

试论中国东部中生代成矿大爆发^{*}

华仁民

(南京大学地球科学系, 内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室, 南京)

毛景文

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

提 要: 中国东部在中生代尤其是燕山期发生了大规模的金属成矿作用, 形成了一大批重要矿床, 其成矿强度之高、密度之大、矿种之丰富, 在全球中生代成矿作用中首屈一指, 故可称为中生代成矿大爆发。研究表明, 中国东部中生代成矿大爆发是该地区在特定地质背景下发生岩石圈大减薄和构造格局大转折相结合、从而导致大规模壳幔相互作用和构造圈热侵蚀事件的产物。深入研究中国东部中生代成矿大爆发的背景和过程, 不仅能解决矿床学学科发展中的许多重要科学问题, 为进一步寻找矿产资源指出方向, 而且对认识中国大陆乃至东亚-西太平洋的地质构造演化史、探讨花岗岩类的形成环境、了解特提斯与太平洋构造域的交会结合等一系列重大基础地质问题也具有重要的意义。

关键词: 中生代 成矿大爆发 中国东部

地球在演化历史中充满了灾变性、突发性事件的记录, 于是“大爆炸”、“大爆发”之类词语频频出现于地学文献之中, 例如举世瞩目的寒武纪生命大爆发。成矿作用在地球发展和演化历史中的强度和时空分布也是很不均匀的, 不同的地质时代会形成具有该时代特色的矿种与矿床类型, 这已经为矿床学家所熟知。笔者认为, 在某一并不太长的地质时期内、在某一地域发生的成矿作用, 其成矿强度之高、密度和规模之大、种类之丰富, 达到了其他时空区间无法比拟的程度, 则也可以形象地称之为“成矿大爆发”。这种现象无疑是矿床学界乃至整个地质学界予以关注的科学热点。中国东部中生代尤其是燕山期的成矿大爆发就是一个最具典型意义和研究价值的例子。

1 基本事实

中国东部一般指贺兰山—龙门山一线以东直至东部沿海的我国东北、华北、华东、中南广大地区, 这里不但是我国人口稠密、经济发达的地区, 矿产资源也非常丰富, 其中尤以我国的急需矿种如铜、金、银、铅锌以及优势矿种如钨、锑、锡、锂、铍、铌、钽等稀有金属最为突出。以金为例, 中国东部的吉黑地区、华北板块北缘、胶东、小秦岭、赣东北、长江中下游、湘西及滇黔桂金三角等地区构成了中国最重要的金矿资源基地。我国华南的钨矿更是世界上最重要的钨矿产地。据统计, 东经 105°以东、北纬 45°以南的我国东部地区, 虽然

^{*} 国家自然科学基金重点项目资助 (编号: 49733120)

第一作者简介: 华仁民, 男, 1946 年生, 教授, 从事矿床地质地球化学科研与教学。邮政编码: 210093

1999-05-17 收稿, 1999-08-13 修改回

只占全国陆地面积的40%左右, 却集中了全国85%以上的大型、特大型矿床^[1]。

中国东部经历过漫长而又复杂的地质演化过程, 这一地区的成矿作用也遍及各个地质时期。但是, 大量事实证明, 中国东部最重要的成矿时期是在中生代, 尤其是燕山期^[1~5]。以金矿为例, 中国东部最重要的金矿类型如破碎蚀变岩型、石英脉型、变质热液型、火山-次火山热液型以及微细浸染型等, 主要形成于中生代。据陈毓川等对全国岩金矿床资料的统计^[6], 666个矿床中形成于中生代的有518个, 占矿床数的78%, 占金矿总储量的75%, 这些金矿床基本上都产在中国东部。对银矿来说, 中国东部尤其是华南和扬子板块周边的许多重要矿床形成于燕山晚期^[7]。长江中下游和赣东北等地的斑岩型、夕卡岩型和次火山热液型铜矿床在我国铜矿资源中至少占有半壁江山, 而它们大多是燕山期成矿作用的产物。至于举世瞩目的华南钨锡矿床, 更是燕山期成矿作用赋予我国的特色宝藏。许多产在前中生代(元古宙、古生代)地层岩石中、与中生代岩浆活动并无明显联系的矿床, 其成矿时代也主要是中生代。总之, 中国东部中生代的大规模成矿作用已是不可争议的事实。

