

东秦岭骆驼沟银多金属矿矿床地质特征^①

谢国敏,马庚杰,陈静,谢珂

(河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院,河南南阳 473000)

摘要:骆驼沟银多金属矿区位于东秦岭褶皱带东段之朱阳关—夏馆断裂和黄花慢花岗岩体南部。朱阳关—夏馆断裂带是一个锑、金、银、铅、锌、铜、钼多金属成矿带,2003年发现了骆驼沟银多金属矿床。该区银多金属矿具有较好的找矿潜力。虽然本区内的地质找矿工作开展较早,但只进行了铜矿的地质普查。本文通过银多金属矿的地质普查,对矿床的地质特征进行了总结。

关键词:斑岩型银多金属矿;矿床地质;骆驼沟;东秦岭褶皱带

中图分类号:P618.52

文献标识码:A

1 区域地质

骆驼沟银多金属矿床赋存于北秦岭卢氏—桐柏华力西—燕山期金银多金属Ⅲ级成矿带的中部,燕山期黄花慢花岗岩体南侧之朱阳关—夏馆断裂带上(图1)。

出露的地层主要有:中元古界秦岭群一套火山岩—沉积岩—碳酸盐岩建造和二郎坪群一套变细碧角斑质岩系^[1]。

区域上构造发育,褶皱断裂并存,以断裂构造为主,主构造线沿北西西向展布。褶皱构造比较发育,总体沿北西西向展布。规模较大的有由雁岭沟组地层构成的小水—老虎山线状斜歪倾伏背斜,倾伏端在骆驼沟一带,出露长度10余千米。此外还发育了一系列次级褶皱,在次级褶皱的翼部(或核部)往往是矿化富集的有利场所。断裂构造以北西西向为主,主要有朱阳关—夏馆断裂。控制了秦岭群与二郎坪群的展布与分界,具有多期次活动的构造特征,早期韧性剪切,强烈挤压形变,晚期表现为脆性破裂,从递进到递减变形变质,形成具有一定规模的变形变质带。

区域内岩浆活动频繁,岩浆岩由基性到酸性呈系列性产出,以酸性侵入岩为主,规模上以华力西期(τ_4)和燕山期(τ_5)岩体最大。构造岩浆活动为矿质的迁移富集创造了充分的热动力条件,为成矿元素的迁移和富集提供了条件,形成了区域性铅锌多金属成矿带^[2-3]。

