

# 动静态资料相结合的气井连通性分析

## ——以克拉美丽气田火山岩气藏为例

路琳琳<sup>1,2</sup> 杨作明<sup>3</sup> 孙贺东<sup>2</sup> 邓继学<sup>4</sup> 于兴河<sup>1</sup>

1. 中国地质大学(北京)能源学院 2. 中国石油勘探开发研究院廊坊分院

3. 中国石油新疆油田公司勘探开发研究院 4. 中国石油川庆钻探工程公司长庆井下技术作业公司

路琳琳等. 动静态资料相结合的气井连通性分析——以克拉美丽气田火山岩气藏为例. 天然气工业, 2012, 32(12): 58-61.

**摘要** 克拉美丽气田是近年来准噶尔盆地天然气勘探的一个重大发现。针对该气田火山岩气藏内幕结构复杂, 储层非均质性强、井间产能差异大的特征, 提出了动静态资料相结合的气井连通性分析方法: 首先利用试井、试采及油气水性质等动态资料从开发角度对相邻井进行井间连通性分析, 然后结合地质以及地震资料对火山岩体轮廓和内幕结构精细刻画成果, 进一步确定井间连通情况。以滴西 18 井区为例, 采用上述气井连通性分析方法分析认为: DX182、DX1824 是连通的, DX1804 可能与 DX18 或者 DX1805 连通, 其余井间的连通性较差。在研究区的应用结果表明, 该分析方法对单井开发动态趋势预测与实际符合率达到 80% 以上, 为克拉美丽气田开发方案的编制提供了可靠的基础数据。

**关键词** 克拉美丽气田 火山岩 试采 连通性 流体性质 分析

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2012.12.012

## 1 气田概况

### 1.1 地质概况

克拉美丽气田位于准噶尔盆地陆梁隆起东南部的滴南凸起西端, 滴南凸起东抵克拉美丽山前, 西连石西凸起, 南临东道海子凹陷, 北接滴水泉凹陷<sup>[1-2]</sup>, 4 个含气井区分别为滴西 17、滴西 18、滴西 14 和滴西 10 井区。克拉美丽气藏目的层主要为石炭系巴山组火山岩地层, 为一套中、基性和酸性火山岩夹浅成侵入花岗斑岩建造。

滴西 18 井区石炭系火山岩为一个独立的火山机构, 平面展布近椭圆状, 南部为断层封堵, 东部平缓, 西翼较陡, 岩性体向东北、北西方向尖灭, 岩性以酸性花岗斑岩、凝灰岩为主。储层孔隙度为 3.7%~21.9%, 平均值为 11.46%; 渗透率为 0.01~211 mD, 平均值为 2.48 mD, 储集空间类型以晶间孔、长石斑晶溶孔、构造缝、微裂缝为主<sup>[3-4]</sup>。滴西 18 井区气藏中部深度 3 542 m, 地层压力 40.91 MPa, 压力系数 1.155, 地层温度 110.31 °C。

### 1.2 试采特征

滴西 18 井区包括 9 口试采井(图 1), 其中 DX1805 井为自然高产气井, DX18、DX1813、DXHW181 为压后高产气井, DX182、DX183 井为压后中、低产气井, 其余井的产能相对较小。

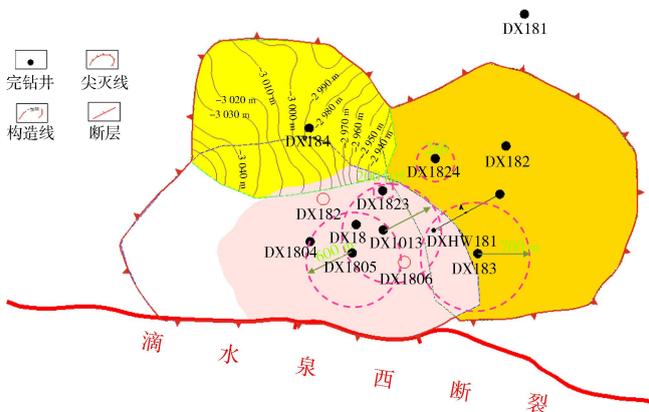


图 1 滴西 18 井区连通性分析图

滴西 18 区块短期试采井大部分生产压差大, 采气指数小, 反映储层物性差, 外围供给能量弱, 滴西 18 区

块短期试采期间,大部分井产量稳定性差,压力下降快;关井后地层压力恢复程度低,说明物性差,供给能量弱。

克拉美丽火山岩储层由不同期次喷发的多个火山岩体相互叠置连片形成,受岩性、岩相、构造等因素影响,其连通程度低、储层岩相变化快、内部结构复杂,储层非均质性强,井间产能差异大。分析气井连通性对气井井位部署、合理配产等具有决定性的作用,因此,开展井间连通性分析与研究对气田的方案编制具有重要意义。

