

分子筛三塔高压脱水工艺改造应用

叶 帆¹, 徐久龙²

(1 中石化西北油田分公司工程技术研究院, 新疆 乌鲁木齐 830011)

(2 中石化西北油田分公司雅克拉采气厂, 新疆 库车 842017)

摘 要:大涝坝集气处理站是一座以凝析油稳定和轻烃回收为目的的凝析天然气处理站, 轻烃回收前采取分子筛两塔高压脱水工艺对湿气进行干燥, 降低原料气的水露点, 以满足深冷工艺生产需求。由于天然气处理量超负荷, 前期生产中出现分子筛吸附过饱和、脱水效果差、深冷工艺流程冻堵等问题, 为此实施了将两塔高压脱水流程改造为三塔流程的工艺。改造后, 分子筛吸附时间缩短, 再生时间延长, 有效解决了脱水效果差及因其引发的相关生产问题, 分子筛三塔高压脱水工艺在大涝坝集气处理站得到了较成功的应用。

关键词:天然气脱水; 分子筛; 三塔流程; 工艺改造; 集气处理站

文章编号: 1006-5539(2009)01-0041-03

文献标识码: B

0 引言

大涝坝集气处理站是中石化雅克拉一大涝坝气田地面建设项目重要组成部分。工程于 2005 年 3 月 14 日开工建设, 2005 年 9 月 8 日正式建成投运。处理站的主要功能是接收大涝坝气田 5 口井的天然气和凝析油, 经站内集气分离、天然气脱水处理和轻烃回收, 得到干气、液化气、稳定轻烃和稳定凝析油四种产品^[1]。设计天然气处理量 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ^[2], 凝析油处理量 $8 \times 10^4 \text{ t/a}$, 设计 C_3 收率 82.1%。由于气田开发层系变化和措施井进站生产, 装置投运后天然气处理量达到 $35 \times 10^4 \sim 42 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 天然气处理装置超负荷运行造成原分子筛两塔脱水工艺不能满足生产需求, 脱水后水露点高达 -40°C (设计 -80°C), 给装置安全生产带来极大隐患。

1 原分子筛两塔高压脱水工艺

1.1 两塔工艺流程

大涝坝集气处理站两相分离器分离的天然气和

天然气压缩机增压后的稳定气在 6.0 MPa 、 30°C 的工况下进入分子筛干燥器^[3], 经过分子筛床层吸附脱水后进入主冷箱换热、膨胀机膨胀制冷生产液化气、轻烃, 吸附饱和后的干燥器进入分子筛再生阶段。分子筛两塔脱水工艺流程见图 1。

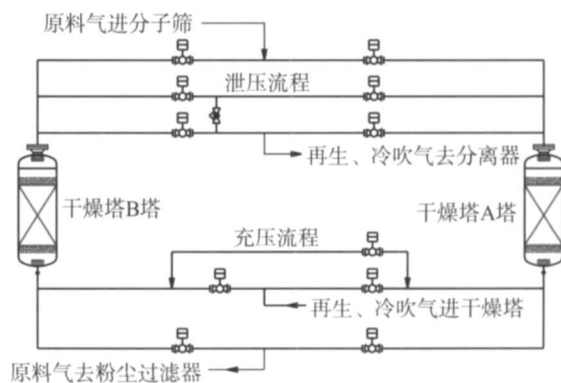


图 1 分子筛两塔脱水工艺流程图

分子筛两塔脱水装置运行时, 始终保持一塔处于吸附状态, 另一塔处于再生状态。其单塔循环过程为: 吸附→卸压→加热再生→冷吹→充压→吸附, 分子筛两塔流程吸附再生循环周期见表 1。

收稿日期: 2008-12-01

作者简介: 叶 帆 (1980-), 男, 四川南充人, 助理工程师, 大学, 从事天然气集输与处理工作。电话: (0991) 3600455。

表 1 分子筛两塔流程吸附再生循环周期时序表

吸附再生过程	吸附再生时间 / h
吸附	8
卸压	0.5
加热	4.2
冷吹	2.8
充压	0.5

1.1.1 吸附过程

高压原料气进入分子筛干燥塔顶部,经分子筛床层吸附水汽后自底部进入粉尘过滤器,将 1 μm 以上的粉尘及液滴过滤后进入膨胀制冷单元生产液化气、轻烃。

1.1.2 卸压过程

干燥塔吸附饱和后进入分子筛再生阶段,再生前先对床层缓慢降压至再生气压力 2.0 MPa_a 压力平衡后,方能加热脱水。

1.1.3 加热再生过程

当一台原料气干燥塔吸附天然气操作达 8 h 停止吸附,进入再生操作,再生气引自膨胀增压机组增压端出口外输干气,经再生气加热器加热后,从原料气干燥塔底部进入分子筛床层,为床层加热,使其中的水脱出,该再生气夹带着分子筛床层所脱除的水分,经干燥器顶部离开原料气干燥器去再生气冷却器,被冷却到 40℃ 进入分离器分离,分离气进入干气外输。在整个加热循环的过程中,再生气会逐渐提高床层温度至 218℃。

