

浅析胶东金矿成因分类及研究现状

黄坤田¹ 秦宁² 黄忠田³

1.山东省潍坊基础工程公司 山东 潍坊 261021

2.河南省地质矿产勘查开发局第二地质矿产调查院 河南 郑州 450000

3.南水北调东线山东干线有限责任公司 山东 济南 250013

【摘要】：胶东地区是我国三大金矿主产区之一，典型的胶东金矿有玲珑和焦家，同属于混合岩化-重熔岩浆-热液金矿床亚类，分布于胶东台隆西部，沂沭大断裂以东成矿带内，基地地层为太古宇-下元古界胶东群，以斜长角闪岩、黑云变粒岩和云母片岩为主，原岩属于绿岩带中火山岩组合一部分。胶东金矿成矿演化经历多次构造活动和岩浆活动。胶东发育多条定向断裂构造，分布着大量受控断裂发育的金矿床，地球演化史上胶东极有可能存在地幔热点。地幔热点为金矿提供了的物质来源，随着地幔隆起和底劈作用，打通了金矿向上位移的物质通道，前人在关于中国东部幔源流体的活动特征和成藏效应研究中，也揭示了中国东部深大断裂带附近气井中 He 和 CO₂ 显示幔源特征。

【关键词】：胶东金矿；矿床成因；绿岩；地幔热点；焦家式金矿

引言

胶东地区是一个复杂的开放系统，具有壳幔组合的不均一性，地质构造多旋回性，构造岩浆活动多和演化历史漫长，在成矿过程中具有多期次、多元性、多因素和继承性的特点。典型的胶东金矿床在成矿时代、矿床物质来源、成矿模式、矿化特征等各方面的不同，例如焦家金矿产出于胶北隆起西段，破碎带蚀变岩型，具有强烈的黄铁绢英岩化特征；七宝山金矿产出于郯庐断裂带边缘，属于斑岩型-浅成热液型金矿，具有爆破角砾岩型矿床特征；彭家沟金矿位于胶莱盆地东北缘，构造角砾岩型，受控于盆地边缘滑脱断层碎裂带。

针对胶东矿床的成因，众多学者专家也进行了详细的研究，提出了自己独到的研究成果，但是关于胶东金矿的成因结论不一，孙丰月^[1]等提出幔源流体成矿的观点；还有一些学者认为胶东金矿床是造山带成矿，现在提出热隆-伸展成矿理论。本文通过梳理胶东成因分析的基础上，以期深化胶东成矿新认知。

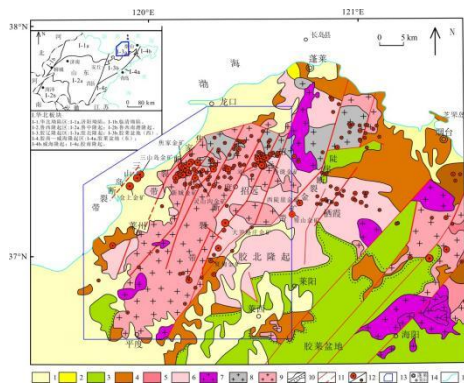
1 区域成矿地质背景

胶东地区位于山东半岛东部，地质构造单元主要由胶北隆起和胶莱盆地组成。区内广泛分布侵入岩、火山岩、变质岩和胶东地区中生代有2次重要的造山事件，一是印支造山事件，二是燕山造山事件。中生代印支-燕山运动以来，胶北隆起地区断裂活动剧烈，伴随大规模强烈岩浆活动，持续的岩浆侵入地层，伴随大规模强烈岩浆活动形成广泛发育的构造断陷盆地。