从目前掌握的资料来看, 中国东部金、银、铜、铅、锌、铋、钨、锡、钼、铌、锂、铍、铈、钽等矿床的成矿作用主要发生在 $180 \times 10^6 \sim 80 \times 10^6$ a这一亿年左右的时间范围内, 基本上相当于燕山期。与地球最早成矿事件以来或中国东部地质演化的数十亿年历史相比, 这一亿年时间只不过是短短的一瞬, 具有显著的集中突发性。正是因为它具备了时间短、范围广、强度大这几个基本特征, 因此可以把中国东部中生代大规模成矿作用称为成矿大爆发。

2 中国特色

中国东部中生代成矿大爆发是具有中国特色的地质事件。

从全球范围来看, 金属成矿作用的时代特征是相当明显的: 一方面, 地球历史上的各个地质时代有着各自的成矿特征, 包括不同的矿种和矿床类型; 另一方面, 各个地质时代的成矿作用强度是很不均匀的, 大规模成矿作用常局限于某几个地质时代。现有资料表明, 全球范围内的重要成矿期有3个, 即新太古-元古宙、古生代和新生代, 而古太古代和中生代的成矿作用相对较弱。例如新太古-元古宙是条带状含铁建造(BIF)、火山成因块状硫化物(VMSD)、层状铜矿、绿岩金矿、铜镍硫化物和铬矿的主要成矿期; 古生代形成了著名的密西西比河谷型铅锌矿、中欧含铜页岩和大量的黄铁矿型铜矿; 而全球范围内大规模的斑岩铜(钼、金)矿床、浅成热液(epithermal)金-铜矿床、陆相火山岩型贵金属矿床以及红土型铝土矿等则主要是新生代的产物。据戴自希对世界上108个巨型矿床的统计^[8], 中国以外的99个矿床中产于前寒武纪(主要是元古宙)的有40个, 占40.4%, 古生代17个, 占17.2%, 产于新生代的有37个, 占37.4%, 而产于中生代的只有5个, 仅占5.05%。可见从全球范围来说中生代并不是很主要的成矿期。而9个中国巨型矿床的情况则大不相同, 其中的6个都形成于中生代, 所占比例达67%^[8], 因此, 中生代大规模成矿具有显著的中国特色。

中国东部在全球大地构造上位于环太平洋带西带的外带。环太平洋带是全球最重要的成矿带, 而且以新生代大规模成矿作用为特征。环太平洋的东带以大陆边缘斑岩铜钼矿床和陆

相火山热液矿床的大规模聚集为主；而其西带则在漫长的火山岛弧链上广泛发育与火山作用有关的浅成热液贵金属-贱金属矿床、热泉型金矿和斑岩铜金矿床，它们在日本、菲律宾、印度尼西亚、巴布亚新几内亚和新西兰都有大量产出，在我国台湾省也有金瓜石铜金矿床可归入新生代的浅成热液矿床。但是这一全球性的大规模新生代成矿作用到了中国大陆就失去了势头，而是被中生代的大规模成矿作用所代替。中国东部这一与众不同的成矿特征，已经受到国内外矿床学者和其他地质工作者的广泛关注。

