

An illustration at the top of the book cover depicts an industrial landscape with various structures, including tall chimneys, a bridge, and buildings, set against a background of stylized waves or clouds.

工業礦物原料叢書

銻

Ф. Н. 別拉什 著

地質出版社

7147

52

工業礦物原料選種

銻

Ф. Н. 別拉什 著

地質出版社

1957·北京

本書系根據蘇聯地質部全蘇礦物原料研究所主編的“對礦物原料之質量方面的工業要求叢書”(Требования промышленности к качеству минерального сырья)(為簡便起見,我們將“工業礦物原料叢書”)中的第17冊“鈾”(Выпуск17, Сурьма)譯出。原書的作者是 Ф. Н. 別拉什, 蘇聯國立地質書齋出版社(Госгеолыдат)1946年出版。本書由地質部編譯出版室譯, 王文通、蔡多生校。

工業礦物原料叢書第37號

鈾

著 者 Ф. Н. 別 拉 什

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街2號

北京市書刊出版業營業許可證出字第058號

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 地 質 印 刷 廠

北京廣安門內教子胡同甲32號

編輯: 蔡多生 技術編輯: 張華元 校對: 金伯璠

印數(京)1—4,300冊 1957年1月北京第1版

開本 $31^{\circ} \times 43^{\circ} \frac{1}{16}$ 1957年1月第1次印刷

字數23000字 印張 $1 \frac{1}{16}$

定價(10)0.17元

目 錄

原序.....	4
一、总述、性質及用途.....	5
二、銻礦物.....	7
三、銻的共生、銻礦床和銻礦石的类型.....	9
四、銻礦石的加工.....	12
五、对商品銻礦石、銻精礦的技術要求.....	19
六、銻的代用品.....	24
七、質量試驗和样品重量.....	24
八、最重要的經濟資料.....	25
九、对礦床初步評价所必需的主要地質資料和技 術經濟資料.....	30
参考文献.....	32

原 序

这套叢書的任务，是为了帮助地質工作者对于礦物原料質量進行評價；針對着这个任务，本叢書主要是叙述各个工業部門对各种礦物原料及其加工產品所提出來的技術要求。

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

本書对地質学、礦物学、技術样品的取样、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册子中來找到他們在勘探某种礦產时，有关工業評價上的許多極重要的实际問題的答案。

本叢書拟分册出版，共分六十册。其中有五十册叙述最重要的礦產，其余十册是对于根据工業上不同的用途而分类的各种礦物原料的綜合性的叙述。例如磨料、填料、陶瓷原料、光学礦物等。

这样的小册子还是初次編印出版，無論是在國內或國外的文献中，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册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慮这些意見。

本手册是由苏联地質部委託全苏礦物原料研究所編寫而成。

一、总述、性質及用途

銻 (Sb) 是元素周期表第 V 类的元素；原子序数 51，原子价 3 和 5，原子量为 121.76。这是一种錫白色，發亮而性脆的金屬；極易在研鉢中研成粉末。結晶形为菱面晶系，摩氏硬度为 3—3.5，布氏硬度为 30，比重 6.62，熔点 630° ，沸点 1440° ，热容量 0.0509 卡路里/克， 18°C 时導热性 0.0420 卡路里/公分·秒· $^{\circ}\text{C}$ ， 40° 时膨脹系数为 0.1152×10^{-4} ， 0° 时电阻率—— 39×10^{-6} 欧姆/公分， 100°C 时电阻温度系数——0.0037。

濃硝酸能把銻氧化成銻酸 (H_2SbO_4)；銻在濃硫酸中，加热便能溶解，但在鹽酸中溶解較慢。銻在王水中，低温就可溶解并形成氯化銻。銻在常温下不起变化，但在燒热时，却能燃燒并放出藍色火焰，冒出氧化銻—— Sb_2O_3 的白烟。銻和磷和砷一样，能直接与鹵族元素化合并產生強烈的热效应。研成粉末狀的銻能在氯气中燃燒。銻極易与很多的金屬熔合。

