

焦炉烟气、干熄焦烟气脱硫脱硝综合治理研究及应用

李希宝 张宇

石横特钢集团有限公司 肥城 271612

摘 要: 本文对焦炉、干熄焦烟气脱硫脱硝治理问题进行了研究和分析, 结合生产实际情况, 制定了切实可行的综合治理措施并进行了实施, 达到了焦化烟气治理超低排放标准要求。

关键词: 焦炉烟气; 脱硫脱硝; 超低排放

前言

石横特钢集团有限公司是一家钢焦联合企业, 下属的焦化公司有一座焦炉, 设计炉型为(40+41)孔 5.5 米复热式捣固焦炉。焦化公司主要产品是焦炭, 副产品有煤气, 粗苯, 焦油, 硫铵, 装置年设计生产能力为 75 万吨焦炭。为满足超低排放环保要求, 焦炉烟气处理系统设计有脱硫脱硝装置, 脱硫工艺采用石灰石膏工艺方法, 脱硝工艺采用 SCR 脱硝, 焦炉烟气经脱硫脱硝后, 能够实现达标排放。随着环保标准要求提高, 焦炉烟气、干熄焦除尘烟气、干熄焦放散烟气、焦侧除尘烟气均需要达到超低排放的标准和要求, 烟气出口 SO_2 , NO_x , 粉尘三项指标均需要符合地方和国家的环保超低排放标准要求。

现状分析

从 2020 年 11 月 1 日起, 山东省大气排放执行新的环保排放限值, 实行超低排放, 要求更加严格。按超低排放限值要求焦炉机焦侧除尘烟气 SO_2 排放值不超 $30\text{mg}/\text{m}^3$ (2020 年 11 月 1 日前为不超 $50\text{mg}/\text{m}^3$), 干熄焦地面除尘 SO_2 排放值不超 $50\text{mg}/\text{m}^3$ (2020 年 11 月 1 日前为不超 $100\text{mg}/\text{m}^3$)。焦侧除尘实际运行时, SO_2 排放值最大 $600\text{mg}/\text{m}^3$ (间断性, 每 20 分钟一次, 不连续, 出焦时最大, 持续 3 分钟)。干熄焦地面除尘实际运行时, SO_2 排放值最大 $500\text{mg}/\text{m}^3$ (间断性, 每 20 分钟一次, 不连续, 出焦时最大, 持续 3 分钟)。按山东省大气环保排放限值要求, 需要对干熄焦除尘烟气、干熄焦放散烟气、焦侧除尘烟气进行研究, 实施治理。

生态环境部 2024 年 1 月发布了《关于推进实施焦化行业超低排放的意见》, 对照这一《意见》, 我们的焦炉烟气脱硫脱硝系统需要增设备用脱硫脱硝余热设施, 满足在用脱硫脱硝余热系统停机检修需求。

治理工艺流程设计

通过对焦炉烟气、焦侧除尘烟气、干熄焦装焦烟气、干熄焦放散烟气数据的分析研究, 结合现有焦炉脱硫脱硝工艺流程, 我们提出了对焦化公司以上烟气进行综合治理的思路。根据这一思路, 我们设计了焦炉烟气、焦侧除尘烟气、干熄焦装焦烟气、干熄焦放散烟气综合脱硫治理工艺流程。

首先, 在现有实际场地和焦炉烟气脱硫脱硝余热

系统的基础上, 增设了一套新的焦炉烟气脱硫脱硝余热装置。

经考察了解, 国内焦炉烟气脱硫工艺主要有三类, 一是湿法脱硫(石灰石膏法, 目前我们公司焦化和烧结在用), 二是半干法脱硫(主要有两种一种是 CFB 循环硫化床脱硫方式, 一种是 SDA 旋转喷雾脱硫方式, 我公司发电厂 220 锅炉在用的是 SDA 方式脱硫), 三是干法脱硫(主要有钠基脱硫剂脱硫和钙基脱硫剂脱硫)。烟气脱硝工艺流程均采用 SCR 低温脱硝工艺, 向烟道内喷氨脱硝。