3 关键问题

矿床是有用元素在岩石圈演化过程中高度富集的结果，是一定的构造条件下各种地质作用的综合产物。中国东部中生代成矿大爆发也是该地区岩石圈演化过程中各种特定地质条件综合作用的结果，而其中最重要的关键问题是发生在中生代的大规模、突变性的构造及动力学转折。近年来，这一问题已经备受关注，成为研究中国东部岩石圈演化、构造格局和成矿动力学的前沿和热点。例如，邓晋福等认为中国东部在印支期拼合形成统一大陆后^[9]，由于发生了造山岩石圈根的拆沉-去根作用，而使大兴安岭-太行山-武陵山一线以东的岩石圈在燕山期减薄了 50 km 以上；而这些大于 50 km 厚的岩石圈物质被软流圈物质取代所产生的化学不平衡和物理不稳定可能成为本区燕山期强烈的岩浆构造事件的深部因素。任纪舜等认为中国东部构造动力之彻底改变即 E W 向构造格局转变为 NE—NNE 向构造是在侏罗纪末—白垩纪初（约 $155 \times 10^6 \sim 140 \times 10^6$ a）的中燕山运动^[10]；在西太平洋古陆与亚洲大陆的挤压作用达到高潮之后，亚洲东部大陆边缘发生大规模的裂解。李文达等^[11]提出中国东南大陆岩石圈的构造环境经历了 $176 \times 10^6 \sim 150 \times 10^6$ a 的挤压、 145×10^6 a 由挤压向伸展扩张的转换、 $125 \times 10^6 \sim 105 \times 10^6$ a 的扩张增强以及 92×10^6 a 左右进入裂解阶段，而中生代大规模的火山-侵入作用和成矿作用主要发生在大陆伸展-地壳减薄期。李献华研究了华南花岗岩的地质年代学和地球化学^[12]，发现燕山早期与燕山晚期的岩浆活动在时间、空间和成分上存在着显著的差异，而且两者之间存在着约 10×10^6 a 的岩浆活动间隔，这很可能显示构造环境（由挤压向伸展）的改变，即华南岩石圈动力学在大约 146×10^6 a 开始的白垩纪以伸展拉张为特征。王德滋等（1999）将中国东部中生代火山岩划分为两大岩系和三大岩省^[13]，并指出它们在构造上制约于古太平洋板块与欧亚板块、西伯利亚板块与华北板块以及华北板块与扬子板块之间的碰撞拼贴及其后续的伸展引张动力因素。马宗晋等指出^[14]，中国东部无论是浅部的构造地貌还是深部的地壳、岩石圈以至高层所显示的结构构造，都是中国大陆在中生代早期拼合以及从中生代晚期开始经受强烈改造的结果。

除了上述成果之外，类似的研究还有许多；而与此相关的对某些具体地区的研究更是在文献中大量出现，不胜枚举。笔者认为，正是中生代时期大规模的岩石圈减薄与构造体系的重大转折二者在中国东部的共同作用，才造成了成矿大爆发的独特地质背景。

与中国东部中生代发生岩石圈减薄和构造转折直接有关的是大规模的壳幔相互作用，由此引起地球深部能量和物质向浅部的大规模传输，从而为大规模成矿作用提供了必需的热、流体、挥发组分和成矿元素。中国东部中生代的成矿大爆发与这一时期构造圈热侵蚀事件有着密切的内在联系，表现为在中国东部尤其是华南地区发育大面积的燕山期花岗岩，以及北

起黑龙江,南抵闽粤,长达4 000 km、宽达数百至千余公里的大规模中生代火山岩带,而中国东部许多中生代的重要矿床都与花岗岩类或火山-次火山活动有着成因上的联系。

近年来国内外许多矿床学研究表明,壳幔相互作用和深部物质的参与是成矿的重要因素。杜乐天较早提出“幔汁”(HACONS)的概念,强调了地幔去气作用与成矿的关系^[15]。90年代中期起地幔柱构造与成矿的关系受到广泛重视^[16~20]。胡受奚等在研究金矿床与煌斑岩钾交代的密切关系时也充分肯定了幔源物质对成矿的贡献^[21]。

4 不均一性

与世界上某些典型克拉通不同的是,中国大陆是由以华北、扬子、华夏等较古老的陆块为核心的若干地体拼贴而成的,而且具有较大的活动性。中国大陆尤其是东部更是处在欧亚、特提斯、太平洋三大构造域的交汇之处。这些特征决定了中国东部中生代大规模成矿作用在空间上的非均一性。这种非均一性主要表现为:①成矿作用在某些地区非常集中,形成所谓的矿集区,而在其他地区则成矿作用相对比较微弱;②成矿金属元素在空间上具有分带性和分区性,表现为所谓的地球化学块体(geochemical block)。

矿集区尤其是大型矿集区是重要的矿产资源基地,对国民经济发展具有重要的意义,因此是矿床学研究的重点。中国东部中生代成矿大爆发形成了若干个大型矿集区,其规模在全国乃至全世界都举足轻重。例如著名的赣东北成矿区,集中了铜厂铜矿、金山金矿、银山多金属矿等大型矿床。仅就银山而言,80年代末获得的金银铜铅锌硫6种矿产资源的潜在价值就达200亿元^[22]。又如长江中下游的大冶—黄石、九瑞、铜陵、宁芜等地区构成了我国重要的铁铜金硫成矿带;而胶东和小秦岭地区则更是我国最重要的金矿大型矿集区。