地层主要包括：底层为中太古代和新太古代栖霞片麻岩套、马连庄组合、官地洼组合，主要岩性为细粒变辉石橄榄

岩（蛇纹石化辉石橄榄岩）、中细粒变橄辉石岩（蛇纹石化橄辉石岩）、细粒含紫苏英云闪长质片麻岩，普遍发育蛇纹石化、橄辉石化、片麻岩化。元古代展布有双顶片麻岩套、莱州组合、海阳所组合、荣成片麻岩套、月季山片麻岩套和岚山片麻岩套，出露的主要岩性为碱长花岗质片麻岩、中细粒变辉长岩、滑石化蛇纹岩含磷灰石变角闪透辉岩等。中生代主要的控矿岩层，矿床出露部位多为中生代伟德山花岗岩、郭家岭花岗闪长岩、玲珑花岗岩、文登花岗岩、崂山花岗岩等，主要岩性为含角闪二长花岗岩、含角闪黑云石英二长岩，花岗岩的粒径从中细粒、稀粗斑中细粒、疏粗斑中细粒、疏巨斑中粒状不等，说明当时周围环境的温度足够高，温度持续的时间足够长，满足岩石结晶充分的时间要求。

区内除了广泛分布侵入岩，例如伟德山二长花岗岩、郭家岭花岗闪长岩、玲珑花岗岩、文登花岗岩、宁津所正长岩等，岩浆岩广泛发育为胶东金矿的形成提供了足够的热源，而且区内发育众多的NNE向断裂以外，金矿的发育受断裂控制明显。其中有陡崖断裂金矿带、平度断裂带、三山岛断裂带。



1.第四系; 2.新近系—古近系; 3.白垩系; 4.古—新元古界; 5.新元古代含榴辉岩的花岗质片麻岩; 6.太古宙花岗绿岩带; 7.白垩纪伟德山花岗岩; 8.白垩纪郭家岭花岗闪长岩; 9.侏罗纪花岗岩类; 10.整合/不整合地质界线; 11.实测及推测断裂; 12.大、特大型金矿床/中小型金矿床。

2 胶东金矿的成因分类

金矿床类型主要有9种: 1.早前寒武纪含金-铀砾岩型(兰德式); 2.含金-石英脉型(玲珑式、穆龙套式); 3.糜棱岩带中交代蚀变型(焦家式); 4.中新生代火山机构中的金-银矿脉型(克里普尔、克里克式); 5.细粒浸染金矿型(卡林式); 6.铁-金建造(东风山式或霍姆斯塔克式); 7.金-砷建造(科奇卡尔式); 8.含金块状硫化物型(马山式); 9.砂金矿等。金矿的形成时代以前寒武纪最为重要, 前寒武纪为金矿的形成提供了重要的物质来源, 奠定了重要的金矿克拉夫度值, 而且金矿也多与显生宙构造-热事件有关。

随着对胶东金矿床的深入研究, 成矿模式和成矿机制都发生了比较深刻的变化, 从受小构造控制的石英脉型金矿(玲珑式金矿)和受区域性大断裂控制的蚀变岩型金矿(焦家式金矿), 逐渐发展成为深部阶梯式呈尖灭再生成矿, 对深部寻找金矿具有重要意义。在成矿机制的认识上, 有绿岩带型金矿、多源长期成矿、岩浆热液金矿、幔源成矿、造山型金矿、热隆伸展成矿。目前来看胶东金矿的成因争论很大, 简单介绍一下最新成矿理论——热隆伸展成矿和造山型金矿成矿理论。

热隆伸展成矿理论认为胶东地区因挤压、伸展转换导致早前寒武纪结晶基岩组成的中下地壳减压熔融, 形成陆壳重熔型花岗岩, 金在岩浆中得到初步富集。白垩纪, 地幔隆起, 软流圈上涌, 诱发壳幔相互作用, 产生壳幔通融型花岗岩, 萃取成矿物质, 穹隆伸展构造为成矿流体的良好运移富集通道^[2]。依据金矿床产出的大地构造环境提出了一种新的金矿成因类型——造山型金矿。毛景文等^[3]认为胶东金矿是与华北陆块和扬子陆块的碰撞之后的伸展作用有关的造山型金矿。

两种理论都存在缺陷, 热隆伸展成矿理论挤压伸展金矿初步富集的机制, 后期萃取成矿物质机制; 造山带型金矿成矿理论为何金矿富集在胶北隆起, 而没有富集在华北板块和扬子板块的其他地区。

