

水介質跳汰选煤

苏联 B.И.赫汪著
于尔鉄譯 趙春和校

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書闡述跳汰選煤過程的理論基礎、跳汰選煤工藝和各種跳汰機的構造要素；總結跳汰選煤的實踐經驗，着重論證不分級跳汰選煤過程，從而為推廣流程簡單的不分級選煤工藝，提供了理論根據。

本書供有用礦物精選工業部門（特別是選煤工業部門）的工程技術人員、設計人員和科學工作者使用，也可供礦業院校有用礦物精選專業的師生參考。

В.Н. Хван

ОТСАДКА УГЛЯ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Углетехиздат Москва 1956

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社1956年版譯

779

水 介 質 跳 汰 選 煤

于爾鉄譯 趙春和校

*

煤炭工業出版社出版（地址：北京東城安順縣煤炭工業部）

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本787×1092公厘 $\frac{1}{32}$ 印張4 $\frac{1}{2}$ 字數88,000

1958年10月北京第1版 1958年10月北京第1次印刷

統一書號：15085-505 印數：0,601—7,000冊 定價：0.84元

前



苏联共产党第二十次代表大会关于1956年发展苏联国民经济第六个五年计划的指示，向煤炭工业提出了提高煤炭质量的任务，为此，要把选煤厂的煤炭加工量增加85%左右。

改善选煤工艺，掌握并运用效果很高的新精选法以后，煤炭在矸石（选别后的废渣）中的损失量可以锐减。

在煤炭和某些有用矿物的精选实践中，水介质跳汰过程得到了最广泛的应用。

跳汰法的特点是：技术经济效果高，设备坚固可靠而且调整简便。因此，在苏联和其他国家，用跳汰法精选的煤量，约占选煤总量的%。

跳汰选煤的实践证明，改进这种方法的可能性还很大，例如：增加跳汰机的生产率，提高精选效率，简化跳汰选以前的煤炭准备作业等。然而在技术文献中，没有充分运用近代的理论观点来阐述跳汰过程以及跳汰选煤方面的先进技术成就，结果，改进跳汰选煤的可能性很难付诸实现。

把近年来水介质跳汰选煤的实践成就与理论研究结合起来，是继续发展选煤工业的迫切任务。

本书作者试图在某种程度上完成这项任务。

在编写本书时，由于考虑到近年的研究工作现状以及

1

150905

淘汰过程的过分复杂性，所以只准备就淘汰过程的理論要素进行討論。

書中叙述的一些原理，有待于在进一步的研究工作中証实、发展，甚或是推翻。虽然如此，作者还認為这本书对淘汰选煤理論和实践的发展会有所助益。

И.М.維尔霍夫斯基教授、В.Д.捷莫斯科夫、Г.А.穆茲列夫、Н.Н.維諾格拉多夫及原稿編輯 В.Я.托包尔柯夫同志曾提供了許多宝贵的意見和資料，作者謹致以深切的謝意。

