

■ 煤炭洗选加工

对于质量效率这一重力分选工艺指标的探讨

张玉磊, 耿浩, 吴大为

(北京国华科技集团有限公司, 北京 101300)

摘要: 精煤数量效率是我国一直沿用的评定重力选煤设备工艺效果的重要指标, 但存在未反映非目的物料混杂情况的缺陷, 因此提出采用质量效率来取代这一指标。根据可选性曲线查得轻、重产物的分界灰分, 将原料煤分为小于分界灰分及大于分界灰分两部分, 按汉考克分离效率公式, 计算出轻产物或重产物中以上两种物料的正配率和错配率, 从而得到质量效率, 该指标基于现有的试验方法和数据处理, 为业内人士熟知。

关键词: 质量效率; 数量效率; 可选性曲线; 分界灰分; 正配率; 错配率

中图分类号: TD942 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8397(2022)05-0001-06

Discussion on the gravity separation process index of quality efficiency

ZHANG Yu-lei, GENG Hao, WU Da-wei

(Beijing Guohua Technology Group Co. Ltd., Beijing 101300, China)

Abstract: The quantity efficiency of cleaned coal is an important index used to evaluate the process effect of gravity coal preparation equipment in China, but there is a defect that it does not reflect the mixing of non target materials. Therefore, it is proposed to replace this index with quality efficiency. According to the separability curve, the boundary ash content of light and heavy products is checked. The raw coal is divided into two parts: less than the boundary ash content and more than the boundary ash content. According to the Hancock separation efficiency formula, the positive matching rate and mismatch rate of the above two materials in light products or heavy products are calculated, so as to obtain the mass efficiency. This index is well known in the industry based on the existing test methods and data processing.

Keywords: quality efficiency; quantity efficiency; selectability curve; boundary ash; positive matching rate; mismatch rate

精煤数量效率是我国选煤厂数十年来一直沿用的评定重力选煤设备工艺效果最重要的指标之一, 该指标的定义是重选精煤实际产率与相同灰分时理论产率的百分比值。数量效率指标自使用以来, 就存在质疑之声, 其观点认为该指标只从精煤的数量上来评定, 没有从分选质量方面来考虑, 所谓重力分选就是将不同密度的物料按理论分选密度进行有效的分离。对于精煤产物来说, 不但是小于或等于理论分选密度的物料回收的越多越好(即正配率), 而且是大于理论分选密度的物料混杂得越少越好(即混杂率), 数量效率仅仅从回收精煤的数量上来评定。因此原料煤没有分

选时, 其数量效率为 100%, 极端的例子是, 煤炭从输送机机尾给入, 从其机头卸出, 数量效率荒谬的是 100%。

从与时俱进的观点来看, 随着选煤的技术进步, 人们对分选本质的深入认识, 数量效率这项指标是不是可以用笔者所介绍的全面反映分选效果的指标来取代, 这乃是本文所探讨的内容, 期待业内人士的关注和指正。

1 原料煤中两种性质物料的分类

1.1 按密度的差异

重力选煤设备的工作原理是按物料的密度差

收稿日期: 2022-04-11 DOI: 10.16200/j.cnki.11-2627/td.2022.05.001

作者简介: 张玉磊(1988—), 男, 江苏徐州人, 2011年毕业于中国矿业大学矿物加工工程专业, 工学学士, 北京国华科技集团有限公司工程师。

引用格式: 张玉磊, 耿浩, 吴大为. 对于质量效率这一重力分选工艺指标的探讨 [J]. 煤炭加工与综合利用, 2022(5): 1-5, 10.

