

洗选煤技术

实用手册

民族音像出版社

洗选煤技术实用手册

(第二卷)

周 曦 主编

民族音像出版社出版

第三章 重介质选煤设备

第一节 立轮重介质分选机

一、工作原理

立轮重介质分选机的基本原理是阿基米德原理，既浸没在重介质悬浮液中的颗粒受到的浮力，等于颗粒所排开的同体积的液体重量。立轮重介分选机主要分选块煤，悬浮液的稳定性要求在分选区内上下层的密度差小于 0.02g/cm^3 ，通常靠上升或下降液流来达到。原煤从分选槽給料端给入，悬浮液从給料溜槽下方流入，形成水平液流和下降液流而进行分选。浮物随水平液流流至溢流堰处，由刮板刮出；沉物下沉到分选槽底部，由叶板提升至顶部经溜槽排出。

二、特点及用途

立轮重介质分选机的主要优点是：分选效率高于其它选煤方法；入选粒度范围宽，生产控制易于自动化；采用下降液流，保持分选机悬浮液稳定，因而可采用较粗的磁铁矿粉做加重质，能获得较好分选效果。主要缺点是：生产费用较高，设备磨损较快，介质循环量比其它型重介质分选机大。立轮重介质分选机主要用于洗选入料粒限为 $100 \sim 6\text{mm}$ 的块原煤。

三、典型应用范例

JLT1630 型立轮重介质分选机的应用实例详述如下。

JLT1630 型立轮重介质分选机在山西晋城市莒山煤矿选煤厂进行了工业性试验并投入生产。

1. 原料煤及加重质性质

该厂入选原料煤为无烟煤，100~13mm 粒级块煤入 JLT1630 型立轮重介质分选机洗选。原煤粒度组成如表 5-9，各粒级灰分随粒度减小而略有下降，矸石的泥化现象较明显。原煤可选性计算如表 5-10 当要求精煤灰分为 12% 时，理论分选密度为 1.55，其分选密度 ± 0.1 含量为 30.50%，属难选煤。当要求精煤灰分为 13.50% 时，则为极难选煤。

表 5-9 入选原煤粒度组成表

粒度(mm)	产率(%)	灰分(%)
> 25	79.27	21.79
25 ~ 13	5.41	18.61
13 ~ 6	8.98	19.22
6 ~ 3	3.20	18.54
3 ~ 0.5	2.26	18.88
< 0.5	0.86	26.77
计	100.00	21.26

表 5-10 原煤可选性计算表

密度 (g/cm ³)	占本级		浮物累计		沉物累计	
	产率(%)	灰分(%)	产率(%)	灰分(%)	产率(%)	灰分(%)
< 1.5	74.10	10.74	74.10	10.74	100.00	22.01
1.5 ~ 1.6	8.85	18.39	82.95	11.56	25.90	54.26
1.6 ~ 1.7	1.90	28.19	84.85	11.93	17.05	72.88
1.7 ~ 1.8	0.90	31.14	85.75	12.13	15.15	73.49
1.8 ~ 1.9	0.67	30.06	86.42	12.32	14.25	81.48
1.9 ~ 2.0	0.04	45.89	86.46	12.33	13.58	83.72
> 2000	13.54	83.83	100.00	22.01	13.54	83.83
合计	100.00	22.01				

加重质粒度组成如表 5-11。原来要求：磁性物含量 > 95%，密度 > 4.5g/cm³，< 0.074mm 粒级含量 > 80%。实际上磁性物含量、密度、粒度都达不到设计要求。

<0.074mm 粒级仅为 44%。

表 5-11 磁铁矿粒度组成

粒级(mm)	产率(%)	筛上累计(%)
<0.246	1.87	1.87
0.246~0.147	23.44	25.01
0.147~0.074	31.26	56.57
0.074~0.043	18.44	75.10
<0.043	24.99	100.00
合 计	100.00	

