

652779

锡矿地质讨论会论文集



地质出版社

146

锡矿地质讨论会论文集

地 质 出 版 社

内 容 介 绍

本论文集据1984年10月中华人民共和国地质矿产部和联合国亚太经社会区域矿产资源开发中心联合举办的“国际锡矿地质讨论会”中国代表提交的59篇论文汇编而成。其内容涉及我国锡矿的矿床类型、区域成矿规律和成矿机理的探讨,与成锡有关的岩石学、矿物学、地球化学、同位素地质学特征,锡矿找矿勘探方法及地球物理-地球化学方法找锡的经验总结,特别是较详尽地反映了广西、云南等省在上述各领域的锡矿研究成果。总之本论文集反映了目前我国锡矿地质研究的广度和深度,对从事锡矿地质工作的科研、教学和生产人员均具有参考价值。

锡矿地质讨论会论文集

责任编辑:唐静轩

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售



开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 27⁵/₈ 插页: 2页 字数: 653,000

1987年10月北京第一版·1987年10月北京第一次印刷

印数: 1—1,000册 国内定价: 6.55元

ISBN7-116-00033-X/P·024

统一书号: 13038·新456

目 录

论锡的成矿问题	郭文魁 (1)
中国锡矿的分布及其成矿地质条件	陈 鑫 王志泰 (5)
中国原生锡矿主要类型	赵日鉴(执笔) (13)
中国锡矿地质特征及普查勘探基本方法	李希勤 (21)
在中国用物探和化探方法找锡矿床的成果和展望	吴功建 高 锐 (29)
从重磁场特征探讨锡的成矿地质条件	周永峰 (43)
华南锡钨矿床的时空分布和成矿控制	徐克勤 朱金初 (50)
中国南部花岗岩在锡成矿中的作用	袁奎荣 杨心宜 (60)
华南某些锡石硫化物矿床成矿机制的探讨	叶 俊 周怀阳 陈诸麒 (66)
广西锡矿地质特征及成矿规律	刘元镇 钟 铿 马林清 (74)
广西锡矿地质与主要找矿方法	马林清 (84)
广西大地构造演化与锡矿成矿机理的探讨	郑功博 彭大良 邓德贵 万 兵 (89)
广西燕山期花岗岩体锡钨含矿性的判别及其演化	王韦玉 韦文灼 (98)
广西大厂矿床成因并兼论锡石硫化物矿床形成条件	涂光炽 (105)
广西大厂锡石-硫化物多金属矿带地质特征、成矿规律及成矿模式及成矿系列	陈毓川 黄民智 徐 珏 艾永德 李祥明 唐绍华 孟令库 (110)
大厂矿田生物礁灰岩中锡-多金属矿床地质特征及控矿条件探讨	刘绵珍(执笔) (123)
大厂锡石-多金属硫化物矿床成因及其与围岩介质关系的初步认识	叶绪孙 严云秀 (134)
大厂锡矿田龙箱盖岩体黑云母的特征及其地质意义	傅金宝 许文渊 周卫宁 李达明 (140)
大厂矿田锡石硫化物矿床形成条件的实验研究	杨家珍 陈昌益 曾骥良 张永林 (149)
大厂锡多金属矿田同位素地球化学研究	徐文忻 (156)
大厂长坡锡石-硫化物矿床硫盐矿物系列及其共生组合的研究	黄民智 陈毓川 唐绍华 李祥明 陈克樵 王文瑛 (165)
辉锑锡铅矿矿物学研究及其与大厂和玻利维亚型锡矿床的关系	李九玲 王乃鼎 Guenter H. Moh (171)
丹池地区构造系统及其对岩、矿的控制	赵汝松 刘佑希 杨礼才 (176)
研究矿床构造指导探测隐伏矿体	张 平 (181)
广西丹池多金属矿带、大厂锡矿田及矿床地球化学特征及找矿标志	李大德 李水明 李辛一 吕秀峰 杨加聪 张铎勋 (185)
广西丹池锡多金属成矿带遥感地质方法揭示的成矿规律	方全兴 (194)

大厂锡矿及其外围地区航天MSS照片和航磁 ΔT 资料数字图象处理的

应用效果..... 吴 虹 (205)

广西大厂及平桂锡矿成矿模式探讨..... 郑传仑 (211)

锡的原始富集和锡矿床的“双控”模式

.....程光耀 黄有德 姚金炎 吴明超 彭振安(219)

桂北锡矿成矿作用过程及矿床成因探讨..... 彭大良 郭玉儒 邓德贵 (226)

广西北部火山-侵入基性-超基性杂岩中锡矿床的某些地球化学特征李在基 (234)

广西大厂、桂北地区锡矿床气液包裹体特征研究

..... 刘月星 吴开华 喻铁阶 李长春 (241)

广西宝坛古老基底锡矿成矿机理

..... 黎国初 马富君 林进姜 吕锦川 杨开泰 (247)

广西钦甲锡铜多金属矿床地质特征..... 吴鸿济 杨冀民 (255)

广西姑婆山-里松花岗岩及其与锡矿化关系的研究.....张德全 孙桂英 (264)

论云南个旧锡矿找矿勘探的几次大发展..... 彭程电 程蜀喜 (273)

个旧花岗岩成因和成矿作用..... 姚金炎 吴明超 (280)

个旧岩浆岩矿物中包裹体特征与锡多金属矿床的成矿关系..... 汪志芬 朱启金 (286)

个旧含Sn花岗岩的Sr、Pb同位素和稀土元素地球化学特征的研究

..... 伍勒生 许俊珍 杨 志 刘青莲 (295)

个旧锡矿锡石的标型特征..... 殷成玉 朱建华 邓燕萍 (302)

云南锡石成因矿物学研究..... 周维全 樊雨春 施 琳 (309)

试论个旧锡矿及邻区物探和化探的综合标志..... 曹显光 (315)

试论滇西云龙锡矿带构造重熔侵位花岗岩的成矿特征及其成矿模式

..... 邹 树 林永才 高泽培 (325)

滇西含锡花岗岩的构造分带、成因类型及与锡矿床的关系

..... 施 琳 陈吉琛 张为鹏 樊雨春 (332)

某锡矿床的矿体数学特征及其地质勘探意义..... 赵鹏大 池顺都 (339)

康滇地轴重熔花岗岩的演化及其锡钨成矿作用

..... 金明霞 沈 苏 黄永合 杨艳华 (350)