异来实现的。人们自然首先想到的是按理论分选密度将物料分为大于或小于该密度值的二类。对于炼焦煤选煤厂,重选产物的质量指标是灰分,但在各产物中相同密度级的灰分是不同的。

评定分选精度时,不但要考虑到各密度级的正配率和错配率,还要考虑到它们在不同重选产物中灰分的较为显著的差异,这给工艺效果指标的定量确定带来极大的难度。

表1 原料煤及重选产物三级密度的灰分绝对差和相对差

产品	指标	<1.40 kg/L	1.40~1.80 kg/L	>1.80 kg/L
原煤	灰分/%	8.88	26.87	82.35
	灰分/%	8.42	19.39	-
精煤	灰分绝对差/%	0.46	7.48	-
	灰分相对差/%	5.18	27.84	-
中煤	灰分/%	12.12	27.86	54.76
	灰分绝对差/%	3.24	0.99	27.99
矸石	灰分相对差/%	36.49	3.69	33.99
	灰分/%	-	30.84	84.97
矸石	灰分绝对差/%	-	3.97	2.62
	灰分相对差/%	-	14.77	3.21

本文引用的生产试验数据来自于2019年3月完成的《淮南矿业集团潘集选煤厂工业性试验报告》中无压给料三产品重介质旋流器单机检查资料。表1列出了原料煤及重选产物三级密度的各自灰分,还列出了重选产物三级密度灰分与原料煤中相应密度物灰分的绝对差和相对差。从该表中可以看出:

(1)虽然精煤中小于1.40 kg/L密度级的物料比原料煤中该密度级灰分只低0.46个百分点,但相对差却高于5%,1.40~1.80 kg/L密度级的物料与原料煤中该密度级灰分的相对差高达27.86%。

(2)中煤中小于1.40 kg/L密度级的物料与原料煤中该密度级灰分相对差也高达36.49%,虽然1.40~1.80 kg/L密度级的灰分与原料煤的相差相对较小,但大于1.80 kg/L密度级的灰分与原料煤相比,相对差也高达33.99%。

(3)矸石中1.40~1.80 kg/L密度级的物料灰分比原料煤的相对差为14.77%,大于1.80 kg/L密度级灰分比原料煤的相对差为3.21%。

这种现象在所有选煤厂都是普遍存在的,只是在数值上有所差别而已。

评定分选精确度时,不但要考虑到各密度级的正配率和错配率,还要考虑到它们在不同重选产物中灰分的较为显著的差异,这给工艺效果指标的定量确定带来极大的难度。

1.2 按分界灰分的差异

按GB/T 7186—2008《选煤术语》定义,煤在某一密度(或产率)点的灰分称为基元灰分。两种物料分界线上的基元灰分(即浮物的最高灰分和沉物的最低灰分)称之为分界灰分。《选煤技术》杂志2021年第5期所登载的“浮选效率评价方法分析”一文中,介绍将浮选精煤的分界灰分作为分界点,把浮选计算入料分为二部分,即小于分界灰分的一部分和大于分界灰分的另一部分,计算出两者的正配率和错配率,从而获得浮选效率这项工艺效果指标。笔者受此启发,将此理念引用到评定重力选煤工艺效果方面。

2 作图法确定相关数据

根据GB/T 15715《煤用重选设备工艺性能评定方法》的计算方法,求得潘集选煤厂重介质旋流器的精煤产率 $\gamma_c = 45.35\%$,中煤产率 $\gamma_m = 28.20\%$,矸石产率 $\gamma_r = 26.45\%$ 。

2.1 第一段重介质旋流器

第一段重介质旋流器的计算入料密度组成见表2,轻产物(精煤)密度组成见表3。

表2 大于0.5 mm 粒级计算原料煤密度组成

密度级/ (kg·L ⁻¹)	产率/%	灰分/%	浮物	
			累计产率/%	加权平均灰分/%
<1.30	10.54	4.77	10.54	4.77
1.30~1.35	21.33	8.24	31.87	7.09
1.35~1.40	14.36	12.43	46.23	8.75
1.40~1.45	7.51	18.11	53.73	10.06
1.45~1.50	5.95	22.85	59.69	11.34
1.50~1.60	6.43	28.88	66.12	13.04
1.60~1.80	5.36	40.73	71.49	15.12
1.80~1.85	0.99	51.4	72.48	15.62
1.85~1.90	0.67	55.19	73.14	15.98
1.90~1.95	0.42	57.25	73.57	16.21
1.95~2.00	0.54	60.84	74.11	16.54
2.00~2.05	1.07	64.46	75.18	17.22
>2.05	24.82	86.51	100.00	34.42
合计	100.00	34.42		