2. 试验及试生产情况

该厂采用重介—跳汰洗选流程。重介质选块煤系统的设计处理能力为 30 万 t/a，其设备流程如图 5-9。

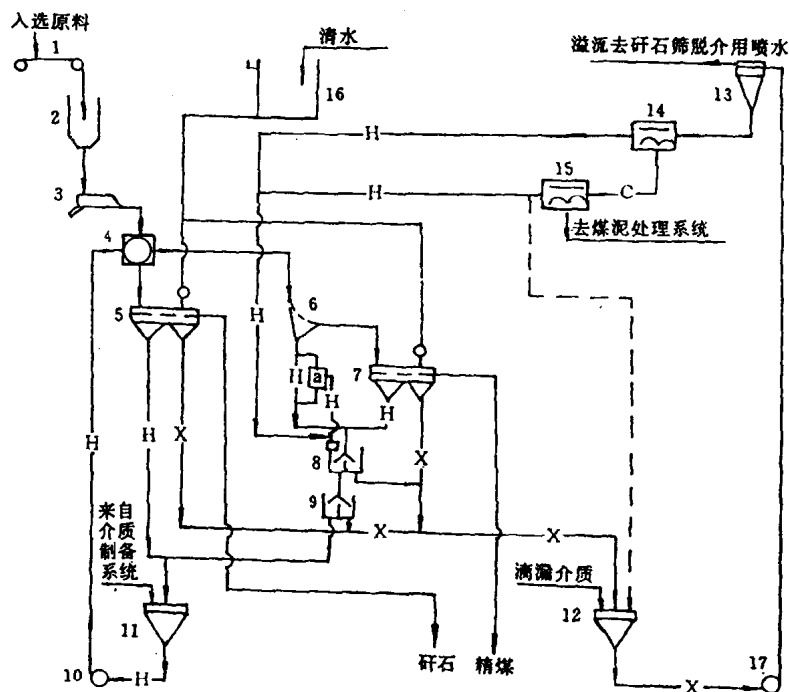


图 5-9 莒山煤矿选煤厂重介系统设备流程图

- 1—胶带运输机；2—缓冲仓；3—电振给料机；4—立轮分选机；5—矸石筛；6—弧形筛；
7—精煤脱介筛；8—密度自控系统；9—介质分流箱；10—介质泵；11—合格介质桶；
12—稀介质桶；13—浓缩旋流器；14—磁选机；15—磁选机；16—水箱；17—稀介质泵

分级后的块原煤经胶带输送机 1 运入缓冲仓，用电振给料机 3 将块原煤送入 JLT1630 型立轮分选机 4 分选。弧形筛 6 和精煤脱介筛 7 脱出的悬浮液，经密度自动控制系统控制去稀介质系统的分流量，其它的和矸石筛 5 脱出的悬浮液一起返回合格介质桶 11 循环使用；矸石筛和精煤筛的稀介质及分流净化的悬浮液，经浓缩旋流器 13 浓缩后入两段磁选机 14、15 回收磁铁矿粉。磁选机尾矿去煤泥水处理系统。

加重质的技术损失主要在磁选机尾矿，每吨入选原煤的加重质技术损失总量为 0.516kg。

在试生产过程中，曾探索分选槽中的悬浮液下降流流速大小对分选密度和分选效果的影响。当下降流速由 0.18m/s 增加到 0.87m/s 时，分选密度下降约 0.11g/cm³；可能偏差 E_p 值由 0.085 下降到 0.015。说明下降流速过小，分选效果不好。当然，也不能使流速过大而增加循环悬浮液量和管道及设备的磨损。

JLT1630 型立轮重介质分选机分选莒山煤矿 100 ~ 13mm 块煤，分选密度 1.817 ~ 1.82g/cm³，处理量 96 ~ 110t/h 时，可能偏差 E_p 值为 0.015 ~ 0.022，数量效率为 98.95% ~ 98.98%。

第二节 无压给料两产品重介质旋流器

一、工作原理

无压给料重介质旋流器的分选原理和有压给料圆筒圆锥型重介质旋流器的分选原理是一样的。由于两者的给料方式和形状结构不同，其分选过程有各自特点。

无压给料重介质旋流器内的分选过程是：主要悬浮液经筒体外壁的切线方向给入旋流器内，当入选原煤被小部分悬浮液带着由上端中央入料管给入后，在介质旋流的强大离心力作用下，由中心向外壁按密度分层。密度高的重物料分选速度快，迅速到达外壁，在外层介质流的作用下，从给料端近外的底流口排出。由中间密度组成的产物，在离底流口的不远处形成一个不断置换的平衡阻挡层，使低于和接近于分选密度的物料不能越过阻挡层而导入内螺旋流，经溢流管排出。

二、特点及用途

无压给料重介质旋流器选煤，原煤不需经过泵和管道输送，因此具有以下特点：可减少入料原煤的再度粉碎；有利于适当提高旋流器的给料粒度上限；可减轻设备及管道磨损程度；可减少原料煤的提升高度，从而可节省厂房与设备投资；当加重介粒度较粗时，无压给料重介质旋流器有较强的适应能力。

重介质旋流器是一种利用离心力场分选末煤的设备，利用离心力可以产生比重力场高几十倍~几百倍的离心力场，加速细粒级物料分选过程，提高分选精度。

三、典型应用范例

由唐山煤研分院研制生产的 $\phi 650\text{mm}$ 无压给料两产品重介质旋流器应用于平顶山矿务局田庄选煤厂中。用一台取代原有重介选煤系统中的两台 $\phi 500$ 有压给料圆筒圆锥型重介质旋流器。