四川岔河锡石-硫化物矿床地球化学特征..... 刘炳璋 (355)

✓中国锡矿床的一种新类型——广东银岩斑岩锡矿

..... 关勋凡 周永清 肖敬华 梁树钊 李金茂 (361)

✓广东西岭矿区火山活动与锡矿和多金属硫化物矿床的成因联系

..... 虞钟祺 王慎余 廖国新 (367)

✓广东西岭锡矿床地质特征及成因类型..... 林桂清 (375)

✓西岭斑岩锡(铜)多金属矿床成矿特征及其成岩成矿物质来源的讨论

..... 杨世义 刘姝群 张秀兰 陈长江 (383)

广东莲花山断裂带中段锡矿床成矿地质特征..... 余纪能 阎公盛 (388)

广东大顶矿田锡矿化的主要特征..... 王书凤 (398)

✓粤东沿海锡矿床的成因及稳定同位素初步研究..... 张理刚 (404)

湖南柿竹园富钛尼日利亚石的发现与研究	谭延松	刘振云	张秋菊	(410)
✓ 锡石的Ta、Nb、Fe含量是区分矿床类型和形成条件的指示剂				
.....	邹天人	杨岳清	王文璞	(416)
锡在热液过程中的运移形式	刘玉山	陈淑卿		(420)
✓ 不同成因类型锡石的谱学研究	彭明生	卢文华	邹正光	(425)
锡石矿物晶体的阴极发光观察与讨论			周科子	(432)

论 锡 的 成 矿 问 题

郭 文 魁

(中国地质科学院地质研究所)

摘 要

在概述世界锡矿的时、空分布特征以及锡矿与不同类型岩浆岩的关系之基础上,着重从陨石,超镁铁质、铁镁质和硅铝质各种岩石的含锡丰度结合锡元素的亲铁习性讨论了锡的来源,提出锡的地幔来源之见解。

世界锡金属储量1980年估计大约1000万余吨。其中50%以上产在亚洲的泰国、马来西亚、印度尼西亚、缅甸等国以及南美的玻利维亚。其他约46%则分散产于苏联的远东区与中亚部分、蒙古、日本,大洋洲的昆士兰、塔斯马尼亚、新南威尔斯,拉丁美洲的巴西、秘鲁,非洲的尼日利亚、坦桑尼亚、乌干达等国,欧洲的英国、法国、捷克、西班牙、葡萄牙、东德、波兰、芬兰等国,以及北美的加拿大、美国及其所属的阿拉斯加等地(图1)。我国的锡矿也在世界上占有比较重要的地位,已开采的大型原生锡矿就有二处。孟宪民等(1935)的《香花岭锡矿》专著、谢家荣(1963)的《中国锡矿床的研究》,都曾引起国

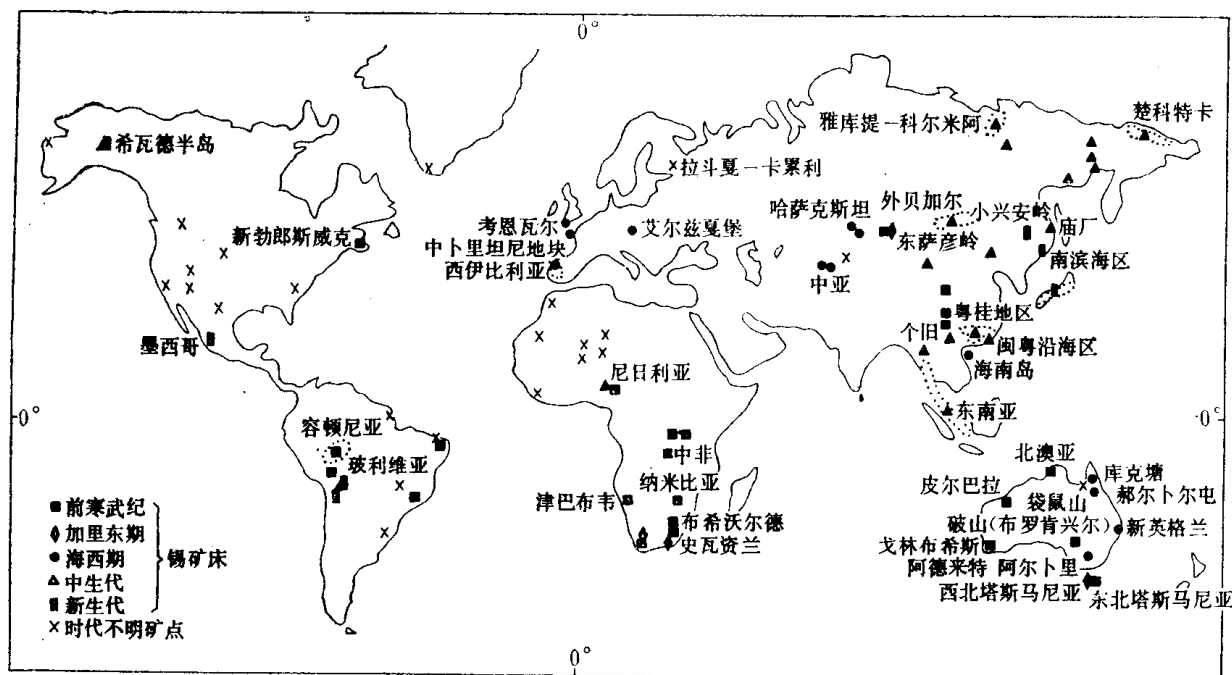


图 1 世界不同成矿期锡矿分布图

(据泰勒1979年资料修改)

外的重视,直到八十年代还为外国锡矿研究人员所引用(如Lehmann, 1982)。自1949年新中国建立以来,尤其是近七年来,我国锡业在探、采和研究方面又取得许多新发展。

锡矿床总体可分砂锡与原生锡矿两大类。我国过去曾以采砂锡为主,以后逐渐转向原生锡矿之开采,以至现在原生锡产量远远大于砂锡产量。原生锡矿床多种多样,成矿温度变化区间较大,一般以150℃至550℃为主要成矿区间(Haapala et K. Kinnunen, 1982)。可概括划分为四个类型,即:(1)伟晶岩型(360—620℃);(2)接触交代型(约340—550℃);(3)斑岩型,包括浅成高温热液型(100—500℃);(4)热液脉型(约250—500℃),其中常见之温度值为300—400℃。以上分类,仅就主要成矿作用而言,往往在同一矿区或同一矿床内分别出现二种或三种类型的矿床或矿体,有的相互叠加,有的显示明显分带。

