

文章编号: 0258-7106 (2000) 04-0315-07

东昆仑中带金矿成矿特征及成矿模式

钱壮志 胡正国 李厚民 刘继庆

冯本智

(西安工程学院资源系, 西安 710054)

(长春科技大学, 长春 130026)

提 要: 东昆仑是我国地质矿产研究相对薄弱而又具有重要意义的区域成矿带。初步研究结果, 东昆仑中带金矿主要表现蚀变构造岩和隐爆角砾岩型两种矿化, 局部有夕卡岩型和石英脉型矿化出现。成矿具深源、浅成特征, 金的矿化主要发生在中温阶段。金矿成矿主要受北西向剪切带及脆性复合断裂构造和印支期闪长玢岩为主的浅成-超浅成中性岩两种因素控制, 其总体区域地质背景受制于古特提斯北侧活动陆缘。

关键词: 金矿床 成矿特征 成矿模式 青海东昆仑中带

中图法分类号: P618.51 文献标识码: A

1 成矿地质背景

地处柴达木陆块南缘的东昆仑地区, 在前寒武纪陆台基础上^[1], 显生宙以来经历了裂隙、聚合和增生的演化历史, 特别是在海西-印支期, 该区清楚显示了古特提斯北侧活动陆缘的构造-岩浆活动带的特征, 广泛发育华力西期花岗岩体、印支期活动陆缘弧区火山岩和浅成-超浅成岩浆岩[●]。

东昆仑现今区域构造呈显为 3 个构造分带——昆北构造带、昆中构造带和昆南构造带(以下简称昆北带、昆中带和昆南带)。昆中带被夹持于昆南、昆北两带中间(图 1)。在昆中带发育元古宙变质岩系及古生界沉

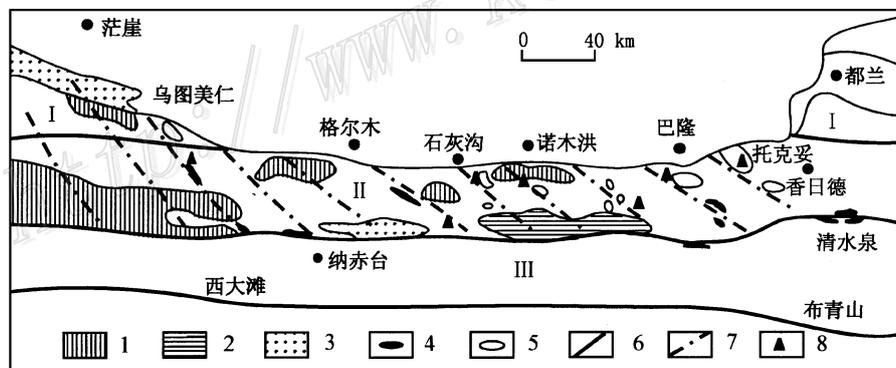


图 1 昆中带地质构造略图

(据青海地质八队, 1996 资料综合编绘)

1—下元古界; 2—中-上元古界; 3—古生界; 4—基性-超基性岩; 5—印支期浅成-超浅成侵入岩分布密集区;
6—区域断裂; 7—北西向剪切带; 8—金矿床(点)。I—昆北带; II—昆中带; III—昆南带

Fig. 1. Diagrammatic geological-structural map of the central belt of East Kunlun Mountains.

1—Lower Proterozoic; 2—Middle-Upper Proterozoic; 3—Paleozoic; 4—Basic-ultrabasic rocks; 5—Dense area of hypabyssal-superhypabyssal intrusive rocks; 6—Regional fault; 7—NW-trending shear zone; 8—Gold deposit (spot);
I—Northern belt of Kunlun Mountains; II—Central belt of Kunlun Mountains; III—Southern belt of Kunlun Mountains.