骆驼沟银多金属矿床赋存于北秦岭卢氏—桐柏之华力西—燕山期金银多金属Ⅲ级成矿带的中部,朱阳关—夏馆银、金、铅、锌、铜多金属成矿带东段。区域上有利的成矿环境,造就

① 收稿日期:2007-09-18

第一作者简介:谢国敏(1957~),男,河南内乡人,地质矿产高级工程师,主要从事找矿及科研工作。

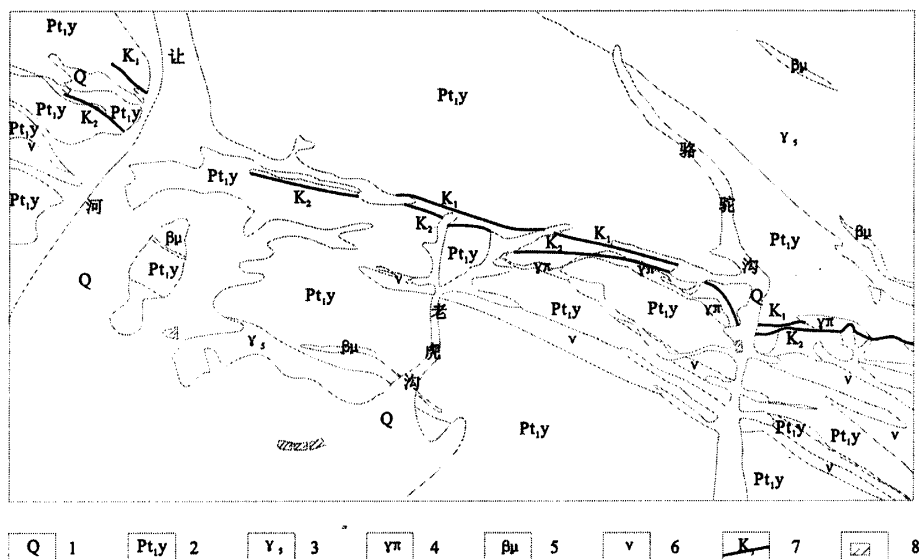


图2 骆驼沟银多金属矿区地质平面图

Fig. 2 Geologic map of Luotugou silver and polymetal deposit

1-第四系;2-秦岭群雁岭沟组;3-燕山期花岗岩;4-花岗斑岩;5-辉绿岩;6-流纹岩;7-矿脉及编号;8-房屋

m,轴向沿 310° 方向延伸,长度1 000 m,南翼倾向 $210^{\circ} \sim 220^{\circ}$,倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$,该褶皱向东倾没,向西翘起,倾没端在叶家沟口一带,倾伏角 $37^{\circ} \sim 45^{\circ}$,褶皱核(槽)部为矿化富集的有利部位(图3)。类似的褶皱现象在矿区以东也有发育。

此外,受早期的韧性剪切作用,局部地层中还发育有复杂的顺层流变褶皱,如:顺层掩卧褶皱及鞘褶皱等。

2.2.2 断裂

矿区处在区域性朱阳关—夏馆断裂主断面上盘,其次级断裂构造极为发育,规模较大,长数百米~数千米不等。总体分为北西西向、北北西向及北东向三组,均为多期活动的韧性剪切带叠加脆性断裂的继承性复杂断裂。其中最为发育者为北西西向的一组($190^{\circ} \sim 210^{\circ} \angle 60^{\circ} \sim 80^{\circ}$),是区内主导断裂,也是区内主要导矿控矿构造,严格控制着矿化蚀变范围。矿化集中分布在该组断裂中,其内发育的更次一级断裂,控制矿化带或矿体的产状与形态,微构造控制矿石的构造。该组断裂多表现为韧性—脆性的岩石形变特征,反映出构造带多期活动的特点,尤其在成矿期的活动,为载矿流体的运移提供了通道,为矿质的沉淀提供了场所。其它两组走向分别为北东和北北东向的断裂,表现为张性、张扭性,规模较小。

2.3 岩浆岩

区内岩浆岩主要有花岗岩脉、花岗斑岩脉和斜长角闪岩脉。花岗斑岩脉最为发育,分布于矿区中部,大小数十条,多沿北西西向断裂破碎带侵入,沿 $290^{\circ} \sim 310^{\circ}$ 方向展布,倾向南西,有时沿北东向断裂侵入,倾向南东,倾角 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$,形态不规则,多呈脉状、透镜状、团块状,具分枝、复合等现象。斜长角闪岩脉沿更次一级断裂充填,规模较小,长几米至几十米,厚几十厘米至十多米,呈脉状产出,矿物颗粒较粗,受区域变质及动力变质作用影响,具定向

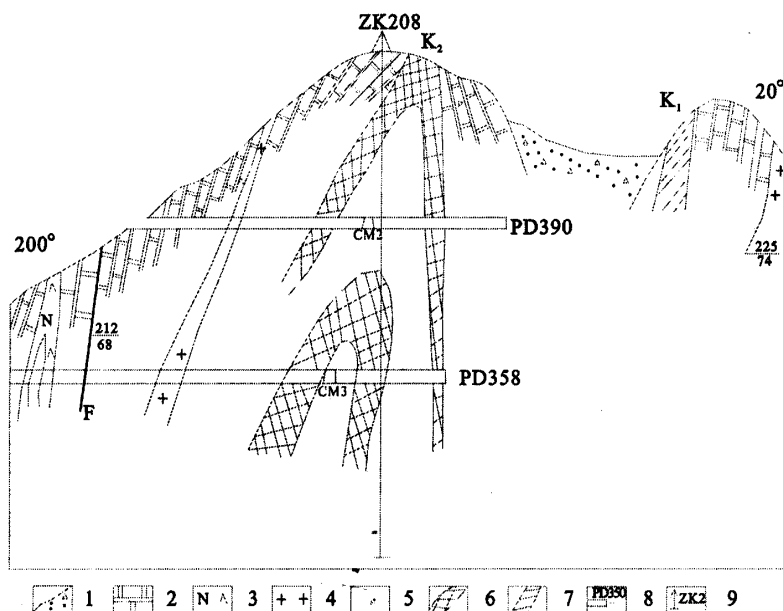


图3 骆驼沟矿区208勘探线剖面图

Fig. 3 Profile of No. 208 prospecting line of Luotugou deposit

1-第四系;2-大理岩;3-斜长角闪岩;4-花岗岩;5-硅化;6-银多金属矿体;7-银矿化体;8-坑道及编号;9-钻孔位置及编号
构造或微具片理化,片理产状与围岩基本一致。