从构造上看,锡矿可出现于克拉通、地盾、地台、褶皱带、大陆边缘或岛弧之上。现有资料显示不同构造单元上的锡矿类型与规模有较大差异。相对稳定的克拉通、地盾,如非洲及北美洲等有关地区以伟晶岩型锡矿为主,规模较小;而褶皱带及陆缘则常是其他类型锡矿的产区,规模一般较大,是现在锡金属之主要来源。

从时间上看,锡的成矿期主要有如下五期:(1)元古代:如非洲、东德、巴西、玻利维亚、澳大利亚西部及北部、苏联东萨彦岭、中国康滇地轴;(2)加里东期:如南非西部、塔斯马尼亚西北部和中国;(3)海西期:如欧洲、澳大利亚的昆士兰与新南威尔士、苏联中亚与哈萨克斯坦、加拿大东部和中国东北部的锡矿;(4)中生代:如苏联远东区和雅库茨克、南美玻利维亚和华南等的锡省以及滇西至缅、泰、马断续相连的重要锡带;(5)新生代:如秘鲁、玻利维亚、墨西哥、苏联小兴安岭与锡霍特阿林以及日本。在上述各成矿期中,中、新生代形成的锡矿超过所有成矿期锡矿之半数,中、新生代是主要成锡期,其中尤以中生代形成之锡金属量为最多(Ichekson)。另一现象是随着成矿期的变新,锡矿伴生金属元素如铅、锌、银、锑等有增长的趋势。

绝大多数锡矿床在时、空上显示与花岗岩类(包括与布什维里亚德层状杂岩体伴生的花岗岩)有密切关系。此花岗岩类包括花岗闪长岩、石英二长岩及花岗岩的深成、浅成及超浅成侵入相及其相应火山相。其中以硅氧过饱和和高铝富碱的花岗岩与锡矿之关系最为密切。许多大型锡矿床常产在区域浅变质区内大花岗岩基的卫星岩体或其上之岩钟,以及沿断裂分布的单独岩株或非造山的小岩体之内部、临近岩体或距岩体较远的部位。这些岩体大都在区域褶皱期以后侵位。而岩浆分异演化后期阶段所形成的岩石含锡量最高。这些花岗岩除具有富锡的地球化学特性外,同样也富含其他“不相容元素”,如氟、锂、硼、铯等。氟、锂含量较高的花岗岩常与锡-钨-钼矿化作用伴生(Bailey, 1977)。锡的成矿时间往往落后于有关花岗岩的成岩时间。二者时差的长短,似与岩体侵位和成矿的深度有关,现有资料显示一般时差约为2000万年,有深度越大时差越大的迹象。这可能说明岩浆结晶分异演化与成矿的关系。

就全世界看,锡矿虽然分布广泛,但常汇集而局限在一定的区域或地带,构成所谓锡的“成矿省或成矿带”。在这些“省”或“带”内,不同成矿期的锡矿床比邻出现,甚至迭置在一起,并非罕见。玻利维亚就是明显的实例。这一事实引致人们得出地壳内锡的地球化学区域不均一性和成矿发展继承性的概念。

李曼(Lehmann, 1982)在论锡的成矿作用时,以其所取得的资料加以分析,不支

持区域发展继承性的概念，而认为是壳熔或“S”型花岗岩分异演化的产物，支持了锡的地壳来源的设想 (Hutcheson et al, 1978)。这与我国流行的概念是一致的。

另一方面，也有不少人注意到锡矿与镁铁质和超镁铁质岩的关系。苏联远东滨海省南部的锡石-硅酸盐矿床并不直接与花岗岩伴生，而常与基性岩墙或闪长岩体有关 (拉德克维奇和其他, 1974)。苏联还有超镁铁质岩石含锡较高的报道：如二辉橄榄岩含锡 3.8 ppm；方辉橄榄岩含锡 2.0 ppm；纯橄榄岩含锡 0.6 ppm，榴辉岩含锡 1.4 ppm；金云粗面岩含锡 1.9 ppm (Stemprok, 1977)。另外也有镁质和钙质矽卡岩矿物中含锡较高和很高的资料 (Nekrasov, 1971)。

近年我国在桂北超镁铁质与镁铁质杂岩体的角砾岩和断裂中发现锡石硫化物矿体，锡石中含锡与铜而无铈、钼，部分角闪石含锡达 20.0 ppm。这些事实结合布什维尔杂岩体伴生花岗岩中的锡矿以及大西洋中脊锡矿化正在进行的事实 (Evans, 1980)，不能不认真考虑锡来自洋壳的可能性。

现已发现并研究肯定的含锡矿物约有 50 余种，大致分别属于以下八类：即氧化物、氢氧化物、硫化物、硫酸盐（铁、铜、铅或锌参与）、硅酸盐、硼酸盐、合金物及自然锡等。前六类矿物分别散见于锡矿床或含锡的多金属矿床中。其中以氧化物的锡石与硫酸盐类的黄锡矿最为常见。后二类虽仅具矿物或副产品意义，但可说明锡在自然界的特殊产出状态。合金矿物（图 2）有锡铜矿、含铅锡铜矿 (Unnamed)、锡铂钯矿 (Atokite)、锡铜钯矿 (Stannopalladinite)、六方锡铂矿 (Niggliite)、斜方锡钯矿 (Paolovite)、等轴锡钯矿 (Rustenburgerite)、铅锡钯矿 (Zvyagintsevite) 等。前二者分别见于苏联暗色岩系和格陵兰条纹霞石正长岩 (Kakortokite) 中 (Karup-Moller, 1978)，后六者是含锡钯成分的一系列合金矿物的几个主要分子，全部产于超镁铁质岩石中。锡金属还见于玄武岩、粗玄岩 (Stemprok, 1977) 和月岩中。这些产状说明锡在超镁铁质和镁铁质岩石形成的缺水无挥发分的还原条件下，可与岩石中固有的铜或贵金属结合，形成合金矿物，在月岩形成的强还原条件下，可形成自然锡。

此外，东德元古代 (700 Ma) 细碧质的变火山岩中有锡、铜、锌的矿化作用。我国下古生代的细碧-角斑质火山沉积杂岩中也有锡多金属矿之形成。说明在地质历史上的洋壳张裂部位，也曾发生过锡的古矿化作用。

