

首钢干熄焦装置的特点及性能

汤长庚 李 鹏 （首钢焦化厂）

摘 要：介绍了干熄焦装置的特点及性能，详述了工艺技术和设备的改进情况，并对目前存在的问题提出了建议。

主题词：干熄焦装置 改进情况 建议

Features and Performances of Coke Dry Quenching Unit of Capital Iron and Steel Company

Tang Changgeng Li Peng
(Coking Plant of the Capital Iron and Steel Company)

Abstract: The features and performances of the coke dry quenching unit is described. The improvements on the process technology and equipment are narrated in detail and suggestions on the present existing problems are made.

Key words: Coke dry quenching unit Improvements Suggestions

首钢 1 号焦炉干熄焦工程是日本新能源及产业技术综合开发机构（NEDO）和中国国家计划委员会共同签署的国际绿色援助项目。该项目于 1999 年 6 月 16 日破土动工，2001 年 1 月 19 日一次投产成功。工程的总工期为 1 年零 7 个月，比计划工期提前 6 个月，并达到了设计要求，成功地实现了工程质量、进度及资金的三大控制。

1 基本情况

1.1 1 号焦炉

1 号焦炉是 1992 年 7 月投产的 50 孔、炭化室高 6m 的焦炉，基本情况见表 1。

表 1 1 号焦炉基本情况

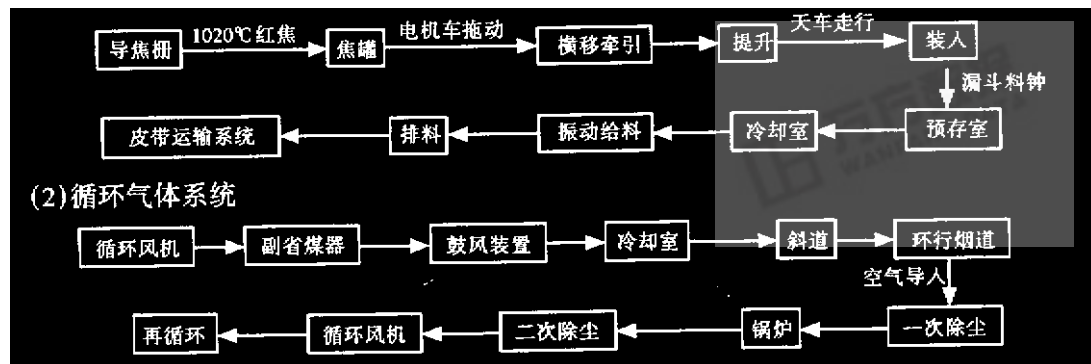
焦炭年产量	每孔产量	日产焦炭	操作时间	焦炭温度
47.5 万 t	21.6t	1 301t	12min	1 050℃
炭化室有效容积	结焦时间	加热方式	炭化室平均宽度	每孔装煤量(干基)
38.5m ³	20h	复式	450mm	28t

1.2 干熄焦装置

1 号焦炉干熄焦工程处理能力为 65t/h, 基本配置为牵引、提升、干熄槽、锅炉及除盐水等各一套。主体部分由日方援助, 包括电机车、横移牵引、天车、装入装置、干熄炉、排出装置、一次除

尘、锅炉、二次除尘、循环风机、给水预热器及主体配套的电气自动化部分, 中方负责运焦、除盐水、环境除尘和辅机室等辅助部分的配套。干熄焦装置分为如下两个系统:

(1) 焦炭系统



1.3 主要设备及操作参数

干熄炉冷却室容积 227m³, 干熄炉预存室容积 200m³; 余热锅炉蒸发量 36.5t/h, 压力 3.82MPa, 450℃; 循环风机风量为 9.0 万 m³/h, 压头 8kPa; 环境风机风量为 32.4 万 m³/h, 压头 5.5kPa。

2 干熄焦工艺及装置特点

首钢干熄焦装置是 90 年代后期从日本引进的, 与国内已投产的 16 套干熄焦相比, 在工艺技术和装备水平上都有较大的改进, 具体特点如下:

(1) 设置了装入料钟, 使焦炭在干熄炉内分布均匀, 基本消除了焦炭在干熄炉内的偏析现象, 有利于焦炭的均匀冷却。

(2) 增加副省煤器和给水预热器, 使进入干熄炉的气体温度保持在 130℃ 以下, 可相应降低循环风量, 气料比也随之下降, 大大减小了风机的风量及电机功率 (循环风机风量为 9.0 万 m³/h, 电机功率 480kW)。由于循环气量的减小, 循环气体在干熄炉、一次除尘器的流速随之降低, 所以一次除尘器的除尘效果也得到了相应提高, 减少了粉尘对锅炉过热器的磨损。

(3) 干熄炉采用矮胖型结构, 首钢干熄炉的高径比 (H/D) 为 0.92。H/D 减小后, 可使干熄炉内冷却气体的压力损失减小, 循环风机的压头也相应减小。同时, 吊车的提升高度、一次除尘器及钢结构的高标也相应降低, 可节省投资。

(4) 设置可调节的空气导入装置, 首钢的干熄焦装置设置了空气导入调节阀, 根据锅炉的入口温度及气体成份中 CO、H₂ 的含量, 增减空气导入阀的开度, 强化了对空气导入的调节手段。

(5) 锅炉采用强制循环和自然循环相结合的方式, 汽包、水冷壁、省煤器之间为自然循环, 汽包、蒸发器之间为强制循环, 热效率高达 83% 以上。

(6) 在横移牵引位置设置了 APS 装置, 该装置的修正范围为 ±100mm, 修正精度为 ±5mm, 大大提高了对位精度, 减少了故障的发生。

(7) 装入装置的电动缸采用变频驱动, 可减少盖盖时对炉顶水封的影响, 使冲击减小, 防止因开关炉盖时水封水流入干熄炉, 造成炉口砖的损坏。

(8) 鼓风装置采用一个进气道, 固定了分配中央风帽和十字风道的进风比例, 使风量均匀分配, 无需进行调节。实践证明, 这种形式的鼓风装置对焦炭的冷却效果较理想。

