



胶东中生代耦合金成矿作用分析

王晨晨, 硕良勋, 尹红杰

(石家庄经济学院, 河北 石家庄 050031)

摘要: 该文结合华北东部中生代构造体制转折、郯庐断裂带左行走滑和华北地幔热柱多级演化 3 次重大地质事件, 对胶东金成矿原因进行系统分析, 提出胶东中生代金矿同期耦合作用成因的观点, 认为胶东金矿是上述三者同期耦合成矿作用的结果, 且幔源成矿流体在耦合成矿过程中发生分异富集演化, 使得胶东矿集区形成如此大规模、高品位和不均衡分布的金矿。

关键词: 胶东金矿; 同期耦合; 构造体制转折; 郯庐断裂带; 华北地幔热柱

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

引文格式: 王晨晨, 硕良勋, 尹红杰. 胶东中生代耦合金成矿作用分析[J]. 山东国土资源, 2016, 32(1): 9-12. WANG Chenchen, SHUO Liangxun, YIN Hongjie. Analysis on Mesozoic Coupling Metallogenic Mineralization in Jiaodong Area[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(1): 9-12.

胶东矿集区是我国最重要的世界级高品位金矿原产地, 区内已探明的黄金储量约占全国的 1/3, 仅胶西北地区占有超过全国 1/4^[1-3]。多年来国内外学者对胶东金矿的研究主要集中在成矿背景、成矿流体、成矿时代、矿床类型、成矿模式等方面, 已经形成一系列比较成熟的理论成果。但他们大多都偏重于对单一成矿因素的研究, 而忽略了各种成矿因素之间的同期耦合成矿作用。胶东金矿是由中生代一次或几次统一的重大地质事件共同作用的结果, 且必然与其边界条件和演化历史密切相关^[2]。该文在总结前人取得的研究成果的基础上, 结合华北东部中生代构造体制转折、郯庐断裂带左行走滑和华北地幔热柱多级演化 3 次重大地质事件, 对胶东金成矿同期耦合作用过程进行讨论。

1 地质背景

胶东矿集区处于华北克拉通东南缘, 西靠郯庐断裂带沂沭段, 东临西太平洋成矿带, 南邻大别-苏鲁超高压变质带, 北部为龙口-蓬莱断裂和黄海盆地。区内岩浆活动从太古宙到新生代一直都十分频繁。其中, 燕山期岩浆最为活跃, 以玲珑花岗岩、郭

家岭花岗闪长岩等容矿主岩为代表^[4]。区内 NE—NNE 向断裂构造发育。其中, 胶西北焦家、三山岛和新城等大型、特大型金矿, 主要分布在焦家、三山岛和招平 3 条主干断裂带上^[5], 而胶东南金矿规模相对较小, 主要分布在牟平—乳山一带的五莲—即墨断裂带上(图 1)。

2 重大地质事件及同期耦合成矿作用

胶东矿集区中生代发生过 3 次重大地质事件: 华北东部中生代构造体制转折、郯庐断裂带左行走滑和华北地幔热柱多级演化, 均对胶东金成矿产生重要影响。目前普遍认为, 胶东金矿主成矿期为 (120±10)^[6-7] Ma, 上述三者与胶东中生代金“成矿大爆发”时间基本一致(表 1)。胶东矿集区之所以能形成如此规模的金矿, 与这三者的同期耦合成矿作用密不可分。

2.1 华北东部中生代构造体制转折

近年来, 多位学者发现并论证了华北东部构造体制在中生代曾发生过重大转折。胶东矿集区形成的构造动力学体制必然与其边界条件和演化历史密切相关, 必定受华北东部中生代构造体制转折的制约^[1-2]。

