

矿床地质学的发展前景和思维方法

翟裕生

(中国地质大学,北京,100083)

摘要 矿床地质学正面临着为社会提供充足的能源和资源的严重挑战。新时期的矿床学将朝着整体化和综合化的方向发展,将研究和发现多种新型的矿产资源和新的矿床类型,以满足日益增长的人类物质文明和精神文明的需要。本文提出广义的矿产资源的概念;主张根据矿床地质学的特点,改善矿床学研究的思维方法,主要是:①坚持实践第一,尤其是野外实践;②建立系统观念;③加强成矿历史分析;④提高经济意识,研究矿业经济趋势;⑤发展创造思维,以期取得成矿理论的突破进展,建立新的矿产资源地质学知识体系。

关键词 矿床地质学 矿产资源 前景 方法论

21 世纪的地球科学将会有两个明显特点:一是朝着整体化和综合化的方向发展;二是更广泛深入地渗入和影响经济建设和社会生活,并对保证社会持续发展发挥日益重要的作用。地球科学的这些特点将会体现到它的各分支学科中去,作为其重要分支学科的矿床学,由于其研究对象的综合性和经济性的特点,将会更明显地表现出上述两方面的特点。

1 矿床学将更广泛地满足人类物质和精神文明的需要

矿产是人类社会生活赖以生存和发展的重要物质基础。随着社会生产力的发展和社会生活的进步,人类使用矿产的数量和种类在急剧增长。据统计,近半个世纪以来,全世界的矿产开采总量已超过人类历史上开采的总和,所利用的矿产种类已达到160种以上。随着全球人口增长和生活水平的提高,将需要更大数量和更多种类的矿产。除了满足原材料工业(大宗的金属、非金属矿产)、能源、高新技术所需的矿产种类外,用于直接改善和美化生活的矿产也日益受到青睐。近年来,金银饰物宝(玉)石市场的蓬勃发展,使金矿地质学和宝(玉)石矿床地质学有了显著的进步。这给了矿床学家(经济地质学家)一个重要信息,即一些国家和地区的人民在达到小康生活水准以后,精神生活日趋丰富,要求也越广泛。精神生活所需要的自然资源也越来越多样化,包括宝石、玉石、观赏石(包括珍奇石)、园林石等。这些矿产不需要复杂的加工过程(如对金属的选冶工艺),对环境的污染很少,而且只要稍加整饰,就能成为人们喜爱的贵重商品。再扩展一步看,地热资源,医疗保健用的液体(如矿泉水)和固体矿产,各种奇山丽水神谷幽洞形成的旅游观赏资源(如黄山、桂林岩溶等),各种险峻高峰形

收稿日期:1994—07—14

作者简介:翟裕生,男,1930年生,教授,博士生导师,矿床学专业,曾任中国地质学会副理事长,现任国务院学科评议组成员,国际矿床成因协会矿田构造组主席。

成的探险资源(如珠穆朗玛峰),以及其它种种,都是由于自然地质作用形成的地质景观和岩石、矿物,由于其奇特、优美、壮观,能愉悦人们的精神生活和健壮人民的体魄,因而也可称作对人类有用的地质矿产资源。

由上述可见,在人类社会发展的不同阶段中,向大自然索取的矿产资源类型是有变化的,是逐步增多的,先是使用简易的石材石器,以后长时期使用需经选冶的各类金属以及各种能源,大量地使用非金属矿物原料,现在又发展到大量使用直接满足精神生活需要的美饰观赏资源等。随着经济发展和科技进步,人们将需要也有可能获取到更多种类如铁、铜等大宗矿产的代用资源。为了适应发展的需要,如实反映广阔无限的资源应用前景,可以考虑使用扩大的矿产资源,即广义矿产资源的概念。所谓“广义矿产资源”,可理解为由地质作用形成的、能满足人们物质生活和精神生活需要、且在一定经济和技术条件下可加利用的地质产物。它包括常规的矿产资源(金属、非金属、水、土、燃料等),也包括非常规的美饰用、保健用、观赏用和旅游探险类资源,以及其它待开发的资源等。地球上各类资源的分布是不平衡的,人类利用资源的种类和数量也随时间和空间(地区)的不同而有差异。随着社会经济和科学技术的高度发展,21世纪人类将开发利用除常规矿产和能源以外的各类地质资源,各个地区都可以因地制宜,充分发挥各自的资源优势,真正做到地尽其力,物尽其用。建立广义矿产资源观,可以开阔我们的视野,扩大研究的领域,发展地区经济,开发多种多样的矿产资源,以满足人类日益增长的精神生活和物质生活对自然资源的需求。为此,地质学家要从以金属矿床和热液成矿为中心的传统矿床地质学中解脱出来,扩大研究领域,更新矿床学的观念和思维方法,逐步建立起21世纪的新型矿床学——广义矿产资源地质学的知识体系,以适应新世纪社会发展的需要。

