

试验研究

吨焦耗煤指标的影响因素分析

纪同森, 齐 嫫

(济钢集团有限公司, 山东 济南 250101)

摘 要:吨焦耗煤指标的主要影响因素有配煤挥发分、焦炭挥发分、焦炭烧损率、焦炭产量、进厂煤水分化验、焦炭称量等,分析表明,因计算基础不同,各企业间的吨焦耗煤指标缺少比较的统一性。济钢焦化厂在焦炭全干熄和干熄焦炭不计入焦炭产量的前提条件下,经推算,吨焦耗煤指标值在1.375 t左右。

关键词:吨焦耗煤;配煤挥发分;焦炭挥发分;全焦率

中图分类号:TQ520.1

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2010)06-0028-02

1 前 言

在钢铁联合企业中,焦化厂以冶金焦为主要产品,追求以尽量少的炼焦煤,生产尽可能多的焦炭,由此,吨焦煤耗指标是其重点关注指标。

与国内平均水平相比,济钢焦化厂的吨焦耗煤指标相对偏高。本研究从吨焦耗煤指标的定义、理论分析、实际影响因素分析、国内同行业指标分析等方面确认了吨焦耗煤指标的主要影响因素,包括配煤挥发分、焦炭挥发分、焦炭烧损率、焦炭产量、进厂煤水分化验、焦炭称量等。由于各企业化验、称量的准确性以及生产工艺、结算方式的不同,导致吨焦耗干煤指标的计算不在同一基础上进行。因此国内各企业的吨焦耗煤指标缺少相互比较的统一性。同时,对济钢焦化厂在焦炭全干熄和干熄焦炭不计入焦炭产量条件下的吨焦耗煤指标进行了分析推算。

2 吨焦耗煤指标的定义及理论分析

吨焦耗煤指标是指每生产1 t焦炭(全焦干基)所耗用的洗精煤量(干基无水),一般是通过全焦率 K 进行推算,即吨焦耗煤=1/ K 。

入炉洗精煤主要组成为水分、灰分、挥发分和固定碳。从工业分析的角度看炼焦过程,其实就是入炉洗精煤脱去水分和挥发分,剩下以灰分和和固定碳为主的焦炭的过程。基于这一理论分析,推算出全焦率的理论计算公式为:

$$K = (100 - V_{d煤}) / (100 - V_{d焦}) \times 100\% + a, \quad (1)$$

其中: $V_{d煤}$ 是指入炉煤的干基挥发分; $V_{d焦}$ 是指焦炭的干基挥发分,这是因为在入炉煤炼焦过程中,还有少量挥发分不能完全脱去,同时,为了防止焦炭过

火破碎,焦炭挥发分也是一个重要的检测指标,需保持一个适当的范围,一般要求在0.5%~1.6%之间,低于这个范围表示焦炭过火,高于这个范围则焦炭的成熟度不够; a 为校正系数,因为所用焦炉型号、加热制度以及煤种矿点的不同,不同的焦化厂取值范围也有所不同,需通过实际验证取值,一般波动范围为0.8%~1.3%。这是因为:在工业炼焦生产过程中,生成的焦炉煤气在流经炽热的焦炭层时,在高温的作用下,焦炉煤气会发生裂解反应产生游离碳,一部分游离碳沉积在焦炭表面,会增加焦炭的产量,另外还有其他微量因素对焦炭产量产生轻微影响,对以上影响需要进行校正,所以增加了校正系数。济钢焦化厂经过多次铁箱试验验证,确定适合本厂实际的校正系数 a 为1%。

则吨焦耗煤指标的计算公式为:

吨焦耗煤=

$$1 / [(100 - V_{d煤}) / (100 - V_{d焦}) \times 100\% + a]. \quad (2)$$

从公式(1)可以看出,全焦率主要与入炉炼焦煤的挥发分有关,挥发分高则全焦率低,挥发分低则全焦率高。由公式(2)可知,吨焦耗煤也主要与入炉炼焦煤的挥发分有关,挥发分高则吨焦耗煤高,挥发分低则吨焦耗煤低。因此,在实际生产中,在保证焦炭质量稳定的前提下,为了降低吨焦耗干煤量,就需要多配一些中等挥发分和低挥发分的炼焦煤。

3 实际影响因素分析

从吨焦耗煤的理论计算公式看,其数值的大小主要与入炉煤的挥发分有关,但在实际生产中,由于化验、称量存在检验误差、计量误差以及结算方式的不同(如干熄焦炭是否算焦炭产量、焦炭的称量地点等)等各种人为因素,导致吨焦耗煤的实际值与理论计算值存在一定差距,也是国内焦化企业之间指标差距偏大的主要原因。

