



重力选煤法

苏联 伊·阿·普罗琴柯著

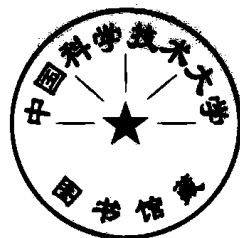
煤炭工业出版社

重 力 选 煤 法

苏联 伊·阿·普罗琴柯著

張育化 鄭椒村譯 刘慶余校訂

苏联煤炭工業部教育处審定作为中等採礦技術学校教材



煤 炭 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書敘述重力選煤方法的理論基礎，介紹重力選煤機械的基本構造，並闡述了洗選過程及機械設備調整的因素。

本書可作為礦業技術學校“選煤及煤磚製造”的專業教材，並可供選煤廠工程技術人員參考。

ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

苏联 И. А. ПРОЦЕНКО 著

根据苏联國立煤礦技術書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)
1954年莫斯科第一版譯

361

重 力 选 煤 法

張育化 鄭椒村譯 劉慶余校訂

*

煤炭工業出版社出版 (社址：北京東長安街煤炭工業部)
北京市書刊出版營業證可證出字第084号

北京市印刷一厂排印 新華書店發行

*

開本78.7×109.2公分 $\frac{1}{32}$ * 印張7 $\frac{1}{2}$ * 插頁9 * 字數135,000

1956年7月北京第1版第1次印刷

統一書号：15935·230 印數：1—3,100冊 定價：(10)1.20元

前 言

苏联共产党第十九次代表大会在其通过的 1951—1955 年發展苏联國民經濟五年計劃的決議中，对煤炭工業提出了大力擴展选煤与煤磚制造事業來提高煤炭質量的任务。煤炭工業必須保証在五年內將选煤事業擴大至 2.7 倍。

为了完成这个任务，需要建設很多裝備最新的选煤机械並以复雜操作过程進行选煤的新选煤厂。

投入生產的选煤厂必須配备高度熟練的工程师、技術員及工人。

有关选煤技術教材的出版將对选煤厂干部的培养任务的完成有所帮助。

本書可供“选煤及煤磚制造”專業的礦業技術学校学生作“重力选煤”教材之用。

目 錄

前 言

緒 論	4
-----	---

第一章 煤的浮沉試驗

第 1 節 浮沉試驗的實質概論	6
第 2 節 浮沉試驗的進行方法	8
第 3 節 浮沉試驗結果的整理	9
第 4 節 可選性曲綫	12
第 5 節 概論煤的可選性特征	14

第二章 在重介質中選煤

第 6 節 重液選煤	22
第 7 節 礦物懸濁液及其性質	22
第 8 節 配制礦物懸濁液用的重性物質	26
第 9 節 懸濁液的配制及再生	29
第 10 節 懸濁液的密度調整機	33
第 11 節 在礦物懸濁液中選煤所用的分選機	36
第 12 節 礦物懸濁液選煤系統	46

第三章 在水介質中重力選煤過程的理論基礎

第 13 節 礦物顆粒在水中自由沉降的規律	51
第 14 節 按照 П. Б. 利亞申克的方法計算顆粒在靜止水中 自由沉降的末速及等沉系數	58
第 15 節 顆粒的干涉沉降	64

第四章 水力分級

第 16 節 水力分級概論	67
第 17 節 用水力分級法測定細小礦物顆粒的粒度特征	69
第 18 節 水力分級機	73

第五章 在連續的和脈動的上沖水流中選煤

第 19 節 在上沖水流中洗選的基本理論	78
----------------------	----

第 20 節	在上冲水流中选煤的设备	79
第六章	在跳汰机中选煤	86
第 21 節	在水介質中跳汰的基本原理	86
第 22 節	跳汰机的分类	90
第 23 節	活塞式跳汰机(兩段的)	91
第 24 節	空气作用的無活塞式跳汰机	100
第 25 節	跳汰机中矸石及中煤排卸工作的自动調整	110
第 26 節	可动篩底式跳汰机	117
第 27 節	联合洗煤机	119
第 28 節	高頻率薄膜跳汰机	121
第 29 節	影响跳汰过程的因素	122
第 30 節	跳汰系統	131
第七章	在槽洗机中选煤	134
第 31 節	在槽洗机中选煤的基本原理	134
第 32 節	塊煤槽洗机	139
第 33 節	末煤槽洗机	149
第 34 節	煤泥槽洗机	153
第 35 節	影响槽洗机洗选过程的因素	158
第八章	在淘汰盤中选煤	161
第 36 節	淘汰盤的構造与工作原理	161
第 37 節	有菱形盤的淘汰盤	165
第 38 節	影响淘汰盤分选过程的因素	166
第九章	風力选煤	167
第 39 節	風选的基本原理	167
第 40 節	風力跳汰机	171
第 41 節	影响風力跳汰机分选过程的因素	176
第 42 節	風力分选机	178
第 43 節	影响風力分选机分选过程的因素	185
第 44 節	風力选煤的技術操作系統	190
第 45 節	風力选煤厂的空气煤塵系統	191

