

中华人民共和国地質部
全国矿产儲量委员会参考文件

矿产儲量分類規範

第十四輯
鉬

地質出版社

中華人民共和國地質部
全國礦產儲量委員會參考文件

礦產儲量分類規範

第十四輯

鉬

地質出版社

1956·北京

鉬礦床儲量分類規範 (Инструкция по применению классификации запасов и месторождений молибдена) 系由蘇聯布特克維奇 (Т. В. Буткевич) 編寫, 蘇聯部長會議全國礦產儲量委員會主席洛熱奇金 (М. Ложечкин) 1955年6月3日批准。曾有許多專家參加此書稿的討論和最後定稿工作。

原書由蘇聯國立地質保礦科技書籍出版社 (Госгеолтехиздат) 1955年于莫斯科出版。

本冊由中華人民共和國地質部全國礦產儲量委員會規定作為參考文件。由王立文翻譯。

礦產儲量分類規範

第十四輯 鉬

20,000字

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第零伍零號

發行者 新 華 書 店

印刷者 天 津 人 民 印 刷 廠

編 輯: 王同善 技術編輯: 張華元

校 對: 金伯璠

印數(京) 1-4800冊 一九五六年六月北京第一版

定價(10) 0.16元 一九五六年六月第一次印刷

開本 31"×43¹¹/₃₂" 印張 18

目 錄

鉬礦床儲量分類規範

一、總論.....	5
二、工業要求.....	10
三、根據決定勘探工作方法的自然因素而作的 礦床分類.....	15
四、對勘探與研究礦床的方法的要求.....	16
五、儲量分類及各級儲量應具有的条件.....	25

目 录

京 京 英 文 查 典 附 录

附录一
附录二
附录三

1	附录一	一
10	附录二	二
21	附录三	三
31	附录四	四
41	附录五	五
51	附录六	六
61	附录七	七
71	附录八	八
81	附录九	九
91	附录十	十

附录一

附录一
附录二
附录三
附录四
附录五
附录六
附录七
附录八
附录九
附录十

附录一
附录二
附录三
附录四
附录五
附录六
附录七
附录八
附录九
附录十

附录一
附录二
附录三
附录四
附录五
附录六
附录七
附录八
附录九
附录十

附录一
附录二
附录三
附录四
附录五
附录六
附录七
附录八
附录九
附录十

鉬礦床儲量分類規範

一、總 論

鉬 在自然界中主要是以硫化物狀態存在，而硫化物則組成鉬、銅-鉬和鎢-鉬礦石。少量鉬作為伴生組份存在於鎢、錫、銻、多金屬、金、鈾和其他金屬的礦石中。所有已知鉬礦床多與花崗岩成分的派生酸性岩漿有關，但沉積岩中有时也含有鉬。

鉬位於元素周期表的第六組。其原子量為 95.95；比重 10.02—10.32；熔點 2,560—2,620°；按摩氏硬度計硬度為 5.5。

純鉬乃是銀白色的可展性金屬；在空氣中氧化；溫度為 600°時可燃燒並生成三氧化鉬；在弱酸中不溶；正常溫度下可溶於王水，200—250°時溶於硫酸。

鉬可與各種金屬（鎢、鎳、鉻、鈾、鐵、鈷等）冶煉成許多種合金；在冶金工業中主要是應用三氧化鉬、鉬鐵合金和鉬酸鈣。

將少量鉬（由百分之零點幾至 1—3%）加入鋼中可使之具有高硬度、難熔性、自動硬化性、耐酸性及許多其他性質，由於這些性質，最近三十年來鉬鋼幾乎在所有各工業部門中得到了廣泛的應用。鉬也同樣可應用於無線電工業、電工業、醫學、化學、紡織工業中。

