

构造式样组合对卡林型金矿 含矿热液封存的控制 ——以陕西金龙山—丘岭金矿床为例

刘新会¹, 刘爽¹, 曹东宏¹, 魏宽义²

(1. 武警黄金部队第五支队, 陕西 西安 710010; 2. 长安大学, 陕西 西安 710000)

摘要: 以金龙山—丘岭金矿床为例, 通过对发育在容矿层上的构造类型与其上封盖层岩性类型进行研究, 划分出9种构造与盖层岩性组合类型, 并分析其对含金热液的控制, 总结出中-低温热液卡林型金矿床富集规律: I型组合发育区容矿层的含矿液性较好; III, VI, IX型组合发育区容矿层的含矿液性最差; II, IV, V, VII, VIII型组合发育区容矿层含矿液性较好。最后提出了在金龙山外围有望找金区域。

关键词: 卡林型金矿; 盖层; 容矿层; 构造与岩性组合类型; 陕西

中图分类号: P615; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2003)S0-0032-04

卡林型-类卡林型金矿床属于后生中-低温热液矿床。其成矿元素组合以 Au, Ag, As, Sb, Hg, Pb, Zn, Ba, V 为主, 表现出成矿元素来自容矿地层, 通过流体循环系统萃取、活化、迁移、沉淀而成矿^[1]。前人在研究卡林型金矿床即中-低温浅成热液型金矿形成条件时, 往往只注意了构造、含矿建造、岩相组合及环境、沉积成矿环境、围岩蚀变等条件, 而忽视了热液形成时的封存条件, 即容矿层的埋深、构造作用与应力场、盖层岩性、水文条件等地质因素。构造与盖层岩性的变化往往对含金热液的封存与运移起着重要的作用。在查明构造与盖层岩性控制含矿热液规律的基础上, 划分构造与盖层岩性组合类型, 探讨中-低温热液型金矿床的富集规律和成矿预测具有理论和现实意义。

1 韧性剪切变质带与容矿地层的含矿液性

金矿化带的形成受特定的韧性剪切变质带类型控制。国内外报道的金矿化带均产出在低温韧-脆性变质带中, 在中温脆-韧性剪切变质带及高温韧性剪切变质带中, 至今未发现令人满意的金矿化带。卡林-类卡林型金矿床更是相当典型的层控低温浅

成热液金矿床(涂光识)。故本文以金龙山—丘岭金矿床为例, 探讨发育于容矿层上的脆性变形(破裂断裂)构造及塑性变形(褶曲)构造对容矿层中含金热液的控制。

1.1 脆性变形(断裂)构造与容矿层的含矿液性

脆性变形(断裂)构造从力学性质分为压性断裂和张性断裂。

常见的压性断裂有冲断层(即逆断层、断层面倾角大于45°)、逆掩断层(断层面倾角在25°~45°之间)、辗掩构造(断面倾角小于25°)以及称作叠瓦状构造的一系列平行的冲断层^[2]。这类压性断裂往往由成群的相互平行的挤压破碎面组成挤压破碎带, 挤压破碎面呈舒缓波状。挤压破碎带内角砾、糜棱岩中碎斑具定向排列, 粒间胶结紧密。胶结物叶理化和片理化明显。研究认为, 具密闭性的压性断裂面及胶结紧密的岩石组构构成的压性断裂带及其附近成为构造应力集中区, 可加大此区域含金热液的压力, 提高矿液浓度, 使含金热液很难透过挤压破碎带运移扩散。

常见的张性断裂为正断层、拉张走滑断层或发生反转的逆断层及张节理。张性破裂面呈锯齿状、断面粗糙不平, 倾角较陡, 走向上连续性较差。张性断裂面常成带出现, 有时有侧列现象。研究认为, 张

收稿日期: 2003-10-12

作者简介: 刘新会(1964-), 男, 陕西澄城人, 工程师, 学士, 从事金矿地质工作。

性断裂带由胶结疏松、多孔的张性角砾岩组成,具开放性,成为含矿热液运移的极好通道。张性断裂带及其附近由于构造应力释放而成为低压区,含金热液易扩散,使容矿层含矿液量急剧下降。但在远离断层面(150~250 m)的两侧一般形成两个平行断层呈对称的条带状构造应力高压区^[3]。容矿层含矿液量相对较高,可形成阻止含金热液向断层运移的天然屏障。高压区过后仍为原压区。

