

文章编号 :1001-8166(2001)05-0719-07

矿床学的百年回顾与发展趋势*

翟裕生

(中国地质大学,北京 100083)

摘 要 :文章简要回顾了百年来矿床学取得的重要进展,包括:①矿床成因分类的建立;②层控矿床研究;③板块构造与区域成矿;④矿床模型研究;⑤区域成矿学研究;⑥超大型矿床研究;⑦海洋现代热液成矿作用的发现;⑧成矿年代研究等。针对 21 世纪人类社会可持续发展的需要,矿床学研究出现了两个新趋势:①全球化;②矿业开发与环境保护一体化。面临着三个主要研究领域:①成矿理论的推陈出新;②研究开发新型矿产资源,建立广义的矿产资源地质学;③为加强矿山环保所做的矿床学基础研究。最后作者还提出发展成矿学研究的若干建议。

关键词 :矿床学;20 世纪;全球化;理论矿床学;应用矿床学;环境矿床学

中图分类号 :P61 文献标识码 :A

矿产是人类社会经济发展的重要生产资料。在 20 世纪的百年里,人类对矿产资源的开发利用达到了空前的广度和深度。据统计^[1],20 世纪初被人类利用的非金属矿产不到 60 种,而 80 年代中期已发展到近 200 种,20 世纪以前人类共采掘铜约 3 200 t,而 20 世纪的百年中产铜 2.38 亿 t。现今,人类每年消耗各类矿物资源达 500 亿 t。矿产资源的大规模开发与利用,提供了丰富的矿产地质方面的信息,促进了矿床学研究的全面展开,使矿床学成为地质学科中一门重要的分支学科,为矿产资源的勘查与开发提供了理论依据,起到重要的推动作用。面临世纪之交,回顾矿床学的发展历程,展望它的未来趋势,以便制定合适的学科发展目标,明确研究重点,开拓新的研究领域,以充分发挥其指导矿产勘查和促进地学发展的功能,为社会可持续发展服务。

1 20 世纪矿床学的重要进展

矿床学自 1920 世纪之交从地质学中逐步分出并成为独立分支学科以来,大体经历了资料积累、观点纷争、理论孕育、蓬勃发展等几个阶段,形成了较完整的理论体系,取得了多方面的重大成就,其中包括:

1.1 矿床成因研究及矿床成因分类

矿床成因是矿床学研究的基础与核心,而成因研究是建立在对开采矿山的地质矿化现象的长期反复观察、模拟实验以及运用物理化学原理来解释矿化现象的基础上的。20 世纪初期以来,由于工业经济逐步发展,被开采的矿床日益增多,矿床地质资料日趋丰富,人们用物理化学原理解释成矿现象,概括成矿方式,逐步认识到不同的矿种、不同的成矿要素在不同的成矿环境中发生不同的成矿作用,提出了多种矿床成因观点(如岩浆分异成矿、热液成矿、岩浆贯入、火山喷气成矿、测分泌成矿、沉积成矿和变质成矿等),并以矿床成因为基础,对矿床进行分类研究。

在这个时期中,尼格里、施奈德洪以及林格仑等都提出了矿床成因分类方案,其中以美国地质学家 W. 林格仑的《矿床学》(1907,1922,1933)^[2]和所提出的矿床分类表影响较大。他共划分出岩浆、岩石、水体中的 3 类 17 种矿床类型。类型划分的依据是成矿物质来源、成矿方式和成矿的温度压力条件。这代表了当时的矿床学研究水平,并在此基础上形成了被广泛应用的内生、外生、变质三大类成矿作用的分类体系。

* 收稿日期 2001-06-26,修回日期 2001-07-20. E-mail :yszhai@cugb.edu.cn

作者简介:翟裕生(1930-),河北文安人,教授,中国科学院院士,主要从事矿床学、区域成矿学和地质学史的教学与研究。

在矿床学研究中,成矿物质来源是一个基本问题,谢家荣^{3]}于 1963 年提出了按矿质的地幔、地壳、地表等不同来源划分矿床类型的方案,对矿床成因研究有促进作用。

60 年代以来,矿床成因研究更加广泛与深入,认识了一些新的成矿作用,如生物成矿作用、热水沉积成矿作用、构造成矿作用、改造成矿作用、叠加成矿作用、陨石冲击成矿作用等,从而扩展了人们对丰富多彩的自然成矿作用的认识。

