

辽宁凌源柏杖子金矿床地质特征及成矿模式

王晓鸥

(辽宁省地质矿产调查院, 辽宁 沈阳 110031)

摘 要 柏杖子金矿系辽西凌源地区重要的岩浆热液型金矿。矿区出露的地层主要为中元古代长城系大红峪组,其次为太古宙建平群变质岩系。长城系大红峪组为金矿的主要容矿围岩,太古宙建平群变质岩系为金矿的矿源层。柏杖子岩体为区域上大柱子岩体的分支岩体。柏杖子岩体由地壳深部上侵的过程中萃取了建平群变质岩系中的成矿物质,沿北北东—北东方向上侵并在长城系大红峪组地层中形成金矿体。通过总结、分析成矿的主要过程,建立了柏杖子金矿的成矿模式。

关键词 建平群;大红峪组;柏杖子岩体;岩浆热液型金矿床;成矿模式;辽宁凌源

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2014.04.006

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND METALLOGENIC MODEL OF THE BAIZHANGZI GOLD DEPOSIT IN LINGYUAN, LIAONING PROVINCE

WANG Xiao-ou

(Liaoning Institute of Geology and Mineral Exploration, Shenyang 110031, China)

Abstract : The Baizhangzi gold deposit is an important magmatic hydrothermal type of gold deposit in Lingyuan, Western Liaoning Province. The outcrop in the orefield is dominated by Dahongyu Formation of Changcheng System, which serves as the host rocks. The metamorphic series of Archean Jianping Group is the main resource bed of Baizhangzi gold deposit. The Baizhangzi ore body is the branch of Dazhangzi intrusive rocks, which intruded upward from deep crust and extracted ore-forming material from Jianping Group, finally formed gold orebody in Dahongyu Formation. With analysis of the ore-forming process, the metallogenic model of Baizhang gold deposit is set up.

Key words : Jianping Group; Dahongyu Formation; Baizhangzi intrusive rock body; magmatic hydrothermal type of gold deposit; metallogenic model; Lingyuan, Liaoning Province

1 区域地质背景

辽宁柏杖子金矿位于中朝准地台燕辽台褶带辽西台陷朝阳穹断褶束南侧,青龙—锦西东西向断裂与喜峰口—凌源北东向断裂交叉处,都山杂岩体北东端。

区域出露地层有太古宙建平群变质岩系和中元古界—古生界长城系、蓟县系、青白口系及奥陶系。太古宙建平群变质岩系原岩为一套以基性、超基性—中酸性火山岩为主的火山—沉积岩系,以含金、铁为特征。中元古界—古生界长城系、蓟县系、青白口系、奥陶系地层区域出露面积最广,主要由碎屑岩—黏土岩—碳酸盐岩沉积建造组成,以含有铅、锌、金、银、铁、锰等多

金属成矿物质为特征。

区域岩浆侵入活动以燕山期最为强烈,为多期次侵入,岩体多呈岩株产出。主要岩性为花岗斑岩、花岗闪长岩、石英闪长岩、二长花岗岩。该期侵入岩与成矿关系密切^[1-2]。

2 成矿地质环境

矿区位于中生代地壳活化形成的喜峰口—凌源断裂带内,该断裂带由一系列北北东向断裂组成。断裂构造带岩浆活动频繁强烈,形成一系列以中酸性侵入岩为主的岩体,由南西向北东方向岩体规模变小。其中以

收稿日期 2012-11-23 修回日期 2014-06-05 编辑 李兰英

作者简介 王晓鸥(1973—),女,高级工程师,从事水文地质方面的研究工作,通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区宁山中路 42 号羽丰大厦 2510, E-mail://lzfboy521@126.com

都山岩体(床)最大. 伴随构造-岩浆活动形成了一系列多金属矿床, 构成了冀东-辽西一条重要的金多金属成矿带(图 1). 该成矿带长 150 km (冀东段长 40 km,

