

鲁西铜石地区构造成矿控矿作用*

Structural ore-forming and ore-control role in Tongshi area, western Shandong

孙爱群¹, 牛树银¹, 胡华斌¹, 毛景文², 王宝德¹

(1 石家庄经济学院地质调查研究院, 河北 石家庄 050031; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

SUN AiQun¹, NIU ShuYin¹, HU HuaBin¹, MAO JingWen² and WANG BaoDe¹

(1 Institute of Geological Survey, Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031, Hebei, China; 2 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

摘要 从区域地层(岩体)中老外新分布, 环状, 放射状断裂的展布, 轴部缓倾拆离滑脱构造的发育等方面, 探讨了鲁西幔枝构造特征。认为鲁西幔枝构造演化对内生成矿作用具有明显的控制作用, 并带动围岩一起隆升, 形成典型的鲁西幔枝构造, 并使部分内生矿产被抬升到浅部。

关键词 幔枝构造; 地幔热柱; 构造演化; 构造控矿; 成矿作用; 鲁西地区

1 问题的提出

鲁西地区以其独特的地质特征和丰富的矿产资源而倍受地质学家的关注, 地质研究程度颇高(林景仟等, 1997; 徐金芳等, 2000; 于学峰, 2001)。但是, 鲁西与胶东仅一断裂相隔, 胶东是中国东部金都, 大中型金矿星罗棋布, 那么, 鲁西内生矿产前景如何? 本文拟从幔枝构造的角度, 简述铜石地区的地质构造特征, 并探讨其成矿控矿作用。

幔枝构造(mantle branch structure)是地幔热柱的第三级构造单元, 是地幔热柱多级演化在岩石圈浅部的综合表现。幔枝构造一般由核部岩浆-变质杂岩、外围盖层拆离滑脱层、上叠断陷-火山沉积盆地等三个单元组成(牛树银等, 2002)。它们共同构成相互关联的统一整体。

2 鲁西幔枝构造的基本特征

郯庐断裂以西的山东省西部地区以往被统称为鲁西断隆, 它十分显著地耸立在华北平原中东部。其外围则多为断陷盆地, 构成了独特的地形、地貌特征。

2.1 规则的区域地层(岩体)展布

鲁西地区的地层(岩体)展布均以泰山—鲁山—邹县—临沂地区为中心, 向外呈环状展布。鲁西地区基底由新太古代泰山岩群、TTG岩系和古元古代造山花岗质岩体组成。其上尚残留有部分尚未完全拆离剥蚀掉的盖层掀斜地块。基底构造层向外逐渐呈同心环状展布有古生界、中生界、新生界。中生代进入强烈地壳运动时期, 不仅伴有强烈的火山喷发、多期次岩浆侵入活动。同时伴有大幅度的隆升, 差异隆陷明显。甚至形成掀斜地块, 使得中生界分布零星, 且多表现为断陷盆地中的箕状沉积, 形成了典型的鲁西幔枝构造。

2.2 独特的地质构造特征

鲁西幔枝区的断裂构造展布具有明显的规律性。总体上以中部的新寨—泗水—平邑—蒙阴地区为中

*国家自然科学基金(编号: 40272088)和中国地质大调查(编号: 2000110100038)项目资助
第一作者简介 孙爱群, 女, 1954年生, 教授, 主要从事构造地质学教学与研究。

心, 向外呈同心环状和放射状断裂展布。主要同心环状断裂展布, 可划分为三个基本完整的环状构造。从内向外分别为: ①肥城—沂源—临沂—曲阜环状断裂; ②巨野—梁山—济南—淄博环状构造带; ③马头集—范县—聊塘—桓台环状断裂。

放射状断裂主要有夏蔚断裂、淄河断裂、上五井断裂、金山—姚家峪断裂、白泉庄—五色崖断裂、文租断裂、长清断裂、汶上一泗水断裂、蒙山断裂、郛城断裂、荷泽断裂、鳧山断裂、尼山断裂, 独角山断裂等。一般情况, 放射状断裂面以陡倾为主, 同心环状断裂向外缓倾为主。两者相互切错, 表明两组断裂为同应力场、同构造期的产物。分析认为应是鲁西幔枝构造形成期间发育的断裂体系。