1.2 层控矿床研究

矿床产出受一定地层层位控制的思想由来已久,在 1930 年,德国的毛赫指出德国巴伐利亚一带的变质多金属矿床乃受地层控制,并在 50 年代提出“层控”的概念。50 年代期间,奈特、洛弗林、戴维森、邓哈姆和加里克等学者提出了类似“层控矿床”的观点。70 年代中期层控理论有了长足的进步。斯坦通的《矿石岩石学》^{4]}一书进一步从成岩成矿一致性的观点阐述了层控矿床的成因。1976—1983 年,乌尔夫主编的《层控矿床和层状矿床》¹⁴ 卷本问世,标志着层控矿床研究在世界范围内达到了高潮。

60 年代初,孟宪民等认识到中国许多矿床具有区域性层位分布特征,强调“同生矿床”的重要意义。其后,涂光炽^{5]}、朱上庆等运用同位素地球化学、矿物流体包裹体以及微量元素特征等方法,对层控矿床地质和地球化学进行了系统的研究,出版了《中国层控矿床地球化学》、《层控矿床地质学》等专著,对阐明成矿机理有重要作用,推动了中国对层控矿床的研究。

通过对层控矿床的研究,人们认识到在一个结构复杂的矿床中可以兼有内生、外生、同生、后生特征,成矿经过了多个阶段,某些大型层控矿床还具有“三多”特征,即矿质多来源、成矿多阶段和多种成矿作用(涂光炽,1974),从而进一步肯定了成矿作用的复杂性和成矿物质的多源性。层控矿床学说将矿床学中的水成—火成、内生—外生、同生—后生等不同观点的激烈对立和争论在一定程度上统一起来,使对矿床成因认识有了突破性进展,促进了成矿理论研究向纵深发展,给找矿勘探工作带来了新的方向、前提和标志,显著地促进了层控矿床的发现与开发。

1.3 板块构造与成矿

曾被誉为地质科学革命性进展的板块构造学说,同样对矿床学研究产生了巨大的影响。在研究

成矿规律的过程中,人们先后应用地槽—地台、构造体系、聚矿断裂等学说对区域成矿时空分布和各种成矿现象进行研究和解释。自板块构造学说形成以来,成矿学研究迅速与之结合,主要是对板块构造边缘的成矿特征作了深入系统的研究。例如:安第斯型斑岩铜矿、黑矿型块状硫化物矿床和火山喷气—沉积型层状硫化物矿床大多与汇聚板块构造的俯冲消减带有关,而产于碳酸盐层和黑色岩系中的层控多金属矿床则多产在被动大陆边缘的伸展构造环境,蛇绿岩套有关的铬—铂等矿床则与大洋中脊伸展构造有关。Guild 等^{6]}对不同板块边界金属矿床成因作了较全面的解释。现代板块内部的某些区域性金属成矿带可能与古板块边缘活动带有关,这些研究成果使板块边界的找矿工作有了重大进展。

运用板块构造观点来分析不同类型金属矿床产出的大地构造学背景,开拓了用活动论观点研究全球成矿背景的新途径,这就使现代矿床学能够把矿床形成作用放在全球构造和地史演化的背景上来研究,从而将矿床学提高到一个新的高度。当前,板块构造学说在说明大陆板块内部成矿特征方面尚有不少难点,一些学者正试图运用地幔柱(Mantle plume)运动的观点来解释大陆板块内前寒武纪时期的大地构造运动和成矿作用。

1.4 矿床模式研究

矿床模式或成矿模式是指在对大量矿床进行综合研究的基础上,对某类矿床或某种成矿作用基本特征的概括。它一般采用图解、文字或表格的形式,将复杂的成矿要素、成矿过程和矿床地质特征进行概括,用以具体指导对某类矿床的找矿工作。代表性的矿床模式有斑岩铜矿模式、VMS(或 VHMS)矿床模式、SEDEX 矿床模式等。70 年代以来,以前苏联、美国、加拿大等国学者为代表,对矿床模式研究投入了大量的工作,建立上百个矿床模式(考克斯和辛格,1986;克尔哈姆等,1993)。在我国也开展了典型矿床的成矿模式研究,针对中国地质成矿特征,建立了玢岩铁矿(李文达、陈毓川等)、火山岩型铜多金属硫化物矿床(宋叔和)、岩浆型铜镍硫化物矿床(汤中立)等矿床模式和陆相成盐成钾模式(袁见齐)等。

