

苏联国家矿产储量委员会制定

矿产储量分类规范

第二十六輯

硼

P489.2

S242

:26

地质出版社

矿产储量分类规范

第二十六册

磷

地质部

地质研究所

地质部

地质出版社

159.1

879

226

苏联国家矿产储量委员会制定

矿产储量分类规范

第二十六輯

册

地质出版社

1960·北京

礦床儲量分類規範(Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям борного сырья)由苏联И. М. 庫尔曼和国家矿产儲量委员会方法处編写的, 苏联部长會議國家矿产儲量委员会主席М. 洛热奇金于1956年10月15日批准, 曾由許多专家参加了本規範的討論和最后定稿工作。

本輯由邱元榮譯。

矿产儲量分類規範

第二十六輯

硼

制定者	苏联国家矿产儲量委员会
譯者	邱元榮
出版者	地质出版社

北京西四羊市大街地质部内
北京市書刊出版業登記證出字第050号

发行者	新华書店科技发行所
經售者	各地新华書店
印刷者	地质出版社印刷厂

北京安寧門外六鋪 40号

印数(京) 1—4000册	1960年4月北京第1版
开本787×1092 ¹ / ₃₂	1960年4月第1次印刷
字数15,000	印张 ¹¹ / ₁₆
定价(8) 0.10 元	

目 录

一、总論.....	4
二、工业要求.....	7
三、根据确定勘探工作方法的自然因素而作的 矿床分类.....	10
四、对勘探与研究矿床的方法的要求.....	11
五、儲量分类及各級儲量应具有的条件.....	18

一、总 論

硼呈星散状相当广泛地分布于地壳中，但是相当大的硼原料矿床颇为罕见。根据化学成分，在硼原料矿床的矿石成分中的硼矿物可分为两大类：（1）硼硅酸盐类和铝硼硅酸盐类和（2）硼酸盐类。在各种硼矿物中硼的含量变化颇大，各种类型的硼原料技术加工方法亦差异甚大。

硼硅酸盐类和铝硼硅酸盐类的硼矿物中，实际上最为重要的矿物乃是硅钙硼石 $\text{Ca}_2\text{B}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_2$ ——含 B_2O_3 21.8%；而电气石则是分布最广的矿物，目前尚未发现将它作为硼原料来运用。必须指出，斧石虽没有实际意义，但却可作为其他硼矿物——硅钙硼石、硼镁铁矿的硼矿化的标志和普查标志。

组成硼原料矿床的硼酸盐类的矿物种类极为众多。最熟知者乃是天然硼砂 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ——含 B_2O_3 为36.6%和天然硼酸 $\text{B}(\text{OH})_3$ ——含 B_2O_3 为56.3%。它们在硼原料的世界产量上数量有限。具有最大实际意义的钙、钠和镁质硼酸盐计有：（钙质的）板硼石、硬硼钙石、白硼钙石；（钠质和钠钙质的）斜方硼砂、钠硼解石；（镁质、钙和钾镁质的）硼镁石、方硼石、水方硼石、硼钾镁石。

最主要的硼酸盐矿物成分及其含 B_2O_3 的品位（整数）见于下表中：

近来令人注意的一些内生硼酸盐有硼镁铁矿 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \cdot \text{Fe}(\text{BO}_3)\text{O}_2$ ——含 B_2O_3 16%、斜方硼镁石 $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)_2$ 和氟硼镁石 $\text{Mg}_3(\text{BO}_3) \cdot (\text{F}, \text{OH})_3$ 。

硼镁铁矿常与磁铁矿紧密共生，组成磁铁-硼镁铁矿综合

矿 物 名 称	化 学 分 子 式	B ₂ O ₃ 的含量%
板硼石	$\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 13\text{H}_2\text{O}$	37.6
硬硼钙石	$\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	50.8
白硼钙石	$\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	49.8
斜方硼砂	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	51.0
钠硼解石 (硼酸钠方解石)	$\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	43.0
硼镁石	$\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$	41.4
方硼石	$\text{Mg}_6(\text{B}_{14}\text{O}_{26})\text{Cl}_2$	62.1
水方硼石	$\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	50.6
硼钾镁石	$\text{KMg}_2\text{B}_{11}\text{O}_{19} \cdot 9\text{H}_4\text{O}$	57.0

矿床。在此类矿床中，以磁铁矿的数量为主。这类矿床中的矿石组份，除硼镁铁矿外，有时常有其他硼矿物，其中有硼镁石、电气石、斧石和围岩中的硅钙硼石、氟硼镁石和一些稀有的硼酸盐。在已知的矿床中，斜方硼镁石起着最主要的作用。它不与磁铁矿共生，而是与铜和其他金属的合金的硫化物共生。

