

低产水凝析气井 PVT 参数敏感性分析

李 东 牛 朋 (中海油田服务股份有限公司油田技术事业部, 天津 300459)

付焱鑫 (中海石油 (中国) 有限公司上海分公司, 上海 101149)

摘 要: 本文通过对 14 个凝析气井产出剖面解释 PVT 参数进行敏感性分析, 以获得影响油、气、水各分相计算的关键参数。

关键词: 生产测井; 产出剖面; PVT 参数; 敏感性分析

0 引言

以海上某凝析气井测井解释为例, 某国际知名测井解释服务商对该井解释地面 P1 层底部 3330–3346m 层段液相产出比例高达 93.7%, 但是从本井 PVT 分析报告的液相–压力分布来看, 在产出剖面测井该层约 22MPa 压力下, 井下液相比比例不足 0.6%, 测井解释结果与 PVT 实验分析结果相差巨大, 测井解释结果为油藏区域认识和措施调整方向带来指向性误导。本文针对凝析气井解释中涉及的分离器气体比重、分离器汽油比、分离器温度、分离器压力、露点压力、油罐油密度等共 14 个参数, 通过两口测井质量良好的产出剖面测井资料, 对 PVT 参数进行敏感性分析。

1 分析方法

在 PVT 敏感分析过程中, 每次仅改变一个 PVT 参数, 改变后解释层段选取、速度计算、解释模型等所有解释过程保持一致, 对同一 PVT 参数以不同步长增大、减小, 分析其对解释结果的影响大小。PVT 敏感性分析步长原则为: 在标准值基础上先以较小步长分别增大、减小 10 个步长变化, 分析步长变化对计算结果的影响趋势, 此后根据影响趋势, 将步长适当继续增大、减小 10 个步长变化, 以此不断增大步长, 直至超过某一参数的软件允许最大值或变化量超过标准值的 50% 终止。采用以上原则, 对 14 个 PVT 参数共计进行 1042 个步长变化计算。

2 PVT 参数敏感性分析结果

2.1 分离器气体比重

计算结果表明, 计算含水比例整体随分离器气体比重增大而增大, 当增大幅度约为 7.1% 时 (由 0.637 增大为 0.682 时), 该层含水比例超出 100.0%, 即该井套管段含水出现负值, 该计算结果已明显出现错误, 分离器气体比重对水计算结果影响大。计算油量随分离器气体比重的增大而减小, 随分离器气体比重的减小而增大, 从绝对计算量来看, 当分离器气体比重增大约 36.0% 时 (分离器气体比重值 0.896 时), 计算油量降低约 60.0%, 分离器气体比重变化对计算油量影响较大。计算气量随分离器气体比重增大而增大, 随分离器气体比重减小而减小, 比重变化范围内, 计算气量最大变化量约 13.7%, 分离器气体比重对计算气量影响较小。

2.2 分离器气油比

计算结果表明, 计算水量呈现随分离器气油比增大而增大, 随分离器气油比减小而减小的趋势; 从绝对值来看, 分离器气油比在 2825–10425 m³/m³ 范围内变化时, 计

算水量变化微小, 变化幅度在 4.0% 以内, 分离器气油比对计算水量影响较小。计算油量呈随分离器气油比增大而减小, 随分离器气油比减小而增大的趋势; 从绝对值来看, 分离器气油比减小为最小值 2825 m³/m³ 时 (减小幅度约 56.0%), 计算油量增大约 27.0%, 分离器气油比对计算油量影响相对较大。计算气量随分离器气油比增大而减小, 随分离器气油比减小而增大的趋势, 但从绝对值来看, 分离器气油比变化对其影响微小, 分离器气油比在 2825–10425 m³/m³ 范围内变化时, 计算气量变化幅度在 1.0% 以内。

