

中国区域成矿若干问题探讨*

翟裕生 邓 军 彭润民

(中国地质大学, 北京)

提 要: 本文以区域大地构造演化和区域岩石圈组成为基础, 将中国大陆划分为 6 个成矿域: 天山-兴蒙成矿域、塔里木-华北成矿域、秦-祁-昆成矿域、扬子成矿域、华南成矿域、喜马拉雅-三江成矿域, 并描述了它们的基本特征。按照不同地质时代, 简述了中国大地构造演化与主要矿床形成过程, 并从中国所处大地构造背景和地质成矿演化历史出发, 探讨了中国区域成矿特色, 初步提出 8 点: ① 大陆边缘成矿显著; ② 发育叠加复合成矿作用; ③ 壳源花岗岩成矿规模巨大; ④ 浅成低温成矿系统发育; ⑤ 构造控矿成矿明显; ⑥ 金矿形成复杂多样; ⑦ 成矿的多期性和不均一性; ⑧ 大陆边缘中生代金属成矿高峰。以上述为基础, 提出了“复合大陆成矿体系”观点。

关键词: 成矿域 成矿演化 区域成矿特征 中国

当前矿床研究中备受关注的领域是区域成矿学研究, 其目的是阐明各类矿床的形成和分布规律, 为区域找矿和资源潜力评估提供科学依据。现就中国区域成矿的几个问题提出初步看法, 希望能通过研讨, 提高认识, 为进一步研究总结中国区域成矿特征提供参考和借鉴。

1 中国主要成矿域及其基本特征

成矿区域划分是一项综合性地质矿产基础研究, 有重要的理论和实际意义。国内外一般都以大地构造单元作为划分成矿区带的基础, 因为大地构造运动控制区域构造、沉积、岩浆、地热、流体、变质、风化等成矿基本因素, 因而从宏观地球动力背景上制约各类矿床的时空分布。我国的地史演变和大地构造比较复杂, 对成矿区域如何划分, 先后提出过不同的方案。

李春昱^[4]运用板块构造观点, 以不同板块间的缝合线作为一个构造域中心来划分大构造域和成矿域, 他共分出: 中国北方构造域、秦-祁-昆构造域、中国西南构造域、中国东南沿海构造域。这 4 个构造域构成了中国 4 大成矿域。郭文魁^[3]按我国的主要大地构造单元^[6]将中国划分为 3 大成矿域: 古亚洲成矿域、滨太平洋成矿域、特提斯-喜马拉雅成矿域。在滨太平洋成矿域中又划出外带和内带: 外带包括东北成矿省、华北成矿省和华南成矿省; 内

* 国土资源部重要基础研究项目 (9501107)、国家攀登预选项目 (95-预 25-3-3) 和中国地质大学“211”重点学科建设子项目“成矿系统、资源评价及 3S 技术”的联合资助

第一作者简介: 翟裕生, 男, 1930 年生, 教授, 主要从事金属矿床学和区域成矿学等方面的教学和科研工作。

邮政编码: 100083

1999-05-17 收稿, 1999-08-25 修改回

带包括台湾东部铜-汞成矿亚带。在成矿域、成矿省之下,根据构造-岩浆特征及矿产组合,进一步分出66个成矿区带。

裴荣富等^[5]按成矿地质背景将中国划分为4个构造成矿域:①前寒武纪构造成矿域;②古亚洲构造成矿域;③特提斯-喜马拉雅构造成矿域;④滨西太平洋构造成矿域。陈毓川等^[1]划分出5个成矿域,即在裴荣富划分方案的基础上,又增加了秦岭-祁连-昆仑成矿域。

以上这几个划分方案的差别主要在于是否将前寒武成矿域和滨西太平洋成矿域单独分出,不同方案各有所长,可供大家研究借鉴。作者认为,区域成矿作用主要受大地构造和岩石圈结构与组成的双重控制。区域岩石圈化学组成是成矿的物质基础,而大地构造运动则是驱使成岩成矿物质运移聚集的基本动力。随着当代地球科学对岩石圈、软流圈等深部作用过程的加深认识,将有可能以大地构造和岩石圈结构组成二者结合作为划分大成矿区域的主要依据。不同的成矿时代可以融合到各成矿区域中去,而不将它作为一级划分的重要条件。按此思路,本文试将中国大陆部分划分为6个成矿域,即:Ⅰ.天山-兴蒙成矿域;Ⅱ.塔里木-华北成矿域;Ⅲ.秦-祁-昆成矿域;Ⅳ.扬子成矿域;Ⅴ.华南成矿域;Ⅵ.喜马拉雅-三江成矿域。