实际上, 这种幔枝构造隆升机制具有相当的普遍性。铜石隆起就是鲁西幔枝的一个次级隆起构造。该区出露最老地层为太古宇泰山群变质杂岩, 其上为古生界寒武系-奥陶系碎屑岩-碳酸岩建造, 中生界侏罗系-白垩系碎屑岩建造, 在断陷区发育有新生界堆积物。岩浆岩可分为早晚两期, 早期为太古代花岗闪长岩和元古代二长花岗岩, 并经变形变质作用形成了结晶基底岩系; 晚期为中生代构造-岩浆活动期间形成的细晶二长闪长斑岩-中斑二长闪长斑岩-二长斑岩构成的铜石次火山杂岩体。这里同样具有典型的环状构造和放射性构造, 同时, 对燕山期成矿作用有着明显的控制作用 (图 1)。

3 鲁西幔枝构造的成矿作用

鲁西是山东省的黄金新区。近年来, 许多学者对鲁西金矿成因进行了大量的探索。归纳起来其认识主要有: 隐爆角砾岩成因的归来庄金矿 (祝德平等, 1998; 沈昆等, 2001) 和似层状浸染型的磨坊沟金矿 (徐金芳等, 2000; 胡华斌等, 2004) 等, 尽管其类型有所不同, 但是, 均受鲁西幔枝构造的控制, 是在统一的幔枝构造背景下形成的浅成中低温热液矿床。

3.1 爆破角砾岩型——归来庄型金矿

归来庄金矿位于铜石杂岩体外围的东侧, 经勘探证实, 为一与构造-隐爆角砾岩有成因联系的大型金 (银) 矿床 (图 2)。含矿岩石为脉状隐爆角砾岩体, 角砾岩体明显受两组断裂控制, 主体断裂呈近 EW (285°) 向展布, 西起归来庄村西北, 东到小平安庄村南, 控制长度大于 2 000 m, 宽度变化较大, 一般为 5~15 m。次级断裂为北东 (55~60°) 向展布, 在两者交汇的部位往往角砾岩带变宽, 金矿的品位变富。在延伸方向, 金角砾岩体倾向南, 倾角 45~68°, 延伸超过 650 m。由于两组断裂的影响, 含金角砾岩体沿走向及倾向均呈舒缓波状。含矿隐爆角砾岩总体呈脉状侵位到铜石杂岩体东侧的寒武系、奥陶系之中, 顶底板为大角度相切的中上寒武统-下奥陶统, 围岩普遍发育了碎裂岩和构造裂隙。在已控制的 12 个矿体中, 以 I 号矿体规模最大, 其储量占矿床总储量的 98% 以上, 其余 11 个矿体均为单工

