

专家论坛

中国区域成矿特征探讨

翟裕生

(中国地质大学,北京 100083)

[摘 要]中国矿产资源特征主要是由中国的地质构造特点和地质成矿历史所决定的。中国区域成矿的基本特点包括:①成矿时代齐全,成矿区域多样;②古陆边缘矿床集中;③叠加复合成矿作用显著;④花岗岩类成矿规模巨大;⑤构造成矿控矿明显以及其它等。为进一步深入研究中国大陆的成矿特征,提出 3 个重要课题:①中国古陆块的分合对成矿的制约;②中国大陆活动性与稳定性的辩证认识,并注意在稳定地块中找矿;③研究深部矿床赋存规律开拓深部探矿新领域。我国现阶段还处在浅部探矿和采矿阶段,在若干大型矿集区中还应存在第二个找矿空间,即深约 500~1500 m 的深部空间,在这个空间中有可能实现找矿突破。

[关键词]矿产资源 区域成矿 叠加成矿 构造成矿 深部找矿

[中图分类号]P618 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2002)05-0001-04

中国的矿产资源比较丰富,在矿种、矿床类型、矿床规模和矿石质量方面有其特色。这些特色主要是由中国大陆的地质历史所决定的。作者曾著文初步讨论了中国区域成矿的若干特色^[1]。本文拟进一步分析中国矿产资源和区域成矿的特点,探讨造成这些特点的原因,并提出在区域成矿研究中值得重视的几个问题。文中主要针对固体矿产,石油、天然气等基本不涉及。

1 中国矿产资源的若干特点

地球作为一个行星在整体上有其运动规律,但其运动在时、空上是不均衡的,显示出地质作用的多样性和复杂性,因而也导致全球各地的矿床形成条件不尽相同,各国家、各地区的矿产种类和丰度有不少差异。就一些资源大国,如俄、美、中、加、南非、澳大利亚、巴西等国看,各有其矿产资源的优势和劣势。我国自人民共和国建立以来,通过大量的矿产勘查、开发和矿床研究,总结了各类矿床的地质和经济特征,也进行了较为系统的区域成矿研究,因而对我国矿产资源的基本状况和特点有了较全面的认识^[2,3],可概括为 4 点。

1) 矿产资源品种较全,总量较丰,有不少优势矿产。我国已发现矿产 171 种,有探明储量的 156 种。

已探明储量的潜在价值居世界第 3 位(次于美、俄),是世界上少数矿产资源比较齐全的国家之一,但人均拥有量则降至世界第 53 位。比较丰富的矿产有煤、钨、钼、稀土、钒、锑、锡、铅、锌、铌、锂、钽、锆、萤石、菱镁矿、滑石、石墨、重晶石、膨润土、硅灰石等 20 余种,其储量居世界前列。

2) 国民经济大宗用量的部分矿产相对不足,缺少特大型矿床和富矿石。与一些资源大国比较,我国的铁、锰、铝土矿、铜、金、磷、钾、铀等矿产资源不丰。贫矿较多,富矿比例小,也缺少超大型矿床。

3) 比较稀缺矿产有铬、钾、铂族元素、金刚石、高档宝玉石等,除钾盐外,多年来在找矿上无重大突破。

4) 共生、伴生矿多。据统计,全国 25 % 的铁矿、40 % 的金矿、80 % 的有色金属矿和大多数地区的煤矿都有其它矿产与之共生或伴生。这有利于资源的综合利用,但也给矿石选冶带来不少难题。

需要说明的是,一个国家的矿产资源情况不是固定不变的,它随着社会经济发展和科学技术水平的提高,而呈现动态变化。今后,随着加大矿产勘查投入和深部探矿的加强,西部大开发中新的矿业基地的建设,对海洋矿产资源调查的展开,以及矿业和原材料工业科技水平的提高,我国将在传统和新型

