

苏联 C. Г. 沃布利柯夫等著

---

# 浮游选煤

苏联浮游选煤科学技术会议论文集

煤炭工业出版社

# 浮游选煤

苏联浮游选煤科学技术会议论文集

苏联 С. Г. 沃布利柯夫等著

刘 余 馮紹灌 译

煤炭工业出版社

## 內 容 提 要

本書是蘇聯科學院礦業研究所和蘇聯礦業工程協會根據浮游選煤科學技術會議的資料編輯的。原書包括 19 篇論文、出席會議者對論文的意見和會議的決議。本書選譯其中的 18 篇論文。

本書全面闡述浮游選煤的理論與實踐問題。其中着重介紹蘇聯各選煤廠掌握和運用浮游選煤技術的經驗以及浮游選煤的發展遠景。

應該特別指出，本書用很多的篇幅敘述細粒煤（煤泥、煤粉和煤塵）的浮選和浮選機結構問題。

本書供從事選煤的生產、設計、教學、科學研究工作人員閱讀和選礦工作者及高等礦冶院校有用礦物精選專業學生參考。

本書主要是由劉余同志翻譯（第 1 篇到第 15 篇）、馮紹濶和郭夢麟同志也參加部分的譯校工作（第 16、17、18 篇）。

С. Г. Вобликов等著

ФЛОТАЦИЯ УГЛЕЙ

(Труды Научно-Технического Совещания)

Углетехиздат Москва 1954

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社 1954 年版譯

733

## 浮 游 選 煤

蘇聯浮游選煤科學技術會議論文集

劉 余 馮紹濶 譯

煤炭工業出版社出版（地址：北京東長安街煤炭工業部）

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 850×1168 毫米 印張 6.5 字數 144,000

1958 年 9 月北京第 1 版 1958 年 9 月北京第 1 次印刷

統一書號：15035·462 印數：0,001—2,000 冊 定價：1.08 元

## 目 录

煙煤浮选的基本任务	3
煙煤浮选的理论基础	11
斯大林选煤管理局所属各选煤厂的浮选强化經驗	28
浮选过程对扩大焦化工業原料基地的作用	45
药剂吸着特征对浮游选煤的影响	56
斯大林选煤管理局改进浮选设备工作的方法	76
卡里米烏斯中央选煤厂的浮选情况	85
伏罗希洛夫格勒选煤管理局所属各浮选車間的工作情况	91
某些調整剂对煙煤煤粉浮选过程的影响	97
研究可燃体在煤泥的浮选尾煤中損失的原因	115
煙煤煤粉浮选过程的某些影响因素	122
煤泥和煤塵的浮选問題	131
使用闊特梁柯夫工厂型和“Гипрококс-51”型浮选机浮 选煤泥的問題	139
东方各煤田的煤炭浮选問題	156
齐列姆霍夫煤的浮选	163
浮选机的構造	172
浮游选煤机	185
选择煙煤煤粉浮选机的問題	191



## 煙煤浮选的基本任务

工程師 С. Г. 沃布利柯夫、Я. Б. 列維茨基

М. Г. 馬尔琴柯 (选煤管理总局)

选煤是煤炭工業中的一个重要部門。在战后的第一个五年計劃年代里，选煤得到了特別巨大的發展。

在1940年，煤矿工業系統共計有14个选煤厂，其中12个在頓巴斯。

1940年，庫茲巴斯連一个选煤厂也沒有，但是到1950年就有23个風力选煤厂在工作。

目前，庫茲巴斯有很多湿选厂已投入生产，其中有几个还設置了煤塵及煤泥的浮选設備。

1940年，卡拉岡达煤田只有一个选煤厂在进行生产，該厂具有湿选及風选兩套系統。1950年就有3个选煤厂，到1953年已有6个选煤厂在生产。选煤厂的生产能力比1940年增加了好几倍。

