

地质 · 矿床

汝阳县南部铅锌钼多金属矿床成矿规律及找矿标志

马红义^{1,2}, 黄超勇^{1,2}, 巴安民^{1,2}, 黎红莉^{1,2}, 李发安³

(1. 河南省地质调查院, 郑州 450001; 2. 河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院, 许昌 461000;
3. 禹州市国土资源局, 禹州 452570)

[摘 要] 汝阳南部是河南省重要的铅锌钼多金属成矿基地之一, 到目前为止, 探明中型以上铅锌矿床 3 处, 大—中型钼矿床 2 处, 小型铜矿床 3 处, 还有多个钼、铅、锌、铜矿点。铅锌铜矿床均赋存于熊耳群安山岩体内近东西向构造破碎带中或与之相交的北东向构造破碎带中, 钼矿床赋存于花岗岩体侵入形成的斑岩体周边, 成矿作用受一定的地层、构造、岩浆岩控制, 不同时期的构造活动控制着矿床规模、矿床类型及成矿元素组合, 通过对该区成矿地质条件及环境的分析, 为进一步在该区找矿指明方向。

[关键词] 铅锌钼矿 成矿规律 找矿标志 汝阳南部 河南省

[中图分类号] P618.42; P618.43 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2006)05-0017-06

1 区域成矿地质背景

该区位于华北地台南缘, 车村—鲁山大断裂北侧, 属华北地台南缘成矿带华熊台缘拗陷成矿亚带的熊耳山—外方山成矿区^[1]。

1.1 地 层

矿区出露地层主要为中元古界熊耳群鸡蛋坪组火山岩系, 其外围有熊耳群许山组及马家河组。鸡蛋坪组主要岩石类型有高铝玄武岩、玄武安山岩、石英安山岩、安山岩、英安岩、英安流纹岩及流纹岩(图 1)。火山岩 SiO_2 含量偏低, 化学成分以富铁、

高钾、低铝等为特征, 酸性岩碱值偏高, 岩石组合系数为 1~3.3, 属钙碱性系列岩石。岩石定量分析结果与维氏值相比, 鸡蛋坪组二段 Pb、Zn 元素含量最高, 为 1.80~3.30 倍^[2-3](表 1), 其他各段为 1~2 倍, 可见鸡蛋坪组二段为铅锌成矿的有利地层。

1.2 构 造

区内褶皱简单, 地层呈单斜产出, 总体走向 NW—SE, 倾向 SW, 倾角 20°~30°。区内断裂构造广泛发育, 方向、期次、类型、规模不同的断裂相互截接、重叠、归并, 形成纵横交错的构造格局, 倾角一般较陡(>60°), 沿走向、倾向呈舒缓波状, 断面较平滑,

表 1 汝阳南部岩石微量元素特征 $\omega_B / 10^{-6}$

岩性(类)	样品数	Pb	Zn	Ag	Cu	Sn	Be	Co	Ni	Mo	As
鸡蛋坪组安山岩类	86	32.44	149.38	0.13	18.86	2.97	2.97	4.30	19.53	2.05	72.84
与维氏值中性岩之比		2.19	2.05	1.87	0.52	—	1.63	0.10	0.35	2.21	30.35
鸡蛋坪组二段安山岩类	26	48.87	130.98	0.125	14.63	3.51	3.09	14.92	22.37	1.30	59.86
与维氏值中性岩之比		3.30	1.80	1.80	0.40	—	1.70	0.10	0.40	1.40	24.90
王屋山晚期石英闪长岩类	66	72.24	143.33	0.31	29.81	13.34	2.65	24.34	19.66	2.19	18.05
与维氏值中性岩之比		4.82	1.99	4.43	0.85	—	1.47	0.20	0.36	2.43	7.52
太山庙花岗岩体	12	75.00	<100	0.069	30.42	4.95	8.47	17.08	12.50	11.42	1.58
与维氏值酸性岩之比		3.75	<1.67	1.00	1.52	1.65	1.54	3.42	1.56	11.42	1.05
火神庙花岗岩体	3	23.30	<100	—	13.30	—	10.29	16.67	<10	23.30	—
与维氏值酸性岩之比		1.17	<1.67	—	0.67	—	1.87	3.33	<1.25	23.30	—
下铺花岗岩体	36	34.30	95.60	0.02	21.50	4.30	2.40	10.40	27.00	336	40.5
与维氏值酸性岩之比		1.70	1.59	0.29	1.08	1.43	0.44	2.08	3.38	336	27.0