在每个成矿域中又依据次一级构造单元和成岩、成矿包括矿产种类特征划为成矿区(带)、全国共分出27个成矿区(带)。各成矿域的构造背景、成矿时代、主要矿种、主要矿床类型等参见表1。

每个成矿域中包括不同时代地体和构造层,其中Ⅱ和Ⅳ是以前寒武纪陆块为主体及边缘造山带的成矿域,Ⅰ、Ⅲ、Ⅴ、Ⅵ则是以造山带为主体其中夹有微陆块的成矿域。滨西太平洋构造带的有关内容被包括在中国东部的几个成矿域或亚域中(兴蒙、华北、扬子、华南和东秦岭等)。

作者将扬子成矿域和华南成矿域二者独立分出,主要是考虑到它们各有成矿特色,其岩石圈结构组成和地质构造背景与其它成矿域也有明显差异。为了突出扬子陆块在中国大陆成矿史中的特殊地位,也为了显示华南花岗岩有关钨、锡等金属矿床在全球金属成矿中的重要意义,将扬子和华南这两个成矿域分开是必要的。

6个成矿域的名称都采用中国地名,而未用古亚洲、特提斯、滨太平洋等名称,主要是易于界定中国境内成矿区域,但这并不妨碍在区域成矿分析中要联系到亚洲、滨太平洋和特提斯的宏观背景以及这6个成矿域的向境外延伸。

2 中国大地构造演化与矿床形成简述

中国的太古宙地层主要分布在华北、塔里木和扬子陆块,有很大面积被显生宙地层覆盖。已知最老的金属矿床为鞍山式铁矿($28 \times 10^9 \sim 25 \times 10^9$ a),还有绿岩带中的铜-锌矿(如红透山)。

元古宙初期,华北、塔里木和扬子地区已分别克拉通化,在克拉通内部和边缘发育了裂陷槽形裂谷、断裂和流别为成者间的成矿系统。在陆缘侧(裂陷槽中),陆缘侧裂谷发

表 1 中国 6 大成矿域基本特征
Table 1. Basic characteristics of six major metallogenic domains in China

成矿域名称	大地构造背景	成矿构造环境	成矿时代	主要矿种	主要矿床类型	成岩成矿特征
天山-兴蒙成矿域	西伯利亚板块和塔里木-华北板块间的显生宙造山带,夹有准噶尔等微成矿陆块,西区属古太平洋成矿域,东区有英太洋成矿域叠加其上	裂陷槽、花岗岩穹隆陆相火山岩带,深断裂大型韧性剪切带	P ₂ 、P _{z1} 东部燕山期成矿明显	Cu、Au、Ni、Pb、Zn、Sn、Ag	VMS、SEDEX 型、岩浆型、斑岩型、陆相火山岩型	富碱侵入岩发育,北疆铜-镍矿产在显生宙造山带,兴蒙区共生、伴生矿较多,锡、钨、钼矿为小型
塔里木-华北成矿域	克拉通及其边缘活动带,微陆核间活动带	裂谷、裂陷槽、深断裂、变质核杂岩、陆缘海、大型韧性剪切带	Ar ₃ 、Pt ₁ 、Pt ₂ 、Mz、P _{z2}	Fe、Au、Mo、REE、Al、Pb、Zn、Ni、(Cu)、金刚石、菱铁矿	BIF、绿岩型金矿、斑岩型、夕卡岩型、陆相火山岩型、SEDEX、X、海相沉积型、VMS	陆缘成矿显著,东西两部分中生代成矿差异大,陆缘及内部矿化分段性明显
秦-祁-昆成矿域	多旋回复杂造山带,其中夹几个小陆块,后有 3 次大的开合	裂谷、活动碰撞造山带、大陆韧性剪切带	P ₁ 、P _{z1} 、P _{z2} 、Mz	Pb、Zn、Mo、Ag、Au、Cu、Hg、Sb、W	VMS 型、SEDEX 型、剪切带型、斑岩型、夕卡岩型、内陆盐湖型	金矿类型多、潜力大;兼有华南、华北成矿域的双重特征
扬子成矿域	晚前寒武纪占较大面积的地台,以川中陆块为核心,向外扩展增生,中生代以来受东西方不同板块夹持	断隆区、断拗区、陆缘海、裂陷槽、浅表脆性构造域	Pt、P _{z1} 、P _{z2} 、Mz	Cu、Fe、Ti、Hg、Sb、Pb、Zn、Au、P、Mn	VMS 型、岩浆型、低温热液型、卡林型、夕卡岩型、层控型、SEDEX 型、海相沉积型、变质岩碎屑岩型	低温成矿系统发育、叠加改造成矿系统
华南成矿域	结构复杂的多旋回加里东造山带,受特提斯和环太平洋构造带的夹持,具年轻陆块特征、隆拗相间	花岗岩穹隆、台沟、陆相火山岩带、大型韧性剪切带、断拗区、大型滑脱构造	Mz、P _{z2}	W、Sn、REE、Pb、Zn、Ag、Au、Al、Sb、U、Mn	岩浆热液型、斑岩型、夕卡岩型、剪切带型、层控型、卡林型、VMS 型、陆相火山岩型	W、Sn 大规模成矿(Mz)、花岗岩成矿成矿的向东迁移性,特提斯与环太平洋构造带交汇,大型、超大型矿较集中,叠加成矿系统
喜马拉雅-三江成矿域	中生代强烈造山带、小陆块和陆缘对接带相间排列,处在印度板块与欧亚板块结合带	裂谷、沟-弧-盆系、大型走滑带、蛇绿混杂带、断陷盆地	Mz、Kz	Cu、Pb、Zn、Au、Sn、Hg、(Cr)Ni、Ag	卡林型、低温热液型、岩浆型、VMS 型、陆相碎屑岩型、斑岩型、剪切带型	第三纪成矿强烈,大型、超大型矿床多