基金项目: 地矿部“九五”资源与环境科技攻关项目(编号: 95-02-05)资助

第一作者简介: 钱壮志(1959—), 男, 博士, 副教授, 主要从事构造与矿床的科研和教学工作

收稿日期: 1999-12-03; 修订日期: 2000-05-10

● 钱壮志, 1999, 东昆仑中带东段金矿成矿地质构造背景及成矿模式(博士论文)

积岩系,局部出露古生代和三叠纪火山-沉积岩。其中与金矿成矿关系密切的是印支期浅成-超浅成岩浆岩和北西向剪切带及其脆性复合断裂。

昆中带印支期浅成-超浅成岩浆岩由闪长玢岩、角闪安山岩、细粒闪长岩和隐爆角砾岩组成,区域分布呈岩脉或岩筒出现于剪切带及两侧。依据岩石化学分析,该类岩石主要成分 SiO_2 (56.43% ~ 61.88%)、 Al_2O_3 (15.95% ~ 17.26%) 和 CaO (4.59% ~ 5.52%) 均落于中性岩范围, K_2O (1.83% ~ 2.50%) 低于 Na_2O (2.92% ~ 3.45%), 与世界同类岩石相比 K_2O 略偏高,属高钾钙碱性系列。

昆中带是一以金矿为主,铜、铅、锌多金属矿化较为发育的成矿区带,经近年来工作,在昆中带已有石灰沟、瑙木浑、托克妥等多个金(或铜-金)矿床(点)发现,初步显示了在我国西部区域成矿带中的重要地位。

2 成矿特征

2.1 矿床地质特征

昆中带构成矿床规模的金矿化类型主要有蚀变构造岩型金矿化和隐爆角砾岩型铜(金)矿化两种。在石灰沟及瑙木浑金矿区,尚有夕卡岩型多金属(金)矿化和石英脉型金矿化出现。就金矿化的区域分布而论,主要受北西向剪切带控制,沿剪切带内及两侧的脆性复合断裂发生矿化。在石灰沟矿区,矿化均沿石灰沟剪切带及北东盘(上盘)一侧的剪张性脆性断裂发育(图2)。这些控矿断裂走向变化于 310° ~ 340° 之间,与石灰沟剪切带呈小角度斜交,是剪切带晚期右行脆性剪张复合应力条件下的产物^[2]。另在托克妥等地,局部出现受隐爆角砾岩筒控制的铜(金)矿化,而这些角砾岩筒(脉)亦都分布于北西向剪切带的北东盘邻近,充分显示了北西向剪切带及其脆性复合断裂构造组合的控矿区域宏观事实。

在最具代表的石灰沟金矿区,金矿化沿北西向断裂破碎带发育,在单条矿化带中,金矿体或矿化体由热液蚀变的碎裂岩构成,主要矿化形式为浸染状和网脉状黄铁矿化及毒砂矿化的绢英岩,有时可见细小含金石英-硫化物(辉锑矿、辉铁锑矿、黄铁矿、毒砂)细网脉及透镜体。宏观分布上,矿区内不同矿化类型或矿化元素组合,具绕印支期以闪长玢岩为主的浅成-超浅成岩脉密集区的变化规律,在选矿厂及外滩一带以南,由北到南矿化具从夕卡岩型磁黄铁矿-黄铜矿化(金)到铜、铅、锌多金属(金)矿化,再到蚀变岩型金矿化、金-锑矿化的变化趋势,反映在矿化元素组合上,由脉岩密集区向外依次表现 $\text{Cu}-(\text{Au}) \rightarrow \text{Cu-Pb-Zn}(\text{Au}) \rightarrow \text{Au-As} \rightarrow \text{Au-Sb}$ 的规律,从宏观产状上揭示了脉岩控矿的重要地质表现(图2)。

在托克妥矿区,铜(金)矿化沿隐爆角砾岩筒边部的角砾岩带发育,黄铜矿、闪锌矿及黄铁矿主要呈团块状、条带状分布于胶结物中。除上述两种

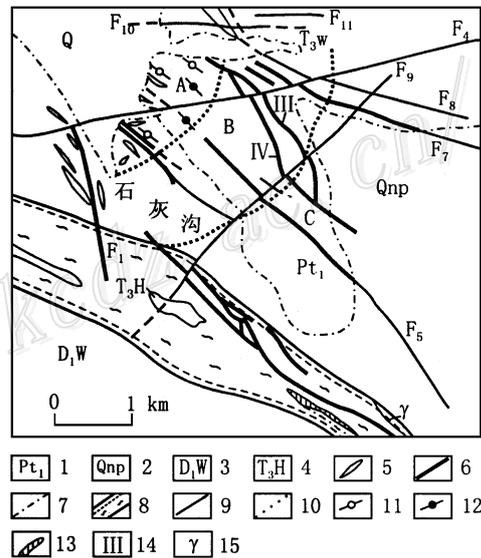


图2 石灰沟矿区地质略图

1—下元古界; 2—新元古代花岗闪长岩; 3—二长花岗岩; 4—钾长花岗岩; 5—印支期闪长玢岩脉; 6—矿化带(控矿断裂); 7—地质体界线; 8—剪切带; 9—断层; 10—矿化类型及元素组合分界线; 11—夕卡岩型铜(金)矿化; 12—夕卡岩型多金属矿化; 13—基性岩; 14—矿带编号; 15—花岗岩。A为Cu-(Au)和Cu-Pb-Zn(Au)组合区; B为Au-As组合区; C为Au-Sb组合区

Fig. 2. Geological sketch map of the Shihuigou ore district.

