

锡砂矿开采

A. П. 列得涅夫 著
孙成哲 赵宝善 译

冶金工业出版社

錫砂礦開採

A.П.列得涅夫 著

孫成哲 趙寶善 譯

冶金工業出版社

本書根据砂錫矿床的特殊条件，叙述了砂矿床露天开采的各种采矿方法。

本書對於采矿机械化問題極為注意，目的在於提高劳动生产率。提高劳动生产率是增加錫产量的最重要因素之一。

書中指出了新型的挖土机械——挖掘機、拖拉機式鑷運機、推土机和裝載机等的有效使用方法及其使用条件和詳細的規格。

本書系供隊長、采矿技師、工長和从事开采砂錫矿床的其他工作人員閱讀。

本書不仅可供錫矿工業中的工作人員閱讀，而且还可作为矿山工業其他各部門的工作人員的參考書。

А. П. ЛЕДНЕВ: РАЗРАБОТКА ОЛОВОНОСНЫХ РУССЫШЕЙ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ (Москва—1950)

錫砂矿开采 孙成哲 赵宝善 譯

1957年5月第一版 1957年5月北京第一次印刷 2,034册

850×1168. $\frac{1}{32}$ • 130,000字 • 印張 5 • 定价 (10) 0.85元

冶金工業出版社印刷厂印 新华書店發行 書号 0615

冶金工業出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

目 录

序言.....	(5)
第一章 錫及其合金.....	(7)
第一节 錫的性質.....	(7)
第二节 錫的用途.....	(9)
第三节 錫的合金.....	(9)
第二章 錫矿床地質和新矿床的普查.....	(13)
第一节 参加錫矿床普查的工人.....	(13)
第二节 錫石的性質.....	(13)
第三节 錫原生矿床的生成条件.....	(14)
第四节 偉晶花崗岩矿床.....	(18)
第五节 錫石石英系矿床.....	(18)
第六节 錫石硫化物系矿床.....	(19)
第七节 正确佈置普查勘探的条件.....	(21)
第八节 砂錫矿床.....	(24)
第九节 砂矿床的普查.....	(29)
第三章 砂矿床开採的准备工作和主要的採矿方法.....	(31)
第一节 砂矿床开採的准备工作总則.....	(31)
第二节 砂矿床的排水工作.....	(31)
第三节 砂矿床的防冻措施.....	(38)
第四节 季节性的和常年性的冻结層的解冻.....	(39)
第五节 砂矿床的主要採矿方法.....	(42)
第四章 使用採金船和水力机械开採砂矿床.....	(44)
第一节 採金船的使用条件.....	(44)
第二节 採金船的基础資料.....	(44)
第三节 使用採金船开採砂錫矿床的实例.....	(47)
第四节 水力採矿法概說.....	(49)
第五节 自然水头式水力机械的供水.....	(50)
第六节 噴水槍.....	(54)
第七节 岩石的分类及噴水槍冲採能力定額.....	(57)
第八节 採矿法.....	(57)
第九节 从工作面冲落下来的岩石的排出方法.....	(60)

第十节 泥漿泵及其应用	(64)
第十一节 砂錫矿床水力法开采实例	(75)
第五章 挖掘机开采法	(80)
第一节 挖掘机的类型及其使用条件, 皮帶运输机和用挖掘 机开采时皮帶运输机的应用	(80)
第二节 使用挖掘机开采砂錫矿床的实例	(95)
第三节 挖掘机操作及修理的一般規則	(103)
第六章 使用拖拉机式鏟运机和推土机开采砂矿床	(108)
第一节 使用拖拉机式鏟运机和推土机开采砂錫矿床概論	(108)
第二节 拖拉机式鏟运机的性能	(108)
第三节 使用拖拉机式鏟运机开采砂矿床的方式	(111)
第四节 Д—147 鏟运机的使用	(114)
第五节 Д—106 鏟运机	(126)
第六节 使用推土机开采砂矿床	(129)
第七节 Д—157 推土机的操作	(133)
第八节 使用推土机开采砂矿床的方法	(141)
第九节 拖拉机式装载机	(143)
第七章 採用爆破法及人工法开采砂矿床	(147)
第一节 开采砂錫矿时消除季节性的工作	(147)
第二节 开采砂矿时大爆破法的应用	(148)
第三节 冬季剥离泥炭	(152)
第四节 人工开采	(153)
第五节 水溝法	(155)
第六节 水槽法	(175)
参考文献	(160)