再者，锡在不同岩石中的丰度 (表 1)，各家在不同地区，不同时期所测定的数据相

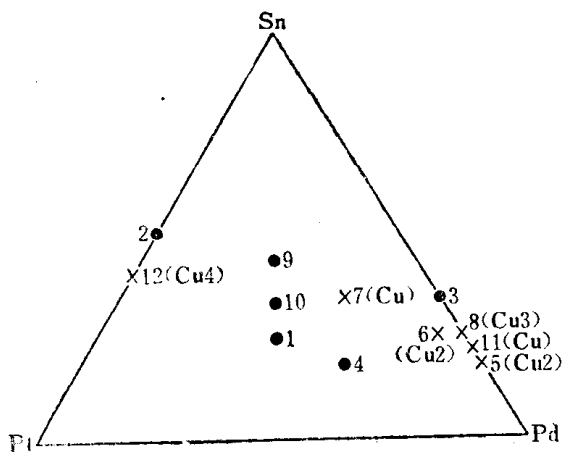


图 2 锡的合金矿物三角图解

- 1—锡铂钯矿 $(\text{Pd}_3\text{Pt})_3\text{Sn}$ ；2—六方锡铂矿 PtSn ；
3—斜方锡钯矿 Pd_2Sn ；4—二锡二铂三钯矿
 $\text{Pd}_3\text{Pt}_2\text{Sn}_2$ ；5—二锡二铜五钯矿 $\text{Pd}_5\text{Cu}_2\text{Sn}_2$ ；6—
多锡铜铂钯矿 $\text{Pd}_7\text{PtCu}_3\text{Sn}_3$ ；7—锡铜铂钯矿 Pd_2Pt
 CuSn ；8—锡钯矿 $(\text{PdCu})_3\text{Sn}$ ；9—锡钯铂矿
 PtPdSn ；10—二锡三钯三铂矿 $\text{Pt}_3\text{Pd}_3\text{Sn}_2$ ；11—
锡铜四钯矿 Pd_4CuSn ；12—三锡四铜四钯矿

表 1 不同岩石中锡的丰度

岩 石	含 量	资 料 来 源
1.铁陨石 平 均	0.20—7.72 ppm 6.70 ppm 2.00 ppm	(Wedepohl, 1969) (Winchesler & Aten Jr, 1957) (Onishi & Sandell, 1957)
2.镍铁陨石	100 ppm	(Heide, 1957)
3.陨铁硫	15 ppm	(Heide, 1957)
4.球粒陨石 平 均	0.07—2.40 ppm 1.00 ppm 1.00—0.50 ppm	(Windpohl, 1969) (Vinogradov, 1962) (Onishi & Sandell, 1957)
5.硅酸盐陨石	5.00 ppm 20.40 ppm 20.00 ppm	(Heide, 1957) (Heide, 1957) (Rankama & Sahama, 1956)
6.平均花岗质岩石	3.50—3.60 ppm	(Wedepohl, 1969)
7.平均中性火成岩	1.30—1.50 ppm	(Wedepohl, 1969)
8.镁铁质岩石	0.90—1.20 ppm	(Durasova, 1967)
9.超镁铁质岩石 平均陆壳 平均地壳	0.35—0.50 ppm 2.30 ppm 2.10 ppm	(Durasova, 1967)

差悬殊，颇不一致。这可能由于样品的代表性差和分析方法的准确度低所引致的。也可能就代表地壳含锡的不均一性。就陨石的含锡量而言，镍铁陨石和铁陨石的锡丰度远比球粒陨石和硅酸盐陨石的为高则是可以肯定的。镍铁陨石含锡达100ppm (Heide, 1957)，铁陨石含锡0.20—7.72ppm (Wedepohl, 1969)，平均值有6.70ppm (Winchester & Aten Jr., 1957)、2.00ppm (Onishi & Sandell, 1957) 的不同数值。这些都超过地壳中超镁铁质、镁铁质岩石含锡量 (Durasova, 1967) 以及中性火成岩的平均含锡量 (Wedepohl, 1969)，有的甚至超过花岗岩的平均含锡量 (3.5—3.6ppm, Wedepohl, 1969)。陨石中锡丰度的变化，指明了锡元素的亲铁性质。在褶皱带的锡矿床中经常出现锡磁铁矿矿体，是更具体而明显的表现。因此，推断锡的最终来源与其说是地壳，勿宁说是地幔。

锡离子具二价和四价的变价性能，电荷较高，活度较大，不易进入岩浆早期结晶矿物的晶格。在超镁铁质到超硅铝质岩石的熔浆中，都像是残留岩浆晚期，可能分别在还原与氧化条件下与有关元素结合，形成上述不同的含锡矿物。从找矿出发，除继续加强高硅富碱的长英质火成岩分布区之普查工作外，海下侵入与喷发的超镁铁质与镁铁质岩石区也是值得注意的找锡远景区。

中国锡矿的分布及其成矿地质条件^①

陈鑫 王志泰

(地质矿产部地矿司)

摘 要

中国锡矿的分布受区域地质条件的制约,重要锡矿集中分布在少数成矿区、带内,这些成矿区、带基本和一定的地质构造单元相一致。本文将中国锡矿划分为四个成矿区,即华南褶皱系成矿区,大兴安岭褶皱系-吉黑褶皱系成矿区,三江褶皱系成矿区、扬子准地台成矿区,并对中国锡矿成矿地质条件进行了简要的讨论。

一、前 言

中国是世界上最早利用锡金属的国家之一,公元前一千多年的商朝就用铜、锡、铅冶炼成2元或3元合金古青铜,在黄河中下游形成了辉煌的青铜文化^[1]。

中国近代的锡矿均产于中国的南部,建国初期的锡矿地质工作亦限于中国南部少数地区。随着区域地质调查、矿产普查的开展和物化探方法的广泛应用,不仅在一些开采多年的老矿区及其外围不断有新的发现,增长了储量,还发现了一些新的成矿区和一批具有工业价值的锡矿床。

中国锡矿有原生锡矿及砂锡矿。以前者为主。中国砂锡矿主要分布在华南锡矿成矿区之原生锡矿集中的地区,多分布于北回归线附近。本文主要叙述中国原生锡矿的分布及其成矿地质条件。

中国原生锡矿主要产于地槽褶皱带中。如华南褶皱系锡矿成矿区、大兴安岭褶皱系和吉黑褶皱系锡矿成矿区、三江(金沙江、澜沧江、怒江的中上游地区)褶皱系锡矿成矿区。天山、祁连山、昆仑山、秦岭等褶皱系也有锡矿分布。地台区的锡矿主要产于扬子准地台(图1)。中朝准地台也发现了若干锡的异常。

