

## 采用捣固焦炉生产铸造焦试验

张玉国, 桂 林, 李 亭

(青岛焦化制气有限责任公司, 山东 青岛 266042)

**摘 要:** 青岛焦化制气有限责任公司采用捣固焦炉生产铸造焦, 通过配煤比的调整和生产过程控制, 采用小铁箱试验、小焦炉试验和单孔试验, 得出了最佳的操作参数, 生产出合格的铸造焦, 优化了资源, 实现了产品的技术升级换代。

**关键词:** 铸造焦; 捣固焦炉; 焦炭质量

中图分类号: TQ522.1      文献标识码: A      文章编号: 1004-4620 (2008) 03-0054-03

## Test of Production Foundry Coke by Stamp-charging Coke Oven

ZHANG Yu-guo, GUI Lin, LI Ting

(Qingdao Coking Gas Limited liability Company, Qingdao 266042, China)

**Abstract:** Production foundry cokes by stamp-charging coke oven have been applied in Qingdao Coking Gas Limited liability Company, through adjusting of coal blending ratio and control of production process, little iron box test, little coke test and monotrematous test, prime manipulation parameter has received, eligible foundry cokes have been gained, by which resources have been optimized, and production technology improved greatly.

**Key words:** foundry coke; stamp-charging coke oven; coke quality

## 1 前 言

青岛焦化制气有限公司现有JND38-II型焦炉2座, 年产42万t冶金焦炭。为了调整产品结构, 拓宽焦炭销路, 自2006年初, 组织相关技术人员进行铸造焦的试验与开发, 通过多次的试验和对试验数据的分析总结, 现已基本掌握生产铸造焦的工艺。通过产品的开发, 实现了产品的技术升级换代, 使企业形成了新的经济增长点, 优化了资源, 实现了企业可持续发展。

## 2 铸造焦的质量要求

铸造焦要求有较高的固定碳, 较低的挥发分、硫分和灰分, 较高的强度和较大的块度, 并对密度、气孔率和反应性都有较高的要求。我国铸造焦的质量标准 (GB8729-88) 见表1。

表1 我国铸造焦的质量标准 %

指 标	级 别		
	特级	一级	二级
水分 $M_t$	$\leq 5.0$	$\leq 5.0$	$\leq 5.0$
灰分 $A_d$	$< 8.00$	8.01~10.00	10.00~12.00
挥发分 $V_{daf}$	$\leq 1.50$	$\leq 1.50$	$\leq 1.50$
硫分 $S_{t,d}$	$\leq 0.60$	$\leq 0.80$	$\leq 0.80$
抗碎强度 $M_{40}$	$\geq 85.00$	$\geq 81.00$	$\geq 77.00$
落下强度 $SI_{50}^4$	$\geq 92.00$	$\geq 88.00$	$\geq 84.00$

### 3 改善铸造焦质量的途径

为提高焦炭的块度和灰分等参数的稳定性，从原料配比和炼焦周期两方面着手。1) 原料配比。配料中，以强黏煤为基础煤，这种煤能起到强化焦炭气孔壁的作用，粘合其它材料，增加焦炭致密性。但由于强黏煤在炼焦过程中产生大量的胶质体，其流动性大，所生成的焦炭横纹较多，焦炭气孔率高。因此，为调节配合煤的流动性，应配入一定量的惰性组分。惰性组分以无烟煤、石油焦、焦粉等最为常用，这些不黏结的低挥发分配合材料，可减少碳化时的收缩率，抑制裂纹发生。一般来说，无烟煤和黏结性煤结合较好，配入石油焦能够使焦炭灰分大大降低，而且不易破裂。焦粉比其他惰性组分的价格低，因此通常选择使用焦粉。沥青作为一种黏结剂，有利于配合煤相互结合，因此可以减少一部分强黏结性煤的使用量。通常配入软化点高的硬质沥青。2) 炼焦周期。炼焦周期是由干馏温度和结焦速度确定的。干馏温度对焦炭的块度大小、强度等均有显著影响。一般情况下，多数裂纹都是在高温快速加热煤料时产生的，所以，当生产块度大、强度高、气孔率低的铸造焦时，需在低温下较长时间干馏，具体干馏温度依原料煤性质、焦炉的炉型而定。炼焦周期长，会使焦炭着火点高，热强度高、挥发分低，有利于提高铸造焦质量。在配煤比不变的情况下，焦炭块度与结焦时间的平方根成比例关系，即结焦时间长，有利于提高块度。