序 言

在史前时代（即所謂青銅时代），人們就学会了使用青銅制成的各种工具。青銅是錫和銅的合金。人們曾用这种合金做成矛、箭头、斧子和其他工具。后来又用青銅制造大炮、硬幣和器皿。

純錫远在古代时期就为人們所知。

錫，很可能是原始人在撥开砂錫富矿床上的火堆灰燼时偶然發現的。由於砂錫矿床容易开采和錫矿容易熔煉，因而，錫的生产就得到了迅速的發展。

在苏联領土的錫矿床也在古代就被开采了。例如，东卡查赫斯坦地区中的錫矿床，在很久以前就被当时文化較高的「楚德人」开采过。这事可由已得到的考古文献証明。

他們所开鑿的探矿巷道，有的一直保留到現在。从这些巷道可知他們的探矿知識是很丰富的，对矿床的研究也很深刻。保留下来的这些古老巷道，大部份是長而窄的露天探矿場，他們是在这些露天探矿場中，从石英脉的富矿部分探出矿石。

还有一些沿脉巷道也保留到現在。巷道中沒有人工支柱。为了支持探空場，他們留下了貧矿石矿柱。

在保留下来的廢石堆中，很少能找到金屬矿物，因为，这些廢石都經過仔細地分选，只是些石英碎片。探矿区中沒有錫矿石加工和熔煉的遺跡。由此可推想，人們起初是在窪坑里煉錫。在坑內燃升起篝火，把錫矿石放在燃熾的炭火堆中，熔化了了的錫金屬便积聚在窪坑的底部，最后把它倒入用粘土制成的鑄型里。后来，人們把窪坑挖得更深，並且使用風箱进行人工送風。

此后，人們又使用很大的木桶熔煉錫矿石，木桶里面塗抹了一層厚粘土。用木柴把粘土層燒干后，就把煤和錫矿石裝入大木桶里。这种木桶是最簡單的鼓風爐（这种熔爐在中国一直保留到現在）。使用風箱送風。

現在，熔煉錫已达很高的技术水平，採用最新的科学技术成

就。

沙皇时代俄国几乎沒开採过錫矿石，所需用的錫全是从国外購買的。

在一百三十九年前，即一八一一年，在俄国發現了第一个錫矿区——鄂嫩矿区，並进行了开採。但是，这个唯一的矿区仅开採四十年，由於生产亏本於一八五二年停止了开採。

於十九世紀的后半叶，在芬蘭的皮特基亞蘭塔矿区进行了开採，並在此矿区修建了一个生产能力不大的煉錫厂。

仅在偉大的十月社会主义革命成功以后，在苏維埃的政权下，才大規模地进行了錫矿床的勘探工作，建立了矿产基地，並修建了一些生产錫的採矿企業及冶金企業。

党、苏联政府以及斯大林同志对錫矿工業的發展都表現了極大的关怀和注意。

在战后的斯大林五年計劃的过去四年中，大大地扩大了矿产基地。建設了許多新的和扩建了許多旧的生产錫的採矿企業和冶金企業。

迅速發展着的苏联社会主义工業大量地需要錫。

錫的需要量，隨着国民經濟的發展在不断地增加。因此，錫矿工業部門的全体工作人員的任务，就是要尽一切可能提高錫的产量，以便充分保証国家对錫的需要量。

第一章

錫及其合金

第一节 錫的性質

錫是光澤極強的銀白色的軟金屬。

錫的比重 7.3, 熔點 231.9°C , 沸點 2260°C 。錫宜於槌薄, 在常溫 and 少許加熱時, 可以壓成極薄的錫片 (0.005 公厘以下) 和錫帶, 做成錫箔。

