

# Analysis of Wellbore Liquid Loading in Shale Gas Well in X Block Based on Production Characteristics

Linjuan Zeng\*, Yuting Wang

Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan  
Email: \*527095942@qq.com

Received: Nov. 12<sup>th</sup>, 2019; accepted: Nov. 25<sup>th</sup>, 2019; published: Dec. 2<sup>nd</sup>, 2019

---

## Abstract

In the process of shale gas production, wellbore liquid loading is a key problem. Studying the law of wellbore liquid loading in shale gas well is conducive to deepening the understanding of shale gas production characteristics and promoting the efficient development of shale gas. Based on the production data of 99 wells in X block, this paper analyzed the variation law of wellhead pressure, gas production and water production in shale gas production process, and on this basis, judged the wellbore fluid accumulation in shale gas wells, and explored the wellbore liquid loading law. It was found that gas production is a sensitive parameter for wellbore liquid loading.

## Keywords

Shale Gas Well, Production Dynamic Analysis, Wellbore Liquid Loading

---

# 基于生产特征分析X区块页岩气井井筒积液规律

曾琳娟\*, 王玉婷

成都理工大学, 四川 成都  
Email: \*527095942@qq.com

收稿日期: 2019年11月12日; 录用日期: 2019年11月25日; 发布日期: 2019年12月2日

---

\*通讯作者。

## 摘要

在页岩气生产过程中, 井筒积液是一个攻关难题; 研究页岩气井井筒积液规律有利于深化对页岩气生产特征的认识, 促进页岩气的高效开发。本文以X区块99口井为研究对象, 从其生产数据入手, 分析了页岩气生产过程中井口压力、产气量和产水量的变化规律; 并在此基础上, 采用生产动态分析判断了页岩气井井筒积液情况, 探索了井筒积液规律。结果表明, 产气量是井筒积液的较敏感参数。

## 关键词

页岩气井, 生产动态分析, 井筒积液

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

页岩储层具有低孔低渗的特点, 开采难度极大, 国内外大多采用水平钻井技术和大规模水裂力压进行开采。随着页岩气的采出, 井筒积液成为又一个攻关难题。目前国内使用的成熟排水采气工艺技术现场实施效果并不理想。因此, 如何治理页岩气藏水平井井筒积液从而提高单井产量这一问题成为开采人员关注的焦点。而研究井筒积液规律有利于提出有效的治理方案。本文通过选取 X 区块 99 口井进行井筒积液研究。在明确页岩气生产过程及其井口压力、产气量和产水量变化规律的基础上, 通过生产动态分析判断了页岩气井井筒积液情况, 初步探索了井筒积液规律, 为进一步研究井筒积液判断方法打下了良好的基础。

## 2. 页岩气生产概况

页岩气主要以吸附态和游离态赋存于页岩储层中。页岩储层为典型的双重介质, 其储集类型主要有裂缝和孔隙两类; 其中孔隙是气体的主要储集空间, 很大程度上决定着其储能, 而裂缝是气体的主要渗流通道, 决定着其产能[1][2]。

由于页岩储层具有低孔低渗性, X 区块均采用大型水力压裂技术, 且投产气井会出现不同程度的压裂液返排现象。通过分析 99 口页岩气井投产初期的生产情况, 发现页岩气井普遍为气水同产, 而页岩气藏一般不存在边水或底水[3], 所以产出液主要是返排压裂液。页岩气的开采属于衰竭式开采; 随着开采时间的增加, 天然能量降低, 气井压力和产能均下降, 因此气体在井筒中的流速降低, 同时气体的携液能力减弱; 等到气体的携液能力降低到一定程度时, 气体无法携带液体流出地面, 液体在井筒内形成积液; 井筒积液严重时会导致气井水淹停产。因此有必要研究井筒积液规律以寻求合理、高效的积液治理方案。

