

# 油气田开发中酸化压裂技术的应用分析

成 浩 (中海油田服务股份有限公司油田生产事业部伊拉克油田生产项目支持组, 天津 300459)

**摘要:** 酸化压裂技术以人工压裂为基础, 提高了油气向井筒的导流能力和油气开采效率, 在油气田开发中具有较好的实际应用价值。酸化压裂技术的应用, 除了受工程能力的影响外, 对岩心描述、施工工艺、施工质量控制等也有很大的需求。因此, 在酸化压裂技术分析中, 除了分析酸化压裂技术中的封闭酸化压裂, 交替酸化压裂和增稠酸化压裂外, 还需要对酸化压裂技术的应用进行具体分析。

**关键词:** 酸化压裂; 技术; 应用

## 0 引言

酸化压裂可以通过酸液溶解岩层壁面, 基于岩层的非均质性, 在不破坏基质支撑矿物的情况下, 溶解碳酸盐岩, 从而形成不封闭的沟槽, 还能够在注入天然裂缝后有效沟通, 提高裂缝的导流效果, 总的来说, 在井筒与油气层连通效果的优化下, 能够提高油气勘探的有效性。在酸化压裂技术的具体应用中, 由于酸化压裂技术的效率和质量偏差风险, 除了对酸化压裂技术进行总结外, 还需要对酸化压裂技术的具体应用进行分析。

## 1 酸化压裂技术

### 1.1 含义

酸化压裂工艺凭借压裂液和酸液, 在应用的过程中不需要向其中增加支撑剂, 能够有效发挥该施工工艺的重要优势和作用, 呈现出良好的实际应用成效。在实际工作中可以结合详细的酸化压力界定实际情况, 全面有效的展示出酸液的水力作用、溶蚀作用。裂缝表层溶解度受到酸液水力和溶蚀两方面的作用, 会出现高低不平的现象。在这样的情况下, 裂缝壁受到相关因素的作用, 形成导流能力, 进而不断增强地层渗透性能, 进而有效实现增产和增注的目的。

### 1.2 重要性

酸化压裂工艺是砂岩储层勘探开发过程中相对较重要的工艺技术, 我国鄂尔多斯盆地部分油田都是相对比较复杂的砂岩储层井, 在应用原有增产工艺难以实现理想效果的情况下, 都采用酸化压裂工艺实现预期石油开采量, 充分证明了酸化压裂工艺能够高效改造和优化砂岩储层中的油、气井, 进而获得更多的产量, 同时保证开采质量。

### 1.3 发展

众多学者针对砂岩储层进行不断探究和分析, 全面加强酸化压裂工艺的研究, 分析该工艺在砂岩储层中的具体应用方法、条件和程序等多个方面, 最大程度地提升该工艺的应用价值, 有效提升油田的实际采收率。目前, 对酸化压裂技术进行研究的过程中, 主要对压裂工艺进行反复应用, 开展压新缝实践操作。压裂工艺在应用过程中, 相关工作人员需要掌握其应用要点, 精准有效把握新缝压开实际情况。

当该工艺在实际应用中, 相关工作人员需要全面分

析和了解具体操作重点, 有效掌控新缝压开的现实状况, 转换最大、小应力场的情况下, 需要及时迅速的开展新缝压开实践操作, 保证工作开展的合理有效性。另外, 研究人员通过对低渗透油田、高含硫油田不断分析发现, 对于整个高含硫油田进行改造的过程中, 关键在于有效降低铁离子实际浓度, 同时最大程度的降低滤液表面张力, 进而有效达到水相圈闭的目的。

研究人员对酸化压裂技术进行研究的过程中, 对于压裂裂缝延伸实际情况, 通过数学模型进行全面有效的计算, 同时将“控缝高技术”、“三维裂缝模型”等相关方面当作主要分析内容, 从而有效保证整个延伸模型实现更深层次的研究和分析。相关工作人员全面分析异常破裂压力时, 对射孔等相关具体参数进行调整和优化, 同时充分发挥高能气体的重要作用, 对压裂和酸化进行预处理, 有效管控破裂压力, 提高压裂施工质量和效率。

