

英买力凝析气田分子筛脱水工艺的优化^{*}

赵建彬 艾国生 陈青海 李国娜 李 静
(中国石油塔里木油田公司天然气事业部)

赵建彬等.英买力凝析气田分子筛脱水工艺的优化.天然气工业,2008,28(10):113-115.

摘 要 英买力凝析气田采用分子筛脱水工艺对天然气进行脱水,并首次在国内使用高压、高温湿气对分子筛进行再生,在投产过程中出现了分子筛脱水和再生效果不好、填料漏失、床层垮塌、过滤器堵塞等问题。针对这些问题,对影响分子筛脱水的各个因素进行理论分析,并结合投产时的实际情况提出了修改控制程序、提高再生温度、控制再生气升温速度、减小环境影响、锥形过滤器增加滤网等一系列的措施,最终使分子筛达到理想的脱水效果,为西气东输提供了合格的天然气,为以后相似条件下采用分子筛脱水工艺的操作提供了经验。

主题词 凝析气 分子筛脱水 工艺 最优化 英买力凝析气田

英买力凝析气田油气处理厂天然气采用等压吸附的分子筛脱水工艺,在国内首次采用高压、高温湿气再生方式,并采用 J—T 膨胀制冷脱烃。

一、英买力分子筛脱水工艺

来自气田单井的凝析气通过汇管分别进入段塞流捕集器进行两相分离,分离出的天然气经过原料气分离器分离出游离液滴、灰尘,再进入原料气高效过滤器除去油、水细雾,然后天然气去分子筛脱水塔,塔内装填 4 A 型分子筛,使原料气含水可降到 10 ppm[1 ppm=M/22.4(mg/m³)]以下,脱水后的气体

进入粉尘过滤器脱除夹带的粉尘后,再经 J-T 阀节流降温脱烃,脱水脱烃后的干气与原料气换热后直接外输^[1-2],流程见图 1。

在设计阶段,综合考虑到设备投资、设备运行工况、操作维护以及再生时对分子筛是否产生扰动等因素,分子筛的再生方式选用等压湿气(或冷却气)升温再生,再生气取自原料气,经再生气加热器与高温导热油进行换热,温度升至 290℃左右后,由下至上经过分子筛塔,脱除分子筛所吸附的水分,然后经再生气空冷器冷却至 55℃,由再生气分水罐分离出冷凝水,冷却后的再生气返回至分子筛原料气入口

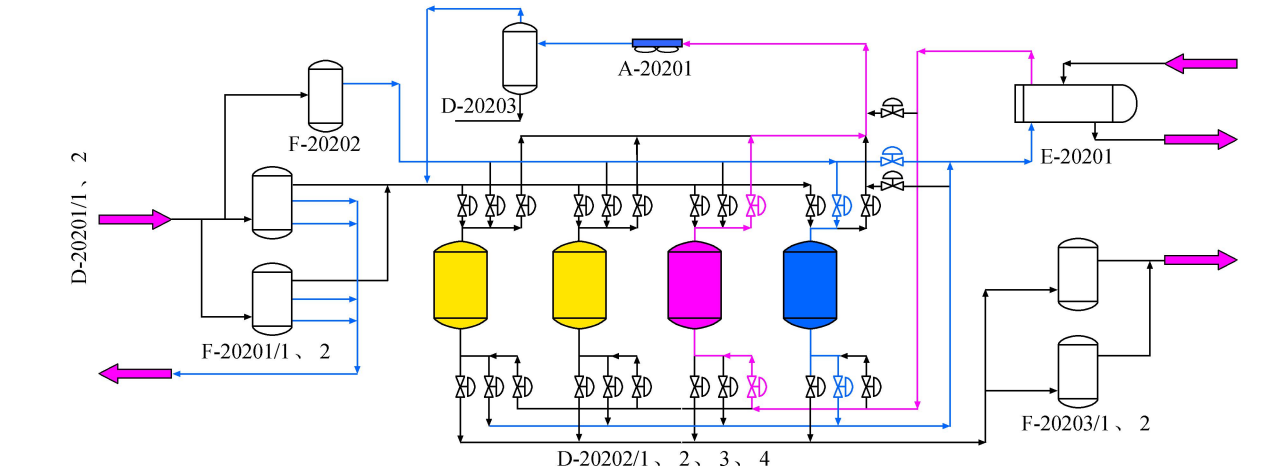


图 1 分子筛脱水简易流程图

^{*} 本文作者还有中国石油塔里木油田公司天然气事业部的郭俊昌。

作者简介: 赵建彬,1973 年生,工程师;1995 年毕业于重庆石油高等专科学校石油及天然气开采专业;现从事油气田地面工程技术工作。地址:(841000)新疆维吾尔自治区库尔勒市塔里木油田公司天然气事业部。电话:13199961711。E-mail: tz Zhaojianbin@ 163 .com

