

第五章 锡矿床找矿潜力与成矿规律预测

第一节 资源概况

根据 1998 年统计资料，世界锡矿储量大约为 1400 万吨（表 3-5-1）。其中约 98% 分布于中国、巴西、马来西亚、泰国、印度尼西亚、玻利维亚、俄罗斯、澳大利亚和秘鲁 9 国。

表 3-5-1 世界锡矿储量和基础储量

国 家	储量/万 t	基础储量/万 t
中 国	387	576
巴 西	120	250
马 来 西 亚	120	140
泰 国	94	100
印度尼西亚	75	82
玻 利 维 亚	45	90
俄 罗 斯	30	35
澳 大 利 亚	21	60
葡 萄 牙	7	8
秘 鲁	30	40
其 他 国 家	18	20
世 界 总 计	950	1400

注：国外储量引自《国外矿产年评》（1987~1998）。

从全球范围看，大部分锡矿床分布在环太平洋沿岸地区。总体可划分出 8 个矿床比较集中的矿化区：①北美区，包括苏厄德半岛—阿拉斯加和加拿大新不伦瑞克地区；②中南美区，包括玻利维亚、墨西哥和巴西的郎多尼亚地区；③欧洲区，包括英国康沃

尔、德国、捷克和斯洛伐克的厄尔士山脉、西班牙和葡萄牙的西伊比利亚地区及法国的中央地块—布列塔尼地区；④非洲区，包括尼日利亚、刚果（金）、卢旺达、布隆迪、乌干达、坦桑尼亚、南非的布什维尔德地区、津巴布韦南部—赞比亚、西南非和斯威士兰地区；⑤东南亚区，包括缅甸西部、泰国、马来西亚和印度尼西亚以及日本的本州地区；⑥澳大利亚区，包括西北和东北塔斯马尼亚、昆士兰州的赫伯顿山区、斯克顿地区和坎加鲁地区、新南威尔士州的新英格兰地区、奥尔伯里—阿德利森地区和布罗肯地区、西澳大利亚州的格林布希斯地区和皮尔巴拉地区以及北部地区；⑦前苏联区，包括雅库特、南部滨海地区（锡霍特山脉）、楚科奇、外贝加尔、东哈萨克斯坦、小兴安岭、唐街—共青团城、中亚地区、东萨彦、波罗的海的拉多加—卡累利阿地区；⑧中国区。

从锡矿的产量看，最重要的矿化区是东南亚区。该区北起缅甸的掸邦，南至印度尼西亚的勿里洞岛，全长 3000 多公里，以砂锡矿为主。矿化区分为东西两个矿带（也有人将其划分为东、中、西 3 个矿带），其间为马来西亚的中央山脉所隔。区内矿化与含锡花岗岩有关。从构造上看，大多数锡矿床产于造山带，世界储量的约 $\frac{3}{4}$ 赋存在造山带内与花岗岩伴生的矿床中。

我国锡矿资源丰富，已探明储量和保有储量占世界第一位。锡矿床分砂锡和原生锡两大类。以原生锡矿为主（约占锡矿总储量的 80%）（表 3-5-2），砂锡矿次之（约占锡矿总储量的 20%）。中国原生锡主要分布于造山带中（图 3-5-1），例如华南造山带、大兴安岭造山带和三江造山带。天山、祁连山、秦岭和吉黑等造山带也有锡矿分布。地台区的锡矿主要产于扬子地台，中朝地台也发现了若干锡异常。

表 3-5-2 中国锡矿总量（原生锡矿 463 + 砂锡矿 113）= 576 万吨

时代	储量/万 t	百分比/%
第四纪	113	22
喜马拉雅期	14.4	2.5
燕山期	406.8	70.5
印支期	1.7	0.3
海西期	2.3	0.4
加里东期	5.8	1
元古宙	19.0	3.3

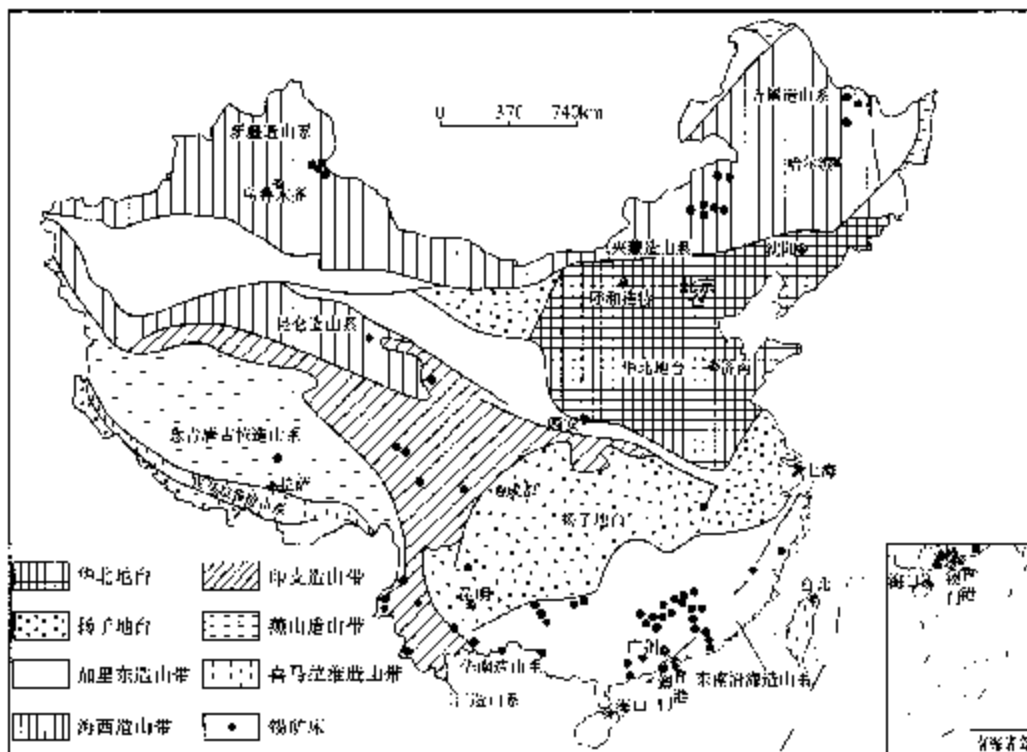


图 3-5-1 中国锡矿分布略图

在我国原生锡矿中，大中型矿床约占原生锡矿储量的 95%。主要分布于滇、桂、湘、赣、粤 5 省，以云南个旧夕卡岩型锡矿、广西大厂硫化物脉型矿床为代表。我国砂锡矿床主要分布于华南造山系原生锡矿集中的地区。砂锡矿床以硫化物脉型和夕卡岩型为矿源，以化学风化作用为主，以堆积于喀斯特山区的缓坡平台、凹地的红土型坡积、洪积为主。冲积型砂锡矿床在桂粤湘等区也占有重要地位，我国大中型砂锡矿约占砂锡总储量的 96%，以个旧砂锡矿为代表。

我国锡矿资源总的特点是可用资源丰富、分布广泛、类型众多、多期成矿。当前锡矿资源概况是，砂锡矿经过几十年的开采，已所剩甚少，仅占全国保有储量的 10% 左右，而采选较难的原生锡矿则占 80% 以上，其中难于选冶尚无法利用的“呆矿”储量约占保有储量的 $\frac{1}{4}$ ，所以我国锡矿资源总的形势不容乐观。

在目前形势下，一方面要考虑矿产勘查工作应超前于矿山建设 10 年左右，提前为矿山准备资源，另一方面要考虑当前激烈的市场竞争，在变幻多端的国际市场上，应如何保持传统产品的优势地位。因此，摆在我们面前的紧迫任务是：寻找新的锡矿资源，合理开发现有锡矿资源、搞好综合回收利用，发展深加工产品，同时应解放思想，考虑如何开发利用国外锡矿资源为我国经济建设服务。为此须制定立足当前，着眼长远；立

足国内，放眼世界的资源战略与找矿战略。

第二节 中国锡矿床类型划分及主要地质特征

一、我国锡矿床分类概述

一些锡矿床分类方案已经被提出 (Smimov, 1968; Hosking, 1969、1987)。在我们的分类方案中，中国锡矿被划分为 5 组：

第一组：与 S 型花岗岩或钛铁矿花岗岩有关的锡矿床。该组锡矿床在矿床或矿区数量及锡储量上占绝对优势，可进一步划分为 5 种类型，即蚀变花岗岩型、伟晶岩型、云英岩型、夕卡岩型和热液脉型。根据主要矿物组合，夕卡岩型锡矿床又可进一步划分为 2 种类型，即富含硫化物夕卡岩型和富含磁铁矿夕卡岩型（含锡磁铁矿亚型）。同样，热液脉型锡矿床可进一步划分为 3 种类型，即硫化物脉型、电气石脉型、石英脉型。

第二组：与火山岩一次火山岩有关的锡矿床。该组锡矿床可进一步划分为斑岩型和热液脉型。

第三组：与 A 型花岗岩有关的锡矿床，矿床类型为含锡石和钠闪石的石英脉型。

第四组：海底喷气锡矿床。该组可进一步划分为金属硫化物型和电气石型。该组矿床较少见，但在金属成矿作用中具有重要意义。

第五组：砂锡矿床。

二、与“ S ”型花岗岩有关的锡矿床

在中国与 S 型花岗岩有关的锡矿床占绝大多数，该组矿床分布于华南造山系、三江造山系、扬子地台和大兴安岭—内蒙古造山系，几乎所有的大型、超大型矿床均属于该组，矿床成矿时代从前寒武纪到喜马拉雅期。

本文提到的“ S ”型花岗岩包括主要分布于喜马拉雅地区的黑云母花岗岩、二云母花岗岩（黑云母和白云母花岗岩）和栗木 $Nb-Ta-W-Sn$ 矿区的锂云母花岗岩。该类花岗岩分异程度高， D/I 值大于 90，通常富含 Si 、 Al 、 K 、 Na 、 F 、 B 、 Rb 、 Li 、 Be 、 Hf 、 Sn 和其他相关的金属元素， $w(Rb)/w(Sr)$ 、 $w(Zr)/w(Hf)$ 、 $w(U)/w(Th)$ 比值相对较高和强烈的铀亏损。根据挥发性组分，Pollard et al. (1987) 将含锡花岗岩划分为富氟花岗岩和富硼花岗岩。中国大多数锡矿床属于这两组。例如，在银岩锡矿区和曾家垅多金属锡矿床为富氟花岗岩；在宝坛 $Sn-Cu$ 矿床和藕坝地锡矿床中为富硼花岗岩；在个旧、大厂、柿竹园 3 个中国最大的锡矿床中的花岗岩既富含氟，同时

也富含硼, 3 个矿床钨锡储量均大于 90 万吨, 含锡花岗岩常常多期次侵入。锡矿床的形成常常伴随最终的侵入活动 (Groves et al., 1978; Lehmann, 1990), 但是多金属锡矿床可能形成于多期次侵入活动的大多数阶段。

(一) 蚀变花岗岩型锡矿床

该类锡矿床以强烈蚀变为特征, 如钠长石化、钾长石化和云英岩化, 矿床常常出现在花岗岩侵入体顶部内接触带。在该类锡矿床中, 锡石与矿床围岩, 特别是花岗岩类岩石同时生成 (Hosking, 1987)。在中国该类矿床居于很次要位置, 其金属储量约占全国总量的 1.8%。事实上, 该类矿床为 Nb-Ta-REE-Sn-W 矿, 其中的锡仅仅是伴生组分, 品位一般小于 0.15%。到目前为止, 中国仅发现 5 个该类型矿床, 即广西栗木, 内蒙古苔菜花, 江西牛岭坳、姜坑里和旱叫山。栗木 Sn-W-Nb-Ta 矿床为其代表。

