

# 礦山年產量的确定

H. C. 顏敏 著

刘天瑞 譯

冶金工業出版社

# 礦山年產量的確定

H. C. 顏 敏 著

劉 天 瑞 譯

冶金工業出版社

2026

本書中論述確定礦山年產量的方法，並舉了一些實際運用這個方法的例證。

本書是礦山企業及設計機構工程技術人員的參考書，也可供高等礦業學校的學生參考。

Н. С. ДЕМНИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ  
РУДНИКА  
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ (Москва-1954)

\* \* \*  
**礦山年產量的確定**

劉天瑞 譯

冶金工業出版社（北京市燈市口甲 45 號）出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇九三號

\* \* \*  
冶金工業出版社印刷廠印

一九五六年九月第一版

一九五六年九月北京第一次印刷(1-3,038)

850×1168 ·  $\frac{1}{32}$  · 68,000 字 · 印張  $2\frac{16}{32}$  定價(10) 0.50 元

書 號 0529

\* \* \*  
發行者 新華書店

## 目 錄

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 序.....                               | 4  |
| 第一章 確定礦山生產量的近似方法.....                | 5  |
| 第二章 確定礦山年產量的計算方法.....                | 12 |
| 第三章 探區每班產量的確定.....                   | 21 |
| 第四章 用一種探礦方法開採礦床時確定礦山每<br>班產量的方法..... | 24 |
| 第五章 根據探礦方法的結構確定礦山的每班產量.....          | 31 |
| 第六章 礦山每班產量的校正.....                   | 33 |
| 第七章 礦山年產量的確定.....                    | 38 |
| 第八章 使用幾種探礦方法時礦山年產量的確定.....           | 66 |
| 結束語.....                             | 80 |
| 參考文獻.....                            | 80 |

---

## 序

在蘇聯共產黨和政府關於蘇聯進一步發展國民經濟的決議中，提出了靠大型新礦井投入生產和利用現有礦井生產潛力大大提高礦石產量水平的任務。

爲了解決這個任務，在現有礦山和建設中的礦山要發掘生產潛力。爲此，必須確定這些企業可能達到的最大年產量。可是，由於目前還沒有一個十分完善的方法，確定礦山年產量是一個複雜而又困難的課題，要靠許多因素才能正確解決這個課題。

作者在本書中提出了許多關於礦山年產量確定方法的新的原理。

---

## 第一章 確定礦山生產量的近似方法

在概算中（作總計劃，編製計劃任務書或初步設計）確定礦山生產量時，目前運用以下幾種確定礦山年採量的近似方法：

- 1) 利用開採係數計算；
- 2) 按照採礦工作1年下降深度計算；
- 3) 不分中段開採時，按照礦山的總生產年限計算。

**開採係數。**本世紀二十年代末期，在克里沃羅格鐵礦區開始利用金屬礦床的開採強度指標，即所謂「開採係數」進行計算。這一指標乃是1年自每平方公尺礦體水平面積採出的礦石噸數。如果知道1年從礦體中採出的礦石噸數，也知道此礦體的總水平斷面，則按下式計算開採係數（ $K_0$ ）：

$$K_0 = \frac{A_{\text{roa}}}{S} \text{ 噸/平方公尺年,} \quad (1)$$

式中： $A_{\text{roa}}$ ——一年採出的礦石噸數（混入礦石中的廢石在內）；  
 $S$ ——礦體的水平面積，平方公尺。

從此以後，根據實際工作的統計資料，為鐵礦、銅礦及開採其它礦石的礦山算出了開採係數，把它作為各種採礦法的開採強度指標。這些實際資料現在被用來概算生產礦山的和設計礦山的可能年產量  $A_{\text{roa}}$ ：

$$A_{\text{roa}} = K_0 \times S \text{ 噸.} \quad (2)$$

1930年在克里沃羅格鐵礦區採用的採礦方法大致相同，所採礦體的自然埋藏條件也類似，這是廣泛運用開採係數的極有利的前提；在這個前提下，利用開採係數這個指標，可很容易地求出生產的和設計的礦山的年產量，求得的結果的準確性也合乎實際要求。

