

甘肃省岷县簸箕沟金矿地质特征及成因

蒙 轸, 康喜逢, 杨怀玉

(甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院, 兰州 730020)

[摘要] 甘肃省岷县簸箕沟金矿位于西秦岭卡林型-类卡林型金矿省的西北部, 西临鹿儿坝大型金矿。赋矿围岩为中三叠统古浪堤组, 矿体定位受近东西向压性断裂构造控制。矿石矿物组合为磁铁矿-黄铁矿-毒砂-辉锑矿-方铅矿, 成矿元素组合为 As-Sb-Hg-Au(Ag), 成矿温度介于 181℃~300℃, 是浅成中-低温热液作用下形成的微细粒浸染型金矿床。作者总结的直接找矿标志有金地球化学异常、围岩蚀变、压扭性构造等, 这些标志在区域上具有指导意义。

[关键词] 簸箕沟金矿 矿体特征 矿床成因 找矿标志

[中图分类号] P618.51 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2007)05-0040-05

位于中央造山带核部的西秦岭(以陕-甘-川交界区为核心)卡林型-类卡林型金矿省是我国重要的金矿集中区, 自 20 世纪 80 年代以来, 区内大型、超大型金矿不断被发现, 目前探明黄金储量已超过滇黔桂地区, 成为世界第二大卡林型金矿省(陈衍景等, 2004; Zhang and Zhang, 2004; Zhang et al., 2005)。该成矿省的勘查成绩使人关注其西延问题, 期望昆仑山和柴北缘亦存在卡林-类卡林型金矿集中区。最近, 我们在已知西秦岭卡林型-类卡林型金矿省的西北角发现了簸箕沟金矿床, 从而表明了西秦岭卡林型-类卡林型金矿省西延区具有巨大的找矿潜力。

簸箕沟金矿位于甘肃省岷县, 其地理坐标为东经 103°58'02"~103°59'45"、北纬 34°21'45"~34°23'00", 该矿床已控制资源量超过 10t, 规模达中型。矿床大地构造位置属南秦岭微板块西段北缘、洮河复背斜北翼。区域内发育合作-崖湾汞锑成矿带和礼(县)-岷(县)金成矿亚带(图 1)。区域成矿系列归并为中生带秦岭中西部地区与中酸性岩浆侵入及陆相火山活动有关的 Au、Sb、Hg、As、Ag、Pb、Zn、Fe、Cu 等矿床成矿系列; 矿床受断裂和韧脆性剪切构造控制明显, 成矿物质主要来自陆壳^[1-4]。

1 地质背景

矿区出露地层有中三叠统第二、三、四岩组以及古近系、新近系和第四系全新统(图 2)。金矿体均

赋存于中三叠统古浪堤组, 系一套砂板岩及灰岩构成的类复理石序列, 属断槽型斜坡浊流相沉积^[3]; 主要岩性为长石石英砂岩、石英砂岩、粉砂岩及砂质板岩等。

矿体主要分布于斜切地层的近东西向断裂破碎带中, 并在该近东西向断裂与其次级断裂的交汇部位出现膨大和富集。岩浆活动在地层中表现较弱, 仅侵入断裂破碎带。构造-岩浆活动为金元素在地层中的富集提供热源及部分矿源, 而断裂带则是地层含矿的必要条件之一。

矿区构造总体呈北西-南东向单斜构造, 次级断裂和褶皱构造十分发育。褶皱以小型褶曲为主, 其形态多样, 组合紧密, 轴向延伸一般数十米至百米, 多呈北西、北西西走向。区内断裂构造主要有近东西向、北西向两组, 近东西向断裂最为发育, 且规模较大, 形成宽 1~50m 不等的断裂破碎带, 矿化蚀变强烈, 控制着主矿体的产状; 北西向断裂是近东西向断裂的羽状派生构造, 规模较小, 沿此组断裂可见较强的蚀变矿化, 局部形成矿(化)体; 二组断裂交汇处往往形成富矿体; 近东西向及其派生的北西向断裂为主要的导矿及容矿构造。