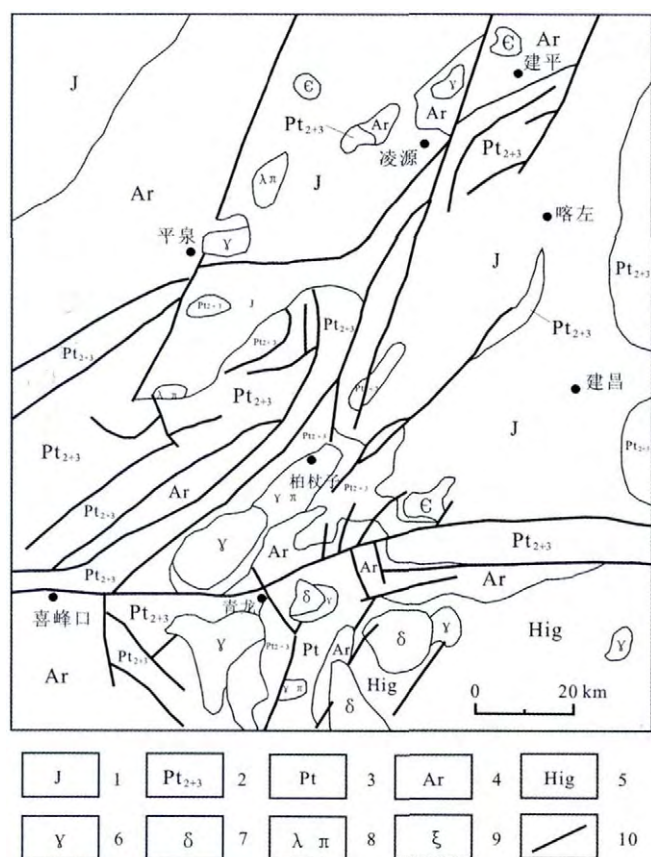


图 1 喜峰口-凌源成矿带地质图

Fig. 1 Geologic map of the Xifengkou-Lingyuan metallogenic belt
1—侏罗系火山岩(Jurassic volcanic rock) 2—中新元古界沉积岩(Meso-Neoproterozoic sedimentary rock) 3—古元古界浅变质岩(Paleoproterozoic epimetamorphic rock) 4—太古宇变质岩(Archean metamorphic rock) 5—混合杂岩(migmatitic complex) 6—花岗岩类(granitoid) 7—闪长岩类(dioritoid) 8—流纹斑岩(rhyolite porphyry) 9—正长斑岩(syenite porphyry) 10—断裂(fault)

辽西段长 110 km), 宽 20~40 km. 沿成矿带金多金属矿的形成与分布具有如下规律: 1) 金多金属矿床多位于具备矿源层-构造-岩浆岩三位一体条件的地段; 2) 成矿带由南向北矿种分布规律是金→金银铅锌→金铜钼; 3) 喜峰口-凌源断裂带与北东或近东西向断裂带交汇部控制着矿集区的展布. 成矿带由南向北分布有金厂峪-峪耳崖金矿集中区; 毛家店-柏杖子金多金属矿集中区; 滴答水-岔不岔金多金属矿集中区(图 1). 迄今为止, 在隆起带上已经探明金厂峪、峪耳崖、柏杖子大型金矿床 3 处, 毛家店等中型金矿床 4 处, 滴答水小型铜(钼)床 1 处.

2.1 赋矿地层

赋矿地层以元古宇长城系为主, 局部有太古宇建平群小塔子沟组变质岩系.

已探明矿体除岩体中以外, 多分布在大红峪组地层, 特别是该组下段岩石中. 在矿化带中心东部以大红峪组脆性砂岩为主. 在岩体接触外带 100~200 m 内赋存有矿脉群.