火山活动强烈,发育了VMS型铜-铁矿床(如大红山)。

发展到中元古代早期($1\ 800 \times 10^6 \sim 1\ 400 \times 10^6$ a),华北陆块北缘的深断裂活动有自东向西迁移趋势,在狼山—阴山北麓的大陆斜坡-断陷槽内发育了巨厚的白云鄂博群,产出含铁建造,并有后续的沿深断裂上涌的火成碳酸岩及稀土元素等富集叠加,形成白云鄂博稀土-铌-铁矿床。大致在同一期间,狼山内外侧的裂陷槽内,分别形成了东升庙铅-锌-铜-硫矿床和霍各乞铜-铅-锌矿床,华北陆块西南缘的深断裂或裂谷中形成了金川铜-镍矿床,以及陆块北部非造山斜长岩组合的大庙铁-钛-钒矿床。

震旦纪时,上扬子陆缘海中发育了硅质岩、碎屑岩中含磷建造,生成相当数量的在华南有重要地位的磷矿床。

据作者分析,由于华北、扬子和塔里木3个陆块面积较小,长时期分散游离,处于不稳定状态,因此,在前寒纪时,在这些陆块上缺乏在一些大型稳定克拉通中产出的巨型铬、镍、金、铜矿床(如中南非、澳洲克拉通)。根据联合古陆再造图^[9],在 $1\ 450 \times 10^6$ a时,华北、扬子、塔里木三陆块都位于赤道和低纬度区,其地球动力环境和炎热气候条件可能是SEDEX型和VMS型矿床形成的有利因素。

早古生代时,中国的构造-岩浆-成矿作用主要集中在北部祁连—秦岭一带的活动陆缘(古秦岭洋板块向北侧的华北陆块俯冲削减),强烈的火山喷发和岩浆侵入活动,形成了VMS型铜-铅-锌-金-银矿床(白银厂等)和铅-锌矿床(锡铁山等)。此时的中国南方发育了陆内造山运动,扬子陆块东缘造山扩展并逐步与华夏地块会聚,二者之间为广阔的加里东褶皱带,发育有剪切带型金矿和沉积喷流型黄铁矿矿床。在扬子陆块北缘和西南缘则分别形成了富含金属的黑色页岩建造和含磷建造。

与加里东期比较,海西-印支期是中国重要成矿期,这一时期的大地构造特征是由分散陆块向统一的联合古陆发展。华北板块与西伯利亚板块在早二叠世时靠拢,并在索伦—西拉木图一线碰撞对接,导致重大构造热事件和成矿事件,形成内蒙-兴安海西褶皱带,成为中亚构造成矿域的东延部分。在广布西北和东北区的泥盆纪和石炭纪地层中,生成海相或海陆交互火山岩建造,其中产有铜、金、铅、锌矿床(阿希,小西南岔等)。中国海西运动的另一特点是环特提斯洋的大陆边缘裂解,大陆玄武岩广泛溢流,并在攀西裂谷的镁铁质岩中产出铁、钒、钛矿床(攀枝花等)。在扬子陆块北缘的裂陷海槽和东南缘的陆缘台沟中产出了SEDEX型铅-锌矿床(厂坝等)、锡-铋-多金属矿(大厂等)和MVT型铅-锌矿床(凡口等)。在这一时期中,含矿盆地中发育的大型同生断层对金属聚集起了重要作用。