作图法确定相关数据的具体步骤如下:

(1)根据表2数据绘制出计算入料的灰分特性

(β)曲线和它的基元灰分特性(λ)曲线(见图1)。

表3 第一段旋流器轻产物(精煤)
(大于0.5 mm 粒级)密度组成

密度级/ (kg·L ⁻¹)	产率/%	灰分/%	浮物	
			累计产率/%	加权平均灰分/%
<1.30	23.14	4.77	23.14	4.77
1.30~1.35	44.64	8.19	67.78	7.02
1.35~1.40	25.01	12.21	92.79	8.42
1.40~1.45	4.97	17.14	97.76	8.86
1.45~1.50	1.48	21.71	99.24	9.06
1.50~1.60	0.63	26.99	99.87	9.17
1.60~1.80	0.13	43.96	100.00	9.21
合计	100.00	9.21		

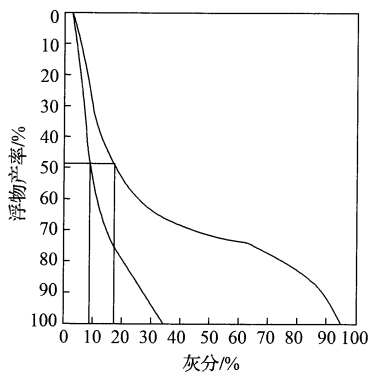


图1 计算原料煤的两条特性曲线(一段旋流器)

(2)当轻产物(精煤)灰分 $A_L = A_c = 9.21\%$ 时,可从图中查得理论轻产物(精煤)产率为 $\gamma'_c = 48.80\%$, 分界灰分 $A_{L<\lambda} = 17.50\%$, 此灰分理论上是第一段旋流器轻产物中最高的基元灰分,也是该旋流器重产物中最低的基元灰分。原料煤中小于分界灰分的产率 $\gamma_{f<\lambda}$ 就是理论轻产物(精煤)产率 γ'_c , 即 $\gamma_{f<\lambda} = 48.80\%$ 。原料煤中大于分界灰分的产率 $\gamma_{f>\lambda} = 100\% - 48.80\% = 51.20\%$ 。

(3)根据表3所列数据,绘制了轻产物(精煤)基元灰分特性曲线(见图2)。在该坐标图的横坐标轴的17.50点上,作一垂线与λ曲线相交,由此交点作一水平线,与左侧纵坐标轴相交,读得轻产物中小于分界灰分的物料产率(占本样) $\gamma_{L<\lambda} = 98.00\%$ 。

(4)已知重介质旋流器的精煤产率 $\gamma_L = \gamma_c = 45.35\%$, 则按一段旋流器入料计算的轻产物中小于分界灰分的物料产率 $\gamma_{L<\lambda} = \frac{45.35}{100} \times 98.00 = 44.44\%$;

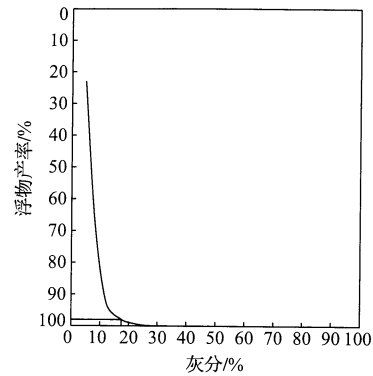


图2 轻产物(精煤)基元灰分特性曲线(一段旋流器)