2.2 成矿岩体

矿区岩浆岩主要为燕山期花岗岩, 包括大石柱花岗岩体、柏杖子花岗岩体及虎头石花岗岩体. 大石柱花岗岩体呈北东向展布, 柏杖子金矿床东南 2 km 处为该岩体北东倾没端. 此外, 矿区还发育呈岩株产出的柏杖子花岗岩和虎头石花岗岩侵入体, 它们均倾向东南, 是大石柱花岗岩体的分枝体, 为同源、同期不同阶段的产物. 柏杖子花岗岩延长 5000 m, 控制延深 600 m, 宽 50~200 m. 岩体形态地表为大脉状, 深部岩枝、岩舌发育, 局部构成株脉联合体. 浅部或边部岩石具斑状结构, 属花岗斑岩相. 深部膨大部位为均粒花岗结构, 属花岗岩相. 岩石的矿物成分为: 石英 10%~25%, 斜长石 30%~40%, 正长石 20%~30%, 黑云母、白云母 2%~10%, 副矿物极少. 岩石普遍具矿化蚀变. 深部膨大突出体是矿化良好地段. 矿带常发育在陡缓、窄宽、简复变化部位, 即发育在半封闭岩石接触构造圈内外带及其突出体前缘^[1-3].

按照 J·R·怀特的分类方法, 属岩浆成因的 I 型花岗岩. K-Ar 法测定地质年龄为 104 Ma.

2.3 控矿构造

柏杖子金矿与喜峰口-凌源断裂带内其他金矿床一样, 主要受区域性北东-北东向压扭性断裂及其次级断裂控制. 由于南北挤压力作用的结果, 在北东、北西向断裂交汇处伴随有: 1) 张扭性北东-北东向断裂; 2) 张扭性北西向断裂; 3) 张性南北向断裂. 中生代各类岩浆沿断裂侵入, 金矿化沿次级断裂分布, 显示断裂、岩浆、矿化三者局部空间分布上共同控制的特点.

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

已控制矿化带长 1000 m, 延深 500~600 m 以下. 带内矿体根据围岩不同可分花岗岩中矿体及大红峪组石英砂岩中矿体, 以前者为主. 大约以 200 m 标高为界, 前者发育在下, 后者分布在上(图 2). 主要矿体产状走向北东, 倾角 40~70°. 基本与花岗岩体产状或脉岩产状一致, 总体显示上陡下缓.

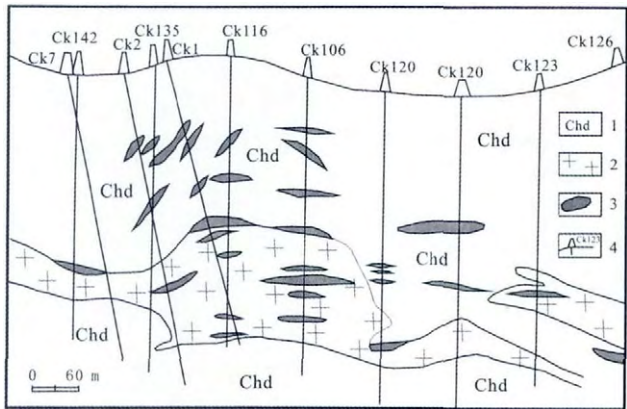


图 2 柏杖子金矿剖面图

Fig. 2 Profile of the Baizhangzi gold deposit

1—大红峪组地层(Dahongyu fm.) 2—花岗岩(granite) 3—矿体
(orebody) 4—钻孔及编号(drill hole and serial No.)

矿体以脉状、扁豆状为主. 已发现 9 个矿脉系统共 62 条矿体. 金品位平均 14×10^{-6} , 最高 301.6×10^{-6} , 银品位平均 30.69×10^{-6} , 最高 316.57×10^{-6} . 并伴有铜、硫、钼. 矿床属矿体小而多的富矿床.

3.2 矿石类型及矿物组合

在岩体内外带, 矿化类型及矿物组合略有不同, 见表 1 所示.

3.3 矿石结构构造

矿石结构构造较简单, 以半自形—他形粒状结构为主, 次为压碎及包含结构、交代溶蚀结构、固溶体分离结构等.

矿石构造以浸染状构造、块状构造为主, 部分为条带状和角砾状构造.

3.4 矿化阶段

热液矿化作用可划分 3 个阶段.

1) 早期石英脉—黄铁矿阶段: 形成不含金的乳白色石英和晶粒大的黄铁矿.

