

水力采煤矿井的 选煤厂

潘景明 著

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書詳細敘述水力采煤矿井的选煤厂的特点及其与普通选煤厂的主要区别；闡明水力采煤矿井选煤厂的設計原則和主要設備；介紹各种有关的規格和數據。

作者根据自己設計水力采煤矿井附設选煤厂的体会，并通过实例来着重介紹原煤洗选流程的論証、选择和計算等过程，以及选煤厂洗选車間的布置系統。

本書供煤矿的行政管理干部、技術人員和工人閱讀，也可供煤矿設計工作者参考。

543

水力采煤矿井的选煤厂

潘景明 著

*

煤炭工业出版社出版(地址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

*

開本850×1168公厘¹/₃₂ 印張1³/₄ 插頁14 字數38,000

1958年9月北京第1版 1958年9月北京第1次印刷

統一書号：15035·651 印數：0.001—8,000册 定价：0.60元

前 言

我国煤炭工业目前正处在一个大跃进的时代，要在不太长的时间内在产量上和技术上超过一切资本主义国家。今后煤炭工业的技术革命的主要方向之一是：用最高的速度和最大的规模来发展水力采煤。

水力采煤是世界上最新的采煤技术，也是近代煤炭工业中一个具有历史意义的技术革命。这种新的采煤方法和一般机械采煤方法比较起来，具有无可比拟的优越性。首先，水力采煤矿井的建设投资比普通机械采煤矿井节省一半以上，换句话说，用建设一个普通机械矿井的投资可以建设两个水力采煤矿井；水采的建设速度快，建井工期短（比普通矿井缩短20%左右），劳动效率高，全员效率比普通的机械矿井高5倍以上（每工一般可达10吨）；水采的坑木消耗量较小，1000吨原煤的坑木消耗量是5~6立方公尺，比普通矿井少18立方公尺左右。同时，水力采煤的生产安全，事故少，基本上消除了煤尘爆炸、冒顶和运输事故。

除了这些在经济上和安全上的优点以外，在技术方面也出现了一个崭新的面貌：简化了采煤工序，使庞杂的井下采煤工作一变而为操作简单的作业。普通采煤方法的采煤工作，如掏槽、打眼、放炮、落煤、支架、攉煤和移溜子等一系列作业要几十人来完成，采用水力采煤以后，1台水枪和1名水枪手就可以采煤了。过去，巷道运输不是用电溜子就是用电机车，现在，只要铺上一条溜槽，采用水力无压运输，即可代替全套的运输设备。过去，矿井提升也是一项十分重要的工序，一个年产200万吨的矿井要装设5000马力的提升设备。现在，用煤水泵提到

地面上的煤漿，可以直接進入選煤廠或脫水廠的煤水倉，而絞車只用來載人和上下材料，因而就不再需要馬力很大的提升設備了。既然井下工作變得這樣簡單，地面生產系統當然也可能盡量簡化。但，這種新采煤方法要求煤礦進行一系列的改革，否則便不能適應工作的要求。

由於送到地面上的煤漿——煤水比約為 1 : 5~7 的煤與水的混合物——含水很多，必須進行脫水，在必要時還得干燥，因此，每一個水采礦井必須建立自己的脫水廠。另外，水采原煤的細粒級極多，因而形成大量煤泥。如果對這些煤泥不加洗選，那將會給國家的煤炭資源帶來嚴重的損失。因此，在推行水力采煤的同時，勢必要聯系到選煤問題。從經濟觀點上分析，建設一個選煤廠的投資並不比建設一個脫水廠多好多。這樣看來，除了煤質優良的水采礦井不需要考慮選煤問題以外，在一般的情況下，水采礦井都應建設選煤廠，因為，洗選操作不但可以降低煤炭灰分，提高煤炭質量，從而給用戶帶來很多好處，更重要的還在於節省大量的運輸能力。