大型矿集区的构造定位是成矿作用研究的关键问题之一,就中国东部的情况来说,由于是多个块体拼贴聚合的产物,因此这些大型矿集区主要位于板块或地体的边缘,包括陆内的A型俯冲带、陆块之间的碰撞造山带、陆缘的(构造-岩浆)活动带、裂谷、拗拉谷、深断裂带和大型剪切带等;它们既有挤压背景下的构造,又有拉张和剪切背景下的构造,其中又以拉张构造背景最为重要。万天丰认为在中国大陆东部的板内拉张带发生的成矿作用是最重要的^[23]。翟裕生等研究了中国73个大型和超大型矿床的构造环境和类型^[4],发现产在裂谷等拉张构造环境中的矿床占较大比例。陈守武等论述了中国大陆三种大规模拉张构造背景控制了绝大多数重要银矿床^[24]。从中国东部矿床的空间分布来看,板块或古陆的边缘往往是矿床的密集分布区,因此板块边缘与边界的成矿作用已经受到了普遍重视^[25,26]。

近几年来,矿床学家可以更多地利用大地构造、地球物理等相关领域的成果,来认识大型矿集区的构造定位。如任纪舜等在中国东部划分出6个近东西向的构造单元^[10],自北向南分别为天山-兴安造山系(东段)、中朝准地台、昆祁秦造山系(东段)、扬子准地台、华南造山带和印支-南海准地台,它们有各自不同的物质成分、构造演化特征,虽然在中生代由于亚洲与西太平洋古陆的碰撞而形成了统一的中国东部陆缘活化带,但各单元之间在构造、岩浆和成矿作用等方面存在很大差异。又如刘光鼎等^[27]根据山脉走向、构造形迹和地球物理资料的综合分析,提出用“三横两竖和两个三角”作为大型构造带来划分中国大陆的构造格局,解释中国大陆的多块体拼合特征,并指出特大型金属矿床基本上都分布在这些大

型构造带上或其附近。马宗晋等提出中国大陆东部岩石圈结构的板条构造分区^[14]，即以地震活动分区为主要线索，以山川大势和构造地球物理资料为旁证，将中国东部自北向南划分为 7 个地震区或二级构造分区，它们平行排列，宽度相近，而彼此的构造变形强度、变动格局和方式、以至构造演化的历史等方面都有重要差异。这些论述无疑都能极大地开启我们的思路。

中国东部中生代大规模成矿作用的不均一性还表现为成矿金属元素的分区分带。例如胶东地区以金的大规模富集为特征，而其他元素的成矿作用相对较少。长江中下游和赣东北都有铜、金的大规模富集，但前者明显富铁，后者相对富银和铅锌；而银铅锌更有意义的成矿是在更偏东南方的赣中—浙东一带。南岭地区是钨、锡和其他稀有金属富集成矿区，而在西南地区则有大规模的低温热液成矿域。造成这种元素分区分带的原因比较复杂，众说纷纭，迄今为止尚无定论，其中，不同构造单元（地体或块体）的拼贴无疑是重要原因之一，因为这些单元既有不同的物质构成，又与不同的深部热动力学过程有关，必然造成不同的成矿环境和物质来源；而地幔的不均一性也是广受关注的重要因素，朱炳泉通过地幔派生岩石的多元同位素研究^[28]，揭示地幔的广泛不均一性，并划分出同位素地球化学省及它们之间的地球化学边界（急变带），指出这些急变带特别是其转折端对超大型矿床和成矿密集区有明显的控制作用。但是，要真正搞清地球化学块体或大成矿省的形成原因和机制，还需要进行更深入的研究。

5 成矿机制

中国东部中生代成矿大爆发给矿床学研究提出了许多方面的新课题，多年来，不仅中国的矿床学家在这一地区投入了大量研究工作，而且有许多国外同行也对这独特的大规模成矿事件感到极大兴趣，纷纷前来参与研究。

对中国东部中生代成矿大爆发的过程和机制研究主要涉及巨量成矿物质的来源、流体作用与水岩反应、成矿的环境与空间等方面，这些都是当前国际矿床学的前沿和热点研究领域，笔者概括为成矿作用的 MET 配置，即“物质”、“能量”和“构造”三者的有机配套，从而提供最佳成矿条件。

