



图1 太白维山矿田地质略图(据张德佑, 1989)

Kz. 新生界; J<sub>3z</sub>. 侏罗系上统张家口组; J<sub>3b</sub>. 侏罗系上统白旗组; J<sub>3h</sub>. 侏罗系上统后城组; C. 石炭系; O. 奥陶系; ∈-寒武系; Ch-Qn. 长城系-青白口系; W<sub>5</sub>. 五台群变质岩;  $\delta O_2$ . 变质石英闪长岩;  $\lambda \pi_5$ . 石英斑岩;  $\gamma$ . 花岗岩; 1. 正断层; 2. 逆断层

类断裂的主活动时代为燕山运动时期, 是晚侏罗世晚期或早白垩世时期的产物; 而靠近盆地外缘的断层为正断层, 断层切割了寒武纪、奥陶纪地层, 显示了中生代仰冲, 新生代下滑的特点。

### 2.3 岩浆岩

区内主要发育晚侏罗世早期的白旗期和张家口期陆相火山岩。白旗期主要为中(基)性-中酸性偏碱性安粗岩类和粗面岩; 张家口期主要以酸性流纹质火山岩为主(李兆龙等, 1992年), 主要为火山碎屑岩, 说明形成火山岩的岩浆富含挥发份。矿体侵入于火山岩中, 说明成矿时代为白旗期火山活动与张家口期火山活动期间。

区内中深成侵入岩主要花岗岩。浅成、超浅成岩浆岩主要有花岗斑岩和石英斑岩, 并以石英斑岩为主, 二者形成时代相同, 均侵入于白旗期和张家口期火山岩中。矿区的NW端深部出露碱性长石英斑岩, 在其旁侧分布系列排列的角砾状石英斑岩, 成矿物质及熔岩物质呈胶结物对角砾进行胶结。石英斑岩、碱性长石石英斑岩和隐爆角砾岩均被细粒石英斑岩岩脉穿插。矿区的侵入岩岩性特征和穿插关系说明区内在燕山期有两次以上岩浆

活动。

## 3 矿床地质特征

支家地银矿产于支家地石英斑岩体边部的隐爆角砾岩中, 受隐爆角砾岩体及断裂构造控制。根据各个矿体构造体系、控矿岩体、空间展布、矿石类型、矿物组合、蚀变类型、围岩蚀变等特征将该矿区矿体划分为隐爆角砾岩型和断裂热液充填型两种主要类型(武俊厚, 2009; 袁见齐等, 1985; 肖秀梅, 1992; 覃嫻瑟, 2010)。

### 3.1 隐爆角砾岩型矿体主要特征

该类矿体主要分布于矿区中部, 呈北西西-南东东展布, 同时受石英斑岩与凝灰角砾岩接触带控制。矿体沿NW方向分布在走向NW、倾向NE和SW的两组断裂热液充填型矿体中间。空间分布具有等距性。

(1) 矿物成分主要为石英、长石(钾长石为主, 少量斜长石)、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、方解石、白云石等, 次要矿物包括白云母、绢云母、黑云母、绿泥石等。

矿石的结构构造主要有自形-半自形粒状、他形粒状、碎裂结构,角砾构造、浸染状构造及细脉构造。隐爆角砾岩型矿体主要为角砾构造,角砾形态多种;成分主要为石英斑岩、火山角砾岩、白云岩和硫化物矿化角砾,角砾间充填方铅矿、闪锌矿等硫化物。

(2) 由矿体边缘向内部、由上至下,隐爆角砾岩型矿体显示出矿化分带特点,其矿物组合也相应显示了从上到下、由外到里为方铅矿-(铁)闪锌矿-黄铜矿化的由较低温度到较高温度的变化、越接近矿体中心,闪锌矿含量增多,并可出现黄铜矿。

隐爆角砾岩型矿体显示构造空间上的变化,以矿化最强处为中心,在中心处矿石以角砾构造为主,角砾成份主要为石英斑岩,且角砾磨圆度较高,向外角砾磨圆度下降,逐渐过渡至未发生位移的碎裂角砾,并可出现凝灰角砾岩等其他岩性角砾。

### 3.2 断裂热液充填型矿体主要特征

该类矿体总体走向为 $115^{\circ}\sim 125^{\circ}$ ,倾向SW、NE,倾角 $65^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。其形态特征与隐爆角砾岩型矿体有明显差别,主要为脉状、似层状,主要发育细脉状、条带状、致密块状构造,显示了明显的热液沿裂隙充填的特征,矿化主要硫化物为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿。

(1) 矿物组成较简单,主要金属矿物为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿,银矿物少见。脉石矿物为石英、钾长石、斜长石、方解石、白云石、白云母、绢云母、黑云母、绿泥石等;