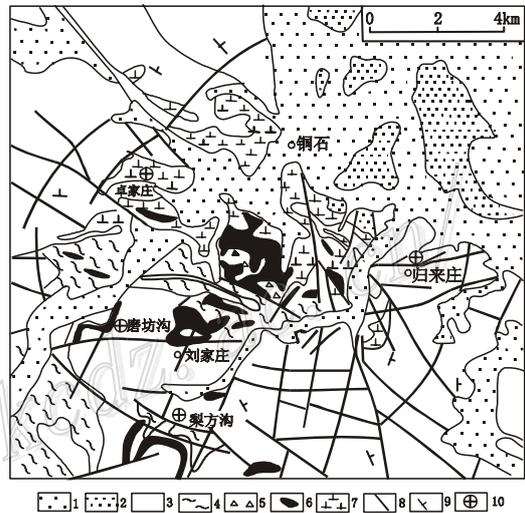


图 1 铜石地区地质构造简图

1—新生界; 2—中生界; 3—古生界; 4—基底岩系; 5—隐爆角砾岩; 6—二长—正长质岩类; 7—二长闪长质岩类; 8—断层; 9—地层产状; 10—矿床

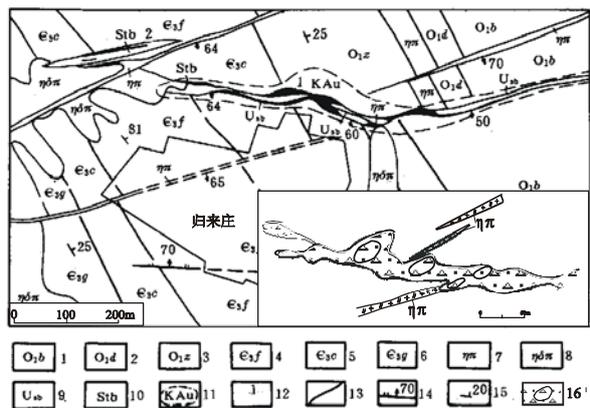


图 2 归来庄金矿区地质略图 (据林景仟等, 1997 修改补充)

奥陶系: 1—北庵庄组; 2—东黄山组; 3—纸坊庄组; 寒武系: 4—凤山组; 5—长山组; 6—崮山组; 7—二长斑岩; 8—二长闪长斑岩; 9—萤石化硅化角砾岩; 10—硅化白质灰岩; 11—二长斑岩; 12—矿体号; 13—地质界线; 14—断层; 15—岩层产状; 16—矿化隐爆角砾岩

程控制的零星小矿体。

I 号矿体主要分布 35~24 勘探线之间的 130~300 m 标高地段,矿体产状与主裂面基本一致,走向近 EW (80~95°), 倾向南, 倾角 45~68°。控制矿体长度 550 m, 斜深 650 m。矿体呈不规则脉状, 根据矿体的展布和形态特征, 将 I 号矿体分为 I-1, I-2 两个支矿体。

I-1 号矿体为 I 号矿体的主矿体, 展布于 24~35 勘探线 130~300 m 标高地段, 长度 550 m, 斜深最大 650 m, 呈不规则脉状, 具有分支、复合膨缩等特点。矿体主要赋存于断裂带的角砾岩体内, 矿石类型以角砾岩含金矿石为主。矿体厚度一般在 3.33~10.10 m, 最大厚度 22.45 m, 平均厚度 6.21 m。单工程 Au 品位一般 4.74×10^{-6} ~ 11.36×10^{-6} , 最高者达 26.37×10^{-6} , 平均品位 7.58×10^{-6} 。

I-2 号矿体分布在 30~35 勘探线 130~150 m 标高地段, 长度 200~250 m, 斜深 300 m, 呈不规则脉状, 有尖灭再现的特点, 主要赋存于构造带西段下盘的分支断裂中, 与 I-1 矿体在 -100 m 标高附近交汇。矿体由浅部到深部略呈厚度增大, 品位变富的趋势。矿石类型以石灰岩、白云岩含金矿石为主。矿体厚度一般在 2.34~10.20 m 间, 最大厚度 16.56 m, 平均厚度 5.92 m, Au 品位多在 3.42×10^{-6} ~ 15.76×10^{-6} , 最高为 32.24×10^{-6} , 平均品位 11.54×10^{-6} 。

角砾岩中有典型的隐爆特征, 角砾大小混杂, 没有分选, 没有磨圆, 且成分混杂, 从已经找到的砾石成分来看, 除了以寒武系—奥陶系的灰岩、泥质灰岩、页岩、泥质白云岩角砾为主以外, 还发现有二长斑岩、闪长岩、辉石岩的角砾, 以及混合花岗岩、片麻岩的角砾。表明脉状隐爆角砾岩体不仅震裂了寒武系—奥陶系赋矿围岩, 同时也带上来部分变质基底角砾和不同岩浆岩角砾, 从岩石成分角度说明了隐爆角砾岩体的成因及其复杂性。而矿化是隐爆角砾岩稍后的成矿作用, 与成矿相关的蚀变在火成岩成分角砾岩中主要为硅化、绢云母-水云母化, 冰长石化、萤石化、碳酸盐化等。矿石中金属矿物含量少, 颗粒细, 浸染状分布, 主要有自然金、银金矿、碲化物及某些硫化物矿物。成矿温度低, 深度浅 (为 700~1500 m), 是一种与次火山隐爆作用有关、富含贵金属的石英-萤石-冰长石型浅成中-低温热液金矿床。