當溫度為 18°C 時, 錫則散成粒狀的灰色粉末。

錫是一種軟而不堅固的金屬。純錫錠的抗斷強度為 1.9 公斤/平方公厘。

錫本身有時呈現一種金屬病 (錫病), 健康金屬與病金屬相接觸時, 這種錫病還會蔓延。在這種情況下, 在金屬上便發生鼓包現象, 在包中有較軟的灰色金屬粉末。為了消除這種錫病, 要將病金屬復熔。

錫的原子量為 11.87。在常溫下, 空氣和水對錫幾乎不發生作用。

錫感受氯氣作用。錫溶解於鹽酸、硫酸和硝酸中。當錫溶解於鹽酸和硫酸中時, 便生成錫的氯酸鹽或錫的硫酸鹽, 而當它溶解於硝酸中時, 則產生錫的氢氧化物的沉淀。

錫常呈結晶構造。如果使錫錠或錫棒彎曲, 便可聽到其本身所有的噼啪聲, 即所謂 [錫響]。

由於錫被氧化 (與氧化合), 便產生兩種氧化物: 氧化亞錫 (SnO) 和二氧化錫 (SnO_2)。

氧化亞錫有鹼性, 容易與酸化合 (例如, 與二氧化矽化合生成矽酸鹽)。

二氧化錫起酸性作用, 和鹼化合生成錫酸鹽。

真正的純錫，只有採用特殊方法除去雜質才能取得。

工業中用的各種錫，或多或少地都含有雜質。商品錫中的雜質一般是銻、砷、銅、鐵、鉛、鉍和硫。

如果錫中的砷、銻和鉍的含量超過0.5%，便會大大地降低錫的韌性，並使其變脆。銅能增加錫的硬度，並使錫的可鍛性減小。鉛對錫也有影響。鐵更能增高錫的硬度和降低錫的可鍛性。鐵的含量如果太高，會使錫變脆。硫也能使錫的脆性增加。錫中含砷和銻，從衛生方面看來也是有害的，這是因為食具鍍錫的緣故。

鋁、鋅和硫對錫的銲接性質有極不良的影響。

茲將蘇聯按國家標準 680—41 規定生產的幾種商品錫列舉於表 1 中。

各種牌號商品錫的成分

牌号	化 学 成 份, %						一 般 用 途		
	錫	銻	砷	鉛	鉍	銅		鐵	硫
01	99.900 至0.015	痕 跡	至0.02	至0.04	至0.01	至0.01	至0.009	至0.01	供罐头盒铁皮鍍錫和作鋅錫用
02	99.550 至0.05	至0.05	至0.02	至0.25	至0.05	至0.03	至0.02	至0.02	制造巴氏合金和鋅錫, 供食具和食用鍍鐵錫用
03	98.350 至0.30	至0.30	至0.10	至1.00	至0.06	至0.10	至0.05	至0.04	制造鋅錫和錫的鹽类
04	96.25	至0.30	至0.10	至3.00	至0.10	至0.15	至0.05	至0.05	制造其他的巴氏合金和低錫合金

供罐頭盒鍍皮鍍錫和作銲錫用

製造巴氏合金和銲錫，供食具和食用鍋鍍錫用

製造銲錫和錫的鹽類

製造其他的巴氏合金和低錫合金

第二节 錫的用途

錫有稳定的化学性質。錫的鹽类無毒。它易於熔煉，很适于製造極耐磨的優質合金。因此，它在工業上和生活方面得到了广泛地应用。

純錫常做为鉄皮鍍錫之用，鍍錫鉄皮即是防止鉄生銹的鍍有一薄層錫的鉄片。这种鍍錫鉄皮用於制做罐頭盒、各种仪表和器具。煮食用的銅鍋和食具鍍錫以及製造錫箔和各种合金（鍶錫、巴氏合金和青銅）也要使用錫（見表1）。

