

# 河南付店矿集区斑岩钼矿和脉状铅锌矿地质特征与成矿时代

叶会寿<sup>1</sup>, 毛景文<sup>1</sup>, 何春芬<sup>2</sup>, 何岳<sup>3</sup>, 孟芳<sup>4</sup>

(1) 中国地质科学院矿床资源研究所国土资源部成矿作用和资源评价重点实验室, 北京 100037; 2 河南省地质矿产勘查开发局第一地质调查队, 河南 洛阳 471023; 3 河南省灵宝市金源矿业有限责任公司, 河南 灵宝 472500;

4 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083)

近些年来,在河南省外方山付店矿集区找矿勘查中取得了重大进展,发现了东沟、竹园沟等大中型斑岩钼矿,资源/储量达 70 万 t 以上;以及西灶沟、老代丈沟、三元沟、王坪西沟等脉状铅锌矿床,资源/储量达 30 万吨以上,显示了巨大的找矿前景。本文系统总结了斑岩钼矿床、脉状铅锌矿床地质特征,采用了 Re-Os 法和 Ar-Ar 法分别对斑岩钼矿和脉状铅锌矿成矿年龄进行了测定,并结合成矿流体特征和成矿物质来源同位素示踪研究成果,探讨了钼铅锌矿的成矿机制和形成的地球动力学背景,建立了矿床模型。

## 1 矿集区地质

地处华北陆块南缘的付店矿集区位于河南省汝阳县南部(图 1), 出露地层为中元古界熊耳群火山岩, 褶皱构造以近 EW 向短轴背、向斜为主, 断裂构造有 EW 向、NE 向、NW 向构造为主, 对成矿具有控制作用。侵入岩有中元古代(1 650 Ma; 赵太平等, 2004)石英闪长岩岩株或岩脉, 早白垩世太山庙花岗岩基, 由中粗粒钾长花岗岩、中细粒花岗岩和细粒花岗岩斑岩等 3 期侵入组成; 早白垩世东沟花岗岩斑岩体。岩石地球化学特征表明, 太山庙岩体和东沟岩体属铝质 A 型花岗岩, 形成于陆内拉张环境(叶会寿等, 2008)。



图 1 汝阳县付店矿集区地质矿产图

1—中元古界熊耳群火山岩; 2—早白垩世花岗岩; 3—中元古代石英英二长岩; 4—中元古代石英闪长岩; 5—斑岩铜矿; 6—铅锌矿床; 7—断裂及产状

## 2 东沟钼矿床地质特征

东沟钼矿赋存于早白垩世东沟花岗斑岩体与中元古界熊耳群火山岩接触带附近,主要矿体赋存于岩体外接触带,矿体形态严格受花岗斑岩体顶面形态制约,矿体平均厚 189.76 m,似层状,以细脉浸染状和浸染状辉钼矿化为主。矿石金属矿物主要为辉钼矿,少量的黄铁矿、白钨矿等;脉石矿物主要为石英、钾长石、斜长石、角闪石,次有绿泥石、绿帘石、绢云母、萤石等。矿石具鳞片状结构,浸染状、细脉浸染状、薄膜状构造。围岩蚀变主要为硅化、钾长石化、黑云母化,次为绢云母化、绿泥石化、萤石化、碳酸盐化等,呈面型分布。热液期分为 4 个阶段:① 石英-钾长石阶段,形成钾长石石英脉、钾长石脉,基本无辉钼矿化;② 辉钼矿-石英-钾长石阶段:形成辉钼矿钾长石石英细脉;③ 石英-辉钼矿阶段,形成辉钼矿石英细脉,成矿流体均一温度 199~392℃,平均 296℃,盐度 12.62%~22.71%,平均 15.60%;④ 碳酸盐化阶段,形成方解石脉。

## 3 脉状铅锌矿地质特征

西灶沟矿区,III号矿脉含矿性最好,地表出露长度 1 800 m,走向近东西,倾向南,倾角 65~85°,已圈出 3 个矿体,长 180~445 m,平均厚度 5.26 m。矿床平均品位: Pb2.81%, Zn2.61%。老代丈沟矿区, V 号矿脉规模最大,走向近东西,矿脉西段(19 线以西)倾向南,倾角 65~80°,中东段倾向北,倾角 64~85°,已圈出 2 个矿体,长 1 360~1 520 m,平均厚度 2.79 m。矿体呈脉状、似层状,在走向和倾向上均显示舒缓波状、膨大狭缩分枝复合等特点,矿床平均品位: Pb2.11%, Zn2.61%。三元沟矿区, K2 矿脉规模较大,走向近东西,倾向北,倾角 52~61°,矿脉由碎裂岩、蚀变岩及铅锌矿组成。已圈出矿体 1 个,长 400 m,平均厚度 0.92 m。

