

# Application of bridge plug and perforation in stimulation of oil and gas Wells

Jun Guo

Xi'an Fangyuan Energy Engineering Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710200, China

## Abstract

In order to further explore the application effect of bridge plug and perforation combined technology in oil and gas well stimulation, and provide technical support for oil and gas field development. This paper analyzes the principle of bridge plug and perforation combined technology, and summarizes the application of bridge plug and perforation combined technology in oil and gas well stimulation. The results show that the combination of bridge plug and perforation technology can effectively improve the production capacity of oil and gas Wells, reduce the development cost, and extend the service life of oil and gas fields. In the development of unconventional oil and gas reservoirs such as shale gas, shale oil and tight oil and gas, the combination of bridge plug and perforation technology has significant application advantages. It can be seen that bridge plug and perforation combined technology is an efficient and reliable technology for oil and gas well stimulation, and has a good application prospect. In the process of oil and gas field development, we should pay full attention to the application of bridge plug and perforation technology, so as to realize the rational development and efficient utilization of oil and gas resources.

## Keywords

bridge plug and perforating combined technology; Oil and gas well stimulation; Application key points

## 桥塞与射孔联作技术在油气井增产中的应用

郭军

西安方元能源工程有限责任公司, 中国·陕西 西安 710200

## 摘要

为深入探讨桥塞与射孔联作技术在油气井增产中的应用效果, 为油气田开发提供技术支持。本文分析了桥塞与射孔联作技术的原理, 总结了桥塞与射孔联作技术在油气井增产中的应用要点。研究表明, 桥塞与射孔联作技术能够有效提高油气井的产能, 降低开发成本, 延长油气田使用寿命。在页岩气、页岩油、致密油气等非常规油气藏的开发中, 桥塞与射孔联作技术具有显著的应用优势。由此可见, 桥塞与射孔联作技术是一种高效、可靠的油气井增产技术, 具有良好的应用前景。在油气田开发过程中, 应充分重视桥塞与射孔联作技术的应用, 以实现油气资源的合理开发和高效利用。

## 关键词

桥塞与射孔联作技术; 油气井增产; 应用要点

## 1 引言

随着全球能源需求的不断增长, 油气资源的开发与利用成为保障能源安全的重要途径。油气井作为油气资源开采的主要方式, 其产量直接影响着能源供应的稳定。然而, 由于地质条件复杂、储层物性差等原因, 油气井的产量往往难以达到预期。为了提高油气井的产量, 国内外学者对油气井增产技术进行了深入研究。泵送桥塞射孔联作工艺具有施工排量、压裂级数不受限制、施工周期短的优点, 在煤层气井体积压裂方面开始广泛应用<sup>[1]</sup>。本文旨在探讨桥塞与射孔联作技术在油气井增产中的应用, 分析其优势、挑战及发展

趋势。

## 2 桥塞与射孔联作技术原理

### 2.1 桥塞的作用和原理

桥塞在石油工程中主要用于油井的堵塞、封堵和隔离, 防止油、气、水混合物的不合理流动, 提高油气采收率。桥塞通过在油井内部设置一种具有特定形状和尺寸的堵塞物, 使得油、气、水混合物无法正常流动, 从而达到堵塞、封堵和隔离的目的。

### 2.2 射孔技术的原理

射孔技术是指在油井的特定部位, 通过射孔工具将油层钻穿, 形成一定的孔洞, 以便油、气、水混合物能够顺畅流出。射孔技术通常采用激光、电火花、机械等手段在油层中形成孔洞, 孔洞大小、数量和分布可根据实际需要进行

【作者简介】郭军(1986-), 男, 中国四川资中人, 本科, 工程师, 从事油气井开发技术研究。

调整。

### 2.3 桥塞与射孔联作的协同作用机制

桥塞与射孔联作技术可以将油、气、水混合物在油层内部进行有效分离，使油气资源得到充分开发。通过射孔技术形成的孔洞，使得油气可以顺畅流出，从而降低生产过程中的能耗和污染。桥塞的设置可以防止油、气、水混合物的不合理流动，减少井筒内部的压力波动，提高井筒的稳定性。桥塞与射孔联作技术可以使地层压力得到恢复，提高油气资源的开发效率。桥塞与射孔联作技术可以实现油井的长期稳定生产，减少油井维护次数，降低维护成本。

## 3 桥塞与射孔联作技术在油气井增产中的优势

### 3.1 提高储层改造效果

桥塞与射孔联作技术能够实现针对性强、改造效果显著的特点。通过合理设计射孔位置和数量，结合桥塞的封堵作用，可以有效提高油气井的产能。例如，通过生产组织模式创新，应用连续油管隔板传爆等技术及其他配套技术及措施，通过大庆油田古龙页岩油现场应用表明，工厂化桥射联作施工工艺在大平台施工中起到了提质增效作用，满足了生产实际需求，有力保障大庆油田页岩油勘探开发需要<sup>[2]</sup>。

