

迪那 2 气田液化气无水冷却工艺研究

谭建华 张朋岗 陈平 王书国 杨涛利 任亮

(中国石油塔里木油田分公司天然气事业部)

摘 要 迪那 2 气田液化气生产设计采用空冷加水冷工艺,存在能耗大和水冷器易腐蚀结垢等安全隐患。利用 HYSYS 软件对迪那 2 气田轻烃回收工艺进行分析,并增设液化气后冷器,利用脱乙烷塔气相对液化气进行冷却,通过醇烃液分离压力、后冷器及空冷器冷却能力等参数的模拟计算和优化,将醇烃液三相分离器压力由常规的 2.5 MPa 提高至 5 MPa,取消醇烃液导热油加热和液化气水冷,降低了装置能耗,年节水 $1.44 \times 10^4 \text{ m}^3$,节电 $1.45 \times 10^5 \text{ kW} \cdot \text{h}$,杜绝了水冷器腐蚀穿孔的安全隐患,最终提出了醇烃液高压分离+空冷器+后冷器的液化气无水冷却工艺。

关键词 迪那 2 气田 液化气 HYSYS 软件 轻烃回收 无水冷却 能耗

中图分类号: TE08

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2011)05-0045-03

0 引 言

目前塔里木油田比较成熟的液化气冷却工艺是空冷+水冷,牙哈、桑吉、英买、迪那 2 等气田设计均采用此方式冷却液化气。然而塔里木油田公司各大油气田地处沙漠戈壁,循环水蒸发量大,矿化度高,水质较差,在冷却水循环过程中,水冷器极易发生结垢,严重影响换热效果,液化气品质得不到有效保证;且换热器管束经常腐蚀穿孔,导致液化气窜入冷却水系统,造成厂区可燃气体超标,极可能发生火灾、爆炸等事故,给装置的安全生产带来极大隐患,因此液化气冷却工艺的改进是塔里木油田地面处理工艺的一大难题。本项目气田设计脱乙烷塔顶气温度 -15°C ,给中压机组选型带来困难,如果能够利用脱乙烷塔气相对液化气进行冷却,取消水冷系统,将可以彻底解决液化气水冷工艺带来的腐蚀结垢等问题,并且可以适当提高中压气入口温度,降低机组选型难度与运行费用,从本质上实现安全生产。通过 HYSYS 软件的模拟计算可以为油气田参数优化和技术改造提供技术依据^[1-3]。利用 HYSYS 软件对轻烃回收装置进行深入模拟,提出增设液化气后冷器,并从醇烃液分离压力、液化气后冷器冷却能力、空冷器设计负荷计算等各方面进行模拟优化,以期实现液化气无水冷却。

1 流程优化

优化后迪那 2 气田液化气冷却工艺流程见图 1。此流程增设了液化气后冷器(脱乙烷塔顶气换热器),

利用脱乙烷塔顶气对液化气进行冷却降温,并利用 HYSYS 软件对运行参数进行模拟计算。

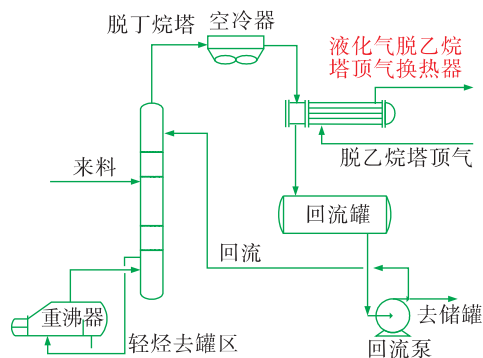


图 1 优化后迪那 2 气田液化气冷却工艺流程示意

2 工艺参数模拟优化

2.1 液化气后冷器冷却能力计算

当处理量 $800 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 时,液化气后冷器计算初始条件为:脱乙烷塔顶气入口温度 t_1 为 -5.5°C 、出口温度 t_2 为 25°C 、流量 $5000 \text{ Nm}^3/\text{h}$;液化气出口温度 t_2 为 33°C 、流量 4.41 t/h 。通过 HYSYS 计算可以得出不同液化气进气温度条件下对应的液化气出口温度,如图 2 所示。可以发现当液化气入口温度低于 47°C 时,液化气出口温度满足工艺要求 33°C 以下,这就要求液化气进入液化气后冷器的温度(即空冷器后液化气温度)必须低于 47°C ,对应这一条件时,后冷器夏季最低冷负荷要求 $1.37 \times 10^5 \text{ kJ/h}$,一方面对空

