

典型小储量气井 井控技术难点及处理实践

陈忠实¹ 吴仕荣²

(1.四川石油管理局 2.中国石油西南油气田分公司)

陈忠实.典型小储量气井井控技术难点及处理实践.天然气工业,2006,26(4):47-49.

摘要 通过对典型小储量气井阳79井又漏又喷的处理情况分析,从储层模型着手阐述,归纳出了小储量气井在井漏后,随着漏入钻井液量的增大,而表现出地层压力不断升高和循环正常后停泵又会出现井口溢流现象的两大特征,指出了井漏、溢流、提高密度、井漏的恶性循环是处理这类井的技术难点。提出了用放喷泄压技术处理小储量气井的井控问题是经济而有效的方法,并指明了应用放喷泄压技术从安全的角度考虑应注意的主要问题:①出现又漏又喷的气井,及时诊断是否属于小储量气井对选择处理方法很重要;②针对小储量气井出现又漏又喷情况,只要满足安全条件,采取放喷泄压处理的方法是经济有效的;③含硫化氢较高,而套管或钻具的材质抗硫化氢性能差时,不宜采用放喷泄压技术。应用放喷泄压技术前需考虑井口装置、套管抗内压强度和套管鞋附近地层的破裂压力是否满足安全要求。

主题词 小储量气井 特征 井控难点 泄压技术 安全 实践 经济有效

小储量是指储存空间十分有限的裂缝溶洞性储层中储存空间里所储存的天然气不具备工业开采价值。在四川阳高寺构造上钻探的阳79井是这类井的典型。该井是一口滚动勘探开发井,用密度为 1.61 g/cm^3 钻井液钻至非目的层的飞仙关组底部2346~2348 m出现井漏,按正常的吊灌钻井液井控作业,随后又出现井涌。处理过程中出现棘手的井控复杂情况,随着漏失量增加,井底地层压力也在增加,用于平衡井内压力的钻井液密度不断提高。在整个压井处理过程,累积漏失钻井液 720 m^3 ,先后使用密度为 1.61 、 1.65 、 1.69 、 1.75 、 1.96 、 2.00 、 2.07 g/cm^3 的钻井液来处理溢流。每次提高密度,井内先是出现井漏,随后不漏,循环正常后停泵又出现溢流。在替入加重钻井液前若注入有桥塞物钻井液,循环正常后停泵则没有溢流现象,然而,一旦将井底桥塞物通开,又恢复到井漏与溢流的状态。特别是在桥塞钻井液后用 2.07 g/cm^3 钻井液将井压住后,注水泥塞施工,平均水泥浆密度为 1.80 g/cm^3 (8 t水泥),替入钻井液密度 1.96 g/cm^3 (19.3 m^3),迅速起钻具3柱后循环发现溢流,随即控制环空压力循环正常后,开井循环正常,但停泵又出现溢流。水泥

浆也随着被循环出来,注水泥塞也宣告失败。最后用放喷天然气泄压的方式处理好了该井的井控技术难题。

一、储层模型与井控技术难点

1.小储量天然气井储层模型及特征

目前,我们主要遇到的天然气储层有孔隙型、孔隙—裂缝型、裂缝溶洞型,一般砂岩储层以孔隙型和孔隙—裂缝型为主,碳酸盐岩储层以孔隙—裂缝型和裂缝溶洞型为主。本文要讨论的是裂缝溶洞型储层气藏。

众所周知,天然气气体与其它气体一样具有可压缩性,其体积与压力、温度的关系符合气态方程规律,如果忽略温度变化的影响,即遵守:

$$p_0 V_0 = p_1 V_1 \quad (1)$$

图1为一个小储量裂缝溶洞型模型,裂缝溶洞中充满着原始压力的天然气。图2为图1模型发生井漏后,裂缝溶洞空间进入部分钻井液,天然气占据的空间被挤压,压力随之也发生变化。

$$V_{\text{泥}} = V_0 - V_1 \quad (2)$$

$$V_1 = V_0 - V_{\text{泥}} \quad (3)$$

作者简介:陈忠实,1956年生,教授级高级工程师;1982年毕业于原西南石油学院石油工程专业;长期从事钻井技术及技术管理工作;现为四川石油管理局副总工程师。地址:(610051)四川省成都市府青路一段3号。电话:(028)86011289。E-mail:chen211289@163.com