1. 入选原料煤和加重质特性

入选原料煤的粒度为 $13 \sim 0.5\text{mm}$ 末煤。由于脱泥系统的设备能力不足，入选原料煤中，有时 $< 0.5\text{mm}$ 级的含量高达 20% ； $3 \sim 0\text{mm}$ 级含量要占 $75\% \sim 80\%$ 。从试验结果综合表 4-8 可见： $13 \sim 0.5\text{mm}$ 精级原煤中 $3 \sim 0.5\text{mm}$ 级占 $68\% \sim 73\%$ 。分选密度 $\leq 1.45\text{kg/L}$ 时，属难选或极难选煤。分选密度增大，则变为中等可选性或易选煤。

悬浮液组成分析如表 5-12。从该表可见：加重质（磁铁矿粉）中 $< 0.074\text{mm}$ 级占 55% ，悬浮液中 $< 0.074\text{mm}$ 级占 50.45% 。粒度较粗，影响了细粒级的分选精度。

2. 工业性试验结果

$\phi 650\text{mm}$ 无压给料重介质旋流器选煤工业性试验结果如表 5-13 所示。从试验结果可知：

(1) $13 \sim 0.5\text{mm}$ 综合级的可能偏差 $E_p = 0.054$ ，数量效率 $89.18\% \sim 97.60\%$ 。其中 $3 \sim 0.5\text{mm}$ 级的 E_p 值为 $0.060 \sim 0.065$ 。

表 5-12 悬浮液组成分析

粒 级 (mm)	磁铁矿 (%)		煤 泥 (%)		总固体物 (占全样)(%)
	占本级	占全样	占本级	占全样	
>0.5	0.07	0.05	10.12	2.96	3.01
0.5~0.2	2.12	1.50	22.94	6.71	8.21
0.2~0.125	19.12	13.53	21.40	62.26	19.79
0.125~0.074	23.73	16.79	5.98	1.75	18.54
0.074~0.044	23.80	16.84	5.30	1.55	18.39
<0.044	31.16	22.04	34.26	10.02	32.06
合 计	100.00	70.75	100.00	29.25	100.00

注：悬浮液中固体含量：849g/L；悬浮液密度：1.55kg/L；磁铁矿密度：4.5kg/L；煤泥密度：1.5kg/L；悬浮液中磁性物含量：70.75%

表 5-13 试验结果综合表

试验号	粒 级 (mm)	原煤 (%)		精煤 (%)		中煤 (%)		分选 密度 (kg/L)	可能 偏差 Ep	数量 效率 (%)	处理 量 (t/h)	入口 压力 (MPa)
		产 率	灰 分	产 率	灰 分	产 率	灰 分					
1	13~6	7.88	22.67	5.43	9.22	2.45	50.56	1.433	0.044	91.34	78	0.045
	6~3	18.97	21.31	13.09	9.02	5.88	47.64	1.436	0.051	89.87		
	3~0.5	73.15	19.71	51.56	9.27	21.59	43.67	1.448	0.065	88.07		
	>0.5	100.00	20.24	70.80	9.22	29.92	46.15	1.445	0.053	89.18		
2	13~6	9.11	19.10	7.54	10.22	1.57	64.13	1.525	0.042	98.36	80	0.050
	6~3	22.16	18.22	18.56	9.56	3.60	60.41	1.526	0.052	97.70		
	3~0.5	68.73	15.39	59.95	9.08	8.78	50.03	1.532	0.060	97.27		
	>0.5	100.00	16.36	86.05	9.30	13.95	55.46	1.533	0.045	97.60		

处理量为 78~80t/h。

(2) 各粒级煤的分选密度相差甚小，一般仅相差 7kg/m^3 左右。这说明：虽然悬浮液中的加重质粒度较粗，但加重质在无压给料重介质旋流器中的浓缩作用较小，密度场的稳定性和均匀性较好。

(3) 加重质虽然较粗，但细粒级物料仍有较好的分选效果。曾对精煤煤泥进行了小筛分分析，其 $0.5\sim 0.2\text{mm}$ 粒级的灰分为 9.34%，与试验的 $13\sim 0.5\text{mm}$ 粒级精

煤灰分(9.30%)相接近。即该旋流器的分选下限可达0.2mm。

由于 $\phi 650\text{mm}$ 无压给料重介质旋流器选煤工业性试验时,其它系统的有压给料 $\phi 500\text{mm}$ 圆筒圆锥型旋流器也同时生产,无法分别检测悬浮液净化回收系统的介质损失。因此只能测定产品带走的磁铁矿粉,两者对比的结果如表5-14。

比较得知:无压给料重介质旋流器产品带走的介质质量比有压给料重介质旋流器产品带走的低得多。这是因为前者的底流悬浮液密度比后者的低 $0.3 \sim 0.4\text{kg/L}$ 所致。从产品带走的总介质质量看,前者比后者低 1.69kg/t 原煤。