收稿日期:2010-03-30

作者简介:纪同森,男,1970年生,1994年毕业于武汉钢铁学院煤化工专业。现为济钢炼铁厂煤焦主管工程师,从事煤焦系统工艺技术管理与研究工作。

依据中国金属学会炼焦化学专业委员会的《焦化工业生产技术专业报表》的数据,对国内部分钢铁联合企业焦化厂吨焦耗煤指标进行对比统计(见表1)。

表1 国内部分钢铁企业的吨焦耗煤指标对比

序号	企业代号	$V_{ad}/\%$	吨焦耗煤/t	熄焦方式
1	XG	25.9	1.23	干湿混熄
2	CO	24.6	1.24	湿熄
3	BN	24.3	1.26	干湿混熄
4	GU	24.6	1.27	湿熄
5	AY	25.9	1.27	湿熄
6	PH	26.2	1.29	干熄
7	SD	24.8	1.29	干熄
8*	MS	26.0	1.31	干熄
9	WH	25.8	1.31	干熄
10	XX	26.3	1.33	湿熄
11	LG	26.1	1.34	干湿混熄
12	LG	27.2	1.41	干湿混熄
13	MG	27.9	1.46	干熄

注:表中第8家企业焦炭计入焦炭产量。

以表1所示国内吨焦耗煤指标排名第一的XG钢厂为例,其配煤挥发分为25.9%,焦炭挥发分按1.6%的高值、校正系数 a 按1.3%的高值带入公式(2)计算得出,其最理想的吨焦耗煤指标在1.31 t左右,而其实际报出值为1.23 t。比理论计算值还要好,说明其实际称量或结算方式存在不同之处,否则,不可能有这样低的吨焦耗煤指标。

就表1中的PH和SD钢厂来说,配煤挥发分分别为26.2%和24.8%,同样都是干熄焦,由于挥发分不同,从理论上分析吨焦耗煤系数也应该不同,但两家吨焦耗煤指标都是1.29 t,说明这两家的实际称量或结算方式存在不同之处。

总之,由于各企业化验、称量的准确性以及生产工艺、结算方式的不同,导致吨焦耗煤指标的计算不是在同一基础上进行的。因此,国内各企业之间的吨焦耗煤指标缺少比较的统一性。

4 济钢吨焦耗煤指标的影响因素分析

济钢焦化厂的焦炭生产流程为:进厂煤→煤库→焦炉→干熄炉→高炉。

4.1 生产流程各环节影响因素

1)进厂煤计量、检验环节。济钢进厂煤的检验和计量由技术监督处物资检验站和计量处负责,其对吨焦耗煤的主要影响因素有煤炭水分的检测和煤炭重量的称量。由于进厂煤数量多,无法实现全车取样,一般采用抽检方式。取样的代表性对煤样水分的检验影响很大,造成进厂煤的计量数据出现偏差。

2)煤炭存放环节。济钢焦化厂内部全部采用

大型储配一体的室内煤库,亏吨很低。但厂外的露天煤场仍然存放着部分煤种,存放和调拨进厂的过程中有亏吨。

3)焦炉炼焦环节。焦炉对吨焦耗煤的主要影响因素是稳定焦炭的挥发分,保证焦炭成熟而不过火。

4)干熄焦熄焦环节。在干熄炉内,通过不断充入低温惰性循环气体与焦炭接触吸热而降低焦炭温度,由于在装炉过程中,空气随焦炭进入干熄炉,与焦炭发生不完全反应生成CO,随着时间的积累,循环气体中CO浓度随之升高,当部分循环气体随着焦炭的外排逸散到皮带通廊时,会导致皮带通廊中CO偏高,易产生煤气中毒和爆炸事故。所以,必须对循环气体中CO浓度进行控制,目前的主要措施就是进行空气导入,将CO烧掉,降低其含量。

在干熄焦操作过程中,需不断导入空气,空气中的 O_2 与循环气体中的CO接触时,发生化学反应生成 CO_2 ,而气体中 CO_2 又与高温焦炭发生碳溶反应,生成CO,从而导致焦炭的损耗,以上过程的循环发生,是造成焦炭烧损的主要原因。

以150 t/h干熄焦的正常生产为例,其每小时的空气导入量是10 000 m^3 (150 t/h干熄焦流量表显示),氧气在空气中占21%左右,也就是说,每小时有2 100 m^3 的氧气进入到干熄炉内,假定导入氧气全部反应,则碳1 d消耗量达到54.0 t;焦炭的灰分按12.5%计算,则1 d的焦炭烧损量就高达61.7 t。150 t/h干熄焦每天的焦炭干熄量约3 000 t,其焦炭烧损率在2.06%左右。

4.2 吨焦耗煤指标理论和实际对比分析

2009年某月,济钢焦化厂入炉煤的挥发分(干基)平均为26.32%,焦炭的挥发分(干基)平均为1.04%,根据公式(2)计算得出:吨焦耗煤为1.325 t。这一数值是以不考虑焦炭在干熄炉内的烧损为前提的,而济钢焦化厂焦炭为全干熄,焦炭在干熄炉内存在烧损,必然导致实际焦炭产量有所降低。根据历史数据,济钢焦化厂150 t和100 t干熄焦的平均烧损率约为2%,70 t干熄焦的平均烧损率为0.9%,3个干熄焦系统的平均烧损率在1.71%,烧损导致吨焦耗煤指标的增加值为0.023 t。每吨焦炭对应的焦炭产量为0.02 t,对吨焦耗煤指标的影响值是0.027 t。因此,在全干熄、不考虑焦炭产量的条件下,吨焦耗煤指标实际值为1.375 t。

