

焦化除尘灰在球团回转窑生产中应用

付利俊, 何晓义, 江 鑫, 解 巍

(内蒙古包钢钢联股份有限公司制造部, 内蒙古 包头 014010)

摘 要:通过开展球团回转窑使用焦化除尘灰研究, 焦化除尘灰在球团回转窑生产使用的混合煤粉中的配比能够达到 15%, 回转窑工艺生产顺行, 球团质量稳定。同时, 解决了焦化除尘灰堆存造成的环境污染问题, 为焦化除尘灰有效处理提供了新的途径。焦化除尘灰配入混合煤粉有效降低了燃料成本, 降低了球团的生产成本。

关键词:焦化除尘灰; 高效利用; 球团

中图分类号: TQ520. 62

文献标识码: B

文章编号: 1009 - 5438 (2024) 02 - 0006 - 04

Applications of Coking Fly Ash in Production with Rotary Kiln of Pellets

Fu Li - jun, He Xiao - yi, Jiang Xin, Xie Wei

(Manufacturing Dept. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: The proportion of coking fly ash in mixed pulverized coal used in the production with rotary kiln of pellets could reach 15%, production with rotary kiln process is trouble-free and quality of pellets is stable by studying rotary kiln of pellets with coking fly ash. Moreover, the problem of environmental pollution caused by stockpiling of coking fly ash is solved, which provides a new way for effective treatment of coking fly ash. The fuel cost and production cost of pellets are effectively reduced by adding coking fly ash into mixed pulverized coal.

Key words: coking fly ash; efficient utilization; pellet

从工业分析的角度看, 焦化除尘灰的组成与无烟煤非常相似, 都具有固定碳含量高、挥发分低及硫含量低等特点^[1]。如果不加合理利用, 不仅浪费了宝贵的能源, 而且还会对环境造成严重污染。因此, 如何高效利用焦化除尘灰, 使其效益最大化, 成为亟待解决的问题。焦化除尘灰在球团回转窑生产中的应用, 是一个涵盖了环保、资源利用和生产效率等多个方面的课题。焦化除尘灰作为炼焦过程产生的固体废弃物, 其合理利用对于减小环境污染、提高资源利用率具有重要意义。

1 燃料性能分析

1.1 烟煤、无烟煤和焦化除尘灰指标分析

焦化生产过程中会产生大量的除尘灰, 主要包括干熄焦工艺除尘灰和焦化环境除尘灰, 其近 90% 都来自干熄焦和地面除尘, 干熄焦工艺除尘灰是由干熄焦工艺除尘系统捕集下来的干熄焦循环气体中夹带的细颗粒烟尘; 环境除尘灰是炼焦、干熄焦和运焦系统地面除尘站捕集下来的无组织排放的烟尘, 包括炼焦装煤、推焦, 干熄焦装焦、排焦, 运焦皮带通

廊及转运站等处的粉尘。

为了掌握焦化除尘灰、烟煤和无烟煤性能,分析

其性能指标差异性,开展了焦化除尘灰、烟煤和无烟煤对比分析,具体结果见表1。

表1 焦化除尘灰、烟煤和无烟煤分析结果

名称	$A_d/\%$	$V_{daf}/\%$	$S_{t,d}/\%$	$F_{cd}/\%$	$Q_{net,ar}/(MJ \cdot kg^{-1})$	价格/(元·t ⁻¹)
焦化除尘灰	12.84	4.36	0.96	82.85	21.02	291.00
烟煤	7.58	28.75	0.25	65.85	26.61	1 020.00
无烟煤	10.85	9.50	0.96	80.68	23.74	1 682.49

由表1数据分析,焦化除尘灰的灰分和硫分较高,挥发分低,固定碳高,发热量和价格低。最大的优势是价格最低,作为燃料适当替代烟煤和无烟煤,能够降低燃料成本。焦化除尘灰的固定碳高,可作为燃料部分替代烟煤和无烟煤在球团回转窑中应用。

1.2 烟煤、无烟煤和焦化除尘灰灰分熔融性分析

煤灰熔融性是指在规定条件下,随加热温度的变化,煤的灰分变形、软化和流动特征的物理状态。煤的灰分的主要成分为SiO₂、Al₂O₃、CaO、MgO、Fe₂O₃等,它没有固定的熔点,当其加热到一定温度时开始局部熔化,随着温度升高,熔化部分增加,到某一温度时全部熔化。这种逐渐熔化的过程,使煤灰试样产生变形、软化和流动。所以这三态相应的温度来表征煤灰的熔融性,其中煤灰流动温度实际上是开始熔融的温度,故习惯称其为灰熔点。当球团回转窑炉温达到或超过灰熔点时,煤灰就会结成渣块,影响通风和排渣,有时会粘在炉墙管壁或炉排上,恶化传热,造成局部高温,严重影响设备的正常运行^[2]。