广西栗木 Sn-W-Nb-Ta 矿床于 1935 被发现。最初采矿集中于 Sn-W 矿床。自 1960 年开始, 老虎头、水溪庙、金竹源蚀变花岗岩型 Sn-W-Nb-Ta 矿体相继被发现后, 采矿逐渐转向 Sn、W、Nb 和 Ta。金竹源矿体长 865m, 宽 55~388m, 厚 1.65~45.12m, 走向北东东; 水溪庙矿体长 750m, 宽 330~480m, 厚 5~80m, 呈似层状, 走向北南; 老虎头矿体长 340m, 宽 330~480m, 厚 4~72m, 也呈似层状, 走向北南。栗木矿床成矿花岗岩顶部内接触具有 3 个蚀变带: 强烈的黄玉-钠长石化和铁锂云母化花岗岩带、黄玉-钠长石化花岗岩带和云英岩化花岗岩带。矿石矿物有锡石、铌铁矿、钽铁矿、黑钨矿、钽烧绿石、金红石、钽金红石、锰钽铁矿、锡矿和毒砂。脉石矿物有钠长石、石英、黄玉、锂白云母。Sn、W、Nb、Ta 平均品位均为 0.1%, 已获得锡储量约为 7 万吨。

在栗木矿区, 除蚀变花岗岩型矿体外, 在岩体顶部外接触带碳酸盐岩和砂岩中, 还发育有 Sn-W 矿脉 (锡石-黑钨矿石英脉)。从岩体顶部内接触带向上, 矿脉依次为: 含矿花岗岩岩脉、伟晶岩和细晶岩, W-Sn 长石石英脉, W-Sn 石英脉和含萤石-锂云母矿脉。

(二) 伟晶岩型锡矿床

其金属储量仅约占全国总储量的 0.4%。到目前为止, 该类锡矿床在中国仅发现 4 例, 即福建西部南平矿床、广东西部云孚矿床、四川西部甲基卡和赫德矿床。这些矿床常常被认为是 Ta-Nb 矿床或 Li-Be-Nb-Ta 矿床, 锡在其中仅为次要金属, 锡品位为 0.05%~0.15%。如: 南平为中国最大钽矿床, 其锡储量大约为 6000t。

然而在很多锡矿床中, 伟晶岩型锡矿体为次要矿体, 如广西栗木 Ta-Nb-Sn-W 矿床和云南西部西盟锡矿床。含锡伟晶岩以脉的形式出现在花岗岩侵入体顶部及内外接触带, 少量的含锡伟晶岩以帽的形式出现在花岗岩体顶部。一般来讲, 含锡伟晶岩脉常常沿断裂带成群出现, 长度从几米至几十米, 厚度为几厘米至十余米。根据主要矿物组

合, 含锡伟晶岩可分为: 白云母—钠长石伟晶岩, 锂辉石—钠长石伟晶岩和微斜长石—钠长石伟晶岩。

四川西部甲基卡伟晶岩型 $\text{Li}-\text{Be}-\text{Ua}-\text{Sn}$ 矿床位于三江造山系, 矿区面积 58km^2 。含锡伟晶岩脉围绕二云母花岗岩岩株分布, 花岗岩岩株 $\text{Rb}-\text{Sr}$ 年龄为 215Ma 。三叠系泥岩、粉砂岩为主要围岩, 已变质成十字石—云母—石英片岩和红柱石—石英片岩。

在甲基卡已发现伟晶岩脉 498 条, 其长度为 $100 \sim 987\text{m}$, 厚 $3 \sim 100\text{m}$, 深度 $35 \sim 400\text{m}$ 。矿体富含 Li 、 Be 、 Nb 、 Ta 和 Sn , 矿石矿物组成为锂辉石、绿帘石、铌铁矿、铌钽铁矿、锡石、石英、白云母、钠长石、微斜长石、电气石。与成矿作用有关的蚀变为白云母化、钠长石化、云英岩化和锂云母化。实际上, 甲基卡矿床是中国最大的锂矿床之一, 其中锡仅为次要金属, 锡品位为 $0.03\% \sim 0.13\%$, 储量为 7500t 。

(三) 云英岩型锡矿床

在中国, 云英岩型锡矿和蚀变花岗岩型锡矿与伟晶岩型锡矿相比, 在经济意义上是非常重要的, 其金属储量约占全国总储量的 6.5% , 如江西南部的洪水寨 $\text{W}-\text{Sn}$ 矿床, 云南西部的来利山和小龙河锡矿床, 湖南南部的柿竹园 $\text{W}-\text{Sn}-\text{Mo}-\text{Bi}$ 矿床。含锡云英岩可以组成主要矿体或全部矿体。在其他一些矿床中, 如广西北部芒场 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Pb}-\text{Zn}$ 矿床, 以及宝坛和九毛 $\text{Sn}-\text{Cu}$ 矿床, 含锡云英岩常常以次要矿体形式出现。根据主要组分, 云英岩类型可以划分为白云母云英岩、黄玉云英岩、长石云英岩、黑云母云英岩和黄铁矿云英岩。这些种类云英岩以帽状(囊状)、层状出现在花岗岩侵人体顶部内接触带或以平行脉状、网脉状出现在花岗岩侵人体的内外接触带。

以湖南省南部柿竹园 $\text{W}-\text{Sn}-\text{Mo}-\text{Bi}$ 矿床为例(图 3-5-2)。矿床位于南岭成矿带中部, 其储量为 $\text{Sn}45$ 万吨, $\text{Bi}23$ 万吨, $\text{Mo}11$ 万吨。该地区燕山期千里山花岗岩岩株侵入到泥盆系灰岩、泥岩、砂岩中。岩体年龄 $152 \sim 131\text{Ma}$ (毛景文, 1995), 为似斑状黑云母花岗岩、等粒黑云母(黑磷云母)花岗岩和花岗斑岩。花岗岩体侵入的 3 个阶段被认为分别与夕卡岩—云英岩型 $\text{W}-\text{Sn}-\text{Mo}-\text{Bi}$ 成矿作用、云英岩型 $\text{W}-\text{Sn}-\text{Mo}-\text{Bi}$ 成矿作用和 $\text{Pb}-\text{Zn}-\text{Ag}$ 成矿作用有关。云英岩型矿体分为白云母石英云英岩矿体、黑云母云英岩型矿体、黑磷云母云英岩型矿体、黄玉云英岩型矿体、长石(钾长石和钠长石)云英岩型矿体和珍珠云母云英岩型矿体。云英岩型锡矿体品位为 $0.11\% \sim 0.6\%$, 矿物组成主要为石英、白云母、黑磷云母、黑云母、珍珠云母、钠长石、钾长石、黄玉、萤石、黑钨矿、白钨矿、锡石、辉钼矿、辉钨矿、电气石、绿帘石、刚玉等, 在未蚀变花岗岩岩株之上有一个明显的云英岩化带。该带可能受原岩控制, 而构造在云英岩化过程中可能扮演着重要角色。

另外一个典型例子是云南西部的来利山锡矿床。该矿床位于三江造山系。在该矿床中, 花岗岩岩株侵入到石炭系杂砂岩、板岩中。花岗岩岩株年龄为 $47 \sim 58\text{Ma}$ (施琳

等, 1989)。在岩体之外接触带产出云英岩型锡矿化。该矿化沿一组 NE 走向断裂及其次生裂隙发育, 从接触带开始追索矿化长度达 3000m。矿体形态有脉状、透镜状、扁豆状, 矿体长度 60~446m, 宽 1~20m, 追索深度 10~400m。矿石组成除锡石外还有大量的白云母、石英、黄铁矿、萤石以及少量的磁黄铁矿、磁铁矿、方铅矿、黄铜矿、闪锌矿和自然铋。而远离接触带矿体中的矿石组成为绢云母、蛋白石、锡石、木锡石和黄铁矿。到目前为止, 来利山矿床为三江造山系所发现的最大锡矿床, 锡储量为 4.5 万吨, 锡品位为 0.5%~4.95%。

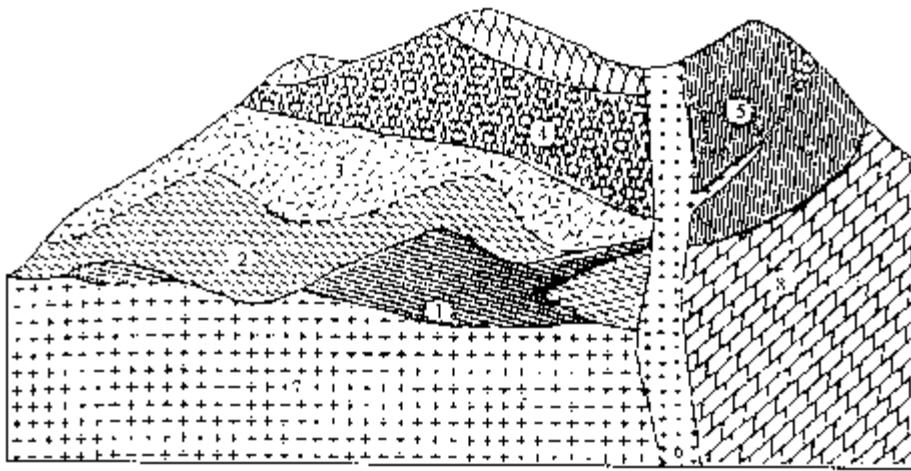


图 3-5-2 柿竹园 W-Sn-Mo-Bi 矿床云英英化分带图

(毛景文等, 1998)

- 1—块状云英岩化花岗岩; 2—强烈云英岩化钙质夕卡岩 (粗网脉状云英岩脉);
3—弱云英岩化钙质夕卡岩 (细网脉状云英岩); 4—云英岩化大理岩 (微网脉状云英岩);
5—云英岩化花岗岩岩枝; 6—花岗岩; 7—燕山期花岗岩; 8—大理岩

(四) 夕卡岩型锡矿床

在中国, 夕卡岩型锡矿床是最重要的, 其金属储量约占全国总储量的 43.5%, 例如: 云南省个旧多金属锡矿床和都龙锡矿床、湖南省柿竹园 W-Sn-Mo-Bi 矿床、广东省大顶 Sn-Fe 矿床、四川省岔河锡矿床、江西曾家垅 Sn-Cu 矿床和内蒙古黄岗 Sn-Fe 矿床。此外, 在一些矿床中, 还有许多过渡型或少量夕卡岩锡矿床或夕卡岩型锡矿体, 如广西壮族自治区大厂多金属锡矿床、九毛 Sn-Cu 矿床。总的来说, 在中国夕卡岩型锡矿储量大约为 250 万吨, 已被开发的达 100 万吨以上, 锡矿体几乎全产于外接触带夕卡岩中。该类夕卡岩是由灰岩、大理岩、泥岩、白云岩、铁镁质岩石 (例如岔河锡矿) 和超铁镁质岩石 (如九毛矿床) 被交代而形成的。大多数含锡夕卡岩为钙夕卡岩, 也有一些为镁夕卡岩, 如大顶 Sn-Fe 矿床。

在夕卡岩型锡矿床中,受区域构造和原始地层的影响,矿体常常呈透镜状、层状和脉状,锡石分散,矿石品位变化较大,通常为 $0.1\% \sim 2.5\%$ 。但一般来讲,退化蚀变越强烈,锡品位越高。

1. 富含硫化物的夕卡岩型锡矿床

个旧超大型多金属锡矿床为富含硫化物的夕卡岩型矿床,具有经济价值的元素为 Sn、Cu、Pb、Zn、Bi、Mo、Ag、Ca、Nb、F、As 和 Se。矿区面积 300km^2 ,位于华南造山带西缘凹陷区,燕山期黑云母花岗岩分 3 次侵入,岩体年龄为 $147 \sim 81\text{Ma}$ (伍勤生等, 1986)。岩体侵入三叠系灰岩、白云质灰岩和泥岩中,夕卡岩位于花岗岩与三叠系碳酸盐岩之间,呈透镜状、层状、脉状或不规则状。夕卡岩可划分为两个带:外带以钙夕卡岩为主,矿物主要为钙铁榴石、钙铁辉石、透辉石和硅灰石;镁质夕卡岩次之,矿物主要为透辉石、镁橄榄石、硅镁石、透闪石和金云母。内带夕卡岩少量,矿物主要为方柱石、斜长石 ($\text{An}_{52 \sim 82}$)、钙铝石榴子石、绿帘石和符山石。尽管个旧矿区夕卡岩十分发育,但是夕卡岩体并不厚大 (图 3-5-3)。个旧矿区由于受数组断裂的影响,矿体呈似层状、管状和脉状。矿石矿物组成为锡石、磁黄铁矿、毒砂、铁闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、白钨矿、萤石、含锂黑云母、方解石、镁绿泥石、阳起石和白云石。个旧矿床多金属矿化分带十分明显 (赵一鸣等, 1990),特别是在马拉格矿区 (图 3-5-3)。个旧矿床为中国最大的锡矿床,原生锡储量大约为 100 万吨,锡品位平均为 $0.32\% \sim 0.75\%$ 。该矿床已经被开采了很长时间,其中 $1/3$ 锡储量已经被开采 (云南锡矿公司, 1984)。

