

採礦手冊

〔 2 〕

A. M. 切爾皮果列夫 主編
H. A. 耶 爾 切 夫

冶 金 工 業 出 版 社

探 礦 手 冊

(2)

院 士 А. М. ТЕРПИГОРЕВ

主編

工程師

Н. А. ЯРЦЕВ

中 央 重 工 業 部 翻 譯 室 譯

冶金工業出版社

譯 者 的 話

本書由我室侯煥閣根據蘇聯冶金出版社1952年出版的採礦手冊第六——九章譯出，經中南礦冶學院採礦系張永高、汪錦璋校閱。

中央重工業部翻譯室

院士 А. М. Терпигорев 工程師 Н. А. Ярцев

СПРАВОЧНИК ПО ГОРНОРУДНОМУ ДЕЛУ

Металлургиздат (Москва 1952)

採 礦 手 冊 (2)

重工業部翻譯室 譯

1954年10月第一版 1958年7月大連第五次印刷 3,000冊 (累計12,379冊)

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{25} \cdot 220,000$ 字 • 印張12 • 定價 (10) 1.80元

旅大日報印刷廠印

新華書店發行

書號: 0208

冶金工業出版社出版 (地址: 北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

目次

第六章 採礦法	1
第二十三節 採礦法分類	1
§ 90 定義及分類法	1
第二十四節 空場法	4
§ 91 全面法	4
1. 本法簡述	4
2. 適用條件	6
3. 優點	6
4. 缺點	7
5. 實例	7
§ 92 房柱法	9
1. 本法簡述	9
2. 適用條件	12
3. 優點	12
4. 缺點	12
5. 實例	13
§ 93 橫撐支柱上向梯段採礦法	22
1. 本法簡述	22
2. 適用條件	25
3. 優點	25
4. 缺點	26
5. 實例	26
§ 94 下向梯段採礦法	28
1. 本法簡述	28
2. 適用條件	30
3. 優點	30
4. 缺點	30
§ 95 分段採礦法（平巷分段採礦法與 橫巷分段採礦法）	30

1. 本法簡述	30
2. 適用條件	40
3. 優點	40
4. 缺點	40
5. 實例	40
§ 96 地下漏斗採礦法	52
1. 本法簡述	52
2. 適用條件	52
3. 優點	53
4. 缺點	53
5. 實例	53
第二十五節 留礦法	54
§ 97 自回採工作面崩礦的留礦法	54
1. 本法簡述	54
2. 適用條件	61
3. 優點	62
4. 缺點	62
5. 實例	63
§ 98 自準備巷道崩礦的留礦法	67
1. 本法簡述	67
2. 適用條件	72
3. 優點	72
4. 缺點	73
5. 實例	73
第二十六節 充填法	77
§ 99 水平分層充填法	80
1. 本法簡述	80
2. 適用條件	86
3. 優點	87
4. 缺點	87
5. 實例	87
§ 100 傾斜分層充填法	92
1. 本法簡述	92

2. 適用條件	98
3. 優點	98
4. 缺點	98
5. 實例	99
§ 101 上向梯段充填法	102
第二十七節 支柱法	103
§ 102 方框支柱法	103
1. 本法簡述	103
2. 適用條件	112
3. 優點	112
4. 缺點	113
5. 實例	113
§ 103 水平橫撐支柱法	116
1. 本法簡述	116
2. 適用條件	118
3. 優點	118
4. 缺點	118
5. 實例	118
§ 104 水平分層支柱法	119
1. 本法簡述	119
2. 實例	121
第二十八節 崩落法	121
§ 105 分層崩落法	121
1. 本法簡述	121
2. 適用條件	144
3. 優點	144
4. 缺點	145
5. 用分層崩落法開採容易自燃的礦石時必須採取的措施	145
6. 實例	145
§ 106 單分層回採並崩落頂板的壁式採礦法 (開採水平礦床用)	154
1. 本法簡述	154
2. 崩落頂板的長壁式採礦法之適用條件	157