类似金矿还有卓家庄金矿等。

3.2 外围拆离滑脱带型——磨坊沟型金矿

磨坊沟式金矿是指鲁西平邑县铜石地区赋存在太古宇泰山岩群与盖层之间不整合面之上的下寒武统朱砂洞组碳酸岩中的金矿。这种金矿原被认为是层状、似层状金矿, 具有极大的找矿远景 (林景任等, 1997; 徐金方等 2000)。本文认为控矿构造具有拆离带特征, 是幔枝构造外围拆离带控矿的典型实例。

磨坊沟式金矿, 主要展布在梨方沟、东大湾、磨坊沟、郝家山头、刘家庄北岭一带, 赋矿地层为下寒武统白云岩化灰岩、微细晶灰岩及白云岩。矿体多呈层状、似层状展布, 矿层厚一般为 3~10 m, 在有其它方向的断裂交汇处, 矿层往往变厚, 品位变富。总体上看, 矿体主要展布在主拆离带之上的次级拆离带中, 一般距寒武系与基底太古宙花岗片麻岩之间拆离带 (早期为不整合, 作为构造薄弱面, 燕山期被拆离带所利用和改造) 20~30 m。由于这种类型的金矿研究最早起始于磨坊沟, 故多称磨坊沟式金矿。

磨坊沟金矿共圈定了两个金矿体, 其中 I 号矿体长 340 m, 厚 0.60~4.80 m, 平均厚度 2.82 m; 金品位 1.09×10^{-6} ~ 25.21×10^{-6} , 平均金品位 11.57×10^{-6} , 矿体产状与岩层产状基本一致, $325 \sim 35^\circ \angle 8 \sim 20^\circ$; II 号矿体长 200 m, 厚 1.20~3.20 m, 平均厚度 2.05 m; 金品位 1.64×10^{-6} ~ 12.88×10^{-6} , 平均金品位 4.54×10^{-6} ; 矿体产状亦与含矿岩层产状一致。

梨方沟—东大湾金矿矿体呈似层状, 矿体长 634 m, 实测厚度 4.8 m, 金品位 2.19×10^{-6} ~ 7.24×10^{-6} , 平均金品位 4.9×10^{-6} 。矿体产状与含矿岩层产状基本一致, $270 \sim 290^\circ \angle 5 \sim 15^\circ$ 。

就总体变化而言, 磨坊沟式金矿含矿层中金矿化普遍, 但金品位变化较大。变化的规律与含矿岩石的破碎程度、裂隙的发育程度及蚀变强弱程度呈正相关关系。

矿石的结构有粒状结构、微晶结构、泥质结构、交代残余结构、交代环边结构和星点状结构等。矿石构造主要有浸染状构造、脉状构造、条带状构造、网脉状构造、层纹状构造、晶洞状构造等。矿石中的金矿物主要有自然金、碲金银矿、银金矿 3 种。金矿物颗粒细小, 粒径多数介于 0.005~0.05 mm 之间。伴生金属矿物主要为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等。脉石矿物主要有方解石、白云石、石英、萤石、绢云母等。

围岩蚀变为高岭石化、黄铁绢英岩化、方解石化、萤石化等。成矿主要经历了石英-黄铁矿、多金属硫化物、金-碲化物3个阶段。金矿物主要呈微细浸染状包含于石英集合体中,少部分呈星点状散布于石英与方解石或白云石晶体间。金矿的形成主要与黄铁绢英岩化有关。

拆离带与外围盖层产状相近时,拆离带往往沿地层中的某个薄弱面滑动,然后在一定距离内向下斜切地层,进入下一个薄弱面,沿这个薄弱面滑动一定距离后,再次斜切进入下一个薄弱面。顺层滑动段称断坪,斜切地层段叫断坡(图3上部示意图)。

