

# 酸化压裂技术在油气田开发中的应用运用

李康康 (长城钻探压裂公司, 辽宁 盘锦 124010)

**摘要:** 随着社会经济和技术的快速发展, 大型油田化工生产能力也得到一定发展。经过长期研究, 酸化压裂技术在实践中逐渐取得了一定的成果, 也在油气田的开发中发挥着作用, 其承担着一个极其重要的角色, 也为油气公司做出了的巨大贡献。然而, 世上没有十全十美的事情, 使用这种酸化压裂技术存在着比较多的问题。本文通过介绍酸化压裂技术, 分析其在油气田开发中的应用。

**关键词:** 酸化压裂技术; 油气田开发; 应用策略

## 0 引言

根据正在进行的油气田开发研究表明, 酸化压裂技术是提高产量最有效的方法。为了使酸化压裂技术在油气田开发中发挥更加突出的作用, 需要在油气田下进行破碎时对矿物进行彻底检查, 然后使用更适合矿物成分的酸溶液。通过用被选中的溶液对油气田通道进行破碎, 酸化压裂技术为采油区的液体循环打开了通道, 并且酸输入量最少。在酸化压裂过程中, 为避免酸液体的大量损失, 需要使用适当的程序在酸分解时增加液体的粘度, 比如将起泡剂和乳化剂添加到酸性液体中进行施工。

## 1 酸化压裂技术和油气田开发的关系

酸压技术是油气开发的一项重要技术, 在国内和国外的油气田开发中得到广泛应用。该技术以酸性液体为原料, 在工作过程中, 酸性液体腐蚀靶材, 起到溶解靶材的作用, 此外, 使用液压力, 它们会一起对目标进行断裂。但是这种酸化压裂工艺需要添加更多的支撑剂, 并且在研磨后不能完全关闭磨壁, 从而导致高电导率。该技术可用于提高储层的渗透率, 加快油气田开发, 加快油气田勘探速度。酸化压裂技术在油气田开发中主要分为三大类。其中之一是酸压, 第二个是酸洗, 第三则是基质的酸化。酸压包括常规酸压、平衡酸压、封闭酸压、交替酸压和预液酸压技术。按酸型分类, 又可分为盐酸、串酸化、延迟酸化、正常酸化、乳化酸化、流阻降低酸化、混合酸化等。配制液使酸性配制液可以自由地流过裂缝, 并且能够完全溶解硬岩, 硬块和粗颗粒, 这可以进一步提高井中油的渗透性。

## 2 酸化压裂技术的使用和注意事项

根据工艺分类方法, 酸化压裂技术可分为三大类: 酸压技术、机械酸化技术和酸洗。其中, 酸压法分为很多小类, 酸化的种类也不同。在水力压裂中, 注入油气藏的酸性液体与通常呈碱性的矿物发生化学反应以溶解矿物。在反应过程中, 反应过程中产生的气体的注入也增加了油气藏之间的空间, 酸性液体可以在油气层的裂缝之间相对自由地流动, 因此酸性液体可以覆盖较大的面积, 做到井之间相互连接, 以确保循环并增加油气田产油区的渗透率。一般来说, 使用酸化压裂工艺可以有效提高油气田的油气产量, 但使用时也有一些需要特别注意的地方。其中, 要严格控制酸的流动性和流失量,

在不影响酸的化学成分的情况下, 可以在酸中加入各种发泡剂和乳化剂, 以增加酸的稠度, 这样还可以有效地防止酸损失并使反应最大化。如果要了解流经油气层的酸的特性, 还需要充分了解特定酸的流动, 并通过大量模拟来实现, 酸流也需根据作业信息的实际场景进行模拟, 记录和引导酸性液体的流动。