矿石的主要结构为自形-半自形粒状、碎裂结构、交代港湾状结构,偶见他形粒状结构,以及黄铜矿的乳滴结构,主要结构与隐爆角砾岩相似,该类矿体发育致密块状、条带状、脉状、角砾状等构造。与隐爆角砾岩型矿体相似,该类型矿体的金属矿物也具有可以反映矿化次序、成矿环境等意义的结构、构造。

(2) 矿区NW端与SE端都有星点状黄铁矿化,但SE端的黄铁矿相对自形程度高,且在硅化作用较强烈的部位黄铁矿粒径自形程度更好;矿区NW端的闪锌矿基本上都含乳滴状黄铜矿,SE端则较少含乳滴状黄铜矿,观察到闪锌矿脉中闪锌矿含乳滴黄铜矿,而脉壁的闪锌矿则不含黄铜矿,说

明含乳滴黄铜矿闪锌矿形成于较高温度环境;闪锌矿多产在石英、绢云母、方解石较多的部位;矿区中部的方铅矿主要呈脉状分布,溶蚀自形黄铁矿、闪锌矿,并被石英、方解石等溶蚀,当发育方解石、绢云母脉时,方铅矿的颗粒更大、更纯净;NW端与SE端可见含杂质较多的方铅矿,它们溶蚀闪锌矿,且被纯净的方铅矿溶蚀。

### 3.3 围岩蚀变分带

矿区的蚀变有钾化(绢云母化)、硅化、黄铁矿化、碳酸盐化,其中与矿化关系最密切的是硅化、绢云母化和碳酸盐化。

(1) 硅化在石英斑岩、凝灰角砾岩中普遍发育,而叠加在叶蜡石化之上的硅化与银、铅、锌矿化关系密切,成正相关。

(2) 绢云母化的分布范围很广,说明矿区有较广泛的钾化,钾化的另一种表现形式是元古代和太古代变质岩中出现的钾长石化。

(3) 黄铁矿化多发育在断层破碎带内及石英斑岩体内,在凝灰角砾岩中也有呈稀疏浸染状黄铁矿化。早期的黄铁矿化与银、铅、锌无直接关系,但可作为一种找矿标志。多金属硫成矿期的黄铁矿化与银、铅、锌有关联。

(4) 碳酸盐化多发生在矿体中,以方解石化为主,但脉状方解石并不发育,在局部矿体内部出现少量延伸很短、宽度小于10 cm的方解石脉,显示其蚀变程度较弱的点。

## 4 找矿标志

(1) 岩石标志:该矿床的形成与该区晚期火山活动的火山岩与后期的热液有关,这些火山岩主要为石英斑岩。所以岩石找矿标志主要表现为与火山通道、多次的火山活动形成的碎裂石英斑岩、石英斑岩质角砾岩。

(2) 构造标志:环状或放射状断裂,当其中有次火山岩发育时,说明它与火山通道相通,它就具有成矿热液来源的条件,特别是含有石英斑岩质角砾岩的断裂带,具多次活动及储矿条件,是找矿的良好标志。

(3) 矿化及蚀变标志:矿区的蚀变有钾化(绢云母化)、硅化、黄铁矿化、碳酸盐化。其中,与矿化关系最密切的是硅化、绢云母化和碳酸盐化。

所以该区出现以上蚀变标志说明可能在蚀变的边部或者深部有较好的找矿潜力。

(4) 地球化学标志：矿区 As、Sb、Cu、Pb、Zn、Cr、Au、Mo 的高异常；轻、重稀土明显的分馏，轻度  $\delta\text{Ce}$  负异常，中度  $\delta\text{Eu}$  异常的岩石出露区均为良好的找矿区块。

## 5 矿床成因

该矿床成因主要概括为以下两点：

(1) 火山活动形成太白维山破火山口以及相应的火成岩，在火山活动初期由于岩浆上侵形成穹窿和张性的断裂，岩浆通过这些裂隙喷发到地表形成火山岩。由于岩浆喷发导致深部压力减小，上部岩石在重力作用下下陷，形成一系列线状及环状构造。火山活动的晚期，在破火山口的外围由于岩浆侵入将火山通道堵塞，地下气液聚集，压力增大，最终形成爆破角砾岩带，为矿液的迁移和储集成矿提供了有利场所。

(2) 破火山口深部岩浆的存在和上升，产生热量，使火山后期成矿热液和地层水产生环流，在基底地层及火山岩中溶解成矿元素，使之成为富矿热液，在近地表条件下，由于压力和温度降低在角砾