卡拉岡达煤田所有新投入生产的选煤厂都采用湿选法。在大部分煉焦煤选煤厂中并設有煤泥及煤塵的浮选設備。

在編制頓巴斯各选煤厂的恢复和新建計劃时，以包括煤塵及煤泥浮选的湿选法作为选別煉焦煤的主要方法。

在恢复的选煤厂里，規定建設專門的浮选設備，而在新建的选煤厂里，則設計选別煤塵及煤泥的浮选車間。

頓巴斯新建的选煤厂不仅采用新的选別方法，同时还使用了最完善的新式設備。

这样，煉焦精煤的灰分就由1940年的8.8%降低到1952年的7.9%。

頓巴斯的恢复、扩建以及庫茲巴斯和卡拉岡达煤田的矿

井建設工作，都是在煤炭工業再裝備和井下掏槽、落煤及由工作面向井上運煤等工作高度機械化的基礎上進行的。這樣就使原煤中的煤粉量增多。

根據各選煤廠 1953 年的實際資料，入選原煤中粒度小於 1 公厘的煤粉量如表 1 所示。

原煤中粒度小於 1 公厘的煤粉量

表 1

選煤廠名稱	煤的牌號	出量(%)	灰分(%)
<b>頓巴斯</b>			
卡里米烏斯中央選煤廠	ПЖ	28.1	16.8
4/8 尼基托夫卡選煤廠	ПЖ	23.5	14.1
德澤爾任中央選煤廠	ПЖ	24.1	14.5
15 號蘇維埃選煤廠	К	20.7	11.0
伊爾明中央選煤廠	К	28.8	14.5
克里沃羅克中央選煤廠	К	16.2	16.4(0—0.5公厘級)
布梁中央選煤廠	К	26.8	16.0
<b>庫茲巴斯</b>			
斯大林選煤廠	К	16.8	9.0
莫洛托夫選煤廠	К	20.0	10.5
克拉司諾高爾選煤廠	К	26.6	9.2
7-6 號中央選煤廠	К	50.5	9.4
<b>卡拉岡達煤田</b>			
58 號選煤廠	ПЖ	19.8	17.6
105 號選煤廠	ПЖ	28.8	20.9
卡拉岡達中央選煤廠	ПЖ	23.5	17.8

由表 1 可以看出，在頓巴斯入選原煤中，粒度小於 1 公厘的煤粉量大於 20%，在庫茲巴斯——大於 20%，而在卡拉岡達則為 8~28%。

粒度小於 1 公厘的煤粉的灰分變動很大，在大多數情況

下，不能將未經選別的煤粉摻到精煤里。因此，應特別注意選用煤粉的浮選。

現在已建成許多浮選車間並正陸續投入生產。在頓巴斯，主要是斯大林選煤管理局所屬各選煤廠里，浮選過程已得到特別巨大的發展。

表 2 是頓巴斯浮選精煤的出量和浮選車間的加工量的增長情況。

1952年，浮選精煤的出量已達到 1950 年的 22.2 倍。

因此，頓巴斯的煤炭浮選過程，在選煤工作中已經佔有其應得的地位。

在浮選車間的生產過程中，曾遇到過很多困難。由於煤漿與浮選劑的接觸時間不夠，以致在浮選機的前兩個浮選槽里得不出質量好的礦化泡沫，從而縮短了精煤的刮取時間。

當浮選煤泥脫水篩的篩下產品時，有一部分粒度大於 1 公厘的粗粒煤泥隨浮選尾煤排出。為了消除上述損失，可將準備浮選的溢流先用濃縮漏斗進行水力分級。

消除浮選泡沫的真空消泡器，其工作情況不能令人滿意。但是目前還沒有其他型式的消泡器，以致真空過濾機機槽中的大量浮選泡沫溢出並返回浮選過程，從而降低了真空過濾機的生產率。很多選煤廠在消泡器的下面都裝設敞口的圓錐形漏斗。