1.2 塑性变形(褶曲)构造与容矿层的含矿液性

在区域水平压力持续作用下,主褶曲的幅度逐渐加大,诱导出褶曲内部不同部位的局部构造应力场^[4]。而这些构造应力场驱使容矿层内的含金热液发生运移。

在背斜轴部中性面以上、向斜轴部中性面以下为构造应力低压区;在背斜轴部中性面以下和两翼、向斜轴部中性面以上和两翼为构造应力高压区。研究认为,低压区内应力易释放,使容矿层内含金热液容易流失。高压区内应力集中,使含金热液浓度提高,矿液量增加。压力增大使含金热液集中而保存下来。在成矿期含金热液有由高压区向低压区流动的趋势。

1.3 韧性剪切带与容矿层的含矿液性

韧性剪切带不仅能成为含矿热液迁移的通道,而且其发育过程直接与金的后生富集相联系,并且提供了容矿空间。通过研究秦岭构造带上的卡林型-类卡林型金矿床特征(如马鞍桥金矿床、八卦庙金矿床、金龙山一丘岭金矿床等),大多数金矿床都具有脆-韧性剪切特征。发育于层状岩石之中的剪切带为这些矿床重要的控矿构造。这种剪切带以剪切褶皱为先导,以轴面劈理、层间走滑劈理为 SC 面,广泛发育不同程度的糜棱岩为特征^[1]。

在剪切褶皱形成过程中,层的弯曲必然导致层内各部分质点的相对变位,从而引起应变,层的弯曲可以简分为 3 种模式:弯滑褶皱、弯流褶皱和剪切褶皱。前两者类似于平板梁末端加压而成的弯曲。由平行层面的剪切而实现层的弯曲,剪切应变集中于层面之间,此时形成弯滑褶皱。如果剪切应变透人性地分布于整个层中,剪切作用发生在沉积物内部颗粒之间,宏观上没有明显的滑动面,此时因剪切作用而产生质点的流动,则称为弯流褶皱。剪切褶皱又叫作滑褶皱,是岩层沿一系列与层面交切的密集

面发生不均匀的剪切而形成的“褶皱”。

研究认为,弯滑褶皱、弯流褶皱、剪切褶皱分别是在脆性、脆-韧性和韧性条件下形成的。前两者发育在脆性及脆-韧性地质环境中,层面在褶皱过程中起控制作用。弯滑褶皱中的层滑消减了剪切应力,弯流褶皱中的流动虽已发生,但被限制在层内,物质的迁移受到限制。只有剪切褶皱形成于一系列与层面交切的密集不均匀剪切,它常发育于较深层次的层状岩性或韧性剪切带中,物质的迁移是在活性度高、穿切岩性复杂多变的基础上进行的,更有利于中-低温含矿热液的萃取、活化、迁移和沉淀。

1.4 实例分析

通过对金龙山一丘岭金矿区不同地层中的中小型褶皱进行详细的等倾斜线分析结果表明,袁家沟组地层中的褶皱为 I_B 型,是典型的弯滑褶皱类型;四峡口组地层中的褶皱为尖棱褶皱和箱形褶皱,其本质仍为等厚褶皱,故定名为 I_B' 褶皱;而含矿层南羊山组地层中褶皱为 I_C-II 型,明显地具有剪切褶皱的特点,而且具有等倾斜线由收敛至发散较大跨度的复杂变化。上述研究说明褶皱类型反映了应力应变的本质特点,有一定的成矿专属性,与围岩及封盖层有一定的对应关系。结论:剪切褶皱(即 II 型褶皱)是较深层次的产物,常与韧性剪切带相联系,理论分析和实践研究证明其与卡林型金矿的成矿相关性最好,弯滑褶皱(I_B 型褶皱)发育于近地表脆性环境,剪切应变集中在层间,其成矿的专属性较差。而弯流褶皱(I_C 型褶皱)则介于以上两种类型之间,相对贫矿。

2 封盖层特征与容矿层含矿液性

在韧性剪切变质带内,金矿的形成(包括金从容矿层中提取到最终沉淀的全部过程)需要有一种含金的流体是无可置疑的(刘喜山,李树勋 1989)^①。含金流体的存在当然离不开包容含金流体的容矿层及其封盖层的封存。封盖层系指容矿层周边地层,主要包括容矿层的顶、底板地层。封盖层对含金热液起保存作用,以免其中含金热液向周边扩散。

通过研究认为,造成盖层遮挡性能的原因有二,一是它具有较高的排替压力或孔隙流体压力,二是

①刘喜山,李树勋. 韧性剪切带与金矿成矿关系. 见:地质矿产部秦巴协调领导小组编. 韧性剪切带与金矿成矿关系及韧性剪切带糜棱岩研究. 1989.

