

74.48
393

浮选厂磨礦設備 設計方法

B.K. 查赫瓦特金 B.A. 別羅夫 著

重工業部黑色冶金設計院翻譯科 譯



重工業出版社

浮选廠磨礦設備設計方法

B. K. 查赫瓦特金, B. A. 別罗夫 著

重工業部黑色冶金設計院翻譯科 譯

81.4.10

41.4.10

江苏工业学院图书馆
藏书章

重慶出版社

本書根据苏联國立科学技術出版社（Государственное научно-техническое издательство）1939年出版的、查赫瓦特金（В. К. Захваткин）、別罗夫（В. А. Перов）合著的[浮选廠磨礦設備設計方法]（К Методике проектирования установок измельчения для флотационных фабрик）譯出。

本書主要敘述浮选廠磨礦設備的設計方法。包括磨礦與分級流程的選擇、生產能力的選擇、設備規格及型式的選擇，而特別着重論述磨礦設備的互相联接的設計方法問題。

本書曾列举很多國內外著名选礦廠的实例。

本書可做為浮选廠設計人員、工程技術人員及中等、高等工業學校學生作為參考書。

參加本書翻譯的為重工業部黑色冶金設計院翻譯科劉永章、周尙忠，担任技術校對的是陸冠偉。

В. К. ЗАХВАТКИН и В. А. ПЕРОВ
К МЕТОДИКЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТАНОВОК
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДЛЯ ФЛОТАЦИОННЫХ ФАБРИК

ГОНТИ (ЛЕНИНГРАД 1939)
МОСКВА

* * *

浮选廠磨礦設備設計方法

重工業部黑色冶金設計院翻譯科譯

重工業出版社（北京市灯市口甲 45 号）出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇一五号

* * *

重工業出版社印刷廠印

一九五六年五月第一版

一九五六年五月北京第一次印刷（1—3,040）

$850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32} \cdot 50,000$ 字 · 印張 $1 \frac{80}{32}$ · 定價（10）0.40 元

書号 0426

* * *

發行者 新華書店

前 言

在本書內刊載了國立機械選礦設計研究院設計處於一九三七年所做的關於選礦廠設計方法的研究工作之一的結果。

磨礦設備之設計在於解決下列問題：

- 1) 磨礦與分級流程的選擇與計算。
- 2) 各段生產能力之確定。
- 3) 設備規格與型式之選擇。
- 4) 磨礦機與分級機間聯接之設計與磨礦設備之配置。

本書研究最後一個問題。

在這裡我們認為應當感謝列寧格勒礦冶學院 C.E. 安得列也夫教授對本書所提寶貴指示。

閉路式回路的表格的編製工作很大部分是由 B.A. 巴浦洛夫工程師做的，圖表材料的整理工作很大部分也是他做的。

目 錄

前言.....	(4)
I. 緒論.....	(5)
II. 磨礦設備設計用的一些資料.....	(9)
1. 決定磨礦分級機組操作的因素.....	(9)
2. 供磨礦機與分級機聯接用的運輸裝置.....	(10)
3. 自流閉路式回路與供設計用的主要資料.....	(12)
III. 磨礦機與分級機成閉路的回路.....	(37)
1. 自流式回路.....	(37)
2. 半自流式回路.....	(37)
3. 利用機械運輸的回路.....	(45)
IV. 磨礦設備設計的一般問題.....	(47)
1. 一般概念.....	(47)
2. 磨礦流程.....	(48)
a. 一段磨礦.....	(48)
б. 兩段磨礦.....	(50)
B. 三段磨礦.....	(53)
г. 磨礦流程的選擇.....	(54)
3. 設備的選擇.....	(55)
4. 設備的配置.....	(58)
參考書刊.....	(63)

1463592

浮选廠磨礦設備設計方法

B. K. 查赫瓦特金, B. A. 別罗夫 著

重工業部黑色冶金設計院翻譯科 譯

重工業出版社

本書根据苏联國立科学技術出版社 (Государственное научно-техническое издательство) 1939 年出版的、查赫瓦特金 (В. К. Захваткин)、別罗夫 (В. А. Перов) 合著的 [浮选廠磨礦設備設計方法] (К Методике проектирования установок измельчения для флотационных фабрик) 譯出。