矿石金属矿物主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿,其次是磁黄铁矿、黄铜矿。脉石矿物有石英、绢云母、铁白云石和绿泥石等。成矿围岩蚀变主要有硅化、绢云母化、碳酸盐化和绿泥石化。热液期可分为 4 个成矿阶段:黄铁矿-石英阶段,主要形成含黄铁矿石英脉,成矿流体均一温度 150~536℃,平均 324℃,盐度有两组,一组盐度  $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$  为 1.4%~10.36%,属低盐度,另一组为 18.04%~22.71%,属中等盐度,可能由 2 种流体混合形成,成矿流体属中温中低盐度含  $\text{CO}_2$  的  $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$  体系。石英-多金属硫化物阶段,主要形成方铅矿闪锌矿矿化,成矿流体均一温度 150~402℃,平均 244℃,盐度 2.07%~8.95%,平均密度为 0.86 g/cm<sup>3</sup>。多金属硫化物-碳酸盐阶段,主要形成含方铅矿等的菱铁矿脉,成矿流体均一温度 215~261℃,平均 247℃,盐度 13.72%~14.04%,平均密度 0.94 g/cm<sup>3</sup>。碳酸盐化阶段,主要形成碳酸盐脉。

## 4 H、O、C、S、Pb 同位素特征

铅锌矿床早期成矿流体  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  值为 5.9‰~9.3‰,  $\delta\text{D}$  值为 -84‰~-81‰,说明成矿热液来自岩浆水。中晚期成矿流体  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  值为 -3.4‰~1.6‰,  $\delta\text{D}$  值为 -88‰~-78‰,应为岩浆水与大气降水混合所致。因此,随着热液的演化,由于大气水的混入,造成成矿热液物理化学条件的骤变和矿质沉淀。

钼矿和铅锌矿 36 件金属矿物  $\delta^{34}\text{S}$  值总体呈弥散式分布特征。 $\delta^{34}\text{S}$  变化范围为 -6.47‰~+11.6‰,极差 18.07‰,平均 +7.18‰,硫可能来自深源,但在不同成矿阶段,由于 pH、 $f(\text{O}_2)$  变化较大,成矿热液中的硫发生了同位素分馏。老代丈沟铅锌矿方解石  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  为 -4.5‰,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$  为 8.4‰。与 Hoefs (1987) 界定的地幔来源碳同位素 (-5‰±2‰) 十分接近,显示出地幔来源的特征。矿石铅同位素变化范围较小,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  为 17.298~17.829,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  为 15.388~15.627,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  为 37.946~39.138。 $\mu$  值多数介于 9.20~9.40 之间,  $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$  比值 4.1~4.30 之间。这种  $\mu$  值不高(低于 9.50)和  $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$  较大的特点,反映铅来自深部,主要来自下地壳。

## 5 成矿时代

东沟钼矿 2 个辉钼矿 Re-Os 同位素模式年龄分别为 (116.5±1.7) Ma 和 (115.5±1.7) Ma。三元沟铅锌矿蚀变绢云母  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  坪年龄为 (110.1±9.0) Ma,形成于早白垩世,与东沟花岗斑岩 (112±1) Ma 和太山庙花岗岩 (115±1.4) Ma 形成时代相当,应为同一构造环境的产物。

## 6 矿床成因类型

太山庙花岗岩、东沟花岗斑岩、东沟钼矿、西灶沟等铅锌矿均为早白垩世陆内拉张环境下同一构造-岩浆-流体活动的产物。太山庙和东沟花岗质岩浆源于下地壳岩石局部重熔;而钼矿和铅锌矿成矿流体则以岩浆期后流体为主,成矿物质源于下地壳。因此,该区钼矿、铅锌矿的形成可理解为,由于地壳的拉张,软流圈上涌岩石圈拆沉减薄,造成下地壳岩石局部重熔形成含矿的花岗质岩浆,随着岩浆的上升侵位,岩浆期后热液携带钼铅锌等成矿物质,由于成矿物理条件的变化,在适宜的空间发生成矿元素的分带沉淀形成斑岩型钼矿和脉状铅锌矿床。因此,东沟斑岩型钼矿和西灶沟等脉状铅锌矿应为早白垩世与铝质 A 型花岗岩有关的钼铅锌矿床。