

中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T 0149—95

银矿地质普查规范

中华人民共和国地质矿产部

1996—03—01 实施

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本规范规定了银矿地质普查的目的任务，工作程序、工作程度及质量要求、储量计算和矿床技术经济评价等内容。

1.2 适用范围

本规范是银矿地质普查阶段工作的总体要求，也是银矿地质普查工作质量监控和报告验收的依据。

2 引用标准

GB/T 13687	固体矿产普查总则
DZ/T 0078	固体矿产勘查原始地质编录规定
DZ/T 0079	固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究规定
DZ/T 0091	地质矿产勘查测量规范
DZ/T 0033	固体矿产勘查报告编写规定

3 工作目的任务

对普查区内已发现的银矿点和与银矿有关的物探、化探异常等进行普查工作，查明是否具有进一步工作的价值。对具远景的矿床（体），应探求 D+E 级储量，提交普查报告，为能否进行详查提供依据。

4 工作程序

按 GB/T 13687 规定，遵循立项论证、设计编审、组织实施和报告编审等程序进行。

5 工作程度要求

5.1 在收集和利用已有 1:20 万、1:5 万区调资料的基础上，大致查明普查区内的地质特征，依据不同的地质条件，对与银矿成矿有关的地层、岩石、构造的调研应有所侧重。

5.2 大致查明区内矿体的分布特征、规模、形态、产状和矿石质量；大致划分矿石的自然类型和工业类型。根据氧化程度，银矿石的自然类型分为原生矿石、混合矿石、氧化矿石三种；银多金属硫化矿石可采用一种与银关系最密切的金属矿物的氧化率作为划分标准；银（金）矿的硫化矿石采用银的氧化率作为划分标准。

5.3 研究和对比矿石的可选（冶）性能，作出矿石工业利用可能性的初步评价。

5.4 对已基本确定具有工业价值前景的矿床，应大致了解其水文地质、工程地质和环境地质条件。

5.5 对主要矿体进行系统的地表工程揭露。根据矿体规模，在 1~3 条主剖面上初步了解（矿体）深部特征，大致确定矿床勘探类型、勘探网度，探求 D+E 级储量（参见附录 A）。

5.6 普查阶段主要探求 E 级储量，但要选择主要地段局部加密工程验证其可靠程度，并在验证地段计算 D 级储量。大、中型矿床的 D 级储量一般应分别占 D+E 级储量的 20%~10%。有进一步工作价值的小型矿床的 D 级储量为 5~10%。

5.7 普查阶段应进行概略的矿床技术经济评价。

6 工作质量要求

6.1 测量工作

6.1.1 对具有工业价值前景的普查矿区，应按 DZ/T 0091 中有关规定进行测量工作，尚未肯定工业价值前景的普查矿点可用半仪器法进行测量工作。

6.1.2 普查阶段一般不进行正规的地形测量。

6.2 地质填图

6.2.1 区域地质图

6.2.1.1 在已进行区域地质调查的地区工作时，应充分利用已获资料修编区域地质图，其范围应包括普查矿区所在基本成矿单元，重点反映银矿成矿地质背景。区域地质图的比例尺一般为 1:2.5 万~1:10 万。

6.2.1.2 在仅有少量小比例尺区域地质、物探、化探和矿产勘查资料的地区工作时，应因地制宜地选用有效技术方法填制区域地质（简）图，并充分利用遥感资料。

6.2.2 矿区地质（简）图

6.2.2.1 银矿体较多且分布面积较大，须分段勘查的矿区也应填制矿区地质（简）图。比例尺一般为 1:5000~1:10000。

6.2.2.2 填图前或填图中应测制地质剖面，大致建立地层层序。对矿区构造、沉积岩、岩浆岩、变质岩等进行初步研究，大致查明与银矿成矿有关的各种地质问题，以及银矿体和矿化带的分布特征。

6.2.3 矿床（体）地质图

比例尺一般为 1:1000~1:2000，特殊情况酌情放大或缩小。

填图工作应大致查明矿床内地层，岩石、构造和地表矿体的形态、产状，分布以及围岩蚀变，控矿因素、找矿标志、矿床氧化带的分布和特征。

6.3 物探和化探工作

根据普查工作实际需要布置物探和化探工作（含测井工作），其工作精度要求按现行规范、规程要求执行。

6.4 探矿工程

6.4.1 地表探矿工程

6.4.1.1 地表探矿工程包括探槽、浅井和浅钻，用以揭露矿体和验证有远景的物探和化探异常、重要地质界线和构造线。系统控制矿体的地表工程应比同级网度深部工程的间距加密一倍。必要时可用沿脉探槽追索矿体的连续性。

6.4.1.2 对查明矿体作用大的老窿应作适度清理，并进行地质编录。

6.4.2 钻探工作

6.4.2.1 探求 E 级储量的矿体，至少应有 1 条含两个以上见矿工程（含钻孔）的剖面控制；探求 D 级储量的块段，至少有 2 条各含两个以上见矿工程（含钻孔）的剖面控制。

6.4.2.2 钻孔质量要求

认真测定顶角和方位角，作好孔深验证、简易水文观测、钻孔原始记录及封孔工作，其质量要求按有关规程执行。厚大矿体（层）内部回次采取率连续 5m 低于 80% 的部分，其平均采取率不得低于 65%，矿层（体）平均采取率不得低于 80%。钻孔见矿位置偏离勘探线距离不得超过 C 级基本网度的 $1/4$ 。

6.4.3 坑探工程

普查阶段的坑探工程可根据地质工作实际需要因地制宜布置。

槽、井、坑探工程规格、质量等要求，应按有关规程执行。

6.5 试样采取、加工、测试及质量要求

6.5.1 试样采取

除矿石基本分析样外，必要时还应采取适量矿石组合分析样、单矿物分析样和物相分析等样品。采样方法及质量要求如下：

6.5.1.1 基本分析样品：各项探矿工程中，按矿体（分矿石类型），矿化带及夹石连续取样，要求控制矿体顶、底板界线。

槽、井、坑探（含老窿）工程中通常采用刻槽法，断面规格视矿化均匀程度或通过试验确定，一般为 $10\text{cm} \times 5\text{cm}$ 或 $10\text{cm} \times 3\text{cm}$ 。样长 1m，最长不超过 2m。矿体厚度小于最低可采厚度时可作一个样采取。

穿脉坑道取样，应在坑壁一侧的腰线上连续采取，矿化很不均匀时，应两壁取样。沿脉样品应在掌子面或顶板上采取，间距一般为 4~10m，视矿化均匀程度而定。

矿心取样，首先选取通过矿心中轴线的劈开面，使两侧矿化大致相似，然后沿劈开面用金刚石刀具锯开，取 $1/2$ 作样品。直径相差较大的矿心应分别取样。样长一般 1m，最长不超过 2m。

基本分析项目为 Ag，其他达到工业要求的有用组分亦列为基本分析项目。

6.5.1.2 组合分析样品：从基本分析样品的副样（或正样余样）中提取，根据需要进行组合，重量一般为 100~200g，参加组合样品的各基本分析样品的重量比由其长度比确定。分析项目视伴生有益、有害元素而定。

6.5.1.3 物相分析样品：自地表开始采至原生带上部，可在基本分析副样中抽取，或专门采集，但均必须在取样后立即送验，以免样品氧化。

6.5.1.4 单矿物分析样品：应在矿体内采取，要注意挑选后的单矿物样品的纯度和代表性（如种类、世代、粒度、色调等），重量视分析项目和挑选难易而定，一般为 2~20g。

6.5.2 试样加工

按切乔特公式 ($Q=Kd^2$) 进行，如 K 值未经试验，可根据经验一般采用 $K \geq 0.4$ ，微细不均匀矿石的 K 值应增大。样品总损失率不大于 5%，每次缩分误差应小于 3.0%。

6.5.3 分析质量

6.5.3.1 各种样品的分析质量误差要求及处理办法，按《地质矿产实验测试质量暂行规定》执行。

6.5.3.2 对基本分析结果应分期分批分级进行内检，内检样由送样单位从副样中按有代表性的原分析样品总数的 10%抽取，加工后编密码送原分析单位。样品数量不少于 30 件。

银矿石分析偶然误差允许范围按《地质矿产实验测试质量暂行规定》执行。

6.5.3.3 外检样品同原实验单位从基本分析样的正样中抽取 5%的样品委托高一级实验单位承担。外检样品数量应不少于 30 件。

6.6 矿石选（冶）试验

6.6.1 普查阶段，对工业利用已成熟和尚成熟的银矿石，可与同类矿山的同类矿石进行类比评价，暂不作可选（冶）性试验，对不常见且组分复杂、矿物粒度细、在国内尚无成熟的工业利用经验的矿石，应进行可选（冶）性试验，或实验室流程试验。

6.6.2 对可能分采分选的不同类型银矿石应分别采取可选（冶）性试验样品，样品应具有代表性。

6.7 其他试样

6.7.1 岩矿鉴定样

6.7.1.1 应采集有代表性的岩石标本进行岩石定名和分类。

6.7.1.2 系统采集银矿石标本进行镜下鉴定和初步矿相研究，大致划分银矿石的自然类型，了解银的赋存状态。

6.7.2 小体重样

普查阶段，一般只采集小体重样测定体重值，作为储量计算参数。应按矿石类型采取足够数量的样品，并注意样品在矿体内分布的代表性。每个小体重样均要测定主元素和共生元素的含量。小体重样应封蜡及时送达测试单位，并需要同时测定湿度值。样品数量不少于 30 件。

6.8 水文地质、工程地质和环境地质研究

6.8.1 对有远景的矿区，应收集有关水文地质资料，对其所处的水文地质单元进行概略研究。大致了解矿区主要含水层、隔水层、含水构造等水文地质要素和地下水补给排泄条件。大致了解地表水体分布范围。对水文地质条件复杂的矿区，应进行较深入的了解。

6.8.2 应对矿体及其顶底板岩石的稳定性进行评述，大致了解切穿矿体的较大断层对矿体开采可能产生的影响。对具有工业价值前景，但工程地质条件特别复杂的矿区，应安排适量工程地质调查。

6.8.3 大致了解和评述普查矿区环境地质条件，以及未来矿山开采对矿山生产和周围环境、生态可能产生的影响。

6.8.4 对水文地质、工程地质及环境地质的质量要求，按 GB12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

6.9 地质编录、报告编写

6.9.1 原始地质编录资料数据必须在现场取全取准，按 DZ/T0078 执行。

6.9.2 综合整理应随普查原始编录工作的进度及时进行，以利综合研究。除及时编绘各种必要的图件外，还应尽量做到标准化、数据化和表格化，按 DZ/T0079 执行。

6.9.3 普查工作结束，野外资料验收后，应及时编制普查报告。报告编制按 DZ/T0033 执行。

7 储量计算

7.1 工业指标

储量计算工业指标，可根据一般工业指标（参见附录 B），或与同类矿床类比确定。必要时报主管部门批准下达。工业指标中一般应包括共生组分的工业指标。

7.2 储量计算原则

7.2.1 按已确定的工业指标圈定矿体。

7.2.2 参与储量计算的各项工程及工作的质量必须符合有关规范、规程和规定的要求。

7.2.3 参与储量计算的各项参数均应根据具有代表性实测数据。

7.2.4 在合理划分储量类别和级别的基础上，根据矿石类型和见矿工程分布，合理划分块段，计算储量。

7.2.5 储量计算时，应圈出采空区，普查前的采空区不计算储量。

7.2.6 矿石量以万吨为单位，金属量以吨为单位。

7.3 矿体圈定原则

7.3.1 根据工业指标和矿床地质特征和控制矿体的探矿工程，参考有关物探、化探异常圈连矿体。

7.3.2 在单工程中，以等于或大于边界品位的样品圈定矿体。小于最低可采厚度而品位较高的样品，可按米·克/吨值圈定矿体。等于或大于剔除厚度的夹石应单独圈出。允许将小于夹石剔除厚度的样品圈入表内矿体；若矿体两侧连续出现多个表外矿样品，允许将两侧不大于夹石剔除厚度的样品圈入表内矿体。

7.3.3 连接矿体一般采用直线，也可按矿体自然趋势用曲线连接，但工程间矿体厚度不得大于相邻两工程见矿厚度。

7.3.4 矿体边部见矿工程以外无工程控制，或有一倍 D 级网的不见矿工程控制时，可按 D 级网度 $1/2$ 尖推或 $1/4$ 尖推一个 D 级间距，若边部见矿工程与相邻不见矿工程间距小于一倍 D 级网度，则按实际间距的 $1/4$ 平推或 $1/2$ 尖推。若矿体边部工程的相邻工程中存在大于 $1/2$ 边界品位的矿化，则可按一倍 D 级网度或实际间距尖推 $1/2$ 或平推 $1/4$ 计算 E 级储量。采用米·克/吨值圈定的矿体边界，要根据矿体地质特征确定是否外推。外推块段的储量级别应低于原块段的储量级别。

7.4 储量计算参数的确定

储量计算的各项参数，包括平均品位、厚度、面积、体重、温度等，均应根据实际取得的原始数据计算，计算方法可参照国家储委颁发的《银矿地质勘探规范》（试行）中 5.3 的规定执行。

