

文章编号: 0258-7106 (2000) 04-0289-08

# 中国东部大规模成矿时限及其动力学背景的初步探讨

毛景文 王志良

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

摘要: 通过对以往金属矿床同位素年龄数据的收集、整理和分析, 初步厘定中国东部大规模成矿作用发生的时限为  $160 \times 10^6 \sim 110 \times 10^6$  a。提出西秦岭地区金矿床出现于中国两大古陆后碰撞的伸展环境; 与花岗岩有关的铜钼矿床发育于早中侏罗世由挤压向伸展环境过渡时期, 钨锡铅锌银锑汞金铀出现于晚侏罗世—早中白垩世岩石圈大规模拆沉或减薄期间。尽管不同类型矿床形成过程有所不同, 都与大规模构造圈热侵蚀密切相关。

关键词: 大规模成矿作用 成矿时限 地球动力学背景 中国东部地区

中图法分类号: P617

文献标识码: A

中生代在全球发生了一次重大的地质事件, 即东亚大陆构造大转折 (主应力场由南北向转为近东西向<sup>[1]</sup>, 岩石圈大增厚到大减薄<sup>[2,3]</sup>, 惊天动地的构造岩浆喷发和侵入<sup>[4]</sup>, 同时伴随有大规模成矿作用<sup>[5-7]</sup>。

在过去 20 年中, 对我国东部不少矿床进行了放射性同位素定年, 获得了一大批珍贵的资料, 这也是认识或定义大规模或大爆发成矿的基础。虽然部分资料由于方法本身的局限性或测试技术的限制, 有一定的误差, 但整体趋势仍然比较明显。本文通过对前人资料的收集、整理和可靠性分析, 初步提出中国东部大规模成矿的大致时限, 进而探讨其发生的地球动力学背景。同时, 也希望本文成为新一轮成矿作用研究和精确定年的基础。

## 1 东部大规模成矿的时限

中国东部大规模成矿作用出现在长 5000 多公里、外延到俄罗斯远东地区和东南亚可达 12000 km, 宽 2000 km, 但 90% 的矿床局限于一些面积有限的大型矿集区内。进入 90 年代以来, 在东部地区地质找矿又取得了一系列重大突破, 绝大多数矿床都在已知的矿集区内, 例如: 粤西地区的长坑金矿和富湾银矿, 湘南地区的芙蓉田锡矿、玛瑙山锡矿、枫树板铅锌银矿和南枫坳铅锌银矿, 赣东北地区的金山金矿, 冀北地区的蔡家营铅锌银矿和长城式金矿, 闽西地区的紫金山铜金矿, 也发现了一些新的矿集区, 例如滇黔桂和陕甘川 2 个金三角。如同

基金项目: “国家 973 项目, 编号: G1999043211” 部分成果

第一作者简介: 毛景文 (1956—), 男, 山西运城人, 博士, 研究员, 长期从事矿床地质和地球化学研究工作

收稿日期: 2000-06-20; 修订日期: 2000-08-28。陶景连编辑

空间域分布的不均一性,大规模成矿作用在时间域分布也呈现出明显的不均一性。正如图1所示,成矿年龄并不是均匀分布于整个中生代或燕山运动期间,而是集中在 $160 \times 10^6 \sim 110 \times 10^6$  a,但不同矿种的时代分布有一定的差异。金矿和银矿成矿时代分布比较宽,几乎出现于整个中生代,整体呈正态分布, $100 \times 10^6 \sim 160 \times 10^6$  a最为集中,约占总数的85%。在 $90 \times 10^6$  a至 $100 \times 10^6$  a之间出现一个间断,似乎示意着在主成矿期( $130 \times 10^6 \sim 150 \times 10^6$  a)之后有另

