

隐爆角砾岩型金矿床成矿特征浅析 ——以山西堡子湾、河南祁雨沟金矿床为例

谭文娟¹, 魏俊浩¹, 张可清¹, 陆建培¹, 赵洁心², 鲍明学²

(1. 中国地质大学 资源学院, 武汉 430074; 2. 黑龙江省老柞山金矿, 黑龙江 七台河 154625)

摘 要: 中酸性岩浆侵入体隐蔽爆破作用形成角砾岩体(筒)的同时于其中形成隐爆角砾岩型金矿床。侵入岩体规模一般较小, 岩性主要为闪长岩类、石英(二长)斑岩类或正长岩类的中酸性岩石。角砾岩体在平面上呈近圆形或椭圆形, 面积相对较小, 在剖面上呈垂直地表的筒状, 深部一般与中酸性侵入岩体相连。角砾的成分在浅部多为围岩角砾, 往深部逐渐变为以花岗质角砾为主, 胶结物主要是细岩屑和蚀变矿物。中酸性侵入体是矿床的成矿母岩, 隐爆作用的发生及形成的隐爆角砾岩体(筒)是容矿构造, 角砾岩体中的次级断裂是控矿构造, 各因素对于此类型金矿床的形成起着重要的作用。

关键词: 隐爆角砾岩型金矿床; 成矿特征; 矿床成因

中图分类号: P611; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2006)01-0015-04

0 引言

角砾岩孔隙度大, 既是成矿流体的通道, 又是成矿物质聚集、沉淀的场所。角砾岩型金矿床是一种重要的金矿床类型, 研究此类型金矿床的形成机制, 不仅具有理论意义, 同时对矿山的生产实践具有指导意义。罗镇宽(1999)结合国外研究, 从国内实际情况出发, 将与金-多金属矿床有关的角砾岩划分为 4 类: 与小侵入体有关的角砾岩筒, 与斑岩系统有关的角砾岩体, 与火山和次火山有关的不规则角砾岩体, 不整合面或沉积间断面上的层状角砾岩^[1]。本文以山西堡子湾金矿床、河南嵩县祁雨沟金矿床为例, 简述与中酸性侵入体有关的隐爆角砾岩型金矿床的成矿特征。

1 隐爆作用与隐爆角砾岩

隐爆作用是指地下隐蔽状态下发生的爆破作用。卿敏(2002)认为, 隐爆角砾岩系指岩浆隐蔽爆破作用形成的成因上相互联系而各具特色的一套碎

屑岩组合, 而由此所形成的隐爆角砾岩型金矿床, 在空间上位于隐爆角砾岩中或其附近, 成因上与浅成-超浅成侵入岩及其隐蔽爆破作用形成的角砾岩相关^[2]。王照波(2003)定义隐爆作用在通过隐蔽爆破形成角砾岩体(筒)的同时于其中所形成的矿床, 称之为隐爆角砾岩筒型矿床^[3]。

在隐爆角砾岩的形成过程中, 深部浅成-超浅成中酸性斑岩体起着决定性作用。这些岩体规模小, 多为岩株产出。岩性主要为闪长岩类、石英(二长)斑岩类或正长岩类的中酸性岩石, 一般都经历了高度分异演化, 富含碱质和挥发组分^[2]。如堡子湾金矿床区域内的岩浆活动就是以海西晚期中酸性浅成-超浅成小侵入体为主, 呈岩株、岩枝、岩墙或岩筒赋存于集宁群内, 其岩石类型主要有石英二长斑岩、二长花岗斑岩和石英斑岩^[4]。在祁雨沟矿区内同样广泛分布岩浆岩, 除西北部发育由巨斑状黑云母花岗岩、黑云角闪花岗岩组成的花岗岩基外, 还出露一系列规模不等、呈 NE 向或 NW 向延展的各类中酸性脉岩, 岩石类型则包括石英斑岩、花岗斑岩、二长花岗斑岩、花岗闪长岩、角闪二长花岗岩等^[5]。