銻及銻化物在國民經濟各部門中有很大的用处。銻能提高跟它化合的金屬的硬度，并使之在常温下不受氧化，所以銻是許多合金不可缺少的組成部分。銻与軟金屬制成的合金，其硬度增高，但銻加入过多，也会提高合金的脆性。銻和鉄能夠很容易形成硬而脆的白色合金。銻和銅形成各种顏色的合金。銻又可用于精確的鑄造(如鑄造印刷用的鉛字)，因为它冷却时的体積变化極小。

熔融状态的鉛和錫能以任何比例与銻熔合。

工業上常用的銻與其他金屬的合金在160種以上，其中最重要的是鉛銻合金和錫銻合金，其成分和用途列于表1。

最主要的銻合金

表1

合金	含 量 (%)					合金的用途 及 名 稱
	銻	鉛	錫	銅	其他金屬	
銻 鉛 合 金	5.0—30.0	70.0—94.0	—	—	—	蓄電池及耐酸 合金；電纜外 皮
	2.4	96.2	—	—	1.0(銻)	錫箔
銻 鉛 銅合金	44.5	33.8	—	22.2	—	裘氏合金
銻鉛錫 合 金	7.0—10.0	75.0—89.0	4.0—15.0	—	—	難熔的鉛焊料
	10.5	32.5	43.8	—	—	鑄板合金
	11.70	82.21	6.0	微量	—	製造用的模型 合金
銻鉛錫 銅合金	5.0—30.0	50.0—77.0	2.0—25.0	2.0—4.7	—	印刷用的鉛字
	1.5—26.0	0.0—86.0	7.0—90.0	0.0—22.0	—	軸承合金
	10.0—15.0	0.0—77.0	5.0—86.0	2.3—9.0	—	白色金屬

如表1所示，銻合金的主要用途是製造蓄電池板、軸承、印刷用的鉛字和某些類型的炮彈。

工業上應用的銻化合物有氧化物、銻酸鹽、硫化物、鹵酸鹽以及某些有機化合物。

三氧化二銻(Sb_2O_3)可用來代替白色瓷釉中的氧化錫，也用作提煉吐酒石、三氯化銻、氟化銻的半成品。

銻酸氧化鉛可用來製造油畫顏料和陶器。

三硫化銻有灰、紅二種類型。灰色呈 antimonium crudum 狀，是煉取銻制劑的主要原料；也可以應用於煙火製造業和火柴工業。安全火柴頭便含3%的三硫化銻。紅銻可用於橡膠工業。

銻辰砂 $2\text{Sb}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3$ 用作紅色顏料。它在空氣中極其穩定，但卻易于感受酸、鹼的作用。

硫銻酸鈉 $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (什氏鹽) (Соль Шлиппе) 可用于照像業上。

用三氯化銻 SbCl_3 (銻油) 可以把鋼燒藍，把鋅染成黑色，或用它做助染劑。工業上也常應用銻的其他一些無機化合物，如氯氧化銻 SbOCl 、五氯化銻 SbCl_5 、合成氟素銻鹽 $4\text{SbF}_3 \cdot \text{NH}_4\text{F}$ 、 $\text{SbF}_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等。

有機化合物中有實際意義的是復草酸鉀和復草酸銻。用作助染劑的某些乳酸鹽、酒酸銻鉀或吐酒石 $2(\text{KC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \text{SbO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

二、銻 礦 物

最重要的分布又最廣的銻礦物是輝銻礦 Sb_2S_3 ，含銻 71.38%、硫 28.62%，鉛灰色，金屬光澤，貝殼狀斷口，硬度 2，比重 4.52—4.62，熔點 546° 。大多數銻礦物都是輝銻礦氧化後的產物。此種礦物包括：(a) 三氧化銻 Sb_2O_3 ，如方銻礦、銻華；(b) 銻赭石，常見的為赭石或黃銻礦石 Sb_2O_4 、黃銻華 $\cdot \text{Sb}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、四水銻礦 $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 及棕銻礦 $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等。未完全氧化的輝銻礦為硫化銻礦或紅銻礦石 $2\text{Sb}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3$ 。此外銻也包括在許多複雜的礦物之中。