水采礦井的地面生產可以分為兩大系統：

1. 煤的系統——包括選煤、脫水、貯存和裝車等工序；
2. 水的系統——包括脫水設備的脫出水和洗煤水的澄清、貯存和供水等工序。

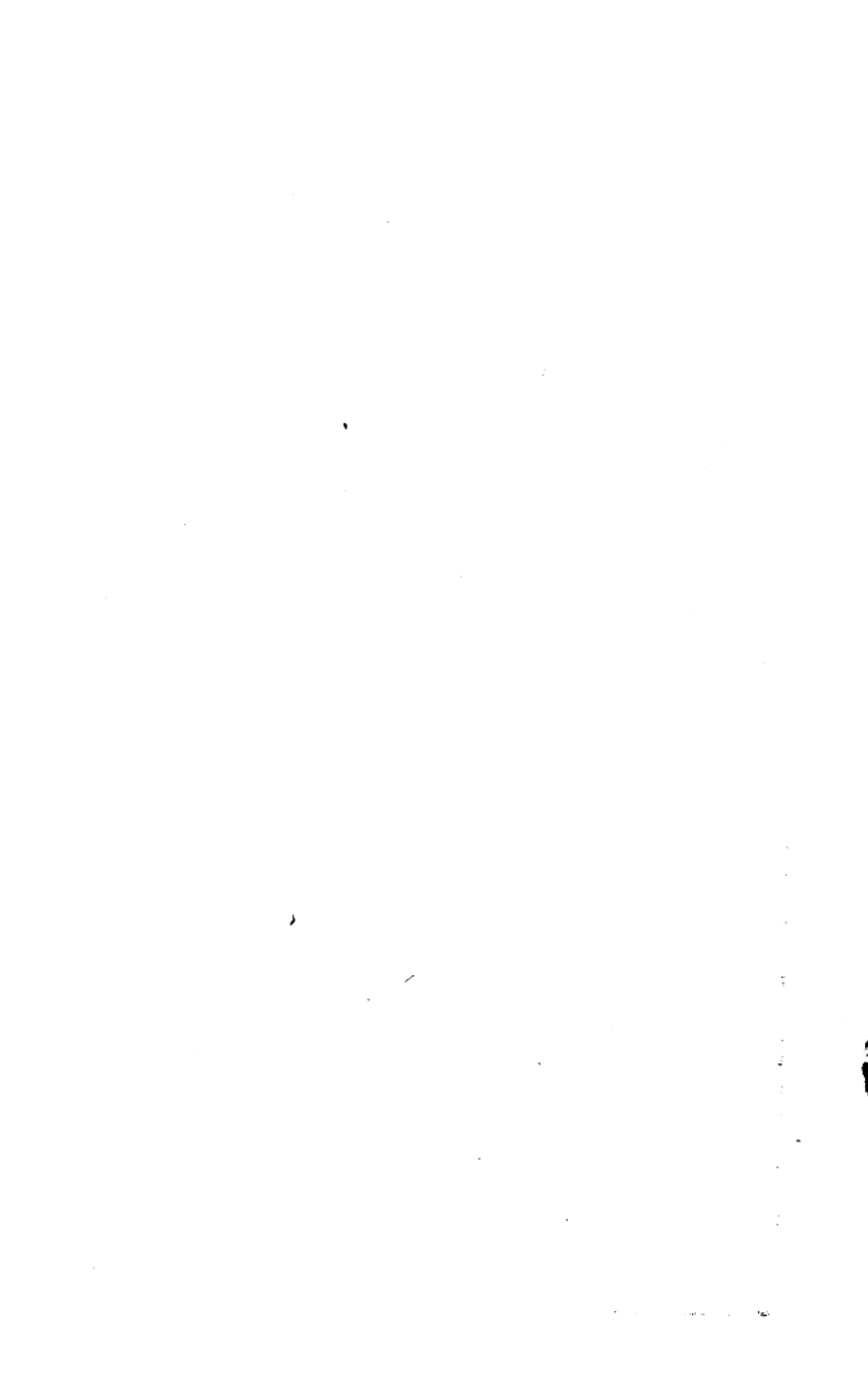
在上述各工序中，只有向井下供應高壓水這一道工序屬於采煤的業務範圍，其餘各工序完全由水采礦井附設的選煤廠承擔。

