

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

中国的内生成矿与板块构造*

李春昱 王荃 刘雪亚

(中国地质科学院地质研究所)

一、引言

成矿规律研究的根本目的,在于指出有用矿产的空间分布和成矿时代,以便有目的地部署普查勘探工作,用较少的投资获取最大的找矿效果。建国三十年来,出露于地表或埋藏较浅的矿床多数已经发现并被开发利用。在这种情况下,为了满足我国社会主义现代化建设对各类矿产资源的需求,根据地质科学的最新进展,特别是近年来对构造-岩浆活动所揭示的某些新的规律,研究或探索我国各类矿床分布的特点,不仅具有重要的理论意义,而且具有一定的国民经济意义。从七十年代初期以来,各国矿床地质学家很重视应用板块构造理论于成矿规律方面的研究,近年已有若干专著和许多论文问世^[1],澳大利亚新南威尔士州还出版了二十五万分之一的分幅成矿规律图。我国的板块构造丰富多彩。本文试图以寒武纪以来的中国板块构造为基础^[2],联系某些有代表性的矿床的分布探讨其间的关系。

随板块边界类型的不同,它们都有一套专属的岩浆岩组合与之伴生。以蛇绿岩套为代表的拉斑玄武岩系列,形成于海底扩张的中心地带——大洋中脊;以安山质火山岩和石英闪长岩、花岗闪长岩为主的钙碱性岩浆岩系列,则形成于陆缘或岛弧区板块俯冲带上的火山前缘地带;以酸性或超酸性岩为代表的重熔酸性岩浆岩,主要形成于陆缘区硅铝质地壳增厚的地带,通常与同期板块俯冲带有一定的距离;板内岩浆岩组合包括辉长岩质层状侵入岩、溢流玄武岩、碱性岩及金伯利岩等,与裂谷带或深断裂有关。不同的板块边界和部位,形成不同的岩浆岩共生组合,而不同的岩浆岩组合又携带不同的矿产组合^[3,4]。这就是板块构造与内生成矿之间的实质性联系。

二、中国板块构造的基本轮廓

根据蛇绿岩带、深大断裂及变质带的分布情况,显生宙以来,中国及其邻区可划分为四个板块。中间是中国板块,包括其南北边缘地槽;北方是西伯利亚板块,包括其南部边缘的安加拉-蒙古地槽;西南是印度板块,包括其北部边缘的南特提斯地槽;东南方是太平洋板块。四个板块分别以克拉麦丽-索伦山、雅鲁藏布江-印度河及我国台湾省东部大纵谷等三条缝合线为其拼接界线。中国板块以塔里木-中朝地块为核心,横亘东西。它是由太古代、早元古代变质岩以及地台型沉积岩所组成的古老地盾或地台。扬子地块是一个以前震旦系为基底的准地台,自晚古生代以来,它是中国板块的一部分^[2]。

* 本文曾在 1980 年全国第二届矿床会议上宣读。

塔里木-中朝地块以北地区为内蒙古兴安岭地槽褶皱系,它在古生代是介于西伯利亚和塔里木-中朝二地块之间的海洋盆地。据古地磁资料,粗略估计其间宽度约在 4000 公里以上^[5]。位于大兴安岭西北侧的德尔布干深断裂,沿克鲁伦河西延至蒙古人民共和国中部,现已初步确定它是一条古生代早期的板块俯冲带^[6]。加里东运动后,西伯利亚古陆的南缘已达我国阿尔泰山脉南麓、大兴安岭北段及蒙古人民共和国南部。晚古生代分别沿北塔山北侧、贺根山至嫩江以及克拉麦丽-索伦山这两个巨大的弧形地带,依次发生两次板块俯冲。该沿线除断续残留古生代洋壳遗迹外,在我国内蒙古以及蒙古人民共和国的戈壁天山等地尚见有混杂堆积。根据板块的俯冲方向以及自北而南陆壳逐渐增生的趋势,可以认为我国阿尔泰和兴安岭,皆属西伯利亚地块的陆缘山系。而克拉麦丽至索伦山则是西伯利亚板块与中国板块的碰撞缝合线。天山、阴山以至图门一带在构造上与阿尔泰和兴安岭不同,它们均为塔里木-中朝地块的陆缘山系。按古地理分析,我国的南、北天山是两个古生代海洋盆地。根据地质情况及深断裂产状判断,晚古生代在天山曾存在两个极性相反的板块俯冲带,南北两侧的古洋壳皆消亡于中天山之下。北天山的南倾俯冲带向东经阴山北麓达吉林省东南部。阴山以北地区的下古生界、中石炭统和二叠系,含有蛇绿岩套,其形成时代从南到北依次变新。近年在内蒙古温都尔庙地区发现多处蓝闪石片岩和混杂堆积。