## 3 酸化压裂技术在油气田开发中的应用策略

### 3.1 常规压酸

常规酸压包括常规酸化和常规酸压两种技术。这是一种直接用普通酸(盐酸)作为破碎液或酸岩反应液进行地层酸破碎处理的方法, 目的是清除井附近区域的污染物或细小的酸裂缝, 主要是提高井附近区域的导流能力, 该技术可适用于整个碳酸盐岩层和部分砂岩层。而传统的酸洗是指使用常规的盐酸作为研磨液, 常用酸的质量分数为 15~28%, 当建井时的压力超过地层的破碎压力或破碎时的自然闭合压力时, 在这种状态下, 酸溶液被注入破碎部分, 酸溶液溶解破碎部分的壁面, 从而形成不规则的破碎部分蚀刻在壁上, 从而增强了对储层的渗透。常规酸压的特点是液酸损失大, 堵酸反应率高, 有效酸洗距离短, 一般为 15~30m, 多孔碳酸盐渗透率低, 研磨后的碳酸盐多孔。其作用机理是在地层中形成高导酸蚀裂缝, 将流体流动方向从径向变为两条直线流动, 从而降低流体阻力。常规的酸洗和酸化压裂对储层的破坏相对有限, 只能清除井附近或 30m 以内的小裂缝的储层中的污染物。

### 3.2 闭合酸化压裂技术

封闭式酸化压裂技术在油气田开发中应用广泛, 在油气田开发中发挥着重要作用。封闭式酸压裂技术可用于提高井筒的电导率和水平, 如果地层的破碎压力达不到相关要求, 可将一定量的酸泵入合适的破碎机中, 但是酸浓度不能太高。最终, 井眼周围会出现开放性裂缝, 封闭式酸压工艺类似于支撑工艺, 但是如果油气田的裂缝比较均匀, 则裂化结果的差异是不够的。如果地层是石灰岩地层, 地层腐蚀不均匀, 可能导致压碎和蠕变, 在超强酸中加入酸时酸量过多, 导致酸性液体流失过多, 导致裂缝内壁软化很大, 影响封闭式酸磨法的效果。

采用闭环酸磨技术是油气田开发中最常见的酸压方法之一。这种酸碎方法的增加使用, 不仅提高了井的渗

透性，而且保证了生产过程的安全和效率。在现实生活中，当油气罐的爆破压力较低时，以及在实际应用中，当油气藏压裂压力较低时，可以将适当的酸注入地层裂缝的一小部分，确保高效的多井压裂。但在实施过程中，需要确保严格控制注入的酸量，尤其要保证井上方的气帽与井底的气帽有机连接，使井周围形成一圈开口裂缝，同时，需要实现增产确保裂纹连接的目标。

### 3.3 交替酸化压裂技术

这种方法主要用于交替注入酸性和破碎液体，以获得酸化和剪切作用，这在油气田的开发中非常重要。在油气田开发中，该技术应用最广，影响面积大，导流率高，特别是过滤性能高，可有效降低损失。在一些电镀工艺中，酸首先填充压裂液以减少滤失，但酸性储液溶液必须及时充注，才能在溶蚀空间形成较好的深槽，提高油田的作业开发效率。

### 3.4 前置液酸化压裂技术的应用

在油气田的开发中，假设更多地使用液体酸预破碎技术，首先可以实现含砂液体的研磨、冷却和过滤，并减少对砂的控制。因此，在实际应用中，一定要保证酸化液的粘度符合标准，而且液体的浓度和量要达到标准。然而，当地层温度真的很高时，结果是酸和碳酸盐之间的快速反应，使得裂缝的长度难以与预期的所需长度相匹配。因此，需要在酸溶液中加入特殊的催化剂溶液，以减缓岩石与酸溶液的反应速度，优化和完成深井热渗透岩石的酸化反应。目前油气开发工艺正在扩大使用液态酸预破碎工艺，以降低岩石表面温度，同时减缓反应速度，提高流体渗透性。

该技术的主液酸分解机理：主油打开穿透破口，从而降低破壁温度，在破壁上形成滤饼，减少后续酸性液体的损失。下一种酸性液体的粘度将明显低于前面液体的粘度，在流动过程中，会形成粘性指状物，减缓与裂缝壁面的反应速度以及液体和酸的损失。为了在酸压下获得粘度，涂料浆料粘度与酸性浆料粘度之比必须至少为 150:1，高粘度缓冲液的原位溶液通常含有凝胶水，比如熊胶或灌浆胶，改性瓜尔胶，水异相乳液、异相油乳液等。常见的酸性液体主要是无机酸如盐酸和本体酸风，酸性液体的比例为 15~28%，预液与酸的用量比通常为 1:1~1:3，酸蚀配件的有效长度通常为 17~50m。

