

# 首钢京唐焦化除尘灰的回收利用

马成伟, 郑朋超, 陈艳波

(首钢京唐钢铁联合有限责任公司 炼铁作业部, 河北 唐山 063210)

**摘要:** 首钢京唐焦化厂每年产生大量除尘灰, 包括干熄焦(CDQ)除尘灰和环境除尘灰, 大量堆放造成环境污染。技术人员开发了两种回收利用的方法: CDQ 经过中速磨磨细后, 与煤粉一起喷入高炉, 代替部分煤粉使用。环境除尘灰回配给焦化厂, 不仅吸纳了固废, 减少了污染, 还创造了一定的经济效益。

**关键词:** 焦化; 除尘灰; 回收; 利用

中图分类号: X784

文献标识码: A

文章编号: 1006-5008(2015)10-0079-04

doi:10.13630/j.cnki.13-1172.2015.1022

## RECOVERY AND UTILIZATION OF DUST COLLECTION ASH IN COKING

Ma Chengwei, Zheng Pengchao, Chen Yanbo

(Iron Making Department, Jingtang Iron and Steel Union Company Limited, Capital Iron and Steel Company, Tangshan, Hebei, 063210)

**Abstract:** In coking plant of Jingtang, a large quantity of dust collection ash is produced, coming from dry quenching of coke (CDQ) or environment and its piling-up causes environment pollution. Our technician develops two kinds of method to recover and utilize it: that from CDQ is ground with medium-speed mill, injected into blast furnace together with coal powder to substitute part of coal powder; that from environment is fed back to coking plant. All of these not only absorbs solid waste materials and reduce pollution, but also creates some economic benefit.

**Key Words:** coking; dust collection ash; recovery; utilization

### 0 引言

首钢京唐钢铁公司焦化厂有 4 座 7.63 m 焦炉和 2 套 260 t/h 干熄焦装置, 年产干熄焦 420 万 t。在焦炭的生产和运输过程中会产生大量除尘灰, 主要分为干熄焦除尘灰(以下简称“CDQ 灰”)和环境除尘灰(以下简称“环境灰”)。2014 年以前, 焦化除尘灰除了在烧结厂少量配加外, 没有找到合适的回收利用的方式, 导致焦化除尘灰在料场长期堆放。到 2014 年年初累计堆放量超过 10 万 t, 不仅造成了严重的环境污染, 也造成了资源的浪费, 因此找到一种回收利用 CDQ 灰的方法显得尤为紧迫。

### 1 焦化除尘灰的成分分析

CDQ 灰的来源是干熄焦炉在熄焦时由氮气带出

的灰, 除尘方式为重力除尘和旋风除尘。重力除尘灰粒度较大, 为 2~3 mm, 旋风灰粒度较小, 但运输时混在一起, 运往料场堆放, 产量为 170 t/天(见图 1)。

环境灰主要是指在原煤运输、出焦、筛焦、运输过程中产生的除尘灰, 除尘方式为布袋除尘, 粒度较细, 产量为 160~180 t/天(见图 2)。

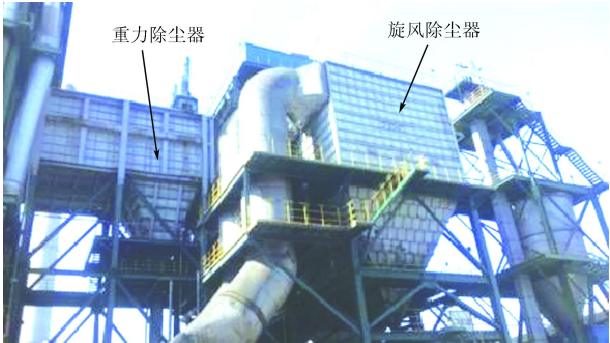


图 1 CDQ 灰除尘装置

Fig. 1 CDQ dust collection device

收稿日期: 2015-08-16

作者简介: 马成伟(1984-), 男, 工程师, 2008 年毕业于华北理工大学冶金工程专业, 现在首钢京唐钢铁联合有限责任公司炼铁作业部工作, E-mail: 12500341@qq.com

