



水平井油层水力压裂工艺 优化研究

学生：吉玛

班级：石工1301(留)

指导老师：吴晋军





目 录



1. 绪论
2. 压裂工艺的相关阐述
3. 水平井油层水力压裂工艺优化分析——以L油田水平井为例
4. 结语
5. 参考文献





1. 绪 论



1. 研究目的、意义

压裂改造技术在油田开发中是非常重要的—种手段。但是，油田的形式多种多样，在压裂工艺技术的应用过程中，应当根据油田实际来进行优化，从而发挥出压裂工艺技术的效用。本文希望能够结合实际案例的方式，对其压裂工艺的使用以及优化问题进行—定的阐述。这对于压裂工艺技术效用的有效发挥有着积极的借鉴意义。





1. 绪 论



国内外研究现状

水平井压裂增产增注的渗流力学机理是将普通完善水平井的流体径向渗流模式改变为线性渗流模式。径向渗流模式的特点是流线向井高度集中，其井底渗流阻力大，而线性渗流的特点是流线平行于裂缝壁面，其渗流阻力相对较小。在开发过程中通过改变近井筒地带流体的渗流方式、增加泄油面积、提高扫油效率，最终影响油井单井产量和采收率。水平井本身对油层具有很大的穿透度，并且压裂后形成的裂缝作为流油通道，扩大了单井泄油面积，可以大大提高油井的产能。为了使压裂后的水平井产能和开采的经济效益达到最优，需要对水平井压裂的裂缝形态进行重点研究。





1. 绪 论



国内外研究现状

国外研究人员对水平井压裂设计中的裂缝条数优化进行了广泛而深入的研究，其基本思路都是围绕建立水平井压裂后多条裂缝(或多条天然裂缝)生产产能的解析模型或数值模型，结合压裂经济评价模型，确定水平井压裂的最优生产裂缝条数。Genliang Guo等提出了在水平井生产达到拟稳态后用来描述多条天然裂缝垂直分布的水平井产能预测模型，推导了水平井在穿越天然裂缝情况下单相和多相拟稳态流的解析动态方程;Rajagopal研究了多条裂缝垂直相交的水平井压力动态，提出了相应的数学模型;Roberts应用非达西流动模型对致密气藏多裂缝水平井产能进行模拟评价，认为近井筒节流效应将导致产量急剧下降;Soliman等考虑了横向裂缝或纵向裂缝，提出了定压条件下压裂水平井的生产模型，适合致密气藏生产;Villegas等利用数值模拟方法对高渗透地层中产生纵向裂缝时的生产动态预测进行了研究。在国内，何艳青等建立了一个二维单相油藏和裂缝模型，研究了压裂直井的产量预测方法，分别考虑了裂缝导流能力随时间的变化以及压裂井中尾随加砂等情况，并绘制了无因次典型曲线;苗和平等就水平井压裂后的单缝产量预测建立了一个两维两相渗流模型，在多缝产量预测计算时将预测期分成了早、中、晚三个阶段，使计算量大幅度下降，其实质是在早期利用数值方法计算多缝产量，而在中期和晚期采用解析方法计算;郎兆新等假设每条裂缝产量相同，应用位势理论和叠加原理，研究了水平井压裂后造成多条裂缝情况下的产量确定办法，得出了产量和生产压降与裂缝长度和裂缝条数的关系;郭建春等从裂缝一油藏系统的二维油水两相模型出发，模拟了多条裂缝压裂水平井产能，结合压裂经济评价，提出了一套水平井裂缝条数优选模型。





1. 绪 论



实验方案、实验方法及预期达到的目标

为了能够对本文进行更好的研究，主要是通过理论结合实际的研究方法，首先是通过网络及图书借阅的方式，对压裂工艺技术方面的内容进行搜集及整理，以形成本文研究的理论基础，然后结合实际案例的方式，针对压裂工艺技术的应用及优化问题进行具体的讨论分析。通过本文的研究，希望能够更加深入的认识压裂工艺技术，并且能够结合实际对其进行优化设计，从而能够更好的应用压裂工艺技术。





1. 绪 论



四、完成课题所需的条件、主要困难及解决办法

要想完成本文的研究，需要搜集大量的资料，并且能够结合实际案例，对压裂工艺技术的应用及优化问题进行具体的阐述分析。在研究过程中，如何选择有效案例，如何结合案例实际来完成压裂工艺的优化，这需要指导老师的帮助，及时的发现所做方案中可能存在的问题，并能够及时的纠正。在此基础上，能够完成一篇高质量的论文。