8 矿床技术经济评价

一般应收集有关资料，分析国际国内白银市场供需情况及价格波动，国内白银生产和银矿产资源形势，结合本矿床拥有的储量和内外部开发建设条件，对本矿床未来开发的可能性及对国民经济建设的意义，作出定性概略评价。

附录 A

银矿 D 级及 E 级储量级别条件及工程控制要求 (补充件)

A1 D 级储量

A1.1 D 级储量级别条件

A1.1.1 初步控制矿体（层）的总体产状、形态和分布范围。

A1.1.2 初步控制控矿和破坏矿体的较大褶皱、断裂、破碎带的性质、产状和分布，大致控制破坏矿体的主要岩浆岩、含矿岩系、夹石、无矿带岩石的岩性、产状及其分布。

A1.1.3 初步查明影响矿石综合回收技术经济效果的有益、有害组分、赋存状态和矿石类型、品级、含量比例及其分布变化规律。在需要分采和地质条件可能的情况下，对分采的矿石类型、品级进行初步圈定。

A1.2 D 级储量工程控制程度

一般按该矿床勘探类型 C 级网度放稀一倍的深部工程控制，地表工程密度应比深部工程的密度大一倍。

A2 E 级储量

A2.1 E 级储量级别条件

A2.1.1 需经工程证实矿床（体）的存在，并大致控制矿床（体）的总体形态、产状和分布范围。

A2.1.2 大致控制控矿和破坏矿体的较大褶皱、断裂、破碎带的性质、产状和分布范围；大致控制主要岩浆岩、含矿岩系、夹石、无矿带岩石等的岩性、产状及其分布。

A2.1.3 大致查明矿石物质成分、赋存状态和矿石类型、品级及其分布。

A2.2 E 级储量工程控制程度

A2.2.1 大中型矿床一般应有大致相当于该矿床勘探类型 D 级网度放稀一倍的深部工程控制。

A2.2.2 地表需要有系统揭露矿体的工程，密度相当于 D 级网度。

附录 B

银矿一般工业指标 (参考件)

边界品位：银 40~50 g/t

最低工业品位：银 80~100 g/t

矿床平均品位：银 ≥ 150 g/t

最低可采厚度：0.8~1m

夹石剔除厚度：2~4m

附加说明：

本标准由中华人民共和国地质矿产部提出。

本标准由中华人民共和国地质矿产部地质勘查行业管理司归口。

本标准由中国有色金属工业总公司地质局、中华人民共和国地质矿产部河南省地质矿产厅负责起草。

本标准主要起草人王民生、徐景和、甘幼鸣。

锡矿地质勘探规范

(试行)

全国矿产储量委员会制定

一九八四年三月

第一篇 原生锡矿

第一章 绪 论

锡金属在常温下呈银白色，比重大（7.31）、质软（硬度 3.75）、易熔（熔点 231.968°C ），具有很好的展性，但延性很差，不能拉成细丝。化学性稳定。锡盐无毒。随温度变化锡有三种同素异性体： α —锡，或称灰锡（等轴晶系）； β —锡，或称白锡（正方晶系）； γ —锡，或称脆锡（斜方晶系）。纯锡主要用来制造马口铁及锡箔，也可用于各种器皿镀锡。锡可与一些金属（铜、铅、镍、铋、锆、银、金等）制成合金，如巴比特合金、焊锡、青铜、活字合金、轴承合金和特种合金（如原子能工业中用的锆基合金）等；锡尚可用于珐琅、印染、玻璃、电镀。因而锡广泛应用于冶金、机械、轻工、化工、食品、卫生、电子、国防等工业。随着工业的发展，锡的用途在不断扩大。七十年代世界锡金属消费比约为：锡板 40%，焊锡 25%，青铜黄铜轴承合金 10%，化合物 8%，其它金属镀面 5%，锡箔、软管、印刷、医药等 12%。

地壳中锡的丰度约为 2ppm，各类岩石中锡的平均值见表 1。

锡的原子序数为 50，原子量为 118.689，位于元素周期表第 5 周期 IVA 族，它是由 10 种稳定同位素组成的。它们组成的比例见表 2。

锡的原子半径为 $1.58\text{\AA}$ 。在自然界中常见的价态为正 2 价和正 4 价，离子半径分别为 $0.93\text{\AA}$ 和 $0.69\text{\AA}$ 。由于离子半径、电负性的相近似，离子 Sn^{2+} 可与

表 1 各类岩石中锡的平均值

岩石名称	平均值 (ppm)
岩浆岩：超基性岩	0.4
基性岩	0.9
中性岩	1.5
酸性岩	3.6
沉积岩：碳酸盐岩	0.X
砂岩	0.X
页岩	6.0

表 2 锡的 10 种稳定同位素组成比例

锡的稳定同位素	112	114	115	116	117	118	119	120	122	124
所占比例(%)	0.95	0.65	0.34	14.24	7.57	24.01	8.58	32.97	4.71	5.96

Ca^{2+} 、 Cd^{2+} 、 In^{2+} 、 Fe^{2+} 等呈类质同象置换；离子 Sn^{4+} 可与 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Sc^{3+} 、 In^{3+} 、 Nb^{5+} 、 Ta^{5+} 、 Ti^{4+} 等呈类质同象置换。

根据戈尔德施密特的元素地球化学分类，将锡划归亲铁元素，但锡在岩石圈上部具有亲氧和亲硫的两性特征。岩浆演化过程中，在成岩早期，锡以分散状态分布于云母、角闪石、榍石等造岩矿物中，亦以锡石副矿物产出；热液作用阶段，锡一方面可生成氧化物—锡石和含 $[\text{SnO}_3]^{2-}$ 、 $[\text{SnO}_3]^{4-}$ 等络离子的锡酸盐，另一方面又可生成硫化物—硫锡矿和含 $[\text{SnS}_3]^{2-}$ 、 $[\text{SnS}_4]^{4-}$ 、 $[\text{SnS}_6]^{8-}$ 等络离子的硫锡酸盐。由于锡酸盐和硫锡酸盐都易于水解，生成锡的氢氧化物，经脱水作用生成 SnO_2 ，所以在自然界中锡石比黄锡矿更为常见。

锡石在表生条件下极稳定，但微粒的锡石可被氧化铁、粘土矿物及铁锰结核所吸附而分布于硫化矿床的氧化带及砂矿床中。锡的硫化物、硫盐和硅酸盐矿物，在氧化带可形成木锡和水锡石。

已知锡矿物近 50 种。分属于自然元素、金属互化物、氧化物、氢氧化物、硫化物、硫盐、硅酸盐、硼酸盐等类（见附录一）。在目前选冶技术经济条件下，具有工业意义的主要矿物为锡石，95%以上的锡金属从锡石中提取，次要的有黄锡矿、圆柱锡矿、硫锡铅矿、辉锑锡铅矿等。

锡矿床与酸性岩浆岩具有明显的专属性。与锡矿床生成有关的花岗岩类有关的花岗岩类有富碱、高挥发份的酸性、超酸性花岗岩类，也有 SiO_2 含量偏低的花岗岩类。

锡矿床常产出于一定的成矿带或层位，矿床的形成与构造关系密切。

总结我国原生锡矿床产出的地质特征，主要依据矿床矿物组合特征及工业意义，将我国原生锡矿床类型划分为表 3。

表 3 中国原生锡矿床类型划分表

矿床类型		地质产状	常见矿物 (有“-”者为特征矿物)	矿体 形态	共生及 伴生组 分	规模 及品位	工业意义	矿床 实例
类	型							
锡石— 长石类	蚀 变 花 岗 岩 型	锡、铋、钼 等金属矿物 呈浸染状产 于花岗岩体 顶部的钠长 石化、云英 岩化、黄玉 化蚀变带中	钼铋锰矿、铋铁矿、钼金红 石、细晶石、锡石、黑钨矿、 毒砂、白钨矿、富铋铅石、 磁黄铁矿、钾微斜长石、钠 长石、石英、铁锂云母、锂 白云母、萤石、黄玉	似层 状、壳 状	铋、钼、 钨	规模中等 锡品位贫	锡常和铋、钼共 生。占全国锡探 明储量的 1.5% 左右。易选，已 开采利用，具有 一定的工业意 义	广西栗 木老虎 头
	花 岗 斑 岩 型	产于花岗斑 岩岩筒、岩 株顶部的蚀 变（云英岩 化、钾化、 硅化、青盘 岩化）带中	锡石、黑钨矿、辉钼矿、辉 铋矿、黄铜矿、黄铁矿、方 铅矿、闪锌矿、磁铁矿、赤 铁矿、磁黄铁矿、石英、白 云母、黑云母、绢云母、斜 长石、黄玉、电气石、绿泥 石	等轴 状、扁 柱状、 脉状	钨、钼、 铋、铜	规模大 小型 锡品位贫	储量较大，锡石 颗粒细，但可 选，已部分开 采，有工业价值	广东锡 坪、银 岩
锡石— 石英类	云 英 岩 型	产于花岗岩 顶部和岩体 内构造裂隙 中	锡石、黑钨矿、黄铁矿、闪 锌矿、方铅矿、磁黄铁矿、 辉钼矿、黄铜矿、辉铋矿、 绿柱石、毒砂、石英、白云 母、萤石、黄玉、绿泥石、 长石	似层 状、凸 镜状、 囊状、 脉状	钨、钼、 铜	规模小型 锡品位贫	探明储量比例 很小。易选。小 规模生产，有一 定工业意义	广东大 营、宝 山崇
	电 气 石 型	产于花岗岩 体外接触带 的硅质岩地 层（砂岩、 粉砂岩、角 闪岩、变辉 绿岩）、碳酸 盐岩地层（大 理岩及白云 质大理岩） 及混合花岗 岩体内的构 造裂隙中	锡石、黄铁矿、磁黄铁矿、 黄铜矿、绿柱石、黑钨矿、 毒砂、电气石、石英、钾微 斜长石、条纹长石、白云母、 萤石、绿泥石、石榴子石、 透辉石、符山石、方解石	脉状、 细脉状、 凸镜状	铜、钨、 铋	规模大中 型 锡品位中 -富	占全国锡探明 储量 3-4%，易 选，大部分已开 采利用，工业意 义较大	广西一 洞、五 地；云 南云 龙；个 旧、卡 房

续表 3

矿床类型		地质产状	常见矿物 (有“-”者为特征矿物)	矿体 形态	共生及 伴生组 分	规模 及品位	工业意义	矿床 实例
类	型							
锡石— 石英类	石英型	产于花岗岩体 内及外接触带 围岩的构造裂 隙中, 围岩有 花岗岩、砂岩、 板岩、石英云 母片岩、灰岩 等	黑钨矿、锡石、黄铜矿、 方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、 毒砂、白钨矿、绿柱石、 辉钼矿、 <u>石英</u> 、钾微斜长 石、黄玉、萤石、白云母、 绿泥石	脉状、 细脉 状、网 脉状、 凸镜 状	钨、铜、 铅、锌、 铍、钼、 铋	规模大、 中、小型 锡品位中 -富	占全国锡探明 储量 15%左右。 易选, 分布广, 大部分已开采 利用, 工业意义 较大	广东锡 山、宝 山嶂; 广西珊 瑚
锡石— 砂卡岩类	磁铁矿 砂卡岩 型	产于花岗岩与 灰岩、白云质 灰岩、粉砂岩、 火山岩接触带 及其附近层间 裂隙中	磁铁矿、磁黄铁矿、赤铁 矿、锡石、黄铜矿、铁闪 锌矿、毒砂、黄铁矿、辉 钼矿、硅钙锡矿、硼镁铁 矿、 <u>石榴子石</u> 、 <u>透辉石</u> 、 <u>阳起石</u> 、 <u>透闪石</u> 、 <u>角闪石</u> 、 <u>钙铁辉石</u> 、 <u>符山石</u> 、 <u>绿帘</u> <u>石</u> 、 <u>粒硅镁石</u> 、 <u>金云母</u> 、 绿泥石、硅灰石	层状、 似层 状	铁	规模大、 中型 锡品位贫	储量较大, 但含 胶态锡、硫化锡 高, 难选, 大部 分储量列为表 外。当其矿石中 锡石属粗粒级 时可利用; 锡石 呈微粒包裹时 正在研究通过 选冶联合流程 回收锡、铁	广东大 顶; 四川泸 沽; 内蒙黄 岗; 浙江淳 安
	硫化物 砂卡岩 型	产于花岗岩与 碳酸盐类岩石 的内接触带及 外接触带层间 裂隙中。硫化 物呈浸染状、 网脉状、致密 块状, 矿石形 态复杂	<u>磁黄铁矿</u> 、 <u>磁铁矿</u> 、 <u>毒砂</u> 、 <u>黄铜矿</u> 、 <u>方铅矿</u> 、 <u>铁闪</u> <u>锌矿</u> 、 <u>黄铁矿</u> 、锡石、黄 铜矿、 <u>马来亚石</u> 、 <u>白钨矿</u> 、 <u>辉钼矿</u> 、 <u>辉铋矿</u> 、 <u>石榴子</u> <u>石</u> 、 <u>透辉石</u> 、 <u>阳起石</u> 、 <u>透</u> <u>闪石</u> 、 <u>角闪石</u> 、 <u>符山石</u> 、 <u>硅灰石</u> 、 <u>方柱石</u> 、 <u>绿帘石</u> 、 萤石、云母、石英、斜长 石、方解石	层状、 似层 状、凸 镜状、 囊状、 脉状、	铜、铅、 锌、钨、 钼、铋、 萤石及 铟、镓、 锗、镉、 银、金	规模大、 中型 锡品位贫 -中	储量较大, 占全 国锡探明储量 26.9%。矿石成 分复杂, 要经重 -浮-磁等复杂流 程处理。大多可 选, 大部分已开 采利用, 具有较 大工业价值。有 时含胶态锡、硫 化锡	云南都 龙、个 旧; 江 西曾家 垅; 广 西钦甲
锡石— 硫化物类	绿泥 石型	产于泥质砂 岩、页岩的构 造裂隙中	黄铁矿、磁黄铁矿、锡石、 黄铜矿、辉铜矿、 <u>绿泥石</u> 、 石英、金云母、黑云母、 石榴子石、绿帘石	脉状	铜、硫	规模小型 锡品位贫	探明储量很少 (占 0.63%)— 般数千吨, 有小 规模生产, 具有 一定工业价值	广东飞 凤山、 银瓶山
	硫化物 型	产于花岗岩类 岩体外接触带 的构造裂隙, 层 间裂隙及节理 发育的碳酸盐 地层中。硫化 物呈网脉状至 块状充填交代。 矿石中硫化物 占 70%以上。	<u>磁黄铁矿</u> 、 <u>毒砂</u> 、 <u>黄铁矿</u> 、 <u>黄铜矿</u> 、 <u>方铅矿</u> 、 <u>闪锌矿</u> 、 锡石、黄铜矿、绿泥石、 金云母、绢云母、石英、 方解石、长石、电气石、 石榴子石。氧化后多为粘 土类矿物和含铜、铅、锌 等氧化物的褐铁矿、赤铁 矿	脉状、 层状、 似层 状、凸 镜状	铜、铅、 锌、硫、 砷、萤石 及铟、 镓、锗、 镉、银、 钨	规模大、 中、小型 锡品位中 -富	分布广, 规模巨 大, 占全国探明 储量的 24.89% 左右。易选。是 我国锡矿的主 要类型和锡生 产的主要矿石 来源, 具有重大 的工业意义	广西九 毛; 广 东厚 婆 坳、长 埔、吉 水门; 湖南香 花岭; 云南个 旧