四川省岔河锡矿为另一富含硫化物的锡矿床。该矿床出现于摩沙营花岗岩岩基东部接触带,岩体 $\text{Rb}-\text{Sr}$ 等时线年龄为 822Ma (彭齐鸣, 1987),围岩为元古宇大理岩、角岩、层状变辉绿岩。矿床位于扬子地台西缘康滇地轴中段,夕卡岩出现在环状接触带中,其长度大约为 100m ,主要组成矿物为石榴子石、钙铁辉石、符山石、硅灰石和阳起石,自接触带向外出现下列分带:磁铁矿—阳起石、符山石—石榴子石和硅灰石—透辉石 (彭齐鸣, 1987)。矿体呈层状,具叶片状构造,矿体长度数十米至数百米,厚 $1 \sim 5\text{m}$,矿体常常出现在花岗岩与大理岩之间或大理岩与层状变辉绿岩之间。矿物组成为锡石、黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、磁铁矿、闪锌矿、黄铜矿、白钨矿、阳起石、石榴子石、透辉石、萤石、石英和绿泥石。因为该矿床绿泥石如此之多,以至于一些学者认为该矿床为绿泥石和富含硫化物夕卡岩型矿床。此外,变辉绿岩同样为锡矿化围岩,并且在锡矿化同时伴随强烈的黑云母化。矿物组成为锡石、阳起石和磁铁矿。岔河矿床锡金属储量大约为 6 万吨,矿石锡平均品位为 5.6% 。但是其中部分矿体未被开采,因为锡存在于磁铁矿、黄铁矿和硅酸盐中。化学分析表明磁铁矿中锡含量为 4.06% ,黄铁矿中为 0.96% ,透辉石中为 0.53% ,石榴子石中为 0.5% ,阳起石中为 0.17% ,绿泥石中为 0.16% (沈苏等, 1988)。

2. 富含磁铁矿的夕卡岩型锡矿床

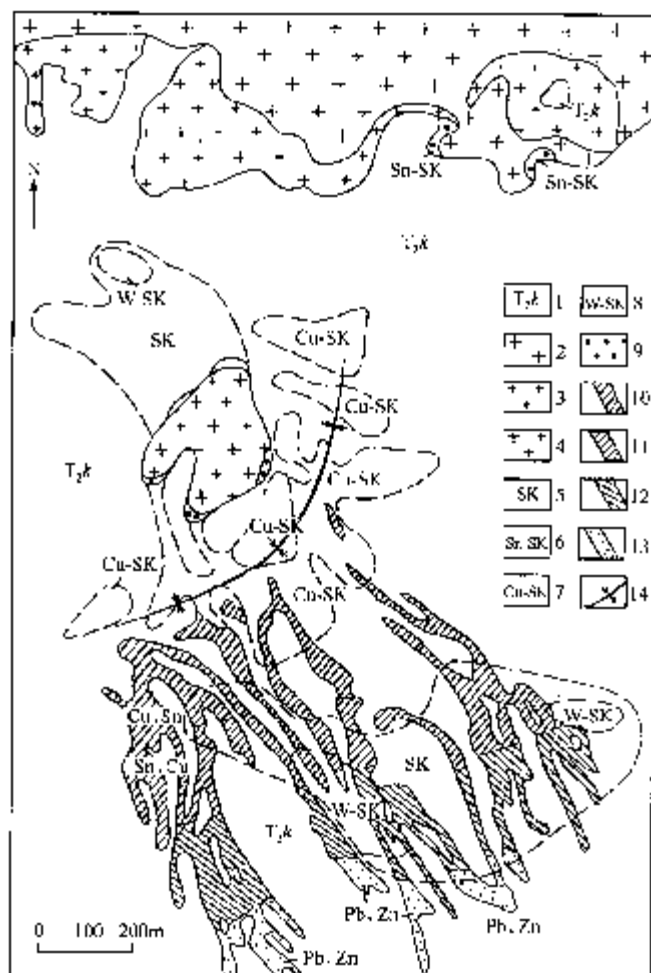


图 3-5-3 个旧马拉格矿区成矿分带图

(赵一鸣等, 1990)

- 1—三叠系灰岩和白云质灰岩；2—中粗粒花岗岩；3—细粒花岗岩；
 4—斑状黑云母花岗岩；5—隐伏夕卡岩投影；6—锡矿化夕卡岩；
 7—隐伏铜矿化夕卡岩投影；8—隐伏锡矿化夕卡岩投影；9—褐铁矿化夕卡岩；
 10—Cu—Sn 矿体；11—Sn—Cu 矿体；12—Sn—Pb 矿体；13—Pb—Zn 矿体；14—向斜

内蒙古黄岗 Fe—Sn 矿床属于富含磁铁矿夕卡岩型。该矿床位于兴蒙造山系，锡金属储量 40 万吨，品位 0.1%~1.9%。在矿区，下二叠统大理岩、凝灰岩、粉砂岩和层间中性火山岩被钾长石花岗岩体侵入。岩体同位素年龄为 154Ma。接触带中的夕卡岩体呈层状、透镜状或不规则状，长 10~500m，厚几米至 100m（图 3-5-4）。夕卡岩体为大理岩和中酸性火山岩被交代的产物，矿物组成为钙铁石榴子石、透辉石、钙铁辉

石、符山石和硅灰石。几乎所有锡矿体都历经了强烈退化蚀变作用。矿石矿物组成为磁铁矿、锡石、闪锌矿、黄铜矿、毒砂和白钨矿，以及少量的辉铜矿、辉钼矿、方铅矿、黄铁矿和稀少的黄锡矿。脉石矿物包括钙铁石榴子石、透辉石、角闪石、黑云母、阳起石、萤石、绿泥石、石英和方解石（赵一鸣等，1990）。

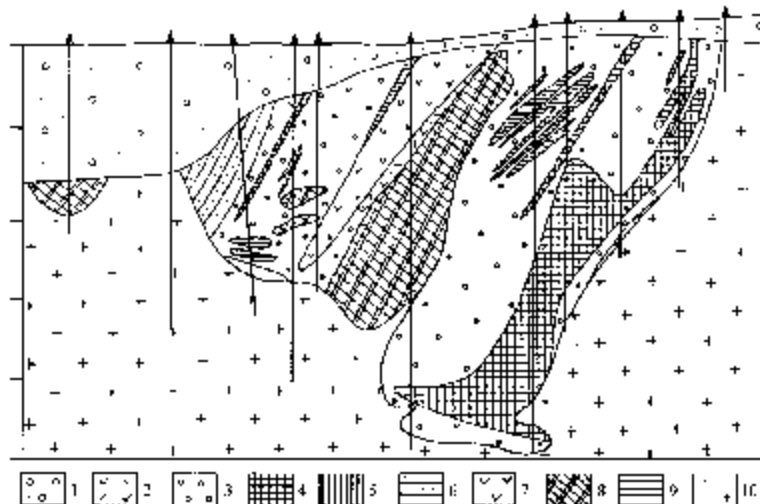


图 3-5-4 黄岗 Fe-Sn 矿 1 号矿体剖面示意图

（据沈一混，1985）

- 1—第四系；2—凝灰岩；3—夕卡岩；4—Fe-Sn 矿体；5—Sn 矿体；
6—凝灰质砂岩；7—安山岩；8—角岩；9—Fe 矿体；10—花岗岩

广东省大顶矿床为夕卡岩型 Fe-Sn 矿床的又一例子。该矿床锡金属储量大约为 9 万吨，锡品位为 0.1%~0.31%。矿床位于南岭地区东部，石背花岗岩株侵入到三叠系杂砂岩、泥岩、泥灰岩、白云岩、钙质白云岩中，岩株出露面积 25km²。在花岗岩岩株周围，长石—石英角岩和镁夕卡岩发育。镁夕卡岩矿物组成为镁橄榄石、辉石类、富镁尖晶石、硅镁石、符山石、石榴子石和钙镁橄榄石。值得一提的是，该矿床为中国惟的一个与镁夕卡岩有关的锡铁矿床。从花岗岩岩株向外，岩性分带如下：似斑状黑云母花岗岩、辉石正长岩、含黑云母辉石正长岩、富镁尖晶石辉石夕卡岩、富镁尖晶石辉石镁橄榄石夕卡岩、富镁尖晶石镁橄榄石夕卡岩、镁橄榄石大理岩和大理岩（王书凤等，1983）。大多数原生夕卡岩已蚀变成金云母—硼镁石岩、金云母—硼镁铁矿岩、金云母—电气石岩和钠闪石—透闪石—阳起石岩。矿体呈层状、透镜状赋存于夕卡岩中。矿石矿物为磁铁矿、锡石和富铁硼镁铁矿以及毒砂、黄铁矿、黄锡矿、硼钙锡矿、黄铜矿、磁黄铁矿等。

（五）热液脉型锡矿床

中国有大量热液脉型锡矿床，其锡金属储量约占全国总储量的 22%。根据主要矿物组合可将该类锡矿床进一步划分为以下 3 种类型：硫化物脉型、电气石脉型和石英脉型，其中硫化物脉型最为重要。一般来讲，大多数矿脉成群出现在花岗岩侵入体及其围岩中，矿脉分布受断层控制，围岩类型决定矿脉矿物组成及热液脉蚀变类型。矿床围岩通常为砂岩和页岩，如江西漂塘 W-Sn 矿床、广西珊瑚 W-Sn 矿床、广东锯板坑 W-Sn 矿床和湖南红旗岭锡矿床。热液矿脉矿物组成通常为石英、锡石或黑钨矿和少量黑云母，而且在成矿作用过程中常常伴随有云英岩化、黄玉化、硅化、绢云母化和萤石化。另一方面，硫化物矿脉可出现于不同的围岩中，如广西大厂和芒场多金属锡矿床围岩为碳酸盐岩，云南都龙锡矿床围岩为云母石英片岩，内蒙古大井 Sn-Ag-Pb-Zn 矿床围岩为砂岩和板岩。硫化物矿物包括方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、黄铜矿和硫酸盐。当围岩为碳酸盐岩时，矿床可发育成层控型矿体，如 Hosking (1969, 1987) 所称的科尼什型锡矿床。在这种情况下，热液硫化物脉常常与萤石化、电气石化、硫化物化、硅化、钾长石化和石英绢云母化相伴随。在一些矿床中热液电气石脉并不能形成独立的锡矿床，如个旧、都龙、大厂、曾家垅矿床等，但在有些矿床中它们可组成锡矿体，如宝坛、铁厂、薅坝地和西盟锡矿床。电气石脉的围岩可以是杂砂岩、变砂岩、片岩、片麻岩、混合岩、铁镁质岩石、非铁镁质岩石和碳酸盐岩，围岩蚀变为电气石化、硅化、石英—绢云母化、钾长石化、黑云母化和绿泥石化。

1. 硫化物脉型锡矿

广西大厂多金属锡矿床为中国第二大锡矿床，锡金属储量大于 70 万吨，锡品位为 0.3%~5%，而且还有多种金属元素伴生，如 Zn、Pb、Sb、Hg、Ag、Cu、In、Cd、As、Bi、Mo、W 和 Se。

大厂多金属锡矿床位于华南造山系丹池凹陷。泥盆系条带状灰岩、生物碎屑岩、石英岩、泥灰岩为燕山期黑云母花岗岩侵入体的主要围岩。岩体与多金属锡矿化有关，年龄为 80~140Ma (陈毓川等, 1993)。在花岗岩侵入体周围热变质作用明显，且呈带状分布，深部矿体呈似层状，长 400~1200m，厚 150~300m，矿体受层间断裂控制。中部矿体呈大透镜状，走向 20°~50°，倾向 E，长几十米，厚 0.1~2m；上部矿体呈脉状，走向 20°~50°，倾向 E，长数百米，宽 30~90m (图 3-5-5)，接触带矿体与接触带及夕卡岩、类夕卡岩产状相似。成矿作用分 3 个阶段：首先是锡石石英硫化物阶段，矿物组成为锡石、毒砂、磁黄铁矿、铁闪锌矿、石英、钾长石、黑云母和黄铁矿；其二为含锡和银硫化物—硫酸盐—碳酸盐阶段，矿物组成为锡石、20 多种硫酸盐 (黄民智等, 1988)、方解石和含锰方解石；其三为辉锑矿—石英—方解石阶段，矿物组成为方解石和含锰方解石以及少量黄铁矿、石膏、柱辉锑铅矿和斜硫锑铅矿。

