

# 德士古气化炉激冷水流量低原因探究

常 亮,宋淑群,孔祥波

(兖矿国宏化工有限责任公司,山东 邹城 273500)

**摘要:** 简要介绍了德士古气化炉水系统流程和激冷水管路结垢原理,通过对德士古气化炉检修发现问题以及对系统灰水水质的综合分析,发现影响德士古气化装置激冷水流量低的原因是碳洗塔底部及黑水过滤器底部有积渣,滤网结垢堵塞。提出有效的解决办法及防范措施,确保激冷水管路不因结垢、存渣而堵塞,能够供应足够的激冷水,满足气化炉高负荷运行需要。

**关键词:** 德士古; 激冷水; 结垢; 灰水水质

中图分类号: TD849; TK229.63

文献标识码: B

文章编号: 1006-6772(2013)01-0118-03

## Causes analysis of low flow chilled water in Texaco gasifier

CHANG Liang, SONG Shu-qun, KONG Xiang-bo

(Yankuang Guohong Chemical Co., Ltd. Zoucheng 273500, China)

**Abstract:** Introduce chilled water system of Texaco gasifier and pipes scaling causes. Analyse problems appeared in examination and repairing of gasifier ash water quality, find that slag at the bottom of carbon scrubber and ash water filter, serious scalling filter screen lead to low flow chilled water in Texaco gasifier. To resolve these problems, provide effective solution and preventive measures. After transformation, the chilled water flow increase, that meet the demands of high load operation of gasifier.

**Key words:** Texaco; chilled water; scalling; ash water quality

兖矿国宏化工有限责任公司德士古气化炉装置于2005年开工建设,公司采用CO+H<sub>2</sub>的合成技术生产甲醇<sup>[1]</sup>,自试生产以来,各工艺管道及动静设备在未发生改变的情况下,系统生产负荷出现一些问题。通过查找原因,认为主要是激冷水流量下降,无法满足系统的高负荷运行导致的。

### 1 系统水循环流程

德士古气化炉水系统主流程:灰水槽—低压灰水泵—脱氧水槽—除氧水泵—碳洗塔—灰水循环泵—激冷水流量计—黑水过滤器—气化炉—高压闪蒸器—低压闪蒸器—真空闪蒸器—澄清槽—灰水槽<sup>[2-4]</sup>。

其中,碳洗塔—灰水循环泵—激冷水流量计—黑水过滤器—气化炉段称之为激冷水管路。

### 2 激冷水管路结垢原理

在德士古水系统中,引起激冷水管路结垢的主要物质是CaCO<sub>3</sub>和MgCO<sub>3</sub>,CaCO<sub>3</sub>和MgCO<sub>3</sub>在25℃时的溶解度分别为3.162×10<sup>-3</sup>和6.928×10<sup>-5</sup> mol/L,二者混合后的饱和水溶液的硬度(以CaCO<sub>3</sub>计)为323.128 mg/L,此数据即为以CaCO<sub>3</sub>和MgCO<sub>3</sub>为结垢物质的水溶液的临界硬度。系统水质的pH为8.3~9.4,在此条件下,水中CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>共同存在,当Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>的质量浓度大于323.128 mg/L(25℃时),且水中有超过这一浓度的CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>时(气化炉粗煤气中含有18%左右的CO<sub>2</sub>,可确保水中含有足够多的CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>),就会发生如下反应:Ca<sup>2+</sup>+CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>→CaCO<sub>3</sub>,Mg<sup>2+</sup>+CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>→MgCO<sub>3</sub>,产生沉淀,附着在管壁上,形成垢<sup>[5]</sup>。笔者收

收稿日期:2012-07-12 责任编辑:孙淑君

作者简介:常亮(1982—)男,贵州毕节人,工程师,主要从事德士古气化的研究。E-mail:changliang198216@sohu.com

引用格式:常亮,宋淑群,孔祥波.德士古气化炉激冷水流量低原因探究[J].洁净煤技术,2013,19(1):118-120.