本書主要叙述浮选廠磨礦設備的設計方法。包括磨礦与分級流程的選擇、生產能力的選擇、設備規格及型式的選擇，而特別着重論述磨礦設備的互相联接的設計方法問題。

本書曾列举很多國內外著名选礦廠的实例。

本書可做為浮选廠設計人員、工程技術人員及中等、高等工業學校學生作為參考書。

參加本書翻譯的為重工業部黑色冶金設計院翻譯科劉永章、周尙忠，担任技術校對的是陸冠偉。

В. К. ЗАХВАТКИН и В. А. ПЕРОВ
К МЕТОДИКЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТАНОВОК
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДЛЯ ФЛОТАЦИОННЫХ ФАБРИК

ГОНТИ (ЛЕНИНГРАД 1939)
МОСКВА

* * *

浮选廠磨礦設備設計方法

重工業部黑色冶金設計院翻譯科譯

重工業出版社 (北京市灯市口甲 45 号) 出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇一五号

* * *

重工業出版社印刷廠印

一九五六年五月第一版

一九五六年五月北京第一次印刷 (1—3,040)

$850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32} \cdot 50,000$ 字 · 印張 $1 \frac{80}{32}$ · 定價 (10) 0.40 元

書号 0426

* * *

發行者 新華書店

目 錄

前言.....	(4)
I. 緒論.....	(5)
II. 磨礦設備設計用的一些資料.....	(9)
1. 決定磨礦分級機組操作的因素.....	(9)
2. 供磨礦機與分級機联接用的運輸裝置.....	(10)
3. 自流閉路式回路與供設計用的主要資料.....	(12)
III. 磨礦機與分級機成閉路的回路.....	(37)
1. 自流式回路.....	(37)
2. 半自流式回路.....	(37)
3. 利用機械運輸的回路.....	(45)
IV. 磨礦設備設計的一般問題.....	(47)
1. 一般概念.....	(47)
2. 磨礦流程.....	(48)
a. 一段磨礦.....	(48)
б. 兩段磨礦.....	(50)
B. 三段磨礦.....	(53)
г. 磨礦流程的選擇.....	(54)
3. 設備的選擇.....	(55)
4. 設備的配置.....	(58)
參考書刊.....	(63)

1463592

前 言

在本書內刊載了國立機械選礦設計研究院設計處於一九三七年所做的關於選礦廠設計方法的研究工作之一的結果。

磨礦設備之設計在於解決下列問題：

- 1) 磨礦與分級流程的選擇與計算。
- 2) 各段生產能力之確定。
- 3) 設備規格與型式之選擇。
- 4) 磨礦機與分級機間聯接之設計與磨礦設備之配置。

本書研究最後一個問題。

在這裡我們認為應當感謝列寧格勒礦冶學院 C.E. 安得列也夫教授對本書所提寶貴指示。

閉路式回路的表格的編製工作很大部分是由 B.A. 巴浦洛夫工程師做的，圖表材料的整理工作很大部分也是他做的。

I. 緒 論

在选礦廠總的業務中磨礦設備的作用主要取決於处理礦石的过程和所要求的磨礦粒度。對於大多數需要細磨的礦石，即主要是對於送往浮选廠的礦石，磨礦工段無論基建費用或是經營費用佔總的基建費用与經營費用平衡表中最大一項。

甚至不用看現在現有浮选廠投入磨礦工段的基建費用的百分比之具体數字，就是看一下选礦設備流程圖即可得出結論，当把浮选廠分为下述工段時：破碎工段、磨礦工段、浮选工段、精礦处理工段和排除尾礦工段時，磨礦工段和浮选工段是價值最高的（1）^①。

用於磨礦的經營費用很明顯地由表1和表2中的數據表示出來，这部分費用变化於20—50%範圍內。

表 1

在十个典型浮游选礦廠（1）內，各个选礦工序的平均
費用佔全部工序的總費用之百分數

号	浮 游 选 礦 廠 的 各 工 段	%
1	破碎，篩分，貯存，運輸.....	20.3
2	磨礦和分級.....	28.7
3	浮选.....	36.4
4	精礦处理.....	3.6
5	尾礦排除.....	3.0
6	其他.....	8.0
	總計.....	100.0