注: 河南省地矿局第二地质勘查院实验室(原地调二队)测试, 1985—2003。

[收稿日期] 2005-08-08; [修订日期] 2006-03-20; [责任编辑] 韩进国。
[基金项目] 国土资源部资源补偿费项目(编号: 国土资发[2003]20号文)资助。
[第一作者简介] 马红义(1968年—), 男, 1996年毕业于河南大学, 获学士学位, 工程师, 现主要从事地质矿产勘查及研究工作。

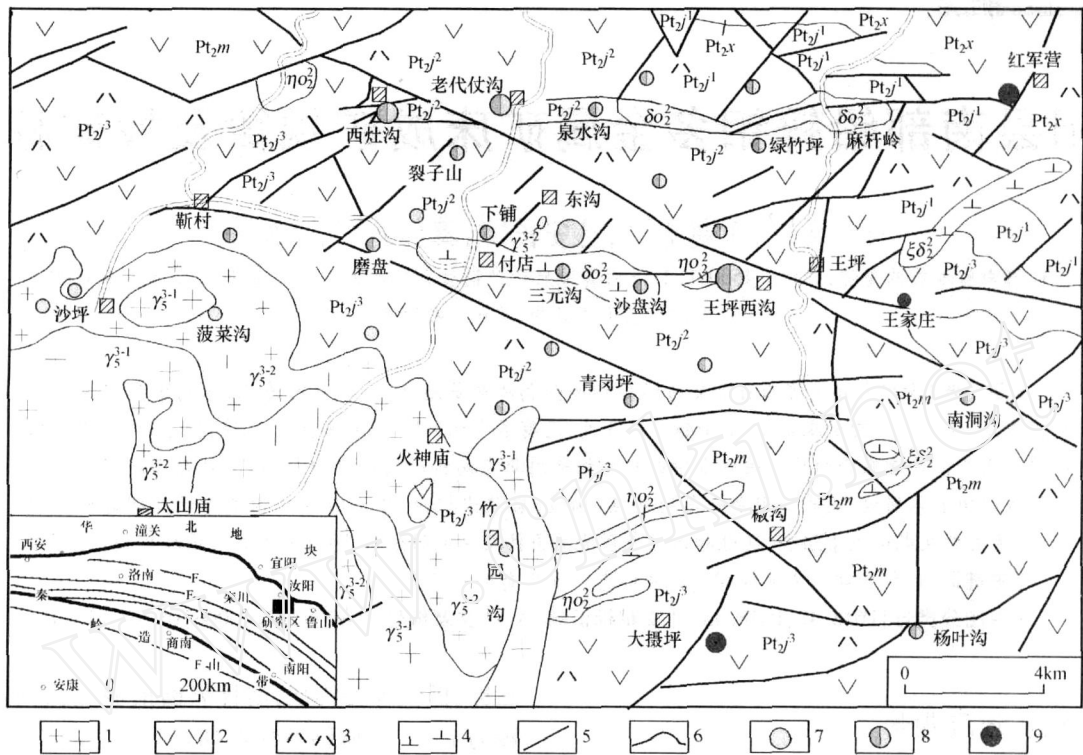


图 1 汝阳南部区域地质图 (据地调二队)