2 矿床学正朝着综合化和整体化方向发展

矿床是综合的地质作用的产物,矿床学研究多种多样的矿床类型、成矿环境和控制因素。矿床学就其本质而言,是一门综合性学科,因为它要求运用多种手段联合起来研究同一对象。但是长期以来,由于体制、管理、历史和地区局限性以及思想方法上的形而上学等种种原因,矿床学研究工作中的片面性是很突出的。例如“水成”与“火成”、“同生”与“后生”、“表成”与“深成”、“有机”与“无机”等种种不调合的学术观点,在矿床学发展史上持续了很长时期。直到本世纪中叶,由于采矿规模扩大,矿床研究深入,现场参观和交流的便利,矿床地质资料的日益丰富等,才使广大矿床学家承认成矿作用的多样性和复杂性,因而提出了矿质多来源、成矿多阶段、矿床多成因等等辩证的观点。矿床学的学术思想比较开放了,开展了生物成矿、火山成矿、热泉成矿、构造成矿、热水沉积成矿等多方面的研究。但是,由于部门分割和教育制度的限制,在对石油、煤田、金属、非金属矿产的研究工作中,很大程度上还是分割进行的。这些矿产在自然界时常共生或伴生,其形成环境和成矿作用常有内在的有机的联系。“有机成因”和“无机成因”,“能源”和“资源”间有着密切联系,相互包含,相辅相成,甚至可以互相转化。对这个地学中“亦此亦彼”的重要问题,涂光炽教授有过精辟的论述(1990)。矿床学研究中既有分析又有综合,从其学科本身发展趋势看,现在正处于在分析研究基础上,更侧重于综合研究的阶段。通过系统深入的研究工作,经过较长时期的努力,有可能做到对各类资源、能源的形成过程和分布规律认识的相互融通和高度综合,从而建立起新的矿床(广

义的,含能源矿产)知识体系,这对于开展综合找矿、综合评价、综合利用,充分地开发地下资源,有着十分重要的现实和长远意义。

再有,从矿床学与其他学科的关系看,加强对矿床的多学科综合研究,也是必然趋势。因为矿床的形成不是某一种物质运动形式的结果,而是多种自然作用的产物,包括力学、物理、化学、生物的等运动形式,不少还是复合运动形式的综合产物。矿床的形成不是孤立的和偶然的。它们是地球的各层圈物质相互作用到一定阶段的产物,是成矿物质在各种地质作用下反复浓集的结果,是一定的地质构造背景和一定环境的产物。因此,现在已不单纯详细地研究矿床本身,而是系统研究成矿的地质构造背景,使对矿床学的研究建立在全球地质构造研究的基础之上。作为一个矿床学家,应该熟悉和运用地学各分支学科的最新研究成果,以及运用数学、力学、物理学、化学、生物学乃至天文学的基本原理,从这些学科中吸收新的营养,以便有效地进行多学科综合研究。一些有远见的地质学家都强调,21世纪的地质勘探学家必须懂得并最有成效地综合地球化学、地球物理和地质学等方面的研究成果,才能达到事业的成功。

3 改善矿床学思维方法

一门学科的发展进步,与研究者的思维方法关系很大。“工欲善其事,必先利其器”,这个“器”,也可以扩大理解为思维方法和工作方法。当今科学技术的迅速发展,尤其是高新技术和重大工程技术的成功,无不得益于先进的科学的思维方法,矿床学的研究也不例外。