塔里木-中朝地块南缘是一个广阔的古生代海域,即秦祁昆地槽。北祁连为一优地槽,蛇绿岩套相当发育;中祁连是一个由前寒武系构成的中间地块;南祁连和拉脊山也是地槽沉积带,并有蛇绿岩套出露^[7]。祁连山地槽向东经宝鸡延入秦岭。从甘肃经陕西至河南信阳,有许多基性、超基性岩体,构成断断续续的蛇绿岩带。在信阳附近的变质岩中有 3T 型多硅白云母及 C 类榴辉岩,代表一高压变质带^[8]。沿塔里木南缘的西昆仑向东经阿尔金山至柴达木北缘和南缘山脉,是一古生代优地槽带。东北起自河西走廊,西南至昆仑山,在古生代依次发生多次海洋板块的向北俯冲,致使中国板块不断向西南增生。古生代之后,祁连山、北秦岭和柴达木的南北均已褶皱成山,而它们的南部则仍受到海侵,构成新的地槽。西部有一枝向西北延伸到青海南山。中三叠世后,地槽中沉积的地层发生褶皱,并向北俯冲于祁连山之下。在俯冲带的西段,混杂堆积非常发育,外来岩块大者可达 1 公里以上。其东段在陕豫交界一带见有蓝闪石,代表一高压低温变质带。布尔汉布达南麓的俯冲带在三叠纪时继续活动,该沿线的三叠系板岩中常有巨大的二叠系灰岩岩块,或在上二叠统中出现含化石的下二叠统岩块,我们认为这是一个混杂堆积带。

中生代初期,中国板块南缘已达可可西里山脉、金沙江至云南哀牢山一线。该沿线以南为特提斯海域。由三叠纪至新生代初期,自北而南相继发生三次向北的板块消减作用。可可西里-金沙江俯冲带呈向东北凸出的弧型分布,向东南可延伸至哀牢山西南侧。沿金沙江及其上游通天河有一系列小的基性、超基性岩体,并有混杂堆积。据报道,在云南中甸下桥头附近,发现蓝闪石片岩带。

藏北-滇西板块俯冲带西起阿里地区的日土,经丁青并沿怒江达滇西。许多基性、超基性岩体沿此断续分布。最近在安多南彭措附近发现典型的蛇绿岩套。雅鲁藏布江-印度河板块缝合线是划分印度板块和中国板块的分界。喜马拉雅山脉不是真正的地槽褶皱带,而是冈瓦纳大陆的一部分。喜马拉雅北缘是中生代早期就开始的南特提斯地槽。由白垩

纪至始新世,特提斯洋壳在欧亚板块南缘强烈消减,最终导致印度板块与后者碰撞。沿雅鲁藏布江出露有典型的蛇绿岩套及混杂岩带。由萨噶至朗县的冈底斯山脉南侧,有巨大的中酸性岩浆岩带,其同位素年龄老的为120—70百万年,新的一般为52—8.6百万年¹⁾。

扬子地块东南为早古生代地槽带,震旦系和下古生界在早古生代末强烈褶皱,并轻微变质,变质年龄一般为361—401百万年。该带的东南缘,自浙江丽水至广东海丰附近有一弧型深断裂。沿深断裂零星出露变质中基性火山岩、似层状基性、超基性岩、碧玉岩等,可能是早古生代板块消减带的所在。浙东至粤东沿海地区,据近年调查,发现一晚古生代—中生代褶皱带。闽东由长乐至诏安有一规模较大的深断裂,福清龙高半岛、浦田和惠安沿海、泉州等地并有基性、超基性岩体出露²⁾。我们认为这可能是一条燕山期的板块俯冲带。

黑龙江和吉林二省东部,那坦哈达岭至图门一带为一晚古生代和早中生代海洋盆地,中生代中期沿乌苏里一线,海洋盆地向北西西俯冲,形成我国东北很宽阔的中生代钙碱性岩浆岩带。

台湾省东部大纵谷是我国东南部的板块缝合线,其东为菲律宾海板块,其西属古中国板块。纵谷呈北北东向,西侧的中央山脉由上古生界至中生界变质岩构成,其中含蓝闪石片岩;东侧的海岸山脉以未变质的上第三系为主,其中的利吉层为标准的混杂堆积。据近年研究,中生代末海洋地壳曾向西俯冲于中央山脉之下。随着两板块之间古海沟的闭合,在新生代中央山脉和海岸山脉沿大纵谷碰撞。现代,这个碰撞带具有转换断层的属性,东侧向北推移。上新世以来,沿马尼拉海沟至台湾省屏东一线,产生一东倾消减带,迄今仍在活动。

