浅析高炉煤气温度变化对焦炉加热系统的影响

陈树宏,迟法铭

(内蒙古包钢钢联股份有限公司煤焦化工分公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 针对包钢钢联股份有限公司煤焦化工分公司4座6 m焦炉利用高炉煤气对焦炉进行加热,由于高炉生产工艺等原因使得高炉煤气温度波动较大,重点分析高炉煤气温度由35 ℃左右上升到45 ℃以上后对焦炉生产中焦炉工序能耗、加热设备、煤气流量,炉体热量损耗等方面的不利影响。

关键词: 加热; 高炉煤气; 温度

中图分类号: X784 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)05-0021-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.05.006

Analysis on Effects of Blast Furnace Gas Temperature Variation on Heating System of Coke Oven

Chen Shu-hong, Chi Fa-ming

(*Coke Chemical Engineering Branch Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In Coke Chemical Engineering Branch Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., there are four 6-m coke ovens heated with blast furnace gas. Due to the production technology of blast furnace, the temperature fluctuation of blast furnace gas is bigger, the adverse effects of blast furnace gas temperature increased from about 35 ℃ to over 45 ℃ on energy consumption of processes for coke ovens, heating equipment, gas flowing rate and thermal losses of oven body in the production are mainly analyzed.

Key words: heat; blast furnace gas; temperature

包钢钢联股份有限公司煤焦化工分公司老体系现有JN60-6型50孔复热式焦炉四座,新体系有JNX3-70-2型60孔复热式焦炉四座,设计年产焦炭能力为487.2万t。其中,四座JN70-6-2型焦炉中1#焦炉使用焦炉煤气进行加热,2#、3#、4#焦炉用高炉煤气加热;四座JN60-6型焦炉加热系统全部使用高炉煤气加热。供给焦炉加热系统的高炉煤气温度经常出现由标准的20~35 ℃上升到40~60 ℃之间。而焦炉生产工艺中加热系统要求高炉煤气温度不应超过35 ℃,这就对焦炉安全生产产生一定的不利因素。

1 高炉煤气加热的特性

1.1 高炉煤气的性质

高炉煤气是无色、无味、无臭的气体,密度为1.29~1.33 kg/m^3,其化学成分比例为:CO占25%~30%,CO_2占9%~11%,H_2占2.2%~2.8%,O_2占0.2%~0.4%,N_2占55%~57%。因

收稿日期: 2018-05-03

作者简介: 陈树宏(1978-),男,内蒙古乌兰察布市商都县人,工程师,现从事炼焦管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

此,高炉煤气中可燃成分少,发热值低,一般为3 350~4 180 kJ/m³,着火点在700 ℃以上,燃烧缓慢,火焰长。由于CO含量较高,为了防止空气中CO含量超标,必须要保持所有煤气设备的严密性[1]。

1.2 高炉煤气加热过程

高炉煤气主管→机(焦)两侧开闭器→机(焦)侧调节翻板→煤气混合器→机(焦)侧煤气支管→加减考克→煤气孔板→废气盘→小烟道→篦子砖→煤气蓄热室→斜道→燃烧室→与空气混合燃烧。

1.3 高炉煤气加热的优点

高炉煤气的热值要比焦炉煤气小,这样就导致高炉煤气燃烧的火焰比焦炉煤气燃烧时火焰长,高向加热均匀性好、焦炭高向成熟均匀、焦饼上下加热均匀性好,而且火道底部温度低在20~30 ℃之间。同时用高炉煤气加热时,按照炉型和结焦时间的不同,标准温度一般比用焦炉煤气加热时低10~30 ℃。

1.4 高炉煤气加热的缺点

用高炉煤气加热时,由于煤气热值低、煤气用量大、管道压力大、温度变化较大、炉头火道煤气量小、温度偏低、导致炉头部位焦炭成熟较差,机械强度低。同时高炉煤气毒性大,煤气加热系统阻力大、产生的废气量大、耗热量大、含尘量大,可导致烟道废气盘底部沉积增加系统阻力。