管线。再生后的分子筛经冷却气冷却至 40℃ 左右后,进入等待状态,等待下一周期的吸附过程^[3]。

分子筛脱水塔脱水、再生操作过程的切换通过 DCS 对开关阀进行时间控制来完成,两塔处于并行吸附状态,一塔处于加热过程,一塔处于冷却过程。4 个塔交替循环使用达到连续干燥的目的^[4]。分子筛脱水塔、分子筛、分子筛脱水的控制逻辑、控制阀数据、分子筛脱水及再生气加热、冷却工艺流程均由加拿大 TDE 公司提供。

二、4A 分子筛的物性及脱水塔的结构

1. 分子筛物性

4A 分子筛基本性质如下:公称孔径为 4 Å;晶状结构类型为柱状;均衡水容量为 22% (重量分数);到货时含水量为 1.0% (重量分数);比热为 962.96 J/kg·K;堆积密度为 720 kg/m³;吸附热(最大)为 4 190 kJ/kg;压碎强度为 20~70 N;磨损率为 0.2%~0.4% (重量分数)。

2. 脱水塔结构

分子筛脱水塔结构如图 2 所示。塔内径 1 600 mm,总床层为 4 877 mm,其中吸附段床层为 4 200 mm。在安装时,首先从下至上依次填装 4[#]、10[#]和 20[#] 纲丝网,并将这三层纲丝网在支撑格栅上铺平,边条装在 4[#] 纲丝网上,上面压 10[#] 和 20[#] 纲丝网。塔由下往上依次填装 1/4" (1 in=25.4 mm) 惰性瓷球和 1/8" 惰性瓷球、粒度为 2.0~3.0 mm 的 4A 型分子筛、粒度为 2.5~5.0 mm 的 4A 型分子筛和 1/2" 瓷球。

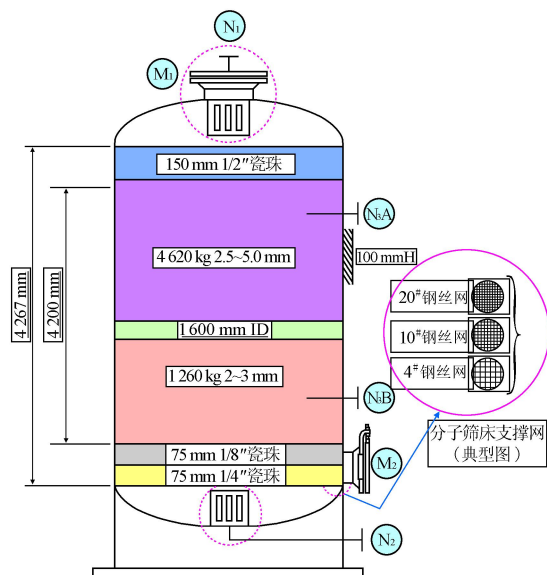


图 2 4A 分子筛脱水塔结构图

填装惰性瓷球主要用来增加气体或液体分布点,支撑和保护分子筛,使气流分布均匀,并且可防止干燥或再生时吹跑分子筛。

三、操作中的问题及优化

英买力油气处理厂分子筛脱水系统采用四塔流程,主要优点为:①减小了分子筛脱水塔的直径,由原来的 2.6 m 降至 1.6 m,有利于高压高温交变工况下设备选型和制造;②降低了再生气量和再生气加热器热负荷。但在投用过程中出现了分子筛脱水和再生效果不好、填料漏失、床层垮塌、过滤器堵塞等问题。技术人员对影响分子筛脱水系统的各个因素进行分析,找出了解决问题的措施。

1. 控制时序的影响

前期设计分子筛脱水工艺采用四塔流程,两塔并行吸附,一塔再生和一塔冷却,设计吸附周期为 480 min,再生时升温 40 min,再生时间 150 min,冷却时间 80 min,其余时间为等待时间。由于对实际生产中一些因素考虑不周,使得控制程序实用性不强,投产初期再生效果始终达不到设计要求,分子筛脱水效果不好,在线检测水露点在 -20℃ 左右。

针对以上问题,经过一段时间摸索调整,确定控制程序为:每个塔吸附时间为 8 h,再生时间 4 h,冷却时间 4 h (自然冷却 150 min+强制冷吹 90 min),4 塔循环周期 16 h,每 4 h 切换一次,每次仅切换一个塔,再生完成后,先自然冷却,后强制冷吹。同时,在控制程序中吸附时间的给定方式由固定值变成可修改值,可根据生产要求给定吸附时间,根据分子筛吸附效果分析结果,程序中增加了冷吹等待时间和再生加热降温时间,这两个时间设定值也可随时修改。

控制程序的修改,减少了等待时间,吸附床层的吸附饱和区、吸附传质区和未吸附区依次推进。当吸附传质区前端即将达到床层底部时,程序开始切换,湿气进入下一个再生好的分子筛塔。程序更改后,再生塔顶温度在 120~140℃ 之间时,从再生气分液罐的液位可以看出,床层中吸附的水分开始大量脱附。通过在线检测,外输干气水露点基本降到 -30℃ 左右,脱水效果较调整前有明显改善。

