

英买力气田群部分井出砂原因分析

刘加元 刘峰 高贵洪 关增武 吕波

(中国石油塔里木油田公司天然气事业部)

刘加元等.英买力气田群部分井出砂原因分析.天然气工业,2008,28(10):18-20.

摘要 英买力凝析气田群地理位置位于新疆维吾尔自治区新和县与温宿县境内,构造位置处于库车前陆盆地前缘隆起带西端。该气田群包括英买7—19、羊塔1、玉东2、羊塔5等8个油气田,油气藏类型复杂,除羊塔5为挥发性油藏外,其余均为凝析气藏。根据组合模量法计算,该气田群内所有区块均不应出砂,然而测试及生产中却发现部分井存在出砂的情况。为此,对该气田群部分井出砂原因进行了分析,结果认为:英买力气田储层物性好,孔隙度大,岩石胶结不致密,老井地层在完井液长期浸泡后会对近井地层的岩石胶结物造成一定程度的破坏,从而造成地层出砂,但这种出砂与岩石骨架出砂有着本质的区别,只是发生在近井地层的小范围之内,不会造成大面积出砂,更不会引起地层垮塌堵塞井筒或影响产能。通过现场放大生产压差试验,证实了上述结论的可靠性。

关键词 塔里木盆地 英买力气田群 凝析油气田 出砂 原因 生产能力 影响

英买力凝析气田群地理位置位于新疆维吾尔自治区新和县与温宿县境内,构造位置位于库车前陆盆地前缘隆起带西端,西邻阿瓦提凹陷,南邻满加尔凹陷,北邻秋里塔克背斜构造带。该气田群包括英买7—19、英买17、英买21、英买23、羊塔1、羊塔2、羊塔5、玉东2等8个油气田,气藏类型复杂。除羊塔5为挥发性边底水油藏、英买7—19和玉东2为块状底水凝析气藏、羊塔1古近系为层状边水凝析气藏外,其余均为带底油的块状底水凝析气藏。

开发方案设计总动用天然气地质储量 $680.55 \times 10^8 \text{ m}^3$,动用凝析油与黑油地质储量 $2388.1 \times 10^4 \text{ t}$ 。设计总井数42口,包括生产井33口、备用井4口、观察井5口,其中新钻井28口(3口水平井、25口直井),利用老井14口。建成年产气 $26.21 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、年产油 $54.86 \times 10^4 \text{ t}$ 的产能规模。

一、储层特征及出砂情况

1. 储层特征

英买力气田群储层为古近系和白垩系,岩石以细砂岩为主,各气藏平均孔隙度为 $12.8\% \sim 21.5\%$,渗透率为 $99.32 \times 10^{-3} \sim 1049.7 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,储层的均质程度为非均质—相对均质。

英买7凝析气田古近系底砂岩储层以棕红色、浅灰色细砂岩为主,粉细砂岩、含砾砂岩、中细砂岩、

泥岩、粉砂质泥岩等呈不等厚互层,属于典型的陆相冲积环境。主力气藏英买7—19储层平均孔隙度为 19.72% ,渗透率为 $1049 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,属于中孔高渗储层。

羊塔克凝析气田古近系及白垩系储层主要为黄褐色、棕褐色细砂岩、粉细砂岩,含少量泥岩。泥岩颜色为红色、棕褐色,属于典型的陆相冲积环境。主力气藏储层以块状砂岩为主,孔隙度为 $14.55\% \sim 21.5\%$,渗透率为 $99.33 \times 10^{-3} \sim 389.99 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,属于中—高孔渗储层。

玉东2凝析气田白垩系为一套以棕红色细砂岩为主的厚层块状砂岩,夹薄层棕褐色泥岩、泥砾岩。平均孔隙度为 17.44% ,平均渗透率为 $73.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,为中—高孔渗储层。

