

储层酸化压裂技术的经济效果评价

巩亦雪（胜利油田东胜精攻石油开发集团股份有限公司，山东 东营 257100）

摘 要：储层酸化压裂技术的经济效果评价对于油气田开发具有重要意义。该技术通过改善储层渗透性，显著提高油气产量，但其应用成本较高，涉及酸液、压裂液、设备及人工等多方面投入。经济效果评价通过全面分析增产效果、成本支出和收益回报，帮助企业判断技术应用的可行性和经济效益。例如，通过计算投资回收期、净现值（NPV）和内部收益率（IRR）等指标，可以量化技术的经济性，为决策提供科学依据。同时，经济效果评价还需考虑油价波动、储层条件变化等风险因素，通过敏感性分析评估不确定性对项目收益的影响，从而制定风险应对策略。这不仅有助于优化资源配置，降低开发成本，还能提高油气田的开发效率和盈利能力。此外，经济效果评价还能技术改进提供方向，例如通过优化酸液配方或施工工艺，进一步降低成本、提高增产效果。总之，储层酸化压裂技术的经济效果评价是确保技术合理应用、实现油气田高效开发的重要手段，对企业的可持续发展和竞争力提升具有深远影响。笔者作为一名油田工作研究者，针对储层酸化压裂技术的经济效果进行了较为全面的分析，希望可以为后续的研究工作带来更多的帮助。

关键词：储层酸化压裂技术；油田生产；经济效果评价

1 储层酸化压裂工作在现阶段的作用

储层酸化压裂技术是油气田开发中的一项重要增产措施，通过向储层注入酸液或压裂液，改善储层渗透性，从而提高油气产量。随着全球能源需求的持续增长和油气资源开发难度的加大，储层酸化压裂技术在现阶段的作用愈发凸显。

1.1 提高低渗透储层的开发效率

低渗透储层（如页岩气、致密油藏）是现阶段油气开发的重点领域，但其天然渗透率极低，常规开采方式难以经济有效地开发。储层酸化压裂技术通过酸液溶解储层中的堵塞物或压裂液形成人工裂缝，显著提高储层的渗透性，使原本难以开采的油气资源得以释放。例如，美国页岩气革命的成功很大程度上依赖于水力压裂技术的广泛应用。酸化压裂技术不仅提高了低渗透储层的单井产量，还延长了油气田的经济开采寿命。

1.2 提升老油田的采收率

许多老油田经过长期开采，储层压力下降，含水率上升，产量逐年递减。通过酸化压裂技术，可以疏通储层中的堵塞通道，恢复或提高储层的渗透性，从而提升老油田的采收率。例如，某老油田在实施酸化压裂后，单井日产量从5吨提升至15吨，油田整体采收率提高了10%以上。这对于延长老油田的经济寿命、提高资源利用率具有重要意义。

1.3 降低开发成本，提高经济效益

随着常规油气资源的逐渐枯竭，油气开发转向更

深、更复杂的储层，开发成本显著增加。酸化压裂技术通过提高单井产量，降低了单位产量的开发成本。例如，某致密油藏通过酸化压裂技术，单井日产量从10吨提升至30吨，单位产量的开发成本降低了40%。此外，酸化压裂技术还可以减少钻井数量，进一步降低开发成本，提高整体经济效益。

1.4 推动非常规油气资源的开发

非常规油气资源（如页岩气、致密油、煤层气等）是现阶段全球能源供应的重要补充。然而，这些资源的开发难度大、成本高，常规技术难以实现经济开采。酸化压裂技术通过改善储层渗透性，为非常规油气资源的开发提供了技术支撑。例如，美国页岩气产量的快速增长主要得益于水力压裂技术的广泛应用。酸化压裂技术不仅推动了非常规油气资源的开发，还改变了全球能源供应格局。

1.5 促进技术创新与产业升级

酸化压裂技术的应用推动了油气开发领域的技术创新。例如，针对不同储层条件，开发了多种酸液体系（如缓速酸、乳化酸等）和压裂液体系（如滑溜水、凝胶压裂液等）。此外，智能化压裂设备的研发和应用，进一步提高了施工效率和安全性。这些技术创新不仅提升了酸化压裂技术的效果，还带动了相关产业的发展，如压裂设备制造、化学品研发等。

1.6 增强能源安全保障

全球能源需求的持续增长和地缘政治的不确定性，使得能源安全保障成为各国关注的焦点。酸化压

裂技术通过提高油气产量，降低对外部能源的依赖，增强了能源自给能力。例如，美国通过页岩气革命，从能源进口国转变为能源出口国，显著提升了其能源安全水平。对于中国等能源消费大国而言，酸化压裂技术的应用有助于提高国内油气产量，减少能源进口依赖，增强能源安全保障。