鉬礦床的礦石中的主要鉬礦物是輝鉬礦（ MoS_2 ）。輝

鉬礦具鉛灰色，微帶淺藍色調，具強金屬光澤和低硬度（按摩氏硬度計為1—1.5）。常見的礦物還有鉬鈣礦、鉬鉛礦、鉬赭石和鉬白鎢礦。

鉬鈣礦（ CaMoO_4 ）為灰色、淺灰白色直至橄欖綠色；樹脂光澤；硬度3—5；鉬鉛礦（ PbMoO_4 ）為淺黃棕色至銅黃色，甚至紅色；樹脂光澤；硬度3。鉬赭石為淺黃色，有時帶淺綠色調；絹絲光澤。

目前已知的稀有的及極稀有的鉬礦物有：氯鉬鉬鉛礦（ахремаит, achrematite）、鉬鎢鉛礦、黑鉬鉬礦（патер-аит, pateraite）、鉬釷酸鉛礦（эозит, eosite）、藍晶鉬礦、錫砷硫鉬銅礦（колюзит）、鉬鉍礦、鉬鉍華、鉍鉍華、кнайтит、鉬銅礦、硫酸鉬礦（иордизит）、鉬方鈉石。

鉬礦床礦石中的主要伴生組份是硫、鐵、銅、鎢、金、銀、鋅、鉛、銻、錫、鉍、稀土元素、鉍和一些其他元素。

硫 除輝鉬礦外，一般與黃鐵礦共生，黃鐵礦的存在對選礦的加工技術有不良的影響。含鐵礦物中，除黃鐵礦外，還有磁黃鐵礦、磁鐵礦、赤鐵礦和褐鐵礦。

銅 在銅-鉬礦床礦石中可遇到，這裡它主要是含在黃銅礦中，偶然含在輝銅礦、斑銅礦和黝銅礦中。在銅-鉬及鎢鉬礦床的綜合礦物中銅可能具有實際意義，銅的品位如為0.2%，有時甚至更低，便可供工業應用。在蘇聯一個正在開采的鎢-鉬礦床中，在原礦石含銅為0.03%的情況下，正將黃銅礦提取為銅精礦。如果鉬精礦中有很少的銅存在，便會大大地影響其質量。

大量的鎢呈黑鎢礦狀態存在於石英脈中，呈白鎢礦和鉬白鎢礦狀態存在於矽鹼岩礦石中。通常是將它從綜合礦石中

提取至鎢精礦中。

金 作为工業組份，只存在于部分的鉬礦床中，在这里它一般是与硫化物（黃鉄礦、毒砂）共生。当大規模地处理礦石时，金可被提取至混合硫化物中，哪怕原礦石中其品位甚微。

銀 只存在于某些鉬礦床中，为量甚少。当大規模地处理礦石时，可將它提取至混合硫化物中。

鋅和鉛 多少不等地但却是大量地存在于某些脉狀和網脉狀礦床中，在这里它們是含在方鉛礦和閃鋅礦中。这两种組份的存在可使礦石的加工技術复雜化，并使回收合乎标准的鉬精礦造成困难。

銻 呈分散状态存在于輝鉬礦中，选礦时銻常集中于鉬精礦中。由于銻的价值很高，因此礦石中即使有極少的銻存在，也有工業价值。銻的測定最好是在鉬精礦中和硫化物中進行。

錫 呈錫石状态存在于某些鉬-鎢礦床中，在这里它主要是集中在脉側的云英岩中。一般是將它提取为鉬-錫產品。

鉍 呈輝鉍礦或自然鉍状态存在于某些鉬-鎢礦床中。选礦时，鉍集中于硫化物中，由硫化物中才可將它提取出來。

在与成礦作用有关的非金屬礦物中，最突出的是石英；在含鉬石英脉中其数量达95%以上。次要的是絹云母、鈉長石、綠泥石、方解石、螢石、綠柱石、磷灰石、电气石。矽嘎岩礦石的特征是含有矽酸鹽重礦物：石榴石、輝石、矽灰石、符山石、透閃石、陽起石。