除了液体酸预处理外，还有一个交替的多级注酸工艺，交替的多级注入酸磨矿过程被理解为将初级流体和酸性流体的各个部分交替注入地层以聚集酸磨矿，第二次注入后注入的酸性液体明显低于前一次的液体损失率，因为多级酸压注入导致储层多次冷却并形成多次滤饼，原液中的酸性溶液多次形成粘指，具有更高导流能力的更大规模裂缝从而行成。

### 3.5 酸化压裂技术中酶的应用

酵素中的酶技术是一种很纯粹的技术，对生态无毒无害。该技术不会造成环境污染，这符合当前的科学发展观和可持续发展战略，因此，酶技术在酸化压裂技术

中得到广泛应用。酶控压裂技术是酸压技术中广泛应用的一项新技术，与会破坏石油和天然气生产的传统排水系统不同，酶促研磨技术在脂质纤维中产生的暂时堵塞可以暂时裂解旧裂缝，缓解堵塞和新裂缝的产生。在产生缓慢磨损时，其能使新旧裂缝的导电性得以恢复和平衡。在酸压中，经常会使用酶促物质，尤其是甲醛。众所周知，甲醛是有毒的，长期居住在甲醛积聚的地方会导致癌症，甲醛可能致癌，但它们的杀菌作用是明显的，酶化下它们不会对人体造成伤害，能够防止石油和天然气、纤维素酶和裂解酶生产中的工业事故。

### 3.6 变粘酸酸压

粘稠酸又称滤失控制液酸，国内又称高效价酸，它涉及将合成聚合物添加到酸性溶液中，在形成过程中可以形成交联胶凝剂以增加粘度。这是一种酸溶液系统，可在酸后自动分解凝胶并降低其粘度，作用机理如下：当酸性液体在地层中发生反应时，pH 升高，液体发生交联，酸性液体由线性液体变为粘弹性明胶，粘度迅速升高至 1000MPa·s 左右以有效避免这种情况。酸性液体可穿透孔洞，过滤天然裂缝并延长由酸引起的裂缝。如果 pH 值进一步升高，酸性溶液会发生分解和坍塌，从而使液体变成线性液体，降低其粘度并有助于残留酸侵蚀。粘稠酸具有优异的滤失性能、稳定的粘温特性和低残留酸粘度，但对硫化氢更敏感，允许粘度变化的最高温度为 150℃，适用地层包括高渗透层、低压层、低渗透但高滤失层或长裸眼井。美国现场试验结果表明，不同黏度的酸对高温地层的失水控制效果显著，大面积酸压效果更显著，1990 年代后半期，中国四川石油管理处引进该技术，成功解决了长期以来明显减弱酸降解作用的酸损失问题。

## 4 结束语

从以上分析可以看出，酸压技术是油气开发的一个非常重要的组成部分，酸压技术可以为油气开发带来巨大的效益，对于油气今后的开发有一定积极影响，由此可见，在油气开发过程中，运用酸化压裂技术是必要的。但是酸化压裂技术还存在一些问题和弊端，例如，具有单一酸溶液的系统比较落后。然而，酸压技术将随着科学技术的进步而不断发展，未来集成酸系统必然会演变为多个系统，形成多种功能相结合的复杂酸系统，经过行业对酸花压裂技术的研究和不断改进，我们相信酸压技术在油气田开发中是成功的。

### 参考文献：

- [1] 任保晶. 油气田开发中的酸化压裂技术 [J]. 化学工程与装备, 2021(06):60-61.
- [2] 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(05):65-66.
- [3] 郑小龙. 酸化压裂技术在油气田开发中的应用 [J]. 化工设计通讯, 2019,45(11):37-38.
- [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(08):40-41.