花岗岩脉和花岗斑岩脉与矿关系密切,大致分为两期:早期花岗岩脉(可能形成于华力西期)呈肉红色、浅灰色,含钾长石、微斜长石40%~50%,斜长石极少量,石英40%~60%,暗色矿物极少,小于0.50%,呈不等粒结构,花岗变晶结构,块状构造,多数受构造作用影响而具角砾岩化,甚至糜棱岩化,经热液蚀变作用后,具强烈硅化或高岭土化、绢云母化,矿化常沿花岗岩脉与大理岩接触面进行,与成矿有空间上的联系;晚期花岗斑岩脉(可能形成于燕山期)呈肉红色、浅灰色,含钾长石或钾长石为主的条纹长石40%~90%,石英3%~40%,暗色矿物极少量,颗粒粗大,有时呈伟晶状,形成钾长(伟晶)花岗岩,通常遭受了强烈的挤压破碎作用,呈碎裂或糜棱结构,块状构造,是区内主要含矿岩石之一。

2.4 地球化学特征

1:1万地化土壤测量,已圈出了一条北西西向连续延伸长4 km,宽100~460 m的东部未封闭的组合异常。异常元素组合为铜、银、铅、锌、钼、铋。其中银最高 77×10^{-6} ,平均 4.75×10^{-6} ;铅最高 1000×10^{-6} ,一般 $(300 \sim 800) \times 10^{-6}$;锌最高 4500×10^{-6} ,一般 $(200 \sim 700) \times 10^{-6}$;铜最高 1000×10^{-6} ,一般 $(300 \sim 1500) \times 10^{-6}$;钼最高 115×10^{-6} —一般 $(20 \sim 50) \times 10^{-6}$;铋最高 110×10^{-6} ,一般 $(5 \sim 15) \times 10^{-6}$ 。异常元素组合好,强度高,充分显示了良好的找矿前景。在矿体上方 $Ag > 50 \times 10^{-6}$, $Cu > 1000 \times 10^{-6}$, $Pb > 1000 \times 10^{-6}$, $Zn > 4500 \times 10^{-6}$ 。从矿体到围岩,各元素含量随远离矿体而逐渐降低(图4)。

3 矿床特征

3.1 矿(化)体特征

区内 K1、K2 两条银多金属矿脉赋存于秦岭群雁岭沟组中部岩性段内,受北西西向断裂破碎带和沿破碎带充填的的花岗斑岩脉双重控制。两条矿脉大致平行且相距 50~200 m,走向 290~310°,南倾,倾角 50~80°,形态较简单,呈脉状、似层状、透镜状产出,沿走向和倾向局部具膨缩现象。

K1 矿脉:分布于矿化带北侧,现已控制长度为 2500 m,出露宽 30~5 m。沿走向或倾向均有膨大缩小和波状弯曲等特征。总体走向 110°,南倾,倾角 50~80°。现已圈出 K1-1 矿体。