区内岩浆活动较弱, 仅见中酸性岩脉沿东西向断裂侵入, 主要岩性有蚀变花岗岩闪长玢岩、蚀变花岗岩等。岩浆活动为区内成矿提供热源及部分矿质。

区内变质作用简单, 主要为区域浅变质作用。印支运动末期, 中三叠世类复理石沉积建造褶皱变

[收稿日期] 2006-07-24; [修订日期] 2006-10-11。

[作者简介] 蒙 轸(1970年—), 男, 1992年毕业于原长春地质学院, 获学士学位, 高级工程师, 主要从事固体矿产普查找矿工作。

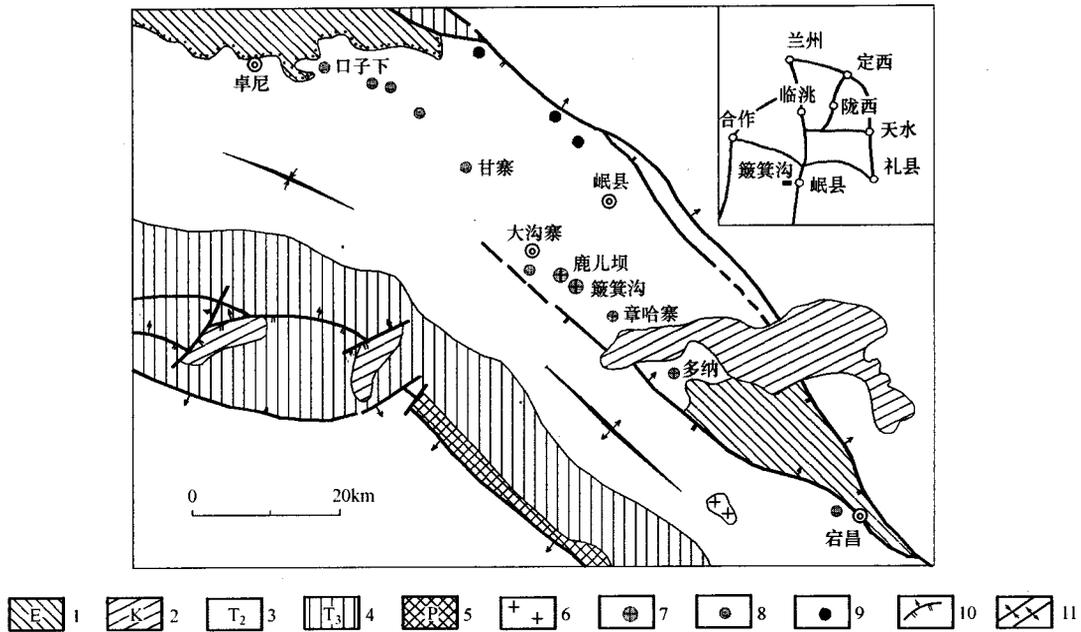


图1 区域地质矿产图

(图1-3 据甘肃省岷县簸箕沟金矿普查地质报告,2004)^①

1—古近系碎屑岩、泥岩;2—白垩系砂砾岩;3—中三叠统砂岩;4—下三叠统板岩、砂岩;5—二叠系;6—印支期中酸性岩体;7—金矿床(点);8—锑矿床(点);9—汞矿点;10—断层;11—向斜、背斜