因为流体是使成矿物质得以活化、迁移和富集的介质^[29]，也是能量的传输者，所以笔者认为应该把成矿流体研究作为研究大规模成矿作用的关键。具有一定规模的、长期稳定的流体对流循环系统是大规模成矿的必要条件^[30,31]；而新西兰陶波（Taupo）等地热区大规模的流体系统与现代成矿作用则给了我们极重要的启示：热液矿床实质上是不同构造背景下古地热系统的产物，因此，采用研究地热系统的一些思路、理论和方法，可能是研究矿床形成过程尤其是流体作用过程的新途径^[32]。

在成矿流体的研究中，近年来关于深源流体、地幔流体和超临界流体的研究引起了较广泛的关注^[33~37]。资料表明，在中国东部中生代的大规模成矿作用过程中，许多矿床的形成都与深源或幔源流体的参与有关^[20,38,39,41]。这也是前面所述的壳幔相互作用、深部能量和物质向浅部传输的必然结果。

成矿作用的实质就是流体-岩石相互作用，即水岩反应，这已经成为越来越多的矿床学

家的共识。对大规模成矿作用的流体过程研究也应在水岩反应为重点,通过对蚀变(矿物)岩石学、元素地球化学、流体包裹体、稳定同位素、实验模拟和计算机数值模拟等多种方法的综合,探明有关水岩反应的过程和性质,了解成矿的机制和本质。

对成矿年代的精确测定也是成矿机制研究的关键问题之一。目前积累的矿床年代资料已经为我们认识中国东部中生代成矿大爆发提供了有力的证据,而且这些年龄资料显然是以燕山期最为集中,这就为直接提出燕山期成矿大爆发奠定了基础。但是某些年龄数据还不够精确可靠,某些矿床还缺少必要的年龄数据,值得进一步工作。

6 科学意义

研究中国东部中生代成矿大爆发的背景和过程具有特别重要的科学意义:一方面,成矿作用是各种地质过程的综合产物,因此,在研究中国东部中生代成矿大爆发的时候,必然要涉及该地区一系列重大的基础地质问题;另一方面,矿床学研究具有利用钻孔岩心、地下坑道的优势,可以为解决基础地质问题提供重要的素材和证据,因此,除了发展矿床学本身的理论以及为探寻新的矿产资源提供科学依据外,对中国东部中生代成矿大爆发的研究还有助于解决许多有关的基础地质问题。

从本文所述可以明显看出,中国东部中生代成矿大爆发涉及本地区一系列基本的和重要的地质问题。笔者认为至少以下几个问题是与之密切相关的。

(1) 中国东部中生代以来的岩石圈演化和地球动力学过程:地球动力学研究是当前国际地球科学的前沿领域,岩石圈演化和地球动力学是成矿作用的大背景,是探索成矿元素巨量聚集和大型矿集区形成条件和规律的大前提,因此,国际矿床学界已把“岩石圈过程与巨量金属堆积”列为重要的国际地质对比项目,欧洲14个国家共同参加了“地球动力学与矿床演化”的大型科研项目。如前文所述,对中国东部中生代以来的岩石圈演化和地球动力学过程的研究无疑是认识中国东部中生代成矿大爆发为何发生的关键,反之,对中国东部中生代成矿大爆发的深入研究也必然进一步推动中国东部岩石圈演化和地球动力学研究的深入发展。

(2) 建立具有中国特色的大陆成矿理论:中国东部中生代成矿大爆发是具有中国特色的地质事件,而且是在中国大陆基本上完成拼贴之后发生的,因此中国东部中生代成矿大爆发的研究主要是大陆成矿作用的研究。中国东部陆壳具有多个块体拼贴和活动性强的特点,因此,本地区的大陆成矿理论必然是既不同于典型的板块边缘成矿理论、又不同于那些典型的古大陆、克拉通的大陆成矿理论。在建立具有中国特色的大陆成矿理论的基础上,才有可能建立一整套符合客观规律的矿产资源评价和成矿预测的理论与方法。

