

萤石尾矿的应用及节能降碳效果

罗安

(双峰海螺水泥有限公司, 湖南长沙 410100)

摘要:某水泥厂在5 000t/d水泥生产线中使用萤石尾矿作为矿化剂进行试用,在原有四组分配料的基础上增加一套喂料计量设备,改为五组分配料,使萤石尾矿实现均匀稳定掺入,并对不同使用比例的效果进行分析。发现当萤石尾矿掺入比例达到2%时,熟料3d强度上升3.1MPa,28d强度上升2.2MPa,标准煤耗下降1.4kg/t。在生产相同标号水泥时,熟料料耗下降2%;同时随着熟料料耗下降,吨水泥碳排放量降低,水泥磨台时产量同比上升,水泥工序电耗同步优化,经济效益、环保效益显著。

关键词:萤石尾矿;氟化钙;标准煤耗;碳排放量

中图分类号: TQ172.4; X781.5

文献标识码: B

文章编号: 1671-8321(2023)04-0055-02

0 引言

某公司建有一条5 000t/d新型干法熟料生产线,使用石灰石、砂岩、黏土、铁质材料四组分进行配料,熟料强度偏低,3d强度只有29MPa左右,28d强度58MPa左右。当熟料强度低时,通常通过提高熟料成分来提高熟料3d强度,对熟料易烧性影响较大,造成窑台时产量下降,熟料标准煤耗上升。为提高熟料强度,降低标准煤耗,公司计划试用萤石尾矿作为矿化剂,改善熟料易烧性,优化熟料强度和标准煤耗指标。

1 萤石尾矿对熟料煅烧的影响

萤石尾矿化学成分见表1。

	LOSS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	R ₂ O	CaF ₂	%
萤石尾矿	13.09	47.8	5.14	5.43	6.77	1.35	16.96	

萤石尾矿的有效成分为氟化钙(CaF₂),氟化钙是目前使用最广泛的一种矿化剂,在碳酸盐分解及熟料煅烧过程中,氟离子可以破坏各原料组分的晶格,促进碳酸盐的分解,加速固相反应。氟化钙在1 000~1 200℃能够促使C₃A分解成C₁₂A₇和CaO,使析出的CaO与C₂S产生C₃S,提高A矿的含量。同时氟化钙可显著降低液相出现的温度及熟料烧成温度,有研究表明,掺入适量的氟化钙可以使烧成温度降低50~100℃,扩大熟料烧结范围,

增加熟料煅烧的时间。此外氟化钙还能够降低液相黏度,有利于液相中质点的扩散,加速熟料中主要成分硅酸三钙的形成,从而达到降低熟料标准煤耗及提高熟料强度的目的。

2 萤石尾矿的使用方案

萤石尾矿中除有效成分氟化钙以外,含量最高的化学成分是二氧化硅(SiO₂),使用萤石尾矿可以替代部分硅质原材料,且萤石尾矿用量相对较少,为保证萤石尾矿使用比例稳定,需增加独立的喂料系统来满足萤石尾矿的掺入需求。经研讨,在公司原材料储库旁增加一个萤石尾矿仓,仓容量为50t,增加一套皮带秤进行计量,皮带秤的计量范围为3.6~36t/h,最低使用比例为0.8%,最大使用比例可以达到8%。萤石尾矿仓及计量输送通道施工完成后,分三个阶段对萤石尾矿进行了试用,每个阶段使用时间为10d,使用比例分别为1%、1.5%和2%。

3 萤石尾矿的使用情况

萤石尾矿消耗情况见表2。

萤石尾矿掺入比例/%	生料产量/t	萤石尾矿消耗量/t
1.0	89 505	922
1.5	89 732	1 386
2	90 270	1 859

萤石尾矿使用前后熟料成分对比表3。

萤石尾矿使用前后熟料产量及煤耗对比见表4。

萤石尾矿使用前后熟料物理性能对比见表5。

表3 萤石尾矿使用前后熟料成分(%)和三率值对比

萤石尾矿使用阶段	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	f-CaO	SO ₃	KH	SM	IM	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
使用前	21.64	5.43	3.51	65.01	2.5	0.75	0.37	0.905	2.42	1.55	55.05	20.81	8.45	10.68
掺入1%	21.66	5.34	3.51	65.30	2.46	0.68	0.44	0.908	2.45	1.53	56.47	19.80	8.22	10.68
掺入1.5%	21.66	5.30	3.56	65.29	2.52	0.7	0.40	0.906	2.44	1.49	56.26	19.96	8.01	10.84
掺入2%	21.65	5.23	3.54	65.17	2.55	0.62	0.42	0.906	2.47	1.47	56.35	19.89	7.84	10.77