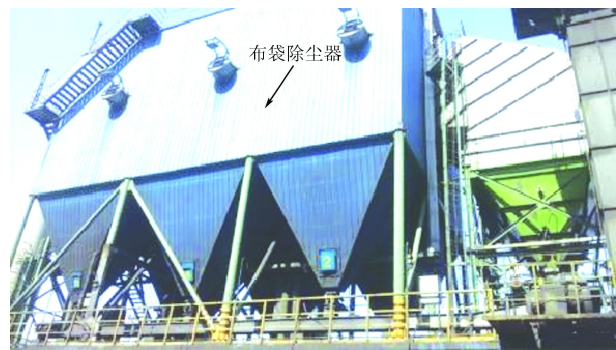


图 2 环境灰除尘装置

Fig.2 Environment dust collection device

为了回收利用焦化除尘灰,首先委托首钢技术研究院对 CDQ 灰的成分进行了化验分析,结果见表 1。

表 1 焦化除尘灰的成分 %

Tab.1 Composition of coking dust collection ash %

种类	Ad	Vdaf	St. d	FCd	−200 目
CDQ 灰	11.97	1.77	0.82	86.37	8.3
环境灰	14.12	1.16	0.98	84.72	59.7

从表 1 可以看出:环境灰的灰分和硫含量均比 CDQ 灰偏高,且粒度较细,接近于煤粉,在运输和堆放时还要考虑扬尘问题。CDQ 灰粒度较粗,成分和焦炭比较接近。

另外,将 CDQ 灰和高炉喷吹煤的成分也进行了对比,如表 2 所示。由表 2 可见,CDQ 灰固定碳含量最高,达到 86.37%,挥发分最低,仅为 1.77%,发热值为 28.87 MJ/kg,低于无烟煤,但略高于烟煤。

表 2 喷吹煤和 CDQ 灰成分对比

Tab.2 Contrast of composition of injected coal and CDQ ash

	FCd/%	Vd/%	Ad/%	Qb. dMJ/kg
宁夏煤	82.52	8.66	8.82	33.42
阳泉煤	76.25	11.33	12.42	31.95
神华煤	57.62	33.60	8.78	27.09
CDQ 灰	86.37	1.77	11.97	28.87

进一步对宁夏煤、阳泉煤、神华煤和 CDQ 灰进行了哈氏可磨性分析,结果见表 3。CDQ 灰哈氏可磨性较差,其哈氏可磨性指数仅为 43。

表 3 喷吹煤和 CDQ 灰可磨性对比

Tab.3 Contrast of grind – ability of injected coal and CDQ ash

宁夏煤	阳泉煤	神华煤	CDQ 灰
47	75	80	43

2 焦化环境灰的回收利用

焦粉在配煤中主要起瘦化及骨架作用,在结焦过程中本身并不熔融,无粘结性,在其颗粒表面吸附相当一部分配合煤热裂解生成的液相产物,使塑性体内液相量减少。因此,在配合煤中添加适量焦粉,

一方面可以降低装炉煤的半焦收缩系数,使焦炭内部裂纹减少,从而提高了焦炭块度;另一方面焦粉本身是一种无粘结能力的惰性组分,随着其配入量的增加,降低了配合煤的 G 值(粘结指数),从而降低了配合煤胶质体的数量及粘结能力,必然会降低反应后强度(CSR)<sup>[1]</sup>。

由于环境灰粒度非常细,露天堆放极易造成扬尘,污染环境。因此,应考虑就近利用,减少运输和堆放。除了每天少量配加给烧结外,焦化的技术人员从 2014 年下半年开始,尝试将环境灰配加在原煤中,送往焦炉生产焦炭,每天的配加量约 100 t,占原煤比例 1% 左右。经过半年多的试验,取得了一定效果,消耗掉了大部分环境灰。