1.1.4 冷吹过程

加热再生完毕后,进入冷却工序,此时,停用再生气加热器,冷再生气自下向上流过加热脱水后的吸附塔床层,直到整个床层的温度被冷却到冷再生气的温度。再生气从吸附塔的塔顶出来后进入再生气冷却器,在那里再生气被冷却到 40℃,然后经再生气分离器分离后外输。

1.1.5 充压备用过程

冷吹结束后,缓慢给干燥塔升至 6.0 MPa_a 压力平衡后,干燥塔备用,进入下一循环周期。

1.2 两塔工艺生产存在的问题

大涝坝集气处理站原设计天然气最大处理负荷为 30×10⁴ m³/d(25×10⁴ m³/d+20%),而随着气田开发层系变化和措施井进站,天然气处理量达到 35×10⁴~42×10⁴ m³/d 造成天然气两塔脱水工艺无法满足生产需求,主要存在以下一些生产问题。

1.2.1 分子筛脱水效果差

大涝坝集气处理站干燥塔填料为 4A 型晶状硅酸铝,每塔填料 1.1 t,设计最大脱水能力为 42.6 g 而当原料气处理量达到 42×10⁴ m³/d 时,原料气中含水量为最大脱水能力的 130%,因此,分子筛脱水效果变差,水露点高达 -40℃ (设计为 -80℃)。

1.2.2 分子筛破碎较严重

天然气处理装置处理量增大后,分子筛床层内气体流速增大,部分分子筛被击碎^[4],并被原料气携带进入粉尘过滤器,造成粉尘过滤器滤网堵塞,装置运行不平稳。

1.2.3 增加甲醇加注量,生产消耗增大

由于原料气的水露点不能满足后序工艺要求,为了避免主冷箱冻堵和对膨胀机造成损坏,需对低温分离系统连续加注甲醇防冻,加注量为 25 L/h 生产操作成本消耗增大。

1.2.4 后序工艺冰堵^[5]

由于分子筛脱水效果差,少量水进入脱乙烷塔,在脱乙烷塔顶 2.2 MPa_a -60℃ 的运行工况下,形成白絮状天然气水合物(干冰),在气相出口过滤器处形成冰堵,造成装置频繁停车,前期因此原因造成天然气处理装置停车累计 350 h 损失轻烃约 290 t。

1.2.5 膨胀机运行效率降低,轻烃收率减少

通过调节工艺运行参数,降低膨胀机制冷温度,提高低温分离系统的温度,确保膨胀机的安全性,避免脱乙烷塔顶气相天然气水合物冻堵。参数调整后,膨胀机的膨胀比由 2.85 降低至 2.5 制冷温度由 -64℃ 升高至 -40℃,轻烃产量每天减少 6 左右。

2 分子筛三塔高压脱水工艺改造应用

对两塔脱水工艺存在的问题进行深入分析,结合装置生产现状,提出对分子筛脱水工艺流程进行改造,在原两塔的基础上增加一台同规格的分子筛干燥塔,将“两塔流程”改为“三塔流程”^[6],同时增加配套的自控系统。

2.1 三塔工艺流程

三塔流程生产为:一塔吸附、一塔再生、一塔冷吹^[7],可有效缩短分子筛干燥塔的吸附时间、延长再生时间,从而提高因分子筛脱水装置处理量超负荷而降低的脱水效率及其引发的相关生产连锁问

