

苏联国家矿产储量委员会制定

矿产储量分类规范

第 廿 輯

錫

X

P489.2

S242

:20

地质出版社

159.1
879
5-20

苏联国家矿产储量委员会制定

矿产储量分类规范

第二十輯

鎢

地质出版社

1958年 北京

154369

本書是根据苏联地质保藏科技書籍出版社1956年出版的鑛
藏儲量分类规范(苏联部長會議国家礦產儲量委员会制定)一
書譯出,由景民譯、王同善部分校訂。

矿产儲量分类规范

第二十輯 鑛

譯 者 景 民

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永先寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可証出字第050号

发 行 者 新 华 书 店

印刷者 天 津 市 第 一 印 刷 厂

天津市和平區和平路377號

印数(京)1—5,000册

1959年2月北京第1版

开本31"×43¹/₃₂"

1959年2月第1次印刷

字数18,000字

印張 1

定价(10)0,15元

目 錄

一、总論.....	5
二、工业要求.....	11
三、矿床根据确定勘探方法的自然因素的分类.....	16
四、对矿床勘探方法和研究方法的要求.....	17
五、儲量分类及各級儲量应具有的条件.....	26

本规范是由 Т. В. 布特凯维奇编写的。参加本规范讨论的有 В. В. 巴斯特拉科夫、Б. Н. 叶罗菲耶夫、Б. П. 庫列什、И. А. 柳比莫夫、Э. Я. 李亞斯基、А. П. 普罗科菲耶夫。在最后定稿时曾采纳了苏联国家矿山技术监察局及有色冶金工业部地质总局的意见以及 Н. А. 赫鲁晓夫的意见，由苏联部长会议国家矿产储量委员会主席 М. 洛热奇金于1955年12月19日批准。

随着本规范的出版，以前通用的固体矿产储量分类规范（国立地质书籍出版社，1948年，第一册）中的鑛矿部分即行宣告作废。

鎢礦儲量分類規範

一、總 論

鎢是一種銀白色金屬，硬度很大6.5—7.5（按摩氏），所具的耐火性在所有金屬中為最高。熔點接近於 3400°C ，沸點為 5500°C 左右；導電率18（汞=1）；比重19.3。

鎢具有高度的化學安定性；在室溫於大氣中不蝕變；當溫度達赤熱點則慢慢氧化為鎢酐。幾乎不溶於鹽酸、硫酸和氫氟酸中；在硝酸和王水中表面起氧化作用；於硝酸和氫氟酸的混合溶劑中溶解，並形成鎢酸。粉末狀鎢與蘇打、氫氧化鈉或過氧化鈉熔合可變成鎢酸鈉。

鎢於溫度 1600°C 左右最宜壓延，並可拉延成很細的絲。直徑0.002公厘的纜絲之拉伸強度達 450 公斤/公厘²。

鎢可與各種金屬（鐵、鎳、鈷、鉻、鉬等）一起合制多種合金，以及製造具極高硬度的與碳和硼的化合物；主要應用於煉鋼工業作為合金的填料，以及生產硬合金。將少量鎢（由1到10%）加到鋼中即會使鋼具高硬、堅固性、耐火性、自動硬化、耐酸性能，提高展延強度及彈性極限。

由於具有上述特性；鎢鋼和冶金陶瓷業用硬合金在近幾十年來廣泛應用於許多工業部門；例如製造快速切削工具、彈簧、裝甲鋼板和坦克裝甲砲塔、槍筒、炮筒、做冷拉用的噴嘴、壓模、風動工具零件、內燃發動機汽門、在高溫下工作的機械之耐熱零件等。在衛國戰爭時期，用碳化鎢大量製造反坦克砲彈心子。

