

三锥角水介质旋流器分选粗煤泥的试验研究

王 驰, 崔广文, 吴占凤, 王 翔

(山东科技大学 化学与环境工程学院, 山东 青岛 266590)

摘 要: 介绍了新型的粗煤泥分选设备——三锥角水介质旋流器的结构及工作原理; 采用该旋流器对范各庄选煤厂粗煤泥进行了分选实验研究, 确定了在旋流器入料压力为 0.06 ± 0.01 MPa、选用 1 号锥体, 溢流管直径 45 mm、插入深度 50 mm 条件下, 对粗煤泥的分选效果最佳。

关键词: 粗煤泥; 三锥角水介质旋流器; 煤质分析; 参数确定

中图分类号: TD942.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8397(2017)07-0009-005

近年来, 随着选煤技术的发展, 基本形成了“重介旋流器分选 + 煤泥浮选”的联合工艺^[1]。但在设备大型化发展趋势下, 重介旋流器分选设备分选下限逐渐升高, 煤泥浮选技术更侧重于分选精度的提高, 使浮选上限下降^[2], 这就造成了粗煤泥在现有选煤工艺中得不到有效分选; 同时随着采煤机械化程度提高, 煤的粒度变细, 造成选煤工艺中粗煤泥含量增加, 因此对粗煤泥进行有效分选是非常必要的。

分选精度和分选效率低是传统水介质旋流器在粗煤泥分选应用中存在的主要问题^[3], 三锥角水介质旋流器因其独特的锥体结构, 提高了对粗煤泥的分选精度和分选效率, 使其在粗煤泥分选中更具优势。

1 三锥角水介质旋流器的结构及工作原理

三锥角水介质旋流器是山东科技大学自主研发的一种新型粗煤泥分选设备, 结构见图 1。其主要结构包括筒体、锥体、溢流管、入料管、底流口 5 部分。作为一种依靠离心力与重力分选粗煤泥的新型水介质旋流器, 三锥角水介质旋流器极大地提高了对粗煤泥的分选精度和分选效率^[4-5]。该旋流器最突出的特点在于锥体部分为三段, 每段锥体的锥体角度及锥面长度都可以自

行设定^[6], 因此三锥角水介质旋流器可以对不同煤质的粗煤泥实现有效分选。

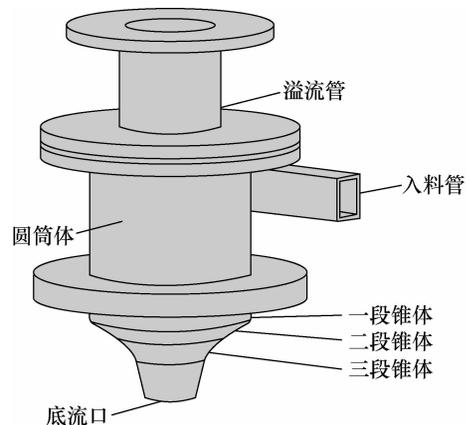


图 1 三锥角水介质旋流器结构示意图

三锥角水介质旋流器的工作原理: 物料通过入料管切向给入筒体内形成螺旋流。在离心力和重力作用下, 高密度颗粒进入外螺旋流, 低密度颗粒 (目标产物) 进入内螺旋流。当物料进入一段锥体时, 不同密度、粒度的颗粒会形成阻碍沉降层, 低密度颗粒受到高密度颗粒的阻碍无法进入床层底部, 集中在床层顶部, 在内螺旋流的上升作用下沿溢流管排出, 沉降层的孔隙由细颗粒

收稿日期: 2017-07-05 DOI: 10.16200/j.cnki.11-2627/td.2017.07.003

作者简介: 王 驰(1995—), 男, 山东济宁人, 山东科技大学矿物加工工程专业 2016 级在读硕士研究生。

引用格式: 王 驰, 崔广文, 吴占凤, 王 翔. 三锥角水介质旋流器分选粗煤泥的试验研究 [J]. 煤炭加工与综合利用, 2017 (7): 9-12, 16.

