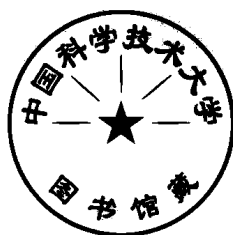


工业矿物原料丛书

鉬

В.И. 罗佐夫 Г.Г. 古达林 著

戴相如 译



地质出版社

1958·北京

本書系苏联地質部矿物原料研究所主編的“对矿物原料之質量方面的工业要求丛书”(Требования промышленности к качеству минерального сырья) (为簡便起見,我們簡称“工业矿物原料丛书”)的第二十七分册“鉬”(Молибден),系罗佐夫(В.И.Розов)和古达林(Г.Г.Гупалин)合著,苏联国立地質書籍出版社1947年出版。由戴相如譯。

工业矿物原料叢書

鉬

著者: В.И. 罗佐夫 Г.Г. 古达林

譯者: 戴 相 如

出版者: 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可證出字第050号

发行者: 新 华 書 店

印刷者: 地 質 出 版 社 印 刷 厂

印数(京) 1—4,000册 1958年11月北京第1版

开本31''×43''¹/₃₂ 1958年12月第1次印刷

字数20,000字 印张1¹/₈

定价(10)0 17元

原 序

这套叢書的任务，是为了帮助地質工作者对于矿物原料質量进行估价。針對着这个任务，本叢書主要是叙述各个工业部門对各种矿物原料及其加工产品所提出来的技术要求。

書中所列述的技术定額均附有說明及技术根据，这就大大地便于了解各种指标的作用及意义。

本書对于地質学、矿物学、技术矿样的采样工作、加工、选矿、經济学以及野外試驗及實驗室試驗等問題，也都約略談到。

这样，野外地質工作者就有可能从一本小冊子中找到有关他們所进行勘探的矿床的工业估价上有許多极重要的实际問題的答案。

本叢書拟分为六十冊出版。其中有五十冊叙述最重要的矿产，其余十冊是对于根据工业上不同的用途而分类的各种矿物原料的綜合性的叙述。例如磨料、填料、陶瓷原料、光学矿物等。

由于考虑到这样的小冊子还是第一次編印出版，無論是在国内或国外的文献中，都沒有类似的出版物，書中可能有遺漏、錯誤、含混及其他疏忽的地方。編輯部要求所有的讀者对于每一冊書都提出自己的批評和希望。我們將非常感謝，并在再版时很好地考虑这些意見。

本手冊是由苏联地質部委託全苏矿物原料研究所編写而成。

目 录

原 序.....	4
一、总述和性質.....	5
二、鉬矿石的矿物成分.....	6
三、鉬矿石和鉬矿床的工业类型.....	8
四、苏联以外各国的工业鉬矿床.....	12
五、鉬的产品、其生产及对其技术的要求.....	15
六、鉬精矿及对其技术的要求.....	18
七、鉬矿石的加工及对其的要求.....	20
八、質量試驗.....	27
九、最重要的經濟資料.....	33
十、对鉬矿床进行初步評價时所必需的主要 技术經濟資料.....	35
参考文献.....	36

工 业 矿 物 原 料 丛 書

鉬

В.И. 罗佐夫 Г.Г. 古达林 著

戴 相 如 譯

地 质 学 社

1958·北 京

本書系苏联地質部矿物原料研究所主編的“对矿物原料之質量方面的工业要求丛书”(Требования промышленности к качеству минерального сырья) (为簡便起見,我們簡称“工业矿物原料丛书”)的第二十七分册“鉬”(Молибден),系罗佐夫(В.И.Розов)和古达林(Г.Г.Гупалин)合著,苏联国立地質書籍出版社1947年出版。由戴相如譯。