5-14 产品带走磁铁矿粉对比结果表

$\phi 650\text{mm}$	试验号	精 煤 (kg/t)	中 煤 (kg/t)	总介损 (kg/t 原煤)	平均介质 (kg/t 原煤)
无压给料重 介质旋流器	1	1.08	0.94	0.99	1.29
	2	2.13	0.67	1.20	
	3	2.97	0.60	1.69	
有压给料重 介质旋流器	1	1.11	6.73	2.81	2.98
	2	2.66	7.08	3.58	
	3	1.36	5.02	2.56	

第三节 有压给料两产品重介质旋流器

一、工作原理

悬浮液进入旋流器后,在离心力的作用下,形成自上而上、由内向外增加的不同密度的等密度面。和悬浮液一起进入旋流器的原煤,在离心力的作用下,密度大的矸石很快移向器壁,在外螺旋流的推动下,由底流口排出,密度低的煤粒向中心移动,进入靠空气柱的内螺旋流,经溢流管排出,从而完成了分选过程。

二、特点及作用

有压给料两产品圆筒圆锥型重介质旋流器选煤的突出优点是:分选精度高、分选

下限低、处理能力大、操作控制容易等。主要缺点是：设备磨损严重、加重质—磁铁矿粉的技术损耗相对较大，以及工艺系统相对复杂。

在扩大有压给料重介质旋流器入选粒度在入料范围方面取得了突破， $\phi 700\text{mm}$ 重介质旋流器不脱泥分选 $50 \sim 0\text{mm}$ 原煤工艺，分选下限可达 0.15mm 。

三、典型应用范例

有压给料两产品重介旋流器在山西古交市选煤厂应用情况详述如下。

1. 应用工况

有压给料两产品重介质旋流器分选 $50 \sim 0\text{mm}$ 原煤，是采用不脱泥入选，扩大有压给料两产品重介质旋流器入选粒度范围的科研成果。主要内容是：采用 $\phi 700\text{mm}$ 重介质旋流器为选煤主机；使用较细粒度的磁铁矿粉配制悬浮液；同时使重介质旋流器有较大的离心因素，以使小于 0.5mm 级的原煤具有较好的分选条件。

以该选煤工艺与设备建成的山西古交市选煤厂，年处理能力为 30 万 t，分选 $50 \sim 0\text{mm}$ 级难选煤， $\phi 700\text{mm}$ 重介质旋流器的处理量达 $70 \sim 80\text{t/h}$ ， $> 0.5\text{mm}$ 级的可能偏差 E_p 为 0.03 左右， $0.5 \sim 0.15\text{mm}$ 级的 E_p 值为 $0.075 \sim 0.090$ ，数量效率在 93% 以上。

2. 原料煤及加重质特性

古交市选煤厂的入选原煤为古交地区各小煤窑生产的焦煤，来煤的可选性相差很大，入选的煤质无法控制，给稳定生产带来很大困难。

从综合的原煤筛分组成看，原煤的平均粒度较细： $< 3.0\text{mm}$ 粒级约占全样的 40%。当精煤灰分要求 $< 9\%$ 时属极难选煤；当要求精煤灰分 $9\% \sim 11\%$ 时，属难选煤。

该厂的加重质—磁铁矿粉来源有两个：一是粒度较粗的，其中 $< 0.074\text{mm}$ 级约占 80%；另一是经过细磨后的产品，其中 $< 0.074\text{mm}$ 级占 99%，为此，采用两种磁铁矿粉分别配制悬浮液进行工业性试验。

3. 工艺流程

古交市选煤厂生产及工业性试验的工艺设备流程如图 5-10。原料煤经原煤筛 6 检查筛分， $> 50\text{mm}$ 粒级经破碎机 7 破碎，形成闭路。 $50 \sim 0\text{mm}$ 原料煤经电振给料机 10 控制给料量。不脱泥的原煤与悬浮液混合后，经介质泵 13 直接送入一台 $\phi 700\text{mm}$ 重介质旋流器 14 分选。精煤和中煤分别经振动筛 16 和 20 进行脱介、脱

水。弧形筛 15、19 和振动筛第一段脱出的悬浮液返回合格介质桶 12 循环使用。振动筛筛下的稀介质及分流箱 18 分出净化的悬浮液，分别用泵 26 和 28 送到各自系统的磁选机回收磁铁矿粉，磁铁矿粉返回合格介质桶。精煤稀介质磁选后的尾矿，用弧形筛回收 $>0.15\text{mm}$ 级煤泥作精煤产品，弧形筛 33 的筛下水和中煤稀介质磁选后的尾矿水去厂外 $\phi 24\text{m}$ 耙式浓缩机 34。浓缩机浓缩的煤泥经过滤机 36 回收后作中煤；浓缩的澄清水作脱介筛喷水。合格介质桶的密度、液位的控制和调整，均采用自动控制和显示。

