

炼化企业热媒水低温余热回收利用方案*

岳 勇¹ 郝清源¹ 刘国瑞² 魏伟胜²

(1. 中国石油安全环保技术研究院; 2. 中国石油大学(北京)化学工程学院)

摘 要 对典型炼化企业热媒水的温度、压力、流量及气分、伴热装置的蒸汽使用情况进行调研,根据低温余热的利用原则,简化低温余热回收利用系统建立步骤,提出适合本企业、有针对性的低温余热回收利用方案。方案实施后,可为企业节省各类蒸汽 3.6×10^5 t/a,年增加经济效益近 4 000 万元。

关键词 炼化企业; 热媒水; 低温余热; 回收利用

中图分类号: TE682

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2012)06-0007-03

0 引 言

炼化企业的热媒水中蕴涵着巨大的低温余热资源,经调查,这些热媒水主要分布在常减压蒸馏、催化裂化、延迟焦化和临氢装置等设备中^[1]。通常情况下,这部分热媒水经循环水冷却后回用,而热媒水中的热量则排放到环境中,既浪费能源,又污染环境。同时,气分装置和伴热系统要消耗大量的蒸汽,若能将热媒水中的热量回收利用,则可减少循环水的使用量,消除热污染,极大降低了能耗,节约了成本。

根据低温余热利用策略^[2],建立回收网络^[3],充分利用热泵升级技术^[4-5],对低温余热进行综合利用,能够提高其利用效率,增加经济效益。

1 低温余热网络合成步骤

低温余热回收利用系统的建立极为复杂,在回收利用之前应进行充分的调查分析,主要包括以下步骤:

◆ 对企业的低温热源和热阱进行调研,确定各热源和热阱处低温余热的品质类型、能级、总量等,对热源和热阱情况进行汇总分析。

◆ 根据“温度对口、梯级利用”的原则,对调研的热源和热阱进行合理搭配,确定低温余热在各装置间的流向。

◆ 根据各装置的热负荷,计算热媒水在各装置进出口的温度,确定热媒水的流量。

◆ 对低温余热较大、无法直接利用的低温余热用热泵进行升级,待提高余热品位后再利用,以提高低

温余热的利用率。

◆ 为保证低温余热系统的正常运行,引入温度调节装置,用以控制整个系统的温度。

2 热媒水中低温余热资源分析

调研对象为北方某炼化企业常减压装置、重催装置、连续重整装置等,这些装置的热媒水中低温余热品位较高,热量较大,易于回收利用。各装置热媒水的温度、压力、流量等情况如表 1 所示。

表 1 热媒水情况调查汇总

装置名称	出装置水温/℃	回装置水温/℃	出装置水压/MPa	回装置水压/MPa	水流量/(t/h)
500 万 t 常减压	65	40	0.15	0.15	505
550 万 t 常减压	87	72	0.73	0.73	1 000
140 万 t 重催	96	89	1.2	0.8	400
300 万 t 重催	96	89	1.2	0.8	400
连续重整	87	72	0.73	0.73	1 000

表 1 中热媒水中的低温余热量可以通过公式取,显热的计算公式如下:

$$Q_p = m \overline{C_p} (T_2 - T_1) \quad (1)$$

式中: Q_p —恒压条件下物质吸收或放出的热量, kJ;

$\overline{C_p}$ —物质的平均恒压热容, kJ/(kg·℃);

* 十二五国家科技支撑计划项目“千万吨级炼化工业园区污水与废泥高效利用技术及集成示范”课题基金(2011BAC06B05)

岳勇, 2007 年毕业于北京师范大学环境科学与工程专业, 博士, 高级工程师, 现在中国石油安全环保技术研究院从事油气田固废处理及石油行业节能技术研究。通信地址: 北京市昌平区沙河镇西沙屯桥西中国石油创新基地 A 座, 102206

m —物质的质量, kg。

工程计算中当温度变化范围不大时,可用式(2)近似计算显热:

$$Q_p = mC_p \frac{T_1+T_2}{2} (T_2 - T_1) \tag{2}$$

式中: $C_p \frac{T_1+T_2}{2}$ —平均温度为 $\frac{T_1+T_2}{2}$ 时物质的真热容, kJ/(kg·℃)。

由水的物理性质表得到相关温度下水的比热容,再根据上式对各装置进行热量衡算,得出表1中各装置热媒水的低温余热负荷,结果如表2所示。

表2 各装置热媒水负荷数据

装置名称	出装置水温/℃	回装置水温/℃	水流量/(t/h)	低温热负荷/(GJ/h)
500万t常减压	65	40	505	54.6
550万t常减压	87	72	1 000	65.3
140万t重催	96	89	400	12.4
300万t重催	96	89	400	12.4
连续重整	87	72	1 000	65.3

3 气分和伴热装置蒸汽消耗情况

文章调研的热阱是上述企业的气分装置和伴热系统,通过对蒸汽温度、压力、用量等情况进行调查分析,获得各装置低温余热需求情况,如表3所示。

表3 蒸汽数据调查汇总

装置名称	蒸汽温度/℃	冷凝出水温度/℃	蒸汽压力/MPa	凝结水压力/MPa	蒸汽用量流量/(t/h)
30万t气分进料预热器	150	80	0.3	0.05	5
30万t气分脱丙烷塔重沸器	150	80	0.3	0.05	8
30万t气分脱乙烷塔重沸器	150	80	0.3	0.05	6
40万t气分装置	178	80	0.83	0.1	15
伴热装置	170	88	0.6	0.1	25(冬) 1(夏)

表3中各装置的低温余热需求可通过水的显热、潜热计算公式求取,其中,潜热的计算公式为:

$$Q = m\Delta H \tag{3}$$

式中: m —物质的质量, kg;