矿床学的研究方法很多,大体上可分为三个层次。第一个层次是各种具体的方法技术,如矿区地质构造测量、矿体编录、矿相学、矿石成分测试,矿石储量计算等。第二个层次是属于方法学范畴的,即自然科学一般研究方法(观察、实验、假说、归纳演绎、分析综合等)在矿床学中的具体运用,这些方法有着较广阔的内涵,也包括一些研究思路和思维方法,例如:①观察、鉴定、描述、制图、计算法(现场的,室内的);②成矿条件分析法;③地质类比法;④成矿模拟实验;⑤矿床成因假设;⑥建立矿床模型(式);⑦成矿系统分析;⑧成矿地质背景(和环境)分析;⑨成矿历史研究;⑩成矿预测;⑪矿床的经济-技术评价。

以上各项方法的运用,又受到更高层次的哲学思维(世界观、方法论)的指导。广大的地学工作者通过长期实践认识到,唯物辩证法是指导地球科学的最基本的哲学思想。近几十年来系统论、信息论、控制论等的形成和发展以及电子计算机的广泛运用又为科学方法论增添了新的时代内容。这些都为改善和发展地学思维创造了有利的条件。可以认为,由于现代科技的进步和地学思维方法的革新,科学家们已经能够从多角度、多层次、多手段和多形式去考察地球;从天地对比、全球对比、海陆对比、深浅对比、宏微对比地去研究整个地球系统,从而使全面、系统、立体地研究和认识地球运动规律成为现实。

作为地学分支学科之一的矿床学有它自己的特点。概括地说,这些特点是:①综合性;②经济-技术属性;③复杂性(翟裕生,1993)。在研究改善矿床学思维方法时,要针对矿床学科的这些特点,研究应该如何将科学研究的一般方法论,创造性地转化为与矿床学科特殊性相匹配的思维法则。针对21世纪矿床学发展前景和现实研究中存在的倾向性问题,笔者建议改善矿床学研究的基本思维方法:(1)坚持实践第一(矿床研究的实践性);(2)建立系统观念(矿床研究的系统性);(3)注重历史分析(矿床研究的历史观);(4)具备经济头脑(矿床

研究的经济观);(5) 发展创造性思维(矿床研究的创造性)。

3.1 矿床研究的实践性

实践是检验真理的唯一标准,任何科学认识都是源于实践,来自实践。矿床学认识的源泉来自对矿床、矿体、矿石及其所在构造-岩石环境的观察。在反复、周密、准确地观测矿床的基本地质特征基础上,判断其类型,分析其价值,再推测其成因,这是一个由感性到理性的认识过程。已获得的理性认识是否正确,还需要再经过矿床勘查、矿山开发等进一步的实践加以检验,再总结为更高层次的理性认识,这是一个实践→认识→再实践→再认识的反复提高的认识过程。成矿理论之正确与否最终要经受在野外勘查—采矿实践的检验。因此,树立实践第一的观念,掌握矿床观测的实际能力,这是矿床研究的关键一环。

矿床实践包括野外和实验两个方面。野外实践是首要的、基本的。因为矿床学是以野外研究为基础的科学。矿体的形态、产状和规模,矿石的物质组成及其分带,矿体的围岩和构造环境,矿床的时空演化特征等只能在现场以各种手段来查明;而实验室工作则是对现场工作的辅助和深化(包括微观的鉴定测试和计算机的运算、模拟等)。只有在现场经详细观测,对矿床的主要特征和时空序列有了基本认识的前提下,才能做到合理地采样。而对实验室测试数据质量的评价,还应以野外的地质实际为依据。因此,对实验室数据应小心地利用,与野外实际不相符合的数据常导致错误的结论。实验室工作也很重要,应该充分重视,但要摆正以野外实践为基础的关系。实践说明,只有那些重视野外实践又能在在此基础上能动手实验操作的专家,才能最有效地将宏观与微观、感性与理性等结合起来,完成开创性的成果。面临 21 世纪矿床学研究对象的复杂性,更需要大批“全能型”专家,具有野外观测、实验室工作和综合研究的成套本领,期盼年轻的地质学家们朝着这个方向努力。

