·矿产地质·

文章编号:1000 - 6273(2000)02 - 0121 - 07

青城子矿田高家堡子大型金银矿床地质特征及成矿机制

刘先利,姜 瑛,刘志远

(中国有色金属工业总公司 辽宁地勘局 103 队,辽宁 丹东 118008)

摘要:高家堡子金银矿床赋存于辽东裂谷辽河群大石桥组大理岩与盖县组变粒岩互层过渡带中,容矿岩石主要为变粒岩、大理岩和硅质岩。矿床分布严格受推覆构造及其剪切作用形成的北东向剪切构造与层间剥离构造控制。成矿物质来源具有多源性,以深成火山喷流流体为主,岩浆热液流体叠加混合形成成矿热液。因此,高家堡子金银矿床成矿过程中地层岩性是成矿的基础,韧性剪切构造作用是条件,岩浆热液(硅化)是成矿关键。据此可以认为高家堡子矿床具有火山喷流 - 韧性剪切 - 岩浆热液叠加的成矿模式。

关键词:高家堡子;金银矿床;辽河群;韧性剪切;硅化;叠加;成矿模式

中图分类号:P618.5 文献标识码:A

高家堡子金银矿床是近十年间在青城子铅锌矿田外围发现的大型金银矿床,金矿储量十余吨,银矿储量千余吨。在详勘期间,又相继发现了小佟家堡子、桃源、罗圈背等金矿。在青城子矿田内构成了一个较系统的多金属成矿系列。笔者以高家堡子矿床为例,研究其矿床地质特征及成矿机制,为深入找矿提供依据。

1 矿区地质特征

矿区处于华北克拉通北缘东部,辽东裂谷中段。金银矿床产于青城子推覆构造外来地块榛子沟倾没背斜北翼。矿区出露地层为早元古宙辽河群结晶岩系,为一套海底火山喷发的优(冒)地槽相陆间裂谷沉积建造①。主要有辽河群盖县组黑云母矽线石云母片岩,厚度 300 ~ 400 m;其下部为辽河群大石桥组三段四 ~ 五层,其中三段五层(d_3^5)为白云石大理岩夹方柱石大理岩;三段四层(d_3^4)下部为浅粒岩,中部为条带大理岩,上部为石榴石黑云母片岩;金银矿体主要产于 d_3^5 大理岩中。在大石桥组三段五层白云石大理岩与盖县组片岩的接触界面上有硅质岩分布,在大石桥组三段四层与五层往往有黑云母变粒岩的过渡层,上述两部位往往是金的赋矿层。

矿区内构造极其复杂(图 1)呈多期叠加特点,以褶皱为主,形成矿田主要构造格架。依据切割关系可将构造分为三期:早期即在辽东裂谷上隆初期形成东西向平缓褶皱,由'两背两向'组成;中期在背斜的基础上出现北西—近南北走向韧脆性叠加推覆构造[1],形成了矿区西部原地系统和东部外来系统两个构造单元;晚期形成以断裂及东西向倾没背斜活化的断裂形成菱形网状构造系统,这两组构造对矿体起控制作用。区内两组构造相交汇部位或次一级层滑断裂和羽毛状裂隙控制金银矿体分布(图 2)。

区内岩浆岩发育,从辽河期 - 燕山期均有分布。南部为印支期双顶沟二长花岗岩,北部新岭及姚家沟岩体为酸性花岗岩。同位素年龄 217.6 ~ 226.7 Ma(U - Pb 法锆石)成岩时代印支 - 燕山期。而含金硅化蚀变岩石 K - Ar 法年龄恰恰与印支 - 燕山期岩体同位素年龄相当,为 206 ~ 270 Ma。可以认为印

收稿日期:1999 - 09 - 30.
基金项目:"八五"国家重点成矿区带找矿勘查项目(区带地质矿产第 93 - 05 号).
第一作者简介:刘先利(1954 -),男,工程师,现从事区域地质找矿勘查及专题项目研究.
①姜希忠. 辽吉东部重点成矿区带(辽东段)金银多金属综合勘查及研究总结报告, 1995.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