中国板块内部已知有川滇和郯-庐两个深断裂系。川滇深断裂系分布于扬子地块的西南,呈南北向延伸全长约720公里,宽约160公里。自早古生代后期至石炭纪,该断裂带曾长期隆起,并有一系列铁质基性、超基性岩体产生。在米易和会理一带尚见碱性岩,同位素年龄为251和263百万年³⁾。郯-庐断裂呈北东向分布于中朝地块东部,全长约1600公里。从板块构造观点看,郯-庐断裂最初可能是一个转换断层,在古生代以至中生代初期,当秦岭地槽褶皱俯冲时,东段向北错断。据近年研究³⁾,至白垩纪中期,引张作用占主导地位。沿深断裂带及其附近,见有燕山期碱性及偏碱性侵入体,在白垩系中尚含有粗面岩。

三、中国内生矿床的共生组合

对内生矿床由于研究的侧重方面不同,存在各种各样的分类方法。为了阐述我国各类内生矿床的分布及其与板块构造的关系,本文将内生矿床,按与其有关的岩浆岩划分为四大矿产组合:

(一) 与蛇绿岩套有关的矿床组合

蛇绿岩套是一组特定的地层系列或岩石组合。据Hopson的研究,完整的蛇绿岩套剖面自下而上应包括:方辉橄榄岩或方辉橄榄岩质构造岩;纯橄榄岩;异剥橄榄岩;条带

1) 本文引用的同位素年龄,均系钾-氩法测定结果。

2) 丁祥焕等:福建长乐-诏安断裂带断裂活动的初步研究。

3) 徐嘉炜,1978,试论郯-庐断裂带的平移及其地质与找矿意义。

状辉长岩和苦橄岩等构成的层状体,向上逐渐过渡为均质的,即不具层状构造的辉长岩;基性岩墙群;再上则为基性枕状熔岩、放射虫硅质岩等,整个厚度可由数千米至万余米不等^[10]。蛇绿岩套之上往往出现巨厚的复理石沉积;其下通常紧邻巨大的冲断层。这套岩石组合,除广泛见于阿尔卑斯—喜马拉雅北麓、日本和美洲西缘的环太平洋等山脉以及我国各主要造山带外,近十余年的海洋调查证实大西洋、印度洋和太平洋的大洋中脊,存在与蛇绿岩套完全类似的岩石组合^[11]。

与蛇绿岩套有关的内生矿床主要有岩浆型的铬铁矿床、海底喷发玄武岩中的脉状铜矿床、与细碧—角斑岩有关的黄铁矿型铜矿床等^[12]。伴生的有益组分分别有铂族元素、钴、镍、金、银、锌等。与蛇绿岩套的次生变化有关的尚有硅酸盐镍矿床及石棉、滑石、菱镁矿等非金属矿床。过去通常认为这类矿床多形成于造山运动初期,或者是造山运动同时,与超基性、基性至中—酸性的岩浆活动有关。自从板块构造理论提出后,矿床学的研究表明,这类矿床组合主要形成于大洋中脊,即生长板块边缘 (accreting plate margins)。铬的成矿和超基性岩的成岩大致是同时发生的。现今,我们在造山带中所见到的含铬的阿尔卑斯型超基性岩,实际是古洋壳和地幔顶部的残留物。近年的海洋地质研究证实,地处生长板块边缘的现代海床,如太平洋中脊和红海均有富含各类金属组分的高温卤水和沉积物^[13]。Moore 等在洋壳的层 2 中发现,含铜 10% 的硫化物呈杏仁状充填于玄武岩气孔中,或呈结核状产于枕状熔岩里^[14]。这些事实可作为一种迹象表示,现今产于造山带中细碧岩或拉斑玄武岩里的含铜硫化物矿床,并非是与附近的花岗岩有什么成因上联系的中温热液矿床。过去,我们习惯于做这样的联系,实际上是缺乏足够依据的。成矿物质的地球化学性质以及硫同位素的组成均表明,这类矿床组合的矿源主要来自上地幔 (图 1)。与蛇绿岩套有关的矿床组合,虽多形成于大洋中脊,但在大陆内部这类矿床却作为古洋壳的残留体出现于优地槽褶皱带,古板块俯冲带附近。因此,我国各古板块俯冲带及其附近应是这类矿产组合的远景区。

