

论胶东地区金矿的“树状”成矿系统

于志臣, 刘殿浩

(山东省第三地质矿产勘查院, 山东烟台 264680)

摘要: 笔者根据近年来的地质找矿实际工作, 结合对胶莱盆地东北缘一带金矿的实际资料研究认为: 胶东地区金矿床众多, 其分别产出前于前寒武纪变质地层—花岗岩、中生代盆地内部和边缘断裂带之中, 虽然产出层位不同, 但在成矿特征上具有控矿构造匹配性、成矿环境多样性、矿床类型多样性、成矿方式相似性、成矿时代同期性、矿质来源同源性等6个特点, 显示相互之间存有内在联系, 构成“树状”成矿系统。

关键词: 鲁东地区; 金矿; “树状”成矿系统

中图分类号: 618.51

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)03-0192-05

山东省胶东地区金矿床(点)密布, 矿床数量多、资源储量大, 是全国最重要的金矿化集中区之一。近十年来, 我院在胶莱盆地东北缘中生代盆地内部和边缘断裂带中的金矿找矿工作取得了重大突破, 发现并评价了诸如辽上金矿、蓬家金矿、宋家沟金矿、西林金矿等一批大中小型矿床, 打破了长期以来的金矿床及矿点绝大部分集中分布于前寒武纪变质地层—花岗岩地体中(以下简称变质基底)的产出状态和分布格局, 扩大了找矿的范围, 并促使对区域金成矿作用的研究进入了新的阶段; 同时也提出了一个重要的问题, 即这些产自盆地内部、盆地边缘断裂带和变质基底区中的金矿之间是否存在内在关联呢? 前人研究分别认为: 胶东蚀变岩型、石英脉型等金矿是同一构造作用、同一成因、同一时代的产物^[1], 胶北隆起带与胶莱盆地都属于同一胶东金矿成矿体系^[2]。笔者根据近年来的地质找矿实践和认真研究思索, 结合胶莱盆地东北缘一带金矿的实际资料认为: 胶东地区金矿床之间存在内在联系, 具有控矿构造匹配性、成矿环境差异性、矿床类型多样性、成矿方式相似性、成矿时代同期性、成矿物质源性等6个特点, 并将其归纳整理为“树状”成矿系统。

1 区域成矿地质背景

胶东地区金矿集中分布于前寒武纪变质基底

区、盆地边缘带和中生代盆地内部, 前寒武纪变质基底区主要由太古宙—元古宙变质杂岩组成, 包括中太古代唐家庄岩群、新太古代胶东岩群和古元古代荆山群、粉子山群、芝罘群^[3], 前人认为胶东岩群与金矿成矿关系最为密切, 是金矿的原始矿源层系^[4]; 盆地边缘带作为区分变质基底与盆地的界线, 主要表现为角度不整合、脆性断裂、滑脱拆离断裂等三种类型, 其中仅在后者中见到金矿, 是一个重要的分界面; 中生代盆地内部广泛分布有中生代碎屑岩—火山岩, 自下而上沉积有早白垩世莱阳群砂砾岩(金矿体的围岩)、青山群火山岩和晚白垩世王氏群砂砾岩。

岩浆岩包括太古宙—元古宙变质变形花岗质岩石和中生代斑状二长花岗岩、花岗闪长岩体和辉绿玢岩、煌斑岩、闪长玢岩等脉岩, 其中与成矿关系最为密切的是中生代岩体, 对成矿有重要的促进作用。

断裂构造是胶东地区最为醒目的构造形迹, 其中北东向、北北东向断裂与金矿成矿关系密切, 包括三山岛、龙口—莱州(焦家)、招远—平度、桃村、郭城、朱吴—牟平、海阳—育黎、牟平—乳山等规模较大的断裂及其相互之间的次级断裂, 既是控盆、控矿断裂, 又是储矿构造, 它们同为中生代应力场活动的产物。这些区域规模断裂作用于不同类型的围岩之中, 形成方向不同、性质各异的各种主干(北

收稿日期: 2008-05-06

责任编辑: 刘新秒

基金项目: 国家国土资源大调查项目“山东省胶莱盆地东北缘贵金属矿评价”(19981020148003)