(3) 花岗岩类的形成环境:花岗岩类在中国东部非常发育,尤其是燕山期花岗岩在华南地区广泛分布。包括南京大学地球科学系在内的众多地质产业、教学、科研单位对华南花岗岩进行了长期系统的研究,在花岗岩的时代、成因类型、岩石学特征、与成矿作用关系等方面取得了举世瞩目的丰硕成果。但是在花岗岩及其成矿作用研究方面仍然有许多工作可做,例如花岗岩类形成的构造环境问题。花岗岩究竟形成于挤压环境还是拉张环境?抑或二者均有?不同成因类型(S型、I型、A型及它们的过渡、复合类型)的花岗岩是否有各自特定

的构造环境?中国东部中生代构造演化的总体格局是先期挤压和后期拉张,这两个阶段均有花岗岩类发育;而在总体的岩石圈减薄过程中,又存在着地壳增厚和地壳减薄两种不同的情况,这两种情况下也都有花岗岩类的发育。事实证明许多钙碱性(而不是碱性)的岩浆岩形成于拉张环境;而如前所述,中国东部中生代许多重要矿床乃至矿集区主要形成于拉张环境,因此,对拉张环境下花岗岩类的形成机制正越来越受到重视。

(4) 特提斯与古太平洋构造域的关系:中国东部岩石圈演化与构造岩浆成矿作用受制于特提斯和太平洋这两大构造域的演化。尤其在其南部,中生代之前主要随特提斯洋的演化而演化。一般认为,中生代早期中国东部受该两大构造域的共同作用:特提斯位于其西南而古太平洋位于其东^[10]。正是由于特提斯和古太平洋两种(构造)动力体系的复合作用,才造成了中国东南部中生代十分复杂的岩石构造组合(陶奎元等,1998)及大规模成矿作用。但是,关于特提斯洋何时关闭、它在晚中生代对中国东部构造有何影响,以及特提斯与太平洋构造域在中国东部交会、转换的细节还有待于更深入的研究,而中国东部中生代成矿大爆发的研究无疑对解决这些问题有巨大帮助。

笔者在本文撰写过程中不仅得益于对大量文献的学习,更在与许多专家和同事们的讨论中得到重要的启发,虽无法将他们的姓名一一列出,但在此谨向他们致以衷心的感谢。

参 考 文 献

- 1 陈毓川.中国主要成矿区带矿产资源远景评价.北京:地质出版社,1999.
- 2 陈毓川,朱裕生等.中国矿床成矿模式.北京:地质出版社,1993.
- 3 裴荣富主编.中国矿床模式.北京:地质出版社,1995.
- 4 翟裕生.大型构造与超大型矿床.北京:地质出版社,1997.
- 5 胡受奚,王鹤年,王德滋等.中国东部金矿地质学及地球化学.北京:科学出版社,1998.
- 6 陈毓川,王登红,林文蔚.中国岩金矿床成矿系列.矿床地质,1998,17(增刊):87~92.
- 7 王静纯.我国银矿区域成矿特点.矿床地质,1998,17(增刊):29~32.
- 8 戴自希.全球超巨型金属矿床(区).见:陈毓川主编.走向21世纪的地学与矿产资源.北京:地质出版社,1996.
- 9 邓晋福等.中国大陆根-柱构造——大陆动力学的钥匙.北京:地质出版社,1996.
- 10 任纪舜,牛宝贵,和政军等.中国东部的构造格局和动力演化.地质研究,1997,第29~30号:43~55.
- 11 李文达,毛建仁,朱云鹤等.中国东南部中生代火成岩与矿床.北京:地震出版社,1998.
- 12 李献华.华南白纪岩浆活动与岩石圈伸展.见:中国科学院地球化学研究所等编.资源环境与可持续发展.北京:科学出版社,1999,264~273.
- 13 王德滋,邱检生.中国东部中生代火山岩系及其成因与构造制约.见:中国科学院地球化学研究所等编.资源环境与可持续发展.北京:科学出版社,1999,256~263.
- 14 马宗晋,王国权.中国大陆东部现今岩石圈结构的板条构造分区.高校地质学报,1999,5(1):7~16.
- 15 杜乐天.幔汁(HACONS)流体的重大意义.大地构造与成矿学,1989,13(1):91~99.
- 16 李红阳,阎升好,王金锁等.试论地幔热柱与成矿.矿床地质,1996,15(3):249~256.
- 17 牛树银,李红阳,孙爱群等.地幔热柱的多次演化及其成矿作用.矿床地质,1996,15(4):298~307.
- 18 侯增谦,李红阳.试论幔柱构造与成矿系统.矿床地质,1998,17(2):97~113.
- 19 毛景文.华南地区中生代多金属矿床形成与地幔柱关系.矿物岩石地球化学通报,1998,17(2):130~132.
- 20 李子颖,黄志章,李秀珍等.试论华南中生代地幔柱构造与铀成矿作用.矿床地质,1998,17(增刊):99~102.
- 21 胡受奚,赵懿英,叶瑛等.花岗岩、绿岩、煌斑岩、韧性剪切带和钾交代在金成矿上的贡献及关系.矿床地质,1998,17(增刊):153~158.

