

中条山铜矿峪变斑岩铜矿的容矿 岩石及原岩恢复*

陈文明 张承信 卢纪仁、党泽发

(中国地质科学院矿床研究所, 北京)

李树屏 崔文斌 宁 援 曹拥军

(山西省地质矿产研究所, 太原)

提 要: 根据中条山铜矿峪变斑岩铜矿容矿岩石产出的地质特征、岩石的矿物、化学组分、同位素及结构构造等特征, 论述了中条山铜矿峪变斑岩铜矿的容矿岩石是由一套含铜的富 Fe、Mg 凝灰质长石石英砂岩、粉砂质泥岩、泥岩经多次区域变质及深源富碱 (K、Na) 热流体作用下形成的变花岗闪长斑岩、变石英二长斑岩 (4、5 号矿体容矿岩), 黑云片岩、角闪黑云片岩、绿泥黑云片岩 (1、3 号矿体容矿岩), 变辉绿岩、变花斑辉绿岩及变花斑英安岩 (2 号矿体容矿岩)。

关键词: 变斑岩铜矿 容矿岩 原岩恢复 中条山铜矿峪

中条山铜矿峪变斑岩铜矿是我国四大斑岩铜矿之一, 也是目前发现的成矿年龄最老的斑岩铜矿, 并以其独特的地质特征引起各国地质学家的兴趣, 尤其是该矿床的容矿岩成因及其原岩恢复一直是矿床学家、岩石学家研究的热点。铜矿峪铜矿的容矿岩石称迄今尚未统一, 不同学者分别从不同成因角度赋予它们不同的名字^[1~6], 详见表 1。我们对该矿床的容矿岩石的岩性、结构构造及产出的地质环境作了进一步研究后认为, 铜矿峪铜矿的容矿岩石主要是在火山作用与沉积作用掺合下形成的一套含铜的富 Fe、Mg 凝灰质长石石英砂岩、粉砂质泥岩及泥岩经多次区域变质 (包括动力变质) 及深源富碱 (K、Na) 热流体作用下 (类似于花岗岩化作用) 形成的变花岗闪长斑岩、变石英二长斑岩 (4、5 号矿体主要容矿岩石), 黑云片岩、角闪黑云片岩、绿泥黑云片岩 (1、3 号矿体主要容矿岩石) 变辉绿岩、变花斑辉绿岩、变花斑英安岩 (2 号矿体主要容矿岩石)^[7~10]。其主要证据如下:

(1) 原定的 4、5 号矿体的容矿岩——变质花岗闪长 (斑) 岩或钾交代花岗斑岩、变石英斑岩、变石英晶屑凝灰岩及绢英岩均为层状、似层状产出, 它们之间均未见明显界线, 相互间常为过渡关系。变石英晶屑凝灰岩中常见绢英岩的残影体, 且残影体的产状与围岩基本一致。

(2) 根据镜下观察, 原定的钾交代花岗斑岩、变石英二长斑岩及变石英斑岩具明显的斑状变晶结构, 即斑岩体中的长石 (主要是钠长石、斜长石)、石英、黑云母、角闪石、方柱石等斑状矿物大部分具变晶结构。如长石的包含、筛状结构, 斑晶内含大量包体, 且包体成分与其基质一致; 间隙结构, 长石斑晶呈他形产于长石、石英等各种矿物的间隙间; 石英斑