## 3. 页岩气井生产特征

### 3.1. 生产的阶段性

商绍芬等[4]从生产角度分析, 将页岩气井的采气曲线划分为五个阶段。本文结合 X 区块 99 口井的

井口压力、产气量和产水量变化情况, 分析页岩气井的生产阶段, 将其采气曲线简化划分为三个阶段(见图 1), 分别为阶段①: 产气量和产水量快速上升并达到最高, 压力快速下降; 阶段②: 产气量和产水量快速下降, 压力快速下降; 阶段③: 低压低产阶段。

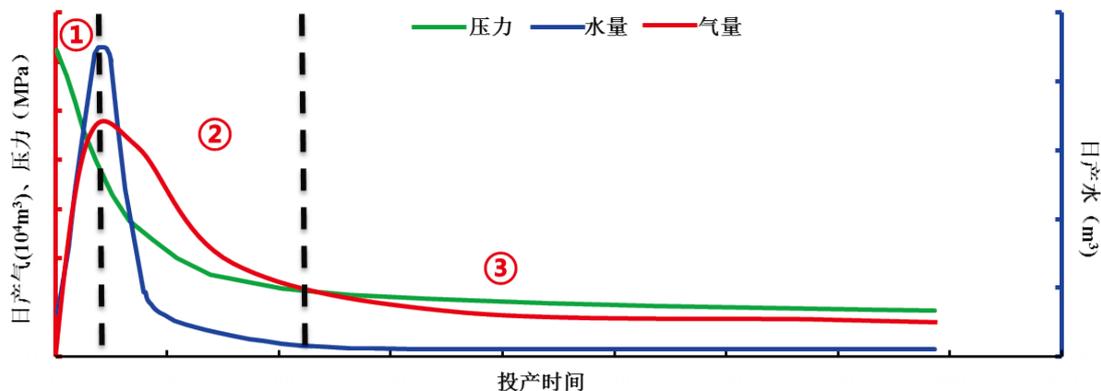


Figure 1. Schematic diagram of production stage division of shale gas well in X block

图 1. X 区块页岩气井生产阶段划分示意图

据统计分析可知, X 区块 99 口井中处于阶段①的有 7 口井, 处于阶段②的有 20 口井, 处于阶段③的有 72 口井, 分别占总数的 7%、20%和 73%。可以看出, 页岩气开采初期基本不能保持稳定生产, 且进入递减阶段的时间较快, 在开采中后期大多数气井都处于低压低产阶段。

### 3.2. 页岩气井的分类

分别以井口压力、产气量和产水量作为划分指标, 了解页岩气井的生产能力。按初始产能分类, 将产气量大于  $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的页岩气井划分为高产井, 产气量小于  $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的页岩气井划分为低产井, 产气量介于  $15 \sim 30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的页岩气井划分为中产井, 见表 1。其中, 高产井有 27 口, 中产井有 52 口, 低产井有 20 口, 见图 2。可以看出, 页岩气井初始产能差异较大, 可能与压裂施工效果有关。