鎢同樣廣泛應用於電氣工業上——在電的接觸和電極中

可代替較貴重的鉑，電燈泡上的發光燈絲，以及化學上（在某些化合物中）做為試植物鹼、菸鹼、肌的敏感劑，以及做為顏料。

所有已知原生鎢礦床實際上與花崗岩類成分的導生酸性岩漿有關。次生礦床多為殘積、坡積和沖積的砂礦。有關砂礦床儲量分類應用問題有專門規範闡述（國立地質保礦科技書籍出版社，1954年，已有中譯本出版，即礦產儲量分類規範第七輯）；下面只敘述與鎢的原生礦床有關的一些問題。

鎢在自然界中主要呈鐵錳鎢酸鹽、鎢酸鈣（鐵、錳和鈣的鎢酸鹽）狀出現，該鹽類形成含鎢的礦床或在錫、鉬、銅、鉬、金礦和某些其他礦床中做為伴生組份出現。

鎢礦床中之主要鎢礦物為黑鎢礦、鎢錳礦、鎢鐵礦、白鎢礦。

在矽隕岩礦床中，白鎢礦有時含一定數量的鉬的雜質，鉬離子在白鎢礦晶格中交替着鎢的部分離子。這種含鉬的白鎢礦叫做鉬白鎢礦。

不具實際意義或意義不大的其他鎢礦物中，目前已知的還有輝鎢礦、方鎢鐵礦、鎢華、白鎢華、銅鎢華、銅白鎢礦、鐵鎢礦、鈦鎢礦、鎢鉛礦和斜鎢鉛礦、鎢鉬鉛礦、鎢鋁礦、鎢硬錳礦、錳鉬礦等。

分布最廣的鎢礦物的主要特性列於表1中。

鎢礦床礦石之最主要的伴生組份是：硫、鐵、錫、鋁、銅、鉬、金、銀、鋅、鉛、砷、銻、鉍和某些其他組份。

硫——通常與許多硫化物有關，大量存在於鎢礦中的黃鐵礦、黃銅礦、輝鉍礦、輝鉬礦、閃鋅礦、方鉛礦、毒砂、硫銻化合物類。

在鎢精礦中有硫會使鎢鋼的質量急劇降低，因此，當選

矿时应力求从錫精矿中尽量排除硫化物（用浮选法），国定全苏标准对精矿中硫的残余数量有严格限制。

在含鉄矿物中，除黄鉄矿外，还見磁黄鉄矿、磁鉄矿和褐鉄矿。当精选錫的精矿时，借助电磁分选法排除含鉄的磁性矿物。

錫——在地球化学和成因方面具有很多与錫共同之点，并常常存在于錫矿床的矿石中。在矿物方面通常是錫石，黄錫矿較少。見于脉状矿体中，也見于近脉状矿体的云英岩中。通常先采出錫-錫产品，然后再繼續分离。

分布最廣泛的錫礦物之主要特性

表1

	化 学 成 分	WO ₃ 之百分含量	比 重	顏 色	硬 度 (摩氏)
錫鉄礦	FeWO ₄	76.3	7.5	黑色	5
黑錫礦	Fe. Mn) WO ₄	76.5	7.1—7.5	由深灰到黑色	5—5.5
錳錫礦	Mn WO ₄	76.6	7.5	紅棕色到黑色	5
白錫礦	CaWO ₄	80.6	5.8—6.2	白色、淺黃色、 蜜黃色、棕 色、淺綠色	4—5

鋁——在許多脉状矿床內見于輝鋁矿矿物中，很少呈自然鋁（布庫金“Букукинское”矿床）出現，当选矿时聚集在硫化物的产品中，从中便可提取鋁。

銅——所見数量不大，矿物主要为黄銅矿，輝銅矿和斑銅矿較少。在一些巨大錫矿床和鉍-錫矿床中，当含量达0.2%在工业利用上便具有实际意义，而有时还可再低。苏联一个已被开采的鉍-錫矿床中，从黄銅矿中提取銅的精矿是在原矿石中銅含量大約为0.03%时进行的。

