



转炉一次烟气应用干法除尘技术节能降耗效果分析

张艾红 黄磊 韦军尤

(广西柳州钢铁集团有限公司, 广西柳州 545002)

【摘要】本文对转炉一次烟气实施干法除尘技术改造情况进行了总结,对改造后的节能降耗效果进行了分析,转炉烟气干法除尘技术较湿法除尘技术在除尘效率、煤气回收率、节电降耗等方面优势明显,是技术成熟先进的清洁生产技

【关键词】转炉 一次烟气 干法电除尘

1 前言

柳钢转炉厂共有8座转炉,其中一区3座150吨转炉、二区3座120吨转炉一次烟气除尘净化系统均采用“OG”湿法除尘工艺,存在一次烟气净化效果差、转炉煤气回收率不高、自动化控制水平低等问题,净化后的外排废气中颗粒物浓度根本无法满足钢铁行业新的排放标准要求。三区2座150吨转炉烟气除尘净化系统采用的是“LT”干法除尘工艺,该系统已运行四年,具有自动化程度高、烟气净化效果好、节能降耗等优点。

为全面落实国家环保法规、标准新要求,加强环境治理,实现绿色发展,公司决定对一区、二区6座转炉烟气湿法除尘工艺进行改造,全部改为干法除尘工艺,实现排放达标、节能降耗的目的。

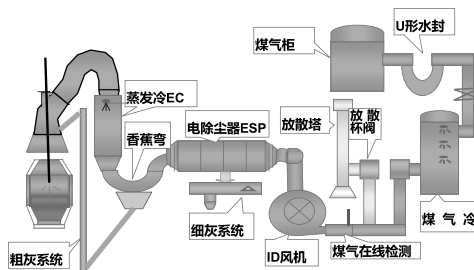
2 转炉烟气干法除尘与湿法除尘工艺简介及比较

湿法除尘工艺:转炉烟气经活动烟罩、汽化冷却烟道冷却后,烟气温度由 $\sim 1600^{\circ}\text{C}$ 降至 $850 \sim 1000^{\circ}\text{C}$,烟气进入一文(或喷淋塔)、二文除尘系统进行除尘并进一步降温,通过卧式离心风机到三通切换阀和旁通阀,达到煤气回收条件的烟气进入回收系统,达不到煤气回收条件的烟气进入放散塔点火排放。收集的粉尘经打浆后送烧结配矿使用。该工艺优势在于安全可靠,系统比较简单,不足体现在系统阻力大和用水量大、净化效果不理想的问题,造成水、电消耗较高,粉尘排放浓度超标。

干法除尘工艺:转炉烟气经活动烟罩、汽化冷却烟道冷却后,温度由 $\sim 1600^{\circ}\text{C}$ 降至 $850 \sim 1000^{\circ}\text{C}$,烟气进入蒸发冷却器(EC),在蒸发冷却器内高压水经雾化喷嘴喷出,烟气直接冷却到 250°C 左右,喷水量根据烟气含热量精确控制,所喷出的水完全蒸发。在水雾的作用下烟气中大颗粒的粉尘沉降于蒸发冷底部,通过排灰阀排出,再通过斗提机提升至灰仓,通过炉子下料系统回转炉利用。蒸发冷喷水降温的同时也对烟气进行了调质处理,使粉尘的比电阻有利于电除尘器的捕集。冷却和调质后的烟气通过管道进入四电场圆筒形静电除尘器,电除尘器采用高压直流脉冲电源,经电除尘器后外排烟气含尘量在 $15\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下,回收煤气含尘量在 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。电除尘器收集下的细粉尘通过扇形刮板机刮到电除尘器下部灰槽,然后用链式输送机、气力输灰仓泵送到贮灰仓,粉尘定期由汽车运出,送至烧结厂回收再利用。该工艺优势在于系统阻力小运行能耗低、除尘效率高、检修周期和难度小、没有污水排放等,不足在于安全风险稍大,投资较大。

3 转炉一次烟气实施干法除尘改造情况

柳钢将一区3座150吨转炉、二区3座120吨转炉的原湿法除尘工艺改造为HLG干法除尘工艺,干法除尘工艺流程图如下:



设计主要参数:一区3座150吨转炉干法除尘,最大原始炉气量 $96000\text{Nm}^3/\text{h}$,最大烟气产生量 $115000\text{Nm}^3/\text{h}$;二区3座120吨转炉干法除尘,最大原始炉气量 $77000\text{Nm}^3/\text{h}$,最大烟气产生量 $92000\text{Nm}^3/\text{h}$;放散烟气含尘浓度 $\leq 15\text{mg}/\text{Nm}^3$,回收煤气含尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

改造工程于2014年12月破土动工,建设过程中由于受场地限制,采取边拆边建的形式,先合长改造原湿法除尘水处理系统,拆除原有部分除尘水沉淀池,新建静电除尘器、气力输送、除尘风机、煤气切换站、煤气冷却器等除尘系统以及粉尘回收和煤气回收设备,然后利用转炉检修机会,拆除OG湿法除尘一级文氏管、重力脱水器、二级文氏管、 90° 弯头、脱水器、溢流水封等设备本体及各设备间的联络管道和供水管道,同时安装蒸发冷却器及其配套设施。

2015年10月,转炉一区3#炉干法除尘热试成功并投产,其后,一区2#炉、二区6#炉、4#炉、5#炉、一区3#炉先后于2015年11月、2016年4月、2016年5月、2016年6月、2016年7月热试成功并投产运行。至此,转炉烟气干法除尘净化改造项目全部竣工投产。各转炉干法除尘系统投产后,运行稳定,烟气排放浓度达标,回收煤气含尘浓度低,煤气回收率在 $115\text{m}^3/\text{t}$ 钢以上,节能降耗效果较好。

4 节能降耗减排指标分析

4.1 节电效果明显

干法除尘工艺节电主要体现在两方面:

4.1.1 除尘风机电耗降低,湿法除尘工艺采用文氏管,其原理是靠喉口处高速气流使喷入的水二次雾化,增大水滴的表面积,捕捉粉尘,文氏管阻损很大,系统阻力达 20KPa 左右,而干法除尘系统阻力较小,只有 5KPa 左右。由于阻力小,干法除尘一次除尘风机的电耗降低。



4.1.2 除尘水泵电耗降低。湿法除尘工艺使用除尘水量大,单座炉循环水量约达 $600\text{m}^3/\text{h} \sim 700\text{m}^3/\text{h}$,而干法除尘工艺不需使用除尘水,除尘水泵取消。干法除尘工艺增加了煤气水冷却,循环水量约为 $110\text{m}^3/\text{h}$,耗电量较原除尘水耗电量小。用电数据如下表 1:

表 1 干法除尘应用后对炼钢成本影响								
项 目		一区 $3 \times 150\text{t}$ 转炉			二区 $3 \times 120\text{t}$ 转炉			合计 / 均值
		湿法除尘	干法除尘	比较	湿法除尘	干法除尘	比较	
设备电功率对比 (kW)	除尘风机功率	3×2600	3×1600	-3000	3×1800	3×1250	-1650	-4650
	除尘供水泵功率	3×450	—	-1350	3×315	—	-945	-2295
	除尘水回水泵功率	3×75		-225	3×75		-225	-450
	煤气冷却供水泵功率		3×55	165		3×55	165	330
	煤气冷却回水泵功率		3×37	111		3×37	111	222
	小计	9375	5076	-4299	6570	4026	-2544	-6843
实际电耗对比 (kwh/t)	除尘系统电耗	4.11	1.41	-2.7	5.02	2.02	-3.0	-2.85
	水系统电耗 (含连铸水系统、煤气冷却等,一区与二区用电量范围不同)	4.3	2.6	-1.7	12.6	11.5	-1.1	-1.4
	小计	8.41	4.01	-4.4	17.62	13.52	-4.1	-4.25

从表 1 可看出:

(1) 一区与二区干法除尘与湿法除尘设备用电功率共减少 6843kW,理论上吨钢节电约为 6kWh。

(2) 实际电耗:每吨钢减少了 4.25kwh,按电价 0.6 元/kwh (不含税)计,节约成本约 2.55 元/t 钢。

4.2 水处理消耗情况

4.2.1 节水:湿法除尘工艺需大量除尘水,一区 $3 \times 150\text{t}$ 转炉单座炉循环水量约 $700\text{m}^3/\text{h}$,补充水量共约 $120\text{m}^3/\text{h}$,二区 $3 \times 120\text{t}$ 转炉单座炉循环水量约 $600\text{m}^3/\text{h}$,补充水量共约 $90\text{m}^3/\text{h}$ 。一区与二区湿法除尘补充水约为 $210\text{m}^3/\text{h}$ 。干法除尘系统蒸发冷却器吹炼期冷却水耗量约为 $45 \sim 50\text{m}^3/\text{h}$,一区与二区耗水量约为 $110\text{m}^3/\text{h}$ 。干法与湿法相比,一区与二区共节水约 $100\text{m}^3/\text{h}$,吨钢节水约 0.093 吨,水价按 1.2 元/t 计,则吨钢节约 0.112 元。