3. 優點	157
4. 缺點	158
5. 實例	158
§ 107. 分段崩落法	164
1. 本法簡述	164
2. 適用條件	182
3. 優點	183
4. 缺點	183
5. 實例	184
§ 108 階段崩落法	189
1. 本法簡述	189
2. 適用條件	201
3. 優點	201
4. 缺點	202
5. 實例	202
第二十九節 聯合採礦法	214
§ 109 把留在礦房中的礦石以及礦柱中崩落的礦石 同時自採區放出的聯合法	214
1. 本法簡述	214
2. 適用條件	221
3. 優點	222
4. 缺點	222
5. 實例	222
第三十節 各採礦法的指標	224
§ 110 蘇聯各礦所用採礦法的比重	224
§ 111 有色金屬礦所用各採礦法的平均技術經濟指標	225
第七章 採礦法選擇	226
第三十一節 採礦法選擇	226
§ 112 根據採礦技術條件而可採用的各種採礦法之 初步選擇	226
1. 圍岩與礦石的物理性質	226
2. 傾斜度	227

3. 礦體厚度	227
4. 礦體中礦石埋藏的連續性	227
5. 礦體中有用成分的分佈	229
6. 礦體的輪廓以及礦石與圍岩之間的接觸面	229
7. 礦石的礦物學成分與化學成分	230
8. 開採深度	230
9. 上部岩石與地表因採礦而破壞的可能性	231
§ 113 採礦法的比較評價	233

第八章 礦石的損失與貧化

第三十二節 礦石的損失與貧化	243
§ 114 損失與貧化的計算	243
§ 115 損失與貧化的估計	243

第九章 礦山企業的生產量

第三十三節 礦山企業生產量的決定	250
§ 116 總則	250
§ 117 與礦石質量有關的企業礦石和成品產量	250
§ 118 與礦藏量及生產期限有關的礦山企業生產量	251
§ 119 經濟上合理的生產量與礦山生產期限的確定	252
1. 達到全設計採礦量前時期的影響	257
2. 礦床礦藏量可能增加的影響	258
3. 礦石加工條件與費用的影響	259
4. 基本建設費投資時間的影響	259
5. 礦山技術組織構成的影響	260
§ 120 經濟上合理的礦山企業生產期限	260
§ 121 工業礦藏量可變時礦山企業經濟上合理的 生產量規定方法的概述	261
§ 122 對根據採礦可能性能達到的礦山年產量 有影響的因素	261
§ 123 根據採礦強度決定礦山年採量	262
§ 124 根據回採工作的發展條件決定礦山年採量	266

1. 總則	266
2. 緩傾斜礦床的全面法與沿走向長壁式採礦法	268
3. 緩傾斜礦床與水平礦床的礦房式採礦法	269
4. 急傾斜與傾斜金屬礦床分採區回採的採礦法	270
5. 分二個步驟進行回採的採礦法	272
6. 備用工作面與採區的數目	273
§ 125 根據新水平層與採區開拓與準備條件 保證規定採礦量	274
§ 126 檢驗礦山生產力與準備和回採發展條件 是否協調的例題	274
名詞對照表	283

第六章 採礦法

第二十三節 採礦法分類

§ 90 定義及分類法

凡以一定次第與順序在礦層與圍岩中掘進的回採巷道與準備巷道之總和稱為採礦法。

各種分類法的基礎為下列各原則：

1. 採空區支撐方法 (H. И. 特魯什科夫教授等人的分類法)。
2. 崩礦方法 (Г. А. 祖魯吉捷教授的固體礦產所用統一分類法)。
3. 礦床的尺寸與形狀 (克萊因教授的分類法)。
4. 上述特徵中的某幾個與其它若干特徵之結合 (И. А. 庫茲涅佐夫教授等人的分類法)。

雖經多人的努力並在 [礦山雜誌] 上爭論甚久，然至目前為止，尙無一種相當完善的採礦法分類法出現。

探其原因，實為金屬礦床地質與採礦技術條件之千差百異，因此不得不使用為數極多的採礦法及其方案，而 [採礦法] 這一概念 (見上) 的實質又使這一情況更形複雜，因為這一概念本身就包含着一套複雜的採礦準備與回採工作以及進行準備與回採工作的一定順序。