表 2 列出銻礦物的一覽表。

主要銻礦物

表 2

名 稱	化學公式	比 重	硬 度	顏 色
輝 銻 礦	Sb_2S_3	4.5—4.6	2.0	鉛灰色

名 称	化学公式	比 重	硬 度	颜 色
藍 鉄 礦	$\text{FeS} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3$	4.0	2.0	
黃 銻 華	$\text{Sb}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	5.1—5.3	4.0—5.0	淺黃色
銻 華	Sb_2O_3 (金剛石光澤)	5.56	2.5—3.0	无色到白色、紅色或褐色止
方 銻 礦	Sb_2O_3 (油脂光澤)	5.2—5.3	2.0—2.5	
硫 氧 銻 礦	$\text{Sb}_2\text{S}_5\text{O}$	4.5—4.6	1.0—1.5	櫻紅至褐紅
Ривотит	$\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{CuO} \cdot \text{Ag}_2\text{O} \cdot \text{Co}_2$	—	—	
Партунт	$\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{CuO} \cdot \text{Ag}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot \text{H}_2\text{O}$	—	—	
銻 鉄 礦	$\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	—	—	
水 銻 鉛 礦	$\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot \text{PbO} \cdot \text{H}_2\text{O}$	4.6—5.0	4.0	灰色、黃色、褐色、脂肪色
八面銻酸鈣石	CaSb_6O_2	4.7—5.1	5.5	密黃色
水八面銻酸鈣石	$2-3\text{CaO} \cdot 2\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot 6-8\text{H}_2\text{O}$	3.5—3.66	3.5—5.0	淡黃色，蜜黃色至淡褐色
氯 銻 鉛 礦	PbClSbO_2	7.0	3.5—4.0	
銻 質 石	$\text{Pb}_4\text{Sb}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{PbCl}_2 \cdot \text{Ag}_3\text{Sb}$	—	—	
銻 銀 礦		9.4—9.8	3.1—4.0	銀白色
銀 黝 銅 礦	$(\text{Cu}, \text{Ag}) \text{Sb}_2\text{S}_3$	4.85—4.0	3.0—4.0	鋼灰色
單斜輝銻銀礦	$\text{Ag} \cdot \text{Sb} \cdot \text{S}_2$	5.1—5.3	2—2.5	鉄灰色
硫 銻 銀 礦	$\text{Ag}_2 \cdot \text{Sb} \cdot \text{S}_3$	5.77—5.76	2.5	从暗紅色到黑色
斜方輝銻銀礦	$\text{Ag} \cdot \text{Sb} \cdot \text{S}_4$	6.2—6.3	2.0—2.5	鉄黑色
黝 銅 礦	$\text{Cu}_8 \text{Sb}_2 \text{S}_7$	4.5—5.1	3.0—4.0	灰色、近鉄黑色
斜硫銀銻鉛礦	$(\text{Pb}, \text{Ag})_5 \text{Sb}_4 \text{S}_{11}$	6.2—4.3	2.0—2.5	鋼灰色
硫 銻 鉛 礦	$\text{PbS} \cdot \text{Sb}_2 \text{S}_5$	5.5—6.0	2.0—3.0	黑灰色
輝 銻 鉛 礦	$\text{PbSb}_2 \text{S}_4$	5.3—5.35	3.0—3.5	鋼灰色
硫 銻 鉛 礦	$\text{Pb}_5 \text{Sb}_4 \text{S}_{11}$	5.75—6.0	2.5—3.0	淡青到灰色