前 言

苏联共产党第十九次代表大会在其通过的 1951—1955 年發展苏联國民經濟五年計劃的決議中，对煤炭工業提出了大力擴展选煤与煤磚制造事業來提高煤炭質量的任务。煤炭工業必須保証在五年內將选煤事業擴大至 2.7 倍。

为了完成这个任务，需要建設很多裝備最新的选煤机械並以复雜操作过程進行选煤的新选煤厂。

投入生產的选煤厂必須配备高度熟練的工程师、技術員及工人。

有关选煤技術教材的出版將对选煤厂干部的培养任务的完成有所幫助。

本書可供“选煤及煤磚制造”專業的礦業技術学校学生作“重力选煤”教材之用。

目 錄

前 言

緒 論	4
-----	---

第一章 煤的浮沉試驗

第 1 節 浮沉試驗的實質概論	6
第 2 節 浮沉試驗的進行方法	8
第 3 節 浮沉試驗結果的整理	9
第 4 節 可選性曲綫	12
第 5 節 概論煤的可選性特征	18

第二章 在重介質中選煤

第 6 節 重液選煤	22
第 7 節 礦物懸濁液及其性質	22
第 8 節 配制礦物懸濁液用的重性物質	26
第 9 節 懸濁液的配制及再生	29
第 10 節 懸濁液的密度調整機械	33
第 11 節 在礦物懸濁液中選煤所用的分選機	36
第 12 節 礦物懸濁液選煤系統	46

第三章 在水介質中重力選煤過程的理論基礎

第 13 節 礦物顆粒在水中自由沉降的規律	51
第 14 節 按照 П. Б. 利亞申克的方法計算顆粒在靜止水中 自由沉降的末速及等沉系數	58
第 15 節 顆粒的干涉沉降	64

第四章 水力分級

第 16 節 水力分級概論	67
第 17 節 用水力分級法測定細小礦物顆粒的粒度特征	69
第 18 節 水力分級機	73

第五章 在連續的和脈動的上沖水流中選煤

第 19 節 在上沖水流中洗選的基本理論	78
----------------------	----

第 20 節	在上冲水流中选煤的设备	79
第六章	在跳汰机中选煤	85
第 21 節	在水介質中跳汰的基本原理	86
第 22 節	跳汰机的分类	90
第 23 節	活塞式跳汰机(兩段的)	91
第 24 節	空气作用的無活塞式跳汰机	100
第 25 節	跳汰机中矸石及中煤排卸工作的自动調整	110
第 26 節	可动篩底式跳汰机	117
第 27 節	联合洗煤机	119
第 28 節	高頻率薄膜跳汰机	121
第 29 節	影响跳汰过程的因素	122
第 30 節	跳汰系統	131
第七章	在槽洗机中选煤	134
第 31 節	在槽洗机中选煤的基本原理	134
第 32 節	塊煤槽洗机	139
第 33 節	末煤槽洗机	149
第 34 節	煤泥槽洗机	153
第 35 節	影响槽洗机洗选过程的因素	158
第八章	在淘汰盤中选煤	161
第 36 節	淘汰盤的構造与工作原理	161
第 37 節	有菱形盤的淘汰盤	165
第 38 節	影响淘汰盤分选过程的因素	166
第九章	風力选煤	167
第 39 節	風选的基本原理	167
第 40 節	風力跳汰机	171
第 41 節	影响風力跳汰机分选过程的因素	176
第 42 節	風力分选机	178
第 43 節	影响風力分选机分选过程的因素	185
第 44 節	風力选煤的技術操作系統	190
第 45 節	風力选煤厂的空气煤塵系統	191