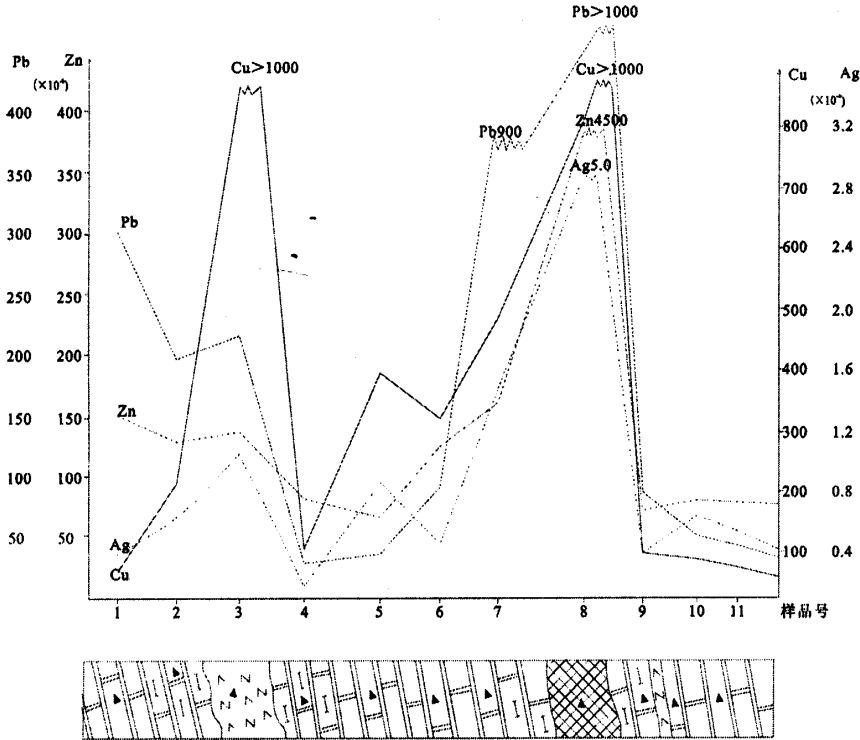


图 4 TC115 探槽中矿体顶底板化探异常图

Fig. 4 Diagram showing anomalies on Ranging wall and bottom wall of ore body in No. 115 prospecting french
1、5、6、10、11-大理岩;8-矿体;3-斜长角闪岩;6-样品位置;2、4、7、9-透辉石化大理岩

K2 矿脉:分布于矿化带南侧,现已控制长度 2 400 m,出露宽 25~1 m,。总体走向 110°,南倾,倾角为 50~75°。现已圈出矿体 K2-1。

3.2 矿体特征

矿区圈出 K1-1、K2-1 两个矿体,其中 K1-1 矿体规模较大,为矿区内的主矿体。
K1-1 矿体:分布于 K1 矿脉中,呈似层状沿构造蚀变带产出。矿体长 3 000 m,厚度 0.73~11.24 m,平均厚度 4.22 m,控制斜深 170~360 m,矿体总体走向 110~120°,倾向南,倾角为 60~75°。矿石类型以花岗斑岩型为主,次为蚀变大理岩型。主要蚀变有:硅化、钾化、碳酸盐化、透辉石化、蛇纹石化等。金属矿化有:黄(褐)铁矿化、孔雀石化、黄铜矿化、方

铅矿化。其中银品位 $(40.9 \sim 253.0) \times 10^{-6}$, 平均 153.1×10^{-6} ; 铜品位 $(0.16 \sim 2.25) \times 10^{-2}$, 平均 1.19×10^{-2} ; 铅品位 $(0.12 \sim 3.91) \times 10^{-2}$, 平均 1.25×10^{-2} , 锌品位 $(0.04 \sim 2.42) \times 10^{-2}$, 平均 0.90×10^{-2} 。

K2-1 矿体: 分布于 K2 矿脉中, 沿走向或倾向均具膨大缩小现象, 矿体长度 1070 m, 矿体厚 0.85 ~ 5.47 m, 平均厚度 3.13 m; 倾斜深 120 ~ 240 m。矿体总体走向 290°, 南倾, 倾角 60 ~ 73°。矿石类型以蚀变大理岩型为主。主要蚀变有: 硅化、钾化。金属矿化有: 黄铁矿化、黄铜矿化、方铅矿化、闪锌矿化。呈细脉状、团块状及网脉状浸染分布。其中有用元素品位银最高 137.30×10^{-6} , 最低 4.63×10^{-6} , 平均 93.40×10^{-6} ; 铜最高 1.49×10^{-2} , 最低 0.30×10^{-2} , 平均 0.86×10^{-2} ; 铅最高 1.32×10^{-2} , 最低 0.19×10^{-2} , 平均 0.95×10^{-2} ; 锌最高 1.31×10^{-2} , 最低 0.65×10^{-2} , 平均 1.10×10^{-2} 。