物质填充。由于物料不断给入,没有完全失去床层特性的剩余部分被迫进入二段锥体,同时露出中间密度层物料,并在循环作用下分为两个密度级,其中较轻的中间密度颗粒在内螺旋流的上升作用下沿溢流管排出,剩余部分进入第三段锥体。此时,阻碍沉降层被完全破坏,夹杂在高密度颗粒中的低密度颗粒暴露出来,在内螺旋流的上升作用下被分选出来,并沿溢流管排出,高密度粗、细颗粒则随着外螺旋流在重力和挤压力的作用下从底流口排出^[7]。

2 粗煤泥性质分析

2.1 粗煤泥粒度组成

该试验所用煤样来自范各庄选煤厂的原煤煤泥。为了解范各庄选煤厂粗煤泥粒度组成情况,对该粗煤泥进行了小筛分试验,结果见表1。

表1 粗煤泥小筛分试验结果

粒级/mm	产率/%	灰分/%	累计产率/%	累计灰分/%
>0.900	4.16	58.25	4.16	58.25
0.900~0.450	10.24	36.84	14.41	43.03
0.450~0.300	11.28	32.12	25.69	38.24
0.300~0.200	16.54	40.30	42.23	39.04
0.200~0.125	10.09	48.00	52.32	40.77
0.125~0.098	10.82	50.29	63.14	42.40
0.098~0.074	6.75	51.21	69.89	43.25
0.074~0.045	13.31	54.53	83.20	45.06
<0.045	16.80	55.32	100.00	46.78
合计	100.00	46.78		

从表1中可以看出,该煤样中大于0.9 mm粒级含量较少,仅为4.16%,大于0.2 mm累计产率为42.23%,细颗粒含量较多,小于0.045 mm部分占16.80%,小于0.074 mm部分占30.11%,有利于旋流器分选密度层的形成。就灰分而言,煤泥累计灰分为46.78%,灰分较高,该部分煤泥进入主选系统会影响分选效果,因此对其进行有效分选是非常必要的^[8]。

2.2 粗煤泥密度组成分析

为了解范各庄选煤厂粗煤泥密度组成情况,

对该粗煤泥(大于0.2 mm粒级)进行了小浮沉试验。小浮沉试验结果见表2,根据表2数据绘制可选性曲线。

表2 粗煤泥大于0.2 mm粒级小浮沉试验结果

密度级/ g·cm ⁻³	产率/ %	灰分/ %	浮物累计/%		浮物累计/%	
			产率	灰分	产率	灰分
<1.3	24.79	4.87	24.79	4.87	100.00	37.01
1.3~1.4	21.94	11.05	46.73	7.77	75.21	47.61
1.4~1.5	9.46	22.61	56.19	10.27	53.27	62.67
1.5~1.6	3.33	33.35	59.52	11.56	43.81	71.32
1.6~1.8	3.16	45.00	62.68	13.10	40.48	74.44
>1.8	37.32	82.38	100.00	37.01	37.32	77.18
合计	100.00	39.04				

由表2可以看出,粗煤泥中低密度级含量较高,且灰分较低,其中小于1.4 g/cm³密度级浮物累计产率高达46.73%,灰分仅为7.77%,说明该粗煤泥中精煤含量较多;但矸石含量也较大,大于1.8 g/cm³的含量占37.32%,灰分为82.38%。从可选性曲线上可查得,当要求灰分为9.00%时,其精煤理论产率53.10%,占煤泥样品的20.18%,其邻近密度物含量(去除高密度物)为20.11%,可选性为较难选。

3 三锥角旋流器分选参数的确定

根据以上对范各庄选煤厂粗煤泥粒度组成、密度组成的分析,结合范各庄选煤厂的实际情况(要求精煤灰分9%左右),对该粗煤泥进行了三锥角水介质旋流器分选试验,目的在于探究分选参数变化对旋流器分选效果的影响,从而确定最佳分选参数,指导实际生产。

3.1 锥体型号的确定

考虑到旋流器的分选下限,本次试验把不同分选参数下得到的溢流、底流大于0.2 mm粒级产率及灰分作为分析对比指标。在溢流管插入深度65 mm、入料压力为0.06±0.01 MPa、溢流管直径分别为45 mm和50 mm的条件下,进行锥体型号的对比分析,结果见表3。