从表 4 可以看出,配加环境灰后,焦炭成分和性能变化不大,只是抗碎强度(M<sub>40</sub>)略有变差。由于生产时间较短,焦炭质量变化和对高炉的影响仍需要长期观察。按照目前的配加比例,则全年可回吃环境灰 3.5 万 t 左右。

表 4 焦炭质量对比 %

Tab.4 Contrast of coke quality %

	灰分	挥发	硫	M <sub>40</sub>	M <sub>10</sub>	CRI	CSR
未配环境灰	11.86	1.23	0.74	90.94	5.66	19.56	72.63
配加环境灰	11.72	1.24	0.73	89.40	5.72	19.70	72.27

3 CDQ 灰的回收利用

根据表 2 中的检测结果,考虑将 CDQ 灰和原煤混合后,经过中速磨,磨细后和煤粉一起喷入高炉。在试验之前,首先对混入焦化 CDQ 灰的混煤进行了工业分析和性能检测。

3.1 混煤工业分析

按照 CDQ 灰占比 5% 和 10% 对混煤的性能进行了检测,试验数据如表 5 所示。

表 5 混煤的工业分析

Tab.5 Industrial analysis of mixing coal

	FCd/%	Vd/%	Ad/%	Q MJ/kg
宁夏煤	82.52	8.66	8.82	33.42
阳泉煤	76.25	11.33	12.42	31.95
神华煤	57.62	33.60	8.78	27.09
CDQ 灰	86.37	1.77	11.97	28.87
基准方案	70.0	19.8	10.1	30.28
方案 1	70.0	19.6	10.5	30.04
方案 2	70.0	19.3	10.8	29.80

注:其中基准方案混煤配比方案为:神华 37.8% + 宁夏 13.6% + 阳泉 48.6%;方案 1 混煤配比:神华 37.8% + 宁夏 13.6% + 阳泉 43.6% + CDQ 灰 5%;方案 2 混煤配比:神华 37.8% + 宁夏 13.6% + 阳泉 38.6% + CDQ 灰 10%。

由表 5 可见,CDQ 灰的灰分较高,发热量略低,但高于神华煤。上述方案 1 的发热量与基准方案基本相当。

3.2 混煤着火点分析

利用热分析曲线可以得到煤粉的着火温度,煤粉着火后反应由缓慢氧化状态转变成高速燃烧状态,表现在曲线上即为失重速率迅速增加的燃烧特性。着火温度有多种确定方法,本文选用 TG-DTG 切线法。热重分析实验条件如下。

仪器型号:德国耐驰 STA449C

试验温度:30~1 100 ℃

升温速率:50 ℃/min

试验气氛:21% 氧气(纯度 99.999%),79% 氩气(纯度 99.999%)

气体总流量:50 mL/min

由表 6 可见,神华煤的着火点较其他煤种低很多,CDQ 灰的着火点明显较其他喷吹煤高。随着混煤配入 5% 和 10% 的 CDQ 灰后,着火点较基准期有所升高,但升高幅度不是很大。

表 6 几种煤的着火点分析 ℃

Tab. 6 Ignition points analysis for several kinds of coal ℃						
宁夏煤	阳泉煤	神华煤	CDQ 灰	基准方案	方案 1	方案 2
524	513	331	596	363	368	376

3.3 与 CO<sub>2</sub> 反应性分析

本次所取样品与 CO<sub>2</sub> 反应的试验利用热重法测量各温度下混合煤的失重率;实验仪器与煤粉的着火点测试仪器相同,试验条件为:三段升温速率,以升温速率为 20 ℃/min 升温至 900 ℃,在 900 ℃ 恒温 5 min,再以速率 20 ℃/min 升温至 1 200 ℃,试样质量(16.8±0.1)mg;试验测温范围为 30~1 200 ℃,试验气氛第一段升温时为氩气,第二、三段升温为 CO<sub>2</sub> 85%,其余为氩气,气体总流量 60 mL/min,见表 7。