海西时期,中国几个陆块基本处在热带和亚热带区,气候炎热,雨量充沛、风化作用强烈透彻。因此,沉积型铁、铝矿床比较发育,而石炭纪和二叠纪的大型煤田也有重要意义。

印支期是中国地质构造的转折期,华北、华南和塔里木陆块完全会聚,形成具有较强动力的复合大陆,开始有较大规模的陆内构造-岩浆活动和大规模成矿作用。在中国东部,由于东亚大陆与西太平洋各板块的相互强烈作用形成了燕山运动期的构造-岩浆-成矿的高峰,其形成的钨、锡、钼等矿床规模巨大,矿床密集,构成很有特色的成矿域(如华南)。而铁、铜、铅、锌、银、金、汞、铋等矿床数量众多,分布广泛,除少数矿床外,一般都是中小型规模且成矿组分复杂。这可能与复合大陆变质基底矿源场组成的复杂多样性有关,也可能与东部构造域的浅表层次构造脆弱性和流体多通道性有关。这些因素可能导致某些成矿物质和

成矿流体的相对分散和小规模浓集，难以形成巨型矿床的宏大地质背景。但对深部成矿强度尚不了解。

发展到喜马拉雅期时，中国大陆陆壳演化更为成熟，物质分馏作用充分，再加上大地构造活动中软流圈和岩石圈地幔流体的上涌和改造壳层作用，包括成矿组分在地幔中的再循环加富，致使在喜马拉雅早期这一较短时限内（ $60 \times 10^6 \sim 40 \times 10^6$ a），在中国西南地区形成多个大型和超大型矿床，包括玉龙、金顶、老王寨等著名矿床。这些矿床成矿深度浅，剥蚀程度适度，保存条件良好，是我国西南三江地区区域矿产资源潜力较大的一个原因。台湾北部的金瓜石矿床则是新第三纪火山活动有关矿床的典型代表。

3 中国区域成矿若干特征

中国大陆地处古亚洲构造域、滨西太平洋构造域、特提斯-喜马拉雅构造域的交汇区，地质历史漫长，地质构造复杂，在各类地质、地球物理和地球化学的运动过程中，形成了多个重要的成矿区带和多种成矿系统，较充分地表现出地质成矿作用的复杂性和多样性，并显示由于所在大地构造动力背景及其演变的特殊性所决定的区域成矿的若干特点。

3.1 大陆边缘成矿显著

中国大陆由华北陆块（中朝陆块的主体部分）、扬子陆块和塔里木陆块及若干个微陆块（如柴达木、羌塘、佳木斯等）组成，与世界一些大型克拉通（如非洲、澳洲、北美洲）比较，体积较小，个体数量较多，较为分散。众多陆块和微陆块的拼接、镶嵌部位为造山带。正因为陆块小、数量多，陆块的边缘活动带和陆块间的结合带就占有较大的面积，也即，古大陆边缘构造带在中国很发育，为地质成矿作用提供了多种有利的因素。

中国主要成矿区带多产在古陆块边缘，以华北陆块为例，在其边缘地区的重要矿床有东升庙铅-锌-硫矿床、霍各乞铜矿床、白云鄂博稀土-铁-铌矿床、四子王旗萤石矿、东坪金矿、蔡家营子铅-锌矿、玲珑-焦家金矿、金川铜镍矿、金堆城和南泥湖钼矿、小秦岭金矿、中条山铜矿等（涂光炽^[8,14]）。可见，大陆边缘成矿是中国金属成矿的一个特点，比世界其它地区表现得更为明显。

对已有的地质、地球物理和地球化学资料分析表明，大陆边缘壳-幔作用强烈频繁，各种流体包括岩浆和水热流体汇聚，矿源丰富，有巨大的地热异常，各层圈和各地体间的物质和能量交换频繁，是成矿作用显著的地质构造单元^[12]。而且古陆边缘一般都有长期活动历史，有利于成岩成矿作用的反复发生和成矿物质的多次浓集，使它们能汇集在同一有限空间，形成大型和超大型矿床。例如华北陆块周边发育的绿岩带型金矿床就经历了从太古宙到中生代的多次富集，最后在燕山运动晚期定位成矿。

