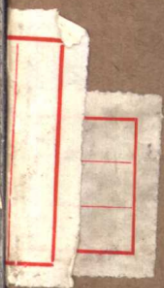


臥式風閘跳汰機
的操作



原
书
缺
页

原
书
缺
页

一、三宝矿洗煤厂的生产概况

洗煤厂的任务是供应大量优质炼焦煤以保证钢铁工业的飞跃发展，在目前洗煤能力不足的情况下，应迅速提高现有洗煤厂的生产能力。大跃进的实践证明，各厂普遍采用的跳汰洗煤机，提高生产能力的潜力是很大的。这就需要我们对沿用已久的跳汰机从构造上和操作上进行一系列的技术改革和提高。

自从1958年的大跃进以来，三宝矿原煤产量有了成倍的增长，这种形势迫切要求洗煤厂迅速提高洗煤能力。因此三宝矿洗煤厂按照1958年全国选煤会议提出的技术革命主攻方向，在1958年9月末成功的实现了跳汰机改用卧式风阀，使洗煤能力由原设计每小时55吨跃进至120~130吨以上。

但是，在产量猛增的同时，也出现了精煤质量下降的偏向。究其原因，一方面是由于精煤脱泥的辅助作业环节不相适应，而另一方面，也说明还没有学会正确的掌握卧式风阀跳汰机的操作技术。看来，采用卧式风阀的意义，决不是只限于风阀的改革，还必需按照近代跳汰理论的指引，对各项调节参数的作用进行实际的探讨，全面地改革跳汰制度。

由于以上的原因，三宝矿洗煤厂全体职工，在已经提高洗煤能力的基础上，在矿务局的领导和煤炭部唐山科学研究院的协助下，在生产上对影响洗煤的主要因素进行了

入洗原煤篩分及浮

1. 洗煤厂：三宝

2. 煤样牌号：三宝矿焦肥煤

3. 煤样来源：7 月份綜合煤样

4. 采样日期：自 7 月 1 日至 31 日止

5. 报告提出日期：1959 年 8 月 14 日。

乙、浮沉試驗：

級別 項目 比重	50~13毫米			13~3 毫米		
	占本級%	占全样%	灰分%	占本級%	占全样%	灰分%
1	2	3	4	5	6	7
-1.3	13.58	3.86	6.13	24.08	7.66	5.64
1.3 ~1.4	15.77	4.48	11.22	21.41	6.81	10.51
1.4 ~1.45	5.84	1.66	17.69	5.35	1.70	18.01
1.45~1.5	3.46	0.98	21.59	4.01	1.27	23.42
1.5 ~1.6	4.18	1.19	23.54	5.02	1.60	23.98
1.6 ~1.8	6.02	1.70	41.94	5.35	1.70	43.41
+1.8	51.15	14.53	80.08	34.78	11.06	79.89
合 計	100.0	28.40	49.10	100.0	31.80	37.07
其 中	-1.45	35.19	10.00	50.84	16.17	8.99
	1.45~1.8	13.66	3.87	14.38	4.57	32.80

沉試驗結果報告表

甲、篩分試驗

表 1

級 別 毫 米	重 量		灰 分 %
	公 斤	%	
50~13	196.50	28.4	48.82
13~3	219.0	31.8	39.36
3~0.5	171.2	24.8	30.30
0.5~0	104.3	15.0	25.79
合 計	691.0	100.0	37.91

3~0.5毫米			50~0.5 毫米合計					備 註
占本級 %	占全樣 %	灰分%	占本級 %	占全樣 %	灰分 %	浮煤累計		
						重量%	灰分%	
8	9	10	11	12	13	14	15	16
29.11	7.23	5.98	22.05	18.74	5.87	22.05	5.87	
22.79	5.65	10.88	19.93	16.94	10.82	41.98	8.22	
6.33	1.57	15.51	5.80	4.93	17.11	47.48	9.30	
5.06	1.26	20.81	4.12	3.50	21.98	51.90	10.31	
7.59	1.87	26.01	5.50	4.68	27.92	57.40	11.99	
6.33	1.57	41.15	5.85	4.97	42.30	63.25	14.79	
22.79	5.65	82.21	36.75	31.24	80.39			
100.0	24.80	29.57	100.0	85.00	33.90	100.0	38.90	
58.23	14.44	8.93	47.78	40.68	9.30			
18.98	47.10	30.55	15.47	13.15	31.76			