為了使讀者系統地了解水力采煤礦井附設的選煤廠，特編寫這本小冊子，以期達到拋磚引玉的目的，希望同志們指正。

目 录

前言

一、水力采煤矿井附設选煤厂的特点	5
二、不分級入选的試驗結果	7
三、单流洗选系統	11
四、質量数量流程的計算	18
五、选煤技术平衡表及洗水平衡表	27
六、水采矿井选煤厂使用的主要机械設備	28
七、水采矿井选煤厂实例	53
結語	55



一、水力采煤矿井附設选煤厂的特点

水力采煤矿井对选煤厂的主要要求就是力求避免复杂的生产过程。造成选煤厂的生产和设备庞杂的主要原因之一就是多工序生产，因此，水采矿井选煤厂采用不分级入选的单流洗选系统。生产实践已经证实单流系统的优越性，因此，原煤和产品的脱水工作，也正在向不分级的方向过渡。目前，已经制出了适合于原煤脱水的 HОГIII-1800 型卧式离心脱水机，这就为实现不分级脱水创造了更有利的条件。

由于水力采煤、水力运输和水力提升具有独特的生产过程，而水采矿井选煤厂又要与各该生产过程相配合，因此，水力采煤矿井选煤厂具有下列不同于普通选煤厂的特点：

1. 采出的煤必须脱水。

脱水过程可在井下的脱水筛上进行，也可以在地面上建立脱水厂或选煤厂。

脱水的目的有二：(1) 用户不能使用水分很高的煤。水力采煤矿井采出的原煤的水分极高，煤水比一般是 1 : 5~7，因此，必须脱水；(2) 水力采煤矿井需要大量的水，每采 1 吨煤须用水 9~14 立方公尺，因此，原煤中的水必须脱出，并循环使用。

普通矿井生产的原煤没有脱水的必要。只有动力煤及炼焦煤的洗选产品才进行脱水，在这种情况下，脱水实际是选煤的辅助作业；

2. 没有手选和原料准备车间。

普通矿井往往没有拣矸的手选车间。需要洗选的煤炭还得

在准备車間內分級和破碎，以使大塊煤的粒度符合于洗選的要求。水力采煤礦井采用水力運輸和水力提升，大塊矸石多半留在工作面內；在水力提升前原煤又經過一次破碎，原煤粒度一般小于75公厘或在100公厘以下。这样，拣矸及破碎过程在井下都已經完成，在地面上自然沒有再設立原料准备車間和手選車間的必要了；

3. 对循环水的澄清有严格的要求。

在普通选煤厂中，循环水的固体含量如果不超过120克/升就算合乎要求了；在水力采煤礦井中，循环水必須澄清，固体含量一定要小于50~60克/升。因此，要設置必要的澄清設備，例如：水平沉淀池、立式澄清机和臥式离心脫水机等；

4. 不須进行脫尘或脫泥。

在水力采煤礦井采出的煤中，煤尘已变为煤泥。現在，大部分选厂都已采用不分級入選，因此，一致認為煤泥对选煤过程將没有什么影响。另一方面，由于煤泥的存在会增加洗水的比重，这样反而能提高洗煤的效果；

5. 在选煤厂內也实现水力運輸。

由选煤厂向矸石山排放矸石和将中煤打回跳汰机中再洗等过程，都是通过煤水泵来实现的。这样不但节省一些笨重的運輸設備，从而給国家節約鋼鉄材料，而且厂房的体积也可大大縮减，因为只鋪設一条煤水管的管路就够了；

6. 使用处理煤泥水的新設備。

普通选煤厂都使用角錐形沉淀池、濃縮机、真空过滤机和高速振動篩等来处理煤泥水。由于水采礦井选煤厂的煤泥水量很大，所以一般都使用立式澄清机、臥式离心脫水机和环式压力机等新型脫水設備，而这些新設備一般都具备效率高、占地面积少和費用低廉等特点；

