

北山地区岩浆活动与金矿成矿作用关系探讨^{*}

Discussion on the relationship of magmatism and gold metallogeny in Beishan mountain area

江思宏, 聂凤军, 胡 朋, 赖新荣

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

JIANG SiHong, NIE FengJun, HU Peng and LAI XinRong

(Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

摘 要 北山地区金矿床的产出与花岗岩类侵入岩之间具有明显的空间分布关系, 金矿床的形成时代与区域岩浆活动在时间上存在明显的耦合关系。研究结果表明, 北山地区大规模的金成矿作用主要与塔里木、哈萨克斯坦和西伯利亚三大板块之间的碰撞对接及其后陆内活化诱发的大规模岩浆侵入-喷发活动有关。

关键词 岩浆活动; 金矿床; 成矿作用; 北山

北山地区位于甘肃、内蒙和新疆 3 省区的交汇部位, 花岗岩类分布广泛, 出露面积约占整个研究区的 30%。花岗岩类的形成时间可从前寒武纪一直延续到中生代燕山期, 以海西期, 尤其是海西晚期的花岗岩类出露面积最广。北山地区还是中国西北地区一处重要的金矿集中区, 目前已经发现了包括南金山、马庄山、小西弓、金窝子、拾金坡和照壁山等一批中型金矿床、数千处小型金矿床和几十处金矿点。近年来, 不少学者对该区的典型金矿床开展了深入研究(靖军等, 1997; 陈富文等, 1999; 李华芹等, 1999; 陈世忠等, 2000; 江思宏等, 2002; 2006; 聂凤军等, 2002a; 2002b; 2003), 本文试图从区域岩浆活动与金的成矿作用关系上探讨该区金矿床的区域成矿规律。

1 花岗岩类岩浆活动与金矿床之间空间上的分布关系

对北山地区规模较大的金矿床统计表明, 产于岩体内部的金矿床有: 流沙山、马庄山、照壁山、金窝子、拾金坡、金庙沟、金沟井、磨金洞、明舒井等 9 个矿床; 产于岩体内、外接触带附近的金矿床有: 狼娃山、霍勒扎德盖东、扫子山、460、金厂沟、交叉沟、花牛山等 7 个矿床; 距离岩体相对较远(一般不超过 2 km)但成矿受岩体控制的金矿床有: 南金山、小西弓、新金厂、老金厂、210、老硐沟、小甜水井等 7 个矿床。由此可见, 北山地区金矿床的产出与花岗岩类侵入岩之间具有明显的空间分布关系, 金矿床的产出受花岗岩类岩浆活动的控制十分明显。

2 岩浆活动与金矿成矿作用之间时间上的耦合关系

流沙山钼-金矿床辉钼矿的 Re-Os 年龄为 (260 ± 10) Ma, 与其赋矿的花岗闪长岩侵位年龄 (262 ± 4) Ma 和 (261 ± 3) Ma (角闪石 K-Ar 法) 近于一致(聂凤军等, 2002a), 反映了赋矿的花岗闪长岩对钼-金矿体形成具有直接的控制作用。马庄山金矿床与流沙山钼-金矿床类似, 其矿体中石英流体包裹体的 Rb-Sr

^{*}本研究得到国家地质调查项目(编号: 200310200001-01)和科技攻关项目(2001BA609A-03)的联合资助

第一作者简介 江思宏, 男, 1968 年生, 博士, 副研究员, 从事贵重和有色金属矿床地球化学研究。E-mail:jiangsihong1@163.com

等时线年龄为 298 ± 28 Ma, 与其赋矿的流纹斑岩和石英斑岩侵位年龄 (分别为 (301 ± 21) Ma 和 (301 ± 21) Ma, Rb-Sr 等时线法) (李华芹等, 1999) 近于一致。南金山金矿床矿体中绢云母 Ar-Ar 法年龄为 (242.8 ± 0.8) Ma, 与矿床附近闪长岩的侵位年龄 ((244.15 ± 0.32) Ma, Ar-Ar 法) 近于一致 (江思宏等, 2006)。而小西弓金矿床中石英脉型金矿石中的绢云母 K-Ar 法年龄为 (284 ± 4) Ma, 蚀变岩型金矿石中的绢云母 K-Ar 法年龄为 (267 ± 7) Ma, 稍晚于矿体外围钾长花岗岩和正长斑岩的侵位年龄 (分别为 (306 ± 4) Ma 和 (289 ± 5) Ma, 钾长石 K-Ar 法)。由此可见, 多数金矿床的形成时代与其赋矿或周围的岩体近于一致, 反映了岩浆侵入活动时间与金矿体形成时间之间具有明显的耦合关系。

在有些金矿床中, 尽管成矿年龄与其周围岩体的形成年龄之间差别较大, 如金窝子金矿床, 石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为 (230 ± 5.7) Ma, 大大晚于赋矿的黑云母二长花岗岩的侵位年龄 ((354.1 ± 31) Ma, 全岩 Rb-Sr 等时线法) (陈富文等, 1999), 但是陈富文等 (1999) 通过对该矿床全面系统地研究后认为, 金窝子金矿床的形成可能受印支期的深部岩浆活动控制, 由于剥蚀较浅, 该期侵入的花岗岩类岩体尚未出露地表。

