

永川地区页岩气合理生产制度研究

殷洪川 陈渝页 张良华 苟 玲 杨立成 (中国石油西南油气田分公司重庆气矿, 重庆 400000)

摘要: 从全球不可再生能源的勘探开发现状分析发现, 页岩气是常规油气资源最现实的重要接替资源之一。永川地区因为缺少页岩气开发经验, 开发模式主要参考国外以及国内示范区的经验, 再逐步摸索适合本区域的开发模式。为尽早落实永川地区页岩气井的合理生产制度, 指导该区页岩气科学开发, 从页岩气生产特征、不同生产制度现场试验、不同生产制度优劣势对比等方面进行了详细的阐述。控压限产生产制度控制了页岩气井压力及产量的递减速度, 延缓压裂缝的闭合速度以及基质渗透率的下降速度, 提高单位压降产气量, 能够在气井生命周期内增加累产气量, 可以兼顾能源安全社会责任及长期经济效益。研究成果证实了控压限产生产制度有利于气井后期生产, 对国内同类页岩气田生产具有参考和借鉴价值。

关键词: 页岩气; 控压限产; 放压放产; 最终可采储量

0 引言

页岩是一种渗透率极低的沉积岩, 页岩气是以游离态储存在页岩的孔隙和天然裂缝中以及以吸附态赋存在干酪根和黏土表面的非常规天然气, 甚至存在小部分气体以溶解态储存在干酪根和沥青质中^[1]。页岩储层物性差, 孔隙吼道半径已达到纳米级, 孔隙度约为4%~6%, 基质渗透率小于0.001mD, 气井基本无自然产能, 需要人工改造才能获得商业价值。

页岩气藏中气体的存在形式和页岩气藏的储层特征决定了页岩气藏中气体的流动机理和开发方式有别于常规气藏或致密气藏。常规气藏或致密气藏的合理生产制度也不适用于页岩气藏, 需要根据气藏特征特别制定。

1 页岩气井的生产制度

1.1 放压放产生产制度

放压放产生产制度是石油运营商将页岩气井初期产量调整得非常低, 不对气井压力进行控制, 以求在短时期内增加气井的累产气量, 但随之其递减也会非常快^[2]。

1.2 控压限产生产制度

控压限产生产制度主要是通过控制压降或减小油嘴来主动降低页岩气井配产, 使气井平稳生产, 地层能量缓慢释放, 控制压力以及产量的递减速度, 缓解页岩气井生产能力剧烈衰减的局面^[2], 以求在气井生命周期内增加累产气量。

2 永川地区页岩气生产制度分析

中国具有丰富的页岩气资源, 可采资源量约为 $26 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 大致和美国的页岩气可采资源量 $28 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 相当。

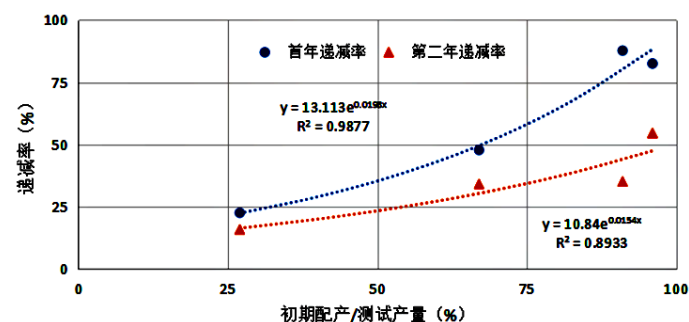
四川盆地是国内最主要的页岩气富集区。2012年国内取得页岩气开发的突破后, 石油公司加大了在该区页岩气的勘探开发规模。重庆永川地区也发育有优质的页岩储层, 经过几年的勘探开发, 也取得丰硕的成果。

2.1 永川地区页岩气井生产制度

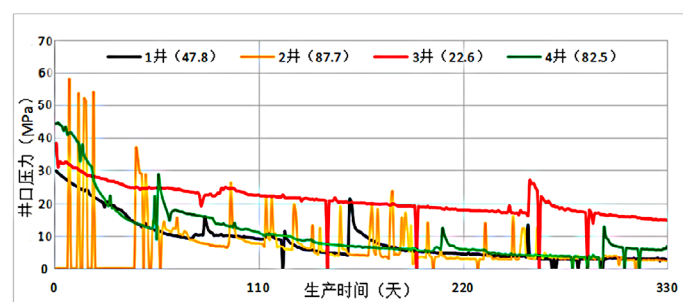
永川地区因为缺少开发经验, 开发模式主要参考国

外以及国内示范区的经验, 再逐步摸索适合本区域的开发模式。目前永川地区页岩气已累计投产10余口气井, 其中气井生产制度主要采取放压放产的生产制度, 极少数气井采取控压限产的生产制度。