* 本文系“八五”国家科技攻关 85-901 项目的支课题 85-01-01-06-02 的部分研究成果

陈文明, 男, 1942 年生, 研究员, 长期从事铜等金属矿床研究。邮政编码: 100037

表 1 中条山铜矿峪铜矿容矿岩石及原岩

矿体	单位	王植、闻广(1957) ^[1]		谢家荣(1963) ^[2]		中条山铜矿地质(1978) ^[3]		山西地科所(1992) ^[6]		本文	
		容矿岩石	原岩	容矿岩石	原岩	容矿岩石	原岩	容矿岩石	原岩	容矿岩石	原岩
4、5号	变质花岗闪长(斑)岩	花岗闪长(斑)岩	花岗闪长岩	花岗闪长岩 花岗闪长岩 闪长岩	复杂火山沉积岩中的长石石英砂岩或硬砂岩	变质酸性火山岩(变石英斑岩、变石英斑岩、变石英斑岩、变石英斑岩)	钾质酸性火山岩(石英斑岩、二长斑岩、石英斑岩、石英斑岩)	钾交代花岗斑岩、钠交代花岗闪长斑岩、绢英(片)岩	泥质—半泥质岩、花岗闪长斑岩	变花岗闪长斑岩、变石英斑岩、绢英(片)岩	富 Mg 凝灰质长石石英砂岩、粉砂质泥岩
1、3号	变质闪长岩	闪长岩	基性火山岩流或页岩夹层的变质岩或花岗闪长岩的基性前峰	基性火山岩或页岩夹层	基性火山岩或页岩夹层	黑云片岩、角闪黑云片岩、绿泥黑云片岩	钾质基性火山岩	黑云片岩、绿泥片岩、绢英母石英片岩	基性次火山岩	黑云片岩、角闪黑云片岩、绿泥黑云片岩	富 Fe、Mg 凝灰质粉砂质泥岩、泥岩
2号	变质花岗闪长(斑)岩、变质闪长岩	花岗闪长岩、闪长岩	花岗闪长岩、闪长岩、基性岩	花岗闪长岩、闪长岩、基性岩	长石石英砂岩或硬砂岩、基性岩	变花岗闪长岩、变花岗闪长岩、变花岗闪长岩	花岗闪长岩、花岗闪长岩、花岗闪长岩	变花岗闪长岩、变花岗闪长岩、变花岗闪长岩	花岗闪长岩、花岗闪长岩、花岗闪长岩	变花岗闪长岩、变花岗闪长岩、变花岗闪长岩	富 Fe、Mg 凝灰质长石石英砂岩、粉砂质泥岩
矿床成因	斑岩型	火山-沉积成因的似层状变质铜矿床			火山-气液变质矿床			火山沉积-热液叠加层控矿床			复合斑岩型铜矿

晶多呈镶嵌结构、聚合结构,由不同石英颗粒(或其他矿物颗粒)聚合而成,颗粒间有基质残体;变余碎屑结构及黑云母、角闪石、方柱石的包含、筛状结构;这些结构表明,斑晶的形成晚于基质,因此它们不是岩浆直接结晶的斑晶,而是一种交代作用、重结晶作用及次生加大而成的“斑状变晶”。

(3) 原定的变石英晶屑凝灰岩中呈碎屑状、港湾状、钩状、条状等多种不规则的矿物斑晶(主要是石英,前人称为晶屑),大部分具变余碎屑结构,它们多为原矿物碎屑重结晶、次生加大聚合(连合)而成,多数石英斑晶具镶嵌结构,但不具波状消光。

(4) 原定的变石英斑岩、钾交代花岗斑岩、变石英晶屑凝灰岩的岩石化学组分均与绢英(片)岩相近,它们在 $(al + fm) - (alk + c) - Si$ 图解, $al - alk - c$ 图解及 $(Al/3 - K) - (Al/3 - Na)$ 图解上均投入砂质泥质沉积区。在 $(Al_2O_3 + TiO_2 - SiO_2 + K_2O) - \Sigma$ 其余组分图解上,主要投在化学上分异与中等分异的沉积区,少数在长石砂岩区。

(5) 原定的变石英斑岩及变石英晶屑凝灰岩的 ϵ 初值为0.71034。它明显高于陨石及大洋玄武岩的初 ϵ 值(二者的初 ϵ 值分别为0.699与0.7012~0.7057),而与大陆壳相当,斑岩中石英的 $\delta^{30}Si_{NBS}$ 值为 $-0.4\text{‰} \sim 0.4\text{‰}$,与本区的绢英岩、平头岭石英岩及界牌梁石英岩中石英的 $\delta^{30}Si_{NBS}$ 值相似($-0.2\text{‰} \sim 0.4\text{‰}$)。