銅在錫精矿中是有害的，因为当冶炼时銅变成錫鉄合金，而所成的鋼，其质量急剧降低。

国定全苏标准对錫精矿中的銅含量有严格限制。

鉬——是鎢的极常遇的伴生矿物，并常常大量存在，与鎢一起形成綜合的鉬-鎢矿床。石英脉中呈輝鉬矿出現，而在矽嘜岩矿石中，除此还呈鉬鈣矿和鉬白鎢矿；在氧化帶中輝鉬矿被鉬华、鉄鉬华和鉬鈣矿所交替。

綜合矿石中鉬的工业价值常常較鎢要高。由于鉬具有易于浮选的特性和价值高昂，只要在本生矿石内品位大約占0.02—0.03%（有时还可低），則綜合矿石即具有工业价值。通常由綜合矿石中提取輝鉬矿精矿，而当矿石的加工技术成分复杂（有鉬鈣矿、鉬白鎢矿和白鎢矿）时，則呈三硫化鉬状和鈣鉬酸盐状提取（应用湿法冶煉）。

金——达到工业品位組份的見于不多的鎢矿床（主要是白鎢矿床）中；通常与黄鉄矿和毒砂有关，但也見有呈游离状态出現的。大規模处理矿石时，如金在原矿石中品位很低，可提取为綜合的硫化物产品。

銀——存在于某些鎢矿床中，为量极微。大規模处理矿石时提取为綜合的硫化物产品。

鋅和鉛——或多或少地見于脉状矿床、网脉状矿床和矽嘜岩矿床矿石中，矿物为閃鋅矿和方鉛矿。选矿时提取为硫化物产品。

砷——存在于一系列的脉状矿床中，为毒砂的成分。于鎢精矿中为有害杂质，会降低鋼的质量，其含量固定全苏标准有限制。

在与成矿作用有关的非金屬矿物中，最典型的是石英，它在石英鎢脉中的含量达95%以上。

通常还可遇見有长石（正长石、微斜长石、鈉长石）、白云母、鋰云母、黑云母、絹云母、黄玉、螢石、方解石、石髓、綠柱石等。綠柱石可作为伴生組份由矿石中提取，而当

大量富集时則具有独立的工业意义。

矽噁岩矿石的特点是有重的矽酸盐矿物：石榴石、輝石、矽灰石、符山石、透輝石、方柱石等。

鎢矿床形成大量的，各种构造成因类型，它們按生成条件、矿体形态、物质成分、鎢的品位等方面都截然分开，或者在其間有过渡类型。因此，各学者曾提出过鎢矿床許多不同的成因类型分类，其中目前还没有一个是被公認的。

鎢矿床的成因类型不能做为矿石之工业分类的可靠依据，按山地技术特点（形状、产状）、矿石物质成分和矿床的工业价值进行分类较为合理。

根据上述特点，从多数鎢矿床中可分出下列主要工业类型：

- （1）脉状矿床；
- （2）网脉状矿床；
- （3）矽噁岩矿床。

（1）脉状矿床。該类型矿床为数最多，且含鎢亦最富。矿体是典型的矿脉（厚度由几公分到几公尺，延伸由几十公尺到1—2公里），产于侵入岩和頂板的沉积—变质岩中。

脉体中，除鎢外常常存在有具可采数量的錫、鉬、鈹、鋇、銅、鉛、鋅；黃鉄矿分布广泛，較少有鎢錳矿和輝鈹矿的共生。具工业意义的矿体見于脉本身中，也見于伴随的云英岩中。矿床的工业价值系由鎢的品位和其他組份来决定。矿石中有黑鎢矿和白鎢矿一起存在，以及大量的伴生組份会使矿石的加工技术复杂起来。