4 矿石类型

矿石分为花岗斑岩型和蚀变大理岩型两大类: 沿次级裂隙发育的大理岩、大理岩与花岗斑岩的接触带是成矿的有利空间, 矿化较好, 常形成蚀变大理岩型矿石; 沿断裂侵入的较晚期的花岗斑岩从深部带来大量成矿物质, 在一定的温、压条件下沉淀、富集, 常全脉构成矿体, 形成花岗斑岩型矿石。矿石特征见(表 1、表 2)。

硅化: 主要在矿体及其顶底板附近围岩中, 石英呈团块状、细脉状分布, 粒径 0.10 ~ 0.20 mm, 少量为 0.15 ~ 0.5 mm。

表 1 不同成因类型矿石特征一览表
Table 1 Schedule of characteristics of ores of different genetic types

类 别	花岗斑岩型	蚀变大理岩型
脉石矿物	钾长石 $>30 \times 10^{-2}$ 、石英 $>30 \times 10^{-2}$	方解石 $(10 \sim 15) \times 10^{-2}$ 、白云石 $(5 \sim 10) \times 10^{-2}$ 、透辉石 $(3 \sim 5) \times 10^{-2}$
金属矿物	黄铁矿 $(3 \sim 5) \times 10^{-2}$ 、黄铜矿 $(3 \sim 5) \times 10^{-2}$ 、方铅矿 $(3 \sim 5) \times 10^{-2}$ 、闪锌矿 $(3 \sim 5) \times 10^{-2}$ 、自然银 0.02×10^{-2} 、辉铋矿 0.1×10^{-2}	黄铁矿 $(3 \sim 5) \times 10^{-2}$ 、黄铜矿 $(3 \sim 5) \times 10^{-2}$ 、方铅矿 $(2 \sim 3) \times 10^{-2}$ 、闪锌矿 $(2 \sim 3) \times 10^{-2}$ 、磁铁矿微量
结构	碎裂结构、半自形~它形粒状结构、斑状结构	碎裂结构、半自形~它形粒状变晶结构
构造	块状构造、细脉浸染状构造、条带状构造	角砾状构造、细脉浸染状构造、条带状构造
蚀变	碳酸盐化、硅化、钾化	碳酸盐化、钾化、硅化、蛇纹石化、绿泥石化

表 2 矿石及围岩主量元素及成矿元素化学分析结果表
Table 2 Maing elements and ore-forming elements in ores and host rocks

矿石	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	S
花岗斑岩	55.73	15.69	2.70	0.68	0.25	1.67	0.72	9.80	0.43	0.01	5.94
蚀变大理岩	38.32	3.94	5.10	1.32	0.14	28.29	11.13	0.18	0.08	0.29	6.96
矿 石	Au	As	Sb	Ag	Cu	Pb	Zn	W	Mo	Bi	Ba
花岗斑岩	3.4	31	3.18	440	>1000	>1000	>5000	120	10000	1500	350
蚀变大理岩	15.5	135	1.36	265	>1000	>1000	800	20	35	930	300

注: 成矿元素 Au、Ag 单位为 $\times 10^{-9}$, 其他元素单位为 $\times 10^{-6}$, 主量元素单位为 $\times 10^{-2}$; 样品由河南省第一地质勘查院化验室分析

黄铁矿: 自形-他形粒状, 粒径多在 0.10 ~ 1.50 mm 之间, 呈星散状、细脉状集合体不均匀分布。根据结晶习性, 可分早晚两个世代, 早期黄铁矿呈粗粒状, 自形程度较高, 受构造作用, 部分发生碎裂; 晚期黄铁矿多呈半自形-他形细粒状, 一部分被黄铜矿包裹或分布其

粒间,少量呈细脉状穿插在黄铜矿裂隙中,显示黄铁矿化在高一低温阶段均有形成。

黄铜矿:呈不规则它形粒状、团块状、脉状集合体分布,粒径一般为 0.10 ~ 2.0 mm。根据矿物间的穿插关系,分为早晚两个世代,早期黄铜矿粒度较粗,常与闪锌矿、方铅矿、黄铁矿等连生、共生在一起,可见黄铜矿与闪锌矿之间具有相互包容关系;晚期黄铜矿多呈微细粒状,与碲铋硫盐矿物相伴生,他们组成微细脉状切穿早期硫化物。方铅矿:呈半自形 - 它形粒状,粒径一般为 0.10 ~ 1.50 mm,呈浸染状、细脉状、小集合体不均匀分布,多沿黄铜矿颗粒边缘及粒间分布,少数颗粒中含黄铜矿小固溶体。