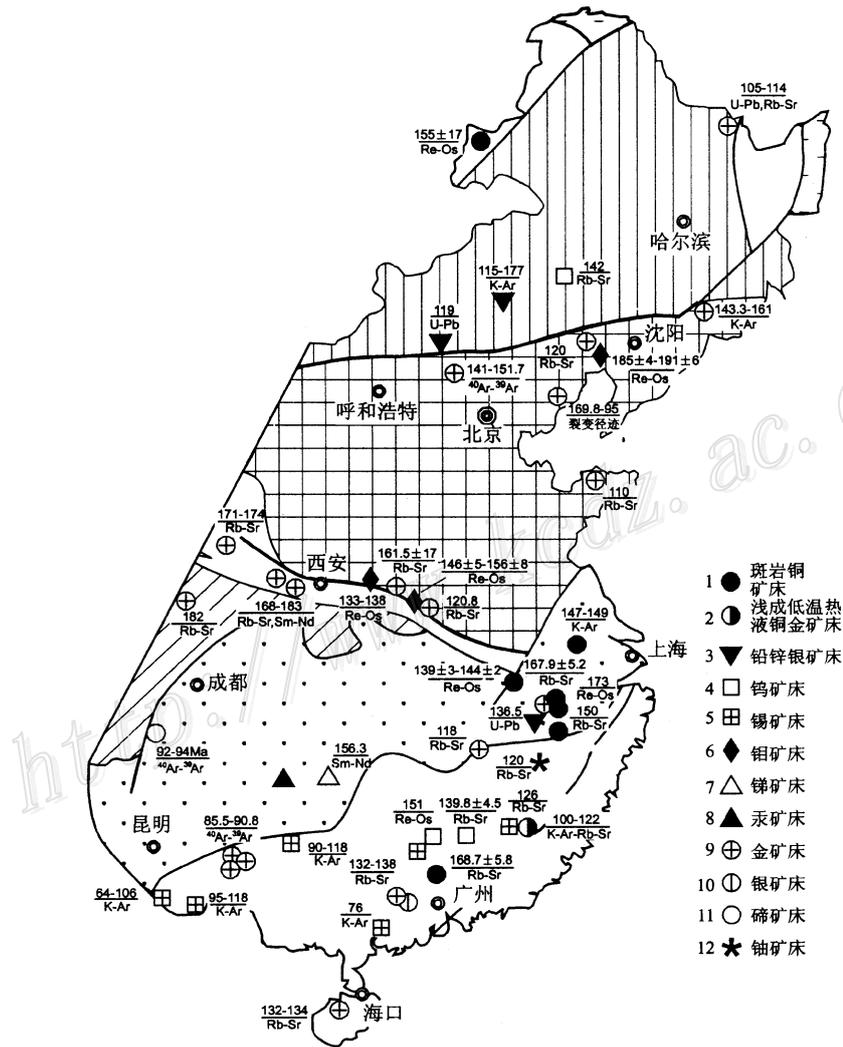


图1 中国东部大型-超大型及代表性金属矿床成矿时代空间分布图

Fig. 1. Spatial distribution of metallogenetic epochs of large and superlarge-size deposits as well as typical metallic deposits in East China.

1—Porphyry copper deposit; 2—Epithermal copper-gold deposit; 3—Lead-zinc-silver deposit; 4—Tungsten deposit; 5—Tin deposit; 6—Molybdenum deposit; 7—Antimony deposit; 8—Mercury deposit; 9—Gold deposit; 10—Silver deposit; 11—Tellurium deposit; 12—Uranium deposit.

外一个次主要成矿期 ( $80 \times 10^6 \sim 90 \times 10^6$  a)。钨锡矿成矿时代也有类似的分布特点, 但  $120 \times 10^6$  a 至  $130 \times 10^6$  a 之间有一个间断, 表明有 2 个主要成矿期。铜钼铅锌成矿时代分布与金矿类似, 以  $110 \times 10^6 \sim 160 \times 10^6$  a 为成矿的鼎盛时期, 整体表现为正态分布。

成矿年代在地域上有所差别, 即使同一矿种也有所变化。选择可以比较深刻反映大规模成矿的超大型和大型矿床, 将其成矿时代及其测试方法表于中国东部大地构造图中(图 2)。从中可以看出与花岗岩有关的铜钼矿床成矿时代相对比较早, 基本上都在  $130 \times 10^6$  a 至  $190 \times 10^6$  a 之间, 其中乌奴格吐山铜钼矿为  $155 \times 10^6$  a<sup>[8]</sup>, 杨家杖子钼矿为  $185 \times 10^6 \sim 191 \times 10^6$  a<sup>[9]</sup>,

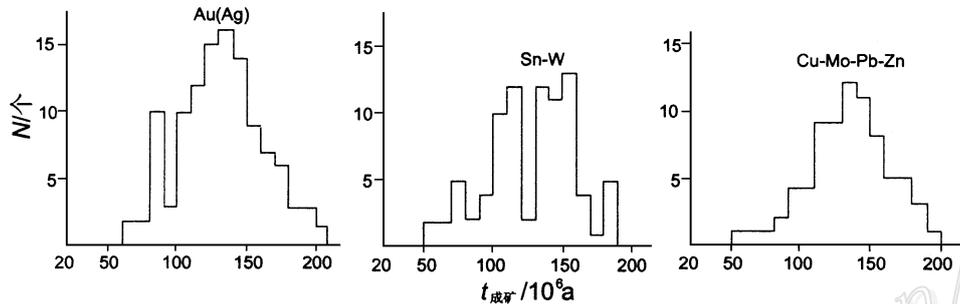


图 2 中国东部 Au(Ag), Sn-W 和 Cu-Mo-Pb-Zn 矿床成矿时代直方图

Fig. 2. Histogram showing metallogenic epochs of Au (Ag), Sn-W and Cu-Mo-Pb-Zn deposits in East China.