Pt_{2m}—中元古界熊耳群马家河组; Pt_{2j}³、Pt_{2j}²、Pt_{2j}¹—中元古界熊耳群鸡蛋坪组第三、第二、第一段; Pt_{2x}—中元古界熊耳群许山组; Y₅³⁻¹、Y₅³⁻²—燕山晚期第一次、第二次侵入花岗岩; δO₂—中元古代晚期石英闪长岩; ηO₂—中元古代晚期石英二长岩; ξδO₂—中元古代晚期正长闪长岩; 1—花岗岩; 2—安山岩; 3—英安岩; 4—闪长岩类; 5—断裂; 6—地质界线; 7—钼矿区 (点); 8—铅锌矿区 (点); 9—铜矿区 (点)

以规模较大的近 EW 向断裂为主,数量最多的 NE 向断裂次之,控制着区内多金属矿床矿体的分布。

1.3 岩浆岩

矿区岩浆岩活动强烈,主要有中元古代晚期中偏酸性石英二 (闪) 长岩和燕山晚期酸性花岗岩。中元古代晚期闪长岩明显受近东西向断裂带控制,为石英二长岩、石英闪长岩和闪长岩,属正常系列。岩体 U - Pb 法同位素年龄为 1440Ma^[5]。石英二 (闪) 长岩微量元素平均含量与维氏值中性岩值相比, Pb、Zn、Ag、Mo、As 偏高, Cu、Co、Ni 偏低 (表 1)。燕山晚期酸性花岗岩岩石具富硅、高钾、低镁、钙等特点。岩体中心相和边缘相黑云母 K - Ar 法同位素年龄分别为 105.30 Ma^[3]、90.40 Ma^[3]。中元古代晚期岩浆岩提供了大量的成矿物质和热源,在局部形成 Pb、Zn 矿化带 (无工业矿床)。在燕山晚期大规模 A 型花岗岩提供的成矿物质和热场范围内,叠加于中元古代晚期形成的铅锌矿化带上,在有利部位形成具有工业价值的铅锌多金属矿床。

1.4 区域地球物理、地球化学特征

1.4.1 地球物理异常特征

矿区处于 1:20 万布格重力异常等值线发生规律性曲率变化较大的地段 (图 2),负异常轴呈北东向,其范围与基底推断的隐伏花岗岩体展布方向一致。中元古界熊耳群火山岩的区域磁场为正负相伴的跳跃场。石英二 (闪) 长岩体表现为叠加在区域中等正、负跳跃场之上的局部中高负值叠加场,近东西向延伸,太山庙花岗岩体表现为大面积平缓低负值场,岩体外接触带被断续串珠状正磁异常所环绕。

1.4.2 地球化学异常特征

据 1:5 万化探^[3]成果:主要成矿元素 Pb、Zn、Ag 等集中分布于太山庙花岗岩体外接触带,与矿田展布方向一致。铅锌两元素异常强度高、规模大、套合好,有 2 个浓集中心,异常浓度梯度变化大。从元素的分布和富集特征可看出: Au、Ag、Pb、Zn、Mo、Cd 等元素是区内主要成矿元素及伴生元素。这些元素形成规模巨大的区域异常,不仅含量高,而且变异系数大,呈分异型分布,表明该区地层不仅富集这些成矿

