

内蒙古中部元古宙火山沉积铁、铜、多金属矿床的成矿区划

刘仁福 ※ 汪壁忠 李连生

田宝琨 王双彬

一、矿床成因分类

形成独立的矿床成因类型的火山沉积矿床，一般分为火山碎屑冲积层、含矿熔岩和含矿水流、热液沉积矿层、热液淋滤和热液交代矿层四类。

内蒙古中部元古宙火山沉积矿床是以火山喷气沉积和火山热液沉积为基础，伴随热液淋滤和热液交代的产物。

苏联矿床学者B·E·波波夫^{〔4〕}，据沉积成矿的方式、矿石矿物成分和围岩（反映自己层序岩相特点的成分）特点，把火山沉积铜、铅、锌矿床分为三大组：1）含金属矿的熔岩；2）在火山活动带堆积起来的火山岩和火山沉积岩层中的热液沉积和上昇热液交代的块状矿层（黄铁矿的、含铜黄铁矿的和黄铁多金属矿床）；3）在离火山活动带很大距离内堆聚起来的陆沉页岩和碳酸盐岩层中的热液交代细脉浸染状和热液沉积薄层状，浸染状矿石。

内蒙古中部元古宙有工业价值的矿床多半是后面两者。

内蒙古中部元古宙火山沉积成矿作用有关的矿床，除了铜、锌、铅之外，还有铁、锰、稀有（铌）、稀土、分散（镉）、放射性元素，金、银、硫、磷、钾，硅石、白云石等。因此，它是一个火山沉积矿床的成矿系列。这类火山沉积矿床占据着十分固定的内生和外生成矿作用的当中位置（如图1硫同位素组成图解所示）。它既具内生的特点，又具有外生的特点，是以复杂控矿因素相结合为基础的一类矿床。它是在特定的构造环境和特定的地壳结构类型以及一定的构造发展阶段的产物。它具有独特的成矿系列、矿床组合和单独的成矿模式（如图2所示）。

下面列表说明内蒙古中部元古宙火山沉积矿床成因分类及各类矿床的简要地质特征（表1）。

※ 本文执笔人

表 1

内蒙古中部元古宙火山沉积矿床分类及各类矿床的地质特征

类 型	含矿围岩	火山岩类属	矿石规模和矿石质量	矿体形态和矿石矿物	矿床成因	围岩蚀变	层 位	层 次	矿床实例	矿 带	
东 界 庙 型	炭质条带状白云岩、炭质板岩	聚有安山岩和石英角闪岩(斑状长英变粒岩)	特大型铜、硫矿床 (Zn1—4%, S19—31%) 中型铅矿 (Pb 0.78%) 中型菱铁矿 (SFe 25%) 小型铜矿 (Cu1.18%)	层状、似层状、浸染状、条带状、块状黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、菱铁矿	火山热液沉积和热液淋滤	轻微砂化、细云母化、钠长石化、钾长石化	Ptl ₂ Pty ₂ Pzth ₂	3	东界庙、炭窑口、申生庙、德园旺、对门山	南 亚 带	
西 德 考 型	含砾石英岩 变质含长砾石英岩	杂砂岩、硅质页岩、钙质页岩(远离火山作用的《复理石》)	小型铁矿 (SFe46%左右)	似层状、透镜状、块状黄铁矿、赤铁矿、磁黄铁矿	热液沉积和热液交代	轻微显示硅化碳酸盐化	Pzth ₁	1	西德岭、玉成沟	北 亚 带	
霍 各 气 型	炭质条带状石英岩、炭质板岩、透闪石岩	拉班玄武岩、辉长辉绿岩(钙质绿片岩、角闪片岩)	大型铜、铅、锌矿 (Cu1.2%, Pb 2.6%, Zn1.5%) 中型铁矿 (SFe 37%)	层状、似层状、浸染状、条带状、块状黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿	火山期后热液交代 热液沉积	绿帘石化、绿泥石化、绿帘角闪石化、透辉石化、透闪石化、柘榴石化	Ptl ₂ Pzth ₂	3	霍各气、黄音胡勒松		
白 云 鄂 博 型	富钾板岩 白云岩和云母片岩	富钾粗安岩、富钾粗安岩、富钾板岩、富钾板岩	大型铁、铜、稀土、钾矿 (SFe 31%, Nb ₂ O ₅ 0.088%, TR ₂ O ₃ 1.1%, K ₂ O 9.16%)	似层状、透镜状、块状、条带状、浸染状磁铁矿、赤铁矿、少量菱铁矿	火山热液沉积和热液交代	长石化、云母化、碱性角闪石化、重晶石化、碳酸盐化	Pty ₄	6	白云鄂博西矿、主矿、东矿		
白 乃 庙 型	绿泥斜长片岩、阳起斜长片岩、变晶花岗闪长岩	碱性玄武岩—安山岩(绿色片岩)	中型铜、银矿 (Cu1—6%) (Mo<1%)	似层状、浸染状、网脉状、条带状的黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、磁铁矿	含矿熔岩热液沉积	黑云母化、硅化、绿帘石化、碳酸盐化	Pty ₄ Pty ₁ Ptl ₄	6	白乃庙、官胡同、呼吉尔图、欧巴拉格、盖沙图		
温 都 尔 庙 型	细云石英片岩 绿泥石英片岩 细云绿泥石英片岩、石英英岩	碱性玄武岩—流纹岩(绿色石英片岩、石英英片岩)	中小型铁矿 (TFc 40%)	层状、似层状、块状、条带状赤铁矿、磁铁矿	热液沉积	硅化、高岭土化、绢云母化、绿帘石化	Prnz ₃ Pty ₁ Pzth ₁	1 4	温都尔庙、龙格、温都尔庙、大毛胡勒		