岩浆岩系列: 拉斑玄武岩, 蛇绿岩套
矿产组合: Cr, Ni, Fe, Cu

钙碱性岩浆岩
Fe, Cu, Au, Pb, Zn

重熔酸性岩浆岩 碱性、弱碱性岩浆岩
W, Sn, 稀有金属 Cr, Cu, Ni, V, Ti, 稀有金属
金刚石

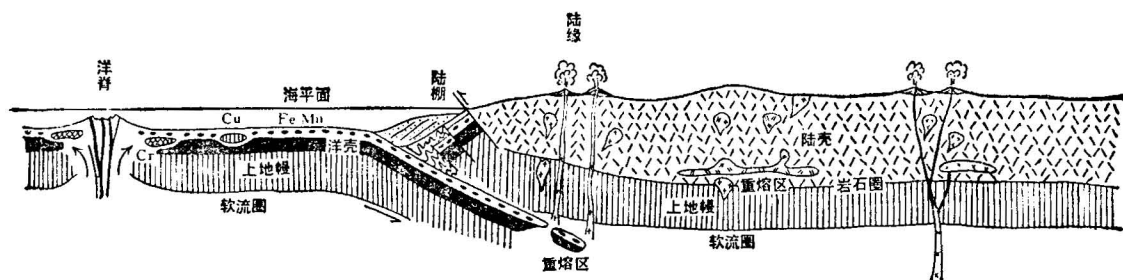


图 1 岩浆岩系列、内生矿床组合同板块构造关系示意图

(二) 与钙碱性中—酸性岩浆岩有关的矿床组合

钙碱性岩浆岩是指形成于岛弧或陆缘区的正常系列岩浆岩,它既包括闪长岩、花岗闪

长岩和少量辉长岩等深成岩体, 又包括玄武岩、安山岩、英安岩和流纹岩等喷发岩。中—新生代的这类岩石, 广泛发育于我国东部的环太平洋造山带以及西南的特提斯带中。现代, 钙碱性火山活动多发生于板块俯冲带上盘的火山前缘, 它大体与深海沟平行, 相距数十至数百公里不等。在火山前缘火山作用的突然出现, 似乎表明下降板块在该处开始熔融(图 1)。地震研究表明, 俯冲带上现代岩浆源的深度一般为 50—100 公里^[5]。闪长岩和花岗闪长岩岩基和岩株不仅在空间上常与这套喷出岩共生, 而且在化学成分上也显示其间具有一定的亲缘关系。

与钙碱性岩浆岩有关的矿产有矽卡岩型铁、铜矿床; 斑岩型铜、钼矿床和铜、金矿床以及一部分多金属矿床等。矽卡岩型铁矿床主要赋存于我国东部的环太平洋成矿带中, 伴生有钴、铜、铅、锌、钼等等, 这是我国最重要的富铁矿类型。我国的环太平洋成矿带, 除铁矿床外尚有矽卡岩型和斑岩型铜矿床以及一些多金属矿床。Sillitoe 总结了南美洲安第斯山脉铜、铁矿床的分布, 认为这类矿床组合皆形成于收敛板块边缘 (Convergent plate margins), 而且自西而东依次产生铁、铜—(金—钼)、铜—铅—锌—银等不同的成矿带^[16]。若将我国与钙碱性岩浆岩有关的矿床组合的地理分布同古板块俯冲带加以对照, 不难发现其间的关系是相当明显的。这些矿产地皆位于同期板块俯冲带的上盘, 这同 Sillitoe 对安第斯的研究基本一致。

据宁奇生等研究^[17], 我国一些斑岩型和矽卡岩型铜矿床中硫同位素的组成分析, 都接近零值, 变化范围很小, 这种情况与陨石硫的同位素组成接近。虽然与这些矿床直接有关的是钙碱性中—酸性岩浆岩, 但成矿物质及硫源均主要来自上地幔。矽卡岩型铁矿床具有典型的混合硫源, 来自上地幔的成矿物质和均一硫都受到地壳或围岩的混染^[1, 2]。矿源及硫同位素组成的研究, 同图 1 所示的由俯冲下降板块的重熔而产生钙碱性岩浆及有关矿产的成矿模式, 是完全一致的。