(5)一段旋流器的重产物中小于分界灰分的物料产率 $\gamma_{H<\lambda} = \gamma_{f<\lambda} - \gamma_{L<\lambda} = 48.80 - 44.44 = 4.36\%$;

(6)轻产物中大于分界灰分的物料产率 $\gamma_{L>\lambda} = \gamma_L - \gamma_{L<\lambda} = 45.35 - 44.44 = 0.91\%$;

(7)重产物中大于分界灰分的物料产率 $\gamma_{H>\lambda} = \gamma_m + \gamma_r - \gamma_{H<\lambda} = 28.20 + 26.45 - 4.36 = 50.29\%$, 以上数据汇总在表4。

表4 一段旋流器的轻、重产物的小于或大于分界灰分产率

项目	计算入料/%	轻产物/%	重产物/%
小于分界灰分产率 $\gamma_{f<\lambda} = 48.80$		$\gamma_{L<\lambda} = 44.44$	$\gamma_{H<\lambda} = 4.36$
大于分界灰分产率 $\gamma_{f>\lambda} = 51.20$		$\gamma_{L>\lambda} = 0.91$	$\gamma_{H>\lambda} = 50.29$
小计	$\gamma_f = 100.00$	$\gamma_L = 45.35$	$\gamma_H = 54.65$

2.2 第二段重介质旋流器

第二段重介质旋流器计算入料密度组成见表5。

表5 第二段重介质旋流器计算入料(中煤+矸石)密度组成

密度级/ (kg·L ⁻¹)	产率/%	灰分/%	浮物	
			累计产率/%	加权平均灰分/%
<1.30	0.09	4.46	0.09	4.46
1.30~1.35	1.98	9.25	2.07	9.04
1.35~1.40	5.53	13.27	7.60	12.12
1.40~1.45	9.61	18.52	17.21	15.69
1.45~1.50	9.66	22.99	26.87	18.32
1.50~1.60	11.24	28.97	38.11	21.46
1.60~1.80	9.71	40.70	47.82	25.37
1.80~1.85	1.81	51.35	49.63	26.31
1.85~1.90	1.23	55.20	50.86	27.01
1.90~1.95	0.79	57.25	51.65	27.47
1.95~2.00	0.99	60.84	52.64	28.10
2.00~2.05	1.96	64.46	54.60	29.41
>2.05	45.40	86.51	100.00	55.33
合计	100.00	55.33		

作图法确定相关数据的具体步骤如下:

(1) 根据表 5 数据绘制出入料的灰分特性 β 曲线和它的基元灰分特性 λ 曲线(见图 3)。

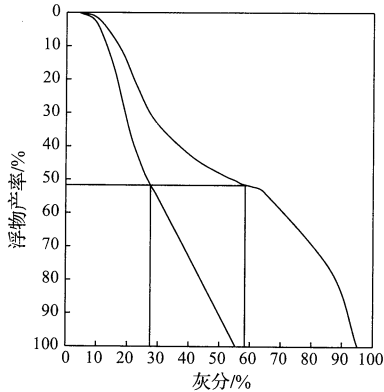


图 3 第二段旋流器计算入料的 β 曲线和 λ 曲线

(2) 当轻产物(精煤)灰分 $A_L = A_m = 27.52\%$ 时, 可从图中查得理论轻产物(精煤)产率 $\gamma'_L = 51.70\%$, 分界灰分 $A_{L<\lambda} = 58.40\%$, 此灰分是第二段旋流器轻产物中最高的基元灰分, 也是该旋流器重产物中最低的基元灰分。入料中小于分界灰分的产率 $\gamma_{f<\lambda}$ 就是理论轻产物(中煤)产率 γ'_L , 即 $\gamma_{f<\lambda} = 51.70\%$ 。入料中大于分界灰分的产率 $\gamma_{f>\lambda} = 100 - 51.70 = 48.30\%$ 。