2. 出砂情况

油气井中,储层岩石内在强度即地层岩石颗粒之间的内聚力和颗粒间的摩擦力是影响地层出砂的主要因素。国外公司对此已进行了研究,并得出了计算方法^[1],即组合模量法(Mobil公司方法)。

该方法采用声速及密度测井资料,用下式计算岩石的弹性组合模量(E_c):

$$E_c = 1.34 \times 1010 \times \alpha / (\Delta t_e)^2$$

根据分析和现场情况, E_c 值越小,出砂可能性越大。当 E_c 值大于 20685 MPa (或 $3 \times 10^6 \text{ psi}$),注:

作者简介:刘加元,1979年生,工程师;主要从事油气藏开发研究工作。地址:(841000)新疆维吾尔自治区库尔勒市塔里木油田公司天然气事业部。电话:13565005579。E-mail:tz_ljy@163.com

1 psi=0.689 476 MPa,下同)时,油气井不出砂。

对英买力气田群各区块岩石弹性组合模量 E_c 进行计算,所有储层 E_c 值均大于 3×10^6 psi(表 1)。因此完井时未考虑出砂影响。然而从完井测试及投产后的实际开发情况来看,部分井却存在出砂的现象(表 2)。由于出砂危害极大,对井下和地面设备严重磨蚀,所以弄清楚出砂的原因,并提出合理的解决办法和建议,对保证气田的稳定生产,最大限度地提高单井产量,实现气田的合理高效开发就显得尤其重要^[2]。为此,需要对已经发生的出砂现象进行细致深入的分析。

表 1 英买力凝析气田群储层出砂预测表

气藏或井号	层位	井段(m)	$E_c(\times10^6\text{ psi})$
羊塔 1	E	5 240.0~5 307.0	7.28
	K	5 330.0~5 780.0	6.17
玉东 2	K	4 728.6~4 732.1	5.76
	K	4 733.0~4 736.2	5.21
	K	4 737.5~4 739.9	6.23
	K	4 740.5~4 745.2	5.49
	K	4 763.9~4 767.8	4.68
英买 701	E	4 661.5~4 671.0	3.25
		4 678.0~4 771.0	3.60

表 2 英买力气田群正式投产后单井出砂情况统计表

序号	井号	检查日期	油嘴 (mm)	出砂 情况	生产压差 (MPa)
1	英买 701	2007-09	7	微量	2.27
2	英买 7—1	2007-09	10	微量	1.25
3	英买 7—H2	2007-09	10	微量	1.73
4	英买 19	2007-09	8	微量	3.67

玉东 2 井完井试油时在用 8 mm 和 7 mm 油嘴生产时,存在出砂现象,换为更小的 6 mm 油嘴后,则无出砂现象。投产后,该井先后用 6 mm 和 7 mm 油嘴生产,现场观察没有明显出砂。但根据油嘴刺大及井口除砂器检查情况来看,尚有其他几口井在生产中也存在轻微出砂现象,但这种出砂对单井产能并无影响,对管线的腐蚀情况还有待腐蚀监测等资料的进一步论证。

由于完井时未考虑出砂的影响,仅在部分单井井口安装了除砂器,故生产过程中需密切关注产量和油压的变化情况,发现出砂现象及时处理,通过控制生产压差等方式来减少出砂对生产的影响^[3-4]。

二、出砂原因分析

1. 玉东 2 气田

地层岩心的弹性模量实验证明,玉东 2 气田在正常生产时地层不可能出砂,而实际测试和生产中却存在出砂的情况。通过对该区块单井测试资料进行查看,除玉东 2 井外,玉东 23 井在测试过程中最早所取 3 个样中见到少量砂,但后来所取样则未见出砂,说明这种出砂仅是由于射孔后测试初期的正常现象,不足为虑。同区块另外两口井分别采用 6 mm 和 8 mm 油嘴测试则不出砂。

