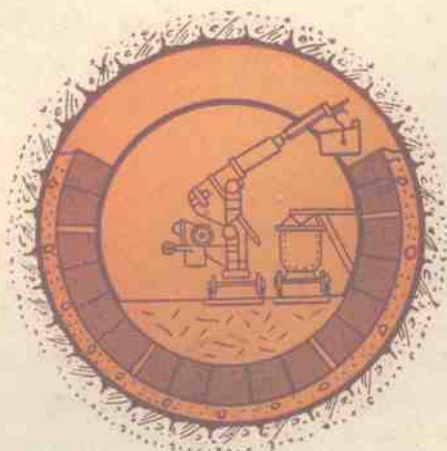




支柱工讀本

Л. Я. 塔拉索夫 著

熊仲炎 譯

冶金工業出版社

支 柱 工 讀 本

Л. Я. 塔拉索夫 著

熊 仲 炎 譯

蘇聯部長會議勞動後備管理總局教學方法司批准
作為礦山技工學校培養礦工業支柱工的教材

冶金工業出版社

本書簡短地敘述了地質和礦業知識。對於支柱材料及其合理使用的範圍作了必要的講述。詳細地敘述了主要巷道、準備巷道及回採巷道的支護方法。此外還詳細地介紹了支柱工勞動組織的先進方法以及巷道支護工作的安全規程。

本書可作為金屬礦山支柱工生產技術學習的教材。

Л.Я.ТАРАСОВ: КРЕПИЛЬЩИК
Металлургиядат (Москва—1974)

支柱工讀本 熊仲炎 譯

1976年3月第一版 1976年10月北京第二次印刷 1,513 冊 (累計3,053冊)

787×1092 • $\frac{1}{25}$ • 212,000字 • 印張9 $\frac{17}{25}$ • 定價 (10) 1.50元

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行 書號 0390

冶金工業出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

目 錄

引 言	7
第一節 採礦工業發展史簡述	7
第二節 採礦工業對蘇聯國民經濟的意義及其發展前途	8
第三節 支柱工的工作及其意義	10
第一編 採礦工作的一般概念	
第一章 岩石與金屬礦床、岩石的特性	12
第一節 地球地質構造的基本概念	12
第二節 有益礦物和廢石、礦床的埋藏要素	14
第三節 岩石的主要物理機械性質及其分類	19
第二章 普查勘探工作	25
第一節 普查和勘探的意義	25
第二節 普查勘探工作進行的方法	25
第三節 有益礦物埋藏量和埋藏量分類的總論	28
第三章 採礦工作、巷道及其用途	30
第一節 露天和地下開採法	30
第二節 礦山巷道	30
第三節 地下巷道的分類	31
第四節 巷道橫斷面的形狀和尺寸	33
第五節 採礦工作、機械和工具	39
第六節 巷道掘進	43
第四章 金屬礦床的開拓與開採方法	59
第一節 礦床的開拓與採礦準備	59
第二節 井田、階段、礦段	61
第三節 金屬礦床開採法	64
第五章 礦山運輸	77
第一節 總論	77
第二節 軌道	77

第三節 礦車	82
第四節 機車運輸	85
第五節 繩索式運輸和傳送式運輸	87
第六章 井下巷道通風、防塵和井下照明	89
第一節 井下巷道通風	89
第二節 防塵辦法	96
第三節 井下照明	96

第二編 岩石壓力與礦山支柱

第七章 岩石壓力的基本概念	100
第一節 岩石的狀態	100
第二節 岩石崩落的形狀	100
第三節 天然均衡拱	102
第四節 初期和固定岩石壓力	102
第五節 礦山支柱上的岩石壓力及其最簡單的決定方法	103
第八章 井下採礦時岩石壓力的控制	107
第一節 總論	107
第二節 採空區的維持方法	107
第三節 用崩落法控制岩石壓力的方法	109
第九章 支柱材料	110
第一節 一般知識	110
第二節 木材	112
第三節 膠結質與灰漿	118
第四節 混凝土	120
第五節 天然石與人造石	125
第六節 金屬	126
第十章 水平巷道支柱	129
第一節 一般知識	129
第二節 木支柱	129
第三節 石支柱	150

