

清洁生产技术在延迟焦化装置的应用

王航空¹ 肖知俊¹ 张继军² 蔡婷婷¹

(1. 中国石油天然气股份有限公司克拉玛依石化公司, 新疆 克拉玛依 834003;

2. 中国石油西部管道乌鲁木齐输油气分公司, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要 中国石油天然气股份有限公司克拉玛依石化公司(简称中国石油克拉玛依石化公司)1.5 Mt/a 延迟焦化装置自 2006 年开展清洁生产工作以来,通过采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施,持续推进多项清洁生产技术的成功实施,使综合能源消耗降低 38.6%,实现了含硫污水总量降低 30%,除油率达到 99.6%,焦粉脱除率为 39.1%,保证了年污水减排量为 4.5 万 t,年污油回收量约为 1.2 万 t,实现了废气的零排放,有效地解决了延迟焦化装置高能源消耗、重污染的问题,保证了污水汽提装置平稳运行,达到了节能、降耗、减污、增效目的,实现了延迟焦化装置的清洁生产。

关键词 清洁生产 延迟焦化 能源消耗 废弃物 治理

随着我国可持续发展战略及发展循环经济思路的提出,清洁生产工作逐渐细化深化,作为经济结构调整、增长方式转变的突破口和重要措施,其地位显得愈发重要。中国石油天然气股份有限公司克拉玛依石化公司(简称中国石油克拉玛依石化公司)1.5 Mt/a 延迟焦化装置自 2006 年开展清洁生产工作以来,根据装置的生产特点和工艺特性,通过采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施,从源头削减污染,提高资源利用效率,减少或避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放,不断提高延迟焦化装置的生产运行水平,达到了节能、降耗、减污、增效目的,实现了延迟焦化装置的清洁生产^[1]。

1 装置现状

中国石油克拉玛依石化公司延迟焦化装置以新疆稠油为原料,装置主要包括电脱盐系统、焦化反应分馏系统和富气压缩吸收稳定系统 3 大部分,设备繁多,流程复杂,技术先进。该焦化装置于 2006 年开展清洁生产工作,通过对装置总体情况的审核、评估和分析,发现能源消耗及废弃物管理方面存在一些问题。

1.1 能源消耗

延迟焦化装置能源消耗主要包括燃料气、蒸汽、水及电等,其中燃料气所占比例在 55% 以上,蒸汽所占比例约 30%,电所占比例约 10%。1.5 Mt/a 延迟焦化装置设计能源消耗为 1 797.94 MJ/t,而 2005 年实际能源消耗达到 1 967.70 MJ/t,超过设计值近 10%。因此,降低燃料气、蒸汽和电的消耗是降低该焦化装置能源消耗的决定性因素^[2]。

1.2 废弃物管理

1.2.1 含硫污水品质差

延迟焦化装置产生的含硫污水基本来自分馏塔

顶,这些严重乳化的污水经油水分离器沉降后,含油量仍然在 1% (质量分数,下同)~4%,最高可达 10% 以上^[3];污水经过滤器后,焦粉颗粒的质量浓度在 20~25 mg/L。该焦化装置含硫污水实行密闭外送,直接输到污水汽提装置进行处理,水中携带的大量焦粉和污油沉积在塔器内,造成汽提塔塔盘积焦积油,长时间积累引起塔盘堵塞,造成污水汽提装置开工周期短至 3 个月,最长不超过 6 个月,同时汽提后回注水中硫、氮的含量增加,造成设备腐蚀和环境污染^[4]。

1.2.2 污水外排量

延迟焦化装置下水系统外排污水主要包括机泵冷却水、电脱盐排水和雨水,这些污水直接排入污水处理厂进行处理,未回收利用,造成下水系统污水外排量大,而焦炭冷焦用水则采用新水作为补充,从而增加环境污染,也增加装置新水消耗。