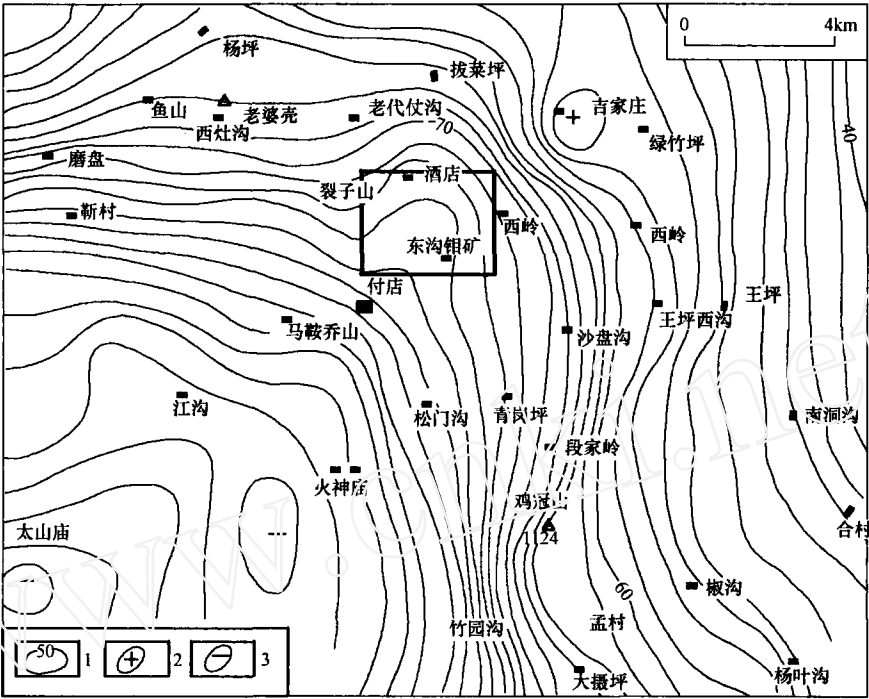


图 2 汝阳南部布格重力异常图(据 1:20 万资料)
1—重力等值线;2—重力高;3—重力低

元素,而且在有利部位后期叠加作用使这些元素进一步浓集,形成强异常,是找矿的有利部位。化探异常具有较明显的侧向水平分带,以下铺为中心,向西北、南东方向对称地依次分布着 Mo→Mo、Cu、Pb、Zn→Pb、Zn、Ag 组合异常。

2 矿带划分及典型矿床地质特征

2.1 矿带划分

汝阳南部共发现多金属矿点 64 处,其中有色金属矿产 61 处,贵金属矿产 3 处,依据主要矿床特点、控矿地质条件、矿化规律及物化探异常的空间分布关系,由北至南总体呈“四带一圈”。

:西灶沟—麻杆岭—红军营成矿(断裂)带。矿带东西长 20km,向西向东依次分布着西灶沟、老代仗沟中型铅锌矿,泉水沟、绿竹坪、南马槽铅锌矿点,最东端为红军营小型铜矿。

:付店—王坪成矿(断裂)带。矿带东西长 20km,自西向东依次为新村南矿化点、磨盘矿化点、三元沟小型矿床、沙盘沟矿化点及王坪西沟大型铅锌矿床,东端为王家庄小型铜矿。

:松门沟—青岗坪—南洞沟成矿(断裂)带。矿带长约 10km,西部受到太山庙花岗岩体侵入影响,自西向东有松门沟、青岗坪、南洞沟铅锌矿点

(床)。

:大摄坪—杨叶沟成矿(断裂)带。矿带长约 4km,西部受太山庙花岗岩体影响,自西向东有竹园沟钼矿、大摄坪铜矿、杨叶沟铅锌矿等。

“一圈”是指以东沟斑岩型钼矿区为中心,向外分布着一些由北东向断裂控制的小型铅锌矿点(床)如裂子山、草沟脑、何家庄、板柴沟等铅锌矿点。

2.2 典型矿床地质特征

2.2.1 铅锌矿床地质特征

区内主要有色金属矿点为铅锌矿,到目前为止共探明 1 个大型、2 个中型、多个小型铅锌矿床,主要有西灶沟、老代仗沟、王坪西沟、裂子山等,它们具有相似的地质特征,文章以王坪西沟为例进行分析。