3.2 叠加复合成矿显著

中国大陆受欧亚板块、印度板块和西太平洋板块的相互作用影响，经历了长期复杂的演变过程。中国大地构造的多旋回活动导致成矿作用的多期性，在同一个成矿区域中经常出现先后不同时代成矿系统间的叠加、复合。例如，长江中下游成矿带中，晚古生代热水沉积成矿系统受燕山期岩浆-热液成矿系统的叠合，形成层控-夕卡岩型矿床或“多位一体”铜-金-铁型矿床。在粤北盆地中，泥盆纪火山-沉积成矿系统与燕山期岩浆-热液成矿系统的叠加形

成了大宝山式铁-多金属矿床。在桂西北地区,泥盆纪海底热水沉积成矿系统与燕山期岩浆-热液成矿系统的叠加生成了著名的广西大厂锡-多金属矿床。

叠加成矿作用造成了矿床地质的复杂性,包括复杂多样的共生、伴生元素组合,成矿阶段重叠,矿体形态、产状和结构复杂多变等。这些都给找矿勘探和矿山生产工作带来困难。但是另一个更为重要的方面是,不同时代多种成矿作用的叠加,促使成矿物质的多重富集,是形成大矿、富矿的重要因素,如广西大厂、安徽冬瓜山、云南白牛厂、内蒙古白云鄂博等都是经过多次成矿叠加而形成的大型或超大型矿床。

叠加成矿作用多发生在多旋回构造带包括地台活化区等构造环境,早期成矿多为沉积型或火山-沉积型、热水沉积型层状矿床,晚期成矿多为岩浆-热液型或变质热液型(斑岩型、夕卡岩型、顺层交代型、脉型等),两者的复合形成“多成因矿床”或“多因复成矿床”或广义的层控矿床。这类矿床在中国广泛发育,是中国成矿的一个特色。

3.3 壳源花岗岩成矿规模巨大

中国的花岗岩型钨、锡、钼、稀土等矿床的数量众多,规模巨大,大都集中在华南(以南岭为主)中生代花岗岩分布区,其矿化密集程度之高全球罕见,极具特色。据已有研究认为,这些含矿花岗岩的成矿系统是华南加里东褶皱带基底——富钨、锡的硅铝质地壳长期演化的结果。据谢学锦等分析^[15],中国锡、钨、钼的地球化学高异常区主要分布在华南地区,湘赣粤区集中了大多数的锡、钨地球化学块。此外,相当数量的银的地球化学块也分布在华南。这些都是华南区多产钨、锡、银等矿集区和大型矿床的物质基础。此外,被夹持在扬子陆块和华夏陆块之间的华南褶皱带经历了多期构造分、合和沉降、隆升,陆壳发育成熟,物质分异比较彻底。发展到燕山期时,华南地区受到西太平洋板块和印度板块双重推挤,又受到郯-庐断裂带南延部分的构造热动力作用,使局部陆壳受到断裂重熔,形成S型花岗岩类及有关含矿流体。当深源F、Cl等挥发性组分大量加入时,岩浆分异作用更为彻底,这可以由南岭区域大量发育的石英脉型矿床作为佐证。在岩浆分异晚期,在岩基顶缘或上部的富硅的熔浆-流体系统中,W、Sn、REE等金属能高度富集,并在有利的构造-化学圈闭中形成大型矿床。

3.4 浅成低温成矿系统发育

我国扬子陆块西南部,包括滇、黔、桂交界区和右江流域等地,在古生代和三叠纪为主的地层中,浅层脆性构造发育,生成多种浅成低温热液矿床,包括汞、铋、砷、金、银、铀、铅、锌等,矿种多,矿床密集,甚至一些分散元素如Ge、Cd、Tl等也可形成独立矿床,在成矿上极具特色。

涂光炽^[8]指出,要重视研究我国西南大面积低温热液成矿域,并提出这个成矿域的一些主要地质特征。该西南构造成矿域位于康滇地块、川西地块、江南隆起以及六万大山、十万大山等围绕的印支拗陷带中,发育细碎屑岩、碳酸盐岩、硅质岩等沉积建造,缺少燕山期和喜马拉雅期的花岗岩类,有低温的热流场,浅层构造包括断裂、褶皱等普遍发育,也有大型断裂构造,为地质流体自由输运提供了条件。多源的成矿物质在有利的构造-岩相圈闭中形成多种矿石堆积。除上述金属矿床外,还生成大量的冰洲石、水晶、萤石、石膏、雄黄、雌黄等非金属矿床。成矿时代主要为燕山期,是否有喜马拉雅期形成的矿床,或延到喜马拉雅期的持续成矿作用值得注意研究。