(9) 双重联锁的料位控制可有效地防止事故。在干熄炉焦炭料位的控制上, 首钢采用静电容式料位计作为高料位, 用 γ 射线作为基准料位, 将皮带秤称出的重量反馈给计算机, 演算出干熄炉内每时刻的料位, 并在下限和排出装置间实现联锁, 使上限和装入装置联锁。用静电容式料位、演算高料位和装入装置双重联锁, 只要有一个信号发出便停止装焦, 可靠地防止了装焦溢出事故的发生。

(10) 干熄焦的一次除尘器在灰斗上方未设拱

形挡墙，可使大颗粒粉尘自然沉降，一次除尘的 2 根排灰管直径为 Φ387.4mm，减小了排灰管发生次焦堵塞的可能性。

3 生产实践

2001 年 2 月 14 日至 2001 年 3 月 27 日，中日双方对首钢 1 号焦炉干熄焦进行了系统性能的测试，其测试结果见表 2、3、4。

表 2 焦炭处理能力为 54.2t/h 时的性能

项 目	排焦量 t/h	焦炭温度 ℃	蒸汽压力 MPa	蒸汽温度 ℃	蒸汽发生量 t/h
设计值	52.6	< 230	4.00	450	30.4
实际值	54.2	130.4	3.82	448.9	32.7

表 3 焦炭处理能力为 65.0t/h 时的性能

项 目	排焦量 t/h	焦炭温度 ℃	蒸汽压力 MPa	蒸汽温度 ℃	蒸汽发生量 t/h
设计值	63.0	< 230	4.00	450	36.5
实际值	65.2	179.7	3.82	449.7	37.4

表 4 干熄、湿熄焦炭质量的对比

项 目	M ₄₀ /%	M ₁₀ /%	水份
湿熄焦炭	80.0~80.8	6.0~7.0	6%
干熄焦炭	85.2~88.0	4.7~6.4	<1%

从以上测试数据看出，首钢焦化厂 1 号焦炉干熄焦完全达到了设计水平，焦炭质量大幅度提高，整套系统运行良好。

4 效益分析

干熄焦不仅是节能项目，其环保效果也是不言而喻的。尽管首钢 1 号焦炉干熄焦装置的经济评价工作目前尚未正式评定，现初步估算的结果如下。

(1) 直接效益。按标定，红焦产生的蒸汽量为 560kg/t，1 号焦炉年产 47.5 万 t 焦炭，目前首钢蒸汽售价 65 元/t，考虑年修时采用湿熄焦，焦炭按 45 万 t 计，则干熄焦直接效益为 1 638 万元。

(2) 延伸效益。延伸效益可按式计算：

$$P = P_1 + P_2 = L_j \times V + MV_2 - M \times Ct$$

其中： $L_j = L \times K_s \times K_b$ $M = L \times K_s / J_b \times K_c$

P – 干熄焦延伸效益

P₁ – 高炉焦比下降节省焦炭的效益

P₂ – 高炉生产能力提高的效益

万方数据

L_j – 节省入炉冶金焦炭量

V – 入炉冶金焦焦炭价格：500 元/t

M – 因干熄焦增加的生铁产量

V₂ – 生铁价格 1 300 元/t

Ct – 生铁成本 900 元/t

L – 焦炭产量

K_s – 焦炭入炉焦率

K_b – 干熄焦时焦比降低率（一般为 2%）

K_t – 因干熄焦高炉生产能力提高率（一般为 1%）

J_b – 湿熄焦焦比

按年干熄焦炭能力 45 万 t，并全部用于炼铁，其延伸效益如下：（其中冶金焦率为 96%，焦炭炉前筛分损失率 8%，焦比为 450kg/t 铁）

$$L_j = L \times K_s \times K_b = 45 \times 96\% \times (1 - 8\%) \times 2\% = 0.795 \text{ 万 t}$$

$$P_1 = L_j \times V = 0.795 \times 500 = 397 \text{ 万元}$$

$$M = L \times K_s / J_b \times K_t = 45 \times 96\% \times (1 - 8\%) / 0.45 \times 1\% = 0.88 \text{ 万 t}$$

$$P_2 = MV_2 - MCt = 0.88 \times 1\,300 - 0.88 \times 900 = 352 \text{ 万元}$$

$$\text{延伸效益 } P = P_1 + P_2 = 397 + 352 = 749 \text{ 万元}$$

(3) 总效益

按目前焦化厂 1 号焦炉运行情况看，月成本为 110 至 120 万元，年总成本为 1 300 万元左右，年收入为 2 387 万元。年综合效益为 1 087 万元。

5 存在问题

(1) 由于干熄焦水分较低，一般在 1% 以下，焦炭中的炭粉活性较高，造成筛运焦系统环境很差，德国凯泽斯图尔的办法是采用焦炭最终冷却站，目前首钢采用的是在运焦过程中适量喷雾水，使焦炭水分稳定在 2% 左右，下步工作中将作好运焦系统皮带的密封和机头机尾的除尘，保证筛运线上的良好环境。

(2) 除盐水的原用水是高炉炼铁冷却水，通过双料、细砂、保护过滤、入反渗透后进入阴、阳离子树脂床层中除盐，因原用水浊度高，盐量大，造成除盐水系统负荷大，现准备采用化工冷却用深井水，以减轻除盐负荷。

（收稿日期：2001 年 6 月）

刘晓明 编辑