(3) 第二段旋流器的轻产物(中煤)的密度组成见表 6, 由此表数据绘制的灰分特性 λ 曲线见图 4。

表 6 第二段旋流器的轻产物(中煤)的密度组成

密度级/ ($\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$)	产率/%	灰分/%	浮物	
			累计产率/%	加权平均灰分/%
<1.30	0.16	4.46	0.16	4.46
1.30~1.35	3.84	9.25	4.00	9.06
1.35~1.40	10.70	13.27	14.70	12.12
1.40~1.45	18.64	18.52	33.34	15.7
1.45~1.50	18.73	22.99	52.07	18.32
1.50~1.60	21.80	28.97	73.87	21.46
1.60~1.80	18.82	40.7	92.69	25.37
1.80~1.85	3.45	51.62	96.14	26.31
1.85~1.90	2.11	55.34	98.25	26.94
1.90~1.95	0.88	57.49	99.13	27.21
1.95~2.00	0.51	60.25	99.64	27.38
2.00~2.05	0.11	63.65	99.75	27.42
>2.05	0.24	70.77	100.00	27.52
合计	100.00	27.52		

(4) 同样可从图 4 的 λ 曲线上查得中煤中小于分界灰分的物料产率(占本样) $\gamma'_{L<\lambda} = 99.40\%$,

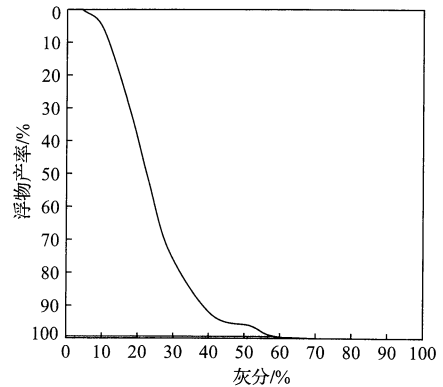


图 4 第二段旋流器轻产物(中煤)的 λ 曲线

则按二段旋流器入料计算的轻产物中小于分界灰分的物料产率 $\gamma_{L<\lambda} = \frac{28.20}{28.20+26.45} \times 99.40 = 51.29\%$;

(5) 二段旋流器的重产物中小于分界灰分的物料产率 $\gamma_{H<\lambda} = \gamma_{f<\lambda} - \gamma_{L<\lambda} = 51.70\% - 51.29\% = 0.41\%$;

(6) 轻产物中大于分界灰分的物料产率 $\gamma_{L>\lambda} = \gamma_L - \gamma_{L<\lambda} = 51.60\% - 51.29\% = 0.31\%$;

(7) 重产物中大于分界灰分的物料产率 $\gamma_{H>\lambda} = \gamma_H - \gamma_{H<\lambda} = 48.40\% - 0.41\% = 47.99\%$, 以上数据汇总在表 7。

表 7 二段旋流器的轻、重产物的分界灰分产率

项目	计算入料/%	轻产物/%	重产物/%
小于分界灰分产率	$\gamma_{f<\lambda} = 51.70$	$\gamma_{L<\lambda} = 51.29$	$\gamma_{H<\lambda} = 0.41$
大于分界灰分产率	$\gamma_{f>\lambda} = 48.30$	$\gamma_{L>\lambda} = 0.31$	$\gamma_{H>\lambda} = 47.99$
小计	$\gamma_f = 100.00$	$\gamma_L = 51.60$	$\gamma_H = 48.40$

3 质量分离效率——汉考克效率公式的引用

3.1 汉考克效率公式简介

从 20 世纪 70 年代末开始, 我国的选煤专业多项标准以煤炭工业部技术指导性文件 MT/Z 形式颁布, 80 年代以来, 经修订升格为煤炭行业标准(MT/T)或国家标准(GB/T)。先后有脱水效率、筛分效率、浮选完善指标、水力分级效率以国际公认的汉考克分离效率理念为基础而加以引用的。简而言之, 汉考克分离效率实质是评定 A、B 两种不同性质物料的分离效果。对于 A 物料而言, 其分离效率 $\eta_1 = E_1$ (A 物料的正配率) - E_2 (B 物料的错配率); 对于 B 物料来说, 其分离效率 $\eta_2 = E_3$ (B

