

中国东部区域成矿研究述评<sup>①</sup>

裴荣富 吴良士

(中国地质科学院矿床地质研究所)

矿床学研究至今已有百余年历史了,在这期间它的研究内容大致可分三个阶段:初期为满足矿山开发与地质勘查的需要,多以阐明矿床基本特征为主;50—60年代随着矿业发展和科学技术的进步,开始进行成矿机理与物质来源的研究;70年代后随着全球性构造兴起,区域成矿的研究则有了较大的发展。中国东部地区近年来也进行了各种比例尺的区域成矿研究,取得了一定的成果。为使这项工作进一步开展,我们依据所掌握的信息,并结合我们工作体会,对中国东部区域成矿研究作如下评述。

中国东部地区濒临太平洋,因此,讨论中国东部区域成矿时不能不与太平洋成矿带相联系。关于太平洋成矿带概念的形成已有半个世纪了。早在1922年翁文灏先生就提出“燕山运动”的概念,从而开始了对中国东部中生代以来特定构造标志的认识;30年代李四光先生又提出华夏与新华夏构造体系的概念,进一步加深了中国东部及太平洋地区的构造认识;40年代C. C. 斯米尔诺夫提出环太平洋成矿带应包括内带与外带的成矿概念;60—70年代M. H. 伊齐克松又将环太平洋成矿带划分为亚澳含锡体系,大铜环和大金环等成矿体系,将太平洋成矿带研究进一步深化;70年代板块构造兴起,为深入探讨太平洋成矿带又提供了新的理论基础。几十年来太平洋沿岸国家对太平洋板块和太平洋成矿带的形成及其相互关系给予极大重视,并认为自中生代以来环太平洋大陆边缘存在两期构造-岩浆活动及其相应的成矿带,并分别控制了沿岸的斑岩型、砂卡岩型和脉型的铜、金、钼、钨、锡以及能源和一些重要非金属矿产,从而合理地解释了一些矿床形成与分布规律问题。但是,由于各国具体情况不同,研究程度高低不一,并且缺乏区域性系统对比与综合研究,以致该地区成矿理论基础至今尚未完善。

板块学说源于现代-中生代的海洋-大陆地质-地球物理模型,因而以中、新生代成矿为主的环太平洋成矿带应用板块构造学说得以解释,但鉴于亚洲东部和美洲西部板块俯冲特点不同以及板块构造与区域成矿的关系研究还不透彻,特别是对陆壳内部(板内)的成矿尚存在很多问题,所以有些学者对此提出疑问。如日本 Miyashiro 认为两岸异常宽阔的中生代—第三纪长英质岩浆活动难以用单纯的洋壳俯冲来解释;西德G. C. 阿姆斯图茨(1988)也认为某些斑岩型矿床与洋壳俯冲无关,并认为R. H. 西里托的模式是错误的等等。因此,在研究中国东部区域成矿时,要充分考虑中国东部成矿地质环境,切忌机械地与太平洋彼岸对比,简单地套用板块构造的成矿模式与矿产分布规律,无助于实际问题的解决。

中国东部地区处于滨西太平洋,欧亚大陆的边缘,相当于A. H. G. 米契尔和S. M. 加森所划分的与俯冲有关的“弧后岩浆带和冲断层带”的亚环境。对于大陆边缘的地质环境与成矿问题许多学者作了探讨。从中国东部情况看,要正确认识它的成矿地质环境,一方面要考虑前中生代基底的演化历史及其变质、变形和固结程度,另一方面要以中生代以来显示板块活动范围的三个组成部分,边界带(蛇绿岩及混杂体)、内部带(与洋壳俯冲重熔直接有关的钙碱性岩浆带)和外部带(俯冲强应力诱发的壳源岩浆带)去考察,了解其影响范围究竟有多大,西部边界在何处,并在此基础上去讨论成矿问题。然而大陆边缘成矿作用是比较复杂的。P. Guild (1978)曾用会聚板块特点结合大陆地台活化解释美国西部深入大陆内很远的岩浆活动与成矿作用;陈国达(1980)也从大地构造发展的第三阶段——地洼去探讨中国东部成矿规律问题。不过他们论述的角度不同,往往强调中生代成矿作用的“上叠”和“改造”。大量地质与同位素地质资料表明,中