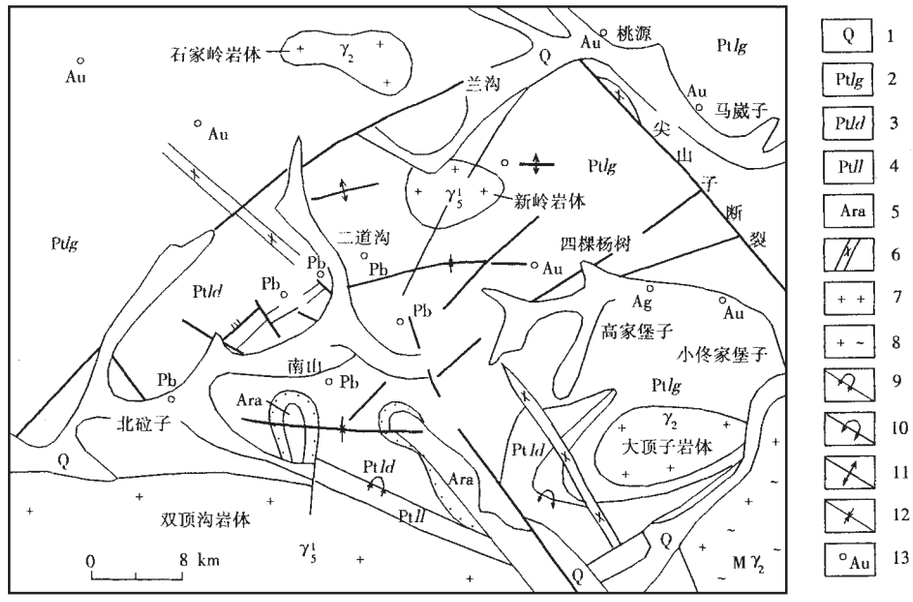

图 1 青城子矿田地质略图

Fig. 1 Geological sketch of Qingchengzi orefield

1. 第四系；2. 盖县组片岩；3. 大石桥组大理岩；4. 浪子山组斜长角闪片岩；5. 混合质变粒岩；6. 闪长岩；7. 花岗岩；8. 混合花岗岩；9. 倒转向斜；10. 倒转背斜；11. 背斜；12. 向斜；13. 矿床(点)

1. Quaternary system; 2. schist of Gaixian F.; 3. marble of Dashiqiao F.; 4. plagiclase-amphibole-schist of Lanzishan F.; 5. compound leptite; 6. diorite; 7. granite; 8. migmatitic granite; 9. reversed syncline; 10. reversed anticline; 11. anticline; 12. syncline; 13. deposit(occurrence)

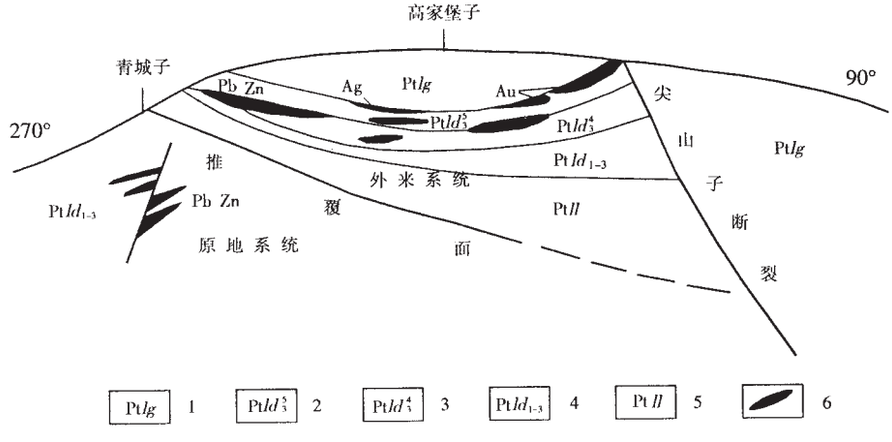

图 2 青城子—高家堡子地质剖面图

Fig. 2 Geological section from Qingchengzi to Gaojiapuzi

1. 盖县组；2. 大石桥组三段五层条带状大理岩；3. 大石桥组三段四层石榴石云母片岩；4. 大石桥组一至三段大理岩、片岩等；5. 浪子山组黑云变粒岩；6. 矿体

1. Gaixian F.; 2. banded marble in Member 3 of Dashiqiao F.; 3. garnet-mica-schist in Bed 4, Member 3, Dashiqiao F.; 4. calcite marble, schist in Member 1 – 3 of Dashiqiao F.; 5. biotite leptite of Langzishan F.; 6. ore body