5 结论

5.1 配煤挥发分是影响吨焦耗煤指标的主要因素,挥发分高则吨焦耗煤高,挥发分低则吨焦耗煤低。

(下转第35页)

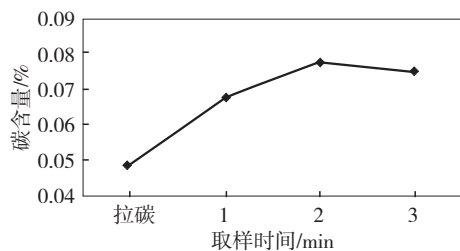


图4 2#转炉内钢水碳含量变化

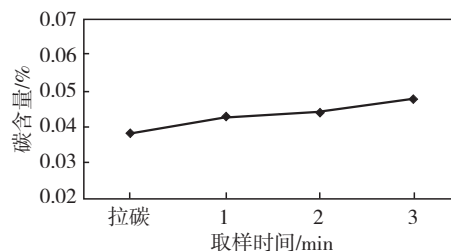


图5 3#转炉内钢水碳含量变化

匀性的重要性。

4 结论

4.1 冶炼超低碳钢时,转炉终点碳含量 $\geq 0.05\%$,需要进行RH强制脱碳;转炉终点碳含量 $\leq 0.04\%$ 时,可以进行RH自然脱碳,也可以在出钢过程中进行最大810 kg的微碳锰铁(锰含量80%)合金化操作。

4.2 在转炉冶炼终点对钢水进行净底吹氩搅拌,一定程度上可以降低钢水氧活度,但在净搅拌2 min

后基本达到平衡,氧活度降低约 190×10^{-6} 。

4.3 没有底吹或底吹效果不好的转炉与底吹良好的转炉相比,终点钢水碳含量不均匀,二者碳的均匀性相差约0.01%~0.02%。

参考文献:

- [1] 冯聚和,艾立群,刘建华.铁水预处理与钢水炉外精炼铁[M].北京:冶金工业出版社,2006.
- [2] 金辉,孙群,吕志升.RH-TB精炼处理超低碳钢的研究[J].鞍钢技术,2005(5):26-28.

Analysis of RH Vacuum Decarbonization

WANG Zhen-guang^{1,2}, DONG Fang¹, JIANG Min-feng³

(1 Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China;

2 Shandong Vocational College Industry, Zibo 256414, China; 3 Wuxi Institute of Technology, Wuxi 214121, China)

Abstract: Combining with the actual production data, this article analyzed the influences of the BOF end-point control on RH vacuum decarbonization. For ultra-low-carbon steel, when the carbon content in BOF end-point was not less than 0.05%, it required enforced decarbonization in RH treatment. When the end-point carbon content was not more than 0.04%, might make RH natural decarbonization and might make alloying operation by adding not more than 810 kg of trace carbon manganous iron(with 80% manganese content) in tapping course as well. Blowing argon for two minutes decreased the oxygen activity in molten steel by about 190×10^{-6} . No bottom blowing, the end-point carbon content in molten steel was asymmetric and the discrepancy was from 0.01% to 0.02%.

Key words: RH vacuum decarburization; end-point carbon; oxygen activity; argon stirring

(上接第29页)

5.2 在全干熄的条件下,影响因素又增加了焦炭烧损率,烧损率高则吨焦耗干煤增加,烧损率低则吨焦耗干煤相对低一些。

5.3 焦化厂所产生的干熄焦炭不计入焦炭产量时,吨焦耗煤指标升高。

5.4 以济钢目前的计算方式,影响吨焦耗煤指标的因素有配煤挥发分、焦炭挥发分、焦炭烧损率、焦炭产量、进厂煤水分化验、焦炭称量等。

5.5 由于国内钢铁联合企业焦化厂工艺条件、结算方式存在不同,吨焦耗煤指标的计算并不在同一基础上,不具有可比性。

5.6 吨焦耗煤指标的控制是一个系统工程,从煤炭进厂到焦炭最终进入高炉,需全方位精确控制。同时,不同挥发分炼焦煤所对应的焦炭产量、焦炭质量、煤气产率、化产品效益也有所不同,需在满足高炉质量要求的前提下全面综合考虑,不能单纯为了降低吨焦耗煤指标而实施各项降成本措施。

Effect Factor Analysis of Coal Consumption per Ton Coke

JI Tong-sen, QI Hua

(Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: The main effect factors of coal consumption per ton coke include the volatile component of blending coal, the volatile component of coke, burning loss of coke, moisture of coal and production of coke and so on. The analysis showed that because of different computation base, coal consumption per ton coke index between each enterprise had no comparative uniformity. On the base of CDQ of all the coke and coke dust barring the coke production, the index of coal consumption per ton coke in Jinan Steel Coking Plant was about 1.375 t by calculating.

Key words: coal consumption per ton coke; volatile component of blending coal; volatile component of coke; whole coke rate