为了掌握烟煤、无烟煤和焦化除尘灰的结渣性能,对其进行了熔融性能测试,具体结果见表2。

表2 烟煤、无烟煤和焦化除尘灰熔融性能 ℃

名称	变形温度	半球温度	流动温度
焦化除尘灰	850	1 452	1 484
无烟煤	1 193	1 303	1 365
烟煤	1 226	1 275	1 314

由表2数据分析,焦化除尘灰的流动温度较烟煤、无烟煤流动温度高,说明焦化除尘灰的灰熔点高,代表其结渣性能比烟煤和无烟煤弱,不易结渣,能够作为燃料为球团回转窑提供热量,不影响燃烧性能。

1.3 混合煤粉配煤试验研究

根据烟煤、无烟煤和焦化除尘灰的性能分析,以混合煤粉生产中烟煤和无烟煤的配比为基准,开展了配加焦化除尘灰混合煤粉试验。具体结果见表3、表4。

表3 混合煤粉配比(质量分数) %

方案	无烟煤	烟煤	焦化除尘灰
基础方案	70	30	0
方案1	70	20	10
方案2	50	15	35
方案3	60	10	30
方案4	70	0	30
方案5	40	10	50

由表3可见,混合煤粉的方案设计是不断增加焦化除尘灰的比例,替代无烟煤和烟煤。方案4中焦化除尘灰完全替代烟煤,方案5中焦化除尘灰的配加比例达到了50%,替代无烟煤的比例为30%。方案4和方案5的混合煤粉将大幅降低燃料成本。

表4 混合煤粉分析结果

方案	$A_d/\%$	$V_{daf}/\%$	$S_{t,d}/\%$	$F_{cd}/\%$	$Q_{net,ar}/(MJ \cdot kg^{-1})$
基础方案	10.85	15.21	0.76	75.59	27.11
方案1	11.60	13.24	0.82	76.70	27.84
方案2	12.12	11.12	0.96	78.10	27.19
方案3	12.82	9.61	1.08	78.80	27.64
方案4	13.25	8.58	1.07	79.31	27.97
方案5	13.47	7.84	1.14	79.75	27.21

由表4数据分析,混合煤粉中配入焦化除尘灰后,灰分和硫分呈现增加趋势,但低于生产工艺要求混合煤粉的灰分小于15%、硫分小于1.20%的技术要求。配入焦化除尘灰的优势是挥发分逐渐下降,混合煤粉的燃烧安全性增强。另外,混合煤粉的固定碳增加,反映在发热量较基础方案提高。

2 工业试验

某矿山公司球团回转窑生产所用燃料为混合煤粉,混合煤粉组成为无烟煤和烟煤。由上述数据分析,焦化除尘灰的固定碳、发热量和灰熔点较高,能够作为燃料部分替代烟煤和无烟煤在球团回转窑中应用。为此,在球团回转窑工艺中开展工业应用研究。

2.1 混合煤粉工业试验配比和性能分析

混合煤粉的挥发分作为重点指标,要求控制在 $14\% \pm 1\%$ 左右,如果高于规定值,在喷吹和制备仓内易造成温度升高,甚至发生自燃现象^[3]。为此,根据烟煤、无烟煤和焦化除尘灰挥发分指标,焦化除尘灰配加15%。根据混合煤粉试验研究情况,于4月12—17日开展了焦化除尘灰配加工业试验。

试验期间将煤粉配比由原来烟煤占20%,无烟煤占80%,调整为烟煤占35%,无烟煤占50%,焦化除尘灰占15%,用焦化除尘灰替代无烟煤,降低了混合煤粉的成本。

工业试验期间,对混合煤粉进行了灰分、挥发分和水分分析,混合煤粉各项理化检验指标见表5。

表5 单种煤及混合煤粉理化指标(质量分数)

%

日期	指标	烟煤	无烟煤	焦化除尘灰	混合煤粉
4月12日	灰分	10.22	12.78	14.57	12.09
	挥发分	29.32	8.01	6.16	14.28
4月13日	灰分	5.87	11.37	13.90	10.90
	挥发分	27.18	8.68	5.08	14.93
4月14日	灰分	8.92	10.08	15.14	11.38
	挥发分	31.67	7.41	7.06	14.25
4月15日	灰分	5.02	12.44	15.66	11.16
	挥发分	21.22	5.42	2.05	13.13
4月16日	灰分	5.45	12.01	13.94	11.24
	挥发分	28.42	7.24	3.62	13.82
4月17日	灰分	7.20	11.45	13.73	10.86
	挥发分	31.92	8.33	4.91	14.11

