

上升管余热回收技术在广西钢铁焦化厂的应用

陈 意 (广西钢铁集团有限公司焦化厂, 广西 柳州 545002)

摘 要: 目前焦化行业采用的荒煤气余热回收装置主要有两种形式, 分别为“盘管式”和“夹套式”, 文章主要对广西钢铁焦化厂采用的“盘管式”上升管余热回收项目的工艺组成、特点、运行效果、经济效益进行分析。

关键词: 上升管荒煤气换热器; 汽包; 蒸汽

炼焦煤在焦炉中被隔绝空气加热干馏产生焦炭, 同时大量挥发出来 750~850℃ 的荒煤气。目前焦化行业对荒煤气带出的显热常规处理方法为喷洒大量 70~75℃ 的循环氨水来冷却高温荒煤气, 但如此会造成高温荒煤气带出显热无法利用而白白浪费。而上升管余热回收则利用除盐水与高温荒煤气进行间接换热, 一方面降低荒煤气温度, 另一方面可以产生蒸汽供厂内使用。

1 工艺组成

本项目主要由盘管式上升管荒煤气换热器、汽包、除氧给水泵、汽包给水泵、强制循环泵及配套的供配电、检测控制系统等组成, 除氧水利用干熄焦车间除氧器提供, 通过除氧给水泵将除氧水送到余热回收除氧水箱, 再通过汽包给水泵将除氧水箱内的除氧水送入汽包内, 汽包内除氧水由强制循环泵送入上升管荒煤气换热器内, 产生汽水混合物, 产生的汽水混合物再返回汽包, 汽包内的饱和蒸汽再由气液分离器分离出饱和蒸汽后并入厂内低压蒸汽管网, 系统工艺流程如图 1 所示:

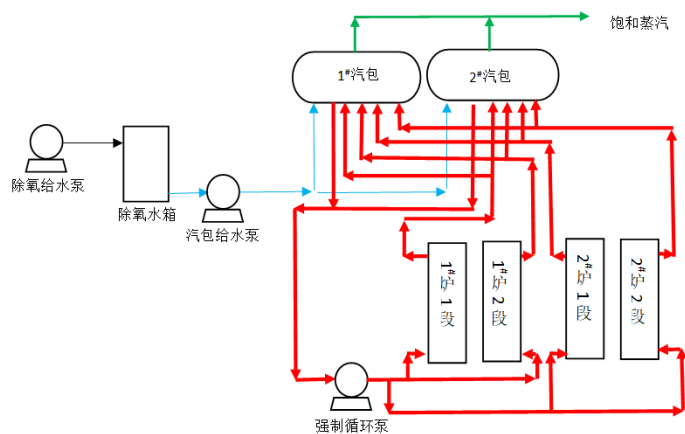


图 1 上升管余热回收系统工艺流程图

本项目配套 4×60 孔炭化室高度 7.5m 顶装焦炉, 共建设两套, 分别对应 2×60 孔焦炉, 每套设置 2 个汽包, 单个汽包可以满足 2 座焦炉生产, 项目产生 0.9~2.0MPa 饱和蒸汽并入焦化厂低压蒸汽管网, 供化产车间生产使用。

2 部分结构特点

①上升管荒煤气换热器采用的 HYWHR 型双盘单介质盘管式荒煤气换热器, 从内壁到换热水之间经过三层共 ~15mm 的传热壁厚, 明显优于其他水夹套类型换热器的 28~30mm 换热壁厚, 传热效率高; 采用盘管走水

强制循环进行换热, 这样水在盘管内处于强制高雷诺数的紊流状态, 换热效率明显优于夹套方式的稳流状态;

②装置采用双汽包设计, 单个汽包即可满足 2 座焦炉正常生产要求。汽包属于压力容器, 投用后 3 年需要进行内部检查。届时需要断水, 若只有一个汽包, 则余热回收装置需要全停进行干烧, 时间大概为 2 天。虽然盘管式余热回收装置具有长时间干烧无损坏记录, 但不建议大面积干烧;

③每组 2×60 孔焦炉上升管分为 4 段, 即每 30 个上升管为一段, 每座焦炉第一段上升管进入 1# 汽包、第二段上升管进入 2# 汽包, 解决焦炉 2-1 串序出焦导致的两个汽包产气不均衡的问题;

④每个上升管可以单独控制循环量同时上升管内筒壁面经过光洁表面处理, 可以控制荒煤气出口温度在火落点之前 $\geq 480^{\circ}\text{C}$, 以防止出现焦油冷凝造成开上升管盖时出现冒黑烟、黄烟污染环境的情况;

⑤整个上升管荒煤气换热器只有换热盘管内部有压力, 其他部位都是常压非封闭结构, 所以按照国家的压力容器管理规范, 不属于压力容器, 不需要进行年检。

3 项目运行效果

目前 2#、3#、4# 焦炉配套的上升管余热回收项目已经投入使用, 其中 3# 焦炉配套上升管余热回收已经投入使用约半年时间, 各焦炉上升管总体运行良好, 上升管内部没有出现明显的结焦油等情况、换热盘管没有出现漏水现象, 系统各项参数及蒸汽产量逐步稳定。

3.1 蒸汽产量

本项目设计为生产 0.9MPa~2.0MPa 的饱和蒸汽, 0.9MPa 饱和蒸汽产量约 36t/h, 目前由于化产使用的低压蒸汽管网管道安全阀设置的压力较低, 系统外供 0.9MPa 压力的饱和蒸汽时, 外部管网安全阀容易起跳, 故目前实际的外供蒸汽为 0.85MPa 饱和蒸汽。

