

工艺与设备

渣油与炼厂气共用技术开发及应用

李永吉

(中国石油化工股份有限公司九江分公司, 江西 九江 332004)

摘要: 对 Shell 工艺制合成气装置中渣油与炼厂气共用技术的开发情况进行了综述, 通过掺入干气对渣油雾化的影响、对气化系统的影响及废热锅炉的影响进行了分析, 运行结果证明掺烧干气后耗氧量比全部用渣油时明显降低。

关键词: Shell 气化工艺; 渣油; 炼厂气; 油气共用

中图分类号: TE992

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2003)09-0042-03

Development and application of combined gasification technology of residual oil and cracking gas

Li Yong-ji

(Jiujiang Company, SINOPEC Corporation, Jiujiang 332004, China)

Abstract: The development situation of residual oil and cracking gas combined gasification technology with Shell syngas process was reviewed. The effects of dry gas adding on the residual oil atomization process, gasification system and used-heat boiler were analyzed. It's confirmed by the results that adding dry gas can reduce obviously the oxygen consumption, compared with using residual oil only.

Key words: Shell gasification process; residual oil; cracking gas; residual oil and cracking gas combined technology

Shell 工艺渣油原料非催化部分氧化制合成气 ($\text{CO} + \text{H}_2$) 技术目前在国际上有较多应用。中国石化九江分公司化肥装置采用该工艺生产合成氨, 生产能力为 30 万 t/a, 渣油由该公司炼油装置提供。为了提高整体效益, 该公司决定采用炼油装置所产的炼厂气——干气代替部分渣油作化肥的合成气原料, 停掉炼油装置干气锅炉, 炼油装置所需动力蒸汽由已实施过扩能改造的化肥装置 2 台煤锅炉 ($190 \text{ t/h} \times 2$) 来提供。这样从总体效益分析, 因煤的成本比渣油低得多, 实施改造是合理的。

油气混合气化技术目前尚无应用先例, 需进行可行性评估和技术开发。该工作的目标是: ①原 Shell 五通道油气化主烧嘴不动, 将干气采取技术措施加入到系统, 实现油气混合气化。②维持现有渣油非催化部分氧化工艺流程不做大的变化, 在现有流程的基础上增加炼厂气管线、炼厂气压缩机、蒸汽预热器以及控制系统。③装置掺烧干气之后, 合成氨生产能力仍为 1 000 t/d, 其中单炉炼厂气消耗

5 000 m^3/h , 其余采用渣油补充。

1 保持主烧嘴原有结构, 掺入干气共同气化

1.1 在烧嘴结构不变条件下掺用干气的可能性

原设计 2 台谢尔气化炉烧嘴为五共环同心圆带水冷却夹套的烧嘴, 物料通道从最里面一个环到外环分别为: ① $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$; ② 渣油; ③ $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$; ④ 保护蒸汽; ⑤ 冷却水。开工阶段在烧嘴中心插入升温烧嘴用于气化炉升温, 投料之前拆下升温烧嘴用假件代替。

假件为一带中心管的盲板, 管上有少量小孔, 可以进入少量气化剂, 以保证第一环及中心气化剂喷出的量及合适的角度和流速。从结构上看, 可以考虑利用假件中心管经改造来送入干气, 这样实际为 6 通道: 中心为干气, 其外为气化剂 (氧加蒸汽), 然后为渣油, 外面又是气化剂, 再外则仍然是保护蒸汽和冷却水。干气和渣油分别被气化剂的 2 个环通道隔开和包围, 这样对烃的部分氧化造气是有利的。

如果上述改造成功,气化主烧嘴可以不动,但要评估对渣油雾化的影响。

1.2 掺入干气对渣油雾化的影响

为了保证掺入干气后渣油雾化的效果,该公司委托科研单位对渣油雾化做了冷态实验(过程略),试验结果表明,在试验烧嘴雾化平均滴径、雾化角均与原 Shell 喷嘴相差不大的情况下,增加掺烧干气喷嘴后的平均滴径明显减小,说明掺烧喷嘴的雾化性能明显优于原 Shell 烧嘴。原因是:①原烧嘴通过假件的部分气化剂(约占二通道进口总量的 26%)速率只有 50~60 m/s,而掺烧喷嘴中这部分气体不进入中心通道(假件),而是从二通道高速喷出,直接作用于油膜内侧,故增强了雾化效果,平均滴径减小 10%~20%。②因掺入的干气将代替约 3 t/h 的渣油,由于雾化介质的减少而使平均滴径减小约 9%。③掺入的干气从烧嘴一通道中高速喷出,增强了雾化效果,使得平均滴径减小了约 5%。