本文根据近年来锡矿地质调查研究的成果,介绍中国锡矿分布的情况,并对其区域成矿地质条件作简要的讨论。

二、华南褶皱系锡矿成矿区(图2)

位于中国南部,西起云南东南部,东至沿海,地理上称为南岭,属滨太平洋构造域。

① 本文利用了云南省地矿局科研所施琳工程师和广西自治区地矿局马林清工程师整理的有关材料。

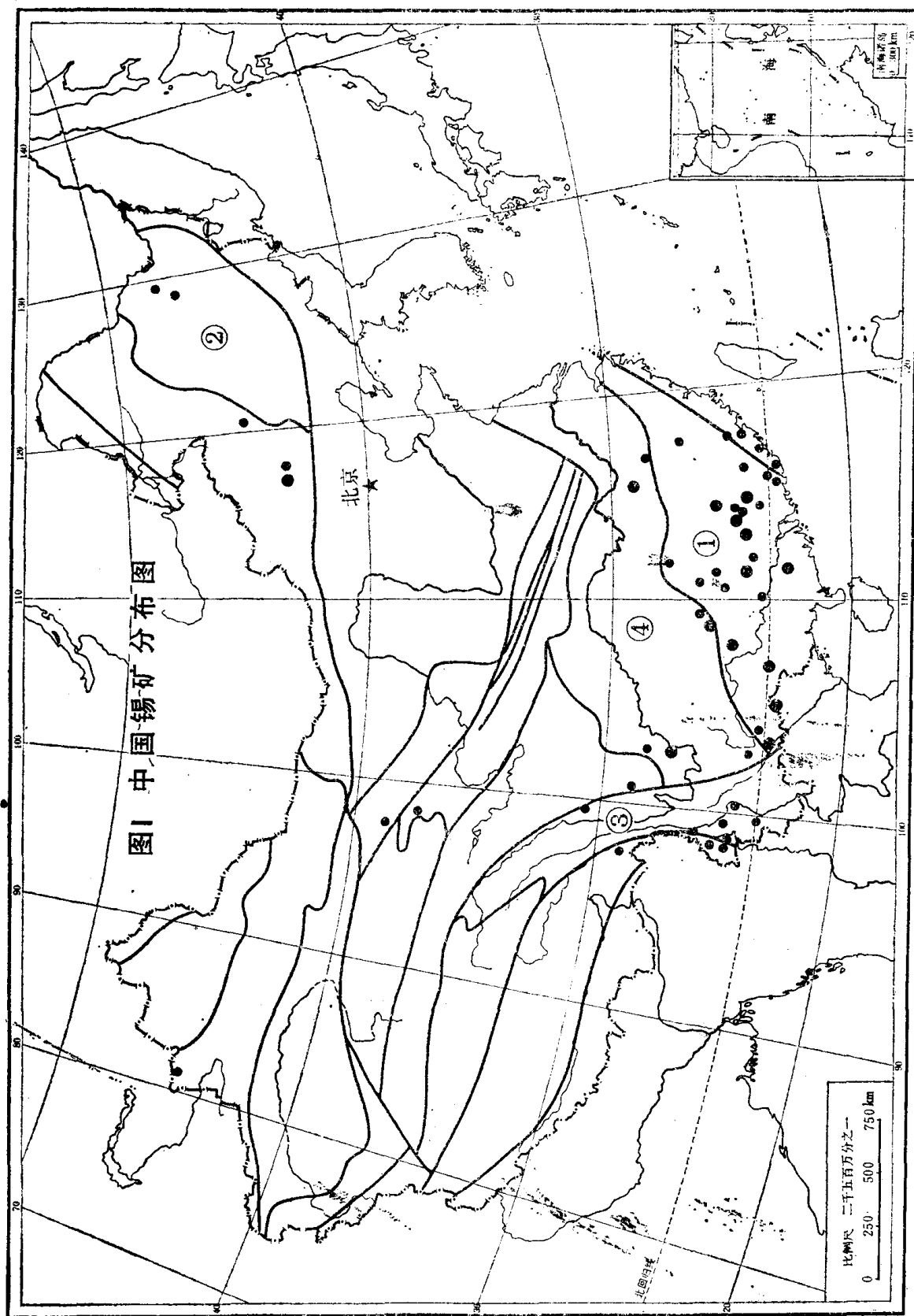


图 1 中国锡矿分布图

①—华南褶皱系成矿区，②—大兴安岭—吉黑褶皱系成矿区，③—三江褶皱系成矿区，④—扬子准地台成矿区，黑点为锡矿床

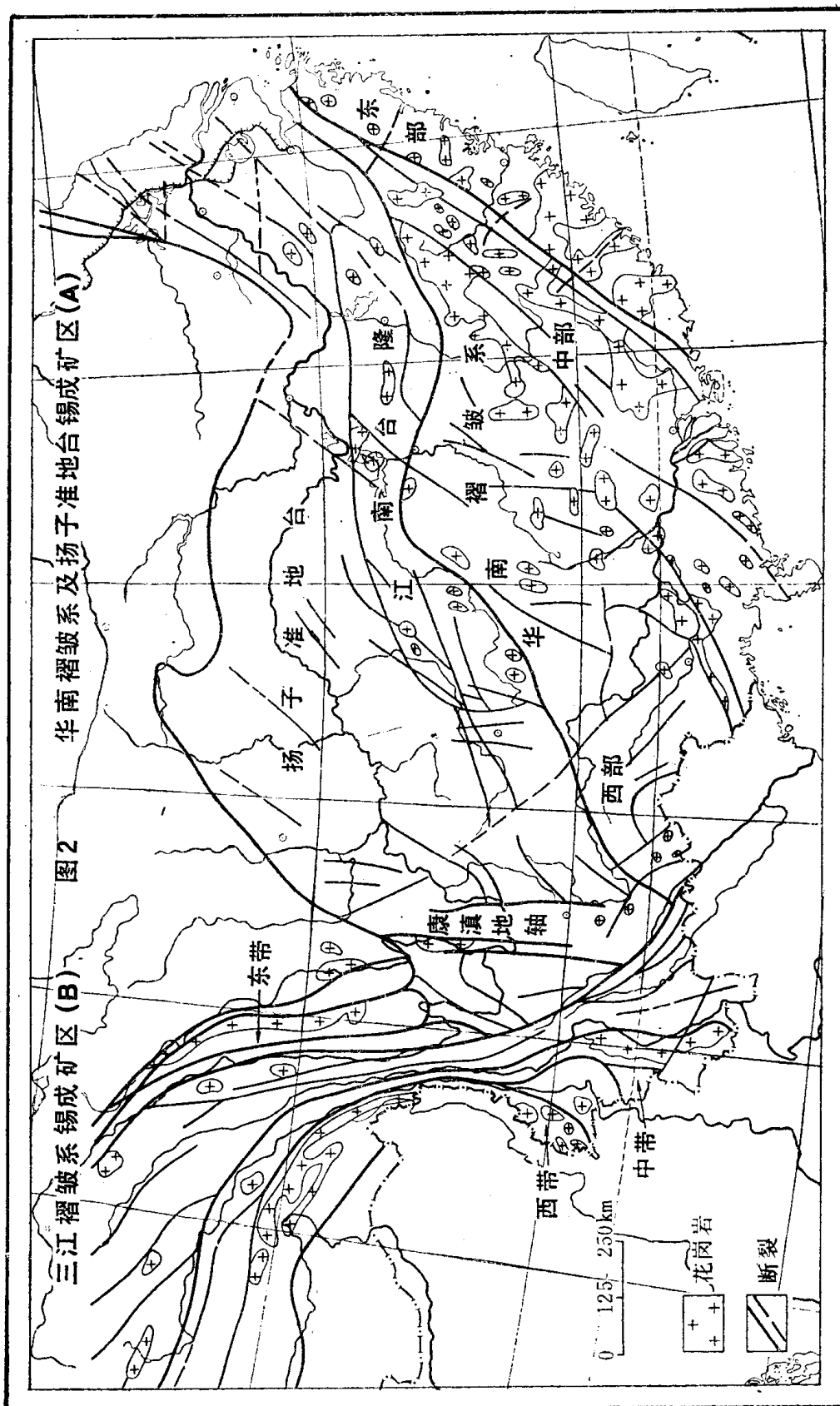


图 2 华南褶皱系及扬子准地台锡成矿区(A)、三江褶皱系成矿区(B)

南岭为一晚加里东地槽褶皱带^[2]，盖层为上古生代及中生代地层。东部浙、闽、粤沿海为中生代火山岩带。强烈的燕山构造-岩浆活动和成矿作用，形成了西太平洋金属成矿带。本区是我国最主要的锡矿成矿区，也是当前锡矿的主要产区。按区域成矿地质条件分为西、中、东三部分（图1）。

西部：位于云南东南部及广西西部的右江褶皱带。晚加里东运动本区转化为陆台，但活动性较大，发育成一大型拗陷，沉积了巨厚的泥盆纪至三叠纪地层，晚三叠世印支运动开始又进入活动发展阶段。本区花岗岩分布面积不广，有的隐伏于盖层之下。与锡矿成矿作用有关的花岗岩时代，根据同位素年龄可划分为加里东期，华力西-印支期及燕山期^[4]，其中以燕山期花岗岩成矿作用最为重要。中国锡矿已探明的储量主要集中在这个地区。著名的个旧锡矿和大厂锡矿即位于此区。