续表 3

矿床类型		地质产状	常见矿物 (有“-”者为特征矿物)	矿体 形态	共生及 伴生组 分	规模 及品位	工业意义	矿床 实例
类	型							
锡石—硫化物类	硫化物—硫酸盐型	产于远离花岗岩类岩体外接触带的构造裂隙及层间挤压带中。围岩为扁豆状灰岩、条带状灰岩、灰页岩互层、硅质岩及礁灰岩。硫化物、硫酸盐类矿物呈网脉状、块状充填交代	磁黄铁矿、黄铁矿、毒砂、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、锡石、辉锑锡铅矿、脆硫锑铅矿、黄锡矿、菱铁矿、方解石、石英、萤石、电气石、石膏	层状、似层状、脉状、凸镜状、网脉状	铅、锌、锑、硫、砷及铋、镓、镉、银	规模大、特大型锡品位中-富	规模巨大，储量集中，占全国锡探明储量的27.28%左右。易选。具有重要的经济价值，是我国锡矿的主要工业类型之一	广西大厂91、92、0、100号矿体

[注]1.火山岩锡矿床在我国有所发现，目前正在评价中。含锡伟晶岩、含锡砂卡岩，目前尚未形成具有独立工业意义的矿床，暂未列入分类中。

2.探明储量比例统计到1980年。

3.锡矿床规模划分：大型大于40000吨；中型5000-40000吨；小型小于5000吨。

第二章 工业要求

为对锡矿床进行评价和对采选冶企业设计、建设和生产提供锡矿资源的基础地质资料，必须了解工业加工生产技术对锡矿石质量的要求，以合理的安排锡矿床的地质勘探及研究工作。

一、锡矿石的工业加工技术

(一) 锡矿石的选矿方法和对锡精矿的质量要求

除了含锡大于40%以上的低杂质富锡矿石，可以不经选矿，直接冶炼外，其它的锡矿石，一般均需经过选矿，富集成含锡40%以上的锡精矿之后再进行冶炼。

为了合理地选用选矿方法和工艺流程，要着重查明矿石中锡的赋存状态，锡矿物的嵌布粒度，矿石物质组分及含量，结构构造，含泥率及近矿围岩性质等，并合理划分矿石的自然类型和工业类型。

我国不同锡矿石类型现在常用的选矿方法：

1.易选矿石：如氧化矿石、锡石-石英型矿石、含锡花岗岩型矿石，常用重

选或重-浮流程处理。

2.难选矿石：如锡石-硫化物砂卡岩型矿石、锡石-硫化物型矿石，一般采用重-浮-重、磁-浮-重等选矿流程或选冶联合流程处理。

3.极度难选矿石：如含锡磁铁矿砂卡岩型矿石，要用磁-浮-重，或中矿烟化等选冶联合流程处理。

我国一些选矿厂在处理的矿石中，锡石粒度细、含铁高、单体锡石少、铁锡连生体多的情况下，产出多种锡产品，即在保持甚至提高最终锡精矿品位的同时，产出部分富中矿（锡 3-10%）和难选中矿（锡 1-2%），使锡的选矿回收率提高约 10%，增加了锡的产量。

对锡和铅共生的矿石，难以选出合格的锡精矿时，则可选出锡铅混合精矿送冶炼厂生产锡铅焊料或其它合金。

我国锡精矿质量标准的要求见表 4。

表 4 中华人民共和国冶金工业部锡精矿质量标准（YB736-70）

类别	等级	锡不小于 (%)	杂质不大于 (%)				备 注
			As	Bi	Cu	Fe	
一类	1	60	0.3	0.07	0.15	7	*Sn+Pb>55， 但 Sn<25
	2	55	0.6	0.09	0.15	9	
	3	50	0.9	0.12	0.20	12	
	4	45	1.2	0.15	0.20	15	
	5	>55*	1.4	0.17	0.30	18	
二类	1	60	0.5	0.5	0.15	5	
	2	55	1.0	1.0	0.20	8	
	3	50	1.5	1.5	0.30	10	
	4	45	2.0	2.0	0.40	12	
	5	40	(杂质含量由供需双方确定)				

常见杂质的影响：

砷：冶炼中进入粗锡使精炼困难。精炼中如砷含量过高，会影响镀锡板质量、包装品无毒性、锡金属硬度、脆性、可塑性等。砷挥发进入烟尘（形成砷化氢等），污染环境，严重危害人体、动物、农作物。

铋：含量高会影响铸锡的拉伸强度极限和布氏硬度性质。

铜：含量高会影响锡镀层稳定性和无毒性。影响锡的硬度、拉伸度、屈服点等。

铁：含量高在冶炼中使铁锡分离困难，影响锡的可塑性、耐腐蚀性和硬度等。

铅：冶炼时部分挥发进入烟尘，污染环境，引起铅中毒。

锑：增加锡精炼困难，部分进入烟尘造成污染。影响锡的伸长率、硬度、抗拉强度等。

（二）锡的冶炼方法

锡的冶炼方法主要取决于精矿（或矿石）的物质成分及其含量。一般以火法为主，湿法为辅。

现代锡的生产，一般包括四个主要过程：炼前处理、还原熔炼、炼渣和粗锡精炼。

炼前处理是为了除去对冶炼有害的硫、砷、锑、铅、铋、铁、钨、铌、钽等杂质，同时达到综合回收各种有用金属的目的。炼前处理的方法包括精选、焙烧和浸出等作业，根据所含杂质的种类不同，可采用一个或几个作业组成的联合流程。但是我国某些单纯含铅、铋、铁高的锡精矿也可不经炼前处理。

还原熔炼主要是使氧化锡还原成粗锡，同时将铁的氧化物还原成 FeO 并与脉石成分造渣。为此，不能使生成金属铁，故需控制较弱的还原气氛和适当温度，这必然会限制锡氧化物的完全还原，因此炉渣含锡较高（这种渣称富渣），必须进一步处理。

炼渣用烟化炉挥发方法，这样产出的废渣含锡低，金属回收率高，同时大量减少了铁的循环。

粗锡精炼主要是除去铁、铜、砷、锑、铅、铋和银等杂质，同时综合回收有用金属。一般分为火法精炼和电解精炼。

二、锡矿床工业指标

工业指标是评价矿床工业价值、圈定矿体、计算储量的依据。

提供矿山建设设计的地质勘探报告所用的工业指标，应由地质部门提出必要的地质资料（包括选矿试验报告等）和对工业指标的初步意见，由工业主管部门委托设计部门核算研究后，再经省级和省级以上的工业主管部门确定。

根据我国一些已知锡矿床储量计算所使用的工业指标的一般要求，综合列于表 5，可作为锡矿床地质评价时参考。

表 5 原生锡矿一般工业指标参考表

项 目	要 求	备 注
边界品位	0.1-0.2%	坑采矿体厚度小于 0.8 米时应考虑米百分率计算
最低工业品位	0.2-0.4%	
最低可采厚度	0.8-1.0 米	
夹石剔除厚度	2 米	

[注]1.本参考指标以全锡计算，适用以锡石为主的矿床。

- 2.当矿石中胶态锡、硫化锡占一定比例时（>10%），要提高指标。
 - 3.以胶态锡、硫化锡为主的矿石，要按采、选、冶技术经济条件另行制订指标。
 - 4.低于工业品位，高于边界品位的矿石列入平衡表外储量。
 - 5.对有特殊情况的矿床，可根据具体需要，提出补充指标。
- 如露天开采的最大剥离系数；氧化矿石的氧化率；含矿系数等。

第三章 勘探和研究程度要求

在矿床评价的基础上，对矿石可选性能、水文地质、开采技术条件进行过研究，属于近期可以开发利用的矿床，方可转入详细勘探。

矿区详细地质勘探工作，要为矿山建设设计确定矿山生产规模、产品方案、矿山开采、开拓方案、总平面布置和矿山远景规划，以及对矿床开采技术条件、矿石选冶性能等方面提供必要的基础地质资料。在详细勘探工作中，要从矿山建设实际需要出发，正确选择矿区详细勘探范围和高级储量分布地段，合理确定勘探深度。锡矿床勘探研究程度须达到以下各项要求。

一、地质研究

（一）矿区外围地质研究

阐明区域地层、构造、岩浆岩、变质作用、地球物理、地球化学条件及其与矿床形成的关系，提出外围找矿方向。

（二）矿床地质研究

1.研究地层的分层、标志层特点、地层对比、岩石成分、结构、构造及其与矿化的关系。

2.研究褶皱、断层、裂隙、破碎带的具体产出条件、性质、规模、空间分布规律及其对矿化的控制作用，从而找出导矿、容矿、遮矿构造。研究与花岗岩突起吻合的背斜构造，配置有屏蔽层的封闭构造、接触构造，主断裂旁侧的分

支裂隙、交叉裂隙、层间裂隙，有利层位与花岗岩截交部位等有利成矿构造。查明破坏矿体的主要断层的性质、规模、产状和破坏程度。

3.研究与成矿有关的岩浆岩规模、形状、产状、生成时代、剥蚀程度、矿物成分、化学成分、岩相带、蚀变带、接触带及其与矿化富集的关系。查明对破坏矿体较大岩脉的规模和产状。

4.研究矿体的形状、产状、规模、厚度、矿化连续性以及矿体空间位置、阐明控矿地质因素，综合研究矿床地质规律，正确圈定联接矿体。

5.研究近矿围岩蚀变种类、特征以及金属矿物带状分布规律。

6.研究矿床地球物理与地球化学特征。预测和勘探盲矿体。

(三) 矿石物质组分的研究

1.查明矿石的矿物组分，有用组分的含量、赋存状态及分布规律，有用矿物的粒度、嵌布特征及结构、构造。当矿石中存在多种含锡矿物时，要用多种手段系统查明锡的物相及其分配比。当不同的锡物相（锡石锡、硫化锡、胶态锡等）在空向分布上有规律可循时，要分别圈定。

2.查明矿石中共生、伴生有用、有害元素的种类、含量、赋存状态、嵌布粒度和分布规律。

3.查明易泥化矿物如绿泥石、绢云母、高岭土等的大致含量及分布情况。

4.按照矿石矿物组合特征，空间分布上的规律性划分矿石自然类型。在划分矿石自然类型的基础上，按照矿石的选冶性能、加工工艺的相似条件和工业指标要求划分矿石工业类型。

锡矿石的类型有：

(1) 按矿物组合可分出锡石—石英型矿石、锡石—硫化物型矿石、锡石—磁铁矿型矿石、锡石—矽卡岩型矿石；

(2) 按共生硫化物的氧化率可分出硫化矿石、混合矿石、氧化矿石；

(3) 按共生有用元素组合可分出锡矿石、锡铅矿石、锡钨矿石、锡锌矿石、锡钼矿石、锡铁矿石、锡铜矿石等；

(4) 按矿石结构构造可分出致密块状矿石、土状矿石、浸染状矿石、碎块状矿石……等。

矿石工业类型的划分，要根据矿石空间分布规律，分圈的可能性，分采、分选的必要性确定，必须是简明、实用。

二、矿床综合勘探和综合评价

在勘探主矿种和主矿体时，对有关的具有工业价值的共生矿产、伴生有用组分，均应进行综合勘探和综合评价。具体要求是：

1.对锡矿床中的伴生有用组分如钨、铅、锌、铜、锑、硫、铋、钽、铍、铀等，要求查明其赋存状态、矿物种类、含量、分布规律及选矿试验中回收情况。当这类组分在选矿过程中能获得富集的产品并达到综合利用价值时应进行储量计算，据其含量变化及勘探研究程度划定储量级别。