## 2 气井连通性分析

### 2.1 连通性分析的方法

首先利用试井<sup>[5]</sup>、试采曲线<sup>[6]</sup>、油水性质等资料,从动态方面进行连通性的初步分析,然后结合地震资料对火山岩气藏进行火山岩体轮廓追踪识别及内幕结

构精细刻画、火山岩体属性提取资料成果等静态资料,进一步确认气井间的连通关系。

### 2.2 滴西 18 井区气井连通性分析

#### 2.2.1 DX1824 与 DX182 井连通性分析

DX182 井试采井段为 3 502~3 522 m,DX1824 井试采井段为 3 642~3 658 m。DX182 井与 DX1824 井之间的井距是 907 m,这两口井的原始压力和目前压力均比较接近(表 1),初步认为二者有连通的可能性。

##### 2.2.1.1 DX182、DX1824 井试采曲线分析

DX182、DX1824 两口井的试采曲线形态都有一个初始的压力下降过程,随着生产进行一段时间之后,二者压力表现为同步下降。但是,当 DX182 井关井之后,DX1824 井的套压由逐步下降的趋势变为平缓,说明 DX182 井的关井对 DX1824 井有一个延迟影响。2009年9月,在两口井同时关井之后,这两口井的压

表 1 滴西 18 井区原始压力与目前压力对比表

井 号	DX18	DX182	DX1824	DX183	DX1804	DX1805	DX1813	DX1823	DXHW181
目前地层压力/MPa	39.83	27.82	28.79	37.17	36.99	37.43	37.07	21.03	40.90
原始压力/MPa	40.90	40.14	39.91	40.55	38.70	40.13	40.30	37.30	/

力恢复到一个比较接近的值。最后,对这两口井压力、产量进行均一化处理,曲线的趋势也大体接近<sup>[7-8]</sup>(图 2)。因此,试采曲线表明,DX182、DX1824 两口井连通。

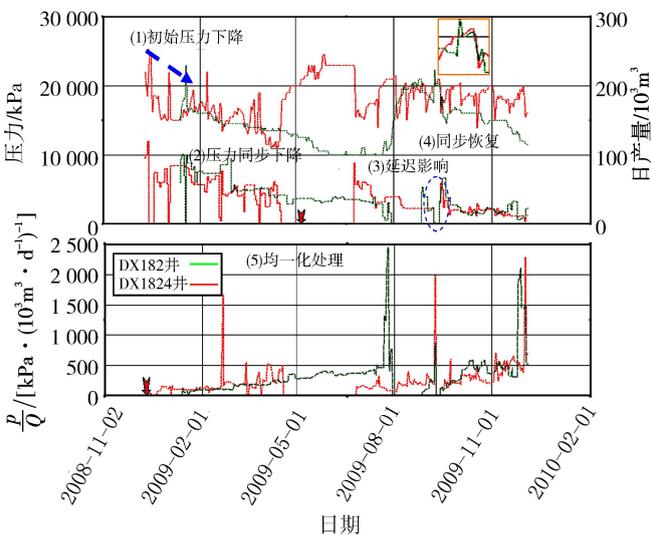


图 2 DX182、DX1824 井试采曲线和均一化产量数据图

#### 2.2.1.2 油气性质分析

DX182、DX1824、DX1823 三口井油、气性质对比

分析表明,DX182 和 DX1824 井的原油组分在密度、黏度、凝固点、初馏点等方面都很接近<sup>[9]</sup>,DX182 和 DX1824 井的气密度、甲烷、氮气等组分含量也很接近,而与这两口井距离不远的 DX1823 井在以上几个组分含量方面则有较大的差距(表 2、3)。由此认为 DX182、DX1824 井油气保存的地质环境应该比较接近,二者连通的可能性较大。

##### 2.2.1.3 地震资料分析

通过地震属性分析、地震剖面刻画进行火山岩体轮廓追踪识别及内幕结构精细解释<sup>[10]</sup>,可以清楚地看到 DX182、DX1824 井试采井段同属“182”次火山岩体(图 3),其火山岩储层的连续性好,这也从地质上证明了 DX182、DX1824 两口井连通。

#### 2.2.2 DX183 与 DX1805 井连通性分析

DX183 试采井段为 3 625~3 640 m,DX1805 井试采井段为 3 472.78~3 674 m,DX183 和 DX1805 两口井的投产时间前后相差 3 d,原始压力与目前压力比较接近(表 1),两口井之间井距为 1 300 m,而且 DX183 试井和 DX1805 试井解释均有边界,边界没有叠加,初步判断这两口井连通的可能性不大。