根据生成条件，硼原料矿床可分为三种主要类型：（1）内生矿床、（2）火山矿床和（3）沉积矿床，其中沉积矿床通常与卤素沉积物有关。火山的工业矿床在苏联暂时尚未发现，本辑不加阐述。

1. 内生矿床是在岩浆期后较早的阶段由酸性和中性岩浆的气水残余岩浆 (газоводные дериваты) 所生成。根据生成条件，可以把这些矿床分成几种类型。目前具有实际意义的有硅钙硼石和硼镁铁矿—磁铁矿建造的交代矿床。这些矿床通常与中、低温矽卡岩的生成有关。有不少这类矿床分布于

鉛、鋅和銅的硫化矿床附近。在硅鈣硼石矿床中，分布最广的非金屬矿物有鈣鉄輝石、石榴石、方解石、石英，而在硼鎂鉄矿-磁鉄矿矿床中則有橄欖石和其他鎂質硅酸盐。

在已知的許多含电气石建造的綜合矿床中，电气石与有色金属和貴金屬矿石共生。

2. 沉积矿床分布于化学泻湖-海相沉积物发育地区，这些沉积物由岩盐、鉀盐、硬石膏、石膏所組成。沉积矿床在成因上与这些矿物有密切关系。沉积矿床主要在二叠紀地层中，但也可見于其他更新的含盐地层中。围岩的岩石成分种类繁多：泥灰岩、粘土、粉砂岩、砂岩、石灰岩、白云岩等。矿床賦存于往往被强烈破坏的盐丘构造中。

在这种矿层的矿床中，划分有原生矿床和次生矿床。

原生矿床又可分为两亚类。第一亚类，硼矿物主要是硼鉀鎂石和水方硼石，分散于含少量泥質物杂質的鉀盐和粘土物質中。已知的这类矿床含 B_2O_3 的平均品位为千分之几，但常可見較富的薄层。因此，这类矿床的矿石是硼和鉀的綜合原料，但只有在盐的技术加工时，方能提取硼。目前这种硼原料尚未应用^①。

原生矿床的另一亚类为含硼的含盐泥岩矿床，通常为紅色。这里主要的硼矿物为水方硼石。水方硼石或多或少均匀地分散于基質中，基質是由硬石膏、石膏、岩盐、陆源成分等所組成。在这些岩石中， B_2O_3 的平均品位約 2%，較為富集地段亦常可見，但沒有特殊意义。虽然在矿石中硼的含量非常低，然矿石仍能很好地选矿，而且能获得優質浮选精。

① 此类矿床的勘探应根据对鉀盐与岩盐矿床的勘探所确定的方法进行，

并把所有样品作硼的系統分析。

矿。

次生矿床是实际应用的主要对象，其生成主要是由于含硼的盐层与硼之后成堆积的破坏的复杂作用的结果。除了含盐层的溶液外，产生硼钾镁石的溶液和生成在已蚀变的条件下较为稳定的其他硼矿物。在次生矿床的硼矿物中，起着主要作用的有硼镁石和钠硼解石，其次有水方硼石、硬硼钙石、板硼石等。非金属矿物通常有石膏、硬石膏、岩盐等。此类矿床的矿石中， B_2O_3 的含量相当高，竟达25%以上。矿体为透镜状。

必须指出，为了提取硼原料，世界工业不仅利用硼矿石的矿床，而且亦利用各种含硼温泉（喷气孔和硼酸喷气孔），甚至还利用某些盐湖的天然盐水。

含硼死火山角砾岩和泥火山的水均有些特殊。在这些矿床中硼的含量不高，目前尚未能发现其实际用途，仅有少量钠硼解石团块被运用。这些团块有时生成于一些较大的泥火山附近。

二、工业要求

硼及其化合物被广泛地应用于冶金、玻璃、造纸、油漆涂料、纺织和制革工业中，用于制作珞瑯、漂白剂，用于医药等部门中。碳化硼由于本身的坚硬，用作研磨材料。近年来，含硼的矿物原料应用于硼肥的生产中。硼肥促进了许多宝贵的经济作物的生长和改善了种子，并能根治植物的某些病害。

