

水平井多级水力压裂的同步动态评估生产测井

目标

通过水平井生产测井，清楚地了解整个生产区域储层的孔隙度和渗透率分布、井内各生产井段表现以及水力压裂区产量等情况。目前最关注的问题包括：识别压裂滑套的最佳位置、选取合理作业模式、提高油气采收率和确保油藏的均衡开采。西伯利亚西部的难动用石油储量，需钻水平井，同时还需采用多级水力压裂（每口井进行达 10 级的压裂）的增产措施。自 2018 年以来，西伯利亚西部难动用的石油储量已钻多口井，初产达到 240 吨/天。与此同时，汉特-曼西自治区油井的平均产量约为 31 吨/天。除调整作业模式以优化生产外，多级水力压裂（MSHF）效果评估还需要裂缝近端和远端区域的可靠生产数据。

解决方案

带标记物的聚合物涂层支撑剂，其优势在于，可在无井干预的情况下获得有关井段产能的定量和定性数据。除了基于标记物的标准生产测井作业外，本项目还通过注入多种代码聚合物涂层标记支撑剂，对远端和近端水力压裂区域的贡献进行评估。然后进行油藏流体样品测试，确定从诱导裂缝近端和远端区域流入井筒的标记物类型和数量。该技术的应用可通过以下实例说明，在 10 级多级水力压裂过程中，将 GEOSPLIT 支撑剂置于水平段的生产井段。2020 年 3 月至 7 月，监测到水平井各段产量以及 1 和 10 级压裂段的近端和远端区域对总产量的贡献（图 1）。

动态流体总产量分布%

裂缝近端与远端流速贡献动态对比%

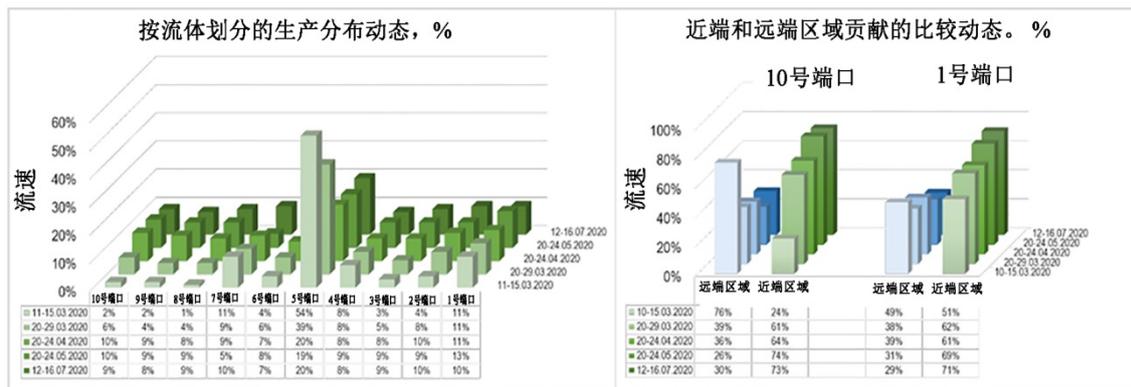


图 1 水力压裂远端和近端区域贡献评价的各段产能监测直方图

基于标记物的生产测井结果显示了生产剖面具有轻微重新分布的特征，由于在整个监测期间，5 级端口的贡献减少了 34%，其他端口在作业后两周，逐渐过渡到稳态流体后增加了 2-5%。第一次取样期间，由于井筒内流体向稳态转换，研究井表现为不均衡的生产剖面，自 2020 年 4 月以来，油藏各段产量相对均衡和稳定。与此同时，1 级端口和 10 级端口各条裂缝的近端和远端区域生产剖面显示，与远端区域相比，近端区域的贡献随着时间的推移而增加。第一次取样期间，远端区域的产出占据主导地位，这是水力压裂过程中一些支撑剂的机械破坏以及在作业过程中标记物密集释放的结果。然而，从第二次取样开始，生产剖面重新分布，近端区域成为主要贡献区域。此外，该过程几乎同时出现于两个裂缝中，标记物冲出的强度直接取决于 1 级端口至 10 级端口的具体流速。

结论

测得的井段产能数据有助于识别由于储层孔隙度和渗透率较高而高产的区域，还可显示问题井段中的生产动态，反过来帮助评估未动用储量区，且该等数据可用于优选最经济的作业方式，以提高采收率。此外，开展水力压裂远端和近端区域对总产量贡献的动态评估，有助于未来油田作业规划，从而实现单井高产和各段均产，同时成本优化。