岩带以及裂隙带沉淀成矿富集。

综上所述，支家地银铅锌矿床为与火山岩-次火山岩有关的浅成中低温热液矿床。

## 参考文献：

- 李兆龙, 张连营, 樊秉鸿, 等. 山西支家地银矿地质特征及矿床成因 [J]. 矿床地质, 1992, 11 (4): 315-324.
- 秦明宽, 叶荣. 太白维山大型银矿床地质地球化学特征 [J]. 铀矿地质, 1997, 113 (1): 30-36.
- 李树臣, 周利霞. 山西省灵丘县支家地铅锌银矿床地质特征及成矿预测 [J]. 地质与勘探, 2008, 5, 44 (3): 18-21.
- 李兆龙, 唐耀林. 山西省支家地银矿地质特征及矿床成因 [J]. 矿床地质, 1992, 4: 315-324.
- 武俊厚. 支家地铅锌银矿成矿地质特征 [J]. 华北国土资源, 2009, 4: 19-21.
- 袁见齐, 朱上庆, 翟裕生. 矿床学 [M]. 北京: 地质出版社, 1985.
- 肖秀梅. 支家地银矿地质特征及找矿标志 [J]. 地质与勘探, 1992, 10: 13-17.
- 覃娴瑟. 山西省灵丘县支家地银铅锌矿地质地球化学特征及成因研究 [D]. 中南大学硕士学位论文, 2010.5.

# 新疆琼河坝地区斑岩铜矿成矿潜力探讨

王瑞美, 刘建朝, 张海东, 王得权, 郑利宏

(长安大学资源学院, 陕西 西安 710054)

琼河坝地区位于东准噶尔北塔山—纸房—琼河坝岛弧带东段, 该岛弧带是东准噶尔地区非常重要的成矿带, 也是中亚地区很重要的斑岩型矿床成矿带之一。近年来随着地质工作的较深入进展在该地区发现了蒙西、和尔赛、琼河坝、桑南、铜华岭、赛北等铜矿(化)点, 显示具有较好的成矿潜力。但是, 从 20 世纪 80 年代末期到目前为止, 在琼河坝地区先后开展过 1:5 万地质填图和相配备探槽、化探扫面、磁法、电法、重力等工作, 并且进行了上万米的钻探验证, 但结果并不理想, 没有发现工业斑岩铜矿体。那么, 琼河坝地区不具有形成大型或有工业价值的斑岩铜矿的地质条件还是该地区的研究程度太低? 笔者通过蒙西斑岩铜矿地质特征描述及与典型的斑岩型铜床进行对比来探讨一下琼河坝地区斑岩铜矿的成矿潜力。

## 1 蒙西斑岩铜矿地质特征

蒙西铜矿位于琼河坝矿集区东北部, 距离中蒙边境约 4 km, 是琼河坝地区很有潜力的斑岩型矿床之一(图 1)。

### 1.1 地层特征

矿区出露的地层主要有中-上奥陶统荒草坡群( $O_{2-3}hcq$ )和下石炭统黑山头组下段( $C_1h^1$ ), 东南边大部被第四系覆盖, 只零星出露少量地层。荒草坡群主要的岩性为变质晶屑凝灰岩、变质凝灰质砂岩、闪长玢岩、粉砂质泥岩和石英角岩, 是主要的含矿岩石。对钻孔的岩芯进行编录, 可见凝灰岩

中发育大量碳酸岩脉、石英脉及少量的钾长石脉, 多沿裂隙分布, 脉体之间相互穿插。矿化主要以黄铁矿和黄铜矿为主, 分为浸染状、细脉状及沿碳酸岩脉和石英脉边部分布 3 种类型, 另可见少量磁铁矿化, 该地区存在多期成矿作用。黑山头组下段主要的岩性为凝灰岩、英安岩和流纹岩等, 没有蚀变和矿化。

### 1.2 侵入岩特征

矿区出露的侵入岩主要为花岗斑岩, 肉红色, 表面风化颜色为浅黄色, 斑状结构, 侵位于中-上奥陶统荒草坡群, 是最主要的含矿岩石。在地表发育大量钾长石脉和石英脉, 局部见有沿裂隙呈薄膜状分布的铜蓝和硫化物蚀变形成的黄钾铁矾, 在岩体与凝灰岩的接触带附近绢云母化发育。钻孔岩体中发育大量石英脉, 矿化以浸染状、小细脉状黄铁矿和黄铜矿为主。矿区花岗斑岩均为钙碱性系列岩石, 具轻稀土富集重稀土相对亏损的特征, 形成于大陆岛弧环境(屈迅等, 2009; 王军等, 2010)。

### 1.3 构造特征

矿区构造以断裂为主, 存在 NW 断裂带 F1 和 F2 被 NE 断层 F3 错断, 其中 F1 和 F2 断裂带分别位于斑岩体南北两侧, 为压扭性断裂深大断裂, 控制着斑岩体的产出, 是矿区主要的控岩控矿构造。

### 1.4 蚀变分带特征

蒙西斑岩铜矿具有很好的蚀变分带性(屈迅等, 2009; 王军等, 2010; 梁广林等, 2010; 肖鸿等, 2010), 笔者通过野外调研将矿化蚀变分为 3 个带, 以岩体为中心向外依次为钾化带、石英-绢云