3.5 构造控矿成矿明显

中国处在几个板块的会聚带，构造类型多样，构造活动频繁且活动强度较大，显示出构造成矿作用的广泛性和多样性。从宏观看，陆缘构造带、地台活化区（地洼区）和巨型线性构造（例如郟-庐断裂带、大兴安岭-太行-武陵构造带）在中国明显发育，控制了多个大型成矿带的形成和分布。从区域尺度看，断裂构造结点控矿、同生断层多期活动控矿、剪切带构造控矿、变质核杂岩构造控矿以及岩浆岩体“三层结构”控矿^[11]等都是控制矿集区或矿田的重要构造类型。

中国的控矿构造尤其是大型断裂构造多具有长期反复活动特点，例如，郟庐断裂带萌生于元古宙，古生代持续活动，到中生代后期强烈走滑，具有板内转换断层性质，是古地震、岩浆侵入、火山爆发、热流体活动的强烈而多发地区，也是绿岩带型再生金矿、斑岩铜-金矿和金伯利岩金刚石矿等成矿系统的重要控制因素。

中国的断块构造比较发育，断块构造的界面和结点是构造应力、地质流体、热流场的汇聚地，也是经常有岩浆活动的场所，即具备了区域成矿的有利构造-热-化学因素。断块构造的交界面常控制成矿带和矿带分布，断块和断裂构造结点常控制矿集区和矿田分布。东升庙、张家口—京北、辽东、胶东北、小秦岭、西成、铜陵等矿集区都是断裂构造结点控矿的实例。

各断块构造的地球化学组成和结构，各断裂结点的背景和环境不同。而在各结点中运移就位的岩浆和流体也不一致。因此，导致在各个构造结点上成矿强度和成矿规模的不等同性，矿种和矿床类型也有较大差异。甚至在不少构造结点上就缺乏矿化，因为，构造结点与界面只是提供了成矿流体的通道和堆积场所，而成矿的充足条件则是成矿物质的大量供应和含矿流体的聚矿能力。

3.6 金矿形成多样

世界上主要的绿岩带型金矿产生在新太古代到古元古代期间，如西澳、加拿大的巨型绿岩带型金矿。而我国绿岩带区金矿则有另一种形成和演化过程。我国的古老陆块体积较小，构造动力不足，缺乏稳定大型克拉通中发育大规模基性-超基性熔岩喷溢的构造环境。绿岩带的规模较小，发育不充分（或是因为后期构造变动多使绿岩带被分割裂解），因而在经受前寒武纪区域变质时多形成中小规模矿床。但是，这些分布在陆块中，主要是华北陆块边缘的绿岩带可以作为金的矿源层（主要指经过区域变质作用使金预富集的那一部分变质岩层），经受后来尤其是中生代构造-岩浆活动的改造，能使金再次、多次富集而最后定位成矿，形成广泛分布的热液金成矿系统，包括石英脉型、蚀变构造岩型和蚀变花岗岩型等金矿类型。如小秦岭、胶东北、冀北等绿岩带区金矿，构成了我国主要的金矿富集区。可见，金的矿源层形成较早，后经多重富集，中生代定位成矿，是中国绿岩带型金矿的一个特色。

再有，在滨太平洋构造成矿域，中国大陆东部边缘的中生代火山-侵入岩带发育，整体上作NNE向分布，有关的金属成矿作用显著。有意义的是，在众多的有色金属矿床中出现了大量的伴生金矿石，使中国的伴生金储量在金总储量中占31.48%，明显高于国外的14.1%^[7]。这种情况可能与前述的叠加复合成矿作用有关。不只金矿，我国东部中生代铜和多金属矿床中的伴生、共生组分也较多，可能也是地台活化区叠加复合成矿的一种表现。