三道庄钨钼矿  $146 \times 10^6 \sim 156 \times 10^6$  a<sup>[10]</sup>, 铜陵铜矿  $147 \times 10^6 \sim 194 \times 10^6$  a, 德兴铜矿  $173 \times 10^6$  a, 银山铜铅锌银矿  $150 \times 10^6$  a, 大宝山铜矿  $168 \times 10^6 \sim 136 \times 10^6$  a, 只有城门山铜矿和金堆城钼矿年龄低于  $150 \times 10^6$  a, 分别为  $139 \times 10^6 \sim 144 \times 10^6$  a<sup>[11]</sup>和  $129 \times 10^6 \sim 139 \times 10^6$  a<sup>[10]</sup>。由此可以看出从北到南, 斑岩铜钼矿的成矿时代比较均一, 多为燕山早中期的产物。紫金山浅成低温热液铜金矿形成于  $100 \times 10^6 \sim 122 \times 10^6$  a<sup>[12,13]</sup>, 为环太平洋白垩纪—第三纪浅成低温热液成矿带的组成部分。钨锡矿成矿时代变化比较大, 其中内蒙的黄岗锡矿为  $142 \times 10^6$  a, 河南三道庄钨钼矿为  $146 \times 10^6 \sim 156 \times 10^6$  a<sup>[10]</sup>, 柿竹园钨锡钼矿  $151 \times 10^6$  a<sup>[14]</sup>和西华山钨矿  $156 \times 10^6 \sim 139.8 \times 10^6$  a<sup>[15]</sup>, 这一组年龄基本上属于侏罗纪晚期。但是, 在南岭地区, 钨锡矿成矿时代具有明显的分带性。以湘南和赣南为中心, 代表性矿床有柿竹园钨锡钼矿、西华山钨矿以及红旗岭锡矿、荡坪钨矿、漂塘钨锡矿等, 向四周成矿时代逐渐年轻, 向东有岩背钨矿, 年龄为  $100 \times 10^6 \sim 122 \times 10^6$  a<sup>[16]</sup>; 向北有曾家垅和尖峰岭锡矿, 年龄为  $104 \times 10^6$  a<sup>[17]</sup>; 向西南有银岩斑岩锡矿和阳春锡矿, 年龄分别为  $80 \times 10^6 \sim 92 \times 10^6$  a<sup>[18]</sup>和  $76 \times 10^6$  a<sup>[19]</sup>; 向西有大厂锡矿、都龙锡矿和个旧锡矿, 年龄分别为  $90 \times 10^6 \sim 118 \times 10^6$  a<sup>[18]</sup>,  $95 \times 10^6 \sim 118 \times 10^6$  a 和  $64 \times 10^6 \sim 106 \times 10^6$  a<sup>[20]</sup>。这些年龄数据还表明钨锡矿成矿时代基本上分为晚侏罗世—早白垩世和中晚白垩世两个成矿高峰期, 后一期以锡矿为主, 前一期钨锡矿并重。铅锌银矿成矿时代仅限于早中白垩世, 代表性矿床有湖南东坡铅锌银矿, 年龄为  $131 \times 10^6$  a<sup>[21]</sup>, 江西冷水坑铅锌银矿, 年龄  $136.5 \times 10^6$  a (罗谕爵, 1994), 河北蔡家营铅锌银矿, 年龄  $119 \times 10^6$  a<sup>[22]</sup>, 内蒙的大井铅锌银铜锡矿, 年龄  $115 \times 10^6 \sim 177 \times 10^6$  a。世界最大的锑矿床锡矿山成矿时代厘定为  $156.3 \times 10^6$  a<sup>[45]</sup>, 但以万山汞矿为代表的汞矿床尚未见有测年数据。我国最大的铀矿床江西相