各种各样硼原料的复杂性和多样性和硼的试剂在国民经济各部门中应用范围之广，很难对硼原料的工业要求作出肯

定的規定。因此，工業部門對各個礦床確定有一定的指標，礦石中硼酐 (B_2O_3) 的最低邊界品位和平均品位，以及礦體的最小厚度。

下面所引用的資料，一般認為它是適用於工業的某種硼礦石的例子。

硅鈣硼石礦石可分為：（1）高品級礦石， B_2O_3 的平均品位為 9—10%，由 40—50% 的硅鈣硼石所組成，以浮選法可增高在精礦中的 B_2O_3 的品位達 15—16% 以上；（2）中品級礦石， B_2O_3 的平均品位不小於 5%；（3）低品級礦石，目前作為平衡表外礦石， B_2O_3 的平均品位為 2.5—3%。當圈定硅鈣硼石礦體時，通常採用的 B_2O_3 的邊界品位約 3%。

與含鹽組合體有關的硼酸盐礦石，大致可分為：（1）富礦，含 B_2O_3 的品位（換成干重）不小於 13%，其中礦石含 B_2O_3 的平均品位為 20—25%，不必選礦可運用於工業上；（2）含 B_2O_3 的少量品位（小於 2%）的貧礦，屬於此類礦石的有含硼粘土、石膏和鹽類。一般貧礦石須經選礦，並且其中某些礦石——水方硼石的含鹽泥岩——非常好選礦，因此很可能獲得含 B_2O_3 30% 的精礦。

選礦乃是為進一步加工提供硼礦石的重要步驟。

確定選擇這種或那種選礦程序的礦石技術加工性質，決定於下面的許多因素：礦石的礦物成分、顆粒度、某些礦物與另外一些礦物互結生長的程度、礦石的抗碎強度、細粒粘土物質的存在與否、組成礦石的礦物的各種硬度、磁性礦物的存在與否等。

硼礦石通常用浮選法選之，但有時也採用重力選礦法（跳選機和淘汰盤）結合浮選法進行。在浮選和隨後的磁選

之前，有預先燒結的程序。某些矿石还有可能采用重液法。采用浮选有时可能从貧的硼矿石中提取優質精矿。

并非所有硼矿石均同样能选矿，因此往往不可能預先肯定指标。經驗証明：若矿石中有方解石和粘土物質存在时，則使硼矿选矿复杂化，因为方解石和粘土物質的存在使形成矿泥显著增加及矿泥大量吸附葯剂。矿物之間的細密連晶要是全部矿石极度碾磨（达150—200篩眼）时，亦使选矿过程变得复杂。

硼酸的制取是用硫酸加工处理硼矿石的方法（精矿）来實現的；进一步用水除尘洗淨硼酸，加石灰粉末于溶液中，使其中和，蒸发之，然后讓溶液冷却，从中获得工业用硼酸。用重結晶硼酸方法亦可制取化学上的純硼酸或医药上的硼酸。

硼砂可以直接制取或从硼酸中制取。硼的其余所有商品产品通常均从硼酸或硼砂中制取。

目前在苏联所采用的硼原料技术加工方法中，鎂是有害的杂质。因此，与我們的矿床中分布較广的鎂質硼酸盐—硼鎂石来比較，認為最好的是鈣質硼酸盐、鈉—鈣質硼酸盐和鈣—鎂質硼酸盐。所有硼酸盐均能很好地溶于酸中，硼硅酸盐則不然，其中仅有硅鈣硼石能很好地溶于酸中。

硼硅酸盐的技术加工，有如电气石，首先把电气石与任意碱燒結，最好与石灰石燒結較為經濟，使含于其中的硼呈酸溶解状态，然后加硫酸与此燒块起作用。进一步技术加工工序与上述相同^①。其他的硼矿石技术加工程序（昇华等）

①純电气石中，含 B_2O_3 的品位較低（一般为10%）以及酸不溶解性乃是电气石暂时尚不能作为硼原料的原因，尽管是从电气石中提取硼酸的工艺学上已制成。但是，还有可能进一步发现电气石作为硼原料来运用，尤其是在这种情况下，当电气石能从綜合矿床中成为主要生产的产品被提取。

正在研究中，但目前这些方法均尚未获得实际应用。綜合磁鉄矿-硼鎂鉄矿矿石的选矿程序和技术加工也尚处于研究中。

三、根据确定勘探工作方法的 自然因素而作的矿床分类

决定矿床的勘探和研究方法的主要地質因素是：矿体的形状、大小和产状、矿体厚度的稳定性、有用組份分布的特征、埋藏深度及其与上下盘围岩相互关系的性質。根据这些因素，大部分具有工业价值的硼原料的已知矿床可大致地分为三类，其中每一类包括有勘探和研究方法都很类似的許多矿床。