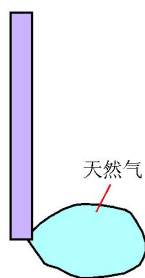


图1 裂缝溶洞中充满原始压力的天然气模型

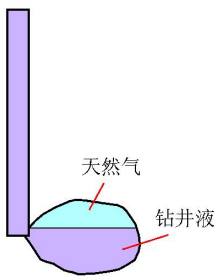


图2 裂缝溶洞中漏入钻井液的模型

V_0 为储层原始天然气压力下, 天然气占据的体积; p_0 为储层原始天然气压力; V_1 为井漏, 钻井液进入裂缝溶洞, 天然气被挤压后占据的空间体积; p_1 为井漏, 钻井液进入裂缝溶洞, 天然气被挤压后的压力; $V_{泥}$ 为漏入裂缝溶洞的钻井液体积。

从式(3)、(1)分析可以得出这样的结论: 储层原始空间(V_0)越小, 漏入储层的钻井液量($V_{泥}$)对储层内天然气体积(V_1)的挤压变化越敏感, 也就是说即使漏入的钻井液较少, 也会明显地带来裂缝溶洞中天然气被挤压而压力升高; 反之, 储层原始空间(V_0)越大, 漏入储层的钻井液量($V_{泥}$)对储层内天然气体积(V_1)的挤压变化越小, 常见的井漏量不足以引起大储层空间内天然气被明显挤压而压力升高。理论上讲当储层原始空间趋于无穷大时, 钻井中井漏带来的天然气被挤压而压力升高非常小, 可以忽略不计。

综上所述, 这里定义的小储量天然气储层模型是指储层空间小且当较少钻井液漏入就会带来明显天然气被挤压而压力升高的裂缝溶洞型气藏。这种储层特征: 一是随着漏入钻井液量的增大, 而表现出地层压力不断升高; 二是循环正常后停泵又会出现井口溢流现象, 这一现象容易使人们认为钻井液密度还不能平衡地层压力, 需要进一步加重钻井液, 其实是由于储层空间小, 钻井液循环时的循环压降附

加给储层内的天然气, 使之被压缩, 一旦停泵, 循环压降立即消失, 被压缩的天然气膨胀而推动钻井液外溢。在实际井控操作中, 人们遇到这种情况时往往是采取不断地提高钻井液密度, 企图以此来建立井内压力平衡, 但往往又陷入井漏→溢流→加重钻井液密度→井漏的恶性循环中, 这类情况的井在四川油气田是有例子的。具备上述两个储层特征的井基本上可以诊断为小储量气井。

2. 小储量气井井控技术难点

小储量气井井控技术难点是由储层特征所决定的。小储量天然气储层的两个特征就导致了井漏→溢流→加重钻井液密度→井漏的恶性循环的风险存在, 这就是小储量气井在井控技术上的难点所在。除非用水泥或其它堵漏材料有效地堵住储层与井筒间的通道, 否则, 想采用常规井控的方法来建立井内压力平衡, 不但需要消耗大量的材料和时间, 而且难以成功。然而, 用水泥或其它堵漏材料有效堵漏也存在储层与井筒间的通道较大时难以实施, 或实施效果不好, 阳 79 井也就是这种情况。