胶东金矿聚集性产出的主要原因在于持续不断的热源以及适当温度热液, 这个热源极有可能来自于地幔热柱, 也就是说胶东金矿极有可能存在过热幔柱。热幔柱为金矿元素的产生和向上富集提供可能。持续不断的提供热源以及金矿

元素向上富集, 在热幔柱持续不断的淬炼下, 富集金元素的热液岩浆向上喷发、凝固、再融化、再喷发, 向上侵入到合适的地层, 热幔柱聚集的热量促使古老地壳破裂成断层, 形成金矿运移和富集的通道, 后来在热幔柱消退之时, 携带富集金元素的岩浆上升侵入到地层, 在后期热液、大气降水以及后期的构造叠加作用下形成金矿。

通过微量和稀土元素能证实, 各矿田脉岩之间的 Pearce 图谱和稀土配分型式基本一致, 进一步反映了不同矿区脉岩岩浆岩的同源和形成构造环境的一致性^[4]。经过测算玲珑和郭家岭型花岗岩金矿床矿石铅同位素组成(李兆龙和杨敏之, 1993; 侯明兰等, 2006; 张连昌等, 2001; 张良等, 2014; Maetal, 2014; Caietal, 2013)整体略显分散、主体相对均一, 指示金成矿系统铅源基本一致, 推断成矿物质主要源于胶东群变质基底, 即源自中生代活化再造的前寒武纪增生变质杂岩。

同样跟踪玲珑及郭家岭金矿的锶同位素, 锶同位素比值低值区亦与基性脉岩重合。成矿物质可能直接来源于赋矿花岗岩类, 成矿期基性脉岩或其岩浆源区可能提供了部分成矿物质^[5]。推断成矿物质主要源于胶东群变质基底, 即源自中生代活化再造的前寒武纪增生变质杂岩。

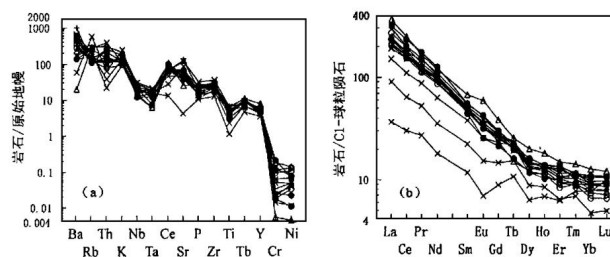


图2 脉岩微量元素对原始地幔(a)和稀土元素球粒陨石标准化图谱(b) (Pearce,1982;李昌年,1992;SunandMeDonough,1989) (图例同图2)

3 胶东金矿的受控要素分析

根据胶东金矿床类型划分 1.破碎带蚀变岩型, 代表金矿有莱州焦家、新城、三山岛金矿床; 2.含金石英脉型, 代表金矿有招远玲珑、牟平金牛山; 3.含金硫化物石英脉型, 牟平邓格庄; 4.盆缘断裂角砾岩型, 代表金矿床有彭家沟、大庄子、辽上形成金矿床的主要控矿因素一是持续的热源, 金矿作为重金属, 能够向上迁移与热源作为驱动力有必不可分的联系。

其次是岩浆活动, 矿床成矿系列形成的时间段应是成矿地质环境形成、演化过程中出现与成矿作用有关的地质作用

活动时段。胶东地区的胶北地体广泛出露岩浆岩, 岩浆活动从前寒武纪到中生代的侏罗纪和白垩纪, 岩浆活动跨度时间长, 例如焦家式金矿和玲珑式金矿产出在白垩纪郭家岭型花岗岩和白垩纪伟德山型花岗岩以及侏罗纪花岗岩, 胶州金矿的形成与花岗岩有必然的联系。

胶东金矿主要形成时段主要是燕山期侏罗纪-白垩纪^[6]。

深部金矿床主要赋存于规模较大的控矿断裂带中, 位于矿床集中分布的金矿田中, 其浅部有中-超大型金矿床分布^[7]。其中一类与金矿成因关系密切的, 主要受控于破碎带蚀变岩型, 破碎带能够更好地冷凝, 吸附金矿物凝固成矿。金矿化在可能会沿着有利的构造向深部延伸, 因此金矿化在破碎带深部有更大的找矿远景。