由表 7 可知,神华煤与 CO<sub>2</sub> 反应性较好,在 1 100 ℃ 时与 CO<sub>2</sub> 反应性已接近 95%,表明该煤的未燃煤粉在炉内上升过程中与 CO<sub>2</sub> 易于反应,对焦炭能起到很好的保护作用。CDQ 灰与 CO<sub>2</sub> 反应性较其他煤种差很多,可以推断风口前未燃 CDQ 灰在炉内的利用率偏差。与基准方案相比,配入 5% 和 10% CDQ 灰后,混煤与 CO<sub>2</sub> 反应性略变差,但不是很明显。

表 7 CO<sub>2</sub> 与喷吹煤的反应性 α %

Tab. 1 Reactivity α of CO <sub>2</sub> and injected coal %							
温度/℃	900	950	1 000	1 050	1 100	1 150	1 200
宁夏煤	10.46	12.63	16.64	24.12	36.83	56.04	78.44
阳泉煤	12.10	14.32	16.43	20.29	27.90	41.00	60.23
神华煤	34.40	46.41	62.03	80.21	94.66	95.21	95.31
CDQ 灰	3.33	5.57	6.63	9.03	13.21	19.71	28.98
基准方案	18.97	27.02	37.04	47.63	60.53	77.07	88.80
方案 1	18.81	27.26	37.56	48.03	60.45	75.56	85.67
方案 2	18.93	27.07	37.36	47.85	59.86	74.0	83.57

3.4 燃烧率检测

表 8 为京唐公司单种煤和混煤燃烧率对比。由检测结果可知,神华煤燃烧性较其他煤种明显要好,阳泉煤次之,CDQ 灰燃烧率最差。但配加 5% 和 10% CDQ 灰,对混煤燃烧率影响不是很大。

表 8 燃烧率对比 %

Tab. 8 Contrast of burning rate %			
方案	燃烧率	方案	燃烧率
阳泉煤	53.38	基准方案	55.96
宁夏煤	44.58	方案 1	55.82
神华煤	60.16	方案 2	55.53
CDQ 灰	39.83		

3.5 初步建议和结论

CDQ 灰含灰分高、硫磺偏高、发热值偏低、可磨性、燃烧性、反应性较低,着火点高,不是很好的喷吹燃料。

以 CDQ 灰替代宁夏煤,替代比例在 10% 以内,混煤的着火点略有升高,燃烧性、反应性略有降低。建议:

(1)使用 CDQ 灰时应减少宁夏煤用量,减小混煤可磨性的降低幅度,影响制粉出力。在提高 CDQ 灰比例时,关注制粉出力能否满足、炉渣碱度有否降低等问题。

(2)提高 CDQ 灰比例时,按 5% 比例分段增加,密切注意燃料比变化及成本降幅,最高比例暂定 10%。

3.6 高炉喷吹试验

2014 年 2 月 26 日 2 座高炉试验喷吹焦化 CDQ 灰,配入比例为 3%,配入方式为料场混匀,和原煤一起进入中速磨。磨好的焦化 CDQ 灰和煤粉混合在一起喷入高炉。喷入前期高炉生产曲线见图 3。