2.如矿床中有两种或两种以上单独具开采价值的有用组分如钨和锡、锡和铜、锡和铅锌等共生的矿床，要注意按锡矿体的特点布置勘探工作。对共生矿产的勘探研究程度要达到该矿种规范的要求。

3.在勘探主要矿产的同时，对矿区范围内一切具有工业价值的矿产，都需进行综合评价、综合勘探。

4.在勘探原生锡矿床同时，要查明矿区内及附近有无砂锡矿床。

5.矿区及其附近如有炼渣、废石堆、尾砂时应进行调查，作出评价。

三、矿区水文地质研究

1.在研究区域水文地质条件的基础上，查明矿区地下水的补给、径流和排泄条件，矿床充水的主要因素；矿区各含水层的岩性、厚度、产状、埋藏条件、裂隙或岩溶发育程度及其分布规律、渗透系数；地下水的水位、水温、水质、水量及其动态变化；矿区主要充水含水层与其相邻含水层的水力联系；隔水层的岩性、厚度、产状、分布、稳定性和隔水性。

2.查明矿区地表水体的分布及其与地下水的水力联系和对矿床开采的影响，老窿积水情况和对矿床开采的影响等。要着重对矿体顶底板含水层及隔水层的勘探和研究。对构造破碎带、断裂带、溶洞发育带的含水性及其导水性等进行评价。

3.系统收集评价矿区水文地质条件所需的水文、气象资料，包括历年降雨量和最高洪水位等。

4.预测矿坑涌水量，包括计算第一开采水平的涌水量和估算下一开采水平的涌水量。并对矿坑水的防治措施、综合利用、防治污染等方面提出建议。

5.对缺水矿区应指出可作为供水的水源地，初步评价水源地的水量、水质及其变化。

四、矿山开采技术条件研究

1.查明矿体及围岩的稳固性。在地质研究的基础上，充分利用钻探、已有巷道、老窿，研究其岩性、片理、层理、节理、断层以及岩石风化程度。位于生产矿山临近地段，应注意收集坑内采露面积、老窿内充填物和岩层移动以及出现涌砂、突水、地面塌陷、滑坡等情况。着重研究软弱夹层、构造破碎带特性及其分布，指出矿床开采可能产生的不良工程地质问题，对矿区工程地质复杂程度作出评价。

2.测定矿石及围岩的物理力学性质（硬度、块度、含泥率、湿度、体重、松散系数、安息角、抗压、抗剪强度）。

3.测定矿体及近矿围岩中影响环境，危害人身安全的有害组分（铀、游离二氧化硅等）的含量。

4.适于露天开采的矿床，要对采场边坡的稳定性作出初步评价。

5.收集泥石流、地热异常等方面资料。

6.位于地震区的矿床，应收集地震情况及地震裂度的资料。

有关矿区水文地质、工程地质工作的要求，按地质矿产部 1982 年颁发的“矿区水文地质工程地质普查勘探规范”执行。

五、矿石加工技术试验

地质勘探阶段应进行实验室规模的选矿试验，对矿石的选矿性能作出评价。物质成分简单的锡矿床，在初勘阶段作初步可选性试验；详勘阶段作详细可选性试验。物质成分复杂的锡矿床，在初勘阶段要作详细可选性试验。对规模巨大，物质成分极其复杂的锡矿床，还要进行实验室规模的扩大试验。生产矿山及其邻近地段的矿床，矿石类型相同时可以酌情少作。

如工业部门需要采取半工业或工业试验样品时，采样和试验工作由工业部门负责；地质勘探单位根据矿床地质条件协同有关单位编制采样设计，并作好有关采样的协作配合工作。

六、矿床勘探程度要求

1. 勘探和研究矿区内矿体（群）总的分布范围、相互关系和总储量。详细勘探主要矿体的形状、产状、规模，控制主矿体的两端和上下界线。

2. 对主矿体上部的小矿体，应用勘探主矿体的工程同时对其进行勘探，必要时根据具体情况适当加密。

3. 露天开采的矿床，要系统控制矿体四周的边界和露天采场底部矿体的边界。

4. 对破坏矿体较大的断层、破碎带和岩枝、岩脉，要用工程控制其产状和规模；对较小的断层、破碎带和岩枝、岩脉着重了解其分布范围和规律。

5. 对某些使用较密工程间距也不能查明的极其复杂的小型矿床，应着重对矿床地质和成矿控制因素进行研究。在大致控制矿体分布范围、规模及产出规律后，可移交矿山进行边探边采。

6. 勘探深度

应根据矿床特点和当前开采技术经济条件来确定矿床勘探深度。

(1) 对于延深不大的矿床，应一次勘探完毕。

(2) 对延深很大的矿床，其勘探深度一般为地表露头以下 300-400 米左右，对于上述勘探深度以下的深部矿体，用少数工程控制其远景即可。

(3) 对于埋藏较深的隐伏矿体的勘探深度，可根据具体情况研究确定。

7. 各级储量比例

(1) 大、中型矿床一般要求探明 B+C 级储量占勘探深度范围内 B+C+D 级储量的 70%（勘探深度以下的 D 级储量不参予比例计算）。其中 B 级储量，一般应占 B+C+D 级储量的 5-10%。对某些地质条件复杂的大中型矿床，经用较密工程仍求不到 B 级储量时，可探求到 50-70% 的 C 级储量。

(2) 小型矿床只求 C+D 级储量。其中 C 级一般应占 40-50%。复杂的小型矿床，C 级储量还可降低，经用较密的工程仍求不到 C 级储量时，可探求到 D 级储量。

(3) 为满足矿山扩建或满足矿山持续生产所进行的地质勘探工作，其储量比例可与设计生产主管部门具体商定。

(4) B 级储量一般应分布在首期开采地段，当主矿体在深部，亦可对主矿

体探求部分 B 级储量。

8.当矿床规模较大而矿山需要分期建设时,应在总体评价的基础上合理划分矿段,宜分期分段进行勘探,并分别计算各级储量比例和提交储量报告。

第四章 勘探类型和勘探工程间距

一、勘探类型

划分锡矿床勘探类型的目的是为了选择合理的勘探方法和勘探工程间距。划分矿床勘探类型的主要依据是：矿体的规模大小，形状复杂程度，组分分布均匀程度。同时也考虑矿化连续性、构造破坏等地质因素的影响。

锡矿床的矿体，一般有成群成带或重叠产出的特点，在一个矿床中的各矿体的规模、形态都可能有较大的差别，划分一个矿床属于某一个勘探类型，是以主矿体而定的。

锡矿床分为四个勘探类型：

第一勘探类型：矿体规模属特大型，形态简单，厚度稳定，主要组分分布一般不均匀，矿化连续的似层状矿体。属于本类矿床的实例有：广西大厂长坡区硫化物-硫盐型 92 号矿体（尚未开采）。

第二勘探类型：矿体规模属大型，形态简单至较简单，厚度稳定至不稳定，矿化连续，主要组分分布一般不均匀的似层状、凸镜状矿体。矿床实例有：广西大厂长坡区硫化物-硫盐型 91 号矿体；云南个旧松树脚锡石-硫化物矽卡岩型 1—1 号矿体等。

第三勘探类型：矿体规模属中型，组分变化一般较均匀至不均匀，矿化连续，厚度较稳定，形态简单至较简单的似层状、板脉状、凸镜状矿体。矿床实例有：广东阳春锡山锡石-石英型 18 号矿体；广西栗木老虎头蚀变花岗岩型矿床。或矿体规模属大型，组分变化不均匀，矿化连续，形态复杂的管条状、板脉状矿体。矿床实例有云南个旧马拉格锡石-硫化物型 22 及 4 号矿体；广东长埔锡石-石英型 V_2 矿体。以及矿体规模属大型，厚度不稳定，矿石类型复杂的脉状矿体。例如广西大厂长坡区硫化物-硫盐型 0 号矿脉等。

第四勘探类型：矿体规模以小型为主，组分分布一般很不均匀，矿化较连

续，形态很复杂，厚度不稳定的脉状、凸镜状、层状脉状组合的矿体；以及规模属中型，形态复杂的管条状矿体。矿床实例有：云南个旧老厂锡石-硫化物型 2—4、11—3、云南个旧卡房 I—2—1 号矿体；广东阳春锡山锡石—石英型 9 号矿体等。

除上列四个勘探类型以外，尚有由形态复杂到极复杂的管条状、瓜藤状、串珠状、囊状、不规则状矿体及少数矿化不连续的脉状或构造破坏严重的似层状矿体所组成的矿床。这类矿床分布广，品位一般较富，规模属小型，有一定工业价值，可用第四勘探类型网度进行控制，探求 C+D 级或 D 级储量，提供生产部门边探边采。

总结我国锡矿勘探经验，划分矿床勘探类型的地质因素归纳如下，供参考。

（一）矿体延展规模

矿体形态	规 模 延 展	特大	大	中	小
似层状 凸镜状	走向长 (米) 倾斜长 (米)	>1000 >500	1000-700 500-200	700-300 200-100	<300 <100
脉 状	走向长 (米) 倾斜长 (米)		>1000 500-200	1000-400 200-150	<400 <150
管条状	倾斜长 (米) 截面积 (米 ²)		>500 >200	500-200 200-30	<200 <30

（二）矿体形态

- 1.简单：外形规则，厚度稳定，少有分支，产状稳定的层状、板脉状矿体。
- 2.较简单：外形较规则，局部有分支复合现象，厚度变化有规律，产状变化幅度不大的似层状、板脉状矿体。
- 3.复杂：外形不规则，厚度变化大，夹石、分支复合现象出现频繁，产状变化幅度大，相邻断面形状、大小可以差别较大，但基本可连接。常见形状为管条状及接触带的似层状、透镜状矿体。
- 4.很复杂：外形很不规则，产状变化大而无规律可循，形状为不规则状的复合体或管肠状、瓜藤状、囊状等矿体。

在划分矿床勘探类型时还应将矿体受构造破坏的因素加以考虑。

（三）主要组分分布均匀程度（品位变化系数%）

- 1.均匀：<60
- 2.较均匀：60-120

- 3.不均匀 120-200
- 4.很不均匀 >200

(四) 厚度稳定程度 (厚度变化系数%)

- 1.稳定 <50
- 2.较稳定 50-100
- 3.不稳定 100-150
- 4.很不稳定 >150

二、勘探工程间距

根据我国锡矿床的勘探经验以及探采对比资料，总结各类锡矿床的勘探工程间距如表 6，勘探矿床时应结合矿体具体情况使用。

表 6 勘探工程间距表

勘探类型	矿体形态	勘探工程间距 (米)			
		B 级		C 级	
		沿走向	沿倾斜	沿走向	沿倾斜
I	似层状、凸镜状	50-60	50-60	100-120	100-120
II	似层状、凸镜状	40-50	40-50	80-100	80-100
III	似层状、凸镜状	30-40	30-40	60-80	40-60
	脉状	30-40	30-40	60-80	40-60
	管条状	10-20	30-40	20-40	60-80
IV	似层状、凸镜状			40-50	30-40
	脉状			40-50	30-40
	管条状			10-20	30-40

- [注]1.表中所列沿倾斜工程间距是指工程实际控制矿体的斜距。
- 2.似层状与脉状或管条状与脉状组合而成的矿体，应根据具体情况控制主体部分或分别布置工程。
 - 3.管条状矿体的水平截面控制工程应在两个以上，其布置形式可采用平行穿脉或“+”字型穿脉等。
 - 4.III、IV类型的板脉状矿体，一般采用沿脉坑道为主，配合钻探勘探，或穿脉中拉短沿脉进行勘探。
 - 5.当矿体的走向长与倾斜长有显著差别时，表中所列工程间距要作相互调整。

三、勘探手段

合理选择勘探手段是查明矿床地质规律，有效地探明锡矿各级储量的重要措施。

锡矿床一般应采用机械岩心钻与坑道等综合手段进行勘探。地质条件复杂的矿床，要加大坑道探矿的比例，或采用以坑道为主要手段进行勘探，以保证地质效果。根据一般经验结合矿床地形条件，锡矿床主要勘探手段选择有以下几种情况，列于表 7。