数个月的实际探討，积累了一定經驗，并且最終降低了精煤灰分，达到了国家規定的10%的灰份指标。

现将三宝矿洗煤厂生产概况和跳汰机規格簡述如下。

三宝矿洗煤厂入洗原煤是本矿1、2、3、4、等坑口的焦肥煤，由于沒有貯煤和配煤設備，入洗原煤的数量与質量变化很大，入洗原煤篩分及浮沉試驗結果报告表，見表1。个别坑口原煤中淨煤（-1.45比重）灰分高达12%以上，而精煤灰分国家指标是10%，因此在一定程度上，影响了精煤質量。

跳汰机入选上限是50~0毫米，手选大块煤采用閉路检查篩分，后来改为开路破碎，所以有个别超过50毫米的大块煤入洗。跳汰机篩孔原来是11及13毫米，后改为14及15毫米；跳汰机溢流堰高度也进行了多次改革，目前使用的是410毫米。跳汰机的概要規格，如表2所示。

二、臥式風閘的工作原理和技术特性

三宝厂，主洗机所采用的北票-1型臥式風閘，是以苏联BII-3型風閘的制造图为基础，并参照西德的維达格型和美国的兼富利型風閘的构造和工作原理，由矿务局設計处設計、矿务局机厂制造的。这种風閘的构造如图1所示。

表3列举了臥式風閘的技术規格。为了对比起見，将原来使用的立式風閘規格也一并列入。臥式風閘和立式風閘工作特性曲綫如图2、3。

臥式風閘的工作原理。由鼓风机供給的壓縮空气，經

风管导入阀壳左端，压入轉子的空心圓筒左侧。当轉子进气侧的开口与調整套的开口相重合时，压缩空气进入跳汰机空气間的通路被連通。当轉子进气侧的开口离开調整套的开口时，压缩空气进入空气間的通路被隔絕，在这同时，由于排气侧尚未接通，跳汰机空气間中积存的压缩空气开始膨胀，当轉子右端的开口与調整套开口重合时，膨胀期結束而排气期开始。排气期終了时，就紧接着下一个进气期。这样，轉子連續運轉，在跳汰机的空气間造成脉动的压缩空气，迫使跳汰間篩板上的水流和床层随之跳动。

三宝矿洗煤厂主洗机的技术规格

表 2

主 要 项 目	全 机	第 一 段	第 二 段
篩板（有效部分）：			
长，米	—	2.24	2.75
寬，米	—	1.516	1.746
面积，平方米	8.2	3.4	4.8
篩孔直径，毫米	—	原来11，現改为14	原来13現改为15毫米
傾斜角度，度	—	約3°	約1°
隔室数目	5	2	3
溢流堰高度，毫米	—	510	原510現改为410
空气室面积，平方米	7.44	3.6	3.84
空气室与跳汰室面积之比	—	1	0.8
空气压力，公斤/平方厘米	約0.2	約0.2	約0.2
斗子提升机：			
能力，吨/时	—	43	40
速度，米/秒	—	0.25	0.25
电动机功率，瓩	—	4.2	4.2