11与12两节是 В.Е.罗日諾夫同志与作者合写的。

作者欢迎讀者对本書內容提出批評和要求，来函請寄煤炭工业出版社。

目 录

前 言

第一章 緒論	5
--------	---

第二章 跳汰过程的物理基础和水动力学法则的要素	12
-------------------------	----

1. 矿粒按比重分层的物理基础	12
-----------------	----

2. 密集床层的性質	15
------------	----

3. 悬浮体的性質	19
-----------	----

4. 跳汰过程水动力学法则的要素	25
------------------	----

5. 現有的跳汰选煤假說	36
--------------	----

第三章 跳汰过程的主要参数	49
---------------	----

6. 跳汰参数的概念	49
------------	----

7. 煤的物理机械性質对分层过程的影响	50
---------------------	----

8. 介質的水动力学参数	67
--------------	----

9. 連續跳汰过程的因素	92
--------------	----

第四章 跳汰选煤的实践	101
-------------	-----

10. 跳汰机的构造要素	101
--------------	-----

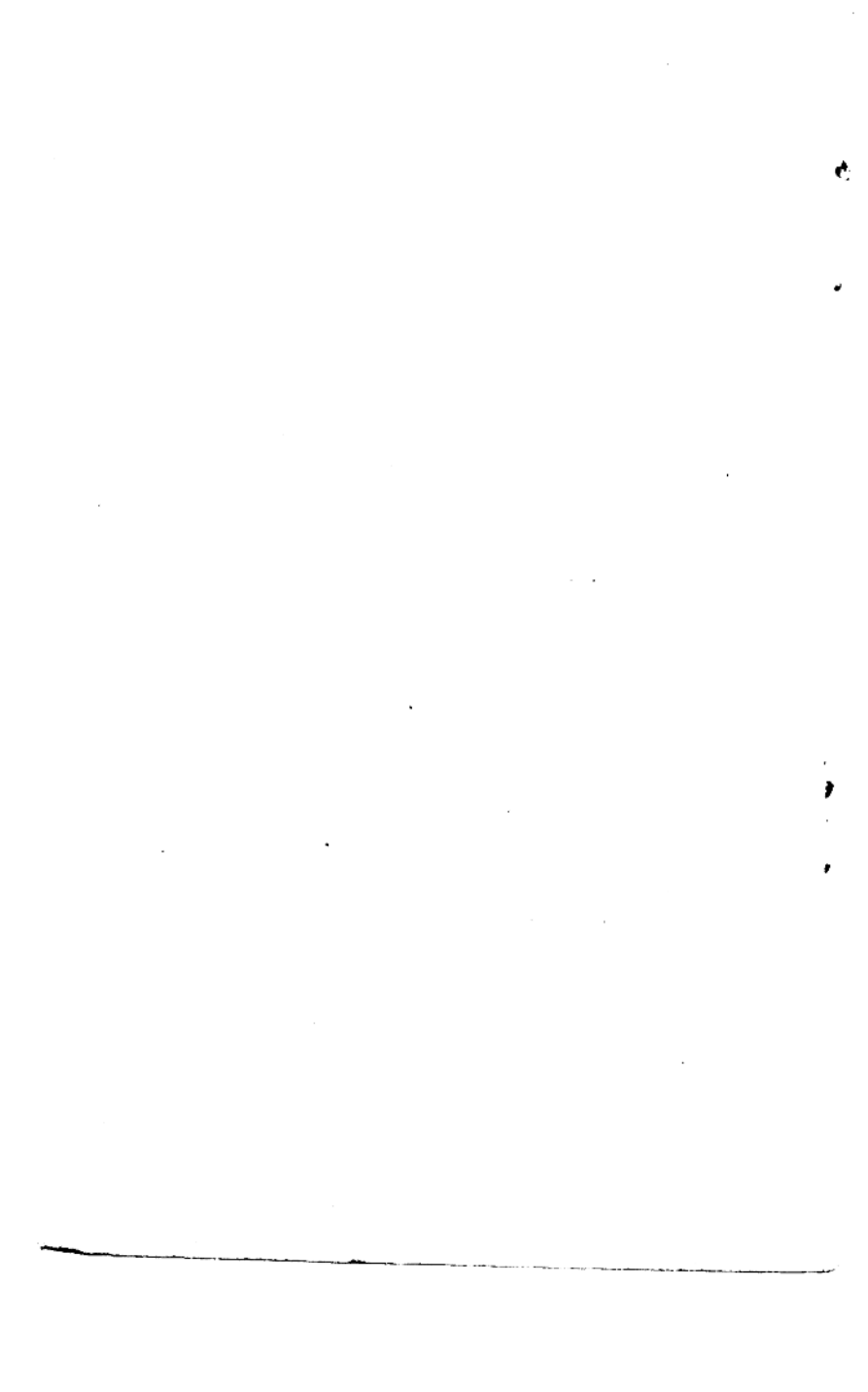
11. 跳汰选以前煤的准备	112
---------------	-----

12. 跳汰选煤流程	120
------------	-----

13. 跳汰过程工作状况的检查及操作上的調节因素	126
--------------------------	-----

14. 跳汰机的工作指标及工作制度	128
-------------------	-----

参考文献	142
------	-----



第一章 緒 論

矿粒混合物在作变速运动的垂直流体（水或空气）中按比重分离的过程，叫做跳汰。

在跳汰机中，可以在 $1.1 \sim 1.3$ 至 19 的比重下，选别粒度为 $200 \sim 0.25$ 公厘的煤炭、 $50 \sim 0.1$ (0.05) 公厘的轻矿物，或 $6 \sim 0.1$ (0.05) 公厘的重矿物。