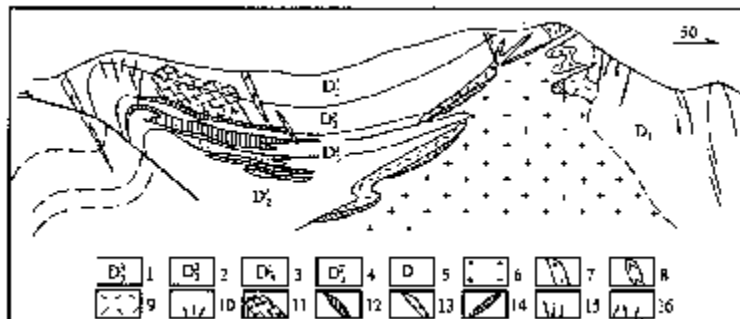


图 3-5-5 广西大厂锡多金属矿床长坡—大福楼地质剖面示意图

(黄民智, 1995)

- 1—同车江组灰岩夹层间页岩; 2—榴江组扁豆状、条带状灰岩; 3—榴江组硅质岩;
 4—马家坳陷组灰岩、页岩; 5—车间组灰岩、页岩、砂岩; 6—黑云母花岗岩;
 7—花岗斑岩脉; 8—闪长玢岩脉; 9—夕卡岩; 10—锡矿床;
 11—细脉状锡矿体; 12—似层状锡矿体; 13—似层状锌矿体;
 14—似层状、扁豆状、铜锌矿体; 15—黑钨矿、辉锑矿脉; 16—萤石、白钨矿脉

根据似层状矿体的形状、构造和地球化学特征, 蔡宏渊等 (1985) 和韩发等 (1989) 认为大厂多金属锡矿床为喷气型矿床。陈毓川等 (1993) 确定了矿体之外蚀变岩石 $K-Ar$ 和 $Rb-Sr$ 等时线年龄为 $90 \sim 118 Ma$, 与花岗岩侵入体时代相一致。多金属锡矿化总是围绕燕山期黑云母花岗岩侵入体分布, 显示该矿床是与花岗岩侵入体有关的岩浆期后热液作用的产物。

云南都龙锡矿床为另外一个例子。该矿床锡金属储量大约为 36 余万吨。锡平均品位 0.48%。除锡外, 其他金属还有 Zn 、 Ag 、 Cu 、 Fe 等。都龙锡矿位于华南造山系南端老君山花岗岩体南部外接触带。岩体出露面积 $153 km^2$, 分 3 个阶段侵入, 岩体年龄为 $100 Ma$ (宋焕斌, 1989)。围岩为寒武系云母石英片岩和大理岩。矿体呈似层状、透镜状、扁豆状和脉状, 受一套 N_S 走向断裂控制 (图 3-5-6)。主要矿石矿物为锡石、黄铁矿、毒砂、磁铁矿, 主要脉石矿物为透闪石、阳起石、石榴子石、绿泥石和石英。蚀变岩石 $Rb-Sr$ 等时线年龄与成矿年龄同为 $90.22 Ma$ (宋焕斌, 1989), 较花岗岩年龄略晚。

2. 电气石脉型锡矿床

宝坛锡矿是典型热液电气石脉型锡矿床之一, 锡金属储量大约为 12 万吨, 锡平均品位为 0.43%, 最富可达 10% ~ 25%。矿床位于扬子地台南缘, 为中国已知最古老的锡矿床之一, 成矿年龄为 $700 \sim 900 Ma$ (毛景文等, 1988)。宝坛锡矿包括一洞、五地、红岗、砂坪矿区, 矿床分布于平英黑云母花岗岩周围。花岗岩出露面积大约为 $40 km^2$, 岩体富含硼, 其顶部含有大量的放射状电气石。围岩为古元古代铁镁质—超铁镁质岩石

和变质粉砂岩。矿体呈脉状，走向 $NE15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，倾向 $SE50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，沿一组走向 NNE 向断裂分布，锡成矿作用强烈，矿石组成为锡石、电气石和石英以及少量的黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、黄铜矿、白云母、黑云母、绿泥石、绿帘石、磷灰石、锆石和萤石。与锡成矿作用有关的蚀变包括钾长石化、黑云母化、黝帘石—绿泥石化。当围岩是铁镁质—超铁镁质岩石时，蚀变强烈。

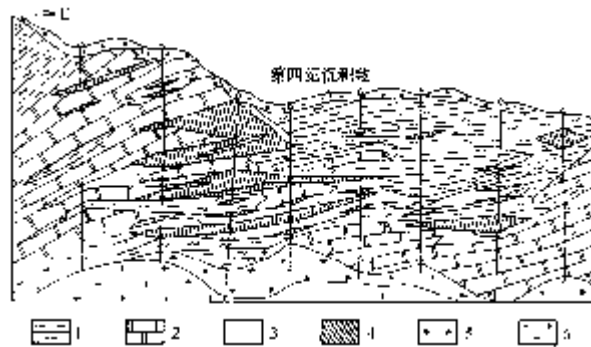


图 3-5-6 云南都龙锡矿剖面示意图

(据李希勤等, 1994)

1—片岩; 2—大理岩; 3—夕卡岩; 4—锡石硫化物矿体; 5—混合岩; 6—燕山期花岗岩

云南西部薅坝地锡矿为电气石脉型锡矿的又一例。该矿床为一中型矿床，锡金属储量大约为 8 千吨，锡品位为 $0.54\% \sim 1.37\%$ ，平均品位为 0.89% 。该矿床位于三江造山系中部，围岩是上三叠系粉砂岩、砂岩、石英杂砂岩、石英岩、含炭质页岩和少量层间灰岩。矿床位于燕山晚期黑云母花岗岩株西部外接触带。矿床中的多金属组分主要来源于黑云母花岗岩岩株（施琳，1989），岩株年龄为 $62 \sim 65 \text{ Ma}$ 。该岩株是世界上惟一的含锡花岗岩，锡丰度为 $(10 \times 10^{-6}) \sim (70 \times 10^{-6})$ 。此外，硼丰度也相当高（大于 1000×10^{-6} ）。该岩株 SiO_2 含量小于 68% （平均 67.19% ），碱性成分相对富集。矿体呈似层状、透镜状出现于一组 $NW-NNW$ 走向断裂的次一级断裂中。矿石呈浸染状、角砾状构造，矿石组成为石英（ $60\% \sim 90\%$ ）、电气石（ $5\% \sim 35\%$ ）、锡石、黄铁矿、毒砂以及少量的磁黄铁矿、白钨矿和方铅矿。与锡成矿作用相伴随的蚀变有电气石化、硅化和硫化物化，其中硅化被认为与锡成矿作用关系最密切。

云南省个旧多金属锡矿床中的湾子街矿区为电气石脉型和硫化物脉型的矿体。矿体位于花岗岩顶部，沿一组剪切断裂分布，延长数十厘米或大于 100m 。围岩为三叠系碳酸盐岩。矿石矿物组成为电气石、含锂电气石、萤石、锂云母、锡石、磁黄铁矿、黄铜矿、毒砂、辉钼矿、黑钨矿、白钨矿、绿帘石、石英、钾长石等。锡金属储量大于 6 万吨，矿石锡品位为 $0.2\% \sim 0.7\%$ 。

3. 石英脉型锡矿床

广西珊瑚 S_n-W 矿床位于华南造山系南岭西部, 围岩为中一下泥盆统红色砂岩和上泥盆统碳酸盐岩。矿化出现在笔架山、芦山两条 NE 走向大断裂派生的 NNE 向次级断裂中, 矿化成群成组密集分布。长营岭矿区为珊瑚矿床的主体, 其西 $4km$ 处盐田岭有一花岗岩小岩株, 出露面积 $0.13km^2$, 年龄为 $106 \sim 111Ma$ 。盐田岭矿区矿体为似层状、透镜状硫化物脉型; 长营岭矿区矿体为黑钨矿石英脉型。此外角砾状钨铁矿—辉锑矿脉成群成组出现在盐田岭长营岭矿区外围。在长营岭矿区 $2500m$ 长, $600 \sim 1000m$ 宽的范围内分布有 700 条黑钨矿石英脉。矿脉被划分成 5 组, 其中 3 组最为重要 (图 $3-5-7$)。矿脉走向 $NNE-NS$, 倾向 SE 或 NW , 长 $100 \sim 700m$, 厚 $0.1 \sim 0.8m$, 追索深度大于 $900m$ 。成矿分带非常明显, 自地表向下矿脉逐渐变宽, 有细脉、中脉和大脉。在剖面上成矿元素亦呈带状分布, 例如矿顶部富集锡; 中部富集 W ; 底部为富 Ag 硫化物。与成矿分带相对应, 蚀变分带自地表向下为萤石—黑云母化、绿泥石—电气石—萤石化和绿泥石—黄铁矿化 (夏宏远, 1986)。矿脉中的黑云母年龄为 $88 \sim 106Ma$ (朱正书, 1995), 珊瑚矿床 W 、 S_n 金属储量均大约为 3 万吨, W 、 S_n 平均品位为 0.5% 。

三、与火山一次火山岩有关的锡矿床

该类型锡金属储量约占全国总储量的 4.2% , 主要分布于太平洋亚洲大陆边缘。岩石地球化学研究显示: 与锡矿有关的火山一次火山岩, 在喷出或侵位之前, 岩石经历了强烈分异。 $Rb-Sr$ 同位素研究 (朱正书等, 1988) 表明, 这些岩石来源于地壳重熔。从整体上看, 火山一次火山岩与前面所提过的正常 S 型花岗岩几乎具有同样特征。根据成矿环境, 该组锡矿床可划分成两种类型: 与斑岩有关的斑岩型矿床和与火山作用有关的火山热液脉型矿床。

(一) 斑岩锡矿床

近十年来, 广东、内蒙古及江西曾家垅地区相继发现数个斑岩型锡矿床, 其中一些已经被开采。广东银岩、江西岩背和松岭、内蒙古敖脑达巴和湖南界牌岭矿床是其典型代表。中国斑岩锡矿床具有浸染状锡矿化和围绕斑岩体具有明显蚀变分带的特点。

广东西部银岩斑岩型锡矿床 (图 $3-5-8$) 位于华南造山系之次级构造单元云开隆起中, 隆起由寒武系碎屑岩组成。与成矿有关的含锡花岗岩岩株年龄大约为 $86Ma$ (胡祥照, 1989), 面积大约为 $0.06km^2$, 岩株被迫索深度 $200m$, 岩株四周分布有数条石英斑岩岩墙 (朱正书等, 1988)。斑岩富含 Li 、 Rb 、 Cs 、 U 、 W 和 S_n , 而且特别富含 F , 平均含量达 7600×10^{-6} , 分异指数大于 91 。球粒陨石标准化 REE 模式相当平, 具有强烈的铈亏损。角岩常常围绕斑岩分布 (图 $3-5-8$), 常见蚀变有弱长石化、黑磷云母—云英岩化、黄玉云英岩化、绢云母云英岩化和硅化。与锡矿化有关的蚀变为黑磷云母云英岩化、黄玉云英岩化和绢云母云英岩化。矿石矿物为锡石、辉钼矿、黑钨矿、辉铋

矿、黄铜矿以及少量的辉铜矿、方铅矿、黄铁矿、闪锌矿、磁铁矿和赤铁矿。脉石矿物为石英、黄玉、黑云母、绢云母、绿泥石、萤石、钾长石和电气石。银岩锡矿床锡金属储量大于 10 万吨，锡平均品位大约为 0.5%，W、Mo、Cu、Pb、Zn 和 As 为伴生元素。