收稿日期: 2015-08-13; 修订日期: 2015-09-20; 编辑: 王敏

作者简介: 王晨晨(1991—), 男, 山东临沂人, 研究生, 主要从事构造地质学研究; E-mail: 1317470268@qq.com

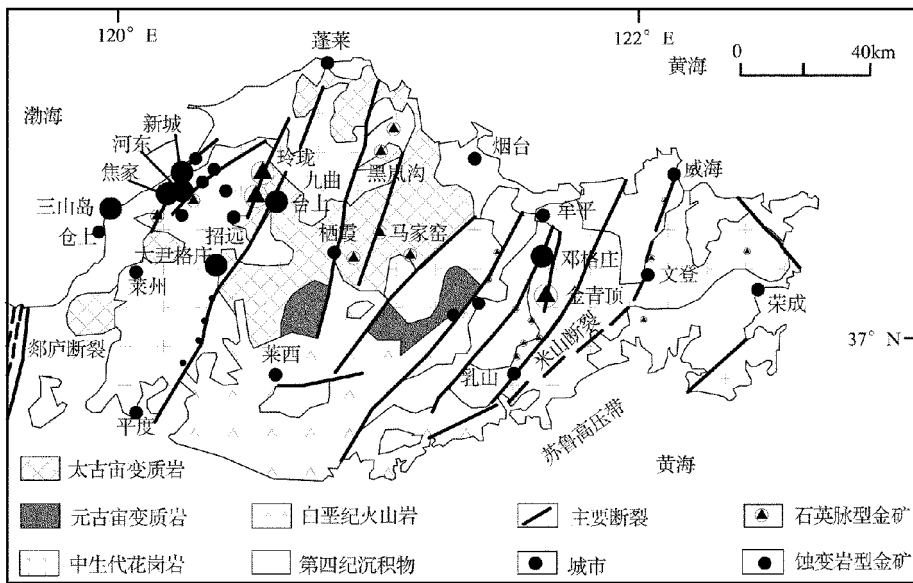
图 1 胶东地区地质和成岩成矿年龄分布图^[6]

表 1 3 次重大地质事件同期耦合成矿作用特征

重要特征地质事件	华北东部中生代构造体制转折	郯庐断裂带左行走滑	华北地幔热柱多级演化—幔柱构造
发生时间	150~100Ma	150~110Ma	125~110Ma
形成机制	古太平洋板块俯冲的远程效应和中央造山带大陆深俯冲的后效作用的联合机制	古太平洋板块俯冲的远程效应	古太平洋板块俯冲的深部效应和超级地幔热柱的强烈活动
胶东金成矿背景	动力学机制	导矿、控矿构造	导矿、成矿控矿构造
同期耦合成矿作用表现	华北东部中生代构造体制转折,造成华北克拉通破坏、岩石圈减薄;郯庐断裂带作大规模左行走滑运动,利用岩石圈减薄,控制了 NE—NNE 向次级断裂系的形成与发展,两者都伴随华北地幔热柱多级演化中核幔成矿物质大规模侵位造成的岩浆活动。在岩石圈减薄和郯庐岩石圈深断裂及 NE—NNE 向次级断裂系的构造条件下,幔源深部岩浆快速上升侵位,并发生分异富集演化,最终在断裂处的有利构造扩容带富集成矿		

华北东部中生代构造体制转折,开始于 150~140 Ma,结束于 110~100 Ma,峰值期是 120~110 Ma,具体表现为:①陆内伸展与地幔隆起伴随的岩石圈大规模减薄;②由 EW 向到 NNE 向转折的盆岭格局重组;③复杂的构造过程;④深部壳幔物质作用和岩石圈减薄与上部地壳运动有明显的耦合和成因联系^[8]。

华北东部构造体制的转折,破坏了华北克拉通长期的稳定性,致使地幔隆起、岩石圈减薄、壳幔物质运动,研究表明,早白垩世(140~110 Ma)期间地

壳隆升—剥蚀厚度约 7 km^[9]。伴生爆发的大规模岩浆活动后期(120 Ma 前后)是胶东大型—超大型矿床形成的高峰期^[10-11]。

2.2 郯庐断裂带左行走滑

郯庐断裂带是一条 NNE 向深达地幔的巨型左行走滑断裂,其走滑运动发生在早白垩世(110~150 Ma)期间,是古西太平洋板块俯冲作用的结果^[12-14]。

郯庐断裂带大规模左行走滑,浅部表现为牵引旁侧地块强烈变形,诱使胶东地区隆起—拗陷盆地相间分布^[2],深部表现为诱导带内岩石圈减薄,且利用岩石圈脆弱处,控制了一系列 NE—NNE 向的次级和更次一级派生断裂的形成和发展。同时,深切地幔的郯庐断裂所特有的韧性剪切深熔作用使幔源深部岩浆得以活化^[14],并借助 NE—NNE 向次级断裂系分流侵位,形成一系列沿断裂带分布的岩浆带。

胶东矿集区的主干断裂作为郯庐断裂的次级断裂系,为幔源深部岩浆提供导矿、控矿构造,从而决定了胶东金矿带的产出位置,致使胶西北和胶东南金矿分布不均衡。

2.3 华北地幔热柱多级演化

中生代(125~110 Ma)期间,地球进入了一个强烈的超级地幔热柱活跃期,古太平洋板块的俯冲使华北克拉通东部地幔对流系统失稳,华北地幔热柱

得以形成与演化^[15-16]。

幔枝构造理论认为,由于地球各圈层之间存在明显的温度、压力等物理性质差异,在地球内部形成以地幔热柱多级演化为主要形式的壳幔物质交换。金元素随地幔热柱多级演化向上迁移,经核幔边界,下、上地幔,到达软流圈,最后在地壳中有利构造扩容带富集成矿。幔枝构造是地幔热柱多级演化的第三级构造单元^[17-19]。