在蘇聯採礦技術書籍 (Г. А. 祖魯吉捷教授的著作除外) 中，應用最廣的是以採空區支撐方法為基礎而又經某些人作若干修改的分類法。

最詳細的分類法乃為 H. И. 特魯什科夫教授的採礦法分類法，該法曾於 1946 年為有色冶金工業人民委員部技術會議推荐使用。

H. И. 特魯什科夫教授的分類法

A. 自然支撐回採場的採礦法

I. 不留礦柱的空場法

1. 小礦體的空場法。
2. 分段採礦法 (從平巷或從橫巷逐段崩礦)。

II. 留礦柱的空場法

3. 不規律留礦柱的全面法。

4. 有規律留礦柱的房柱法。
- B. 非自然支撐回採場的採礦法
5. 留礦法:
 - a) 隨後不充填;
 - 1) 留礦柱;
 - 2) 不留礦柱;
 - 6) 隨後充填;
 - b) 階段全面留礦法。
6. 充填法(分層開採並同時充填):
 - a) 水平分層:
 - 1) 無支柱;
 - 2) 有支柱;
 - 6) 傾斜分層:
 - 1) 無支柱;
 - 2) 有支柱;
 - a) 垂直分條;
 - r) 緩傾斜礦體全面回採(用寬場子)並充填;
 - a) 選別回採。
7. 橫撐支柱法(中厚窄礦脈):
 - a) 傾斜橫撐支柱;
 - 6) 水平橫撐支柱。
8. 方框法
 - a) 有充填:
 - 1) 水平分層;
 - 2) 傾斜分層;
 - 3) 垂直分條;
 - 6) 不充填。
- B. 崩落法
9. 分層崩落法(自上而下逐層開採、崩落上部岩石並利用假頂):
 - a) 用進路回採;
 - 6) 用寬場子回採;
10. 分段崩落法(自上而下逐段開採並局部崩落礦石)。
11. 階段或採區崩落法:

- 1) 崩至主要水平層;
- 2) 崩至溜礦道或樹枝狀天井。

Г. 聯合法

支撐回採場的採礦法可與崩落法聯合使用（大致是在開採厚礦床時），例如礦房用留礦法回採而礦柱用崩落法回採，或者用充填法回採礦房，而礦柱則用分層崩落法回採等；此時，所聯合使用的各採礦法中之每一法均為全部採出礦體所必需。聯合採礦法有：

- а) 各地下採礦法的聯合採礦法；
- б) 地下採礦法與露天採礦法之聯合採礦法。

表 121

金屬礦床地下採礦法的分類法

類 別	採 礦 法 名 稱
I. 空場法	1. 全面法 2. 房柱法 3. 橫撐支柱上向梯段採礦法 4. 下向梯段採礦法 5. 分段採礦法 6. 地下漏斗採礦法
II. 留礦法	7. 自回採工作面崩礦的留礦法 8. 自準備巷道崩礦的留礦法
III. 充填法	9. 單分層回採並充填的壁式採礦法與全面法 10. 水平分層充填法 11. 傾斜分層充填法 12. 上向梯段充填法
IV. 支柱法	13. 方框法： 1) 不充填 2) 充填 14. 水平橫撐支柱法 1) 不充填 2) 充填 15. 水平分層支柱法： 1) 不充填 2) 充填
V. 崩落法	16. 單分層回採並崩落頂板的壁式採礦法與全面法 17. 分層崩落法 18. 分段崩落法 19. 階段崩落法 1) 自然崩落 2) 強制崩落
VI. 聯合採礦法	在一個步驟中混用幾種採礦法來開採採區（礦房與礦柱）

本手冊中所採用的分類法是根據採空區支撐方法而作的，更確切地說，是根據地層壓力控制方法而作的（表 121），它以 H. H. 特魯什科夫教授的分類法為基礎（考慮到了近年來我國的採礦實際工作並對 H. H. 特魯什科夫教授的分類法中之某些缺點作了修改）。