(三) 与重熔酸性岩浆岩有关的矿床组合

一般的岩石学家并不把酸性岩浆岩做为—独立的共生组合, 而把它视为钙碱性岩浆岩的一个端元部分。我们所以把这一类岩浆岩及其有关矿床组合单独划分出来, 主要是考虑其空间分布、岩相特点以及矿产组合等, 皆与上述钙碱性岩浆岩有关的矿床组合存在明显的差异, 而且成矿的物质来源又迥然不同。我们这里所称的重熔酸性岩浆岩, 是指岩石中 SiO_2 和 K_2O 皆偏高, 而 CaO 、 Na_2O 明显偏低的二长花岗岩、花岗岩和钾长花岗岩以及它们的浅成相而言, 其形成通常晚于同构造期的花岗闪长岩、斜长花岗岩或石英闪长岩等钙碱性岩石。同构造期的钙碱性岩体主要受褶皱构造控制; 而构造晚期的重熔酸性岩体则多受断裂构造控制。我们的这种划分, 与 A. J. R. White 和 B. W. Chappell 等对澳大利亚东南部以及石原舜三对日本花岗岩类的划分大体一致, 前者相当于他们的 I 型花岗岩或磁铁矿系花岗岩; 后者则与他们的 S 型花岗岩或钛铁矿系花岗岩相当^[18-20]。

与重熔酸性岩浆岩有关的矿产有锡石硫化物矿床, 矽卡岩型白钨矿床, 脉状钨、锡矿床, 一部分多金属矿床; 与伟晶岩有关的稀有金属和非金属矿床等等。据 Vinogradov 的研

1) 丁悌平, 1980, 金属硫化物矿床的硫同位素研究。

2) 刘裕庆, 1980, 我国主要类型铁矿床的硫同位素特征。

究,这些元素的丰度值皆以酸性岩最高,而基性、超基性岩则很低,这说明它们大量地集中于地壳的硅铝层中,后者是这类矿床成矿物质的最大可能来源^[1]。寒武纪以来,我国的钨、锡及伟晶岩型稀有金属矿床,主要分布于阿尔泰、中天山、中祁连、内蒙古大青山以及华南的赣、粤、桂、滇等省区。皆产于古板块俯冲带的上盘,硅铝质地壳增厚的地带,在空间上常与中—低压变质带一致。我国华南是不同时代花岗岩类广泛出露的地区,据徐克勤等研究,造山晚期和造山期后花岗岩常富含钨、锡、铍、铌、钽、钍、铷、铯等组分。燕山期花岗岩同一般酸性岩相比,钨含量高出 5 倍;锡高出 8 倍以上;铍、铌和钽均高出 1—2 倍。他们还证实,华南的震旦系—古生界或寒武系和泥盆系中钨、锡和稀有金属含量明显偏高¹⁾。这些矿源层的存在,为形成与重熔酸性岩浆岩有关的矿产,提供了物质基础。

(四) 与板块内碱性或偏碱性岩浆岩有关的矿床组合

本文所指的碱性或偏碱性岩浆岩,包括发育于构造上比较稳定的板块内部,通常与断裂构造有关的辉长岩质层状侵入体、辉绿岩墙、金伯利岩、碳酸岩、碱性岩以及有关的喷出岩——溢流玄武岩和粗面岩等。

层状辉长岩体的最显著特点是因成分的变异而形成条带状构造。岩体底部多为辉石岩和橄榄岩;中部为辉长岩或苏长岩;上部随长石含量的增多而变为斜长岩或过渡为闪长岩;总厚由数千米至 1 万米。与其有关的钒钛磁铁矿和铜镍硫化物矿床,多赋存于岩体中下部的暗色岩相带中。就世界上钒钛磁铁矿的分布来看,它们多形成于稳定地块与活动地带的边缘,而偏于稳定地块一侧,受深断裂带的严格控制。我国的此类矿床主要见于中朝地块北缘和西南缘以及扬子地块西南的川滇一带。后者产于同位素年龄为 334—356 百万年的华力西早期铁质基性、超基性岩体的下部,沿南北向的古生代深断裂带分布。共生的有用组分除铁、钛、钒或铜、镍外,尚有钴、铬、铂、锰、钨、金等,有的还伴生铌、钽、锆、铀及稀土元素。我国钒钛磁铁矿矿床和铜镍硫化物矿床的硫同位素组成, δS^{34} 平均值多在 -2—3.6‰ 之间,其成矿物质及硫源主要来自地幔。

金伯利岩多呈岩管或岩筒,产于非造山环境的大陆内部,常与碳酸岩、碱性岩等共生,均明显的受深断裂,特别是裂谷带控制。金伯利岩与一般的超基性岩相比,多富含 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 MnO 、 CaO 、 K_2O 、 P_2O_5 、 H_2O 和 CO_2 ,而贫 SiO_2 和 MgO ,在微量元素含量上,既富酸性岩特有的钡、镭、锂、铅、铷、铯、钍、铀和锆,又富基性、超基性岩特有的铬、钴、镍、铜等组分。不少人依据这种情况,认为金伯利岩在其形成过程中似乎经历了混杂的作用。我国的金伯利岩和碱性岩及其有关矿产,主要见于山东、辽宁、山西、河南和贵州等省,皆与深断裂有关。

