

# 控制高气油比井气体对泵效影响的有效途径

康小涛

(胜利油田东胜精攻石油开发集团股份有限公司)

**摘要:**合理的套压对于高气油比油井举升原油有着重要影响。从油藏工程来看,套管气的过快释放,将导致地层能力下降过快,不利于油井的长期生产。从采油工程来看,对套管气的控制,不仅能够起到降低气体充不满对泵效的影响,同时还能够使抽油泵有合理的沉没度。

**关键词:**抽油泵;举升;套压控制;泵效

对于高气油比油井来说,驱油动力主要为溶解气驱。当地层流体被驱替到井筒后,液体的压力开始下降当小于气体饱和压力时,气体就不断从液体中析出,部分气体受滑脱效应影响进入油套环形空间,这些气体统称为套管气。

## 1 抽油泵举升时气体对泵效的影响

有杆泵举升是常见的采油方法,而泵效的影响因素有很多如气体影响、地层能量、产液量、泵径、冲程、油管油杆的弹性变形、冲次等,对于高气油比油井来说,气体的影响对于泵效的降低起到非常重要的作用。在抽油泵抽汲过程中,含有溶解气的液体以及游离的气体会进入泵筒内,从而导致泵筒充满系数变小,使得泵充不满,进而导致泵效有所下降。另一方面上冲程时,泵上液体饱和压力比泵筒里面的液体饱和压力大,使得溶解气从液体中分离出来。另外如果泵腔内温度降低到某些原油组分的临界温度时,会导致该组分在压力和温度的双重作用下由液体变为气体,这也减小泵的充满程度。下冲程时,游动法尔上部液柱压力比泵腔内部的压力小,泵腔内部的流体因压力差受到压缩,此时游动法尔打开,排除泵腔内部流体。由于气体的压缩及析出使得阀球打开滞后,另外受到气体压缩影响,可能在下冲程时,游动法尔无法打开,也可能在上冲程时,固定法尔也无法打开,使得整个举升过程,采油效率变得低下。甚至气体过大时,抽油泵会发生“气锁”效应而失去举升作用,进而也可能出现“液压冲击”导致有抽油泵发生振动,缩短其寿命。另外,油套环形空间气体可以增加泵吸入口的压力,减小气体导致泵效降低的影响,然而环形空间气体较少,动液面降低,沉没度就变大,使得油杆的弹性伸缩量增大,进而导致驴头的悬点载荷增大,泵效不一定得到提升,也可能导致泵效下降。

## 2 从压力系统上分析套压变化对泵效的影响

在井筒内,气体和液体在井筒中的流动方式为气液两相管流。根据压力变化情况,可将油层中部到井口压力变化分为三部分。从上到下分别是  $P_g$  为气段压力;  $p_{og}$  为油气段压力,即动液面到泵吸入口的压力;  $p_{ogw}$  为油气水段压力,即从泵吸入口到油层中部的压力。令  $p_c$  为套压。依据相关文献可得井底流压为:

$$p_{wf} = p_g + p_{og} + p_{ogw} \quad \text{其中 } p_c = P_g$$

在当油井在稳定套压生产过程,油气水段压力  $p_{ogw}$  不发生变化,只有油气段压力  $p_{og}$  和气段压力  $P_g$  跟随套压的变化而变化。在一定时间内生产时,地层压力也不变,如果保持套压不发生变化,则生产压差和井底流压同样不发生改变,使得油井产量比较稳定。当调整套压进行生产时,其对井筒压力影响能够分成三步骤进行。下面对三个过程对相关参数的影响进行压力分析。保持套压为零时,此时油气段最长,油气段的压力达到最大,抽油泵沉没度达到最大,气体析出后及时排除井筒,此时油杆油管伸缩达到最大,悬点载荷最大。导致泵效有所下降,同时井底流压变大。

关闭套管气生产,压力缓慢回升过程中,套压由零逐渐上升,导致油气段压缩,密度变大,油气段的压力从缓慢下降,液面逐渐下降,但由于气体的溶解及压缩作用,导致套压升高值大于油气段压力下降值,使得井底流压不断升高,生产压差逐渐变大,地层的产液量开始缓慢下降。气体占据一部分油气空间,使得气体对泵效

的影响较小,而泵吸入口压力变大,固定法尔打开及时,泵的充满系数变大,导致泵效变大,此时井底产液量依旧大于井口产量,随着套压的进一步提升,液体析出气体进入泵筒导致泵效下降,可能发生气锁,同时泵吸入口压力过大导致下冲程固定法尔关闭缓慢,甚至套压过大使动液面下降到泵挂以下。使得油井完全不上液。在这个过程中,存在一个泵效最大的拐点套压。

当套压最大时,且保持最大套压生产时,动液面下降到最大,井底流压最大,地层产液最小,泵吸入口压力最大,气体对泵效的影响达到最大。整体来看,泵效受到油井产液、沉没度、气体饱和压力和泵挂、油杆油管组合等各方面影响,所以对于液量大,气油比较大的油井要建立不同套压下的产液及泵效表,根据最大泵效及最高产量来确定合适套压值。

## 3 常见控制高气油比井气体对泵效影响的方法

### 3.1 安装气锚

气锚的作用是将井下流体在进入抽油泵前就把一些气体进行分离,从而降低气体对泵效的影响。气锚主要是利用油气的密度不同将油气分离出来的一种井下气液分离设备。常见的气锚主要是普通油气分离器、螺旋油气分离器、盘式油气分离器等分离设备,而使用相对较多的主要是根据“回流效应”和封隔器的油气分离器,另外一种是利用离心分离与“回流效应”相结合的螺旋式分离器。在理论上气锚可以使油气产生分离,能够减少气体对高气油比抽油井的影响,然而在现场使用中的作用不明显,另一方面没有完善的油气分离器的分离原理研究和探索,使得分气的效率和油气分离的运动原因无法准确计算。进而使得油气分离器的设计和对抽油泵泵效的影响无法精确计算。

### 3.2 调整机采参数

调整抽油机冲程冲次,使其在大冲程、小冲次下工作,同时抽油泵选取大泵径的抽油泵,减小防冲距,达到降低气体充不满影响。

### 3.3 选取合适的泵挂位置

根据相关学者研究降低泵的排出压力和泵的吸入压力比值可以提高含油井的抽油泵泵效,其中下泵深度决定了泵的排出压力,因此提高泵的吸入口压力即通过增加沉没度就可以提升泵效,但因为沉没度的增加会导致凝析气加剧产生,使得泵内气体量增加,同时加大了冲程损失及漏失的加剧。所以要根据固定套压值确定合理的沉没度。

## 4 结论

套压跟随抽油井产量的变化而发生变化。要根据日常数据变化进行分析,保证在合理的套压设定值,进而提升套气举升原油的能力,降低气体对泵效的影响程度,提高油井的产量。为了使抽油井的套压控制更合理有效,需要不断的持续跟进,最好一井一策,同时也要充分考虑其它的因素例如产液能力、含水率、地层压力、气油比等来确定合适的套压值,并确定出合适的方法来确定单井套压的控制方法,从而更好地提升高气油比油井的日常套压管理。

## 参考文献:

[1]丁海波.浅议抽油机井套压控制对油井产量的影响[J].石化技术,2017,24(09):10.