工业矿物原料叢書

鉬

著者: В.И. 罗佐夫 Г.Г. 古达林

譯者: 戴 相 如

出版者: 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可證出字第050号

发行者: 新 华 書 店

印刷者: 地 質 出 版 社 印 刷 厂

印数(京) 1—4,000册 1958年11月北京第1版

开本 $31'' \times 43''^{1/32}$ 1958年12月第1次印刷

字数20,000字 印张 $1\frac{1}{8}$

定价(10)0 17元

目 录

原 序.....	4
一、总述和性質.....	5
二、鉬矿石的矿物成分.....	6
三、鉬矿石和鉬矿床的工业类型.....	8
四、苏联以外各国的工业鉬矿床.....	12
五、鉬的产品、其生产及对其技术的要求.....	15
六、鉬精矿及对其技术的要求.....	18
七、鉬矿石的加工及对其的要求.....	20
八、質量試驗.....	27
九、最重要的經濟資料.....	33
十、对鉬矿床进行初步評價时所必需的主要 技术經濟資料.....	35
参考文献.....	36

原 序

这套叢書的任务，是为了帮助地質工作者对于矿物原料質量进行估价。針對着这个任务，本叢書主要是叙述各个工业部門对各种矿物原料及其加工产品所提出来的技术要求。

書中所列述的技术定額均附有說明及技术根据，这就大大地便于了解各种指标的作用及意义。

本書对于地質学、矿物学、技术矿样的采样工作、加工、选矿、經济学以及野外試驗及實驗室試驗等問題，也都約略談到。

这样，野外地質工作者就有可能从一本小冊子中找到有关他們所进行勘探的矿床的工业估价上有許多极重要的实际問題的答案。

本叢書拟分为六十冊出版。其中有五十冊叙述最重要的矿产，其余十冊是对于根据工业上不同的用途而分类的各种矿物原料的綜合性的叙述。例如磨料、填料、陶瓷原料、光学矿物等。

由于考虑到这样的小冊子还是第一次編印出版，無論是在国内或国外的文献中，都沒有类似的出版物，書中可能有遺漏、錯誤、含混及其他疏忽的地方。編輯部要求所有的讀者对于每一冊書都提出自己的批評和希望。我們將非常感謝，并在再版时很好地考虑这些意見。

本手冊是由苏联地質部委託全苏矿物原料研究所編写而成。

一、总述和性質

鉬(Mo)是週期系內第六組第 42 号元素。发现于 1778 年。

鉬的最重要性質是：原子量 96.0；比重 10.02—10.32；熔点 $2567 \pm 40^{\circ}\text{C}$ ；按莫氏硬度計硬度 5.5。

純鉬为銀白色金属。在空气中氧化，溫度 600° 时燃燒后变成三氧化物 MoO_3 。各种强酸，以及氢氟酸和砷的溶液对鉬不起作用。在常溫下溶于王水。

鉬可与各种金属（鉻、鎢、鎳、鈷等）冶煉成許多种合金。鉬合金的特点是：不論成分如何，都在不同程度上具有硬度、难溶性和高度的防蝕性。其中最主要的用途如下：

鉬和鉄的合金——鉄鉬合金，因可用之制造鋼合金，具有很大的工业意义。

鉬（大約 95%）主要消費于煉鋼工业。鉬可呈三氧化鉬、鉬鉄合金或鉬酸鈣状态用于煉鋼工业。鉬对鋼質量的影响表现在改良鋼的結構、提高机械性能（抗断性和抗攪性、硬度）和提高可鍛性。