关于碱性或偏碱性岩的分布及其有关矿产的成因问题,近年提出的热点理论给我们提供了很大的启示。热点是指由地幔上升的热柱达于地表的火山活动中心。它们的活动既可发生在生长板块的大洋中脊,也可以在板块内部的深断裂或裂谷带附近。热点的喷出物以富碱质为特点^[15]。所以,我们今天在大陆地块内部所见到的该类岩浆岩共生组合及其有关矿床,实际上是地质时期中古热点活动的产物。这样,我们就可以应用现代热点

1) 徐克勤等, 1980, 华南花岗岩类与成矿关系。

研究中所揭示的某些规律性, 来研究古热点及其有关矿产。这对扩大金刚石和某些稀有金属的远景, 显然具有重要意义。

四、区域成矿与板块构造

根据前述我国板块构造的主要特点以及各类矿产的地理分布, 我国可分为四个一级成矿域: 即中国中部成矿域, 包括中朝地块及其南北边缘地槽区; 北方克拉麦丽-索伦山缝合线以北的成矿域; 东部的环太平洋成矿域以及西南的特提斯成矿域^[22-24]。按前述中国大陆地壳演化的板块构造模式, 秦祁昆地槽是中朝-塔里木地块南缘的古海洋盆地, 元古代、古生代和中生代均发生过海洋板块向北的俯冲消减作用, 山西和河南的一些铜、钼矿床皆位于古俯冲带以北, 并呈带状分布。西起天山东至大小兴安岭及长白山北段的广阔地域, 在晚古生代前是介于塔里木-中朝和西伯利亚两地块之间的海洋盆地。当时存在两个古陆缘带, 北带位于阿尔泰、东准噶尔至贺根山以及大、小兴安岭一线, 南带在天山、北山、阴山北麓至图门一带。北带发现有多宝山式斑岩铜矿; 南带则见有白乃庙式铜矿。中生代以来, 我国西南的古陆缘带, 自昆仑山起逐渐向冈底斯一线发展。随着不同时代钙碱性中-酸性岩浆岩的发育, 形成一系列有关矿床, 如玉龙式斑岩铜矿。实际上, 这是全球规模的特提斯成矿带的一部分, 它从阿富汗和巴基斯坦进入我国青藏地区, 并从我国云南延入东南亚。我国东部属西太平洋的古陆缘带, 在燕山期形成了大量的铁、铜、金、钼等矿床。我国的台湾省是西太平洋岛弧的组成部分, 第三纪奇美式铜矿的成矿母岩是闪长岩, 含金较高。