2) 中期石英—多金属硫化物—银金矿阶段: 形成大量细颗粒黄铁矿和少量黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、银金矿和灰白色石英. 矿石呈角砾岩状, 角砾岩状矿石反映

含矿断裂在成矿期间曾再次开启, 中期迭加、胶结了早期矿石.

3) 晚期碳酸盐阶段: 以方解石、白云石等碳酸盐矿物为主, 切穿充填交代前两期矿石, 此阶段金属矿化微弱.

3.5 蚀变类型及分带性

围岩蚀变在岩体的不同部位有明显的分带性, 同时这种分带性体现出了围岩蚀变发生时温度的变化.

1) 岩体上部矿体发育在岩体突出部位前缘, 围岩蚀变以硅化、云英岩化、钠长石化、钾长石化为主. 早期与二期迭加, 属中高温阶段.

2) 岩体深部矿石围岩蚀变以硅化、黄铁绢云母化为主, 碳酸盐细脉增多. 显示矿化具中低温特点.

3) 岩体外带矿石以石英大脉块状、条带状矿石为主, 硅化强. 属中温阶段.

综合上述, 自岩体中心向外带或深部(下部)边界, 成矿温度逐步由中高温向中低温过渡, 显示矿石在上水平方向为正向分带, 垂直方向为逆向分带的特征, 可作为深部找矿预测标志.

4 矿床成因

4.1 成矿物质来源

据 22 件矿石硫同位素测定 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围为 -0.5‰ ~ $+1.2\text{‰}$, 石英砂岩中矿石 $\delta^{34}\text{S}$ 的变化范围为 -3.6‰ ~ $+1.25\text{‰}$. 计算成矿热液总硫 $\delta^{34}\text{S}$ 为 0.8‰ ~ 6.9‰ . 硫源为岩浆和地层双重来源. 综合硫同位素资料, 矿石硫主要来自花岗岩, 砂岩中有部分地层硫参与成矿.

矿石石英氧同位素测定 $\delta^{18}\text{O}$ 为 11.05‰ ~ 14.68‰ . 计算成矿溶液中水的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 2.99‰ ~ 6.42‰ , 说明成矿溶液为岩浆水和大气降水的混合.

铅同位素研究表明, 各类矿石铅同位素特征值 $\text{Pb}^{206}/\text{Pb}^{204}$ 为 $16.6643\sim17.5842$ 、 $\text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{204}$ 为 $15.0749\sim15.4480$ 、 $\text{Pb}^{208}/\text{Pb}^{204}$ 为 $36.6782\sim36.7538$. 通过模式年龄

表 1 矿体不同空间分布特征表

Table 1 Characteristics of orebodies with different distribution

矿体	围岩	矿化类型	矿石成分	围岩蚀变	平均品位		电探分析	
					金/ 10^{-6}	银/ 10^{-6}	金/银	成色
岩体外带矿体	石英砂岩	含金黄铁矿石英脉为主	以黄铁矿为主, 黄铜矿、方铅矿、闪锌矿少量, 含一定量银金矿	硅化、碳酸盐化为主	21.99	29.06	5:1	524
岩体内带矿体	花岗岩	含金黄铁矿细脉浸染为主	以黄铁矿为主, 辉钼矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿少量, 含一定量银金矿	钾长石化、钠长石化、绢云母化、硅化、碳酸盐化为主	15.26	32.43	2:1	690

方法计算求得铅模式年龄值亦接近 100~120 Ma^[4]。

赋存矿体的同一岩浆构造带的花岗岩 K~Ar 年龄本区是 104~155 Ma, 邻区是 146~169 Ma。据此, 推断矿石铅与古老变质地层老矿石铅的带入和重熔有关, 是本矿床为再生-重熔岩浆热液作用成因的重要依据。

太古宙建平群小塔子沟组变质岩系, 经微量金查定该地层岩石金平均含量 24×10^{-9} , 高出克拉克值 6 倍。初始沉积岩中金的高丰度为本矿床形成提供了物质基础, 是金矿形成的初始矿源层。

