

锡 的 选 矿

冶金生产技术丛书

锡 的 选 矿

《锡的选矿》编写组

冶金工业出版社

冶金生产技术丛书

锡 的 选 矿

《锡的选矿》编写组

(限国内发行)

*

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 15 字数 398 千字

1978年1月第一版 1978年1月第一次印刷

印数 00,001~2,300 册

统一书号: 15062·3288 定价 1.40 元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

工业学大庆

开发矿业

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

前 言

我国锡矿资源丰富，是世界主要产锡国家之一，在锡的生产和使用方面有着悠久的历史。但是，解放前，在帝国主义、封建主义、官僚资本主义三座大山的压榨下，我国锡工业生产非常落后。由于帝国主义和官僚买办资本家疯狂掠夺，我国矿产资源遭到了严重破坏。为了攫取利润，他们残酷压榨工人，强迫工人每天进行十几个小时的繁重劳动。锡矿工业长期停滞不前。

解放后，锡矿回到了人民的手中，矿工成了矿山的主人。在毛主席和党中央的英明领导下，我国锡矿工业和其他工业一样有了很大发展，从根本上改变了锡矿生产的面貌，在毛主席无产阶级革命路线指引下，遵照伟大领袖毛主席“**开发矿业**”的教导，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，高举“**鞍钢宪法**”的光辉旗帜，开展“**工业学大庆**”运动，使锡矿工业生产建设得到蓬勃发展。目前处理的矿石比过去难选的多，处理量为解放前的 40 多倍，并由过去单纯生产锡发展到综合回收铁、铜、铅、锌、钨、钼、锑、钛、锆、铀、镭、锕、钍、铀、银、砷、硫等共生金属。对为数最多的锡品位低、粒度细、矿物组成复杂的难选矿石采用多种选冶联合方法，有效地回收了锡；综合利用了共生金属，扩大了矿产资源，延长了矿山服务年限；创制和推广了许多新设备，如离心选矿机、皮带溜槽、水力旋流器、重介质旋流器等等。

一切真知都是从直接经验发源的。我国矿山广大职工在锡的选矿生产中，创造和积累了许多丰富的经验。遵照伟大领袖毛主席“**要认真总结经验**”的教导，我们编写了这本书，为大打矿山之仗贡献力量。

本书主要总结我国锡矿选矿的生产经验。遵照毛主席关于“**洋为中用**”的教导，还适当地介绍了一些国外锡矿选矿的概况。

全书共分十章，前五章是各类型锡矿选矿经验比较系统的总结，还着重论述了锡矿泥的选矿及联合工艺的应用和发展；六至八章阐述了锡选厂常用的重选设备，如离心选矿机、皮带溜槽、水力旋流器、重介质旋流器、跳汰机、摇床等；第九章论述了小矿点选矿；第十章简要介绍国外锡矿的选矿概况。

本书供从事选矿生产的工人、工程技术人员参考，也可作为有关院校选矿专业师生的参考书。

本书的编写工作中南矿冶学院和云南锡业公司负责，参加的单位有：平桂矿务局、大厂矿务局、昆明冶金研究所和昆明工学院。在编写过程中，得到全国其他许多厂矿、科研、设计、学校等单位的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，经验不足，错误之处，恳请广大读者批评指正。

《锡的选矿》编写组

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 锡的性质和用途	1
第二节 锡矿物和锡矿床	4
第三节 锡矿石可选性特点及选矿过程概述	11
第四节 冶炼对锡精矿的要求	19
第二章 砂锡矿选矿	23
第一节 冲积砂锡矿选矿	23
第二节 残坡积砂锡矿选矿	35
第三章 脉锡矿选矿	61
第一节 锡石-氧化矿选矿	61
第二节 锡-钨石英脉选矿	70
第三节 锡石-硫化矿选矿	85
第四章 锡矿泥选矿	109
第一节 概述	109
第二节 锡矿泥重选	115
第三节 细粒锡石浮选	141
第五章 联合工艺的应用和发展	163
第一节 粗精矿的精选	163
第二节 多种锡产品的处理	203
第三节 伴生组分的回收	216
第六章 选前处理设备	227
第一节 洗矿设备	228
第二节 重介质预选设备	238
第三节 筛分设备	249
第四节 水力分级设备	254
第五节 水力旋流器	265