支－燕山期岩浆活动与成矿关系密切。多期多类型岩浆岩伴随韧性剪切构造在矿田内形成环状圈闭空间，为成矿提供热源[2]，把深部所携带矿液叠加在衍生矿源之上，在构造有利空间富集形成金银矿体。

2 矿床地质特征

2.1 矿体产出特征

金银矿床位于青城子推覆构造外来地块榛子沟

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

倾没背斜北翼。金银矿体主要赋存在大石桥组白云石大理岩与盖县组黑云母变粒岩接触界面上及附近,与上覆地层整合接触,与下伏地层大石桥组白云石大理岩偶见切层现象,矿体受层间滑动构造控制。目前已探明银(金)多金属矿化带有 4 条,独立或共生金矿体 8 个。银矿体延长 100 ~ 600 m, 延深 80 ~ 400 m, 厚度 0. 51 ~ 11. 63 m。金矿体延长 100 ~ 240 m, 延深 40 ~ 160 m, 厚度 0. 96 ~ 7. 46 m。银矿体 Ag 平均品位为 312.43×10^{-6}, 最高品位达 $8\,700\times10^{-6}$。伴生 Au 平均品位 0.47×10^{-6}, Pb 1. 14%, Zn 2. 33%。金矿体 Au,Ag 平均品位:Au 5.2×10^{-6}, Ag 8.85×10^{-6}。矿体形态、产状受层滑断层控制,一般呈似层状,扁豆状。矿体走向 50° ~ 80°, 北西倾,倾角 12° ~ 30°。矿石类型主要为含银石英脉型,含金银铅锌碎裂大理岩型,含金硅质岩型。

2. 2　主要矿石矿物

目前发现矿石矿物 32 种,其中金银矿物 18 种。常见矿物为黄铁矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿,在矿石中发现有块硫锑铅矿、硫锑银铅矿、硫锑铜银矿、方辉锑银矿、硫铜银矿、辉锑银矿、柱硫锑铅银矿、红硒铜矿、金银矿、银金矿。毒砂是本矿床特征矿物,与金矿关系密切,是找金矿物标志。黄铁矿是矿石中主要金属矿物,不同阶段形成的黄铁矿具有不同晶形、粒度、颜色和含金性。石英是最主要脉石矿物,不同阶段的石英产生了不同程度形变和碎裂,与金银矿化关系密切。

2. 3　矿石结构、构造

矿石结构:隐晶 – 细粒他形晶、细粒自形 – 半自形晶、中粒自形 – 半自形晶、交代残留镶边、扩大再生长环边、乳滴状(交代成因)、放射花瓣状、熔蚀交代、胶状、填隙、包含、定向压碎、压碎等粒状、压碎似斑状等 14 种结构。

矿石构造:角砾状,晶洞晶簇状,环带状,脉状(包括细脉状、网脉状、交错脉状、平行雁脉状),浸染状(包括细脉浸染、稀疏浸染、星散浸染、稠密浸染),柔皱状,条带状等 13 种构造。

在不同地质作用和不同物理化学条件下所形成矿床类型往往有很大差别,矿石结构、构造也随之而异。因此结构、构造能够客观反映矿床成因特征。根据上述镜下所见结构构造,其中包含和胶状结构说明在成矿温度骤然下降时,矿物迅速沉淀而成,反映成矿温度不均衡,而扩大再生长环边结构是火山作用标型结构。从结构构造特征看,即存在火山喷气沉积特点,又有后期热液改造特征,不同类型构造在同一矿床中同时出现,说明矿床形成经历了不同时期的成矿作用及期后的改造作用。

2. 4　成矿期、成矿阶段及矿物组合

依据矿床形成地质环境、物理化学条件及矿石构造、典型矿物组合等将高家堡子矿床分为两个成矿期,即火山喷流沉积期和岩浆热液硫化物期。在矿化期基础上,根据矿物之间相互穿插关系将划分出四个成矿阶段,从早到晚:

Ⅰ粗粒黄铁矿 – 毒砂阶段。出现火山喷流作用早期,形成粗粒自形晶立方体及五角十二面体黄铁矿,自形板状毒砂,并伴有少量铁闪锌矿、磁黄铁矿等矿物组合。镜下可见黄铁矿、毒砂具有强烈压碎,形成等粒、不等粒、定向压碎等现象。此阶段无明显矿化发生。