7. 产品的貯运也与普通选煤厂不同。水采矿井选煤厂采用半仓式貯煤場及铁路装車漏斗的联合作业，以便提高貯运速度。

二、不分級入选的試驗結果

1. 分級入选与不分級入选概述

选煤这门科学的历史并不太长，是随着近代冶金工业的发达而发展起来的。选煤的发展过程只在一百年左右。最初开始选煤时都采用不分級入选，也就是不論大块小块一齐入选。自从1870年李廷格尔提出等速顆粒沉降的規律以后，分級入选的理論才創立起来。李氏的等沉比公式如下：

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{S_2 - \Delta}{S_1 - \Delta},$$

d_1 ——煤粒的粒度，以直径表示之；

d_2 ——矸石粒的粒度，以直径表示之；

S_1 ——煤的比重；

S_2 ——矸石的比重；

Δ ——液体的比重。

这个公式說明了等沉粒的直径之比，受煤、矸石和液体比重的限制。在一般情況下，煤及矸石的比重是一定的，液体（水）的比重 = 1（因为用水选），这样就大大限制了等沉粒粒度的比值，单从理論上着眼，不分級入选根本是不合理的，于是，各国的选煤厂就紛紛采用分級入选，如苏联、德国和波兰等。但是，有些国家，如英、美和日本却仍然采用不分級入选。許多学者力图用理論說明不分級入选的可能性与优越性，

可是都缺少具有說服力的論据。

2. 苏联学者在不分級入选方面所作的工作

最近几年来，苏联的专家們特別注意不分級入选問題。庫頁島煤炭科学研究院首先提出了不分級入选的可能性，并且用实验室的試驗完全証实不分級入选的效果高于分級入选的效果。苏联的水力采煤工作者更特別关心这个問題。1956年，煤炭工业部部长正式頒布进行不分級入选的工业性試驗的命令。这项工业性試驗是在即明克矿3、4号矿井所屬动力煤选煤厂进行的，水力采煤研究院选煤試驗室的专家們也参加了試驗。

按照批准的方法，分別在普通鮑姆跳汰机及改装的鮑姆跳汰机中进行試驗。試驗的第一阶段是在焦化工业設計院設計的BOMK-8型普通鮑姆跳汰机中进行，所用的原料煤有分級煤及不分級煤两种。此外，还进行了加重介質及不加重介質的試驗。

在試驗进程中，对上述跳汰机进行了改装。改装工作主要是換用 IIB-2 型臥式风閥及轉数調整器。这种风閥的特点是能够得到各种循环曲綫及冲次。在改装后的洗煤机中也进行了加重介質及和不加重介質的試驗。

在进行每个試驗时，都記錄了循环曲綫的性質、脉动次、振幅、床层厚度、风压和水量等。然后再根据原煤及产品煤样的試驗結果来評定跳汰工作。

表1是各个阶段的試驗結果。

从表中可以看出：不分級洗选的效果較好；加重介質以后的洗选效果較好；改装后的跳汰机比普通跳汰机好。这里所謂的“好”，主要是說明精煤灰分低、中煤灰分較高、矸石灰分最高、矸石中的輕比重級少而精煤中的重比重級少。

在确定选煤产品回收率及跳汰机生产能力的同时，也查明

分級入選和不分級入選的試驗結果

表 1

試驗項目	原煤的 灰分 (A%)	各種選煤產品的 灰分 (A%)			損 失 (%)	
		精煤	中煤	矸石	輕比重級 在矸石中的 損失	重比重級 在精煤中的 損失
在普通跳汰機中洗選牌號 為CC的分級煤	10.14	5.13	17.45	59.64	13.23	16.41
在普通跳汰機中洗選牌號 為CC的不分級煤(以破碎的 矸石為重介質)	10.62	5.05	23.31	65.12	8.00	1.09
在普通跳汰機中洗選牌號 為IIK的不分級煤	20.21	10.25	31.48	71.06	2.21	4.70
在改裝的跳汰機中洗選牌 號為IIK的不分級煤(以破 碎的矸石為重介質)	18.92	8.66	35.50	75.94	3.30	0.60