##### 2.2.2.1 试采曲线分析

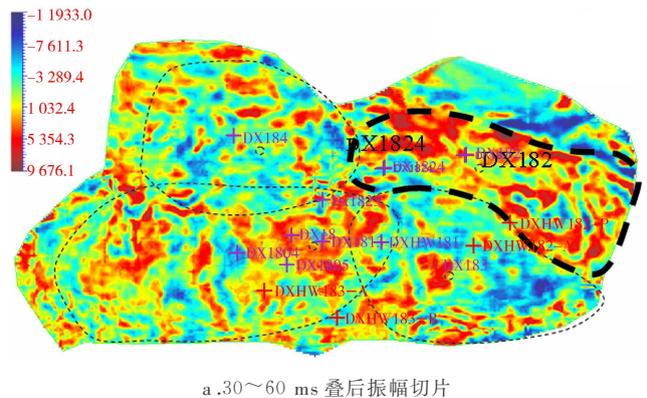
DX 183 与 DX1805 井投产时间接近,但两口井压

表 2 滴西 18 井区原油分析表

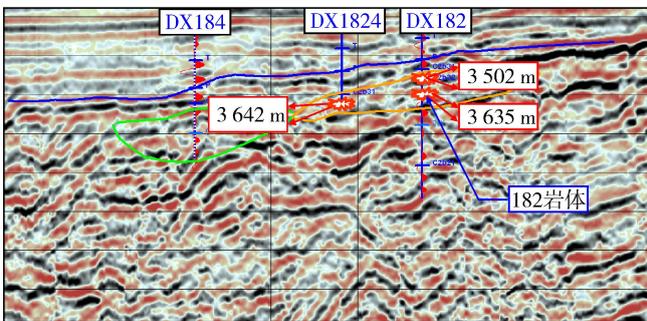
井号	密度/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	黏度(50℃)/ ( $mPa \cdot s$ )	凝固点/ ℃	含蜡	初馏点/ ℃	馏 分							
						<150℃	170℃	210℃	230℃	250℃	270℃	300℃	>300℃
DX182	0.770 7	0.82	-4	1.53%	85	32.2%	8.4%	16.8%	5.6%	6.3%	4.9%	7.0%	12.6%
DX1824	0.769 4	0.90	-7	/	86	26.7%	9.4%	12.6%	7.9%	4.7%	6.3%	4.7%	11.0%
DX1823	0.750 6	0.64	-19	0.68%	75	/	31.3%	7.8%	10.2%	4.7%	4.7%	3.9%	7.8%
DX183	0.765 0	0.79	-6	1.16%	64	32.6%	8.6%	12.0%	5.1%	3.4%	5.1%	3.4%	8.6%
DX1805	0.769 8	0.88	-5	1.76%	78	26.3%	7.7%	12.4%	6.2%	4.7%	4.7%	7.7%	12.4%

表 3 滴西 18 井区天然气分析表

井号	组 分 含 量									密度/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )
	二氧化碳+硫化氢	氧	氢	氮	甲烷	乙烷	丙烷	丁烷	戊烷及其以上烷烃	
DX182	0	0	0	5.85%	82.14%	6.53%	2.99%	1.95%	0.54%	0.681 0
DX1824	0.23%	0	/	5.39%	83.96%	6.05%	2.51%	1.47%	0.37%	0.663 5
DX1823	0.19%	0	/	7.88%	79.08%	6.81%	3.20%	2.19%	0.64%	0.700 3
DX183	0.12%	0	/	4.61%	85.45%	5.94%	2.40%	1.17%	0.30%	0.651 8
DX1805	0	0	/	3.84%	86.84%	5.61%	2.24%	1.20%	0.27%	0.644 0



a. 30~60 ms 叠后振幅切片



b. 东西向地震连井剖面图

图 3 过 DX182、DX1824 井 30N60 ms 叠后振幅切片(a)及地震连井剖面(b)图

力下降的趋势却具有明显的差别,不具有同步下降的特征(图 4);2009 年 9 月,全气田关井后,两井压力恢复值差别较大,应不属于同一压力系统。

### 2.2.2.2 油气性质分析

DX 183 与 DX1805 井的原油分析表可看出二者

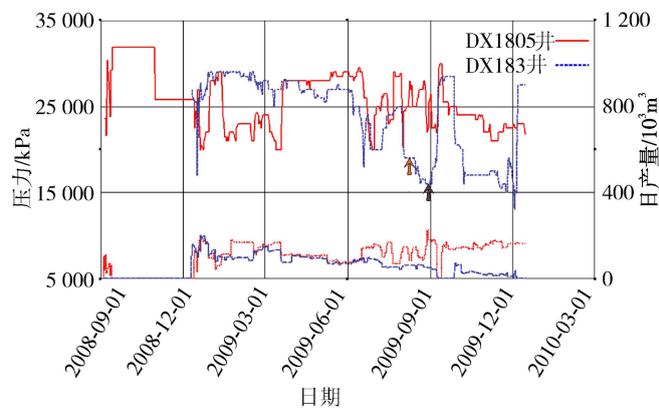


图 4 DX183、DX1805 井试采曲线图

在黏度、含蜡量、初馏点、不同温度下馏分百分比等方面差别都较大,这两口井在天然气密度、甲烷、氮气、二氧化碳这几个组分的含量上也有较大差异(表 2、3),因此,二者所产气性质差别较大,不是同一气藏,所以 DX183 井与 DX1805 井试采段应不连通。