名 称	化 学 公 式	比 重	硬 度	颜 色
車 輪 礦	$(\text{PbCu})_3\text{Sb}_2\text{S}_7$	5.7—5.9	2.5—3	鋼灰色
圓 柱 錫 價	$6\text{PbS} \cdot 6\text{SnS}_2 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	5.55	2.5—3.0	黑灰色
輝 錦 黑 鉛 價	$\text{SPbS} \cdot 2\text{SnS}_2 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	5.55	2.5—3.0	黑灰色
火 色 硫 錫 銀 價	$3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	4.3	2.0	金剛色
硫 汞 銀 價	$\text{HgS} \cdot 2\text{Sb}_2\text{S}_3$	4.81	2.0	鉛灰色；脂肪光澤
硫 錫 銅 銀 價	$9\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	6—6.2	2.0—3.0	鉄黑色
錫 硫 鎳 價	NiSbS	6.5—6.7	5.0—5.5	銀灰色
錫 鎳 價	NiSbAs	7.54	5.0—5.5	銀紅色
斜方輝錫鎳價	$\text{Ni}(\text{As} \cdot \text{Sb})\text{S}$	6.6	4.5	鉛灰色
輝 錫 鎳 價	$\text{Ni}(\text{As} \cdot \text{Sb})\text{S}$	6.0	4.5—4.0	錫白色

三、錫的共生、錫礦床和錫礦石的类型

錫在岩石圈里的平均含量为 $5 \times 10^{-5}\%$ 。錫礦物顯然產自酸性岩漿岩。这些礦物被热水溶液从深部岩漿源帶出。它們在水溶液中受到压力，而且所处的条件和在噴泉中和一般火山噴發时的条件一样。这一情况証实硫質噴气孔中含有錫以及錫和硫的緊密共生关系。自然界中的錫大部分呈輝錫礦这样的硫化物存在。輝錫礦就是錫的原生礦物。錫經常与其他金屬特別是汞的硫化物共生。毫無疑問，錫与汞这种成因上的关系是由其共同的特点造成的，这就是錫和汞都能在溶液中存留很久，在溶液沿地壳裂隙上升时不沉淀，有时直接达到接近地表的地帶。因此，高温和中温汞礦就很少，而低温汞礦却占顯著的優勢。

此外，含有銻和汞的热水溶液，正如德洛奈所指出的，还具有另外一种共同特性，即極易侵入圍岩的細小裂隙及空洞而形成細枝網狀脉，或者和易溶解的碳酸鹽类岩石發生化学交代作用而形成交代礦床。

銻大部分發現在石英脉中。方解石、重晶石和螢石很少成为脉石礦物。

別尔格強調指出，沉淀銻的溶液溫度要比沉淀汞的溫度高得多。因此，銻交代碳酸鹽类岩石的能力就要比汞強。

所有的作者一致認為銻礦石和銻礦床的分类是相当困难的，这种困难是与复雜的礦化作用特性有关的。

可作为分类基礎的第一个标志是銻礦物从热水溶液中沉淀的溫度和銻礦物的帶狀構造。根据这一点將所有的礦床分成三种类型：高溫、中溫和低溫热液礦床（德洛奈，奥布魯切夫）。

高溫热液礦床和酸性及中性岩石，如花崗岩、花崗閃長岩、二長岩、閃長岩等有关。銻一般存在于輝銻礦中，有时和黃鉄礦、黃銅礦、毒砂，輝鉍礦伴生。苏联烏拉尔的金銻礦床（阿雅特礦床、阿拉馬舍夫礦床）便屬於这一类型。

中溫热液礦床都与多金屬（銀、鉛、鋅）礦石有关。銻乃存在于輝銻礦或硫銻鉛礦中。銻与多金屬礦石的共生情况在薩克森礦山（弗萊堡）以及苏联的維尔霍揚斯克山嶺表現得最为明顯。

低溫热液礦床分布最广，同时成礦的性質也極不一致。托斯卡那（意大利）礦床、南斯拉夫的科斯塔依尼克礦床都屬於低溫热液礦床，在那里礦床是許多的多枝脉。低溫热液礦床中常有交代礦藏，其中的輝銻礦是極重要的金屬礦物，在靠近地表处，这种礦物常氧化成銻華、銻赭石和黃銻華。苏

