

PVT 分离实验分离器气影响因素分析

崔书姮¹ 傅剑峰²

(中海油能源发展有限公司钻采工程研究院湛江实验中心¹, 湛江 524057; 中海石油(中国)有限公司湛江分公司², 湛江 524057)

摘 要 针对在产量鉴定测试(Production Vertification Test,PVT)分析分离实验过程中,对于气油比低的井下原油样品一级分离器气组成存在异常的情况,采用 chandler3000GL 型 PVT 仪进行大量室内实验。对影响一级分离器气组成的影响因素进行分析,得出在实验中采用的分离器保压氮气是影响一级分离器气体组成的主要因素。在此基础上对目前的实验方法进行了完善,解决了目前实验中存在的问题。并对日后 PVT 实验分析方法提供了参考依据。

关键词 分离实验 一级分离器气 氮气 影响因素

中图法分类号 TE357.61; **文献标志码** B

地层原油分离实验目的在于确定不同分离条件下对原油采收率的影响,以选择最佳的分离条件,一般分为两级分离^[1]。油气在一级分离器中分离,气液没有达到平衡,所以首先会逸出如甲烷等容易逸出的气体组分,使得轻烃每次都先分离出,而留下较重烃^[2]。在实验中发现,各分离压力下一级分离器气的组成规律与常规分离规律不同,因此针对这一问题,需要对分离器气异常的原因进行分析,并通过完善实验方法解决问题^[3-5]。

1 一级分离器气组成影响因素研究

1.1 常规分离实验研究

选用 CHANDLER 3000GL PVT 分析系统进行研究,地层压力为 15.00 MPa、地层温度为 60℃,实验样品单次脱气气油比为 48.0 m³/m³,体积系数为 1.152,单脱油在 20℃下密度为 0.798 8 g/cm³,饱和压力为 7.20 MPa,一级分离器气体组分见(表 1)。

表 1 一级分离器气色谱数据结果

组分, mol%	3.0 MPa	2.0 MPa	1.0 MPa	0.5 MPa
CO ₂	8.79	9.01	9.43	10.15
N ₂	4.51	2.67	2.38	1.66
C ₁	70.9	75.7	74.3	71.92
C ₂	5.65	5.21	5.86	7
C ₃	3.55	2.84	3.29	4.47
iC ₄	0.62	0.4	0.47	0.67
nC ₄	0.84	0.51	0.61	0.89
iC ₅	1.41	1.18	1.1	0.92
nC ₅	1.67	1.27	1.25	0.94
C ₆	1.36	0.78	0.98	0.94
C ₇₊	0.80	0.43	0.33	0.44

从表 1 结果得出,除了一级分离器压力 3.0 MPa 以外,一级分离器气随着一级分离器压力的降低,甲烷含量降低、氮气含量逐渐降低,C₆₊等重质含量逐渐增加。

1.2 氮气对一级分离器气组成影响

实验中排出一级分离器油 10.7 mL、19.9 mL、23.4 mL,没有稳定时间,放气速度为 5.6 mL/s,排空气大约 150 mL,实验结果见表 2。

2011 年 3 月 22 日收到
第一作者简介:崔书姮(1982—),女,助理工程师,硕士研究生,研究方向,油气田开发专业。

表 2 氦气对一级分离器气组成影响

组分, mol%	10.7 mL	19.9 mL	23.4 mL
CO ₂	8.01	8.79	8.77
N ₂	11.42	4.51	5.67
C ₁	41.51	70.90	72.33
C ₂	8.98	5.65	5.51
C ₃	9.49	3.55	3.41
iC ₄	1.81	0.62	0.5
nC ₄	2.38	0.84	0.67
iC ₅	2.86	1.41	0.72
nC ₅	2.38	1.67	0.69
C ₆	5.98	1.36	1.06
C ₇₊	5.18	0.80	0.67

从表 2 可以看出,随着排出油体积的增加,分离出烃类气体量的随之增加,保压氦气量相对减少,甲烷含量逐渐增加,C₆₊含量逐渐降低,所以保压氦气对分离器气组成分析结果影响明显。

1.3 放油、气速度对一级分离气组成影响

排空气体体积大约 150 mL,每次放油体积为20 mL左右,没有稳定时间,实验方案见表 3,实验结果见表 4。

表 3 放油、气速度

	慢	中	快
放气速度/(mL·s ⁻¹)	0.547	2.576	16.418
排油速度/(mL·s ⁻¹)	0.010	0.046	0.287

表 4 不同放油、气速度分离器气组成对比

组分, mol%	慢	中	快
CO ₂	7.63	7.13	7.63
N ₂	7.1	7.19	7.58
C ₁	64.90	64.72	64.79
C ₂	4.73	4.51	4.35
C ₃	2.99	2.93	2.95
iC ₄	0.40	0.45	0.48
nC ₄	0.49	0.60	0.54
iC ₅	4.17	4.08	4.09
nC ₅	4.40	4.66	4.52
C ₆	2.53	3.00	2.39
C ₇₊	0.66	0.73	0.68