● 本文有志鸿、韩发、赵一鸣、徐志刚、黄民智、王书凤、吴宣志、盛继福、陈文明等参加讨论

国东部地区中生代以来成矿作用并非受中生代岩浆-构造或层位等某一单一因素控制,而往往是在先期(前中生代)有利的成矿地质环境、地球化学场或成矿物源的基础上,经过中生代上叠和改造的复杂过程而发展起来,并随着先期特点和后期强度的不同将出现不同的组合形式与分布规律。这种先期的条件即成矿的“基预”(ground preparation)或“先兆”(precursor),它犹如遗传学的基因,影响和控制着后期成矿作用的发生与发展,使其在空间上与成因上具有一定规律的分布。这种区域成矿思想I. R. 普莱默在论证花岗岩钨锡矿床时曾提过,认为与火山作用伴生的喷流成因的钨锡矿床是它的“先兆”。据郭文魁先生主编的《中国内生金属成矿图》资料,滨西太平洋成矿域中75%的铜、铅、锌、钨、锡、钼矿床形成于燕山期,其中60%是上叠在前寒武纪、加里东期、华力西期与印支期地层之上,显而易见,成矿的“基预”问题是客观存在的,并且是大陆边缘区域成矿研究中不可忽视的一个新的理论问题。

在中国东部成矿环境研究中应力场分布情况是十分重要问题,曾有不同认识。近来实验岩石学资料表明,某种组分发生局部熔融的出熔成分是压力的函数,即在拉张环境下易产出偏镁铁质岩石,挤压环境下易出现偏硅铝质岩石,据此,针对我国东部中生代—第三纪长英质岩浆活动异常广泛的特点,推断在中国东部太平洋板块是以北北西向的斜向俯冲于欧亚大陆之下,并由此可出现以南北向左行扭动为主,北西向俯冲为辅的构造应力场(徐志刚,1989),并且受前中生代基底构造的制约和复活,不同地段显示不同构造应力场,控制了中国东部岩浆—构造带及其矿产分布规律。这一论断为中国东部成矿环境研究提出了新的思路。

近来在我国南方COCORP实施中发现扬子地区在纵向上分出“八面”“七层”,横向上分出“五块”的壳幔层块结构特征,特别在深变质岩系之下,具有活跃的高导低速构造层(陈沪生,1988)以及地幔电阻率极不均匀等现象。这些信息动摇了岩石圈板块呈刚性整体运动的假说,进而发展为薄皮板块构造和硅铝层内俯冲(即A型俯冲)等理论。推覆构造(包括大规模冲断层)发生,无疑将使地壳增厚,进而增大壳下地质体的负载和热流值,而地质体的超负载将出现“辗压”作用(Fyfe, W. S., 1988),从而导致地质体变形-变质和热流梯度的变化以及由此引起的岩石重熔和壳源岩浆的形成,矿化势能的变化和成矿元素活化、迁移、再富集以至大矿或富矿的出现。因此,对“辗压”作用成矿应给予充分重视,特别在中国东部郯庐、兴安—太行—武陵和昆明—银川三条裂谷性大断裂相间地带,具有明显压性环境。这一环境为“辗压”作用成矿开拓了新的思路。

花岗岩类与成矿关系的研究是中国东部区域成矿研究中另一个重要问题,过去大量研究多从岩石地球化学角度进行,阐述了不同来源(壳源与幔源)、不同成因(同熔与重熔)的花岗岩具有不同含矿性(White & Chapel 1975, 徐克勤等 1980),近年又从岩浆演化提出花岗岩成岩谱系(Lineage of granite, M. P. Atherton 1989),和花岗岩孕育(granite gestation, J. A. Roddich 1989)等新问题,即又强调了岩浆分异演化的重要性,于是就提出在地壳深部是否存在统一的深源岩浆库并不断进行分异的问题。最近华南大量花岗岩Sm-Nd模式年龄值都接近15—20亿年(洪大卫,1989),这信息可能意味着深部存在着统一岩浆库,应给予一定重视。此外,1984年我国引进了花岗岩等级体制的观点,随后又开展了单元—超单元—岩基段三级体制的填图工作和花岗岩地层学研究(ISSC, 1987),试图扭转忽视花岗岩地质学工作的偏向,为解决岩体之间及其与其他岩石之间的时空关系,建立岩浆活动的时序和对多期多阶段复式岩体的含矿性评价指出了新的途径。