在上述四个一级成矿域的内部, 依据各类矿床组合的空间分布, 我们发现这些矿床组合的产出也不是孤立的。我国东南沿长乐-诏安深断裂出露一系列基性、超基性岩体, 并

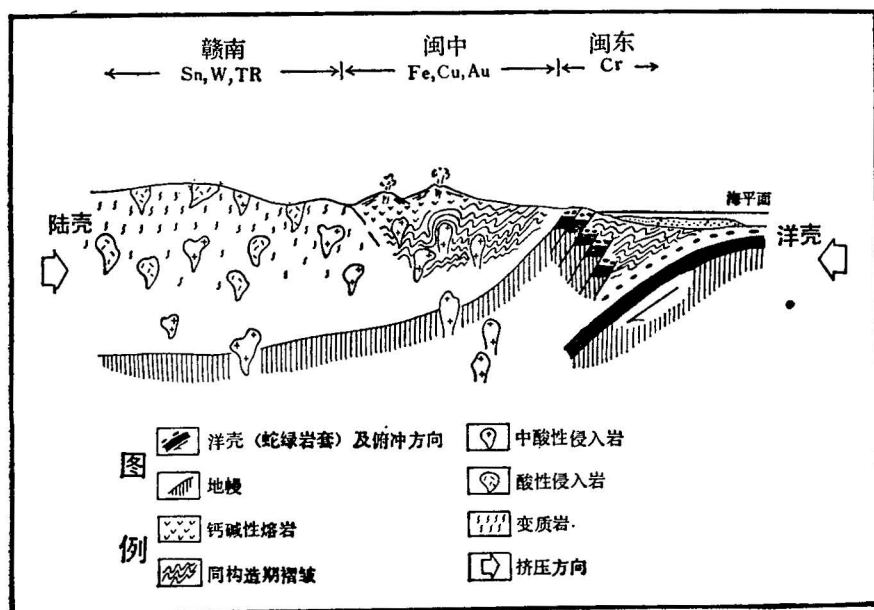


图 2 华南中生代晚期内生成矿与板块构造关系示意图

含有铬铁矿。深断裂以西 40—150 公里范围内的福建省中部,有与中酸性岩浆岩有关的铁、铜矿床。闽西、赣南和湘东是我国著名的钨、锡和稀有金属成矿区,它与长乐-诏安深断裂的水平距离为 150—600 公里(图 2)。由于离古俯冲带远近之不同,依次出现不同组合矿床的规律性,还见于我国其它地区。沿东准噶尔的阿尔曼太山南侧,出露有与古生代蛇绿岩套有关的铬矿床,其北有斑岩铜矿,至阿尔泰则是我国著名的稀有金属成矿带。内蒙古、东秦岭以及滇东南等地均具有类似的特点。

五、结 语

通过上述分析和讨论,我们看到中国内生矿床的形成和分布同板块构造密切相关。我国的铬铁矿产地绝大部分分布在优地槽区,古板块俯冲带附近的蛇绿岩中。所以,今后此类矿产的普查找矿工作,应尽量部署在地质时期的板块俯冲带上。以矽卡岩型铁、铜矿床和斑岩型铜矿床(含钼或金)为代表的第二类矿床组合,主要产于古陆缘板块俯冲带之上的钙碱性中—酸性岩浆岩发育地区。应该指出,由于海洋板块的多次消减,常依次形成一系列互相叠加的古陆缘带。与古陆缘带有关的内生成矿作用也相应的出现相互叠加的现象,如在古陆块或印支期的陆缘带,叠加了燕山期的成矿作用,或者在燕山期的陆缘带又叠加了新生代的成矿作用,玉龙铜矿即是一例。以钨锡和稀有金属为代表的与重熔酸性岩浆岩有关的矿床组合,多与其同期的俯冲带保持一定的距离,产于陆缘带后方的隆起区。与辉长岩质层状侵入岩、金伯利岩、碳酸岩和碱性岩有关的第四类矿产组合,多产于板块内部或稳定地块边缘,受深大断裂或裂谷带控制。从已知矿产地的空间分布及其与板块构造的关系出发,根据从大地构造研究而提出的中国板块构造的基本轮廓^[2],我们认为我国各类内生矿产资源的远景,是相当可观的。我国大地构造的一个重要特点是板块消减带和古陆缘带,数量多而且延长远,在地台内部业已发现有深断裂带或裂谷带。这表明,我国内生成矿的条件非常优越。虽然我们已经找到了一些矿产地,但根据新的理论,不断深入研究,我们将会找到新的矿床和扩大旧的矿床。

过去一个时期,我们根据传统的大地构造观点和毕利宾(Билибин)的成矿理论,研究中国的成矿规律,取得了一定的成绩^[25]。但也应该看到,近十余年来地球科学取得了重大进展。如果我们仍然停留在原来水平上,显然满足不了今后地质工作的需要。因此,在板块构造理论已经为各国地质学家广泛接受的情况下,我们认为,应用板块构造的观点及其与各类岩浆活动的关系,来研究我国的内生成矿规律,似乎更为合适。本文所阐述的各种规律是否正确,应在今后的科学实践中加以验证。

参 考 文 献

- [1] Strong, D. F., 1976, Metallogeny and Plate tectonics. The Geological Association of Canada.. Special paper No. 14.
- [2] 李春昱, 1980, 中国板块构造的轮廓. 中国地质科学院院报, 第 2 卷, 第 1 号.
- [3] Gilluly, J., 1971, Plate tectonics and magmatic evolution. Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 82.
- [4] Miyashiro, A., 1972, Metamorphism and related magmatism in plate tectonics. Am. J. Sci., Vol. 272.
- [5] McElhinny, M W., 1973, Palaeomagnetic results from Eurasia, Implications of Continental Drift to the Earth Sciences, Vol. 1, Academic Press, London.