山铀矿的成矿时代为  $120 \times 10^6 \text{ a}^{[23]}$ 。到目前为止, 金矿年龄资料最为丰富, 显示出白垩纪是东部最主要成矿时期。整体来看, 金矿年龄在不同成矿省成矿时代有一定的差异。秦岭造山带中的金矿床形成得最早, 年龄域为  $120.8 \times 10^6 \sim 183 \times 10^6 \text{ a}$ , 大多数为早中侏罗世的产物, 而且从东秦岭到西秦岭(陕甘川金三角), 成矿时代逐渐变新。熊儿山地区金矿成矿年龄为  $120.8 \times 10^6 \text{ a}^{[24]}$ , 以文峪-东闯、杨寨峪为代表的小秦岭地区成矿年龄  $91.6 \times 10^6 \sim 161.5 \times 10^6 \text{ a}^{[13, 24]}$ , 陕甘川地区的双王、李坝和大水金矿的年龄分别为  $168 \times 10^6 \sim 183 \times 10^6 \text{ a}$ 、 $171 \times 10^6 \sim 174 \times 10^6 \text{ a}$  和  $182 \times 10^6 \text{ a}^{[25]}$ 。在华北地块北缘的燕辽成矿带中, 金矿成矿作用时限为  $120 \times 10^6 \sim 161 \times 10^6 \text{ a}$ , 发生于晚侏罗世至早白垩世, 代表性矿床夹皮沟金矿为  $143.3 \times 10^6 \sim 161 \times 10^6 \text{ a}^{[26]}$ , 排山楼金矿  $120 \times 10^6 \text{ a}^{[26]}$ , 东坪碲化物金矿  $141 \times 10^6 \sim 156.7 \times 10^6 \text{ a}^{[27]}$ , 金厂峪金矿  $132 \times 10^6 \text{ a}$ 。我国最大的金矿集区胶东地区金矿成矿时代为  $110 \times 10^6 \sim 134 \times 10^6 \text{ a}^{[28, 29]}$ , 与燕辽成矿带成矿时间大致吻合。在华南成矿省, 金矿矿化时代比较新, 时限为早中白垩世。有从东向西年龄逐渐变新的趋势。江西金山金矿相对成矿较早, 为  $167.9 \times 10^6 \text{ a}$  (伍勤生等, 1989), 粤西长坑金矿和海南抱板金矿的成矿时代分别为  $132 \times 10^6 \sim 138 \times 10^6 \text{ a}$  (袁正新, 1995) 和  $132 \times 10^6 \sim 138 \times 10^6 \text{ a}$  (王鹤年等, 1989), 著名的滇黔桂金三角的成矿时代为  $85.5 \times 10^6 \sim 90.8 \times 10^6 \text{ a}^{[30]}$ 。

## 2 大规模成矿的地球动力学背景

大别—苏鲁地区的变质杂岩标志着扬子地块与华北地块的缝合带, 大量放射性同位素测年数据表明这一超高压变质带形成于  $238 \times 10^6 \sim 218 \times 10^6 \text{ a}^{[31, 46-50]}$ , 这说明印支期中国两大古陆完全对接。卢欣祥等(1999)<sup>[32]</sup>测定秦岭地区广泛发育的环斑花岗岩成岩年代为  $217 \times 10^6 \sim 210 \times 10^6 \text{ a}$ , 表明此时是秦岭主造山阶段的结束, 开始由挤压向伸展转变的环境。在这一时期及其以后的伸展期间的大规模成矿作用主要发育于西秦岭地区, 最近十多年发现了大批金矿床, 例如双王、李坝、八卦庙、马鞍桥、煎茶岭、东北寨、大水等。这些金矿床受 NNW 向或近 EW 向剪切带的控制, 与印支期和早侏罗世花岗质岩浆活动密切相关, 属于中温深成金矿<sup>[51]</sup>或 Groves et al (1998)<sup>[53]</sup>和 Goldfarb et al (1998)<sup>[52]</sup>最近定义的造山金矿(oro-genic gold deposit)。但是, 在西秦岭以东, 成矿时代变新, 绝大多数数据显示为燕山期成矿。但很可能印支期成矿信息被燕山期成矿作用所掩盖, 最近卢欣祥等(1998)<sup>[33]</sup>和任富根等(1998)<sup>[34]</sup>得到了一些新数据揭示出于印支期末(约  $206 \times 10^6 \sim 207 \times 10^6 \text{ a}$ )大规模成矿在东秦岭地区发生过。

