

吹风气余热回收系统改造总结

郭晓玲

(山西兰花科创化肥分公司)

摘要: 本文简要介绍了对吹风气回收系统进行工艺、设备改造,通过改造效果明显。

关键词: 吹风气; 余热回收系统; 改造

前言

山西兰花科创股份有限公司化肥分公司为合成氨生产能力 $18 \times 104t/a$ 、尿素 $30 \times 104t/a$ 的大型氮肥生产企业。造气系统采用固定床间歇法制气,十七台 $\Phi 2610$ 煤气发生炉共分三个工段,其中 1#造气系统配有五台 $\Phi 2610mm$ 的煤气炉,正常生产开四备一,配套 10t/h 吹风气余热回收装置(锅炉型号 Q33/850-10-1.25/310),该装置投运时间较长,实际运行效果很差,正常生产只能间断回收 2 台造气炉吹风气量,且系统正压严重,排烟温度高、粉尘含量超标,无法满足生产和环保要求。2010 年初我公司经过考察和慎重考虑,在原有余热锅炉不动的条件下,对系统进行了重新设计改造,于 2010 年 12 月初投入系统,目前该系统正常回收四台炉吹风气量,副产蒸汽 10t/h,各项工艺指标运行正常,改造效果明显。

1 改造前系统工艺状况及改造思路

1.1 改造前系统工艺状况分析

改造前 1#吹风气系统只能回收两台造气炉吹风气,排烟温度为 $105^{\circ}C$ 左右,如回收台数增加,则排烟温度达到 $150-200^{\circ}C$,系统正压,出口残余可燃气体高。其主要原因有:系统配用的 $\Phi 3800$ 燃烧炉,设计烟气量是 $18000Nm^3$,而实际烟气量达到了 $30000Nm^3$ 。燃烧炉燃烧空间不足,气体燃烧不充分,烟气排放不达标。其次系统在设计时没有考虑到系统排灰装置,尤其在造气系统改烧型煤后原除尘设备已远不能满足生产需要,造成系统换热器、锅炉列管堵塞换热效果差。

1.2 系统改造思路及工艺路线的确定

1.2.1 创造吹风气高温燃烧条件

低温吹风气(小于 $400^{\circ}C$)因温度低于其可燃气体的着火温度($600^{\circ}C$),送入助燃二次空气让其燃烧,不但不能燃烧,而且极有可能发生爆炸事故。因此在设计中能使低温吹风气安全燃烧的关键,是创造并保持一个有适当容积的高温($800-950^{\circ}C$)燃烧环境(空间),让低温的吹风气(低热值)和二次空气进入该高温燃烧环境后就在瞬间迅速提高到 $600^{\circ}C$ 以上的着火温度,并燃烧放出化学热,保持燃烧炉内的高温燃烧环境,离开燃烧炉的高温烟气,再由其后面的余热锅炉回收热量产生蒸汽。即燃烧与取热必须分开为两个独立的设备,才能保持燃烧炉内的高温环境,实现低温吹风气的连续安全燃烧和回收热量。

提高和保持燃烧炉内的高温燃烧环境,由于低温吹风气($200-350^{\circ}C$)燃烧后放出的化学潜热,尚不能将其烟气温度提高到 $750^{\circ}C$ 以上($750^{\circ}C$ 为安全燃烧温度),为此必须引入热值 $2500-3300kcal/Nm^3$ 等高热值的气体送入燃烧炉燃烧,使燃烧炉内温度保持在 $800 \sim 950^{\circ}C$ 的高温状态。

1.2.2 加强余热回收

利用引风机前的低温烟气余热将常温的二次风空气预热至 150℃ 以上，然后送入燃烧炉助燃，以此来提高燃烧炉的燃烧温度，同时烟气也降至 130℃ 以下再排入烟囱。但是当吹风气温度小于 250℃，其可燃组份也较低，合成二气已提 H₂，数量和热值减少，离开锅炉的烟气温度比较低，二次风空气预热温度也低于 150℃，在以上等等因素的影响下，流程设置低温空气预热器或者设置高温空气预热器，将初步预热至 150℃ 的二次风空气进一步预热至 350℃ 或者 400℃，甚至更高，让其将热量带回燃烧炉，保持燃烧炉内的高温燃烧环境，实现低温吹风气的连续安全燃烧而回收其潜热。

2 工艺流程

2.1 流程简述

气体流程。各造气炉产生的 250℃ 的吹风气进入吹风气总管，经旋风除尘器除尘后，与高温空气预热器送来的 400℃ 的高温空气经混燃器混合后进入燃烧炉燃烧，与此同时，从合成送来的弛放气经减压后入缓冲罐、安全水封，与低温空气预热器送来的 150℃ 的助燃空气在燃烧器内混合燃烧，产生的高温烟气入燃烧炉，从而保证燃烧炉内的温度保持在 750-900℃ 的安全燃烧温度。燃烧炉出口的（800-950℃，37000Nm³/h）高温烟气依次进入高温空气预热器、蒸汽过热器、余热锅炉、软水加热器、第一空气预热器，热量阶梯利用后，被引风机抽送至水膜式组合烟囱除尘后直接放空。