当然,岩浆到底如何成矿?侵入体或火山岩究竟与矿床是什么关系?近年来也有不少讨论,特别是中国东部与成矿有关的岩体大多是小岩体。例如江西德兴铜矿,岩体面积不足0.5km<sup>2</sup>,却具有800万吨铜金属储量,而且大半在围岩中。这就对小岩体能否形成偌大矿床提出质疑,于是出现了“三源成矿”的论断,认为岩体仅是热源而物源来自围岩(季克俭,1985),此外还有“岩体仅是成矿元素富集的载体”(J. M. Guilbert, 1988);“岩体与含矿热液不是母子关系而是同一岩浆渊的兄弟关系”(刘登科,1988);“岩体侵位仅是发动成矿的引擎”(engine) (W. C. Lacy, 1977)等等。涂光炽先生近年也把与花岗岩有关矿化理解为与花岗岩有成因关系的或为花岗岩与周围地质环境相互作用而成矿的认识。这些都表明岩浆成矿不能与成矿

前的地质历史相割裂。其实小岩体成大矿问题,如将其置于成矿前“基预”或“先兆”中去讨论,问题就不难解决了。所以中国东部矿床的形成无疑是在前中生代—中生代不断演化中才得以实现的。也就是说,从地质历史演化或多期构造旋回的角度研究成矿作用是当代研究区域成矿的重要趋向(R. W. 哈钦森, 1987),这一趋向已由28届世界地质大会上列为专题组(C<sub>17</sub>)进行讨论。

环太平洋成矿带具有全球成矿的整体性,也具有不同地段的特殊性。这一客观事实,不仅在环太平洋东西两岸成矿不尽相同,就是中国东部的东北、华北和华南的成矿金属组合及成矿特征也不完全一致。不同地段具有不同成矿特点已有很多学者作了探讨,主要认为:(1)成矿控制因素有异(J. M. Guilbert, 1985);(2)地壳不均匀,存在不同地球化学场(P. Rumai, 1979);(3)地幔成分不均一(K. C. Condie, 1982);(4)成矿岩浆不同,具有不同成矿专属性(闻广, 1963、1983)。上述论断都存在一定片面性,因为区域成矿作用是受多种因素综合控制的,如“六五”在南岭区域成矿研究中提出区域地球化学场是基础,构造是主导和岩浆分异是关键的综合控矿因素(陈毓川、裴荣富等 1989)。其中强调岩浆分异完善与否是关键的新认识,弥补了岩浆成矿只强调专属的不满,解决了同一来源和成因或一类型岩浆在某一地区成矿,另一地区不成矿,即使同一地区也不是每个同类岩体都成矿的问题。而岩浆分异演化完善与否,以往多用分异指数来衡量,忽视了岩浆侵位方式与速率对它所起的决定性作用。也就是说岩浆侵位方式与矿床形成及其赋存方式存在密切关系(裴荣富、吴良士 1988),也是从构造-岩浆-侵位-成矿进行系统研究的新发展。

要进一步揭示中国东部区域矿产形成与分布规律,区域地球化学场特征的研究具有重要意义,但这一研究在中国东部尚处于开创阶段,与世界的重要成矿区带相比差距很大。我国目前比较侧重于矿床或小面积地球化学研究,目的在于直接找矿,而对不同构造成矿带的区域地球化学场对比研究则十分欠缺,因而应重点给予加强,并在统一技术参数指标的要求下,建立四维空间的区域地球化学场和东部地区地球化学元素模型,以便确立中生代—前中生代地球化学演化规律。

区域地球物理的全面系统研究是深化认识区域控矿构造和区域成矿分析的有利途径。这方面国外发展很迅速,如1988年在加拿大召开的国际地球物理年会上,对地壳结构、壳幔演化、岩石圈与软流圈关系、断裂构造与变形、岩浆形成与演化等提出了过去难以解释的新认识。为重新厘定某些地质概念作出导向,我国近年也进行了若干地学断面(GGT)测制,对岩石圈结构、构造和壳幔演化作了探讨。这一开创工作受到国际的赞扬(28届世界地质大会, 1989),也为我国深入研究区域成矿规律奠定了基础。近年来,世界上对巨型和超巨型矿床的形成和发现的研究作为地质勘查的重要方向。特别是把它们的形成看作是壳幔运动有关的不寻常的金属异常场。从而提出“幔根”与成矿问题(J. Kutina 1989)。这一演化概念打破了过去仅论述幔隆—幔坡—幔坳的同步演化。实际上,壳幔演化是不同步的美国西部科罗拉多成矿省巨型矿的形成都与不同步的壳幔演化有关。据此,我们认为幔(陆)根的互为穿插消减而成矿的认识弥补了陆(板)内不能利用大陆边缘比鸟夫带消减成矿解释的不足。它起到了与比鸟夫消减带成矿的异曲同工作用。我国完成的GGT剖面也发现不少壳幔不同步演化的规律(袁学诚 1989)。这一区域地球物理规律进一步与地质解释密切结合是促进区域矿化研究深入发展的关键。它必将对我国东部成矿的再认识提出新的解释。

