

优先浮选的理论与实践

В. М. 阿拉什凱維奇 Ф. И. 納基爾尼亞克 著

冶金工業部有色金屬工業管理局編譯科 譯

冶金工業出版社

2
2
2

优先浮选的理论与实践

Е. М. 阿拉什凱維奇
Ф. И. 納基尔尼亞克

合著

冶金工業部有色金屬工業管理局翻譯科 譯

3625/1

冶金工業出版社

В. М. Арашкивич и Ф. И. Натирная
СЕЛЕКТИВНАЯ ФЛОТАЦИЯ
(ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА)

Металлургиздат (Свердловск 1948 Москва)

* * *

优先浮选的理论与实践

冶金工业部有色金属工业管理局编译科 译
冶金工业出版社 (北京市灯市口甲 45 号) 出版
北京市书刊出版业营业登记证出字第 093 号

* * *

冶金工业出版社印刷厂印

一九五六年十一月第二版

一九五五年八月北京第一次印刷 (1—2, 183)

一九五六年十一月北京第二次印刷 (2, 184—3, 198)

850×1168 • $\frac{1}{32}$ • 83,000 字 • 3 $\frac{10}{32}$ 印张 • 2 插页 • 定价 (10) 0.65 元

书号 0235

* * *

发行者 新华书店

本書根據蘇聯國立黑色與有色冶金出版社 1943 年出版的阿拉什凱維奇和納基爾尼亞克合著的【優先浮選的理論與實踐】譯出。原書評閱人為技術科學博士 М.Ф. 奧爾金 (Ортин) 教授。

本書對有色金屬硫化礦優先浮選的目前狀況做了簡要的敘述。

書中用生產實踐和實驗室研究的實例，說明每一種因素對浮選過程的影響，以及為了得到良好的選礦成績而調整這些因素的方法。

本書對優先浮選的技術操作方法，提出了有實際意義的指導性資料，並對所使用的機器設備做了說明。

對於極稀貴的浮選劑，為了尋求代用品而進行的各種研究工作，本書也將其研究結果作為資料列入。

本書的對象是選礦廠的工程技術人員和熟練工人，也可供高等工業學校和中等專業學校的學生參考。

本書由冶金工業部有色金屬工業管理局編譯科苑家良翻譯，中南礦冶學院選礦系系主任胡為柏教授校閱。

原 序

浮选是选别有色金属矿石的一种基本而首要的方法，其使用范围正在日益扩大。目前有千百万吨各种矿物原料用此种方法来处理。

浮游选矿法之所以能够成功地普遍推广，首先应归功于自然科学（物理、化学、物理化学）的成就。自然科学在这个领域内的进一步发展，将促使浮游选矿方法应用到其他工业部门，同时也将促使浮选的实际操作得到改进。

本书并不企图对一般的有用矿物或每种有色金属矿石浮选实践的各个方面做全面的介绍，而只着重于能决定优先浮选技术和经济效率的一些有色金属矿石在优先浮选实践中的主要问题。其中涉及的问题有金属的解离（细磨和分级），浮选剂，浮选前矿浆的准备（温度、充气等）和浮选的流程，即以尽可能低的费用，达到冶金工业最高指标（采收率、精矿质量）的一些已知的最适当的操作条件。

本书包括六章。第一章叙述有关多金属及稀有金属矿石新的选别方法的概念。第二章介绍目前使用浮选法的范围和对影响浮选过程的主要因素的分析。第三章阐述有关有色金属矿物解离的问题（细磨和分级），这对于下一步成功地用浮选法分离矿物来说，是一个必需的条件。第四章叙述浮选剂，因为药剂可使一些矿物进入泡沫，而使另外的矿物仍停留在矿浆中。在本章中，主要的注意力不是放在各种浮选剂的作用原理上，而是放在药剂的实际使用上，特别是放在如何使浮选剂作用能达到最高效果的条件上。第五章说明决定有色金属矿石浮选流程各种形式的主要因素，它同时也是本书以上几章理论的继续。这章内所要说明的只是这样的问题，如精矿和尾矿的精选，把所得中矿加以处理的例子和矿物的分离（全浮选与全浮选精矿的进一步优先浮选；直接优先浮选）。第六章则介绍浮选的流程。

本書可供直接從事於有色金屬選礦工作的工業工作人員，以及從事探求合理的選礦制度和流程的工作人員參考，亦可作為高等工業學校和中等專業學校學生的參考書。

本書的通論，磨礦和分級，礦漿溫度，水的質量和浮選前礦漿的充氣以及浮選流程等章，由技術科學碩士阿拉什凱維奇（В. М. Арашкевич）和技術科學碩士納基爾尼亞克（Ф. И. Нагирняк）執筆；序言為 Ф. И. 納基爾尼亞克所寫。