## 2 影响油气田开发采收率的关键因素

目前, 我国油气田的石油开采主要集中在低渗透油田、老油田、不规则油气藏、渗透油田、重油气藏等, 影响油气藏采收率的因素是什么? 以下进行具体阐述。

### 2.1 内部因素

油气田在内部构造以及实际断块等层面存在着差异, 例如裂缝性油气藏就和岩性油气藏的采收率不同; 孔隙程度、饱和度润湿性大小等因素; 原油的粘度、凝析油含量、汽油比这类油气自身所具备的性质。

### 2.2 外部因素

所选择的凝析气藏消耗手段不同, 例如干气回注、注气开采等; 井网密度、油气层次等因素; 所选择的钻采工艺, 例如复杂结构井钻采、压裂、酸化、水平井钻采等; 采取了化学驱、热驱、注聚合物驱这类全新采油技术; 资金成本投入因素, 包含了操作成本、油价、经济模式以及开发期限等。

## 3 酸化压裂技术应用时面临的困难以及相关注意事项

### 3.1 酸化压裂技术应用时面临的困难

酸化压裂技术在油气田开发中的应用还存在相应的问题, 且主要受环境的影响。例如, 当油气田开发所处环境温度较高时, 以及在深层, 超高温问题明显时, 可能导致酸液和压裂无法达到预期效果和实际要求, 不仅

阻碍了酸液的流动，而且在一定程度上增加了与碳酸的反应时间，减少了酸液的浪费，影响整体效果。当已开采油气田具有岩性复杂的特点时，虽然其油质高，油气储量极其丰富，但在实际情况下会变成较为复杂的地层组成，由矿物组成，因此酸化压裂技术的应用会降低整体效果。如果油气田硫化比重较高，也会对酸化压裂技术的应用效果产生不利影响。主要是油气田比流重超标后，引起油气层的硫化问题，进而发生还原反应，给酸化压裂技术的应用带来一定的困难，影响油气的开采和输送。

### 3.2 酸化压裂技术应用的相关注意事项

在油气田开发中，提高酸化压裂技术的应用效果必须注重该技术的多样化，根据其特点选择合理，有针对性的酸化材料，分析应用的理想效果，在此基础上确定科学的酸化压裂施工方案，以提高实际压裂的效果。在开发效率高的基础上，提高经济性，优化裂缝长度和电导率，科学合理地加以控制，以发挥酸液作用，减少对地层入渗的影响。为了实现这一设计目标，还需要完善酸化压裂施工的工艺参数，及时跟踪完井方案和储层变化情况，对井下资料进行采集分析，并对参数进行调整和修改，从而准确确定酸化压裂方案。

## 4 酸化压裂技术应用措施

酸化压裂技术在具体应用时普遍需要重视效力偏差风险，尽可能地防范各类风险因素，提升酸化压裂施工效率、质量，一般需要重视技术能力、岩心描述、施工工艺、施工质量控制等。

### 4.1 介于技术能力下的酸化压裂技术应用措施

在酸化压裂技术的应用中，了解酸化压裂技术的特点、优点、使用方法和风险因素，从理论层面上可以客观地保证酸化压裂技术的应用有效性，一般需要重视技术管理和工程验证。从技术管理的角度来看，可以依靠技术人才管理和沉淀技术储备，如果能获得行业内具有扎实工作能力和多年工作经验的人才，在此类人才的技术指导下，建设单位的技术能力除了能够关注相关科研进展的人才外，还能得到显著提高。也可以及时了解和消化先进的酸化压裂技术。提高施工单位的工程能力，从工程验证的角度来看，工程验证可以通过实验室验证和实际工程验证对掌握的酸化压裂技术体系进行优化，利用实验室模拟酸化压裂技术应用环境，可以对酸化性能、裂隙溶解效果、工程应用风险等进行优化；经验证明，可在此基础上对酸化压裂技术进行优化。可以降低成本，在提高工程验证有效性下，对酸化压裂技术体系进行优化更为有效，实际施工验证是对酸化压裂技术在具体施工过程中在具体使用过程中暴露出的问题进行综合分析，一般可以结合实际地层环境对技术体系进行优化，提高可靠性和科学性。