- 22 华仁民, 陈克荣, 赵连泽等. 江西银山外围地层中金的地球化学降低场及其成矿意义. 矿床地质, 1993, 12 (4): 289 ~ 297.
- 23 向天丰. 中国东部中、新生代变形构造应力场及其作用. 北京: 地质出版社, 1993.
- 24 陈守武, 费伟光, 韩仲文. 中国大陆三种拉张构造背景及其重要类型的银矿床. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 81 ~ 82.
- 25 翟裕生. 古大陆边缘构造演化和成矿系统. 见: 北京大学地质学系编, 北京大学国际地质科学学术研讨会论文集. 北京: 地震出版社, 1998, 769 ~ 778.
- 26 毛景文. 浅议扬子地块周缘金矿床成矿的一些特点. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 11 ~ 14.
- 27 刘光鼎, 郝天珩. 中国的地质环境与隐伏矿床. 地球物理学报, 1998, 41 (2): 182 ~ 188.
- 28 朱炳泉. 壳幔化学不均一性与块体地球化学边界研究. 地学前缘, 1998, 5 (1 ~ 2): 72 ~ 81.
- 29 华仁民. 流体在金属矿床形成过程中的作用和意义. 南京大学学报 (地球科学), 1993, 5 (3): 351 ~ 360.
- 30 马东升. 地壳中流体大规模流动系统及其成矿意义. 高校地质学报, 1998, 4 (3): 250 ~ 261.
- 31 王龙生, 芮宗瑶. 超大型斑岩铜矿形成的必要条件. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 15 ~ 18.
- 32 华仁民. 热液矿床——不同构造背景的古地热系统. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 977 ~ 980.
- 33 朱永峰. 地幔的不均一性及地幔流体的形成机制. 矿物岩石地球化学通讯, 1995, (1): 42 ~ 44.
- 34 杜乐天. 地壳流体与地幔流体的关系. 地学前缘, 1996, 3 (3 ~ 4): 172 ~ 180.
- 35 张荣华, 胡书敏. 含矿流体 $\text{NaCl-H}_2\text{O}$ 体系的观测与矿石成因. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 1035 ~ 1038.
- 36 谢鸿森, 苏根利, 徐有生等. 超临界流体与成矿作用. 见: 中国科学院地球化学研究所等编. 资源环境与可持续发展. 北京: 科学出版社, 1999: 348 ~ 353.
- 37 刘显凡, 战新志, 高振敏等. 富碱斑岩中深源包体的地幔流体交代作用. 见: 中国科学院地球化学研究所等编. 资源环境与可持续发展. 北京: 科学出版社, 1999, 371 ~ 375.
- 38 朱赖民, 金景福, 何明友等. 论深源流体参与黔西南金矿床成矿的可能性. 地质论评, 1997, 43 (6): 586 ~ 592.
- 39 冯本智, 曾庆栋. 吉林海沟幔源流体金矿床的成矿条件. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 969 ~ 972.
- 40 陶奎元, 毛建仁, 杨祝良等. 中国东南部中生代岩石构造组合和复合动力学过程的记录. 地学前缘, 1998, 5 (4): 183 ~ 192.
- 41 毛景文, 李延河, 李红艳等. 湖南万古金矿地幔流体成矿的氢同位素证据. 地质论评, 1997, 43: 646 ~ 649.