按照我們的經驗，在安装臥式风閥时应注意如下事項：

1. 防止轉子与調整套之間的間隙过大，造成漏风。
2. 在各接口处要接合严密，以防跑风。
3. 联在一起運轉的几台风閥的軸綫不应当是重合的，

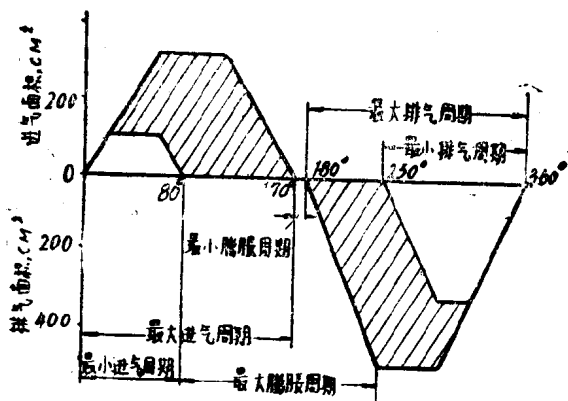


图 2 北票-1型卧式风阀的工作特性曲线和调整范围

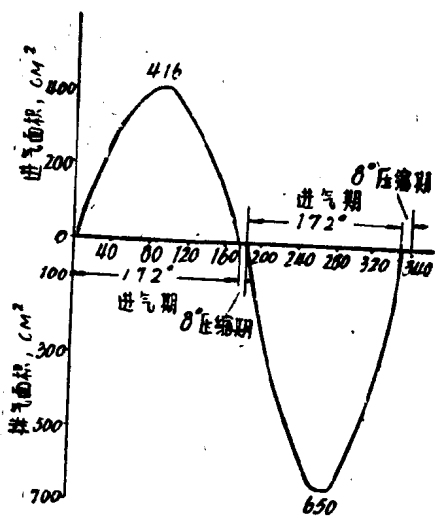


图 3 立式风阀的工作特性曲线

以免运转不灵或将轴扭断。

4.同一段的几台风阀，必须动作一致，即各台进、排气口的中心线要位于一条直线上。

5.跳汰机碎石一段与中煤二段的风阀，其工作周期应相差 180° 。

6.各台风阀应单独设有风门，以便分别调节。

北票-1型卧式风阀和立式风阀的技术规格 表3

项 目	北票-1型卧式风阀	立 式 风 阀
运转方式	迴 轉	上、下往复
跳汰周期:		
进气期, 度	80~160	172
膨胀期, 度	20~70	8
排气期, 度	110~180	172
压缩期, 度	—	8
轉数, 轉/分	23~48	58
轉子(或活塞):		
圓筒直径, 毫米	350	250
圓筒长度, 毫米	550	340
进气口弧度, 度	60	—
排气口弧度, 度	70	—
調整套开口的弧度, 度		
进气侧	20~100	—
排气侧	40~110	—
电动机功率, 瓩	3.7	2.6