就礦体的成因特点、礦体的形态、物質成分以及礦石中鉬的品位來看，鉬礦床是各种各样的。对鉬礦床來講，目前

还没有一个一致公認的成因分类。

各礦床的成因类型并不能作为其工業分类的充分根据，因为工業分类不僅要考慮成因因素，而且也要考慮其他因素。这些因素是：礦体的大小、形态、產狀、礦体厚度的变化，以及有用組份的分布性質。

根据上述特点，可將許許多多的鉬礦床分为下列几种主要工業类型。

1. 含鉬石英脉 这种类型的礦床最多，而且鉬的品位也最富。礦体系典型的礦脉，厚度由数公分至数公尺。除鉬外，有时含有具工業价值的金、鋅、鉛、螢石和稀土元素等。

在氧化帶範圍內，鉬多被鉄鉬華、鉬華，有时也被鉬鈣礦所置換。最常見的是中小礦床，鉬的儲量不超过1,000—2,000噸；偶而也可發現大礦床，鉬的儲量达数千噸。

2. 含鉬—鎢石英脉 就產狀看頗似含鉬石英脉，但其礦物成分較複雜。鎢具有主要的工業意义；黃鉄礦頗多；有时也有錫石、綠柱石、鉍、輝鉍礦存在。

無論在礦脉本身，或是在与其伴生的云英岩中，均可見到具有工業价值的礦苗。这种类型系向純鉬礦石的逐漸过渡。礦床是否具有工業意义，主要取决于三氧化鎢的品位。

3. 含鉬石英網狀脉 礦体乃是周圍花崗岩中和頂部岩石中的呈密集網狀的含輝鉬礦的細小石英脉和浸染体。在氧化帶中，輝鉬礦強烈地（有时完全地）被鉄鉬華和鉬華置換，有时可發現鉬鈣礦。尽管礦体一般很貧，但網狀脉礦床的工業价值却是很大的，这是因为鉬的儲量很大，并可能用最廉价的露天法來开采它。

4. 矽噁岩礦床 主要是以矽噁岩接觸礦體為主，有時則以頂部岩石中的層間礦體和交錯礦體為主。礦床一般是綜合性的。除鉬外，鎢和銅是主要有用組份。在氧化帶中，輝鉬礦往往被鉬鈣礦或鉄鉬華置換。礦床規模一般很大，但品位很低。

5. 斑狀銅-鉬礦床 以花崗岩成分的热液蝕變（絹雲母化和矽化的）岩石中的厚而長的網狀礦為主。礦體為浸染狀和細脈浸染狀。輝鉬礦與黃銅礦、斑銅礦以及其他的銅礦物共生；部分的鉬呈分散狀態存在於褐鉄礦中。鉬的儲量一般都很大，但品位很低。

除上述幾種主要工業類型的礦床外，還有：

偉晶岩礦脈 極少見。其特點是：規模頗小，礦石中鉬的品位很低，因而一般沒有工業價值。

含鉬鉛-鋅礦石 可見於某些鉛鋅礦床中。在氧化帶中鉬主要產於鉬鉛礦、氯砷鉬鉛礦、鉬鎢鉛礦中，而在原生礦石中它主要產於輝鉬礦（？）中。從這種類型的原生礦石中提取鉬的加工技術尚沒研究出來。礦床的規模很大，但鉬的品位却很低。

含鉬鈳礦石 系一種特殊類型的，即沉積變質成因的鉬礦床。主要以含鈳的炭質-粘土-矽質頁岩為主。鉬的礦物情況尚沒研究。礦石的總儲量很大，但其工業意義不明。處理礦石時，部分的鉬進入鈳鹽中，這種鈳鹽可用之製造鋼的合金。