由隐爆作用所形成的角砾岩体在平面上呈近圆形或椭圆形, 面积相对较小, 一般直径在几十米至几百米不等。在剖面上呈垂直地表的筒状和上大下小

的喇叭口状或呈环绕侵入体接触带的环状。深部一般与上述有关的中酸性侵入岩体相连。角砾的成分经常是就地取材,浅部及周边多为围岩角砾,往深部靠近花岗岩体时逐渐变为以花岗质角砾为主,在两者之间会出现复成分角砾,即既有围岩角砾,又包含花岗质角砾。角砾的形态为棱角状次圆状,大小相差悬殊。角砾岩中胶结物相对较少,主要是细岩粉和蚀变矿物^[1]。堡子湾金矿产出的角砾岩体在剖面上呈上窄下宽的不规则筒状,与围岩集宁群接触界线明显。角砾多呈棱角状,也有浑圆状的。角砾成分以麻粒岩和二长花岗斑岩为主,胶结物主要为晶屑、浆屑等熔浆物质^[6]。祁雨沟角砾岩体在平面上一般呈椭圆状、纺锤状或不规则的长条状,面积较小,为0.01~0.05 km²,在剖面上呈筒状或漏斗状,延深达500余m。岩体边部圆滑,与围岩接触面较陡,界线清晰。岩体内角砾成分以太华群片麻岩类碎块居多,也有部分熊耳群变安山岩及少量酸性斑岩碎块。胶结物主要是岩屑、晶屑及热液蚀变矿物^[7]。

2 成矿特征

2.1 地质特征

我国该类型的金矿床主要产在陆内造山构造环境,陆-陆碰撞、陆内俯冲作用所形成的中生代断块隆起和凹陷的过渡带中。深大断裂及其控制的隐爆角砾岩和与之相关的金矿成带、成群产出。

本文两个典型的隐爆角砾岩型金矿床分别位于华北板块北部隆起和南部凹陷中。其中堡子湾金矿床位于华北板块北缘内蒙地轴与山西断隆的交接部位,其基底构造发育多组断裂。区内出露地层主要是太古界集宁群麻粒岩,局部有中生代侏罗系流纹岩、白垩系含泥砂质的碎屑岩夹页岩。矿区构造以NEE向及NW向两组断裂为主,次为NE向断裂,其中NEE向断裂构造为主要的控矿构造。隐爆角砾岩体受大同一阳高NEE向区域断裂的次级断裂大吴窑—胡窑NEE向断裂和NW向断裂交汇部位约束,呈不规则带状展布。堡子湾金矿由3个矿体组成,主要赋存于角砾岩体内部及其接触带附近,其产状与角砾岩筒一致,呈NEE向展布,向南陡倾延深。矿体多呈囊状、串珠状、透镜状产出,在平面和剖面上普遍存在分支复合、尖灭侧现现象^[8]。

祁雨沟金矿则位于华北板块南缘熊耳弧后裂陷盆地,是东秦岭成矿带熊耳山成矿亚带的一个重要组成部分,也是典型的隐爆角砾岩型金矿床。矿床

分布在洛宁山前断裂南侧,燕山期花山花岗岩基底部,受NE向及NW向两组次级断裂控制。矿床围岩为太古界太华群片麻岩类,局部发生混合岩化作用,区内还出露少量元古界熊耳群变安山岩^[9]。在祁雨沟矿区共有7个角砾岩体,分布于太华群和熊耳群之间的不整合面及其两侧地层中,受NE及NW向两组断裂控制。

2.2 成矿流体

根据曹国雄(2000)对堡子湾金矿床同位素地球化学特征分析显示,硫同位素组成变化范围窄, $\delta(^{34}\text{S}) = -3.2 \times 10^{-3} \sim 5.3 \times 10^{-3}$ 之间,与陨硫石特征相似,说明成矿物质来源于深源岩浆;测定矿床脉石矿物石英的 $\delta(^{18}\text{O})$ 及其流体包裹体的 $\delta(\text{D})$,得出 $\delta(^{18}\text{O}) = 10.0 \times 10^{-3} \sim 14.9 \times 10^{-3}$ 之间, $\delta(\text{D}) = -90 \times 10^{-3} \sim -64 \times 10^{-3}$ 之间,说明成矿流体为岩浆水,在上侵过程中混入了部分变质水并有大气降水加入;堡子湾金矿矿石、二长花岗斑岩、石英二长斑岩及花岗斑岩的铅同位素比值投影在构造模式演化曲线上,可见矿石样点包括了地幔、下地壳和造山带3个源区,但是大部分点落在地幔演化线附近,与石英二长斑岩—二长花岗斑岩显示出较好的一致性,表明该矿床成岩、成矿物质来源于地幔,且与造山作用有一定联系,并在上升过程中有地壳铅的混入^[10]。由魏广庆(1998)研究的矿石石英中的流体包体测定资料及特征值表明,液相成分阳离子主要为 K^+ , Na^+ ,阴离子以富含 SO_4^{2-} , Cl^- 为特征;气相主要成分为 H_2O 及 CO_2 ,并且推算出矿液的pH, Eh值,表明矿床形成于弱酸性环境,为弱还原条件^[11]。