Ⅱ黄铁矿 – 方铅矿阶段。出现火山喷 流作用晚期,矿物组合为自形晶黄铁矿、粗粒方铅矿、少量黄铜矿、黝铜矿等,局部地段含有微量金银矿。该阶段特点是黄铁矿具扩大再生长环边结构现象。此种结构是火山作用一种特殊结构。脉石矿物主要为石英、绢云母及粘土矿物。

Ⅲ 金银多金属硫化物阶段。出现于燕山期岩浆热液作用早期,形成金银多金属硫化物组合。主要金属矿物有银金矿、金银矿、自然银、辉银矿、螺状硫银矿、脆银矿、深红银矿、银黝铜矿、辉锑银矿、块硫锑铅矿、硫锑铅银矿、细粒毒砂、黄铁矿、黄铜矿等,该阶段特点是毒砂、黄铁矿呈细粒状,粒径一般在 0. 05 ~ 0. 01 mm 之间,毒砂与黄铁矿紧密共生,二者粒度越细,金的品位越高,是本阶段标志矿物。共生脉石矿物为粗粒石英、绢云母、白云母、方解石。

Ⅳ 石英 – 银阶段。出现于热液硫化物晚期阶段,主要金属矿物为自然银、银锑 – 铅银锑 – 铜银锑互化物。在该阶段可见金银矿物 18 种。该阶段特征以自然银颗粒粗大、银矿物种类繁多为特点。石英晶洞状构造发育,以富银矿物为特征,共生脉石矿物为柱粒状石英、白云母、方解石等。

2. 5　矿床围岩蚀变特征

近矿围岩蚀变主要为硅化,部分碳酸盐化,其次为绢云母化、绿泥石化、电气石化。

硅化在本区广泛发育。硅质岩由烟灰色或深灰色细粒隐晶致密状石英所组成,为火山喷流沉积成因。所指硅化是白色较纯净粗粒石英、晶洞晶簇状构造发育者视为后期热液硅化,其特点是颗粒较粗,呈

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

柱粒状彼此犬牙交错互生。柱粒状石英常垂直脉壁生长,形成梳状排列,镜下可见柱粒状石英围绕一个结晶点呈放射花瓣状分布。此种结构是热液成因所特有的结构。此外硅化石英集合体往往呈脉状、网脉状叠加或胶结硅质岩,硅化为容矿围岩蚀变,与金银矿关系极其密切,硅化与金银矿交生在一起,硅化本身就是矿体。特别是在石英—银阶段,多种银矿物集合体常充填生长在石英晶洞之间,硅化作用发生在矿化作用之前或同时,因此石英受到较强烈构造动力作用,致使石英产生韧性变形。镜下可见石英具波形或带状消光,动态重结晶,镶嵌状结构等。局部碎裂较强烈形成碎粒状岩石。

白云石化。白云石多为浅粉色,分面形蚀变和线形蚀变两种。白云石化往往与硅化伴生或叠加在硅化带上。白云石化发生在成矿期或成矿期后,但与金银矿化关系不密切。由此推测在岩浆热液期大量 CO_2 在流体存在的情况下,在剪切作用过程中由暗色矿物(角闪石、黑云母)及长石转变成绿泥石。绢云母所释放的 $Ca^{2+} + H_2O$ 结合形成方解石。在铁镁富余情况下形成白云石,这正是高家堡子剪切带中碳酸盐矿物发育的重要原因之一。

电气石化。新鲜电气石少见,多数电气石已强烈蚀变成绢云母,偶尔可见浅褐色的毛发状、放射状电气石,从其边缘开始绿泥石化,进而全部被绿泥石所替代。有时也可见部分电气石晶体被绢云母、白云母所取代,仅保持柱状及三角形晶体轮廓,以假象出现。从电气石次生蚀变而生成新矿物的种类,推测电气石在形成过程中随着不同温度及环境变化,电气石本身的矿物成分也发生变化。因此,认为蚀变为白云母、绢云母者含镁较高,Mg 含量可达 1% ~ 2%,故本区以含镁电气石为主。电气石常是火山喷气沉积产物,且电气石蚀变常是矿体存在部位。在矿体中还可见绢云母化、绿泥石化、方解石化,这些蚀变一般与成矿关系不密切。