4.2 矿床成因类型

矿床成因类型属于中高温热液矿床。

5 成矿模式

该矿床附近的太古宙矿源层经过多次区域变质和混合岩化, 造成了各种矿源层中的矿质活化、转移和富集, 为燕山期小侵入体集聚成矿奠定了物质基础, 即侵入体同下伏古老地层中金矿源层的重熔或捕获古老含金丰度高的层位堆积在时代甚晚的岩体内外带, 形成本区金矿床的形成具有长期性、多期性和再生性的特点^[5-7]。

金矿床成矿演化过程可用下述模式图(图 3)表示。

参考文献:

- [1] 王刚, 玄力. 辽宁柏杖子金矿床地质特征及找矿方向探讨[J]. 有色矿冶, 2008, 24(3): 5—6.
- [2] 贾广宁, 金成洙. 辽宁柏杖子岩体特征及找矿标志[J]. 有色矿冶, 2006, 22(6): 1—3.
- [3] 李祥才, 张志伟, 敖颖锋, 等. 激电法在辽宁柏杖子金矿勘查中的作用及意义[J]. 地质与勘探, 2009, 45(2): 75—77.
- [4] 王文清, 王长峰. 辽宁省金矿成矿系列划分及特征[J]. 辽宁地质,

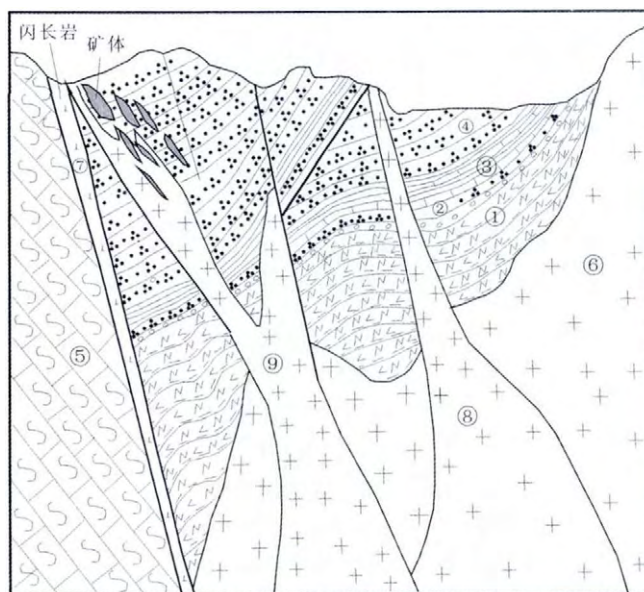


图 3 柏杖子金矿成矿模式图

Fig. 3 Metallogenic model of Baizhangzi gold deposit

- ①—太古宇变质岩 (Archean metamorphic rock); ②—长城系常州沟组砂砾岩 (sandy conglomerate of Changzhougou fm., Changcheng sys.); ③—长城系串岭沟组页岩 (shale of Chuanlinggou fm., Changcheng sys.); ④—长城系大红峪组石英砂岩 (quartz sandstone of Dahongyu fm., Changcheng sys.); ⑤—蓟县系雾迷山组燧石条带灰岩 (chert-bands limestone of Wumishan fm., Jixian sys.); ⑥—大石柱花岗岩 (Dashizhu granite); ⑦—闪长岩 (diorite); ⑧—虎头花岗岩 (Hutoushi granite); ⑨—柏杖子花岗岩 (Baizhangzi granite)

2001, 18(1): 21—26.

- [5] 宋建潮, 王恩德, 张承帅, 等. 辽宁桓仁夕卡岩型铜锌矿床成矿模式及深部预测[J]. 地质与资源, 2007, 16(4): 281—283.
- [6] 王启东. 柏杖子金矿金的迁移、沉淀机制研究[J]. 矿产与地质, 1989, 3(1): 50—52.
- [7] 刘建中, 邓一鸣, 刘川勤, 等. 贵州省贞丰县水银洞层控特大型金矿成矿条件与成矿模式[J]. 中国地质, 2005, 33(1): 170—175.