具三氧化鎢的儲量不超过1—5千噸的小型矿床和中型矿床居多数。三氧化鎢儲量达几万噸的巨大矿床較稀見。世界上具脉状鎢矿石巨大儲量的中国的許多矿床，皆属于該类

型。

(2) 网脉状矿床。矿化作用表现为在花岗岩类围岩中和在顶板的沉积-变质岩中含黑钨矿和白钨矿的，密集石英细脉网。

辉钼矿和锡石为量不大。氧化带表现得不显著。钨矿物一般微受氧化，形成钨华和铁钨华，选矿时不提取它们。

氧化带中的辉钼矿为钼华和铁钼华所交替，较少为钼钨钙矿交替。

网脉状矿床矿石的储量通常巨大，其开采用最廉价的露天开采法即可，因而，这种类型的矿床尽管矿化一般为贫，但在不久的将来将会在钨矿石开采中占重要地位。

(3) 矽烷岩矿床。是一些接触-矽烷岩矿体，有时是在顶盖岩石中的一些层间和交错矿体。矿化遍及于整个矽烷岩体或者局部呈个别单独斑点、矿柱和镶边状；它们受一定构造的地质因素或矽烷岩本身物质成分的控制。

矿化常是综合性的。主要有益组份除钨外，是钼和锡。极常遇有达到工业利益数量的金和铜。钨基本上是白钨矿，有时为钼白钨矿；钼是辉钼矿，在氧化带中它被钼钙矿或铁钼华所交替。三氧化钨的品位介于千分之几到百分之几。矿床范围通常是巨大的，因而其工业意义亦很大。

除上述钨矿床的工业类型外，还有下列次要的钨的矿化。

伟晶花岗岩矿化。具极有限的分布。特点是范围不大及矿石中钨的品位低（通常不具工业意义）。

温泉沉积层。具极有限的分布。在文献中，钨富集较多的这种类型只叙述过二个（美国和比利时）。

二. 工业要求

根据下列主要标准可把矿石的主要工业类型分为几种不同的技术加工品級:

- (1) 有无氧化状态的錫存在;
- (2) 錫矿化富集的程度;
- (3) 矿石中是否有伴生的在工业上有主要意义的組份存在;
- (4) 岩石成分的不同。

根据第一个标准可把矿石分为原生矿石和氧化矿石; 根据第二个标准可分为富矿石、中等矿石、贫矿石; 根据第三个标准可划分为黑錫矿石、白錫矿石、輝鉍矿-黑錫矿(白錫矿)矿石、錫石-黑錫矿(白錫矿)矿石、鉍-黑錫矿石、鉍-黑錫矿石等; 根据第四个标准可划分为石英矿石、花崗岩类矿石、砂頁岩矿石、砂礫岩矿石。

上述錫矿床矿石的各种品級具有不同的技术加工性質, 而这种技术加工性質系由矿石的矿物成分(首先取决于黑錫矿和白錫矿的数量比例)、其中所含矿物顆粒、矿物共生的程度、有无須用复杂方法才可将其分离的各种組份的类质同象化合物存在; 以及矿石的抗碎性等决定之。

錫矿石的矿物成分往往极为复杂。矿石中存在的某些矿物(黄铁矿、黄銅矿、毒砂、磷灰石等)是精矿中的有害杂质, 它們能大大地降低精矿的质量。白錫矿具有易于浮选的特性, 而黑錫矿几乎是不能被浮选出来。

这种情况便給选矿造成了一系列的困难, 因此对每一种錫矿床都必须分別地制定最适宜的选矿方法, 以保証由矿石中最完全地提取出有益組份, 并将它們与有害杂质分离。

为了选择正确的选矿程序，必須詳細研究矿石的矿物成分和粒度成分。为了确定在保証最少形成矿泥的情况下由結核中获得大部分有用矿物时应将矿石粉碎到什么程度，就必须了解矿物的顆粒度；而为了預先选择藥剂及其应用的順序，則必須了解矿物的成分。研究矿石各种品級的可选性，应该由科学研究机关根据專門挑选出来的有代表性的样品进行。

錫矿石含錫品位不高，在冶炼和化学加工处理前，須进行預先精选，来获得含三氧化錫的品位达50—60%的精矿。

原生錫矿石的选矿过程包括下列几个主要程序：粗碎，拣矿，中碎，細碎；在跳汰机和淘汰盘上用重力法或浮选法选矿，以获得粗精矿和尾矿；使錫粗精矿的精选达到合乎标准的品位；有害杂质的品位降低到規定限度；精矿的干燥和选样。