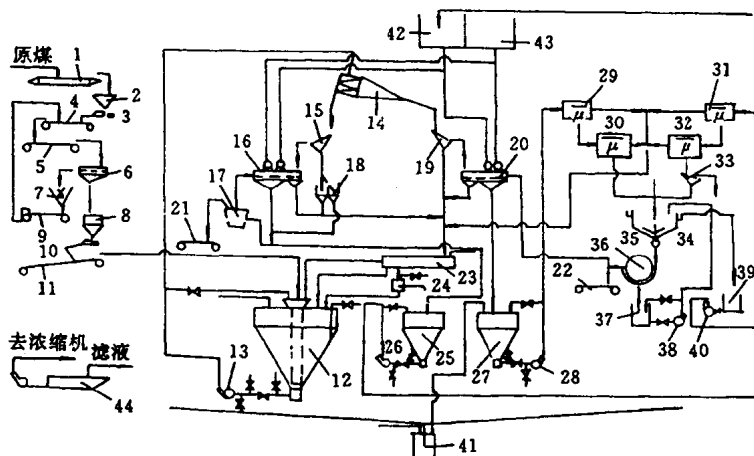


图 5-10 古交市选煤厂工艺设备流程图

1—刮板输送机；2—缓冲漏斗；3—电振给煤机；4、5、9、11—胶带输送机；6—原煤筛；7—破碎机；8—原煤缓冲仓；10—电振给煤机；12—合格介质桶；13—合格介质泵；14—分选旋流器；15—精煤弧形筛；16—精煤脱介筛；17—离心脱水机；18—分流箱；19—中煤弧形筛；20—中煤脱介筛；21—精煤胶带机；22—中煤胶带机；23—介质汇集槽；24—密度测定箱；25—精煤脱介；26—精煤稀介泵；27—中煤稀介桶；28—中煤稀介泵；29—中煤一段磁选机；30—中煤二段磁选机；31—精煤一段磁选机；32—精煤二段磁选机；33—精煤煤泥弧形筛；34—煤泥浓缩机；35—浓缩机底流泵；36—圆盘过滤机；37—滤液池；38—滤液泵；39—循环水池；40—循环泵；41—风力提升器；42—循环水箱；43—清水箱；44—煤泥沉淀池

该重介质旋流器选煤系统的处理量为 $70 \sim 80\text{t/h}$ ，入料压力控制在 $80 \sim 100\text{KPa}$ ，悬浮液密度控制在 1.38 ± 0.02 范围内。

4. 工业性试验及生产结果

使用两种不同细度磁铁矿粉配制悬浮液的工业性选煤试验结果可以看出：使用细介质的分选效果较好，特别是对 $<3.0\text{mm}$ 级原煤的分选更有利，其可能偏差 E_p

值要比使用中细介质的好得多。

古交市选煤厂使用中细加重质生产时,可能偏着 E_p 值一般在 0.04 左右,分选效果仍然不错,这是因为入选原煤中的粉煤量较大,从而增加了工作悬浮液的稳定性,使分选效果得到改善。从工作悬浮液的检测结果得知:使用中细加重质时,悬浮液的流变特性与使用细加重质时基本相近。但是,悬浮液中的煤泥量高达 60%,比使用细加重质时的 40% 高得多。悬浮液中的煤泥量过大时,不仅使 0.5~0.15mm 粒级煤的分选效果显著变坏,且使产品脱介困难,增大磁铁矿粉的损失。

根据生产及工业性试验测定,每选 1t 原煤的磁铁矿粉技术损失为 1.835kg。

5. 结语

有压给料两产品重介质旋流器在古交市选煤厂分选 50~0mm 原煤,取得了良好的应用效果。

第四节 无压给料三产品重介质旋流器

一、工作原理

无压给料三产品重介质旋流器,是由两段无压给料两产品重介质旋流器串联而成。它除了具有无压给料诸多优点外,还由于用一种低密度的悬浮液可同时选出精煤、中煤和矸石三种产品,因而简化了一整套高密度悬浮液制备、控制、输送及分选系统,可以节省基建投资和经营成本,从而得到了迅速发展。

无压给料三产品重介质旋流器第二段的物料分选过程,和有压给料三产品重介质旋流器第一段相同。第一段旋流器底流口排出的中煤和矸石混合物,经连接管进入第二段后,即由器壁往中心分层。中煤由靠近入料口的中心管排出;矸石在外螺旋流推动下经另一端的切线口排出。第二段旋流器内循环料层的物料过多时,则将阻碍细粒中煤进入内螺旋流而损失于矸石中。但对大多数原料而言,高密度分选时的邻近分选密度物不多,不致造成过厚的循环料层。

从分选原理上分析,为从结构上减轻悬浮液的浓缩程度,增加密度场的均匀性有利于提高分选效果。因而,无压给料三产品重介质旋流器两段均设计成圆筒型。由于圆筒圆锥型重介质旋流器底流和溢流悬浮液密度的差值大,可以形成较高的分选密度。因此,当要求选出较高灰分的中煤时,第二段旋流器则采用圆筒圆锥型。

