

# 清洁型热回收焦炉节能措施

要长维,薛 恺,李振文,王慎国

(中国煤炭综合利用集团公司 山西公司,山西 太原 030002)

**摘要:**结合 SYR 型捣固式清洁型热回收焦炉运行状况,着重分析影响其能耗的主要因素,包括市场因素、烧损率、入炉煤水分等,针对这些影响因素并根据《焦化行业准入条件》(2008 年修订)相关要求,为进一步降低企业能耗,提高企业效益提出合理化建议。

**关键词:**清洁型焦炉;烧损率;功率因数;余热发电

中图分类号:TQ520.5;TD849

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2011)04-0092-03

清洁型热回收焦炉具有污染物排放少、原料配煤面宽、优质炼焦煤用量低、生产成本低、可生产大块铸造焦等方面的优势以及工艺流程短,生产操作、管理相对简单的特点<sup>[1]</sup>,在山西省得到一定的推广利用。《焦化行业准入条件》(2008 年修订)增加了对热回收焦炉生产企业的管理内容,对规范和升级热回收焦炉的技术和管理水平具有极大促进作用。“十二五”期间国家加大了对焦化行业能耗的控制,为使清洁型热回收焦炉更好地发展,现对影响其能耗的因素进行分析,并针对性地提出合理建议。笔者就中煤京达焦化有限公司(简称京达公司)捣固式清洁型热回收焦炉进行节能措施的研究。

## 1 现状

京达公司选用 4×24 孔 SYR-03 型捣固式清洁型热回收焦炉,碳化室规格为 13572 mm×3627 mm×2718 mm,设计焦炭生产能力 50 万 t/a;配备焦炉烟气余热回收及发电系统,余热锅炉处理量为 4×25 t/h,余热发电装机容量为 3×6000 kW。2009 年公司相关指标为:

- (1) 干煤耗量 219025.9 t,焦炭产量 179555.53 t,则干精煤耗量为 1.22 t/t;
- (2) 焦炭烧损率达 2.2%;
- (3) 入炉煤平均水分为 12%,平均挥发分约为 21%;

(4) 半年生产焦炭 11 万 t,发电量为 3146.56 kWh。

## 2 能耗影响因素分析

### 2.1 市场影响

受金融危机影响,出口依存度较高的焦化行业受到冲击。同时国家提高了资源型产品的出口关税,焦炭产品国际市场低迷。另外国内的焦化行业市场产能过剩,迫使企业只能通过延长结焦时间、降低产量来降低亏损。京达公司热回收焦炉的结焦时间约为 65 h,但 2009 年企业平均结焦时间达到 80 h 左右,2009 年公司焦炭产量为 179555.53 t,仅为设计产能的 36%,存在“大马拉小车”的现象,导致单位产品能耗指标大幅提高。

### 2.2 烧损率

由于清洁型热回收焦炉不同于常规焦炉,常规焦炉炼焦时产生的荒煤气要送出炉外,净化后再送回焦炉加热,供焦炉加热的煤气量易于控制,完全可通过调节加入煤气量达到对炉温调控的目的。而清洁型热回收焦炉碳化室属微负压操作,其产生的荒煤气是在炉内直接燃烧,产生多少烧多少,不便于控制,结焦后期由于煤气量减少,空气供给控制失调等原因造成烧损率偏高<sup>[2]</sup>。公司焦炭烧损率达 2.2%,高于《焦化行业准入条件》(2008 年修订)的 1.5%。

收稿日期:2011-04-25

作者简介:要长维(1967—),男,山西太原人,西安二炮工程学院自动控制原理专业毕业,高级工程师,从事节能减排工作。

### 2.3 入炉煤水分

京达公司入炉煤平均水分为 12% ,高于可研报告入炉煤平均水分 9% 。入炉煤水分对焦炭强度、气孔率都有影响。水分增大,入炉煤堆比重减小;水分的高低不仅影响炭化室内焦炭成熟时间,更重要的是由于其蒸发大量吸热的过程造成相邻炭化室炉温波动,影响焦炭的收缩和成焦。

### 2.4 吨焦发电量

企业入炉煤的平均挥发分约为 21% ,挥发分吨焦发电量应为 350 ~ 430 kWh ,企业半年共生产焦炭 11 万 t ,因此发电量应为 3850 ~ 4730 kWh ,而实际发电量仅为 3146.56 kWh 。造成发电量偏低的原因:

- (1) 结焦时间延长导致烟气温度降低和烟气量减少;
- (2) 入炉煤水分偏高,增加了额外的汽化热需求而造成损失;
- (3) 锅炉系统或发电系统效率降低。

## 3 节能措施建议

### 3.1 降低烧损率,提高焦炭产量

据 2009 年吨焦干精煤耗量 1.22 t 及焦炭产量 179555.53 t 计算,焦炭折标系数为 1.0143 kgce/kg ,则多耗 1555.33 tce 。计算公式为:

$$1.22 \text{ t} \times (2.2\% - 1.5\%) \times 179555.53 \text{ t} \times 1.0143 = 1555.33 \text{ tce}$$

为降低烧损率,提出以下建议:

#### (1) 严格控制结焦末期空气供给

结焦末期,煤气量产生少,焦炭成熟需要热量,这部分热量可以由碳化室炉墙和炉顶废弃层蓄积的热量来提供,而且与此碳化室相邻的碳化室肯定不处于结焦末期,上升火道与下降火道均会有热量传递过来,只要此时碳化室内空气不过量,就可以避免或降低烧损。

#### (2) 保证装煤后炉门密封严密

由于碳化室是负压操作,一旦密封不严,就会有空气漏入碳化室,这也是产生烧损的主要原因。炉门在生产过程中要定时开启,所以每次装煤后要认真检查炉门的密封性,严防空气漏入。

#### (3) 保证装煤时煤饼的平整

在装煤过程中推煤饼时造成焦侧和机侧煤饼厚度不均匀,局部产生挤压和堆积,煤饼薄处先成焦,因等待未成焦部分成熟而造成烧损。建议采用液压捣固装煤,可使煤饼受力点分散、受力均匀、煤

要长维等:清洁型热回收焦炉节能措施

饼表面平整。

### 3.2 降低入炉煤水分,减少蒸发吸热量

据相关资料介绍,入炉煤每增加 1% 的水分,可增加能耗 58.6152 kJ/kg 干煤,标煤发热量为 29307.6 kJ/kg ,按公司 2009 年投入的干煤量为 219025.9 t 计算,公司为此多耗煤量 1314 tce 。计算公式为:

$$\frac{3 \times 58.6152 \times 219025.9 \times 1000}{29307.6 \times 1000} = 1314 \text{ tce}$$

建议公司严格控制供应商入场煤的水分,在此基础上对入炉煤进行适当晾晒或调湿,进一步降低入炉煤水分。

### 3.3 提高余热利用率,增加发电量

通过对公司余热发电系统中锅炉、汽轮机、发电机的实际运行参数进行分析。目前余热发电系统存在如下不足:

- (1) 锅炉的排烟温度略高,影响锅炉的热效率;
- (2) 受市场因素影响,企业不能满负荷生产,因此烟气量相对不足,导致锅炉的出力不足,进而影响发电量;
- (3) 锅炉省煤器经常发生故障,导致锅炉给水温度降低,增加了吸热损耗,高温烟气资源没有充分利用;

(4) 过热蒸汽管道偏长,加上跑冒滴漏及保温不佳等因素影响,导致进入汽轮机的主蒸汽温度和压力均未达到额定值,影响了汽轮机的热效率。

基于此,在锅炉运行管理方面,提出如下建议:

- (1) 在市场前景较好的前提下尽可能满负荷组织生产,为余热锅炉提供充足的烟气量,杜绝跑冒滴漏;
- (2) 加强锅炉运行管理和日常维护,同时加强热水和蒸汽管道巡查;
- (3) 加强锅炉本体和管道保温,减少散热损失;
- (4) 定期吹扫炉腔和省煤器,提高换热效率;
- (5) 保证除氧水的品质,减少水冷壁积垢;
- (6) 保证除氧水温度。

据统计资料,2009 年企业发电系统投用后,吨焦实际发电量为 286 kWh 。如果公司能做好上述工作,就可以保证汽轮机主蒸汽的温度和压力,进而可使发电系统正常释放产能,吨焦发电量则可达到 390 kWh 以上。仍按 2009 年的焦炭生产量测算,企业在增发电力方面存在 1867 万 kWh 的节能潜力,计算公式如下:

$$(390 \text{ kWh/t} - 286 \text{ kWh/t}) \times 179555.53 \text{ t} = 1867$$

万 kWh

### 3.4 实施电容补偿,提高功率因数

通过对公司的电气设备检测发现仍有一部分线路或设备存在负荷率偏低、无功损耗偏大的问题,建议对负荷相对集中的线路进行补偿,对大功率设备进行就地补偿。以原煤3号皮带机和筛分振动筛电机补偿改造加以说明:

(1) 原煤3号皮带机

型号 Y280S-4;

额定电压 380 V;

额定功率 75 kW;

补偿目标:功率因数从 0.665 提高到 0.95。

补偿容量  $Q_c = 24 \text{ kV}_{ar}$ ,无功补偿装置电压等级 400 V,根据 GB 12497—2006《三相异步电动机经济运行》标准,无功经济当量取 3 次变压的  $K_Q = 0.09$ ,按 3 班制 5580 h,年节能效果计算公式如下:

$$24 \text{ kV}_{ar} \times 0.09 \times 5580 \text{ h} = 12053 \text{ kWh}$$

(2) 筛分振动筛

型号 Y225S-8;

额定电压 380 V;

额定功率  $18.5 \times 2 \text{ kW}$ ;

补偿目标:功率因数从 0.539 提高到 0.95。

补偿容量  $Q_c = 16 \text{ kV}_{ar}$ ,无功补偿装置电压等级 400 V,根据 GB 12497—2006 标准,无功经济当量取 3 次变压的  $K_Q = 0.09$ ,按 3 班制 5580 h,年节能效果计算公式如下:

$$16 \text{ kV}_{ar} \times 0.09 \times 5580 \text{ h} = 8035 \text{ kWh}$$

### 3.5 调整配煤结构,发挥清洁型热回收焦炉优势

优质铸造焦要求灰分低、硫分低、反应性低、热强度高及块度大且均匀,而热回收焦炉从炉体结构和结焦机理方面都有利于铸造焦的生产。第一,从焦炭气孔率和反应性考虑,热回收焦炉采用捣固装煤技术,增加了装炉煤的散密度,从而使焦炭气孔分布均匀,反应性降低。同时,焦炉可以大量利用

高煤化度煤炼焦,配合煤挥发分可降低至 20% 以下,使焦炭气孔率降低,焦炭反应性降低<sup>[3]</sup>。第二,从焦炭块度分析,相对于焦煤、肥煤,瘦煤半焦收缩慢且结构松弛,焦块裂纹少,块度大,而热回收焦炉可以通过增加瘦化成分的比例生产大块焦。此外,该型焦炉可在较低温度下炼焦,从而使炼焦速度降低,利于减少裂纹。第三,就焦炭热强度而言,热回收焦炉的配合煤性质和入炉煤捣固,降低了焦炭的气孔率和反应性,减少了高温下焦炭与  $\text{CO}_2$  的反应,进而减少了焦炭气孔壁的剥蚀,避免了气孔率的增大,从而使焦炭表现出高温下的高机械强度。

据了解,京达公司配煤结构中,焦煤质量分数为 65%~70%,远高于清洁型热回收焦炉配煤推荐范围(生产铸造焦主焦煤配入量不大于 20%~25%,弱粘煤与无烟煤不低于 50%),建议企业提高弱粘煤与无烟煤的比例,降低企业生产成本,降低挥发分,可在减少产品产率的同时增加焦炭产率,从而使吨焦耗煤量减少。

## 4 结 语

结合京达公司清洁型热回收焦炉运行相关数据,认真分析总结了影响其能耗的主要因素,如烧损率、入炉煤水分、发电机组效率、电机运行效率、调配煤比例等,结合焦炉特性,发挥其优势,通过采取适当措施降低企业能耗,提高企业效益。

参考文献:

- [1] 张莹. 炼焦工业的发展趋势[J]. 科技情报开发与经济, 2005(8): 149-150.
- [2] 张建平. 清洁型热回收焦炉生产出口大块特级铸造焦[J]. 洁净煤技术, 2007, 13(1): 24-26.
- [3] 张玉国, 桂林, 李亭. 采用捣固焦炉生产铸造焦试验[J]. 山东冶金, 2008(3): 54-56.

## Energy conservation measures of cleaning heat recovery coke oven

YAO Chang-wei, XUE Kai, LI Zhen-wen, WANG Shen-guo

(Shanxi Branch, China Coal Comprehensive Utilization Group Company, Taiyuan 030002, China)

**Abstract:** Based on the operation condition of SYR stamping and cleaning heat recovery coke oven, emphasize the main factors affecting energy consumption such as market factors, burn-off rate, water content of coal as fired. According to the 《Access Conditions of Coking Industry》(2008 amendment), put forward reasonable suggestions to reduce energy consumption and improve benefit of enterprises.

**Key words:** stamping and cleaning heat recovery coke oven; burn-off rate; power factor; waste heat generation