3 高家堡子金银矿成矿机制

3.1 控矿构造

在辽东裂谷内呈北西向的尖山子同生沉积断裂是一个切割地壳较深的大断裂,就构造控矿而言,该断裂起到导矿作用,金银矿床分布在北西向尖山子断裂两盘[3],即辽河期沿大石桥组三段底部界面形成叠瓦或推覆背斜构造型式中(图 2)。高家堡子矿床整体分布严格受推覆构造与剪切作用所形成的北东向剪切构造及层间剥离构造制约。该剪切带在沿硅质岩上下盘柔性岩石接触处形成了强弱不等挤压片理化带[4],小型褶皱发育。枢纽产状不尽一致,并有早期刚性岩石被拉断。剪切岩石产生绕流现象,在断裂两侧形成疏松岩石碎块,常见糜棱岩化现象,局部可见地层岩石产生肠状扭曲(图 3)。从某种意义

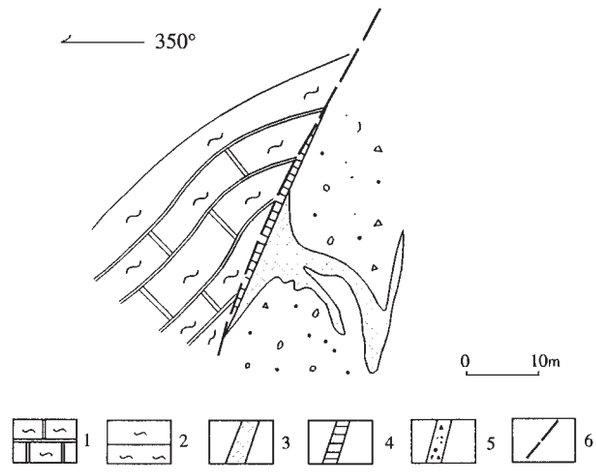

图 3 330 m 中段坑道剖面

Fig. 3 Section of an exploring opening under ground 330 m

1. 破碎矽化大理岩;2. 破碎变粒岩;3. 金银矿;4. 方铅矿;5. 构造破碎带;6. 压扭性断裂

1. fractured and silicated marble; 2. fractured leptite; 3. gold-silver deposit; 4. galena; 5. structural fracture zone; 6. compresso-shearing fault

而论,韧性剪切作用是一种重要成矿机制,韧性剪切作用形成构造岩石组合及小型韧性断层,本身就是衍生矿源层。此外,岩层挠曲形成圈闭空间及燕山期形成的北东向张性断裂,以及随该断裂发生的岩浆活动对金银物质富集起活化、迁移的作用。

通过对高家堡子大量光薄片鉴定发现,容矿围岩具有多种剪切构造韧性变形特征[5]:①镶嵌状构造,石英晶粒由一些晶块(亚颗粒)组成,镜下表现为块状不均匀消光现象;②碳质出溶揉皱构造,石墨在揉皱带层间滑动面上聚集,表明构造应力使碳质出溶和富集;③核幔状构造;④带状石英,带状白云石;⑤动态重结晶。

此外,常见石英拉长或产生压力影现象。上述显微变形构造多发生在矿化本身或附近容矿岩石中,说明是构造作用为矿液运移打开渗透性通道。在成矿同时或成矿稍后构造作用仍没有停止,表现在自形晶黄铁矿、毒砂、铁闪锌矿具定向拉长或不等粒压碎现象。从光薄片鉴定可得出构造具多期多阶段活

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

动特点,在时间上早期表现为韧性变形,中期为韧脆性变形,晚期则以脆性变形为主的演化规律。

综合宏观及微观构造现象表明,高家堡子银金矿床严格受韧脆性剪切构造控制。韧性剪切构造多期多阶段性为金银多金属成矿或叠加富集创造了良好条件。依据同位素年龄测定,新岭及姚家沟岩体年龄为 217.60 ~ 226.7 Ma(U - Pb 法锆石)恰恰与含金蚀变岩石(K - Ar 法)年龄相近;新岭姚家沟燕山期花岗岩 $\delta^{34}S = +3.4‰ \sim +4.3‰$,金银矿化带 $\delta^{34}S = +1‰ \sim +6‰$,二者极为接近。因此从某种意义上讲,韧性剪切作用能促使金银成矿物质迁移、富集和赖以存在重要基础,而印支 - 燕山期岩浆活动为成矿溶液的循环、淋滤起到了重要作用。

3.2　层位控制

高家堡子金银矿床严格受地层层位控制。矿体多赋存在辽河群大石桥组大理岩与盖县组变粒岩互层过渡带中。含矿岩石为硅质岩、黑云母变粒岩、硅化大理岩。其中硅质岩 Au 丰度值为 9×10^{-9},黑云母变粒岩 Au 丰度值 15×10^{-9},即是矿源层亦是赋矿层,而且赋矿层位较稳定,在该层形成背斜轴与穹窿圈闭空间处矿体富集。