第七章 重力分选设备	284
第一节 跳汰机	285
第二节 螺旋选矿机	311
第三节 摇床	320
第四节 离心选矿机	355
第五节 皮带溜槽	371
第六节 十六层翻床	384
第八章 技术检验设备	393
第一节 矿浆计量器	393
第二节 浓度指示器	404
第三节 连续水析器	409
第九章 小矿点选矿	418
第一节 概述	418
第二节 流程	419
第三节 设备	425
第十章 国外锡选矿概况	433
第一节 概述	433
第二节 砂锡矿选矿	438
第三节 脉锡矿选矿	445
第四节 联合工艺的发展	464

第一章 绪 论

第一节 锡的性质和用途

锡是人类最早发现的金属元素之一。大约在公元前两千多年的夏朝，我国劳动人民就开始生产并使用了锡和铜的合金——青铜。青铜器具的生产和使用，是我国古代文化技术发展的重要标志，是劳动创造世界，人民创造历史的重要例证。

锡是周期表第 IV 类主族元素，原子序数 50，原子量 118.69。自然界赋存的锡有十种同位素，质量数由 112 至 124，分布最广的是 Sn^{116} (占 14.2%)、 Sn^{118} (占 23.9%) 和 Sn^{120} (占 32.9%)。通过人工的方法，还可以得到十种同位素，其中 Sn^{119} 、 Sn^{121} 和 Sn^{125} 的半衰期在四个月以上，具有较大的意义。

锡有三种变体：白锡、灰锡和脆锡。常见的白锡称为 $\beta\text{-Sn}$ ，是银白色金属，结晶构造属正方晶系，在 20°C 比重为 7.31，熔点 231.85°C ，沸点 2270°C 。白锡存在于 $18\sim 160^\circ\text{C}$ 的温度范围。低于 18°C ，开始转变为灰锡（剧冷则变为粉末状）。灰锡称为 $\alpha\text{-Sn}$ 变体，结晶构造属等轴晶系，在 15°C 比重为 5.85，是具有高容积阻抗的优良半导体材料。温度高于 160°C ，白锡转变为脆锡，可碎磨成粉末。这种性质被用于制造锡粉，进而制钎焊膏、涂料等。

白锡的莫氏硬度为 3.75，属最软的金属之一。展性良好，可压延成 0.04 毫米厚的锡箔，亦可挤压、抛光和锻造。

锡的化合价是 2 和 4，化学性质比较稳定，常温下同空气几乎不起作用。长期同潮湿空气接触时，其表面因化学反应生成致密而稳定的氧化物薄膜，使之免受进一步的腐蚀。在酸性溶液中，锡的标准电极电位为 0.136 伏，在碱性溶液内约 0.3 伏。

锡的化合物中，以氧化物最为重要。锡石是最主要的锡矿物。纯净的二氧化锡是电子传导型的半导体，可用于电子元件。

锡在氧气中燃烧生成 SnO_2 。用碱中和二价锡的盐溶液，可得凝胶状的氧化亚锡水化物 $\text{Sn}(\text{OH})_2$ 。后者按 110°C 在水溶液内加热，得氧化亚锡 SnO 。 SnO 不够稳定，可被空气氧化成 SnO_2 。在碱溶液内， $\text{Sn}(\text{OH})_2$ 溶解，生成亚锡酸盐；碱过量时，则成锡酸盐。锂、钾或钠的锡酸盐 ($\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 由锡同相应的碱作用而得，可用作纺织品的防火剂、增重剂、媒染剂，也用于制玻璃、陶瓷等。

锡同浓硫酸作用生成硫酸亚锡 SnSO_4 ，同浓硝酸作用被氧化成为偏锡酸 H_2SnO_3 ，同浓盐酸作用生成氯化亚锡 SnCl_2 ，同王水或氯气作用生成氯化锡 SnCl_4 。

卤化物也是重要的锡化合物。除卤化锡和卤化亚锡外，还有 SnBr_3Cl 、 SnBrCl_3 、 SnBr_2I_2 等类型的双卤化锡。其中，以锡的氯化物最为重要。氯化锡又称四氯化锡，无水物是无色易流动的液体，沸点 114.1°C ，溶于水及乙醇等有机溶剂，用作媒染剂、有机合成的氯化催化剂等。氯化亚锡又称二氯化锡，白色或半透明晶体，熔点 246°C ，沸点 623°C ，溶于水、乙醇和乙醚，用作还原剂、媒染剂、脱色剂等。锡同氯的反应及其氯化物的低沸点，是氯化挥发过程的依据，用于从马口铁等废锡料和低品位锡矿料中回收锡。