表3 锥体型号变化对比分析结果

溢流管直径/mm	锥体编号	产品	灰分/%	>0.2 mm 产率/%
45	1	溢流	8.79	37.63
		底流	57.30	62.37
	2	溢流	13.04	51.61
		底流	66.77	48.39
50	1	溢流	12.13	51.37
		底流	64.91	48.62
	2	溢流	16.87	56.83
		底流	68.23	43.17

从表3可以看出,1号锥体溢流大于0.2 mm 粒级灰分低于2号锥体,能达到精煤灰分低于9%的要求,虽然1号锥体产率略低于2号锥体,但相比较而言,1号锥体较符合实际要求。

3.2 溢流管直径的确定

试验采用1号锥体,在入料压力为 0.06 ± 0.01 MPa、溢流管插入深度为65 mm的条件下,调节溢流管直径为40 mm、45 mm和50 mm进行对比分析,结果见表4。

表4 溢流管直径对分选效果的影响

溢流管直径/mm	样品名称	灰分/%	≥ 0.2 mm 产率/%
40	溢流	7.04	17.62
	底流	45.89	82.38
45	溢流	8.79	37.63
	底流	57.30	62.37
50	溢流	12.13	49.00
	底流	64.91	51.00

从表4可以看出,在溢流管直径40 mm、45 mm和50 mm条件下,溢流大于0.2 mm 粒级灰分随溢流管直径增大而增大,产率也随溢流管直径增大而增大;在要求精煤灰分低于9%的情况下,溢流管直径为45 mm时,灰分合格,产率也比较高,符合实际要求。

3.3 溢流管插入深度的确定

改变溢流管插入深度进行实验探究,在1号锥体、溢流管直径为45 mm、入料压力为 0.06 ± 0.01 MPa条件下,调节溢流管插入深度为50 mm、65 mm、80 mm进行对比分析,结果见表5。

表5 插入深度变化对分选效果的影响

插入深度/mm	样品名称	灰分/%	≥ 0.2 mm 产率/%
50	溢流	7.63	27.61
	底流	51.03	72.39
65	溢流	8.79	37.63
	底流	57.30	62.37
80	溢流	11.36	45.43
	底流	62.09	54.57

从表5可以看出,随着溢流管插入深度增加,溢流大于0.2 mm 粒级灰分逐渐增大,综合产率逐渐增大,在溢流管插入深度50 mm时,精煤灰分比较符合实际要求,且综合产率较高。

通过以上探究确定在压力为 0.06 ± 0.01 MPa条件下,1号锥体,溢流管直径45 mm,溢流管插入深度50 mm为三锥角旋流器分选范各庄粗煤泥的最佳分选参数。

4 选后产品分析

4.1 选后产品粒度分析

为了进一步分析三锥角旋流器对粗煤泥的分选效果,对旋流器在分选参数下获得的溢流和底流产品中大于0.2 mm 粒级部分进行小筛分试验,试验结果见表6、表7。

表6 溢流中大于0.2 mm 物料小筛分试验结果

粒级/mm	产率/%	灰分/%	累计产率/%	累计灰分/%
≥ 0.90	5.10	6.29	5.10	6.29
0.90~0.45	26.13	6.69	31.23	6.62
0.45~0.30	36.17	8.42	67.40	7.59
0.30~0.20	32.60	10.80	100.00	8.64
合计	100.00	8.64		

表7 底流中大于0.2 mm 物料小筛分试验结果

粒级/mm	产率/%	灰分/%	累计产率/%	累计灰分/%
≥ 0.90	16.32	70.48	16.32	70.48
0.90~0.45	27.95	52.46	44.27	59.10
0.45~0.30	27.26	51.07	71.53	56.04
0.30~0.20	28.47	59.34	100.00	56.98
合计	100.00	56.98		

对比溢流和底流小筛分试验数据发现,在溢流中,各粒级灰分均较低,其中,大于0.2 mm粒级精煤累计灰分为8.64%;底流中各粒级灰分均较高,大于0.2 mm粒级累计灰分为56.98%。溢流中含有部分大颗粒产物,说明旋流器按密度分选的效果明显^[9]。