1.2.3 污油产量大

延迟焦化装置产生的污油主要是焦塔预热时的冷凝油,这些污油直接送入污油处理系统,不仅降低焦化产品的收率,也增加污油处理环节中的二次污染。

1.2.4 废气排放量大

延迟焦化装置开工时,在加热炉开始升温后,为了保证分馏系统压力正常,分馏塔产生的废气直接排入火炬系统,浪费资源,也增加环境污染。

2 清洁生产技术的实施

2.1 节能措施

2.1.1 降低燃料气消耗

延迟焦化装置加热炉余热回收系统设计采用热管式空气预热器,由于局部低温腐蚀和端热管结盐

第一作者:王航空,男,1979 年生,本科,工程师,主要从事工艺技术管理工作。

等问题,导致热管失效,造成加热炉排烟温度最高到 250 ℃,而热空气入炉温度最低降至 122 ℃,加热炉热效率远低于设计值。对此,改造措施决定采用先进的水热媒余热回收系统,以高压脱氧水为传热介质实现热烟气和冷空气之间的热量交换,保证热管表面温度均匀,通过控制脱氧水循环温度来调整排烟温度,从而避免了低温腐蚀和端热管结盐。该系统于 2009 年 6 月改造完成,投用后加热炉排烟温度降至 160 ℃,热空气入炉温度升至 267 ℃,热效率达到 91% 以上,具体见表 1。

表 1 加热炉运行参数对比

项目	改造前	改造后
炉膛温度/℃	704	684
含氧量 ¹⁾ /%	3.6	2.1
排烟温度/℃	250	160
热空气入炉温度/℃	122	267
热效率/%	86.24	91.20

注: ¹⁾以质量分数计。

另外,通过在加热炉辐射室采用纤维可塑性衬里,保证炉外壁温度在 50 ℃ 以下;通过强化加热炉操作管理,保证炉膛含氧量控制在 2%~3%。热空气入炉温度在 150 ℃ 以上,有效地改善了加热炉的操作,提高了加热炉的热效率,降低了燃料气消耗。

2.1.2 降低蒸汽消耗

延迟焦化装置使用 2 种蒸汽,如下:(1)3.5 MPa 蒸汽,主要用于加热炉注汽、蒸汽透平和 1.0 MPa 蒸汽产生;(2)1.0 MPa 蒸汽,主要用于焦炭塔冷焦、防冻防凝伴热及加热盘管等。这 2 种蒸汽都具有较大的节能潜力。

延迟焦化装置在 2005—2008 年 3 次对防冻防凝伴热线及加热盘管进行了改造,比如串联合并大量的伴热线,停用连续使用的重油伴热线,将伴热线由 136 条减少到 30 条,冬季长期投用的只有 14 条,可降低蒸汽消耗 8.0 t/h。在不影响产品质量的前提下,对焦炭塔冷焦用汽量进行调整,将小吹气蒸汽用量由 5.0 t/h 降至 3.5 t/h,大吹气蒸汽用量由 20.0 t/h 降至 16.0 t/h。

另外,车间对 3.5 MPa 蒸汽的使用进行优化控制,根据加工量变化随时调整加热炉进料泵透平转速和加热炉注汽量,以减少 3.5 MPa 蒸汽消耗。另外,透平开机时在保证预热效果的前提下,尽量缩短预热时间,减少不必要的蒸汽消耗。

2.1.3 降低水耗

(1) 降低循环水消耗

延迟焦化装置循环水系统设计 2 条并联的主线:一条是压缩机系统循环水线,主要供润滑油系统

和汽轮机凝汽器冷却使用;另一条循环水线供其他设备冷却使用。循环水总用量为 2 200~2 300 t/h。2006 年 5 月经重新改造,将 2 条主线串联使用,循环水总用量降至 1 200~1 500 t/h,夏季节约循环水 800 t/h,冬季节约循环水 1 000 t/h。