例如，注重酸化压裂的及时管理，可以根据岩心描述进行描述，有针对性地招聘工作能力强的技术人员，

一般可以在此类技术人员的支持下，快速显著地补充施工单位岩心描述上的短板，对于酸化压裂技术的应用，提供更加准确、科学、可靠的地层信息支持，重视实验室技术验证，能够在模拟地层环境下帮助技术人员验证岩心描述技术，在设备精度要求，操作过程和数据信息偏差风险等条件下优化岩心描述技术体系。

### 4.2 介于岩心描述下的酸化压裂技术应用措施

岩心描述可以包括地质信息、流体信息等。明确裂缝形状、长度、分布密度和储层孔隙度、空气平均渗透、裂缝充填，流体盐度，pH值等。可为酸化压裂技术的具体应用提供足够的信息数据支持，客观上保证了酸化压裂技术的应用效率和质量。在具体应用时，一般需要从人才管理、设备管理、数据分析等要优化。

从人才管理的角度来看，既可以直接招聘行业内最优秀的人才，又可以为资深员工提供进修的机会，保证技术人员的基本理论水平，若能与定期考核相结合，对员工的综合能力进行考核，则可以进一步保证技术人员的工作能力。

从设备管理方面看，应重视设备的维护和精度标定，提高数据信息采集的可靠性，从数据分析方面看，应重视模型构建软件和技术人才工作经验的有效积累，在技术人员工作经验的祝福下，能客观地提高数据信息的科学可靠性，提高工作效率和质量。

例如，重视人才管理，它可以为资深员工提供进修的机会。除直接培训外，还可主动进行学术考察、实地考察、主动内化行业先进技术，注重设备管理，在岩心描述开发过程中，可对精密仪器进行现场标定，提高数据信息的可靠性，并在数据分析的重视下，结合模型构建软件，可视化复杂地层信息，从力学、温度、矿物分布等角度分别对地层状态进行分析。为了提高数据分析的有效性。

### 4.3 介于施工工艺下的酸化压裂技术应用措施

施工过程是在酸化压裂技术的具体应用中，操作规范、注意事项、操作程序等的制度化、规范化、规范化的过程。在酸化压裂技术的应用中，一般需要技术规程，人员培训和设备准备。从编制技术法规的角度来看，在技术人员、建筑工人、监管机构等的合作下，可以对于酸化压裂技术的应用，制定合适的技术规程来指导酸化压裂技术的应用，从员工培训的角度出发，以技术规程为依据，全面优化员工的专业素养，从设备准备的角度出发，以技术规程为依据，对潜在需要的各类设备，仪器进行采购和定期维护。

例如，邀请一线施工人员参与编制技术规程。能够依靠施工人员的工作经验，提高技术规程的指导价值，注重对人员的培训，提高人员的工作能力，充分发挥技术规程的价值，完善施工过程中的施工人员制度，注重酸泵设备的采购管理，有效完善施工过程中的设备管理制度。

#### 4.4 介于施工质量控制下的酸化压裂技术应用措施

可以通过监督约束机制和提高施工能力来优化施工质量。其中,具体施工中的监督约束机制,重视现场监督管理,保证现场施工的规范化,施工能力的提高从绩效考核、奖惩制度、作业前培训、设备维护等方面提高施工单位的施工效率,客观上保证酸化压裂技术的应用质量。

例如,重视监督约束机制,可与现场主管结合,在提高施工人员积极性和规范操作行为方面,人员监督可督促员工自发约束工作行为,提高工作绩效,注重提高施工能力,并可有效利用奖惩制度激发员工主观能动性,避免主观偏差的风险,提高酸化压裂技术的应用质量。

#### 4.5 压裂液和酸液交替注入

酸化压裂技术在油气田开发中应用的一个重要环节就是交替注入。该技术的应用效果和质量,工期和施工质量影响较大。总体而言,压裂液和酸液在油气田开发中的应用综合效益明显,不仅有利于提高施工时液体的导流能力,而且提高辐射环流范围,与其他酸化压裂技术相比,交替注入技术有利于降低油气开发的产能消耗。需要说明的是,压裂液和酸液交替注入技术在应用过程中对二者的顺序一般没有特殊要求,但在实际应用中,为了降低滤失力,还应注意二者的注入顺序,一般是先注液,再注酸液。