闪锌矿:半自形 - 它形粒状,粒径一般为 0.10 ~ 1.5 mm 之间,呈集合体状不均匀分布,少部分与黄铜矿连生在一起,少数含有黄铜矿细粒固溶体或被方铅矿小细脉穿插,说明闪锌矿、黄铜矿形成的时间均早于方铅矿。

自然银:多呈微细的小脉穿插于黄铜矿中,少数被黄铜矿所包裹。由此说明自然银是两期成矿。

根据矿石中金属矿物的共生组合、嵌布形式、蚀变交代作用等特征,主要金属矿物的生成顺序为:粗粒自形粒状黄铁矿→磁黄铁矿→细粒他形黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿→黄铜矿→褐铁矿、孔雀石、铜兰。

5 矿床成因

5.1 地层因素

前已述及,朱阳关 - 夏馆断裂带是中元古界秦岭群与下古生界小寨组、二郎坪群的一个界限断裂,南侧秦岭群为华北板块南缘结晶基底之上的初始裂陷槽沉积环境,二郎坪群和小寨组是裂陷槽 - 小洋盆的沉积环境,二者差异很大。由微量元素丰度可知(见表 3),秦岭群雁岭沟组北带(朱 - 夏断裂南侧)银丰度值为 280×10^{-9} ,二郎坪群为 $(90 \sim 170) \times 10^{-9}$,远高于其它地层,是区内银矿源层之一。

表 3 秦岭群、二郎坪群微量元素丰度表

Table 3 Trace elements of Qinling group and Erlangping group

地质单元			Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo
二郎坪群	大庙组	北带	1.9	130	45	28	150	3.7
		南带	7.1	90	30	15	52	2.8
	火神庙组	北带	1.2	110	60	6	155	1.2
		南带	0.9	170	48	17	173	1.2
秦岭群	石槽沟组	北带	1.5	90	24	19	74	1.4
		南带	0.9	70	37	17	102	1.4
	雁岭沟组	北带	2.3	280	14	27	36	0.7
		南带	0.5	90	12	5	50	1.0

注: Au、Ag 单位为 $\times 10^{-9}$, 其他元素单位为 $\times 10^{-6}$

5.2 构造因素

朱阳关 - 夏馆断裂带是一个深达上地幔的一个超壳断裂,沿断裂带分布有基性,中基性、酸性侵入岩体和串珠状以 Ag、Au 为主的多金属地球化学异常及多处内生热液矿床,是区内重要的导矿构造。其次级断裂为成矿物质提供了沉淀的场所,是重要的容矿和储矿构造。

5.3 岩浆岩因素

沿朱阳关—夏馆断裂带,秦岭群大理岩内多处分布着花岗岩、花岗斑岩,区内其它地层内无此现象。

表 4 花岗斑岩与埃达克岩对比

Table 4 Comparison of chemical compositions between granodiorite porphyry and adakite

矿 石 ($\times 10^{-2}$)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O/K ₂ O
花岗斑岩	56 ~ 76	15.69 ~ 17.68	0.06 ~ 1.25	0.04 ~ 0.07
埃达克岩	55.00	15.00	3.00	1.00

由化学成份看,花岗斑岩与埃达克岩的值很相似,可能为深源浅成中酸性小岩体,是由洋中脊玄武岩俯冲到 70 ~ 80 km 深并部分熔融后升至近地表的产物,在其熔化上升过程中,从深部带来了大量的成矿物质。骆驼沟花岗斑岩体直接构成斑岩型矿体,在后期断裂叠加部位矿石变富,说明矿质大部分很可能由斑岩体带来。因此,花岗斑岩也是重要的矿源体。

5.4 矿床成因

根据河南省地质研究所硫同位素资料,矿区内黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 为 1.0×10^{-3} 、黄铜矿 $\delta^{34}\text{S}$ 为 1.10×10^{-3} 、方铅矿 $\delta^{34}\text{S}$ 为 -0.90×10^{-3} ,不同矿物之间 $\delta^{34}\text{S}$ 没有明显差异,与陨石硫 $\delta^{34}\text{S}$ 值比较接近,说明具较高的均一化。