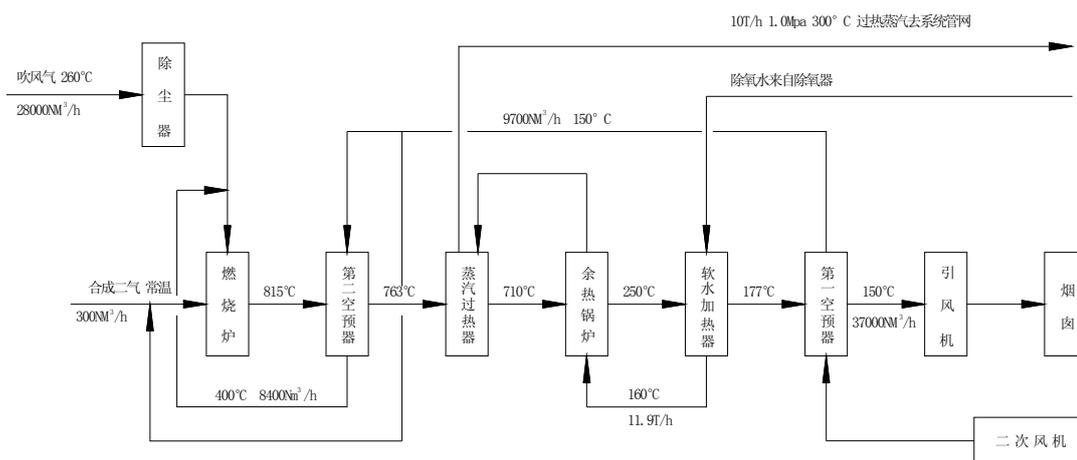
2.1.1 汽水流程

由锅炉除氧器和尿素解析废液送来的两部分软水送入软水加热器由 90℃ 提高至 160℃ 左右送入余热锅炉，在上下锅筒之间的对流管束中经烟气加热形成自然循环，产生的汽水混合物经上锅筒内的分离器进行汽水分离，然后进入蒸汽过热器产生 1.0Mpa、300℃ 过热蒸汽送入蒸汽管网。

2.1.2 空气流程

空气经鼓风机加压后经过低温空气预热器预热至 150℃ 后，部分送入高温空气预热器与吹风气混合后送入燃烧炉，部分与合成弛放气混合燃烧后进入燃烧炉。

2.2 工艺流程简图



3 主要设备选型

3.1 燃烧炉

受改造场地限制，燃烧炉采取在原有设备基础上进行改造，将炉体加高 2 米，由平顶改为锥顶结构，增加了燃烧空间，采用三层折流式蓄热层，保证可燃气体和助燃气体（空气）多次反复混合接触着火燃烧和烧尽。

3.2 旋风除尘器

在燃烧炉之前增加了一台新型结构的旋风除尘器，满足烧型煤工艺条件。

3.3 蒸汽过热器

蒸汽过热器换热管采用蛇形管错排，与高温烟气逆向换热。避免竖向排列换热管下部弯头内出现存液蒸发爆管，提高设备使用寿命。

3.4 高温空气预热器

高空预热器采用列管式结构，耐热钢光管形式，一端焊接另一端为密封自由端，有效解决热胀冷缩因素对设备造成的损坏，延长了设备使用寿命。

3.5 加热器

软水加热器的换热管采用横置式翅片管结构，既强化了传热，又能够有效防止积灰。

3.6 吹灰器

针对造气系统掺烧型煤后吹风气中粉尘含量较大的实际情况，在高温空预器与蒸汽过热器间烟道、余热锅炉对流管上中下部、软水加热器与低温空预器设备前各增加一台吹灰器。保证了各换热设备高效、稳定运行。

3.7 组合式水膜除尘烟囱

新增组合式水膜除尘烟囱使烟尘浓度控制在 50mg/Nm³ 以内。

4 改造后运行效果

自 2010 年 12 月系统改造工程结束并入系统后，系统运行稳定，四台炉的吹风气量全部回收，副产蒸汽 10t/h，放空烟气粉尘含量在 40-50mg/m³，工作环境得到了改善，年产新增蒸汽价值 320 万元，扣除新增电耗 11.4 万元、耗水 21.6 万元、设备折旧 2.38 万元、设备维修 5 万元/年，年新增利润 279.62 万元，不到一年即可收回全部投资。