著者將非常歡迎並感激讀者的指正和認真的批評。

技術科學碩士 В. М. 阿拉什凱維奇

技術科學碩士 Ф. И. 納基爾尼亞克

目 錄

原序	5
第一章 引言	7
第二章 通論	12
第三章 磨礦与分級	16
礦物的解离	16
選擇磨礦	29
礦物比重。礦泥的作用	31
分級	33
第四章 浮選剂	41
捕集剂	42
有关捕集剂在浮选过程中的作用的一些資料（以黃藥为 例）	55
起泡剂	62
活性剂与抑制剂	67
調整剂	76
有关降低稀貴浮選剂用量的途徑及其代用品的尋求問題 的一些資料	83
第五章 礦漿溫度、水的質量与浮選前礦漿的充氣作用	88
第六章 浮選流程	92
参考文献	106

2
2
2

优先浮选的理论与实践

Е. М. 阿拉什凱維奇
Ф. И. 納基尔尼亞克

合著

冶金工業部有色金屬工業管理局翻譯科 譯

3625/1

冶金工業出版社

В. М. Арашкивич и Ф. И. Натирная
СЕЛЕКТИВНАЯ ФЛОТАЦИЯ
(ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА)

Металлургиздат (Свердловск 1948 Москва)

* * *

优先浮选的理论与实践

冶金工业部有色金属工业管理局编译科 译
冶金工业出版社 (北京市灯市口甲 45 号) 出版
北京市书刊出版业营业登记证出字第 093 号

* * *

冶金工业出版社印刷厂印

一九五六年十一月第二版

一九五五年八月北京第一次印刷 (1—2, 183)

一九五六年十一月北京第二次印刷 (2, 184—3, 198)

850×1168 • $\frac{1}{32}$ • 83,000 字 • 3 $\frac{10}{32}$ 印张 • 2 插页 • 定价 (10) 0.65 元

书号 0235

* * *

发行者 新华书店

本書根據蘇聯國立黑色與有色冶金出版社 1943 年出版的阿拉什凱維奇和納基爾尼亞克合著的【優先浮選的理論與實踐】譯出。原書評閱人為技術科學博士 М.Ф. 奧爾金 (Ортин) 教授。

本書對有色金屬硫化礦優先浮選的目前狀況做了簡要的敘述。

書中用生產實踐和實驗室研究的實例，說明每一種因素對浮選過程的影響，以及為了得到良好的選礦成績而調整這些因素的方法。

本書對優先浮選的技術操作方法，提出了有實際意義的指導性資料，並對所使用的機器設備做了說明。

對於極稀貴的浮選劑，為了尋求代用品而進行的各種研究工作，本書也將其研究結果作為資料列入。

本書的對象是選礦廠的工程技術人員和熟練工人，也可供高等工業學校和中等專業學校的學生參考。

本書由冶金工業部有色金屬工業管理局編譯科苑家良翻譯，中南礦冶學院選礦系系主任胡為柏教授校閱。

目 錄

原序	5
第一章 引言	7
第二章 通論	12
第三章 磨礦与分級	16
礦物的解离	16
選擇磨礦	29
礦物比重。礦泥的作用	31
分級	33
第四章 浮選剂	41
捕集剂	42
有关捕集剂在浮选过程中的作用的一些資料（以黃藥为 例）	55
起泡剂	62
活性剂与抑制剂	67
調整剂	76
有关降低稀貴浮選剂用量的途徑及其代用品的尋求問題 的一些資料	83
第五章 礦漿溫度、水的質量与浮選前礦漿的充氣作用	88
第六章 浮選流程	92
参考文献	106

原 序

浮选是选别有色金属矿石的一种基本而首要的方法，其使用范围正在日益扩大。目前有千百万吨各种矿物原料用此种方法来处理。

浮游选矿法之所以能够成功地普遍推广，首先应归功于自然科学（物理、化学、物理化学）的成就。自然科学在这个领域内的进一步发展，将促使浮游选矿方法应用到其他工业部门，同时也将促使浮选的实际操作得到改进。

本书并不企图对一般的有用矿物或每种有色金属矿石浮选实践的各个方面做全面的介绍，而只着重于能决定优先浮选技术和经济效率的一些有色金属矿石在优先浮选实践中的主要问题。其中涉及的问题有金属的解离（细磨和分级），浮选剂，浮选前矿浆的准备（温度、充气等）和浮选的流程，即以尽可能低的费用，达到冶金工业最高指标（采收率、精矿质量）的一些已知的最适当的操作条件。