结合胶东区域地质和物探资料,发现胶西北焦家、三山岛等金矿主要受郭家店幔枝构造控制,胶东南金矿则受控于牟乳幔枝构造,两者都发育于莱阳地幔亚热柱,共同构成胶东矿集区的地幔亚热柱-幔枝构造系统^[20]。

2.4 胶东金成矿同期耦合作用过程

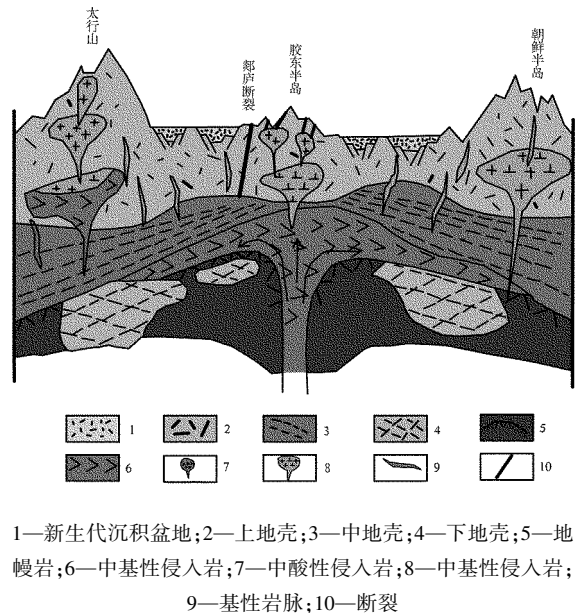
华北东部中生代构造体制转折和郯庐断裂带左行走滑,加快了岩石圈减薄的速度、规模和厚度,且都伴随爆发大规模的岩浆活动。该文认为,岩石圈薄弱处相当于地幔热柱的潜在出露(露头)点——“热点”,减少了上覆岩层对地幔热柱上涌的阻碍,为幔源深部岩浆通过岩石圈上升侵位提供了构造条件;而大规模的岩浆活动就是指同期形成的华北地幔热柱多级演化携带包含有核幔成矿流体的大量岩浆快速上升侵位。

金元素以蒸汽形式随核幔成矿流体,通过地幔热柱多级演化从地核和核幔边界向上迁移到软流圈,形成幔源深部岩浆,汇聚在地幔亚热柱的头部所形成一个巨大的岩浆房体中。当金蒸汽到达软流圈时,因所处环境温度下降、压力降低等物理条件的变化发生部分液化,形成汽-液混合相。同时,在岩浆房体内部发生类似于地球演化早期的分异演化作用,金元素以汽-液混合相形式富集于岩浆房体上部,有少部分金元素与其他元素发生化学反应下沉到岩浆房体的下部,使金元素在岩浆房体内表现出从上到下逐渐减少的趋势。地幔热柱继续上涌,岩浆房体上部岩浆首先向上侵位到幔源深断裂——郯庐断裂,使岩浆中金元素的相对含量明显提高。

由于地幔热柱具有强烈的热熔蚀性,热膨胀引起岩石圈最初隆起;而幔源深部岩浆在向上迁移侵位过程中与围岩呈直接接触,使下地壳原有岩石局部快速熔融,形成薄弱带,进一步破坏华北克拉通,引起岩石圈减薄;同时熔融体与幔源深部岩浆混合,形成幔壳混染岩浆,是造成胶东地区地幔隆起的主

要原因。而郯庐断裂作为一条深达地幔的岩石圈深断裂,其剪切深熔作用活化幔源成矿流体,加快地幔热柱上涌和幔源深部岩浆运移侵位。

在众多岩石圈薄弱处即郯庐断裂带 NE—NNE 向次级断裂系下方形成一系列更次一级的地幔热柱和更小一级的岩浆房体。同样,由于分异演化作用,幔壳混染岩浆也发生类似于软流圈处岩浆房体内汽-液相金元素向上富集的现象,不同级次的岩浆房相当于一个个过滤器,使岩浆在逐级侵位的同时不断提高岩浆中金元素的相对含量。更次一级的地幔热柱和更小一级的岩浆房体内的岩浆继续上涌侵位,直至贯入 NE—NNE 向次级断裂系的韧性剪切带,最终在幔枝构造的有利构造扩容带富集成矿,从而在胶东地区形成如此规模、高品位的金矿(图 2)。



1—新生代沉积盆地;2—上地壳;3—中地壳;4—下地壳;5—地幔岩;6—中基性侵入岩;7—中酸性侵入岩;8—中基性侵入岩;9—基性岩脉;10—断裂

图 2 华北克拉通东部幔源岩浆迁移演化模式
(牛树银等,2010)

