

变频压缩技术在玛河气田富气回收中的应用

王 充 邵 克 拉

(中国石油新疆油田公司采气一厂)

摘 要 天然气压缩机在富气回收系统中起着至关重要的作用,但是由于其故障率高、处理量过小等问题,富气零排放一直难以实现。文章以玛河气田富气回收系统为例,分析原有处理工艺存在的主要问题,并结合现场实际情况,利用先进变频技术,合理调整压缩机工艺运行参数,最大限度回收富气,实现富气零排放,防止大气污染。

关键词 参数优化;变频技术;节能减排

中图分类号: X38

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2013)06-0007-03

0 引 言

玛河气田为构造凝析气藏,属高产、高丰度、中深层的中型气藏。气藏天然驱动类型以水驱为主,采用衰竭式开发方式,年产气 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$,采气速度 3.52%。气田采用二级布站,天然气处理工艺采用注乙二醇防冻、J-T 阀节流制冷、低温分离脱水、脱烃工艺;凝析油加热进行油水分离,脱水后的凝析油进稳定塔稳定后进储罐储存,定期拉运。

在凝析油稳定工艺中,二级闪蒸分离器、液烃三相分离器和凝析油稳定塔产生的富气混合输送至压缩机入口分离器经压缩增压后外输。由于富气的产生并不稳定,经常超出压缩机处理能力,因此不得不放空燃烧。随着气田开发的不断深入,天然气集输与处理工艺技术日趋成熟,但天然气压缩机工况却每况愈下,大量富气被放空燃烧,不仅造成资源的浪费,还对环境造成污染。为实现富气零排放,玛河气田对富气回收系统开展优化工作,实施改造措施逐步减少富气排放,取得显著效益。

1 工艺简介

集气站来油气进段塞流捕集器,分离后的天然气进生产分离器,分离后的天然气通过注醇雾化器注入乙二醇后进气-气换热器与低温天然气换热。然后再次注入乙二醇,经“J-T”阀节流后进低温分离器。分离后的天然气进气-气换热器与原料天然气换热后,进凝析油外输气换热器与稳定凝析油换热后去外输计量区稳压、计量后外输,同时富气增压后经压缩机

出口分离器外输。

压缩机作为富气回收系统中的核心设备,在整个系统中起着至关重要的作用。天然气处理流程中分离出的富气经过压缩机入口分离器分离之后进入富气压缩机进行两次分离、压缩、降温,直至达到外输参数要求后外输^[1],气相处理流程见图 1。

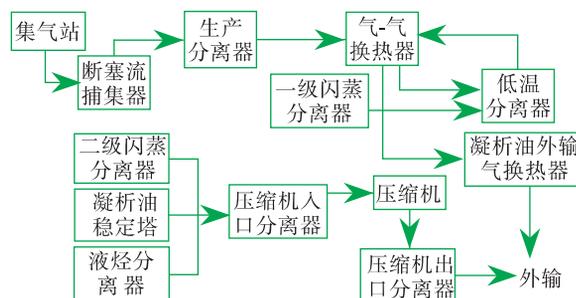


图 1 气相处理流程

2 存在问题

气田使用天然气压缩机为 V-3/6-65 型电驱压缩机,该型压缩机设计处理能力 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。实际单台最大处理量为 $2.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,当日产气为 $300 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 时,气田富气产量为 $(3.4 \sim 3.6) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,启动一台压缩机则有 $(0.7 \sim 0.9) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 气被放空,若同时启动两台压缩机则用电负荷过大,气田附属燃气发电机组发电量达不到需求,很难实现富气全部回收。