联低温类型的热液礦床發育在中亞細亞（卡达姆扎依）、高加索（厄利阿山）、阿穆尔河边区（波古昌）。

德洛奈把礦床分为下列諸类型：

按礦化类型的分类有很大的假定性。

1. 含有与黄铁矿、毒砂共生的錫礦物的石英脉 这一类型的例子有法國中部高原和西欧的海西宁山脉（葡萄牙、西班牙、英國、捷克的礦床）。苏联远东的某些礦床也屬於这种类型，如哈尔加河旁之列宁斯克礦床、克拉斯諾雅尔斯克边区之拉茲多尔宁礦床。

2. 含金輝錫礦脉 在前一类型礦脉里就有毒砂与少量金子夾雜在一起的現象。这种礦床能变成粹純的金錫礦，这种礦床中最好的是含金最多的礦床，有时从一个礦床上也采金，也采錫、原來开采过的金礦床，停采后許多年又被当做錫礦來开采，这是常有的事。

这种类型的礦床分布在西欧—在海西宁山系（葡萄牙、法國、德國之菲希特耳山、捷克之紅山）。分布在苏联的有烏拉尔的庫盧德容礦床、阿拉馬舍夫礦床、阿雅特礦床等。

3. 銅錫礦脉 这种类型的礦床是“灰色的”銅礦；含有20%以上的Sb，分布在阿尔及利亞、捷克、匈牙利、瑞典、玻利維亞（奥魯羅礦床）。其特点是存在着脉石礦物重晶石。在苏联，这种共生体以別洛烏索夫礦床（阿尔泰）、卡拉巴什礦床（烏拉尔）为代表，但Sb含量很低。

4. 鉛銀錫礦床 鉛和錫常在一起而形成錫鉛礦物，如硫錫鉛礦等。銀和錫的富集常常是在地面，僅限于膠結帶。这种类型的礦床在下列各國頗为發达：法國、瑞典（薩耳区）、薩克森（礦山）、匈牙利、阿尔及利亞、美國（达科塔）、秘魯。在苏联，里捷尔礦床、索科耳礦床（阿尔泰）屬於这种类型。

5. 汞錫礦床 根据上述成因方面的特点，这种类型的礦化分布很广。有时礦物綜合体由于砷（雄黃、雌黃）、黃鉄礦、碳化氫（普法耳茨）（Пфальц）及石墨而更加複雜了。汞錫綜合体表現得很明顯的是在阿尔卑斯山褶皺系（內華達山、亞平宁、喀尔巴阡山、阿特拉斯），包括西班牙、意大利、波斯尼亞等礦床，在美洲北部科里勒拉也表現得很明顯。这种綜合体在苏联以頓巴斯（尼基托夫卡）为代表。根据德洛奈的分类，海达尔肯礦床（中亞）也屬於这一类，但因礦物綜合体内有氟石，我們把它归入一种特殊的类型内。

6. 硫砷錫礦床 这是一种少有的类型。在特蘭西耳瓦尼亞、馬其頓（阿耳哈尔礦床）及新喀列多尼亞有这种类型。

7. 層狀礦脉 是石灰岩与板岩接触处的交代脉。德洛奈在确定此种类型时，指出礦脉与上述礦脉在本質上并无区别。因此，分出这一类型的根据只是交代的礦層，礦層中包括稀疏浸染和較連續的交代作用两种形式。这两种形式之間有过渡的类型。砂岩中的浸染分布在威斯特伐利亞（阿尔恩斯別尔格）、美國（內華達、犹他）。接触交代現象在南斯拉夫（科斯塔依尼克），阿尔及利亞等地也很發達。在苏联——中亞的若干礦床（卡达姆扎依等）也很發達。

前面所述的 德洛奈分类 是用外國礦床的例子制定的，A.A. 薩烏科夫又用苏联所發現的兩種类型加以补充。

8. 錫、螢石脉（波古昌）。

9. 錫—汞—螢石脉（海达尔坎）

四、錫礦石的加工

根据錫的品位和礦物成分，錫礦石或直接進行高溫冶煉

加工，或進行預備選礦。國外開采的多是單金屬的富礦，一般不用機械選礦。只有某些沒有豐富的銻原料基地的國家才使用這種選礦，但主要是在利用綜合礦石時使用，這時除了取得銻之外，還要取得別的精礦。