緒 論

利用煤及矸石比重的不同而將煤与矸石分开的重力方法，是现代选煤厂的主要选煤方法。

进行选分时，可用水或空气为介質，同样也可以用重介質——重液和懸濁液。如在水中進行选分，就称为湿法选分；如选分介質是空气，則称之为空气选分或風力选分。

选煤过程中，介質具有重大的意义，因为它給各种不同礦物顆粒的运动造成了一定的(不同的)条件。作为重力选煤过程理論基礎的主要規律，即是在液体力学与气体力学中所闡明的固体在介質中运动的阻力規律。

湿选过程可分为：在重液中或礦物懸濁液中选分；水力分級；跳汰；在洗煤槽中选分及在淘汰盤上精选。

風选可分为分級及空气精选。第一类是指煤塵的脫除或捕集，第二类則是在風力跳汰机或風力分选机中选煤。

重力洗选是一种最古老的选礦或选煤的方法。

例如，在裝有橫板条斜面上淘砂金，就是一种古代的技術。

远在十六世紀初期，便已經採用了在槽子中洗选錫礦和銀礦以及手動机器的湿式跳汰法。

湿式跳汰用的机动跳汰机，即现代跳汰机的雛型，在十九世紀末即已出現，並獲得了廣泛地应用。

俄罗斯在 1890 年建設了第一批裝有跳汰机的选煤厂。

1915 年頓巴斯与其他几个煤田共有 21 个选煤厂，这些选煤厂採用的主要选煤方法就是跳汰法。

在苏联科学家、工程技術人員、先進的工人-生產革新者、設計人員及机械設計人員的劳动之下，不断地改進着操作系統及

重力选煤机械。

近年來，苏联設計了洗选大塊及末煤的最完善的跳汰机及洗煤槽。运用了新的高頻率跳汰机來洗选煤泥，並使用了風力选煤設備。

俄罗斯科学家在發展重力洗选的理论方面作了很大的貢獻。研究重力洗选理論基礎的沃义斯拉夫、道洛申柯、克魯佐新、古司克夫、利亞申克等人的名字已为众人所知。

由於苏联选煤事業的蓬勃擴展，第五个五年計劃期間重力选煤將要獲得很大的發展。本書中所敘述的重力选煤方法，將在要移交生產的选煤厂中起決定作用。

第一章 煤的浮沉試驗

第 1 節 浮沉試驗的實質概論

大多数的煤層其性質是不同的，並且都含有或厚或薄的泥質頁岩，煤質頁岩及方解石的夾石層，還含有黃鐵礦及其他礦物。

採煤時，夾石層的部分矸石落入煤中，使煤受到礦物夾雜物的污染。落入煤中的還有頂底板的矸石。因此，採上來的煤里的不同大小的顆粒(塊和粒)就有着不同的礦化程度。有一些顆粒含很少的礦物夾雜物，有一些則較多，有一些則為全部礦化，即矸石塊(礦物塊)。

礦物夾雜物的比重一般是較大的；從1.8—5.2。有機煤質的比重一般不超過1.2—1.3。但因煤中具有不同礦化程度的顆粒，所以就有不同的比重。煤粒中含礦物質越多，它的比重則越大；反之則越小。

根據以上所述，把原煤可以看作是各種不同比重顆粒的總合體，該比重就取決於它們的礦化程度。同時，煤粒的不同的礦化程度還決定了它們灰分的不同程度。所以，煤粒中含礦物夾雜物越多，則其灰分也越高；或則反之。由此可知，煤粒的比重是與其灰分同時增高的。

所有的重力選煤方法都是以原煤中顆粒比重的不同以及其比重與灰分間的關係為基礎的。

用重力選煤法選任何一種煤時，為了確定在質量和數量上能得到怎樣的結果，就必須研究各種比重及各種灰分的顆粒在煤中的分佈特性。這種試驗就是用一種特別的方法把煤粒分成幾個比重不同的部分，這種特別方法稱之為浮沉試驗；所得到的各比重不同的煤粒稱之為浮沉物。