针对矿床学研究现状,在提倡重视野外实践的同时,还要强调另一个问题,即从中国的地质矿产实际出发,借鉴国外的矿床理论。应该看到,我国矿床学的系统研究起步较晚,现代成矿理论主要是从国外引进的,这对我国的矿床学研究起到促进作用。但也不能不承认,我们对外国的一些理论假说,存在有盲目性。未认清某个学术观点的来龙去脉,也未辨别其是否符合我国矿床实际,就匆忙加以引用,甚至生搬硬套,理论和实践脱节,导致研究工作和勘查工作的失误。因此,在学习国外经验和理论时,要保持清醒头脑,多加分析和判断。即使是对于比较正确的观点,我们也要从我国的地质实际出发,加以消化、吸收、融合、升华,总结出进一步的经验和规律。尤其是对我国独特的矿床类型和成矿现象,更应加深研究,提出有影响的成矿理论,供国外同行专家借鉴,为丰富和发展全球矿床学做出应有的贡献。

3.2 矿床研究的系统性

系统科学将自然和社会中的各种事物看作是多个系统。一个系统由相互联系、相互作用的若干部分组成。系统与环境之间相互作用,包括物质、能量和信息的交换。在矿床学研究中,矿床被认为是岩石圈系统的一个组成部分,矿床的形成和分布受岩石圈的组成、结构和演化过程所控制。因此,要深入研究矿床形成的地质构造背景,势必要研究岩石圈(以及水圈、大气圈、生物圈)的动力学特征及其演化过程,研究区域壳幔结构与深部地质作用过程对矿床形成的制约和影响,这是当前和今后一段时间内矿床学研究的一个热点,也是一个难点。目前,俄罗斯、德国等进行的科学深钻计划和相当数量的地学大断面已经提供了关于壳幔结构的很多崭新信息,开拓了人们思路,转变了人们对岩石圈结构层次的传统认识,也为人们认识矿床形成的全球构造背景提供了新的启示。矿床学家们要学习和掌握地球科学各

分支学科的新的知识,以期对整体地球系统有新的全面认识,建立起整体的地球观,将对矿床的研究建立在新的全球科学基础之上,才能高瞻远瞩,对矿床学有更深刻的理解。

另一方面,成矿作用本身又是一个自然系统。成矿系统与所处环境之间进行着物质的与能量的交换。通过这种交换,使有用物质逐步浓集到人们可以经济利用的程度(矿床形成)。根据 I. Prigogine 和 H. Haken 等提出的基本论点,成矿系统必须是远离平衡态的开放系统,成矿系统是依靠周围环境提供物质和能量来维持的不可逆过程,成矿系统存在着非线性反馈的动力学机制。根据刘洪波、关广岳的研究(1992),成矿系统有以下特性:①成矿系统是地球历史演化的自然产物,人们不可能全息地再现成矿系统的演化过程;②成矿系统在时间上是大尺度的,一个成矿系统从产生、发展到消亡,一般需要百万年甚至几百万年的时间;③成矿系统的演化有不可重复性,一定的成矿系统只出现在地球演化时间序列的某一区间;④成矿系统随时间有增加和复杂化趋势,这表现在前寒武纪的控矿因素和矿床类型比较简单,而显生宙时的控矿因素和矿床类型明显增加,如生物成矿作用、风化成矿作用等;⑤矿化系统在时间和空间上的分布具有不均匀性等。

由上述可见,新时期矿床学的研究,需要运用系统科学的观念和方法。在我国有较深入研究的成矿系列(或矿床成矿系列)也是属于这一方面的重要研究内容。从国内外日益增多的关于成矿系统研究文献表明,它将是矿床学研究的重要方向,而地球动力学背景上的成矿系统研究即将全球的成矿作用视为一个大系统加以研究,将是矿床学的学科前沿。