由表5数据分析,混合煤粉中配加焦化除尘灰工业试验进行了6天,混合煤粉挥发分低于15%,灰分低于12%,符合操作规程中技术要求,并在工业试验期间对混合煤粉仓温度进行检测,温度较为稳定,没有较大波动。因此,混合煤粉中配入15%焦化除尘灰,各项技术指标符合生产技术要求。

2.2 生产参数控制

4月12—17日工业试验期间,对回转窑生产各项参数进行了统计,具体情况见表6。

表6 回转窑生产参数

阶段	日期	烟罩温度 /°C	喷煤量 /(t·h ⁻¹)
工业试验前	4月1—11日平均值	962	3.1
	4月12日	960	3.0
	4月13日	966	3.1
工业试验期间	4月14日	970	3.0
	4月15日	960	3.0
	4月16日	965	3.1
	4月17日	968	3.0

由表6数据分析,工业试验期间链篦机回转窑烟罩温度与工业试验前接近,无较大波动,均能符合生产热工要求。工业试验期间喷煤量基本稳定,说明调整后的混合煤粉热值可以达到工艺要求。试验将烟煤配比增加至35%,焦粉配比调整至15%,混合煤粉挥发分可控制在14%左右,各项参数基本达

标,同时工业试验期间制备温度和喷吹仓温度无较大变化。

2.3 球团矿质量情况

对工业试验前球团质量和试验期间的球团质量进行统计,具体情况见表7。

表7 工业试验前和试验期间的球团质量对比

阶段	化学成分(质量分数)/%								性能	
	TFe	FeO	CaO	SiO ₂	MgO	S	K ₂ O + Na ₂ O	ZnO	转鼓指数 (+6.3 mm)/%	抗压强度 /N
工业试验期间	62.24	1.18	1.43	4.85	1.21	0.003	0.267	0.045	94.84	2 591
工业试验前	61.99	0.96	1.43	4.95	1.27	0.004	0.250	0.051	94.70	2 568
对比	0.25	0.22	-0.0	-0.1	-0.06	-0.001	0.017	-0.01	0.14	23

由表7数据分析,工业试验期间与工业试验前对比,球团矿品位提高了0.25个百分点,转鼓指数(+6.3 mm)提高了0.14个百分点,球团矿抗压强度提高了23 N。工业试验期间球团矿质量与工业试验前对比机械强度略有提高,化学成分变化不大。

2.4 混合煤粉成本情况

2023年无烟煤不含税平均价格为1 682.49元/t,烟煤不含税平均价格为1 020.00元/t,焦化除尘灰不含税平均价格为291.00元/t,混合煤粉对于球团单耗为0.027 9 t/t。焦化除尘灰在球团回转窑使用的混合煤粉中的比例为15%,球团成本对比计算见表8。

表8 工业试验前和工业试验期间的球团成本对比

项目	无烟煤/%	烟煤/%	焦化除尘灰/%	混合煤粉成本/(元·t ⁻¹)	折算球团成本/(元·t ⁻¹)
工业试验前	80	20	0	1 549.99	43.24
工业试验期间	50	35	15	1 241.90	34.65

由表8数据分析,在工业试验期间混合煤成本有明显下降,价差为308.10元/t,折算球团成本降低8.60元/t。

灰,能够有效处理焦化除尘灰,减少环境污染,提高资源利用率。

3 结论

参 考 文 献

(1)焦化除尘灰在球团回转窑生产使用的混合煤粉中的配比能够达到15%,且球团生产稳定顺利进行。

(2)工业试验表明焦化除尘灰能够部分替代烟煤和无烟煤,有利于降低混合煤粉成本,降低球团矿成本。

(3)通过在球团回转窑生产中配加焦化除尘

[1] 王英杰. 干熄焦除尘灰配入钒钛矿烧结的研究[J]. 河北冶金,2015(2):16-18.

[2] 陈琳. 浅析开辟除尘灰利用和环保的新途径[J]. 企业技术开发,2015,34(21):177-178.

[3] 张燕云,万继成,白兆春,等. 钢铁废料在烧结生产中的研究应用[J]. 山东冶金,2002(3):45-47.