目前我们焦化公司在用的烟气脱硫工艺采用的是湿法脱硫工艺, 通过几年的运行实践经验, 我们对这三类脱硫脱硝工艺进行了综合对比分析, 湿法脱硫工艺有以下优势: 一是运行成本较半干法及干法脱硫运行成本低; 二是脱硫效率较半干法及干法脱硫效率高, 比较适合含硫高焦炉烟气脱硫工况; 三是脱硫副产物为石膏, 我们集团公司有微粉车间, 可以内部消化使用, 脱硫产生的压滤水可输送至我们公司的污水处理厂处理, 对外部环境无不良的影响。而且, 湿法脱硫工艺符合国家环保政策中焦化脱硫工艺流程政策要求。经过对比分析, 我们还是选择了湿法脱硫工艺, 脱硝工艺还是选择成熟的 SCR 低温脱硝工艺流程。

新增的脱硫脱硝余热系统(2# 系统)按照超低排放标准的要求进行建设, 整个系统处理能力在 100% 最大工况时还有一定的余量, 风机预留了约 20% 的能力, 最大风量按 $32.4\text{万 Nm}^3/\text{h}$, 全压按 9500Pa 进行设计, 风机电机功率 2000Kw 。该改造项目于 2022 年 2 月 28 日接口完成, 投入 168h 试运行, 经过运行测试, 焦炉烟气出口 NO_x 、 SO_2 及烟尘排放浓度均可达到超低排放标准要求, 进口氮氧化物 $560\text{--}600\text{mg}/\text{m}^3$, 出口氮氧化物约 $50\text{mg}/\text{m}^3$; 氨逃逸率 0.5ppm ; 入口 SO_2 含量 $180\text{--}200\text{mg}/\text{m}^3$, 出口 SO_2 含量 $12\text{--}15\text{mg}/\text{m}^3$, 出口烟尘含量 $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ 左右, 烟气流量最大 $25.0\text{万 m}^3/\text{h}$, 系统运行平稳。原有的脱硫脱硝余热装置(1# 系统)作为焦炉烟气治理的备用系统。

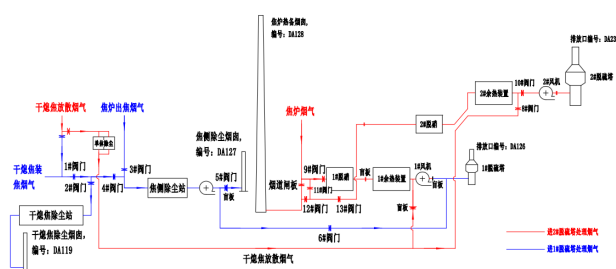
在新建脱硫脱硝余热系统的同时, 对干熄焦地面除尘及焦侧除尘系统也进行了改造, 将干熄焦装焦烟气引入焦侧除尘系统。这样改造是基于焦炉出焦和干熄焦装焦不同时进行, 因此, 焦侧除尘风机风量可以

满足焦炉出焦和干熄焦装焦除尘要求。然后, 将经焦侧除尘后的烟气(包括焦炉出焦烟气和干熄焦装焦烟气)引入焦炉 1# 脱硫系统脱硫塔内进行脱硫处理, 脱硫后, 实现了 SO_2 超低排放。改造后, 焦侧除尘, 干熄焦装焦除尘烟气脱硫运行稳定正常, 出口 SO_2 含量 $10\text{mg}/\text{m}^3$, 出口烟尘含量 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 左右, 满足超低排放标准要求。

第三项治理措施是将干熄焦放散烟气引入了焦炉烟气脱硫系统进行了处理。因干熄焦放散烟气含硫量, 含尘量较高, 先将干熄焦放散烟气经两套并联的单体除尘器进行除尘, 降低烟气粉尘含量后, 用风机加压, 再送入新建的焦炉烟气脱硫塔内脱硫处理(2# 系统), 实现 SO_2 达标超低排放要求。改造时, 干熄焦放散烟气还设计了备用处理路由, 正常情况下, 放散烟气进入新建的焦炉烟气脱硫塔内脱硫处理(2# 系统), 2# 系统检修时, 引入备用路由, 即引入 1# 脱硫塔内进行脱硫处理。在两路管道上均设计了阀门, 用于检修时, 进行相互切换使用。