2 高炉煤气温度对焦炉热工的影响

2.1 对炼焦工序能耗的影响

2.1.1 对高炉煤气热值的影响

一定体积的湿煤气,压力不变时温度增加,则湿煤气中的水气分压增加;含有的水蒸气体积增加;而煤气中的干煤气体积减小;干煤气分压减小;含有的干煤气质量减小。因此煤气温度升高,煤气显热会增加,但每标米立方煤气中可燃成分就减少了许多。这样随着高炉煤气中水分含量的增加导致煤气中可燃成分含量下降,热值相应发生变化。高炉煤气温度由35 ℃升高到45 ℃时水分含量以及可燃成分是不同的(见表1)。

表1 高炉煤气在不同温度下成分含量[2]

项目		成分含量/%			水气分压 /(m³·m⁻³)	煤气中水气含量 /(m³·Nm⁻³)
		H_2	CH_4	CO		
煤气温度	35 ℃	2.55	0.189	26.45	42.2	0.055 5
	45 ℃	2.45	0.181	25.35	71.9	0.094 5
热值/(kJ·m⁻³)	10 844	35 840	12 728			

根据表1中高炉煤气各温度中成分的含量及其热值计算出不同温度下高炉煤气的热值分别为:$Q_{热值}=\frac{H_211\times11+CH_411\times11+CO11\times11}{100}$,分别是:

$Q_{35}=3\ 710.82\ kJ/m^3$,$Q_{45}=3\ 557.10\ kJ/m^3$

随着高炉煤气温度的升高,煤气热值出现下降趋势,这样在同等流量的情况下会造成焦炉炉温的下降,进而影响焦炭质量。当煤气温度发生一定变化时,交换机工应立即调整加热煤气的表流量,以保证供给焦炉总热量的稳定。

2.1.2 煤气温度变化对高炉煤气用量的影响

高炉煤气温度越高,煤气水气含量就越大,导致其热值就越低。为了保证焦炉炉温的稳定,焦炭能够均匀成熟,同等条件下需要加大高炉煤气的供入量,保证焦炉稳定生产。通过表1中不同温度下煤气中水气含量,计算出不同温度下高炉煤气的供入量,进而推算出随着高炉煤气温度的升高高炉煤气供给量的增加比例。根据体积计算公式如下:

$$V_{35\,℃}'=V_{35\,℃}\times(1-0.055\ 5)=0.944\ 5V_{35\,℃},\quad(1)$$

$$V_{45\,℃}'=V_{45\,℃}\times(1-0.094\ 5)=0.905V_{45\,℃},\quad(2)$$

$$V_{45\,℃}'\div V_{35\,℃}V=T_{45\,℃}\div T_{35\,℃}=(273+45)\div(273+35)=1.032,\quad(3)$$

将(1)和(2)式带入(3)中得出$V_{45\,℃}=1.076\ 9V_{35\,℃}$。

通过计算得出在保证向焦炉加热系统供给相同煤气热值的前提下,高炉煤气温度由35 ℃升高到45 ℃时高炉煤气体积流量需额外增加7.69%,考虑到增加的这部分煤气中惰性气体的比例占70%以

中国知网 https://www.cnki.net

上，这部分气体经焦炉加热系统循环将热量带走。要想保证炉温稳定实际供给的煤气流量还应增加 12% 才能满足实际生产需求。这样就增加了高炉煤气的消耗量，导致吨焦成本增加。

2.1.3　对焦炉燃烧系统的影响

由于高炉煤气温度升高，为了保证焦炉热工制度稳定和焦炭均匀成熟，势必加大焦炉高炉煤气流量和空气量的供给，导致燃烧系统阻力增大，废气量增加，相应产生废气带走的热量也增加，焦炉炉体热量损失将增加。另外，为保证炉温均匀稳定，当高炉煤气温度频繁变化时，势必通过煤气供给量、分烟道吸力的调整进行修正，才能保证焦炭成熟稳定。而这些改变都会使上升气流和下降气流蓄热室顶部吸力差加大，增加焦炉炉体窜漏的可能，同时每一次调整都会对燃烧系统的空气过剩系数发生改变，使焦炉不能在最佳加热状态下连续工作，高炉煤气温度过高和频繁变化对焦炉热工稳定产生有不利的影响。