3.3 矿床学研究的历史观

成矿系统和矿床的形成是地球物质运动的历史产物。许多矿床在形成后又经历了不同形式、不同程度的变形、变质、热液改造、风化剥蚀等等复杂的变化。矿床学的研究对象——矿床和矿产的历史性决定了矿床学也是一门历史的科学。用历史思维去观察研究单个矿床的发生史乃至整个地球历史中成矿作用的进化,是引人瞩目的矿床学研究的重要方向。

矿床研究表明,在矿石、围岩和储矿构造中部或多或少地记录有成矿作用过程的各种信息,如成矿物质和流体的来源、成矿组分的富集和变化、成矿的温、压和深度条件、成矿年代等。通过精细的现场观察和微观测试可以捕捉到这些成矿信息,结合对成矿地质背景和控矿条件的研究,使我们有可能认识矿床形成的主要过程,在一定程度上部分地“再造”矿床的形成历史。例如,通过对一些典型层控矿床的深入研究,发现其成矿有两个阶段,早阶段是同生沉积(或热水沉积,或火山-热液作用)成矿,而晚阶段则受到岩浆、热液或(和)构造作用的叠加改造,使矿质进一步富集而使矿体的产状、结构复杂化。这样,不同地质时期的内力成矿和外力成矿作用就重叠在一起,“亦此亦彼”,而非长期以来只强调一种成矿作用的“非此即彼”,而这正是很多重要层控矿床的本质特征。这就说明,运用历史演变的观点而不是静止的观点研究矿床,则很有助于正确认识矿床的特征和其形成过程。这一点在对复杂矿床的研究中尤显重要。

成矿的历史观不仅对于研究单个矿床,而且对成矿带、成矿省、成矿域研究也有重要的意义。物质运动、时间和空间三者的关系历来是自然科学和哲学所关心的重大问题。成矿作用的时间演化具有一定的规律性,我们称之为具有一定的“时间结构”;成矿作用的空间展布也具有一定的规律性,称之为具有一定的“空间结构”。“成矿作用与时空结构的统一性应是进行成矿规律研究和成矿预测的前提和基本指导思想”(於崇文,1993)。当前,成矿省的时空演化、四维成矿体系、成矿作用的演变轨迹等研究内容的提出,都说明了地质学家重视运用

辩证唯物主义的宇宙观来研究成矿作用的时空演变的规律性。

更高层次的成矿历史研究是对全球成矿史的研究。它涉及地球各历史时期中地球各层圈的相互作用、全球构造运动以及重大的成岩、成矿事件的发生、成矿时代的划分、成矿作用的继承性和新生性等重要问题。随着地球历史向前推进,地球内部经常发生能量和物质的迁移和变化,地球在整个太阳系中的位置也在改变,这些都导致(表现为)水圈、大气圈和生物圈的形成和演化,并引起成矿地质环境、控矿因素和成矿方式的变化。现已明确,一些在元古宙产生的矿床类型(如条带状硅铁建造、南非金-铀砾岩型矿床)在后来的地质历史中,未再出现过。而显生宙发育的一些矿床类型(如煤、石油)在太古宙和元古宙就没有发生过。这些情况表明,地史上的成矿作用是不可逆的。但在另一方面,在地史过程中某些成矿元素的浓集方式,具有相似性和一致性。例如,不同时代的斑岩型矿床和矽卡岩型矿床,其产出环境、矿物组合和成矿方式都是近似的。这在一定程度上显示了成矿的周期性和再现性。但是这种周期性和再现性,不是完全的重复,而是在原有的基础上有新的质的加入,表现在形式上的相似,但是在内容上决不完全相同。因此,可以认为,全球成矿演化是一种螺旋式发展的自然历史过程。

运用历史思维研究矿床,还应注意研究矿床形成后发生的变化,包括被保存、被变质改造、再生、被风化剥蚀等多种“命运”,以及它目前的产出部位(露头矿、隐伏矿等)和组成、结构特征等,这对于矿产勘查有着重要的实际意义。