(6) 黑云母片岩、角闪黑云片岩、绿泥黑云片岩、方柱石黑云片岩(1、3号矿体的主要容矿岩石)均呈层状、似层状,厚几厘米至数十米不等,与绢英岩、绢英片岩呈互层状产出,相互间界线不清,常为过渡关系。岩层中可见微细层理及变余砂状结构。其主要矿物黑云母、角闪石、方柱石、绿泥石多具变晶结构,未见辉石等基性岩矿物的交代残余结构。岩层中常出现的“似杏仁状”的硅质团块呈珠状、眼球状产出,多为重结晶石英颗粒的集合体,它们可能是原砂岩薄层或团斑在变质作用下重结晶所致。

(7) 黑云母片岩、角闪黑云片岩、绿泥黑云片岩及方柱石黑云片岩的岩石化学组分与基性岩岩浆相比明显具富Mg(9.03%)、Fe(13.95%)、K(3.16%),贫Ca(1.54%)、Na(0.52%)的特点。在 $(al + fm) - (alk + c) - Si$ 图解上全部落在泥质沉积岩区;在 $(al - alk) - c$ 图解上全部落于长石质泥岩和杂砂岩与火成岩混合区;在 $(Al/3 - K) - (Al/3 - Na)$ 图解上全部落于页岩、砂质页岩区;在 $(Al_2O_3 + TiO_2) - (SiO_2 + K_2O) - \Sigma$ 其余组分图解上主要落于碳酸盐质、铁质泥岩区。

(8) 变辉绿岩、变花斑辉绿岩与变花斑英安岩、岩屑角闪黑云片岩(2号矿体主要容矿岩石)均呈似层状产于绢英片岩中,相互间界线不清,常为过渡关系。变辉绿岩中有绢英片岩的残留体。变花斑英安岩具明显的变斑结构,其中前人认为的文象状石英实际上是若干石英颗粒重结晶或次生加大联合而成,有的则是具文象结构的岩屑(如文象花岗岩)被交代的结果(其中的长石被交代)。

(9) 变花斑英安岩的岩石化学组分与花岗闪长岩相比具富Fe、Mg,贫Ca、Na的特点。在 $(al + fm) - (c + alk) - Si$ 图解上均落于泥质岩区,在 $(al - alk) - c$ 图解上,大部分落于长石质泥岩及杂砂岩区与火成岩的混合区,部分落于正常泥岩区;在 $(Al_2O_3 + TiO_2) - (SiO_2 + K_2O) - \Sigma$ 其余组分图解上,主要落于化学上弱分异的沉积岩区,部分落于碳酸盐质白云质泥岩区。

变辉绿岩的岩石组分与基性岩相近,但仍具贫Ca、Na的特点。在 $(al + fm) - (c - alk) - Si$ 图解上落在泥质岩与火成岩的过渡区;在 $(al - alk) - c$ 图解上落于火成岩与长石质粘土的混合区;在 $(Al/3 - K) - (Al/3 - Na)$ 图解上均落于玄武岩与页岩的过渡区;在 $(Al_2O_3 + TiO_2) -$

($\text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{O}$)- Σ 其余组分图解上均落于碳酸盐质、铁质泥岩区。