初期的跳汰机选煤方法，是因袭采用了选矿的经验。

第一台选煤机(1830年)，是筛面作周期运动的动筛式手动跳汰机（图1）。稍后（1840年），应用了定筛式活塞跳汰机（图2）。投入跳汰选的煤炭的粒度大于6公厘

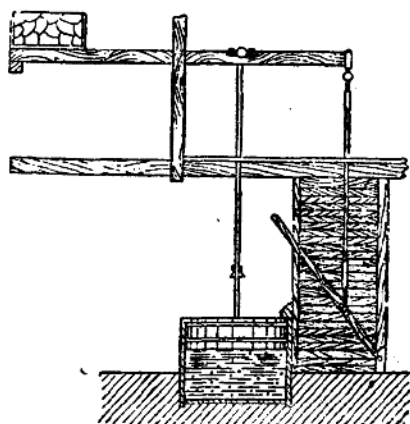


图1 动筛式手动跳汰机

(到70公厘)。

把原料鋪到位于水中的篩面上，使成均匀的料层，然后用杠杆驱动活塞（或篩面）。这时，水流便时上时下地穿过煤层，在水流的作用下，物料随即依次松散和吸紧。

经过几次跳汰循环之后，原料就分成矸石层（在下面）

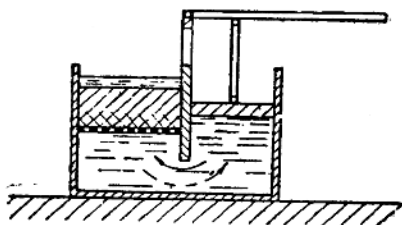


图 2 定篩式手动跳汰机

和煤层，这时，再从篩面上分别用人工捞出来。

第一台連續工作的机械传动式跳汰机，是在1848年发明的。这台机器发明以后，选煤工业便开始发展起来。

第一台連續工作的跳汰机（图 3）是横向水流动型跳

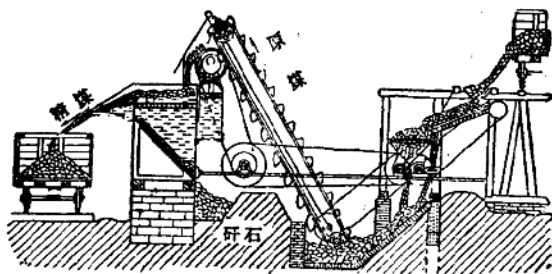


图 3 連續工作的机械传动式跳汰机

汰机；在这台选煤机里，入选煤炭的运动方向垂直于活塞室和跳汰室之间的隔板。跳汰时压入筛下水。曲柄传动机构保证每分钟 33~150 次的脉动频率。

为了减缓下降水的流速，筛下水经过一个在活塞上升时能自动开启的活门送入，也就是只在下降期补给筛下水。

当时就发现了这种机器的缺点是脉动水沿筛面宽度分布得不均匀。这不仅与机箱的形状有关，而且也与使用圆形断面的活塞有关系。

就方法的实质来说，这种机器与近代的活塞跳汰机没有区别。

跳汰选煤的继续发展，仍然是与跳汰选矿的实践有密切关系。

1850~1864年间，使用哈尔兹式跳汰机(图4与图5)选别细级矿石。

这类机器的特点是：机体是半圆形或角锥形；活塞室与筛网室之间的纵向隔板是对称的；活塞是矩形的。这些特点使脉动液流的流速在筛面上分布得比较均匀。

在跳选细粒矿石时，使用了人工床层；就是在整个筛面上通过块料层和筛孔来排放重产品。

自1875年起，开始采用两段跳汰机(图6)来选别小于10公厘的煤粉，并用长石做成人工床层。

在这种跳汰机里，煤炭依次通过机器的两段洗箱，也就是实现了所有近代跳汰机都采用的纵向排料。块煤跳汰机开始采用纵向排料的时间比细煤跳汰机晚了25年。