注: Prnz—马家湾群 Ptl—狼山群 Pzth—道尔泰群 Pty—白云鄂博群 Ptn—白音朝克图组(白乃庙群) Pwn—温都尔庙群

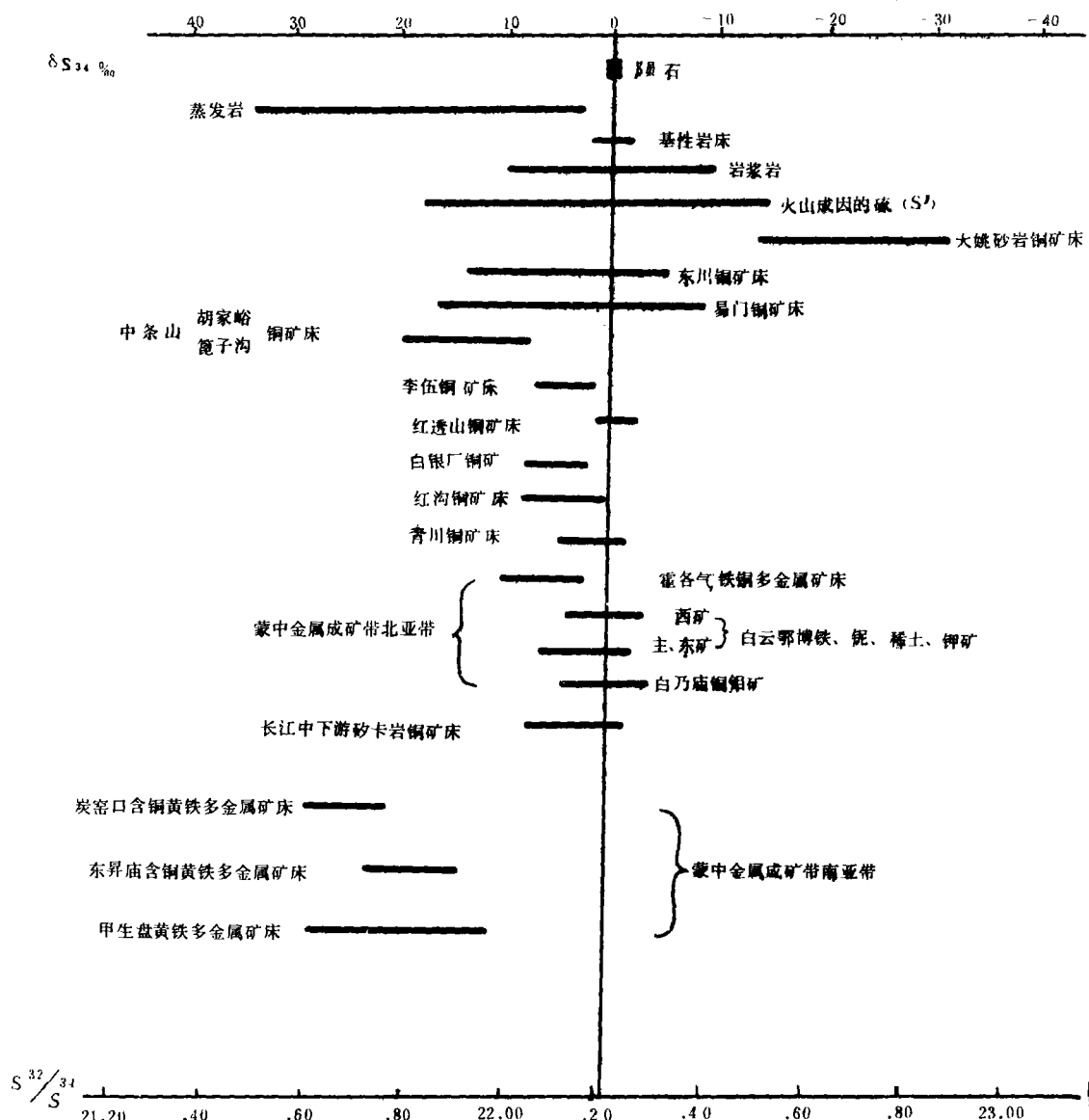


图 1 蒙中火山沉积矿床硫化物硫同位素组成图解

(据施林道 (7)、杨凤笛 (4)、乌恩、李楠云等人资料)