了洗選產品的質量指標；此外，還分別在普通跳汰機及改裝后的跳汰機中進行了確定選煤產品回收率的試驗。現將試驗結果列表如下(表2)：

普通跳汰機和改裝的跳汰機的洗選效果比較表 表 2

產品名稱	在改裝后的跳 汰機中洗不分級 煤		在普通跳汰機 中洗不分級煤		在普通跳汰機中洗分級煤			
					8 月		9 月	
	回收率 (%)	A%	回收率 (%)	A%	回收率 (%)	A%	回收率 (%)	A%
原 煤	100.0	19.08	100.0	20.79	100.0	21.7	100.0	19.8
精 煤	70.3	8.86	67.9	10.89	61.1	11.8	60.0	10.7
去掉煤泥量	59.8	8.66	56.9	10.24				
煤 泥 量	10.5	10.20	11.0	14.30				
中 煤	20.7	32.74	22.6	33.46	28.9	28.0	29.0	26.0
去掉煤泥量	12.2	35.5	15.6	31.61				
煤 泥 量	8.5	28.7	7.0	37.60				
矸 石	8.0	75.94	8.5	71.06	9.0	68.0	10.0	66.0
損 失	1.0	19.3	1.0	19.3	1.0	20.0	1.0	20.0
合 計	100.0	19.27	100.0	21.19	100.0	21.06	100.0	20.7

从上表中仍可以看出洗选不分級煤比分級煤好，改装后的跳汰机的洗选效果比未改装的好。这里所謂的“好”是指精煤灰分低而回收率高，中煤的灰分高而回收率低，矸石回收率低而灰分高。值得注意的是：在普通跳汰机中洗不分級煤的精煤灰分稍高于洗分級煤的精煤灰分。这一点虽然不理想，但精煤回收率却提高7~8%。

在洗选不分級煤时，洗选深度是一个重要的因素。因此，对小于1公厘級煤的性質也进行了一些研究，作了精密的篩分試驗及浮沉試驗。這項浮沉試驗是在化驗室的离心机中进行的。

表3是0~1公厘級的洗选結果。

表3

普通跳汰机和改装的跳汰机對0~1公厘級的洗选結果比較

級 別 (公厘)	改 装 的 跳 汰 机							
	原 煤		精 煤		中 煤		矸 石	
	回收率 (%)	A% [°]	回收率 (%)	A% [°]	回收率 (%)	A% [°]	回收率 (%)	A% [°]
1-0.3	67.3	13.82	65.0	9.00	59.3	31.30	73.0	58.66
0.3-0.15	29.4	20.30	22.3	10.56	37.0	34.00	25.0	58.38
0.15-0	3.3	22.22	12.7	18.57	3.7	37.80	2.0	56.93
0-1	100.0	15.22	100.0	10.56	100.0	32.54	100.0	58.56
普 通 跳 汰 机								
1-0.3	62.0	14.23	77.0	7.58	—	—	86.8	53.55
0.3-0.15	34.1	14.01	19.6	8.77	100	23.87	9.6	50.34
0.15-0	3.9	17.65	3.4	16.89	—	—	3.6	49.56
0-1	100.0	14.28	100.0	8.13	100	23.87	100.0	53.10

从表3中看出，-1公厘級中的各級煤不論在普通跳汰机或改装的跳汰机中都經過选分，甚至，0.15~0公厘級也获得了选分的机会。

試驗結果証明：

(1) 不分級煤的洗選效果比分級煤好；

(2) 加重介質的洗選效果比不加重介質好；

(3) 裝設 IIB-2 型臥式風閘的跳汰機的洗選效果比普通跳汰機好；

(4) 不分級煤的洗選深度可以達到 0.15 公厘，甚或還要小一些。

三、單流洗選系統

選煤廠曾經採用了不同類型的洗選系統，到現在為止，已經經歷過這樣一段過程，也就是：

單工序系統——多工序系統——單流系統。

1. 單工序系統：

當然，現在採用的單工序和過去採用的絕不相同。從本質上來看，是比從前提高了一步，因為現在已出現了各種新型選煤機械、分級機械、脫水機械、運輸機械和濃縮設備。以前之所以採用單工序的洗選系統，是由於當時的選煤技術不很發達，設備缺乏，因而不得不採用。限於篇幅，這種單工序系統不擬闡述。