1—Paleoproterozoic; 2—Neoproterozoic granodiorite; 3—Monzonitic granite; 4—K-feldspar granite; 5—Indosinian diorite porphyrite; 6—Mineralized zone (ore-controlling fault); 7—Boundary of geological body; 8—Shear zone; 9—Fault; 10—Boundary of mineralization type or element association; 11—Skarn type Cu (Au) mineralization; 12—Skarn type polymetallic mineralization; 13—Basic rock; 14—Serial number of ore belt; 15—Granite. A—Cu (Au) and Cu-Pb-Zn (Au) combination area; B—Au-As combination area; C—Au-Sb combination area.

类型的矿化外, 在石灰沟、洪水河等地局部有铜、铅、锌、铁多金属(金)矿化, 它们受碳酸盐地层、细粒闪长岩脉脆性断裂控制, 出现在岩脉密集发育区的外接触带, 构成夕卡岩的矿物主要为钙铁辉石、石榴石和碳酸盐矿物。

对不同矿化类型而言, 金矿化的围岩蚀变存在一定差异。蚀变岩型矿化带, 主要表现石英钾长石化、硅化和绢英岩化; 隐爆角砾岩铜(金)矿化中, 主要为绿泥石化及碳酸盐化; 夕卡岩型多金属矿化则主要表现为绿帘石化、绿泥石和夕卡岩化, 硅化较弱。

据石灰沟等典型矿床研究, 昆中带金矿成矿过程可划归为5个成矿阶段, 它们分别归属于内生热液成矿期和表生氧化期两个矿化期(表1)。

表1 石灰沟金矿成矿阶段特征

Table 1. Characteristics of various ore-forming stages in the Shihuigou gold deposit

| 成矿期 | 矿化阶段 | 矿化表现 | 矿物组合 | 矿化元素组合 | 物化条件 | Au 矿化强度 | |
|---------|-------------|---|----------------------------------|------------------------|--|---|---------------------|
| 内生热液成矿期 | 早期交代阶段 | 局部形成钾长石石英脉及夕卡岩, 为钾交代及夕卡岩化作用 | 钾长石+石英, 透辉石+石榴石+碳酸盐矿物 | | 温度: > 550℃ | 弱 (0.285 g/t) | |
| | 多金属(金)矿化阶段 | 多金属矿化为主, 伴生金矿化, 矿化可发生于隐爆角砾岩, 夕卡岩及蚀变破碎带中 | 黄铁矿+黄铜矿, 黄铜矿+方铅矿+闪锌矿±磁黄铁矿±毒砂+黄铁矿 | Cu-(Au), Cu-Pb-Zn-(Au) | 温度: 380~480℃ 压力: > 30 MPa Eh: -0.665 eV pH: 5.336 | 弱 (多小于 1 g/t, 局部可达 4 g/t) | |
| | 金矿化阶段 | 黄铁矿-绢英岩阶段 | 绢英岩化强烈, 黄铁矿化与之相伴 | 绢云母+石英+黄铁矿±磁黄铁矿 | Au | 温度: 250~330℃ 压力: 25~30 MPa Eh: -0.657 eV pH: 4.688 | 较好 (0.02~17.8 g/t) |
| | | 硅化-毒砂阶段 | 矿化作用明显, 毒砂矿化强烈 | 石英+毒砂±黄铁矿±绢云母 | Au-As | | 好 (3.57~171.04 g/t) |
| | 辉(铁)锑矿-石英阶段 | 辉锑矿(辉铁锑矿)-石英热液充填脉形式矿化 | 辉锑矿+辉铁锑矿+石英 | Au-Sb | 温度: 215~265℃ 压力: < 25 MPa Eh: -0.584 eV pH: 4.16 | 好 (16.54~99.08 g/t) | |
| 碳酸盐化阶段 | 热液充填脉形式为主 | 方解石 | | | | 弱 (0.152~1.85 g/t) | |
| 表生氧化期 | 金淋蚀聚合阶段 | 表生氧化及淋滤作用, 褐铁矿化、高岭土化, 黄钾铁矾 | 褐铁矿+臭葱石+自然金±高岭石±黄钾铁矾 | | 常温 | 可见明金, 次生富集明显 | |