表 7 勘 探 手 段

勘探类型	矿 体 形 态	勘 探 手 段	
		B 级	C 级
I	似层状、凸镜状	钻探探求，坑道检查	钻探探求
II	似层状、凸镜状	钻探探求，坑道检查	钻探探求
III	似层状、凸镜状 脉 状 管 条 状	坑、钻结合探求 坑 道 探 求 坑 道 探 求	钻探探求 坑、钻结合探求 坑道探求或坑道结合坑内钻探探求
IV	似层状、凸镜状 脉 状 管 条 状		坑、钻结合探求 坑、钻结合探求 坑道探求

[注]使用坑、钻结合勘探的矿床，坑、钻的比例应根据矿床的赋存特点和矿区具体情况研究确定。

第五章 地质勘探工作质量要求

锡矿地质勘探工作中的地形测量、地质测量、物化探、钻探、坑探、槽探、井探、采样、岩矿分析鉴定、岩矿物理机械性能试验、水文和工程地质、原始资料编录、地质勘探报告编写等各项工作的质量，均应达到各有关规范或技术操作规程的质量要求。本章只就几个主要问题提出要求如下：

一、地质测量

地质测量是地质勘探的基础工作，应在合格的地形图上测制矿区（及其外围）地质图，其比例尺一般为 1:10000—1:50000；矿床应测制矿床地质图，其比例尺一般为 1:1000—1:2000。

二、物化探工作

在锡矿地质勘探工作中，一般应根据矿床的地质和矿化特征，矿区的自然地理条件，充分研究矿体和围岩的地球物理、地球化学特性；研究物、化探异

常与矿床的关系，从而选用有效的物、化探方法，指导找矿和勘探。

与硫化物共生的锡矿床，可选用电法和重力测量等方法进行探矿；与石英共生的脉锡矿床，采用电阻率法，可以比较容易发现盲矿体；与磁性矿物（磁铁矿、磁黄铁矿等）共生的锡矿床，可采用磁法探矿；当矿体的空间位置与隐伏花岗岩关系密切时，可用电测深探测盖层厚度，而达到预测接触带盲矿体赋存位置的目的。

运用化探或重砂测量法，可以进行直接找矿。

对物、化探异常要进行综合研究，作出合理的地质推断和解释，对有意义的异常可进行适当的工程验证。在勘探报告中应简明扼要地阐述物、化探工作情况，工作质量，异常推断及工程验证成果，并附必要的物、化探图件。

三、机械岩心钻探

岩心采取率不低于 65%。矿心及矿体顶底板 3-5 米围岩的采取率不低于 75%，矿体中连续 5 米以上矿心采取率低于 75%时应采取补救措施。氧化矿石的矿心必须尽可能保持原状。对碎块矿心要注意研究矿石品位有无人为的富集和贫化。

必须按照岩心钻探规程的质量要求做好钻孔测斜、简易水文地质观测、校正孔深、封孔、钻孔原始报表等工作。方位角偏斜度的允许范围可根据钻孔深浅、矿体产状、勘探线方向等情况，由各矿区勘探单位具体规定。

四、化学分析样品的采取、加工和分析质量的检查

（一）采样

采样并进行化学分析，是评价锡矿石质量的基本方法。采集的样品必须保证质量，有代表性。

钻孔样品的采取，一般是将矿心对半劈开，将其一半加工缩分作为化学分析样品。

在槽、井、坑道中，一般采用刻槽法采样，样槽断面的规格一般为 10 厘米×5 厘米或 10 厘米×3 厘米，对于脉幅小于 0.2 米的矿脉用剥层法。

样品长度，在厚大矿体中一般为 1 米，连续采取。厚度小于 1.5 米的矿体或矿石类型，其全厚可作为一个样品。

沿脉坑道（掌子面或顶板）采样点的间隔一般为 2-4 米，穿脉坑道中的样品应在同一壁的腰线上连续刻取。

（二）样品加工

化学分析样品的加工必须严格按照 $Q = Kd^2$ 公式进行缩分。样品的加工 K 值一般采用 0.2；有用组分很不均匀时加工的 K 值采用 0.3-0.5。

（三）化学分析及质量检查

全部化学分析样品均应分析锡品位。一般是分析全锡品位参加储量计算。但必须进行一定数量的组合样品的物相分析，以确定样品中锡石中的锡和呈其它状态产出的锡所占的比例。当锡石锡所占比例低于 90% 时，基本分析样品应增加化验锡石中锡的品位。

锡石-多金属共生矿床的样品，除分析锡品位外，尚须根据矿石成分特点分别将共生的铅、锌、铜、钨或其它有用组分列入基本分析项目中。

对赋存状态经过研究，并有综合利用价值的伴生有用组分，必须进行系统的组合样品分析。

对化学分析结果应分期、分批、分品级及时进行内、外部验证分析。内检样品从参加储量计算的基本分析样品的副样中抽取，其数量为基本分析样品的 10%。外检样品从内检合格的基本分析样品的正样中抽取，其数量为基本分析样品的 5%，总数不少于 30 个。当验证分析结果超出允许误差范围或存在系统误差时，应按化验管理制度进行处理。

参与储量计算的主要组分和伴生组分，均需进行内外部验证分析。

锡矿石的化学分析允许误差：

含量 (Sn%)	允许偶然 (相对) 误差 (%)
>2	5
1-2	10
0.25-1	15
0.05-0.25	25

五、选矿试验样品的采取

选矿试验样品的采取，要考虑锡矿床类型、矿石类型、矿体储量、平均品位等空间分布的代表性；要考虑到开采时会有贫化。组合后样品的锡品位以及

共生元素品位，一般应略低于矿区内所代表的矿石类型的平均品位。如需采取几种矿石类型的混合样品时，混合样品中各类型矿石的比例应与矿石储量比例一致。如矿床规模大，物质组分复杂，还应分地段采样。

六、矿石体重和湿度测定

体重是储量计算的重要参数之一，必须准确测定矿石的体重值。对原生矿石一般应测定矿石的小体重参加储量计算。对于多孔及疏松的氧化矿石，则必须测定大体重参加储量计算，其数量主要矿体应不少于 3 个。对于细脉带型矿石，按含脉率等级直接测定大体重，或分别测定矿脉和围岩的小体重，然后按含脉率计算矿石的体重。

体重样品的采取要有代表性，要按不同的矿石类型分别采样，每件体重样品要相应进行化学分析，体重样品的分布要比较均匀，各种类型和品级的矿石的小体重样品应不少于 20—30 个。

分季节或在测定矿石体重的同时测定矿石的湿度，当湿度小于 3% 时可不校正体重值。

七、地质勘探报告编写要求

地质勘探报告是矿区勘探成果的总结，是矿山设计、建设的依据。因此，地质勘探报告必须是在取全、取准第一性资料，并在系统编录和综合整理的基础上，经质量检查验收后进行编制。在矿区勘探完成之后，应迅速地认真地提出地质勘探报告。要求内容齐全、重点突出、数据可靠、图件准确、图文相符。

地质勘探报告的内容，包括文字报告、图件、表册、附件等均应符合原地质部颁发的《固体矿产普查勘探地质报告编写规定》的要求。在附件中必须要有工业部门正式确定的储量计算工业指标文件和矿石加工技术试验报告。

根据矿区具体情况和需要，在提交地质勘探报告时提交有关专题研究报告。

第六章 储量分类、分级和储量计算

一、储量分类

根据我国当前技术经济条件，锡矿储量分为两类：

- 1.能利用（表内）储量：符合当前生产技术经济条件的储量。
- 2.暂不能利用（表外）储量：是由于有用组分或矿物含量低；矿体厚度薄；矿山开采技术条件或水文地质条件特别复杂，或对这种矿石的加工技术方法尚未解决，不符合当前生产技术、经济条件，工业上暂不能利用而将来可能利用的储量。

二、储量分级和级别条件

在全矿区勘探研究的基础上，按照对矿体不同部位的勘探控制程度，将锡矿储量分为 A、B、C、D 四级，A 级是矿山编制采掘计划依据的储量，由生产部门探求。B、C、D 各级储量的工业用途和条件如下：

1.B 级—是矿山建设设计依据的储量，又是地质勘探阶段探求的高级储量，并可起到验证 C 级储量的作用。一般分布在矿体的浅部，即矿山首采地段。其条件是在 C 级储量的基础上：

- (1) 详细控制矿体的形状、产状和空间位置。
- (2) 在 B 级范围内对破坏和影响矿体较大的断层、褶皱、破碎带的性质、产状已详细控制。对夹石和破坏主要矿体的主要火成岩的岩性、产状和分布情况已基本确定。
- (3) 矿石工业类型的种类及其比例和分布规律已详细确定，在需要分采和地质条件可能的情况下，应圈出主要矿石工业类型。

2. C 级—是矿山建设设计依据的储量。其条件是：

- (1) 基本控制矿体的形状、产状和空间位置。
- (2) 对破坏和影响主要矿体的较大断层、褶皱、破碎带的性质和产状已基本控制。对夹石和破坏主要矿体的主要火成岩的岩性、产状和分布规律已大致了解。
- (3) 矿石工业类型的种类及其比例和分布规律已基本确定。

3.D 级—其用途有：

- (1) 作为进一步布置地质勘探工作和矿山建设远景规划的依据。
- (2) 对一般矿床，部分的 D 级储量也可作为矿山建设设计所利用。
- (3) 对于复杂的较难求到 C 级储量的矿床，D 级储量可提供矿山边探边采。

4.D 级储量的条件是：

- (1) 大致控制矿体形状、产状和分布范围。
- (2) 大致了解破坏和影响矿体的地质构造特征。
- (3) 大致确定矿石工业类型的种类和比例。
- (4) 用比 C 级储量更稀的工程密度圈定；或用 C 级网度探求达不到 C 级储量的块段；或由 C 级储量块段外推的部分。

三、储量计算的一般原则

- 1.储量计算必须严格按照工业部门正式确定的工业指标进行。
- 2.储量计算必须是在查明控矿地质条件，正确圈定和连接矿体的基础上进行。
- 3.参与储量计算的参数，必须是实际测定的数据。
- 4.储量计算方法的选择应与矿体的产状、形状和勘探工程布置形式相适应。
- 5.能利用（表内）储量和暂不能利用（表外）储量应分别计算。
- 6.应分矿体、分块段、在需要和可能时还应分矿石类型计算各种级别的矿石量、平均品位和金属量。
- 7.共生组分应与主金属等同计算储量。
- 8.伴生有用组分的储量，必须是在查明组分的赋存状态、分布规律、回收利用途径的基础上，选用组合分析或精矿分析的资料与主金属同时进行计算，其储量级别视其勘探和研究程度而定。
- 9.地质勘探储量按实际探获的数量计算，但要扣除截止计算日期以前的采空储量。

第二篇 砂锡矿

第一章 绪论

砂锡矿在锡矿床中具有重要工业意义。勘探简便、成本低，矿石一般易采、易选，因而具有较高的经济价值。我国砂锡矿储量丰富、开采历史悠久。目前，已经勘探和生产的矿床均属第四系现代松散沉积类型，第四系以前的古老砂锡

矿床以及冰水、冰川砂锡矿、海滨砂锡矿等，在我国发现甚少。

锡石 (SnO_2) 是砂锡矿床中最主要工业锡矿物 (理论含锡 78.80%)。锡石中常含有：铁、钨、锰、钽、铌、铟、锑、镓等杂质，故锡石含锡量是在 69—78% 之间。

木锡是胶状隐晶质和微晶质的锡石和三氧化二铁、二氧化硅等微粒、多矿物集合体，常呈葡萄状和钟乳状，偶见于与锡石—硫化物矿床有关的砂矿床中。此外含锡矿物还有黄锡矿、辉锑锡铅矿、硫锡铅矿等，但在砂矿中很少见，不具工业价值。砂锡矿床中共生的常见有用矿物主要有独居石、锆石、钛铁矿、褐钇矿、黑钨矿、白铅矿等，当其达到一定含量时，可与锡石一起开采利用。

与锡石伴生的矿物还有钛磁铁矿、白钨矿、毒砂、褐铁矿、方铅矿、硬锰矿，菱铁矿、锐钛矿、复稀金矿、自然金、辰砂、石榴子石、黄玉、磷灰石、电气石、十字石、蓝晶石、刚玉、绿柱石等。

按照砂锡矿产出的地貌特征可分为以下几种形态类型：河床砂矿、沙洲砂矿、河漫滩砂矿、阶地砂矿、勺形砂矿、山麓斜坡砂矿以及产于凹地漏斗、峰林等岩溶地貌中的砂矿。

按照第四系松散沉积物的成因，砂锡矿可分为：残积砂矿、坡积砂矿、洪积砂矿、冲积砂矿、人工堆积砂矿等五类及其过渡混合类型，现分述于下：

1. 残积砂矿：各类原生锡矿床或含锡岩石在外生成矿作用下，原地形成残积砂矿。其分布范围大体与原生矿床或含锡岩石一致；其组成物质是原生矿床及其围岩风化崩解残留的产物，没有或很少经过迁移，未经分选，碎屑物常带棱角状，通常是粘土—碎块岩石，锡石或其它矿物晶形保存完整，且往往连生。我国南方含锡云英岩、含锡蚀变花岗岩的风化壳、锡石—硫化物残积矿床，均属于此类型。例如：湖南小江含锡花岗岩风化壳、云南都龙锡石—硫化物残积矿床等。