我国东部金矿成矿作用，既保留了前寒武纪绿岩带成矿的物质基础，又具有中生代环

太平洋构造-岩浆-成矿作用的浓厚色彩,这也是地质构造环境演化制约成矿特征的一个例证。

3.7 成矿的多期性和不均一性

中国矿床的形成时代比较齐全,从太古宙到新生代都有重要矿床形成,但各个时代的成矿强度并不均一。

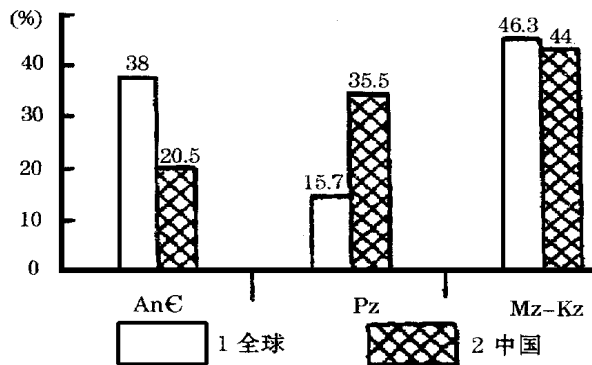


图1 世界和中国主要矿床成矿时代对比
(世界108个矿床,中国73个矿床)

Fig 1. Comparison of metallogenetic epochs between major ore deposits in the whole world and those in China.

从中国的73个大型和超大型矿床的形成时代看,形成于前寒武纪的有15个,占20.5%,古生代的26个,占35.5%,中生代32个,占44%。与全球的统计相比,中国前寒武纪的大型、超大型矿床偏少,而古生代主要是晚古生代的矿床比例偏多,中生代矿床所占比例与全球的大体相当(图1)。

中国的前寒武纪陆块面积较小(与北美、南美、非洲和澳大利亚地块比较),因而其中产出的大型超大型矿床相对较少。中国的中-新生代构造域占较大面积,滨太平洋构造域及地中海-特提斯构造域均较发育,因而中-新生代矿床占较大比重。中国的古生代地层,尤其是晚古生代地层

(泥盆纪—二叠纪)在华南、西北、华北等区均很发育,海西期成矿作用显著,因而大型和超大型矿床的比例多于其在全球中的比例。

考虑到中国大陆活动性大,前寒武纪形成矿床有部分已被剥蚀;以及现有的探矿深度不够大,一些隐伏矿床尚未被发现等因素,因此,上述统计的科学性就受到局限,但从中可以看出地质时代中成矿不均一性的趋势。

3.8 大陆边缘中生代金属成矿高峰

印支期是中国大陆构造运动的转折期,印支期以前的构造线主要是东西向延伸。印支期后地处亚洲大陆边缘的中国东部地区,受太平洋板块和印度板块的双重影响,东部岩石圈结构发生显著变化,岩石圈大规模减薄,由印支期时的150~200 km减到新生代时的约70 km^[2]。这导致发生重大构造热事件,断裂和岩浆活动发育,叠置在前中生代构造层上,并受不同变质基底的地球化学特征制约,形成不同的构造-岩浆-成矿带。如在华北陆块以Fe、Mo、Au成矿最显著,而在扬子陆块则以Cu、Hg、Sb、Pb、Zn、U成矿最为突出。矿种之多,矿床数量之多,中国东部燕山期成矿均占各成矿时代的首位。

据叶锦华等(1998)统计对比,在我国993个金属矿床中,太古宙成矿52个,元古宙82个,早古生代42个,晚古生代207个,中生代466个,新生代146个。中生代和新生代合计612个,接近总数的2/3。而这一成矿时代的年代范围不过 200×10^6 a左右,与从最古老矿床成矿约在 3000×10^6 a起总共 3000×10^6 a成矿历史比,时间段只占1/15,而矿床数占有近2/3。这说明中生代主要是燕山运动以来我国成矿作用达到了高峰期,成矿强度之大

在整个环太平洋成矿域中也十分突出。

根据上述统计结果,我国的铁、铜、钼、钒、钛矿床主要产生在中生代以前,而大量的有色金属、稀有金属和贵金属等矿床,则主要形成在中新生代,它们主要与中酸性岩浆岩及有关的热流体关系密切。这些都要从中国东部岩石圈、软流圈的强烈作用以及区域构造动力体制的突变中去探求其原因。