表4 萤石尾矿使用前后熟料产量及煤耗对比

时间	熟料日均产量/t	日均煤粉消耗量/t	入窑煤收到基热值/[kJ/kg(kcal/kg)]	标准煤耗/(kg.ce/t)
使用前	5812	809.8	21976.50 (5250)	104.5
掺入1%	5860	817.9	21876.04 (5226)	104.2
掺入1.5%	5885	802.7	22277.89 (5322)	103.7
掺入2%	5936	813.2	22051.85 (5268)	103.1

表5 萤石尾矿使用前后熟料物理性能对比

使用阶段	稠度/%	初凝/min	终凝/min	抗压强度/MPa	
				3d	28d
使用前	23.3	105	145	29.2	58.3
掺入1%	23.6	112	151	30.5	59.5
掺入1.5%	23.7	118	162	31.0	59.8
掺入2%	24.0	130	168	32.3	60.5

4 使用萤石尾矿前后窑系统运行及熟料产质量对比分析

(1) 使用萤石尾矿后窑系统工况好转,台时产量上升,标准煤耗下降,使用比例达到2%时,熟料产量由5812t/d上升至5936t/d,增加124t/d,标准煤耗由104.5kg/t下降至103.1kg/t,下降了1.4kg/t。

(2) 使用前后熟料三率值、化学成分及游离钙平均值与使用前无较大变化。

(3) 使用萤石尾矿后,对熟料的稠度和凝结时间造成了一定影响,当使用比例达到2%时,熟料的稠度由23.3%上升至24.0%,上升0.7%,初凝时间上升25min,终凝时间上升23min。

(4) 使用萤石尾矿后熟料强度明显提升,3d强度由原来的29.2MPa上升至32.3MPa,上升3.1MPa;28d强度由58.3MPa上升至60.5MPa,上升了2.2MPa。

5 节能降碳效果分析

(1) 当萤石尾矿使用比例达到2%时,熟料标准煤耗下降1.4kg/t,若年初熟料180万t,每年可以节约2520t标准煤,每年可减少CO₂排放量约7182t(根据公司2021年碳排放数据,标准煤耗每降低1kg/t,可以减少CO₂排放量约2.85kg)。

(2) 因熟料3d强度和28d强度分别上升3.1MPa和2.2MPa,在水泥品质不变的情况下,熟料料耗可降低2%以上,若年产水泥200万t,每年可减少熟料消耗量为4万t。根据公司2021年碳排放水平,吨熟料碳排放系数为0.85,在生产相同水泥的情况下,每年可以减少CO₂排放量约3.4万t。同时减少熟料消耗后,会增加易磨性较好的工业废渣、石灰石等辅材的消耗,将对水泥磨台时产量、电耗等指标带来有利影响。

6 结束语

(1) 使用萤石尾矿可以改善窑系统运行工况,提高熟料产量,降低标准煤耗,当掺入比例达到2%时,日均熟料产量可上升124t/h,标准煤耗可以降低1.4kg/t。

(2) 使用萤石尾矿可以提高熟料强度,降低水泥生产成本,当掺入比例达到2%时,熟料3d强度可上升3.1MPa,28d强度可上升2.2MPa,生产相同品质水泥时熟料料耗可以降低2%以上,可以优化水泥磨台时产量、工序电耗等指标,同时降低水泥生产成本。

(3) 使用萤石尾矿可降低碳排放量,对一个年产熟料180万t,年产水泥200万t的企业,每年可以减少CO₂排放量约4.1万t。

(4) 本次萤石尾矿只掺入1%、1.5%和2%三种比例,使用2%时效果最好。但对不同品位的萤石尾矿及更大掺入比例的使用效果,需进行进一步的实验论证。