个旧锡矿^[5]位于南岭纬向构造带的西南端，西南为三江褶皱系哀牢山隆起，西北为康滇地轴，东南为越北地块。区内沉积地层深厚，出露地层以三叠系碳酸盐岩为主。印支运动本区上升隆起，伴有基性岩浆活动。燕山运动产生强烈褶皱，并有大规模酸性及偏碱性花岗岩浆侵入，形成锡多金属矿床。与锡矿有关的花岗岩有似斑状黑云母花岗岩及等粒状花岗岩，时代属燕山晚期。矿床以锡石硫化物矽卡岩型为主，主要产于岩体与三叠纪灰岩接触带。金属以锡、铜、铅、锌、钨为主。伴生有钼、铋、铍、铟、银、砷、硫、萤石等。接触带之上有层间整合矿体及脉状网脉状不整合矿体，多已氧化为氧化矿石。此外还有锡石电气石细脉带及锡石云英岩等类型矿床。

大厂锡矿位于江南台隆西南方向的上古生代断陷盆地中。成矿作用与受北北西向大断裂控制的隐伏燕山晚期黑云母花岗岩岩株有关。花岗岩侵入于具有生物礁的泥盆纪碳酸盐岩地层中。矿体主要产于外接触带，有大脉矿体、细脉带矿体及细脉浸染（网脉浸染）似层状矿体等。矿石矿物种类复杂。金属矿物有锡石、铁闪锌矿、脆硫锑铅矿、方铅矿、磁硫铁矿、白钨矿、毒砂、黄铁矿、黄铜矿、黝锡矿、辉锑锡铅矿、硫锑铅矿、白铁矿、胶黄铁矿、磁铁矿、辉锑矿；脉石矿物有石英、方解石、电气石、萤石、白云石、菱铁矿等；含有多重复杂硫盐矿物。

本区锡矿除锡石硫化物型外，还有很多其他类型，其中重要的有：产于花岗岩小岩株顶部伴生有铋、铌的锡矿；矽卡岩型锡矿；云英岩型锡矿；钨、锡石英脉型锡矿等^[6]。

中部：西起广西东部，向东以一大断裂与浙、闽、粤沿海火山岩带相接。本区基底为晚加里东地槽褶皱系，盖层主要为上古生界。晚三叠世开始，印支运动、燕山运动、喜马拉雅运动使本区演化为西太平洋大陆边缘活动带的一个重要组成部分。岩浆岩分布广泛，花岗岩时代有加里东期、华力西-印支期及燕山期。与成矿作用关系密切的花岗岩以燕山期为主。锡矿类型繁多，有锡石硫化物型、石英脉型（大脉或细脉带，多与钨矿共生）、云英岩型、矽卡岩型（矽卡岩锡钨矿床、矽卡岩锡铜矿床、矽卡岩含锡磁铁矿矿床）、伟晶岩型，还有花岗岩型伴生铋铌矿的锡矿，近年来还发现斑岩型锡矿。本区各类型锡矿常和多种有色金属、稀有金属（钨、铋、钼、铌、铌、铜、铅、锌等）共生、伴生。