总之,中国东部区成矿已有的研究程度是比较高的,如果仅囿于已有的典型矿床所固有的成矿模式和一般的控矿条件,拟在中国东部深化找矿,特别是发现世界级的大矿是有一定困难的。因而,必须考虑从全球成矿事件出发,着眼区域成矿的具体条件,借鉴于新的成矿思路,建立新的概念,结合新方法和手段,通过在中国东部的地质勘查实践必将有新的突破。

### 参 考 文 献

- [1] 李春昱等 1982 亚洲大地构造(1:800万)说明书 地图出版社
- [2] 郭文魁等 1987 1:400万中国内生金属成矿图说明书 地图出版社
- [3] 陈国达等 1975 中国大地构造简述 地质科学 第3期

- [4] 于志鸿等 1989 华南构造与内生金属成矿规律的卫星遥感研究 北京科学技术出版社
- [5] 程裕洪等 1983 再论矿床的成矿系列问题 中国地质科学院院报 第6期
- [6] 涂光炽 1984 与花岗岩有关的成矿作用 中国科学院地球化学研究所年报
- [7] 陈毓川、裴荣富等 1989 南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色稀有金属矿床地质 地质出版社
- [8] 季克俭等 1989 热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律 北京科学技术出版社
- [9] 李秉伦等 1989 我国东部中生代斑岩型矿床的基本特征 矿床地质 第3期
- [10] 闻广 1983 成矿专属性与成矿继承性 矿床地质 第1期
- [11] 张秋生 1988 第一届全国环太平洋成矿带学术讨论会总结 吉林科学技术出版社
- [12] Shcheglov, A. D., 1985, Ore Deposits and the mantle, Global Tectonics and Metallogeny, Vol. 3, No. 1.
- [13] Rongfu, P., 1985, Basic feature of main lineament structures in China, Global Tectonic and Metallogeny, Vol. 3, No. 1.
- [14] Cox, D. P. and Singer, D. A., 1987, Mineral deposit models, U. S. Geological Survey Bulletin 1693.
- [15] Liangshi, W. and Rongfu, P., 1988, Tectonic setting of Mesozoic volcanic belts and regional metallogeny in South China, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, D-7000 Stuttgart 1.
- [16] Atherton, M. P., 1988, On the lineage character of Evolution of granite, 5th International Symposium of IGCP-220 Shimane University, Matsue, Japan.
- [17] Roddick, J. A., 1988, Granite gestation, 5th International Symposium of IGCP-220 Shimane University, Matsue, Japan.
- [18] Rongfu, P., 1989, Regional metallogenetic environments and basic features of Ore-forming process in Eastern China. Progress in Geosciences of China (1985-1988) Vol. III, Geological Publishing House.
- [19] Kutina, J. 1989, Metallogeny of mantle-rooted structures extending across the western edge of the Proterozoic North American Craton, Commission on CTOT, 23th IGC.
- [20] Rongfu, P. and Liangshi, W., Tectonic Environment and modes of emplacement of the granites of Southern China and thir relation to mineralization, Bulletin of CAGS.

### 书刊简介

### 大厂锡矿矿石学概论

该书由黄民智和唐绍华著,是国内典型矿床的第一部矿石学专著。所研究对象——大厂锡多金属矿田是我国具有代表性的典型矿田之一,其中长坡—铜坑锡矿不仅是世界级的超大型复杂锡矿床,而且以其繁多的矿物种类,特别是富含罕见、复杂的硫盐矿物而享有“世界矿物宝库”的美誉。锡石—多金属硫化物矿石及多种伴生有用元素有规律的富集及其组合的多样性、复杂性赋予本矿田的系统矿物学和矿石学研究以极大的经济意义和重要的学术意义。

本书共分10章,35节。其内容分四部分:

第一部分介绍矿田、矿床、矿体地质背景及矿石特征,并划分了矿石类型。

第二部分反映了本矿田40多种金属元素的系统研究成果,包括在本矿田新发现的17种硫盐矿物、2种自然元素、5种罕见的锡及其它硫化物,建立了8个硫盐矿物系列,揭示了多种贯通性矿物的标型特征并建立了相关系统。

第三部分在前述系统矿物学研究基础上,以长坡—铜坑矿床为重点,进一步查定了以锡为主和与之伴生的15种有用元素赋存状态及其分布规律,除已知10种有用元素外,新查明5

(下转接96页)