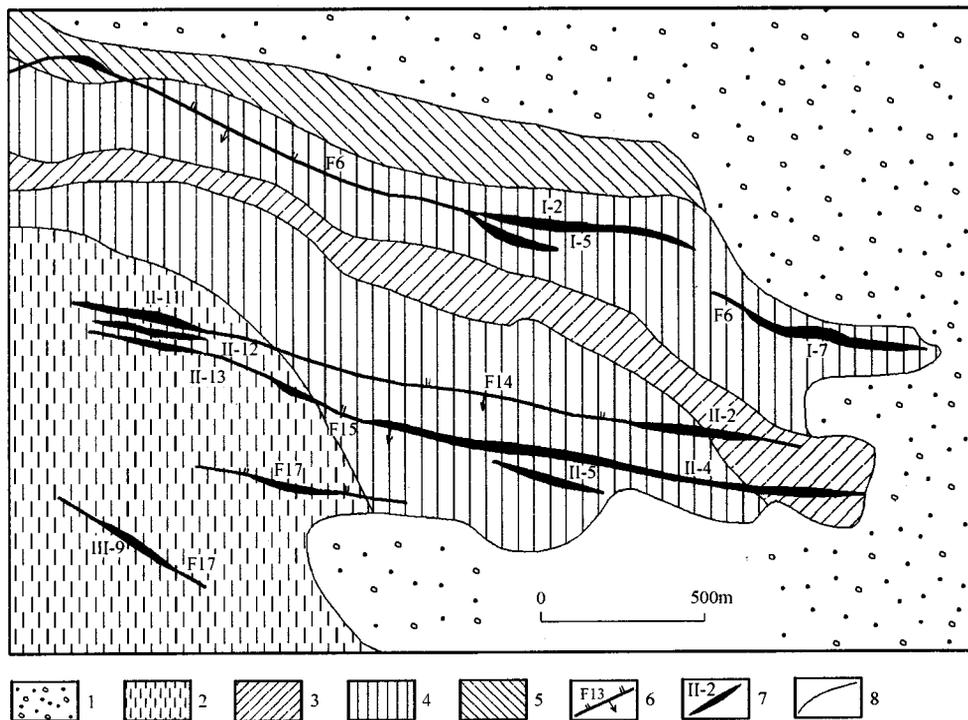


图2 簸箕沟金矿地质图

1—第四系残坡积层;2—中三叠统砂岩;3—中三叠统砂岩夹板岩;4—中三叠统板岩夹砂岩;5—中三叠统板岩;6—逆断层及编号;7—金矿体及编号;8—地质界线

质,形成浅变质岩系,主要岩石类型为粉砂质板岩、泥质板岩、含炭板岩等。变质作用对促进金的活化

迁移及其富集起到一定的作用。

簸箕沟金矿西临鹿儿坝大型金矿床,其东部有

① 蒙 轸,康喜逢,等.甘肃省岷县簸箕沟金矿普查地质报告,2004.

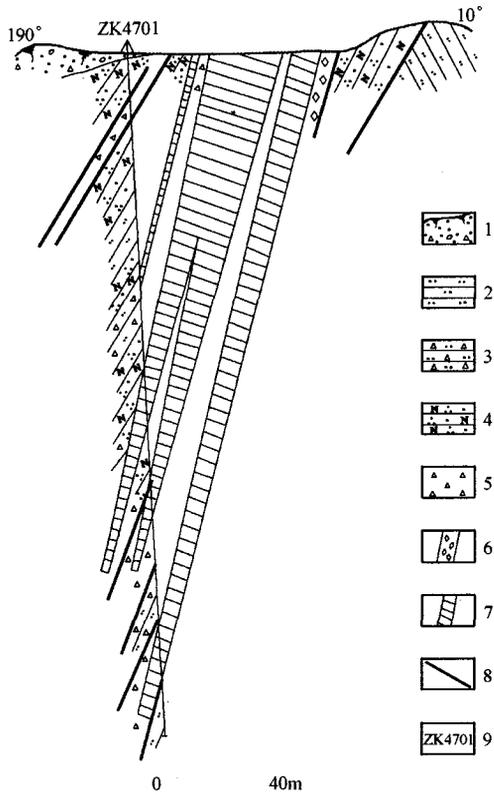


图3 簸箕沟金矿Ⅱ矿带47线剖面图

1—残坡积物;2—粉砂岩;3—碎裂粉砂岩;4—长英砂岩;5—断裂破碎带;6—方解石脉;7—金矿体;8—断层;9—钻孔及编号

章哈寨、多纳等金矿点,这些金矿床(点)都受发育于中三叠统古浪堤组近东西向压扭性-韧脆性断裂破碎带的控制,其地球化学异常元素组合为 Au (Ag) - As - Sb - Hg, Au 土壤地球化学异常与矿体对应较好,金矿体在地表有红化(褐铁矿)特征,找矿标志较明显。矿床主要有益组份为 Au,伴生组份有 Ag、Sb,个别地段 Sb 形成独立的矿体,是本区中低温热液微细粒浸染型金矿床的主要特征。