总之, 根据目前已获得的资料表明, 北山地区一些金矿床的形成与区域岩浆活动之间在时间上确实存在着明显的耦合关系。

3 成矿物质来源

通过对矿床硫、铅和氢-氧等同位素的研究, 可以大致判断成矿物质的来源。研究表明, 北山地区金矿床的成矿物质主要来源于侵入岩及其周围地层。

3.1 硫同位素

马庄山金矿床硫化物硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围为 $5.5\% \sim 7.2\%$ (靖军等, 1997; 江思宏等, 2002); 流沙山钼-金矿床辉钼矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围为 $2.3\% \sim 5.5\%$ (聂凤军等, 2002a); 照壁山金矿床黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $1.9\% \sim 2.6\%$ (聂凤军等, 2002b); 南金山金矿床金矿石中硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围为 $+2.0\% \sim +8.4\%$, 绝大多数样品集中分布在 $+7.1\% \sim +8.4\%$, 平均值 $+7.1\%$ (江思宏等, 2006), 这些金矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 值均正向偏离陨硫平均, 暗示硫的深源成因, 主要来源于岩浆。

以变质岩为容矿围岩小西弓金矿床, 其早期含金黄铜矿-石英脉和多金属硫化物-石英脉硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值分别为 1.7% 和 4.8% , 硫主要来自以岩浆热流体为主的成矿溶液。相比之下, 蚀变岩型金矿石硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值为 10.2% , 可能是含轻硫岩浆热液与含重硫变质岩地层相互作用的产物 (聂凤军等, 2003)。

3.2 铅同位素

典型矿床研究表明 (聂凤军等, 2002b; 江思宏等, 2002; 2006), 马庄山、南金山和照壁山金矿床的 Pb 同位素组成相对比较单一, 主要位于造山带附近, 铅主要来源于侵入的岩浆岩。而以变质岩为容矿围岩的小西弓金矿床中的 Pb 来源相对较为复杂, 不仅与侵入的岩浆岩有关, 而且还与前寒武纪变质岩关系密切 (聂凤军等, 2003)。

3.3 氢氧同位素

南金山金矿床含金石英脉中的色裹体的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 $-0.90 \sim +7.44$, 具有岩浆水与大气降水混合流体的氧同位素特征 (甘肃省地质矿产局酒泉地质矿产调查队三分队, 1988) ^①。照壁山金矿床含金脉体和黑云母花岗岩石英流体和包裹体研究表明, 3 件黑云母花岗岩样品和 2 件早期含金脉体样品数据点均投绘在岩浆水区的左下角, 而 3 件晚期含金脉体样品数据点落在岩浆水区外侧, 反映了成矿作用晚期大气降水混合对成矿流体氢氧同位素组成的影响 (聂凤军等, 2002b)。

马庄山金矿床石英流体包裹体的氢氧同位素测定结果表明, $\delta^{18}\text{O}$ 值为 $4.52\% \sim 18.13\%$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 $-7.3\% \sim +8.4\%$, δD 值为 $-124\% \sim -71\%$, 介于原生岩浆水区与大气降水线之间, 成矿流体可能是岩浆水与

^① 甘肃省地质矿产局酒泉地质矿产调查队三分队, 1988. 中华人民共和国区域地质调查报告-坡子泉幅、破城山幅(1:5万)(矿产部分): 34~45.

大气降水相混合的产物(陈世忠等, 2000; 靖军等, 1997)。

小西弓金矿区金矿石、花岗岩类和长英片岩石英包裹体氢、氧同位素分析结果表明, 石英脉(黄铜矿-石英脉和多金属硫化物-石英脉)型金矿石的成矿溶液主要与再平衡岩浆水有关, 岩浆热液流体演化晚期有部分大气降水混入(聂凤军等, 2003)。

由此可见, 上述各类金矿床成矿流体均具有岩浆水与大气降水混合的特征, 并且与岩浆流体演化的晚期阶段有关。

综上所述, 北山地区金矿床的成矿物质主要来源于侵入岩体, 部分来自其周围地层。岩浆侵入活动不仅带来了大量的成矿物质, 而且还提供了大量的热源促使地下水热液对流循环, 萃取围岩中的成矿物质, 由此可见, 岩浆活动与北山地区金矿床的形成具有密切的内在联系。

4 讨 论

北山地区地处西伯利亚、哈萨克斯坦和塔里木 3 大板块交接地带(刘雪亚等, 1995), 是中国西北地区一个重要的金矿集中区。金矿床的形成与区域构造-岩浆活动关系十分密切, 并主要受 3 大板块碰撞对接产生的大量岩浆活动的控制。