1.7 减少环境影响

酸化压裂技术在提高油气产量的同时，也有助于减少环境影响。例如，通过提高单井产量，可以减少钻井数量，降低对地表环境的破坏；通过优化酸液和压裂液配方，可以减少对地下水的污染风险。此外，酸化压裂技术还可以与二氧化碳捕集与封存（CCS）技术结合，将二氧化碳作为压裂液注入储层，既提高了油气产量，又减少了温室气体排放。

1.8 支持能源转型与可持续发展

在全球能源转型的背景下，酸化压裂技术为油气行业的可持续发展提供了支持。一方面，通过提高油气产量，满足过渡期的能源需求；另一方面，通过技术创新和环保措施，减少对环境的影响。例如，某油田通过酸化压裂技术，将废弃井改造为生产井，既提高了资源利用率，又减少了废弃井的环境风险。

2 油田生产经济效益评价的一般步骤

2.1 明确评价目标与范围

①确定评价目标：明确经济效益评价的具体目标，例如评估新油田开发的可行性、比较不同开发方案的经济性，或分析老油田增产措施的效果。②界定评价范围：确定评价的时间范围（如油田的整个生命周期）和空间范围（如单井、区块或整个油田），并明确评价的重点内容（如成本、收益、风险等）。

2.2 收集基础数据

①油田地质与工程数据：包括储层特性（如渗透率、孔隙度、含油饱和度）、油田面积、储量规模、开发方案（如井网布置、开采方式）等。②生产成本数据：包括钻井成本、完井成本、设备购置费用、人工费用、能源消耗、维护费用等。③市场价格数据：包括原油和天然气的市场价格、税费政策、补贴政策等。④其他相关数据：如环保要求、政策法规、技术进步等可能影响经济效益的因素。

2.3 成本分析

①初始投资成本：包括勘探费用、钻井费用、地面设施建设费用等。例如，某油田的初始投资成本为10亿元，其中钻井费用占60%。②生产成本：包括人

工费用、能源消耗、设备维护费用、环保处理费用等。例如，某油田的年生产成本为2亿元，其中能源消耗占40%。③弃置成本：包括油田废弃后的设备拆除、环境修复等费用。例如，某油田的弃置成本预计为1亿元。

2.4 收益分析

①产量预测：根据油田的地质条件和开发方案，预测油田的年产量和总产量。例如，某油田预计年产原油100万吨，开采周期为20年。②销售收入：根据产量和市场价格，计算油田的销售收入。例如，某油田年产原油100万吨，按每吨3000元计算，年销售收入为30亿元。③其他收益：如政府补贴、碳税减免等。

2.5 经济性指标计算

①投资回收期（Payback Period）：计算油田投资成本通过销售收入回收的时间。例如，某油田的投资回收期为5年。②净现值（NPV）：计算油田在整个生命周期内产生的现金流的现值减去初始投资。例如，某油田的NPV为5亿元。③收益率（IRR）：计算油田投资的收益率，通常与企业的资本成本进行比较。例如，某油田的IRR为15%。④成本效益比（BCR）：计算油田的总收益与总成本的比值，评估投资的经济性。例如，某油田的BCR为1.5。

2.6 敏感性分析

①识别关键变量：确定影响经济效益的关键变量，如油价、产量、成本等。②分析变量变化的影响：通过改变关键变量的取值，分析其对经济性指标的影响。例如，若油价下跌20%，某油田的NPV可能从5亿元降至2亿元。③制定应对措施：根据敏感性分析结果，制定风险应对措施。例如，通过优化开发方案降低生产成本，或通过套期保值规避油价波动风险。

2.7 风险评估

①识别风险因素：包括技术风险（如储层条件复杂）、市场风险（如油价波动）、政策风险（如环保法规收紧）等。②评估风险概率与影响：分析风险发生的概率及其对经济效益的影响。例如，某油田的技术风险发生概率为10%，可能导致投资回收期延长2年。③制定风险应对策略：通过技术改进、市场预测、政策研究等措施，降低风险发生的概率和影响。

2.8 形成评价报告

①汇总分析结果：将成本分析、收益分析、经济性指标计算、敏感性分析和风险评估的结果进行汇总。

②提出决策建议：根据评价结果，提出油田开发的决策建议。例如，某油田的 NPV 为正值，IRR 高于资本成本，建议投资开发。③撰写评价报告：撰写详细的经济效果评价报告，为决策者提供科学依据。