含少量鉬的鋼（0.2—1.2%）适用于机械制造业（做汽車和飞机的重要零件）、軍事工业和作为結構材料用。

含大量鉬的鋼（1.2—8%）可做为工具鋼使用或用之制造永久性磁鉄。

鉬和鉻及鈷的合金（鉬鉻鈷合金）可制造高硬度的工具。

在生鉄中加鉬，可使小零件便于机械加工，并能保証大型鉄的高度机械質量。

鉬可用于电子管，以及白熾灯的灯絲和插銷的生产中。

呈帶狀和絲狀的鉬可作为高溫电阻爐的綫圈。这种爐子的

綫圈能防止氢气或任何其他中性气体的氧化作用。將鉬制成鉬酸鉍和鉬酸鈉，可作为医学中的消毒剂，紡織和陶瓷工业中的染料剂，以及化学中的試剂。

代用品 作为特种鋼中的合金物質来看，鉬可被性質与其相似的鎢代替。用鎢时須增倍。在工具鋼中的鉬和鎢皆可为鉻代替。

鉬和鎢可同时使用的可能性，給提取标准的（指鉬）鎢精矿的問題带来了方便。鎢精矿中有鉬存在并不妨碍將其用于特种鋼中；只是不适用于硬質合金中。

二、鉬矿石的矿物成分

鉬的主要矿物是輝鉬矿（ MoS_2 ），佔鉬产量的99%以上。鉬的氧化物工业价值不大。氧化矿物中最有意义的是鉬鉛矿、鉬鎢鈣矿和鉄鉬华（表1）。

工业鉬矿石中的矿物

表 1

矿 物	化 学 式	含 量 %	晶 系	莫氏 硬 度	比 重	顏 色	条 痕	光 澤
輝鉬矿	MoS_2	59.96 Mo	六方	1	4.7—4.8	鉛灰色	天蓝灰色 或浅綠灰色	金屬
鉬鉛矿	PbMoO_4	39.3 MoO ₃	正方	3	6.7—7.0	黃色至浅紅色 偶尔浅灰白色 无色	白色	松脂或金剛
鉬鎢鈣矿	CaMoO_4	72.0 MoO ₃	正方	3.5	4.35	淡綠色黃色	—	脂肪
鉄鉬华	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{MoO}_3 \cdot 7.5\text{H}_2\text{O}$	59.5 MoO ₃	斜方	1.5	4.5	麦草黃色至浅黃白色	麦草黃色	絹絲至金剛

輝鉬矿一般呈板狀晶体产出，很象石墨，不同于石墨的地

方是其条痕为天藍色和淺綠色及吹管反应。見于各种类型的矿石中。

鉬鉛矿很少見，产于多金属矿中。誠然，在第一次世界大战期間及战前鉬鉛矿在鉬的生产中起相当重要作用，但后来几乎完全失去了自己的意义。

鉬鎢鈣矿与鉄鉬华是常見的輝鉬矿的氧化产物，大多数輝鉬矿矿床的氧化帶中均有少量产出。

此外，还发现了以下几种稀有的含鉬矿物：藍鉬矿($\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)，鉬鉍矿($\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot \text{MoO}_3$)，錫砷硫鉬銅矿($\text{Cu, Fe, Mo, Zn}_4(\text{S, As, Sb})_3$)，鉬銅矿($3\text{CuO} \cdot 2\text{MoO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)和鎢鉬鉛矿($\text{PbO}(\text{MoWo})\text{O}_3$)。

鉬呈分散状态存在于某些硫化矿石和褐鉄矿中，不能形成独立的矿物。

鉬在其中不是主要的各种工业矿石的成分，請見本叢書的有关分冊(“銅”、“多金属矿”)。

鉬矿石的物質成分簡單。其中伴生組份較多的是：硫、鉄、鉬、鎢和金。

硫和鉄。鉬矿石中的硫主要与鉄有关，它們呈黃鉄矿(FeS_2)状态見于大多数鉬矿石中。黃鉄矿的存在反映在矿石的加工技术上，但是它的数量不能增高到保証其具有工业用途的程度。

有时也有磁黃鉄矿和鉄的氧化物如：磁鉄矿(Fe_3O_4)、赤鉄矿(Fe_2O_3)和褐鉄矿($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)存在。褐鉄矿見于含有数量可觀的黃鉄矿与黃銅矿雜質的銅鉬矿石氧化帶中。

鉬。是很多矿床的銅鉬矿石中的主要組份。主要为黃銅矿(CuFeS_2)，次为輝銅矿(Cu_2S)斑銅矿(Cu_3FeS_3)和砷黝銅矿($3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$)。作为鉬精矿的有害雜質来看，銅

具有很重要的加工技术意义。

錳。作为重要工业组份是黑錳矿状态 (FeWO_4) 存在于某些石英脉中, 是白錳矿 (CaWO_4) 状态存在于矽鹼岩矿石中。由综合性的錳-鋁矿石中可提取独立的精矿。

金。作为工业组份, 只见于少数矿床的鋁矿石中。

与成矿作用有关的非金属矿物中特别值得指出的是石英: 与石英常常共生, 是鋁的特征。其他矿物在脉状鋁矿石中的作用是非常小的, 这种矿石实际上几乎完全是含輝鋁矿的石英。矽鹼岩矿石与石英有关。