4.2 分选精度分析

为进一步考察三锥角水介质旋流器分选精度,分别对溢流中大于0.2 mm粒级部分和底流中大于0.2 mm粒级部分进行了小浮沉试验,试验结果见表8、表9。

表8 溢流中大于0.2 mm物料小浮沉试验结果

密度级/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	产率/%	灰分/%	累计产率/%	累计灰分/%
-1.3	51.54	4.37	51.54	4.37
1.3~1.4	37.19	9.72	88.72	6.61
1.4~1.5	9.19	21.73	97.92	8.03
+1.5	2.08	40.19	100.00	8.70
合计	100.00	8.70		

表9 底流中大于0.2 mm物料小浮沉试验结果

密度级/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	产率/%	灰分/%	累计产率/%	累计灰分/%
-1.3	12.66	7.87	12.66	7.87
1.3~1.4	10.14	13.73	22.80	10.48
1.4~1.5	9.23	24.18	32.03	14.43
1.5~1.6	4.15	33.71	36.18	16.64
1.6~1.8	4.59	43.03	40.77	19.61
+1.8	59.23	76.41	100.00	53.25
合计	100.00	53.25		

由表8可以看出,精煤中以小于 1.4 g/cm^3 密度级为主,其累计产率高达88.72%,灰分仅为6.61%,且精煤中大于 1.5 g/cm^3 密度级含量非常少,说明本设备对粗煤泥能进行有效分选。由表9可以看出,底流中大于 1.8 g/cm^3 密度级含量为59.23%,灰分高达76.41%。说明低密度物在底流中分配较少,大多分配到溢流中,旋流器分选效果较好。

根据溢流中大于0.2 mm粒级和底流中大于0.2 mm粒级小浮沉试验结果计算分配率,绘制出重产物分配曲线,见图2。

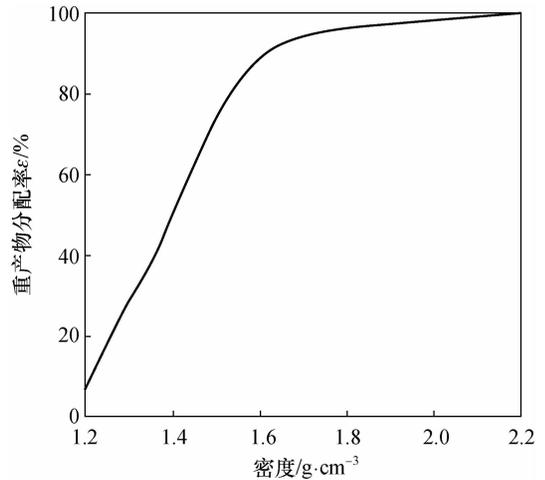


图2 重产物分配率曲线

从图2中可以查得,分配率为75%时,分选密度为 1.500 g/cm^3 ,分配率为25%时,分选密度为 1.280 g/cm^3 ,实际分选密度为 1.395 g/cm^3 。计算得三锥角水介质旋流器对于该粗煤泥大于0.2 mm粒级分选时,可能性偏差 E_p 为0.11,不完善度 I 为0.278。从 E_p 值和 I 值可以看出,该分选设备分选精度较高^[10]。

5 结论

本试验得到旋流器最佳分选参数,同时发现三锥角水介质旋流器对粗煤泥具有良好的分选效果,可以更好地指导实际生产。

(1) 对范各庄选煤厂粗煤泥进行粒度组成、密度组成分析,结果表明,该粗煤泥精煤含量较高,需进一步分选。

(2) 通过对三锥角旋流器进行分选试验,得到旋流器最佳分选参数:压力 $0.06 \pm 0.01 \text{ MPa}$,1号锥体,溢流管直径45 mm,溢流管插入深度50 mm。

(3) 分选精度分析结果:可能性偏差 E_p 为0.11,不完善度 I 为0.278。从 E_p 值和 I 值可以看出,三锥角水介质旋流器具有良好的分选精度。