二、特点和用途

无压给料三产品重介质旋流器由两个产品旋流器组合而成。一段旋流器为圆筒型，二段旋流器为圆筒型或圆筒圆锥型。当二段要求有更高的排矸密度时，即用圆筒圆锥型，无压给料三产品重介质旋流器分选 50 ~ 0mm 不脱泥的难选和极难选煤，大大地简化了重介质旋流器选煤工艺，获得了较好的技术指标。

三、典型应用范例

1.3NWX700/500 型无压给料三产品重介质旋流器在鸡西市选煤厂的应用

(1) 原料煤及加重介质性质：

鸡西市选煤厂年处理能力为 60 万 t，入选原煤为鸡西市地方煤矿生产的低硫、低磷、高灰的焦煤及 1/3 焦煤，原煤可选性属难选、极难选煤。

该厂采用以 $\phi 710/500$ 型三产品重介质旋流器为主机的重介选、浮选、尾煤浓缩、压滤、干燥的联合流程。多矿点多品种的原煤由汽车运入贮煤场。精煤、洗混煤由铁路专用线运出磁铁粉中小于 0.075mm 级的含量达 93%，小于 0.053mm 级的含量达 90.5%，磁性物含量 95.7%，真密度为 4.734。

合格悬浮液性质。合格悬浮液是由磁铁矿、煤泥和水按比例配合组成的。根据现有磁铁矿的性质和实际分选密度的需要，磁性物含量为 60%，表 5-15 为合格悬浮液组成的分析结果，其中磁性物含量为 49.6%，煤泥密度为 1500kg/m^3 ，悬浮液密度为 1410kg/m^3 。

表 5-15 合格悬浮液组成分析结果 (%)

项 目		磁铁矿		煤泥		悬浮液 γ
		$\gamma_{\text{本}}$	$\gamma_{\text{全}}$	$\gamma_{\text{本}}$	$\gamma_{\text{全}}$	
粒度组成(网目)	> 60	0	0	23.84	12.02	12.02
	60 ~ 100	0.53	0.26	23.84	12.02	12.28
	100 ~ 140	0.40	0.20	8.61	4.34	4.54
	140 ~ 200	1.57	0.78	12.91	6.50	7.28
	200 ~ 325	15.24	7.56	14.90	7.51	15.07
	< 325	82.26	40.80	15.90	8.01	48.81
	计	100.00	49.60	100.00	50.40	100.00

(2) 生产流程及主要设备

原煤预先脱泥, 50~0.5mm 原煤与合格悬浮液混合, 用泵给入三产品重介质旋流器。选后精煤、中煤分别经弧形筛、脱介筛脱除介质, 进入分级筛。大于 13mm 物料与经离心机脱水后的小于 13mm 物料混合成为最终产品。同样选后矸石经弧形筛、脱介筛脱介后成为最终矸石进入矸石仓。稀介质也分别经筛下一段磁选和浓缩后的二段磁选, 回收磁铁矿以便循环使用, 精煤、中矸二段磁选尾矿, 经粗煤泥回收筛回收粗煤泥, 剩余物料入浮选车间。

(3) 应用效果:

从表 5-16 可以看出: ①700/500 型三产品重介质旋流器分选 50~0.5mm 原煤时, 第一段旋流器可能偏差值分别为 0.015、0.037、0.033、0.037、0.03, 数量效率分别为 97.4%、85.37%、96.27%、96.42%、90.8%。从这些数据中可看出可能偏差值均小于 0.037, 远远超过了计划任务书要求的指标, 数量效率平均为 93% 左右。②第二段可能偏差值为 0.045、0.057、0.071、0.063、0.048, 均小于 0.071。也较好地完成了计划任务书的要求。③在处理难选、极难选煤、入料压力为 0.1~0.15MPa 时, 分选 50~0.5mm 的原煤每台处理量可达 120t/h。④在使用细介质时, 两段旋流器的分选密度差为 0.286~0.6, 完全能满足生产的需要。⑤对分选细粒度煤的分选效果令人满意, 分选 3~0.5mm 煤时第一、二段旋流器的可能偏差分别为 0.05、0.107。这是其他重选设备达不到的。