在氧化帶中，鉬往往被在有鹼性介質存在和在含碳酸鈣的溶液循環的條件下所形成的鉬鈣礦所置換，或被在與鉬鈣礦形成相反的條件下，即在酸性介質及有硫酸鉄存在的條件

下所形成的鉄鉬華和鉬華所置換。由于这两种作用不能在同一地方同时進行，因此也就不可能同时形成上述两种礦物；如果一起發現这两种礦物，就証明物理化学介質曾經發生过变化。

二、工業要求

礦石加工技術品級是根据以下几种主要标准來划分的：

- (1) 有无氧化状态的鉬存在；
- (2) 鉬礦化的強烈程度；
- (3) 在綜合礦石中有无伴生組份存在；
- (4) 不同的岩石成分。

根据第一个标准可划分为硫化礦石、混合礦石、氧化礦石；根据第二个标准可划分为富礦石、中等礦石、貧礦石；根据第三个标准可划分为鉬礦石、鉬-鎢礦石、含鉬多金屬礦石、含鉬釩礦石；根据第四个标准可划分为石英礦石、花崗岩礦石、頁岩礦石、砂巖礦石。

上述鉬礦床礦石的各种品級具有不同的技術加工性質，而技術加工性質是取决于礦石的礦物成分（首先取决于有无氧化状态的鉬存在）、其中所含礦物的粒度、礦物互相生長程度、有无須用复雜的方法才可將其分离的各組份的类質同象化合物存在，以及礦石的抗碎性等。

鉬礦石的礦物成分往往是很复雜的。礦石中的一部分礦物乃是精礦的有害雜質，它們能大大地影响精礦的質量。这种情况給选礦造成了一系列的困难，因此对每种鉬礦床都必須分別地制定最适宜的选礦方法，以保証由礦石中最完全地回收有用組份并將它們与有害雜質分离。

为了選擇正确的选礦方法，必須詳細地研究礦物成分和粒度成分。为了确定能保證在最少限度地形成礦泥的情況下由結核中獲得大部分的有用礦物的礦石粉碎程度，必須了解礦物的粒度；而为了正确地選擇藥劑及其应用的程序，則必須了解礦物成分。

各品級礦石可选性研究，須由科学研究机关根据專門挑選的有代表性的样品進行。

鉬礦石的选礦过程包括以下几种主要程序：（1）粗碎、（2）揀矸、（3）中碎、（4）細碎、（5）浮选，以獲取粗精礦和尾礦、（6）精选，其目的是使粗精礦中鉬的品位达到标准、有害雜質的品位降至規定限度、（7）精礦的干燥和选样。

將鉬礦石放在跳汰机及淘汰盤進行湿选的方法 尚沒应用，这是因为輝鉬礦具叶片形状态及容易过于粉碎而常“浮游”，并易進入尾礦。有鑑于此，目前鉬礦石的主要选礦方法乃是浮选，尽管它也不是对各种鉬礦物都能提供良好的結果。

輝鉬礦的浮游性优于其他的鉬礦物，因而它能由單金屬鉬礦石中很好地和由綜合礦石中优先地進入精礦。由含 0.1% 以上的硫化鉬的礦石中，輝鉬礦的回收率达 90—95%，甚至由極貧的即含 0.05% 硫化鉬的礦石中，其回收率也不低于 70—80%。

鉬鈣礦的浮游性要差得多。但若使用脂肪酸或其鹽类并在鹼性介質中用水玻璃加以調節，也可得到令人滿意的精礦。就現代技術加工水平來看，鉬鈣礦的商品回收率不能超过 50—60%。

含有鉄鉬華和鉬華的氧化礦石更難選些。這裡使用浮選只能得到極貧的鉬產品，但這種產品經過濕法冶金處理之後，便能得到鉬酸鈣和三硫化鉬。由於濕法冶金的应用，近幾年來鉬的氧化礦石已有了極大的工業意義。