在尼基多夫、%尼基多夫卡及克里沃羅克等選煤廠中，尾煤管、水管以及浮選機與消泡器之間的精煤溜槽的傾角不夠，所以要求加以適當改正。

表 2  
頓巴斯各浮選車間的  
精煤出量和加工量

年 度	加工量 (%)	精煤出量 (%)
1950	100	100
1951	847	900
1952	2440	2220



为了最合理地利用浮选设备，某些选煤厂已改变了浮选流程：将 6—8 槽浮选机改为 3—4 槽浮选机，这样就可能提高设备的总生产率。

在浮选过程中，最重要的问题之一就是正确地选择浮选剂。

在伊尔明选煤厂中建立了煤炭工业系统的第一个浮选车间，该车间采用顿涅茨工业学院推荐的轻中油作浮选剂，这种浮选剂里含有大量甲氧基甲酚(Креозол)及酚。

必须指出，今后不允许使用这种浮选剂，因为，酚的毒性很大，并且会有一部分进入溶液，以致与尾煤一同流入尾煤池；而尾煤池的澄清水则流到貯水池中。此外，轻中油还含有大量的萘。这种萘容易沉淀在貯水池及药剂管道里，致使浮选设备难于正常工作。上述缺点在冬季特别厉害。因此，在伊尔明选煤厂开工的前几个月中，就发现急需使用顿涅茨工业学院选煤实验室所推荐的脱酚药剂这一问题。

脱酚轻中油含有 1—1.5% 的酚，未脱酚轻中油的含酚量达 6—8%。然而，脱酚轻中油的消耗量大，并且要求较长的接触时间(3—5 分)，因此，在流程中必须添设搅拌机。

根据选煤管理总局的建议，1951 年曾试验和使用了新的浮选剂——磺化煤油。这种浮选剂里完全没有酚，甚至在低温之下也不会沉淀。采用磺化煤油的缺点是尾煤的灰分比用含酚浮选剂及脱酚浮选剂浮选煤泥时低得很多。

为了提高尾煤的灰分，在使用磺化煤油进行浮选的同时，开始采用“彼得洛夫”接触剂。

最近有人建议用新的浮选剂——脱乳化剂来代替彼得洛夫接触剂。这种脱乳化剂就是石油的氧化产品的水溶液。这是一种很好的起泡剂。它还可以与磺化煤油混合使用，但应仔细研究这种药剂在长时期工作中对设备的侵蚀作用。到现在为止，还

沒有硬性規定每个选煤厂单独使用这种浮选剂时的必要消耗量、分次加药量和加药制度。

各选煤厂的药剂实际消耗量仍然过大，这种情况由表3中即可看出。

各选煤厂的药剂消耗量 表3

选煤厂名称	1953年第1季度药剂消耗量 (公斤/吨)	
	磺化煤油	杂酚油及轻中油
卡里米烏斯中央选煤厂	1.5	—
諾沃烏茲洛夫中央选煤厂	1.5	2.2 <sup>①</sup>
尼基托夫-共青团中央选煤厂	1.7	0.2
%尼基托夫卡选煤厂	1.5	—
伊尔明中央选煤厂	1.5	—
克里沃罗克中央选煤厂	1.4	—
布梁中央选煤厂	1.4	—

① 换用磺化煤油以前的消耗量。

关于浮游选煤机的结构和生产率问题仍然研究得很不够。

目前，由下部给入煤浆的ΦM-2.5型机械式浮选机在頓巴斯已得到了广泛地使用。然而，这种浮选机需要很大的动力，而且只能浮选粒度不超过1公厘的烟煤粉；这种机械仅装有由单侧刮取精煤的装置。

按照设计规定，ΦM-2.5型浮选机的生产率每槽为2.5吨，但是，这种机械的实际生产率却非常低。因此，各选煤厂现有的这种设备并不能保证将全部煤粉及煤泥进行加工。

为了提高浮选机的生产率和强化浮选过程，卡里米烏斯中央选煤厂向浮选机各浮选槽里给入弥散的压缩空气。用补给压缩空气的方法就提高了浮选机的生产率。

在卡拉岡达煤田，除使用ΦM-2.5型浮选机之外，还采用

闊特梁柯夫机械制造厂出品的浮选机和“Пена-5”型浮选机。

当制造新型浮选机时，必須作出容积較大的浮选槽，以保証能够調节空气和煤漿的給入量以及煤漿面的高度，消灭煤泥的脫落現象，并創造能从浮选槽的整个表面刮取泡沫产品的条件。

煉焦煤煤粉浮选过程的發展，在頗大程度上取决于上述問題的順利解决。

浮选精煤在真空濾过机中脫水时，濾餅的水分一般是22—24%。在許多选煤厂都往真空濾过机机槽中通蒸汽，以降低精煤的水分。这样就改善了過濾过程，并且能把濾餅的水分降低1.5—2.5%。