2. 分子筛程控阀的影响

英买力油气处理厂所处地域风沙大,程控阀的电磁阀和滑阀排气孔进沙现象严重,导致电磁阀和滑阀时常卡住不动,造成程控阀不动作,严重影响分子筛脱水效果,同时影响正常生产。针对此问题,在实际生产中一方面用大布简单封住排气口,减少进

沙量,降低阀门故障率;另一方面向厂家购买安装防尘帽。对于在投产前期管道中遗留有焊渣、杂物,造成程控球阀阀体密封面磨损,使得阀门密封性能下降,出现内漏的问题,在停产检修时,将内漏阀门阀芯拆下用水砂布擦磨,确保程控阀密封性能良好。

3.再生温度的影响

传统分子筛脱水工艺对分子筛再生气量的要求为处理量的5%~10%,英买力凝析气田群采用高压湿气再生,依据生产厂家建议,当单套处理量为 $350 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 时,再生气量控制在 $8\,000 \sim 12\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ 为宜。由于原再生气加热器设计失误,分子筛再生温度达不到要求的 280°C ,只能维持在 230°C 左右。

因此,根据生产实际对再生气加热器重新设计制造后进行了更换。新设备壳程介质为导热油,工作温度在 310°C 左右,换热面积改为 207 m^2 ,比原加热器的换热面积增加了 115.8 m^2 ,再生气温度能保持在 290°C 以上,使再生后吸附剂的湿容量增加,分子筛脱水效果明显,脱水后的天然气在线水露点基本达到设计要求。水露点基本在 -50°C 左右(降低约 20°C),提高了外输天然气的品质。

同时,更换再生气加热器后,加热效果明显,再生气在很短时间内就到 290°C 左右。但当其与分子筛接触时,分子筛快速升温使所吸附的水迅速变成水蒸气,极易造成分子筛粉化。通过在再生气加热器天然气进出口管线之间加装温度调节阀,控制进塔再生气的温升速度,以减少分子筛粉化的机会。

4.分子筛粉化的影响

运行中,由于分子筛填料的粉化泄漏,造成下游分子筛粉尘过滤器操作压差超过 70 kPa ,需要经常更换粉尘过滤器的滤芯,操作难度较大且成本较高。经过对粉尘过滤器检查,发现由于分子筛填料与管壁及锥形过滤器碰撞后粉化严重,采取对锥形过滤器加装20目滤网,以减少分子筛粉化对下游造成的影响。但加装20目滤网后,粉尘过滤器滤芯差压虽明显降低,但管线中残余分子筛还没有清理干净,在天然气流速较大时分子筛填料仍会聚集于锥形过滤器处;表现为此时分子筛粉尘过滤器差压不会显示超压,而是在流量调节阀处表现为开度逐渐开大,直至全开,处理量逐渐减少,段塞流捕集器压力上升。针对此类情况,及时切换粉尘过滤器,并及时拆锥形过滤器进行清理。分析认为,分子筛粉化的主要原因为:装填时分子筛摩擦粉化带出;天然气进入吸附

塔前气液分离不彻底,分子筛填料在再生时含液过多;塔压降过大,分子筛挤压粉化。现场技术人员采取了相关的措施^[5],初步解决了分子筛粉化的问题。

四、结 论

英买力凝析气田在高压、高温湿气再生的条件下用分子筛对天然气进行脱水,由于在国内首次使用,在投产初期出现了许多问题。经过分析研究,采取了以下的优化措施,使天然气水露点达到设计时 -50°C 的要求。

(1)改变分子筛吸附塔的吸附周期,延长分子筛的再生时间,使得再生气加热器、空冷器、分离器在设计温度下连续工作,有效避免温度交变;冷吹时,先自然冷却后冷吹,减少了冷吹塔分子筛预吸附,又保证了再生塔在最后再生期间的再生气为干气,提高了再生质量。

(2)防止分子筛程控阀的电磁阀和滑阀进沙尘,保证阀体密封面性能良好,维持脱水装置的正常运行。

(3)提高再生气温度,再生效果明显,天然气的水露点显著降低。

(4)改变了再生气的工艺流程,控制再生气升温速度,有效地防止了分子筛的粉化。

(5)锥形过滤器上加装20目滤网,控制粉化分子筛对下游造成的影响,降低操作难度,减少了运行维护费用。

参 考 文 献

- [1] 张正玲.天然气处理厂分子筛脱水单元设计要点[J].油气田地面工程,2007,26(3):48-49.
- [2] 罗小军,刘晓天,万书华.分子筛吸附法在高酸性天然气脱水中的应用[J].石油与天然气化工,2007,36(2):118-123.
- [3] 郭洲,曾树兵,陈文峰.分子筛脱水装置在珠海天然气液化项目中的应用[J].石油与天然气化工,2008(2):138-140.
- [4] 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.
- [5] 关盛军.解决分子筛粉化及变黑问题[J].油气田地面工程,2003,22(6):88-89.

(修改回稿日期 2008-09-01 编辑 赵 勤)