注: 据胡正国等, 1997, 五龙沟地区构造蚀变带金矿成矿特征及成矿预测, 科研报告

2.2 同位素及微量元素组成

昆中带金矿矿石中, 17件矿石硫化物单矿物硫同位素测试结果, $\delta^{34}\text{S}$ 变化于 1.0‰~6.9‰, 变化范围较小, 接近于陨硫, 并与基性、超基性岩浆硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 分布范围相一致, 显示了深源硫的特点^[3]。

依据氢、氧同位素分析, 矿石中成矿期石英氧同位素和包裹体氢同位素组成为 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 变化于 -6.3‰~4.8‰, δD 值在 -48‰~-91‰之间。反映成矿流体具有岩浆水向雨水过渡的特点, 而与变质流体差别较大, 揭示成矿流体主要由岩浆水和大气降水组成。

金矿石中石英单矿物具稀土总量较高 ($\Sigma\text{REE } 4.4533 \times 10^{-6} \sim 18.0260 \times 10^{-6}$), 轻稀土富集且分馏明显

(LREE/HREE 10.67~17.47, La/Lu 134.88~337.14), 负铈异常 (δCe 0.77~0.89), 铈轻度亏损 (δEu 0.55~1.04) 的稀土组成和分布特点 (图3)。这与该地区印支期闪长玢岩的稀土分布型式十分相似。闪长玢岩等浅成-超浅成岩的 ΣREE 为 142.98×10^{-6} ~ 204.69×10^{-6} , LREE/HREE 2.48~10.06, δEu 0.58~0.83, 亦具稀土总量高, 轻稀土富集明显和铈轻度亏损的组成和分布特点 (图4)。

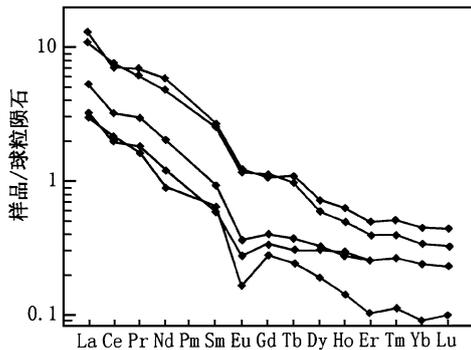


图3 石灰沟金矿石中石英稀土分布型式
(据莫宣学、喻学惠等, 1997年资料)

Fig. 3. Chondrite-normalized REE patterns of quartz from ores of the Shihuigou gold deposit.

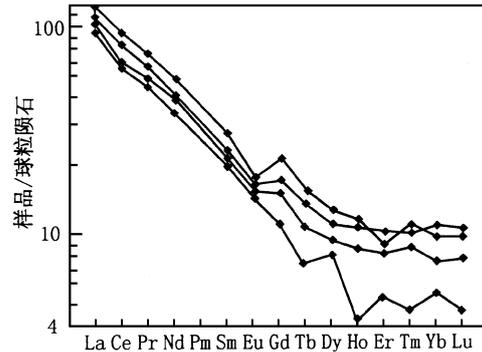


图4 印支期浅成-超浅成岩稀土分布型式

Fig. 4. Chondrite-normalized REE patterns of Indosinian hypabyssal-superhypabyssal rocks.

2.3 成矿物理化学条件

金矿石石英气液包裹体均一温度测试, 主要变化于 250~330°C 之间, 平均 287°C, 反映了金的矿化阶段具中温特点。结合闪锌矿物温度计和硫同位素组成计算 (350~546°C), 以及辉钨矿测温结果 (215~265°C), 显示昆中带金矿化具由高温多金属 (金) 矿化→中温金矿化→中低温金铈矿化的成矿温度变化规律。