選礦 并不是所有的銻礦石都能進行機械選礦。只有硫化物才易于選礦，而用機械能夠對含少量硫化銻的礦石進行選礦。對氧化礦進行選礦較難，因此只含氧化銻礦物的很貧的氧化礦石，實際上現在還不能使用。但是，如果這些礦物形成含硫化銻的結核，那麼這些礦物部分能和硫化銻一起被選出。這種混合礦石頗有實際價值。

選礦時，採用一切現有的方法。最普遍而有效的是浮游選礦法，此法常與手選、淘汰法和淘汰盤配合使用。國內國外的實際經驗都表明單金屬礦石中銻品位最低界限約為1.25—1.5%，最高界限約為10—12%。銻品位超過10—12%的礦石可直接進行高溫冶金加工。綜合銻礦石應予以選擇性的浮游選礦；在這種情況下，綜合銻礦石中的銻品位也可以在1.25%以下，這要看同時所得的其它精礦的價值和數量了。

其他精礦常指的是砷礦和黃鐵礦金礦，間或是鎢酸鈣礦和汞礦。為說明綜合礦石中其他重要組份存在對銻礦石的選礦經濟有何影響，只要舉出關於含這些組份的產品的價格的資料就夠了。1940年在紐約，含量60%的鎢礦精礦售價每噸1240美元，比銻礦精礦的價格約高到10—13倍；金屬汞的售價每噸達5000美元，而白砷的售價每噸77美元。由此可以了解，從礦石中同時取得其他金屬，對銻工業有多么巨大的經濟意義。甚至少量的其他金屬都能大大地降低銻精礦的成本，能使Sb含量很低的綜合礦石得到利用。

浮游選礦時用作試劑的有：戊、乙烷基黃酸鹽或丁黃酸

鹽、桉樹油或松油硫酸鋁、硫酸、煤瀝青、煤脂油等。可選出銻含量44—65%的精礦，銻的提取率為72—95%。

為了說明這一點，下面列出國外某些煉銻企業銻礦石選礦的資料（表3）。

表3

企業名稱	原礦石中 Sb含量 (%)	精礦中 Sb含量 (%)	精礦中Sb 的提取率 (%)	同時提取的其他 金屬精礦
丘奇馬（捷克斯）	12.0—15.0	53.0—55.0	85.0	
察洛納卡爾礦山 （奧地利）	6.6—8.5	62.0—65.0	90.0—95.0	
斯波斯科·巴納 （南斯拉夫）	5.0—6.0	50.0	80.0	
舍平格（奧地利）	6.0	50.0	90.0—95.0	鉍精礦
喬治湖（加拿大）	3.15	59.0	72.0	
科斯特爾菲耳德 （澳大利亞）	1.46	44.2	74.2	金精礦
賈松（美國）	1.0	50.0—55.0	—	錳鐵礦、金礦、鎢鐵礦、 礦精礦

由表3可知，連貧礦石的選礦指標也是很高的。

蘇聯和許多其他國一樣，富銻礦的儲量是有限的，含Sb 1—1.5%的礦石都被採用了。礦石的選礦用浮游選礦法和聯合法（淘汰盤和浮游選礦法）進行。氧化礦物選礦的困難使我們的研究機構（國立有色金屬研究所、礦產機械加工研究所、國立稀有金屬研究所）專門研究這個問題，特別是卡達姆扎依礦床的礦石，因為那里氧化銻的雜質達銻總含量的一半。卡達姆扎依工廠現在所用的選礦方法，在氧化礦物內只有含輝銻礦的結核的部分才能提取為硫化精礦。國立稀有金屬研究所已成功地擬出了妥善地解決這個問題的方法。由於從硫氧化物的浮游選礦所得的尾礦中用浮游法選取氧化物，尾礦中銻含量可從0.9%降低到0.4%，也就是說降低了一半多。