① 這裡和以後放在括号內的數字都是載在本冊子末尾的參考書籍的編號。

表 2

在美國各廠內（3），磨礦費用佔選礦總費用的百分數
（根據美國礦業局的通報材料）

号	工 廠 的 名 称	%
1	阿尔吐尔和馬尔那 (Arthur 和 Magna)	30.0
2	馬揚美 (Miami)	30.7
3	哈登 (Hayden)	19.5
4	比利丹尼亞 (Britannia)	26.0
5	康拿涅亞 (Cananea)	28.9
6	永拉迪·威尔特 (United Verde)	22.2
7	摩尔林格 (Morning)	19.0
8	英格尔斯 (Engels)	37.8
9	威尔特·千特拉尔 (Verde Central)	28.4
10	茲波 (Tybo)	34.7
11	加尔蒙尼 (Harmony)	43.5

根据亨利·美尔斯 (Henry Mears, 2) 廠的資料，磨礦的費用差不多佔選礦全部費用的 25%。

這裡特別強調指出的，磨礦設備對選礦廠的意義說明必須在設計磨礦工段時尋找最合理的決定。在這裡的不大的改進就會使每一噸礦石的處理費用顯著的降低。

磨礦工序，目前主要是由與分級機一起操作的球磨機和棒磨機來實現。磨礦設備是由許多用來實現一定磨礦系統而相互聯接的磨礦機和分級機所組成的。磨礦機和分級機的聯合操作得到這樣程度的廣泛推廣，以致這些裝置在現在已經被看作是統一的磨礦機組。

根據磨礦機與分級機的工作流程，可以把磨礦分為閉路的、半閉路的和開路磨礦。

供磨礦用的任何設備的主要構成部分是與分級機相聯接的磨礦機。

因為磨礦機—分級機組的操作是由許多技術操作的因素來決

定的，而機組操作的結果是由生產率和效率來評定的，所以所有決定磨礦機和分級機的生產率和效率的因素在某種程度上都是屬於整個機組的。

設計細磨礦機組的任務之一是尋找磨礦機和分級機互相間最合理的配置方式，以保證為了確定整個設備的最大生產率和效率而有可能在必要的範圍內改變這些因素的數值。

在不久以前，大家都願意把磨礦機和分級機並列起來且用閉路自流式回路（利用重力），也就是磨礦機的排礦利用自流送進分級機，而分級機的返砂又是利用自流返回磨礦機。直到現在為止，這種配置法被認為對小生產率的設備是最好的方法。如果設備的尺寸很大，由磨礦機至分級機和由分級機至磨礦機的流槽傾斜度就不夠了。在這樣的情況下，分級機的給礦就不是在整個寬度上，因此，溢流和返砂的粒度在分級機的寬度上也就不均勻了，這就說明分級機的操作不正常。

常常因傾斜度不夠使得不可能調節回路的操作，因為在流槽內不得不增加過量的沖洗水，因此便不可能在磨礦機內和分級機內保持決定設備的工作效率的，相應的稀釋度，如果當我們把磨礦機和分級機並列配置時，回路就不可能是自流閉路的，而必須依靠於輔助的運輸設備。為了把磨礦機的排礦送往分級機，採用螺旋式給礦機，例如：紐·哥爾涅里亞（New Cornelia）、羅安·安茲羅布（Roan Antelope）等廠改建前的情況。為了運輸礦砂，採用螺旋輸送機（例如：基洛夫格勒廠的第二次回路和利地爾廠）。

在大型選礦廠，實際不採用把磨礦機和分級機並列配置的方法，因為在用大型磨礦機和分級機時，這種流程的靈活性不夠和不可能構成閉路自流循環。在這樣的情況下，通常把分級機裝置在比磨礦機更高的地方，以便保證礦砂自流送到磨礦機中。磨礦機的排礦是用泵或提昇機送到分級機裡去。這樣裝置可以大大的節省廠房面積和保證磨礦流程的伸縮性。後者非常重要，因為在設計時很少能夠挑選出最有利的磨礦流程。最有利的流程往往是

在工廠中按幾種流程經過一個階段的實際工作後才能最後確定下來。

由於現代細磨礦的實際中趨向於增加返砂量，對磨礦分級機組提出了新的、更高的結構上的要求。例如：多爾〔J. V. N. Dorr、(4)〕認為下列機械條件對於現代細磨裝置是必要的：