金伟(1994)、邵世才(1995)对于祁雨沟金矿床岩石、矿石的稳定同位素研究表明, $\delta(^{34}\text{S}) = -2.03 \times 10^{-3} \sim 2.7 \times 10^{-3}$,变化范围窄,呈明显的塔式分布,与深源岩浆来源的全硫值相近,说明本区成矿流体同样是来自于深源岩浆。 $\delta(^{18}\text{O}) = 3.85 \times 10^{-3} \sim 8.26 \times 10^{-3}$, $\delta(\text{D}) = -77.7 \times 10^{-3} \sim -60.1 \times 10^{-3}$ 之间,表明主成矿期为岩浆水作用,成矿晚期有大气降水加入,而且越向地表,大气降水参与成矿越明显。铅同位素组成具有下地壳和上地幔铅的特征,其比值投影在构造模式演化曲线上,主要落点于地幔与造山带曲线之间,但有少许点落入上地壳演化曲线附近,说明矿床成岩、成矿物质来源于地幔,且与造山作用有一定的联系,并在上升过程中也混入了壳源铅^[7,12]。矿石石英包裹体测试分析表明,液相成分中阳离子以 K^+ , Na^+ 为主,阴离子则以 SO_4^{2-} , Cl^- 为主;气相成分主要是 CO_2 和 H_2O 。包裹体稀释液的pH值表明主成矿期为弱酸性条件^[13]。

从前人对典型矿床的地球化学特征研究得出, 隐爆角砾岩型金矿床的成矿物质主要来源于壳幔层的中酸性岩浆岩, 在岩浆侵位、分异演化和热液聚集, 迁移成矿的过程中, 有部分上地壳岩石成矿物质加入到岩浆热液中, 而且晚阶段有大气降水参与成矿。

2.3 围岩蚀变

围岩蚀变是矿(化)体出现的明显标志。堡子湾金矿床围岩蚀变类型主要有黄铁矿化、硅化、绢云母化、高岭土化、碳酸盐化及绿泥石化等。蚀变分带在垂向上表现为上部泥化(高岭石、伊利石化)-绢云母化(水)白云母化, 深部为硅化、黄铁矿化和碳酸盐化。祁雨沟金矿化与硅化、多金属硫化物矿化密切相关, 同时伴有碳酸盐化、高岭土化、绢英岩化、绿泥石化、绿帘石化等。成矿作用多与硅化、绢云母化、黄铁矿化和碳酸盐化有密切的联系, 而且也是矿床找矿标志。

3 矿床成因

隐爆角砾岩型金矿床的形成与岩浆隐爆作用及其形成的隐爆角砾岩有密切的关系, 因此该类型金矿床的成因探讨与上述决定性因素的研究有关。

张文亮(2001)、郭淑芳(2003)通过对堡子湾金矿床的地质和地球化学特征研究, 认为由于构造、岩浆活动, 挥发分饱和的深部热液从高压区向低压区移动, 挥发组分从熔浆中分离出来, 积聚到熔体前缘。随着大吴窑-胡窑张扭性断裂的活动, 使得沿断裂带下渗的大气降水和地下水与滞留在断裂带深处的侵入体前锋相遇, 在半封闭条件下, 聚集的热液流体因温压的骤减而沸腾, 使其顶部的岩石震碎至塌陷, 形成角砾和通道。熔浆在上升过程中胶结角砾, 形成角砾岩体。成岩的同时或稍晚, 含矿热液沿着隐爆角砾岩中与之平行的断裂构造运移, 将破碎的角砾再次胶结形成矿化角砾岩^[6, 14]。