浮选設备工作困难的重要原因之一，就是精煤的干燥作業尙不能令人滿意。

为进行干燥而設計的干燥管的生产率很低。潮湿的精煤阻塞給料机，并粘着在干燥管的管壁上，以致發生停工的現象。又因为旋風集塵器及多管式旋風集塵器的集塵效果不好，致使許多細煤塵被廢瓦斯帶走。为了改善浮选精煤的干燥，曾提出了很多建議。

在卡里米烏斯中央选煤厂，斯托罗任科和波雅特尼茨兩同志曾設計和試驗了适用于重力选精煤和浮选精煤混合煤的拋射式給料机。这种給料机正在頓巴斯的很多选煤厂中使用。它能保証很均匀地向干燥管給料，稍稍增加干燥管的生产率，并且还能大大減少停工現象。尼基托夫选煤厂进行了浮选精煤与精煤粉及煤泥混合煤的干燥，結果証明，当干煤的水分為7—8%时，每台干燥管的生产率为15—20吨/小时。

在1952年，莫斯宾斯克选煤厂曾用水分为22%的浮选精煤，在長15公尺直徑2公尺的圓筒干燥机中作过干燥試驗。

当給入的瓦斯的温度为 450--470°、廢瓦斯的温度为 65—70°、干燥时间为 12—15 分鐘、干燥后的精煤的水分 为 3.5—4% 时，圓筒干燥机的生产率 达 30 吨/小时。这一試驗还証明，浮选精煤的水分很高时，給料溜槽会堵塞，从而中斷了圓筒的装料工作。

这些缺点，特別在冬季，給于操作業带来了很大的困难。

在卡拉岡达和庫茲巴斯等气候比較寒冷的地方，是否能順利地运用浮选方法，則將視浮选精煤的干燥問題能否圓滿解决而定。

表 4 所示是 1953 年第 1 季度頓巴斯的浮选設备工作質量指标。

由表 4 中可以看出，斯大林选煤管理局所屬各选煤厂的精煤出量超过 85%，伏罗希洛夫选煤管理局所屬各选煤厂中仅布梁选煤厂的精煤出量为 80.6%，克里沃罗克选煤厂則低达 64.2%。卡里米烏斯和尼基托夫兩选煤厂的浮选尾煤的灰分均超过 60%，諾沃烏茲洛夫及%尼基托夫卡选煤厂浮选尾煤的灰

表 4  
1953 年第 1 季度浮选設备的工作質量指标

浮 选 厂 名 称	原料的灰分 A <sup>c</sup> (%)	精 煤		尾 煤	
		出量 (%)	灰分 (%)	出量 (%)	灰分 (%)
卡里米烏斯选煤厂	16.3	85.0	8.1	15.0	63.4
諾沃烏茲洛夫选煤厂	11.7	90.1	7.3	10.0	52.9
尼基托夫选煤厂	14.5	92.6	10.2	7.4	67.6
%尼基托夫卡选煤厂	12.4	87.7	7.2	12.3	49.4
伊尔明选煤厂	16.8	70.0	6.5	30.0	40.0
克里沃罗克选煤厂	15.6	64.2	7.5	35.8	30.2
布梁选煤厂	14.3	80.6	7.5	19.4	44.2

分約為50%。伏羅希洛夫選煤管理局所屬各選煤廠的浮選尾煤灰分更低，但是，這種浮選尾煤是作動力燃料的。

尼基托夫選煤廠的精煤灰分很高而克里沃羅克選煤廠的尾煤灰分則很低，這是因為：直到現在，這兩個選煤廠在浮選細粒煤泥時，還沒有選擇好葯劑制度，無論使用磺化煤油、輕中油，還是採用頓涅茨工業學院推薦的矽石抑制劑——亞硫酸紙漿廢液的濃縮物和莫斯科礦業學院推薦的彼得洛夫接觸劑，都不能保證得到的浮選精煤和浮選尾煤的質量指標完全令人滿意。