利用開採係數確定礦山的年產量是很簡單的，因此，在克里沃羅格鐵礦區，以及有色金屬礦都廣泛運用這個指標進行計算。

但是，在新的、與克里沃羅格鐵礦區不同的條件下確定這

個作為開採強度指標的開採係數時，需要補充修正這個係數的物理概念，於是便發現了這個指標有許多缺點。

首先發生的問題，就是怎樣理解所採礦體的水平面積  $S$  · 採取礦體的總水平面積，還是只考慮所採的那一部分水平面積呢？

因此就決定把礦體的有效面積與總面積區別開。公式中若採取礦體的有效面積，便得出採礦面積的實際開採係數；公式中若採取礦體的總面積，則得到總開採係數，這一開採係數顯然小於實際開採係數。

有色金屬礦石的體重不一致，這也影響開採係數用作開採強度指標，因為採礦工作 1 年下降深度，是以礦石的體重和採礦回收率除開採係數而得出的。開採係數作為一個開採強度指標的缺點，是它不估計礦體的厚度與傾角，但礦體的厚度與傾角毫無疑問對開採強度有影響。

有相當多的著作研究開採係數。最著名的是 И. А. 庫茲涅佐夫教授的著作，А. И. 斯捷森柯教授的著作，B. K. 布奇涅夫副教授的著作及其他人的著作。大多數研究者認定，決定開採係數的主要因素，是採礦方法，而每一種採礦方法只能在大致類似的礦山地質條件下選用。他們認為每一種採礦方法都有一定的開採係數。但是實際上正如統計資料所證明，在採礦技術條件大致相同的礦山所採用的同一種採礦方法，它的開採係數波動很大，因此，很難利用開採係數來確定礦山的年產量。

例如，根據 R. Г. 布波克工程師的資料〔9〕<sup>●</sup>，在斯大林黃銅礦，水平分層充填採礦法的開採係數為 66.7 噸（1 年從 1 平方公尺水平面積採出的礦石），而在五一礦水平分層充填採礦法的開採係數等於 154 噸礦石；1938 年分層崩落採礦法的開採係數，在南卡爾普森斯克礦為 81.8 噸礦石，而在傑格嘉爾礦為 28 噸。

研究結果證明，開採係數的這樣大的波動範圍與採礦方法的關係最小。例如，在五一礦開採係數之所以大，是因為同時開採四個中段；在傑格嘉爾礦開採係數之所以小，是因為礦床水平面

● 數字是書末參考文獻的編號——譯者。

積的利用率只達到25%。

因此，用開採係數確定金屬礦床的開採強度時，開採係數的值根據採礦實踐的統計資料選取，因為按照採礦實踐可以判斷具體採礦技術條件下的開採係數值。

曾試圖用計算法求出開採係數，然後再用此係數確定礦山的年產量，但這種嘗試未成功。蘇聯科學院通訊院士 M. H. 阿果什柯夫研究了開採係數與採礦過程的關係，他得出這樣一個結論：「這個求開採係數的方法（計算法——作者註）並沒有意義，對於最終目的（確定礦山的年產量）也毫無用處」[1,29頁]。

由此得出結論：把開採係數作為求開採強度的統計指標運用時，它的適用範圍很小，即使是很概略地確定礦山的年產量也很少運用這個係數。

蘇聯科學院通訊院士 M. H. 阿果什柯夫建議根據採礦工作 1 年下降深度估計金屬礦床的開採強度。這一指標的數值的求法與開採係數相同，也是根據適合所採礦體採礦技術條件的採礦實踐的統計資料來求。

年採深度（即採礦工作 1 年下降深度——譯者）的值按下式計算：

$$P_1 = \frac{A}{S \times \gamma \times \mu} \text{公尺}, \quad (3)$$

式中：A——礦山 1 年採出的純礦石，噸；

S——所採礦體的水平面積，平方公尺；

$\gamma$ ——礦石在礦體內的每立方公尺的重量，噸；

$\mu$ ——礦石回收率，它取決於採礦方法。

各礦山的工作實踐證明，在開採過程中，所採的礦產中混入廢石或為廢石所貧化，因此，1 年採出的礦石  $A_{\text{rox}}$  不是純礦石，而是貧化礦石。混入礦石中的廢石重量等於  $A_{\text{rox}} - A$ ，而廢石的重量對貧化礦石總重量的比等於：

$$\frac{A_{\text{rox}} - A}{A_{\text{rox}}} = \rho. \quad (4)$$

Н. И. 特魯什柯夫教授以爲〔2, 第二卷 324 頁〕, 貧化率是從探出礦石的純度方面說明採礦方法。

從公式 (4) 得出:

$$A = A_{\text{max}}(1 - \rho). \quad (5)$$

把 1 的值代入公式 (3), 得:

$$P_r = \frac{A_{\text{max}}(1 - \rho)}{S \times r \times \mu} \text{ 公尺}, \quad (6)$$