2. 坡积砂矿：原生矿床风化崩解以后，沿山坡向下移动不远，停积于有利的地形、地貌环境中而形成的砂锡矿，砂矿层中的碎屑和矿物滚圆度低，分选性较弱，通常以碎块状岩石为主。

实际上，坡积砂矿往往与残积砂矿呈过渡状态，形成残坡积混合砂矿。在物质来源充足，地形地貌等条件适宜时，会形成具有很大大工业价值的矿床，属于本类型的主要有：云南个旧；广西珊瑚、大冲、董家幻等矿床。

3.洪积砂矿：它是由暂时性急流所造成。如冲积锥、干三角洲和山前裙等暂时水流的沉积形成的砂矿均属本类型，由于水流作用的短暂，因而其特征是：堆积物分选性弱、滚圆度低。此外，在矿床、河谷、阶地中也有洪积成因的砂矿，它与冲积砂矿有时形成混合类型。实例有广东南山仔、湖南白沙等矿床。

4.冲积砂矿：主要形成于河床、河谷、河漫滩、阶地、三角洲中。往往呈带状分布，延伸很长；碎屑物滚圆度高，分选性良好；锡石分布均匀，常富集于沉积层底部，成为具有工业价值的矿床。但规模大小不一，大、中、小型均有，而以大型为多。我国湖南大义山；广东牛牯岭、板潭河；广西洪塘、冯屋排；云南个旧田心等均有分布。

5.人工堆积砂矿：古代或近代开采废弃的低品位矿石以及选矿废弃的尾砂，冶炼后的炉渣，往往构成一定规模的人工堆积物。当其有用组分含量较高，在现代技术条件下可以利用而具备工业价值时称人工堆积砂矿。此类砂矿形状不一，规模多为小型，也有大型。我国云南个旧；广西新桂、水岩坝、木源头等矿区均有所见。

第二章 工业要求

一、砂锡矿的开采方法及其对地质勘探的要求

砂锡矿床绝大部分适于露天开采，极少部分深埋砂矿为地下开采。根据砂矿规模大小、埋藏的深浅及水文地质条件等不同情况而采取机械化露天开采或人工露天开采。位于地下水水面以下的砂矿床或大型砂矿床，一般均进行机械化开采。机械化开采有挖泥船开采法、电铲开采法、水枪开采法。

露天开采的矿床，按照砂矿产出特征，一般有分层开采和全面开采两种方式。

适于全面开采的矿床，覆土层与矿层的全部沉积物同时开采和淘洗，没有剥采比的要求，全部松散沉积物都要计算储量。地质勘探阶段要查明矿体产状、层数、分层厚度、品位、覆土层、无矿夹层的层数、厚度及其彼此间的关系。为选择开采方法提供必要资料。

二、砂锡矿的选矿方法及其对矿石质量研究的要求

砂锡矿一般常用的选矿方法是重力选矿。对锡石颗粒较粗，经过搬运、分选、单体解离较高的砂矿，一般可不经磨矿，用简单重选流程处理；对未经分选或矿物单体解离度很低，连生体占有率很高的砂矿，要经过全部磨矿采用重选流程处理。

为合理确定矿石加工技术流程提供矿石质量研究资料，要查明松散沉积物的性质、有用矿物的种类、粒度大小及各粒级的含量百分比、连生体占有率、共生矿物、含砾率、泥质成分以及粘结程度。

三、砂锡矿床工业指标

砂锡矿床一般工业指标见表 8。

表 8 砂锡矿一般工业指标参考表

项 目	用化学分析法确定品位（锡石中锡）	用重砂淘洗法确定锡石含量（锡石纯度： $\text{Sn} > 60\%$ ）
边 界 品 位	锡 0.02%	锡石 100-150 克/立方米
最 低 工 业 品 位	锡 0.04%	锡石 200-300 克/立方米
最低可采厚度（米）	0.5	0.5
夹石剔除厚度（米）	2	2

[注]上表系根据我国已经勘探的砂锡矿床实际所使用的储量计算工业指标的归纳，原则上适用于不磨矿处理的砂锡矿床。正式提交矿山设计使用的地质勘探报告所采用的工业指标，应按制订程序，由省级以上工业主管部门正式确定。有时需要根据具体情况增加剥采比、夹石（平面）剔除宽度、原矿锡石粒度、米百分率等项目。

第三章 勘探和研究程度要求

一、地质研究

（一）矿区地质研究

研究矿区地质构造、火成活动、地质地貌发展史，原生矿床或含锡岩石的类型；剥蚀区的风化壳、残积层、坡积层以及残存的古老冲积物；堆积区的洪积、冲积松散沉积物，有用重砂矿物的含量及其分布，圈定重砂扩散晕。

（二）矿床地质研究

查明矿床产出的地貌特征、松散沉积物的岩相、结构、颜色、成分、粒度；确定矿床成因类型、形态类型；研究砂矿的物质来源及其来源方向的主次关系，指出原生锡矿的找矿方向；了解砂矿层底板基岩性质、起伏变化及其对矿体的控制作用；阐明矿体赋存的层位、规模、形态、内部结构特点、空间分布规律；准确划分覆盖层与矿体界线，确定矿体的埋藏深度。

（三）矿石物质成分研究

1.研究砂锡矿中含锡矿物的种类、含量比例。砂锡矿中常有多种含锡矿物，如锡石、黄锡矿、木锡、含锡硅酸盐等，有时还有含锡炉渣。而目前工业上能回收利用的矿物主要是锡石，因而砂锡矿的物质成分研究，要求分地段、分层次详细查明锡石的含量及其分布规律。对其它含锡矿物的含量可作一般的查定。

2.查明共生、伴生有用矿物的种类、含量、分布规律，进行综合评价。砂锡矿中通常共生、伴生有自然金、黑钨矿、白钨矿、独居石、金红石、白铅矿等有用矿物。当其含量达到单独工业利用价值时，为共生组分，其勘探研究程度一般与主金属相同；当其含量达不到单独利用价值而可附带回收时，为伴生组分。由于共生矿石与单锡矿石的加工技术性能不同，勘探期间要划分矿石工业类型，如锡钨矿石、锡铅矿石、锡矿石、钨矿石等，并要分别计算储量。

3.查明不同矿层中锡石的粒度以及各粒级中的锡含量、单体分离度、连生体占有率。在作矿石筛析及水析的同时，对各粒级中的轻重矿物含量比例应作一定了解，并通过水析求出不同矿层中的含泥率。

4.研究矿石中脉石矿物以及对选冶有影响的有害组分的种类、含量、赋存状态和分布情况。

二、矿区水文地质研究

根据砂锡矿床水文地质条件的复杂程度，划为简单、中等、复杂三类（见表9）。

1.水文地质条件简单的矿床，要求查明矿区水文地质一般特征，提出供水方向。

2.水文地质条件中等的矿床，主要查明含水层的岩性、产状、厚度、分布情况以及水位（水压）、单位涌水量、渗透系数。查明地表水流量与历年洪水淹没范围及持续时间，计算未来采场正常涌水量，提出防洪和排水的意见。上游地

区须查明旱季供水方向；中下游地区须查明地表水与地下水的水力联系及动态变化规律。

3.水文地质条件复杂的矿床（一般系指不能露天开采的深埋砂矿），水文地质研究程度除达到上述要求外，应重点研究基岩构造破碎带和岩溶发育带的富水性和导水性，对地下开采可能发生的不良水文地质问题作出评价。

表 9 砂锡矿床水文地质分类

水文地质条件复杂程度	矿床水文地质特征	充水因素	生产中主要水文地质问题	矿床实例
简单的矿床	矿床位于当地侵蚀基准面以上,地形条件有利于自然排水,地下水补给条件差,矿区缺水	主要是大气降雨	采选用水需要解决	云南个旧和广西平桂的岩溶洼地残积砂锡矿
中等的矿床	矿床位于当地侵蚀基准面以下,根据地貌及水文地质特征,又可分为: 1.位于山间小盆地、岩溶洼地或其它细谷、凹地之中,地形条件有利于地表水积聚。矿体上具有流量不大的间歇性地表水流,但地下水储存量小 2.位于岩溶凹地或河谷出口附近。矿体上具流量不大的地表水体,地下水与地表水有联系,或互相增补。含水层孔隙发育,有利于地下水积聚,地下水储存量不大,局部具承压 3.位于河谷中下游处,矿体之上具有较大的常年性地表水体。地下水与地表水水力联系密切,含水层孔隙发育,富水性强,厚度较大,地下水储存量大	主要是地表水,以短暂的地表洪水危害最大,地下水不重要 主要为地表水,以洪水危害性最大	旱季或正常生产季节涌入采场的地表水与地下水量不能满足生产用水需要,雨季洪水期或暴雨后,地表水骤增而涌入采场造成淹没事故 正常季节不缺水,暴雨洪水期或短暂停采等都能造成淹没采场事故	广西洪塘 广东牛牯岭 广东车田
复杂的矿床	矿床深埋,具有溶洞、裂隙或破碎带承压水,而一般不能进行露天开采	主要是地表水向采场浸入和高水头的基岩构造破碎带或岩溶发育带的承压水渗入	未有生产区	广西白面山

三、矿山开采技术条件研究

砂锡矿床一般均适于露天开采,要认真研究松散沉积物的成因类型、岩性、表土厚度、矿层厚度和埋藏深度、非矿夹层厚度、无矿地段分布范围、基岩性

质及其起伏；测定矿层及其上下盘围岩和非矿夹层的体重、湿度、比重、松散系数、粒度、砾石率、孔隙度、粘结性、边坡稳定性等。

四、矿石加工技术试验

地质勘探期间必须对不同类型矿石作实验室规模的选矿试验。初步可选性试验是在矿床初勘阶段进行，一般了解矿石的可选性能；对于复杂的矿石类型，初勘阶段还要进行详细可选性试验。详勘阶段要进行矿石的详细可选性试验，以取得锡的选矿流程和选矿指标的资料。对大型矿床或物质组分复杂的矿床，还要作实验室规模的扩大试验。

五、矿床勘探程度要求

根据砂矿勘探速度较快的特点，在矿山设计范围内的矿体应该一次探清，其探明的各级储量比例，按矿床规模计算，大中型矿床 B+C 级占总储量的 70-90% 以上，其中 B 级储量占总储量的 10-20%。对小型矿床一般只求 C+D 级储量，其中 C 级储量占 50% 左右。生产开采的邻近地段，地质勘探一般只求 C+D 级储量提供生产。

第四章 勘探类型和勘探工程间距

一、勘探类型

划分勘探类型的目的是为了选择合理的勘探方法和确定勘探工程间距，从而迅速、经济、有效地探明各级储量。

砂锡矿的勘探类型划分，是根据我国砂锡矿的勘探经验，在探采对比、验证总结的基础上，综合其共同的主要地质因素而确定的。

影响砂锡矿勘探类型划分的地质因素有：矿体规模、矿体形态的稳定程度、主要组分分布的均匀程度和基岩起伏变化，并结合矿床的成因类型、形态类型综合确定。

划分矿床勘探类型的地质因素归纳如下，供参考。

（一）矿体规模

- 1.特大 长>3000 米, 宽>400 米;
- 2.大 长 1000~3000 米, 宽 200~400 米;
- 3.中 长 500~1000 米, 宽 100~200 米
- 4.小 长< 500 米, 宽<100 米。

(二) 矿体形态

- 1.简单 规则的面型层状矿体(主要是缓坡残坡积砂矿);平直的带型层状矿体(主要是冲积河谷砂矿);
- 2.较简单 较规则的面型层状、似层状矿体(主要是陡坡砂矿);弯曲的带型似层状矿体(主要是河漫滩砂矿);
- 3.复杂 不规则的似层状,凸镜状矿体(陡坡残坡积、洪积砂矿);弯曲的多分支的似层状、凸镜状矿体(砂洲、阶地砂矿);
- 4.很复杂 很不规则的漏斗状、锥状、管状矿体(如岩溶洼地、立谷砂矿;人工堆积砂矿)。

(三) 组份均匀程度(品位变化系数%)

- 1.均匀 <50;
- 2.较均匀 50~100;
- 3.不均匀 100~150;
- 4.很不均匀 >150。

(四) 基岩起伏

- 1.平缓 平坦的花岗岩、砂页岩等剥蚀区;
- 2.较平缓 较平坦的花岗岩、砂页岩等山麓斜坡剥蚀区;
- 3.起伏大 不平坦的岩溶发育的地区;
- 4.起伏很大 岩溶特别发育的地区。

根据砂锡矿床的规模、形态、组分、基岩起伏等变化情况,将砂锡矿勘探类型划分为以下四类:

第一勘探类型:规模特大,形态简单,长度、宽度、厚度稳定,组分分布一般较均匀,基岩较平缓的带型层状冲积河谷砂矿或规则的面型残坡积砂矿。属于本类型的有云南个旧牛屎坡残坡积型山麓缓坡砂锡矿床。

第二勘探类型:规模中-大型,长度、宽度、厚度较稳定,主要组分分布一般较均匀,形态较简单,基岩起伏较平缓的河谷砂矿或形态简单、基岩起伏大

的河谷砂矿；分布不规则的阶地砂矿；残坡积型山麓斜坡砂矿等。属本类型的有广东牛牯岭冲积型河谷砂矿。

第三勘探类型：规模中-小，形态较简单-复杂，宽度、厚度不稳定，主要组分分布一般较均匀-不均匀，基岩岩溶发育，起伏大。属本类型的有广西新桂残坡积砂矿以及冯屋排冲积砂矿等。