锡同硫的化合物有三种， SnS 、 SnS_2 和 Sn_2S_3 。第一种是硫化亚锡，在自然界呈硫锡矿产出，锡与硫直接化合亦可得；褐黑色斜方晶体，比重 5.22，熔点 880°C ，沸点 1230°C ，用作试剂、碳氢化合物聚合的催化剂等。第二种是硫化锡，黄色六角片状体，比重 4.5， 600°C 分解。锡同硫的反应及其硫化物的沸点较低，是锡矿石的硫化焙烧、硫化挥发（如，烟化）过程得以进行的基础。锡的硫化物较易溶于硫化碱溶液，生成 Me_2SnS_3 、 Me_4SnS_4 等硫代锡酸盐类。其中的 $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ （黝锡矿），对锡矿床的形成具有重大作用。

锡在溶液中可生成 $\text{Sn}(\text{OH})_2$ $(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO})_2$ 、 $\text{Sn}(\text{OH})_3$ $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}$ 等碱式油酸盐，同含磷(或砷)的有机酸生成不溶于水的磷(或砷)酸盐，如 $\text{Sn}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 SnHPO_4 、 $\text{Sn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 等。这些是锡石浮选过程中捕收剂在矿物表面作用的化学基础。

锡能够同其他金属及类金属构成各种合金，易于镀在许多金属表面。特别是锡的表面耐蚀不锈，同有机酸及其盐类反应的生成物无毒。这些可贵的性质，对其应用具有决定意义。

锡的用途广泛。首先在食品工业方面，锡几乎是不可缺少的。机械制造、电气、纺织、印染、陶瓷、玻璃等工业部门，以及半导体、原子能、航空和宇航、聚合物合成等新兴工业部门，都要用锡。

表 1—1 列出锡的消费结构。用于制马口铁(通称白铁皮，主要是将纯锡电镀或热浸于薄铁板上而成)的约占锡消费量之半；另一半是按锡的合金及化合物而使用。焊锡(锡-铅合金)是广泛使用的低熔点焊料，巴比合金(锡-铜-锑等)用于制造轴承、轴瓦和大功率设备的轴套等，青铜(锡-铜等)用于铸造轴承、阀门、蒸汽管等耐磨、耐蚀部件，低熔合金(锡-铋-铅-镉，锡-镓)用于机电、无线电和自动化等方面，活字合金(锡-铅-锑)用于浇铸印刷用的铅字和铅板，白镏(锡加少量锑、铜)用于制家庭器具、工艺品等，锡-锆合金在原子能反应堆中用作包套材料，锡-钛合金用于喷气飞机和火箭的板材，锡以及锡-镍(65:35)合金有可能在接触器等许多零件上代替黄金，等等。同时，锡箔和软管也是由锡合金压延而成的，其中含百分之几的锑，少量的铅或铜。至于锡化合物的用途，已如前述。

消费部门加工使用过程中对锡的利用程度，以利用率(制成

表 1—1 世界锡的消费结构(七十年代初期)

消费部类	马口铁	焊料	巴比合金	青铜、黄铜	锡(白镏)制品	锡箔、板、软管	活字合金	其他	合计
消费量(%)	43.89	22.95	6.50	7.68	1.90	0.97	0.53	15.58	100.0

品中锡量/原料中投入的锡量)表示。未利用者,部分可回收再用(废品、残料),另部分是不可回收的损失(烧损、机械损失等)。上述各消费部类对锡的利用率高低悬殊:制焊料和巴比合金者可高达99%,制电器部件和特殊材料者低至60%左右(不可回收的损失低者不到5%,高者超过20%),各部类平均一般应达到95%左右。

从世界范围来看,锡是短缺的金属之一。合理消费并充分利用锡,重要性不亚于增大锡矿采选量和提高选冶回收率。首先,是注意锡的使用效果。以主要消费部类——制马口铁为例,热浸法的锡利用率为90%(可回收与不可回收的损失为2%和8%),电镀法为95%(两项损失分别为1%和4%);更为重要的是电镀马口铁的锡层薄而致密,单位面积的覆盖锡量不到热浸马口铁的一半。可见,用电镀法取代热浸法,将使一吨锡顶二吨多用。第二,加强含锡废品、残料的回收,增加再生锡的生产。第三,寻求锡的代用品,如,用黑铁板代替马口铁,镀铝代替镀锡,等等。