如果根據採礦技術條件類似的礦床的開採實踐知道了年採深度  $P_r$  的值, 年採量按下式計算:

$$A_{\text{max}} = \frac{P_r \times S \times r \times \mu}{1 - \rho} \text{ 噸/年}. \quad (7)$$

М. И. 阿果什柯夫整理了實踐的統計資料, 他以爲〔3〕厚 5 至 15 公尺、平均傾角  $60^\circ$  的金屬礦體的平均年採深度, 根據同時開採的中段數目之不同, 可按照表 1 來確定。

表 1

平均年採深度  $P_r$  (公尺) 與同時開採的中段數目的關係

| 厚 5 至 15 公尺的礦體<br>沿走向的長度, 公尺 | 1 個中段 | 2 個中段 | 3 個中段 | 備 考              |
|------------------------------|-------|-------|-------|------------------|
| 小於 500 .....                 | 20    | 30    | 35    | 平均傾角爲 $60^\circ$ |
| 自 500 至 1000 .....           | 18    | 25    | 32    |                  |
| 自 1000 至 1500 .....          | 15    | 20    | —     |                  |
| 大於 1500 .....                | 12    | 15    | —     |                  |

如果礦體的厚度與傾角不同於表 1 中所採取的, 則年採深度的值有變化。М. И. 阿果什柯夫建議用修正係數  $k_1$  和  $k_2$  求這類礦體的年採深度; 這兩係數分別估計礦體厚度變化及傾角的影響, 它們的數值列舉在表 2 及 2a 中。

表 2

各傾角的修正係數 $k_1$ 

| 修正係數        | 傾 角, 度 |     |     |     |
|-------------|--------|-----|-----|-----|
|             | 30     | 60  | 45  | 30  |
| $k_1$ ..... | 1.2    | 1.0 | 0.9 | 0.8 |

表 2 a

各種厚度的礦體的修正係數 $k_2$ 

| 修正係數.....   | 礦 體 厚 度, 公 尺 |             |            |              |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
|             | 薄<br>5公尺以內   | 中<br>5-15公尺 | 厚<br>15-25 | 極厚<br>25公尺以上 |
| $k_2$ ..... | 1.25         | 1.0         | 0.8        | 0.6          |

把修正係數  $k_1$  與  $k_2$  考慮在內, 根據年採深度能達到的礦山年產量按下式計算:

$$A_{\text{年}} = \frac{P_r \times k_1 \times k_2 \times S \times r \times \mu}{1 - \rho} \text{ 噸}, \quad (8)$$

把關於年採深度的統計資料積累後, 並作適當的整理, 根據年採深度確定開採強度的近似方法, 便可用來確定金屬採礦企業的生產能力, 並且此方法的精確性合乎實際要求。

按照採礦工作 1 年下降深度確定礦山年產量的例題:

1. 某礦山開採一薄礦脈。礦脈沿走向的長度為 800 公尺, 平均厚度為 1.2 公尺, 傾角為  $70^\circ$ ; 礦石的體重為 3.3 噸/立方公尺; 回收率等於 0.90; 貧化率等於 0.2。礦脈用水平分層充填採礦法開採, 同時開採兩個中段。礦脈的平均水平厚度為:

$$m_r = \frac{1.2}{\sin 70^\circ} \approx 1.28 \text{ 公尺}。$$

因此, 礦脈的水平面積  $S = 1.28 \cdot 800 = 1024$  平方公尺。根據表 1, 當薄礦脈沿走向長度為 800 公尺並同時開採兩個中段時, 採礦工作 1 年下降深度為 25 公尺。