第一类——該类矿床形状較为简单，一般呈层状的巨大矿体。有用組份的分布較均匀，但在矿体内包括有有用組份不够工业品位的地段。

属于这类矿床的有产于矽化灰岩（远东）的巨大的硅鈣硼石交代矿床和含硼含盐泥岩矿床，其特征是：矿体厚度頗大和分布面积較广。

第二类——該类矿床为复杂的透鏡体，厚数米，延伸100—500米，形状較为复杂，沿傾向及走向的厚度均不稳定。有用組份的品位的稳定性一般要次于第一类矿床。

属于这类矿床大半是硼酸盐次生矿床的硼鎂鉄矿-磁鉄矿矿层的交代矿床。印德尔隆起大部分硼酸盐和阿尔丹、外貝加尔地区和其他地区的含硼磁鉄矿矿床均可作为此类矿床的实例。

第三类——該类矿床为复杂、不稳定和小的矿体（不大

的透鏡體、小礦巢)，以及一些厚度小的矽卡岩帶。有用組份的品位極不均勻。

屬於這類礦床的有最不穩定的而又小的印德爾隆起硼酸盐礦床^①和北高加索的硅鈣硼石礦床。

四、對勘探與研究礦床的方法的要求

§1. 礦床的地質研究應對礦床的構造、礦體的形態和產狀、礦體的形成和局部硼礦化的主要規律提供正確的觀念。同時應尽可能地研究內生礦床的裂隙構造。

當研究礦床時，必須爭取發現該礦床類型的新的普查前提和普查標志。為了對所勘探的礦床更正確地進行評價，應預先研究礦床毗鄰地區，以便查明有無可能發現新礦床。為了在本礦床和其毗鄰地區內發現盲礦體和被浮土所復蓋的礦體，最好進行綜合的地球物理勘探工作，以及利用地球化學的普查方法。

1:100,000—1:50,000比更大的比例尺的礦區地質圖應作為勘探地區的選擇及勘探工作的設計的基础。在進行區域地質研究和礦床勘探的過程中，要編制較詳細的地質平面圖；對礦田來說，其比例尺為1:10,000—1:5000，直接對所勘探的地段來說，其比例尺為1:2000—1:1000。

所有這些平面圖均編制於儀器測量的地形底圖上，並隨附有地層柱狀圖和地質剖面圖。

①印德爾礦床是由大量的工業硼酸盐礦石及非工業硼酸盐礦石的大小不一而又彼此孤立的透鏡體所組成。礦石分布面積相當寬廣。

§ 2. 必須詳細地研究地表及矿床的上部层位，因为当地表經過良好的研究和勘探以后，才可以正确地了解矿床的地质构造，并从而合理地指导勘探工作。有时在矿床范围内的残积-坡积复盖岩石被含硼 (B_2O_3) 硬石膏这样富集，以致具有实际意义，并能作为硼原料来利用。此外，由地表詳細地研究矿床，就有助于更好地采用和更有根据地解释鑽孔和山地坑道的地质資料。

矿体若埋藏不深时，应由地表用探槽、浅井或帶石門的浅井来揭露、追索和圈定，并詳細取样。

§ 3. 硼原料矿床深部层位，甚至部分埋藏不太深的矿体的勘探，通常借助于岩心鑽探，若地表地形有利时，則用平窿。

当勘探具有矿体較大和有用組份較均匀的第一类和第二类矿床时，采用岩心鑽探，收效很大。对这些矿床來說，鑽探乃是勘探工程的主要方式，利用鑽探可查明C₁級、B級甚至A級的儲量。

勘探形状复杂、厚度不穩定、矿体規模不大以及有用組份分布不均匀的第三类矿床时，主要是用山地坑道来进行的，而岩心鑽探对这类矿床仅具有輔助意义。

当勘探所述类型中任何一种新矿床时，为了对矿床作出更可靠的評價和选采技术加工样品，必須打若干山地坑道。某种勘探坑道的采用决定于水文地质和矿山技术条件。矿床如果地表地形条件有利于用平窿勘探时，地形特征就具有作用。

§ 4. 如果勘探坑道分布系統和勘探的一般方法能保証查明儲量的高度有效性，并保証在最經濟的条件下取得足够可靠的地質資料，作为对矿床的計算儲量和总的評價的根据

时，可称为适宜。

为了取得进行储量计算和评价时所需的更充分的地質資料，鑽孔和坑道必須根据一定的系統来布置，同时也要考虑到矿体的产状要素、矿体的厚度的极大变化的大致方向和矿石成分。成水平或平緩产出的似层状和透鏡状的矿体的勘探应根据正方的或其他均匀的网格来进行。延长形而又傾斜的矿层的勘探应以垂直矿层走向方向的坑道綫来进行，同时綫上之坑道間的距离应比綫与綫之間的距离要小。

