

克拉美丽气田火山岩气藏配产方法优选

闫利恒¹ 王延杰¹ 麦欣² 李庆² 邱恩波³ 杨琨²

1. 中国石油新疆油田公司勘探开发研究院 2. 中国石油新疆油田公司开发公司 3. 中国石油新疆油田公司开发处

闫利恒等. 克拉美丽气田火山岩气藏配产方法优选. 天然气工业, 2012, 32(2): 51-53.

摘要 准噶尔盆地克拉美丽气田火山岩气藏产能受单井控制储量、岩性岩相、储集空间类型等多种因素的影响, 产能变化大, 评价比较困难, 无阻流量配产法表现出明显的局限性。为此, 利用动、静态模型将该区储层划分为 I、II、III 类 3 种类型, 找到了各类储层的产能特征, 以利于指导布井和后期新井的配产; 综合利用无阻流量法、采气指数法、类比法、图版法等方法对新井进行产能标定研究; 综合利用物质平衡法、试采压降法、单井动态模型法等方法对老井进行产能标定研究。进而得到了每类井的合理配产范围: I 类储层, 直井合理产量为 $(8.00 \sim 10.00) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 水平井合理产量为 $(22.00 \sim 24.00) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$; II 类储层, 直井合理产量为 $(5.00 \sim 6.00) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 水平井合理产量为 $(14.00 \sim 16.00) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$; III 类储层, 直井合理产量为 $(2.20 \sim 3.50) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 水平井合理产量为 $(9.00 \sim 11.00) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。研究结果还表明适合克拉美丽火山岩气藏的配产方法是: 新井应该利用系统试井特别是修正等时试井或类比的方法进行配产; 老井最好利用单井动态模型法进行配产。

关键词 准噶尔盆地 克拉美丽气田 火山岩 气藏 生产能力 分类 评价 标定 配产

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2012.02.011

克拉美丽气田位于准噶尔盆地腹部陆梁隆起东南部的滴南凸起上, 目的层为石炭系巴山组火山岩, 发育 3 个火山喷发旋回, 6 个火山喷发期次。气田构造特征总体表现为西倾的大型鼻状构造, 南北为边界断裂所切割。储层孔隙度平均为 11.48%, 渗透率平均为 0.459 mD, 总体属于中低孔、特低渗储层。

2010 年完成了克拉美丽气田开发方案, 采用“直井+水平井”组合, 650 m 左右不规则井网布井, 部署 54 口井, 其中, 直井 37 口, 水平井 17 口, 设计年产能 $10.00 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。截至目前, 共有 24 口井投入试采, 累积产气 $11.10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

1 无阻流量法配产的局限性

1.1 无阻流量法配产情况

运用无阻流量法配产, 合理产量取试气无阻流量的 1/5, 部分井配产结果比试采产量小, 部分井配产结果比试采产量大。DX1001 井二项式试气无阻流量为 $100.30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 配产为 $20.06 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 试采期

间平均产量为 $7.00 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。DX1415 井二项式试气无阻流量为 $20.60 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 配产为 $4.12 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 试采期间平均产量为 $10.08 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

1.2 原因分析

试井解释 DX1001 井为内好外差的径向复合气藏, 随着试采的进行, 产能变小, 加上单井控制储量较小, 为 $2.41 \times 10^8 \text{ m}^3$, 稳产能力较弱。DX1415 井在钻井过程中地层污染比较严重, 初期表皮系数为 4.61, 试气无阻流量偏低, 随着试采的进行, 污染得到有效的解除, 表皮系数变为 -1.53, 产能变大, 加上单井控制储量大, 为 $3.39 \times 10^8 \text{ m}^3$, 稳产能力较强。

2 储层类型的划分及配产方法优选

2.1 储层类型的划分

参照火山岩油藏的储层分类标准, 综合利用岩心实验、生产测试、测井解释、地质描述和试气成果, 采用双变量交会图方法, 建立了工区火山岩气藏分类的物性、电性、岩性岩相、孔隙结构和产能的综合评价标准, 将克拉美丽气田火山岩储层分为 3 类(表 1)。