2. 多工序系統：

從發展上看，多工序系統比單工序系統優越。多工序洗選系統包括下列作業：

(1) 選前的準備工作，包括分級、手選、破碎和脫塵（或脫泥）等作業；

(2) 各級煤的分別入洗作業（如塊、末煤分別入選）和中

煤再洗作业；

- (3) 煤泥浮选作业；
- (4) 各級煤的脫水作业；
- (5) 煤泥水的濃縮和澄清作业；
- (6) 煤泥的脫水与过滤作业；
- (7) 煤的干燥作业；
- (8) 銷售煤的篩分作业。

从多工序系統包括的作业項目就能看出它的缺点，亦即：建筑体积庞大、操作工序复杂、机电設備多、投資多、劳动效率低和成本高等。

3. 单流系統：

鑒于多工序系統有上述缺点，全苏水力采煤結構研究設計院在設計水采矿井选煤厂时采用了单流洗选系統。单流洗选系統的特点主要表现在选煤或脫水工序的单一化。水力采煤矿井产出的原煤必須脫水，而选煤并不是一个必不可少的环节，因此，建立脫水厂是完全必要的。水采矿井之所以附設选煤厂，完全是煤質及用戶的要求等客观因素所决定的，因此，选煤作业并不是水力采煤矿井必备的环节。

单流洗选系統是在实践过程中逐漸丰富起来的，到現在为止，已形成一个完整的体系。为了进一步闡述单流洗选系統，有必要从苏联水力采煤矿井所采用的脫水系統和选別系統談起。

(1) 特尔干斯基矿井实验水采区的系統：

在1947年，这个水采区在庫茲巴斯最先投入生产。1947~1949年，在这个采区进行实验工作。水采的全部生产过程，包括煤的脫水和水的澄清都是在井下进行的。选用的系統很不完善，因而煤的脫水和水的澄清效果不能令人滿意。块煤的水分