作者简介: 于志臣(1963—), 男, 山东文登人, 研究员, 主要从事区域地质调查、矿产勘查和研究及技术管理工作。

东向、北北东向)、次级(北西向、近东西向、南北向)断裂构造,对成矿具有重要的控制作用,是金矿成矿的主导因素。

2 产于盆地内部、盆缘断裂带、变质基底区中金矿的特征对比

产于盆地内部砾岩中和盆地边缘断裂带中的金矿目前数目较少,矿化类型较单一;变质基底中的金矿床类型则较多,包括破碎带蚀变岩型、石英脉型、接触交代型、细粒浸染型等。通过对产于盆地内部、盆缘断裂带、变质基底区中的金矿等三类金矿特征对比(表1)发现:

(1)它们虽产于不同围岩之中,但皆受断裂构造(主断裂或次级断裂)控制。虽然各种断裂的方向、性质、规模和表现形式有差别,由此造成金矿体的特征和产出状态也不尽一致,但所形成的构造空间和薄弱带,是绝大多数金矿体的储矿部位。

(2)成矿方式皆主体表现为充填方式,局部可见到渗滤扩散作用,是深部矿液在地壳浅部选择性成矿的反映,物质来源皆为壳、幔源混合型。

(3)成矿时间集中于中生代燕山期,是不同构造演化阶段矿液脉动侵位、局部成矿的产物。

(4)金矿床在空间上紧密伴生,地表与深部的矿体产出往往具有对应性,尤以变质基底和盆缘断裂带中表现更为突出,而在盆地内部的对应性相对较差,呈现出以隐伏矿为主的特点。

(5)矿石结构、构造,金矿物形态、粒度、赋存特点、微观组构等特征极为相似,仅局部具有一定差异性。

(6)矿石 O、S 同位素特征,微量元素特征等基本一致,具有同源性。

3 关于“树状”成矿系统

所谓“树状”成矿系统就是将各种类型金矿床,依据其相互之间所共同具有的同期、同源和脉动演化的规律(近乎连续演化),结合其矿体赋存部位、形态、成因、组构等特征,归纳总结的一种形象化成矿特点,称之为“树状”成矿系统。

3.1 “树状”成矿系统概念

(1)“树干”部分

代表矿液上升的主通道。主要产于花岗岩和前

寒武纪变质岩中,由于通道两侧围岩较为致密且地球化学性质不活泼,造成矿液向两侧的渗滤性差,成矿以充填成矿方式为主,主体表现为石英脉型金矿,矿体一般集中分布于断裂带内(主要包括玲珑式石英脉型、金牛山式高硫石英脉型、五莲七宝山式次火山岩型金矿),宽度窄、倾角陡、延伸较深,且边界清晰。同时由于成矿的多期性和主通道作用,先成矿床和有用组分易被后期的成矿作用带到上部或地表,矿床规模一般不会太大,难以形成超大型矿床。

(2)“树枝”部分

指主通道之外的支通道、外围或裂隙,大部分矿床产自其中。“树枝”的大小(断裂的规模)不同,所控制形成的矿床规模也大小不一;成矿方式多以充填成矿为主,伴有渗滤扩散成矿。

已发现的多种类型的金矿床,包括焦家式、灵山式、上庄式^[9]、蓬家夼式、宋家沟式等^[6]。它们皆产自主干或次级构造之中,由于构造应力的性质不同,断裂构造走向各异,倾角或陡或缓,但都与主通道具有联系,其中焦家式、灵山式、上庄式金矿体赋存的位置处于变质基底区的上部,产自其中的脆性或脆性断裂中,往往对应于断裂带走向的转折或倾角的陡缓交替变化处,矿床规模相对较大,并主要取决于断裂带的规模和矿液供给的多少;蓬家夼式金矿体产自中生代盆地与前寒武纪变质基底之间的滑脱拆离断裂之中,其倾角极为平缓,是早期的构造滑脱面和构造软弱带,造成矿液易沿盆缘断裂迁移、富集、沉淀,其矿化受盆缘断裂带规模大小、应力强弱(决定空间大小)和矿液多少的限制,矿床规模较大,形态较稳定;宋家沟式金矿赋存于中生代莱阳群砾岩中,产出层位最高(近于“树梢”位置)。该套地层由于形成晚,经受的构造改造相对较少,在晚期应力作用后,内部形成陡倾角的构造角砾岩、碎裂岩带,在其上部近地表处以裂隙密集带和碎裂状砾岩为主。断裂附近岩石中各种倾向和倾角的裂隙极为发育,贯通性强,应力较为分散,当深部含矿热液向上运移时易在深部的规模较大构造带附近率先成矿,向上随着构造带(裂隙)规模减小,含矿断裂变为裂隙,沿不同方向裂隙或断裂多具有金矿化显示(倾角较陡),因此多表现为隐伏矿床的特点^①,矿体的形态极不规则,沿走向和倾向变化极大(图1)。