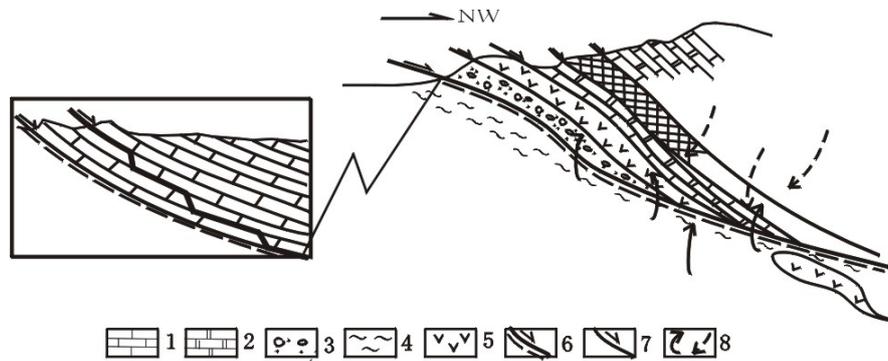


图3 磨坊沟式拆离带型金矿成矿模式图

1—古生界灰岩; 2—古生界白云岩; 3—寒武纪底部砾岩; 4—基底变质岩系; 5—二长斑岩;
6—主要拆离滑脱带; 7—次要拆离滑脱带; 8—含矿流体与大气降水流动方向。

4 铜石地区的成矿作用

铜石地区的金矿是中生代地幔柱多级演化特定时空背景的产物。容易挥发的 Au、Ag 等成矿物质呈气态随地幔柱-地幔亚柱一起上升到壳幔边界,并随沿壳幔边界向外拆离流变的地幔物质一起向外围拆离运移,由于岩浆的多次抽提作用,同时伴随有大规模的碱交代作用,使成矿物质进一步富集。富含 Au、Ag 等的成矿流体沿深、浅层次的拆离滑脱带向上运移,并可在有利的成矿扩容空间中集聚成矿(Niu et al., 2003)。鲁西地区发育深、浅两个层次的拆离滑脱构造。浅层次沿太古宇变质基底岩系与寒武系之间的拆离带发育,深层次拆离带则沿中地壳低速高导层发育(燕守勋等, 1996)。一般情况下,如果幔枝构造外围拆离带上盘是同倾向的沉积盖层,那么拆离带在发育过程中,往往就会发育陡倾切层的断坡和顺层滑动的断坪相间排列(如图3示意图)。成矿过程中由于有一定的覆盖,含矿流体在一定温、压条件下往往会沿裂隙向上运动,并沿次级拆离带聚集成矿。而归来庄式金矿则属于岩浆-变质核部杂岩中隐爆角砾类似金矿还有梨方沟、东大湾、磨坊沟等金矿。

致 谢 作者衷心感谢李廷栋院士、陈毓川院士、翟裕生院士所给予的热情指导和鼓励。

参 考 文 献

- 林景任, 谭东娟, 于学峰, 李秉仁, 李 璞, 许文良. 1997. 鲁西归来庄金矿成因. 济南: 山东科学技术出版社. 1~160.
- 毛景文, 魏家秀. 2000. 大水沟碲矿床流体包裹体的 He、Ar 同位素组成及其示踪成矿流体的来源. 地球学报, 21(1): 58~61.
- 牛树银, 李红阳, 孙爱群, 王宝德, 许传诗, 谢汝斌, 杨志宏, 毕伏科. 2002. 幔枝构造理论与找矿实践. 地震出版社. 1~243.
- 邱检生, 徐夕生, 罗清华. 2001. 鲁西富钾火山岩和煌斑岩的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 定年及源区示踪. 科学通报, 46(18): 1500~1508.
- 徐金芳, 于学峰, 唐好生. 2000. 鲁西下寒武统层状金矿—磨坊沟式金矿地质特征. 山东地质, 16(2): 9~16.
- 于学峰. 2001. 山东平邑铜石金矿田成矿系列及成矿模式. 山东地质, 17(3-4): 59~64.
- Faure G. 1986. Principles of isotope geology, 2nd edition. New York: Wiley and Sons. 497~507.
- Niu S Y, Hou Q L, Hou Z Q, Sun A Q, Wang B D, Li H Y and Xu C S. 2003. Cascaded evolution of mantle plumes and metallogensis of core-and mantle-derived elements. Acta geologica sinica(English Edittion), 77(4): 522~536
- Ohmoto H. 1986. Stable isotope geochemistry of ore deposits. Rev. Mineral., 16: 491~559.