矿区位于付店—王坪成矿带东端。矿体赋存于 5 条近东西向含矿破碎带中,产状同破碎带一致(图 3),长 310~1330m,宽 2~15m,延深 80~250m,矿体呈脉状、透镜状,在走向、倾向上随破碎带呈缓波状延展、膨胀狭缩、分枝复合、尖灭特征明显。矿体走向 80°~105°;倾向 N,倾角 65°~85°;矿体厚 0.76~15.54m,平均 6.04m。铅含量相对比较高,但变化较大,而锌变化较小。矿体品位变化总的趋势是:矿体厚度增大品位增高,在倾向上随深度的增

加品位有增高趋势。矿体在倾向上变化小于走向上变化。

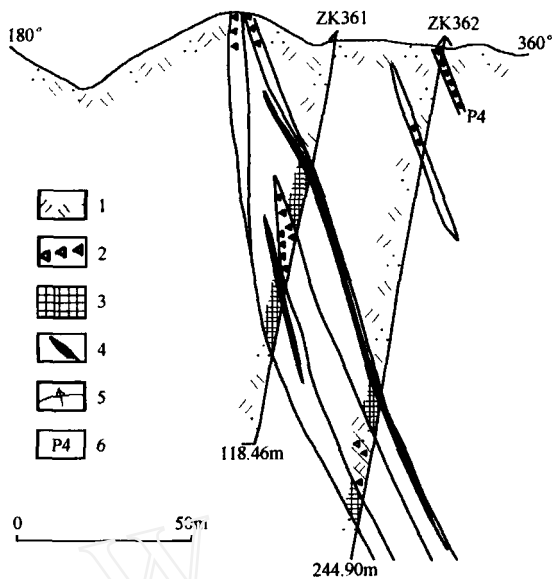


图 3 王坪西沟铅锌矿 36 勘探线 P41 矿体剖面图
(据地调二队)

1—石英二长闪长岩; 2—碎裂岩; 3—硫化矿; 4—富矿体; 5—钻孔位置; 6—矿带(体)编号

矿石中矿物组合以方铅矿、闪锌矿为主, 次为黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿, 少量白铁矿、斑铜矿。氧化

矿石矿物主要有褐铁矿、软锰矿; 脉石矿物主要为石英、绢云母、绿泥石、白云石、方解石等。主要为硫化矿石, 以细脉浸染状、块状、条带状为主, 为半自形 - 他形粒状结构、交代结构、角砾状结构等, 围岩蚀变主要有绢英岩化、硅化、绿泥石化、碳酸盐化等。

2.2.2 钼矿床地质特征

目前, 区内发现钼矿点(床) 7 处, 除东沟已探明为巨型斑岩型矿床外, 竹园沟已初步认为为一中型斑岩型钼矿床, 还在松门沟、苍沟、波菜沟、沙坪大西沟及椿树坑见有小型钼矿床(点), 多位于岩体内部或边部, 与 NE 向断裂构造带或花岗岩岩枝关系密切, 现以东沟钼矿为例进行分析。

矿区位于“四带一圈” 的一圈核心部位。矿体赋存于下铺花岗斑岩体的内外接触带上, 环绕下铺花岗斑岩体呈似层状(帽状) 分布, 矿体的形态、产状受岩体顶面形态影响较大(图 4), 呈舒缓波状, 目前已控制矿体 NW—SE 向长 1800m, NE—SW 宽 1700m, 面积约 1.76km², 厚度一般 130~170m, 最大 259.62m, 最小 7.70m, 平均 148.49m, 厚度变化系数为 44%, 钼品位 0.04%~2.62%, 一般 0.08%~0.18%, 矿体平均 0.12%, 品位变化系数为 125%, 矿体品位与厚度变化无明显关系, 但矿体的厚度越大, 品位越稳定。