表1 鲁东地区不同类型金矿床特征对比表

Table 1 Contrast between different types gold deposits in east Shandong Province

项 目		基底区金矿(西直格庄)②	盆缘金矿(蓬家乔)③	盆地中金矿(宋家沟)
矿石结构		晶粒状、填隙状、包含状、交代残余、动力变质结构	自形一半自形粒状结构、碎裂状结构	粒状、填隙状、交代结构、包含结构、碎裂状结构
矿石构造		块状、团块状、网脉状、条带状、浸染状、角砾状、梳状、蜂窝	浸染状、稠密浸染状、角砾状、脉状、块状、蜂窝状	致密块状、团块状、脉状、浸染状、角砾状、蜂窝状
围 岩		黑云母二长花岗岩	碎裂状二长花岗岩及石墨黑云斜长片麻岩	中生代灰白色砾岩
矿石类型及特征		(高硫)黄铁矿石英脉型	黄铁矿化长英质构造角砾岩、碎裂岩	黄铁矿化绢英岩化碎裂状砾岩、构造角砾岩
金矿物特征	形态粒度	角粒状、尖角粒状、麦粒状、浑圆状、板状、不规则叶片状、脉状,粒度以 $3.7\sim 10\mu\text{m}$ 为主(占64%)	角粒状为主(57%)、圆角粒状、片状、弯膝状、星点状细粒为主, $3.7\sim 10\mu\text{m}$ 占56%	角粒状、枝叉状、细脉状、长角粒状、片状、圆粒状, $5\sim 40\times 24\sim 100\mu\text{m}$
	晶隙金	次要	次要(22%)	为主(38%)
	裂隙金	为主	次要(26%)	次要(29%)
	包体金	极少	为主(44%)	次要(33%)
13.5		$8.37(\times 10^{-6})$	$3.36(\times 10^{-6})$	$5.86(\times 10^{-6})$
平均厚度(m)		1.3	10.02	5.63
产状	走向	$0\sim 15^\circ$	290°	$45\sim 55^\circ$
	倾角	$90\sim 105^\circ$	200°	$135\sim 145^\circ$
	倾角	$70\sim 90^\circ$	地表 $30\sim 50^\circ$, 地下 $5\sim 25^\circ$	$65\sim 75^\circ$
成矿方式		充填	充填和交代蚀变	充填和交代蚀变
蚀变情况		黄铁矿化、绢云母化、硅化、碳酸盐化	黄铁矿化、绢云母化、硅化、绿泥石化	黄铁矿化、绢云母化、硅化、绿泥石化
脉石矿物		石英、绢云母、长石、方解石、白云石	石英、斜长石、绢云母、方解石	石英、长石、方解石、绢云母
主要金属矿物		含银自然金、银金矿、自然金、自然银、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、碲铋银矿、毒砂、白铁矿	银金矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、磁铁矿	自然金、银金矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、磁铁矿、褐铁矿
成矿阶段		黄铁矿-石英阶段、金-石英-黄铁矿阶段、金-多金属硫化物阶段、石英-碳酸盐阶段	石英-黄铁矿阶段、金-石英(绢云母)-黄铁矿阶段、石英-多金属硫化物阶段、碳酸盐	石英-黄铁矿阶段、石英-绢云母-黄铁矿阶段、金-石英-多金属硫化物阶段、粗粒黄铁矿-碳酸盐
成矿温度		中低温($380\sim 180^\circ\text{C}$)	中低温	中低温
控矿断裂		北北东向	近东西向	北东向
矿床成因		受断裂控制的中温热液裂隙充填型	受滑脱拆离断裂控制的中温热液充填交代蚀变岩型	受断裂、裂隙密集带控制的中温热液充填交代蚀变砾岩型
矿液来源		幔源	壳-幔混合型	壳-幔混合型
成矿时代		中生代燕山期(艾山-崂山阶段)	中生代燕山期(崂山阶段)	中生代燕山期(崂山阶段)