- 1) 供高返砂量（在 10 : 1 以下）用的——長度短、直徑大、並帶有大的排礦和給礦軸頸的磨礦機；
- 2) 帶有可換內襯板的、重結構的磨礦機的給礦機；
- 3) 檢查磨礦機負荷的瓦特表；
- 4) 結構簡單和堅固的分級機；
- 5) 測量分級機耙的功率用的瓦特表；
- 6) 水压不變；溢流濃度的局部測量。

7) 在配置分級機時要考慮到閉路自流回路，但是在不可能這樣做的地方，就最好把分級機裝在一定的高度，得使返砂用自流方法返回磨礦機，在這種情況下，要預設供提昇磨礦機排礦用的輔助裝置。磨礦機的排礦是較比稀的和便於運輸的物料。為此，在很多情況下裝置螺旋式輸送器是最適當的解決辦法。

和大多數技術問題一樣，任何設計方法的製訂是有很多困難的，因為有很多影響到決定該問題的因素。因此，本書的目的是要闡明與磨礦設備設計相聯繫的問題，但在某些情況下，祇是把問題提出來求得解決，本書還要闡明供磨礦設備的主要構件所用的實際許可數值，並把實際的例子加以系統化。

整理現有的參考材料和實際數據，把它們在一定題目的範圍內加以系統化，用實在的數字和例子來指出解決設計任務的方法等，都是最適當的。用實際例子來解釋對這類工作是完全必須的並且對設計人員來說是最寶貴的。

II. 磨礦設備設計用的一些資料

1. 決定磨礦分級機組操作的因素

我們來研究一下對磨礦機和分級機的操作起決定作用的、對磨礦機和分級機聯接的設計有意義的主要因素（參看表 3）。

表 3

決定機組操作的最主要因素

序 號	磨 礦 機	序 號	分 級 機
1	磨礦機的尺寸和構造（直徑，長度，排礦方式，對於中心排礦式磨礦機排礦口的直徑）	1	分級機的尺寸、型式和構造
2	旋轉速度	2	分級機的耙子衝程數（對於耙式分級機）
3	磨礦介質。裝入的總重量和粒度（球和棒）	3	分級機的傾斜角
4	給礦的篩析	4	給礦的篩析
5	給礦速度和礦石的可磨性特點	5	在礦石中原生（原有的）礦泥含量
6	在磨礦機內的礦漿濃度	6	在分級機內和在分級機溢流中的礦漿濃度
7	返砂量	7	返砂量等等
8	所需的功率等等		

這些分級機和磨礦機操作的因素是和磨礦的主要工藝指標有一定關係的，這些磨礦的工藝指標就是：

- 1) 生產能力；
- 2) 產品的規格——分級機溢流的規格（溢流的篩析和濃度），因而也與效率的主要數值有關：
 - a) 磨礦效率，它是由新形成的表面積-噸數來決定的，即

單位動力消耗（1千瓦一小時）所形成的表面積一噸數；

6) 分級的效率；

B) 整個機組操作的總工藝效率。

從上述磨礦生產能力和效率工藝因素和實際工作中的改進和完善的觀點來看，都應該去研討磨礦機和分級機的聯接方法的設計決定的問題及其工藝合理性的評定的問題。許多因素，例如：磨礦機的尺寸和構造、分級機的尺寸和型式、分級機的傾斜角、磨礦回路中各種產品的篩析、在分級機溢流中，磨礦機中以及在分級機中的礦漿濃度、返砂量都與分級機與磨礦機的聯接條件和方法有一定的關係。

同時，採用的磨礦機與分級機相聯接的方法和條件可能影響機組操作的最重要指標，也就是影響在分級機溢流中、和在磨礦機中和分級機中的礦漿濃度及返砂量的數值，結果就會影響生產能力和產品的規格^①。

由此可見，當選擇和設計任何磨礦機與分級機的聯接方法時，要力求保證機組在工藝方面和機械方面操作得最好。例如：在磨礦機和分級機內保持礦漿的必需的濃度以及在必要的範圍內調節礦漿濃度可能性；把返砂量調節到適當的數值可能性等。