东部：东南沿海锡矿带位于浙江、福建、广东沿海地区，为一中生代火山带，锡矿成矿作用主要和燕山晚期花岗岩有关。矿床类型有锡石硫化物型、石英脉型、云英岩型、矽卡岩型及斑岩型。

三、大兴安岭褶皱系和吉黑褶皱系 系锡矿成矿区 (图3)

本区位于中国北部天山-兴安纬向加里东华力西地槽褶皱区的东部。中生代的强烈构造岩浆活动使其演化为滨太平洋构造成矿域的组成部分。

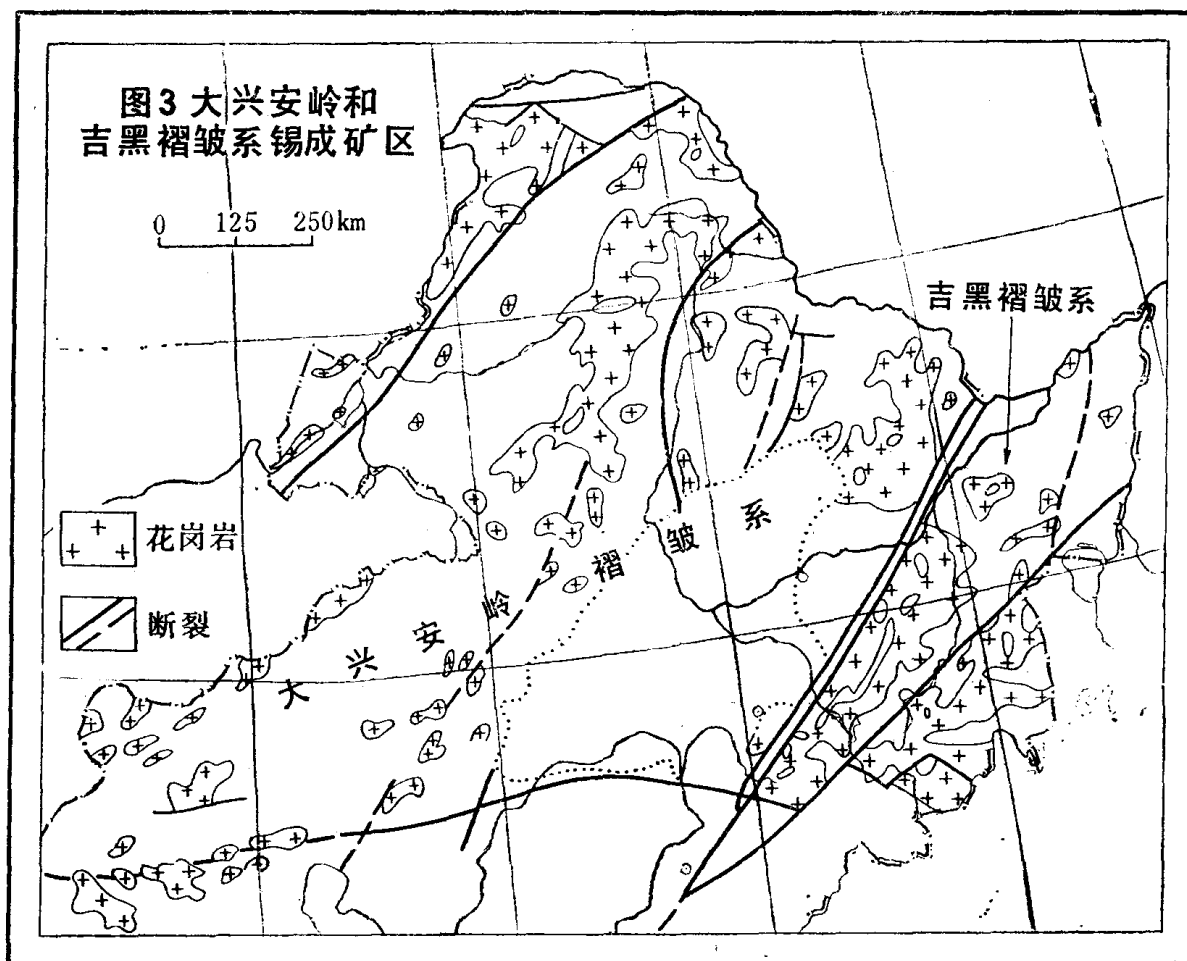


图3 大兴安岭和吉黑褶皱系锡成矿区

大兴安岭在构造上是位于北北东向构造与天山-兴安纬向构造带的复合部位。出露地层以二叠纪碎屑岩、碳酸盐岩及火山岩为主，其次为侏罗纪火山岩系。燕山期火山-侵入岩发育。花岗岩分属于华力西期及燕山期。锡矿成矿时代始于华力西晚期，而以燕山期为主。锡矿床类型主要为锡石铁矿矽卡岩型、锡石硫化物型，其次为云英岩型。在晚侏罗世火山岩中发现有锡的矿化。

吉黑褶皱系在一些铁、多金属矿中伴生有锡。矿床与侵入于上古生代地层中的华力西期花岗岩、花岗闪长岩有关。

四、三江褶皱系锡矿成矿区(图2(B))

本区是六十年代以来新发现的锡矿成矿区。主要分布于四川及云南的西部，向北西可

能延入青海、西藏境内，向南与东南亚锡矿带相连。根据四川省及云南省地质工作者近年来调查研究的结果，按区域成矿地质条件可以分为三带。

东带：南起云南西北部，沿金沙江东侧延至四川西部。位于松潘-甘孜印支褶皱系的最西部的金沙江深断裂带（白玉-得荣深断裂带）以东、甘孜-理塘深断裂带以西地带。出露地层以强烈褶皱的上三叠统火山岩系为主。有多期花岗岩浆侵入，形成复式花岗岩带。花岗岩时代为燕山-喜山期。以燕山晚期的岩体与锡矿关系更为密切。云南西北部的锡矿为锡钨多金属硫化物矿床。四川西部的锡矿以锡石多金属矽卡岩及锡石矽卡岩矿床为主。

中带：主要沿澜沧江西侧分布，属三江印支褶皱系的南段。此带范围东起澜沧江西岸，西界柯街断裂，南到南定河断裂。根据构造、岩浆岩的特征又可分为东、西两个亚带，两个亚带在北部收敛汇合。

东亚带大致分布于临沧花岗岩基西侧及其南北倾没端。临沧花岗岩基为印支期同造山期花岗岩。成矿作用与临沧花岗岩演化分异后期形成的花岗岩关系密切。围岩主要为上元古界澜沧群，北段部分为崇山群。具优地槽性质。矿床以锡石石英型为主。矿石矿物有锡石、石英、电气石（硫化物）组合和锡石、石英（云英岩）组合等类，以富含电气石为其特征。