表 1 和图 2 分别是页岩气井类型划分标准及结果。同样地, 根据从三个方面对页岩气井进行分类分析可知, 页岩气井生产以低压低产为主, 井筒积液风险极大。

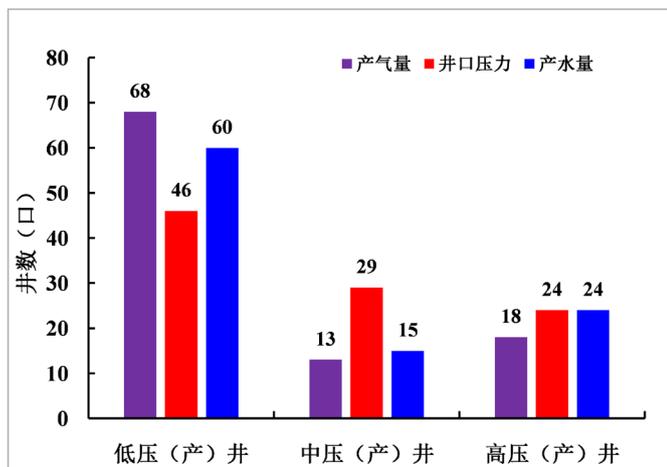


Figure 2. Classification of shale gas well in X block

图 2. X 区块页岩气井类型划分情况

**Table 1.** Classification standard of shale gas well in X block  
**表 1.** X 区块页岩气井类型划分标准

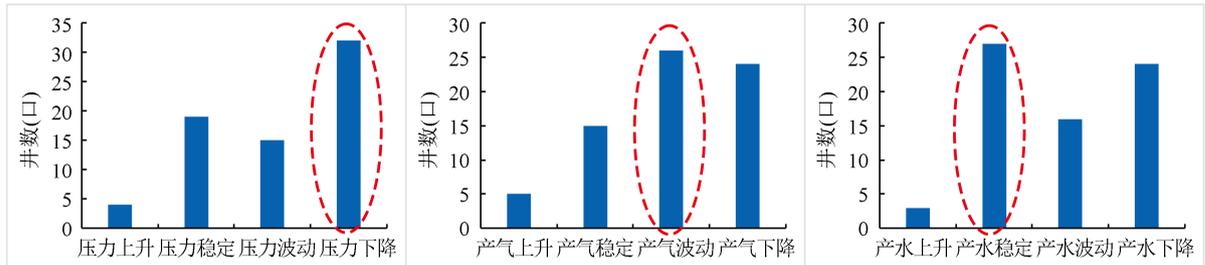
划分标准	页岩气井类型	高压(产)井	中压(产)井	低压(产)井
目前生产情况	井口压力 (MPa)	>4	3~4	<3
	产气量 ( $10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )	>10	5~10	<5
	产水量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	>10	5~10	<5

#### 4. 页岩气井井筒积液情况

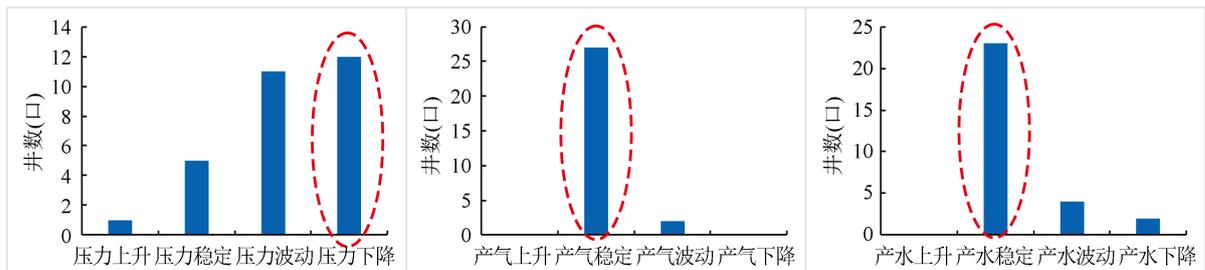
根据页岩气井生产特征判断井筒是否积液。判断依据[5]有：① 套压上升，产气量下降；② 套压不变，产气量下降；③ 套压、产气量呈锯齿形周期性波动，二者呈相反变化趋势；④ 关井 48 小时，油套压差大于 3 MPa；⑤ 产水量急剧降低。

##### 1) 定性分析

通过分析井口压力、产气量和产水量的变化趋势，发现积液气井主要生产特征(见图 3)是：压力下降，产气量波动或下降，产水量稳定或下降；未积液气井主要生产特征(见图 4)是：压力下降或波动，产气量稳定，产水量稳定。井筒积液前后产气量变化差异最明显。



**Figure 3.** Variation of pressure, gas production and water production in liquid loading well  
**图 3.** 积液井压力、产气和产水变化趋势



**Figure 4.** Variation of pressure, gas production and water production of well without liquid loading  
**图 4.** 未积液井压力、产气和产水变化趋势

##### 2) 定量分析

通过分析产气量和产水量的变化范围，发现积液井产气量主要分布在  $3\sim 4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，产水量主要分布在  $0\sim 4 \text{ m}^3/\text{d}$ ；未积液井产气量主要分布在  $5\sim 10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，产水量主要分布在  $0\sim 10 \text{ m}^3/\text{d}$ ，见图 5 和图 6。