3.4 矿床研究的经济观

矿床学又称经济地质学,它研究具有经济价值并在技术上能开发利用的地质体——矿床。因此,矿床学既有地质属性,又有经济-技术属性,是为矿产勘查和矿山开发服务的应用性基础学科。与一般的矿物和岩石不同,矿石的研究和开发明显地受到国内外矿业市场供需情况的制约,因而相应地受到经济、政治、社会等因素的制约和影响。因此,一个矿床学家不仅要拥有丰富的理论知识,娴熟的实践能力,还应熟悉矿业经济、矿业技术(采矿、选矿、冶炼等)知识,具备经济头脑,并对政治、社会、法律、土地利用、环境保护等有相当了解。他们除了研究矿床地质以外,还应当关心和熟悉矿业经济,了解矿产品市场的供求情况和变化趋势,注意观察一个国家、地区乃至世界范围内有关矿产资源利用的动态,尤其是萌芽的对新型矿产资源的需求形势,以用来规划和调整自己的研究重点,有预见地开展经济建设急需的矿产或有重要应用前景的代用资源及有关的矿床地质研究工作,使理论与实际密切结合,更好地发挥科技作为第一生产力的作用,使矿床学更好地服务于经济建设和社会发展。

还有,笔者之所以强调树立矿床研究的经济观,强调矿床学家向经济地质靠拢,还因为目前和今后,各基础地质学科都有个为找矿服务的问题,古生物学家要研究生物成矿,构造地质学家要研究矿田构造和构造的成矿控矿作用,矿物学家要研究矿床矿物学和找矿矿物学,地层学家和沉积学家要研究沉积成矿和层控矿床,地球化学家更是以研究矿床地球化学、矿床成因重要任务……总之,各学科的研究内容是在调整的,科学革命常常具有跨学科的特色。学科间相互渗透和交叉是大势所趋,矿床学所依靠的那些基础和分支都已被有关的专家分别在研究。这是件大好事,有关这些基础问题研究越深入,越为矿床学家的综合研究、历史分析奠定更扎实的基础;另一方面,也督促有作为的矿床学家进一步走出“象牙之塔”,更靠近经济,更靠近社会,更靠近人民的生活,将矿床地质研究与矿业经济、矿产开发更好地结合起来,这样,才能在新形势下拓宽矿床学科生存和发展的道路。

3.5 矿床研究的创造性

21 世纪矿床学面临的任务是艰巨的。它的主要前沿研究领域及关键科学问题是:(1) 矿床形成和分布的地球动力学背景;(2) 大型、超大型矿床形成的全球背景;(3) 地壳流体与成矿作用;(4) 隐伏矿床的寻找;(5) 矿床就地开采的新技术;(6) 新矿产资源、新矿床类型的预测和发现;(7) 海洋矿产资源的勘查和开发;(8) 矿产开发中的环境保护,等等。所有这些问题的研究和解决,都需要跨学科的综合研究,对于矿床学家来说,除了具备宽广深厚的地质矿床理论基础和熟练的方法技术外,关键是要有创造性思维。

矿床学研究和矿产勘查活动有很强的探索性,是一种创造性劳动,它不仅需要严谨求实的态度,还需要有丰富的科学想象力和创造性思维。思路要开阔敏捷,要敢于和善于求异(趋异),具有根据有限的资料迅速作出解释和判断的能力。思想保守,墨守成规,思维定势化,是不可能作出创造性成果的。我国矿产勘查成果显著,矿床类型众多,资料积累十分丰富,也有不少学术研究成果,但是缺乏在国际上有明显影响的理论成果,这与我国这个资源大国的地位是不相称的。这方面的原因很多,缺乏创造性思维,习惯引用外国的成矿学说来解释中国的成矿现象可能是一个重要原因。

要发展我们的创造性思维,首先要辩证地对待书本和权威。“不唯书,不唯上,只唯实”(陈云语)。要学习书本,但不迷信书本,不能认为书本上写的都是正确的,而且上了书的矿床类型和成矿模式等只是大自然中的一部分,还有很多地质成矿现象未被认识,一些新的矿产和矿床类型还未被认识,这些要靠我们去研究,去发现。要尊重学术权威,要虚心学习他们,但也要承认权威的局限性。“青出于蓝而胜于蓝”是历史发展的需要,也是老一辈专家的殷切期望。因此,我们要进一步解放思想,增强信心,勤于思考,充分发挥想象力、洞察力和四维的思考能力。科学的任务在于预测和发现新事物。作为矿床学家,要始终注意找寻和发现新型矿产资源,新类型矿床,发现新的成矿方式,建立新的矿床模式。认识新的成矿规律,乃至在条件具备时创立新的成矿理论体系。