2. 供磨礦機與分級機聯接用的運輸裝置

研究磨礦設備的設計問題應從設備的構成部分——磨礦-分級機組開始。雖然磨礦機與分級機的設備流程很多，但機組配置的問題可用閉路式回路的例子進行分析，因為除這些基本聯接外，其他形式是很少採用的。此外，可利用供閉路式回路磨礦機組配置的資料來進行設計。實際上，磨礦機和分級機聯接方法的選擇問題是選擇把磨礦機排礦送到分級機和把分級機的返砂返回到磨礦機中去的運輸工具。為了使機組的工作令人滿意，聯接磨

^① 在實際中有不少磨礦機與分級機的配置條件不能令人滿意的例子，這些條件對磨礦機和分級機的操作起壞的影響，而這些情況是由於對機組正確操作的重要性估計不足和設計人員缺乏足夠的經驗而產生的。

礦機和分級機的運輸設備，無論採用任何联接方法都應滿足於下列條件：

1) 連續運礦和均勻的給礦（由磨礦機送往分級機的溢流，由分級機返回磨礦機的返砂）；

2) 適當的生產能力，這一生產能力可以在保證獲得磨礦機和分級機操作的最好的結果的產品濃度下達到高的返砂量——達1000%。

根據在磨礦分級機組範圍內的物料運送方法，在實際中的現有联接的方法，可以細分為下列幾種型式：

a) 自流式（重力的），這種型式中的磨礦機的溢流和分級機的返砂的運送是用自流方法沿流槽進行的；

б) 半自流式，在這種型式中，一股物料流採用自流方法運送，另一股則是用機械方法運送；

Б) 機械化運輸，在這種型式中兩股物料流都是用機械設備運送的。

因此，自流回路的運輸設備就是適當截面且槽底具有足夠的傾斜的流槽。半自流回路的運輸設備就是流槽和各種運輸裝置，運輸裝置的規格一般是指型式和生產能力。

實際操作中採用的運輸裝置有下列幾種：

1) 螺旋式給礦機 (Scoop elevator) ；

2) 和旋轉管結合的螺旋式給礦機；

3) 螺旋輸送機；

4) 离心砂泵；

5) 帶式吊斗提升機；

6) 皮帶運輸機。

任何型式的運輸裝置的選擇取決於許多因素，並且不可能脫離整個工廠設計的實際情況而預先決定。不必更詳細地研討上述運輸裝置，因為選擇和計算上述運輸裝置的尺寸對各種磨礦回路都不是典型的，並且不包括在本書的範圍內。我們將要更詳細的來討論在磨礦設備中運送產品的最主要設備——流槽。流槽差不多

在所有磨礦机与分級机联接方法中都用。为了要用实际資料來說明磨礦机和分級机裝置的設計方法，在研究其他对磨礦的自流回路設計有重要意义的因素的同時，把有關於流槽的資料引出是合理的。

3. 自流閉路式回路與供設計用的主要資料

如上所述，在設計自流回路時的主要問題是流槽要加以適當的計算，即橫断面和槽底傾斜度要加以選擇。流槽有了滿足磨礦机和分級机的联接所必需的傾斜度，回路在結構上的設計就容易了。計算和選擇流槽的問題，在初見時，似乎很簡單，但是当進一步熟識時就顯得不完全明白了。各种参考材料往往是一些分散的數據，拿其中主要的數字和实际數據相對照，据我們的意見，是有一定價值的。

在細磨礦自流回路中流槽的傾斜度实际上是由下列幾項因素來決定的：

- 1) 固体的比重；
- 2) 在磨礦机內礦漿濃度（固体的百分比）和進入分級机的礦漿濃度^①；
- 3) 沿流槽运送物料的粒度；此粒度也是根据原料的性質和成品的性質來決定。

礦石的比重影响到分級机的生產能力，影响到溢流的濃度和磨礦回路中槽的傾斜角，这些指标跟隨着固体比重的增高而採用更大值。根据实际的資料，在浮游选礦廠处理的有色金屬礦石可以按比重分为兩個基本類^②：

1. 比重平均为2.85的「輕」礦石；

① 通常，磨礦机內的礦漿濃度是允許在返砂槽內加水的，而使返砂便於運輸。進入分級机礦漿的濃度永远是稍小於磨礦机內的礦漿濃度的，並且由分級机溢流的濃度和由返砂量的數值來決定，歸根到底也就是由分級机溢流的粒度特性來決定。

② 所指的是銅礦石、銅鋅礦石和鉛鋅礦石。