第四節	混凝土支柱	154
第五節	鋼筋混凝土支柱	157
第六節	金屬支柱	159
第七節	混合支柱	163
第八節	大斷面巷道的支柱	167
第九節	彎曲、聯接和交叉處支柱	168
第十節	巷道的修理與重新支柱	171
第十一節	冒頂處支護	174
第十一章	垂直和傾斜巷道支柱	177
第一節	總的概念	177
第二節	木支柱	177
第三節	石、混凝土和鋼筋混凝土支柱	194
第四節	金屬支柱	197
第五節	石、混凝土和鋼筋混凝土支柱井筒的裝備	198
第十二章	回採巷道支柱	201
第一節	總的概念	201
第二節	橫撐支柱	201
第三節	金屬立柱	204
第四節	梁式支柱	205
第五節	用框架支柱	207
第六節	用方樑支柱	209
第七節	棚室支柱	215
第十三章	支柱工勞動組織和工作地組織	218
第一節	支柱工勞動組織的形式	218
第二節	生產定額與勞動工資制	220
第三節	支柱材料的運輸	225
第十四章	支柱工先進工作法	229
第一節	先進工作者、革新家的實際例子	229
第二節	支柱時採用工程師 А. Ф. 郭瓦廖夫的方法	231
第十五章	安全技術	237

第一節	巷道支柱安全規程·····	237
第二節	礦山巷道支柱修理·····	239
第三節	不幸情況下的急救·····	240
第四節	支柱工用電規程·····	240
第五節	事故防止和消除計劃·····	241
參考文獻	·····	242

引 言

第一節 採礦工業發展史簡述

在我們偉大祖國的領土上，自遠古時代就已經有了礦業。紀元前幾千年；在阿爾泰、中亞細亞、烏克蘭和高加索、以及其他地區曾開採鐵、銅、金和銀礦。

當時的某些古老礦山甚至維持到今日。例如：楚德人在阿爾泰和科爾希達開採有色金屬礦的礦場，西伯利亞和烏克蘭的古老礦山、阿爾切莫夫斯克附近的銅礦和頓涅茨礦區的硃砂礦，還在紀元前 2200—2600 年就已經開採。這些採礦場在當時即已達到巨大的規模。我國許多礦山在舊的礦坑和堆石場中發現了各式各樣的礦山工具：石和銅的斧、搗槌、臼。這些發現證明採礦事業在古代就有了廣泛的發展並使我們知道古代居住在地球上的人們所採用的開採工具和方法。

至今保存下來的年鑑中就有這樣的報導：古代在俄羅斯金屬的產量就已經能充分滿足國內與隣國貿易的需要了。

十六世紀莫斯科大公國的形成和曾在這時期成了世界強國的偉大俄國在經濟上蓬勃發展的時代（十七世紀末與十八世紀初），對俄國礦業的發展影響很大。

當時曾致力於找礦，並號稱「識礦能手」的俄羅斯人，發現了許多有益礦物的礦床。

十八世紀初，在白洛烏索夫斯克、斯曼諾爾、薩拉依爾、車列班諾夫等礦山，創立了第一批礦場學校。1773 年俄國開辦了最古老的高等礦業學校（現在的列寧格勒礦業學院）比美、英、法等國早得多。

與此同時，在俄國也出現了一些闡述礦坑支柱問題的最初的礦業科學著作。

偉大的俄國學者、祖國科學的奠基人、M. B. 羅蒙諾索夫在自己的出色著作「冶金或礦業初步基礎」（1763 年）中，指出了礦山支柱對採礦工作保安的重要意義。而創辦於 1825 年的、世界上最老的採礦技術雜誌「礦山雜誌」，從第一期開始就刊載了論述礦山支柱的

問題的文章。

1843 年，卓越的俄國學者和工程師 A. И. 烏沙切斯錫著了一本採礦工藝教科書，就其內容的完整和深入而論，超過當時國外的同類著作。在這本書中非常重視礦山支柱，引述了礦山支柱的各種式樣，並首先提供了計算公式。

1880 年 Г. Я. 達洛申科編著的採礦工程師技術員手冊中有關於礦部分特別重視礦山巷道支柱，並首先提出關於採用金屬立柱的問題。

在 М. М. 普洛托齊雅科諾夫教授的著作中，1909 年出版的「岩石對支柱的壓力」提供了第一部關於岩石壓力的研究著作。我們的同代人——П. М. 捷巴列維奇、В. И. 斯列薩列夫、Б. Н. 克拉馬列夫等學者，以及生產專家們，對於礦山支柱的改進，岩石力學的研究、計算方法的創造和岩石壓力定律的認識做了許多工作。