矿区内所做包体测温(据省科研所)结果(爆裂法)为:黄铁矿 210℃;黄铜矿 210℃;方铅矿 250℃,说明主成矿温度在 210 ~ 250℃ 之间。由此说明成矿物质主要来自地壳深部,成矿温度具有中—低温岩浆热液特征。主成矿期在中低温阶段,矿床成因与构造、花岗(斑)岩脉有关。

通过对矿区的地层、构造及岩浆岩的研究认为^[4-5]:中元古界秦岭群作为矿源层,地壳内部的岩浆热液在沿着先存断裂上升运移的过程中,与围岩发生接触交代、变质变形,银及其它有用元素在有利部位富集成矿,形成骆驼沟银多金属矿床。

综上所述,骆驼沟银多金属矿床的成因兼具岩浆期后中低温热液成矿和斑岩成矿两方面特征。因此本矿床应属于斑岩型银多金属矿床。

6 找矿标志

6.1 区域标志

朱阳关—夏馆断裂带是区域上重要的多金属成矿带,燕山期黄花慢花岗岩体和华力西期牧虎顶花岗岩体分布在矿带两侧,岩浆活动为矿质活化迁移富集创造了充分的热动力条件,具备良好的成矿条件。因此,区域寻找多金属矿床的重要标志为:

- (1) 秦岭群内走向 290 ~ 310° 的区域深大断裂之次级韧性—脆性构造带是控矿和储矿的有利部位。
- (2) 侵位于秦岭群地层中的燕山期花岗岩脉,是区域找多金属矿床的重要条件。
- (3) 1:20 万区域地球化学组合异常,是寻找多金属矿产的指示标志。

6.2 矿区标志

- (1) 矿化蚀变带,是矿体赋存的主要部位,有时矿化蚀变带本身就是矿体。
- (2) 硅化、钾化及多金属硫化物蚀变是主要矿化标志。

- (3) 含多金属硫化物的花岗(斑)岩脉及蚀变大理岩,是多金属矿(化)体。
(4) 以 Ag、Au、Cu、Pb、Zn 等元素异常套合较好地段,是找矿的有利地段。

参考文献

- [1] 王世炎,等. 1:25 万内乡幅区域地质调查报告[R]. 郑州:河南省地质调查院,2002.
[2] 翟裕生,姚书振,周宗桂,等. 长江中下游铜金矿床矿田构造[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1999.
[3] 陆松年,李怀坤,陈志宏,等. 秦岭中新元古代地质演化及对 RODINIYA 超级大陆事件的响应[M]. 北京:地质出版社,2003.
[4] 周鼎武,刘良,华洪,等. 北秦岭中、晚元古带地质演化特征及其有关问题探讨[J]. 高校地质学报 1996, (2).
[5] 燕长海. 东秦岭铅锌银成矿系统内部结构[M]. 北京:地质出版社,2004.

Geological characteristics of Luotuogou silver-polymetal deposit in East Qingling

XIE Guo-min, MA Geng-jie, CHEN Jing, XIE Ke

(NO. 1 Geological Exploration Team of Henan Bureau of Exploration and Development of Geology
and Mineral Resources, Nanyang, 473000, China)

Abstract

Luotuogou silver-polymetal deposit is located in the south of Huanghuaman granite body and in Zhuyangguan-Xiaguan fault zone of the east section of East Qingling folded belt. The region of Zhuyangguan-Xiaguan fault zone is a metallogenetic belt of stibium, gold, silver, lead, zinc, copper, molybdenum and polymetal. In the large-scale survey of national lands and resources during 2000 ~ 2002, a great number of geological exploration work was carried out in the region and Luotuogou silver-polymetal deposit was discovered in 2003. The deposit possesses of a favorable ore-finding potentiality. Although the geological ore-finding work in the region was carried out early, yet the purpose of the geological survey is to find copper. Basing on the geological investigation on silver and polymetal in the region, this paper sums up the geological characteristics of the deposit.

Key words: porphyry silver-polymetal deposit; geology of deposit; Luotuogou; East Qingling folded belt