物料的正配率) $-E_4$ (A 物料的错配率)。汉考克分离效率的科学性、严密性在于 $\eta_1 = \eta_2$ 。

3.2 潘集选煤厂无压给料三产品重介质旋流器的质量效率

从轻产物的角度来评定,应该是回收的小于分界灰分的物料越多越好(即 A 正配率越大越好),混杂的大于分界灰分的物料越少越好(即 B 错配率越小越好)。从重产物的角度来衡量,应该是排除的大于分界灰分的物料越多越好(即 B 正配率越大越好),损失掉的小于分界灰分的物料越少越好(即 A 错配率越小越好)。

3.2.1 从轻产物方面来评定

对于第一段重介质旋流器,原料煤被分出的轻产物就是精煤。就精煤而言,其正配率 E_1 就是精煤中小于分界灰分的物料占入料中该物料的百分比值,即 $E_1 = \frac{\gamma_{L<\lambda}}{\gamma_{F<\lambda}} \times 100 = \frac{44.44}{48.80} \times 100 = 91.07$ (%) , 它的错配率 E_2 就是精煤中大于分界灰分的物料占入料中该物料的百分比值,即 $E_2 = \frac{\gamma_{L>\lambda}}{\gamma_{F>\lambda}} \times 100 = \frac{0.91}{51.20} \times 100 = 1.78\%$, 质量效率 $\eta_Q = E_1 - E_2 = 91.07\% - 1.78\% = 89.29\%$ 。

对于第二段重介质旋流器,第一段的重产物(中煤+矸石)被分选出的轻产物就是中煤,重产物就是矸石。就中煤而言,它的正配率 E_3 就是中煤中小于分界灰分的物料占第一段旋流器的重产物中占中该物料的百分比值,即 $E_3 = \frac{\gamma_{L<\lambda}}{\gamma_{F<\lambda}} \times 100 = \frac{51.29}{51.70} \times 100 = 99.21\%$, 它的错配率 E_4 就是中煤中大于分界灰分的物料占第一段旋流器重产物中该物料的百分比值,即 $E_4 = \frac{\gamma_{L>\lambda}}{\gamma_{F>\lambda}} \times 100 = \frac{0.31}{48.30} \times 100 = 0.64\%$, 质量效率 $\eta_Q = E_3 - E_4 = 99.21\% - 0.64\% = 98.57\%$ 。

对于第二段重介质旋流器,第二段的重产物(中煤+矸石)被分选出的轻产物就是中煤,重产物就是矸石。就矸石而言,它的正配率 E_5 就是矸石中小于分界灰分的物料占第二段旋流器的重产物中占矸石该物料的百分比值,即 $E_5 = \frac{\gamma_{L<\lambda}}{\gamma_{F<\lambda}} \times 100 = \frac{47.99}{48.30} \times 100 = 99.36\%$, 它的错配率 E_6 就是矸石中大于分界灰分的物料占第二段旋流器重产物中该物料的百分比值,即 $E_6 = \frac{\gamma_{L>\lambda}}{\gamma_{F>\lambda}} \times 100 = \frac{0.41}{51.70} \times 100 = 0.79\%$, 质量效率 $\eta_Q = E_5 - E_6 = 99.36\% - 0.79\% = 98.57\%$ 。

