

往复压缩机在让纳诺尔油田气举采油中的应用

于海迎 大庆油田工程有限公司

摘要: 气举采油技术的应用解决了让纳诺尔油田开发停喷接替问题,提高了油井产量和油田的开采速度。该油田气举采油天然气压缩机选用的是燃气往复压缩机,现场应用效果较好。研究表明,当压缩机机组的实际运行点偏离设计工况时,压缩机的吸气压力、排气压力、吸气温度、余隙容积的变化将对压缩机的功耗、排气量、排气温度、活塞杆负荷产生影响。

关键词: 往复压缩机;气举采油;吸气压力;吸气温度;排气压力;余隙容积

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.8.021

让纳诺尔油田位于西哈萨克斯坦滨里海盆地东缘隆起带,分KT—I和KT—II两个层系,埋深分别为2 800 m和3 800 m,属于低孔低渗油气藏,地层原油具有密度低、黏度低、气油比高、体积系数大的特点^[1]。油田气举采油始于2001年,截至2014年底,气举井规模446口,气举增压气量 $460 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,单井平均日产液21.7 t,日产油13.9 t。气举采油特别适用于气油比较高的油井,天然气压缩机是实施气举采油工艺的必备设备^[2]。

1 气举压缩机选型及应用效果

(1) 气举压缩机选型。常用的天然气压缩机有离心式、往复式、螺杆式,目前在技术上这三种机型都比较成熟。由于油田气举采油井的压力变化幅

度大,所需的工作压力高达10 MPa以上,气举气量波动大。而往复活塞压缩机具有压力范围变化广、压缩比大、效率高,排气量适应性强的特点^[3],因而在油田气举采油工艺中天然气压缩机宜采用往复式压缩机。压缩机常用的驱动方式有电机驱动和燃气驱动。由于让纳诺尔油田伴生气产量大,燃气供应充足,因而驱动方式首选燃气驱动。

(2) 应用效果。让纳诺尔油田已投用的气举压缩机参数见表1,转气举采油前、后部分油井的生产参数对比见表2。由表2可知,气举采油的人工举升方式使井底流压大幅下降,油井产量大幅提高,增产效果显著。截至目前,该技术的应用为让纳诺尔油田累积增产原油上千万吨以上,实现了油田的高效益开发目标。

表1 油田已投产气举压缩机型号及主要设计参数

站名	型号	数量/台	功率/kW	设计排量/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	进/排气压力/MPa	转速/ $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$	制造厂商	投产时间
1#	10 Γ K H A M 2	2	1 177	40×10^4	4.0/15	300	俄罗斯	2001
2#	DPC—2804	3	626	30×10^4	3.5~4.0/11	440	库伯	2003
3#	G3516TALK	3	783	30×10^4	4.0/11.5	750/1 200	汉诺华	2004
4#	P9390GSI/JGD/4	10	1 470	30×10^4	0.5/11	1 200	艾斯德伦	2008
5#	G3616TA/JGZ/4	3	3 438	210×10^4	3.5/11	800/1 000	艾斯德伦	2011
	G3616TA/JGZ/4	2	3 438	80×10^4	0.6/11	800/1 000	艾斯德伦	2012

表2 油井转气举前后生产参数对比

井号	转气举前			转气举后			
	产油量/ $\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$	流压/MPa	含水率/%	产油量/ $\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$	流压/MPa	注气量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	含水率/%
5071	23	14	7.4	32	7.3	320	20
5083	13	9.7	3	18	6.1	320	2.2
3605	61	15.9	0	106	12.1	320	0
3356	38	13.5	20.8	51	9.8	490	25
5064	4	24	0	33	11	170	7.2
5051	4	7.6	0	32	5	170	0.8
5039	4		0	38	7.9	660	35
5033	1	16.7	0	32	7.2	320	0.6
5077	27	13	0	67	8	170	2
4088		关井停产		12	12.4	170	3.6



2 工况变化对气举压缩机性能的影响

在气举采油过程中,压缩机吸气压力、排气压力、吸气温度、余隙容积等工况的变化,都将使机组的实际运行点偏离设计工况,从而影响压缩机的性能。

2.1 吸气压力的变化

吸气压力减小,活塞完成一次循环所吸入的气体体积折算到标况下的流量减少。当吸气压力降至设计值以下,而排气压力不变,压比的增加将导致排气温度升高,活塞杆负荷的增加,此时应校核活塞杆负荷是否超过最大允许杆载。当设计压比大于 $1.1(K+1)$ 时(K 为绝热指数),由于吸气压力和进气量降低所减少的功率超过压比上升所增加的功率,功耗减少;当设计压比小于 $1.1(K+1)$ 时,则功耗增加;当吸气压力升高,排气压力不变时,排气量和功率呈增大趋势,此时要注意机组的超负荷运行。