上述 (1)、(2)、(4)、(5) 表明变石英斑岩、钾交代花岗斑岩并非地壳深处 (或地幔) 中酸性岩浆直接结晶的产物, 而可能是由原富 Mg (Fe) 质凝灰质砂岩 (长石石英砂岩) 凝灰质、粉砂质泥岩在区域变质 (包括动力变质) 及深源富碱 (K、Na) 热流体的作用 (类似于花岗岩化作用) 下形成的变中酸性斑岩体。我们将此二类岩石统称为“变花岗闪长斑岩”。它不同前人提出的由深源岩浆直接结晶的花岗闪长岩经区域变质作用而成的“变质的花岗闪长斑岩”。同时 (1)、(3)、(4)、(5)、(6) 也表明变石英晶屑凝灰岩是钾交代花岗斑岩、变石英斑岩与绢英岩的过渡性岩石, 即其中含晶屑较多的变石英晶屑凝灰岩属变花岗斑岩, 而另一部分则归属于绢英 (片) 岩。因此我们推断该矿床主要矿体 (4、5 号) 的容矿岩石 (钾交代花岗斑岩、变石英斑岩、变石英晶屑凝灰岩、钠化变石英晶屑凝灰岩及绢英岩) 是由一套富 Mg (Fe) 凝灰质砂岩、凝灰质粉砂质泥岩和泥岩在区域变质过程中, 由于它们处于不同的构造部位, 遭受不同强度的变质作用 (包括动力变质) 及深源富碱 (K、Na) 热流体作用所致。而其作用强度由钾交代花岗斑岩→变石英斑岩→变石英晶屑凝灰岩 (钠化变石英晶屑凝灰岩)→绢英 (片) 岩逐渐减弱。

(6)、(7) 二点说明黑云母片岩、角闪黑云片岩、绿泥黑云片岩、方柱黑云片岩 (1、3 号矿体主要容矿岩石) 的原岩并非基性岩浆岩, 而很可能是富 Fe、Mg 凝灰质泥岩、凝灰质粉砂质泥岩在区域变质过程中, 在变质流体与深源富钾热流体的作用下形成的一套变质岩。

(8)、(9) 二点表明 2 号矿体的主要容矿岩石变辉绿岩、变花斑辉绿岩、变花斑英安斑岩也不是深源岩浆直接结晶的产物, 而是富 Mg、Fe 凝灰质砂岩、泥岩经后期深源富 K、Na 热流体多次作用的结果。

上述分析表明, 铜矿峪铜矿的主要容矿岩石为变花岗闪长斑岩、变石英二长岩 (4、5 号矿体主要容矿岩石), 黑云母片岩、绿泥石片岩及黑云角闪片岩 (1、3 号矿体)、变辉绿岩、变花斑辉绿岩、变花斑英安岩 (2 号矿体) 及绢英岩等。它们是富 Fe、Mg 凝灰质长石石英砂岩和凝灰质粉砂质泥岩及泥岩。经多次区域变质 (包括动力变质) 及深源富碱 (K、Na) 热流体的作用下 (类似于花岗岩化作用) 形成的^[10]。

参 考 文 献

- 1 王植, 闻广. 中条山式斑岩铜矿. 地质学报, 1957, 37 (4): 401~415.
- 2 谢家荣, 山西一个铜矿地质和矿床问题. 中国科学, 1966, 14 (9).
- 3 “中条山铜矿地质”编写组. 中条山铜矿地质. 北京: 地质出版社, 1978.
- 4 胡维兴, 孙大中. 中条山早元古代铜矿成矿作用与演化. 地质学报, 1987, 61 (2): 152~165.
- 5 孙海田, 葛朝华. 中条山式热液喷气成因铜矿床. 北京: 北京科学技术出版社, 1990.
- 6 冀树楷, 付昭仁, 李树屏. 中条山铜矿成矿模式与勘查模式. 北京: 地质出版社, 1992.
- 7 陈文明. 论斑岩铜矿与砂岩铜矿内在联系的初步探讨. 地质论评, 1980, 26 (6): 526~528.
- 8 陈文明. 论中国斑岩铜矿的矿质来源与评价标志. 中国地质科学矿床所刊, 1984, 12 (2): 1~78.
- 9 陈文明, 李树屏等. 论中条山铜矿的一个重要控矿因素——古元古代红层. 见: 赵一鸣, 张德全主编. 大兴安岭及邻区铜多金属矿床论文集. 北京: 地震出版社, 1993.
- 10 陈文明. 中国中条山铜矿峪早元古代变斑岩铜矿复合成矿作用. 见: 地矿部科技司编. 地质科学研究论文集. 北京: 中国经济出版社, 1996, 359~364.