近 15—20 年來，蘇聯由於對金屬礦物原料需求的不斷增長、採礦機械化的廣泛推行和高度生產率的新採礦法的運用，大大地增加了金屬礦床開採工作的強度。因而產生了新的刻不容緩的任務，就是控制岩石壓力、採用新支柱結構及其在工作面中的先進設置方法。這些任務，我國正在用實現一系列的科學研究和實驗工作的方法有效地予以解決。

蘇聯的採礦科學和技術，在岩石壓力和巷道支柱方面（尤其在煤礦工業）就工作的規模和成績而論，在世界上是名列前茅的。

我們的學者和工程師有成效地研究着岩石壓力和礦山支柱的理論，因此幫助解決了許多有關發展採礦工業和為礦山創造安全條件的重要問題。

第二節 採礦工業對蘇聯國民經濟的意義及其發展前途

作為冶金工業原料基地的採礦工業對於蘇聯國民經濟具有決定性的意義。

為了冶煉鋼鐵、銅、鋁、鉛、鎢、鉍和許多其他金屬，需要有礦石。

缺乏這些金屬，整個國民經濟的發展便不可能，至少那些作為金屬的巨額消費者的國民經濟的主要部門的發展是不可能的。

黑色和有色金屬冶煉是最重要的重工業部門和整個國民經濟的主導部門。

從蘇維埃政權成立的第一天起，在國家採礦工業面前，就擺着擴大我國國民經濟原料基地的巨大任務。

第一個五年計劃期間、採礦工業保證了不斷發展國民經濟所需的原料，並與此同時建立了用最先進的技術配備的巨大的採礦企業。廣泛的普查和勘探工作提供了開發大量新礦床的可能性。因此我們蘇聯工業所必需的金屬礦石都有豐富的儲備量。

在偉大的衛國戰爭期間，採礦工業出產了充分數量的、為生產優等的坦克、飛機、大炮、彈藥和為粉碎德國法西斯侵略者與日本帝國主義所需的一切原料。

戰後採礦工業一日千里地發展着，大大地超過了戰前的生產水平。

就礦業生產水平而論，蘇聯取得了歐洲第一位，而就沉重工作的機械化水平而論，則居世界第一。

在蘇聯，不斷發展着的新企業的建設，要求繼續增加金屬出產量，因之必須繼續發展採礦工業。

為了滿足不斷增長着的國民經濟的需要，黑色和有色金屬產量在最近幾年間應當增加若干倍。

按照蘇聯發展第五個五年計劃，在 1951—1955 年規定生鐵產量較 1950 年約增長 76%，鋼約增長 62%。規定：「大大地擴大有色金屬生產。五年生產期間約增加以下數字：精煉銅 90% 鉛 1.7 倍，鋁不小於 1.6 倍，鋅 1.5 倍、鎳 53%、錫 80%」。

此外指明「……使採礦和沉重工作機械化，使生產過程緊張化，提高礦石中的金屬回收率，保證高級金屬產量的繼續增長，大大地擴大和改善現有企業能力的利用，並建設新的企業」（註）

註：第十九次黨代表大會關於 1951—1955 年蘇聯發展第五個五年計劃的決議，國家政治出版局 1952 年版第三頁和第六頁

支柱工的任務在於改進支柱技術、用機械化和改進工作組織的方法提高勞動生產率、並且利用和推廣先進工作法。

第三節 支柱工的工作及其意義

礦床開採方法的選擇，在社會主義條件下，以回採工作最正規、最安全和充分地取出礦床中的有用礦物為原則。要遵守這些條件，祇有在內井支柱工作組織良好，從而保證工人完全安全的情況下方為可能。

大多數礦山開採礦床時需要採用支柱。在礦石和圍岩足夠穩固的礦山進行採礦工作時不必支柱。例如庫爾斯克磁力異常礦山即為一例。

蘇維埃政府為了創造安全勞動條件，撥出了大批的經費，並責成企業領導者採用安全的採礦工作進行方法和安全的礦山設備。及時設置的可靠的支柱是井下安全工作的基本條件。

但是不祇是創造安全勞動條件需要巷道支柱。要使採掘工作正常進行，要從礦床中最充分地取出礦石，井下支柱工作非有良好的組織不可。巷道支柱工作的勞動力 and 材料成本佔全部採出礦石成本的 10—15%，某些礦山達到 20—35%。因此良好的支柱與巷道修理工作組織、所需支柱材料的正確選擇及其合理使用（如採用最適當的支柱結構），對降低採出礦石的成本，具有極其重大的意義。