進一步發展浮游選煤的主要任務如下：

1. 尋求浮選煤粉用的效率較高而且沒有毒性的浮選劑。
2. 製造保證能得出水分為6—8%的浮選精煤的脫水設備。
3. 研究各種干燥設備(如干燥管和圓筒干燥機)的工作，以保證浮選精煤能正常干燥。這對東部煤田的選煤廠是特別重要的。
4. 製造生產率很高而又經濟的新式干燥設備，以干燥浮選精煤和煤粉。
5. 設計效率高于95—97%的新式集塵設備，以代替工作效果不好的現有各種集塵設備，如旋風集塵器和多管式旋風集塵器等。由於它們的工作效果不好，以致有大量細粒精煤被瓦斯帶到空氣中。
6. 不僅使浮選過程的各工序機械化和自動化，還應將其普及到所有的過程中。

在運用煤粉浮選時，需要解決多種多樣的問題。因此，要求科學研究機構、選煤廠的工程技術人員、設計機構和各位水平較高的專家密切注意並參加這一工作。

只有依靠科學研究人員、設計工作者、學院教師及工業工

作者的密切合作，我們才可以很快地掌握和运用浮游选煤这门技术。

## 烟煤浮选的理论基础

技术科学博士 B. H. 克拉辛(苏联科学院矿业研究所)

在短短的最近几年内，苏联的选煤工作者(包括生产革新者、生产工程师、设计工作者及研究工作者)已在广泛的工业范围内掌握了烟煤的浮选，并且还继续在这方面进行工作。

但是，在浮游选煤方面还有一系列的问题尚未解决，例如，在浮选时制定有效的煤炭脱硫方法和在工业中运用这些方法的问题；在降低精煤灰分的同时，提高精煤出量的问题；寻求价值便宜而又不稀缺的无毒浮选剂问题；提高浮选机生产率的问题；浮选过程自动化的问题以及对煤岩成分进行选择性浮选以改善煤炭结焦性的问题等。

在烟煤浮选过程中，只有对各种现象的实质有了理论的概念以后，才能解决上述问题。浮游选煤的理论应以浮选的一般理论为基础，不但要充分考虑到烟煤的特性，同时还应以实验室及工业条件下的大量浮选试验为根据。

作为浮选对象的烟煤与硫化矿物和非硫化矿物大有区别，到现在为止，获得发展的主要是上述矿物的浮选理论与实践。由于烟煤表面的憎水性和孔隙率都较高，由于烟煤的比重小，泡沫产品的出量大，以及其他一些重要特点，有必要在浮游选煤的理论方面进行独立的研究工作。

目前虽然还没有完善的浮游选煤理论，但是，根据正确的定性概念，目前已经可以作出一定的实际结论，并可明确今后研究工作的最重要的方向。

## 浮选烟煤时煤粒表面的結構和特性

顆粒与葯剂及水相互作用的全部过程，对浮选起决定的作用；这些过程与顆粒表面的結構和特性有密切的关系。

苏联科学院可燃矿物研究所进行的物理化学研究工作証明，光亮型煤的基本結構單位是平型六边形的碳原子網格，在網格的周圍連上帶有各种根和边緣基的分子鏈(圖 1)。当煤变質时，碳質結構發生变化——由于边緣基分解和碳素網格互相同向，碳原子網格增長[4]。这样，煤粒的表面就拥有一些微小部分。这些微小部分，一方面是与水的相互作用很微弱的憎水性碳原子網格，另一方面則是强烈吸水的亲水性基。

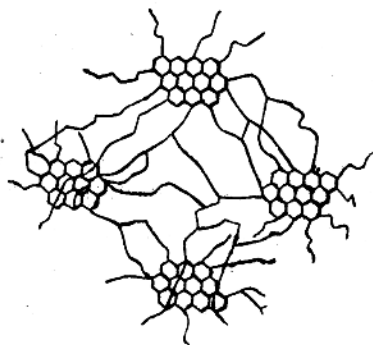


圖 1 鏡煤物質所形成的空間聚合体示意圖

此外，在煤的变質过程中还發生煤的氧化作用（即与氧化合及失去氫）与还原作用。这种反应是变質后期所特有的。

各种变質程度不同的煤炭，其潤湿性的一般变化(圖 2)[3]是由于煤炭結構和氧化程度發生变化而引起的

[5]。随着碳化程度的增高(由長焰煤向肥煤过渡时)，憎水的非極性碳原子網格在表面上所佔的面积也随之增加，并由于失去氧而發生还原作用。在碳化过程的后期(貧煤及無烟煤)，煤的氧化作用是在破坏最憎水的碳氫化合物和失去氫的条件下發生的。这时，碳与氫的比率(C:H)就增大了。