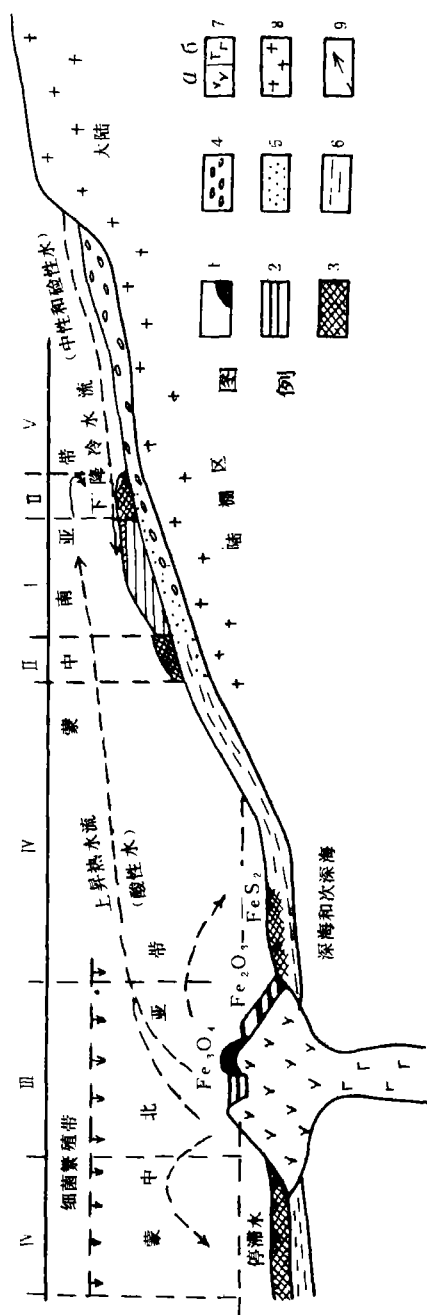


图2 16 亿年(大气缺氧条件下)古代地球发展时期含铁建造形成与火山源关系示意图
〔依据B. E. 波波夫1977年〕

1. 磁铁矿；2. 条带硅质—赤铁矿；3. 菱铁矿；4. 砾岩和砂砾岩；5. 砂质粉砂质沉积；6. 磁铁矿和菱铁矿；7. 火山活动带的岩熔岩；8. 花岗片麻岩基；9. 海洋水流方向。

Ⅰ—Ⅴ—相带；Ⅰ—Ⅴ—主要地球化学障（温度急剧过渡带和 $\text{PH}=\text{Eh}$ —条件突变带， Fe_2O_3 和二氧化硅最大限度沉淀），Ⅱ—在《封闭》和含矿热泉活动地段氧化铁矿的局部还原带，Ⅲ—火山活动带与《喷气孔周围》的赤铁矿—磁铁矿床，Ⅳ—过渡带和《远距离》地段火山软泥和停滞水中形成的硫化物矿床，Ⅴ—滨海无矿沉积物沉积带（洗净的风化壳），Ⅵ—

二、成矿控制因素

简单地说,“时控、层控、岩控”。

蒙中的“鞍山式”铁矿都产在太古宙地层中,分布在研究区南部。蒙中太古宙地层中未发现成型的含铜黄铁多金属矿化。

蒙中含铜黄铁多金属矿化主要在元古宙,如霍各气、东昇庙、炭窑口、甲生盘等。据铅同位素地质年龄,大致是10~24亿年。这一事实与世界上其它地区所谓“元古铅界”的说法是一致的。也就是说,蒙中与世界上其它地区一样,没有比元古宙更老的铅矿化。

但是蒙中铁的矿化似乎元古宙比太古宙强得多,太古宙“鞍山式”铁矿储量约占该区总铁矿储量的15%,而元古宙铁矿储量约占该区总铁矿储量的85%。此外,该区元古宙还有大量的硫铁矿。可见,蒙中元古宙期间铁质很丰富,比太古宙丰富得多。所以蒙中元古宙是铁、铜、多金属矿化的全盛时期。