3 结语

胶东金矿是华北东部中生代构造体制转折、郯庐断裂带左行走滑和华北地幔热柱多级演化 3 次重大地质事件同期耦合作用的结果。胶东金矿的动力学背景就是华北中生代构造体制转折和东北克拉通破坏;分布不均衡是受郯庐断裂带 NE—NNE 向次级分支断裂系构造控制;如此规模,主要是受中生代华北地幔热柱强烈活动的影响;品位之高,是由幔源成矿流体在向上运移和侵位过程中逐级分异富集演化造成的。

参考文献:

- [1] 翟明国,杨进辉,刘文军.胶东大型黄金矿集区及大规模成矿作用[J].中国科学,2001,31(7):545-552.
- [2] 邓军,杨立强,葛良胜.胶东矿集区形成的构造体制研究进展[J].自然科学进展,2006,16(5):513-518.
- [3] 翟明国,孟庆任,刘建明.华北东部中生代构造体制转折峰期的主要地质效应和形成动力学探讨[J].地学前缘,2004,11(3):285-297.
- [4] 毛景文,李厚民,王义天.地幔流体参与胶东金矿成矿作用的氢氧碳硫同位素证据[J].地质学报,2005,79(6):839-857.
- [5] 牛树银,孙爱群,王宝德.核幔成矿物质与地幔热柱多级演化成矿[J].山东国土资源,2012,28(12):1-6.
- [6] 周新华,杨进辉,张连昌.胶东超大型金矿的形成与中生代华北大陆岩石圈深部过程[J].中国科学,2004,32(增刊):11-20.
- [7] 毛景文,谢桂清,张作衡.中国北方中生代大规模成矿作用的期次及其地球动力学背景[J].岩石学报,2005,21(1):169-188.
- [8] 翟明国,范宏瑞,杨进辉.非造山带型金矿——胶东型金矿的陆内成矿作用[J].地学前缘,2004,11(1):85-98.
- [9] 张华锋,李胜荣,翟明国.胶东半岛早白垩世地壳隆升剥蚀及其动力学意义[J].岩石学报,2006,22(2):285-295.
- [10] 毛景文,张作衡,余金杰.华北及邻区中生代大规模成矿的地球动力学背景:从金属矿床年龄精确测得到的启示[J].中国科学,2003,33(4):289-300.
- [11] 李俊建,燕长海,谢汝斌.华北陆块主要成矿区带成矿规律和找矿方向[M].天津:天津科学技术出版社,2006.
- [12] 朱光,牛漫兰,刘国生.郯庐断裂带早白垩世走滑运动中的构造、岩浆、沉积事件[J].地质学报,2002,76(3):325-334.
- [13] 朱光,王道轩,刘国生.郯庐断裂带的演化及其对西太平洋板块运动的响应[J].地质科学,2004,39(1):36-49.
- [14] 蔡新平.试论郯庐断裂带对胶东金矿集中区形成的巨大作用[J].山东地质,1993,9(2):93-101.
- [15] 朱日祥,范宏瑞,李建威.克拉通破坏型金矿床[J].中国科学:地球科学,2015,45(8):1153-1168.
- [16] 牛树银,孙爱群,马宝军.华北东部地幔热柱的特征与演化[J].中国地质,2010,37(4):931-945.
- [17] 牛树银,李红阳,孙爱群.幔枝构造理论与找矿实践[M].北京:地震出版社,2002.
- [18] 牛树银,孙爱群,谢汝斌.地幔热柱及其成矿作用研究[J].前寒武纪研究进展,2002,25(1):11-23.
- [19] 牛树银,侯增谦,孙爱群.核幔成矿物质(流体)的反重力迁移——地幔热柱多级演化成矿作用[J].地学前缘,2001,8(3):95-101.
- [20] 侯江龙,牛树银,孙爱群.幔枝构造对胶东地区金矿分布的控制[J].黄金科学技术,2014,22(34):45-49.

Analysis on Mesozoic Coupling Metallogenic Mineralization in Jiaodong Area

WANG Chenchen, SHUO Liangxun, YIN Hongjie

(Shijiazhuang University of Economics, Hebei Shijiazhuang 050031 China)

Abstract: Combining with three major geological events of Mesozoic tectonic regime inversion in eastern North China, left-lateral strike-slip of Tanlu fault zone and multiple mantle plume evolution of North China, the origin of Jiaodong gold mineralization system has been analyzed comprehensively, a view of Mesozoic coupling metallogenic mineralization in Jiaodong area has been put forward. It is regarded that Jiaodong gold deposit is the result of the above three coupling mineralization, and the ore-forming fluid occurred enrichment in the coupling metallogenic process. Thus, such a large scale, high grade and uneven distribution of gold deposit has been formed in Jiaodong area.

Key words: Jiaodong gold deposit; simultaneous coupling; tectonic regime inversion; Tanlu fault zone; mantle plume of north China