第二节 锡矿物和锡矿床

迄今发现的含锡矿物已超过二十种,可分为氧化物、硫化物、硫锡酸盐、硅酸盐、硼酸盐、钽铌酸盐和天然合金等类别,主要特征见表1—2。

地球岩石圈内所含的锡(0.004%,或40克/吨),大多呈锡石赋存。为数众多的含锡矿物中,几乎仅锡石具有工业价值,在研究其利用的还有黝锡矿。

锡石(SnO_2)理论含锡率为78.77%。自然界赋存的锡石晶格内常含有铁、钽、铌、钛、锰等杂质,含锡率为70~78%。杂质的种类和含量随矿床生成条件和伴生矿物成分而异。杂质能改变锡石的物理化学性质,影响其导磁率、浮游度等可选性特征。

锡石脆而易碎,表面硬度较大。纯净的锡石无色、透明,但大多数情况下因含杂质而呈褐色或沥青黑色,以及灰、红、白色等,表面光泽由暗淡至玻璃光泽和金刚光泽,断面呈脂肪光泽,

表 1—2 锡矿物的主要特征

名 称	分 子 式	理论含锡(%)	硬 度	比 重
氧化物:				
锡石	SnO_2	78.77	6~7	6.8~7.2
水锡石		68	—	—
硫化物和硫锡酸盐:				
锡砷硫钒铜矿	$\text{Cu}_3(\text{As}, \text{Sn}, \text{V}, \text{Fe}, \text{Te})\text{S}_4$	5.0~8.9	3~4	4.4~4.6
单斜硫锡矿	SnS (或 Sn_2S_3)	78.8	2	5
黝锡矿(黄锡矿)	$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS} \cdot \text{SnS}_2$	27.64	3~4	4.3~4.5
硫锡铅矿	$\text{PbS} \cdot \text{SnS}$ (或 $\text{PbS} \cdot \text{SnS}_2$)	30.51	1~2	6.4
辉锑锡铅矿	$5\text{PbS} \cdot 2\text{SnS}_2 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	9.48~17.36	2.5	3.5~5.5
圆柱锡矿	$6\text{PbS} \cdot 6\text{SnS}_2 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	26.63	2.5~3	5.4
黑硫银锡矿	$4\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{SnS}_2$	10.14	2.5	6.3
锌硫铅锡矿	$3\text{PbSnS}_2 \cdot 2\text{ZnSnS}_2$	35.61	—	—
铅黄锡矿	$2\text{PbS} \cdot 2(\text{Fe}, \text{Zn})\text{S} \cdot 2\text{SnS}_2 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	15.91~17.44	—	—
硅酸盐:				
硅锡矿	$3\text{SnSiO}_4 \cdot 2\text{SnO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	48.35~55.73	5.0	3.8~4.0
硅钙锡矿	$\text{CaSn}(\text{Si}_3\text{O}_9) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	26.51~43.23	6.0	3.2
磁铁锡锌矿	$(\text{Sn}, \text{Zn})(\text{Zn}, \text{Mn}, \text{Fe})(\text{Al}, \text{Fe})_{12} \cdot \text{O}_{22}(\text{OH})_2$	1.9	8~9	4.51
硼酸盐:				
黑硼锡铁矿	$12(\text{Fe}, \text{Mg})\text{O} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SnO}_2 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	5.5	3.0	4.3
硼钙锡矿	$\text{CaSn}(\text{BO}_3)_2$	42.25	5.5~6.0	4.2
多水硼锡铁矿	$30\text{FeO} \cdot 5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SnO}_2 \cdot 6\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2.2~2.5	3.0	4.7
钽铌酸盐:				
钽锡石	$\text{Ta}_2\text{O}_5 \cdot \text{SnO}_2$	22.41	6.0	7.6~7.9
钙铌钽矿	铌、铁、锰、钙的锡钽酸盐和铌酸盐	0.88~3.62	5.0	5.3~5.8
天然合金:				
锡钯	Pd_3Sn_2 (还含有铜)	43.0	4.0	9.2