矿床模式的研究,使人们对不同地质背景下不同类型矿床的成因及赋存条件能有一个概括性、本质性的了解,减少了地质不确定性的影响,提出了清楚的找矿思路和方向,因而在很大程度上减少了找矿的风险,提高了找矿命中率。例如,著名的斑岩铜矿模式以及剪切构造蚀变岩型金矿模式在勘查中的

成功运用。在成矿模式研究的基础上,人们针对矿产勘查需要又进行了找矿模式研究,即通过对已知矿床的研究,概括出该类矿床在地质、地球化学、地球物理方面的特征,包括各种异常的显示,从而建立找矿模式以指导勘查工作。所有这些成矿模式、找矿模式研究,在一定程度上深化了人们对不同类型矿床的认识,为地质类比找矿提供了科学依据,提高了矿产预测和勘查的效果。

1.5 区域成矿学研究

区域矿床分布规律早在20世纪初就已引起注意,法国学者洛奈(1907)曾提出 *metallogeny* 概念,意指着重从区域构造—岩石的时—空尺度上研究矿床的成因。多年来成矿区域和成矿时代是区域成矿研究的两个基本内容。人们在区域地质调查(含制图)和矿床研究的基础上划分出多个不同级别的成矿区(带)和多个成矿时代,编制了区域矿床分布图和成矿规律图,直至全球性成矿图。区域成矿分带性作为区域成矿学的一个重要内容也一直受到重视研究,并与区域构造演化过程相联系。郭文魁(1987)主编了中国金属成矿图,叶连俊等(1989)探讨了地史演化和区域地质背景对沉积矿床的控制,常印佛、翟裕生等(1991,1992)总结了长江中下游区域铜(金)成矿特征。在中国还将一定区域中有成因联系的多种矿床类型称为矿床成矿系列(成矿系列、矿床系列)加以研究^[7](翟裕生等,1980)。近年来,由于系统论观点在成矿学中的应用,已经将成矿系列研究进一步深化和拓宽,并以成矿作用动力学为基础,将同一成矿事件导致的成矿要素、成矿过程和作用产物作为一个系统进行整体性、综合性研究,提出了区域成矿系统观点,出版了《区域成矿学》专著^[8]。为了研究阐明区域地史演化中各个成矿系统的相互关联(继承、转化及其它形式),人们还开展了区域成矿谱系研究。

区域成矿学至今已成为专门研究区域的成矿环境、成矿条件、成矿过程,阐明矿床时空分布规律的一门重要分支学科。它是进行区域矿产预测、勘查和资源评价的理论基础,也是地球系统科学的一个重要组成部分。

1.6 超大型矿床研究

超大型矿床仅占世界上已发现矿床总数的7%,然而其所拥有的矿产储量却达65%。超大型矿床正是因其巨大储量规模和极其罕见而具有重大的经济、社会和科学研究意义,不少矿业城市就是在开发超大型矿床的过程中建立发展起来的(如加拿

大的肖德贝里,中国的金昌、白银、包头)。80年代以来,寻找超大型矿床已成为许多勘查公司的主要找矿目标,同时也成为矿床学研究的一个热点。1987年国际三大地学组织(IUGS、IUGG、ILP)发起了“超大型矿床全球背景”研究。我国自1992年起,由涂光炽领导了“与寻找超大型矿床有关的基础研究”(国家科学攀登计划),探讨了中国超大型矿床的时空分布规律,剖析了白云鄂博稀土—铌—铁矿床、柿竹园钨—锡—多金属矿床、大厂、金顶多金属矿床的形成机制,认识到同生构造、挥发份、碱金属、有机质、热水沉积等关键控矿因素及深部成矿背景,出版了《中国超大型矿床(Ⅰ)》专著^[9],初步总结了超大型矿床大多产于大陆边缘构造带的原因(翟裕生等,1998)裴荣富等提出了超大型矿床产出的偏在性等观点。