表 5-16 700/500 型重介质旋流器试验综合统计表

编号	入料 粒度 (mm)	原煤浮沉组成(%)			实际分 选密度 差	入料 压力	磁性物 含量 (%)	悬浮液 密度	分选指标						分选 密度 Δ	处理 量 (t/h)
		<1.5	1.5~1.8	>1.8					一段			二段				
									δ_{p1}	E_1	η_1	δ_{p2}	E_2	η_2		
1	50~0.5	40.82	20.96	38.22	0.597	0.13	61.2	1.51	1.535	0.015	97.40	2.132	0.045	99.4	1.68	128
2	50~0.5	26.90	15.78	57.32	0.351	0.15	59.2	1.52	1.522	0.037	96.42	1.817	0.063	94.45	0.78	120
3	50~0.5	40.93	15.79	43.28	0.366	0.13	62.1	1.378	1.382	0.037	85.37	1.748	0.057	96.22	0.64	120
4	50~0.5	41.57	14.01	44.42	0.300	0.15	63.07	1.45	1.45	0.033	96.27	1.750	0.071	95.98	0.54	120
5	50~0.5	42.72	16.19	41.09	0.286	0.15	49.6	1.43	1.41	0.03	90.8	1.696	0.48	92.52	0.71	120
5(1)	50~13	25.76	20.28	53.96					1.415	0.026	90.9	1.704	0.04	96.85	1.32	
5(2)	13~6	44.04	16.51	39.45					1.40	0.025	96.67	1.654	0.035	93.94	0.38	
5(3)	6~3	54.07	13.93	32.00					1.40	0.031	92.07	1.672	0.05	93.67	0.56	
5(4)	3~0.5	66.59	10.35	23.06					1.41	0.05	82.13	1.755	0.107	91.41	0.83	

鸡西市选煤厂 1990 年试运转至 1991 年 6 月底, 选出精煤 13.6 万 t、混煤 6.6 万 t, 共获利润 1594 万元。

2.3NWX1200/850 - A 型无压给料三产品重介质旋流器在贵州老屋基选煤厂的应用

(1) 应用工况:

盘江煤电(集团)公司老屋基选煤厂(以下简称老选厂)是 70 年代投产的设计能力 1.5Mt/a 的群矿型选煤厂, 设计采用跳汰、浮选联合流程。经过几年的技术改造, 生产能力已达 2Mt/a, 主要洗选设备已实现自动化。世界首台最大的 3NWX1200/850 型无压给料三产品重介质旋流器(以下简称 3NWX1200/850 型旋流器)作为国家“九五”攻关“大型、高效、简化重介质选煤工艺与设备”项目的核心分选设备, 经老选厂一年多的工业性试验, 以其先进的设计、高效的分选、简化的操作, 获得了同行业专家的好评, 给企业带来了可观的经济效益, 并被确定为国家高技术示范工程:“优质高效煤炭洗选示范工程”的主要分选设备。

(2) 3NWX1200/850 型旋流器分选原理:

结构组成 3NWX1200/850 型旋流器由两段组成, 图 5-11 一段由分选室、给煤管、给介管、溢流管、底流管等组成, 二段由分选室、入料管、溢流管、底流口、密度调节器组成。旋流器主要技术参数见表 5-17。

表 5-17 旋流器主要技术参数

项 目	数 值	项 目	数 值
一段内径(mm)	1200	处理量(t/h)	200 ~ 350
二段内径(mm)	850	循环量(t/h)	900 ~ 1200
入料粒度(mm)	85 ~ 0	一段 E_p	0.03
工作压力(MPa)	0.14 ~ 0.19	二段 E_p	0.04

分选原理 介质以一定的压力由给介管切向给入一段旋流器, 在入口压力作用下, 在分选筒内产生离心力场, 并形成向下的内螺旋流和向上的外螺旋流, 此时, 物料(原煤)以中心给料方式由入料管给入一段旋流器中内旋流, 在离心力作用下, 颗粒按不同的密度沿旋流器中心到器壁迅速分层: 小于分选密度的物料向中心聚集, 并随内旋流进入溢流口; 大于分选密度的物料穿过分选密度界面向器壁运动, 随外旋流经一段底流口到二段旋流器。