该矿带的桃源、白云等金矿床也受控于上述层位。含矿岩石几乎都为大理岩或变粒岩。这两种岩性易碎,易形成断裂,因此成为矿液沉淀场所。大理岩主要成分为白云石或方解石,变粒岩主要成分为长石,含少量石英。从晶体结构角度来分析,长石硅氧四面体以角顶相连,在三维空间构成架状构造;白云石属于岛状构造,晶体构造呈孤立的硅氧连接四面体,因此二者具较大单位晶胞,颗粒孔隙度较大,导致矿物具有密集解理,较低硬度和脆性特点,这些特点就决定了岩石易碎的先决条件。当应力作用在该类型岩石中很容易破碎和形成断裂,从而为成矿溶液打开了渗透性通道,为赋矿提供了有利场所,这就构成了赋矿层位。由此可以推断构成赋矿层位主导因素是构造,然而岩石的物理化学条件是形成赋矿层的基本因素。

3.3　成矿物质来源

根据近年工作结果和前人包体测试资料计算,求得包体成分中 $Na^+/K^+ = 2.25 \sim 6.98$,具有岩浆热液流体特征。$F^-/Cl^- = 0.0019 \sim 0.095$,表明与大气降水加入有关。$Na^{2+} + Ca^{2+} + Mg^{2+} = 4.98 \sim 9.4$,大于 4。说明高家堡子银矿床成矿流体具有多源性,即以深成火山沉积层间流体为主,有少部分岩浆热液流体叠加混合而成。

矿石中石英 $\delta^{18}O$ 值为 6.42‰ ~ 10.7‰,极差 4.28‰,均值 8.36‰。δD 值为 -48‰ ~ -80‰,极差 -31.7‰,均值 -65.1‰。由于石英的热液流体的 $\delta^{18}O$ 值为 -2.8‰ ~ -8.63‰,均值 -6.4‰,通过作图投点基本靠近雨水线(图 4)。根据图 4、表 1,说明成矿热液中 H_2O 主要来自于大气降水或海水。

前文已述,高家堡子大型银金矿床的成矿作用与剪切作用有关。剪切带是一种长期活动的动力变质带,它容易形成一种渗透性通道。据 E. M. Cameron(1989)剪切带横剖面示意图,剪切带往往是一种呈倒漏斗状的条带,上窄下宽。因此它很有利于地壳或深部大范围内分散金银元素向上迁移,形成矿液大气降水混合带。结合高家堡子主矿体剖面标高位置,矿体恰好处于矿液大气降水混合带

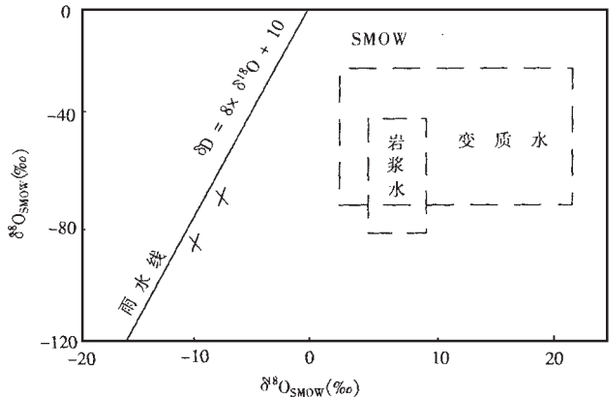

图 4　氢氧同位素关系图

Fig. 4　Correlation between H and O isotopes

表 1　氢氧同位素成分(石英)测定结果(‰)

Table 1　Testing results of H and O isotopes from quartz(‰)

样　号	取样位置	δD_{SMOW}	$\delta^{18}O_{SMOW}$	$\delta^{18}O_{H2O}$
高 21 - 2	银矿体	-62	7.31	-7.74
高 94	银矿体	-71	7.16	-7.83
高 125	含银铅锌矿石	-48	6.42	-8.63
QXX - 5	青城子变粒岩中石英脉	-85	6.60	-
QD - 9	青城子大理岩中透镜体	-81	9.40	-