邵世才(1995)以祁雨沟为例, 研究爆破角砾岩型金矿床的成因, 卿敏(2002)在综述隐爆角砾岩型金矿时也指出此类型金矿床的成岩及成矿机制, 气液的隐蔽爆破作用是隐爆角砾岩及金-多金属矿床形成的内因。中酸性的深部岩浆侵入到地壳浅处时(一般 < 3 km)时, 由于减压、降温, 岩浆冷凝固晶, 发生二次沸腾, 致使流体内压增大, 在局部封闭条件下, 隐爆作用发生, 在岩体顶部形成张性破裂, 或使先存断裂和裂隙重新张开或扩大, 同时形成各种角砾岩。含矿热液因温度下降, 压力释放而产生相分

离及络合物溶解度降低, 从而导致矿质沉淀, 并且胶结角砾岩, 形成含矿岩体, 同时又形成一个局部封闭的环境。当深部流体不断积累, 压力不断增大, 将再次发生隐爆和坍塌, 形成多个矿化蚀变阶段, 最终形成爆破角砾岩型金矿床^[2, 7]。

以上两种对于隐爆角砾岩型金矿床的成因模式阐述, 笔者认为都有其不足之处。前一种认为隐爆作用的发生和隐爆角砾岩的形成是在半封闭条件下, 因为沿断裂带下渗的大气降水和地下水与滞留在断裂带深部的侵入体前锋相遇, 因温压的骤减造成沸腾和爆破, 从而形成角砾和通道。而后一种观点中对于断裂带这一矿体控制因素涉及很少。所以将二者互补, 进而探讨隐爆角砾岩型金矿床的成因^[2, 14, 15, 16], 岩浆上侵到地壳浅处, 由于压力减小, 温度降低, 岩浆冷凝固晶、分异, 熔体中的水含量逐渐增多, 并达到饱和, 此后熔体的进一步冷却与结晶, 将使残余熔体发生“二次沸腾”, 致使熔体体积膨胀, 流体、气体向岩体顶部汇集, 内压增大, 在局部封闭条件下, 气液流体的内压力大于围岩的抗张强度和岩石静压力时, 隐爆作用发生, 使熔体顶部围岩震碎、塌陷, 形成角砾和通道。熔浆在上升过程中裹挟并胶结因震碎作用解体的围岩碎屑和晶屑, 形成上部以围岩角砾成分为主的围岩角砾岩; 中部出现复成分角砾岩, 也可以称为过渡带, 既有围岩角砾, 又有花岗质角砾; 下部产出角砾和胶结物成分相同的同成分角砾岩。在成岩的同时或稍晚, 含矿热液沿着隐爆角砾岩中与之平行的断裂构造运移, 在成矿有利部位, 由于流体相分离, 导致矿质沉淀, 从而形成矿化角砾岩。矿体一般产于隐爆角砾岩带内, 其产状严格受隐爆角砾岩体(筒)内部与之平行的次级断裂所控制。

4 结语

隐爆角砾岩型金矿床的形成与中酸性侵入体、隐爆作用、隐爆角砾岩以及断裂构造有密切的联系。中酸性侵入体是成矿母岩, 隐爆作用的发生及形成的隐爆角砾岩体(筒)是容矿构造, 角砾岩体中的次级断裂是控矿构造, 各因素对于此类型金矿床的形成起着重要的作用。

隐爆作用一般发生在 < 3 km 的地壳浅处, 所形成的隐爆角砾岩通常位于相关中酸性侵入岩的顶部位置, 或与围岩的接触带中, 因此在此类型的金矿床中, 金矿化一般是上部富, 下部贫。实际矿山采矿中

应该在不放弃深部某些地段探矿的同时,注重上部中段找遗漏矿体,并且注意成矿有利部位,如区域性断裂带及其次生断裂的转弯、复合交切部位,岩体与断裂破碎带的交切处。

该类型金矿化严格受隐爆角砾岩体(筒)构造的控制,由于这种构造的无方向性表现在宏观上使得矿化无明显的规律性,对找矿带来一定难度。这也就要求对矿床成因、成矿规律及矿体在三维空间的分布必须有准确的认识,在此基础上,再根据具体矿床实际情况结合探测技术方法,以及地质人员的实践经验,不仅可以达到好的找矿效果,而且为以隐爆角砾岩型为主的金矿床系列建立成矿模式提供依据。