#### 3.1 原料选择

根据青岛焦化制气公司现有的煤炭情况，寻找最佳的配煤比，在保证焦炭质量，满足合同要求情况下，降低配合煤综合煤价，以降低生产成本。煤源主要以现有生产冶金焦使用的煤种为主，并采购部分石油焦、焦粉。待用煤种的质量指标见表2。

表2 各煤种的质量指标 %

煤种	代码	灰分 $A_d$	挥发分 $V_{daf}$	硫分 $S_{t,d}$	胶质层指数 $Y$	粘结指数 $G$
气煤	QM	7.91	38.05	0.75	11.0	82
1/3焦煤	1/3JM	7.92	36.38	0.6	13.0	86
焦煤	JM	9.12	21.75	1.30	13.0	85
肥煤	FM	9.37	29.09	0.83	21.0	90
瘦煤	SM	9.81	15.59	0.75	5.0	27
石油焦	SYJ	0.38	10.86	0.98		
焦粉	JF	11.66	1.08	0.60		
煤沥青	MLQ					

#### 3.2 方案选择

为减少不必要的人力及原料的浪费，先进行小铁箱和小焦炉试验。根据铸造焦的各项指标要求，主要从原料煤配比和生产过程进行调整和控制。

##### 3.2.1 配比调整原则

块度。铸造焦要求的块度比一般冶金焦大，因此，首先考虑保证焦饼的成品率，同时加入一定量细度要求严格的焦粉，增加惰性微粒含量。其次，降低炉温、延长结焦时间等方法以增加焦炭块度。

灰分。由于铸造焦要求灰分较低，在选择方案时应增加低灰分原料煤的配比，以降低灰分。

硫分。由于铸造焦要求硫分较低，在选择方案时应增加低硫分原料煤的配比。从待用煤种看，硫分较容易控制，但应注意焦煤的配入量。

抗碎强度。按照烟煤结焦机理理论，生产 $M_{40}$ 在80%以上的焦炭必须保证胶质体数量、流动性适宜、热稳定性好，同时在半焦收缩阶段，注意调节半焦收缩量。从单种煤炼焦性能上看，焦煤最好，然后依次是肥煤、气煤、瘦煤。焦煤结焦性能最好，稳定性好，收缩量和收缩速度小，增加焦煤配入比例，有利于提高 $M_{40}$ ，增加块度，减少裂纹。

落下强度。主要与焦炭裂纹深浅、多少及致密程度有关。配合煤的挥发分越高，裂纹越多。为此，选择配煤方案时，应注意控制配合煤的挥发分。

气孔率。焦炭气孔率的计算公式：气孔率=1-假密度/真密度。气孔率与配合煤的性质及炼焦条件有关，如胶质体的黏结性，入炉煤粒度组成、水分、堆比重等，配入一定细度的石油焦粉，可有效减少气孔率，降低反应性，提高反应后强度。

### 3.2.2 过程控制

结焦时间及标准温度要求。本着低温炼焦、保证成熟、增加块度的原则，在单孔试验时，将试验炉号的燃烧室标准温度控制在1 100~1 200 °C。

水分控制。采用焦炉做单孔试验时，为防止装煤过程中塌煤饼，水分应保证在8%左右，但由于生产铸造焦时炉温较低，应尽量控制入炉煤的水分。

配煤工艺。先校正电子皮带称，保证误差<1%。

闷炉时间。在结焦末期增加一定的闷炉时间，可以使结焦后期的热分解和热缩聚程度增加，焦炭挥发分降低，气孔壁碳结构更加致密，同时便于焦块整形，减少菜花焦的数量。

## 4 试验过程

### 4.1 小铁箱试验

采用铁板焊接成规格为60 cm×40 cm×40 cm四周带小孔的铁箱，根据试验的配比进行原料煤取样粉碎，将粉碎完的单种煤按配比混匀（配煤比见表3），装入铁箱捣固成堆比重为1.1后将箱盖焊接封闭，在焦炉装煤过程中将小铁箱放入装煤车煤箱，与大煤饼一起推入碳化室，焦饼成熟后由推焦车推到焦台上，待铁箱冷却后，取出铁箱中焦炭进行分析化验，结果见表4。从表中数据可以看出：配入10%的石油焦能够明显改变焦炭的 $M_{40}$ 及 $M_{25}$ ，而且石油焦越细，对上述 $M_{40}$ 及 $M_{25}$ 的影响越明显。