根據在選礦時困難程度的不同，可將已知的各種工業類型的含鉬礦石排成下列順序：

石英單鉬礦石是最易選的；

鉬-銅礦石的選礦雖有一些困難，但在目前其工業規模的選礦過程已被詳細地研究出來；

鉬-鎢礦石，就其選礦難易來看，頗似鉬-銅礦石；原則的區別在於：輝鉬礦可用浮選法進行分離，而黑鎢礦則用重力法進行分離；

矽噶岩鉬-鎢礦石，對回收鉬的礦物和獲取合乎標準的白鎢礦精礦來講，乃是較複雜的一種礦石；

含有鉬的氧化礦物的礦石乃是最難選的礦石，在這方面尚有待於進一步繼續研究；對含鉬的鉛-鋅礦石和鈳礦石來講，工業規模地由其中回收鉬礦物的工業技術尚沒研究出來。

鉬以鉬鉄合金、鉬酸鈣、鉬酸鉍和金屬鉬的形態用於工業中，而這些產品都是由鉬精礦中獲得的。

金屬鉬系在溫度為 $800-900^{\circ}$ 時通過用氫還原三氧化鉬的方法得到的。在所得到的金屬中鉬的品位達 99.95%。

蘇聯的工業正在生產鉬精礦（根據主要組份的品位和有害雜質品位的不同可將其分為三個牌號〔表 1〕）和鉬-白鎢礦精礦（分兩個牌號〔表 2〕）。

表 2 中列出的雜質的品位是與三氧化鎢品位為 60% 相適

鉬精礦的技術條件(根據國家標準212-48) 表 1

牌 号	化 学 成 分 (%)						用 途
	Mo 不少于	雜 質 不 多 于					
		P	As	Cu	SiO ₂	Sn	
KM-1	50.0	0.07	0.07	0.5	5.0	0.07	生產供電灯泡工業用的鉬酸鉍和鉄鉬合金
KM-2	48.0	0.07	0.07	1.0	7.0	0.07	生產鉄鉬合金
KM-3	47.0	0.15	0.07	2.0	9.0	0.07	生產鉄鉬合金和鉬酸鈣

鉬-白鎢礦精礦的技術條件(根據國家標準213-49) 表 2

牌 号	化 学 成 分 (%)									用 途
	WO 不少于	雜 質 不 多 于								
		Mo	P	As	Cu	SiO ₂	Sn	MnO	S	
KMШ-1	65	2.45	0.04	0.04	0.10	1.5	0.05	0.10	0.3	生產鎢熱鎢鐵合金
KMШ-2	60	2.45	0.08	0.05	0.10	3.0	0.05	0.10	0.5	

应的。如果三氧化鎢品位更高，則在符合于表中所列的比例的條件下，雜質的品位是可以增高的。

對鉬礦床的礦石質量的統一要求是沒有的。對每一個鉬礦床或其一部分礦石所提出的標準，是由蘇聯有色金屬冶金部技術管理局根據專門技術經濟計算規定的。當規定礦石的

标准时，在每种不同情况下都要考虑矿区的地理经济条件、可能采用的开采方法（地下的或露天的）、矿石的矿物成分、选矿时有用组份的回收率等。

根据矿床的性质不同，应当规定的标准是：

（1）平衡表内和平衡表外储量的钼的最小边际（边界）品位；

（2）平衡表内和平衡表外储量的各块段的最小可采品位；

（3）矿体的最小厚度；

（4）储量计算时必须由工业矿石境界内去掉的废石夹層或矿体内部不合标准的矿石的最小厚度；

（5）将伴生组份和氧化钼换算为硫化钼假定品位或各组份联合品位（指综合矿床）表的换算系数。对有易选矿石并适于用露天法开采和处于有利的地理经济条件的矿床，一般是把标准规定得低些。

平衡表外储量系指将来技术水平提高时和当地的经济有了发展时，才能作为开采对象的矿石储量。在一定时期内显然不能作为可能利用（潜在）原料的矿化作用微弱的矿石，不应算作平衡表外储量，然而在储量计算说明书中却必须阐明这种矿石中的钼的性质、分布情况及大致的储量。