综合考虑样品的不均匀性,进行色谱分析时排空气体数量有差别,和空气的影响,认为速度的快慢对一级分离器气基本不存在影响。

1.4 稳定时间对一级分离气组成影响

每次排空气体体积大约 300 mL 左右,设定放气、油速度分别为 5.3 mL/s、0.15 mL/s,每次放油体积为 20 mL 左右,,实验中采用的具体方案见表 5,实验结果见表 6。

表 5 不同稳定时间

	一次性排油 20 mL		四次排油,一次 5 mL		
稳定时间/min	0	120	2	5	10
方案编号	1	2	3	4	5

表 6 不同稳定时间结果比对

组分 mol %/方案	1	2	3	4	5
CO ₂	8.45	8.63	8.90	8.45	8.77
N ₂	7.17	7.85	6.30	7.22	7.29
C ₁	67.80	67.87	68.1	67.93	68.12
C ₂	5.88	4.82	5.44	5.28	5.64
C ₃	2.82	2.99	3.49	3.24	3.13
iC ₄	0.45	0.41	0.54	0.47	0.46
nC ₄	0.61	0.64	0.66	0.65	0.64
iC ₅	2.57	1.75	1.71	1.94	1.69
nC ₅	2.83	2.44	2.10	2.36	2.05
C ₆	1.64	1.84	1.98	1.89	1.51
C ₇₊	0.78	0.76	0.78	0.57	0.70

从表 6 可以看出,考虑样品的不均匀性,进行色谱分析时排空气体数量有差别,和混入空气的影响,认为稳定时间的长短对一级分离器气体的组成基本不存在影响。

2 改善实验方法

实验压力为 3.0 MPa、2.0 MPa、1.0 MPa,其中 3.0 MPa 压力下实验进行两次。其中进行第一次实验时与常规实验方法相同,记录相应的数据,但对气体不进行分析。进行第二次分离器实验后,放出

大约 28 mL 油样,根据实验中气体量的多少,选用最后大约 300 mL 左右的气体用于色谱数据分析。当分离器压力为 2.0 MPa 与 1.0 MPa 条件下时的实验方法不变,实验对比结果见表 7。

表 7 一级分离器气体组成比对

组分/ mol%	改善后			改善前		
	3 MPa	2 MPa	1 MPa	3 MPa	2 MPa	1 MPa
CO ₂	2.51	2.57	2.99	5.84	2.58	2.96
N ₂	1.46	1.32	1.33	1.56	1.48	1.01
C ₁	89.34	88.51	84.54	67.14	87.03	85.39
C ₂	5.05	5.46	7.79	5.39	6.24	7.07
C ₃	0.84	1.13	1.75	3.00	1.36	1.75
iC ₄	0.11	0.16	0.29	1.63	0.18	0.26
nC ₄	0.18	0.24	0.41	3.31	0.31	0.45
iC ₅	0.1	0.13	0.15	2.23	0.21	0.17
nC ₅	0.08	0.11	0.11	1.65	0.18	0.16
C ₆	0.33	0.37	0.64	8.25	0.43	0.78

一级分离器压力为 3.0 MPa 条件下的气体组分变化明显,而分离器压力为 2.0 MPa 与 1.0 MPa 条件下的组分轻微改变,这主要是由于实验中排出气体量较大,保压氦气的影响更小,所以分离器压力

为 2.0 MPa 与 1.0 MPa 排气量的多少对于气体组成的结果影响不大。通过完善实验方法得到各级气体组分分布呈现常规规律。

3 结论

- (1) 在分离实验中,实验中保压用氦气会对对一级分离器气组分组成产生影响,放气、排油速度与实验中油气稳定时间对组分基本没有影响。
- (2) 通过完善目前实验方法,消除了氦气对一级分离器气组分的影响,获得了很好的实验结果。

参 考 文 献

1 SY/T 5542—2009 油气藏流体物性分析方法,北京:国家能源局,2010:29—30

2 何更生. 油层物理,北京:石油工业出版社,1994:80—87

3 肖衍繁,李文斌. 物理化学,天津:天津大学出版社,2004:206—248

4 GB/T 13610—2003 天然气的组成分析气相色谱法,北京:国家质量监督检验检疫总局,2003:1—11

5 姜素霞,魏新明,王根荣. 氮气中氧、氮气中二氧化硫气体标准样品的研制. 低温与特气,2007;25(1):31—34

1st-stage Separator Gas Component Influence Factor Analyse on PVT Separator Experiment

CUI Shu-heng¹, FU Jian-feng²

(Oilfield Engineering Research Institute-Zhanjiang Central Laboratory¹, Zhanjiang 524057, P. R. China;
Zhanjiang Branch Company, CNOOC²,Zhanjiang 524057, P. R. China)

[Abstract] Low GOR crude oil sample separator gas composition was abnormal for separator test of the PVT analysis process. Used laboratory evaluation methods,effects of gas composition of separator test is analyzed. The pressure of helium is the main influence factor. On this basis,current test methods is improved,PVT analysis for future is solved current problems in experiment,and provided.

[Key words] separator test separator gas helium effect factor