勘探原料矿床的勘探网密度应有依据。表中所列之数据是大約的数据，系以較有限的經驗为依据，因此应看成仅仅是大約的数据。当有足够的地質依据时，表中所列之数字是可以改变的。对詳細勘探的，特别是对开采的矿床来说，勘探网的密度必須以业已勘探的資料与开采工作的成果的对比如来加以証实。

勘探原料矿床勘探网的大致密度

矿床类别	坑道間距		
	A ₂ 級	B 級	C ₁ 級
I	50—75	100—150	200—300
II	25—50	50—100	100—150
III	—	25—50	50—100

§ 5. 鑽探掘进技术必須保証相当高的矿心采取率和取得正确反映矿石成分的样品。如果没有提供出因鑽探时选择性磨損而富化和貧化的岩心材料的依据时，岩心采取率达70—80%，方能認為合格。当具有选择性磨損的依据，以及低的岩心采取率的情况下，应以主要方法研究选择磨損的性質，

以便評價取樣質量^①。

當鑽孔深度深於100米時，必須系統地測量鑽孔頂角(彎曲度)的變化，又當鑽孔深度深於200米時，必須測量方位角。編制剖面時，測量資料應加以利用。

§ 6. 凡是在相應礦體和直接與礦體接觸的圍岩之間距中的鑽孔岩心，都應取樣。岩心取樣以通常方法進行：把岩心沿軸剪開，一半作為樣品，另一半保存於岩心箱中。

若礦心採取率小於70%，並因選擇性磨損而引起的礦心的富化和貧化時，除取岩心樣外，還須收集岩粉和岩泥並取樣，而且要進行鑽孔測井。

每一段取樣的長度視礦體的厚度和構造，以及對礦石有用組份研究程度的實際上適當的要求而定。在大部分情況下，1米長的分段，取樣通常是合乎實際要求的。

§ 7. 凡是揭露礦體及與其接觸的圍岩之所有坑道和露頭均應進行取樣。刻槽法是山地坑道取樣最可靠的一種方法^②。其他更快的採樣方法，有如打眼法、方格法等亦同樣採用，假如經開采工作証實了取樣結果的可靠性時。在這個礦床要均勻地而且統一的方式進行採樣。

在穿過礦體並與走向正交的坑道里，要以沿一壁進行連續的水平刻槽取樣。如果礦化極不均勻時，則最好在兩個相對的壁上，把從各個間距上採取的材料合成一個樣品。確定分段取樣大小的原則與岩心樣品同。

①在印德爾礦床現有鑽孔技術條件下，岩心採取率可達90—100%。較低的岩心採取率說明了鑽探技術有缺點，因此應採取措施克服這些缺點。

②建議把岩心取樣和已打完的鑽孔處所布置的淺井中之刻槽取樣的結果進行比較。這對新礦床來說尤為重要。

在正在沿着矿体走向打的坑道里，由于要研究矿石成分沿走向的变化情况，在沿脉里的取样，必須間隔 5—10 米进行之。

§ 8. 在山地坑道中亦适当地采几个（3—4 个）全巷样品，以便测定矿柱体重、松散系数或爆破后矿石块度。对新矿床亦必須采取技术样品，以便研究矿石的可选性和加工方法。

§ 9. 从鑽孔和坑道中所采取的样品的处理程序应保証使送交化验分析的称量，为此須正确的选择一个在样品处理时縮减样品所应用的公式（ $Q = Kd^2$ ）中的系数 K 。

系数 K 值的确定是实验性的。根据試驗資料証实：对硅鈣硼石來說， $K = 0.5—0.3$ ；对与含盐的綜合体有关的硼酸盐矿石來說，則为 $0.3—0.2$ 是适宜的。

§ 10. 矿石体重应基于保証取得其可靠的平均值的試驗数量上加以測定。

对松散的和孔状的矿石來說，用挖穴矿柱法来測定体重；对坚硬的矿石來說，可用實驗室法并考慮到大裂縫的修正加以測定。

在同样的标准标本上測定体重的同时，要測定矿石的吸着湿度，因而这些标本应当在矿物成分上和最主要的化学組份上均具有代表性的。

§ 11. 矿石化学成分要詳細研究，以便保証有可能对主要組份和伴生組份的工业意义作出評价。为此，必須对该矿床每一类型矿石进行化学全分析和光譜分析。同时，还必须分析个别矿物、尾矿和精矿。

在所有的样品中均应对主要組份（ B_2O_3 ）进行确定，而 MgO 、 CaO 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CO_2 則要根据組合样品