题。分子筛三塔脱水工艺流程见图 2

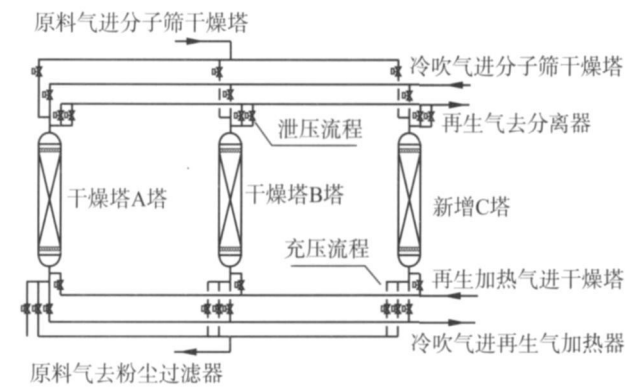


图 2 分子筛三塔脱水工艺流程图

以 A 塔吸附、B 塔再生、C 塔冷吹为例，高压原料气从 A 塔自上而下通过，经过分子筛床层吸附脱水后的干气进入轻烃回收单元深加工；加热到 240℃的再生气自下而上对 B 床吸附饱和后的分子筛进行脱水再生，再生气经沉降分离后进入干气外输管线；从膨胀增压机组增压端出口引的外输干气对 C 塔床层进行冷吹，为了节能，改造后的冷吹气经加热器加热后为再生塔提供再生气，确保能量循环利用。

分子筛三塔流程单塔循环过程与双塔流程相同，仍为：吸附→卸压→加热再生→冷吹→充压→吸附。但改变了循环周期，缩短了分子筛干燥塔吸附时间、延长了再生时间，见表 2

表 2 分子筛三塔流程吸附再生循环周期时序表

吸附再生过程	吸附再生时间 / h
吸附	6
切换	0.25
卸压	0.5
加热	5
切换	0.5
冷吹	5
充压	0.5
切换	0.25

2.2 三塔流程改造后效果评价

a 三塔流程改造后，分子筛吸附时间缩短 2 h 再生、冷吹时间延长 3 h 脱水效果良好，水露点由两塔流程时的 -40℃降低至 -90℃，满足设计水露点 -80℃的要求。

b 三塔流程分子筛干燥塔切换期间，两塔先并留 15 min 待吸附塔在高压下运行平稳后，原料气再全部切入，增加缓冲过渡时间段，减少分子筛破碎，确保了粉尘过滤器及主冷箱的正常运行。

c 三塔流程投运后，水露点满足后序工艺要求，低温分离系统不需要加注甲醇，每日节约甲醇 600 L 节约用电 48 kW·h^[8]；同时，脱乙烷塔顶气相冻堵问题得到解决，避免了气体处理装置因冻堵而被迫停车，减少了轻烃损耗。

d 由于分子筛脱水效果良好，大涝坝站调整了气体处理单元工艺运行参数，提高膨胀机的膨胀比为 2.96^[2]，制冷温度由 -40℃降低至 -70℃，轻烃产量提高 10 t/d 以每吨 3 500 元计，每日创效 3.5 万元。

e 三塔脱水工艺考虑了能量的循环利用，原两塔流程再生气引自外输干气，温度仅为 30℃左右，再生加热能耗大；三塔流程再生气为分子筛干燥塔冷吹后的热气，温度为 218~32℃，起到能量循环利用的目的，有效降低了装置的能耗。

3 结束语

分子筛三塔脱水工艺改造后，大涝坝集气处理站的天然气处理能力由 30×10⁴ m³/d 提高到 45×10⁴ m³/d 解决了分子筛脱水效果差及其相关生产问题，同时还提高了装置轻烃产量、降低了装置能耗，有效的起到降耗增效的作用，分子筛三塔高压脱水工艺改造在大涝坝集气处理站得到成功应用。

参考文献:

[1] 徐文渊, 蒋长安. 天然气利用手册[M]. 北京: 中国石化出版社, 2002

[2] 文军红, 叶帆, 付秀勇, 等. 雅克拉一大涝坝凝析气田轻烃回收现状[J]. 石油化工应用, 2007, 27(2): 44-47.

[3] 单凤强, 唐育红. 我国最大的脱水工厂[J]. 天然气工业, 2003, 23(3): 116-117.

[4] 付秀勇, 许莉娜, 叶帆, 等. 雅克拉凝析气田高压脱水工艺的成功应用[J]. 天然气工业, 2007, 27(3): 128-130

[5] 任晓, 李云. 秋林轻烃回收装置冰堵分析及改进措施[J]. 石油与天然气化工, 2007, 36(1): 14-17.

[6] 李明, 卢任务, 洗祥发, 等. 某脱水装置分子筛吸附塔设置数量的选择[J]. 天然气与石油, 2006, 24(6): 46-49

[7] 周彬, 侯开红, 郭建平. 分子筛脱水脱硫醇工艺在哈萨克斯坦扎那若尔油气处理新厂的应用[J]. 石油与天然气化工, 2006, 35(5): 382-384

[8] 王乐, 贾立民, 付孟贵, 等. 天然气脱水系统的技术改造[J]. 天然气工业, 2005, 25(8): 123-124