在对超大型矿床的研究过程中,人们发现多数超大型矿床在形成环境、形成过程和控矿条件方面与同类的大、中型矿床没有显著的差别(如斑岩铜矿),并开始注意到将超大型矿床与伴生的大、中型矿床作为一个整体,即把矿集区作为研究对象,并使之与深部地质作用、大规模流体活动等有机地联系起来。也有几个世界著名的超大型矿床(如奥林匹克坝、白云鄂博)是在特殊的地质—成矿背景下形成的,至今尚未发现与之相当的第二个实例,这种非常规超大型矿床的成矿机理正在深入探讨中。

1.7 海底现代热液成矿作用的发现与研究

早期地质学家对于矿床成因的思想主要基于推测,因为只有少数矿石的形成能够直接观察,如河流沉积砂矿、火山喷气产生的硫和金属升华物、盐湖和沉积盐等。60年代中期以来,由于洋底探测技术的进步,人们开始研究海底热液成矿作用,Miller等于1966年在红海拉张海底发现了含金属热卤水和沉积物,几乎同时在南太平洋海隆的沉积物中,识别出热液成因的金属组分;1972—1973年在N26°附近缓慢扩张的大西洋中发现了温泉和低温热液矿床;1978年在N21°东太平洋海隆发现了由高温热泉形成的块状硫化物矿床;1985—1986年,又分别在N26°和N23°22'缓慢扩张的大西洋中脊发现了高温黑烟囱、块状硫化物和喷口生物群。除大洋中脊外,在许多弧后盆地也发现了热液成矿活动,如冲绳海沟JADE热液田中的现代矿化,被认为是第一个类似于日本北鹿地区黑矿型块状硫化物矿床的海底矿床。另外,在陆内裂谷(如贝加尔湖)中也发现了强烈的热液成矿活动。最近,斯考特等(2000)已收集

到 150 处海底现代热液活动的资料,包括热液的性质、携带金属、挥发份与形成的矿物组合等。

海底现代热液成矿现象的大量发现与观测,不仅为人类提供了有着良好开发前景的新的矿产资源类型,也提供了可观察“现代矿床”形成过程的天然实验室,因而开拓了矿床学的一个崭新领域,更新了人们对热液成矿作用过程的认识,极大地促进了成矿理论的发展。

1.8 成矿年代测定

成矿年代测定对认识成矿地质环境、矿床形成过程及各类矿床在地史上的演化趋势有重要意义。在上世纪初期主要利用矿体(石)与地质体(地层、岩体、构造等)的地质关系来判断成矿的相对年代。同位素地质学建立和发展起来后,人们广泛利用铷—锶、钾—氩、铀—铅、钐—钕、钍—铀和铯—钡等方法测定矿石矿物和脉石矿物的地质年龄(达 Ma 级),因而可以直接测定某些矿石的年龄。有些方法,如锆石 U—Pb 法(SHRIMP)等技术逐步完善,给出年龄值的准确度与分辨率越来越高,已能从锆石的不同环带中分别测出不同的年龄值,区分出残余锆石和新生锆石,因而能较准确地提供关于矿床及其所在岩石的形成年龄的信息。目前,难度较大的成矿年代学已成为矿床学研究的关键问题之一,其对深入认识区域乃至全球成矿演化,从定性走向定量,提高成矿预测效果,树立新的战略找矿思想极有意义。

除以上 8 个方面以外,20 世纪矿床学研究中矿物包裹体、稳定同位素、微量元素、热力学研究和成矿实验对阐明矿床成因、矿质来源和成矿环境起了重要作用。花岗岩类与成矿、变质作用与成矿、生物与有机质成矿、地质流体成矿等方面也取得了相当的进展,明显促进了矿床学的发展和提高,限于篇幅,不再详述。

总之,20 世纪矿床学研究的进步为矿产勘查工作提供了地质理论依据。广大勘查和矿业工作者发现和开发了成千上万个矿床,保证了人类经济、社会发展对矿产资源的巨大需求,推动了工业化的进程。

2 新世纪初期矿床学发展趋势

进入 21 世纪以后,作为指导矿产资源勘查开发的矿床学科正面临严峻的挑战。一方面,现有的矿业基地和传统的矿产资源日益减少,急需探寻深部隐伏矿床,开拓新的矿业基地,开发新型矿产资源,以保证矿产资源的持续供应,因此需要扩展视野,从系统化与全球化的角度开展成矿理论研究;二是保