还有就是山东亲岩浆岩系列的金矿床可能是以 CO_2 为主、富含成矿金属的地幔流体与浅部的下渗大气降水相互作用的结果。盆地边缘砾岩型金矿床, 其碳-氧和铈-钕同位素组成较分散, 可能主要与地壳浅部下渗大气降水对上地壳各种岩石的淋滤风化萃取有关^[8]。

4 讨论

1971 年 Morgan^[9]提出了地幔柱的概念。地幔柱假说是指起源于地幔边界在地幔中上升的热物质流, 其地表表现为热点。地幔柱向地表输送能量和各种深度地幔物质, 并具有很大的浮力, 造成一些列构造运动和岩浆活动, 这些现象不仅表现在构造板块边缘, 跟可能发生在板块内部。向上的热传梯度造成地壳热流异常, 可能引起地壳中局部的部分熔化,

进而引起各种岩浆作用。地幔柱巨大热浮力可引起地表隆起, 引起地壳拉伸; 地幔柱消退后, 地壳受热的巨大块体缓慢冷却, 为地表下陷为沉积盆地的形成提供了条件。

胶东成矿区主要的地质构造单元有胶莱盆地和胶北隆起。恰好吻合了地幔柱构造形成的地表构造组合。地幔柱假说对地壳表面成矿, 特别是铁、镍、铜、银、金等矿产元素的富集成矿具有重要指示意义, 但是地幔柱热点的成矿模式及其识别方法? 能否用现代地球物理技术识别其热异常有待进一步研究验证?

5 结论

种种研究结构表明, 胶东金矿形成的动力学背景是中生代构造体制转折和岩石圈减薄。此研究的结果表明地幔柱热点上涌的岩浆极有可能剥离了地壳底部岩层, 导致岩石圈减薄, 进而剧集的热流异常产生的动力推动原始古老大陆构造变形。

胶东地区金矿众多, 金矿聚集在胶北隆起地区, 胶北隆起的岩浆活动从前寒武纪一直到白垩纪, 成矿与白垩纪伟德山花岗岩和白垩纪郭家岭花岗岩关系密切。地幔柱热点能够解释说明金矿富集的热动力来源、物质来源以及成矿机制, 解释说明了金矿大量聚集在胶北隆起的区域范围内。

胶东金矿在成矿流体、成矿时代上具有一致性, 但是胶东金矿矿床特征、成矿模式不一致, 可见是在当时成矿期古地质背景的不一致, 后期地球地质构造演化以及古地质和古气候演化的综合影响下造成。

参考文献:

- [1] 孙丰月, 石准立, 冯本智, 等. 胶东金矿地质及幔源 C-H-O 流体分异成岩成矿[M], 长春: 吉林人民出版社, 1995: 1-170.
- [2] 宋春明, 伊丕厚, 等. 胶东金矿及其热隆-伸展成矿机制, 《中国地质学会 2015 年学术年会》[J]. 山东国土资源, 2013: 578-583.
- [3] 毛景文, 等. 华北及邻区中生代大规模成矿的地球动力学背景: 从金属矿床年龄精测得到启示[J]. 中国科学, 2003: 289-299.
- [4] 孙景贵, 胡受奚, 凌洪飞, 等. 胶东金矿区高钾-钾质脉岩地球化学与俯冲-壳幔作用研究[J]. 岩石学报, 2000: 403-415.
- [5] 杨立强, 邓军, 王忠亮, 张良等. 胶东中生代成矿系统[J]. 岩石学报, 2014: 2447-2467.
- [6] 吴凤萍, 丁正江, 李国华等. 胶东金矿分类的研究现状与自然分类探讨[J]. 山东国土资源, 2018: 15-23.
- [7] 宋明春. 胶东金矿深部找矿主要成果和关键理论技术进展[J]. 地质通报, 2015: 1759-1771.
- [8] 刘建明, 叶杰, 徐九华, 等. 胶东金矿床碳酸盐矿物的碳-氧和铈-钕同位素地球化学研究[J]. 岩石学报, 2003: 775-783.
- [9] Morgan W J. Convection plumes in the lower mantle[M]. Nature, 1971, 230: 42-43.