集了系统实际运行期间 2 个月灰水水质的分析数据,见表 1。

表 1 2011 年 11—12 月灰水水质

日期	$\rho(\text{Ca}^{2+}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{Mg}^{2+}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$(\rho(\text{Ca}^{2+}) + \rho(\text{Mg}^{2+})) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	硬度 / $(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	pH 值	浊度 / NTU
11 月 4 日	252.50	21.87	274.37	7.2	8.26	37.0
11 月 8 日	252.50	24.36	276.86	7.3	8.04	122.0
11 月 11 日	308.62	19.44	328.06	8.5	8.02	32.7
11 月 14 日	268.54	31.59	300.13	8.0	8.22	54.4
11 月 18 日	316.63	26.73	343.36	9.0	8.01	49.8
11 月 22 日	432.86	26.73	459.59	11.9	7.88	41.9
11 月 25 日	376.15	43.74	419.89	11.2	7.93	35.9
11 月 29 日	440.88	79.11	519.99	12.7	8.17	49.0
12 月 2 日	488.97	26.73	515.70	13.3	8.38	35.7
12 月 6 日	344.69	19.44	364.13	9.4	8.15	34.9
12 月 9 日	292.58	21.87	314.45	8.2	8.22	32.1
12 月 13 日	256.51	19.44	275.95	7.2	8.48	31.3
12 月 16 日	424.85	14.58	439.43	11.2	8.21	26.2
12 月 20 日	268.53	9.72	278.25	7.1	8.06	45.0
12 月 23 日	316.63	4.86	321.49	8.1	8.33	49.8
12 月 27 日	352.70	19.44	372.14	9.6	8.13	54.4

通过对表 1 数据的分析可得:

1) 灰水 pH 值合格率为 10.5% (pH 值控制指标为 7~8)<sup>[6]</sup>;

2)  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  的质量浓度和合格率为 47.4% (两者质量浓度总和的控制指标为不大于 320 mg/L (25 °C 时));

3) 系统灰水硬度高。通过试验发现,当甲醇废水及变换低温冷凝液与灰水混合后,很快就出现混浊现象,主要是甲醇废水及变换低温冷凝液 pH 较高,一般在 10 左右,而德士古的灰水硬度较高,它们相互混合后,很容易形成  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{MgCO}_3$  沉淀<sup>[7]</sup>。

综上所述,灰水极易产生  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{MgCO}_3$  沉淀。

### 3 系统检修中发现的问题

#### 3.1 碳洗塔底部有积渣

由于粗煤气带灰严重,入碳洗塔的除氧水清洁度低等原因,导致碳洗塔内的黑水含灰量较大。在气化炉短停时,碳洗塔未能及时将塔内的积渣排往高压闪蒸,而系统再次运行时才发现底部管线堵塞,此时碳洗塔内的黑水被迫经塔底部管线的旁路送往闪蒸系统,随着系统运行时间的延长,碳洗塔底部积渣逐渐增加到最高(底部管线的旁路入口为积存渣的上限位置)<sup>[8]</sup>。

#### 3.2 黑水过滤器底部有积渣、滤网结垢堵塞

由于碳洗塔底部积渣到达最大限后,灰水循环泵的吸入口距离碳洗塔底部存渣的距离相对较近,

导致灰水循环泵将碳洗塔底的碳渣送往黑水过滤器,在黑水过滤器的过滤下,碳渣被过滤存在黑水过滤器中,在操作人员对黑水过滤器进行切换时,未能及时将过滤器底部的碳渣排出,最终寄存在黑水过滤器底部。水系统中钙镁离子浓度高,导致滤网结垢而出现堵塞现象。

#### 3.3 激冷水管线及激冷环内有积渣、垢片

粒径小于黑水过滤器滤网孔径的细渣、细灰进入激冷环,由于灰量、渣量大,且激冷环内喷淋孔部分结垢堵塞等原因,未能及时将细渣细灰全部排出,最终导致部分存积在激冷水管线及激冷环内<sup>[9]</sup>。

2012-02-20, B 号气化炉检修,从 B 号气化炉激冷环及黑水量过滤器滤网中取出小垢片积聚在一起形成的大块和渣块,在对取样进行初步分析得出:①样品中 84% 为灰渣,16% 为可燃物;②进行盐酸溶解,发现有 35% 能够溶解,得知样品含有  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{MgCO}_3$ 。

### 4 激冷水结垢的原因分析

1) 系统内的水质较差, pH 值较高,  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$  质量浓度较高;

2) 气化炉液位控制不好,导致出气化炉的粗煤气带灰带水,最终将灰及气化炉激冷室内的黑水带入碳洗塔,影响了碳洗塔内灰水的清洁度<sup>[10]</sup>;

3) 碳洗塔内的水较脏,严重影响了激冷环激冷

水的清洁度;

4) 碳洗塔去往高压闪蒸的排水量及进入碳洗塔的除氧水量较少,不能保证碳洗塔内的水干净;

5) 脱氧水槽内的脱氧水含灰严重;

6) 系统的频繁开停车导致管道内壁上的垢片脱落,最终汇集在一起形成大块而堵塞管道。

## 5 解决措施

1) 加强对灰水质量的管理,严格按照要求添加分散剂,及时补充新鲜水<sup>[11]</sup>,确保灰水的外排水量不小于指标值, $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 的质量浓度总和不大干 320 mg/L(25℃时);