改造后的工艺流程图如下:

焦炉烟气、焦侧除尘烟气、干熄焦装焦烟气、干熄焦放散烟气



综合治理工艺流程图

运行方式

正常生产时, 焦炉烟气主要由 2# 脱硫脱硝系统处理, 如 2# 脱硫脱硝系统需要停机检修, 则将焦炉烟气切换至 1# 脱硫脱硝系统处理。两套脱硫脱硝余热系统切换时, 逐渐关闭 9# 阀门, 同时逐渐开启 13# 阀门, 根据两套脱硝装置进口的负压情况, 结合焦炉吸力要求, 现场实时操控两个电动阀门的开度, 配合风机调速, 实现两套系统的在线切换。当 2# 脱硫脱硝系统检修完毕, 再将焦炉烟气从 1# 系统切换回 2# 系统处理。

两套脱硫脱硝余热系统切换前, 需要将焦侧除尘烟气、干熄焦装焦烟气从 1# 脱硫塔切除, 从焦侧除尘站原烟囱排放。同时, 将干熄焦放散烟气从 2# 脱硫塔切除, 切换至焦侧除尘系统排放。

为了实现超低排放标准要求, 在焦侧除尘器进口需要喷射粉状脱硫剂, 对出焦烟气、装焦烟气及干熄焦放散烟气进行脱硫处理。我们选择的脱硫剂采用的是粉状钙基脱硫剂, 白色, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含量 $\geq 85\%$, 含

水量 $\leq 2\%$, 粒度分布 325 目过筛率 $\geq 85\%$, 200 目过筛率 100%, 堆积密度 $0.40\sim 0.65\text{g}/\text{ml}$, BET 比表面积 $\geq 40\text{m}^2/\text{g}$ 。脱硫剂储存应注意防潮, 使用塑料布对脱硫剂进行封闭覆盖, 每次取完脱硫剂后应及时用塑料布包裹, 防止受潮变质, 影响脱硫效果。

脱硫后的副产物为硫酸钙和亚硫酸钙混合物, 与除尘灰混合后, 一起排放。我们集团公司有专门的除尘灰处理车间, 含硫酸钙和亚硫酸钙的除尘灰送至除尘灰处理车间进行处理, 回收再利用。

喷洒脱硫剂工作是保证实现超低排放的一项关键任务, 为此制定了专项操作控制措施和要求:

(1) 切换前 12 小时开始在除尘器进口喷射脱硫剂, 目的是使得脱硫剂粉末能够均匀充分的附着在滤袋(或滤筒)的表面, 提高脱硫效率, 确保脱硫效果。

(2) 经过实践验证, 每孔出焦时, 喷射脱硫剂 40 千克可满足脱硫效果要求, 可根据除尘站出口烟囱排放指标进行微量调整。

(3) 焦侧地面除尘站的反吹清灰周期由 24 小时/次调整为 12 小时/次, 监控除尘器压差不超过 1000Pa 为准。卸灰频次随清灰周期调整一并调整, 确保除尘灰仓料位符合要求, 不积灰。

通过采取以上控制措施, 焦侧地面除尘站出口 SO_2 指标可控制在 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 之内, 满足超低排放标准要求。

结束语

面对要求不断严格的环保形势, 结合我们企业的实际情况, 经过我们深入的分析、研究和治理, 最终使得焦炉烟气, 焦炉出焦烟气, 干熄焦装焦烟气, 干熄焦放散烟气均能够实现超低排放的标准要求。而且, 我们此次综合治理改造, 充分利用了现有设备设施, 避免了脱硫设施重复建设, 为集团公司节约投资 1500 余万元。此次改造实践, 为今后类似问题的解决积累了宝贵的实践经验, 也取得了一定的环保社会效益。

参考文献

- [1]《炼焦工艺》第二版. 王晓琴主编 郝志强主审. 北京: 化学工业出版社 2010.7;
- [2]《炼焦机械及设备》. 梁英华 刘永新主编 朱占升主审. 北京: 化学工业出版社 2005.1;

作者简介: 李希宝(1975-), 男, 汉; 山东省齐河县晏城镇; 学士, 高级工程师, 研究方向: 焦化设备管理。