3 现场调研

通过数据分析,发现富气量的多少和总气量有一

定关系,选取 2010 年 7 月和 8 月富气量和总气量关系绘制成图表,见图 2、图 3。

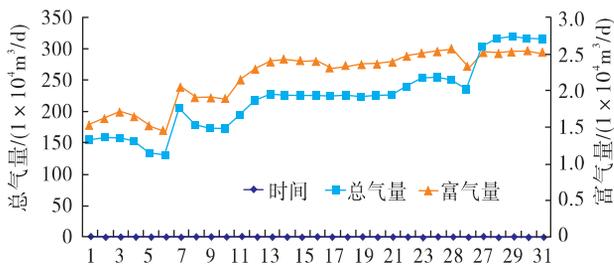


图 2 7 月富气量与总气量对比

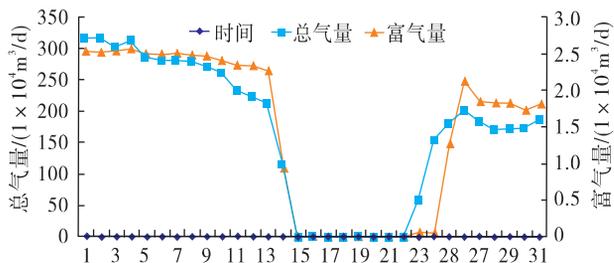


图 3 8 月富气量与总气量对比

由图 2 和图 3 可知,当总气量低于 $250 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 时,回收富气量是随着总气量的变化而变化;但是当总气量高于 $250 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 之后,随着总气量的增加,回收的富气量并无太大变化。说明回收的富气量已经达到一台压缩机的工作极限,单台压缩机已经成为继续增大回收富气量的瓶颈,无论如何进行参数优化,单台压缩机最大富气回收量仅维持在 $(2.5 \sim 2.6) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

4 解决措施

针对气田在高产量运行时一部分未能回收的富气只得放空处理的现状,经过综合分析决定对压缩机安装变频器,将富气进行完全回收,在增加外输气量的同时实现富气零排放,达到节能减排保护环境的目的。

4.1 变频器选择

经过计算分析,V-3/6-65 型天然气压缩机轴功率为 138.5 kW,主电机功率为 160 kW,为了与主电机功率相匹配,最终选择 ACS550-01 型变频器,由 ABB 公司生产,功率 160 kW,电压 380 V^[2]。

4.2 变频器安装及调试

4.2.1 变频器安装

2011 年 8 月,检修期间对 1[#]、3[#] 两台压缩机进行加装变频器改造,拆除原有动力及控制电缆,包括配电室至压缩机动力电缆,中控室至压缩机控制电

缆,更换成 ZR-YJV22-0.4/1kV 3×120+1×70 mm²,控制电缆更换成 KVVVP 7×1.5 mm²。将 1[#] 与 2[#] 压缩机软启动控制取消,在配电室制作安装 160 kW 变频器柜 2 台^[3]。

4.2.2 控制参数调试

更改 DCS 控制柜西门子 S7-200 控制程序,并将压缩机入口分离器进口压力设定为 0.6 MPa,与变频器连锁,更改变频器的频率设定范围为 25~50 Hz (25 Hz 对应 0.4 MPa、50 Hz 对应 0.6 MPa),通过压力大小来调节输出频率的大小,完成控制参数调试。

4.3 压缩机运行方式

安装调试试运行完成后气田正常运行时有如下两种方式启动压缩机。

方式一:启动一台变频压缩机和一台工频压缩机,此时两台压缩机的理论处理能力范围是 $(2.7 \sim 5.4) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

方式二:同时启动两台变频压缩机,变频器可根据进气口的压力调节输出频率多少,频率输出范围为 25~50 Hz,每台压缩机对应的处理能力为 $(1.1 \sim 3) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 富气,达到 $(2.2 \sim 6) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 富气之间可调的改造需求。同时控制两台变频器能更快的调节压缩机输出从而更快的调节和稳定在设定值附近。

现场以方式一为主要运行方式,当工频压缩机出现故障,无法正常运转时采用方式二运行。

5 效果分析

5.1 改造前运行状况

同一时间只能启动一台压缩机,富气产生是断断续续的,压力波动较为频繁,若在同一时间二级闪蒸分离器、液烃三相分离器和凝析油稳定塔气相出口阀同时开启,富气大量进入压缩机入口分离器,超出压缩机最大处理量,当压力达到放空阀设定值时放空阀自动开启(以保证压缩机持续运转,不超压停机),一部分富气通过放空燃烧处理,造成富气部分浪费。改造前当只启动一台压缩机时,放空阀每天开启次数在 280~300 次,大量富气被放空,造成环境污染。

5.2 改造后运行状况

5.2.1 同时启动两台变频压缩机

同时启动 1[#] 和 3[#] 两台变频压缩机,根据压缩机入口分离器压力两台变频器同时调节输出频率,更快的调节压缩机输出从而更快的调节和稳定在设定值范围内,理论上可达到富气全部回收。