2) 优化操作,确保系统稳定运行,防止气化炉粗煤气出现带水;

3) 严格按照工艺指标控制好气化炉液位,防止气化炉粗煤气出现带灰现象;

4) 确保每一次系统运行时碳洗塔均从底部管线将黑水送往闪蒸系统,加大碳洗塔的进水量及排水量,确保激冷水的清洁度;

5) 确保高压闪蒸器及真空闪蒸器远传液位计指示正常,严格控制高压闪蒸器及真空闪蒸器液位,防止液位过高而导致黑水进入脱氧水槽;

6) 确保气化炉的稳定运行,降低频繁开停车的次数;

7) 根据管道内的垢片及渣块,配置相应的酸液,定期对激冷水管线及激冷环进行酸洗;

8) 酸洗完成后,利用高压水枪再次对激冷环、黑水过滤器滤网等关键部件进行机械清洗<sup>[12]</sup>;

9) 确保煤灰分在正常指标范围内,尽可能降低激冷室水浴的含灰量,控制粗煤气的含灰量;

10) 预热水泵吸入口渣池内水含渣量大,易堵塞黑水过滤器、激冷环,可将预热水泵吸入口改自

灰水槽,防止堵塞现象的发生<sup>[13]</sup>;

11) 对于返回系统回收利用的水,应定期对其水质进行检测,确保不污染整个激冷水系统的水质<sup>[14]</sup>。

参考文献:

- [1] 于光元,李亚东.煤气化工艺技术分析[J].洁净煤技术,2005,11(4):39-43.
- [2] 谭成敏,丁振伟.GSP煤气化渣水系统的选择[J].氮肥与甲醇,2007,2(4):26-28.
- [3] 王永康,李正平,任文平,等.Texaco煤气化工艺的影响因素[J].洁净煤技术,2010,16(1):47-50.
- [4] 王建军,王林,张亮.几种德士古气化渣水系统的技术评价[J].化肥设计,2007,45(3):30-33.
- [5] 李耀东.德士古水系统结垢原因分析及解决办法[J].中氮肥,2006(5):30-32.
- [6] 祁晓辉.气化炉黑水排放管线结垢分析与处理[J].煤化工,2010(6):53-55.
- [7] 潘俊.德士古气化炉支撑板温度高的原因及解决办法[J].中氮肥,2006(6):5-8.
- [8] 许敬刚,孙卓庆,徐学文,等.新型气化炉装置渣水处理系统的问题探讨[J].中氮肥,2009(3):5-7.
- [9] 韩承结.德士古气化工工艺的优劣比较[J].安徽化工,2007,33(1):45-46.
- [10] 丁振伟,王伟.德士古水煤浆气化合成气带水问题的分析与探讨[J].化肥工业,2003,30(3):52-54.
- [11] 胡涛,马喜军,景怡,等.改性粉煤灰处理废水的应用研究[J].洁净煤技术,2006,12(4):70-73.
- [12] 许波.德士古煤气化装置运行问题探讨[J].煤化工,1999(4):34-40.
- [13] 王伟,李杰.水煤浆气化装置预热水系统改造[J].中氮肥,2011(3):16-18.
- [14] 陈其中,汪洋.水煤浆厂清洁生产节约用水的实用改造[J].洁净煤技术,2007,11(1):79-81.
- [21] 桑小义.东风褐煤半焦的燃烧特性研究[D].大连:大连理工大学,2011.
- [22] 刘旭光,李保庆.DAEM模型研究大同煤及其半焦的气化动力学[J].燃料化学学报,2000,28(4):289-293.
- [23] 廖洪强,李保庆,孙成功.煤-焦炉气共热解半焦燃烧动力学特性研究[J].燃料化学学报,1999,27(3):246-250.
- [24] 陈镜泓,李传儒.热分析及其应用[M].北京:科学出版社,1985.
- [25] 周志杰,范晓雷,张薇,等.非等温热重分析研究煤焦气化动力学[J].煤炭学报,2006,31(2):219-222.
- [26] 孙学信.燃煤锅炉燃烧试验技术与方法[M].北京:中国电力出版社,2001.
- [27] 聂其红,孙绍增,李争起,等.褐煤混煤燃烧特性的热重分析法研究[J].燃烧科学与技术,2001,7(1):72-76.
- [28] 顾利锋,陈晓平,赵长遂,等.城市污泥和煤混燃特性的热重分析法研究[J].热能动力工程,2003,18(6):561-563.

(上接第91页)