总之,21 世纪对矿床学提出了新的任务,也提供了新的机遇,让我们认真改善思维方法,充分发挥创造性,为矿床学取得突破性进展,为提供丰富的矿产资源,做出应有的努力。

参 考 文 献

- 1 王子贤. 地质哲学概论. 武汉:中国地质大学出版社,1989
- 2 涂光炽. 地质哲学研究的一些问题. 地学与思维. 北京:地质出版社,1992. 18~26
- 3 刘洪波,关广岳. 矿床成因理论的历史演化. 沈阳:东北工学院出版社,1992
- 4 诸大建. 重建地质学的思想基础. 地学与思维. 北京:地质出版社,1992. 48~59
- 5 於崇文. 地球科学中的一些科学思想与哲学观点. 地质科学思维. 北京:地震出版社,1993. 132~144
- 6 肖庆辉等. 当代地质科学前沿——我国今后值得重视的前沿研究领域. 武汉:中国地质大学出版社,1993
- 7 翟裕生. 成矿系列研究问题. 现代地质,1992,(3)
- 8 翟裕生. 矿床学思维方法的进步. 地球科学思维. 北京:地震出版社,1993. 74~84
- 9 Wyllie P J. Earth Sciences and Society: A Global Overview. 地学前缘,1994,1(1~2):7~12
- 10 国家自然科学基金委员会. 地质科学(自然科学学科发展战略研究报告丛书之一). 北京:科学出版社,1991. 17~49

PROSPECTS AND METHODOLOGY OF THE GEOLOGY OF MINERAL DEPOSITS

Zhai Yusheng

(China University of Geosciences, Beijing, 100083)

Abstract Economic geologists are facing a major challenge of providing sufficient mineral resources to satisfy the ever increasing social demand. The major task of economic geologists in the future will be discovery and study of new types of natural resources and mineral deposits. Ore-forming process is an intergrated, dynamic system in the evolutionary lithosphere. In order to develop the economic geology, it is necessary to improve the methodology of research in this discipline. The key points are: ①practice, particularly field practice comes first; ②build up a sense of systematics; ③enhance studies of the ore-forming history; ④pay more attention to mining economics; ⑤promote creative thinking to achieve a breakthrough in metallogenic theory.

Key words economic geology, mineral resources, prospects, methodology

纳米矿床学

银剑钊

(中国地质科学院, 北京, 100037)

纳米科技理论作为新兴的理论体系应用到现代和未来矿床学中, 将发展成为纳米矿床学(nano-mineral deposit)。纳米微粒的异乎寻常的特性已经引起我们对传统矿床学理论中有关矿质运移、富集过程认识的动摇。传统理论认为, 矿质的运移以温差、压力差或浓度差为前提条件, 而对矿质的运移和富集又限定其必须有矿化剂的支持, 同时对成矿温度过于迷信和依赖, 而未顾及同种物质如果其粒度不同则其物化性质存在如此之大的差别。以金矿为例, 传统成矿理论毫无例外地将其形成归结为: 溶液将金从源区淋滤出, 然后推断其离子与一定络合剂结合, 在一定温度条件下迁移到一定部位, 经过各种化学反应生成自然金而聚集成矿。这一认识

具有很大成分的推理性质。按照纳米科学技术理论, 源岩中的原子态金只要达到纳米级, 其本身首先就由于极大的自扩散系数和吸附性而扩散、迁移和富集成矿。迄今为止, 我们对砂金何以能在低温甚至常温态下能够再聚集并在某些条件下形成“狗头金”的地质事实迷惑不解并争论不休, 现在看来, 这正是纳米级的金自身扩散、迁移、吸附的结果。这种可称之为“滚雪球式”的聚集成矿作用, 在内生金属成矿作用过程中应该同样起着不可低估的作用。

随着纳米科技的进一步发展, 矿床学理论必然会迎来它崭新的明天——纳米矿床学的时代。