### 3.2 减少作业时间和成本

桥塞与射孔联作技术将传统作业中的多个步骤合并为一步，简化了作业流程，从而缩短了作业时间。统计川南地区近两年套管变形井的桥射联作施工情况，分析了套管变形井的射孔难点，提出了针对性的射孔方法，对不同程度套管变形井优选了各型桥射联作管串，通过开发的“泵送程序设计”软件对管串泵送程序进行了优化，形成有效的套变井桥射联作技术<sup>[3]</sup>。

### 3.3 增加油气产量和采收率

桥塞与射孔联作技术能够提高油气井的产能和采收率。通过优化射孔参数和桥塞设计，使得油气能够更加顺畅地流入井筒，从而提高油气产量。如：F198-P5井存在套管变形，电缆输送模拟受阻，采用直推式小直径桥塞与智能压力控制射孔方式，顺利完成了射孔作业<sup>[4]</sup>。

## 4 桥塞与射孔联作技术在油气井增产中的应用要点

### 4.1 井况评估与方案设计

#### 4.1.1 地质特征分析

详细分析井区的地层分布、构造形态、断层走向、裂缝发育等地质特征，为桥塞与射孔联作技术的应用提供基础。剖析储层的岩性、物性、孔隙结构、渗透率等特征，为后续的储层改造提供依据。了解油气井中的流体性质，包括油气藏类型、油气组分、油藏压力、温度等，为射孔联作技术的应用提供参考。

#### 4.1.2 储层物性参数测定

通过岩心分析、测井解释等方法，获取储层的孔隙度

数据。利用岩心分析、测井解释、实验室测试等方法，获取储层的渗透率数据。通过测井解释、实验室测试等方法，获取储层的饱和度数据。

#### 4.1.3 联作技术方案的制定

根据地质特征分析、储层物性参数测定结果，对井况进行综合评估。根据井况评估结果，制定桥塞与射孔联作技术方案，包括桥塞类型、射孔方式、射孔密度、射孔深度等。制定详细的施工方案，包括施工设备、施工工艺、施工参数等。根据技术方案和施工方案，对桥塞与射孔联作技术的预期效果进行评估，为后续的增产工作提供指导。

### 4.2 桥塞与射孔器材的选择

#### 4.2.1 桥塞类型和性能要求

根据油气井的实际情况和增产需求，桥塞的类型主要包括球座桥塞、筛管桥塞、膨胀式桥塞及可调节式桥塞四种。球座桥塞适用于油、气、水井，具有结构简单、密封性能好、安装方便等特点。筛管桥塞适用于油、气、水井，具有筛孔结构，可控制油气流量，提高产量。膨胀式桥塞适用于套管损坏或变形的井，可自动膨胀密封，提高封堵效果。可调节式桥塞适用于不同井深和井径的井，可根据需要调整桥塞位置，实现分段开采。

#### 4.2.2 射孔弹的选型与参数优化

根据油气井的地质条件和增产需求，选择合适的射孔弹类型，如普通射孔弹、高强度射孔弹、多孔射孔弹等。根据井深、井径、套管材质等因素，选择合适的射孔弹直径和长度。根据油气井的地质条件和增产需求，合理确定射孔密度，提高油气产量。射孔角度根据油气层分布和增产需求确定，提高油气开采效率。根据油气层厚度和增产需求，合理确定射孔深度，实现油气层有效开采。射孔弹类型和数量根据射孔密度、射孔角度和射孔深度选择，确保射孔效果。

### 4.3 施工工艺与参数控制

#### 4.3.1 桥塞坐封工艺

桥塞坐封工艺是油气井增产技术中至关重要的环节，其目的在于确保桥塞能够准确、牢固地封堵油层，为后续的射孔作业创造有利条件。根据油井的实际情况，选择合适的桥塞类型和尺寸。桥塞应具备良好的密封性能，能够适应井壁条件，并满足射孔作业的要求。施工前检查井口装置，确保其正常工作。清理井筒，去除井壁上的杂物。测量井径，确保桥塞能够顺利下入。准备坐封液，根据油井条件和桥塞特性选择合适的坐封液体系。将桥塞与油管连接，检查连接是否牢固。使用专用设备将桥塞下入井筒，确保桥塞下入过程中无卡阻现象。控制下入速度，避免因速度过快而造成桥塞变形。根据桥塞类型和油井条件，选择合适的坐封方式，如机械坐封、液压坐封等。在桥塞下入至预定位置后，按照设计要求进行坐封操作。监测坐封过程中的压力变化，确保桥塞坐封牢固。使用声波测井等手段，检查桥塞坐封后的井壁稳定性。通过压力测试，验证桥塞密封性能是否满足要求。