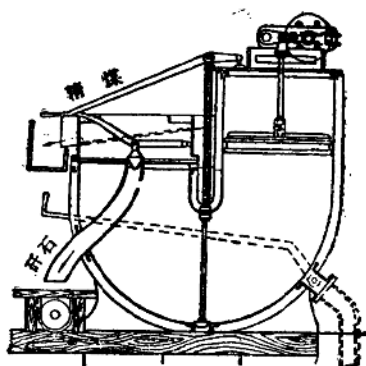


图 4 半圆形机体的跳汰机

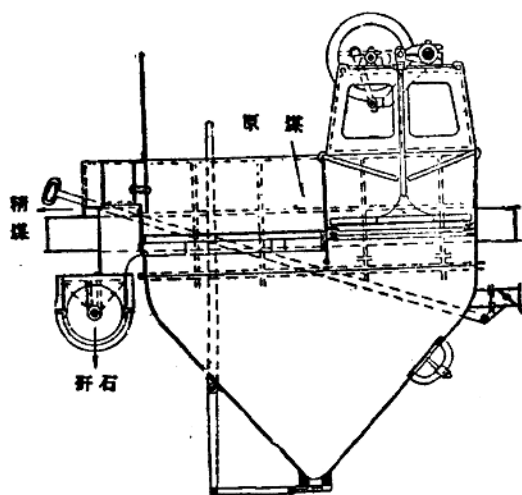


图 5 角锥形机体的跳汰机

在当时看来，跳汰煤粉时采用长石床层的主要优点是：在筛孔尺寸相当大的条件下，可能使脉动水流的流速在整个筛面上分布得较比均匀。

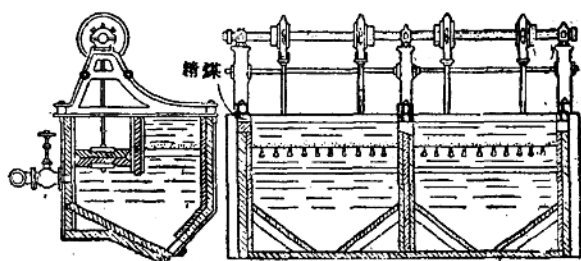


图 6 用长石床层排放重产品的两段跳汰机

在1885年机械传动的动筛式跳汰机才实际用于跳汰煤粉。这种机器的筛面每分钟振动达200次。起初，跳汰过程没有使用人工床层，以后才开始使用长石床层。

为了在筛下水用量较小的情况下使下降水的流速低于上升水的流速，从而造成不对称的循环，在1879年采用了差动传动机构来带动活塞。

跳汰选煤的下一个发展阶段，是在1892年发明了用压缩空气造成脉动水的跳汰机（图7）。

根据机器的构造和工作原理来看，这种跳汰机几乎与多数近代的无活塞跳汰机没有区别。

由于采用空气传动及机体形状改进得更为合理，在这种跳汰机中，保证了水流在筛面上分布得充分均匀，而且跳汰循环更趋合理。

自1901年起，开始采用了煤的不分級跳汰。为此，应用了如图8所示的无活塞跳汰机。

在跳选粒度小于80公厘的未分級物料时，一次就可以顺利地选到3公厘，在个别情况下，甚至达到1—0.5公厘。

为了跳选不分級煤，在工艺过程和机器构造方面的应当进行下列一些重大的改进：

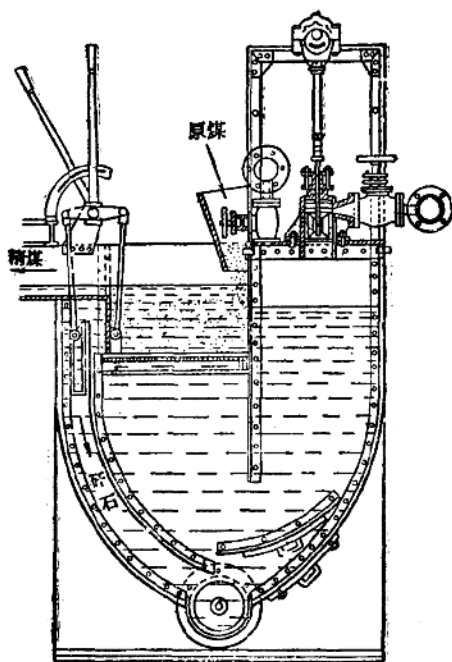


图7 无活塞跳汰机

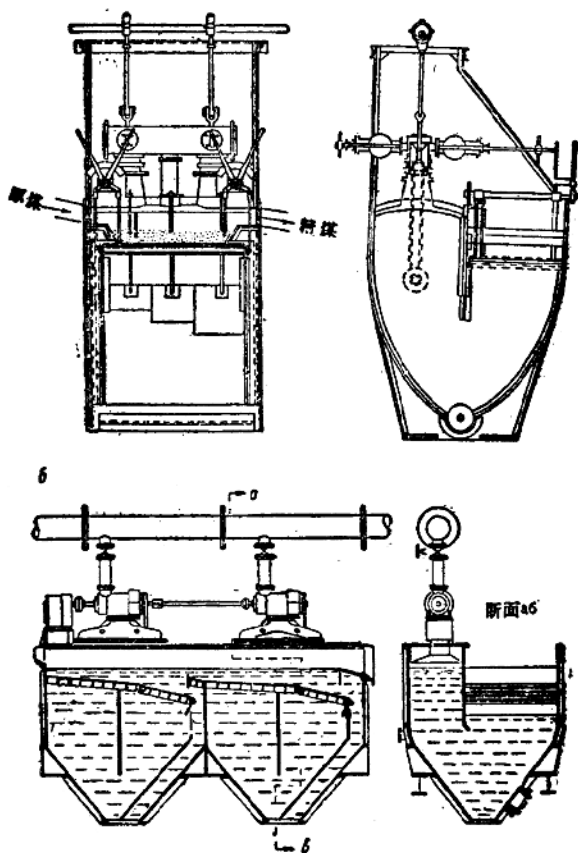


图 8 选别不分级煤的无活塞跳汰机
a—装有固定配气阀的跳汰机；b—装有旋转配气阀的跳汰机。

为了造成合乎要求的跳汰循环，应采用差动的空气驱动（旋轉配气閥）〔27〕；

采用自动調節器来排放重产品〔23, 27〕；

在篩面下配置活塞或隔膜，以使篩面上的脉动水流分布得更均匀〔9〕；

在跳选不分級煤时，应使細級重物料循环〔13〕；

跳汰机与脫水装置及濃縮装置應該联合起来（即联合洗煤机）；

煤泥跳汰〔22〕；

改变脉动頻率。