护生态环境日益成为全人类的共同愿望和迫切要求,如何尽量减少和避免矿业活动对环境造成损害,实现矿业开发和环境保护的协调发展,已经成为迫切的重大科技、经济社会问题。也就是说,矿床学研究正面临着全球化和矿业—环保一体化的两大趋势,这两个趋势将在相当长时期内制约着矿床学的研究方向和任务(翟裕生,2000)^[10]。

基于上述分析,预计新世纪初期矿床学的主要任务可有 3 个方面:

2.1 矿床成因理论的深入研究(理论矿床学)

当前国际上成矿学研究的主要趋势是基于地球动力学、流体地质学和非线性科学等的新思路,探索巨量金属堆积的机理,发展寻找大矿和矿集区的新理论和新方法。同时,全球成矿图的编制和全球成矿规律探索也日益引起人们的关注。我国成矿学研究既有与之相同的一面,也有自己独特的一面。如对国际关注的超大型矿床的形成与产出问题,我国 10 多年来也做了大量的研究工作。而对于我国成矿研究中的一些重要问题,如中国东部中生代、西北部古生代以及西南部的中—新生代的区域性大规模成矿问题,其形成机制用现有成矿理论难以解释,需要立足于中国大陆演化的特点,从地球动力发展过程来探索其时空演化规律。通过研究大规模成矿作用的地质背景和形成过程,建立典型区域成矿系统的四维模型,探索和创立符合中国区域特点的大陆成矿理论,并发展新一代的成矿预测方法,为在战略上寻找中国现有矿产基地的接替资源和发现新的资源基地提供科学依据。要实现这个目标,就需要对区域成矿学、成矿年代学、成矿系统及成矿动力学、流体成矿、生物成矿、矿床形成与壳幔演化、大陆与海洋的成矿对比等领域开展深入研究。特别是将这些基础研究与矿床模式研究相结合,以作为找矿预测的有效工具。

2.2 研究和发现新型矿产资源,扩大资源领域(应用矿床学)

为了实现矿产资源的充足供给,矿床学研究除了要发展完善其理论以便指导常规矿产资源的勘查外,还要预测和发现新的非常规矿产资源。为此,矿床学研究将更新观念并采用高新技术,研究和发掘多种矿物、岩石的有用性,为开发新型矿产资源做好基础研究工作,包括研究新的成矿作用、新矿床类型、新成矿环境、新矿种、新性能以及矿床物质的综合利用等。在研究开发新型矿产资源时,节能、节水和无污染的矿产和矿床类型将受到特别关注,有极

大应用前景。为解决这些问题,矿石学、矿石岩石学、非金属矿床学、矿物物理学、矿石工艺学、岩矿材料科学以及选冶科学等学科将发挥重要作用。过去分门别类建立起来的金属、非金属、能源等矿产的不同成矿理论将在地球资源科学的统一基础上互相融通,并逐步建立起大地质资源学的知识体系(矿产资源地质学)。

2.3 加强为保护环境的矿床学研究(环境矿床学)

实现社会的可持续发展需要良好的生态环境,这就要求尽量减少和避免矿业活动对环境造成的损害,因此必须发展“清洁矿业”,走矿业与环境保护协调发展的新路。为了实现这一目标,需要多学科的密切合作。矿床学研究者要树立环境保护意识,拓宽研究视野,开拓矿床研究与环境评价相结合的新领域。例如,大力开展与矿山废物综合利用、革新采选冶方法和矿床环境质量评价有关的矿床学基础研究(如矿石物质组成、矿床地质结构、矿床水文地质等),并积极找寻和发现经济—环境综合效益好的新类型矿床。可以预计,矿产资源科学、环境科学以及经济、社会科学间的交叉渗透并出现新的分支学科和研究领域将是必然趋势。其中,环境矿床学^[1]或广义的矿山(业)环境地质学将应运而生。

21世纪地球科学各学科之间将更加紧密地结合与融通,奠基于各地质基础学科之上的矿床学研究成果,也将能广泛地应用到其它有关学科中去,促进整个地球科学的发展。矿床学基础知识也将丰富和充实科普工作内容,为提高广大人民的文化科学水平服务,并促使全民族自觉地保护和合理开发、节约利用矿产资源。这样,矿床学就将在21世纪中发挥多方面的功能,为社会可持续发展服务。