2.3 露点压力

计算结果表明, 计算水量随露点压力的增大而减小, 当露点压力减小时, 计算水量呈现先增加后减小的趋势 (压力减小至 19.27MPa 时开始减小), 但从绝对计算量来看, 露点压力在 14.27–40.07MPa 变化范围内, 计算水量变化在 2.0% 以内, 露点压力的变化对计算水量的影响较小。计算油量呈随露点压力增大而减小, 随露点压力减小而增大的趋势, 当露点压力减小为 13.04MPa 时 (减小约 50.0%), 计算油量增大 18.6%, 露点压力变化对计算油量影响较大。计算气量随露点压力增大而减小, 当露点压力减小时, 计算气量呈现增后减变化 (露点压力减小为 21.04MPa 时开始减小); 露点压力在 13.04–39.04MPa 变化时, 绝对计算气量变化在 5.0% 以内, 露点压力变化对计算气量影响较小。

2.4 露点温度

计算结果表明, 计算水量随露点温度增大而减小, 随露点温度减小呈先增后减的趋势 (露点温度减小为 72.1℃ 时减小), 但绝对计算量改变最大仅为 2.9%, 露点温度变化对计算水量的影响较小。计算油量呈现随露点温度增大而减小, 随露点温度减小而增大的趋势, 并且露点温度减小引起的变化速率大于露点温度增大所引起的变化速率; 从绝对计算量来看, 露点温度在 58.0–174.0℃ 变化时, 最大约改变 18.0% (露点温度减小为 58.0℃ 时), 露点温度变化对计算油量影响较大。计算气量随露点温度减小而增大, 随露点温度减小呈先增后减的趋势, 并且露点温度减小所引起的变化速率大于露点温度增大所引起的变化速率; 从绝对量来看, 露点温度变化所引起的计算气量的最大变化不足 1.0%, 对气的计算影响微小。

2.5 油罐油密度

计算结果表明, 计算水量大体呈随油罐油密度增大而增大, 随油罐油密度减小先减小后增大的 (下转第 238 页)

量分别为(160mg/kg)、(152mg/kg)、(152mg/kg)、(162mg/kg)。对应原料产出的 MTBE 产品纯度分别为 98.76%、98.44%、98.47%、98.23%。经化验分析得出结果显示四组产品全部都为合格产品。

分析原因:通过化验分析中数据对比,MTBE 产品中碳五含量处于相对较低,对于 MTBE 产品中硫含量偏高的原因基本排除是有碳五携带轻硫组分而导致的。11 月初至 15 日脱硫塔进料硫含量偏高,高于上月平均值 145mg/kg(第一组 160mg/kg,第二组 152mg/kg,第三组 152mg/kg,第四组 162mg/kg),导致脱硫塔内硫积聚增加,MTBE 产品硫含量偏高;根据公司控制高硫 MTBE 产量要求,装置减少单次外送量,随机记录三日外送量,每次外送 3t 左右(原正常外送量为 5t~6t),导致脱硫塔内硫积聚增加,MTBE 产品硫含量偏高。

解决办法:积极联系上游装置增加对液态烃脱硫的操作;对催化蒸馏塔灵敏板的温度进行控制,保持 $\leq 110^{\circ}\text{C}$ 、将脱硫塔中部操作温度范围降低、将脱硫塔回流比由 1.99 提高到 2.39、控制脱硫塔液位在 40%~80%;适当加大塔底高硫 MTBE 采出。优化操作后,随机抽取三组产品数据进行化验分析,第一组 MTBE 产品硫含量 7.9mg/kg,第二组 MTBE 产品硫含量 6.1mg/kg,第三组 MTBE 产品硫含量 6.2mg/kg,经数据对比,通过操作调整可以达到控制 MTBE 产品中的硫含量。