### 2.2.2.3 地震资料分析

同样,对地质资料分析表明(图 5),DX183 井试采井段属“183”次火山岩体,而 DX1805 井试采井段属“18”次火山岩体,可以进一步证实 DX183、DX1805 试采井段不连通。

## 3 结论及认识

1) 火山岩储层由不同期次喷发的多个火山岩体相互叠置连片形成,受岩性、岩相、构造等因素影响,其连

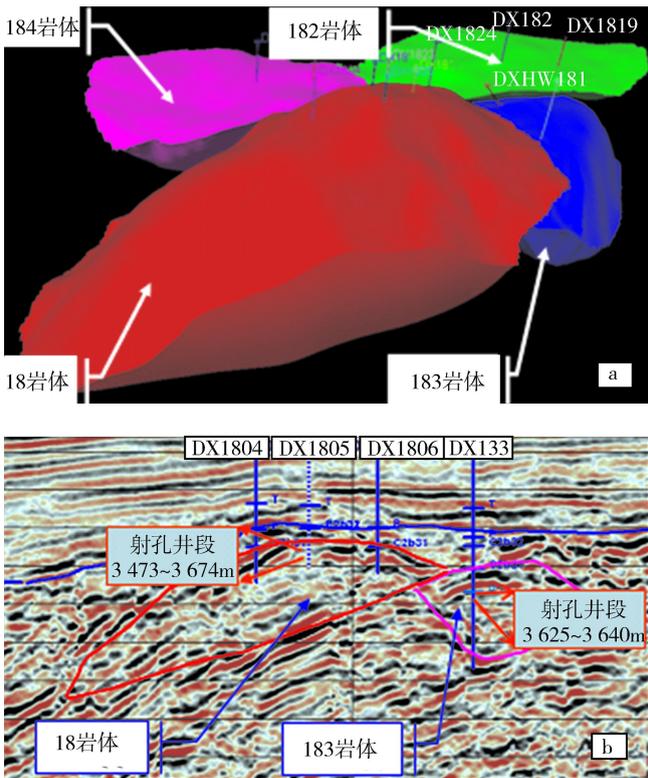


图 5 过 DX183、DX1805 井火山岩体(a)及地震连井剖面(b)图

通程度低、储层岩相变化快、内部结构复杂、储层非均质性强、连通性差。

2) 研究认为 DX182、DX1824 井是连通的, DX1804 井可能与 DX18 井或者 DX1805 井连通,其余井间的连通性较差。

3) 笔者利用动静态资料建立的气井连通性分析方法及研究成果已经应用在克拉美丽气田的开发方案中,并对类似的火山岩气藏有实际的指导意义。

参 考 文 献

[1] 杨迪生,陈世加,李林,等.克拉美丽气田油气成因及成藏特征[J].天然气工业,2012,32(2):27-31.

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

[3] 彭彩珍,郭平,贾闽惠,等.火山岩气藏开发现状综述[J].西南石油大学学报,2006,28(50):69-72.

[4] 林向洋,苏玉平,郑建平,等.准噶尔盆地克拉美丽气田复杂火山岩储层特征及控制因素[J].地质科技情报,2011,30(6):28-37.

[5] 庄惠农.气藏动态描述与试井[M].2版.北京:石油工业出版社,2009.

[6] 雷群,万玉金.生产动态分析理论与实践[M].北京:石油工业出版社,2008.

[7] HUANG Xuri, GAJRAJ A, KELKAR M. The impact of integrating static and dynamic data in quantifying uncertainties in the future prediction of multi-phase systems[J]. SPE Formation Evaluation, 1997, 12(4):263-270.

[8] 徐涛,孙贺东.应用流动测试和生产数据对火山岩地层进行连续性评价[J].国外油田工程,2005,21(12):21-24.

[9] 李骞,李相方.凝析气藏生产过程中气油比异常原因分析[J].天然气工业,2011,31(6):63-65.

[10] 王延杰,张玉亮,刘念周,等.克拉美丽气田石炭系火成岩有利储集层预测[J].新疆石油地质,2010,31(1):7-9.

(修改回稿日期 2012-10-09 编辑 韩晓渝)