3 对矿床学科发展的建议

3.1 矿床学研究的重点课题

矿床学研究涉及面广,结合国情,初步提出几个重点:

(1)大陆成矿体系与区域矿产资源评价。系统研究中国大陆及邻区的壳幔作用演化及对成岩成矿的制约,研究大规模成矿作用和大型矿集区的形成环境及控制因素;针对中国大陆的复合性与活动性特点,总结我国矿床的时—空分布、物质组成和成矿规模等特征,从战略上查明矿产资源潜力。

(2)成矿系统及成矿作用动力学。研究不同构造体制下成矿物质的来源、运移和富集过程,建立各大成矿区带的成矿系统模型,阐明其中的大矿、富

矿、新类型矿床的时—空位置及成矿动力过程,深化矿床成因研究。

(3)成矿演化和成矿年代学。从全球成矿的视野,研究古大陆增生、汇聚、裂解、消减等演化过程中矿床的时—空定位,认识地史上成矿演化的过程与趋势,重视研究地史上突发事件与成矿作用的关系,为区域成矿预测提供新的思路。

(4)找寻新矿产和新矿床类型研究。加强对深部矿床、海洋矿床、稀有分散元素矿床和新型非金属矿产资源的研究,逐步建立非常规矿产地质学的知识体系。

(5)常温和低温的矿床地球化学研究:研究矿床表生变化机理,查明矿床中有害物质的赋存状态、扩散方式和途径及其对矿山环境的污染过程;多学科合作,建立矿床环境质量评价指标体系,积极开展有关矿山环境保护的矿床学研究。

3.2 坚持理论与实际相结合

矿床学是一门实践性很强的学科,其发展必须以实地(矿床、矿山)观察为基础,以高科技分析、鉴定、实验手段为支撑,努力做到宏观和微观结合,定性与定量结合。矿床学研究的时—空领域广阔,物质组成复杂,很多古老矿床又受到后期改造,更需要精细的现场观测和实验室工作的紧密结合。由于多方面原因,目前的矿床研究与找矿工作结合还不够,理论研究成果难以转化为现实生产力,在国内外的矿床研究和矿产勘查工作中都普遍存在这个问题^[12,13],今后工作中要注意解决。矿床学是介于地质与矿业之间的综合性学科。矿床学家要关心和熟悉矿业经济,了解世界矿业市场上矿产品的供求趋势,尤其是对新型矿产资源的需求信息,以用来规划和调整自己的研究工作,这也是理论联系实际的一个重要方面。

3.3 掌握科学思维方法

矿床学研究的对象是复杂的自然系统,不确定因素多,多解性明显;而矿床类型的分布又很不均匀,有区域局限性,很多矿床又隐伏地下,隐蔽性强;因此,为了达成科学共识,既需要更多的矿床勘查开发实践提供越来越丰富的信息,更多地运用高新技术做深入研究,同时也要求我们掌握科学的思维方法。这包括辩证地认识成岩与成矿、局部与整体、定性与定量、求同与求异、时间与空间、物质与能量、成矿与破矿、历史与现实、推断与实证等种种复杂关系。在研究过程中,既要运用辩证唯物主义和历史唯物主义,又要应用现代科学思维方法(系统论、复

杂性、非线性、演化论等),以期在成矿学研究中不断取得创新认识^[14]。

3.4 加强对矿床研究的支持

矿床学研究的主要方面是矿床成因理论和区域成矿规律探索,它属于公益性、基础性、前瞻性的科学研究,研究成果的转化较慢、周期较长,难以在短期内迅速因其获得利润,因而决定了其研究费用主要应由政府来承担。而矿床学研究兼有基础研究和应用基础研究双重性质,对解决我国后续矿产资源和矿业基地至关重要,建议政府有关部门加大对矿床研究的支持力度,并大力培养新一代矿床学家和矿产勘查学家,从根本上促进矿床学研究在新世纪中的发展和提高,为保障矿产资源的安全供应做出贡献。