对黑錫矿石和錫锰矿矿石来讲，目前是将錫矿石放在跳汰机和淘汰盘上进行湿选的方法，但没有获到特別良好的效果，这是因为这些矿物容易过于粉碎，并易于成矿泥状进入尾矿（可部分地用浮选法提取）。

白錫矿矿石精选的主要方法是浮选法。白錫矿的浮选性要比其他的錫矿物好得多，能很好地由单金屬白錫矿矿石中分离和由綜合矿石中提取出来。由含0.1%三氧化錫的矿石中，白錫矿的提取率在現代工厂中达80—89%左右，而在含量較高情况下則达85—90%。对粗晶矿石来说，用重力法时黑錫矿（錫铁矿、錫锰矿）的提取率为75—85%，中粒和細粒的矿石为62—72%。在湿法除尘器中浮选矿泥和选尾矿时可以再提高总提取率的百分之几。

在氧化矿石中錫矿物为錫华和鉄錫华时，实际上不进行

精选。

当白钨矿矿石中有拥有接近于白钨矿所具的浮选性的钼钙矿和钼白钨矿时，后者可为综合的钼钨矿-白钨矿的精矿；它再继续经湿法冶金处理便可获得人造的白钨矿、钼酸钙和三硫化钼。

苏联工业生产的钨精矿，按主要组份和有害杂质的含量分为11种牌号。苏联工业生产的钼-钨精矿分为二个牌号（表2）。

钨精矿供生产金属-陶瓷业用硬性合金之钨铁合金和钨酐，以及电灯泡工业用的钨酸。

合乎标准的钨的精矿之加工处理包括下列主要程序：精矿的分解，获得钨的纯的化合物，最后净化。

金属钨系在温度为700—900°时通过以氢还原三氧化钨的方法由钨酐（三氧化钨）中获得。把所获得的钨最细的粉末从压力压缩成棒或板（“芯柱”），当温度为900—1200°时以干燥氢流使其凝成块团，此后再在2900°左右的温度下作电流焊接。经焊接后的“芯柱”可以经受得住机械加工处理（锻造、压延、抽制金属丝）。

为了制造硬性合金，可借用碳还原三氧化钨方法或是直接碳化来获得钨。

对钨矿床的矿石质量之统一要求是没有的。当规定矿石的标准时，在每种不同情况下要考虑矿区的地理经济条件、可能采用的开采方法（地方或露天开采）、矿石的矿物成分、选矿时有用组份的提取率等。

根据矿床的性质不同，应规定的标准是：

（1）平衡表内和平衡表外储量的矿石各块段之最小工业品位；

(2) 对平衡表内和平衡表外儲量的矿石來說，三氧化錫的最小边界品位；

(3) 矿床的最小厚度，而对于以不厚的脉体为特征之矿床來說是最小的米百分比；

(4) 当計算儲量时能加入到平衡表内矿石儲量范围内的废石或矿体中不合乎标准的矿石夾层的最大厚度；

(5) 手选的可能性；

(6) 将伴生組份品位换算为三氧化錫的假定品位或各組份联合品位（指綜合矿床）表的换算系数。

每个錫矿床或其一部分之矿石的标准由苏联或哈薩克苏維埃社会主义共和国有色冶金部技术局根据專門的技术經濟利益确定之。

对于容易选的矿石并适于用露天法开采和处于有利的地理-經濟条件的矿床來講，一般是把标准規定得比較低些。

列为平衡表外的儲量系指将来当技术水平提高时和当地的經濟有了发展时，才能做为开采对象的这种矿的儲量。

矿化微弱的矿石并在不久的未来又不能做为可能利用（潜在）的原料者，不应包括到平衡表外的儲量，但在儲量計算說明书中却必須闡明在这种矿石中三氧化錫的性質，分布情况和大致儲量。