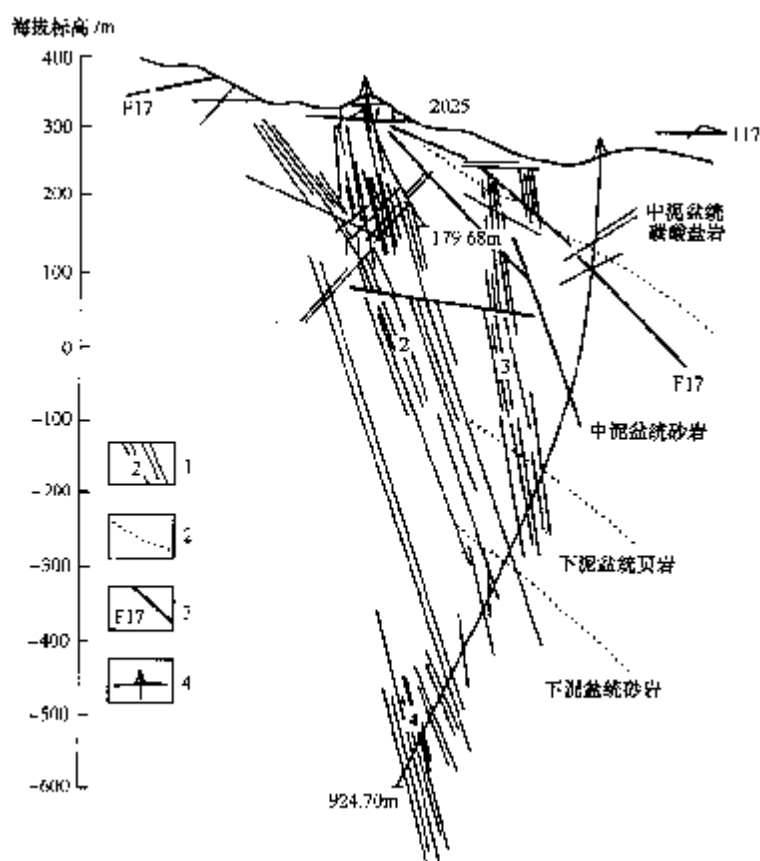


图 3-5-7 长营岭钨锡石英脉 7 号剖面图

(据朱正书, 1995)

1—矿脉及编号; 2—地层界线; 3—断层; 4—钻孔

江西东部岩背锡矿是另一个斑岩型锡矿床，锡储量约为 10 万吨。该矿床位于华南造山系东部。矿床与花岗斑岩岩株相伴生，岩株出露面积为 0.35 km²，同位素年龄为 126Ma。围岩为侏罗系熔结凝灰岩、凝灰岩和流纹英安岩，年龄为 126 ~ 136Ma (熊小林等, 1994)。与锡矿化有关的蚀变包括硅化、黄玉化、绢云母化、碳酸盐岩化、钾长石化和粘土化 (朱正书, 1990)。矿体呈透镜状，主要出现在花岗斑岩岩株之上的火山岩中。矿石矿物为锡石和黄铁矿以及少量黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、黑钨矿、白钨矿。

脉石矿物为石英、长石、黄玉、黑云母、绿泥石、绢云母、高岭石。

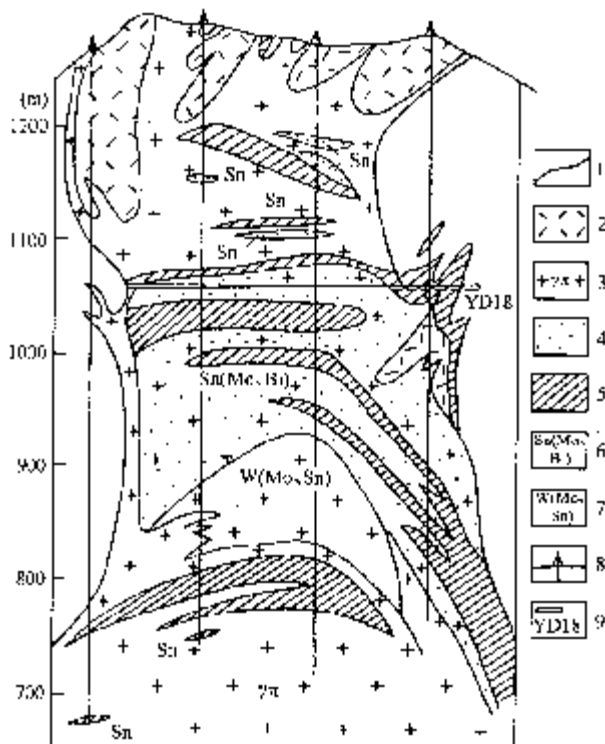


图 3-5-8 广东银岩斑岩锡矿剖面图

(据关勋凡, 1987)

- 1—地质界线; 2—角岩; 3—花岗斑岩; 4—品位 $> 0.2\%$ 的锡矿体;
5—品位 $< 0.2\%$ 的锡矿体; 6—钼 (钼、铋) 矿体; 7—钨 (钼、锡) 矿体;
8—钻孔; 9—坑道

(二) 火山热液脉型锡矿床

西岭锡矿是典型的火山热液脉型锡矿之一。矿床开采已有 60 年历史。矿床位于广东东部莲花山锡矿带, 主要围岩为上侏罗统熔结凝灰岩和凝灰岩, 年龄为 160Ma (李希勤等, 1994), 不整合覆盖在下侏罗统板岩、变质砂岩上。矿脉呈不规则状、羽状、网脉状产于火山岩原生节理中及走向 $300^\circ \sim 320^\circ$, 倾向 $55^\circ \sim 57^\circ$ 的一组断裂中。该组断裂为 NE 走向区域性断裂之次级断裂。矿脉长 500m, 宽 40~50m。包括锡石—长石—石英脉、锡石—石英脉和锡石—方解石脉。矿脉围岩蚀变较弱, 有绢云母化、叶蜡石化、硅化和碳酸盐岩化。矿石组成有锡石、石英、方解石、叶蜡石以及少量的黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿和萤石。矿床锡金属储量大约为 6 千吨, 锡平均品位为 1% 。

四、与“A”型花岗岩有关的锡矿床

在地球上,与A型花岗岩有关的锡矿床十分稀少。最近几年,在中国新疆东准噶尔地区相断发现数个该类型锡矿床,如萨惹什克、贝勒库都克、卡姆斯特和干梁子锡矿床(沈湘元等,1989;毕承思等,1992)。该区与锡矿床有关的花岗岩为黑云母花岗岩、含钠闪石次碱性花岗岩和钠闪石碱性花岗岩。岩体围岩为晚古生代海相火山碎屑岩。次碱性花岗岩和碱性花岗岩矿物组成为钾长石、钠长石和石英及少量的钠闪石(0.5%~3.5%)、霓石(大约为1%)。岩石化学成分特征为 SiO_2 含量为75.22%~78%,贫 Al_2O_3 , $w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) = 8.29\% \sim 8.78\%$, $w(\text{NK})/w(\text{A}) = 0.71 \sim 0.77$, $w(\text{La})/w(\text{Yb}) = 2.45 \sim 5.48$, 强烈的铕亏损($\delta\text{Eu} = 0.01 \sim 0.04$)。晚期侵入花岗岩中的酸性不相容组分、挥发分和锡比早期侵入的花岗岩含量高。矿体分为锡石—石英脉和锡石—钠闪石脉两种。

萨惹什克锡矿床位于萨北钠闪石花岗岩岩株南部边缘,岩株中存在有少量黑云母花岗岩残余物。该残余物被认为是第一阶段花岗岩侵人体之产物。岩株还侵入钠闪石花岗岩斑岩中,岩株中的锡石—石英脉和锡石—钠闪石脉走向NNE或NEE。目前,该矿床中已发现有6个矿体,锡成矿作用可划分为两个阶段:第一阶段,矿石组成为石英、锡石、钠闪石、霓石、赤铁矿、磁铁矿、微斜长石、萤石和榍石;第二阶段,矿石组成为石英、锡石和少量黑云母。萨惹什克锡矿为小型锡矿床,锡金属储量0.38万吨,锡品位为0.78%~1.36%(沈湘元等,1989)。

五、喷气型锡矿床

从1970年开始,人们渐渐认识到一种新的锡矿成矿类型,即与喷气有关的锡矿床。例如,加拿大Sulivia Pb-Zn矿床就是一个非常著名的喷气型Pb-Zn(Sn)矿床,矿床锡金属储量达1万余吨(Mulligan, 1975)。西班牙伊比利亚黄铁矿带中也发现有该类型锡矿床(韩发和哈钦森, 1989)。在中国,尽管锡矿储量巨大,但喷气型锡矿床却十分少见,目前仅有青海锡铁山矿床一例。另外,广西北部五地锡矿床虽不是该类型矿床,但却发现存在有喷气锡成矿作用。

锡铁山矿床发现于1960年,是一个大型Pb-Zn矿床。矿床中,锡金属储量为2.7万吨,锡品位为0.08%~0.235%。矿床位于祁连山加里东造山带南部边缘,围岩为铁镁质火山岩、碳酸盐岩和少量碎屑岩。在铁镁质火山岩中可见两个环状喷发构造。矿体呈脉状和透镜状,长30~400m,厚0.3~10m。此外,少量晚期矿脉切穿早期矿脉和透镜体。矿石具叶片状和凝胶状构造。矿石矿物组成为闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、白铁矿及少量的磁黄铁矿、锡石、黄锡矿、毒砂和黄铜矿。

毛景文等 (1988) 发现广西北部五地锡矿床存在有喷气电气石—石英锡成矿作用。电气石岩层呈暗灰或灰色, 长 300m 至数公里, 厚 1~4m。电气石岩与其围岩一起褶皱变形。在一些电气石岩层附近存在有石英—钠长石和石英—黑云母岩, 此现象可能为热液沉积作用 (喷气作用) 的产物 (毛景文等, 1995)。电气石岩的矿物组成主要为电气石 (70%~80%) 和石英 (20%~30%) 以及微量白云母、绿泥石、绿帘石、磁黄铁矿和锡石。矿物呈他形或半自形, 矿物粒度很小, 一般为 2~8 μm , 大多数层状电气石岩呈块状构造, 而在粉砂岩中则呈扁豆状。电气石岩层中锡含量一般为 0.05%~0.13%。由于元古宙晚期雪峰运动后期石英—电气石脉锡成矿作用使电气石岩成为矿石。

第三节 中国锡矿时空分布

一、第四纪砂锡矿

中国第四纪砂锡矿占全国锡矿储量的 20%, 分布于华南、扬子地台西侧, 东南沿海和三江地区。

华南砂锡矿占全国砂锡总量的 98.4%, 主要分布于云南个旧、湖南常宁、广西大厂及富贺钟地区。云南砂锡矿以储量大为特点, 占全国砂锡矿床储量的 64.1%, 以个旧砂锡矿为代表。湖南砂锡以品位富为特点, 以常宁梅坪桥砂锡矿为代表, 品位为 0.85%。广西砂锡矿品位低仅为 0.12%。三江地区砂锡矿通常分布于隆起区之间的盆地。

二、喜马拉雅早期原生锡矿

喜马拉雅早期锡矿分布于特提斯—喜马拉雅构造成矿域中的三江造山系, 其锡矿储量约占全国锡矿总量的 2.5%, 锡矿床有云南西盟锡矿、腾冲来利山锡矿和小龙河锡矿、云龙铁厂锡矿和昌宁薊坝地锡矿, 川西措膜弄锡多金属矿床。其中昌宁薊坝地和云龙铁厂锡矿为电气石脉型锡矿床, 矿床为中型; 来利山锡矿硫化物型和措膜弄夕卡岩—锡石硫化物型, 达大型规模。

三、燕山期原生锡矿

燕山期锡矿主要分布于滨西太平洋成矿域和特提斯—喜马拉雅成矿域东缘 (表 3-5-3, 其成矿作用以华南造山系为中心向北逐渐减弱, 其锡矿储量约占全国锡矿总量的

70.5%，分布地区有华南造山系、内蒙古—大兴安岭造山系东部、扬子地台南缘、三江造山系、东南沿海造山系西南部、松潘—甘孜造山系西部、秦岭造山系西部、中朝地台东北缘。

表 3-5-3 中国燕山期锡矿各成矿区储量

成矿区	储量/万吨	百分比/%
华南成矿区	339.4	83.6
大兴安岭成矿区	33.3	8.2
三江成矿区	19.5	4.8
扬子地台成矿区	6.5	1.6
东南沿海成矿区	5.3	1.3
其他	2	0.5