4 复合大陆成矿体系

综合以上中国大陆区域成矿若干特点可以看出,中国大陆是一个由多个小陆块、经多期次拼接而成,内部结构复杂,外部环境多样的复合大陆构造动力系统。其成矿作用显示多期性且有由老到新成矿作用逐步增强的发展趋势,并在中生代达到高峰。成矿的空间分布,具有陆块边缘成矿和断块构造界面及结点成矿的特征。成矿的时空结构上,叠加成矿和复合成矿作用比较显著,既造成一部分矿床组分和结构的复杂多样,也导致不少大矿和富矿的形成。燕山期成矿作用显示了活动大陆边缘成矿的特点,达到金属成矿高峰,而燕山期构造-岩浆活动的强烈和普遍,又使一些原有矿床遭受破坏和解体。中国陆块的较小规模与大型克拉通比较,缺少后者中巨大幔源成矿系统(铂族、铬、金刚石等)的生成条件。而中国新生代以来的造山和断块运动,又造成东、西部差别巨大的构造-地貌景观,不同海拔高度和不同高差的区域内,已成矿床的剥蚀、改造、保存条件又很不相同,造成不同区域内矿床表生(次生)特征的差异性。

综上所述,由中国大地构造特征制约的中国区域成矿(主要指金属矿床)的复杂性、多样性、长期性和局域性十分明显,可以概括为“复合大陆成矿体系”。上述的8点区域成矿特征可以作为“复合大陆成矿体系”的基本表现。

参 考 文 献

- 1 陈毓川,陶维屏.中国金属、非金属矿产资源及成矿规律.中国地质,1996,(8):10~14.
- 2 邓晋福,赵海玲,莫宣学等.中国大陆根-柱构造——大陆动力学的钥匙.北京:地质出版社,1996,1~110.
- 3 郭文魁.中国内生金属成矿图(1:400万)说明书.中国地图出版社,1987,1~70.
- 4 李春昱.矿床与全球构造(米契尔 A H G等著)中译本序.地质出版社,1984.
- 5 裴荣富主编.中国矿床模式.北京:地质出版社,1995,1~357.
- 6 任纪舜.中国大地构造及其演化.北京:科学出版社,1980.
- 7 孙培基,韦永福主编.当代中国金矿地质.北京:地质出版社,1996,1~363.
- 8 涂光炽,张宝贵.西南低温热液改造矿床成矿域特征.见:地球化学进展.贵阳:贵州出版社,1996,1~4.
- 9 王鸿祯,莫宣学.中国地质构造述要.中国地质,1996,(8):4~9.
- 10 叶锦华,王保良,梅燕雄等.我国主要固体矿产时空分布若干统计特征.中国地质,1998,(7):25~32.
- 11 翟裕生,姚书振,林新多等.长江中下游地区铁、铜(金)成矿规律.北京:地质出版社,1992,1~235.
- 12 翟裕生,张湖,宋鸿林等.大型构造与超大型矿床.北京:地质出版社,1997,1~180.
- 13 翟裕生,邓军,李晓波.区域成矿学.北京:地质出版社,1999,1~288.
- 14 Tu Gongzhi. Some problems pertaining to superlarge ore deposits of China, IUGS, Episodes, 1995, 18: 83~86.
- 15 Xie Xuejing, Mu Xuzhan, Ren Tianxiang. Geological mapping in China. J. Geochemical Exploration, 1997, 60: 99~113.

PROBLEMS PERTAINING TO REGIONAL METALLOGENY OF CHINA

Zhai Yusheng, Deng Jun, Peng Runmin

(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Key words: China, metallogenic domain, metallogenic evolution, metallogenic features, composite continental metallogenic system

Abstract

Rational classification of metallogenic domains is the basis of metallogenic study. According to geotectonic evolution and regional lithospheric features, the authors propose six metallogenic domains in China: (1) Tianshan-Xingmong metallogenic domain, (2) Tarim-North China metallogenic domain, (3) Qinling-Qilian-Kunlun metallogenic domain, (4) Yangtze metallogenic domain, (5) South China metallogenic domain, (6) Himalayan-Sanjiang metallogenic domain. The geological and ore-forming characteristics of each domain are described in this paper. The tectonic evolution and main metallogenic systems of different geological epochs in China, viz., Precambrian, Early Paleozoic, Late Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic, are demonstrated in this paper. Some metallogenic features of China are discussed on the basis of geotectonic background and metallogenic evolutionary history. They are: (1) large proportions of mineral deposits occur in paleocontinental margins; (2) superimposed mineralization is significant; (3) mineralizations of crust-derived anatectic granite are large in scale and concentrated in certain spatial-temporal structures; (4) epithermal ore-forming system is well-developed; (5) structural ore-control role is obvious; (6) gold mineralization is complex and diversified; (7) mineralization is characterized by multiple stages and heterogeneity; (8) in Mesozoic, a turn of tectonics-mineralization took place in continental margins and ore mineralization culminated. Finally, the known features of metallogeny of China are generalized as "the composite continental metallogenic system".