把煤样分成各种浮沉物是借助重液來進行的，重液的比重大於1，它的範圍为1.2—2.0。

这种重液可分为兩種：

1) 有机液体——四氯化碳(比重1.61)，碘化甲基(比重2.285)，三溴甲烷(比重2.90)等。

2) 氯化物水溶液——氯化鋅($ZnCl_2$)，氯化鈣($CaCl_2$)。

有机液体在实际試驗中很少使用，主要是当需要非常准确的浮沉試驗結果时才採用它。这是因为它們的价格很高，並且其中有几种是易燃的和有毒的。

進行浮沉試驗时一般多採用氯化鋅水溶液，因为它非常便宜。使用氯化鈣溶液只可以制成比重不大於1.4的液体。

水与氯化鋅在各种不同比重的溶液中的配比列於表1中。

各种比重溶液中固体氯化鋅与水的配比 表 1

溶 液 比 重	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.80
溶液中氯化鋅 $ZnCl_2$ 的重 量，%	26	31	35	39	42	46	49	52	55	58	60
溶液中水的重量，%	74	69	65	61	58	54	51	48	45	42	40

当採用氯化物溶液作为重液时必须注意下列几点：

1) 氯化物溶液对分層后的煤能起化学作用，这样就能使化驗室分析的結果不正确。为了减少这种影响就要用热水仔細地冲洗浮沉物，把顆粒表面上的溶液殘跡洗去。浮沉物在冲洗后必須進行干燥，因此便延長了浮沉試驗進行的時間；

2) 溶液具有很大的黏性，所以在其中進行細粒煤(小於1公厘)的分層是困难的。

与氯化物溶液有接触的工作人員必須小心，因为这些溶液如沾到皮膚或衣服上它們就会遭到侵蝕。所以当从事这种工作时就

必須穿戴橡皮手套，長靴及圍裙，並戴眼鏡以保護眼睛。

第 2 節 浮沉試驗的進行方法

煤的浮沉試驗的進行，要符合於國定全蘇標準 4790-49 中所規定的“浮沉試驗方法”。

為進行浮沉試驗就要採取煤樣，試驗用煤樣的重量因煤的粒度而定。

浮沉試驗煤樣的最小重量

表 2

級 別, 公 厘	50—100	25—50	13—25	6—13	3—6	1—3
煤樣重量, 公斤	120	60	30	15	7.5	4.0

煤樣應預先在孔徑 1 公厘的篩子上用水沖洗，以滌除煤泥。煤泥在沉淀後應收集起來，進行乾燥和稱量，然後再進行化學分析。

試驗的進行過程大致如下：在幾個容器（鐵桶）內準備好各種不同比重的氯化鋅水溶液，比重通常為 1.3；1.4；1.5；1.6；1.8。

將滌除煤泥後的煤樣（或部分煤樣），放在特制的漏底桶內（篩底孔徑為 1 公厘），該漏底桶的尺寸比放有溶液的鐵桶要小一些。先把漏底桶放入最小比重的液體中；將桶內的煤樣仔細地攪拌後使之沉淀。

經二、三分鐘後，用特制的漏底瓢把浮煤撈出，並用熱水仔細沖洗，然後再用冷水沖洗，沖洗後進行乾燥。乾燥後再進行稱量並縮制成化學分析用的煤樣。

把在第一個比重液中所得到的漏底桶中之沉淀物，放入下一個比重液中，在那裡，煤又再次進行分層。

這樣，煤樣就經過了所有與比重依次增長的液體。

在最大比重的液体中捞出两种浮沉物——浮煤及沉煤。

进行煤的浮沉试验的系统如图 1 所示。煤样的分层也可以按另一种顺序进行，即是先把煤样放入最重的液体中，并按比重顺序将浮起的煤放在一个比重的重液中进行分层。当煤中含有容易浸软的研石时采用这种分层顺序。