支柱工的勞動生產力越高，則支柱工作的成本越低，而他的工資也越高。

支柱工作的質量，對其成本的降低，有巨大的影響。正確設置的支柱不需要或很少需要修理，並且修理費用總是便宜的。

支柱工是採礦時的主要職業之一。

支柱工的工作地點是主要、準備、開割、採掘巷道的掌子面。巷道掌子面的多樣性與工作地點的經常變更，這是支柱工作的重要特點。

這些特點當重說明，支柱工的勞動組織必須使工作地點的經常變更不致降低他的勞動生產率。

近年間，我國各個礦山，實行了許多用推行支柱工作機械化以及

採用先進的勞動組織的辦法以提高支柱工勞動生產率的措施。

支柱工革新者、烏克蘭加盟共和國最高蘇維埃代表、榮譽礦工、謝明·格里高利耶維奇·戈里巴里、A. A. 庫斯科夫斯基等，爲了增加勞動生產率和提高工作質量，研究並有成效地採用了巷道連續快速支柱法。

連續快速支柱法就是：採用工作隊的勞動組織；支柱工之間按他們的技術等級分配勞動；支柱構件加工和輔助工作廣泛利用機械。

由於我們礦山推行新的先進工作組織法，綜合工作隊（隊員除支柱工和鑿岩工外還有其他工人的工作隊）得到很普遍的採用。這種工作隊的工作之所以生產率高，是由於支柱工的良好精確的工作並按循環圖表組織工作的結果。

支柱工在工作面設置支柱中完成和超額完成定額，便創造超額完成任務的條件，可是工作面支柱工作停頓超過了規定的時間，便破壞了掌子面以後工作的完成。

爲了有成效的工作，支柱工首先應當好好地熟悉本行的技術和先進的勞動組織方法。

支柱時的勞動生產率，決定於支柱工的經驗與技術熟練程度、良好的工作地準備和正確的勞動組織。

支柱工是綜合工作隊完成礦石採掘任務的主力，責任重大。採掘礦段和整個礦山要求他們有高度的技術和普通的文化，深湛的理論知識和礦業實際知識。

提高支柱工技術熟練程度的主要方法之一就是研究和掌握革新者的先進工作經驗。在社會主義生產條件下，蘇聯礦工關心工作隊、礦段、礦山工作的成就，並樂意把自己的先進經驗介紹給別人。

在這方面，礦工可以得到蘇聯所有進行先進工作法科技生產宣傳的工程技術通體和刊物的幫助。

工人生產技術訓練教本就是支柱工提高自己學識的助手。

第一編

採礦工作的一般概念

第一章

岩石與金屬礦床

岩石的特性

第一節 地球地質構造的基本概念

在地表橫剖面上可以看到與地表交界的腐植層下面分佈着疏鬆的覆蓋沉積層，而其下為比較堅硬的原生岩（圖1）。

覆蓋沉積物係由黏土、砂、砂質黏土、黃土、礫石等岩石組成。它們分佈在原生岩上，通常把它們叫做沖積層和壤土層。

有時沒有覆蓋沉積物和腐植層而原生岩直接露出在地面上。一般覆蓋沉積物的厚度為10—25公尺。有時達70—150公尺和70—150公尺以上，而在稀有的情況下有數千公尺。