簸箕沟金矿的发现,使鹿儿坝类卡林型金矿田的黄金储量累计超过 40t,成为西部又一重要的岩金生产基地。

2 矿床地质

2.1 矿带分布特征

目前簸箕沟金矿已发现金矿化体 32 条,根据矿体的空间展布特征及其与控矿构造的空间关系,自北向南划分为 I、II、III 3 个金矿带(图2): I 矿带分布于矿区北部,以 F6 为主要控矿断裂,现已圈出 16 条金矿体;II 矿带分布于矿区中部,以 F15 为主要控矿断裂,已圈出 13 条金矿体;III 矿带分布于矿区南部,以 F17 为主要控矿断裂,共圈出 3 条金矿体。

2.2 矿体特征

矿体呈似层状赋存于近东西向断裂破碎带中,

走向北西~南东向,倾向南西,倾角 65°~80°;破碎带与围岩均呈断层接触,断层面光滑、平整,在平面上呈舒缓波状。矿体地表控制长度 60~1197m,厚度 0.97~27.16m,平均厚度 3.67m,厚度变化系数为 59.67%;金品位 1.16×10^{-6} ~ 20.07×10^{-6} ,最高品位 20.07×10^{-6} ,平均品位 3.74×10^{-6} ,品位变化系数 93.53%。矿体在斜深 120~240m 部位经钻孔控制,显示了向深部有变厚变富的趋势;含矿岩性为碎裂砂岩,围岩蚀变主要有硅化、毒砂黄铁矿化、碳酸盐化、绢云母化等。

簸箕沟金矿 3 个成矿带以 II 矿带规模最大,控制矿带长度 >2400m,矿体宽度 1~27.16m,地表出露最高海拔 2870m,最低 2543m,据此测定矿体上半部分垂幅约 320m,按上下大致对等的原则^[5],矿体总垂幅约 640m,说明矿体剥蚀程度较低。

2.3 矿石特征

矿石中主要金属矿物有黄铁矿、毒砂、辉锑矿、磁铁矿等,脉石矿物有石英、方解石、斜长石、白云石等,其相对含量见表 1。

表 1 矿石矿物组成及含量表

矿物名称	含量/%
黄铁矿	1.96
毒砂	0.75
辉锑矿	0.19
磁铁矿	2.88
石英、斜长石	71.69
方解石、白云石	20.21
黑云母 辰砂 方铅矿 闪锌矿 锑石	0.19
碳	2.14
合计	100.01

据地质矿产部矿产综合利用研究所,1996。

矿石经多元素分析结果表明,主要有用组分为 Au,伴生元素为 Ag、As、Sb,其中 Sb 在 II-2、II-3、II-11 号矿体中已达到综合利用要求(其品位大于 0.4%)。

矿石结构为自形粒状结构、半自形-他形粒状结构、草莓状结构、交代结构、压碎结构等;矿石构造为块状构造、浸染状构造、碎裂状构造、角砾状构造等。

矿床矿物共生组合较简单,主要为石英-硫化物-金,石英-碳酸盐-硫化物-金及石英-褐铁矿-金(氧化带)。

矿石自然类型划分为蚀变砂岩型、板岩型两大自然类型;工业类型属含硫、砷、碳、微细粒难选金矿石。

2.4 围岩蚀变

围岩蚀变反映热液活动和矿化规模,是重要的找矿标志之一。区内主要围岩蚀变为硅化、毒砂黄铁矿化、碳酸盐化,其特征如下:

1) 硅化:硅化是区内最为普遍的蚀变之一。硅化早期以石英细脉、网脉及石英团块形式充填于矿体或矿石角砾之间,与金矿化关系不明显;硅化晚期为硅质通过渗透交代围岩中原有的矿物,使岩石中硅质增高,变硬变脆,形成硅化蚀变岩石,与金矿化成正相关;

2) 毒砂黄铁矿化:主要产于金矿(化)体及附近围岩,毒砂、黄铁矿以微细粒呈星散状、团块状及细脉浸染状存在于碎裂岩石中,在氧化带则表现为褐铁矿化;

3) 碳酸盐化:是矿床晚期成矿阶段的主要蚀变类型,多形成方解石细脉,部分与石英细脉伴生,形成石英方解石细脉。

本区除以上与成矿有密切关系的蚀变外,尚有绢云母化、高岭土化等围岩蚀变,其与成矿关系不大。

2.5 成矿阶段划分

根据矿石矿物共生组合、嵌布特征及细脉穿插关系,可将该金矿成矿期划分为热液期及表生期,其中热液期又划分为早、中、晚3个成矿期,即早期石英、玉髓-硫化物阶段;中期自然金-多金属阶段;晚期碳酸盐化阶段。中期成矿阶段为金的主要生成阶段。表生期为氧化作用形成的石英-褐铁矿(锑华)-自然金阶段。

5) 金的粒度及嵌布特征

金矿物粒度是在高倍显微镜下,用机械台全光片测量和人工重砂样中获得。发现的自然金为群体金,呈微细粒集合体,其粒度最大为0.25~0.3mm,一般均在0.002mm以下;矿石中66.39%的金为自然金,均产于脉石即石英中。自然金呈微细粒状群体嵌布于石英粒间,呈树枝状、不规则状、片状,颗粒界限清楚;其余33.61%的金赋存于金属硫化物中,其主要载体为毒砂和黄铁矿。

3 矿床地球化学

1) 金矿质来源

从区内地球化学测量成果(表2)可以看出:簸箕沟金矿区的主要成矿元素Au、Sb和伴生主异常元素Ag、As、Hg,其平均含量普遍高于西秦岭地区三叠系平均值和全国水系沉积物测量平均值,其中成矿元素Au的浓集值高达13;而簸箕沟金矿的赋矿岩性和围岩均为中三叠统古浪组,则充分说明金矿质主要来源于地层,地层中的金是在多元素多相体系中经过多次活化、迁移、富集最终形成金矿体的。

2) 金矿床元素地球化学

簸箕沟金矿是以化探方法发现的,在不同比例的化探工作中,其异常元素均为Au、Ag、Sb、As、

Hg五种,伴生组份为Pb、Zn、Fe、B等,系一组中低温热液元素组合;综合异常中各元素异常紧密套合,不具有组份分带的特征,表明矿床的元素组合为As-Sb-Hg-Au(Ag)。研究钻孔原生晕特征发现:金矿体之Ag、Hg、As、Sb明显高于围岩,而底板围岩中各元素含量又显著高于顶板围岩,Ag、Hg、As、Sb含量与Au含量成正相关关系(表3)。金矿床中As-Sb-Hg-Au(Ag)组合是南秦岭微板块中发育在三叠系地层中微细粒浸染型金矿床的典型特征。

表2 簸箕沟金矿成矿元素浓集值对照表

元素	Au	Ag	As	Sb	Hg
全国	1.409	100	9.6	1.1	38
西秦岭三叠系	2	79.5	14.6	1.7	77.1
簸箕沟	18.29	800	25.84	5.16	96.5
浓集值	13	8	2.69	4.69	2.54