4.2.2 除尘水处理系统药剂消耗

湿法除尘工艺需大量除尘水,建有除尘水处理系统,除尘水循环使用,干法除尘系统取消了除尘水处理。干法除尘工艺最突出的节支就是没有除尘水处理药剂使用支出,吨钢节省约 0.5 元的药剂费用。

4.3 除尘粗灰直接回收利用

湿法除尘产生的除尘灰给烧结使用,而干法除尘产生的粗灰直接回转炉利用,代替烧结返矿使用,对转炉来讲,可节约烧结返矿的使用量。除尘粗灰的品位在 45% 以上,最高达 65%,粗灰的吨钢产生量约 4kg,烧结返矿按 490 元/t 计,则可节约烧结返矿费用约 1.96 元/t 钢。

4.4 粉尘减排分析

干法除尘工艺除尘效率高,除尘效率可达 99.8% 以上,放散烟气含尘浓度 $\leq 15\text{mg}/\text{Nm}^3$,回收煤气含尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$,转炉外排烟气及使用转炉煤气产生废气的颗粒物浓度均达排放标准要求。

粉尘减排显著,2016 年 9 月一区与二区干法除尘系统运行正常,当月回收粉尘约 9400 吨,相当于月减排粉尘 9400 吨,吨钢减排约 15kg。

干法与湿法相比,以烟气浓度由湿法的 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 降为干法的 $15\text{mg}/\text{Nm}^3$,则可减排颗粒物 $75\text{mg}/\text{Nm}^3$,年可减排颗粒物总量约为 100 吨左右。

4.5 氮气消耗分析

干法除尘工艺蒸发冷却器喷淋系统采用氮气进行冷却水雾化,氮气流量约 $4000\text{Nm}^3/\text{h} \sim 5000\text{Nm}^3/\text{h}$,吹炼期蒸发冷却器喷淋系统开启,每吨钢消耗氮气约 9.5Nm^3 ,氮气消耗成本增加约 1.995 元/t 钢。

4.6 应用干法除尘技术,对炼钢成本总的影响分析

由以上分析可知,干法除尘应用后,对节能降耗减排效果显著,吨钢节约成本约 3.127 元,年节约费用 2800 多万元。数据如表 2:

表 2 干法除尘应用后对炼钢成本影响			
序号	项目	干法与湿法对比	吨钢成本对比(元/t)
1	吨钢电耗 (kwh/t)	-4.25	-2.55
2	吨钢水耗 (m^3/t)	-0.093	-0.112
3	吨钢药剂消耗	—	-0.5
4	吨钢除尘粗灰利用(kg/t)	4	-1.96
5	吨钢氮气消耗 (Nm^3/t)	9.5	1.995
合计			-3.127

5 小结

5.1 干法除尘工艺技术成熟、先进,柳钢进行改造并成功应用了干法除尘技术,取得了较好的效果。

5.2 干法除尘效率高,放散烟气含尘浓度 $\leq 15\text{mg}/\text{Nm}^3$,回收煤气含尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$,排放指标远远优于国家环保标准要求。

5.3 干法除尘节能效果明显,吨钢节电 4.25kwh、吨钢节水 0.093t。

5.4 干法除尘在降耗方面有明显优势,除尘水处理药剂消耗完全取消,除尘粗灰直接回用,降低转炉烧结返矿消耗。

[作者简介] 1. 张艾红 (1968—), 女, 本科, 广西柳州钢铁集团有限公司高级工程师, 研究方向: 钢铁行业节能减排技术。2. 黄磊 (1982—), 男, 本科, 广西柳州钢铁集团有限公司工程师, 研究方向: 炼钢节能环保技术。3. 韦军尤 (1971—), 男, 本科, 广西柳州钢铁集团有限公司高级工程师, 研究方向: 炼钢工艺节能环保技术。广西柳州 545002。