第二章 跳汰过程的物理基礎 和水动力学法則的要素

1. 矿粒按比重分层的物理基础

送入选矿厂的有用矿物原矿（包括煤炭），就是块状或粒状的固体散粒状物質，它們具有不同的物理性質和化学性質。

精选过程的目的，是把散粒状物質分成比較均一的各种成分——精矿、中矿和尾矿。为此，要利用全部散粒状物質及各个顆粒的物理机械性質。

跳汰是一种精选过程，亦即，当散粒状物質在运动的水流或气流中松散时，利用顆粒按比重分层現象进行选別的精选方法。在分层前后由于混合物容积的位能不同，就

可能产生分层现象〔6〕。

图9是颗粒混合物的柱体在分层前后的状态。

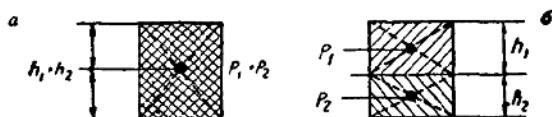


图9 矿物颗粒的混合物

a—分层前；b—分层后。

在分层前，颗粒混合物的位能 E_1 用下列方程式计算：

$$E_1 = (P_1 + P_2) \frac{h_1 + h_2}{2}, \text{ 克} \cdot \text{公分}, \quad (1)$$

式中 P_1 与 P_2 ——在混合物的柱体内各组成成分的重量，克；

h_1 与 h_2 ——分层后各成分分层的高度，公分。

混合物在分层后的位能 E_2 是：

$$E_2 = P_1 \left(h_2 + \frac{h_1}{2} \right) + P_2 \frac{h_2}{2}. \quad (2)$$

位能差 ΔE 是：

$$\Delta E = E_1 - E_2 = -\frac{1}{2} (P_2 h_1 - P_1 h_2).$$

用 $P_1 = h_1 F \delta_1 \Omega_1$ 与 $P_2 = h_2 F \delta_2 \Omega_2$ 分别代入上式，即：

$$\Delta E = \frac{F h_1 h_2}{2} (\delta_2 \Omega_2 - \delta_1 \Omega_1), \quad (3)$$

式中 F ——颗粒柱状体的断面积，平方公分；

δ_1 与 δ_2 ——各成分的比重，克/公分³；

Ω_1 与 Ω_2 ——各分层中的顆粒密集度。

若取 $\Omega_1 = \Omega_2$ ，即假設各层中的顆粒密集度相同，則
(3)式可化簡为：