覆蓋沉積物常常有積水。在這種情況下，在它裡面掘進巷道是困難的。在這方面流砂是最困難的。

流砂（плавун）（註）就是浸滿水的岩石，在它裡面開掘巷道時

註：流砂——就是指一般顆粒直徑0.2—0.01公厘和更小的細沙與泥質、黏土質以及粘土、砂質粘土等的混合物。

出現頗大的移動性（подвижность）和流散性（пывучесть）。

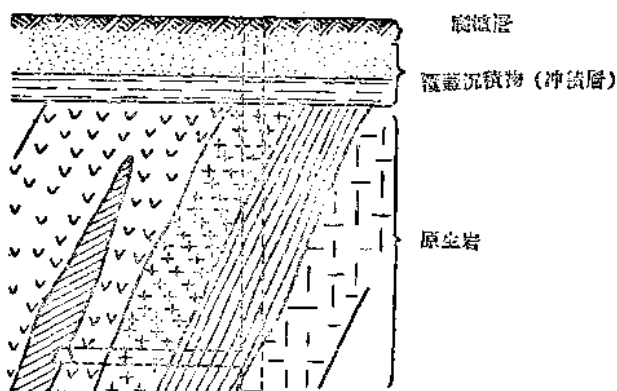


圖 1 地表橫剖面

流砂含 30—35% 體積的水，巷道通過流砂時，排水是困難的。流砂在覆蓋沉積物中的厚度變化的範圍很大，（通常 0.5 至 15 公尺）。

原生岩按其生成方式分為火成岩 沉積岩和變質岩。

火成岩 是由於熔融的岩漿從地球深處浸入地殼，在地殼的裂縫、空洞中或在地面冷凝的結果而成的。花崗岩、花崗閃長岩、玄武岩、輝綠岩、玢岩等即屬火成岩。

火成岩有緻密的、單一的或被裂縫所破壞的裂縫的。

緻密的單一岩石一般不含水，而在它裡面所開的巷道的特點就是穩固性大。開在裂縫岩裡的巷道，特別是如果裂縫內充滿水時，穩固性小並且必須有支柱，尤其是在穿過裂縫的地方，更有必要。

沉積岩 是由於火成岩破壞的產物或動植物的遺體在地面或河、湖海洋區沉積而成的。這類岩石的特點是：具有層理。屬於沉積岩的有砂岩、石灰岩、白雲石、石膏等。

沉積岩有緻密的、不透水的，（即不透水岩層），也有散布着各種裂縫的，水可沿着這些裂縫進入岩石。沉積岩具有這種裂縫時，可能是不穩固的，而在這種場合下在它裡面開掘巷道時要求特別小心並

應注意及時在巷道內建築支柱。

變質岩 是由於火成岩和沉積岩在地球深部受到高溫高壓作用形成的。屬於變質岩的有片麻岩、雲母片岩、滑石片岩、綠泥片岩、泥質頁岩等。變質岩的主要特徵就是在不同方向出現不同的物理機械特性。雲母片岩、綠泥片岩、滑石片岩和泥質頁岩在它上面受到濕空氣、特別是水的作用時，損失硬性並成為欠穩固的岩石。在這種情況下，巷道的掘進支柱和維持困難很大，因為它裡面的壓力頗大。

沒有散水、濕氣和地質破壞的變質岩常常是足夠穩固的，這時在裡面掘進巷道和支護巷道不會發生困難。

第二節 有益礦物和廢石，礦床的埋藏要素

自然界生成的物質，化學成分和物理性質同類者就稱之為礦物。自然界生成的大塊狀或由若干礦物組成的物質就叫做岩石。

例如：石英、雲母、長石等即為礦物，而由石英、雲母、長石等組成的花崗岩即為岩石。

在現代技術條件下，能從地球內取出並在工業數量上能滿足人類社會需要的礦物，叫做有益礦物。

礦業的基本任務就是採掘有益礦物。

有益礦物在工業、農業和日常生活中都有用途。

含有金屬或其它礦物質其量在現代經濟技術條件下，或從國民經濟需要出發，足供利用的有益礦物，就叫做礦石。為了從礦石裡面提取所含的金屬或礦物，礦石一定需要加工。

金屬礦石分為多金屬礦石和單一礦石。多金屬礦石含有幾種金屬，例如鉛、銅和金，而單一礦石祇含一種金屬。

包圍礦床的岩石或含在礦床內的岩石，如果它裡面不含有益礦物即或含有但其量不宜利用者，就叫做廢石。

有益礦物的定義是隨着採礦、選礦技術的發展和對其需要的增長而變化，並且由於機械化的發展、或開採較貧礦床的國民經濟必需性或經濟合理性而改變。

地壳岩層中的有益礦物天然聚集體，其量足夠工業上利用者就叫

做礦床。產出一種或多種金屬礦石的礦產地就叫做金屬礦床。

有益礦物礦床按其產狀分為規則的和不一規則的。礦層、層狀礦床即屬規則礦床，而扁豆礦、礦脈、礦株、礦囊等即屬不一規則礦床。

有益礦物被兩個大致平行的與周圍廢石接觸的平面所限制，這種產狀就叫做礦層（圖 2 I）。礦層的特點就是長度大，規模和形狀較規則。

成層礦床是由於礦物在水浸區底上沉澱的結果而成的。煤炭（例如頓巴斯、庫茲巴斯）、鉀鹽塊等，以及某些金屬礦（如克成鐵礦床）成層狀產出。

層狀礦床（圖 2 II）與礦層的區別在於走向與傾向延長受到限制而厚度不定。許多鐵礦床（如克里沃羅格）即成層狀礦床的形狀產出。

呈凸鏡或扁豆狀、規模頗大的礦床叫做扁豆礦（圖 2 III）。列文銅礦床可作為扁豆狀礦床之例。

地壳內被礦物充填的裂縫叫做礦脈（圖 2 IV）。裂縫可能被由溶液析出的沉澱物或溶岩漿充填。一般有色金屬及金礦等多成脈狀產出。礦脈與圍岩的接觸面就叫做脈壁。常常沿礦脈粘附着某種岩石，通常是粘土，這時，脈壁就是包圍礦脈的薄層粘土皮。