2.2 排气压力的变化

当吸气压力不变,而排气压力增加,则压比上升,容积系数减少,排气量减少;反之若排气压力下降,则容积系数增加,排气量增加。排气压力的变化对于单级压缩机影响较明显。对于多级压缩机,升高或降低排气压力,主要改变末级压比,末级压比升高,排气压力增加,功耗增加,排气温度升高,反之亦然。一般来说,当排气压力每变化 0.176 MPa 时,则排气量反向变化 1% ;当排气压力每变化 0.007 MPa 时,功率正向变化 5% 。

2.3 吸气温度的变化

当吸气温度升高,排气温度增加,而排气量下降。在单级压缩机中功率与吸气温度无关,但在多级压缩中,各级吸气温度的变化,意味着级间冷却

(上接第44页)含量为 21.0 mg/L 。对来水水质变化适应性较强,处理效果稳定。

(2)通过对未加药溶气空白阶段和加药稳定阶段运行效果对比可见,三元污水处理的关键在于使三元污水中三元体系脱稳,加酸性水质调节剂调节pH值的方法对处理三元污水有效。

(3)该工艺同样也存在加药量大、后续浮渣污泥产生量多、吨水综合运行成本高,以及大量污泥、浮渣需进一步深度处理等问题。因此,还需进一步筛选高效药剂,优化运行参数,降低药剂投加量及污泥产生量,以进一步提高经济效益。

参考文献

[1] 方洪波,王春生,陈愚,等.三元复合驱油采出液化学破乳脱

效果的变化,不改善冷却,使过程偏离等温压缩,功率随着增高。

2.4 余隙容积的变化

对于单级压缩机,在入口压力和出口压力不变的情况下,气缸的余隙容积增大,压缩机的排气量和功率呈大幅下降的趋势,排气温度略有上升趋势,气体载荷无变化,杆负荷呈小幅下降趋势。对于多级压缩机,若只改变某一级的余隙容积,功率将不随排气量成比例地变化。

3 结论

(1)气举采油技术的应用解决了让纳诺尔油田开发停喷接替问题,提高了油井产量和油田的开采速度。

(2)让纳诺尔油田气举采油天然气压缩机选用燃气往复压缩机,应用效果好。

(3)当压缩机机组的实际运行点偏离设计工况时,压缩机的吸气压力、排气压力、吸气温度、余隙容积的变化将对压缩机的功耗、排气量、排气温度、活塞杆负荷产生影响。

参考文献

- [1] 王强,罗文银,曹祥元,等.气举采油技术在让纳若尔油田的应用[C]//全国气举技术研讨会议文集,吐哈油田,2007,石油工业出版社:2007:31-38.
- [2] 徐志敏,王跃文,孙冰恒,等.气举采油技术在让纳若尔油田的应用[J].石油钻采工艺,2014,36(2):75-77.
- [3] 薛爱芹,李延宗,张莹.煤层气田集气站压缩机选型及驱动方式比较[J].煤气与热力,2011,31(9):36-38.

[作者简介]于海迎:工程师,从事石油与天然气地面建设工程规划与设计工作。

15845848589、yuhy_dod@petrochina.com.cn

收稿日期 2015-05-24

(栏目主持 张秀丽)

水研究[J].化学研究,1996,13(2):136-141.

[2] 王凤兰,伍晓林,陈广宇,等.大庆油田三元复合驱技术进展[J].大庆石油地质与开发,2009,28(5):154-162.

[3] Deng Shubo, Yu Gang, Jiang Zhanpeng, et al. Destabilization of oil droplets in produced water from ASP flooding[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng Aspects, 2005 (252): 113-119.

[4] 申玉星,傅绍斌,徐德慧,等.三元复合驱采出污水处理影响因素研究[J].石油天然气学报,2006,28(6):169-171.

[作者简介]丁良涛:工程师,2004年毕业于江汉石油学院给水排水工程专业,现就职于大庆油田有限责任公司规划计划部。

13945907068、dingliangtao@petrochina.com.cn

收稿日期 2015-05-25

(栏目主持 张秀丽)