通过试验表明:掺烧喷嘴对耐火砖壁面的冲刷与原烧嘴相当,对炉耐火衬里的寿命不会产生显著影响。当中心通道气体流量大于 10 m³/h 时,可以

防止掺烧喷嘴中心形成内回流而烧蚀喷嘴。当中心通道气体流量大于 80 m³/h 时,中心速率大于 60 m/s,将超过原 Shell 喷嘴中心通道速率,烧嘴是安全的。

该厂掺烧喷嘴中心干气通道内设计掺入了部分蒸汽,对烧嘴是有利的:①可防止干气突然中断而在喷嘴中心产生内回流损坏烧嘴。②可以适当降低喷嘴中心温度,延长烧嘴寿命。③可以进一步提高干气在中心通道中的速度,进一步提高雾化效果。④可进一步提高干气操作负荷范围。

可见,烧嘴中心通道掺入干气从渣油雾化的角度考虑是可行的。

2 掺入干气对气化系统的影响分析

2.1 掺入干气对工艺气成分的影响

2种原料共用,渣油和干气的成分见表1、表2。

表1 渣油成分一览表

成分	C	H	N	S	O	灰
质量分数/%	86.12	11.62	0.21	1.32	0.704	0.026

表2 干气成分一览表

成分	H ₂	N ₂	O ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	丙烷	丙烯	异丁烷	正丁烷	1-丁烯	2-反丁烯	2-顺丁烯	异戊烷	正戊烷	H ₂ S	CO ₂	CO
质量分数/%	29.68	4.71	1.22	27.27	10.15	10.54	2.90	3.84	1.46	0.74	1.47	0.76	0.56	0.69	0.48	1.76	0.79	0.98

由于干气组成不同于渣油,故油气共用后所生成的气体成分也会发生少量的变化。计算单台气化炉

每小时投干气 5 000 m³,则满负荷生产尚需补渣油 11.2 t/h。所生成的气化炉出口工艺气成分见表3。

表3 油气共用工艺气成分表

成分	H ₂	CO	CO ₂	H ₂ S	COS	CH ₄	N ₂	Ar	NH ₃	HCN	总计
体积分数/%	49.55	43.33	3.28	0.33	0.01	1.22	1.74	0.42	0.08	0.04	100

由于干气成分与渣油的差别,按上述成分计算得:每公斤混合原料产合成气 2.788 m³;每 1 000 m³合成气耗氧量 247.5 m³;工艺气有效气成分为 92.88%;单炉耗氧量 10 624 m³/h;单炉蒸汽耗量 4.331 t/h。

2.2 掺入干气对气化炉及废热锅炉的影响

喷嘴射出的物料在气化炉内形成的流场(射流区、管流区、回流区)分布直接关系到气化炉的安全、稳定、长周期操作。如果回流区(拱顶区域)的流场及温度场分布不合理,拱顶辐射热的增大将使炉顶钢壳外壁超温。国内有的厂家改天然气后就出现过拱顶温度超标的情况。针对此问题,笔者专门做了

冷模试验的研究,认为将现烧嘴假件改为干气通道之后,与现有气化炉内的物流场、温度场是相适合的,且雾化效果的提高更有利于气化反应,拱顶温度不会超标。

计算掺入干气之后气化炉出口工艺气体温度约为 1 216℃,从热力学角度考虑废热锅炉热负荷不会发生大的变化,因干气灰分含量为零,所以对盘管不会增加堵塞等影响因素。

2.3 油气共用气化工工艺及联锁设置

(1)工艺设置

炼厂干气经流量计后,首先经分离器分离掉可能带入的液体并经压力控制阀之后送往干气活塞压

缩机,经四级压缩,压力达 7.1 MPa,温度 105℃,送入干气加热器中用 6.9 MPa 蒸汽预热至 230℃,然后加入少量保护蒸汽送入气化炉主烧嘴干气通道。