在桥塞坐封后,进行射孔作业,确保射孔位置准确。根据射孔设计,调整射孔参数,如射孔密度、射孔深度等。

#### 4.3.2 射孔施工参数的确定

综合考虑油气层特性、地质条件、生产需求等因素,确定射孔密度、射孔孔径、射孔深度、射孔角度、射孔压力、射孔液等参数,确保射孔作业的顺利进行,提高油气井增产效果。

根据油气层特性、地质条件及生产需求,合理确定射孔密度。射孔密度应保证油气层充分暴露,提高油气产量。射孔密度应避免过密,以免造成油层伤害和产能下降。射孔密度应考虑射孔工具的射孔能力,确保射孔作业顺利进行。射孔孔径应选择渗透率较高的油气层,射孔孔径可适当增大;渗透率较低的油气层,射孔孔径应减小。选择射孔工具时,应考虑其射孔孔径范围,确保射孔作业的顺利进行。射孔深度应覆盖油气层厚度,确保油气层充分暴露。射孔深度应考虑射孔工具的射孔能力,避免因射孔深度过大而影响射孔作业。射孔深度应结合地质勘探成果,确保射孔作业的准确性。

根据油气层倾角,合理选择射孔角度,提高油气产量。结合地质构造,选择合适的射孔角度,确保射孔作业的顺利进行。根据生产需求,调整射孔角度,提高油气产量。射孔压力应保证射孔作业的顺利进行,避免因压力过大或过小而影响射孔效果。射孔压力应考虑射孔工具的射孔能力,确保射孔作业的稳定性。射孔压力应结合地质条件,合理调整,以降低油层伤害。射孔液应具有良好的携砂能力,确保射孔作业的顺利进行。射孔液应具有良好的稳定性,避免对油气层造成伤害。射孔液应具有良好的环保性能,降低对环境的影响。

#### 4.3.3 联作过程中的压力控制和安全措施

合理设计施工方案,根据井深、井径、地层压力等因素,确定合适的泵压和射孔压力。在施工过程中,实时监测泵压和射孔压力,确保其稳定在安全范围内。根据实际情况,适时调整泵压和射孔压力,避免因压力过大或过小导致施工风险。施工前,对施工设备、工具进行全面检查,确保其安全可靠。对施工人员进行安全教育和培训,提高安全意识,掌握应急处置措施。施工现场设立安全警示标志,明确施工区域、危险区域和逃生路线。施工过程中,严格执行操作规程,严禁违章操作。加强现场监护,确保施工过程中各项安全措施得到有效落实。

### 4.4 效果评估与监测

#### 4.4.1 产能测试与分析

在桥塞与射孔联作技术实施前,对油气井进行全面的

地质和工程评价,确定测试方案和测试参数。按照测试方案,对油气井进行产能测试,包括生产压力、产量、含水率等参数的测量。对测试数据进行分析,对比测试前后油气井的产量、含水率等参数,分析增产效果;分析测试过程中压力变化情况,评估油气层渗透性能;根据测试结果,优化桥塞与射孔联作技术参数,提高增产效果。

#### 4.4.2 生产动态监测与调整

采用实时监测、定期监测等方式,对油气井的生产动态进行监测,包括产量、含水率、生产压力等参数。实时监测油气井的产量变化,分析桥塞与射孔联作技术对油气井产量的影响。监测油气井的含水率变化,分析桥塞与射孔联作技术对油气井含水率的影响。监测油气井的生产压力变化,评估油气层渗透性能和桥塞密封效果。根据监测结果,分析桥塞与射孔联作技术的效果,对不理想的部分进行调整。涪陵页岩气田技术应用验证表明,自主创新的页岩气水平井泵送桥塞及多级射孔联作技术,服务成本低、效率高、安全可靠,具备规模化推广和产业化应用,可以为国内用户提供与国外公司相媲美的技术服务<sup>[5]</sup>。

## 5 结论

桥塞与射孔联作技术能够有效提高油气井产量,降低生产成本,延长油气井使用寿命。桥塞与射孔联作技术在油气井增产中的应用具有广泛的前景,但同时也面临着技术、设备、管理等方面的挑战。随着技术的不断进步,桥塞与射孔联作技术将在油气井增产中发挥更加重要的作用。在今后的研究和实践中,应继续优化技术,提高设备性能,加强管理,以充分发挥桥塞与射孔联作技术在油气井增产中的作用。

### 参考文献

- [1] 王壁鸿,唐助云,李中博,等.泵送桥塞射孔联作工艺在新疆淮南煤田煤层气开发中的应用[J].中国煤层气,2024,21(01):29-32.
- [2] 李录.桥射联作技术在古龙页岩油勘探开发中的应用[C]//中国地质大学(武汉),西安石油大学,陕西省石油学会.2023油气田勘探与开发国际会议论文集Ⅱ.大庆油田有限责任公司试油试采分公司,2023:8.
- [3] 李陪,曾波,杨登波,等.川南页岩气套管变形井桥塞射孔联作技术[J].油气井测试,2023,32(03):37-42.
- [4] 苗久厂.连续油管智能压力控制射孔与桥塞联作技术[J].油气井测试,2022,31(05):43-47.
- [5] 聂建群.涪陵页岩气田泵送桥塞及多级射孔联作技术难点及对策[J].江汉石油职工大学学报,2020,33(05):14-16.