根據表 2 用內插法求得礦脈傾角(70°)的修正係數 $k_1=1.08$ ;  
根據表 2a 礦脈厚度的修正係數 $k_2=1.25$ 。

按公式 (8) 礦山的年產量為:

$$A_{\text{rock}} = \frac{25 \times 1.08 \times 1.25 \times 1024 \times 3.3 \times 0.9}{1 - 0.20} \approx 128000 \text{ 噸。}$$

2. 某礦山開採兩個礦體。兩礦體的總長度為 2000 公尺;  
平均水平厚度為 20 公尺; 傾角為 60°; 礦石的體重為 3.5 噸/立方公尺, 回收率為 0.85, 貧化率為 0.15。把年採深度及修正係數 $k_1$ 和 $k_2$ (根據表 2 及 2a) 求出後, 按公式 (8) 計算礦山的年產量:

$$A_{\text{rock}} = \frac{12 \times 1.0 \times 0.8 \times 40000 \times 3.5 \times 0.85}{1 - 0.15} \approx 1340000 \text{ 噸。}$$

必須指出, 根據年採深度確定開採強度的方法中不考慮所採礦石的硬度, 但礦石硬度毫無疑問地影響年採深度。因此, 在確定年採深度指標時, 本來應該考慮礦石的硬度。

最後應特別指出: 只應在粗略的、近似的計算中, 例如在編製計劃任務書和作總計劃及其它時, 才可以用年採深度的方法來確定礦山的年產量。

**不分中段的開採。**根據年採深度確定礦山年產量的方法不適用於緩傾斜(小於 30°)及水平礦體。這一類礦體的生產量首先要根據礦體的尺寸, 以及與礦山合理生產年限相適應的礦山合理年產量來確定。在這種情況下, 所謂礦山的合理年產量, 就是保證 1 噸礦石成本達到最小限度的年產量。礦山的合理生產年限等於礦床的回收儲量除以礦山的合理年產量:

$$T = \frac{Q \times \mu}{A_{\text{rock}} \times (1 - \rho)}, \quad (9)$$

式中： $Q$ ——礦床的工業儲量，噸。

其它符號在上文已解釋過。在表 3 中列有金屬採礦企業的經濟上合理的生產年限，〔8, 第一卷表 144〕<sup>a</sup>。

表 3

經濟上合理的企業生產年限 ( $T$ 年)

| 礦山的年產量<br>千噸   | 深度小容易開拓 |       | 深度大，開拓和開採困難 |       |
|----------------|---------|-------|-------------|-------|
|                | 自       | 至     | 自           | 至     |
| 50—100 .....   | 3—4     | 8—10  | 4—5         | 12—15 |
| 100—200 .....  | 4—5     | 10—12 | 5—6         | 15—18 |
| 200—500 .....  | 5—6     | 12—15 | 6—8         | 20    |
| 500—1000 ..... | 8—10    | 15—18 | 10—12       | 25    |
| 1000以上 .....   | 12      | 20—25 | 15          | 30及以上 |

<sup>a</sup> 參看重工業出版社 1954 年出版的採礦手冊 (2) 表 144 —譯者。

## 第二章 確定礦山年產量的計算方法

上述確定礦山年產量的近似方法更用不變，基本上在作礦床估價、編製計劃任務書或作總計劃時使用。

要更正確的確定礦床的生產能力，可運用我國技術文獻中所載的幾種計算礦山年產量的方法。

回探或層煤礦床時，按照回探工作每年推進距離計算礦山的年產量：

$$A_{\text{rot}} = 2 \times h \times L \times p \times c \text{ 噸}, \quad (10)$$

式中：  $A_{\text{rot}}$ ——礦山的年產量，噸；

$h$ ——中段的斜高，公尺；

$L$ ——回探工作每年推進距離，公尺；

$2$ ——雙翼開採；

$p$ ——每平方公尺煤層的平均產量，噸；

$c$ ——儲量回收率。

由於金屬礦床形狀與類型極不一致，這個方法好像不能用來確定金屬礦山企業的年產量。

然而，正像蘇聯科學院通訊院士 M. H. 阿果什何夫所指出，“按照可能的回探工作綫及回探工作推進速度計算礦山年產量的方法”可以順利的應用於金屬礦床。

M. H. 阿果什何夫所提出的確定礦山年產量的計算方法概要如下〔1〕。

預先根據所採用的探礦方法，確定經常保持的回探工作綫的長度。為了便於計算，所有探礦方法按照回探工作步驟次數分為三類。回探工作綫的推進速度以逐項計算探礦工作的方法來確定，或根據礦山地質條件與探礦技術條件類似的先進礦山的實際工作資料來確定。得到回探工作綫長度（並考慮適用工作面）、它的生產能力及單位時間內推進速度的資料後，以這些資料為基