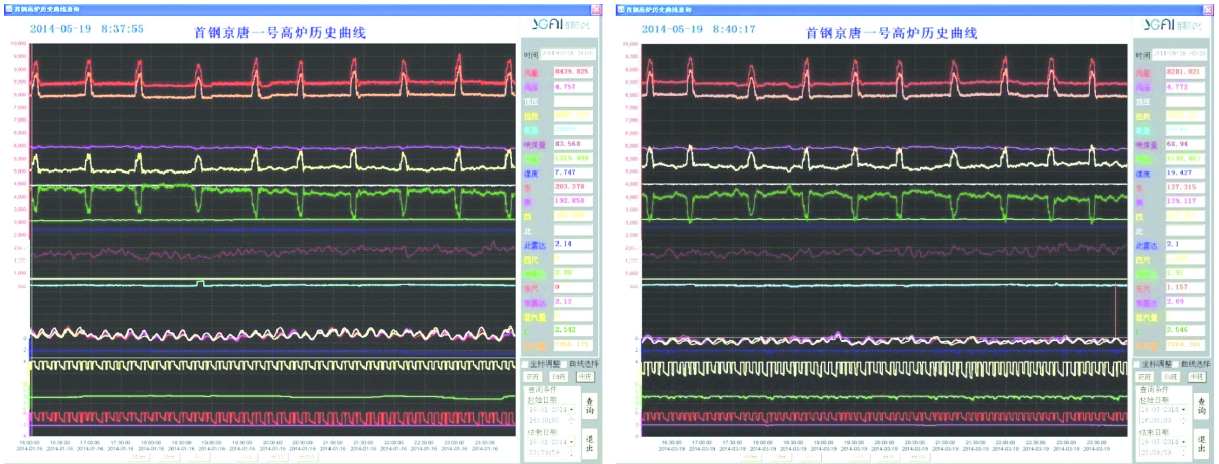


图 3 喷吹 CDQ 灰第 1 天和第 5 天的高炉曲线

Fig. 3 Blast furnace curves of CDQ ash injection in the first and fifth day

3 月 10 日将 CDQ 灰喷吹比例提高到 5%, 经过一段时间的喷吹, 高炉运行平稳, 喷吹 CDQ 灰试验取得了阶段性成功。

将未喷 CDQ 灰 2014 年 1 月份和喷 CDQ 灰 2014 年 3、4 月份高炉指标进行对比, 结果如表 9 所示。

表 9 高炉指标对比

Tab. 9 Contrast of blast furnace indexes

	日均产量 /t	焦比 /(kg/t)	煤比 /(kg/t)	燃料比 /(kg/t)	Si/%	铁水温度 /℃
1 月	12 812	304	154	494	0.24	1 489
2 月	12 754	303	159	494	0.25	1 485
3 月	12 771	301	158	492	0.24	1 489
4 月	12 667	307	152	493	0.28	1 497

从表 9 的数据可以看出, 近 4 个月高炉指标比较接近, 只是焦比略有升高, 燃料比基本保持不变。

截至 2015 年 4 月高炉已经稳定喷吹 CDQ 灰 13 个月。按每天高炉需要喷吹煤粉 4 000 t 计算, 则每天可喷吹 CDQ 灰 200 t, 替代煤粉 200 t, 全月共可喷吹 CDQ 灰 6 000 t。

3.7 高炉生产过程中的技术控制要点

(1) 对中速磨出力的控制。CDQ 灰可磨系数较低, 在提高 CDQ 灰比例时, 要密切关注制粉出力能否满足, 如影响中速磨出力时, 必须提高中速磨的作用力。

(2) 控制合理的造渣制度。配加 CDQ 灰之后, 混煤灰分升高, 对炉渣碱度有一定影响。因此, 生产过程中要根据实际炉渣碱度及时调整。

(3) 控制合理的热制度。通过及时调整操作、控制喷吹量和风温等操作手段, 控制合理压差, 确保炉温稳定。

4 结语

首钢京唐通过对焦化除尘来源和成分性能进行分析, 为焦化除尘灰找到了合理的回收利用途径。CDQ 灰经过中速磨磨细后, 和煤粉一起喷入高炉, 代替部分煤粉使用, 目前稳定配比为 5%, 全年可消耗 CDQ 灰 7.2 万 t。环境除尘灰大部分回配给焦化, 每天可消耗 100 t, 剩余配加给烧结, 做到了环境灰的全部回收利用。

参考文献

[1] 师国利. 焦粉回配工艺技术[J]. 神华科技, 2010, (1): 74~77.