注 沈阳地质矿产研究所测试,1995.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

标高位置，由此可以说明大气降水或海水沿着高家堡子韧性剪切带所形成的裂隙空间向下渗透，深部含矿热液气流也会沿此裂隙空间向上运移。大气降水受热升温形成热卤水，在剪切裂隙中产生环流淋滤萃取矿源层中成矿元素，直到与深部来源的矿液相混合，组成了高家堡子以大气降水为主的成矿溶液(图 5)。

从表 2、图 6 可以看出，矿床硫同位素均为正值，多集中在 4. 25‰ ~ 11. 52‰之间，极差较大，为 7. 27‰，均值为 6. 84‰。硫化物之间重硫富集程度由大到小依次为闪锌矿、黄铁矿、方铅矿，表明硫化物分馏明显，为多峰林立特点，表明矿石中的硫为多来源，主要为深源火山硫又有岩浆热液硫，这一点与镜下鉴定结果比较一致。粗粒自形压碎黄铁矿视为

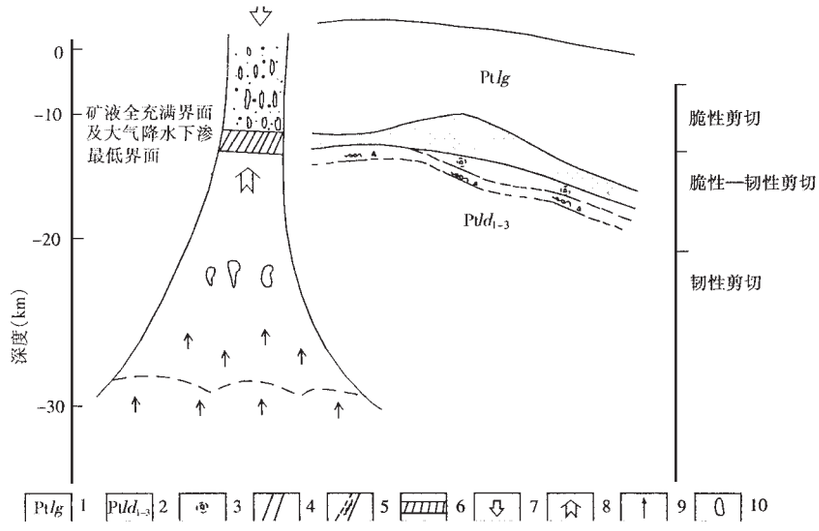

图 5 高家堡子韧脆性剪切成矿模式

Fig. 5 Ductile-brittle shearing ore-forming mode of Gaojiapuzi gold-silver deposit

1. 盖县组云母片岩；2. 大石桥组；3. 含金硅质岩；4. 金银矿体；5. 压扭性断裂带；6. 矿液大气降水混合带；7. 大气降水；8. 矿液运移方向；9. 元素及气液运移方向；10. 熔融体

1. mica schist of Gaixian F.; 2. Dashiqiao F.; 3. gold-bearing siliceous rock; 4. gold-silver orebody; 5. compresso-shearing fault zone; 6. mixed zone of ore solution and meteoric water; 7. meteoric water; 8. moving direction of ore solution; 9. moving direction of gas and liquid with ore-forming elements; 10. molten mass

表 2 高家堡子金银矿硫同位素测定结果

Table 2 Testing results of S isotopes from Gaojiapuzi gold-silver deposit

样 号	取样位置	测定矿物	$\delta^{34}S$(‰)	样 号	取样位置	测定矿物	$\delta^{34}S$(‰)
g11	高家堡子 I号矿体	闪锌矿	8. 76	g6	高家堡子 Ⅱ号矿体	方铅矿	7. 22
g1 – 1	高家堡子 I号矿体	方铅矿	7. 05	g21	高家堡子 I号矿体	方铅矿	5. 96
g21	高家堡子 I号矿体	闪锌矿	8. 87	g21	高家堡子 I号矿体	闪锌矿	11. 52
g21	高家堡子 I号矿体	黄铁矿	4. 65	g24	高家堡子 I号矿体	闪锌矿	6. 63
g108	高家堡子 Ⅱ号矿体	方铅矿	5. 77	g28	高家堡子 I号矿体	方铅矿	4. 25
g3	小佟家堡子	黄铁矿	8. 24	g28	高家堡子 I号矿体	黄铁矿	6. 59
Y13	Ym – 64 – 31	黄铁矿	7. 93	G8	2K47 – 1	黄铁矿	10. 29
Y13	Ym – 64 – 31	方铅矿	1. 87	G8	2K47 – 1	方铅矿	3. 14
Y7	Ym – 64 – 27	黄铁矿	8. 43	LG13	2K20 – 2	黄铁矿	9. 85
G5	2K7 – 1	黄铁矿	8. 45	LG13	2K20 – 2	方铅矿	9. 26
G5	2K7 – 1	方铅矿	7. 79	LG13	2K20 – 2	闪锌矿	9. 69