礦脈一般具有不一規則的形狀，如果它不分支脈就叫做單一礦脈（圖 2 IV a），如果它有支脈，就叫做複雜礦脈（圖 2 IV b）。

礦脈相互接近分佈的礦脈群叫做脈系（圖 2 IV c）。

脈系中最大者一般叫做主脈。

形狀不一規則、長度比較不大而厚度頗大的礦床就叫做礦株（圖 2 V）。有色金屬礦床、鐵礦床、岩鹽等多成礦株狀產出。廢石中散點的有益礦物包裹體叫做礦巢（圖 2 I）。例如都拉和利彼茨克鐵礦床即成礦巢產出。

礦床周圍的岩石叫做盤岩。埋藏在礦層上面的岩石叫做頂盤，而在礦層下面的岩石或被墊在礦層下面的岩石，就叫做底盤（圖 2 I）。

礦層（礦床）的厚，叫做它的厚度。厚度分為真厚（或叫做法線厚度）和水平厚度。真厚是沿礦層頂底盤之間的垂綫測量的，而水平厚度是在水平面上測量的（圖 3）。

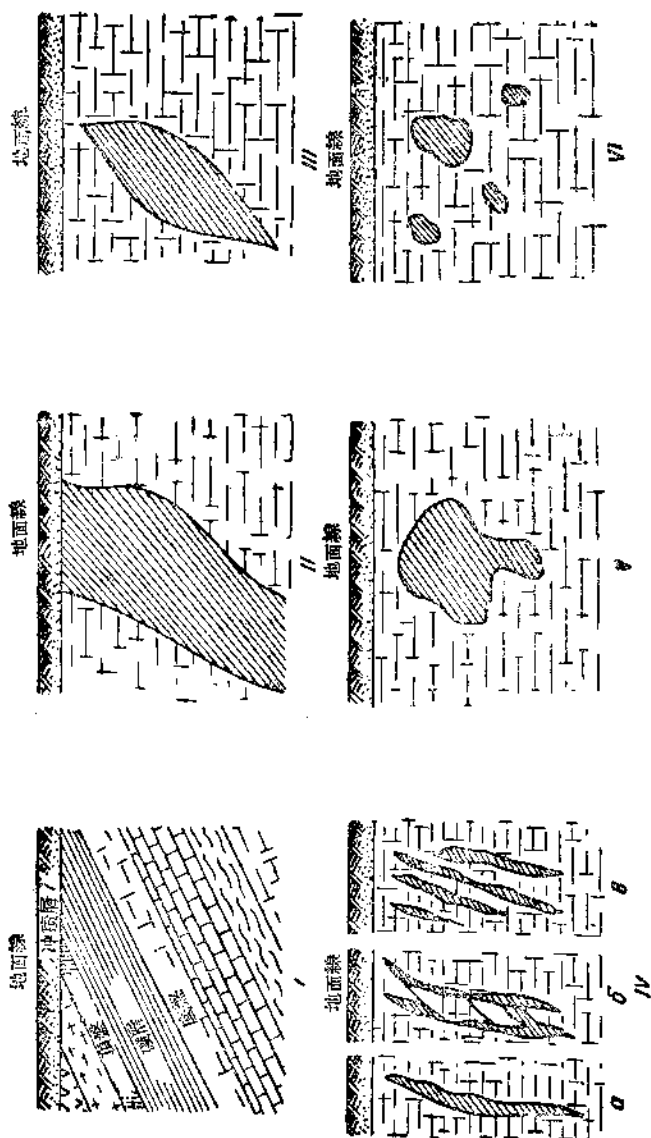


圖 2 有益礦物的產狀

I—礦層；II—層狀礦床；III—層狀礦床；IV—層狀礦床；V—層狀礦床；VI—層狀礦床；
 V—礦層；VI—礦層