本分類法同樣也不是一種完善的方法，但它有一個優點，即在本分類法中，各類採礦法的構造特點以及使用各採礦法的採礦技術條件區分得較為清楚。

第二十四節 空場法

§ 91 全面法

1. 本法簡述

開採井田或其階段時，不分礦壁或採區；開採工作或自井田界線開始或向井田界線進行。

使用本採礦法時，可根據採礦技術條件留或不留礦柱。

在礦體內掘進的平巷須有礦柱保護，礦柱之寬不得小於 3 公尺（技術操作規程：§ 454）。

開採圍岩穩固的小礦體時，無支撐採空區的必要，此時可使用不留礦柱的全面法。

礦體成水平狀時，採礦準備工作就是在礦體中掘進橫巷。自橫巷開始向一側或向二側進行回採（圖 205）。

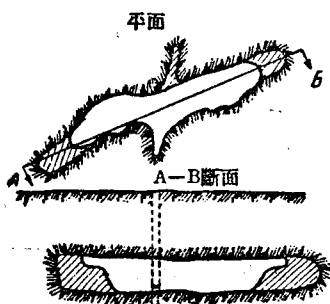


圖 205 開採水平礦床時不留礦柱的全面法

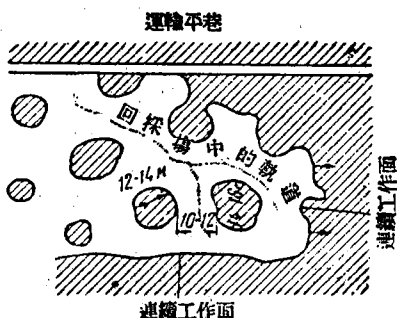


圖 206 開採水平礦床時無規律留礦柱的全面法

礦床如為傾斜礦床或緩傾斜礦床，則採礦準備工作就是在每一翼掘進運輸平

巷及切割天井，自切割天井開始以連續工作面在階段全高上回採。開採薄礦體時，可隨回採工作之推進而用橫撐支柱逐步支撐頂板。

使用留礦柱的全面法時，礦柱之位置或有規律或無規律。用這種採礦法開採水平礦床的標準方式（圖 206）為：以一個連續工作面或許多工作面來開採礦體；工作面自運輸平巷開闢並在必要時留礦柱（通常每隔 10—20 公尺留一個礦柱）。

開採傾斜及緩傾斜礦床時，沿逆傾斜或沿走向開採階段（後者較便於耙子運輸）（圖 207）。

礦床厚度在 3 公尺以下時，回採在全厚上進行，如厚度在 3 公尺以上，則以下向梯段式或上向梯段式工作面進行（技術操作規程，§455）。在後一種情況下應開闢前進工作面（在礦體頂板下或底板附近），該工作面須超前 3—4 公尺，其高不得大於 2.5 公尺（技術操作規程，§456）。

前進工作面中一般用重型平柱式鑿岩機崩礦。使用下向梯段回採法時，梯段的寬度不得小於 1.5 公尺（技術操作規程，§458）。梯段上所鑿的砲眼通常是向下砲眼或向下砲眼與水平砲眼。