3. 研究内容

本文主要是针对油田压裂工艺技术的优化问题进行研究，主要是从以下几个部分进行研究：

第一部分为绪论部分，主要是对本文的研究背景、意义以及压裂工艺的国内外研究现状进行介绍；

第二部分主要是对压裂工艺技术的相关内容进行阐述；主要是包括压裂工艺的开发背景、压裂工艺特点以及压裂工艺发展现状进行分析，这部分主要是为后文的研究打下理论基础

第三部分则是结合实际案例的方式，对压裂工艺的应用及优化问题进行分析；首先是对案例油藏特征进行分析，然后对水平井压裂工艺主体技术、压裂伤害体系以及低伤害压裂体系进行分析，在此基础上，针对案例中的水平井压裂工艺的优化设计问题进行具体的分析和阐述。

最后为结语部分，主要是对本文研究的一个总结。



2. 压裂工艺的相关阐述

压裂工艺的开发背景

整体压裂技术对最大限度地发挥水力压裂在油藏开发中的作用和潜力，具有重要的现实意义，但该技术是在既定井网的条件下进行压裂参数的优化设计，特别是当裂缝方位不利时，将严重制约压裂的应有潜能。因此，为了最大限度地挖掘压裂的潜能，应在布井前就先期介入，将井网的型式、井距和裂缝的方位、缝长和导流能力有机地结合起来，从而实现稀井高产稳产的目标和比整体压裂更大的经济净收益，这就是开发压裂孕育的技术背景。

开发压裂是压裂技术近期的进一步发展，它通过低渗透油藏的开发井网系统与裂缝系统的优化组合，达到提高采油速度、采出程度与降低投入成本的目的，从而提高低渗透难动用储量的动用程度与开发水平，是低渗透油田开发方案的重要组成部分。





3. 压裂工艺的相关阐述



压裂工艺的特点

1) 渗流方式的改变, 由渗流阻力大的径向流 变为阻力小的双线性流。

2) 裂缝方位影响原油的渗流区域。裂 缝周围形成了椭圆形的泄流区域, 缝长与导流能力越高, 泄流区域越大, 井与井 间的这种泄流区域可能交叉与重叠, 在合适的裂 缝方位下, 将形成最大的驱扫面积。

3) 裂缝的长度、导流能力与方位将影响井的 产量与采收率。低渗透油藏的 产量主要取决于裂缝的长度、导流能力, 并与地层的渗透率存在优化的匹配关系。研究 这种关系对低渗透油藏的经济开发具有指导意义。同时, 裂缝方位的有利与否, 将直接影响到注水开 发油藏的扫油效率, 从而影响油藏的最 终采收率。





3. 压裂工艺的相关阐述



压裂工艺现状

水力压裂技术是低渗透油气田勘探开发的关键技术，延长油田低渗透层压裂工艺技术随延长油田大发展而进入到一个新的阶段，并朝着总体优化压裂设计、提高压裂液效率、优化支撑剂、无伤害压裂液方向发展。低渗油层压裂改造技术经多年研究及矿场试验，形成了从压裂地质研究—室内试验、压裂液支撑剂优化、优化设计及实施、压裂实时监测控制、压后评估完备的技术模式。





案例介绍

L油田石油资源量36亿吨，截止到2011年底，已探明石油地质储量14.6亿吨，资源探明率40.6%，剩余石油资源量21.4亿吨，主要分布在松辽盆地中浅层和伊通盆地；其中，松辽盆地中浅层剩余资源量为15.5亿吨，占72.4%以上，主要分布在扶余油层（8.5亿吨）、高台子油层（3.5亿吨）、黑帝庙、葡萄花和萨尔图油层（4.5亿吨），扶余油层剩余资源量最大，是石油勘探的重点层系。经过50多年的勘探，扶余油层由常规油藏转为致密油领域，已发现致密油2.2亿吨，剩余致密油资源7.8亿吨，勘探前景广阔。