冷器冷却能力提出了要求,另一方面应该尽量提高液化气后冷器冷量,减小空冷器负荷。

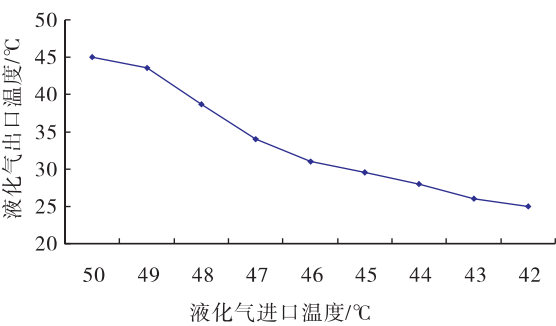


图2 液化气后冷器进出口温度对应曲线

2.2 液化气空冷器冷却能力计算

如前所述,要实现液化气无水冷却就必须使空冷器出口的液化气温低于 47℃,这就需要对空冷器的冷却能力进行核算。迪那 2 气田所处地区夏季最高环境温度 41.5℃,如果现有空冷器可以满足上述要求,则说明空冷器冷却能力可实现停用水冷换热器。液化气空冷器冷却能力核算初始条件为:空气入口温度 41.5℃;液化气入口温度 66℃、出口温度 47℃、流量 4.41 t/h。分别计算了不同处理量下空冷器能提供的冷负荷,液化气空冷器热负荷模拟计算结果见表 1。

表 1 液化气空冷器热负荷模拟计算结果

处理量/ (10 ⁴ Nm ³ /d)	液化气出口温度/ ℃	热负荷/ (10 ⁵ kJ/h)
800	46.1	1.97
1200	46.3	3.23
1600	51.5	6.14

单套空冷器的设计热负荷为 4.48×10⁵ kJ/h,与计算结果进行对比可以得到:日处理量 1.2×10⁷ Nm³/d,单套轻烃回收装置空冷器可满足液化气出口温度≤47℃,运行单套轻烃回收装置即可取消水冷;当日处理量 1.6×10⁷ Nm³/d 时,单套空冷器不能满足这一要求,而设计单套轻烃回收装置处理量 800×10⁴ Nm³/d,可以投运 2 套轻烃回收装置,同样可取消水冷。

2.3 醇烃液三相分离器操作压力影响

醇烃液三相分离器主要用于醇烃液分离,一般情况下温度越高越有利于醇烃液分离^[4-6],依据以前操作经验,要求醇烃液三相分离器温度控制在-10℃左右,可以改善醇烃液分离效果^[7],其操作压力设定的

高低主要考虑前端醇烃液加热所需热量,以及液化气后冷器所能提供冷量两个因素。采用低压分离时醇烃液节流压差增大,温度降低,醇烃液加热至-10℃所需热量增加,后端节流压差降低,可以避免进塔物料温度过低,相应的脱乙烷塔塔顶气气量降低、温度升高,液化气后冷器冷量减少;高压分离时可以减小前端中压气所需热负荷,将更多冷量用于后端,提高液化气后冷器供冷负荷,需要特别注意的是操作压力的设置必须满足液化气后冷器夏季操作最低冷负荷 1.37×10⁵ kJ/h 这一要求。分别从这两方面因素考虑,利用 HYSYS 软件对运行参数进行模拟计算,从而选择最优化参数。

2.3.1 对中压气热负荷影响

模拟计算了不同操作压力下醇烃液节流后的温度及热负荷,低温醇烃液换热负荷模拟计算结果如表 2 所示。-20℃的低温醇烃液节流至 2.5 MPa 时,将会产生-33.6℃的低温,其温度升至-10℃时所需热负荷由 514.79 GJ/h 增加到 832.67GJ/h,增加了接近 50%,中压气所提供的热量不足以将醇烃液加热至-10℃。而醇烃液节流至 5.0 MPa 时,中压气所提供的热量可以满足醇烃液加热至-10℃的要求。因此需适当提高醇烃液三相分离器操作压力,以解决中压气热量不足的问题,综合考虑将醇烃液三相分离器的操作压力设为 5.0 MPa。迪那 2 气田原设计方案中醇烃液采用导热油加热工艺,存在管壳程压差、温差大的特点,且增加了导热油负荷。提高醇烃液分离压力后,合理利用了中压气能量,取消了导热油加热流程,降低了导热油炉热负荷,避免了工艺风险。

表 2 低温醇烃液换热负荷模拟计算结果

流体名称	温度/℃		流量	热负荷/ (GJ/h)
	换热前	换热后		
中压气	50	0	5000 Nm ³ /h	656.3
5.0 MPa 醇烃液	-24.5	-10	16.57 t/h	514.79
2.5 MPa 醇烃液	-33.6	-10	16.57 t/h	832.67

2.3.2 对液化气后冷器冷量影响

醇烃液三相分离器操作压力将直接影响脱乙烷塔顶气气量及温度,进而影响液化气后冷器的热负荷。醇烃液三相分离器操作压力越高,液烃进脱乙烷塔的温度就越低,因此导致脱乙烷塔顶气的温度越低、气量越大,所能提供的冷负荷越多。为对比醇烃液三相分离器操作压力对液化气后冷器冷负荷的影响,分别选取 2.5 MPa、5.0 MPa 和 7.0 MPa 三个压