第四勘探类型：规模为小型，形态很复杂，宽度、厚度很不稳定，主要组分分布一般较均匀-不均匀，基岩一般为岩溶作用强烈的碳酸盐岩层。矿体呈不规则状、漏斗状、管状。属于本类型的有岩溶充填砂矿、小型的人工堆积砂矿。如广西白面山、珊瑚、木源头等矿床。

二、勘探工程间距和布置原则

（一）勘探工程间距

为探明各级储量而使用的勘探工程间距是总结以往各矿床勘探类型及其相应的工程间距而制定的。现列出我国砂锡矿勘探的一般工程间距于表 10。

表 10 勘探工程间距表

勘探类型	成因类型	勘探工程间距(米)			
		B 级		C 级	
		沿长轴	沿短轴	沿长轴	沿短轴
I	冲积河谷型	400	40	800	40
	残坡积山麓型	100	100	200	100
II	冲积河谷型	200	20	400	20-40
	残坡积山麓型	40-50	40-50	80-100	80-100
III	冲积河谷型	100	10-20	200	10-20
	残坡积型	40	20-40	60-80	40-60
IV	岩溶洼地人工堆积			40	40

（二）勘探工程布置原则

- 1.垂直矿体长轴方向或垂直物质来源方向布置勘探线,工程稀密程度要与矿体变化大小及其方向适应。
- 2.呈带状分布的冲积河谷砂矿，一般采用勘探线法布置工程。
- 3.呈面型分布的残坡积砂矿，一般以长方形或方形勘探网布置工程。

第五章 地质勘探工作质量要求

一、地质测量

矿区地质测量：为了阐明砂锡矿形成的区域地质条件以及预测矿区及外围资源远景，勘探期间应在合乎质量的地形图上测制矿区及其外围一定范围的矿区地质图、第四纪地质图、地貌图及重砂分布图。其比例尺为 1:50000-1:100000。其精度要达到相应比例尺地质测量要求。

砂矿床地质图：比例尺为 1:5000-1:2000；以及相应的 1:2000-1:1000 矿体平面图、勘探线矿体剖面图和底板等高线图等。其精度要达到相应比例尺的地质测量规范附图要求。

二、钻探工程质量要求

一般浅成砂矿，采用砂钻进行勘探，对深埋砂矿，当砂钻能力达不到时，也可采用机械岩心钻探（一般以干钻效果最好）。

砂钻套管靴口径一般为 115-130 毫米。

砂钻矿心采取率，要求单工程松方平均达到 80-120%；岩心钻采取率要求单工程松方平均不少于 90%，或实方不少于 75%。钻孔必须穿透矿层方能终孔。

为了验证砂钻所取得的矿层结构、厚度、品位等资料数据的精确度，据以评价砂钻质量，需要选择部分有代表性的地段，施工浅井进行检查验证。或者在做物性测定取样、水文抽水试验等打井的同时进行验证。

三、取样、加工、样品分析

取样：砂矿取样一般在钻孔岩心、浅井中采取。采样位置一般是经地质编录掌握特征后分层分类型连续布样采取（尽可能与回次进尺吻合）。单样长度一般 0.5-1.0 米，以不大于可采厚度和夹石剔除厚度为宜。浅井取样规格一般采用 20×10 或 20×5 厘米，但若矿层内夹有较多较大的砾石，或者经常出现大颗粒锡石集合体使品位很不均匀时，就有必要加大采样规格进行验证。

样品分析：砂矿样品分析的基本方法有重砂淘洗和原矿化学分析法两种。分析方法的选择是在综合分析矿床的成因、物质来源、矿石性质、粒度的基础上加以确定的。以上两种方法所求得的锡含量百分比或锡矿物克/立方米，均可作为矿体圈定的依据。重砂淘洗法一般适用于锡石颗粒较粗，经过搬运、分选

作用，单体解离度高，物质来源于锡石-石英型的冲积型砂矿。对物质来源于锡石-硫化物型以及锡石颗粒较细、分选性差、连生体多而需磨矿处理的矿床，应采用化学分析法求得矿石中锡石锡的品位圈定矿体为宜。

采用原矿化学分析的矿床，样品需经烤干、破碎、缩分等程序，加工缩分的 K 值经验数字为 0.2-0.3。样品基本分析项目根据主金属元素含量而定。

以锡石为主的矿床，当其矿石中锡石锡占全锡的 90%以上时，可分析全锡作为圈定矿体的依据；当存在有较高的胶态锡、硫化锡时应测定样品锡石中锡的品位作为圈定矿体的依据。

组合样分析的目的是了解伴生有用、有害组分的分布和含量。一般以探矿工程为单位分矿体、分矿石类型从基本分析样品的副样中进行组合。当矿层薄、物质组分简单时，可按块段为单位分矿体、分矿石类型组合。

物相分析是查明锡的赋存状态，评价矿石工业利用价值的重要方法之一。一般在组合分析的同一样品中测定。当矿石物质组分简单、有用元素的赋存状态通过岩矿鉴定已有所了解时，可测定部分代表性样品予以验证。

重砂鉴定和粒度分析：采用化学分析方法计算储量的矿床，要分别抽取代表性试样进行重砂鉴定和粒度分析。查明重砂矿物的种类、含量、不同粒级中

有用组分的百分数，提供矿石工业评价的必要资料。

凡计算储量的基本分析样品，均需分期分批作内外部检查分析。抽送内外部检查的样品，应考虑品级的代表性。内检的目的是查明基本分析有无偶然误差，从保留的副样中提取，数量占基本分析矿样的 10%；外检的目的是查明基本分析有无系统误差，由内检合格的基本分析样中提取，数量占基本分析矿样的 5%，总数不得少于 30 个。内外部检验结果的处理办法，仲裁分析的规定，按化验管理制度进行。

砂锡矿的化学分析允许误差范围：

含量 (Sn%)	允许偶然误差	
	相对	绝对
>0.02	30%	
<0.02		0.006% (砂矿边界品位 0.02%)

采用重砂淘洗法的矿区,样品是经野外称重，剔除砾石，进行粗淘（淘至灰

砂为止)送室内精淘,最后送双目镜鉴定。目的矿物的定量,应采取各种分离手段使其高度富集,经锡石薄膜反应法、双目镜测定后用重量法求得品位。尾砂需收集做化学分析。样品中如有砾石则应测定砾石率。

重砂淘洗分析鉴定项目,除测定锡石的单位体积含量外,应抽取一定比例的样品做多项分析鉴定。测定伴生有用矿物的种类和含量,此外,还应抽取少量样品做全矿物分析。

重砂淘洗、分析、鉴定的全过程,必须分区段分批项抽取基本分析样品进行质量检查。

淘洗阶段按 10%比例检查尾砂,同时抽取原矿样品做化学分析检查对比,如果淘洗回收率很低,就要查明原因,改进淘洗技术,提高回收率。如果提高不了回收率,则不能采用淘洗品位计算储量。

精淘鉴定阶段,要抽取基本分析样品的 5-10%作内检,3-5%作外检,其目的矿物允许相对误差如下:

品级	内检误差	外检误差
大于工业品位	<10%	<15%
工业品位-边界品位	<15%	<20%

内检合格率达 90%时,即认为原始鉴定结果正确,仅更正不合格样品;低于合格率时,应补检超差百分数的未检样品;合格率不足 60%的,全部返工。

外检合格率低于 80%时,可与送样单位共同研究,查找原因,进行处理。

对精淘后矿样的纯度是否符合(含锡大于 60%)要求,也应随时抽样检查。

四、矿石几项物理性质的测定

根据矿山开采设计和矿石储量计算的实际需要,结合矿区第四纪地质分布的特点,测定矿石的物理性质。物理试验样的采取,一般在浅井中进行,若矿层埋藏很深而粘结性较大时,也可用岩心钻干钻法采取。取样点的选择以能代表各种不同物质组分的沉积层在水平和垂直方向上的分布为原则;作为储量计算的各项参数测定,应在矿层中分矿石类型采取;为开采条件提供资料的,除矿体部分外,还需进行代表性围岩的物性测定,测定项目有:

1.大体重:一般在浅井中用全巷法分矿层和表土采样测定。如果岩性条件允许(颗粒成分简单的粘土质岩层),也可用不小于 0.125 立方米规格的样品测定。在测定大体重的同时测定湿度、松散系数、比重以及矿层中砾石率、孔隙度、

粘结性和锡石锡的含量。

2.湿度：除在测体重时同时测定外，应分季节在浅井中采样测定。

3.松散系数：在测大体重的同时，分层测定松散系数，主要用以校正松方体积，以便计算淘洗品位，以及为开采设计提供资料。

4.砾石率：采用砂钻勘探时，要测定大于泵筒阀门的砾石占有率；根据采选的需要，一般将砾石分为大于 500、500-100、100-50 毫米三级测定，并分别计算其对总体积的占有率。

5.粘结性：要分别不同层位采取含粘土矿物的样品在现场测定粘结性。

第六章 储量分类、分级和储量计算

一、储量分类

砂锡矿储量分为两类：

1.能利用（表内）储量：是符合当前生产技术经济条件的储量。

2.暂不能利用（表外）储量：是不符合当前生产技术经济条件，工业上暂不能利用而将来可能利用的储量。

二、储量分级和级别条件

在矿区勘探研究的基础上，按照矿体不同勘探类型的不同部位的控制程度，将砂锡矿储量分为 A、B、C、D 四级。A 级储量是矿山编制采掘计划依据的储量，由生产部门探求。B、C、D 级储量的工业用途和条件如下：

1.B 级—矿山建设设计依据的储量，又是地质勘探阶段探求的高级储量，并可起到验证 C 级储量的作用。一般分布在矿山初期开采地段。其条件是：

（1）矿体的形状、产状、空间位置已经详细控制。

（2）矿体内的表外矿地段，矿体内夹层的位置和分布范围已详细控制。

（3）矿石的品位及其分布已详细查明，矿石工业类型的种类、比例及其分布规律已详细确定。

2.C 级—是矿山建设设计依据的储量。其条件是：

（1）矿体的形状、产状、空间位置已基本控制。

(2) 矿体内的表外矿地段，矿体内夹层的位置和分布范围已基本控制。

(3) 矿石的品位及其分布已基本查明。矿石工业类型的种类、比例及其分布规律已基本确定。

3.D级—是作为进一步布置勘探工作和提供矿山远景规划依据的储量。D级储量配合B级、C级储量也可为矿山建设设计所利用。其条件是：

(1) 用稀疏的勘探工程所控制的或C级储量的外推部分。

(2) 大致控制矿体的形状、产状和分布范围。

(3) 大致了解矿体内表外矿、夹层的情况。

(4) 大致了解矿石的品位、类型。

三、储量计算参数的确定和校正系数的应用

1.平均品位计算：当样长不等或勘探工程分布不均匀时，一般用加权法计算工程、剖面、块段平均品位。当有特高品位样品出现时，要研究其原因，查明确系特高品位时才作处理。

采用原矿化学分析法计算储量的品位，用金属含量百分数表示；采用重砂淘洗法计算储量的品位，用（锡石）克/立方米表示。

2.平均厚度计算：工程厚度一般用铅直厚度，块段平均厚度用算术平均法计算。当勘探工程分布很不均匀时，用影响长度或面积加权。

3.体重和湿度 采用原矿化学分析法勘探的砂矿床，均用大体重值计算储量。一般要分矿层，分矿石类型，分别利用平均体重值。由于矿石品位是在样品烘干后分析所得结果，因而需测定湿度用以校正体重值。只有当湿度很小（<3%）对储量影响不大的情况下才不作校正。

4.松散系数：采用重砂淘洗品位计算储量的矿床，要用松散系数校正松方体积为实方体积计算品位，校正方法一般是分层位校正单样，也可按不同岩性比例进行加权，求得综合系数校正块段储量。

5.砾石系数：砂钻钻入含砾石的矿层，取出的矿心没有包括大于泵筒阀门的砾石时，常引起品位偏高，储量偏大，要采用砾石系数校正储量。无论重砂淘洗法或是原矿化学分析法，凡样品未包括砾石在内时，均需要进行砾石系数校正。