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

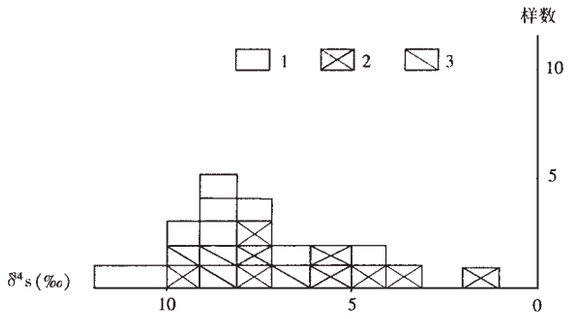

图 6　硫同位素组成频率直方图

Fig. 6　Frequency histogram of S isotopic composition

1. 黄铁矿 2. 方铅矿 3. 闪锌矿

1. pyrite; 2. galena; 3. sphalerite

火山喷流沉积来源，镜下可见自形晶黄铁矿具扩大再生环边结构现象。此种结构是火山喷流沉积作用所特有结构。而未变形的细粒他形晶黄铁矿、毒砂视为来自岩浆源。

4　结　论

1. 高家堡子银金矿床具有品位高，银矿物种类繁多，矿石结构、构造复杂特点。

2. 高家堡子金银矿床成矿物质来源不是单一的，具深源多源特点。

3. 多种证据表明大气降水经地下水环流渗透参与了成矿作用。

4. 火山喷流作用－韧性剪切－后期岩浆热液是成矿的主要因素，地层、岩性条件是成矿的基础，伴随剪切作用及其硅化是成矿关键。因此，高家堡子金银矿床具有火山喷流－韧性剪切－岩浆热液叠加的成矿模式。

致　谢：在成文过程中，得到周广学总工程师，齐恩波、赵广繁、王永志、户淑琴高级工程师的大力支持与帮助，谨致谢意。

参考文献：

[1] 甘盛飞. 青城子矿田翻卷褶曲构造[J]. 辽宁地质学报，1987(1)：208～216.

[2] 邓延昌. 青城子矿田岩浆岩控矿作用及找矿方向初探[J]. 辽宁有色金属地质，1992(1－2)：1～15.

[3] 赵广繁. 辽东早元古代金银多金属成矿区成矿条件及找矿方向[J]. 有色金属矿产与勘查，1996，5(4)：199～203.

[4] 杨春福. 五龙金矿脉岩对金矿体制约机制[J]. 地质与勘探，1997(6)：7～11.

[5] 姜瑛. 桃源金矿床物质成分初步研究[J]. 辽宁地质，1996(3)：217～226.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND METALLOGENIC MECHANISM OF GAOJIAPUZI LARGE-SCALE Au-Ag DEPOSITS IN QINGCHENGZI OREFIELD

LIU Xian-li, JIANG Ying, LIU Zhi-yuan

(103 *Team, Liaoning Bureau of Geological Exploration, China Non-ferrous Metal Industry Co., Dandong* 118008, *China*)

Abstract: Gaojiapuzi Au-Ag deposits occurre in the transitional belt of interbedded marble of Dashiqiao F. and leptite of Gaixian F., which host rocks mainly are leptite, marble and wollastonite. Their distribution are strongly controlled by nappe structure, NE-trending shearing structure and interstratal delaminating structure. Ore-forming material are polygene, mainly hypogene volcanic spoutting fluid. Magmatic hydrothermal fluids superimposed, mixed and formed into metallogenic hydrothermal. So, for Gaojiapuzi Au-Ag deposits, metallogenic process and lithologic character are metallogenic base; ductile shearing structures are metallogenic candition; magmatic hydrothermal (silicification) is the key of metallogenesis. It is considerded that Gaojiapuzi Au-Ag deposits are of volcanic spoutting－ductile shearing－magmatic hydrothermal overimposing －type deposits.

Key words: Gaojiapuzi; Au-Ag deposit; Liaohe Group; ductile shearing; silicification; superimposing; metallogenic model

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net