②山东省第三地质矿产勘查院.山东省牟平县邓格庄金矿区西直格庄矿床金矿勘探地质报告(内部资料).1993.12

③山东省第三地质矿产勘查院.山东省牟平县邓格庄金矿区邓格庄矿床I号脉勘探地质报告(内部资料).1990.1

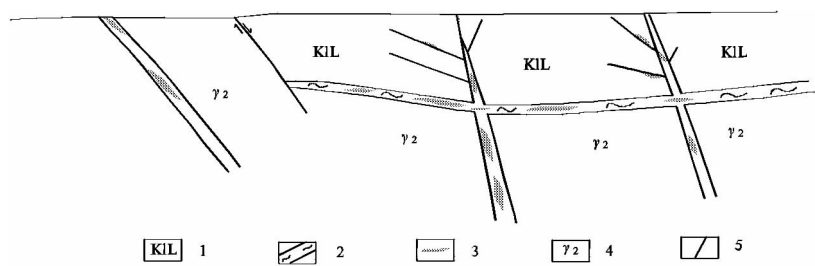


图1 “树状”成矿系统示意图

Fig. 1 Schematic for the "tree-shape" metallogenic system

1. 中生代白垩纪林寺山组砾岩; 2. 滑脱拆离断层; 3. 矿体; 4. 元古宙花岗岩; 5. 脆性断层

3.2 “树状”成矿系统内涵

综上所述,“树状”成矿系统所代表的含义包括:

(1)控矿构造匹配性:胶东地区的应力场在中生代主要经历了南北向挤压(华北地台与扬子地台的碰撞)和NW-SE向挤压、引张、挤压(太平洋板块与欧亚板块的俯冲、碰撞等)的多期作用^[7],每次强烈构造作用都形成相应主构造面及其配套的构造面。各个方向的结构面都具有多期多次迭加的特征,早期构造对晚期构造有控制、阻碍、引导的影响,晚期构造对早期形成的结构面具有迭加、改造、利用、迁就的作用,因此,这些NE、NNE、EW、NW向展布的每一个结构面都包含有压性-压扭性-张性-张扭性-扭性等其中的一种或几种性质。金成矿时,表现为矿液皆沿各种规模不等的断裂构造运移,在其引张空间或软弱带选择性成矿,因此不能以方向差异、性质不同作为判别是否成矿的标志。

(2)成矿环境差异性:成矿是受断裂构造控制的,而断裂构造的成生发展则受区域和局部应力场的控制,它可以穿越一切能穿过的地质体。因此,成矿作用可以在活动区,亦可在稳定区,可以在岩体中,也可在地层内(如福山杜家崖金矿)发生,关键取决于断裂构造的发育情况。

(3)矿床类型多样性:由于控矿断裂构造的性质不同,作用的围岩特点各异,成矿方式不尽一致,故所形成的矿床类型各不相同,既有陡倾角的矿体,又有缓倾角的矿体;既有厚大稳定的矿体,又有薄而多层的矿体,显示出矿床形态的多样性,反映出构造的多变性和复杂性。

(4)成矿方式相似性:根据对矿体形态的研究,矿体的边界往往对应于断裂带,其产状与断裂带基

本一致,显示其成矿方式以充填为主,部分矿体的边界不清,伴有一定的渗滤扩散(以往多称为交代)作用发生,矿体往往在主通道或中心部位以充填方式成矿,向外则表现为渗滤扩散方式,说明矿液主要来源于深部。

(5)成矿时代同期性:据孙丰月对乳山市蓬家乔金矿矿石中绢云母所做测试,其成矿时间为(100.59±1.96)Ma^[8],属燕山期崂山阶段;在宋家沟矿区中,闪长玢岩等一般切过含矿裂隙,且本身无矿化蚀变,但边部多有褪色蚀变发生,说明脉岩是滞后或几乎同时于含矿热液的活动。据陈先沛等人所取闪长玢岩、安山玢岩的K-Ar年龄为(90~101)Ma^[9],推测成矿时间为100Ma左右;邓格庄、金青顶等胶东地区金矿主成矿期年龄为(88~135)Ma^[10]。可见,各类型金矿成矿年龄相近,都集中在燕山期。该区金矿主成矿期集中在(90~135)Ma,是鲁东地区在同一构造应力场作用下,各区段发生不同的构造变形所形成的成矿表现,是中生代我国东部构造应力场由南北向挤压向北西-南东向挤压转换期深部流体沿断裂发生热液成矿作用的产物。