力进行对比,醇烃液三相分离器不同操作压力下液化气后冷器热负荷计算结果见表 3。

表 3 醇烃液三相分离器不同操作压力下液化气后冷器热负荷

操作压力/ MPa	进塔温度/ ℃	脱乙烷塔顶 气温度/℃	中压机 入口气 温度/℃	换热器冷 负荷/ (10^5 kJ/h)
7.0	-29.3	-13.5	25	1.66
5.0	-22.4	-8.71	25	1.52
2.5	-13.1	5.29	25	0.83

由模拟结果可以看出,醇烃液三相分离器操作压力越高,液化气后冷器所提供冷负荷越大,这里需要特别注意的是当采用常规的 2.5 MPa 分离时,液化气后冷器冷量仅为 0.83×10^5 kJ/h,不能满足夏季最低冷负荷 1.37×10^5 kJ/h 这一要求,意味着夏季将不能实现无水冷却,实际运行也证明了这一点,所以,必须适当提高分离压力。根据实际情况,选择 5.0 MPa 操作压力,液化气后冷器的冷负荷相对于操作压力为 2.5 MPa 时提高了 60% 以上,实际运行可以进一步调整,以利于增加液化气后冷器的冷却能力,降低空冷器负荷,实现节能降耗。

3 效果评估

3.1 节能节水

迪那 2 气田油气处理厂投产一年半以来,一直通过空冷器+后冷器(脱乙烷塔顶气换热器)对液化气进行冷却降温,取消了液化气水冷系统,节能节水效果明显,循环水泵及循环水塔电机功率 50 kW,循环水损耗 $5 \text{ m}^3/\text{h}$,夏季以 120 d 计算,每年可节电 $1.45 \times 10^5 \text{ kW} \cdot \text{h}$,节水 $1.44 \times 10^4 \text{ m}^3$,节约循环水加药费用约 10 万元,并且杜绝了水冷系统腐蚀结垢等隐患,保障了迪那 2 凝析气田的安全生产。

3.2 无水冷却工艺的实现

根据迪那 2 气田液化气工艺优化实践,提出了“醇烃液高压分离+空冷器+后冷器”组合的液化气无水冷却工艺,工艺流程如图 3 所示。低温醇烃液采用高压分离,后端增加液化气后冷器,利用脱乙烷塔顶气给液化气冷却降温,可以有效降低前端醇烃液加热所需热量,大幅度提高液化气后冷器冷负荷,从而取消水冷,杜绝了水冷系统腐蚀结垢的隐患,并且提高了中压气入口温度,降低了中压机组选型难度及

操作费用,实现设计的本质安全。这是塔里木油田地面处理工艺一个新的突破,已经成为凝析气田的标准化设计。

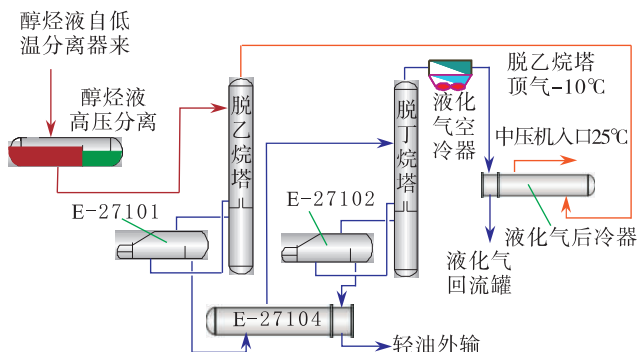


图 3 液化气无水冷却工艺流程示意

4 结束语

针对液化气水冷工艺能耗大及水冷器腐蚀穿孔的隐患,应用 HYSYS 软件对迪那 2 气田轻烃回收工艺进行深入模拟和优化,增设液化气后冷器,利用脱乙烷塔气相对液化气进行冷却降温,合理利用装置能量,并将醇烃液分离压力由 2.5 MPa 改为 5.0 MPa,同时满足了醇烃液加热负荷及后冷器夏季最低冷负荷要求,取消醇烃液导热油加热及液化气水冷,杜绝了水冷系统隐患,实现设计本质安全。“醇烃液高压分离+空冷器+后冷器”的液化气无水冷却工艺可以在后续气田建设中进一步推广。

参考文献

- [1] 李士富. 油气处理工艺及计算[M]. 北京:石油工业出版社,2010.
- [2] 李士富. 轻烃回收中 DHX 工艺研究[J]. 天然气与石油, 2010, 28(2):18-26.
- [3] 赵建斌. Hysys 流程模拟技术在油气处理厂的应用[J]. 油气田地面工程, 2010, 29(8):93-94.
- [4] J. M. 坎贝尔. 天然气预处理和加工[M]. 北京:石油工业出版社,1991.
- [5] 王遇冬. 天然气处理原理与工艺[M]. 北京:中国石化出版社,2007.
- [6] 徐文渊, 蒋长安. 天然气利用手册(第二版)[M]. 北京:中国石化出版社,2006.
- [7] 马全天, 王玉, 杜福祥, 等. 牙哈气田凝析气处理装置乙二醇系统工艺优化[J]. 天然气工业, 2008, 26(1):141-142.

(收稿日期 2011-07-15)

(编辑 黎英)