A PRELIMINARY DISCUSSION ON THE MESOZOIC METALLOGENIC EXPLOSION IN EAST CHINA

Hua Renmin

(State Key Laboratory of Mineral Deposit Research, Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093)

Mao Jingwen

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037)

Key words: Mesozoic, metallogenic explosion, East China

Abstract

Large-scale metallic mineralisation took place in East China during Mesozoic, especially in the Yanshanian period (180 ~ 80 Ma), which formed a great number of important mineral deposits. Compared with Mesozoic mineralizations in the other parts of the world, this metallogenic

event of East China is unique in its very high intensity, great extent, relatively short time, and very rich ore species. It can thus be called Mesozoic metallogenic explosion. Researches have shown that the Mesozoic metallogenic explosion resulted from combined effect of lithosphere thinning and tectonic inversion, causing large-scale crust-mantle interaction and a series of thermal erosion events in the tectonosphere, which favored the formation of large mineral deposits. Situated in the junction of Eurasia, Tethys and Pacific, East China was an assembly of several terrains. This caused the uneven spatial distribution of Mesozoic large-scale ore-forming processes in this area. The intense mineralizations were usually concentrated in certain places to form ore-concentrated districts of great economic significance. The geological background, metallogenic mechanism and the tectonic positioning of major ore-concentrated districts are key problems of metallogenic research. Further studies on the background and process of Mesozoic metallogenic explosion are of great significance not only in the settlement of many important problems of mineral deposits, but also in the better understanding of the geotectonic evolution of Chinese continent, east Asia and west Pacific, the geologic environment of granite formation, and the connection and junction between Tethys and Pacific.

国际矿床地质学会和国际矿床成因协会联合学术会议在伦敦举行

国际矿床地质学会 (SGA) 和国际矿床成因协会 (IAGOD) 联合学术会议于 1999 年 8 月 22 ~ 25 日在英国伦敦帝国科学、技术与医药学院举行。该会主办单位为帝国科学、技术与医药学院和自然历史博物馆。与会者来自英国、美国、加拿大、澳大利亚、德国、法国、俄罗斯、中国、西班牙、捷克、芬兰等 60 个国家和地区, 共约 550 人参加。中国赴会者有裴荣富、宋学信、吕古贤、於崇文、张德会、肖建新、沈远超、徐贵忠、张宝林、蔡新平、徐兴旺、秦大军、应汉龙、王忠诚、熊小林和吴朝东 16 人, 在国外留学和工作的曾南石、易建斌、汤元明等亦参加了会议。

会议的科学议程包括: ①大会报告 4 个, 即: VMS 和斑岩铜矿床——不同的构造-岩浆环境的产物 (R H Sillitoe); 流体包裹体与矿石形成过程 (L J Cabri); 北澳巨型元古宙沉积岩为主岩层状锌-铅-银矿床形成过程中脉冲式卤水喷流的证据 (R R Large); 千年矿物学——冶金学家要求什么 (J Monheimius)。②分会报告 163 个, 涉及 18 个专题: 流体包裹体与矿石形成过程; 应用热动力学模式认识矿床; 矿石矿物学与共生组合; 有机质在矿床形成和采矿整治中的作用; 含矿花岗岩体系: 构造与岩浆-热液演化; 火山作用与矿化: 陆相的与海底的; 与碱性岩、碳酸岩和金伯利岩共生的成矿作用; 与镁铁质和超镁铁质岩共生的成矿作用; 沉积岩为主岩的矿床; 变质矿床中的再活化作用过程和规模; 变质成因及其它与流体有关的同变质矿化作用; 夕卡岩矿床: 世界范围内的差异性与相似性; 工业矿物矿床形成过程与地质特征; 矿床的环境问题; 择时而成的矿床及古环境变化; 矿石定年与成矿作用时限: 放射性定年法的贡献; 地质动力学和矿床省。③论文展讲 184 篇。④地质旅行, 其中会前旅行路线有 2 条 (南乌拉尔块状硫化物矿床和爱尔兰的锌-铅-银矿床), 会后旅行路线有 4 条 (英格兰康沃尔地区的金属和非金属矿物、苏格兰矿床、伊比利亚西南部地区主要金属矿床的地质特征和乌兹别克斯坦的金、银、铜矿床)。中国学者主要参加了康沃尔路线。

在大会期间, 国际矿床地质学会和国际矿床成因协会分别召开了会员大会。第 6 届国际矿床地质学会学术会议将于 2001 年在波兰举行, 第 11 届国际矿床成因协会学术讨论会定于 2002 年在南非召开。

(中国地质科学院矿产资源研究所 宋学信)