2.2　对焦炉加热设备的影响

2.2.1　对加热煤气管道压力的影响

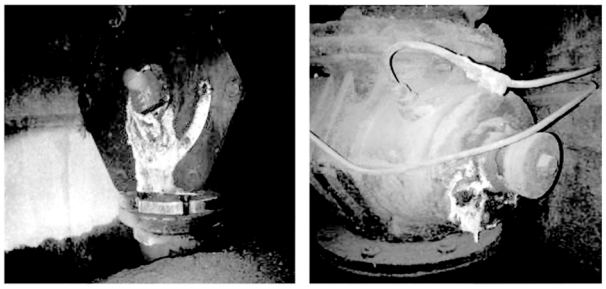
随着高炉煤气温度升高，可燃成分含量下降，热值也明显下降，为了保持焦炉炉温的稳定，必须增加煤气流量，势必要调整煤气主管翻板的开度比例或提高支管压力来实现，提高压力后又增加了煤气管道的负荷，进而增加了煤气泄漏带来的事故危险。同时增大煤气流量也会造成废气量的增加，并且增加了焦炉加热系统的阻力。

2.2.2　对焦炉加热设备严密性的影响

由于高炉煤气温度升高，对焦炉地下室加热设备的严密性造成严重影响，对加减旋塞前后的 O 型环密封的损害加剧，导致加减旋塞轴头部位油脂密封融化流失(见图 1) ; 另外，高炉煤气是经过水洗涤的，它含有饱和水蒸汽，煤气温度越高，供给焦炉加热的高炉煤气中水含量也越大，会因为冷凝水中含有腐蚀性物质，造成加减旋塞轴头的密封环、盖板的巴金垫、旋塞研磨面的填充介质腐蚀失效，逐渐破坏设备的严密性; 同时对煤气管道法兰盘、调节翻板轴头、盘根等的破坏，对加减旋塞的灵活程度造成严重的破坏，进而造成煤气管路上各交通旋塞、加减旋塞润滑油封以及 1 m 法兰盘根密封出现不严密，容易造成高炉煤气泄漏。

2.2.3　对焦炉调节装置的影响

由于高炉煤气温度升高导致焦炉使用煤气、空气量及燃烧产生的废气增加，为降低这部分阻力需对焦炉废气盘的进风口、废气小翻板及交换大、小行程和分烟道翻板开度进行频繁的调整，进而影响加热及调节装置的使用寿命。



(a) 旋塞轴头部位正面　　(b) 旋塞轴头部位背面

图 1　加减旋塞轴头部位油脂密封融化渗漏照片

2.2.4　对煤气管道冷凝排放的影响

随着高炉煤气温度升高，煤气中水气的分压增加，含有的水蒸气体积增加，当煤气温度降低时又会造成管道内冷凝水的增加，同时增加高炉煤气管道阻力。由于煤气温度的变化，煤气在管道输送过程中产生对管道的摩擦、流速变化和大量的冷凝物，加速管道的腐蚀，同时管道积水还会造成其他加热设备的积水和锈蚀而引发故障。

3　结束语

焦炉加热介质采用高炉煤气有利于高向加热、增加炉顶空间温度、减少炉顶石墨的生成、合理利用能源、降低焦炭生产成本，但是由于高炉生产工艺等原因使得高炉煤气温度波动较大，焦炉生产在使用高炉煤气加热过程中由于温度的升高对焦炉工序能耗、加热设备、煤气流量、炉体热量损耗等方面产生诸多不利的因素，因此需要将高炉煤气的温度控制在 35 ℃左右，这样更有利于焦炉的生产和操作。

参　考　文　献

[1]　郑中. 炼焦工艺 [M] . 北京: 冶金工业出版社，1995.

[2]　姚昭章，郑明东. 炼焦学 [M] . 北京: 冶金工业出版社，2005.

中国知网　https://www.cnki.net