在燕辽地区发现有一系列早中生代镁铁质-超镁铁质侵入岩<sup>[35, 36]</sup>, 测得同位素年龄  $240 \times 10^6 \sim 201 \times 10^6 \text{ a}$ , 标志着中生代一个新的构造-岩浆活动的开始。邵济安等(2000)<sup>[36]</sup>认为在中生代早期开始构造格局大转换, 主压应力场由南北向变为近东西向。董树文等<sup>[3]</sup>指出“中、下扬子地区中、晚三叠世—早侏罗世岩相古地理研究表明, 当时的水流由东向西流动, 与特提斯海退方向基本一致, 表明中国东部可能一度上升为高山。”目前大多数研究基本上证明在中生代早期两大古陆碰撞对接的同时, 开始构造格局大转换。 $200 \times 10^6 \sim 160 \times 10^6 \text{ a}$  期间可能为近东西向挤压与伸展调整时期, 挤压与伸展相间出现。最近, 陈培荣等(1999)<sup>[37]</sup>在赣南地区发现早中侏罗世广泛分布的双峰式火山岩和 A 型花岗岩, 测定成岩时代为  $160 \times 10^6 \sim 180 \times$

10<sup>6</sup> a。由此提出东南大陆中生代最早裂解始于燕山早期。相应在这一时期成矿作用不十分强烈, 主要为与壳幔同熔型花岗质岩石有关的斑岩铜钼矿床。现代斑岩铜钼矿成矿作用研究表明, 这类矿床来自深源, 形成于板块挤压向伸展过渡时期, 成矿系统相对封闭。

中国东部岩石圈的大规模拆沉作用发生在160×10<sup>6</sup>~100×10<sup>6</sup> a期间, 岩石圈-软流圈系统大灾变<sup>[2]</sup>, 岩石圈变薄, 来自软流圈的高热物质直接涌入下地壳导致大规模花岗质岩浆重熔生成(注: 澳大利亚学者将其定义为构造圈热侵蚀, 转引自裴荣富等, 1999), 由此形成了华南、华北和东北3个大花岗岩省和“惊天动地”火山大爆发以及一系列北东向断陷盆地。胡受奚等<sup>[38]</sup>统计了3013个花岗岩和花岗闪长岩的放射性同位素测年数据, 表明中国东部大规模花岗岩活动发生于110×10<sup>6</sup>~160×10<sup>6</sup> a之间。正是在这种大环境中, 出现了十分壮观而又有地域特色的东部中生代大规模成矿作用<sup>[5, 6]</sup>。图1中的大规模成矿时限与这一巨大地球动力学事件的完全吻合。由地壳重熔形成的花岗岩浆经过多期次和多阶段分异演化, 抑或在最晚阶段富集成矿抑或在主要阶段均伴随有矿化, 还可能岩体仅作为能源加热环境, 形成热液对流循环系统, 从下部及周围岩石萃取矿质最后于上部有利空间卸载成矿。尤其是这一时期许多与有从东向西年龄逐渐变新的趋势。江西金山金矿相对成矿较早, 为167.9×10<sup>6</sup> a(伍勤生等, 1989), 粤西长坑金矿和海南抱板金矿的成矿时代分别为132×10<sup>6</sup>~138×10<sup>6</sup> a(袁正新, 1995), 与岩浆分异演化有直接关系的钨、锡、铋、钼、稀土、铅、锌、银、锑矿床形成的比较早, 大多数在120×10<sup>6</sup>~160×10<sup>6</sup> a之间(图2)。只有南岭西部几个大型锡矿床(包括大厂、个旧和都龙)显示出在120×10<sup>6</sup>~64×10<sup>6</sup> a之间成矿, 因此在整体成矿时代统计中钨锡矿表现为两个主要成矿期(图1)。铅锌矿与钨锡矿比较相似, 同属于构造圈热侵蚀环境中的产物, 但有关的花岗质岩浆来自不同的地壳层位。正如柿竹园矿床, 钨锡钼铋矿化与由早元古宙地层重熔生成的花岗岩有关, 铅锌矿化与由中新元古宙地层重熔生成的花岗质岩石有关<sup>[21]</sup>。锑汞大规模成矿仅出现于南岭地区, 但年龄资料比较少, 只有锡矿山锑矿156.3×10<sup>6</sup> a<sup>[45]</sup>和沃溪锑金矿144.8×10<sup>6</sup> a<sup>[40]</sup>两组数据, 显然与第一钨锡矿主成矿期比较吻合。由于锑汞矿成矿温度较低, 而且与花岗岩在空间上关系不十分明确, 其成矿被认为是由于南岭地区大规模花岗岩浆侵位, 引致流体大规模径向运移, 并不断从围岩中萃取锑汞等金属物质, 然后在适宜空间和物化条件下卸载成矿<sup>[41]</sup>。