不透明。条痕为白色至浅棕色。解理不完全，断口常为贝壳状。

锡石结晶构造属正方晶系。晶格内 Sn^{4+} 的离子半径为 $0.74\text{\AA}$ (二价锡离子为 $1.04\text{\AA}$ ，锡原子为 $1.58\text{\AA}$)，晶格能量为 2734 千卡。晶格内各种杂质中， Ti^{4+} 的离子半径最小 ($0.65\text{\AA}$)， Fe^{2+} 的最大 ($0.83\text{\AA}$)。晶体常呈双锥形或双锥与四方体的聚形，或呈板状，且常有膝状双晶出现，也常有呈散点状细粒或不规则粒状产出者。

锡石还有一种胶状隐晶或微晶变种，其断面具有同心辐射的木状结构，称为木锡。在脉锡矿和砂锡矿中都能遇到，常呈淡灰色、黄红色、褐色或棕色。

黝锡矿亦称黄锡矿， $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS} \cdot \text{SnS}_2$ ，理论含量为：Sn 27.6%、Cu 29.6%、Fe 13%、S 29.8%。结晶构造属正方晶系，但常呈块状或粒状，晶体明显者不多见。表面呈金属光泽，铅灰色，不透明；含黄铜矿者，常带有黄色，条痕暗灰色。解理完整，断口不平滑，性脆。

黝锡矿很少形成单独的工业矿床，而是同锡石伴生。且其含锡低，可选性同一些硫化矿物相近，选、冶加工较为困难，故工业价值比锡石小得多。

表 1—2 所列的其他矿物，目前尚无工业价值。大多数属罕见之列，少数(如，辉锑锡铅矿、水锡石)虽在个别矿区构成一定储量，也限于当前选、冶条件而未开发。

关于锡矿床，已发现的种类甚多，分类和归纳方法有多种，合理性都是相对的。

从地质化学和岩石学角度上进行分类，体系比较严整。首先，将锡矿床分成硅-碱类和硫化物-铁类两大类型。前者有含锡花岗岩、含锡伟晶岩、锡石-石英等三大矿系，后者分矽嘎岩、锡石-硅酸盐-硫化物、锡石-硫化物、锡石-碳酸盐等四大矿系。每种矿系又分若干型，如锡石-石英矿系分为石英-长石型、石英-黄玉型、石英型、云英岩型等。至于砂矿床，则属各类脉矿床风化的产物。

其他方面的分类，系统性还不够强。例如，从采矿方面考虑，通常分成脉锡矿和砂锡矿两大类。前者多为坑下开采，需穿孔爆破，成本较高。后者多为露天开采，使用经济而高效的方法，成本较低。以有价成分来分，有单一锡矿床和多金属矿床，后者又分多金属锡矿床、锡与其他金属复合矿床、伴生有锡的其他金属矿床等三种。就品位而论，有贫矿床和富矿床；就储量而论，有大、中、小型矿床和小矿点，等等。

从选矿方面来看，矿床的地质成因和构造，开采的规模和方法，赋存组分的种类、产态和含量，有价矿物的产状和嵌布粒度，矿石的碎散和解离程度，等等，对选矿方法、流程、设备、指标等各方面都有影响。现有的任一种分类方法，都未能比较贴切地体现这些关系。如何根据选矿的特点和需要对锡矿床进行分类，还有待研究和解决。

下面，结合国内实际情况，概述迄今比较通用的一种分类方法。

按矿床的形成过程，先有原生脉锡矿床，经风化变成次生或氧化脉矿床，经深度风化变成残坡积砂矿或风化壳，经剧烈风化以及水流和风力搬运才成为冲积砂矿、海滨砂矿等矿床。

一、脉锡矿床

在地质作用下，地壳中的锡可以在残余岩浆期形成锡矿床，如，伟晶岩型矿床。但是，锡大量富集的具有较大工业价值的矿床，是在气化热液时期形成的。如果气化热液时期含有过剩的氧，并且介质呈酸性，则锡以锡石形态与黄玉、萤石、石英、电气石、黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿等共生，形成诸如锡石-石英脉型矿床。当气化热液时期硫离子较充分、介质呈碱性时，则锡与重金属（特别是铜、铅）共同生成锡石-硫化物矿床。因此，脉锡矿以锡石-硫化物和锡石-石英矿床为主，包括原生矿床以及经局部风化而成的次生矿床（如，锡石-氧化物脉矿床）。

（一）锡石-伟晶岩矿床

矿床同花岗岩侵入体，特别是同深成的花岗岩侵入体有关。

围岩常是变质砂岩和页岩，矿体形状不规则。矿物成分主要有：钠长石、白云母、黄玉、锂辉石、电气石、锡石、钽铌矿物等。锡石呈粗粒或中粒嵌布，适于重选。但矿石锡品位较低，一般不超过0.1%。