三、跳汰过程的理論基础

1.矿物按比重分层的物理基础

在跳汰过程中，矿物按比重分层的原理，可用著名的位能假說来说明。

矿物分选前与分选后的位能差，就是由于矿物按比重分层的結果。我們可以用分析式来表明。

設矿物混合体在分层前的初态为 1；

分层前矿物混合体的位能为 E_1 (能量較大)；

矿物混合体在分层后为終态 2；

分层后矿物混合物的位能为 E_2 (能量較小)；

G_a —低比重矿物的重量；

G_b —高比重矿物的重量；

h_a —低比重矿物层的厚度；

h_b —高比重矿物层的厚度。

若在分选前后，自床层中任一地点各取一个微小的柱体(参閱图 4)，則得：

$$E_1 = (G_a + G_b) \left(\frac{h_a + h_b}{2} \right);$$

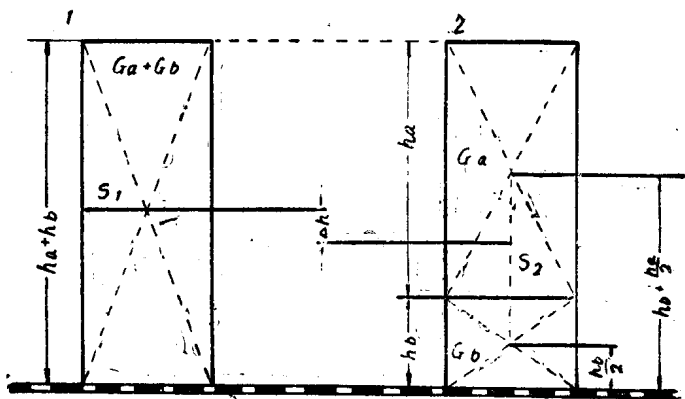


图 4 跳跃过程中颗粒內在位能变化图

$$E_2 = G_a \left(h_b + \frac{h_a}{2} \right) + G_b \cdot \frac{h_b}{2}.$$

所以，分层前后矿物混合体的位能差是：

$$\Delta E = E_1 - E_2 = 1/2 (G_b h_a - G_a h_b) > 0 \quad (1)$$

要实现跳汰系统中位能的降低，必须借助于外部的能源——上冲液流。

应该指出，这个理论是用数理统计学的观念描述跳汰运动的规律，它可以帮助我们理解重力选煤过程的实质。

某些学者曾从这里进一步导出了矿粒“分层速度”的指标，并且可计算当低比重矿粒所占的重量百分比和高比重矿粒所占的重量百分比具有某一数值时分层最快。

可是，这些公式只具有理论上的价值，却不能应用于实际的跳汰过程中。因为在实际的生产条件下，要受到各种阻力和其它作用的影响，而不可能完全按这样理想条件进行。正是由于各种阻力的存在，使矿物颗粒在分选过程不可能完全严格的按比重进行分层。

我们应该在跳汰过程中采用正确的操作方法来减小各种阻力的影响，缩小颗粒粒度大小和形状的因素在分选中的作用。

2. 跳汰周期内各阶段的分析

根据前述理论基础，每个跳汰周期中的各阶段应造成如下条件。

进气期

从理论上我们知道上冲期是分选的一个辅助过程，上

冲水流的作用，造成了跳汰系統中位能变化的必要条件。根据这个要求，跳汰周期开始时，采用短而強的上冲水流，把密集的床层整体托起，是最合适的。

而在进气的末期，由于水流的减速已被托起的床层开始松散，使顆粒在悬浮状态下由高位能向低位能过渡。同时也为膨胀期的进一步松散及顆粒按比重分层打下良好的基础。若完全依赖于膨胀期的松散，则会降低膨胀期的作用，相对縮短了按比重分层的时间。

在我們的实践中亦証明了，床层在进气末期如不够松散，会出现“密集的整块床层”在重力作用下迅速冲击下降的現象。这种“強迫”下降作用，不仅削弱了膨胀期对床层的松散作用，而且由于床层向下的压力很大，使积存的压缩空气不能緩慢放出，以致床层在整个周期中不能松散。显然，在这种情况下难于获得良好的分层結果。

顆粒的运动方程式是：

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{\delta - \Delta}{\delta} g \pm \frac{u' \Delta}{\delta} \pm \frac{k_1 \Psi \Delta}{d\delta} (u - v)^2 \quad (2)$$

式中 $\frac{\delta - \Delta}{\delta} g$ —— 顆粒在介質中的重力加速度；

$\frac{u' \Delta}{\delta}$ —— 具有加速度的介質給予顆粒的加速度
(推力)；

$\frac{k_1 \Psi \Delta}{d\delta} (u - v)^2$ —— 顆粒因水力阻力而产生的加速度。

方程式(2)中第一、第二两项仅与顆粒的比重及介質

的有效密度有关，而与顆粒粒度大小及形状无关。仅第三項因含 $k_1\Psi$ 及 h ，故与顆粒的形状及粒度大小有关。

进气初期第三項前取正号，顆粒与介質的相对速度是逐漸增加的，因而高比重的小顆粒的絕對加速度也在增加。这种顆粒可以避运动到上部的低比重层內，被溢流带走。

由此可知，应该尽量縮短上冲液流的时期，亦即取較小的进气角度及强的上升力，形成紧密的粒群排列，阻止这种高比重的小顆粒上升。只有这样才更有利于洗选不分級煤。

进气末期时，方程式(2)中的第三項取負号，同时相对速度 $(U-v)$ 开始减小，故此項之值也小了，使得顆粒的絕對加速度与顆粒的形状及大小的影响变得很小。

因此，在进气末期使床层松散是較為有利的。这种松散作用，对于大顆粒形成悬浮状态并按比重分层是必要的。

可以看出，無論是位能假說或顆粒运动方程式，它們在論述跳汰运动的規律性上是完全一致的。

膨胀期

进气末期轉为膨胀初期时，顆粒与水在这一瞬时相对速度 $U-v=0$ 。自方程式(2)可知，第二及第三項为零，这表示这时顆粒群仅按比重进行分层。但是这决不意味着整个膨胀期顆粒的运动都是严格的按比重进行分选。