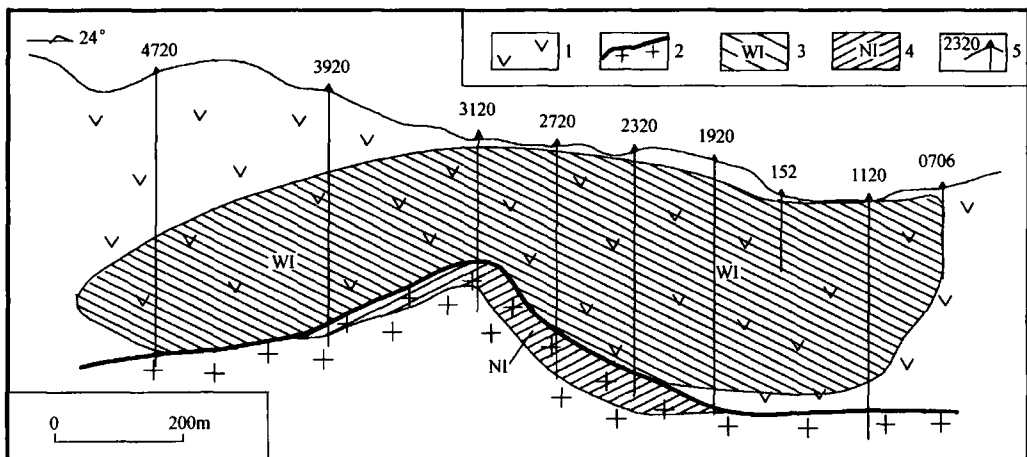


图 4 东沟钼矿横 20 勘探线矿体形态简图(据地勘二院)

1—安山岩; 2—花岗斑岩; 3—外接触带矿体; 4—内接触带矿体; 5—钻孔位置及编号

矿石矿物主要为辉钼矿, 少量磁铁矿、钛铁矿、白铁矿、黄铜矿等; 脉石矿物主要有石英、钾长石、单斜辉石、普通角闪石、黑云母等。主要为硫化矿石, 根据赋矿岩石不同, 可分为安山岩型辉钼矿矿石、英安岩型辉钼矿矿石、闪长细晶岩型辉钼矿矿石和花岗斑岩型辉钼矿矿石。

矿石为叶片状、弯曲叶片状、鳞片状、半自形 - 他形粒状结构, 浸染状、细脉浸染状、星散浸染状、薄膜状构造。矿石中伴生有益组分为 mFe、W、Cu、Pb、Zn 等, 可综合回收磁铁矿。

2.2.3 铜矿床地质特征

区内发现铜矿点(床) 3 处, 均产于近 EW 向断

裂或 NE向带断裂破碎带中,现以大摄坪铜矿为例进行分析。

矿区位于大摄坪—杨叶沟成矿(断裂)带中部。矿体呈 NE向赋存于石英钠长斑岩脉旁侧的蚀变安山岩中,共圈出 6个矿体,长 30~270m,宽 1~2m,走向 45°~60°;倾向 NW或 SE,倾角较陡,矿体厚 0.5~4.27m,Cu品位 0.21%~6.08%,呈透镜状、似层状,富矿体常呈囊状、不规则状,自地表向深部品位有增高的趋势。

矿石矿物组合主要有黄铜矿、黝铜矿,次为闪锌矿、黄铁矿、方铅矿,脉石矿物主要有石英、绿泥石、绿帘石、绢云母及云解石等,主要为硫化矿石,以细脉浸染状矿石、斑块状矿石、杏仁状矿石为主,呈自形—半自形—他形粒状结构,围岩蚀变以青磐岩化、黄铁矿、铁锰矿化为主,伴生组分为 Pb、Zn、Au、Mo。

3 成矿规律

3.1 地层控矿规律

据燕长海^[6],区域熊耳群为形成于大陆裂谷和张力构造环境的产物,在 Na₂O/K₂O - (Na₂O + K₂O)图上,熊耳群火山岩属偏碱性玄武岩^[2]系列。微量元素的含量与维氏值(表 1)相比,Pb、Zn、Mo等

元素相对富集,高出维氏值数倍,Cu、Co、Ni等则相对贫化。Cu、Co、Ni仅在岩浆岩较高,这说明 Pb、Zn、Mo成矿物质来源丰富,特别是 Mo,在岩浆岩高出维氏值数百倍,为成矿提供了充足物质来源,而 Cu物质来源相对匮乏。

