攀钢焦炉提高热效率途径的探讨*

陈旭凤

（攀枝花钢铁研究院）

文章介绍了攀钢1#、2#焦炉物料平衡及热平衡概况，列出该两座炉物料衡算表和热量衡算表，通过测定，两座焦炉的热工效率分别为71.68%和72.27%；热效率分别为81.32%和81.87%，最后对提高焦炉热效率、降低炼焦能耗的途径进行了探讨。

一、前　言

攀钢1#、2#焦炉都是具有36孔炭化室的大容积焦炉。为了评价焦炉热利用状况，确定其热工效率和热效率等技术经济指标，1981年12月和1982年4月分别对两座炉进行物料平衡和热平衡测定。测定过程始终贯彻以实测为主同时参照历年生产统计数据的方针，在大量测试数据的基础上进行了焦炉物料衡算和热量衡算。

二、焦炉物料衡算及热量衡算

攀钢1#、2#焦炉热平衡测定的计算结果分别列于表1～4，计算依据及计算步骤见资料〔1、2〕。

1# 焦炉物料衡算表　　表1

入方					出方				
编号	项目	重量 kg/t	% 占湿煤	% 占干煤	编号	项目	重量 kg/t	% 占湿煤	% 占干煤
1	干煤	876	87.6	100	1	全焦	688.5	68.85	79.60
2	配煤水	124	12.4	—	2	粉焦	3.3	0.33	0.38
					3	焦油	24.0	2.40	2.73
					4	粗苯	7.2	0.72	0.82
					5	氨	1.0	0.10	0.12
					6	干煤气	119.3	11.93	13.62
					7	水份：配煤水	124.0	12.40	—
						化合水	26.4	2.64	3.00
					8	计算差额	6.3	0.63	0.73
	合　计	1000	100	100		合　计	1000	100	100

* 攀钢1#、2#焦炉热平衡测定工作由攀钢焦化厂和攀枝花钢铁研究院共同组织进行

2# 焦炉物料衡算表　　表2

入方					出方				
编号	项目	重量 kg/t	% 占湿煤	% 占干煤	编号	项目	重量 kg/t	% 占湿煤	% 占干煤
1	干煤	886	88.6	100	1	全焦	704.80	70.48	79.55
2	配煤水	114	11.4	—	2	焦油	24.60	2.46	2.78
					3	氨	1.33	0.133	0.15
					4	粗苯	8.01	0.801	0.90
					5	干煤气	139.43	13.943	15.73
					6	水份：配煤水	114.00	11.40	—
						化合水	6.51	0.651	0.73
					7	计算差额	1.32	0.132	0.16
	合　计	1000	100	100		合　计	1000	100	100

1# 焦炉热量衡算表　　表3

入方				出方			
编号	项目	热量 kcal/t湿煤	占入方 %	编号	项目	热量 kcal/t湿煤	占出方 %
1	加热煤气燃烧热	645699	97.3	1	焦炭带出热量	243671	36.5
2	加热煤气显热	6302	0.9	2	干馏煤气带出热量	80886	12.1
3	湿煤带入热量	5864	0.9	3	焦油带出热量	13182	
4	空气带入热量	5848	0.9	4	粗苯带出热量	3328	2.6
				5	氨带出热量	482	
				6	水份带出热量	136804	20.5
				7	废气带出热量	124675	18.7
				8	周围散失热量	64276	9.6
				9	计算差额	−3591	
	合　计	663713	100		合　计	667304	100

2# 焦炉热量衡算表 表4

入方				出方			
编号	项目	热量 kcal/t湿煤	占入方 %	编号	项目	热量 kcal/t湿煤	占出方 %
1	加热煤气燃烧热	600759	96.0	1	焦炭带出热量	263448	40.5
2	加热煤气显热	7328	1.2	2	干馏煤气带出热量	84180	12.9
3	湿煤带入热量	8058	1.3	3	焦油带出热量	12437	2.5
4	空气带入热量	9426	1.5	4	粗苯带出热量	3403	
				5	氨带出热量	589	
				6	水份带出热量	106410	16.3
				7	废气带出热量	118049	18.2
				8	周围散失热量	62497	9.6
				9	计算差额	−25442	
	合计	625571	100		合计	651013	100