表 1 克拉美丽气田火山岩储层综合分类表

储层分类	物性参数标准		电性标准	岩性、岩相特征		储渗组合	产能标准
	孔隙度	渗透率/ mD	密度/ $g \cdot cm^{-3}$	岩相	岩石类型		
I	次火山岩 $\geq 12.0\%$	≥ 1.00	< 2.41	次火山岩相 溢流相 爆发相	正长斑岩 流纹岩 玄武岩 角砾熔岩	晶间溶孔+裂缝型 气孔+裂缝型 气孔+溶孔型	自然高 产、压 后高产
	喷出岩 $\geq 15.0\%$		< 2.37				
	火山沉积岩 $\geq 18.0\%$		< 2.33				
II	次火山岩 $9.0\% \sim 12.0\%$	$0.20 \sim 1.00$	$2.41 \sim 2.46$	次火山岩相 溢流相 爆发相	正长斑岩 熔岩 熔结凝灰岩 熔结角砾岩	晶间溶孔+裂缝型 气孔+裂缝型 气孔型 粒间孔+裂缝型	压后 中产
	喷出岩 $10.0\% \sim 15.0\%$		$2.37 \sim 2.49$				
	火山沉积岩 $13.0\% \sim 18.0\%$		$2.33 \sim 2.43$				
III	次火山岩 $5.5\% \sim 9.0\%$	$0.02 \sim 0.20$	$2.46 \sim 2.52$	次火山岩相 溢流相 爆发相 火山沉积相	正长斑岩 火山熔岩 熔结凝灰岩 沉火山岩	晶间溶孔型 气孔型 粒间孔+溶孔型 粒间孔+微孔型	压后 低产
	喷出岩 $6.5\% \sim 10.0\%$		$2.49 \sim 2.57$				
	火山沉积岩 $8.0\% \sim 13.0\%$		$2.43 \sim 2.53$				

2.2 新井产能确定

对进行过系统试气的井,可以建立产能方程,运用无阻流量法和采气指数法^[1-3]进行配产;对未进行试气的井,可以类比井型相同、岩性相同、物性相似、井深相近井的试气情况,进行配产,还可采用图版法配产。例如,滴西14井区平均产量与地层系数、生产指数曲线呈线性关系,可以根据图版确定单井的平均产量(图1)。地层系数可以由压力恢复试井求得;生产指数可以由生产数据求得。

2.3 老井产能确定

2.3.1 物质平衡法

物质平衡法是已知定产量生产阶段的产量和定流压生产阶段的流压,以产能方程和物质平衡方程为基础,通过两个方程的迭代,进而得到气井产量、压力变化过程以及稳产时间的方法。

下面以DX1813井为例来说明计算过程。首先利用产能测试资料求出二项式产能方程系数: $A =$

$24.6439, B = 0.3193$ 。然后用试井方法确定该井的动态储量为 $11.40 \times 10^8 m^3$ 。取定井底流压为 $16.50 MPa$,若以 $20.00 \times 10^4 m^3/d$ 配产,能够稳产4年;若以 $30.00 \times 10^4 m^3/d$ 配产,能够稳产2年(图2)。

2.3.2 试采压降法

试采压降法是通过试采数据、给定的生产时间以及生产期末的压力,来求出生产时间内平均产气量的配产方法。

下面以DX1805井为例来说明计算过程。该井用移动物质平衡方法计算的单井动态储量为 $9.60 \times 10^8 m^3$ 。目前该井天然气累计产量已经达到 $0.93 \times 10^8 m^3$ 。最低进站压力时对应的流压为 $16.50 MPa$,此时对应的累计产气量为 $3.50 \times 10^8 m^3$ 。该井预测产气量为 $2.57 \times 10^8 m^3$,若稳产期为3年,该时间段内的单井平均产量为 $26.00 \times 10^4 m^3/d$ 左右。

2.3.3 单井动态模型法

单井动态模型法^[4-6]是用试井分析软件建立动态

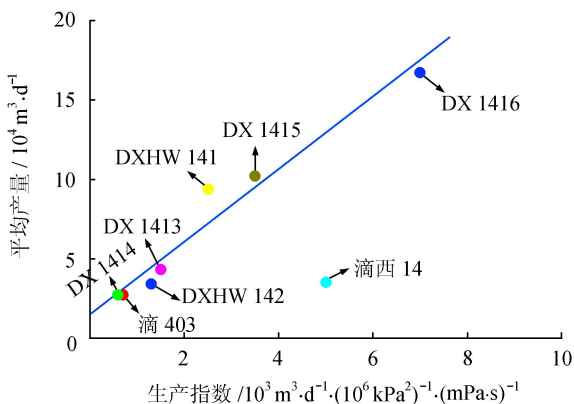
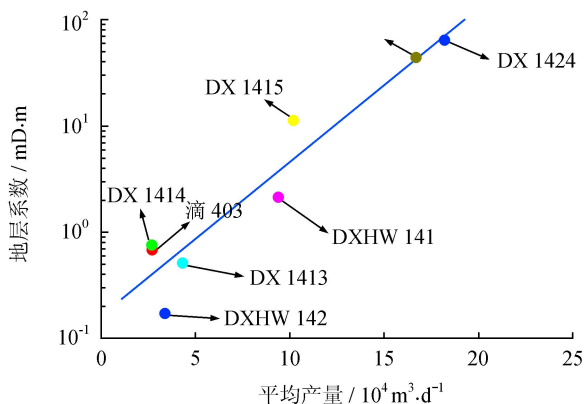