Au、Ag为 10^{-9} ,其他元素为 10^{-6} 。浓集值=簸箕沟/全国。

表3 簸箕沟金矿矿体及围岩元素含量对比表

样品部位	样品编号	Au	Ag	As	Sb	Hg
矿体顶板围岩	2003IY201	0.006	0.089	0.003	0.001	16.1
	2003IY202	0.16	0.199	0.001	0.008	88.5
金矿体	2003IY204	2.59	0.906	0.465	0.82	599.4
	2003IY207	3.80	0.52	0.095	0.58	614.2
	2003IY208	1.12	0.46	0.052	0.058	561.9
矿体底板围岩	2003IY219	0.18	0.21	0.046	0.067	123.4
	2003IY220	0.11	0.65	0.015	0.022	383.5
	2003IY221	0.10	0.32	0.007	0.007	336.6

Au、Ag为 10^{-6} ,Hg为 10^{-9} ,As、Sb为%。测试单位:甘肃省地矿局第二实验室,2003。

3) 矿床成矿温度

簸箕沟金矿床仍在普查阶段,综合研究类样品测试较少,前人对矿区锑矿爆裂测温样测定的锑矿成矿温度为 $181^{\circ}\text{C} \sim 267^{\circ}\text{C}$,矿床东部岷县寨上金矿流体包裹体均一测温温度范围为 $153^{\circ}\text{C} \sim 296^{\circ}\text{C}$ ^[7],据此推测簸箕沟金矿的成矿温度在 $181^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ 左右,属中-低温条件下形成的金矿床。

4 矿床成因

南秦岭微板块自加里东期以来长期接受浅海相碎屑岩沉积,华力西晚期的构造运动使本区南北两侧褶皱隆起,形成沉积源区,特别是志留系、泥盆系沉积层为成矿提供了丰富的物质来源^[6-7]。

印支期末的大规模构造运动,使整个微板块褶皱成山,形成复式褶皱和深大断裂^[8]。由于应力分布的不均匀性和持续性、岩石能干程度的差异,形成不同规模的次级断裂构造,并与深大断裂贯通,形成一个复杂完整的构造体系;与此同时,板块内岩浆房

分异成中酸性岩浆沿大断裂及其次级构造侵入形成脉岩。晚期断裂活动和岩浆热事件使封存于地层中的各种水体(变质水、成岩水、热卤水等)的平衡系统被打破,沿断裂构造向近地表减压带运移,并与大气降水形成一个循环的热液系统;热水溶液不断溶滤围岩中的有益矿质组份,从而使金元素以复杂络合物的形式活化迁移;当含矿热卤水上升进入断裂破碎带等构造部位时,由于各种物理化学条件的变化,使含矿介质与围岩发生选择性的交代作用,伴随硅化、毒砂黄铁矿化等蚀变,成矿溶液中含金络合物被还原形成独立金矿物富集矿^[9]。

当热水溶液接近地表时,流体开始沸腾,产生富含 H₂SO₄ 的酸性溶液对围岩进行淋滤作用,形成晚期碳酸岩脉并伴随少量金质沉淀。

燕山晚期^[4],由于大规模推覆挤压作用,产生大量的热源,进一步促进了分散在岩石中的金活化、析出,矿质再一次迭加富集,形成规模大、品位较富的金矿体。

喜山构造运动,使地壳强烈抬升,形成北东向断裂,并破坏早期形成的金矿体,伴随着剥蚀作用的加剧,大多数金矿体暴露于地表,久之形成氧化金矿体。

总之,簸箕沟金矿属浅成中—低温热液作用下形成的微细粒浸染型金矿床。

5 找矿标志

根据簸箕沟金矿床的找矿实践经验及其产出的地质背景、物化探异常和矿体层特征,总结其找矿标志^[10]如下:

1) 地层标志:中三叠统古浪堤组断槽型斜坡浊流相沉积的碎屑岩夹碳酸岩建造是本区金成矿的母岩和围岩,也是本区找矿的地层标志;

2) 构造标志:区域近东西向压性、压扭性断裂及其派生的北西向羽状断裂多形成破碎带,花岗闪长岩脉局部贯入,矿化蚀变强烈,常形成具有工业意义的金矿体。在两组断裂的交汇部位,金矿体膨大,品位变富;