在实际生产中也出现了类似的特征,该区块于 2007 年 4 月 21 日投产,玉东 2—1 井未出现油嘴刺大的情况,而玉东 2—2 和玉东 2—3 井在 2007 年 6 月 9 日检查油嘴时出现一次刺大的情况,其中玉东 2—2 井为 5 mm 油嘴刺大 0.3 mm、玉东 2—3 井为 6 mm 油嘴刺大 0.2 mm。测试中出砂比较严重的玉东 2 井先后采用过 6 mm 和 7 mm 两种工作制度,仅 2007 年检查除砂器时发现少量砂,2008 年后 3 次检查均未再发现有砂,说明出砂现象已逐步缓解甚至消除。

玉东 2 井是该区块的发现井,1997 年 10 月完钻,而其余 3 口井则均是在 2005~2006 年产能建设时新钻井。因此,玉东 2 井出砂仅仅是因为老井地层在完井液长期浸泡和射孔对近井地层的岩石胶结物造成了一定程度的破坏的正常反应,但这种破坏造成的出砂是有限的短期现象,对玉东 2 井除砂器的定期检查结果,也证明了该理论和结论的正确性^[5]。

2. 英买 7—19 气田

英买 7—19 是英买力气田群的主力气藏,储层物性最好,平均孔隙度为 19.72%,渗透率高达 $1\ 049\times10^{-3}\ \mu\text{m}^2$,属于中孔高渗储层,岩石胶结相对疏松。从弹性模量来看,该区块的英买 701 井产层段岩石的弹性模量为 3.25×10^6 psi,最接近 3.0×10^6 psi 的出砂临界弹性模量,该井由于是老井,在修井作业后进行了原井段补孔,重复射孔对储层段应力场影响较大,测试时出砂较严重,但正式投产后出砂量逐渐减少,目前用 9 mm 油嘴生产无出砂现象,说明该气田出砂也非由地层垮塌所引起。

三、主要结论及认识

(1)英买力气田储层物性好,孔隙度大,岩石胶结不致密,老井地层在完井液长期浸泡后会对近井地层的岩石胶结物造成一定程度的破坏,从而造成

地层出砂的假象。但这种出砂与岩石骨架出砂有着本质的区别,只是发生在近井地层的小范围之内,不会造成大面积出砂,更不会引起地层垮塌堵塞井筒或影响产能。

(2)重复射孔会使得射孔井段的应力场发生复杂的变化,对胶结不致密的储层会造成一定程度的破坏引起出砂,但这种出砂也仅局限于井筒附近。

(3)只要不是地层垮塌引起的岩石骨架出砂,而仅仅是岩石或孔隙内部表面引起的出砂现象,随着生产的继续,出砂情况多会逐步缓解直至解除。

(4)英买力气田群在实际生产中仅在玉东 2 和英买 7—19 气田的部分单井发现了出砂现象,需对这些单井的生产情况密切跟踪。在羊塔 1 区块发现过单井油嘴刺大的情况,但这可能是投产初期由于高产气流对岩石的冲刷作用所致,不需特别处理。

符 号 说 明

E_c 为岩石弹性组合模量,MPa; α 为地层岩石体积密度, g/cm^3 ; Δt_c 为纵波声波时差, $\mu s/m$ 。

参 考 文 献

[1] 左星,申军武,李微,等.油气井出砂预测方法综述[J].西部探矿工程,2006(12):93-96.

[2] 李颖川.采油工程[M].北京:石油工业出版社,2002.

[3] 李孝军,李文涛,张海君.济阳坳陷裂解气成藏分析及勘探方向[J].油气地质与采收率,2005,12(1):42-45.

[4] 胡济世.异常高压、流体压裂与油气运移(上)[J].石油勘探与开发,1989,16(2):16-23.

[5] 范学平.气藏出砂判别方法探讨及其在东海平湖油气田气井配产中的应用[J].中国海上油气,2005,17(3):183-186.

(修改回稿日期 2008-09-01 编辑 居维清)