是 18~20%；煤泥用人工从沉淀池中挖出，煤泥的水分达 30~33%。特尔干斯基实验水采区使用的系统如图 1 所示。

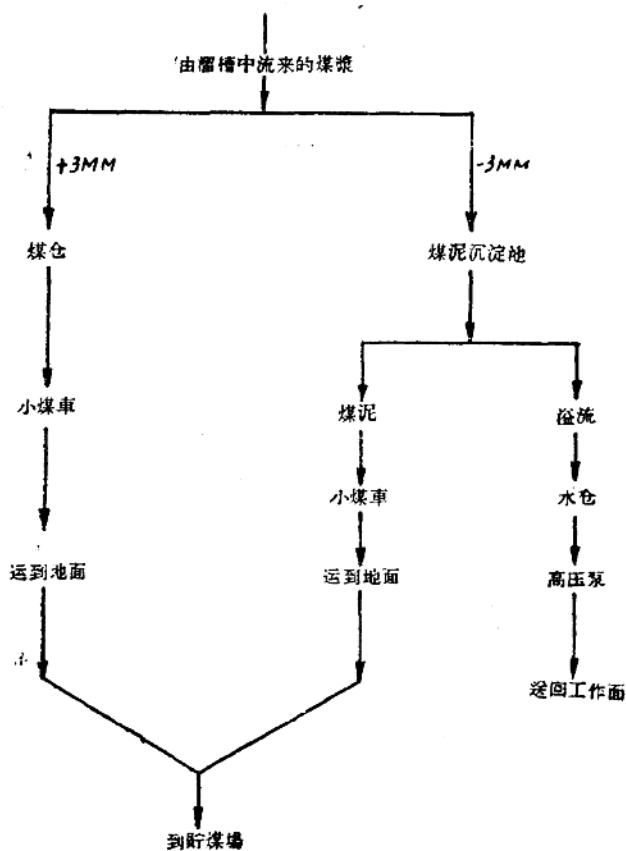


图 1 特尔干斯基矿井实验水采区的脱水系统

(2) 特尔干斯基矿井水采区的系统：

这个采区在 1952 年投入生产，设计产量是 500 吨/昼夜。煤的脱水和水的澄清在地面上进行，这是因为有可能使用水力提

升的緣故。設計規定用里歐洗煤槽洗選，但是由於原煤灰分很低，洗選工作並未進行。

圖2是特爾干斯基礦井水采區所採用的系統。

從圖中可以看出，容受煤漿、煤的貯存和脫水以及水的澄清等作業都是在帶有排水系統的敞式沉淀池中进行。沉淀池是由兩個隔間構成，每個隔間約3000立方公尺，兩個隔間輪換使用。如果在1個隔間里放煤漿、沉積煤和澄清水，則另一個隔間便放水和清除存煤。排出的水放到露天沉淀池中，以便進一步澄清。澄清水從沉淀池自流到循環水貯水池貯存。露天沉淀池的澄清水也用水泵打入貯水池。貯水池中的水用高壓泵送到井下，以供工作面上的水槍使用。在沉淀池中沉積的煤用刮斗刮出，然後用運輸機運往貯煤場。

這套系統的缺點是：

A. 沉淀池的體積很大，造價很高；

B. 煤炭經脫水以後，水分仍然很高，發運煤的平均水分為18~20%；

B. 沉淀池的排水溝容易淤積堵塞；

Г. 在煤放水時，一部分細粒煤隨水流出，因而損失很大。

這套系統的優點是脫水和澄清設備簡單，井下和地面生產過程之間的緩衝容積很大。在這種情況下，水力提升的不均衡性不會影響地面的生產系統。在工作正常的情况下往沉淀池中送煤漿時，水的澄清效果也很高。循環水中的固體顆粒含量不超過10~15克/升。

(3) 斯大林諾水采礦井的選煤廠：

在蘇聯已建成的選煤廠中，這個選煤廠是比較完善的一個。它的主要設備有原煤沉淀池、受煤倉、BOMK-10型跳汰

机、FVII-2 型分級脫水篩、VB-1 型立式离心脫水机、VIM-1 型臥式离心脫水机和貯煤場等。斯大林諾矿井选煤厂的生产系統(图 3)如下:

与目前新設計的选煤厂来比較, 这个厂的系統基本上还是过渡时期的洗选系統。它既拥有脫水沉淀池, 同时又是附設的选煤厂。斯大林諾矿井选煤厂的特点是有可以貯存大量原煤的大容积原煤沉淀池, 而矿井生产的原煤还可以洗选。对不同粒度的煤用不同的方法来脫水。例如, +13公厘的块煤在脫水篩上脫水, 3~13公厘的末煤先在脫水篩上脫水, 然后在立式离心脫水机中脫水; -3公厘的煤泥水在臥式离心脫水机脫水及澄清; 矽石先用脫水斗子脫水, 然后再用水力运输的方法送往矽石山。另一方面, 这个厂同时也存在着下列一些缺点:

A. 原煤沉淀池的容积过大。选煤厂內既然設有受煤仓, 就可以减少一些原煤沉淀池的容积, 不必先将所有的煤漿都在沉淀池中沉淀, 然后再用煤水泵打回选煤厂。最好是将煤漿直接送入选煤厂的受煤仓, 溢流水再在沉淀池中澄清。在这种情况下, 沉淀池还能充当非常儲备池, 这样就能大大削減沉淀池的容积;

B. 选后矽石完全不必脫水, 因为矽石是靠水力运到矽石山的, 已脫过水的矽石还得重新加入补充水。但是, 如果不这样作就得重新装备跳汰机(全苏水力采煤研究院已經作过在跳汰机的排矽口上装設閘閥的試驗)。中煤也是这样, 如果不用斗子脫水, 可以先自流到中煤池, 然后用泵打回跳汰机再洗, 或經過破碎后再送回跳汰机再洗。但是, 使用閘閥的試驗目前尚未成功, 还有待于将来进一步研究;

B. 臥式离心脫水机的脫出液应与多余的煤漿分別处理。脫出液直接进入循环水池, 这样可減輕沉淀池澄清水的負荷;