3) 地球物理标志:控矿断层破碎带、金矿(化)体多为低电阻率($\rho_s < 500\Omega \cdot m$)和高极化率($\eta_s > 1.1\%$)异常重合部位。中梯激电异常空间展布形态大致反映了金矿体的走向延伸特征;

4) 地球化学标志:簸箕沟金矿是通过对比区化异常的逐级查证发现的。Au、Ag、Hg、Sb、As 等主异常元素异常强度高,浓度分带清晰、套合好,找矿指示意义明显,特别是近东西向似板状、透镜状展布的金异常与金矿(化)体对应性良好,是本区找矿的直接标志之一;

5) 蚀变标志:区内与金矿体成因密切的蚀变主要为硅化、毒砂黄铁矿化、碳酸盐化;地表黄铁矿化氧化形成的浅红色褐铁矿化蚀变带是找矿的直接标志。

作者研究认为:上述找矿标志是洮河复背斜北翼微细粒浸染型金矿床(点)的共性,在该带多纳、章哈寨、大沟寨等金矿点以及同类异常元素组合的化探异常普查评价工作中,具有普遍的指导意义。

[参考文献]

- [1] 王平安,陈毓川,裴荣富.秦岭造山带区域成矿系列、构造-成矿旋回与演化[M].地质出版社,1998.
- [2] 温志亮,卞伟强,徐克宏,等.甘肃东南部地区成矿区带化分及找矿方向[J].地质与勘探,2005,41(4):1-6.
- [3] 殷先明.甘肃岩金矿床地质[M].兰州:甘肃科学技术出版社,1998.
- [4] 侯云生,张新虎,彭德启.甘肃省黄金资源及可持续发展[M].兰州:甘肃科学技术出版社,2003.
- [5] 姜启明,李岳.甘肃崖湾金矿微量元素特征及矿床剥蚀程度研究[J].甘肃地质学报,2005,14(1):26-32.
- [6] 王海元,段湘益.南秦岭中段中、上志留统金矿化特征及控矿因素分析[J].矿产与地质,2005,19(4):388.
- [7] 路彦明,李汉光,陈勇敢,等.甘肃岷县寨上金矿地质地球化学特征及成因[J].地质与勘探,2006,42(4):25-31.
- [8] 王相.秦岭造山与金属成矿作用[M].北京:冶金工业出版社,1996.
- [9] 陈毓川,李兆鼎,毋瑞身,等.中国金矿床及其成矿规律[M].北京:地质出版社,2001.
- [10] 朱华平,张蓉,郭健,等.秦岭沉积岩容矿特征金矿类型、控矿条件及找矿方向[J].地质与勘探,1999,35(5):9-12.

GEOLOGY AND ORE GENESIS OF BOJIGOU GOLD DEPOSIT IN THE MINXIAN COUNTY, GANSU PROVINCE

MENG Zhen, KANG Xi-feng, YANG Huai-yu

(No. 2 Institute of Geological Exploration, Gansu Bureau of Geology and Mineral Resources, Lanzhou 730020)

Abstract: Bojigou gold deposit, adjacent to the Luerba large gold deposit, in the Minxian County, Gansu Province, is located in the northwestern parts of west Qinlin Carlin and Carlin-like gold province. Ore bodies are hosted by middle Triassic Gulangdi Formation and controlled by EW-trending tenso-shear fault belts. Ores are mainly composed of magnetite, pyrite, arsenopyrite, stibnite and galena. Mineralization elements include As, Sb, Hg and Au (Ag). Mineralizing temperature is about 181°C to 300°C. The deposit is a micro-disseminated type gold, and formed in the hydrothermal fluid system at middle to lower temperature. Direct ore-finding signs like gold geochemical anomalies, wallrock alteration and tenso-shear fault are summarized, which may contribute to ore prospecting in this area.

Key words: geological feature, genesis, ore-finding sign, Bojigou gold deposit