(2) 降低新水消耗

延迟焦化装置通过下水系统改造,回收机泵冷却水和雨水等品质较高的废水,作为焦炭冷焦用水,从而大量降低新水消耗;同时,将电脱盐罐注水由新水改为净化水,进一步降低新水消耗。新水用量由每月 19 000 t 左右可降低到 3 200 t 左右。

2.1.4 降低电耗

延迟焦化装置 100 kW 以上电机共有 16 台,通过对大功率设备电机安装变频控制系统,实现优化控制。其中,高压水泵电机功率为 3 300 kW,是节电的重点设备,通过优化控制,有效缩短了开机时间,电耗明显降低。

2.1.5 实行蜡油热联合

延迟焦化装置产生的蜡油外送到催化料罐,作为催化原料,为保证催化料罐的存储安全,要求蜡油冷却到 90 ℃ 以下才能外送。经过蜡油热联合改造,将 150 ℃ 以上的高温蜡油直接管输到催化装置,既减少了延迟焦化装置的冷却环节,也减少了加热环节,降低了装置能源消耗。

2.2 废弃物治理

2.2.1 含硫污水治理

根据延迟焦化装置含硫污水的来源,首先通过调整加热炉炉管注气和球阀密封气,将分馏塔顶含硫污水总量由 10 t/h 降到 7 t/h。然后根据含硫污水的特性,选用 OW-11 阳离子破乳剂,将含油量由平均 36 266 mg/L 降低到 897 mg/L,平均除油率达到 99.6%。2010 年 5 月新增 1 套 25 μm 的自动反冲洗过滤器,对较大的杂质颗粒(比如焦粉)进行过滤,脱除率稳定在 39% 左右(见表 2)。

表 2 处理前后含硫污水水质

项目	处理前/(mg·L ⁻¹)	处理后/(mg·L ⁻¹)	脱除率/%
硫化物	2 593	2 211	14.7
氨氮	2 333	2 140	8.3
石油类	36 266	142	99.6
焦粉	23	14	39.1
pH	9.1	9.1	

2.2.2 污水回收

延迟焦化装置通过下水系统改造,不仅回收了高品质废水,还将冷焦时产生的高含油废水回收到焦池,除油后循环使用。年污水减排量为 4.5 万 t,并提高了外排污水的水质(见表 3),有效地控制了

污水造成的环境污染。

表3 改造前后外排污水水质

项目	改造前	改造后
石油类/(mg·L ⁻¹)	186.8	81.2
硫化物/(mg·L ⁻¹)	16.93	5.63
COD/(mg·L ⁻¹)	3 380	1 130

2.2.3 污油回炼

延迟焦化装置通过优化工艺流程,将焦塔预热时产生的污油掺进原料罐中进行二次加工,成功实现了甩油回炼,不仅增加了焦化产品的收率,也减少了二次污染。按每个周期回炼油量50 t计算,年污油回收量约为1.2万t。

2.2.4 废气治理

针对废气排放量大的问题,通过优化工艺,在加热炉开始升温阶段,压缩机提前开机低速运转,根据升温速度和富气量提压缩机转速,保证分馏系统压力正常,压缩富气直接进吸收稳定系统充压,待系统运行正常后,干气直接外送,实现废气零排放量,节约了大量的资源,也降低了环境污染。

3 清洁生产实施效果

通过多项节能措施的落实,各项消耗都有了显著下降。延迟焦化装置能源消耗对比见表4。

表4 延迟焦化装置能源消耗对比 MJ/t

项目	设计值	2005年 实际值	2010年 实际值
燃料气	1 176.00	1 099.14	546.00
蒸汽	输入3.5 MPa 蒸汽	378.42	540.54
	输入1.0 MPa 蒸汽	421.34	673.26
	输出1.0 MPa 蒸汽	-494.76	-459.90
	输出0.3 MPa 蒸汽	0	-95.76
水	输入新水	0.84	1.26
	输入循环水	64.26	71.40
	输入除氧水	21.84	23.94
	输入除盐水	1.93	1.68
	输出凝结水	-8.68	-36.54
	电	236.75	148.68
综合能源消耗	1 797.94	1 967.70	1 103.10