这种矿床有几个类型，工业价值一般都不大。有的作为锡矿开采(如，石英微斜长石类型矿床)，更多的是作为稀有金属矿床开采而综合回收锡石。

(二) 锡石-石英矿床

同中酸性及超酸性花岗岩有密切关系，属气化和高温热液矿床。围岩云英岩化剧烈，矿体常为规则脉状、网脉状。矿物成分主要有：石英、黄玉、萤石、云母、钠长石、电气石、锡石、黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿、黄铁矿、黄铜矿，以及毒砂、黝锡矿和其他铜、铅、锌硫化物。锡石呈粗、中、细粒不均匀嵌布，矿石锡品位0.1~0.5%。

这种矿床有四个类型，以云英岩型和石英型(网状矿)矿床为重要，石英-黄玉型次之，石英-长石型则少有工业价值。前二类型不但有大型脉矿床，而且有经风化而成的巨大砂矿床。

(三) 锡石-硫化物矿床

矿床同浅成的中酸性花岗岩有关。围岩主要是砂岩和页岩。矿体形状复杂，有脉状、网脉状、似层状、囊状、不规则管状、连续细脉带等。矿石含锡较高，锡石呈粗、中、细粒不均匀嵌布。共生矿物有：铁的硫化物(磁黄铁矿、黄铁矿等)、铁的氧化物(磁铁矿、赤铁矿等)及铁铝硅酸盐类矿物(电气石、绿泥石等)，铜、铅、锌等硫化物及黝锡矿也属常见。

这种矿床有四个类型，以硅嘎岩型和硫化物型最为重要。这两类矿床，及其经风化而成的锡石氧化脉矿和残坡积砂矿，在我国锡矿资源中占主要地位。

(四) 锡石-氧化物矿床

这里指的是上述三种矿床，特别是某些锡石-硫化物矿床经氧化而成的矿床。矿体形状不规则，有似层状、脉状、柱状、网

状、不规则的树枝状等。矿物成分主要有：石英、方解石、萤石、云母、粘土、铁的氧化物（褐铁矿、赤铁矿、针铁矿、磁铁矿）及铜、铅、锌的氧化物等（孔雀石、铜蓝、铅矾、白铅矿、水锌矿、泡铋矿）。锡石嵌布粒度较细，常与氧化铁矿物致密结合。矿石锡品位从千分之几到百分之几。

二、砂锡矿床

表生矿床易遭自然界化学和物理作用的破坏，并因锡石比较稳定而形成各种类型的砂锡矿床。根据形成条件，可分为残积、坡积、冲积、洪积、冰川积、喀斯特洞穴充填以及海滨和湖滨等砂矿床，而矿物成分，则由其原生脉矿类型而定。无论就储量或开采量而言，在我国占首要地位的是残坡积砂矿，次为冲积砂矿。从发展上看，对海滨砂矿和近海大陆架砂矿亦应重视。

（一）残坡积砂锡矿床

脉锡矿床经深度风化破坏残留于原地者，成残积矿床；再经水流等稍加搬运至斜坡处沉积者，成坡积矿床。这类矿床的特点是遭剧烈氧化而未经再次富集，含泥多，锡石与伴生矿物结合致密，可选性较差。由锡石-硫化物矿床而成的残坡积砂矿，在我国最为重要。其矿物组分以高含氧化铁和氧化锰（呈“锰结核”形态）为特征，含铜、铅、锌等氧化物，脉石矿物有粘土、石英、方解石、电气石、长石等。锡矿物几乎全呈锡石，同氧化铁矿物紧密共生。矿石锡品位一般为千分之几。

（二）冲积砂锡矿床

残坡积砂矿经水流搬运一定距离而成，依形成条件分为河床、河谷及河湾等三个主要类型。冲积砂矿是世界上采选量最大的锡矿床。其特征是经自然作用磨剥和分级后，锡石呈中等粒度的单体颗粒，矿泥含量低，可选性好。我国的冲积砂矿由锡石-石英矿床和锡石-伟晶岩矿床而成，矿物成分以石英为主，次为粘土、长石、电气石、方解石等，伴生重矿物有磁铁矿、钛铁矿、锆英石、黑钨矿、白钨矿、独居石、钽铌矿物等。矿石锡品位通常为万分之几。