加重质颗粒在离心力及外旋流的推挤作用下, 沿圆筒器壁向给煤口方向移动,

产生浓缩现象，同时也伴有分级作用，使进入二段旋流器的悬浮液密度升高，自然提高了二段分选密度，从而有效地对重产物进行再分选。

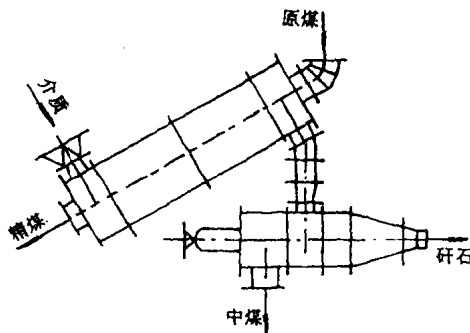


图 5-11 3NWX1200/850 型旋流器结构示意图

(3) 3NWX1200/850 型旋流器的特点：①入料上限可达 85mm。由于物料采用无压给入旋流器，入选物料上限不受介质泵流道口径限制，与有压给料的旋流器相比，能增加物料入选上限，3NWX1200/850 型旋流器入料上限可达 85mm。②分选效率高。由于采用轴向中心给料，物料中的轻产物在内旋流中分选、排出，而重产物在分选筒内形成颗粒梯度变化，大粒度物料迅速穿过内旋流进入底流口，小粒度物料在比较宽松环境中穿过内旋流移向器壁，从而减少界面上循环物料的干扰，提高了分选效率。③次生煤泥量少。由于物料仅靠自重进入旋流器的分选室，且重产物运行路线短，减少了物料之间的碰撞机率，与有压给料旋流器相比，次生煤泥能减少 3%~5%，分选下限达 0.3mm。因此 3NWX1200/850 型旋流器更适用于分选易碎的原煤。④二段分选密度在线可调。3NWX1200/850 型旋流器通过调节二段旋流器的溢流管插入深度，使一、二段分选密度差达到了 0.6kg/L 以上，以实现各种可选性煤的分选，特别是对质量波动较大的原煤分选密度在线可调有了突破。

(4) 工艺流程：

工艺流程路线 老选厂改扩建前采用跳汰主再选、浮选联合流程，入选 4 个矿的原煤。由于原料煤质量不稳定、难选且含矸量高，分选效果差，选后精煤产品经常超灰、超水。改扩建后，采用全重介、浮选联合流程，达到了较好的效果。其重介工艺路线为 0~60mm 原煤不分级一次给入 3NWX1200/850 型旋流器，一段旋流器溢流经翻转式弧形筛脱介、脱泥后，到分级筛进一步脱介、脱水，>25mm 物料为最终块精煤产品，<25mm 物料经立式离心机脱水后为最终末精煤产品；一段旋流器底流进入二段旋流器再选，分选出中煤和矸石，经翻转式弧形筛脱介、脱泥后为

最终中煤、矸石产品。重悬浮液用泵以一定的压力给入一段旋流器，精、中、矸翻转式弧形筛下物料大部分进入合格介质桶，小部分经分流箱与脱介筛下水混合，分别进入精、中、矸高效双段磁选机，精煤磁选机尾矿进入煤泥桶，中、矸石磁选机尾矿进入尾矿系统。旋流器二段分选密度可通过调节器调节，精、中分流箱用于调节加重质悬浮液中煤泥含量。产品质量、悬浮液密度、磁性物含量、介质桶和煤泥桶液位测控以及设备启停、分流量控制等均采用计算机自动测控。

工艺特点 ①工艺流程简化。流程结合 3NWX1200/850 型旋流器的特点，原煤一次性给入旋流器即可分选出合格的精、中、矸 3 种产品，分选效率达 93% 以上。适用于易选到极难选原煤，与重介选、跳汰重介配合选等工艺相比，设备投资、基建费用和生产成本可降低 20% ~ 30%。②脱介系统简单。此工艺是将单一低密度加重质悬浮液定压给入一段旋流器，二段旋流器分选密度主要通过一段旋流器的浓缩、分级作用自然调节，并辅助使用二段密度调节器；采用大面积弧形筛，最大限度地提高弧形筛的脱介量；取消脱介筛合格介质段。使脱介筛长度减小到 3m。因设备和占用空间的减少，节省了建厂投资，更大程度地提高了脱介系统效率，且便于操作。尽管取消了稀介浓缩系统，该工艺流程仍能将吨煤介耗指标控制在 2.0kg 以下。③易于实现煤泥重介分选。借助于一段旋流器的浓缩、分级作用，其中较细的加重质随同精煤一起由一段旋流器的溢流口排出，因此精煤弧形筛下悬浮液主要成分是经粗选的精煤泥的细粒度加重质，即分选过程中自然形成由粗精煤泥和极细磁铁矿组成的混合悬浮液。将该悬浮液泵入小直径煤泥重介质旋流器中，对粗精煤泥单独精选，不但保证了选后精煤泥质量，而且不必使用专门加工的极细粒度磁铁矿粉，这是一种简单有效的煤泥重介分选新工艺。

(5) 经济效益：①我国高灰、难选煤较多，大型、高效、简化全重介洗选工艺的实施，为大型高效选煤厂建设节省开辟了新途径。以建设一座 1.5Mt/a 大型全重介选煤厂为例，与同类规模的跳汰选煤工艺的选煤厂相比：基建投资减少 20% ~ 40%，吨煤加工费降低 8% ~ 12%，生产工效提高 30 ~ 50t/工，加工吨原煤可创利税 20 ~ 40 元，投资回收期小于 3 年。同时，也为冶金工业提供优质、低灰精煤提供了可靠的技术基础。②实际生产对比：实际生产中，在原煤条件、加工成本相同情况下，加工吨煤重介旋流器比跳汰可增加利税 16.16 元，若年处理 2Mt 原煤，可增加利税 3232 万元。

(6) 结语：