2.2 永川地区页岩气井生产特征



页岩气井首年递减率与初期配产占测试产量比例关系图



页岩气井首年井口压力递减图

永川地区页岩气井气井井口压力、产气量在投产初期递减较快。其中, 累计生产时间超过2年的4口气井, 产气量主要符合双曲递减^[3], 首年递减率分布在22.6%~87.7%。首年递减率与初期配产占测试产量比例之间存在较好的正相关性, 比例低的气井可视为采用控压限产的生产制度, 产气量首年及第二年的递减率相对较低, 井口压力递减相对较小, 如3井产气量首年产量递减率为22.6%, 井口压力递减率为61.66%。比例大的气井可视为采用放压放产的生产制度, 产气量首年及第二年

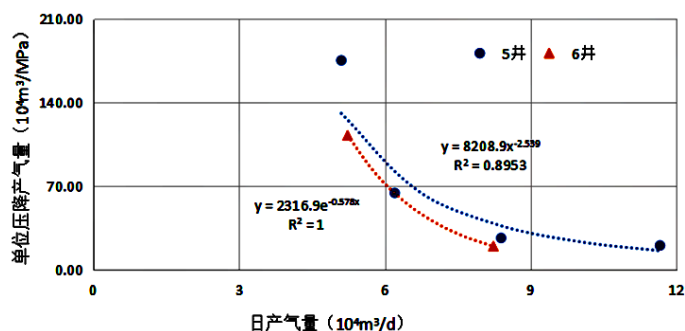
的递减率相对较高,井口压力递减相对较大,如4井、2井产气量首年产量递减率分别高达82.5%、87.7%,井口压力递减率分别高达84.8%、95.9%。

2.3 永川地区页岩气井生产制度现场试验

在短时间内气井地层压力等变化可以忽略不计的情况下,对一口气井调节日产气量,现场试验气井在放压放产与控压限产生产制度之间调整时生产发生的变化。可以看出,在一定的阶段,气井的单位压降产气量与日产气量呈负相关,当气井采用控压限产的生产制度时,日产气量低一些,压降速度慢,单位压降产气量大;当气井采用放压放产的生产制度时,日产气量大一些,压降速度逐步增大,单位压降产气量先快速下降后,下降速度逐步变缓。现场生产制度试验表明,采取控压限产的生产制度,是有利于提高气井单位压降产气量,最终达到提高气井累产气量的目的。

页岩气井不同生产制度单位压降产气量统计表

生产制度	5井			6井		
	日产气量 ($10^4\text{m}^3/\text{d}$)	压降速度 (MPa/d)	单位压降产气量 ($10^4\text{m}^3/\text{MPa}$)	日产气量 ($10^4\text{m}^3/\text{d}$)	压降速度 (MPa/d)	单位压降产气量 ($10^4\text{m}^3/\text{MPa}$)
1	5.1	0.03	175.56	8.23	0.41	19.89
2	8.39	0.31	26.80	5.23	0.05	112.67
3	11.66	0.57	20.54			
4	6.2	0.10	64.56			



页岩气井单位压降产气量与日产气量关系图

2.4 永川地区页岩气两种生产制度优劣势对比分析

控压限产生产制度控制了页岩气井压力及产量的递减速度,延缓压裂缝的闭合速度以及基质渗透率的下降速度,提高单位压降产气量,能够在气井生命周期内增加累产气量。

但是累产气量相比放压放产生产方式的增加,需要经过较长时间里才能实现,因此短期的经济效益不如放压放产的生产制度,但长期经济效益优于放压放产的生产制度。

在放压放产生产制度下,页岩气井井筒附近储层压力下降快,更大的储层和压裂缝的应力敏感作用,会导致近井筒附近的支撑压裂缝的支撑剂破裂或嵌入储层使压裂缝闭合、基质渗透率衰竭,支撑剂发生移动、黏土矿物的膨胀作用使渗流通道堵塞等,促使气井产量、压力加快速度递减、单位压降产气量下降,对后期生产不利。放压放产生产制度下,在短期内可以展现出较好的经济效益,对于比较注重短期经济效益的石油企业来说是有较大的吸引力的,但长期经济效益不如控压限产的生产制度。

永川地区页岩气开发主体为注重能源安全社会责任以及长期经济效益的国内石油企业,采用控压限产的生产制度更适宜。

3 结论

①气井产气量首年递减率与初期配产占测试产量比例之间存在较好的正相关性,比例低的气井产气量首年递减率相对较低,井口压力递减相对较慢,比例高的气井则相反;

②同一气井在一定的阶段,单位压降产气量与日产气量呈负相关,当气井采用控压限产的生产制度时,日产气量低一些,压降速度慢,单位压降产气量大,最终气井累产气量更多,采用放压放产生产制度的气井则相反;

③永川地区页岩气采用控压限产的生产制度可以更好地兼顾能源安全社会责任以及经济效益。

参考文献:

- [1]Curtis J B. Fractured shale-gas systems [J].AAPG Bulletin, 2002,86(11):1921-1938.
- [2] 刘洪, 庞进, 何晓, 等. 页岩气藏早期产能评价 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2018:221-222.
- [3] 于荣泽, 姜巍, 张晓伟, 等. 页岩气藏经验产量递减分析方法研究现状 [J]. 中国石油勘探, 2018,23(1):110-111.

作者简介:

殷洪川 (1985-), 男, 本科, 2008年毕业于西南石油大学石油工程学院, 工程师, 现主要从事气藏开发方面的研究工作。