[收稿日期]2002-04-01;[修订日期]2002-07-17;[责任编辑]曲丽莉。

[基金项目]中国地质调查局研究项目(200100200069)、国土资源部科技项目(20010302)资助。

[作者简介]翟裕生(1930 年-),男,1952 年毕业于北京大学,教授,博导,中国科学院院士,主要从事矿床学、矿田构造和区域成矿的教学和科研工作。

矿产资源的发现上取得一些重大突破,从而改善我国矿产资源的结构,使上述矿产资源结构中的某些劣势发生可喜的变化,即某些短缺资源的情况将有改善。

2 中国区域成矿若干特征

上述我国的矿产资源特征是由我国地质构造特点和地质演化历史所决定的,是在中国大陆形成和发展的几十亿年地质成矿作用过程中形成的。

中国大陆地处古亚洲构造域、滨太平洋构造域和特提斯—喜马拉雅构造域的交汇区,地质结构的复杂在全球少见,在各类地质、地球物理和地球化学的运动过程中,形成了多个成矿区带和多种矿产及矿床类型,较充分地表现出地质成矿作用的复杂性和多样性,并显示出由其地史演变所产生的区域成矿的若干特点^[3],这些地质成矿特点在一定程度上决定了中国矿产资源的特征。

2.1 成矿时代齐全,成矿区域多样

我国国土面积大,各时代的地层、构造、沉积岩、岩浆岩、变质岩等比较齐全,成矿时代也齐全,从太古宙到新生代都有重要矿床形成。中国既有古老的前寒武纪成矿域,又有以古生代为主的古亚洲成矿域,以中生代为主的滨太平洋成矿域和特提斯—喜马拉雅成矿域,各有其特定的地质历史、成矿环境和成矿系统。从全国范围看,则构成了中国大陆成矿的复杂多样性,这也就是我国矿产资源比较丰富、矿种和矿床类型比较齐全的一个基础原因。

2.2 古陆边缘矿床集中

中国大陆由华北陆块、扬子陆块、塔里木陆块和若干个小陆块及它们之间的造山带共同组成。与非洲、北美、南美、欧洲、西伯利亚、澳大利亚等大型克拉通比较,我国的几个陆块体积较小,个体数量较多,较为分散。因此,陆块边缘构造带就占有较大比例,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因素^[4]。金川、白云鄂博、东升庙、金堆城、焦家、柿竹园、大厂、个旧、铜厂等超大型矿床以及不少矿集区就都产在华北或扬子古陆块边缘。已有地学信息表明^[5],古陆缘壳—幔作用强烈而频繁,矿源丰富多样,岩浆和水热流体汇聚,有巨大地热异常。各层圈和各地体间的物质与能量交换频繁,有利于发生大规模成矿作用,有 Au、Fe、Ni、Cu、Pb、Zn、Mo、Sn 等大型矿床的形成。

2.3 叠加与复合成矿显著

中国大陆受其与西伯利亚板块、印度板块、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。其表现之一是中国大地构造的多旋回性导致成矿作用的多期性。在同一个成矿区域中经常出现不同时代成矿系统的叠加、复合,形成多成因矿床(包括层控矿床)^[6]。例如,在长江中下游和粤北地区,都发现有晚古生代热水沉积成矿系统受燕山期岩浆—热液成矿系统的叠加,前者形成层控—夕卡岩型矿床(如铜陵),后者形成铁—多金属矿床^[7](如大宝山)。

叠加成矿作用造成了矿床(田)地质结构的复杂性和复杂多样的共生、伴生元素组合,这是我国共生和伴生矿石较多的一个重要原因。不同时代多种成矿作用的叠加,促使成矿物质多重富集,又是形成大矿、富矿的重要因素,如大厂、冬瓜山、白牛厂、白云鄂博等矿床经过多年研究,大都认为是经过多次成矿叠加而形成的大型或超大型矿床。