根据热量衡算结果可计算焦炉热工效率和热效率：

1#焦炉热工效率：

$$\eta^{1}_{热工}=\frac{焦炉支出总热量-(废气带走热量+周围散失热量)}{焦炉支出总热量}\times 100\%$$

$$=\frac{667304-(124675+64276)}{667304}\times 100\%$$

$$=71.68\%$$

2#焦炉热工效率：

$$\eta^{2}_{热工}=\frac{651013-(118049+62497)}{651013}\times 100\%$$

$$=72.27\%$$

1#焦炉热效率：

$$\eta^{1}_{热}=\frac{焦炉支出总热量-废气带走热量}{焦炉支出总热量}\times 100\%$$

$$=\frac{667304-124675}{667304}\times 100\%$$

$$=81.32\%$$

2#焦炉热效率：

$$\eta^{2}_{热}=\frac{651013-118049}{651013}\times 100\%$$

$$=81.87\%$$

三、攀钢焦炉提高热效率、降低炼焦能耗途径的探讨

热平衡测试结果表明，攀钢1#、2#焦炉的热效率和热工效率均在大型焦炉一般水平范围内，2#炉略优于1#炉。通过热平衡测定较全面了解焦炉热工状况，为探讨焦炉节能途径指出了方向。

1.减少入炉煤的水份是降低炼焦能耗的重要途径之一。近年来，攀钢炼焦用煤的水份波动于11～13%之间，不仅大大超过原设计 8 %的指标，而且与国内其它焦化厂相比也比较高。用高炉煤气供热的焦炉，入炉煤的水份每增加 1 %，炼焦热耗相应增加 16kcal/kg 煤，攀钢一座焦炉每小时装入煤量约52 t，如果入炉煤的水份由12%降到 8 %，则每座炉每小时可节约热耗3.3×10^6kcal，相当于发热量870kcal/Nm^3的高炉煤气3800Nm^3/h。入炉煤水份含量过高，既增加炼焦能耗又降低焦炉生产能力。据计算，入炉煤水份每增加 1 %，结焦时间延长15～20min，焦炉生产能力降低1.5～1.8%。此外，入炉煤水份过高对焦炭质量、炉体寿命等均有不良影响。因此，采取一定的技术措施对攀钢炼焦用煤进行炉外脱水处理，对降低能耗、提高焦炉生产能力和焦炭质量等都有重要意义。

2.从热量衡算表可以看到，赤热焦炭带出热量是焦炉支出热量中最大的一项，约占总热量36.5～40.5%，折合每 t 焦炭带出热量为0.35×10^6～0.37×10^6kcal。目前，攀钢焦化厂采用湿法熄焦，这些热量全部损失未加回收，如果改用干法熄焦，焦炭带出热量的50%可用于煤的预热、干燥，其余部分可用来发生蒸汽。这不仅解决降低入炉煤水份的问题，而且对于控制环境污染，提高焦炭质量等均有好处。宝钢已引进此项技术。研究干熄焦技术在攀钢的推广和应用应该提到日程上来。

