立了温度压力设计指标全国最高、具有国际领先地位的高温高压射孔效能实验室，深入开展射孔效能检测和参数评价。

值得一提的是，针对深层超深层及非

常规页岩油等勘探开发难题，经纬公司持续完善一体化泵送射孔配套工艺系列，建立了温度压力设计指标全国最高、具有国际领先地位的