在排替压力或孔隙流体压力不够大时,具有较大的厚度,但盖层的厚度与遮挡能力之间没有绝对关系。据盖层的遮挡性能将容矿层的封盖层划分为屏蔽层、半屏蔽层、透水层。屏蔽层的代表岩石有泥岩、粉砂质泥岩、泥灰岩和灰岩等;半屏蔽层的代表岩石有砂质泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、千枚岩等;透水层的代表岩石有粉砂岩、千枚岩、粉砂质千枚岩、裂隙灰岩等。

3 构造与封盖层组合类型

根据封盖层类型、构造类型与容矿层含矿液性的关系,可以划分出9种不同的组合类型(表1)。I型组合的典型地质构造为褶皱高压区和逆断层,封

表1 构造与封盖层组合类型(据桑树勋,1999;修改)

封盖层	压性构造	过渡性构造	张性构造
屏蔽层	I型组合	IV型组合	VII型组合
半屏蔽层	II型组合	V型组合	VIII型组合
透水层	III型组合	VI型组合	IX型组合

盖层为屏蔽层;II型组合的典型地质构造为褶皱高压区和逆断层,封盖层为半屏蔽层;III型组合的典型地质构造为褶皱高压区和逆断层,封盖层为透水层;IV型组合的典型地质构造为单斜和少量断层,封盖层为屏蔽层;V型组合的典型地质构造为单斜和少量断层,封盖层为半屏蔽层;VI型组合的典型地质构造为单斜和少量断层,封盖层为透水层;VII型组合的典型地质构造为正断层和褶皱低压区,封盖层为屏蔽层;VIII型组合的典型地质构造为正断层和褶皱低压区,封盖层为半屏蔽层;IX型组合的典型地质构造为正断层和褶皱低压区,封盖层为透水层。

4 中-低温热液卡林-类卡林型金矿床富集规律

研究认为:I型组合发育区容矿层的含矿液性最好,成矿条件不好,早

期不易成矿,但在后期叠加开放性构造场则易成矿;III,VI,IX型组合发育区容矿层的含矿液性最差,一般不成矿;II,IV,V组合发育区容矿层含矿液性较好,易成矿;VII,VIII型组合发育区容矿层的含矿液性较好,由于构造场具开放性,早期可成矿,如遇后期构造叠加,易成富矿。

5 金龙山—丘岭金矿床实例分析

5.1 构造与封盖层组合类型分析

矿区位于镇安—板岩镇断裂南侧、金鸡岭复式向斜北侧,次级褶皱之松—枣背斜南翼。受SN向($15^{\circ}\sim 30^{\circ}$)主压应力作用,形成近EW向($280^{\circ}\sim 320^{\circ}$)之褶皱式韧-脆性剪切构造。由东向西依次发育有金龙山背斜、腰俭背斜、丘岭背斜、古楼山背斜。这些背斜核部地层为上泥盆系南羊山组(D_3n),翼部地层为下石炭统袁家沟组(C_1y)和中石炭统四峡口组(C_2s)。上泥盆系南羊山组细碎屑岩-碳酸盐岩为本区铋金矿床的容矿层,又是提供金等成矿物质的源岩^[6]。通过研究认为,南羊山组和袁家沟组下段由细碎屑岩、细碎屑岩和颗粒碳酸岩高频互换的岩层、中薄层细晶灰岩等组成透水层,是含金热液运移的主要岩层。下伏地层扬岭沟组(D_2y)微晶灰岩、上覆地层四峡口组(C_2s)碳质板岩、泥质板岩及二叠系块状泥质灰岩、三叠系泥质灰岩夹钙质页岩巨厚层(厚3500~4000m)组成了屏蔽层。通过分析研究区内容矿层的构造与封盖层岩性组合类型,可以把