(上接第 236 页)趋势(油罐油密度减小至 0.523g/cc 时开始增大);从绝对量来看,油罐油密度在 0.403~1.058g/cc 变化所引起的水量变化在 2.0% 以内,影响微小。计算油量随油罐油密度增大而减小,随油罐油密度减小呈先增后减趋势,油罐油密度减小至 0.754g/cc(改变约 6.0%)之后,计算油量增加速率大幅上升,当减小至 0.664g/cc(改变约 17.4%)之后,计算油量快速降低;绝对量来看,油罐油密度减小 18.6%(油罐油密度减小为 0.654g/cc)时,即可引起计算油量约 86.0% 的增加幅度,油罐油密度变化对计算油量影响大。计算气量随油罐油密度增大缓慢增大,随油罐油密度减小先缓慢增加再大幅上升(油罐油密度减小为 0.684g/cc 时);从绝对量来看,油罐油密度在 0.514~1.054g/cc 范围内变化时,计算气量变化在 10.0% 以内,影响较小。

2.6 油罐气比重

计算结果表明,计算水量随油罐气比重减小而增大,随油罐气比重增大而减小,从绝对量来看,油罐气比重在 0.56~1.71 范围内变化时,计算水量变化在 3.0% 以内,影响较小。计算油量随油罐气比重减小而增大,随油罐气比重增大而减小,油罐气比重在 0.58~1.73 范围内变化时,计算油量变化最大约 7.6%(油罐气比重减小为 0.58 时),影响较小。油罐气比重的改变几乎没有引起计算气量的改变,其对气的影响可以忽略。

2.7 气体体积系数

计算结果表明,计算气量呈现随气体体积系数增大而

5 脱硫系统改进及优化操作建议

5.1 产品质量不合格的原因

脱硫系统产品质量不合格的最主要原因是 MTBE 原料总硫的变化,及时预判和控制好原料 MTBE 的质量是脱硫系统产品质量合格的关键因素,措施如下:

联系上游装置积极操作调整,确保原料碳四的质量,稳定其中碳五含量、降低上游装置中轻组分的硫含量;确认原料是由于原因导致精馏 MTBE 总硫超标后及时向上游装置追溯总硫来源;为了更好地监控 MTBE 原料中硫含量的变化,可以通过增加 MTBE 精馏前博士实验分析,可以更好的控制 MTBE 产品质量。

5.2 控制脱硫系统产品质量的因素

优化操作是控制好脱硫系统产品质量的主要因素,措施如下:对催化蒸馏系统升温操作,可以有效降低 MTBE 脱硫前硫组成中的轻硫组分;在 MTBE 原料中总硫含量高时,加大脱硫塔底高硫组分外送量,可有效控制 MTBE 产品中硫含量。

6 结论

降低原料碳四中碳五含量、原料液态烃中硫含量、及适当地优化操作条件可有效控制 MTBE 产品硫含量,使产品质量符合国 V 汽油标准。

参考文献:

[1] 丁向荣.MTBE 装置脱硫单元产品质量波动分析 [Z].2015.

减小,随气体体积系数减小而增大的变化趋势,整体近似计算气量随气体体积系数变化线性变化,当气体体积系数减小至 0.0035 之后(减小约 22.0%),计算气量随气体体积系数减小而增大的变化速率明显增大;从绝对量来看,气体体积系数在 0.0017~0.0073 范围内变化时,计算气量变化最大达到约 38.0%(气体体积系数减小为 0.0017 时),气体体积系数对气量计算影响较大。

2.8 其他参数

计算结果表明,油罐气油比、气标准热容、油标准热容、气标准热容、油热传导率、分离器压力、分离器温度的改变对水、油、气计算结果的影响很小,可忽略不计。

3 结论

通过对凝析气井产出剖面测井解释中 PVT 参数的敏感性分析,分别统计得出对油、气、水分相计算敏感的参数,为凝析气井解释关键参数的选取提供了必要参考,但本文仅分别针对两口井进行敏感性分析,代表性及准确性仍有进一步提升的空间,后期可在三相流实验室内进行必要基础性实验研究进一步完善。

参考文献:

[1] 于希南,宋健兴,高修钦,等.气井出水水源识别的思路与方法 [J].油气田地面工程,2012,3(8):21-22.

作者简介:

李东(1984),男,汉族,山东高密人,本科,工程师,主要从事测井技术研究及资料处理解释工作。