图 1 新井类比地层系数、生产指数法配产图

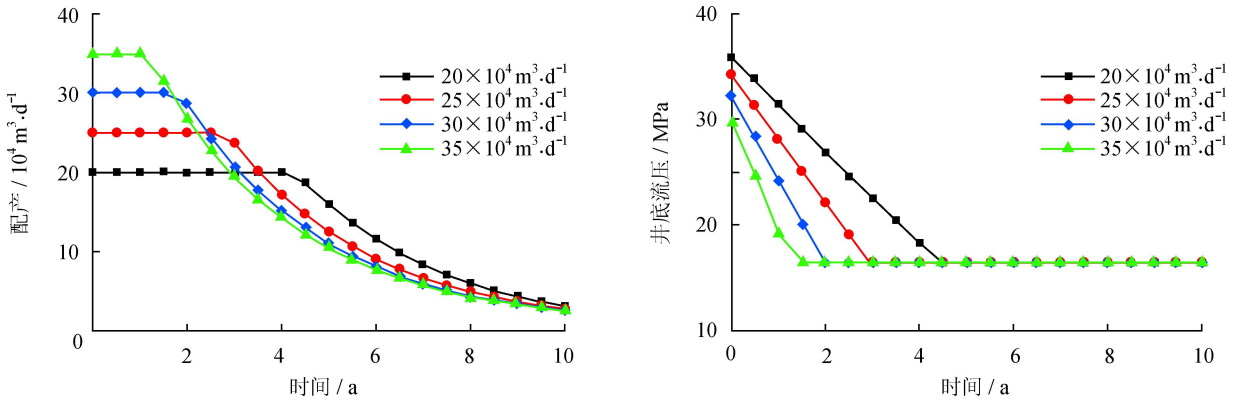


图 2 DX1813 井物质平衡法配产图

预测模型,以稳产期和进站压力为约束,确定单井的合理配产。它要求单井进行过压力恢复测试并有一定的生产期。将短期试井与长期生产动态相结合进行试井解释对建立准确的模型至关重要。

下面以 DX1415 井为例进行说明。首先利用压力恢复及生产数据拟合 DX1415 井压力流量史曲线,目前产气量约 $8.50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。克拉美丽气田最低进站压力是 9.00 MPa,井深为 3 700 m,不同配产下的自然稳产期末的最低井底流压约为 16.50 MPa。若按产量 $5.80 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 进行配产,预测井底流压降为 16.50 MPa 还能稳产 3 年(图 3)。

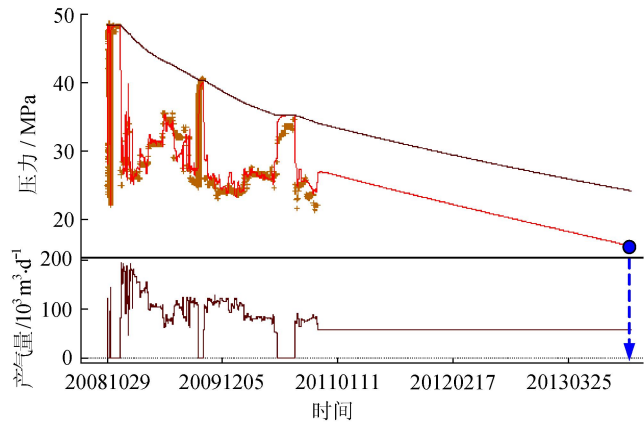


图 3 DX1415 井压力流量史拟合及生产预测图

2.3.4 配产方法优选

通过现场实施,单井动态模型法是最准确最适合克拉美丽火山岩气藏的配产方法,其次是试采压降法,物质平衡法需要建立准确的产能方程,对部分井评价结果有误差。

3 结论

1)利用上述方法对克拉美丽气田单井进行了产能标定,I类直井合理产量为 $8.00 \times 10^4 \sim 10.00 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,水平井合理产量为 $22.00 \times 10^4 \sim 24.00 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;II类直井合理产量为 $5.00 \times 10^4 \sim 6.00 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,水平井合理产量为 $14.00 \times 10^4 \sim 16.00 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;III类直井合理产量为 $2.20 \times 10^4 \sim 3.50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,水平井合理产量为 $9.00 \times 10^4 \sim 11.00 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

2)克拉美丽气田火山岩气藏新井应该利用系统试井特别是修正等时试井或类比的方法进行配产。

3)克拉美丽气田火山岩气藏老井最好利用单井动态模型法进行配产。

参 考 文 献

- [1] 庄惠农.气藏动态描述与试井[M].北京:石油工业出版社,2009.
- [2] 雷群,万玉金,孙贺东,等.生产动态分析理论与实践[M].北京:石油工业出版社,2008.
- [3] 李乐忠,李相方,何东博,等.测试流量不合理对修正等时试井产能曲线的影响[J].天然气工业,2010,30(4):67-69.
- [4] 刘能强.实用现代试井解释方法[M].5版.北京:石油工业出版社,2008.
- [5] 李熙喆,万玉金,陆家亮.复杂气藏开发技术[M].北京:石油工业出版社,2010.
- [6] 任东,刘启国,汤勇,等.基于启动压力梯度的火山岩气藏多重介质试井模型[J].天然气工业,2011,31(10):50-53.

(收稿日期 2011-12-06 编辑 韩晓渝)