2.4 花岗岩类成矿规模巨大

中国的花岗岩类有关的热液型钨、锡、钼、钽、稀土等矿床的数量众多,规模巨大,尤其在华南地区,这些金属的富集浓度之高、矿床之密集,是全球罕见的。该区以中生代为主的含矿花岗岩类是华南元古宙—早古生代基底——富钨、锡等的硅铝质地壳长期演化、多期次构造—流体作用“熔炼”的结果。当有幔源的 F、Cl 等活性组分大量加入其中时,该类岩浆分异更为彻底,钨、锡、稀土等高度富集在分异晚期的熔浆—流体系统中,并在有利的构造—化学圈闭中形成大型矿床。

2.5 构造成矿控矿明显

中国地处几个巨型板块的交汇区,构造类型多样,构造活动频繁。构造运动既能提供热能,又具有导矿、运矿、储矿乃至成矿的功能。在中国大陆这样一个构造复杂地区,更显示出构造成矿的广泛性和多样性^[8]。从宏观看,克拉通、造山带、裂谷、大型线性构造在中国均有发育,在它们的边缘、转折或交汇部位控制了多个成矿区带的形成和分布。从矿集区尺度看,断裂网络、同生断层、剪切带、多级盆地、变质核杂岩、褶皱构造以及侵入构造、火山构造等都是控矿的重要构造类型。我国各类热液矿床包括与中小型侵入体有关的矿床和沉积岩层中低温热液矿床的广泛分布与构造多样性、分散性有关。

中国的多期次大地构造运动中出现了多个构造动力转换期和转换域,如由挤压到伸展,由挤压到剪切等。而构造动力的时空转换则是触发多个成矿要素(温度、压力、 fO_2 、Eh……)发生突变并耦合导致

大规模成矿的一个关键因素^[9]。

构造活动还是破坏矿床的重要因素。在我国一些区域中,强烈的海西期和燕山期构造运动,固然可产出不少造山型矿床,但也可能使一些古老矿床(尤其是化学活性矿床,如钾矿、铀矿)遭到破坏和解体。这是否是我国缺少大型钾、铀矿床的一个原因,有待进一步研究。

除上述5点以外,中国西南区发育有浅成低温热液成矿系统,形成众多 Hg、Sb、Au、Ag 矿和独立的 Ge、Cd、Tl 矿床,颇有特色。我国岩浆型或岩浆-热液型矿床中矿浆贯入式矿体比较常见,已引起国外学者关注。中国的绿岩型金矿基本产生在中生代,这也与众不同。中国东部中生代时期的成矿高峰,更是产生我国多种优势矿产的一个重要因素,限于篇幅,均不赘述。

3 中国区域成矿研究中几个重要问题

3.1 中国大陆的分合过程对成矿的制约

对中国大陆的大地构造分区和成矿区带划分都是以统一的中国大陆为背景和基础进行的。但是,大家已熟知的运用古地理、古地磁、古构造、古生物分区等研究,进行古大陆再造,则发现在地史的很长阶段中,组成中国大陆的华北、扬子、塔里木和华夏等地块是分离存在的。全球古大陆的聚散离合,涉及地球演化的一个根本问题,也对合理划分成矿区带有重要影响。王鸿祯等^[10]认识到地史上有5次出现联合古陆,分别为 P-2500 Ma、P-1950 Ma、P-1450 Ma、P-850 Ma 和 P-250 Ma。在他们编制的 P-1450 Ma 联合古陆再造图上,华北等4个陆块作为一个小陆块群靠近赤道两侧,在北美和欧洲以西,中隔大洋。而在 P-250 Ma 再造图上,华北、华南、松辽等陆块则分散游离在特提斯大洋中,华南在赤道上,而喜马拉雅和印度陆块则在南半球的高纬度区。

处在分散游离时的各陆块各有自己的大陆动力背景和所在纬度的古气候、古海洋和古生物环境。这些内、外动力环境的差异都影响着它们各自的地质成矿历史。而自晚古生代以来,华北、扬子、塔里木等先后拼合汇聚,形成统一中国大陆后,则共同经历了新的地质成矿历史。通过多年研究,大家比较了解统一大陆后的成矿过程,但对统一前的各陆块的地质成矿历史却很少研究。在研究区域成矿分带时,常忽略各成矿带间的时空配置关系,这就影响了按时代对区域成矿历史和成矿规律的深入理解。建