注：其他包括秦岭造山系、中朝地台。

其中华南造山系锡矿储量约占全国燕山期锡矿储量的 83.6%。燕山早期锡矿床主要分布于华南造山系中部，包括广西东部、湖南南部、江西南部、广东北部。广西东部以恭城栗木矿区为代表，矿床为大型蚀变花岗岩型；江西南部以大余漂塘、会昌岩背锡矿床为代表，前者为石英脉型锡矿床，后者为斑岩型锡矿床；湖南南部以郴州柿竹园大型硫化物夕卡岩—云英岩型锡矿床为代表；广东北部以连平大顶大型磁铁夕卡岩型锡铁矿床为代表。

燕山晚期锡矿床主要分布于华南造山系四周，包括广西北部、云南东部、广东南部等地区。广西北部地区以南丹大厂锡矿为代表，矿床为超大型硫化物脉型锡矿床；云南东部地区以个旧、马关都龙锡矿为代表，个旧锡矿为超大型硫化物夕卡岩型锡矿床，马关都龙锡矿为大型硫化物脉型锡矿床。广东南部地区以信宜银岩锡矿为代表，矿床为大型斑岩型锡矿床。

燕山期内蒙古—大兴安岭锡矿带其储量占全国燕山期原生锡矿储量的 8.2%，分布于该区东部地区，锡矿床形成于燕山早期，以克什克腾旗黄岗夕卡岩型铁锡矿床为代表。

燕山期扬子地台原生锡矿储量约占全国燕山期原生锡矿储量的 1.6%。燕山早期锡矿床分布于扬子地台东南部（浙江西部地区），代表性矿床有淳安县白沙畈锡矿和泰顺县洋滨锡矿，白沙畈锡矿为小型磁铁夕卡岩型锡矿床，洋滨锡矿为斑岩型锡矿床，矿床为小型。燕山晚期锡矿床分布于扬子地台南缘（江西北部），代表性矿床有德安曾家垅锡矿和尖峰坡锡矿，两矿床均为中型硫化物夕卡岩型锡矿床。

三江造山系燕山期原生锡矿分西亚带（腾冲地区）和中亚带，储量占全国燕山期锡

矿储量的 3.9%。西亚带中代表性矿床为云南腾冲小龙河云英岩型锡矿床与来利山云英岩型和锡石硫化物型矿床，前者为中型，后者为大型；腾冲老平山锡矿床为中型石英脉型锡矿床。

中亚带中代表性矿床为铁厂和薊坝地中型电气石脉型的锡矿床。

东南沿海燕山期原生锡矿分布于该区西南部，储量占全国燕山期锡矿储量的 1.3%，代表性矿床有广东潮州厚婆垌锡石硫化物脉型锡、铅、锌矿床，矿床为中型。

松潘—甘孜造山系燕山期原生锡矿，分布于该区西部与三江造山系过渡带，锡矿储量占燕山期锡矿储量的 0.9%，代表性矿床有四川德格硐申达锡矿、石渠射基岭锡矿和巴塘茶洛锡矿，均为中型夕卡岩型锡矿床。

秦岭造山系燕山期锡矿分布于该区西部与昆仑造山系过渡带，储量占燕山期锡矿储量的 0.4%。代表性矿床为青海日龙沟硫化物夕卡岩型锡多金属矿床，矿床为中型。

中朝地台燕山期锡矿分布于该区东北部与内蒙古—大兴安岭造山系过渡带，锡储量仅占燕山期锡矿储量的 0.1%，有辽宁本溪套岫铜矿等，矿床为小型。

四、印支期原生锡矿

印支期锡矿储量最少，仅占全国锡矿总量的 0.3%，零星分布于特提斯—喜马拉雅成矿域东部，分布地区有三江造山系、松潘—甘孜造山系和东昆仑造山系。三江造山系有云南勐宋云英岩型锡矿，矿床为小型。松潘—甘孜造山系有四川赫德石英脉型锡矿，矿床为小型；四川甲基卡伟晶岩型锡矿，矿床为中型。东昆仑造山带有青海砂柳河夕卡岩型多金属锡矿，矿床为小型。

五、海西期原生锡矿

海西期锡矿储量约占全国锡矿储量的 0.4%，分布于古亚洲成矿域东南部和西南部以及滨西太平洋成矿域东南部。分布地区有天山造山系西北部、准噶尔造山系东部、吉黑造山系中部。天山造山系西北部锡矿有新疆温泉县喀孜别克云英岩型锡矿，矿床规模为中型；准噶尔造山系东部锡矿为石英脉型，矿床规模为小型，代表性矿床有萨克什锡矿和卡姆斯锡矿。吉黑造山系中部锡矿多为伴生矿床，矿床类型以磁铁矿夕卡岩型为主，硫化物夕卡岩型次之，矿床规模为小型锡矿床。磁铁矿夕卡岩型代表性矿床有翠宏山铁铅钼多金属矿床；硫化物夕卡岩型代表性矿床有庆安县余老九沟铅锌矿和伊春五星锡矿。华南造山系东南部海西期锡矿仅福建省南平西坑伟晶岩型铌钽矿一例，矿床规模为中型。

六、加里东期原生锡矿

加里东期锡矿储量约占全国锡矿总量的 1%，零星分布于华南造山系广西南部，东昆仑造山系东部和祁连造山系东部。

华南造山系广西南部锡矿代表性矿床有德保钦甲夕卡岩型铜锡矿，矿床规模为中型；东昆仑造山系东部青海锡铁山海底喷气型铅锌多金属矿，矿床规模为小型；祁连造山系东部代表性锡矿床有甘肃塔尔沟和小柳沟夕卡岩—石脉型锡矿床，矿床规模为小型。

七、元古宙原生锡矿

元古宙锡矿储量约占全国锡矿总量的 3.3%，分布于扬子地台西部（康滇地轴）及南部（江南隆起）。

康滇地轴锡矿分布于四川西部，代表性矿床有：会理岔河硫化物夕卡岩型锡矿，矿床规模为中型；冕宁泸沽磁铁矿夕卡岩型锡矿，矿床规模为中型。

江南古陆锡矿分布于广西北部，矿床类型为热液脉型，代表性矿床有融水九毛—六秀锡矿、罗城—洞五地锡矿，矿床规模为大型。

总之，从时间上讲，从元古宙至喜马拉雅期，随着时间的演化，中国锡矿成矿规模由小→大。矿床类型由简单→复杂。从空间上看，中国锡矿具有 3 个成矿中心，即华南成矿区、三江成矿区和大兴安岭成矿区。

第四节 锡矿成矿区（带）划分及成矿规律

中国锡矿床根据大地构造位置及成矿时代，可划分为 6 大成矿区（表 3-5-4）。

表 3-5-4 中国锡矿各成矿区储量

编号	成 矿 区	储量/万吨	所占百分比
1	华南多金属成矿区	477	82.8
2	东南沿海成矿区	5	0.9
3	三江成矿区	29	5.1
4	扬子地台西南缘成矿区	26	4.5

编号	成 矿 区	储量/万吨	所占百分比
5	大兴安岭成矿区	35	6
6	其他（包括秦岭造山系、天山造山系、东昆仑造山系、祁连造山系、中朝地台、准噶尔造山系）	4	0.7

一、华南锡多金属成矿区

本区位于中国南部，包括江西省、广西壮族自治区以及湖南、广东、云南省的一部分。地理上称为南岭，属滨西太平洋构造域，为晚加里东期造山带。基底为中元古代、早古生代地层，盖层为晚古生代及中生代地层。锡矿化形成于燕山期，中生代燕山期强烈的构造—岩浆活动和成矿作用，形成了滨西太平洋多金属成矿带。本区锡矿储量约占全国总储量的 82.8%，是我国最重要的锡矿成矿区，也是当前锡矿的主要产区。

容矿地层统计研究表明，本区锡矿储量的 23% 产于基底地层中，矿床类型以热液脉型为主；71% 产于上古生界盖层中，矿床类型以热液脉型及夕卡岩型为主；6% 产于中生界盖层中，以火山—热液脉型为主。

按区域地质成矿条件本区可分为东部、中部、西部 3 个部分。在华南多金属成矿区东部，成矿时代以燕山早期为主，与钨、锡成矿作用有关的花岗岩侵入体的围岩主要是下古生界碎屑岩，主要成矿元素是 W、Sn、Ta、Nb，成矿作用通常以黑钨矿—锡石石英脉形式分布在早期强烈蚀变的花岗岩侵入体之内、外接触带，尤以接触带垂直变化最为显著。该区典型矿床有江西省西华山、漂塘、荡萍和广东省锯板坑钨锡矿。江西省南部沿 NNE 向断裂带分布的花岗岩侵入体与 W、Sn 成矿作用有关。各侵入体组成一个大岩基。吴永乐等（1987）曾提出“五层楼”成矿模式（图 3-5-9），用以解释该区矿床分布及其相互关系。该模式在本区找矿工作中成效显著。

华南多金属成矿区中部，成矿时代以燕山早期为主，主要成矿元素为 W、Sn、Mo、Bi、Be、Li、Na、Ta、Pb、Zn 等，成矿围岩主要为泥盆系碳酸盐岩，矿床类型主要为夕卡岩型、夕卡岩—云英岩型，例如湖南南部柿竹园、香花岭、瑶岗仙、野鸡尾矿床，广西东部新路、百面山矿床。与世界上其他地区相比，湖南南部拥有几个大型钨矿，其储量已跃居首位（图 3-5-10）。一些燕山期花岗岩侵入体成矿作用自接触带向外呈现出女口下的带状系列：Li、Be、Ta、W 带，Sn、W、Mo、Bi、Pb、Zn、Ag 带，Pb、Zn、Ag 带，Sb 带。

华南多金属成矿带西部，成矿时代以燕山晚期为主。泥盆系与三叠系碳酸盐岩为锡矿化的主要围岩。区域构造走向 NNW，与东部和中部地区区域构造走向 NNE 形成鲜明对比。

本区主要成矿元素为 Sn 、 Pb 、 Zn 、 Cu 、 Sb 、 Hg ，但在一些矿床中， W 、 Mo 、 Bi 、 Be 、 h 、 As 、 As 、 Se 常作为伴生元素出现。大厂、个旧为本区两个超大型锡矿床。大多数锡矿床中，夕卡岩型、锡石硫化物脉型其成矿作用以复合成矿为特征；通常，夕卡岩型锡矿化常被强烈的锡石硫化物成矿作用所叠加，而且从接触带向外矿化分带十分明显，如 W 、 Mo 、 Sn 、 Be 带和 Sn 、 Pb 、 Zn 、 Ag 、 As 、 Se 、 In 带。

此外，云南南部、广西西南部隆起是另一个锡矿床富集区，成矿时代以燕山晚期为主，都龙多金属锡矿床、钦甲 Sn — Cu 矿床等发育在该区。其中，钦甲矿床黑云母花岗岩侵入体为加里东期，都龙矿床黑云母花岗岩侵入体为燕山期。在上述 2 矿床中，碳酸盐岩中的层间碎屑岩与成矿关系密切。本区大多数夕卡岩型矿床和锡石硫化物脉型矿床广泛分布于花岗岩体周围。

广东省西南部锡矿床位于云开隆起东部，成矿时代以燕山晚期为主，以斑岩型锡矿为特征，如：银岩斑岩型锡矿床，该区基底地层为震旦系浅变质岩，燕山期黑云母花岗岩在本区广泛分布。除斑岩锡矿外，还发育有云英岩型锡矿（如锡坪和大营矿床），和夕卡岩型锡矿床（如旗山矿床）以及锡石石英脉型和锡石硫化物型矿床。 Mo 为本区锡矿床中重要的伴生矿化（于首军等，1990）。