3.5 加强国际交流与合作

地质科学包括矿床学是全球性的。借鉴国外矿床学研究成果,对我国矿床学的发展有重要作用。同时,也要加强我国矿床学研究成果的对外交流。面临地球科学的全球化趋势,我国的矿床学研究应该进一步走向世界,要努力从全球角度研究区域成矿规律,选择有重大意义的研究课题,与国外同行开展实质性的合作研究。在对全球成矿总貌有较多认识的基础上,将更能把握中国地质成矿的特色,对我国特定地质历史过程中形成的优势矿产、劣势矿产及其原因进一步做出科学判断。这将丰富和发展矿床学内容,也为我国的矿产资源潜力评估和找矿战略提供科学依据。预计 21 世纪中矿床学研究的国际交流与合作将会达到新的水平。

致谢:本文写作过程中,曾分别与涂光炽、常印

佛、陈毓川、裴荣富、汤中立、宋学信、蔡克勤等先生进行过有益的讨论并获得启发,在此谨致谢忱。

参考文献 (References):

- [1] 陈毓川,李庭栋,彭齐鸣.矿产资源与可持续发展[M].北京:中国科学技术出版社,1999.1-148.
- [2] Lindgren W. Mineral Deposit(4th ed)[M]. New York:Mc Graw-Hill Book Company,1933.
- [3] 谢家荣.论矿床的分类[A].见:孟宪民等.矿床分类与成矿作用[C].北京:科学出版社,1965.19-28.
- [4] Stanton R. Ore Geology[M]. New York:McGraw-Hill Book Company,1972.7-35.
- [5] 涂光炽.1984-1988 中国层控矿床地球化学(共3卷)[M].北京:科学出版社,1989.
- [6] Guild P. Metallogeny and the new global tectonics, 24th International Geological Congress, Section 4, Mineral Deposits[C].1972.17-24.
- [7] 程裕淇,陈毓川,等.初论矿床的成矿系列问题[J].中国地质科学院院报(第1号),1979.33-58.
- [8] 翟裕生,邓军,李晓波.区域成矿学[M].北京:地质出版社,1999.
- [9] 涂光炽,等.中国超大型矿床(I)[M].北京:科学出版社,2000.
- [10] 翟裕生.21世纪矿床学研究展望[J].中国地质,2000(3):14-17.
- [11] 翟裕生.矿床的环境质量—一个新的地学研究领域[J].现代地质,1998,12(4):462-466.
- [12] Papunen H. Mineral Deposits: Research and Exploration, Where Do they Meet?[A]. Proceedings of the 4th SGA Meeting(Turku, Finland)[C]. Netherlands:A A Balkema Publishers.
- [13] Stanley C J, et al. Processes to Processing—Proceedings of the 5th SGA Meeting and the 10th IAGOD Symposium(London)[C]. Netherlands:A A Balkema, 1999.
- [14] 翟裕生.矿床学研究的思维方法[A].见:陈毓川主编.现代矿产勘查评价的理论和方法[C].北京:地震出版社,1998.3-10.

HUNDRED YEARS ' RETROSPECT AND DEVELOPING TREND OF MINERAL DEPOSIT GEOLOGY

ZHAI Yu-sheng

(*China University of Geosciences ,Beijing 100083 ,China*)

Abstract Some major achievements on mineral deposit geology in the past 100 years are briefly reviewed in the paper. Such achievements include : ①classification of mineral deposits by their genesis ; ②booming of study on strata-bound deposits and multigenesis theory of mineral deposit ; ③plate tectonics and metallogeny ; ④mineral deposit model ; ⑤study on regional metallogeny ; ⑥study on super-large mineral deposits ; ⑦discovery of modern hydrothermal ore-forming processes in oceans and ⑧study on metallogenic age etc. . In order to meet the demands of sustainable development of human society in the 21st century , the mineral deposit geology shows two new trends : ①globalization and ②harmony of ore exploitation and environmental protection. Nowadays mineral deposit geology are facing three main research fields : ①the research and formulation of new ore-forming theories ; ②the study and discovery of new types of mineral resources and the formation of general mineral resource geology and ③ performance of basic research on mineral deposit to satisfy the need for environmental protection. At final , the author presents some suggestions for the development of metallogenic research , include the unity of metallogeny research and mineral exploration , master the scientific thinking method and strengthen the international exchange and cooperation for metallogenic research.

Key words Mineral deposit geology ; Retrospect ; Globalization ; Theoretical mineral deposit geology ; Applied mineral deposit geology ; Environmental mineral deposit geology .