錫还可用於製造各种用途的鹽类和制剂。氧化亞錫用於製造各种器皿；四氯化錫在染料業中做顏料和煤染剂（洋紅）；二氯化錫用於染料工業中和在玻璃工業中製造用具，在冶金工業中精制粗合金；硫化錫用於染料工業中和电鍍各种零件。

錫是种貴金屬。在战前，国外一吨錫的价格要等於4.36吨銅、9.5吨鉛、3.5吨鍶、75公斤銀和930克金的价格。所以在工業中力求使用別种金屬代替錫（無錫巴氏合金和鍶剂）和減少某些合金中的錫量。

錫之价格虽高，但錫的生产和需要量却逐年增長，这是因为錫有貴重性質，也正因为这样，而越来越多地用它来製造許多的優質合金。

随着社会主义工業飞快的發展，我国对錫的需要量也在迅速地增加。

第三节 錫的合金

錫合金分为兩类：1) 白色合金；2) 有色合金。

白色合金包括有鍶錫、巴氏合金和其他錫鉛合金。有色合金包括有青銅和黃銅。銅是这些合金不可缺少的成份。

鍶錫的种类很多：錫基鍶錫，其中錫佔兩份，或还多一些，而鉛佔一份；对成鍶錫，其中錫鉛各佔一份；鉛基鍶錫，其中錫佔一份，而鉛佔兩份，或还多一些；低錫鍶錫，由鉛和錫組成（見表2）。

表 2

按国家标准 1499—42 生产的锡铅焊锡

焊 錫	牌 号	化 学 成 分, %					主 要 用 途	
		主 要 成 分			杂 质 不 高 於			
		錫	鉛	銅	鉍	砷		
90 錫鉛焊錫	ПОС 90	89—90	0.1 —1.15	余 者	0.08	0.1	0.05	焊接食具和医疗用具的内縫
40 錫鉛焊錫	ПОС 40	39—40	1.5—2.0	"	0.1	0.1	0.05	焊接黃銅、鉄和銅線
30 錫鉛焊錫	ПОС 30	29—30	1.5—2.0	"	0.15	0.1	0.05	焊接黃銅、鉄、鋅板和鍍鋅板、 鍍錫鉄皮、飞机上的散热器、仪表、無線电裝置、軟管、电动机索綫
18 錫鉛焊錫	ПОС 18	17—18	2.0—2.5	"	0.15	0.1	0.05	焊接鉛、鉄、黃銅、銅、鍍錫鉄皮、鉄具、焊接前鍍錫、焊接汽車拖拉機零件、焊接日常用具
錫鉛錫焊錫	ПОС 4-6	3—4	5—6	"	0.15	0.1	0.05	焊接鍍錫鉄皮、鉄、黃銅、銅、鉛的鉚接縫和嵌接縫；补平鉚縫和輕便汽車車体的凹陷等。

表 3

按国家标准 (1320—41年) 锡巴氏合金的分类

牌号	化 学 成 分, %									
	主 要 成 分					杂 质 不 高 於				
	锡	铜	锡	镍	砷	磷	锡	铅	铁	砷
B83	10—12	5.5—6.5	—	—	—	—	余者	—	0.1	0.1
BH	13—15	1.5—2.0	1.25—1.75	0.75—1.25	0.5—0.9	—	9—11	余者	0.1	—
BT	14—16	0.7—1.1	—	—	—	0.05—0.2	9—11	”	0.1	0.3
B16	15—17	1.5—2.0	—	—	—	—	15—17	”	0.1	0.3
B6	14—16	2.5—3.0	1.75—2.75	—	0.6—1.0	—	5—6	”	0.1	—