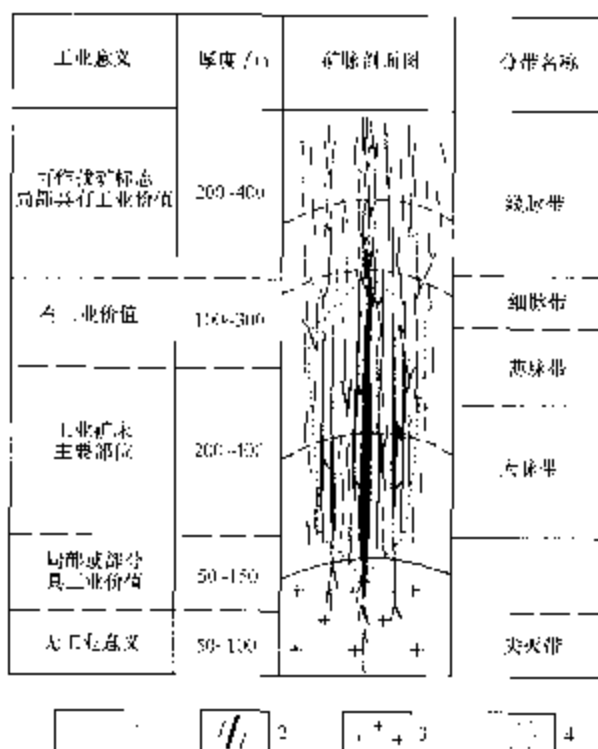


图 3-5-9 赣南—粤北钨锡成矿作用“五层楼”成矿模式

1—中上寒武统变质砂岩；2—钨锡矿脉；3—燕山期花岗岩；4—矿脉区

二、东南沿海锡矿成矿带

位于中国东南沿海地区，锡矿储量约占全国锡矿总量的 0.9%。西部以栗水—海丰断裂为界（走向 NE），该区为中生代火山活动带，基底为古生代地槽型复理石建造，盖层为侏罗系和白垩系酸性火山岩、杂砂岩和碎屑岩以及同时侵入的花岗岩。另外沿一些大断裂还分布有一系列的变质岩。大多数锡矿床集中于广东省南部，即本区南部。在广东省的东南部，沿北东向大断裂分布着一些花岗岩侵入体，在侵入体外接触带产出有数十个锡矿床（图 3-5-11）。锡矿化出现在侏罗系凝灰岩、熔结凝灰岩及相关的碎屑岩中，矿床类型为石英脉型、电气石脉型和锡石硫化物脉型，与成矿作用有关的重要蚀变有电气石化、硅化、萤石化和高岭土化。

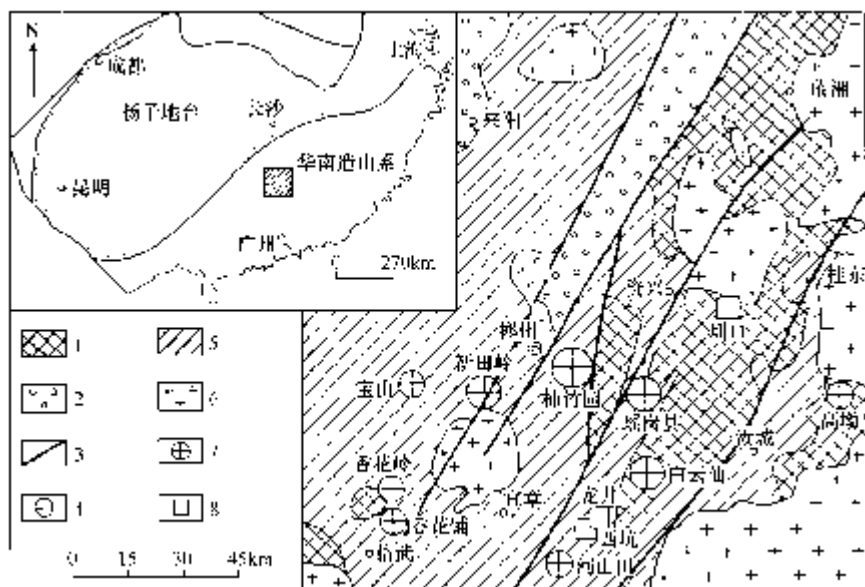


图 3-5-10 湘南钨锡多金属矿产图

1—加里东造山带；2—燕山期断裂凹陷；3—断裂；4—多金属矿床；5—印支造山带；6—花岗岩；7—夕卡岩型钨多金属矿床；8—脉型钨矿床

三、三江锡矿成矿带

三江锡矿成矿带与亚洲东南部锡矿带相连，锡矿储量约占全国锡矿总量的 5.1%。位于云南、四川两省西部，向西进入西藏，该区为一发生强烈褶皱的燕山—喜马拉雅造山带，可划分为东部、中部和西部带 3 个次级带。

东部带：位于岷兹断裂与金沙江深断裂之间，出露地层主要为强烈褶皱的上三叠统火山岩系（Chen et al., 1987）和零星的前寒武系基底。该地层被燕山期及喜马拉雅期花岗岩类侵入，以燕山晚期岩体与锡矿关系最为密切，其主要成矿类型为夕卡岩型和锡石硫化物脉型，锡矿床分布于高度分异的花岗岩株周围，大多数锡矿床位于四川西部，茶洛锡矿床为其典型代表。

中部带：主要位于澜沧江西部地带及波密—采玉深断裂东部地区，地层主要有新元古代变质岩系及古生代火山碎屑岩、碳酸盐岩，主要锡矿化与燕山晚期—喜马拉雅早期富含电气石的花岗岩密切相伴。锡矿床以富含电气石为特征，主要锡矿床有铁厂、薅坝地、西盟，矿床类型为电气石脉型。

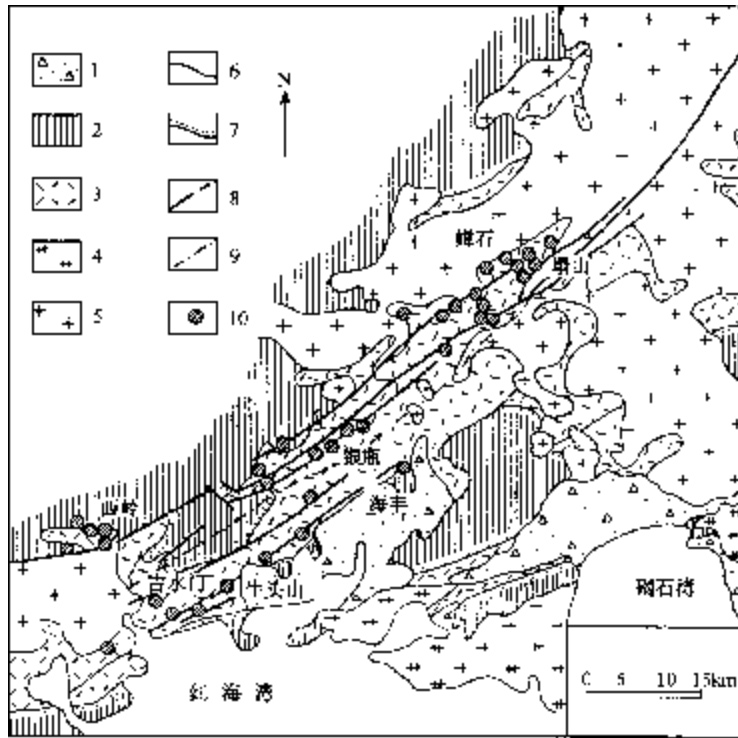


图 3-5-11 广东省东部莲花山地区锡矿分布略图

1—第四系沉积物；2—上侏罗统高基坪群；3—下侏罗统金鸡群；4—燕山二期花岗岩；5—燕山三期花岗岩；6—地质界线；7—不整合面；8—断层；9—变质相带界线；10—矿床及矿带

西部带：该带位于泸江河西部的腾冲地区，且向北延伸进入西藏中部，云南省腾冲梁河地区（毛景文，1988），在西藏拉萨北部，班戈—洛隆地区也已经发现锡矿化。腾冲—梁河地区出露地层为二叠系碳酸盐岩和石炭系砂质板岩；班戈—嘉黎地区出露地层为侏罗系、白垩系砂质板岩、酸性凝灰岩、碎屑岩和碳酸盐岩。上述地区被燕山晚期、喜马拉雅期黑云母花岗岩及二云母花岗岩所侵入，锡矿化与燕山期花岗岩体相伴，矿床

类型有云英岩型及夕卡岩型，且出现于高度演化及分异的花岗岩侵入体周围，在西藏已发现了数个锡矿床，只是因为运输困难，目前尚未开发利用。

四、扬子地台西南缘锡矿成矿带

锡矿储量约占全国锡矿总量的 4.5%, 包括广西北部九万大山—元宝山地区, 江西北部, 云南、四川两省的昆明和西昌地区。锡矿床最早形成于古元古代, 主要成矿期为新元古代(毛景文等, 1990)。一般来讲, 该区成矿作用主要出现于前寒武系绿岩中, 岩性组成为变泥质岩、变砂质岩、层状辉绿岩和铁镁质、超铁镁质火山岩。

九万大山—元宝山地区位于扬子地台南部边缘，多金属锡矿化以锡石—电气石脉型（例如宝坛、红岗矿床）或锡石—硫化物脉型为主（例如九毛、六秀矿床），锡矿床出现于黑云母花岗岩侵入体周围。花岗岩侵入体时代为 $700 \sim 900\text{Ma}$ ，如三防、元宝山、平英、清明山、田蓬等雪峰期侵入体（彭大良等，1987）。锡矿化在花岗岩侵入体周围呈明显分带现象。在九万大山地区，正常分带顺序为 $\text{W} - \text{Sn}' - \text{Sn} - \text{Cu}' - \text{Cu} - \text{Pb} - \text{Zn}' - \text{Pb} - \text{Zn}$ 和 Sb' ，反向分带顺序为 $\text{Pb} - \text{Zn}' - \text{Cu} - \text{Pb} - \text{Zn}$ 。在元宝山地区正常分带顺序为 $\text{W} - \text{Sn}' - \text{Sn} - \text{Cu}' - \text{Cu}$ ，反向分带顺序为 $\text{Cu}' - \text{Sn} - \text{Cu}$ 。由此可以认为，正常分带形成于花岗岩侵位过程，而反向分带形成于侵入体的冷凝固结过程（图 3-5-12）。该区矿脉周围具有强烈的围岩蚀变，如：电气石化、黑云母化、钾长石化、绿帘石、绿泥石化和阳起石—金云母化。



图 3-5-12 广西北部九万大山地区双向成矿作用分带示意图

江西北部彭山地区是扬子地台南缘中部比较独特的锡矿分布区，多金属锡矿化与燕山期黑云母花岗岩岩株（ 127Ma ）侵入有关。出露地层自隆起中心向外有震旦系（新元古代）石英岩、泥岩及层间页岩、砾岩；寒武系被剥蚀的粘土灰岩；奥陶纪碳酸盐岩；志留系页岩；泥盆系砂岩、砾岩。在花岗岩岩株四周分布有数个金属矿床（ $\text{Sn}-\text{Cu}$ ， $\text{Pb}-\text{Zn}$ ， Sb 和萤石）。震旦系泥岩和砾岩为 $\text{Sn}-\text{Cu}$ 矿床的主要围岩，而寒武系和志留系则是其他矿床的主要围岩。曾家垅夕卡岩型 $\text{Sn}-\text{Cu}$ 矿床是该区最大的一个矿床，它

出现在黑云母花岗岩岩株与震旦系底砾岩之内、外接触带，因此人们认为该矿床是由于岩浆热液沿底砾岩交代而成的，常常把它看作是“砾岩型”。

昆明—川中地区位于扬子地台西部边缘，该区多金属锡矿床沿数条 NS 走向的断裂分布（图 3-5-13），与成矿有关的黑云母花岗岩侵入体年龄为 $1040 \sim 651 \text{ Ma}$ （沈苏等，1988）。锡矿化主要与晋宁期花岗岩体有关，侵入体露头 $1 \sim 30 \text{ km}^2$ 不等，岩体侵入于元古宙层状铁镁质—超铁镁质地层中，地层岩性为片岩及层间大理岩。该区已发现 10 多个多金属锡矿床，矿床类型有锡石硫化物夕卡岩型，如岔河矿床；含锡磁铁矿夕卡岩型，如泸沽矿床；锡石石英脉型如平地矿床。该区除锡成矿作用外， W 、 Pe 、 Pb 、 Zn 成矿作用也比较常见。