此后，硫化浮游选礦所得尾礦在威耳弗利淘汰盤上進行选礦。由于再提取若干數量的氧化銻，減低了尾礦中的損失量。然而，由于氧化銻主要集中在200網目這一級中，這級的顆粒不能在精选淘汰盤上進行选礦，这种补充提取率是不高的。

最近國立稀有金屬研究所的工作成果將推广到卡达姆扎依工厂的實踐中，其經驗无疑地会有助于如何实际处理含氧化銻的礦石。

可用高温冶金法、湿式冶金法及电解法对銻礦和精礦進行加工。高温冶金法有很大的意义。下面对高温冶金法生產銻化物和金屬銻作一簡短的說明。

三硫化銻的生產 在大多數的情況下，富礦石及精礦的再熔化是直接在礦床上進行的。在世界上銻的大出售者中，只有玻利維亞及墨西哥不采用这种就地再熔法；玻利維亞是因为礦区内沒有燃料，墨西哥則因为要把大量精礦輸往國境外不遠的美國工厂去。

甚至在离鐵路很远的小礦床上，也要建造提取三硫化銻的設備。取得的三硫化銻送往大工厂去把它進一步加工成金屬銻。

从礦石提取三硫化銻用熔析提煉法，即在溫度600—800°下熔煉。只有塊狀礦石可用熔析提煉法，礦粉和浮选精礦不适于熔析提煉。用來加工的是尽量不含鉛和砷的優質礦石。含 Sb_2S_3 90 %以上的礦石不需專門加工就可拿到市場上当商品出售了。

熔析提煉是在坩堝、陶制豎管及反射爐中進行的。

熔煉三硫化銻時，銻損失率在30—50%之間。

三氧化銻的生產 三氧化銻取自貧礦石或熔析提煉后的廢礦石。提取方法是蒸餾焙燒法或揮發焙燒法。在空气中加熱

时，輝銻礦先氧化到揮發的三氧化銻 $2\text{Sb}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$ ，这种三氧化銻有了足夠的空氣时就變成不揮發的四氧化銻 Sb_2O_4 ，因此建議要在空氣有限的條件下進行焙燒。揮發焙燒是在豎筒、坩堝、反射和旋轉管狀煉爐中進行的。礦石中的有害雜質是砷、鉛、鎘；由於這些元素的化合物的揮發，在焙燒時這些元素遇到三氧化銻，就降低了成品的價值或使成品變成無用之物。在豎筒爐內焙燒時，裝料是由煤或焦煤、塊狀礦石（拳頭般大小）和不超過10%的碎礦石組成的。如果碎礦石超過10%，那麼就和7—8%的粘土混合成團礦，團礦與塊狀礦石同時放入爐內。焙燒時產生的 Sb_2O_3 氣經煙囪進入冷凝器裝置中。氧化銻的粒子大小從0.3到1.0微米，甚至在靜止的空氣里沉淀都是很慢的。工作正常時灰渣含1—2%的Sb。上述方法（格連什米特〔Герреншмидт〕）在法國和中國運用極廣。

在坩堝爐里焙燒比在豎筒爐里焙燒的成本高得多，因為燃料消耗量大，生產率低和工作的周期性小。

火焰爐是提取三氧化銻最方便的設備，因為焙燒時間長短適宜。

為了在旋轉爐內焙燒，礦石要磨碎得小於10公厘。爐子燒到暗紅色熾熱。爐子受到空氣的氧化，其溫度可提高到淺紅色，在這種情況下，揮發出大部分的銻。為了收集三氧化銻並使它凝結，要用凝結管、凝結器、煉焦塔、袋狀過濾器及電過濾器。

金屬銻的生產 金屬銻是用沉淀熔煉、焙燒還原作用以及在豎筒爐內直接熔煉從礦石及精礦中提取出來的。無論什麼方法，都是先提取粗銻，然後加以精煉。

銻礦石的沉淀熔煉以下面的反應為根據：