巴氏合金或耐磨合金是用錫、鉛、鉍和其他少量金屬制成的。

这种合金多用於運輸業和机械制造業中鑄造軸承。

苏联按現行标准制造並使用錫巴氏合金（見表3）。

青銅是錫和銅的合金。在青銅中有时含有如鋅、鉛和磷等其他金屬。

第二章

錫矿床地質和新矿床的普查

第一节 参加錫矿床普查的工人

我国錫精矿^①产量逐年地在增加着。但是为了充分滿足飞躍發展的国民經济对錫的需要，我們必須更进一步地提高錫精矿和金屬錫的产量。

大批从事於生产錫、鎢、鉬精矿、金及鉑的探矿人員，能够並應該在巩固錫矿工業基地事業中有所供献，那就是要参加矿床的普查和勘探工作。

苏联政府为了鼓励人們發現矿藏，規定了錫、鎢、鉬、金及鉑矿床报矿獎勵条例。

錫、鎢、鉬、金及鉑矿床报矿獎勵条例的实施，鼓励了工人广泛地参加錫矿床的普查和勘探工作。

工人 A. P. 普利瓦洛夫由於發現了錫鎢原生矿床获得了獎金。工人 B. T. 柯席尼科夫因为發現了鎢原生矿床，也获得了獎金。

为了帮助工人了解錫矿床的地質条件，作如下說明。

錫常見於許多矿物——錫石 (SnO_2)、黝錫矿 ($\text{SnS}_2 \cdot \text{FeS} \cdot \text{Ca}_2\text{S}$) 輝錦錫鉛矿，以及硫的某些化合物（硫化物）和硼酸鹽中。但仅錫石對於提煉金屬錫有实用意义。

第二节 錫石的性質

錫石的金属 (Sn) 品位約为 78.6%。

錫石一般都含有少量杂质，主要是鉄、鉬和鉍，这些杂质將錫

① 錫精矿是在选别含錫矿石和矿砂时得出的一种产品，其中錫石百分含量較原生矿石中的或矿砂（砂矿床）中的高。

石染成不同的顏色。

在大多数情况下，錫石都是黑棕色或黑色的，有金剛光澤。此外，还有紅色和黃色的各种錫石，不过这些錫石很少見。

自然界中的錫石常产於原生矿床和次生矿床（砂矿床——殘积的和冲积的）中。次生矿床的形成是原生矿床自然破坏的結果。錫石比重 6.8—7.1。如果取一小塊錫石在瓷板上一划，則在瓷板上將留下一条白色或褐色的条痕。錫石的硬度 6—7，性脆，斷口不平。晶形为三棱狀的，而以針狀最多，單体結晶非常少見，通常都呈双晶体，三連晶体亦有。在显微鏡下可見不完全和不明显的劈开。

錫石在無助熔剂的吹管火焰中不起变化。如放进煤炭中，再加入碳酸鈉，則还原成金屬錫，並形成一种白色被膜。把錫石和金屬鉛一同放入鹽酸中，則产生 [鏡錫]，即是当擦拭被分解出来的氫所还原的金屬錫而露出的一种光澤被膜。

第三节 錫原生矿床的生成条件

地球原来是一个旋轉的發光体，系由赤热的熔融液态物質組成，这种物質組成部分是：水蒸汽，熔融的岩漿及岩漿中成熔融状态的各种金屬，其中也有錫。地球在很多万年的長时期中逐漸冷却，表面凝結成一層坚硬的岩石壳。

地球因冷却而体积縮小，地壳也随之收縮；这样，有些地方因褶皺而形成了山脉和凹地。而熔融物質中的水蒸汽因冷却而变成水，充滿凹地形成了海洋。

地壳的某些地方在形成褶皺时，产生了許多断裂和裂縫，这时熔融的液态物質即沿裂縫上升，地質上称此种物質为 [岩漿]。岩漿有的噴出地表，有的在地壳某些深处中途冷却，随着岩漿从地球深处上升的还有各种金屬，其中也包括錫。

岩漿凝固后形成岩石，岩石的主要成份是氧化矽、氧化鋁和鉄、鉀、鎂和錫等金屬的氧化物。

岩漿的顏色随其組成成份不同而各異。錫一般是同淺色的岩

漿有关。当这种淺色岩漿凝固时便生成了淺色的岩石——花崗岩。

構成地壳的岩石按其成因分为下列三种：

- 1) **塊狀結晶岩** (火成岩)，熔融岩漿变化，冷却后生成；
- 2) **沉积岩** 乃是由於火成岩碎屑从水溶液中經化学沉淀或机械沉积而成，或是由於动植物遺骸的堆积而成；
- 3) **变質岩** 由火成岩或沉积岩在岩漿噴出时的高溫高压及强烈压縮力的影响下形成。变質岩的主要特征是結晶的，並且有显明的片狀構造，所以常称之为結晶片岩。