泥盆世一早石炭世时期, 古洋壳分别沿北部的西伯利亚板块雀儿山地体和乌珠尔嘎顺地体和南部的公婆泉—月牙山地体发生双向俯冲和消减作用, 进而在公婆泉—月牙山地体北侧形成红石山—黑鹰山地体。石炭纪晚期, 伴随着西伯利亚板块与哈萨克斯坦板块的最终碰撞对接, 在板块缝合带两侧诱发了大规模的同造山期花岗岩类岩浆侵入、喷发活动与金的成矿作用, 马庄山、460、扫子山、霍勒扎德盖东和狼娃山等金矿床(点)就是这个时期构造-岩浆活动的产物。

与马鬃山中间地块北部的情形相比, 其南部小洋盆分别沿安北—旧寺墩和柳园—大奇山两条线向南部的塔里木板块敦煌地块和北部的马鬃山中间地块花牛山地体发生双向俯冲和消减作用, 并且分别在敦煌地块北缘和花牛山地体南缘形成安北—旧寺墩构造带和柳园—大奇山地体。

早二叠世晚期, 哈萨克斯坦板块与塔里木板块的最终碰撞, 在北山南带地区又一次诱发了大规模的岩浆侵入与喷发活动以及大规模的金成矿作用。一方面形成一系列火山岩型金矿床, 如新金厂和老金厂等金矿床, 另一方面, 在拾金坡一带形成了拾金坡、磨金洞、明舒井等与侵入岩有关的金矿床。而强烈的岩浆侵入活动使得前寒武纪变质岩中的金矿(化)体或矿源层活化, 并在有利的构造部位富集成矿, 形成诸如小西弓、老硐沟和小宛南山等金矿床。

二叠纪末期, 随着北山地区古洋盆完全消失和各古大陆板块的拼合, 该地区进入统一的板块内部初期构造演化阶段, 全区基本处于一个相对稳定的状态。三叠纪时期(也就是印支期), 受区域性深大断裂再次复活和大陆内部热流值升高影响, 本区古陆壳又开始出现明显活化迹象, 主要表现在中、晚三叠世红色磨拉石层的形成和早侏罗世含煤磨拉石堆积的存在。另外, 古大陆内部裂陷槽内碱性和钙-碱性岩浆上侵定位活动可在南金山、金窝子、花牛山、辉铜山、五峰山和大奇山等地形成一系列产出形态各异和规模大小不同的富碱花岗岩、黑云母花岗岩、钠长石花岗岩和钾长花岗岩株(枝、墙或脉群)。野外地质调查和室内研究表明, 在上述中生代花岗岩类侵入体内部和内外接触带以及旁侧的围岩中均不同程度地发育有金矿化, 其中以南金山金矿床和金窝子金矿床规模最大和品位最高。

总之, 北山地区大规模的金成矿作用主要与海西晚期塔里木、哈萨克斯坦和西伯利亚 3 大板块之间的碰撞对接及其后陆内活化诱发的大规模岩浆侵入-喷发活动有关。深入研究岩浆活动与金矿床形成之间的内在关系, 对于在北山地区从事金矿床的找矿勘查活动具有重要的指导意义。

参 考 文 献

陈富文, 李华芹, 蔡 红, 刘妍群. 1999. 新疆东部金窝子金矿床成因讨论——同位素地质年代学证据. 地质论评, 45(3): 247~254.

- 陈世忠, 周济元, 顾连兴, 崔炳芳, 惠 良. 2000. 新疆哈密马庄山金矿成矿流体成因及金沉淀机制的探讨. 矿床地质, 19(3): 193~200.
- 江思宏, 聂凤军, 陈伟十, 靳光成. 2006. 北山地区南金山金矿床的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 同位素年代学及其流体包裹体特征. 地质论评, 52(2): 266~275.
- 江思宏, 聂凤军, 刘 妍. 2002. 新疆哈密马庄山金矿床的硫和铅同位素特征. 矿床地质, 21(增刊): 970~973.
- 靖 军, 徐 斌. 1997. 马庄山金矿地质特征及成矿地球化学条件. 新疆地质, 15(4): 327~341.
- 李华芹, 陈富文, 蔡 红, 刘后群. 1999. 新疆东部马庄山金矿成矿作用同位素年代学研究. 地质科学, 34(2): 251~256.
- 刘雪亚, 王 荃. 1995. 中国西部北山造山带的大地构造及其演化. 地质研究, 第 28 号: 37~48.
- 聂凤军, 江思宏, 赵省民, 白大明, 刘 妍, 赵月明, 王新亮, 苏新旭. 2002a. 内蒙古流沙山金(钼)矿床地质特征及矿床类型划分. 地质地球化学, 30: 1~7.
- 聂凤军, 江思宏, 赵省民, 白大明, 李强之, 郭晓东. 2002b. 北山地区照壁山金矿床地质特征及成因. 地质科学, 37(2): 207~218.
- 聂凤军, 江思宏, 胡 朋, 张 义, 赵月明. 2003. 甘肃小西弓金矿床成矿物质来源和含矿流体运移轨迹同位素示踪. 地质地球化学, 31(4): 1~10.

<http://www.kcdz.ac.cn/>