对于第二段重介质旋流器,第二段的重产物(中煤+矸石)被分选出的轻产物就是中煤,重产物就是矸石。就矸石而言,它的正配率 E_5 就是矸石中小于分界灰分的物料占第二段旋流器的重产物中占矸石该物料的百分比值,即 $E_5 = \frac{\gamma_{L<\lambda}}{\gamma_{F<\lambda}} \times 100 = \frac{47.99}{48.30} \times 100 = 99.36\%$, 它的错配率 E_6 就是矸石中大于分界灰分的物料占第二段旋流器重产物中该物料的百分比值,即 $E_6 = \frac{\gamma_{L>\lambda}}{\gamma_{F>\lambda}} \times 100 = \frac{0.41}{51.70} \times 100 = 0.79\%$, 质量效率 $\eta_Q = E_5 - E_6 = 99.36\% - 0.79\% = 98.57\%$ 。

3.2.2 从重产物方面来评定

对于第一段重介质旋流器,就重产物(中煤+矸石)而言,它的正配率 E_3 就是大于分界灰分的物料占入料中该物料的百分比值,即 $E_3 = \frac{\gamma_{H>\lambda}}{\gamma_{F>\lambda}} \times 100 = \frac{50.29}{51.20} \times 100 = 98.22\%$, 它的错配率 E_4 就是重产物中小于分界灰分的物料占入料中该物料的百分比值,即 $E_4 = \frac{\gamma_{H<\lambda}}{\gamma_{F<\lambda}} \times 100 = \frac{4.36}{48.80} \times 100 = 8.93\%$, 质量效率 $\eta_Q = E_3 - E_4 = 98.22\% - 8.93\% = 89.29\%$ 。

对于第二段重介质旋流器,就重产物(中煤+矸石)而言,它的正配率 E_5 就是大于分界灰分的物料占入料(中煤+矸石)中该物料的百分比值,即 $E_5 = \frac{\gamma_{H>\lambda}}{\gamma_{F>\lambda}} \times 100 = \frac{47.99}{48.30} \times 100 = 99.36\%$, 它的错配率 E_6 就是重产物中小于分界灰分的物料占其入料(中煤+矸石)中该物料的百分比值,即 $E_6 = \frac{\gamma_{H<\lambda}}{\gamma_{F<\lambda}} \times 100 = \frac{0.41}{51.70} \times 100 = 0.79\%$, 质量效率 $\eta_Q = E_5 - E_6 = 99.36\% - 0.79\% = 98.57\%$ 。

表 8 重介质旋流器的质量效率

项目	分界灰分/%	正配率/%	错配率/%	质量效率/%
第一段	17.50	从轻产物(精煤)方面评定	1.78	89.29
		从重产物(中煤+矸石)方面评定	8.93	89.29
第二段	27.52	从轻产物(中煤)方面评定	0.64	98.57
		从重产物(矸石)方面评定	0.79	98.57

将以上计算所得的一、二段旋流器的工艺指标列于表 8。从该表中可知,无论是一段旋流器,还是二段旋流器,从轻产物方面评定的质量效率与从重产物方面评定的质量效率,两者的数值是相同的。这佐证了汉考克分离效率公式的严谨性和科学性。

质量效率的范围在 0~100% 之间,最高值为 100% 时,从轻产物方面评定,在理想的条件下,小于分界灰分的物料全部回收至轻产物中(即 $E_1 = 100\%$) , 大于分界灰分的物料没有丝毫混杂于其中(即 $E_2 = 0\%$)。从重产物方面评定,在理想的条件下,大于分界灰分的物料全部排除至重产物中(即 $E_3 = 100\%$) , 没有任何小于分界灰分的物料损失在其中(即 $E_4 = 0$)。最低值为 0 时,

(下转第 10 页)

粉介质,以辅助降低悬浮液固体体积浓度。

(2)循环悬浮液中的煤泥主要来自脱介筛下合格介质和弧形筛下合格介质,虽然该厂已实施将部分合格介质分流至磁选机以及增大分流开度来进行脱泥,但是受限于磁选机数量及工况。因此,仍需对介质回收系统进行优化,以提高磁选机的利用效率,为悬浮液系统排泥能力的提升创造条件。