近几年來在钼的选矿方面所取得的良好成果，使我们可以大大地降低钼矿床的标准。例如，对巨大的综合钼矿床来讲，如果它可用廉价的方法（露天法）进行开采，则钼的最低可采品位可降至0.04%的硫化钼。

苏联和全世界的实践证明，由含钼0.003—0.005%的斑状铜矿床的矿石中，将钼作为伴生组份而加以回收，是合理

的，也是有利可圖的。

据知，例如美國的肯奈柯特（Кеннекотт）托拉斯，已由含鉬 0.0035 % 的斑狀鉬-銅礦石中得到了金屬鉬。

当評價所發現的礦床时，必須考慮到上述情况，特別是当礦石中有其他貴重金屬（鎢、銅等）存在时。然而这并不是要降低富礦石礦床的意义，普查与勘探时仍須特別注意这种礦床。

三、根据決定勘探工作方法的自然因素而作的礦床分类

根据为決定編制設計和撥出建設礦山开采企業投資所必需的 A、B 及 C₁ 級的平衡表內 儲量的对比关系而作的礦床分类，可將所有的有色及稀有金屬礦床（其中包括含鉬礦床）分有四类。

第一类——該类礦床为 形狀簡單的（層狀、網脉狀礦体）、有用組份分布均匀的大型礦体。

至今为止，苏联已知鉬礦床中沒有一个可列入第一类，原因是有用組份的分布不夠均匀。

第二类——該类礦床为厚度很大及延伸很長的（透鏡狀礦体）、有用組份分布比較均匀的礦体。

屬第二类的有，網脉型及矽嘎岩型的巨大銅-鉬礦床、鉬礦床和鎢鉬礦床（卡札蘭〔Каджаранское〕、五一〔Первомайское〕、提尔內-阿烏茲〔тырны-Аузское〕礦床），这些礦床为長度及厚度都很大的，鉬、銅和鎢的品位分布較均的但含有无礦夾層的巨大透鏡狀礦体。

第三类——該类礦床为形狀复雜的、沿傾斜及走向厚度均不穩定的、有用組份的品位也不均匀的礦体（透鏡体和礦

脉)。

屬第三类的有，大部分的东科恩拉德 (Восточно-Коун-
радский)、沙赫塔明 (Шахтаминский)、塞雷吉琴 (Сыр-
ыгичинский)、阿克恰套 (Акчатауский) 类型的，以厚度变
化无常和有用組份品位不均匀为特征的脉狀鉬礦床和鎢鉬礦
床，以及產在噴出岩与頂部沉積岩接触的裂隙構造中的格拉
菲林 (Глафиринский) 类型的銅-鉬礦床。

第四类——該类礦床为含有零星有用組份浸染体的非常
复雜而又不穩定的礦体 (細脉、筒狀礦脉、小礦巢)。

屬第四类的有，博格柳恩 (Боглюнский) 类型的細小脉
狀鎢鉬礦床、良加尔 (Лянгарский) 类型的矽嘎岩鎢-鉬礦
床等。

四、对勘探与研究礦床的方法的要求

§ 1. 礦床的地質研究应当保証对礦床的一般地質構
造、形成条件，礦体的結構和構造，以及其產狀的一般特点
和形狀提供正确的概念。如果沒有这些資料，就不能合理地
指導地質勘探工作，不能正确地解釋已獲得的地質資料，也
不能可靠地評定已勘探出的儲量和礦床的一般远景。在研究
所勘探的礦床的同时，必須注意对毗鄰地区進行研究，以便
查明有无新礦床存在。

在对每个礦床都進行了地質研究之后，应当依据仪器控
制的地形底圖編制詳細的地質圖，其比例尺对整个礦田來講
为 1:5000—1:10000，对个别含礦地段來講为 1:1000—
1:2000；而对整个礦区來講要編制 1:50000—1:100000
比例尺的地質圖。