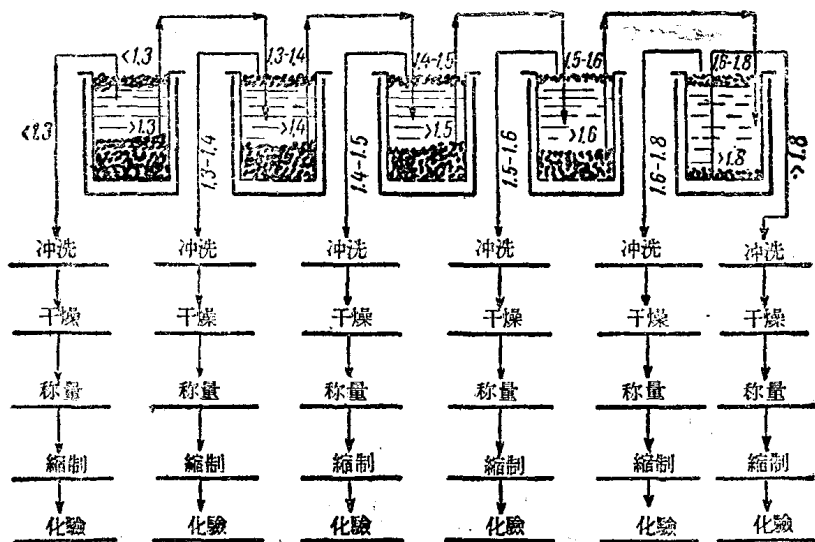


圖 1 浮沉試驗進行系統圖

从浮沉試驗中我們可以得知，所採煤样中各种不同比重浮沉物的重量比例，而从化学分析中可以测出每一个浮沉物的灰分含量(有时亦可测出硫份的含量)。

第 3 節 浮沉試驗結果的整理

把浮沉試驗的結果要有系統地，按照表 3 上的固定次序整理。在該表各欄內記入下列数据：

第一欄內——煤進行分層时各級浮沉物的比重；

第二欄內——各級浮沉物的重量；

第三欄內——各級浮沉物的重量百分数；

第四欄內——各級浮沉物的化驗灰分(根據化學分析);

第五欄內——各級浮沉物的硫分(如進行測定時);

第六欄內——浮沉物重量百分數 γ 與灰分 A^c 之乘積; 因為按公式(1)來計算浮煤和沉煤的加權平均灰分時需要此項。“小計”一行里的煤樣加權平均灰分(第四欄內)的計算方法為: 先把第六欄中所有的乘積相加, 然後把所得之總和除以所有浮沉物重量百分數(第三欄內)之和, 在表3中, 即除以100。計算任意數量浮沉物加權平均灰分的總的公式為

$$A^c(\text{加權平均}) = \frac{\gamma_1 A_1^c + \gamma_2 A_2^c + \gamma_3 A_3^c + \cdots \gamma_n A_n^c}{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \cdots \gamma_n}; \quad (1)$$

第七欄內——第六欄內各乘積 γA^c 逐次相加的數據;

第八欄內——浮煤累計重量百分數;

第九欄內——浮煤之加權平均灰分。用第七欄內所載乘積之和除以第八欄內該浮煤之累計重量百分數而得;

第十欄內——沉煤乘積 γA^c 之和。該乘積為自下而上進行相加;

第十一欄內——沉煤累計重量百分數: 此欄之記載方法與第八欄相同, 但相加時須自下而上進行;

第十二欄內——沉煤之加權平均灰分。該欄數據以第十欄內乘積 γA^c 之和除以第十一欄內沉煤累計重量百分數而得。

根據表3的數據可以查出:

1) 表上所載各浮沉物的重量百分數及其平均灰分;

2) 精煤(浮煤)之累計重量百分數及其平均灰分, 以及尾煤(沉煤)之累計重量百分數及其平均灰分。例如, 用某一種重力方法按照比重1.5來分選該一實際煤樣, 並將它區分成幾種選後產品時, 則所有比重小於1.5的顆粒將進入精煤中, 而進入尾煤中的則只是所有比重大於1.5的顆粒。按照表3的數據, 其選後產品的理論重量百分數及其灰分為: 精煤理論重量百分數(第八欄

表 3

25—50 公厘細煤的浮沉試驗結果表
(表中数据用以示例)

浮沉物 比 重	浮沉物重量		各級浮沉物的灰 分 及 硫 分			乘 積			果 計			
			公 斤	(γ), %	A ^c	S ^c ₀₆	γA ^c , %	ΣγA, %	沉		煤	
									ΣγA ^c	Σγ, %	A ^c _{средн}	A ^c _{средн}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12
<1.3	9.55	15.35	3.20	—	49.12	49.12	15.35	3.20	1523.48	400.00	15.23	15.23
1.3—1.4	31.97	51.23	6.19	—	317.11	366.23	66.58	5.50	1474.36	81.65	17.42	17.42
1.4—1.5	5.52	8.71	13.67	—	119.07	485.30	75.29	6.45	1157.25	33.42	34.63	34.63
1.5—1.6	3.57	5.74	25.50	—	136.37	621.67	81.03	7.67	1038.18	24.71	42.01	42.01
1.6—1.8	5.77	9.27	36.58	—	349.10	970.77	90.30	10.75	901.81	18.97	47.54	47.54
>1.8	6.04	9.70	56.98	—	552.71	1523.48	100.00	15.23	552.71	9.70	56.98	56.98
小 計	62.22	100.00	15.23	—	—	—	—	—	—	—	—	—