有些学者提倡“靜水跳汰”，采用較短的进气期和排气期，过分的增加膨胀期。这也是不正确的。因为他们忽

視了进气期和排气期的作用，結果会造成上冲的床层过紧，下降期不能很好利用；太短的排气期，将因下降水流加速度大，作用时间短，反而使有效的吸吸作用不能充分发挥。

排气期

整个排气期內，應該均匀而緩慢的将压缩空气排出。使床层中的顆粒可以繼續在較松散的条件按比重分层。这个时期的作用不同于膨胀期之处，在于它对小顆粒的洗选起着更重要的作用。在适当加速作用下，下降水流的运动，对分选更为有利。

随着床层中的水返回篩下，使床层逐渐紧密。吸吸力在这个期間的作用時間长，但是并不太強烈。这样可以使細級低比重物料的損失减少。在这个前提下，当然必須少用篩下水，以保証具有足够吸吸力，防止細級高比重顆粒污染精煤，并使透篩排料适当增多。

最后为了省去压缩期，当一个跳汰周期快結束时，有較紧密的床层是必要的。这样便于下一个跳汰周期紧接着开始，使床层可在进气初期整层举起。

在排气初期，方程式(2)第三項前取負号，因为高比重的小顆粒較低比重的大顆粒有更大的加速度，所以下降期对小粒度的洗选是有很有效的。

总的來說，进气期、膨胀期和排气期对分选都是有效的。我們不應該孤立地理解和片面的強調其中的某一阶段，而是應該正确地控制各个阶段，使它們相互之間得到良好的配合。

壓縮期

臥式風閥取消了壓縮期是恰當的，這樣可使下一個周期緊接着開始，減少床層停留在篩板上的時間，同時能更好的利用壓縮空氣的能量。

總之，無論是周期、頻率、振幅以及使用的風和水，它們之間有着密切的聯系。調整這些參數，一方面是根據跳汰原理，另一方面必須依據原煤的可選性（篩分、浮沉組成）及跳汰機的構造進行合理的選擇。

顯然，要使跳汰過程符合理論的要求，只有採用不對稱周期的臥式風閥才可實現。

使用臥式風閥時，特別要注意風、水的操作。我們認為多用風，少用水是保證精煤質量的關鍵。

我們認為篩下的上沖水能夠起到一定的松散作用，可以和頻率及振幅兩個參數配合使用，成為調整跳汰過程的一個重要因素。而且篩下上沖水的多少，對處理量也有一定的關係。所以在跳汰過程中對上沖水這個調節因素不可忽略。

四、各種參數對洗選效果的影響

在使用臥式風閥的跳汰機的生產操作過程中，我們對風量、水量、轉數、周期、溢流堰高度、篩孔尺寸、處理量、排料與床層維護等主要參數進行了摸索和實際探討。在這一過程中，由於受條件的限制未能加大風壓。

下面分別介紹主要參數的作用和結果。

(一) 风量和水量

无活塞跳汰机是以压缩空气外来能源，使水介质做垂直的变速运动，从而达到物料按比重分层的目的，分层过程是向床层柱体位能差降低的方向发展。床层的脉动与分层是风水联合作用的结果。风压具有一定影响，但绝不能忽略顶水的分层作用。所用的风水量在任何情况下都必须使床层松散并创造颗粒“干扰”下沉的条件，以使颗粒克服摩阻力，彼此互相转移位置，比重大逐渐移动到下层，部分比重大的小颗粒，透筛排出，而轻比重的物料则转移到上层。这样就达到了按比重选分的目的。

顶水。在进气期和膨胀期松散，顶水冲散床层，使矽石和煤有充分的空间互换位置；在排气期，顶水则减小吸力，使下降水流缓和，减少透筛损失，同时还起输送精煤的作用。

冲水(喷水)。冲水底对物料起润湿和运输作用。如煤粉量过多时，必须用足够的水将其湿透，避免发生成团现象，以免未经选分的整团溢出，污染精煤。

风量。风是指压缩空气。风的作用是在顶水相同的条件下加强上冲水流和下降水流。增加风量，可使精煤中的小粒矽石和劣质煤鑽縫透筛排出，提高细粒物料的选分质量。

风和水的作用是互有联系并互相影响的。增加风量，则脉动和吸力都随着增强，结果，床层整个上升，提高精煤质量(但回收率降低)；增加水量，则脉动增强，但吸力减