金矿作为中国东部岩石圈减薄环境中大规模成矿作用的一个主要组分, 已探明金储量占全国的70%~80%。正如涂光炽<sup>[42]</sup>所指出, 金的成矿对岩石类型没有什么选择性, 可以在多种环境中形成。因此, 无论是岩浆活动、火山活动还是构造变质作用, 都会伴随有不同程度的金矿化。在东部地区, 除了长江中下游地区, 金矿与铜矿共生, 为夕卡岩型<sup>[43, 44]</sup>以及紫金山浅成低温热液铜金矿<sup>[12]</sup>外, 绝大多数金矿与剪切带密切相关。无论是燕辽地区、胶东地区、小秦岭—熊儿山地区、扬子地块南缘和西缘、还是滇黔桂金三角以及粤西和海南, 主要金矿都发育于剪切带内, 抑或呈含金石英脉, 抑或呈富硫化物的破碎岩石。赋矿岩石可以变化很大, 但共同点是矿体下部有隐伏岩体作为驱动成矿系统形成和运行的能源。成矿流体可能多来源, 大气降水、岩浆水、变质水, 甚至地幔流体, 金属成矿元素可以来自周围岩石, 也可以来自岩体及地幔。

### 3 结 论

中国东部中生代大规模成矿作用主要发生于  $110 \times 10^6 \sim 160 \times 10^6$  a, 以  $130 \times 10^6$  a 为鼎盛时期。

中生代大规模成矿作用可以解析为两次, 第一次出现于印支期中国两大古陆碰撞对接后的伸展环境, 成矿始于  $207 \times 10^6$  a, 终结于  $170 \times 10^6$  a。此次大规模成矿作用主要出现于秦岭地区; 第二次大规模成矿作用始于燕山早期, 于晚侏罗世—早中白垩世爆发式成矿。与花岗岩有关的铜钼矿形成于挤压向伸展环境转变过程, 钨锡铅锌银锑汞金铀主要出现于岩石圈伸展环境。不同矿产有其形成机制, 但都与构造圈热侵蚀密切相关。

大规模成矿作用通常发育于造山后的伸展环境而不是碰撞造山期间。

本文是国家重大基础研究项目 (G199943211) 的部分研究成果。在成文期间与不少专家和同事进行过讨论, 受益匪浅; 黄典豪、袁忠信、白鸽、王登红等提供了部分已发表资料, 在此一并致谢。撰写此文引用了大量文献, 由于部分引文查不到出处未列入参考文献, 特致歉意。

### 参 考 文 献

- 1 任纪舜. 论中国大陆岩石圈构造的基本特征 [J]. 中国区域地质, 1991, (2): 289~ 293.
- 2 邓晋福, 莫宣学, 赵海玲等. 中国东部燕山期岩石圈-软流圈系统大灾变与成矿环境 [J]. 矿床地质, 1999, 18 (4): 309~ 315.
- 3 董树文, 吴锡浩, 吴珍汉等. 论东亚大陆的构造翘变——燕山运动的全球意义 [J]. 地质论评, 2000, 46 (1): 8~ 13.
- 4 陶奎元, 毛建仁, 邢光福等. 中国东部燕山期火山-岩浆大爆发 [J]. 矿床地质, 1999, 18 (4): 316~ 322.
- 5 毛景文, 华仁民, 李晓波. 浅议大规模成矿作用与大型矿集区 [J]. 矿床地质, 1999, 18 (4): 291~ 299.
- 6 华仁民, 毛景文. 试论中国东部中生代成矿大爆发 [J]. 矿床地质, 1999, 18 (4): 300~ 308.
- 7 裴荣富, 邱小平, 尹冰川等. 成矿作用大爆发及异常与巨量金属堆积 [J]. 矿床地质, 1999, 18 (4): 333~ 340.
- 8 赵一鸣, 张德全等. 大兴安岭及其邻区铜多金属矿床成矿规律及远景评价 [M]. 北京: 地震出版社, 1997.
- 9 黄典豪, 杜安道, 吴澄宇. 华北地台钼 (铜) 矿床成矿学研究——辉钼矿铼-钨同位素年龄及其地质意义 [J]. 矿床地质, 1996, 15 (4): 289~ 297.
- 10 黄典豪. 东秦岭地区钼矿床的铼-钨同位素年龄研究 [J]. 矿床地质, 1994, 13 (2): 221~ 230.
- 11 吴良士, 邹晓秋. 江西城门山铜矿床 Re-Os 同位素年龄研究 [J]. 矿床地质, 1997, 16 (4): 376~ 381.
- 12 张德全, 李大新, 赵一鸣等. 紫金山铜金矿床蚀变分带和矿化分带 [M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- 13 李华芹, 刘家齐, 魏林. 热液矿床流体包裹体年代学研究及其地质应用 [M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- 14 李红艳, 毛景文, 孙亚莉等. 柿竹园钨多金属矿床的 Re-Os 同位素等时线年龄研究 [J]. 地质论评, 1996, 42 (3): 261~ 267.
- 15 吴永乐, 梅勇文, 卢鹏程等. 西华山钨矿地质 [M]. 北京: 地质出版社, 1986.
- 16 王德滋, 刘昌实, 沈渭洲等. 江西岩背斑岩锡矿区火山-侵入杂岩 [J]. 南京: 南京大学学报, 1993, 29 (4): 635~ 650.
- 17 曹汉生. 曾家垅锡矿床地质特征及成因探讨 [J]. 地质与勘探, 1982, (12): 1~ 6.
- 18 陈毓川, 裴荣富, 张宏良等. 南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质 [M]. 北京: 地质出版社, 1989.
- 19 于津生, 桂训唐, 李培忠等. 广东阳春盆地花岗岩类同位素、微量元素地球化学研究 [J]. 广东地质, 1998, 13