使用上向梯段回採法時，梯段鑿岩方式為：工人站在採下礦石上鑿向上砲眼或水平砲眼。

礦柱的尺寸以及礦柱間的距離取決於礦石與礦體頂板與底板岩石的物理性質，也取決於礦床面積與開採深度。

目前有一種想利用夾石與貧礦地段做礦柱的趨勢。礦（岩）柱如為圓形，則其直徑為 3—18 公尺，礦（岩）柱間的距離為 5—15 至 20—30 公尺。

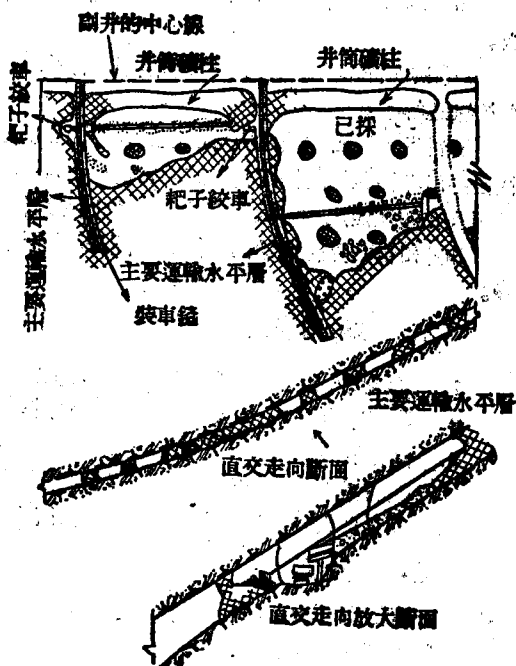


圖 207 開採傾斜及緩傾斜礦床時
無規律留礦柱的全面法

爲加強支撐頂板並爲減少礦柱數目，可使用剔出岩石製成的柱子（各角上帶有混凝土小柱子）、整體或拼合（由圓塊拼合）的混凝土柱子與支柱。在實際工作中有一種方法，即開採深度很大的薄礦床時，僅用剔出岩石製成的柱子來支撐採空區。在這種情況下，用剔出岩石製的柱子來代替礦柱，可防止礦石與岩石突然崩下，除此而外，還可大大提高礦石的回收率。

用全面法開採厚度在 4—5 公尺以上的礦床時，要加強支撐頂板是極其困難的，並且頂板的檢修工作也難於進行，因此，更迫切地要求頂板岩石與礦石穩固。而由於這一點，所以要在頂板下掘進前進工作面時用特製吊盤來仔細修理頂板。

爲裝運礦石，須用耙子與裝車機來配合軌道礦車搬運，用運輸機與鐵來配合溜槽搬運等等。

所留貴重礦石的礦柱視可能性的大小而在廢除井田（或其階段）時開採。礦柱自井田界線開始開採，其方式通常爲：沿每一礦柱的周邊逐漸崩礦，而採空區則用設在礦柱四周的木樑、頂柱或混凝土柱子來臨時支撐。

如井田自其界線開始向井筒方向開採，則支撐礦柱中礦石的損失率要小得多。

2. 適用條件

1. 傾斜度小於 $38-40^\circ$ ，此時礦石不會沿工作面的底板滾下。
2. 礦床厚度在 5—7 公尺以下（技術操作規程，§ 451）。
3. 兩盤岩石穩固。
4. 礦石穩固（用上向梯段式工作面開採厚礦床時）。
5. 如須留大量礦柱，則礦床中之礦石不得爲富礦。

3. 優點

1. 鑿岩工的勞動生產率高。
2. 採礦準備工作量不大。
3. 可廣泛使用裝車機械。
4. 採礦成本低。
5. 可全部採出形狀不規則的礦體。
6. 可用夾石與非工業礦石地段來代替礦柱。
7. 可在回採工作面中手選礦塊^①，並把剔出岩石留在採空區中。