6.淘洗系数 采用重砂淘洗法计算储量的矿区由于有用矿物在淘洗过程中的

损失，使淘洗品位偏低，储量减少，可用同一样品送化学分析锡石锡，然后与淘洗品位对比确定淘洗系数，校正块段储量或总储量。其所增加的储量，可供矿山设计参考。

附录一

锡 矿 物 表

序号	矿物名称	化学式	锡含量%
1	自然锡	β -Sn	
2	锡铂钯矿	$(\text{Pd,Pt})_3\text{Sn}$	18.65
3	六方锡铂矿	PtSn	37.8
4	斜方锡钯矿	Pd_2Sn	35.8
5	锡钯矿	Pd_3Sn_2	42.6
6	锡石	SnO_2	78.8
7	羟锡石	$\text{Sn}_3\text{O}_2(\text{OH})_2$	84.4
8	锡铁钽矿	$(\text{Ta,Fe,Sn,Nb,Mn})_4\text{O}_8$	7.3
9	尼日利亚石	$(\text{Zn,Mg,Fe}^{2+})(\text{SnZn})_2(\text{Al,Fe}^{3+})_{12}\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	19.95
10	四方羟锡锰石	$\text{MnSn}(\text{OH})_6$	36.0
11	黑锡矿（亚锡石）	SnO	88.1
12	羟锡镁石	$\text{MgSnO}_2(\text{OH})_6$	42.8
13	锡细晶石	$\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$	33.4
14	钽锡矿	$\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$	20.0
15	水锡石（锡酸矿）	$(\text{Sn,Fe})(\text{OH})_2$	62.2
16	羟锡锰石	$\text{MnSn}(\text{OH})_6$	43.1
17	锡锰钽矿	$\text{MnSnTa}_2\text{O}_8$	17.9
18	四方钽锡矿	$(\text{Fe}^{2+},\text{Mn})_x(\text{Ta,Nb})_{2x}\text{Sn}_{6-3x}\text{O}_{12}$	
19	三方硫锡矿	SnS_2	64.9
20	硫银锡矿	Ag_8SnS_6	10.1
21	圆柱锡矿	$\text{Pb}_3\text{Sb}_2\text{Sn}_4\text{S}_{14}$	26.5
22	辉锑锡铅矿	$\text{Pb}_5\text{Sb}_2\text{Sn}_3\text{S}_{14}$	17.09
23	硫钼锡铜矿	$\text{Cu}_6\text{SnMoS}_8$	13.9
24	硫锡矿	SnS	78.7
25	银黄锡矿	$\text{Ag}_2\text{FeSnS}_4$	22.9
26	硫锑锡铁铅矿	$\text{Pb}_4\text{FeSn}_4\text{Sb}_2\text{S}_{15}$	23.43
27	锌黄锡矿	$\text{Cu}_2(\text{Zn,Fe})\text{SnS}_4$	31.8

续附录一

序号	矿物名称	化学式	锡含量%
28	硫锡铁铜矿	$\text{Cu}_6\text{Fe}_2\text{SnS}_8$	13.7
29	斜方硫锡矿	Sn_2S_3	71.2
30	六方硫锡矿	SnS_2	64.9
31	蔷薇黄锡矿	$\text{Cu}_2\text{FeSn}_3\text{S}_8$	44.8

32	铟黄锡矿	$(\text{Cu}, \text{Zn}, \text{Fe}, \text{Ag})_3(\text{In}, \text{Sn})\text{S}_4$	9.0
33	黄锡矿	$\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$	27.6
34	似黄锡矿	$\text{Cu}_8(\text{Fe}, \text{Zn})_3\text{Sn}_2\text{S}_{12}$	16.5
35	硫锡铅矿	PbSnS_2	30.51
36	锡锂大隅石	$\text{KSn}_2\text{Li}_3\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$	10.7
37	硅铝锡钙石	$\text{Ca}_2\text{SnAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	15.2
38	马来亚石 (钙硅锡矿)	CaSnSiO_5	44.5
39	硅锡钡石	$\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Ti})\text{Si}_3\text{O}_9$	24.5
40	硅铍锡钠石	$\text{Na}_4\text{SnBe}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}(\text{OH})_4$	16.5
41	硅钙锡矿	$\text{CaSnSi}_3\text{O}_{11}\text{H}_{14}$	27.4
42	黑硼锡铁矿	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Sn})\text{BO}_5$	10
43	硼钙锡矿	CaSnB_2O_6	42.9
44	铅锡铂钯矿 (等轴铅钯矿)	$(\text{Pd}, \text{Pt}, \text{Au})_3(\text{Pb}, \text{Sn})$	
45	未定名合金(UnnamedAlloy)	Sn-Cu-(Pb)	
46	砷铍硅钙石	$\text{Ca}_3(\text{Ti}, \text{Sn})\text{As}_6\text{Si}_2\text{Be}_2\text{O}_2$	
47	硫锡砷铜矿	$\text{Cu}_3(\text{As}, \text{Sn}, \text{V}, \text{Te})\text{S}_4$	
48	等轴锡铂矿	$(\text{Pt}, \text{Pd})_3\text{Sn}$	

附录二

中华人民共和国锡金属产品质量标准

(GB728-65)

锡 品 号 代 号			特一号锡	一号锡	二号锡	三号锡	四号锡
			Sn-01	Sn-1	Sn-2	Sn-3	Sn-4
化 学 成 分 %	锡 不 小 于		99.95	99.90	99.75	99.56	99.00
	杂 质 不 大 于	As	0.003	0.015	0.02	0.02	0.10
		Fe	0.004	0.007	0.01	0.02	0.05
		Cu	0.004	0.01	0.03	0.03	0.10
		Pb	0.03	0.05	0.08	0.30	0.66
		Bi	0.003	0.015	0.05	0.05	0.05
		Sb	0.005	0.015	0.05	0.05	0.15
		S	0.001	0.001	0.01	0.01	0.02
		杂质总和	0.05	0.10	0.25	0.44	1.00

附录三

冶金工业部焊锡质量标准

(YB568-65)

合 金 牌 号	主 成 分 %			杂 质 含 量 不 大 于 %						
	Sn	Sb	Pb	Cu	Bi	As	Fe	S	Zn	Al
10 锡铅	89-91	≤0.15	余量	0.10	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.005
39 锡铅	59-61	≤0.80	余量	0.08	0.10	0.05	0.02	0.02	0.02	0.005
50 锡铅	49-51	≤0.80	余量	0.08	0.10	0.05	0.02	0.02	0.02	0.005
58-2 锡铅	39-41	1.5-2.0	余量	0.08	0.10	0.05	0.02	0.02	0.02	0.005
68-2 锡铅	29-31	1.5-2.0	余量	0.08	0.10	0.05	0.02	0.02	0.02	0.005
73-2 锡铅	24-26	1.5-2.0	余量	0.08	0.10	0.05	0.02	0.02	0.02	0.005
90-6 锡铅	3-4	5-6	余量	0.08	0.10	0.05	0.02	0.02	0.02	0.005
45 锡铅	53-57	/	余量	0.20	0.10	0.10	0.01			

附录四：

按照矿体形态及控矿地质特征对原生锡矿床的分类

一、大脉型锡矿床

产于花岗岩类岩体及其围岩的裂隙构造中的脉状矿体。矿体主要呈独立大脉，但也有分支复合、尖灭再现的现象，脉幅膨缩变化，但有时也呈较规则的板脉状产出。矿脉规模大小不等，多为中小型。长度可由数十米至千余米，一般为数百米。延深数十米至数百米。厚度由十余厘米至数米。脉侧蚀变岩石中有时赋存有较薄的浸染状矿石。锡石是主要有用矿物。矿石中金属矿物分别有钨铁矿、钼铁矿、黑钨矿、白钨矿、绿柱石、磁黄铁矿、黄铁矿、毒砂、黄铜矿、辉铋矿、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿。少数矿床中尚有辉锑锡铅矿、脆硫锑铅矿等；脉石矿物主要为石英，其它可有长石、电气石、萤石、黄玉、云母、绿泥石、方解石等。锡矿化多不均匀。含锡品位由中到富，富者可达百分之几。矿石矿物组合有锡石长石石英脉、锡石石英电气石脉、锡石黑钨矿石英脉、锡石硫化物脉等，还有极少数含锡伟晶岩脉、锡石绿泥石脉等。锡石颗粒大，易选。实例有广东锡山和长铺；湖南香花岭，云南个旧；广西大厂等。

二、细脉带型锡矿床

一般产于花岗岩体的外接触带岩层中，由比较密集的细脉（或线脉）加上

脉间矿化岩石组成的细脉带矿体。含脉率一般在一米宽度内有一至数条。每条脉幅宽由几公分至数公分或更宽。细脉的产状多较陡。其与脉间的矿化围岩组成的工业矿体的产状一般也较陡。矿体长数百米，延深二、三百米。厚度由数米至数十米。储量规模中型，含锡品位由较贫到中等。矿石矿物成分同大脉型。矿石矿物共生组合主要有锡石石英电气石组合、锡石硫化物组合等。本类型矿体常与大脉型、层控型矿体共生在一个矿床中。实例有云南个旧老厂；广西大厂长坡。

三、细脉浸染型锡矿床

一般产于酸性、中酸性斑岩或其顶部的接触带中。地表或浅部为含锡岩脉，而在深部归并汇合成含锡斑岩株（筒）。锡的工业矿体多赋存于岩株顶部。矿体形态呈等轴状、筒状或脉状。大致受斑岩体的形态制约。矿体规模大小不等，中大型的不少。蚀变强弱与锡矿化强弱成正相关关系。具有多期蚀变多期矿化迭加特征。一般蚀变有云英岩化、电气石化、萤石化、黄玉化、绢云母化、绿泥石化、镜铁矿化、硅化、粘土化等。矿化较均匀。含锡品位由中等至较贫，蚀变强烈地段矿石较富。锡石颗粒一般为细粒级，矿石呈细脉浸染状构造。主要有用金属矿物为锡石，尚有黄铁矿、镜铁矿、毒砂及少量黑钨矿、辉铋矿、辉钼矿、硫化锡、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、赤铁矿等。当伴生组分含量较高时，可在锡矿体下部过渡为 Sn、W、Mo（Bi）综合矿体。矿床实例：广东银岩。国外本类型锡矿床的斑岩体及周围接触带中有时尚有火山角砾岩发育，且有银、锑及硫盐类等矿物。

我国尚有钠长石化、云英岩化的蚀变花岗岩中的锡矿床，亦可划于本类型中。该类矿床中共生的钨、铌和钽等稀有金属矿物，可达工业利用价值。实例有广西栗木老虎头。

四、矽卡岩型锡矿床

主要产于花岗岩类岩体与碳酸盐类岩石的接触带。矿体形态受接触带构造控制，有似层状、凸镜状、凹兜状、囊状等。厚度和产状变化较大。规模多为大、中型。矿体长数十米到千余米。厚度数米到数十米，延深数十米到数百米。矿石多呈致密块状，也有浸染状和条带状的。按矿物共生组合特征，可将本类

矿床分为两型：

1.锡石-硫化物矽卡岩型矿床，多见花岗岩-矽卡岩-硫化矿-大理岩的分带特征。矿体多赋存于外矽卡岩带中。矿石矿物以锡石、磁黄铁矿、黄铁矿为主，并共生有毒砂、白钨矿、黄铜矿、辉铋矿、辉钼矿、铁闪锌矿、方铅矿等，有时伴生有铍或银、锑。矿石中尚赋存有分散元素铟、镉、镓、锗等，上述组分中大部分都能回收利用。锡的含量一般中等。在岩体外接触带中的构造和岩性有利部位，常赋存有大脉型、细脉带型、层控型等锡矿。实例有云南个旧和都龙。少数矿床中非锡石锡的含量较多，占全锡含量的三分之一左右，如江西曾家垅，该矿床中尚有锡矿物马来亚石。

(2) 锡石—磁铁矿矽卡岩型矿床。锡组分广泛分布于磁（赤）铁矿体之中，或者在铁矿体中局部富集，有时也分布在矽卡岩中。含锡品位千分之几。锡的分布不均匀。有时与锡共生有少量铜、钨、锌等组分。本类矿床中酸溶锡或硅酸盐矿物中含锡的占有率一般较高，工业利用问题正在研究中。实例有广东大顶，内蒙黄岗。有的矿床中锡石的占有率较高，则可回收利用，如浙江淳安；四川泸沽。

五、层控型锡矿床

产于碳酸盐类岩层或碳酸盐岩与硅质岩组成的互层岩系中。按产出特征可分三种情况：(1) 顺层充填交代的矿体。(2) 充填于层间洞隙的矿体。(3) 沿控矿岩层中的网状裂隙充填交代的矿体，裂隙长度与岩层厚度几乎一致，受层位控制。

矿体形态一般呈似层状或管条状。似层状矿体走向长数百米至近千米，管条状矿体走向长十余米至数十米；倾斜深常达千余米；厚几米至几十米；一般产状平缓，少数较陡。矿石属锡石-硫化物型，以锡石锡为主，也有硫化锡。大量常见的金属矿物有锡石、铁闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂。其次为黄铜矿、方铅矿、辉铋矿。特别富含硫盐类矿物，计有铅-锑、铅铜-锑、铅银-锑、银铜-锑、铅-铋锑、铅-铋、银-铋等复杂硫盐类矿物，多者达二十余种。还含有锡复硫盐类矿物。并有自然锑、自然铋等；脉石矿物主要是石英、方解石。其次有电气石、绢云母、萤石、石英、重晶石等。常呈致密块状、条带状、网脉浸染状等构造。锡品位较富，可达百分之几。分布较均匀。伴生有 S、Pb、Zn、

Cu、Bi、Au、Ag、Sb、As、In、Cd、Sc、Ga 等有用元素。由于锡石结晶多为细小，且物质组分复杂，属难选矿石。但因此类矿床规模多属大型，品位富，故经济价值很大。实例：广西大厂长坡；云南个旧。