- (3): 3~9.
- 20 宋叔和. 中国矿床 [M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- 21 毛景文, 李红艳, 裴荣富. 湖南千里山花岗岩体的 Nd-Sr 同位素及岩石成因研究 [J]. 矿床地质, 1995, 14 (3): 235~242.
- 22 黄典豪. 蔡家营铅-锌-银矿床 [M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- 23 温志坚, 杜乐天, 刘正义. 相山矿田热液水云母化及其与铀矿化关系研究 [J]. 矿床地质, 2000, 19 (3): 257~264.
- 24 陈衍景, 富士谷. 豫西金矿成矿规律 [M]. 北京: 地震出版社, 1992.
- 25 王平安, 徐刚, 刘晓春等. 西秦岭南亚弧形构造对热液矿床的控制 [J]. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 19~22.
- 26 王时麒, 孙承志, 崔文元. 内蒙古赤峰地区金矿地质 [M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1994.
- 27 宋国瑞, 赵振华. 河北东坪碱性杂岩金矿地质 [M]. 北京: 地震出版社, 1996.
- 28 刘连登, 朱永正, 戴仕炳. 金矿与剪切带及叠加构造, 见: 张贻侠, 刘连登主编. 中国前寒武纪矿床与构造 [C]. 北京: 地震出版社, 1994.
- 29 张震海, 张景鑫, 叶素芝. 胶东金矿同位素年龄的厘定 [M]. 北京: 地震出版社, 1994.
- 30 张峰等. 黔西南微细粒浸染型金矿裂变径迹成矿时代研究 [J]. 科学通报, 1992.
- 31 李曙光, 李惠民, 陈移之等. 大别山-苏鲁地体超高压变质年代学——II 锆石 U-Pb 同位素体系 [J]. 中国科学 (D 辑), 1997, 27: 310~322.
- 32 卢欣祥, 尉向东, 肖庆辉等. 秦岭环斑花岗岩的年代学研究及其意义 [J]. 高校地质学报, 1999, 5: 372~377.
- 33 卢欣祥, 尉向东, 董有等. 小秦岭-熊耳山地区金矿时代 [J]. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 765~768.
- 34 任富根, 李双保, 丁士应等. 熊耳裂陷印支期成矿作用及其意义 [J]. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 55~58.
- 35 邵济安, 牟保磊, 何国琦等. 华北北部在古亚洲域与古太平洋域构造叠加过程中的地质作用 [J]. 中国科学 (D 辑), 1997, 27: 475~485.
- 36 邵济安, 牟保磊, 张履桥. 华北东部中生代构造格局转换过程中的深部作用与浅部响应 [J]. 地质论评, 2000, 46 (1): 32~40.
- 37 陈培荣, 孔兴功, 王银喜等. 赣南燕山早期双峰式火山-侵入杂岩的 Rb-Sr 同位素定年及意义 [J]. 高校地质学报, 1999, 5: 378~383.
- 38 胡受奚, 王鹤年, 王德滋等. 中国东部金矿地质学及地球化学 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- 39 毛景文, 李红艳, 裴荣富等. 千里山花岗岩体地质地球化学及与成矿关系 [J]. 矿床地质, 1995, 14 (1): 12~25.
- 40 史明魁, 傅必勤, 靳西祥. 湘中铋矿 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1993.
- 41 马东升. 华南中、低温成矿带元素组合和流体性质的区域分布规律——兼论华南燕山期热液矿床的巨型分带现象和大规模成矿作用 [J]. 矿床地质, 1999, 18 (4): 347~358.
- 42 涂光炽. 一些金矿床地质问题讨论 [J]. 地质找矿论丛, 1989, 3 (1): 1~8.
- 43 赵一鸣, 林文蔚, 毕承思. 中国含金夕卡岩矿床的分布和主要地质特征 [J]. 矿床地质, 1997, 16 (3): 193~203.
- 44 赵一鸣, 张铁男, 毕承思等. 安徽淮北三铺地区镁夕卡岩金 (铜、铁) 矿床生成地质环境、分带和流体演化 [J]. 矿床地质, 1999, 18 (1): 1~10.
- 45 Hu X, Pei R, Zhou S. Sm-Nd dating for antimony mineralization in the Xikuangshan deposit, Hunan, China [J]. Resource Geology, 1996, 46: 277~231.
- 46 Ames L, Tilton G. R, Zhou G. Timing of collision of the Sino-Korean and Yangtze cratons: U-Pb zircon dating of coesite-bearing eclogites [J]. Geology, 1993, 21: 339~342.
- 47 Ames L, Zhou G, Xiong B. Geochronology and isotopic character of ultrahigh-pressure metamorphism with implications for collision of the Sino-Korean cratons, central China [J]. Tectonics, 1996, 15: 472~489.
- 48 Chen J, Xie Z, Liu S, Li X, Foland K. A. Cooling age of Dabie orogen, China, determined by  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  and fission track techniques [J]. Sci in China (Ser. B), 1995, 38: 749~757.
- 49 Chavagnat N O, Jahn B. Coesite-bearing eclogites from the Bixiling complex, Dabie mountains, China: Sm-Nd ages, geochemical characteristics and tectonics implication [J]. Chemical Geology, 1996, 133: 29~51.
- 50 Rowley D B, Xue F, Turker R D, Peng Z X, Baker J, Davis A. Age of ultrahigh pressure metamorphism and pro-