沉积岩在地壳中一般是成規則的層狀，層与層之間为平行的層理面所分开。

火成岩一般成株狀、脉狀、透鏡体和巢狀。

矿株是有用矿物矿体，尺寸大，形狀不一，埋藏傾角也不定。矿株一般都是充填在地層中的大的袋狀空洞中。矿株可分立株和臥株，並有向四下分出的支株。

矿脉是火成岩最常見的一种产狀，是上下兩盤大致平行的一种不規則体，其走向長度比寬度大得多。所以矿脉是近於板狀充填，它穿过了各种比較古老的岩層（火成岩、結晶片岩和沉积岩）。矿脉露出地表的部份称为**矿脉露头**。如果構成矿脉的岩石对自然破坏力的抵抗比圍岩强，矿脉則在原地成近於直線的牆狀体——**矿牆**。

矿巢的形狀与矿株相似，但其尺寸小得多。

透鏡体是一四周尖灭的扁豆狀的矿体。透鏡体一般同其他沿着一条共同走向線延續的类似透鏡体生在一起。

岩石的組成虽然極为复杂，但組成岩石的主要元素和矿物还是为数不多的。

最主要的矿物，即随火成岩生成而結晶的原生矿物分为下列三种：

1. 游离的二氧化矽——石英；
2. 淺色的和無色的矽酸岩——長石；

3. 有色鉄鎂矽酸鹽——普通輝石或輝石、角閃石或普通角閃石、黑云母和橄欖石。

錫的生成通常与被称作为花崗岩的各种淺色岩石有关。花崗岩的顏色有玫瑰色、紅色和灰色，有时是黃色。花崗岩主要由石英、長石和云母組成。

錫石是一种含錫矿物。它常生於石英脉中。这种石英脉或是生於火成岩（如花崗岩）中，或是生在花崗岩附近距岩石接触帶不远的地方。

石英脉的生成过程如下。

侵入圍岩中的熔融花崗岩岩漿慢慢冷却，表面則結成一層硬壳，硬壳局部裂开；这时蒸汽和溶液即从岩漿中向上或向兩側溢出，在裂縫中沉积成石英和錫石。这样的裂縫不仅出現在花崗岩硬壳中，在圍岩中亦有，蒸汽和溶液也侵入这些裂縫，形成矿脉。

石英脉的厚度从几公分到1—2公尺，或者还厚一些。矿脉的長度也都不同，从几十公尺到1—2公里以上。但不是每一条石英脉中均含有錫石。大部份这种石英脉都不含錫。錫矿床如成矿脉存在时，則称之为**原生矿床**。有些石英脉含有很多黃鉄矿类矿物（黃鉄矿、方鉛矿和砷黃鉄矿）。此种矿脉称为**硫化物矿脉**。在硫化物矿脉中也有錫石。矿石中如含有兩種以上的金屬，則称为**多金屬矿石**。

〔錫〕一書的著者B.M.卡索夫和H.M.奧斯特洛敏茨基指出，錫富集於殘余岩漿中，而此种岩漿主要与富碱性岩石有关。

这就是說，錫原生矿床与花崗岩、随同花崗岩伴生的偉晶花崗岩^①以及与石英脉在成因上有着密切关系（就形成的方法看来是同源关系）。在花崗岩結晶过程中，錫石能否分离出来，是与有無剩余氧有关，氧可使錫变成氧化物。在有足够的硫存在的条件下，有还原过程和高溫时，錫在其他重金屬（特別是銅和鉛）的硫化物中与这些金屬伴生。

① 偉晶花崗岩或黑云母花崗岩是花崗岩的变种；偉晶花崗岩的組成部分为正長石、石英和黑云母。