由包裹体成分测定计算, 昆中带金矿成矿压力变化于 17.7~33.8 MPa 之间, 其中早期阶段多金属矿化的石英形成压力较高 (>30 MPa), 金矿化阶段的压力主要介于 25~30 MPa, 而金铈矿化的压力多小于 25 MPa, 依据成矿流体压力估算的成矿深度小于 1.4 km, 结合控矿构造特征分析, 反映了成矿深度较浅的特点。

据罗照华 (1997) 对五龙沟地区 5 件样品分析, 金矿石中石英流体包裹体的盐度为 11.9%~13.6% NaCl, 盐度偏高, 与山东七宝山隐爆角砾岩筒控制的金铜矿床盐度相似 (8%~30% NaCl)^[4]。

3 昆中带金矿成矿模式

3.1 成矿因素

昆中带金矿成矿主要受构造和岩浆作用两种因素控制。构造因素中, 北西向剪切带与金矿成矿关系最为直接。该类剪切带韧性变形发生于海西期, 向北东陡倾, 具左行逆冲位移, 形成宽度达 500~1000 m 以上的糜棱岩类构造岩带, 沿之有包括基性-超基性岩在内的多类岩脉发育, 深切特征明显。之后在印支期发生右行剪张复活, 从而形成相伴的脆性断裂组合, 正是该组合的脆性断裂控制了金矿的产出。

金矿与印支期以闪长玢岩为代表的中性岩脉 (筒) 关系极为密切, 浅成-超浅成岩浆作用控矿因素表现突出。除前述岩脉 (筒) 分布与金矿的宏观产状联系外, 就金的成矿物源而论, 依据昆中带主要地层及岩浆岩含 Au 量分析, 印支期细粒闪长岩、闪长玢岩和角闪安山岩脉 (筒) 明显偏高 (20×10^{-9} ~ 551×10^{-9}), 明显高于地层 (1.98×10^{-9} ~ 22×10^{-9}) 和其它岩浆岩 (1.25×10^{-9} ~ 21.3×10^{-9})。显示了闪长玢岩等浅成-超浅成岩与金矿成矿物源的联系。由硫同位素组成分析, 金矿石黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 变化于 2.6‰~6.7‰, 平均 4.7‰, 与新鲜闪长玢岩脉中星散状黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ (4.74‰) 十分接近, 反映二者硫源的一致性。在稀土元素组成上, 金矿石石英单矿物稀土元素分布型式与闪长玢岩等中性浅成-超浅成岩相似 (图3、图4), 进而从稀土元素特征

上揭示了二者的源区联系。就形成时代而言, 闪长玢岩的全岩 $Rb-Sr$ 等时线年龄 ($(209.09 \pm 22.73) \times 10^6$ a) 与金矿化相关的绢英岩全岩 $K-Ar$ 年龄 (197×10^6 a) 基本一致。除此之外, 在宏观形态上, 经石灰沟和璠木浑金矿两个典型矿床研究, 围绕印支期闪长玢岩、角闪安山岩等浅成-超浅成中性岩脉 (筒) 密集发育区, 平面上由内向外依次出现夕卡岩铜 (金) 矿化 (局部地段出现) \rightarrow 多金属 (金) 矿化 \rightarrow 金矿化 (包括金锑矿化), 充分展示了岩脉 (筒) 对金矿化的时空控制作用。

依据昆中带印支期闪长玢岩等浅成-超浅成中性岩研究结果[●], 其岩浆为下地壳以下的深部来源, 结合上述与金矿成矿关系分析, 该类岩浆岩对金矿形成的贡献主要体现在岩浆形成与上移侵位过程中, 对 Au 等成矿元素 (与岩浆多为同源) 活化、迁移或携带以及矿化过程中的热动力作用上, 此外可能有部分岩浆流体参与了成矿作用。

3.2 成矿模式

综合前述昆中带金矿成矿地质构造背景、成矿特征、矿床地球化学以及成矿因素, 可建立图 5 所示的成矿模式。这一模式的成矿区域地质背景为古特提斯活动陆缘, 北西向剪切带及其脆性复合断裂为主要控矿构造, 印支期浅成-超浅成中性岩脉 (筒) 与金矿成矿联系最为直接。模式中 Au 等成矿物质主要为与中性岩浆同源的深源物质, 成矿流体为深源流体、岩浆水和大气降水。矿化时空规律, 主要体现在不同矿化分带及元素组合的图示相对位置变化上。即由岩浆活动中心向外依次表现: $Cu-(Au) \rightarrow Cu-Pb-Zn-(Au) Au-As-Au-Sb$ 。反映了由早到晚、由内向外或由深至浅的成矿时空规律。