在鋁矿石中起次要作用的有: 絹云母、綠泥石、方解石、螢石、磷灰石和电气石。矽鹼岩类型的鋁矿石的特征是具有重碳酸鹽(石榴石、輝石、矽灰石、符山石、黑云母、透閃石)的組合。

三、鋁矿石和鋁矿床的工业类型

鋁矿石工业类型的确定取决于: 第一, 矿山技术特征(形状、产状); 第二, 最主要的加工技术特点(有用组份的含量和综合性); 第三, 地質特征(典型共生、圍岩及成因特点)。

矿山技术特征中特别重要的是矿床的形状, 它是决定开采工作性質和勘探方向的因素。脉状和网脉-浸染状矿石类型的划分是非常重要的: 虽然加工技术性質相同, 但是其規模与工业价值却是不可比拟的。

加工技术特点中鋁的含量占第一位。根据这个特征并結合綜合性可分出下列三类工业矿石:

(1) 鋁矿石。属这一类的有鋁含量很富的石英-鋁矿石。根据外国实践的資料来看, 最小工业含量对脉状矿石来講接近

1%，而对网脉-浸染状矿石来讲约为0.5%。

(2) 综合性钼矿石。钼的含量一般少于单金属矿石，并含有其他组份（钨、铜等）。

(3) 其他金属的含钼矿石。不论有钼存在与否，矿石肯定具有工业价值。钼的含量一般为万分之几或十万分之几。这种获取精矿的源泉具有很大的工业意义。

地质特征中最主要的是典型共生，因为它能决定矿石的加工技术。在某种情况下围岩能补充说明成因的特点。

根据上述主要特征相结合的情况，可将苏联的钼矿石和钼矿床分为如表2中所列的四种工业类型。

对苏联以外各国来讲，除上述四种类型外还必须补充指出：

1. 伟晶岩矿石。与石英-钼矿石不同的地方仅仅是没有作为脉矿物的长石存在。其特征是辉钼矿呈巢状分布，可用手选。

2. 筒状脉。其特点是具有特殊的筒的形状，这就决定了勘探与开采的特点。就成分看与石英-钼矿石相同。

3. 网脉浸染状石英-钼矿石。就成分看类似脉状矿石。金属矿物主要是含辉钼矿不多的网状石英细脉以及围岩（花岗岩）的浸染体。

4. 钼铅矿石。与多金属矿石有关，在很少的情况下形成工业堆积^①。

矿石工业类型中的加工技术品级是根据以下特征划分的：

(1) 在综合矿石中是否有在加工技术方面很重要的伴生组份存在。

(2) 有无辉钼矿的氯化矿物存在。

① 在苏联只是在若干多金属矿床(坎赞矿床)中发现过少量钼铅矿存在。

苏联的钼矿石和钼矿床的工业类型

表 2

矿石类型 名称	各 类 型 的 主 要 特 征				矿 床			
	矿 山 技 术		地 質					
	产 状	加 工 技 术	围 岩	成 因 类 型 (根 据 B. 林格倫)				
石英-鉬 矿石	矿脉	傾斜陡, 厚 度小, 围岩 結实	富矿石	主要是单金 屬的 輝鉬矿, 石英, 黄 鐵矿	花岗岩	深成热液	烏馬尔亭、奇科 依、琴达加图依	
石英-錳- 鉬矿石	矿脉	傾斜陡, 厚 度小, 围岩 結实	富矿石	Mo 和 W 組 合	輝鉬矿、黑錳矿、 石英、黄鉄矿	花岗岩	深成热液	科克庫尔、阿克 恰套
砂礫岩 石	层状和不規 則矿体	傾斜变化, 以接触性質 而定, 厚度 大	貧矿石	Mo, W, Cu 輝 鉬矿, 白錳矿, 砂礫岩型, 砂礫岩 組合	花岗岩类与沉 積岩接触附近 的砂礫岩矿体	花岗岩类	深成热液	提尔內散茲, 良 加爾等
錳-鉬 石	矿脉和呈网 脉状矿化的 不规则地段 , 有时直綫 延伸	网脉带厚度 大, 往往沿 走向不变, 有时直綫 天开采	質量中等和 貧矿石	Mo 和 Cu 輝 鉬矿, 黄銅矿、 黄鉄矿、石英 組合	花岗岩类	花岗岩类	中温热液	卡札兰、阿加拉 克