西亚带地层主要为晚元古代变质岩系，南段为西盟群，北段为勐统群，为碎屑岩、碳酸盐岩建造，具冒地槽性质。印支-燕山早期二云母花岗岩侵入其中并形成锡矿。矿床亦以锡石石英型为主。矿石矿物组合主要是锡石、电气石、黄玉、石英（云英岩）及硫化物，并有含锡伟晶岩脉分布。

界于东、西亚带之间有一晚古生代断裂构造带。其中断续出现糜棱交代花岗岩。该类花岗岩据研究认为是原岩（火山岩、碎屑岩及碳酸盐岩）经糜棱化作用及硅碱质交代作用所形成，其中产有锡矿，为锡石石英型，富含电气石。

西带：分布于云南最西部腾冲、梁河一带。位于冈底斯-念青唐古拉晚燕山褶皱系的南端。出露地层主要为石炭二叠系碳酸盐岩及石炭系砂板岩。经近年工作，认为带内锡矿成矿作用与岩浆分异晚期含锂、氟的黑云母花岗岩、二云母花岗岩、碱长花岗岩关系密切。根据构造、岩浆岩的特征，分为三个亚带。

东亚带锡矿与燕山早期勐连花岗岩带北段高位重熔花岗岩小岩体有关。花岗岩体侵入于石炭二叠系碳酸盐岩及部分石炭系砂板岩中。地球化学异常为铜、铅、锌、锡元素组合，常伴生有高含量的银、砷。在外接触带碳酸盐岩中产有矽卡岩型含锡富银的铅锌（铜）矿及含锡磁铁矿，锡呈伴生组分存在。

中亚带锡矿产于燕山晚期古永花岗岩基及旁侧小岩株内外接触带内。围岩为石炭系砂板岩、含砾板岩。化探异常为锡、钨、钼、铜、铅元素组合。矿床有两类：一类为产于外接触带的云英岩化矽卡岩型矿床，往往有磁铁矿、白钨矿伴生，另一类为锡石云英岩脉。

西亚带锡矿与喜马拉雅早期槟榔江花岗岩带关系密切。岩体侵入于石炭系砂板岩或古生代变质地层中。化探异常为锡、钨、钼元素组合，常有铌、钽显示。矿床以锡石云英岩（黄玉）硫化物型为主，并出现有锡石黑钨矿石英（云英岩）脉型矿床。

西带有些富锡花岗岩体的风化壳，含锡品位达到或接近工业开采的要求。

五、扬子准地台锡矿成矿区(图2)

位于中国的中南部, 介于秦岭、南岭之间。准地台形成于晚元古代。构成准地台基底的元古代变质岩系出露于准地台的边缘地带。有自晚元古代到燕山期各时代的花岗岩浆侵入。本区有工业价值的锡矿分布于两个带, 即康滇地轴锡矿成矿带及江南台隆锡矿成矿带。

康滇地轴锡矿成矿带位于准地台的西部。主要出露有元古代变质岩系, 有多期的构造-岩浆活动。与锡矿成矿作用有关的黑云母花岗岩侵入于元古代变质岩系中, 属晋宁期—澄江期(1050—700Ma)。矿床以锡石硫化物矽卡岩型为主, 还有含锡磁铁矿矽卡岩型锡矿及钨锡石英脉型锡矿。

江南台隆锡矿成矿带为准地台东南边缘一个长期活动的隆起带, 出露有元古代变质岩系, 有晚元古代至燕山期多期花岗岩浆侵入。主要锡矿分布于广西北部及江西北部。广西北部晚元古代花岗岩有两期。第一期(四堡期)斜长花岗岩—花岗闪长岩(锆石等U-Pb法年龄值为1100Ma, Rb-Sr全岩法年龄值为 1063 ± 95 Ma, 空间上和基性-超基性岩类密切共生; 第二期(雪峰期)黑云母花岗岩(锆石等U-Pb法年龄值为760Ma, Rb-Sr全岩法年龄值为730Ma)。两期花岗岩均有锡的成矿作用。根据近年来获得的资料, 与锡的成矿作用有关的花岗岩主要属雪峰期。矿体主要产于花岗岩体外接触带基性-超基性岩中。矿床以锡石电气石石英硫化物型为主。江西北部台隆区与锡成矿有关的花岗岩属燕山期, 侵入于震旦系中, 形成锡石硫化物矽卡岩型矿床。

六、讨 论

中国锡矿的分布明显地受区域地质条件的制约, 重要工业锡矿床集中分布在少数成矿区、带内。这些成矿区、带基本上是和一定的地质构造单元相一致的。中国华南褶皱系锡矿成矿区以及大兴安岭褶皱系和吉黑褶皱系成矿区均位于滨太平洋构造域内。大兴安岭褶皱系和吉黑褶皱系锡矿成矿区与苏联远东锡矿成矿区相邻。三江褶皱系锡矿成矿区位于特提斯-喜马拉雅构造域, 向南与东南亚锡矿成矿区相接。中国大部分工业锡矿床和探明的锡矿储量集中在华南褶皱系锡矿成矿区。此区也是世界钨矿最集中的地区。右江褶皱带位于滨太平洋构造域和特提斯-喜马拉雅构造域的交接部位, 中国探明的半数以上的锡矿储量和个旧、大厂两个大型锡矿也在这个地区。在扬子地台的周边, 常出露有晚元古代花岗岩, 从区域地质调查资料看, 这类花岗岩大多含锡较高, 和扬子地台区锡矿的分布有密切关系。

中国锡矿成矿区有多旋回的构造岩浆活动, 含锡花岗岩及锡矿的形成具有多期性。地槽褶皱带锡矿成矿区常有不同时代的含锡花岗岩产出, 有的构成复合岩体。演化至晚期的花岗岩^[7], 含锡的丰度有明显增高的趋势, 形成重要的锡矿。中国锡矿成矿区地质构造的多旋回性, 形成多次的构造-岩浆活动, 这可能是中国含锡花岗岩和锡矿形成的重要条件。

对于形成锡矿富集区的区域性的地质条件, 世界上有过很多讨论。有的强调原始地壳和地幔锡的富集; 有的认为特定的岩浆形成和演化过程起到重要作用。这些认识主要是基