从表4可以看出,1.5 Mt/a延迟焦化装置能源消耗明显降低,2010年实际值为1 103.10 MJ/t,较设计值降低694.84 MJ/t,较2005年降低864.60 MJ/t。自开展清洁生产工作以来,2010年实际综合能源消耗降低38.6%,折合燃料油为18.1 kg。

通过多项环保措施的落实,延迟焦化装置含硫污水总量降低30%,除油率达到99.6%,焦粉脱除率为39.1%,有效解决了污水带油和焦粉的问题,减少了环境污染,保证了污水汽提装置连续平稳运

行8个月以上,目前运行状态仍然良好。同时,年污水减排量为4.5万t,年污油回收量约为1.2万t,实现了废气的零排放,在废弃物管理方面也有了明显的改善。

4 结 语

(1) 延迟焦化装置通过多项清洁生产技术的成功实施,能源消耗明显降低,并有效地解决了“三废”的治理和排放问题,达到了节能、降耗、减污、增效目的,实现了延迟焦化装置的清洁生产。

(2) 延迟焦化装置将清洁生产的理念应用于生产,取得了初步的成功,但是清洁生产是一项长期工作,是持续清洁生产工作的开始,必须长期开展。

参考文献:

- [1] 郑宗孝.延迟焦化装置的清洁生产[J].石油化工安全环保技术,2007,23(4):1-4.
- [2] 王航空,肖知俊,李兴明,等.延迟焦化装置能耗分析及优化措施[J].中外能源,2010,15(1):112-115.
- [3] 胡志文,唐志清,陈国富,等.延迟焦化装置酸性水中废油的回收利用[J].石油炼制与化工,1999,30(11):66-67.
- [4] 程凤珍,侯天明,汪华林.焦化含硫污水旋流除油除焦粉技术研究[J].石油化工环境保护,2003,26(2):33-37.

编辑:贺锋萍 (修改稿收到日期:2011-05-24)

中国开展荒漠生态系统服务功能监测与评估

从中国林业科学研究院荒漠化研究所了解到,中国林业科学研究院、中国科学院、北京林业大学和北京联合大学,目前正在共同开展荒漠生态系统服务功能监测与评估。这将填补荒漠生态系统服务功能定量评估的空白。

该研究项目负责人、中国林业科学研究院荒漠化研究所研究员卢琦表示,这一科研项目以沙漠、戈壁和绿洲等主要荒漠生态系统类型为研究对象,采用集成创新方法,开展荒漠生态系统服务功能监测与评估方法研究,评估荒漠生态系统的碳汇潜力、沙尘化学循环的全球环境增益以及荒漠地区对区域水文调控、防风固沙、生物多样性保育、文化旅游等多维效益。该项目预计2012年底完成。

“荒漠生态系统是我国西北地区最主要的生态系统类型,也是我国陆地生态系统的重要组成部分,蕴藏着大量珍稀、特有物种和珍贵的野生动植物基因资源,具有独特的结构和功能。荒漠生态系统在防风固沙、水文调控、气候调节以及生物多样性保育等方面发挥着重要的生态服务功能,同时在碳汇和生物地球化学循环方面也发挥着不可替代的作用。”卢琦说。

该项目专家咨询组组长蒋有绪院士说,荒漠生态系统服务功能监测与评估对于全面认识荒漠生态系统服务功能的空间格局、演变特征及其对全球气候变化的响应具有重要意义,可以促进决策者、管理者 and 使用者对荒漠生态系统与人类福祉之间相互关系的科学认识和理解,进而通过改善生态系统管理,建立荒漠生态系统功能恢复和持续改善的技术支持模式,实现干旱区生态脆弱的荒漠生态系统功能的恢复重建,以满足人们日益增长的生态系统服务需求。

(摘自《新华网》2011-06-30)