礎來確定礦井的採礦量，然後再根據企業的經濟上合理的生產量的要求，來修正這一採礦量。

M.H. 阿果什柯夫用一個例題〔1〕說明上述計算礦山年產量的方法，下面就是稍微簡化了的這個例題。

需要確定某一礦山的年產量。此礦山開採一個急傾斜(60°)的鐵礦體；礦體的平均厚度為 15 公尺，沿走向的長度為 600 公尺，礦石的體重為 3.5 噸/公尺<sup>3</sup>。

根據礦山地質條件，採用沿走向的小中段採礦法：採區的長度為 50 公尺，其中礦房間礦柱佔 8 公尺；中段高為 50 公尺；每一採區分為三個步驟回採：第一步驟是回採礦房；第二步驟是用深孔大崩落頂板礦柱並用小中段崩落法回採礦房底板礦柱；第三步驟是用分層崩落法回採礦房間礦柱，此時礦房已被廢石填滿。

礦山生產量的計算方法如下：

$$A_{\text{年}} = n_{11} \cdot \frac{z_{11}}{t_{11}} + n_1 \cdot \frac{z_1}{t_1} + n_2 \cdot \frac{z_2}{t_2} + n_3 \cdot \frac{z_3}{t_3} \text{ 噸/月},$$

式中： $n_{11}, n_1, n_2, n_3$ ——同時進行切採工作的採區數，同時處於第一個回採步驟的採區數，同時處於第二個回採步驟的採區數，同時處於第三個回採步驟的採區數；

$z_{11}, z_1, z_2, z_3$ ——一個採區中切採工作所攤的工業儲量，第一個回採步驟所攤的工業儲量，第二個回採步驟所攤的工業儲量，第三個回採步驟所攤的工業儲量，噸；

$t_{11}, t_1, t_2, t_3$ ——一個採區的切採工作所需的時間，第一個回採步驟所需的時間，第二個回採步驟所需的時間，第三個回採步驟所需的時間，月。

形成回採工作後並同時生產的採區總數按下式計算：

$$n = \frac{600 \times 1.5}{50} = 18 \text{ 個採區。}$$

因此：

$$n = n_a + n_1 + n_2 + n_3 = 18 \text{ 個採區。}$$

進行每項工作的採區數，可根據這樣一個前提來確定：

“處於每一回採步驟的採區數應與這些回採步驟所需的時間成正比”，即

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{t_1}{t_2}; \quad \frac{n_2}{n_3} = \frac{t_2}{t_3}.$$

由此得出：

$$n_n = \frac{t_n}{t_1}; \quad n_1; n_2 = \frac{t_2}{t_1} \cdot n_1; \quad n_3 = n_1 \cdot \frac{t_3}{t_1}.$$

代入上式後得

$$n = \frac{n_1}{t_1} (t_n + t_1 + t_2 + t_3)$$

按此式可求出 $n_1$ ，而根據 $n_1$ 可求出進行其它各項工作的採區數。

一個採區中各項工作所需的時間，可用計算法求得，也可按照在類似條件下得出的實際數據規定。

在本例題中，根據實際工作數據取採區中各項工作所需的時間如下： $t_n = 4$  個月， $t_1 = 5$  個月， $t_2 = 6$  個月， $t_3 = 15$  個月，而處於第一回採步驟的採區數為：

$$n_1 = \frac{18 \times 5}{4 + 5 + 6 + 15} = 3.$$

於是進行其它各項工作的採區數為：切採  $n_n = 3$ ，第二回採步驟  $n_2 = 4$ ，第三回採步驟  $n_3 = 9$ 。

根據預先製好的採區中各項工作所攤的工業儲量表，已知  $z_n = 13100$  噸， $z_1 = 63000$  噸， $z_2 = 21500$  噸， $z_3 = 11900$  噸。