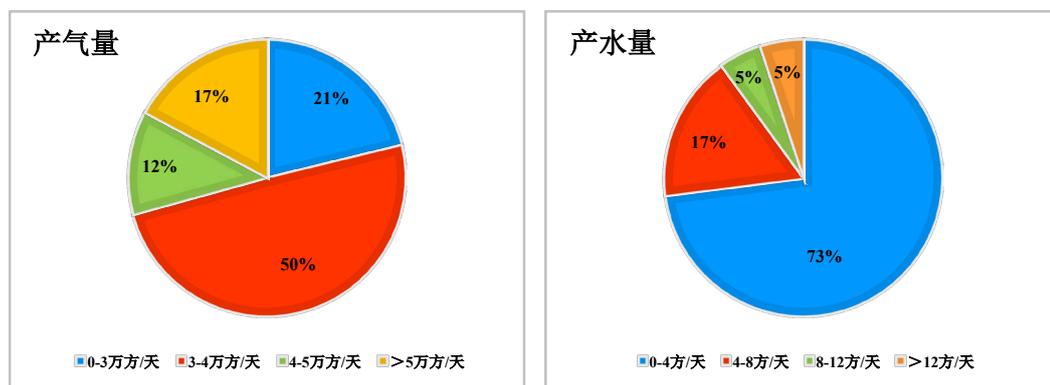


Figure 5. Variation range of gas production and water production in liquid loading well

图 5. 积液井产气和产水变化范围

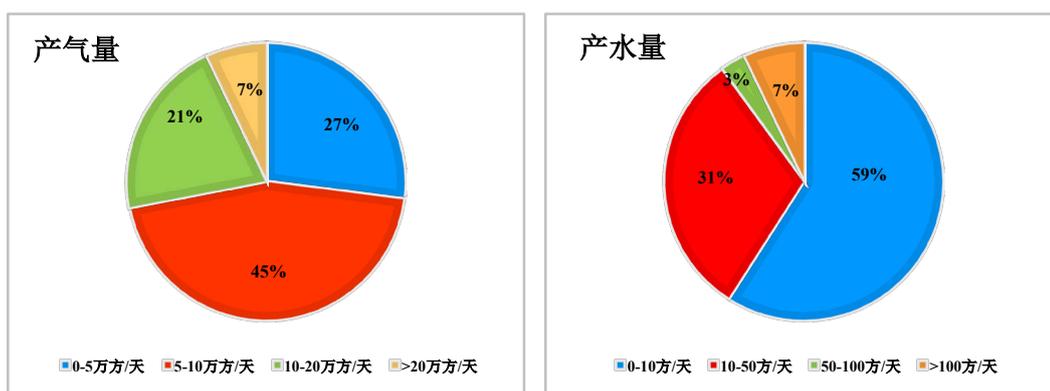


Figure 6. Variation range of gas production and water production of well without liquid loading

图 6. 未积液井产气和产水变化范围

## 5. 结论及认识

- 1) X 区块页岩气井生产时为气水同产，且产出液主要是返排压裂液。
- 2) X 区块页岩气开采进入递减阶段的时间较快，中后期生产以低压低产为主。
- 3) X 区块页岩气井井筒积液时，产气量变化差异最明显。积液时，产气量特征主要表现为产气波动，分布在  $3\sim 4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  内；未积液时，产气量特征主要表现为产气稳定，分布在  $5\sim 10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  内。

## 参考文献

- [1] 王伟峰. 页岩气藏渗流及数值模拟研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南石油大学, 2013.
- [2] 聂海宽, 张金川. 页岩气储层类型和特征研究——以四川盆地及其周缘下古生界为例[J]. 石油实验地质, 2011, 33(3): 219-225.
- [3] 雷佳萍. 涪陵页岩气田水平井井筒积液诊断技术研究[J]. 江汉石油职工大学学报, 2019, 32(3): 25-27.
- [4] 商绍芬, 严鸿, 吴建, 等. 四川盆地长宁页岩气井生产特征及开采方式[J]. 天然气勘探与开发, 2018, 41(4): 73-79.
- [5] 马镐. 气井井底积液特征分析[J]. 辽宁化工, 2012, 41(10): 1050-1051.