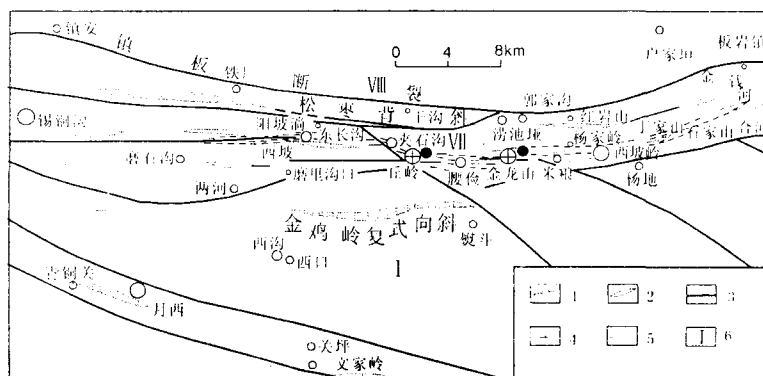


图2 金龙山矿区构造与封盖层岩性组合类型分布图
(据魏宽义,1997;修改)

Fig. 2 Distribution map of lithology-structure combination styles in Jinlongshan Au mine area

1. 向斜构造
2. 背斜构造
3. 断裂
4. 金矿体
5. 韧性剪切带
6. 构造与封盖层岩性组合类型编号

本区的构造与封盖层岩性组合类型自北向南划分为:镇安—板岩镇断裂北侧为Ⅷ型组合发育区;镇安—板岩镇断裂南侧为Ⅶ型组合发育区;金鸡岭复式向斜为Ⅰ型组合发育区(图 1)。

镇安—板岩镇断裂北侧地区,如铁厂北侧的北沟—大坪背斜异常区为Ⅷ型组合发育区,因后期构造不发育,仅在小柴沟、龙王沟一带发现小型金矿体。这与其异常特点为面广值低相吻合。

镇安—板岩镇断裂南侧地区为金龙山—丘岭褶皱剪切带,发育有金龙山背斜、腰俭背斜、丘岭背斜、古楼山背斜。区内容矿层南羊山组地层中剪切褶皱发育。为Ⅶ型组合发育区,是理想的成矿区,已发现的金矿体 16 条,提交(333)资源量 25 805 kg。尤其丘岭矿段,异常最好,矿体最富。

矿区南侧金鸡岭复式向斜为Ⅰ型组合发育区,成矿条件不好,仅有西沟一个矿点。

5.2 地质时代中构造与封盖层组合类型对含金流体的控制

镇安—板岩镇断裂长 78 km,为通过全区的区域性断裂,EW 走向,N 倾,倾角 50°~60°。该断层具有多期活动的特点,加里东-印支期断裂主要表现为挤压应力作用下的逆断层性质。断裂南侧为Ⅶ型组合发育区,有效地阻止了含金热液在这个阶段的北侵,而聚集在断层下盘;燕山早期,北部有酸性岩体侵入,表现为正断层性质,断层内为低压区,而在其南侧金龙山—丘岭(150~250 m)一带,表现为条带状应力高压区,阻止了含矿热液的扩散;燕山期以后,表现为逆断层性质。随着递进变形的加剧和劈理的发育,叠加于早期构造带上的中期韧-脆性剪切变形由于劈理的密集发生对层理的置换,连续的剪切作用下形成膝折带及共轭膝折带,形成较开放的扩容部位,有利于含金流体贯入该变形带,并在压力、温度和化学条件的明显变化下导致含金硫化物

及硅质、铁白云石的沉淀。这种叠加的(或多期式)韧-脆性剪切变形控矿构造,不但对含矿围岩成矿物质具有反复萃取的功效,而且多期构造活动造成多次矿化富集作用,成为本区改造型铼金矿床成矿作用的主要特征^①。

6 金龙山—丘岭金矿床外围成矿预测

通过对金龙山—丘岭金矿床的构造与封盖层组合类型的分析,认为在以下地区应引起重视。

(1)在北沟—大坪背斜一带寻找低品位金矿床或在深部(背斜核部)找矿。

(2)腰俭背斜与 NW 向正断层交汇部位三方坪地区寻找金矿床。

(3)丁家山背斜、玉皇山背斜与 NE 向断层交汇部位寻找金矿床。

(4)金鸡岭复式向斜核部与 NW 向断裂交汇部位。

参考文献:

- [1] 张复兴. 南秦岭卡林型-似卡林型金矿床综合地质化学特征[J]. 地质评论, 2001, 476(5): 495.
- [2] 西安力学学会《工程应用力学手册》编写委员会. 工程应用力学手册[M]. 西安: 陕西人民教育出版社, 1994. 2016-2018.
- [3] 桑树勋, 范炳恒, 秦永. 煤层气的封存与富集规律[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(2): 104-107.
- [4] 李东旭, 周济元. 地质力学导论[M]. 北京: 地质出版社, 1986. 88.
- [5] 张复新, 魏宽义. 南秦岭微细粒浸染型金矿床地质与找矿[M]. 西安: 西北大学出版社, 1997. 160.

THE COVER ROCK LITHOLOGY-HOST ROCK STRUCTURE COMBINATION CONTROL ON ORE FLUID AND ORE FORMATION OF CARLIN TYPE Au DEPOSIT

—A CASE OF JINLONGSHAN Au DEPOSIT, SHAANXI PROVINCE

LIU Xin-hui¹, LIU Shuang¹, CAO Dong-hong¹, WEI Kuan-yi²

(下转第 51 页)

与围岩接触带产生热液交代和蚀变的夕卡岩化、硅化、大理岩化等。内接触带的石英闪长岩、石英闪长岩中有含铜硫化物和含铜石英细脉断续出现,呈串珠状或透镜状产出,局部可达矿化,品位高;形成斑岩型铜矿化。外接触带围岩夕卡岩化和角岩化极为发育,且普遍具铜矿化,形成夕卡岩型铜矿体,矿石品位较富。

劣布铜矿区经初步地质工作查明,发现并圈定矿体3条,矿体范围处于一条近SN向的形态极不规则的矿化带内,该矿化带长大于4.5 km,宽50~100 m,总体倾向SE,倾角40°~60°,与围岩接触界线呈港湾状或不明,其中以I-1矿层矿化最好。呈现出具备寻找较大规模的、与喜山期岩浆活动有关的斑岩型-接触交代型-火山热液型中型铜矿规模以上的

远景,找矿前景良好。

参考文献:

- [1] 芮宗瑶,李光明,王龙生,等. 西藏斑岩铜矿[J]. 西藏地质, 2002,(2):3-12.
- [2] 程力军,李志,刘鸿飞,等. 冈底斯东段铜多金属成矿带的基本特征[J]. 西藏地质,2002,(1):53.
- [3] 蒋光武,郭建慈. 西藏谢通门—拉萨—沃卡韧性剪切带特征及其意义[J]. 西藏地质,(2)64-70.
- [4] 于浦生. 海相火山-沉积建造铁铜矿床类型及地质特征[J]. 地球科学,1996.17(3):16-25.
- [5] 王少怀,陈自康. 西藏克普—冲木达铜金矿带矿床地质特征及其成矿规律[J]. 地质与勘探,2005,39(2):21-25.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LIEBU Cu DEPOSIT, NAIDONG COUNTY, TIBET AND ANALYSIS OF ITS PROSPECT

FANG Shu-yuan

(No. 2, Geological and Exploration Institute of CEES, Putian 351111, China)

Abstract: Based on data collected for Liebu Cu mine district, geological and geophysical and ore body characteristics of the deposit are analysed and summed up. Then is made the prospect of the district.

Key words: porphyry copper deposit; contact metasomatic ore; volcanic hydrothermal ore; geological feature; ore-searching prospect; Liebu Cu deposit; Tibet



(上接第35页)

(1. No. 5 Gold Geological Part of CAPF, Xi'an 710100, China;

2. Changan University, Xi'an 710000, China)

Abstract: The paper deals with the cover rock lithology-the host rock structure combination control on ore fluid in Jinlongshan Au deposit. The combination is divided into 9 types and their controls on trapping ore fluid are analysed. Au concentration pattern of medium-low hydrothermal Carlin type Au deposits are summed up. The trapping of combination I is the best, the trapping of combination II, IV, V, VII, VIII better, the trapping of combination III, VI, IX the worst. Based on this targets in the surroundings of Jinlong Au deposit are pointed out.

Key words: Carlin type deposit; cover rock; host rock; cover rock lithology-host rock structure combination; Shaanxi province