茲按工业类型將苏联鉬矿石簡述如下:

石英-鉬矿石 矿石是輝鉬矿化的脉石英,有数量多少不等的黄铁矿存在。系鉬矿石最常見、最簡單、最富的一种类型。

加工技术品級。(1)單鉬矿石。它具有上述特点。(2)多金属鉬矿石。含有数量可觀的、呈黄銅矿、黝銅矿、方鉛矿、閃鋅矿产出的銅、鉛和鋅雜質(沙赫托明矿床)。这些雜質虽然不多,但在浮选輝鉬矿时对它的加工技术有很大影响。(3)氧化矿石。尽管大多数矿床中輝鉬矿很稳定,氧化帶不甚发育,但是在某种情况下,氧化現象表現的很强烈并可达到很大的深度(索尔矿床)。在氧化矿石的成分中鉬鎢鈣矿、鉄鉬华和含鉬褐鉄矿具有重大意义。

鉬-鎢矿石 就产狀来看象鉬矿石,但矿物成分更多样些。黑鎢矿具有重要工业組份的性質。属常見的金属矿物的还有黄铁矿。無論在石英脉中,还是在与其伴生的云英岩中都見到矿化現象。这种类型属向鎢矿石的逐漸过渡阶段。

矽噶岩矿石 矿石系沿火成岩和沉积岩,主要是石灰岩的接触地方发育的,并携帶具有工业价值的輝鉬矿浸染体的矽噶岩。矽噶岩矿石中的輝鉬矿常与白鎢矿共生,后者的存在决定了这种矿石所特有的鉬-鎢組合。

加工技术品級:(1)原生矿石——見上。(2)氯化矿石。其特点是鉬鎢鈣矿存在,后者在不同程度上取代輝鉬矿。

銅-鉬矿石 主要是些生于不同程度上經過触变(絹云母化及矽化)直至变为“次生石英岩”,并被比較密的石英細脉穿插的网脉浸染狀銅-鉬矿石。輝鉬矿或是产于这些細脉中,或是在岩石中呈浸染体产出。

除了网脉浸染狀矿石外,还有与其有密切关系的、沿走向不变的,厚度不同的銅-鉬石英脉,后者一般可与前者一起开

采或加工，因此它也属于同一工业类型。

加工技术品級。(1) 原生矿石——見上。(2) 氧化矿石。其特点是有次生金属矿物存在，主要是鉄鉬华，次为鉬鎢鈣矿。部分的鉬有时不能形成單独的矿物，而是呈分散状态产生褐鉄矿中，这就給用浮选法提取这部分金属造成困难。

除了表2中所列的鉬矿石的工业类型以外，在苏联还由斑狀銅矿石中順便开采这类金属（見“銅”分册）。

在某些多金属矿床（阿克秋茲 [Актюз] 等，見“多金属矿”分册）的矿石中曾发现过含量很少的鉬。

在皮尔內依（Пильный）矿床的石英-电气石含金矿脉中輝鉬矿是作为主要杂质存在的。

四、苏联以外各国的工业鉬矿床

石英-鉬矿脉 这种类型的矿床为数最多，金属含量最富。

美国新墨西哥州有个很大的克維斯塔矿床，就矿石的資源来看在美国鉬矿床中佔第一位，同时也是全世界上最大的脉狀鉬矿床。

該矿床系花崗岩中一系列矿脉，位于花崗岩与古老的結晶片岩接触帶附近。部分矿脉切穿了这个接触帶。在接触帶被切穿的地方或在枝脉汇合的地方可发现富集地段。含矿地段的長度約为 600 公尺，矿脉帶的寬度約为 30 公尺，但在这个帶以外也可发现个别的輝鉬矿小矿巢。矿脉分枝在向頁岩过渡的地方尖灭。偶尔在花崗岩外边也可見到工业矿脉。

矿脉的厚度从数公分至几公尺以上，平均为 0.4 公尺。矿石成分：石英、輝鉬矿、黃鉄矿、为量不多的黑云母、菱錳