二、阳 79 井井控问题的处理实践

在生产实践中, 如何准确诊断遇到的井是小储量气井, 结合阳 79 井的情况, 我们不难看出两点: 一是钻开漏层前的钻井液密度是完全能平衡裸眼地层的, 出现井漏说明钻井液密度是高于被钻开的漏层地层压力, 随着漏失量增加, 井底地层压力也在增加, 用于平衡井内压力的钻井液密度不断提高(井内排除气侵钻井液后的平衡压力状态下的钻井液密度); 二是钻井液密度循环均匀后停泵就出现溢流。这些特征就可以判断为小储量气井。处理小储量气井井控问题的有效经济方法就是放喷泄压。从安全的角度来考虑, 采取放喷泄压的方式来处理小储量气井的井控问题主要注意以下 3 点。①预计纯气柱关井压力不会超过井口额定压力、套管抗内压强度的 80%、套管鞋附近的地层破裂压力三者中的最小值。阳 79 井钻井液密度达 1.61 g/cm^3 不是平衡地层孔隙压力, 而是为了平衡即将钻开的下部龙潭组易垮塌层, 按钻井地质设计预测地层压力数据计算, 该井的井口装置及井身结构条件是满足安全要求的。②创造条件能起钻的井, 最好下油管装采油树来实施放喷泄压作业, 这样更为安全, 同时也考虑到在放喷过程中地层多个裂缝溶洞间在高压差下压裂

连通,由小储量转化为大储量后具备转入采气生产的条件。③含硫化氢较高,而套管或钻具的材质抗硫化氢性能差时,不宜采用放喷泄压方法。可以考虑采取成功率较高又相对安全的注胶质水泥的方法来封堵漏层。阳79井该层天然气几乎不含硫化氢。

有关阳79井放喷泄压处理情况:阳79井用密度 1.61 g/cm^3 钻井液钻至斜深2348 m出现先井漏后井涌溢流,处理时间历时22 d,进行了18次循环压井堵漏作业,累计漏失钻井液 720 m^3 ,在此期间,由于井内随着漏失量的增大,钻井液的密度由 1.61 g/cm^3 提高到了 2.07 g/cm^3 ,注水泥堵漏又因水泥浆(包括前后隔离液)的平均密度低于注水泥浆前井内钻井液密度,结果是出现溢流造成注水泥堵漏失败。总结分析前阶段处理情况后,认为该井天然气储存空间较小,决定采用放喷泄压的方法来处理这一棘手的井控问题。注水泥堵漏失败后,利用桥塞物在下封堵塞住漏层喉道,其后用加重钻井液压稳气层,随后起出钻具,下 $\varnothing 73.3\text{ mm}$ 油管至 $\varnothing 224.5\text{ mm}$ 套管内898 m,装好采油树及测试管线,替清水 34 m^3 激活井喷,初期钻井液和天然气混合物喷势猛烈,喷纯气后天然气测试压力一直处于较快下降,不能建立较为稳定的测试条件,放喷91 h后,井口流动压力由最初的9 MPa降为0,气产量由最初的 $30\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ (估算瞬时产量),估算累计放天然气30多万立方米;点火焰高2~3 m。放喷泄压结束后,用密度 1.62 g/cm^3 钻井液压井时出现井漏,随后将钻井液密度降至 1.35 g/cm^3 ,3次注水泥堵漏成功,

恢复正常钻井作业。

三、结 论

(1)出现又漏又喷的气井,及时诊断是否属于小储量气井对选择处理方法很重要。随着漏入钻井液量的不断增大,表现出地层压力不断升高;循环正常(进出口钻井液密度一致)后停泵又出现井口溢流现象的特征,可诊断为是裂缝溶洞型小储量气井。

(2)针对小储量气井出现又漏又喷后,只要满足安全的条件下,采取放喷泄压处理的方法是经济有效的。

(3)含硫化氢较高,而套管或钻具的材质抗硫化氢性能差时,不宜采用放喷泄压技术。应用放喷泄压技术前需考虑井口装置、套管抗内压强度和套管鞋附近地层的破裂压力是否满足安全要求。

参 考 文 献

- [1] 曾远文,等.物理学[M].成都:四川大学出版社,2005.
- [2] 钻井手册(甲方)编写组.钻井手册(甲方)[M].北京:石油工业出版社,1990.
- [3] [美]哈利伯顿公司 IMCO 培训中心.井控技术[M].北京:石油工业出版社,1986.
- [4] 陈忠实.同福6井高含硫天然气险情井的处理[J].天然气工业,2004,(12).

(收稿日期 2006-02-07 编辑 钟水清)