3.2 构造控矿规律

区内断裂构造以 EW向为主,NE向次之,其次还有 NW向、SN向断裂,它们共同控制着区内主要矿床的分布(表 2)。

由表 2知: 区内各方向断裂中 Pb、Zn、Cu、Mo、Ag等元素存在明显的正相关关系; Cu、Pb、Mo元素平均含量在 NE向断裂内最高,其次是近 EW向断裂,近 SN向断裂含量最低; Zn、Cd元素在近 EW向断裂中含量最高,NE向断裂中含量稍低,近 SN向断裂中 Zn含量最低,NW向断裂中 Cd含量最低; As、Sn、Ba元素含量总体上变化不大,但 Sn元素平均含量在 NW向断裂内明显地偏高,在近 SN方向最低。总之,北东向断裂以 Pb、Zn、Mo、Cu矿化为主,近 EW向断裂矿化元素组合比较复杂,主要为 Zn、Cd、Pb、Ag、Cu、Mo,表明近 EW向和 NE向断裂构造为该区铅锌(银)、钼、铜的主要控矿构造。

表 2 不同方向断裂微量元素特征

$\omega_B / 10^{-6}$

断裂方向	Mo	Pb	Zn	Cu	Ba	Sn	As	Cd	Ag
东西向	86.40	914.35	2292.54	84.44	964.1	6.31	16.9	43.41	4.12
北东向	350	1286.36	1909.21	158.93	1430.36	7.875	17.7	5.025	4.56
北西向	40.26	225.9	876.57	38.97	1240	22.63	22.1	2.23	3.61
南北向	38.74	119	440.36	22.53	903.2	2.64	19.36	16.20	0.446

注:河南省地矿局第二地质勘查院实验室(原地调二队)测试,1992—2003。

3.3 岩浆岩控矿规律

中元古代晚期石英二(闪)长岩平均值与戴里石英闪长岩相比,岩石偏基性,与梨形闪长岩之比,为 SD₂饱和的极弱碱性的岩石。微量元素平均含量与别乌斯(1972)中性岩值相比,Pb、Zn、Ag、Mo、As偏高,Cu、Ni偏低。

燕山晚期花岗岩体里特曼指数为 1.1~2.42^[3],为太平洋型,岩石富钾、铝质—过铝质,锆负异常明显,在 Nb - Ce - Y图解上投点落 A₁型花岗岩区,在 Rb - (Y+Nb)、Nb - Y图解上投点均落在板内花岗岩区,因此,太山庙岩体属 A型花岗岩^[6],源岩物质来自于地壳。微量元素从中心相—边缘相,Cu、Mo元素含量升高,Zn、Pb、Co、Ni、Ba含量下降。下铺岩体、火神庙岩体 Mo元素含量特高,超过维氏值数十—数百倍。从而认为,中元古代晚期中

酸性侵入岩提供了大量的铅锌成矿物质,其岩浆期后热液活动,使围岩中的 Pb、Zn成矿元素和岩体本身的成矿元素在通过侵入体内或接触带上的近 EW向断裂带初步富集,形成近 EW向的 Pb、Zn矿化带(无工业矿床)。

燕山晚期酸性侵入岩作为巨大的热源,携带大量的铅锌物质的同时,还提供丰富的钼、铜物质,促进了地下热水与围岩成矿物质的交换作用,含有部分铅锌物质的混合岩浆热液与含矿热水溶液混合,叠加于早期形成的 EW向铅锌矿化带上,在有利部位沉淀形成具有工业价值的铅锌多金属矿床。而热水溶液在沿北东向上侵时,沿 NE向裂隙与围岩交换,在构造有利的部位形成钼、铜、铅、锌矿床。Pb、Zn成矿为地层、岩浆复合热液,Mo、Cu为单一岩浆热液成矿。