3.改善炉体的绝热保温，严格执行操作制度，尽量减少炉体散热，以提高焦炉热工效率。攀钢1#、2#焦炉炭化室装煤量是58型焦炉的1.52倍；每孔炭化室的散热表面和炉端墙散热表面是58型焦炉的 1.3 倍。也就是说，攀钢焦炉每吨装入煤向周围的散热量只有58型炉的86.7%，热量衡算得知，攀钢1#、2#焦炉周围散失热量占总热量 9.6%，接近国内大型焦炉一般范围（8～10%）的上限，若进一步挖掘潜力，还可降低周围散热量。表 5 所列部位是加强绝热保温措施的重点部位。这些部位表面积总和不足总表面积的一半，而散失热量总和约占散热量的80%。其中以装煤孔盖及座，机焦侧保护板等处最为突出。试用硅酸铝耐火纤维等新型绝热材料，有助于降低表面散热和改善劳动条件。在热平衡测试过程中，还观察和记录了开闭炉门、炉盖及上升管的时间，看来进一步严格制度、缩短开放时间还可减少散失热量。

主要散热表面散热量所占百分数　表5

散热表面		散热量占总散热量的百分数，%	
散热面名称	占总散热表面积百分数，%	1#焦炉	2#焦炉
燃烧室炉顶	16.25	20.4	19.6
炭化室炉顶	7.10	8.0	7.3
装煤孔盖及座	1.46	9.2	10.3
看火孔盖及座	0.86	1.7	1.8
两侧保护板	11.79	28.1	30.4
蓄热室封墙	10.87	12.5	8.7
合　计	48.33	79.9	78.6

4.改善炉体严密性，减少废气带出热量。废气带走热量是影响焦炉热效率和热工效率的主要因素。热平衡测试过程观察到：从炉顶立火道取的废气样和小烟道取的废气样，空气过剩系数α值差别较大，如1#焦炉立火道取样α=1.21/1.14(机侧/焦侧，下同)，小烟道取样α=1.57/1.27；2#焦炉立火道取样α=1.16/1.15，小烟道取样α=1.34/1.29，小烟道废气中α均高于立火道处的α。这说明废气由立火道下降到小烟道过程中吸入空气，吸入空气增加废气体积，对提高焦炉热效率和热工效率产生不良影响。因此，定期检查炉体及附属设备的严密性，堵塞泄漏，也是一项值得注意的工作。

致　谢

攀钢1#、2#焦炉热平衡测定工作在吴万柏、何有瑾同志指导下进行；参加测定的主要人员还有胡振宝、秦仙州、王元宰、毛南生、刘永康等同志；2#焦炉测定时还得到武汉钢铁学院刘元宁老师和该院78届在攀钢实习的全体同学的大力协助，谨致谢意。

参 考 文 献

(1) 攀枝花钢铁研究院、攀枝花钢铁公司焦化厂，攀钢1#、2#焦炉物料平衡及热平衡测定，1982，7.
(2) Ханин, И.М. и Юшин, В.В., Материальный и Тепловой Балансы Коксовых Печий, Металлургиздат, Москва.

(上接第36页)

温度范围的低温端，其K_{Ic}值的形状参数大约是2～0.5，反应堆压力容器钢在NDT－60℃时，m≈1.5，在NDT＋50℃时，m≈6。形状参数m决定了产品性能的分散性，m值越大，产品性能越稳定。m值还与失效机理有关，影响轨钢K_{Ic}值形状参数的因素还有待进一步研究。

参 考 文 献

(1) 赵坚等，包钢重轨和鞍钢重轨的对比试验报告（内部资料），冶金部钢铁研究总院，1981，3.
(2) Rosenfielld, A.R.etal., Eng.Fract.Mech, Vol.14, 4 (1981), 833—842.
(3) 杜广勤等，稀土重轨钢K_{Ic}值的测定和断口分析（内部资料），鞍钢钢铁研究所，1980，5.
(4) 张祖光，钢铁钒钛，2 (1982)，65.
(5) 刘璋温等，概率纸浅说，科学出版社，1980.
(6) Hahn, G.T., The Relation of K_{Ic} with Temperature and Loading Rate, Metal.Trans., 2 (1971), 573—541.
(7) Landes, J.etal, Statistical Characteriztaion of Fracture in the Transition Region, Westinghouse Scientific Paper, 79—1D3—JINTF—P74, 1979.