议在今后的全国成矿规律研究中注意分别研究各陆块在地史中的时空轨迹演变,其各自的成矿环境、成矿过程、矿床类型,包括按地质时代,按当时古地理位置编制成矿环境和矿床分布图以及与当时相邻陆块的成矿性对比。

3.2 中国大陆的活动性与稳定性及矿床保存

作者^[1]在过去讨论中国区域成矿的大地构造背景时,比较强调中国大陆系由若干小陆块拼合而成,构造活动性较强,并提出中生代以来的频繁构造活动可能是致使若干早成大型铬、铂、钾、铀矿床被破坏肢解的一个原因。

但是,事物总是一分为二的。活动性与稳定性是对立统一的,它们在一定的条件下可以互相转化。总体活动性中有局部的稳定性,长期活动性中有短暂的稳定性。我们在认定中国大陆在地史上长期处在活动性的同时,也应该注意到它在一定时期和一定区域中的相对稳定性,“活中有稳”即中国大陆还有其稳定性的一面,这一点对矿床的保存的影响是不容忽视的。例如,我国一些世界著名矿床如金川、白云鄂博、东升庙、大石桥等超大型矿床就产在相对稳定的前寒武纪陆块中,因而能一直保存到现在。华北、扬子、塔里木陆块中各个部分的稳定程度是不同的,有的区段经受后来构造-岩浆活动的“活化”,造成错综复杂的矿床分布。有的自中新元古宙以来基本上保持稳定,可称为“安全岛”。如冀东地块中不少蓟县系地层仍保留着清晰的沉积-成岩构造及藻类化石等,说明自1400 Ma以来,它们未经显著变形和变质。再有,我国一些小型地块中也产有超大型矿床,例如,巨型金川 Ni-Cu-Pt 矿就产在出露面积不足3000 km² 龙首山地块上,它不仅是小岩体成大矿^[11],也可以认为是小型古陆块中产出巨型矿床的实例。这就使我们联想到在一些稳定小地块中还可能保存着类似金川这样的超大型矿床。因此,我们在区域成矿研究和找矿工作中,不能忽视小型稳定地块中产出大型矿床包括幔源成因矿床的可能性,关键是针对具体地区,深入研究和认识这类矿床的形成与保存条件。

3.3 研究深部矿床赋存规律

这里指的深,是指矿床现在赋存深度,而不是指成矿当时的深度。区域成矿研究一般是由点、线、面做起,目标是达到认识“体”即区域三维空间的矿床分布规律,包括对矿床产出深度的认识。认识区域成矿的立体全貌是一个长期艰巨任务,它受整个国家或地区的科技水平与经济条件的制约。一些矿产

资源丰富国家如南非、美国的探矿深度已分别达到 4000 m 和 2500 m,许多矿山的采矿深度已达到 1000 m 以上,有的还达到 3500 m 左右(如南非兰德型金矿),这对于深入认识它们国家的矿产资源特征是很有利的因素。如前所述,我国的采矿深度除油、气田外,一般在 300~500 m 水平。因此,对我国矿产资源状况的认识,目前还只能主要依据浅表探矿和采矿的资料。随着国民经济的快速健康发展,中国的探矿和采矿工作将由浅入深,将会获得新的发现。近年来的探矿工作也证实此点。如铜陵冬瓜山大型铜矿产出深度在 1000 m 左右,粤北凡口铅锌矿在 600 m 以下也找到了超过 100 万 t 的可采金属储量。此外,胶东金矿区的几个矿山在 500 m 深度以下也找到工业矿体,云南会泽地区的富铅锌矿体已延深到 1300 多米,还有类似的实例。