$$\Delta E = \frac{1}{2} F h_1 h_2 \Omega (\delta_2 - \delta_1), \text{ 克} \cdot \text{公分}。 \quad (4)$$

由此可見，位能差决定于进行分层的各成分間的比重差及各成分在混合物中的相对含量。当 $h_1 = h_2$ ，即各成分在混合物中所占的容积百分数都相等时，位能差最大。

为了便于矿粒混合物分层，必須使散粒状物質具有流动性。在空气流或水流中，借机械力产生振盪或在介質中添加高密度物質，可使混合物松散或悬浮，从而达到上述目的。

假如介質的密度值与矿粒的分离比重相等，則只能在流体的靜力作用下进行分层，也就是严格地按比重分层，而与矿粒的大小及形状无关。

如果分离介質是水或空气，为使散粒状物質松散，介質必須受动力作用。但是在这种情况下，作用于固体顆粒的流体动力，与顆粒的形状及大小有关〔2〕，所以就妨碍矿粒混合物严格地按比重分层。因此，为使散粒状物質松散而施加的外力，应当有一定限制，最好是改变力的作用方向（这一点已被实践所証实）。跳汰过程正符合这样的条件，在跳汰时，水流或气流对矿粒施加大小和方向都在变化的作用力。

2. 密集床层的性質

在跳汰机中，散粒状物質或床层的最重要的結構-机械性質，是它們具备液体渗透性以及松散能力和悬浮能力。

床层是由粒度和形状都不相同的各种矿粒組成的多孔介質，床层的空隙(顆粒所夹的空間)的形状、大小、位置及联系等极不一致。因此，床层的渗透性不仅与其空隙率 m (散粒状物質中的空隙在总容积中所占的比例)有关〔7, 2〕，同时还决定于流体穿过床层的速度。

渗透性的主要标志，可以用液体穿过床层时所受的单位阻力 P 表示。这个数量在床层由密集状态轉为松散状态的瞬間測定，它也可以表示这种散粒状物質在流体作用下的松散能力。在床层开始松散的瞬間，单位阻力愈大，則松散能力愈低。

从理論上解决液体穿过实际松散物質时的运动，尤其是計算单位阻力的数值这一問題，是一項复杂的任务。因此，将采取多孔介質的簡化模型式和实验測量的方法来討論。“理想的”和“假想的”多孔介質的模型如图10所示。〔7〕。在第一种情况下，孔隙是一些平行排列的圆柱形管；

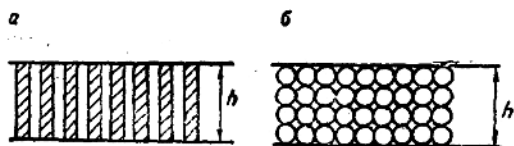


图 10 多孔介質的模型图

a—理想介質；b—假想介質。