本书包括六章。第一章叙述有关多金属及稀有金属矿石新的选别方法的概念。第二章介绍目前使用浮选法的范围和对影响浮选过程的主要因素的分析。第三章阐述有关有色金属矿物解离的问题（细磨和分级），这对于下一步成功地用浮选法分离矿物来说，是一个必需的条件。第四章叙述浮选剂，因为药剂可使一些矿物进入泡沫，而使另外的矿物仍停留在矿浆中。在本章中，主要的注意力不是放在各种浮选剂的作用原理上，而是放在药剂的实际使用上，特别是放在如何使浮选剂作用能达到最高效果的条件上。第五章说明决定有色金属矿石浮选流程各种形式的主要因素，它同时也是本书以上几章理论的继续。这章内所要说明的只是这样的问题，如精矿和尾矿的精选，把所得中矿加以处理的例子和矿物的分离（全浮选与全浮选精矿的进一步优先浮选；直接优先浮选）。第六章则介绍浮选的流程。

本書可供直接從事於有色金屬選礦工作的工業工作人員，以及從事探求合理的選礦制度和流程的工作人員參考，亦可作為高等工業學校和中等專業學校學生的參考書。

本書的通論，磨礦和分級，礦漿溫度，水的質量和浮選前礦漿的充氣以及浮選流程等章，由技術科學碩士阿拉什凱維奇（В. М. Арашкевич）和技術科學碩士納基爾尼亞克（Ф. И. Нагирняк）執筆；序言為 Ф. И. 納基爾尼亞克所寫。

著者將非常歡迎並感激讀者的指正和認真的批評。

技術科學碩士 В. М. 阿拉什凱維奇

技術科學碩士 Ф. И. 納基爾尼亞克

第一章 引言

在斯大林五年計劃的年代里，苏联的有色冶金工業已变成了主要的工業部門之一。建立了新的礦山，設立了具有先進技術的選礦廠和冶煉廠，就其裝備、技術和生產組織來說，都不亞於國外較好的廠礦。

培养出大批掌握了先進技術的科學和生產幹部，他們在勘查地下儲藏方面，在開採和處理有色金屬及稀有金屬礦石方面都獲得了驚人的成績。

苏联國民經濟恢復和發展的五年計劃提出要進一步提高我國生產的技術經濟水平。必須保證最大限度地由礦石內選取礦物，多生產金屬，並有系統地提高其質量。

有色金屬冶金工業的主要任務之一，就是綜合而完全地利用礦物原料。

就當前的任務而言，正確地利用在現代技術上為大家所熟悉的按物質組成來處理有用礦物的方法，有着特別重要的意義。這就要求我們在發展和使用新的複雜礦石選礦方法的基礎上，不斷改進現有的浮選技術操作過程。

近幾年來，在制定和在工業上運用新的複雜礦石選礦方法這方面，苏联取得了相當大的成績，積累了大量的資料，這些資料闡明了浮選過程的實質，為浮選理論打下了相當鞏固的基礎，同時將浮選從技藝變為科學，保證了黑色、有色、稀有和極稀有金屬的複雜礦石選礦技術的大力發展。

新的複雜礦石精選法，無論在苏联或是在國外，在選別複雜的多金屬礦石時，使用得極為廣泛。

必須指出，這些方法在苏联已取得完全獨立的和創造性的發展，並且遠遠超過國外科學技術在這方面的成就。

應當指出，苏联用浮選方法處理的礦石，按其本身的技術加工特點，比國外處理的同一類型礦石來說，在大部分的場合下是

極難浮游的。

近年來，有必要將礦石嚴格地分成一般的和特別的兩類，一般的礦石可用一般的處理流程來處理，特別的礦石就要採用新而複雜的選礦流程。這是由這類礦石特殊的技術加工特點所決定的。

必須制定新的或改變與修訂現有的選礦流程，這往往是由於在開採礦區的过程中所開採出來的複雜礦石的物理性質和物質組成的變化所引起的，和當礦體從上層開掘到下層以及季節的變化（結凍、礦體水浸），使得礦石中含有大量脈石所引起的。

必需大大地改變現有的流程和所採礦區礦石的浮選方法，有時是因為對礦石中所含有用成分相對價值重新評價所造成的，這種情況是由於需用量的劇烈增長和採用稀有金屬與極稀有金屬——鈳、鎢、鈦、鈹、鋁、碲等作為合金而產生的。從有色金屬礦石回收稀有金屬的必要，要求根本改變處理這類礦石的技術操作方法。

在制定選別複雜礦石新方法中，研究和實際使用選擇階段磨礦的性能及其對浮選結果的影響，有着極其突出的意義。這種類型的研究和實際操作使得能廣泛應用發展了的複雜礦石的階段磨礦和階段浮選的流程，使得我們在磨礦車間的循環中安置浮選，並廣泛地使用捕集劑和起泡劑的混合劑，這些混合劑能有選擇地作用在各種有用礦物不同大小的顆粒上。