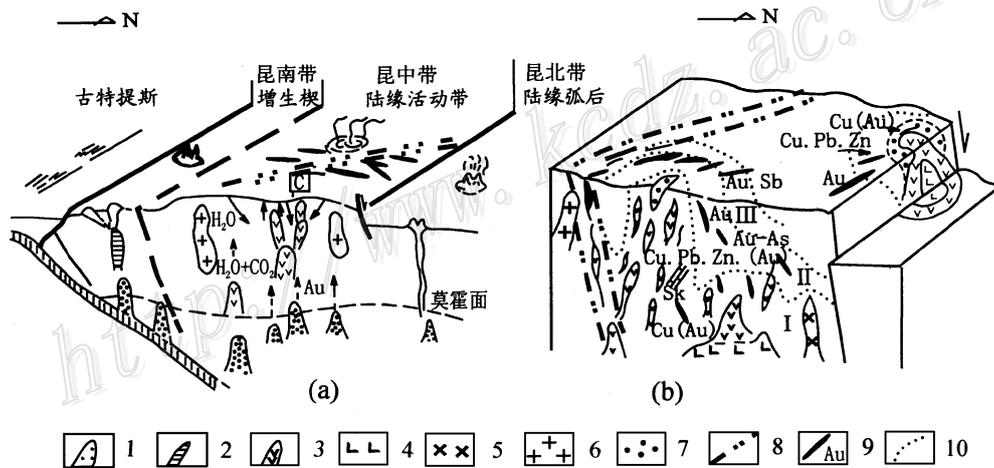


图 5 东昆仑地区昆中带金矿成矿模式

图 (b) 为 (a) 图中 C 处放大示意; 1—地幔楔及洋壳的熔融、分异岩浆; 2—拉斑玄武岩岩浆系列; 3—钙碱性系列岩浆或浅成-超浅成中性岩; 4—细粒闪长岩; 5—辉石岩、辉长岩; 6—花岗岩; 7—隐爆角砾岩及其铜 (金) 矿; 8—剪切带; 9—蚀变构造岩型金矿; 10—矿化分带界线。I—多金属 (金) 矿化带; II—金矿化带; III—金-锑矿化带; SK—夕卡岩

Fig. 5. Metallogenic model of gold deposits in the central belt of East Kunlun Mountains.

(b) is an enlargement of (a). 1—Melting and differentiated magma of mantle wedge and oceanic crust; 2—Tholeiitic magma series; 3—Calc-alkali magma or hypabyssal-superhypabyssal intermediate rock; 4—Fine grained diorite; 5—Pyroxenite or gabbro; 6—Granite; 7—Cryptoexplosive breccia and its Cu (Au) ore; 8—Shear zone; 9—Altered tectonite type gold deposit; 10—Boundary of mineralization zone. I—Polymetallic (Au) mineralized zone; II—Gold mineralized zone; III—Au-Sb mineralized zone; SK—Skarn.

● 胡正国等, 1997, 石灰沟蚀变构造带金矿成矿特征及成矿预测 (科研报告)

4 结 论

东昆仑中带的金矿无论在成矿地质条件和成矿表现,还是在矿石建造特征上,均显示了与已知的火山岩型、斑岩型矿床的差异,其主要表现是:

(1) 成矿与浅成-超浅成中性岩浆活动有关,其代表岩类为闪长玢岩、角闪安山岩及细粒闪长岩,未见石英斑岩、花岗闪长斑岩、花岗斑岩等中酸性岩相伴出现,这与鸡笼山等斑岩型矿床多出现中酸性岩是有明显区别的^[5-7,10];

(2) 矿化类型及元素组合表现为多种,但均属同一矿化期的矿化系统表现,而无较大时差的矿化期差异。矿石矿物组成相对简单,主要矿物种类有黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、毒砂、方铅矿、辉(铁)锑矿、闪锌矿、银金矿(较少)、自然金。脉石中未见冰长石、明矾石等低温矿物出现,这与火山岩型的浅成低温热液矿床明显有别^[8,9];

(3) 成矿元素组合以 Au-As、Au-Sb 为主,其次是 Cu-(Au)、Cu-Pb-Zn-(Au),不出现 W、Sn、Mo 矿化,且含 Ag 低;