(2) 控制和联锁系统设置

①干气压缩机出口设置一个压力放空调节阀,调节泄放的炼厂干气,送入火炬系统。

②干气管线上设置一道带联锁的流量调节阀,并附带温度和压力补偿装置。当流量超高和超低时均联锁关闭该阀门,以防事故发生。

③干气管线下游设置一对快开快关 2 位阀,一个到火炬,一个位于到气化炉的干气管线上,开车时首先引干气到火炬的快动阀放空,在此阀后设置了一个远控阀,用于投料前提压和正常生产中防止泄漏。投干气时到烧嘴的快动阀打开,同时到火炬的快动阀关闭,将干气导入炉内,然后中控手动关闭远控阀。

当跳车联锁触发之后,这 2 个快动阀迅速切换,到气化炉的阀关闭,到火炬的阀门打开。

④为了防止烧嘴中心干气流道烧蚀,在干气入炉快动阀之后的管线上设置了蒸汽加入管线,并带中控手控调节阀,以保证该通道中始终有一定量的蒸汽流过。

⑤如干气突然中断,有可能因过氧化而超温。针对此问题,笔者决定在入炉渣油管线上设置了回流线并增加了小回流阀门,当干气系统突然故障断气时,该回流阀门立即关闭,迅速自动增加入炉油量,使气化炉仍稳定运行。

3 运行情况

干气掺烧项目在 2002 年 12 月 15 日进行了初次投运试验,处理了系统缺陷,于 2003 年 4 月正式投用干气掺烧项目(只在 B 系列上试验)。

由于干气的成分中 H_2 含量比设计值高,故生成

的合成气中 H_2 组分比纯用渣油含量高约 2%,且干气比渣油产气率要高,在有效气体组分基本不变的情况下,掺烧干气有利于气化炉提高产气能力。

又由于干气中 N_2 含量比渣油要高,所以生成的工艺气中 N_2 含量增加了 1%~2%;从渣油气化工工艺气成分设计值可以看出 CH_4 含量增加约 0.1%, CO 降低了约 4%, CO_2 含量基本不变。

从运行数据看,气化炉拱顶温度在约 3℃ 范围内变化,属正常波动,中部壁温有上升趋势,可能是掺烧干气后,火焰上移造成的。从数据分析,渣油雾化效果提高了,喷射角的变化不超过 2°,证实了对炉内耐火砖的影响和冲刷与原 Shell 烧嘴相当。从前期运行情况分析,冷模性能试验得出的结论基本是正确的。

掺烧干气之后连通管温度变化正常,工艺系统压差正常。气化炉内火焰燃烧正常,黑区分布合理。烧嘴冷却水系统各参数无明显变化。炭黑回收装置的炭浆浓度变化不大,现场炭黑球取样观察正常。

因干气 H/C 相对要高,掺烧干气后耗氧量下降,按有效工艺气产量计算,比全部用渣油的耗氧量低。但是干气入炉温度仅为 112.5℃,如果达到设计值(230℃),耗氧量还会进一步降低。

4 存在的问题

从前期运行情况看,存在的问题有:①干气成分变化时,特别是当重组分含量增加时, C_3 以上组分含量较高,压缩机出口有凝液析出,解决的思路主要考虑从系统上调控干气成分,使之符合生产需要;②干气加热器出口温度达不到 230℃,只有 112℃ 左右,一方面是因干气压缩机四级出口温度只有 85~95℃,未达到设计值(105℃),另一方面是加热器的能力有待进一步提高。■

(上接第 41 页)

参考文献

[1] 张建华,车泽用.[J].石油炼制,1993,24(10):29-33.

[2] 罗运华,田原宇,叶智刚,等.[J].燃料化学学报,2003,31(4):91

[3] 罗运华,田原宇,王立英,等.[J].山西能源与节能,2003,3:51-54.

[4] 胡成洋,田原宇,王立英.[J].山西能源与节能,2003,3:57-61

[5] 程之光.重油加工[M].北京:石化工业出版社,1992.

[6] 孙成功,吴家珊.[J].煤炭转化,1993,16(1):90-96.

[7] 田原宇.复合硬沥青水浆技术的研制开发和应用[D].石油大学(华东),1998. ■