从成矿理论和已知成矿垂深资料分析,一些广义的浅成低温—斑岩型矿床的矿化空间由地表热泉型到地下斑岩—夕卡岩型矿石,垂直深度可达 3 km 或更多^[12]。因此,无论从实际采矿深度(如南非金矿),还是从成矿理论分析,都表明一些成矿区带的矿化深度可达 3 km 以上。从我国的地质成矿条件分析,在深 500~1500 m 可采深度范围内,在一些大型矿集区中还应存在深部的第二找矿空间,如胶东、小秦岭和长江中下游等成矿区带。我国深部矿产资源还有相当的潜力。

综上所述,中国矿产资源的若干特征是由中国区域成矿的复杂性、多样性和多阶段性所决定的。而区域成矿的这些特征又取决于中国大陆的长期分

合历史、复杂内部结构和处于特殊的三大板块会合的环境。再造中国大陆分合过程对成矿的制约,查找稳定地块中的古老成矿系统,以及研究开拓深部找矿新领域,将是我国区域成矿研究中的 3 个重要课题。研究目的是深入认识成矿规律,力争找矿重大突破,以增进我国矿产资源的优势并在一定程度上改善其劣势。

[参考文献]

- [1] 翟裕生,邓 军,彭润民. 中国区域成矿若干问题探讨[J]. 矿床地质, 1999, 18(4): 323~332.
- [2] 朱 训. 中国矿情[M]. 北京:科学出版社, 1999, 1, 51~60.
- [3] 翟裕生,邓 军,李晓波. 区域成矿学[M]. 北京:地质出版社, 1999, 256~260.
- [4] 翟裕生. 论成矿系统[J]. 地质前缘, 1999, 6(1): 13~27.
- [5] 翟裕生. 古大陆边缘构造演化和成矿系统[A]. 北京大学地质系主编,北京大学国际地质科学学术研讨会论文集[C]. 北京:地质出版社, 1998, 769~778.
- [6] 涂光炽. 叠加与再造——被忽视了的成矿作用[A]. 铁矿座谈会资料汇编(一)[C]. 湖南地质科技情报, 1975, 68~75.
- [7] 翟裕生,姚书振,崔 彬. 成矿系列研究[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1996, 23~79.
- [8] 翟裕生,张 湖,宋鸿林,等. 大型构造与超大型矿床[M]. 北京:地质出版社, 1999, 150~151.
- [9] 翟裕生,吕古贤. 构造动力体制转换与成矿作用[J]. 地球学报, 2002, 23(2): 97~102.
- [10] 王鸿祯. 地球的节律与大陆动力学的思考[J]. 地质前缘, 1997, 4(3): 1~12.
- [11] 汤中立,李文渊. 金川铜镍硫化物(含铂)矿床成矿模式及地质对比[M]. 北京:地质出版社, 1995.
- [12] Panteleyev A. A Canadian Cordilleran model for epithermal gold - silver deposits. In Ore Deposit Models[C]. "Geoscience Canada", Reprint Series 3, 1988, 3144.

SOME FEATURES OF REGIONAL METALLOGENY OF CHINA

ZHAI Yu - sheng

(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract: The features of mineral resources of China depended on the characteristics of geological structures and geologic - metallogenic history of China. The basic characteristics of China regional mineralization contains: ①the metallogenic epochs almost cover all the geohistory and the metallogenic regions are diversiform; ②most of the ore deposits occur on the palaeo - continental margins; ③superimposed and compound mineralization is significant; ④mineralization of crust - derived granite is extensive; ⑤ore formation caused and controlled by tectonic dynamic activities is obvious. To further study the metallogenic characteristics of the China continent, the author brings forward three problems for discussion: ①to reconstruction the "open" and "close" of China palaeo - continent and its affect to mineralization; ②the dialectical analysis to activity and stability of China continent and paying attention to exploration in stable massif ("safety island"); ③study the geocontrols of deep ore deposits. At last the author points out that China lies in on the stage of superficial prospecting and mining and there should be the second exploring space such as below 500~1500m in several large - scale ore clusters, where exists the probability of prospecting breakthrough.

Key words: mineral resources, regional metallogeny, superimposed mineralization, tectonic ore - formation, deep exploration