(3)高密度悬浮液对黏度稳定性控制要求更高,对允许煤泥含量范围更小。当悬浮液密度为 1.8 g/cm^3 ,悬浮液中煤泥含量降低至0时,固体体积浓度依然达到25%。所以需要继续对悬浮液系统进行优化,提升系统的排泥能力,降低悬浮液的黏度,改善其流变性,最终提高三产品重介旋流器的分选精度。

参考文献

[1] 张志军,周琦,温亚培,等.煤泥含量对重介悬浮液

稳定性和流动性的影响[J].矿业科学学报,2020,5(6):696-702.

- [2] 祁泽民,符东旭.选煤重介质悬浮液稳定性分析[J].煤炭科学技术,2008,36(6):107-109.
- [3] 赵春祥.重介质悬浮液特性控制问题的探讨[J].选煤技术,2000(4):17-19.
- [4] 杨胜林.高灰粗粒煤泥对重介悬浮液的影响及其降低措施[J].煤炭加工与综合利用,2018(7):61-63.
- [5] 赵国华.利用粘度改善技术提高重介旋流器分选效果的研究[J].选煤技术,2016(3):14-17.
- [6] 赵卫,沈丽娟,陈建中.磁铁矿粉粒度对煤泥重介质旋流器分选效果影响的研究[J].中国煤炭,2014,40(3):81-84.
- [7] 韦鲁斌,孟丽诚,程相锋.重介质悬浮液流变特性研究[J].煤炭学报,2016,41(4):992-996.
- [8] 张力强.影响重介质旋流器分选效果的工艺因素分析[J].煤炭技术,2014(4):220-221.
- [9] 李海军,冯德山.重介选煤厂循环悬浮液分流技术研究[J].选煤技术,2016(5):100-103.
- [10] 李大虎,程相锋,朱学帅,等.重介悬浮液粘度预测及应用[J].煤炭工程,2016,48(11):120-123.

(上接第5页)

在极端情况下,原料煤没有得到分选,此时 $E_1=100\%$, $E_2=100\%$ (或 $E_3=100\%$, $E_4=100\%$)。

4 结 语

选煤的目的是提高商品煤的质量,并杜绝资源的损失。本文提出的质量效率能够完整的反映出炼焦煤选煤厂重力选煤设备的工艺效果。

该指标的基础数据源自于GB/T 15715《选煤厂重力选煤设备工艺效果评定方法》的试验方法,依据浮沉试验的数据绘制的可选性曲线中的灰分特性 λ 曲线,查得轻重产物的分界灰分,按照公认的汉考克分选效率的理念,将入料区分为小于分界灰分和大于分界灰分的物料两部分,分别计算出它们的正配率和错配率,从而获得质量效率。

对于动力煤选煤厂,其商品煤以发热量作为质量指标,在进行煤样浮沉试验时可测定各密度级的发热量,进而得到动力煤选煤厂的重力选煤

设备的质量效率。

常规的数量效率只能评定三产品重介质旋流器的第一段或跳汰机的第二段工艺效果。本文所介绍的质量效率还可评定三产品重介质旋流器的第二段或跳汰机的第一段工艺效果。

参考文献

- [1] 符东旭.浮选效率评价方法分析[J].选煤技术,2021(4):1-6.
- [2] GB/T 15715—2014,煤用重选设备工艺性能评定方法[S].北京:中国标准出版社,2014.
- [3] GB/T 7186—2008,选煤术语[J].北京:中国标准出版社,2008.
- [4] 谢广元,等.选矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2016.
- [5] 王祖瑞,等.重介质选煤的理论与实践[M].北京:煤炭工业出版社,1988.
- [6] 董禄,王运来,李正明,等.对GB/T 15715—2005《煤用重选设备工艺性能评定方法》标准修订的建议[J].煤质技术,2009(4):28-30.