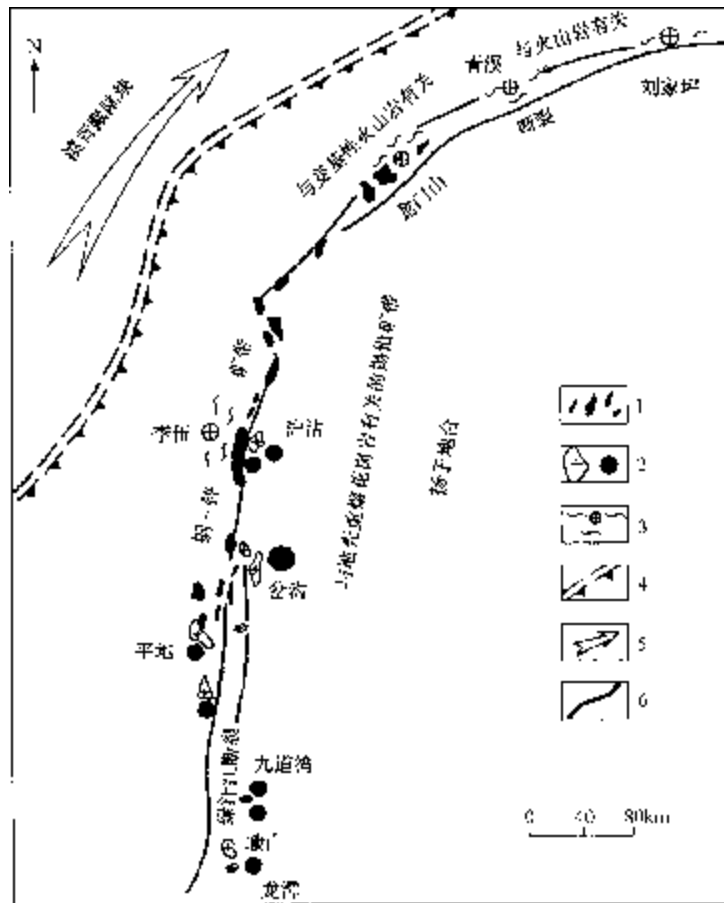


图 3-5-13 晋宁期扬子地台西缘多金属锡矿分布略图
1—混合岩；2—花岗岩侵入体及相关钨锡矿床；3—变基性火山岩及相关铜锌矿床；4—推测板块俯冲边界；5—板块运动方向；6—断层

五、大兴安岭锡多金属成矿带

该锡矿带位于天山—兴安造山系东部（大兴安岭山脉），锡矿储量约占全国锡矿总量的 6%。出露岩石主要包括：二叠系的碎屑岩、碳酸盐岩和火山岩以及海西期岩浆岩和燕山期火山—侵入岩。该区广泛的锡矿化开始于海西期，而大多数锡矿床与燕山期花岗斑岩相伴，富含磁铁矿的夕卡岩型矿床为该区锡矿床的主要矿床类型，如黄岗 $\text{Sn}-\text{Fe}$ 矿床（赵一鸣等，1990）。此外还有硫化物脉型锡矿床（如大井 $\text{As}-\text{Sn}-\text{Pb}-\text{Zn}-\text{Cu}$ 矿床）、云英岩型矿床和锡石石英脉型矿床。少数锡矿床被认为是火山热液脉型矿床，如白音泉矿床。与锡矿化有关的主要蚀变为夕卡岩化、云英岩化、绢云母化和绿泥石化。

第五节 中国重要锡矿成矿模式

亚洲东南部锡矿储量占世界锡矿储量的一半以上，其它以砂锡矿储量为主（Taylor, 1979）而中国锡矿床则以原生锡矿为主。在欧洲和澳大利亚锡成矿作用为海西期（Taylor, 1979; Stempok, 1986），在罗得西亚、巴西、非洲东南部和中部，锡成矿作用为前寒武纪（Schuiling, 1967; Schneider and Lehmann, 1977; Lehmann and Lavrean, 1988），在亚洲东南部和玻利维亚以及俄罗斯远东地区，锡成矿作用为中生代和新生代（Taylor, 1979; Schneider and Lehmann, 1977 身。在中国锡成矿作用从前寒武纪一直到喜马拉雅期都有，其中燕山期（中生代）为锡矿床形成的最重要时期，雪峰期（新元古代）、海西期、印支期和加里东期次之。

尽管有一些矿床及成矿作用被证明与 A 型花岗岩、酸性火山活动或喷气作用有关，但大多数锡矿床，特别是大型超大型矿床则常常与富氟和硼的 S 型花岗岩关系密切。与多金属锡矿床相伴生的花岗岩类常常是多期次、多阶段的一套花岗岩系列。多金属锡矿床总是出现在花岗岩演化系列最后一次岩株周围（Groves et al., 1978; Uiggins, 1985; Linmann, 1987, 1990; 毛景文, 1988）。通过对大型超大型多金属锡矿床相伴的花岗岩侵入体的详细研究，显示花岗岩侵入体分为多期次侵入，而且每次或至少两次侵位活动与锡成矿作用有关。

例如，大厂多金属锡矿花岗岩系列由辉绿岩墙、闪长岩墙、斑状黑云母花岗岩、中粒黑云母花岗岩、白岗岩和煌斑岩组成。陈毓川和毛景文（1995）认为在该花岗岩系列中有 4 期长英质岩浆与多金属锡成矿作用有关，并提出了多金属锡矿成矿模式（图 3-5-14）。在柿竹园 $\text{W}-\text{Sn}-\text{Mo}-\text{Bi}$ 矿床中，花岗岩岩株由似斑状黑云母花岗岩、等粒黑云母花岗岩和花岗斑岩组成。这 3 类岩石被认为分别与 $\text{W}-\text{Sn}-\text{Bi}$ （Mo）、 $\text{W}-\text{Sn}-$

Mo-Bi-Cu-Be-Fe 和 Pb-Zn-Ag-Sb 成矿作用有关, 矿床成因模式如图 3-5-15 所示。因此, 可以认为与多期次花岗岩侵入有关的多阶段成矿作用是形成超大型多金属锡矿床的关键因素。构造位置、围岩和花岗岩侵位位置可能决定了锡矿床类型 (图 3-5-16)。

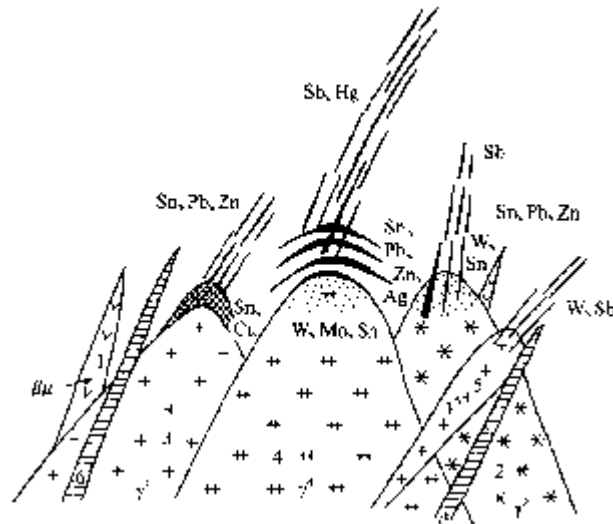


图 3-5-14 大厂多金属锡矿多期次花岗岩侵入和多期次成矿模式

(据陈毓川和毛景文, 1995)

- 1—辉绿岩; 2—斑状黑云母花岗岩; 3—似斑状黑云母花岗岩;
4—中细粒黑云母花岗岩; 5—白岗岩; 6—煌斑岩

在隆起区, 当围岩为碎屑和变质岩时, 锡矿床呈脉型。在凹陷区, 当围岩为碳酸盐岩和泥岩时, 锡矿床为夕卡岩型, 包括富含硫化物夕卡岩型和夕卡岩—云英岩型; 当围岩为铁镁质—超铁镁质岩时, 矿体呈层状或脉状; 当花岗岩侵入体侵位较深时, 常常形成伟晶岩型、蚀变花岗岩型锡矿床; 当花岗岩侵入体侵位较浅时, 则对形成斑岩、热液脉型锡矿床有利。位于大陆边缘的大多数锡矿床往往与火山—一次火山作用有关。

我国锡矿储量约占 25.77% 的容矿地层为元古宇和下古生界, 约 74.23% 的容矿地层为上古生界和中生界。以上数字表明中国锡矿床大多数产于盖层中, 少数产于基底之中。

在过去 20 年中, 根据锡元素在地层中的丰度比不同构造单元平均值高出数倍, 大多数学者认为华南元古宙地层 (程先耀等, 1984; 徐克勤等, 1987; 彭大良等, 1987; 毛景文等, 1988)、东南大陆边缘带侏罗系火山岩 (余纪能, 1987)、三江地区前寒武系和石炭系碎屑岩 (施琳等, 1989)、大兴安岭地区二叠系火山岩和砂岩为锡矿源层。但是, 於崇文等 (1987) 在华南不同层序中系统采集了样品, 并做了数十个元素的丰度分析, 发现锡元素在这些地层中的分布几乎是正常的。因此, 我们认为地层中锡元素丰度

了构造圈热侵蚀强烈发育和大规模的岩浆活动，产生了花岗岩浆的高度分异，形成了重度的锡矿化，使华南成为我国最重要的锡矿成矿区。除了现已发现的锡矿床外，本区仍有十分良好的找矿前景。通过对典型矿床控矿岩体、容矿地层和控矿构造研究，结合物探方法，综合分析，可圈出十分有利的隐伏成矿靶区。湖南省郴州市金船塘大型锡铋矿床的发现就是一例。因此老矿区的找矿工作应引起高度重视。此外印度板块和太平洋板块与东南亚板块强烈的韧性碰撞使东南亚地区岩浆活动强烈，花岗岩浆高度分异、演化，因此东南亚成为全球锡矿化最强烈的地区，该锡矿带北延进入我国三江地区。由于该区受交通和通讯限制，工作程度较低，除已发现的几个锡矿床外，本区仍有十分良好的找矿前景。由于西伯利亚地台与华北地台的强烈刚性碰撞，在大兴安岭地区构造及岩浆活动强烈，在花岗岩分异演化过程中形成了较强烈的锡矿化，使该区成为我国北方重要的锡矿成矿区，因该区锡矿化受两地台刚性碰撞所控制，锡矿化相对较弱。本区大部分为第四系风成砂所掩盖，进一步寻找隐伏锡矿床仍有良好的前景。

第六章 银矿床找矿潜力与成矿规律预测

第一节 中国银资源概况

银是工业和民需的重要金属，多年来国际上供不应求，缺口较大，我国亦然，把它列为紧缺资源之一。

我国银矿地质工作在 20 世纪 80 年代以前，基本未独立开展，只作有色金属矿石中的伴生组分予以评价，80 年代开始对破山、银洞沟等一批独立银矿床进行勘查评价，特别是 1989 年白银地质勘查基金的建立，更促进了银矿地质工作的开展，发现和勘查了一批独立和共生大中型银矿床。银矿地质研究工作也随之得到了同步发展，除大量有关银矿床研究论文见诸许多刊物外，还有一些综合性专著问世，如《中国银矿》、《中国银矿床矿石学》、《中国银矿床主要类型及矿床特征》、《南岭银矿》等。本章侧重就中国银资源的结构特点和银矿床的分布规律及控制因素予以综合分析，以求较全面地反映中国银资源及银矿床的现貌。

银多与铜、铅锌、金金属共生，含微量银的小矿床数目很多，这些矿床的基本地质特征前面各章节中已涉及，本章则不再重复，同时为宏观反映银矿床的分布，在东部矿床密集区，对银资源量小于 80t 的含银铜铅锌矿床和小于 20t 的含银金矿床，小于 20t 的独立银矿床未进行填表统计。西部银矿床很少，故银矿点也作了填表统计。

部分有色金属矿床是 20 世纪 50 年代初期勘探的，当时对银未作勘查评价。后来有关单位补作了部分物质组分研究，阐述了不同矿石类型中银的品位和赋存状态，结果有的平均品位近 B 级，如黄沙坪矿床，有的属 B—C 级，如七宝山矿床，但因未补作系统的采样分析及储量计算和上报审批工作，至今储量统计表中未列入，现按已知矿石量及银品位计算，则属大型银矿床，本章估算了其储量后予以统计。另一类矿床，类型相同，勘查程度相近，但因手续关系在“储量统计表”中的反映不同。如德兴铜厂斑岩型铜矿床中， A_s 的品位为 1.01g/t，规模大型，上了储量表，而富家坞铜矿， A_g 的品位为 3.34g/t，大型，却未上储量表，玉龙斑岩型铜矿， A_g 的品位为 4.62g/t，大型，也未上储量表，本文则一视同仁地作了统计。新近勘查的一些银矿床，其储量也未评审登记，但在有关文章和报刊上有所反映，如称富湾、白秧坪矿床为超大型，本文就按上述信息作了统计。因此本章所统计的矿床数目和资源量与全国地质储量统计表的数值不相