土库曼斯坦某工程分子筛脱水装置优化及应用

宋东辉 汪 贵 祁亚玲 胡 玲 董丽萍 杜通林

中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司,四川 成都 610041

摘 要:为了使分子筛脱水装置能高效平稳地运行,通过分析以前设计中存在的流程不合理、 设备能耗高、设备本体损坏等不足,在新工程中针对以上问题进行研究分析,找出原来不足的原 因并提出具体的解决方案。最终通过优化再生气的工艺流程,改变再生气管线和再生气冷却器以 及避免再生气压缩机材料的 H₂S 腐蚀,改变分子筛脱水塔底部支撑的结构形式,保证工艺装置的 正常运行。同时改变再生气加热炉的结构形式,提高加热炉的热效率,大大降低装置的能耗,达 到节能环保的目的。

关键词:分子筛脱水;流程优化;设备优化;防腐蚀优化;节能优化;承重强度优化 DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2014.02.011

0 前言

近年来完成的多项包含分子筛脱水装置的项目,从 现场操作运行来看,存在着流程不优化、设备本体损坏、 设备能耗高等问题。本文对工艺流程和设备的结构设计 等方面做了改进和优化,并将其应用于土库曼斯坦某天 然气处理厂工程的设计中。

1 流程优化

1.1 再生气 H₂S 积累问题

由于 H₂S 分子极性较强,分子筛在吸附脱水的同时 吸附了天然气中的部分 H₂S,造成 H₂S 在分子筛中积累, 再生初期的短时间内大量 H₂S 进入再生系统中。若该 股再生气经增压后返回到脱水装置进口,则再生气长期 在分子筛脱水装置中循环,会造成出装置的产品天然气 中 H₂S 含量超标,不能满足相关的规范要求。同时,出 分子筛脱水塔的富再生气经再生气冷却器冷却后温度降 低, H₂S 对设备及管线腐蚀加剧,长期运行会导致严重 的后果^[1]。存在潜在风险的部位见图 1。

1.2 解决方案

1.2.1 H₂S 积累问题的解决方案

为解决 H₂S 积累问题,对富再生气的工艺流程进行 了优化:

a) 当再生气中的 H₂S 含量超标时(即再生初期), 富再生气经再生气压缩机增压后返回至上游脱硫脱碳装 置的进口,脱除富再生气中的 H₂S。

b) 当再生气中 H₂S 含量正常时,富再生气返回至脱 水装置进口。从以往工程改造情况看,通过此优化,既 解决了干气中 H₂S 含量超标的问题,又减轻了 H₂S 含量 正常时脱硫脱碳装置的负荷。

具体优化情况见图 2。

1.2.2 设备及管线腐蚀问题的解决方案

富再生气中 H₂S 在再生初期含量较高,经过再生气 冷却器后,其含量及温度均满足 H₂S 腐蚀条件。为此, 在设备及管线的选材方面做了相应的研究和比较^[2-3]:

a) 再生气冷却器后的管线选用 20 G, 抗 HIC 材料。b) 再生气分离器采用 Q245R(正火板)。

收稿日期: 2013-12-10

基金项目:中国石油天然气集团公司重点工程资助项目(Z2011-18)

作者简介:宋东辉(1984-),男,黑龙江哈尔滨人,工程师,学士,主要从事天然气净化工艺设计工作。

第 32 卷 第 2 期 OIL AND GAS TRANSPORTATION AND PROCESSING 油气加工 37



图 1 存在潜在风险的部位示意图



图 2 分子筛脱水装置流程优化示意图

c) 再生气压缩机的进气条件中明确了 H₂S 含量,供货商根据条件选择能够满足该气质条件的材料。

通过以上选材措施能够很好地避免 H₂S 在富再生气中的腐蚀问题。

2 设备优化

2.1 防腐蚀优化

再生气分离器为易腐蚀设备。为避免或尽量减少富 再生气对其腐蚀,结构设计做了一定的优化,其进口设 计为弯管结构,并在封头处设置了防冲挡板^[4-5],具体 结构见图 3。



图 3 再生气分离器防腐蚀设计细节图

2.2 节能优化

节能优化的设备主要为再生气加热炉。



2.2.1 常规加热炉(纯辐射式)

纯辐射式加热炉采用燃料气直接对炉管加热,火焰 在炉膛中的辐射热将再生气加热达到要求的再生温度。 该类型的加热炉由于仅仅利用了火焰直接加热的热量, 排烟温度较高,效率较低,燃料气用量大,能耗较高。 同时,纯辐射式加热炉的体积较大,增加了施工的难度。 2.2.2 加热炉结构的优化

除纯辐射式加热炉外,通常采用另外一种形式的加 热炉即辐射式+对流式加热炉。辐射式+对流式加热炉 利用了高温的烟气。进入加热炉的再生气首先进入对流 段通过烟气对其预热,对流段所承担的负荷约为总负荷 的 30%,然后再进入辐射段完成加热。对流室的增加, 降低了排烟温度,减少了热损失,将加热炉的效率从 69% 提高到 78.3%,减小了炉子的尺寸和投资。有利于 降低设备的长期运行成本,实现节能环保的目的。设备 结构对比见图 4。



图 4 加热炉结构对比图

2.3 承重强度优化

以往工程中出现过分子筛脱水塔底部支撑垮塌的情况。本项目对分子筛脱水塔的支撑结构设计综合考虑了塔内件、分子筛及瓷球等填充物的重量因素,并考虑了极端情况的天然气吸附压降,经过强度计算后优化了支撑结构形式,增加了十字支撑结构,保证在极端工况时分子筛脱水塔不受损伤,为装置的平稳运行起到了积极作用。 结构优化前后对比见图 5~6。





3 结论

通过对以前工程中出现的问题进行研究,在新的工 程中着重对装置的工艺流程和设备选型进行优化,使装 置的操作运行平稳,并大大降低装置的能耗,达到节能 环保的目的。

参考文献:

- [1] 王遇冬. 天然气处理原理与工艺(第二版)[M]. 北京: 中国石油出版社, 2011. 223-224.
 Wang Yudong. Natural Gas Processing Theory and Technology (2nd Edition) [M]. Beijing: China Petroleum Press, 2011. 223-224.
 [2] 王 澎. H₂S 对天然气处理设备的腐蚀及相应对策[J].
 - 天然气与石油, 2010, 28(2): 34-36. Wang Peng. H₂S Corrosion on Natural Gas Processing Equipment and the Corresponding Countermeasures [J].

Natural Gas and Oil, 2010, 28(2): 34–36.

[3] 倪进方. 化工过程设计 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999. 294-296.

Ni Jinfang. Chemical Process Design [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1999. 294–296.

- [4]李 明,卢任务,冼祥发.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):46-50.
 Li Ming, Lu Renwu, Xian Xiangfa. Determination of Quantity of Molecular Sieve Absorbers in Certain Dehydration Unit [J]. Natural Gas and Oil, 2006, 24(6): 46-5
- [5] SY/T 0011-2007, 天然气净化厂设计规范[S]. SY/T 0011-2007, Natural Gas Purifying Plant Design Standards [S].