把求得的全部數值代入公式後，礦山的每月產量為：

$$A_{\text{в}} = \frac{13100}{4} \times 3 + \frac{63000}{5} \times 3 + \frac{21500}{6} \times 4 \\ + \frac{11900}{15} \times 9 = 69000 \text{噸},$$

而礦山的年產量（30% 備用工作面計算在內）為：

$$A_{\text{гор}} = 69000 \times 0.7 \times 12 = 580000 \text{噸/年}。$$

然後對求得的年產量作一般的校正，其目的是使年產量適合其它要求，並且證明求得的年產量同時是經濟上合理的年產量。

П. И. 高洛傑茨基教授〔5,236 頁〕講到確定礦山年產量問題時，把年產量看作“一個工作面的產量、一個採掘單位中生產的工作面數以及進行回採工作的採掘單位數目”的函數。П. И. 高洛傑茨基教授未提出表示這些數值之間一般關係的準確公式，他用具體例子說明了根據一個採礦工作面、一個採區或其它採掘單位的可能產量，確定礦山企業技術合理生產量的方法。П. И. 高洛傑茨基提出的方法可歸納到根據同時生產的採區數目確定礦山年產量的一類方法。

為了避免在簡要的敘述中可能歪曲П. И. 高洛傑茨基教授提出的確定礦山年產量的方法之實質，我們不來說明原著中〔5,264—273 頁〕運用這個方法的具體例子，而只把原著介紹給讀者。

我們所提出的確定礦山年產量的計算法之概要如下。

根據採礦方法，把礦體分成採掘區或採區來開採。在計算中採取平均尺寸的採區。在運用現代化採礦技術和社會主義勞動組織的基礎上，並估計到一切可能性，來詳細計算（按照表4格式的順序）一個採區中採礦準備工作、切採工作及回採工作可能採出的礦石量。得出的數據，就是為確定一個採區和礦山每班產量而進行全部計算的原始數據。

根據礦山的每班產量和每年的工作班數容易確定礦山的年產量，此年產量是技術上可能達到的最大年產量。

用這種方法求得礦山年產量後，要從經濟合理性方面進行批

判評價及校正，並使它既適合中段的採礦準備期限，又適合總生產年限。

採礦工作的實踐證明，如果礦層或礦體不太小，則不管回採方法如何，都要把它們劃分為採區，其尺寸決定於所採用的採礦方法。大家知道，採用聯合採礦法時，一個採區的各部分可能用不同的採礦方法來採。可是，既然各採區用同樣方法開採，那麼這就不能妨礙使用我們所提出的方法，這可從下文得知。

大家知道，採區中的儲量用地下巷道準備並按照採礦準備程度分類，於是根據巷道的種類，分為採礦準備工作採出的礦石，切採工作採出的礦石和回採工作採出的礦石。在實際中採用以下的巷道分類：

採準巷道（沿脈巷道，穿脈巷道，天井），這類巷道把礦床分割為中段、小中段和採區；

切採巷道，這類巷道位於準備的採區中，供回採工作用；

回採巷道，其用途是採出採區中的主要儲量（這類巷道的特點，是有兩個或數個自由面）。

在下文可以看到，巷道分類在我們所提出的確定採區（或礦山）產量的方法中有很大的意義。在許多場合由於不能明確地區分切採巷道與回採巷道，妨礙正確的分配這些巷道。在這種情況下，應根據巷道在具體採礦方法中的用途，把它劃入這一類或那一類。

例如，在小中段採礦方法中，可以把分割槽劃到回採巷道類。可是，在正常條件下，分割槽的掘進工作結束前不能進行回採工作，因此，把分割槽劃到切採巷道較合理。採用留礦採礦方法時，礦房拉底用的和開鑿漏斗口用的巷道應算作切採巷道，因為只是把這些巷道開完後才能進行回採工作。

正確進行採礦工作，是我們所提出的確定礦山生產量的方法之基礎，因此，礦山的每項工作（採礦準備工作，切採工作和回採工作）的每班產量，必須與該項工作在採區總採礦量中所佔的百分比成正比。