油藏特征分析

该油层埋深1500-1850m, 单井油层厚度一般在8-20m。油层发育区位于砂体发育的构造有利部位, 即位于砂岩主体部位的让11区块、受南北向延伸的大断层遮挡的孤13区块和让30区块, 向西南、北、北东向厚度逐渐减薄, 单井厚度最大30m(让26-1井); 油田主体部位在泉四段 I、Ⅲ、Ⅳ砂组形成了三套油层, Ⅱ砂组油层呈零星分布。平面上油层发育不均衡, 纵向上叠加连片。地层原油密度为0.716-0.7638t/m³, 平均为0.7367t/m³; 地层原油粘度为1.44-1.95mPa·s, 平均为1.76mPa·s, 饱和压力11.128MPa, 体积系数1.2578, 脱气气油比56.316; 地层水总矿化度5123.5-78718.7mg/l, 平均31226.6mg/l; Cl⁻含量为427.9-5156.6mg/l, 平均为2390.1mg/l, PH值平均为7.5, 水型为NaHCO₃型。从区域地层水矿化度的平面分布趋势上看具有东低西高的特点; 地层压力平均为20.5MPa, 压力系数0.97; 地层温度为98℃, 地温梯度3.68℃/100m。属正常的温度、压力系统, 油藏驱动类型主要为溶解气驱和弹性驱。





水平井体积压裂技术原理

“体积压裂”在国际石油行业上是指通过压裂的方式将可以进行渗流的有效储集体“打碎”，最大限度地将具有极小导流能力的微裂缝、诱导裂缝和具有较大导流能力的人工裂缝联系在一起，形成网络裂缝，使裂缝壁而与储层基质的接触面积最大，使得油气从任意方向的基质向人工裂缝的渗流距离最短，极大地提高储层整体渗透率，实现对储层在长、宽、高三维方向的“立体改造”。施工中利用水平井多段+大排量液量改造技术，并通过转向材料及技术的应用，让主裂缝与多级次生裂缝交织形成裂缝网络系统，最大限度提高致密油储层动用率及最终采收率。





水平井体积压裂主体技术

为提高致密油藏压裂产能，通过研究形成满足水平井压裂提高产能主体技术系列，包括：水平井多段+体积压裂技术、水平井组同步、交叉压裂技术。





压裂伤害机理及低伤害压裂液体系

压裂是“双刃剑”，在改造储层的同时也伤害储层，加强压裂伤害机理研究，可进一步提升增产效果。





- 1、水平井压裂还处于边探索边发展阶段，压裂配套技术体系正在发展中；
- 2、目前尚无深层低渗透油水平井压裂实例，下步将开展深层低渗透油水平井压裂实验，为低渗透油油的开发寻找新的技术手段；
- 3、水平井压裂施工成功率保持较高水平，但增油效果并未达到预期，主要原因为地下情况复杂、地层流体一直处于运动变化之中，早期获取的各项地层参数不能用于准确预测压裂效果；
- 4、水平井压裂是一项系统工程，经济有效的压裂措施的实现，需要压裂施工和油藏工艺等各项系统的综合分析和评价。





- [1] 程英姿, 周政权. 水力压裂技术新进展[J]. 江汉石油职工大学学报, 2009, 22(6):61-64.
- [2] 安耀清, 金建国, 董玉玲,等. 小井眼及套变井压裂工艺研究与应用[J]. 石油钻采工艺, 2009, 31(5):119-123.
- [3] 田守增, 李根生, 黄中伟,等. 水力喷射压裂机理与技术研究进展[J]. 石油钻采工艺, 2008, 30(1):58-62.
- [4] 孟宪博. 七里村油田长4+5储层特征及影响因素研究[J]. 辽宁化工, 2016(2):179-180.
- [5] 孟选刚, 杜志敏, 王香增,等. 延长长6浅油层水平缝水平井压裂参数设计[J]. 石油钻采工艺, 2016, 38(1):83-87.
- [6] 袁灿明, 郭建春, 陈健,等. 多薄层压裂流量分配判定准则[J]. 断块油气田, 2010, 17(1):109-111.
- [7] 崔富强. 重复压裂工艺技术研究及应用[J]. 化工管理, 2015(16):162-162.
- [8] 李涛涛. 缝内转向压裂机理研究[J]. 内蒙古石油化工, 2015(1):49-50..
- [9] 李士斌, 王昶皓, 张立刚. 重复压裂裂缝转向机理及储层评价方法[J]. 断块油气田, 2014, 21(3):364-367.
- [10] 杜宗和, 李佳琦, 聂洪力. 缝内二次转向压裂技术探索[J]. 新疆石油地质, 2013, 34(3):349-353.





请各位老师批评指正！