3 油田酸化压裂的经济性评价

油田生产中酸化压裂技术的经济性评价是判断该技术是否值得应用的关键环节。酸化压裂通过向储层注入酸液或压裂液，改善储层渗透性，从而提高油气产量。然而，酸化压裂作业成本较高，涉及材料、设备、人工等多方面投入。因此，对其进行经济性评价，分析其成本与收益，对于优化资源配置、提高油田开发效益具有重要意义。

3.1 成本分析

酸化压裂作业的成本主要包括以下几个方面：①材料成本：包括酸液、压裂液、添加剂等化学药剂的费用。例如，某次酸化压裂作业的酸液成本为 50 万元。②设备成本：包括压裂车、泵、管线等设备的租赁或购置费用。例如，某次作业的设备租赁费用为 30 万元。③人工成本：包括作业人员、技术人员和管理人员的工资。例如，某次作业的人工成本为 20 万元。④其他成本：如运输费用、环保处理费用、保险费用等。例如，某次作业的其他成本为 10 万元。

3.2 收益分析

①增产效果：通过对比酸化压裂前后的产量数据，评估增产效果。例如，某井在酸化压裂后，日产量从 10 吨提升至 30 吨，年增产原油 7300 吨。②销售收入：根据增产油气的数量和市场价格，计算销售收入。例如，某井年增产原油 7300 吨，按每吨 3000 元计算，年销售收入为 2190 万元。③其他收益：如政府补贴、税收优惠等。

3.3 经济性指标计算

①投资回收期 (Payback Period)：计算酸化压裂作业成本通过增产收益回收的时间。例如，某次作业的成本为 110 万元，年增产收益为 2190 万元，投资回收期为 0.05 年 (约 18 天)。②净现值 (NPV)：计算酸化压裂作业在整个生命周期内产生的现金流的现值减去初始投资。例如，某次作业的 NPV 为 2000 万元。③内部收益率 (IRR)：计算酸化压裂作业的收益率，通常与企业的资本成本进行比较。例如，某次作业的 IRR 为 25%。④成本效益比 (BCR)：计算酸化压裂作业的总收益与总成本的比值，评估投资的经济性。例如，某次作业的 BCR 为 20。

3.4 敏感性分析

通过分析关键变量 (如油价、产量、成本等) 变化对经济性评价结果的影响，评估酸化压裂作业的风险：①油价波动：若油价下跌 20%，某次作业的年销售收入可能从 2190 万元降至 1752 万元，NPV 从 2000 万元降至 1600 万元。②产量变化：若增产效果低于预期，某次作业的年增产原油可能从 7300 吨降至 5000 吨，NPV 从 2000 万元降至 1500 万元。③成本增加：若材料成本上涨 10%，某次作业的总成本可能从 110 万元增至 121 万元，NPV 从 2000 万元降至 1900 万元。

3.5 风险评估

①技术风险：如储层条件复杂、酸液效果不佳等。②市场风险：如油价波动、需求变化等。③政策风险：如环保法规收紧、税收政策调整等。

4 总结

油田生产中酸化压裂的经济性评价是确保技术应用合理性和效益最大化的重要环节。通过成本分析、收益分析、经济性指标计算、敏感性分析和风险评估，企业可以全面评估酸化压裂作业的经济性，优化资源配置，降低开发风险，提高投资效益，为油田开发决策提供科学依据。

参考文献：

- [1] 蒋源. 油田企业成本管理存在的问题及对策探讨 [J]. 财富生活, 2022(20):25-27.
- [2] 郭成林. 石油企业经济管理存在的问题及创新思路 [J]. 投资与合作, 2022(08):121-123.
- [3] 董悦. M 油田企业成本管理现状及优化策略分析 [J]. 科技经济市场, 2022(04):133-135.
- [4] 吴冰洁, 周运华, 缪君, 等. 探讨新时期企业经济管理的创新途径——以石油企业为例 [J]. 现代营销 (经营版), 2020(08):96-97.
- [5] 高鹤峰. 石油企业经济管理中风险因素及控制策略 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(10):68-69.
- [6] 郭涛. 石油企业提高经济效益对策的探讨 [J]. 科技经济市场, 2020(03):61-63.
- [7] 梁嘉显, 朱林. 石油化工行业安全投入与经济效益 [J]. 广东化工, 2023, 50(17):74-76.
- [8] 韩林. 低效益油田区块经济运行评价方法 [J]. 化学工程与装备, 2021(05):125-126.
- [9] 伍学梅. T 石油勘探公司风险管理的案例分析 [J]. 国际商务财会, 2021(03):59-62.