表3 小铁箱试验配煤比

试验序号	配煤比
A1	QM1: QM2: 1/3JM: SM: JM= 45: 30: 10: 10: 5
A2	QM1: QM2: 1/3JM: SM: JM: SYJ= 35: 30: 10: 10: 5: 10 其中SYJ<1.5 mm
A3	QM1: QM2: 1/3JM: SM: JM: SYJ = 35: 30: 10: 10: 5: 10 其中SYJ<3.0 mm

表4 小铁箱试验焦炭分析结果 %

试验序号	$A_d$	$V_{daf}$	$S_{t,d}$	$M_{25}$	$M_{10}$	$M_{40}$	CRI	CSR	平均粒度
A1	12.37	0.97	0.53	87.2	8.0	72.0	46.0	37.6	71.28
A2	10.67	0.91	0.57	90.4	7.2	85.6	40.1	42.7	76.19
A3	10.82	0.94	0.55	90.4	7.2	84.8	45.2	35.6	73.36

### 4.2 小焦炉（40 kg）试验

根据小铁箱试验的结果，进行40 kg小焦炉试验，配煤比及配合煤质量见表5。配煤比对应的焦炭质量见表6。

表5 小焦炉试验配煤比及配合煤质量

试验序号	配煤比	配合煤质量/%				
		灰分 $A_d$	挥发分 $V_{daf}$	硫分 $S_{t,d}$	胶质层指数 $Y$	粘结指数 $G$
B1	1/3JM: JM: SYJ: JF= 60: 20: 15: 5	7.09	27.98	0.80	12.0	71
B2	1/3JM: JM: SYJ: JF= 65: 20: 10: 5	7.37	29.08	0.77	11.0	74

B3	1/3JM: JM: SM: SYJ: JF= 50: 20: 10: 10: 10	7.66	25.87	0.55	11.0	68
B4	1/3JM: JM: SYJ: JF= 57: 20: 15: 8	7.15	25.71	0.82	12.0	64
B5	1/3JM: JM: SYJ: JF= 62: 20: 10: 8	7.71	26.92	0.79	11.0	69
B6	1/3JM: JM: SM: SYJ: JF= 47: 20: 10: 15: 8	7.35	23.89	0.87	10.0	51
B7	1/3JM: JM: SM: SYJ: JF= 52: 20: 10: 10: 8	7.93	24.65	0.80	11.0	59
B8	QM: 1/3JM: JM: SYJ: JF= 20: 37: 20: 15: 8	7.10	25.18	0.86	11.0	53

表6 小焦炉试验焦炭质量 %

试验序号	灰分 $A_d$	挥发分 $V_{daf}$	硫分 $S_{t,d}$	抗碎强度 $M_{40}$	耐磨强度 $M_{10}$	抗碎强度 $M_{25}$	反应性 CRI	反应后强度 CSR
B1	9.13	0.87	0.74	92.0	6.4	88.0	39.1	37.4
B2	9.92	1.07	0.68	92.8	6.4	90.4	37.4	39.1
B3	9.89	0.92	0.74	88.8	10.4	87.2	44.0	9.8
B4	9.57	1.00	0.84	92.0	5.6	92.8	32.5	27.4
B5	9.94	1.01	0.77	88.8	8.0	91.2	37.4	39.7
B6	9.51	1.10	0.83	89.2	8.3	90.8	35.1	20.8
B7	10.04	1.16	0.79	92.0	5.0	93.6		
B8	9.16	0.99	0.85	90.4	7.7	91.4		

由表5、表6可以看出，采用10%焦粉时（B3），焦炭的 $M_{10}$ 显著下降，配入量在5%~8%之间为宜。石油焦的配入量在10%~15%时，影响焦炭强度的主要因素为原料的细度。