煤粒表面的另一个特点是孔隙率特别高。根据 B. B. 霍德特以及 M. Ф. 雅諾夫斯卡婭的資料[10]，每 1 克中等變質程度的烟煤的面积等于 150 平方公尺，而直径小于 10 微米的孔隙約佔全部孔隙的 80%。微孔隙会使煤炭更加稳定地将水吸住，从而增高煤粒表面的水化性(亲水性)。

煤粒表面与气体(特别是氧)的相互作用異常活潑。И. Н. 普拉克辛[8]及其他一些研究工作者的研究結果証明：当煤粒表面短時間与空气相互

作用时，由于空气对煤粒表面的吸附作用，煤粒表面就显著地憎水化。当比較長時間地与氧相互作用时，煤的表面層氧化，因而使煤炭劇烈地亲水化。气体从干煤粒表面上解吸的作用(例如使煤粒長時間

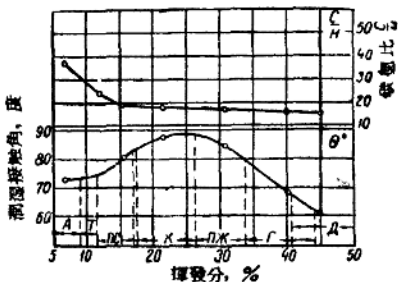


圖 2 煤的潤濕性和碳氫比 ( $\frac{C}{H}$ ) 的變化與煤炭揮發分的关系

与水接触)同样也能使煤粒表面亲水化。总之，煤粒表面与气体的相互作用会迅速改变其可浮性。

最后，煤粒表面的另一特点就是它的矿物組成变化無常。煤粒表面的矿物組成之所以变化無常，是由于煤中各种煤岩成分的含量不同以及为数極多且常常分散得很細致的脉石矿物包裹体的含量不同的緣故。經多次直接观察証明，这种变化無常的現象是經常性的。对煤不可能采用專門的細磨作業使連生体解离，因此，这一因素对浮游选煤說来就更有意义了。

迄今为止，对煤中最常見但必須在浮选时除去的矿物杂质，还没有根据它們的可浮性进行分类。这样就很难制定某种



措施,以便消除及分別对待矿物杂质在浮游选煤中的不良影响。

根据現有的研究結果[5],可以把煤中的矿物杂质按其可浮性試作下列分类(表1)。

根据矿物杂质的可浮性制定的矿物杂质分类法 表1

类别	代表矿物	影响浮选过程的主要性质
I. 硫化物	黄铁矿, 白铁矿	使精煤的硫分增加, 但浮选活性较高, 常分散得很细致
II. 泥质物	高岭土, 泥质页岩, 粘土, 粉砂岩	在水浸与搅拌过程中生成分散得很细致的糊泥, 使浮选困难; 这种糊泥是亲水的, 常在煤中嵌佈得極細
III. 煤质页岩、可燃页岩及泥板岩	煤质页岩, 可燃页岩	这些物质中含有許多与煤炭一样的成分; 它們的憎水性较高, 因此可浮性与煤很接近
IV. 硫酸鹽及其他鹽类	石膏, 其他鹽类	溶解时改变水的离子成分, 影响药剂与矿物的相互作用
V. 其他非硫化矿物	方解石, 石英, 白云石, 长石, 菱铁矿	它們是亲水而不泥化; 在煤中常呈相当粗的嵌佈; 浮选时極容易自煤中选出

煤中矿物杂质的可浮性的特点, 首先与它們和碳质物的細粒共生有关。

同时也可这样推测, 煤中所含瀝青及其他类似的有机物可以活化黄铁矿和其他矿物; 但是, 这一点至今尚未得到試驗的証明。細微的矽石包裹体对煤粒表面的天然水化性有很大的影响。

决定煤粒表面的天然憎水性的因素如圖3所示。

煤粒表面在結構上和組成上的前述全部特点不仅影响其天然憎水性, 而且还影响煤粒与药剂的相互作用。因此, 各种烟煤可以具有完全不同的可浮性, 以致, 在浮游选煤时必须采用單独的药剂制度。