(4) 成矿具中温特点,成矿流体具岩浆水(含深源流体)、大气降水的混合表现,金的矿化主要发生于中温阶段,矿化具浅成构造控制表现。

上述特征与一般的斑岩型金矿床、铜金矿床以及火山热液型金矿床、金银矿床都是有一定区别的,其成因应归属于与闪长玢岩为代表的浅成-超浅成岩浆作用相关的矿床。

本文研究工作中得到青海省地勘局机关、地质八队、长春科技大学矿床教研室,以及张德全、孙继东、苏春乾教授的帮助和支持,硕士研究生王义天、闫臻参加了部分野外工作,在此谨致谢意。

参 考 文 献

- 1 王鸿祯,杨森楠,刘本培等. 中国及邻区构造古地理和生物古地理[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990, 1~17.
- 2 钱壮志,胡正国,刘继庆. 东昆仑北西向韧性剪切带发育的区域构造背景[J]. 成都理工学院学报, 1998, (2): 201~205.
- 3 刘英俊,马东升. 金的地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1991, 286~290.
- 4 陈常富. 山东五莲七宝山式金矿[J]. 地质科技情报, 1992, (1), 57~62.
- 5 张贻侠,寸圭,刘连登. 中国金矿床进展与思考[M]. 北京: 地质出版社, 1996, 1~50.
- 6 张德全,姚志强,赵玉明. 多宝山式斑岩铜矿的复合岩浆侵位与复合矿化作用[J]. 矿床地质, 1998 (增刊): 599~602.
- 7 朱训,黄崇轲,芮宗瑶等. 德兴斑岩铜矿[M]. 北京: 地质出版社, 1983, 1~336.
- 8 王碧香,杨岳清,史仁灯等. 中国火山岩地区金的成矿环境及分布规律[J]. 矿床地质, 1997, (1): 11~20.
- 9 张德全,李大新,赵一鸣等. 福建紫金山矿床——我国大陆首例石英-明矾石型浅成低温热液铜金矿床[J]. 地质评, 1991, (6): 481~490.
- 10 Sillitoe R H. The tops and bottoms of porphyry copper deposits [J]. Econ. Geol., 1973, 68: 799~815.

ORE-FORMING CHARACTERISTICS AND METALLOGENIC MODEL OF GOLD DEPOSITS IN THE CENTRAL BELT OF EAST KUNLUN MOUNTAINS

Qian Zhuangzhi, Hu Zhengguo, Li Houmin, Liu Jiqing
(Department of Resources, Xi'an Engineering University, Xi'an 710054)

Feng Benzhi

(Changchun University of Science and Technology, Changchun 130026)

Key words: gold deposit, ore-forming characteristics, metallogenic model, central belt of East Kunlun Mountains in Qinghai

Abstract

The East Kunlun Mountains in the north of Tibetan plateau is located in the southern margin of Qaidam landmass. This area is an important regional metallogenic belt in western China. Nevertheless, the work on geology and mineral exploration in this region has been relatively insufficient in the past. This paper only focuses on the study of gold deposits in the central belt of East Kunlun. The study on typical gold deposits show that the deposits in this region are controlled by brittle compounded faults within NW-trending shear zones, and the hypabyssal rocks or diorite porphyrites are related closely to the gold mineralization. According to the textures and the relationship between minerals in the gold ores, the mineralization can be divided into early metasomatic stage, polymetallic stage, gold stage, carbonate stage and oxidation stage. Geochemical characteristics of ores are as follows: The sulfur isotopes of the minerals in ores and pyrite in dioritic porphyrites have similar values ($\delta^{34}\text{S}$ ranging from 2‰ to 5‰). In addition, the rare earth elements in ores and rocks also have similar distribution patterns. The isotopic dating shows that the ores and rocks have almost the same age $(209.9 \pm 22.73) \times 10^6 \text{a}$ for rocks, Rb-Sr method; $197 \times 10^6 \text{a}$ for ores, K-Ar method. The mineralization took place in moderate temperature and hypabyssal environment (pressure < 30 MPa). The hydrogen and oxygen isotopes suggest that the fluid was mixed with magmatic fluid and meteoric water ($\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ - 6.3‰ ~ 4.8‰, δD - 48‰ ~ 91‰). On the basis of the above studies, a gold metallogenic model is set up. In this model, the gold deposits in this region are considered to have been formed in the background of Paleo-Tethyan active continental margin.