#### 4.3 单孔试验

根据上述两项试验结果，进行了单孔试验。试验用原料煤质量见表7，配煤比及配合煤质量见表8，单孔试验配煤方案对应的焦炭质量如表9所示。

表7 单孔试验原料煤质量 %

煤种	灰分 $A_d$	挥发分 $V_{daf}$	硫分 $S_{t,d}$	胶质层指数 $Y$	粘结指数 $G$
1/3JM	7.92	36.38	0.6	13	86
JM	9.12	21.75	1.30	13	85
FM	9.37	29.09	0.83	21	90
SM	9.81	15.59	0.75	5.0	27
SYJ	0.38	10.86	0.98		
JF	11.66	1.08	0.60		

表8 单孔试验配煤比及配合煤质量 %

试验序号	配煤比	灰分 $A_d$	挥发分 $V_{daf}$	硫分 $S_{t,d}$	胶质层指数 $Y$	粘结指数 $G$	细度 (<3 mm 所占比例)
C1	1/3JM: JM: SM: SYJ: JF= 50: 20: 10: 15: 5	7.24	25.14	0.83	13.0	67	86
C2	JM: 1/3JM: SYJ: JF= 50: 25: 20: 5	7.93	23.40	0.99	12.0	67	94
C3	JM: SYJ: FM: JF= 50: 20: 25: 5	8.21	21.98	1.01	12.0	70	94
C4	JM: FM: SYJ: JF: MLQ= 48: 20: 20: 7: 5	7.82	21.46	1.02	10.0	49.	86
C5	FM: JM: SYJ: JF= 55: 22: 15: 8	8.33	22.75	0.85	10.0	87.	89

C6	1/3JM: FM: JM: SYJ: JF=35: 20: 22: 15: 8	8.57	30.22	0.78	15.0	82	90
----	--	------	-------	------	------	----	----

表9 单孔试验焦炭质量 %

序号	灰分 $A_d$	挥发分 $V_{daf}$	硫分 $S_{t,d}$	抗碎强度 $M_{40}$	抗碎强度 $M_{25}$	耐磨强度 $M_{10}$	反应性 CRI	反应后强度 CSR	落下强度	>60 mm 占全焦的比例
C1	9.30	1.01	0.76	82.2	90.4	7.4	31.1	62.0	82.8	53
C2	10.11	0.89	0.88	86.0	91.0	7.6	29.8	59.9	88.0	51
C3	10.53	0.91	0.88	81.0	92.4	5.6	20.0	74.9	80.8	59
C4	10.10	0.74	0.92	85.0	90.6	8.0	27.8	61.7	80.7	61
C5	10.3	0.78	0.75	87.4	90.2	8.4	30.6	46.8	93.8	84
C6	11.78	1.04	0.65	80.0	89.4	7.6	26.7	69.2	75.8	81

从表中数据可以看出，采用C5配比生产的铸造焦质量较好。在进行C1、C2试验时，焦炉标准火道温度为1 200 °C，结焦时间为24 h，焦炭的平均粒度较小。在进行C3、C4试验时，焦炉标准火道温度为1 150 °C，结焦时间为26 h，焦炭的平均粒度有所改善。在进行C5、C6试验时，焦炉标准火道温度为1 100 °C，结焦时间为28 h，焦炭的平均粒度较理想。

当用流动性较好的FM时（C2和C3比较），CRI和CSR显著改善。当加入一定量的MLQ代替一部分FM时（C3和C4比较），焦炭的落下强度和质量无明显变化。当用流动性稍差的1/3JM代替部分FM时（C5和C6比较），焦炭的各项指标下降明显。在以JM为主和以1/3JM为主的比较中（C1和C2比较），

JM对焦炭的质量影响显著。

## 5 结论

采用捣固焦炉炼制铸造焦的配合煤挥发分应控制在22%~26%之间，黏结指数应保持在65%以上，而且要配入一定的惰性物质。采用捣固焦炉炼制铸造焦时，焦炉标准火道温度应在1 100 °C以下，结焦时间应在26 h以上。铸造焦的灰分和硫分的控制可通过对配合煤的灰分和硫分的控制来实现，焦炭的灰分是配合煤灰分的1.25~1.30倍，硫分是配合煤硫分的0.85~0.90倍。现在虽单孔试验得到了合格的铸造焦，但在今后生产过程中，应逐渐提高配入价格相对便宜的气煤和1/3焦煤的比例，以降低生产成本。

[返回上页](#)