由于目前几座焦炉均未达到满产, 且生产过程中周转时间调整较多, 根据目前非满负荷的生产状况进行核算。截止 12 月 16 日, 3#、4# 焦炉共产焦炭 388726t, 蒸汽产量共计 33228t, 折算蒸汽产率约 85.5kg/t 焦。

3.2 上升管出口荒煤气温度

为确保上升管换热器内筒不出现焦油冷凝或生长石墨现象, 从而防止出现上升管开盖冒黑烟、黄烟污染环境, 上升管出口荒煤气温度在火落点之前必须 $\geq 480^{\circ}\text{C}$,

通过每根上升管进出口阀门对单根上升管的循环量进行调节,既保证每根上升管换热器的换热效果达到最佳,又保证上升管出口荒煤气温度在火落点之前不低于480℃,以4[#]焦炉为例,各段上升管换热器出口荒煤气温度如表1所示。

表1 4[#]焦炉各段上升管荒煤气换热器出口荒煤气温度

上升管 编号	61 [#] ~70 [#]	71 [#] ~80 [#]	81 [#] ~90 [#]	91 [#] ~ 100 [#]	101 [#] ~ 110 [#]	111 [#] ~ 120 [#]
出口荒 煤气平 均温度	503.9℃	506.9℃	500.2℃	495.5℃	498.1℃	508.6℃

从上表可以看出,4[#]焦炉各段上升管出口荒煤气平均温度均在500℃左右,且均大于480℃。

3.3 上升管表面温度

焦炉产生的高温荒煤气进入上升管换热器后经过与盘管内的除盐水换热后,温度降低,上升管表面温度也得到降低,以3[#]焦炉1~10[#]上升管为例,经现场测试,上升管换热器外罩温度下降明显如表2所示,上升管周边的作业环境得到了明显改善。

表2 3[#]焦炉部分上升
管外表温度情况(室外温度12℃)

上升管编号	上部/℃	中部/℃	下部/℃
1	30	28	51
2	44	32	50
3	35	32	53
4	32	33	52
5	35	36	52
6	42	35	49
7	40	33	50
8	43	38	52
9	48	41	52
10	43	38	57
平均	39.2	34.6	51.8

4 经济效益估算

本项目主要利用除盐水与荒煤气进行换热,荒煤气从焦炉炭化室上升管入口的约800℃降低到约550℃以下,同时产生大量的饱和蒸汽外供厂内使用。

4.1 外供蒸汽价值

以焦炭产量350万t/a,生产0.85MPa饱和蒸汽,蒸汽产率按目前测算的85.5kg/t焦,蒸汽价格按照柳钢内

部结算价格110元/t进行计算:

蒸汽年产量:350万t×0.0855t/t焦=29.9万t。

年收益:29.9万t×110元/t=3289万元。

4.2 生产成本

①除盐水消耗:33万t×7.8元/t=257.4万元;

②冷却用生产水:10t/h×24×365×1.2元/t=10.5万元;

③电耗:878kVA×24×365×0.6元/kWh=461.5万元。三项相加,每年的生产成本为729.4万元。

4.3 直接效益

根据以上两项计算,产生的蒸汽价值扣除生产成本后,每年直接效益为:3289-729.4=2559.6万元。

5 结束语

①焦化节能减排是目前行业的重点工作,通过对上升管的改造有效地回收了荒煤气的废热,是一项一举多得的节能环保技术;

②采用上升管余热回收技术,不仅可以产生蒸汽供化产使用,降低了吨焦能耗,而且降低了焦炉炉顶区域的环境温度,经济效益和社会效益都很明显;

③采用“盘管式”上升管荒煤气换热器可以解决“夹套式”上升管荒煤气换热器将来可能面临的压力容器检验难题;

④汽包作为压力容器,采用双汽包结构可以避免压力容器到期检验需要全系统停产的问题;

⑤采用双汽包结构时,双汽包间应增加一根液位平衡管道,便于对双汽包液位进行调节。

参考文献:

- [1] 伊才状.上升管余热回收技术应用[N].世界金属导报,2021-03-02(B07).
- [2] 廖礼宝,刘仕虎,李海波.焦炉上升管余热回收技术新进展与关键技术问题的思考[A].中国金属学会.2020年全国冶金能源环保技术交流会会议文集[C].中国金属学会:中国金属学会,2020:6.
- [3] 陈巍.焦炉上升管荒煤气余热回收利用的相关技术分析[J].河北企业,2020,4(07):149-150.
- [4] 马庆磊,刘学,张家立,韩宇.焦炉上升管荒煤气显热回收与替代管式炉技术的应用[J].中国高科技,2020,4(14):158-160.
- [5] 余志彦.上升管荒煤气余热回收利用技术在PW型焦炉上的运用[J].山东冶金,2020,42(01):51-53.
- [6] 柯菲,高雅莹,张倩,李勋奇,刘璐.钢铁企业余热资源回收利用技术现状综述[J].机电信息,2021,4(19):62-65.
- [7] 李惠莹,王浩,金保昇.焦炉荒煤气余热回收技术现状与应用前景分析[J].冶金能源,2017,36(05):46-49.
- [8] 杨桂兰,陆建宁,彭友谊.高效分布式焦炉上升管荒煤气余热回收集成技术[J].燃料与化工,2018,49(05):23-24+27.