利用這些方法，在選別複雜礦石時，能將金屬較徹底的回收到同名的精礦內。

在磨礦的循環中引入篩分，由於利用了礦物的選擇階段磨礦現象和相應的改變技術操作流程，就常使複雜礦石的選別成績達到根本的改善。

浮選過程與其他很多選礦過程（磁選、靜電選礦、重力選礦、重液及比重大的懸浮液分選等）相結合，在磨礦循環中利用單槽浮選機和跳汰機，而在浮選循環中利用濃縮，甚至各種浮選產品的過濾，都能大大地降低礦石加工成本與提高浮選的質量和數量指標。

这些新措施的目的，就是不將勿須破碎的礦石破碎，將能够浮出的廢物，尽可能全部浮出。

廣泛用在第一浮选循环前后的全部或几种常見的有用礦物的全浮选流程，或者是为从优先浮选尾礦再回收金屬並和鐵進行全浮选結礦优先浮选的流程，皆服務於这个目的。

在处理复雜礦石的过程中，联合使用各种选礦方法与採用多段分級，甚至充气方法，就是追隨着这个目的，有时这也就是唯一可能的和最有效的选礦方法。

我們应当承認，利用鉛、鋅和銅以及其他种类的原生和次生礦物的不同可浮性，是新的有用礦物精選法主要發展方向之一。这些方法說明，礦物的可浮性与同脈石共生在一起的礦石之成因以及与岩石动力變質作用有着密切的关系，同时証明礦石的可浮性与它的生成時間也有关系。所以在浮选三种主要类型的硫化礦：銅鉛鋅、鋅鋅和銅鋅礦石的过程中，这些方法獲得了廣泛的使用，然而用这些方法亦处理含銅的硫化鉄礦，还有待成功地解决。此外，在所立的場台下，特別是在优先浮选銅鉛精礦的过程中，次生銅礦起着特殊的作用，而在第一和第二种場合，氧化鉛礦也有作用，因为这种廢物不僅决定着技術操作流程的選擇，同时也决定着介質（石灰的或蘇打的）的選擇，首先这是与礦石的產地及其新鮮性（新採出的，还是堆礦場的）有关。

因此，根据礦石的粒度和浮游性已決定礦石在堆礦場內的應界保存時間，有着特殊的意义，超过这个范围，会使各种礦物的优先浮选性完全喪失。

在發展新的有用礦物精選法的过程中，这一个最有兴趣的方向是值得研究工作者嚴重注意的。这个方向最先是在解决浮选銅鉛鋅礦石問題的过程中發生，目前它已成为工程师 M.M. 波略克夫的方法了，他提出和制定了这个方法並在澤路諾夫斯克选礦厂成功地進行了工業范围的試驗。M.M. 波略克夫工程师利用了向銅鉛精礦內加黃鉄礦的方法來改進將这种精礦分選成銅和鉛的效果。

同样，在选别用普通的方法很难选的貧矽酸鋳礦和鉄礦的过程中，应用高度机械过程也是值得注意的。

在浮选非一般的；难浮游的含銅硫化鉄礦和銅鋅黃鉄礦的过程中，运用充气法是具有实践意义的。

正像苏联科学院通訊院士 M.H. 普拉克辛和苏联科学院礦業研究所的共同工作者所証实的，預先充气或加入氧气对浮选前礦漿的作用，在浮选銅黃鉄礦的过程中会提高它的選擇性。利用充气法或吹入氧气能够在精选时提高鋅精礦和銅精礦質量，在必要时，还能較徹底的抑制黃鉄礦。

根据 M.H. 普拉克辛的意見，由於事先經過短时的氧化作用（礦漿充气或充氧），使被硫酸銅活化了的閃鋅礦的浮游活性提高，这点是与在礦場中長期間的堆置会使复雜礦石优先浮选本能的喪失之实际数据相符合的。

目前，在保持嚴格的技术操作制度的同时，轉向使用高等質量的、化学純粹的浮选藥剂進行操作已明顯的决定了。

这种轉變是極必需的，也是选别复雜礦石新方法發生、發展和实行的主要甚至是根本的条件之一。

在嚴格保持技术操作制度条件下，藥剂用量的波动范围，是要視混有脈石的礦石物質組成的变动范围和选礦厂用水之物質組成的变化而定的。复雜礦石浮选的技术操作制度，僅許可在这个范围内改变。

技术操作过程嚴格的制度，是斯达漢諾夫操作法的主要条件，这点已为苏联选礦厂多年的操作經驗所証实。

有关捕集剂在浮选过程中的作用一章是本書的重点。本章資料是採取技术熟練工人可以接受的形式來敘述的。

活性剂和其在浮选过程中的对立物——抑制剂作用的敘述，以及硫化剂一節，都是前一章邏輯的發展。在这些章節中所引用的資料，是与优先浮选的本質密切相联的，將其总結成最普通的形式，这是值得注意的研究，同样也值得進一步分析，以期能將其实际利用。