- [6] Яншин, А. Л., 1974, Тектоника Монгольской Народной Республики. М., «Наука».
- [7] 李春昱等, 1978, 秦岭及祁连山构造发展史. 《国际交流论文集》(1) 区域地质, 地质力学, 地质出版社.
- [8] 叶大年等, 1979, 河南信阳变质的 3T 型多硅白云母和 C 类榴辉岩. 科学通报, 24 卷 5 期.
- [9] 从柏林等, 1973, 西昌地区岩浆活动特征及其与构造地质的关系. 地质科学, 第 3 期.
- [10] Hopson, C. A. and Pallister, J. S., 1979, Samail ophiolite magma chamber. International Ophiolite Symposium, Nicosia, Cyprus.
- [11] Mitchell, A. H. and Reading, H. S., 1969, Continental margins, geosynclines, and ocean floor spreading. J. Geol., Vol. 77.
- [12] Coleman, R. C., 1977, Ophiolites. Ancient oceanic lithosphere! Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- [13] Bowen, R. and Gunatilaka, A., 1977, Copper: its geology and economics. Applied Science Publishers LTD. London.
- [14] Moore, J. G. and Calk, L., 1971, Sulfide spherules in vesicles of dredged pillow basalt. Amer. Min., Vol. 56.
- [15] Condie, K. C., 1976, Plate tectonics and crustal evolution. Pergamon Press, INC, New York.
- [16] Sillitoe, R. H., 1972, A plate tectonic model for the origin of porphyry copper deposits. Econ. Geol., Vol. 67.
- [17] 宁奇生等, 1979, 中国斑岩铜(钼)矿的主要特征及分布规律. 地质论评, 25 卷 2 期.
- [18] White, A. J. R. et al., 1977, Granitoid types and mineralization with special reference to Tin. "Plutonism in Relation to Volcanism and Metamorphism". I. G. C. P. Project.
- [19] Hine, R. et al., 1978, Contrasts between I- and S-type granitoids of the Kosciusko batholith. Journal of the Geological Society of Australia.
- [20] Shunso Ishihara, 1977, The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. "Mining Geology", Vol. 27.
- [21] Vinogradov, A. P., 1962, Average contents of chemical elements in the principal types of igneous rocks of the Earth's crust. Geochem., Vol. 7.
- [22] 黄汲清, 1945, 中国主要地质构造单位. 中央地质调查所, 地质专报, 甲种第 20 号.
- [23] 黄汲清等, 1977, 中国大地构造基本轮廓. 地质学报, 第 2 期.
- [24] 郭文魁等, 1978, 我国主要类型铜矿成矿和分布的某些问题. 地质学报, 第 3 期.
- [25] Билибин, Ю. А., 1955, Металлогенетические провинции и Металлогенетические зоны. М., Госгеолтехиздат.

THE METALLOGENY AND PLATE-TECTONICS OF CHINA

Li Chunyu Wang Quan Liu Xueya

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences)

Abstract

Since Phanerozoic times, four Palaeo-plates exist in China and her adjacent regions. The China plate is in the middle, the Siberian plate, including the Siberian massif and Angara-Mongolian Geosyncline along its southern margin, lies to the north, the Indian plate including the southern Tethyan Geosyncline lies to the southwest, while the Pacific plate is situated to the southeast. When they meet together, three sutures are created among them, i. e., the Kelameili-Solon suture, the Yaluzangbu-Indus suture and the Longitudinal valley suture of Taiwan. Besides the above mentioned sutures along the said four plate margins, investigations in recent years have revealed 11 main subduction zones coming into existence from Palaeozoic to Cenozoic times. They are situated in the following orogenic belts respectively: the Aertai, Qilianshan,

Qinling, Beitashan-Hegenshan, Tianshan, Yinshan-Tumen, Kunlunshan, Nadezhda, Kekexili, North Tibet-West Yunnan. This is the basic framework of plate tectonics of China.

Basing on the relevant tectonic and rock associations, the endogenic ore deposits of China are tentatively classified into four associations:

(1) Ore deposits in ophiolites, including chromite, nickel, platinum, asbestos and copper-bearing massive sulfide deposits, formed at the accreting plate margins near the spreading centers, are emplaced later as oceanic crustal slabs and upper mantle-fragments within the orogenic belts.

(2) Ore deposits related to calc-alkali magmatic rocks, including iron, copper of contact metasomatic genesis, porphyry copper deposit containing Au, Mo and some Pb, Zn ores, are found in the overriding plates of the subduction zones along convergent plate margins.

(3) Tungsten, tin deposits and some pegmatitic deposits containing rare metals belong to the association related to anatectic acid magmatic rocks. They are always formed in the higher part of the crust. It is suggested that the uplifting of host acid magmatic rocks is due to the thickening of the sial layer, at the back continental margins which coincide with intermediate-low P/T metamorphic belts.

(4) The association in alkaline or meta-alkaline rocks includes vanadium-titaniferous magnetite, copper-nickel sulphide, rare metals and diamond. Most of these deposits occur along the rifts or deep fractures.

On the basis of the relations between the endogenic mineralization and plate tectonic pattern of China, four metallogenic domains can be recognized in this country. The main features of these domains are briefly discussed separately.