- tolith of orthogneisses from the eastern Dabie Shan: U/Pb zircon geochemistry [J]. *Earth Plan. Sci. Lett.*, 1997, 151: 191~203.
- 51 Goldfarb R J, Snee L W, Miller L D, Newberry R J. Rapid dewatering of the crust deduced from ages of mesothermal gold deposits [J]. *Nature*, 1991, 354: 296~298.
- 52 Goldfarb R J, Phillips G N, Nockleberg W J. Tectonic setting synorogenic gold deposits of the Pacific Rim [J]. *Ore Geology Reviews*, 1998, 13: 185~218.
- 53 Groves D I, Goldfarb R J, Gebre-Mariam M, Hagemann S G, Robert F. Orogenic gold deposits: proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types [J]. *Ore Geology Reviews*, 1998, 13: 7~27.

## A PRELIMINARY STUDY ON TIME LIMITS AND GEODYNAMIC SETTING OF LARGE-SCALE METALLOGENY IN EAST CHINA

Mao Jingwen and Wang Zhiliang

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

**Key words:** large-scale metallogeny, metallogenic time limits, geodynamic setting, East China

### Abstract

As a part of Circum-Pacific megametallogenic belt, East China seems to be the most important metallogenic province in China. There exist in East China decades of world-class tungsten, tin, bismuth, beryllium, copper, molybdenum, REE, antimony, uranium and lead-zinc deposits together with numerous large clusters of other metallic deposits, mostly formed in Mesozoic. Based on the collection, discrimination and analysis of the radiometric data available, it is preliminarily considered that the large-scale metallogeny in East China occurred from  $160 \times 10^6$  to  $110 \times 10^6$  a. Based on tectonic evolution, the authors propose that the gold deposits in west Qinling were developed in the extensional post-collision setting between North China craton and Yantze craton. The granite-related copper-molybdenum deposits were formed in Early to Middle Jurassic transitional period from compression to extension, whereas W-Sn-Pb-Zn-Sb-Hg-Au-Ag-U mineralization took place in Late Jurassic and Early to Middle Cretaceous, corresponding to the period of large-scale delamination of the lithosphere.

Though occurring in different genetic types and mineralization associations, these deposits are closely related to tectosphere thermal erosion.