4 找矿标志

1) 太山庙花岗岩体内部的钼、锡化探异常及花岗岩体东北方向熊耳群火山岩中的 Pb、Zn、Mo 异常区及 Pb、Zn 主要成矿元素中、外带异常,是下阶段该区找矿的重要靶区。

2) 地表老硐及矿体的氧化铁锰帽是矿体的直接找矿标志。

3) 线型、面型绢英岩化或硅化、绿泥石化、钾长石化、青磐岩化、碳酸盐化为重要的近矿蚀变标志,尤其是不同蚀变类型相互叠加部位的近 EW 向和 NE 向构造破碎带。

4) 矿体主要赋存于近 EW 向断裂内;断裂带沿走向转弯、沿倾向由陡变缓处及断裂破碎带膨大部位是富、厚矿体赋存的有利部位;多期次构造活动,碎裂程度高及围岩蚀变强的复杂地段对成矿有利。

5) 石英二长闪长岩体为铅锌成矿提供了部分成矿物质,多沿主矿带充填,并经破碎、蚀变、成矿,是区内找矿的围岩标志。

6) 多期次的构造活动在赋矿岩石中形成的次级构造裂隙(解理),花岗斑岩体上侵引起的层间破碎等为该区钼矿形成了有利的成矿空间,已有资料表明,赋矿岩石破碎、裂隙发育的部位,矿脉多,品位高。

[参考文献]

- [1] 罗铭玖,黎世美,卢欣祥,等.河南省主要矿产的成矿作用及矿床成矿系列[M].北京:地质出版社,2000:56-57.
- [2] 燕长海,黄任远,刘良才,等.汝阳南部铅锌成矿远景区大比例尺成矿预测报告[R].郑州:河南省地质矿产厅,1991:25-30.
- [3] 吕献廷,贾佑来,刘良才,等.中华人民共和国区域地质调查报告(1:50000 付店幅)[R].郑州:河南省地质矿产局,1988:140-145.
- [4] 马红义,李济营,黄超勇,等.汝阳县楼长沟铅锌矿床地质特征及矿床成因[J].矿产与地质,2005,19(5):523.
- [5] 郭保健,李永峰,王志光,等.熊耳山 Au-Ag-Pb-Mo 矿集区成矿模式与找矿方向[J].地质与勘探,2005,41(5):43.
- [6] 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,2004:6-18.

METALLOGENIC REGULARITIES AND PROSPECTING CRITERIA OF Pb - Zn - Mo DEPOSITS IN THE SOUTH RUYANG AREA

MA Hong - yi^{1,2}, HUANG Chao - yong^{1,2}, BA An - min^{1,2}, LI Hong - li^{1,2}, LI Fa - an³

(1. Henan Institute of Geology and Mineral Exploration, Zhengzhou 450001;

2. No. 2 Geological Exploration Team, Henna Bureau of Geological Exploration and Mineral Development, Xuchang 461000;

3. Yuzhou Bureau of Land and Resources, Yuzhou 452570)

Abstract: The south Ruyang area is one of the major Pb - Zn - Mo mineralizing accumulation in the Henan province. By now, three medium Pb - Zn deposits, two medium - large Mo deposits, three small Cu deposits and many Mo - Pb - Zn - Cu spots have been found. Pb - Zn - Cu deposits are located in the E - W trending tectono - fracturing belts in the Xiong'er group volcanic rocks, or in the N - W trending tectono - fracturing belts. Mo deposits belong to porphyry type. Mo ore bodies lie in the inner and outer contacting belt of granitic porphyry rocks, and mineralization is controlled by certain stratigraphic units, tectonics and magmatic rocks. Tectonic activities of different periods control scale, type and element association of ore deposits.

Good prospecting direction for exploration is pointed out based on ore - forming condition and environments.

Key words: Pb - Zn - Mo deposit, ore - forming regularity, prospecting criteria, south Ruyang, Henan province