近几年来，在錫矿石的开采和选矿方法的改善方面所获得的良好成果，使我們可以去开采三氧化錫品位不高的矿床。这样就降低了从前所应用的錫矿石的标准。例如，对巨大的錫矿床來講，如果可以用廉价方法（露天法）开采，而选矿的技术加工程序能保証足夠高的提取精矿的回收率，則三氧化錫最小的工业品位可降低到 0.1%；对脉状和砂嘎岩錫矿床來講，当米百分比（厚度与品位的乘积）不小于 0.12

表 2

鎢精礦的技術條件 (根據國家標準 213—49)

精礦牌号	WO ₃ 不少子	化 學 成 分 (%)								精礦的大致用途
		雜 質 不 多 于								
		氧化鎢 砂	磷	硫	砷	錫	銅	鉬		
KBГ1...	63	18	5	0.03	0.6	0.10	0.10	0.18	—	做B1牌号的鎢鉄合金
KBГ2...	60	18	5	0.04	0.8	0.10	0.15	0.22	—	做B2
KBГ3	60	18	5	0.05	0.8	0.20	0.20	0.22	—	做B3
KЩ1	55	4	10	0.04	0.6	0.05	0.08	0.17	—	做B1
KЩ2	50	4		0.08	0.8	0.08	0.15	0.19	—	做B2
KЩ3	50	4	10	0.11	0.8	0.20	0.20	0.20	—	做B3
KМЩ1	65	0.10	1.5	0.04	0.3	0.04	0.05	0.10	2—4.5	做B1a牌号的鎢熱鎢
KМЩ2	60	0.10	3.0	0.08	0.5	0.05	0.05	0.10	2—4.5	做B2a
KBГA	60	—	5	0.2	3	0.1	1.5	—	0.06	做鎢酐
KBГK	60	—	5	0.1	3	0.1	1.5	—	0.01	做鎢酸
KЩA1	50	—	—	0.2	3	0.1	1.5	—	0.05	做鎢酐
KЩA2	40	—	—	0.2	3	0.1	1.5	—	0.05	做鎢酐
KЩA3	40	—	—	0.2	3	0.1	1.5	—	0.25	做鎢酐

註: 表2中所示的雜質含量相當于6.1%的鎢酐含量。鎢酐含量最高時, 雜質含量, 在保證它与表中所列的鎢酐的比例條件下也可增高。

—0.14时三氧化錫的最小工业品位可大致到0.2%。

当评价新发现的含錫矿床时，应考虑上述情况，特别是如果有其他貴重金属（钼、锡等）存在时。

但地质工作者依然必须首先去普查和勘探那些较富的錫矿床，以便用较廉价的和对企业建设投资不多的情况下即能获得大量的产品。

三、矿床根据确定勘探方法的自然因素的分类

决定錫矿床勘探方法及其探明储量之可靠程度的最主要的地质因素是矿体的大小、形状、产状、厚度的变化和矿化不均匀程度。

根据苏联部长会议所批准的为决定编制设计和提出建设矿山开采企业投资所必需的A、B及C₁级的平衡表内储量的对比关系而做的矿床分类。可将所有的有色和稀有金属矿床（其中包括錫矿床）分为四类：

“a”类矿床——该类矿床为形状简单的（层状、网脉状矿体）、有用组份均匀的一些巨大矿体。

可列为这类的是一些网脉状类型的巨大錫矿床，该类矿床矿体很均匀、延伸很长、厚度很大、含矿率很高和錫的品位均匀。

“b”类矿床——该类矿床为厚度很大及延伸很长（透镜状矿体）、有用组份分布比较均匀的矿体。

可列为这类的是一些网脉状和矽烷岩型的巨大錫矿床、钼錫矿和锡錫矿床，该类矿床的矿体长度及厚度都很大，并且錫、钼和锡的品位较为均匀，并有无矿的夹层。个别情况下，最巨大的而均匀的脉状矿体亦可以属于此类。

“c”类矿床——该类矿床为形状复杂的、沿倾斜及走向