註① 礦塊。凡不加區分而混合開採並混合送到地面的礦石與廢石統稱爲礦塊，又名毛礦——譯者

8. 可使用選別回採法。

9. 通風良好。

4. 缺點

1. 礦柱中的礦石損失率大。

2. 礦床厚度在 4—5 公尺以上時，很難檢查頂板情況。

3. 因無採區天井，所以不能順路往上探礦。

5. 實例

全面採礦法在我國的採礦工業中使用不廣。

1. 卡查赫斯坦銅礦可作為使用這一採礦法的一個例子（圖 208）。

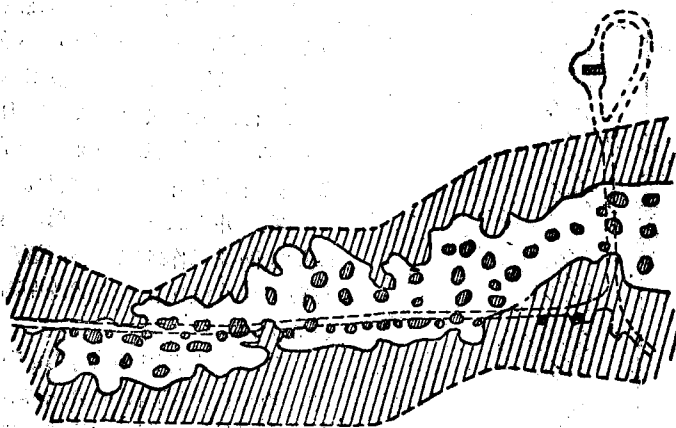


圖 208 無規律留礦柱的全面法

該礦床的含礦層為細粒灰長石砂岩，其硬度與穩固性均甚大。圍岩基本上是穩固的。礦體傾斜度為 $0-9^{\circ}$ 至 25° （很少達 45° ）。

礦床厚度為 0.5 公尺至 10—12 公尺。無規律留礦柱的全面法使用於幾個老井上，這些老井所在的礦體的厚度為 2.5—3.5 公尺，在個別地段上達 8—12 公尺。所留礦柱間的距離為 10—12 公尺。所有礦柱的面積為開採總面積的 7—8%，厚度在 3 公尺以下的地段用工作面在全厚上回採。崩礦用水平砲眼與微傾斜砲眼進行。厚度在 3 公尺以上的地段用下向梯段式工作面回採。在頂板下掘進前進工作面的工作超前 5 公尺，掘進時用深 1.5—2 公尺的砲眼崩礦。梯段用深為 2.5—

3至5—7公尺的砲眼爆破。因為使用了深砲眼，所以工作面的生產率大大提高。礦石用直接進入回採工作面的礦車搬運。

2. 另有一種全面回採並使用鑿岩運輸機(ETA)的採礦法^①。烏拉爾錳礦在世界上首先使用了這一採礦法，把它用來開採一個急傾斜薄礦脈。

該礦脈的平均厚度為0.15—0.16公尺。傾斜度為85°。礦石與圍岩之 $f=10-12$ 。礦脈與圍岩的接觸面不明顯。

採區或階段的採礦準備工作(圖209)為：

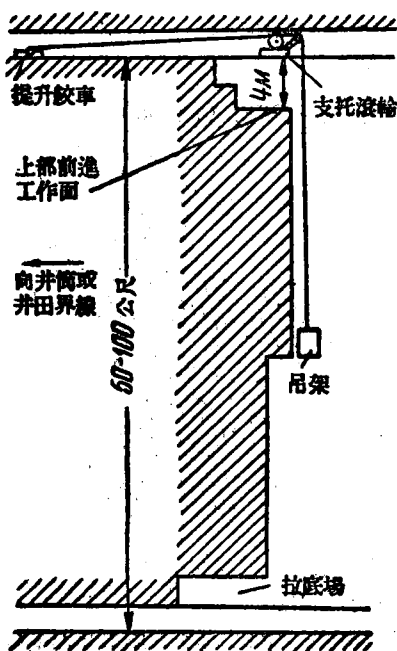


圖209 全面回採並使用鑿岩運輸機的採礦法

各砲眼之間的距離為0.7—0.8公尺。自吊架在砲眼中裝藥。砲眼用電力成組起爆(自上部水平層起爆)。

鑿岩運輸機由三個主要部份構成，即：吊架、支托滾輪與提升絞車。

註① 本法為莫斯科斯大林礦業學院金屬採礦教研室提出並設計。本法在一定條件下可算是全面採礦法的一種。

1. 掘進分割天井並在運輸平巷頂板上給採區拉底，拉底長度為8—10公尺；

2. 在採區上部造成前進梯段，其寬相等於回採場的寬度，其高為4公尺左右，超前於回採工作線7—8公尺。

回採工作，即鑿岩爆破工作，從吊架上進行，吊架藉提升絞車之力沿工作面移動，而提升絞車則位於上部水平層，距分割天井30—35公尺。

在天井上裝一支托滾輪，這一支托滾輪隨回採工作線之推移而逐漸向絞車移動，但滾輪與絞車之間的距離不得小於5公尺。

階段可自井田界線開始向井筒開採，也可自井筒開始向井田界線開採。但或此或彼，絞車總要安設在礦柱上，這樣就能使工作最簡單而又最安全。

採區分成幾個各寬1.5—2.5公尺的分帶自下而上開採。砲眼深度為1.6—2.6公尺，砲眼錯開排列，一排砲眼中