试运行,同时设定两台变频器频率为 70%,经

过几天观察统计,发现放空阀开启次数在90~110次/d范围内,回收富气量在 $(3.2\sim 3.3)\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,两台同时变频,压力波动互相干扰,造成压缩机变频调整滞后,仍然有 $(0.2\sim 0.3)\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 富气被放空燃烧。

5.2.2 同时启动一台工频和一台变频压缩机

改造之后1[#]、3[#]压缩机改为变频压缩机,2[#]压缩机为工频压缩机,同时启动一台工频和一台变频有两种方式,一是1[#]和2[#]压缩机同时启动;二是2[#]和3[#]压缩机同时启动。此种运行方式好处在于2[#]压缩机始终以100%频率运转,另一台压缩机根据压缩机入口分离器压力来进行自动调节运转频率,尽可能多的回收富气,最终达到富气零排放。

试运行,2[#]压缩机为工频压缩机,以固定运行频率100%运转,调试另一台变频压缩机运转频率。随着变频压缩机频率不断增加,放空阀开启次数逐渐减少,当变频压缩机频率为75%时,放空阀开启次数减少为4次。此时富气回收瞬时流量最大可达到 $5.0\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,平均回收富气量为 $3.6\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,基本实现零排放。

6 效益分析

6.1 经济效益

从总体角度分析该天然气变频器改造经济效益主要由变频器改造费用、富气回收增量收益和年耗电成本增量三个方面来决定。

6.1.1 变频器改造费用

天然气压缩机变频器改造工作项目投资费用为78.99万元。

6.1.2 年耗电成本增量

改造前,只启动一台工频压缩机,每月耗电量均为84 000 kW·h,改造后,同时启动一台工频和一台变频压缩机,平均每月耗电量为110 000 kW·h。由于气田采用自用气燃气电站发电,平均发一度电需要0.65 m³天然气,将上述电量换算成天然气,则改造后较改造前每年多耗天然气 $20.28\times 10^4\text{ m}^3$,按照天然气价格按0.17元/m³计算,则改造后每年成本提高3.447 6万元。

6.1.3 富气回收增量收益

按照改造之后方案二,同时运行一台工频压缩机和一台变频压缩机,当变频压缩机频率为75%时,放空阀开启次数减少为4次,此时富气回收量为 $3.6\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,与改造之前回收富气 $2.7\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 相比,

每天可多回收富气0.9万m³。2011年大于250×10⁴ m³/d总气量天数为259 d,在该段时间内每天可多回收富气量为 $0.9\times 10^4\text{ m}^3$,则每年可多回收富气 $233.1\times 10^4\text{ m}^3$,天然气价格按0.17元/m³计算,年累计增效39.63万元。

压缩机变频器改造之后,年累计增效36.182 4万元。即变频器改造之后,富气回收得到明显提升,预计在2年2个月之内能够达到收支平衡,即在2013年10月之后每年增效39.63万元。

6.2 社会效益

随着富气压缩机优化措施以及改造项目的逐步实施,压缩机性能得到全面提升,故障率明显下降。变频器改造技术的成功运用使气田压缩富气完全回收,基本实现了富气零排放。

6.2.1 减少二氧化碳排放

按照燃烧1 m³富气产生1.760 kg二氧化碳来计算,每年可多回收富气 $207\times 10^4\text{ m}^3$,相应减少二氧化碳排放量364 t,在节能减排、保护环境防止大气污染方面做出应有的贡献。

6.2.2 保障居民用气需求

经调研,北疆居民用户平均用气量为1 m³/d,变频器压缩富气回收技术实施之后,可多回收富气 $0.9\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,即每天可多保障9 000户居民用气需求,社会效益巨大。

7 结束语

变频改造技术可以较好地适应现阶段工艺生产技术需求,该技术在气田的成功应用不仅可降低设备磨损,延长设备使用寿命^[4],其最大的贡献在于将富气全部回收,基本实现富气零排放,取得经济环保和社会双重效益,具有较高的推广价值。

参考文献

- [1] 刘德青,刘萍,路斌,等.准噶尔盆地气田富气回收工艺技术[J].新疆石油天然气,2011,7(3):101-104.
- [2] 张长青.变频调速技术在富气压缩机上的应用[J].石油化工设备技术,2000,21(3):26-29.
- [3] 吴忠智,黄立培,吴加林.调速用变频器及配套设备选用指南[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [4] 张义杰.变频器在空气压缩机上的应用[J].工况自动化,2002(4):34-35.

(收稿日期 2012-09-06)

(编辑 张爽)