ΔH —液体的汽化热或冷凝热, kJ/kg。

由水的物理性质表,得到相关温度下水的比热容和冷凝热,对各装置进行热量衡算,得出表3中各装置低温余热需求量分布,结果如表4所示。

表4 热阱分布状态

装置名称	蒸汽温度/℃	冷凝水温度/℃	蒸汽压力/MPa	蒸汽用量/(t/h)	负荷/(GJ/h)
30万t气分进料预热器	150	80	0.3	5	12.3
30万t气分脱丙烷塔重沸器	150	80	0.3	8	19.6
30万t气分脱乙烷塔重沸器	150	80	0.3	6	14.7
40万t气分装置	178	80	0.83	15	37.4
伴热装置	170	88	0.6	25(冬) 1(夏)	61.2(冬) 2.5(夏)

4 低温余热回收利用方案

根据表2和表4中各装置低温余热的温度、压力和总量的供需情况,对低温余热进行合理匹配,利用550万t常减压装置、连续重整装置、140万t重催装置和300万t重催装置的热媒水为30万t气分装置、40万t气分装置和伴热装置进行供热。同时,保证低温热系统停止使用时,原系统能够平稳运行,保持原热媒水冷却部分不变。

首先,将400 t/h的140万t和300万t重催装置出来的96℃的热媒水合并后,用于给30万t气分装置脱丙烷塔重沸器供热,根据脱丙烷塔重沸器的需热量要求,计算得出给该重沸器供热后热媒水出水温度约为90.4℃。为了保证返回两套重催装置的热媒水达到温度要求,让90.4℃的热媒水先经过温度调节系统调整温度,待达到要求后再返回重催装置循环使用。

其次,将 1 000 t/h 的连续重整装置和 550 万 t 常减压装置出来的 87℃ 的热媒水合并后用于给 30 万 t 气分进料预热器、30 万 t 气分脱乙烷塔重沸器和 40 万 t 气分装置供热,三个换热器中热媒水的流量分别为 382 t/h、457 t/h 和 1 161 t/h,换热后热媒水温度为 79.6℃。为了进一步利用其中的热能,引入热泵升级系统,为伴热装置供热,最后经温度调节系统使温度达到要求后回用。

根据以上数据,可以得到低温余热回收利用系统各装置的匹配关系及能量平衡关系,如图 1 所示。

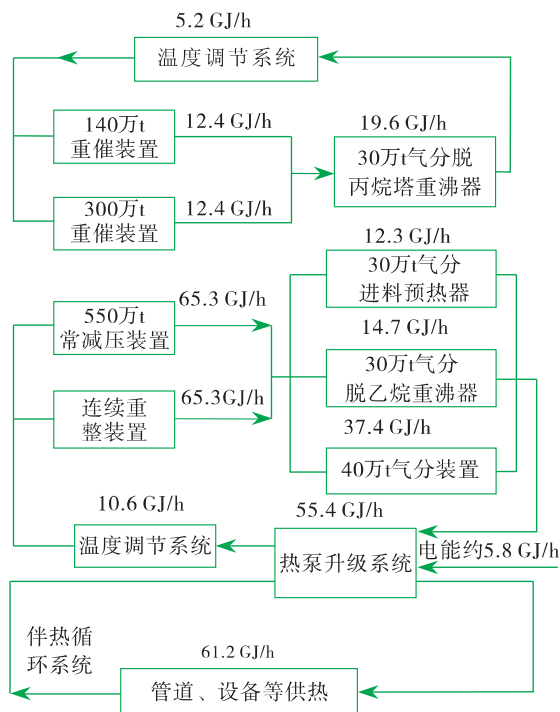


图 1 低温余热系统能量平衡

由图 1 可知,该低温余热回收系统可以提供的低温热为 155.4 GJ/h,而可以回收的最大热量为 139.4 GJ/h,尚有 16 GJ/h 的热量有待回收,这部分热量可以就近用于办公室供暖,从而进一步提高节能潜力。

5 结 论

该企业常减压蒸馏、重催、连续重整等装置热媒水中蕴涵着巨大的低温余热资源,经计算,可回收的低温热量高达 210 GJ/h。

该企业气分、伴热装置的热负荷为 155.4 GJ/h,可用热水替代原来的蒸汽进行供热,从而节省大量高品位热源的消耗。

该低温余热回收利用系统建立后,年回收低温余热可达 80 万 GJ 以上,年节约蒸汽量达 36 万 t,仅从节能方面而言,年增加经济效益近 4 000 万元,且系统节能潜力可进一步挖掘,通过提高热泵性能,制热量达 70 GJ/h。

参 考 文 献

- [1] 赵欣梅,刘国瑞,霍雪艳.炼化企业低温余热利用技术探讨[J].油气田环境保护,2011,21(4):1-3.
- [2] 方利国.节能技术应用与评价[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [3] 华贲,仵浩.炼油企业低温热大系统优化利用技术[J].炼油技术与工程,2007,37(12):33-38.
- [4] 杨开益.低温工业余热回收的热泵技术[J].宝钢技术,1995(2):59-64.
- [5] 张红.用低沸点工质的朗肯循环(ORC)方法回收低位工业余热[J].节能,2004(11):22-24.

(收稿日期 2012-03-15)

(编辑 王蕊)

广 告 索 引

中海石油环保服务(天津)有限公司

投稿要求

诺维信生物公司

杰瑞能源服务有限公司

GE 发电设备与水处理

陕西省油气田环境污染控制技术与储层保护重点实验室

封面折页

封 二

封 三

封 底

后 插 一

后 插 二