(6)成矿物质同源性:根据测试结果,矿石氧同位素组成一般大于5.6‰~7.6‰,集中在8‰~10‰,极差较小,略高于陨石值;矿石中黄铁矿的δ³⁴S值大于9‰,以富集“重硫”、“极差小”为特点,表明“硫源”来自深部或较封闭的条件。综合硫、氧同位素的特征,并结合矿石的主要矿物成分、矿石结构构造、金矿物的组成及成色、微量元素的含量和变化情况,认为物质来源主要为深部的壳-幔源,并在矿液上升的过程中部分混染有围岩的有用成分^①。

4 结论与建议

(1)胶东地区的金矿床均受中国东部区域构造

^①山东省第三地质矿产勘查院.山东省胶莱盆地东北缘贵金属矿调查评价地质报告(内部资料).2001.8

应力场的控制,断裂构造是金矿成矿的最直接和最重要的决定因素,尽管矿床的产出层位不同、表现形式各异,但内部具有共性,即都属于构造控矿。

(2)无论产于前寒武纪变质基底区、盆缘断裂带还是中生代盆地内部的金矿床,虽然表现形式各不相同,但其相互之间具有同源性、同期性,是深部成矿热液在同一个成矿期中不同脉动成矿阶段的产物,与同源岩浆脉动侵位具有一致性。

(3)由于变质基底区、盆缘断裂带、盆地内部的金矿床具有内在联系,因此在寻找金矿时,应注重分析应力场,采用综合找矿方法,选择构造发育的成矿有利部位开展工作,不要过于片面地寻找单一的一种矿床类型。

(4)中生代盆地分布区是中生代强烈构造作用的直观表现形式,是寻找中生代应力集中和矿化区的窗口,应加强对中生代盆地及其周缘工作程度较低地区的找矿工作。

(5)胶莱盆地东北缘金矿的突破,将金矿成矿的时限延至中生代早白垩纪的晚期(燕山运动Ⅱ幕),同时改变了人们多年来形成的中生代盆地不成金矿的传统认识(以往认为是非金属的成矿远景区),拓宽了找矿的新领域,为在覆盖区找矿提供了一些启示。

致谢: 成文过程中,承蒙原山东省地质矿产勘查开

发局李宏骥总工程师审阅和指导,深化了对鲁东地区成矿作用的认识,图件和表格由孔艳、王丽华、邱介玲制作,在此致以诚挚的谢意!

参考文献:

- [1] 宋明春,崔书学,杨之利,等. 山东焦家金矿带深部找矿的重大突破及其意义[J]. 地质与勘探,2008,44(1):1-8.
- [2] 杨峰华,张钧.试论胶东地区金矿成矿体系的统一[J].地质找矿论丛,2002,17(4):225-233.
- [3] 宋明春,王沛成,梁帮启,等.山东省区域地质[M].济南:山东省地图出版社,2003,722-725.
- [4] 李士先,刘长春,安郁宏,等.胶东金矿地质[M].北京:地质出版社,2007:12.
- [5] 李宏骥.胶北地区内生金矿成矿规律[J].山东地质,2002,18(3-4):72-77.
- [6] 徐金芳. 山东内生金矿成矿谱系及其矿致地质异常[J]. 2001,17(2):32-36.
- [7] 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.
- [8] 孙丰月,石准立,冯本智.胶东金矿地质与幔源C-H-O流体分异成岩成矿[M].长春:吉林人民出版社,1995,1-170.
- [9] 陈先沛,马绍刚.胶莱盆地与胶东金矿[M].见:中国科学院黄金科技领导小组办公室,中国金矿研究新进展,第一卷(上篇).北京:地震出版社,1994,227-234.
- [10] 杨金中,赵玉灵,沈远超,等.胶东宋家沟金矿床的地质特征及矿床类型——胶东层控矿床的新发现[J].地质与勘探,2001,37(4):1-4.

Discussion on the "Tree-shape" Ore-forming System in Eastern Shangdong Province

YU Zhi-chen, LIU Dian-hao

(No.3 Exploration Insititute of Geology and Mineral resources, Shandong Yantai 264680, China)

Abstract: Based on the study of the gold deposits in Jiaolai Basin, Shandong Province resent years, the authors suggest that the gold deposits appeared in precambrian metamorphic strata, granite, mesozoic basin and the basin marginal fault zones. Althought their forming conditions are different, they are all characterized by mineralization techtonic matching, mineralization environment variety, deposit type diversity, mineralization mode similarity, mineralization period contemporanety, mineralization material homology. It shows that they have internal association. And they are proposed as a "tree-shape" mineralization system.

Key words: eastern Shangdong Provice; gold deposit; tree shape; ore-forming system