参考文献:

- [1] 罗镇宽.角砾岩型金矿床——一种值得重视的金矿床类型[J].地质找矿论丛,1999,14(4):15-23.
- [2] 卿敏,韩先菊.隐爆角砾岩型金矿研究述评[J].黄金地质,2002,8(2):1-7.
- [3] 王照波,司荣军,仲卫国,等.隐爆角砾岩筒型矿床成矿流体演化趋势曲线特征[J].地质地球化学,2003,31(4):62-67.
- [4] 李景云,聂维清,张维根.山西省堡子湾金矿地质特征[J].矿床地质,1996,15(3):216-228.
- [5] 李世华,韩军,柴春新.河南祁雨沟金矿四号含金角砾岩筒地质地球化学特征及成因[J].黄金,1998,19(7):9-12.
- [6] 郭淑芳.山西堡子湾金矿床地址特征及成因[J].黄金,2003,24(10):18-20.
- [7] 邵世才.爆破角砾岩型金矿床的成因及其定位机制[J].矿物学报,1995,15(2):230-235.
- [8] 韩金良,张宝林,蔡新平等.山西堡子湾金矿隐伏矿体预测及其工程验证[J].地质与勘探,2003,39(5):6-10.
- [9] 王宝德,李胜荣.河南祁雨沟爆发角砾岩型金矿床地质地球特征初步研究[J].地质地球化学,1996,24(6):37-44.
- [10] 曹国雄,高太忠,吴有民.堡子湾金矿同位素及稀土元素地球化学研究[J].地质地球化学,2000,28(1):10-14.
- [11] 魏广庆,李景云,张维根.山西省堡子湾金矿地球化学特征[J].地质与勘探,1998,34(3):38-42.
- [12] 金伟,刘福.祁雨沟金矿田S、O、C、Pb同位素组成及成矿物质来源[J].现代地质,1994,8(2):139-145.
- [13] 李胜荣,邵克忠.河南嵩县祁雨沟金矿床石英流体包裹体标型[J].现代地质,1991,5(4):415-422.
- [14] 张文亮,李朝辉.堡子湾金矿床成因及成矿模式[J].地质找矿论丛,2001,16(2):125-130.
- [15] Boorman S L, M cGuire J B, Boudreau A E, et al. Fluid overpressure in layered intrusions: formation of a breccia pipe in the Eastern Bushveld Complex, Republic of South Africa[J]. Mineralium Deposita, 2003, 38(3): 356-369.
- [16] M cCallum M E. Experimental evidence for fluidization processes in breccia pipe formation[J]. Economic Geology, 1985, 80(6): 1523-1543.

ANALYSIS ON THE METALLOGENIC CHARACTERS OF CRYPTOEXPLOSION BRECCIA TYPE GOLD DEPOSITS: CASE STUDY OF BUZIWAN Au DEPOSIT, SHANXI AND QIYUGOU, HENAN PROVINCE

TAN Wen-juan¹, WEI Jun-hao¹, ZHANG Ke-qing¹, LU Jian-pei¹, ZHAO Jie-xin², BAO Ming-xue²

(1. The Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. Laoz uoshan gold Mine, Qitaihe 154625, China)

Abstract: The intermediate-acidic magmatic cryptoexplosion generates the breccia (pipe) in which the cryptoexplosion breccia type gold deposit emerges during intrusion or later time. Generally, the intrusions is small and lithologic compositions mainly include diorite, adamellite or syenite. The breccia appears approximate circles or oblongs in the plane with the relative minor areas, pipes in the section with the vertical dip and continuity to the deep intrusion. The breccia chiefly consists of wall-rock breccias in the shallow position but gradually changing into the granitic breccias with the increasing depth. The debris and altered minerals form the cements. The intermediate-acidic intrusions are host rock, cryptoexplosion with the cryptoexplosion breccia (pipe) make up the host structures and secondary fractures in the breccia (pipe) come into being the controlling structures. These factors play an important part in the course of this type gold deposit metallization.

Key words: cryptoexplosion breccia type gold deposits; metallogenic character; origin of ore deposit