#### 4.6 前置液酸化压裂技术

在油气田开发中合理应用前置酸化压裂技术,提升开发效果,还需要在开采时对物质类型进行分析,若是注入的液体低层接触的是黏稠性较高物质,在两者结合的基础上有利于酸液及时快速进入,主要是其对缝隙打开速度的提高发挥着重要作用。但实际上前置液酸化压裂技术在应用时仍存在一定的缺点,即黏稠性较高的物质在与酸液两者之间发生反应后,很难发生其他化学反应。尤其温度较高,在热胀冷缩的化学效应下,会对中间的反应产生催化作用,在一定程度上会导致通道发生明显的改变,主要表现为长度和大小。因此,在这一情况下难以对反应结果进行控制,容易发生难以预料的效果。对这一问题地解决,需要合理应用中和反应,即对酸液进行注入时,可将具有中和作用的催化剂与其融合,对中和催化剂量的选择和应用应以实际需求为主,以此达到减弱碳酸与酸液两者反应速度的效果。在实际施工时,还需要对施工所处的环境进行分析,在此基础上应用符合环境特点的开采技术,保证对石油和天然气进行开采时降低渗透性。但就实际情况而言,超高温环境下对石油和天然气的开采施工极为不利,容易存在一定的工作问题,而应用前置酸压技术则有利于温度降低,为酸化的控制提供良好的保障。此外应根据实际标准和要求科学选择酸液,保证其配方优良性。

#### 4.7 闭合酸化压裂技术

闭合酸化压裂技术相对而言在油气田开发过程中应

用较为常见,其作用主要是提升井眼的导流能力,保证整个生产过程具有较高的安全性和高效性。从实际应用情况来看,闭合酸化压裂技术在油气田开发过程中主要是以油气层的储层破裂压力较低的应用为主。一般情况在酸液对储层细小裂缝中进行注入时,还需要对实际需求进行分析,应用适当的酸液,以此达到对各个井眼的裂缝连通的情况。需要注意的是,为了保证井上和井底的空气两者有机结合,形成良好的开放性裂缝,还需要对酸液的注入量进行控制,保证裂缝之间具有良好的连通效果,实现增产目的。

#### 5 结语

综上所述,酸化压裂技术在油气田开发中的应用对提高油气田的产量和开发速度具有重要作用,在一定程度上有助于促进我国油气田开发的稳定发展。就目前现状而言,封闭酸化压裂技术,酸化压裂技术中的预液酸化压裂技术,压裂液与酸液交替注入技术在油气田开发中较为普遍,虽然存在相应的问题,但该技术结合实际进行调整、合理应用、整体开采效果更为显著。今后要进一步研究酸化压裂技术,不断提高开发技术的工作效率,提高油气田开采质量。

#### 参考文献:

- [1] 轩凯,安娜.油气田开发中的酸化压裂技术分析[与阐述].化工设计通讯,2016,42(4):42-42.
- [2] 李沙白,解宇,郭丹.油气田开发中酸化压裂技术的应用分析[J].石化技术,2015,22(10):120.
- [3] 程少勇.酸化压裂技术在油气田开发中的应用思考[J].化工管理,2018(5):215-215.
- [4] 张彬.酸化压裂技术在油气田开发中的应用[J].石化技术,2019,26(8):40-41.
- [5] 袁红鹏.试析酸化压裂技术在油气田开发中的应用[J].中国化工贸易,2018,10(11):106.
- [6] 孙亚东.油气田开发中酸化压裂技术的应用分析[J].石化技术,2021,28(5):2.
- [7] 翟好科.酸化压裂技术在油气田开发中的应用探析[J].化工管理,2017(28):64.
- [8] 贾贞贞.油气田开发储层增产技术措施探讨[J].化工设计通讯,2018,44(1):49.
- [9] 张锋.油气田开发中后期的增产技术方法分析[J].中国化工贸易,2019,11(12):85.
- [10] 李发印.油气田增产措施效果评价的新方法[C]//全国三次采油提高采收率技术交流研讨会.中国石油和化工自动化应用协会,2010.
- [11] 钟宝鸿.油气田开发中后期的增产措施探讨[J].化工设计通讯,2017,43(5):51.
- [12] 师亚涛.油气田开发中后期的增产措施探讨[J].中国化工贸易,2019,9(20):55.
- [13] 刘华,贾永社,高翔.油气田开发中后期的增产措施探析[J].数字化用户,2019,25(14):116.