元古宙以后,蒙中铁、铜、多金属矿化都很微弱。

即然,元古宙是铁铜多金属矿化的全盛时期,那么,是不是元古宙所有地史阶段都有强烈的矿化呢?不完全是这样。矿化还要受一定的地史发展阶段所控制,矿化受一定的地层层位所控制,矿化限定在特殊的地层层位中。蒙中的铁、铜、多金属矿化固定在笔者初步划分的早、中元古宙地层的二、四岩组中,特别是固定在二、四岩组的中上部地层层位中。笔者已经粗分两个含矿层位,细分六个含矿层位。

一定的含矿层位或含矿部位是由一定的岩石组合构成,同一层位或同一部位,在有的地段就矿化或强烈矿化,而在另一地段就矿化微弱或者不矿化。这是因为蒙中的火山沉积矿床矿化除了受“时控”、“层控”之外,还受“岩控”所致。蒙中火山沉积矿床的“岩控”,基本上分成两种情况:其一是“矿源岩”或“矿源层”,也就是说,与提供成矿物质来源有关的岩石;其二是“含矿围岩”或“容矿围岩”。前者主要是变质中基性~中酸性~碱性火岩,后者主要是炭质碳酸盐岩(如炭质条带状白云岩)和炭质碎屑岩(如炭质板岩、炭质条带状石英岩等)。前者、后者缺一不可,必须两者有机配合。而且“矿源岩”“岩控”还显示出一定的成矿专属性。铁铜多金属矿往往与变质中基性火山岩或变质中基性次火山岩床存在亲缘关系(如霍各气、白乃庙、温都尔庙);黄铁多金属矿常常与变质中酸性火山岩或变质中酸性次火山岩床有亲缘关系(如东昇庙);含铜黄铁矿多金属矿则与两者都有关(炭窑口);而铁铌稀土钾矿往往与变质碱性火山岩有关系(如白云鄂博)。

蒙中一系列的成矿元素、矿床组合是出现在元古宙的海陆过渡带上。狼山的太古宙地层断续东延至前狼山,乌中旗、石哈河、康兔沟一带,组成一个近东西向的岛链,把蒙中元古海槽分成内外两部分,其南半部为内槽,其北半部为外槽。平均厚达七千米的元古宙含火山沉积矿床的火山沉积岩系或沉积建造,是在线型展布的一系列的浅水浅盆的同沉积断陷盆地中形成的。而这些沉积盆地又是受近东西的彼此平行的古断裂系或地堑系^[3]

所控制的。在这些古断裂系中与断陷沉积的同时或稍后伴随着裂隙式的火山喷发—溢流—浅成侵入活动〔5〕。在火山活动带的周围适当的沉积环境中形成工业矿化。因此,区内成矿除了与海峡、海湾、泻湖等沉积环境有关之外,还与断裂活动伴随的局部火成活动〔1〕〔2〕有一定的联系。

三、成矿远景区划

内蒙古中部元古宙火山沉积矿床在提供矿物原料基地中的地位与一般火山沉积矿床是一致的,它为我国钢铁、辅料、有色金属、稀土、贵金属、化工、化肥提供了重要的原料基地。

内蒙中部元古宙火山沉积矿床,不仅有大型工业矿床,而且围绕着大型工业矿床分布了很多铁、铜、多金属矿点,组成一个近东西向的矿带。依照这些矿床矿点成群出现、成段集中、成带分布的规律和成岩成矿构造环境的差别,可以将铁、铜、多金属矿带细分成南北两个亚带和由西向东十四个成矿远景区段(详见图3、表2所示)。

内蒙古中部成矿远景区带一览表 表 2

矿带	编号	成矿远景区名称	成矿元素	矿床、矿点实例
南 亚 带	1	东界庙—炭窑口	Fe Cu Cd Pb S Zn	东界庙, 炭窑口, 对门山
	2	赛音胡都格—达拉代庙	Fe Cu Pb Zn	赛音胡都格, 达拉代庙罕乌拉, 西德岑
	3	甲生盘—增隆昌	S Si Pb Zn Fe Mn	甲生盘, 龙格尔庙, 增隆昌, 红坨
	4	康兔沟—拉槽山	Fe Mn Ca Mg	康兔沟, 拉槽山, 黑土坡, 王华脑包, 脑包山
	5	大毛胡喇—红山口沟, (大青山东段)	Fe Cu Pb Zn	大毛胡喇, 红山口沟, 哈拉沁
北 亚 带	6	脑木洪—沙拉西别	Fe Cu	脑木洪, 沙拉西别
	7	盖沙图—千德曼	Cu Fe Au	盖沙图, 千德曼, 可可托落海
	8	霍各气—欧巴拉格	Fe Cu Au Pb Zn	霍各气, 欧巴拉格
	9	西大旗—新忽热	P S Pb Zn	西大旗, 德园胜, 麦杆山
	10	熊包子—岗格图	Fe	熊包子, 岗格图, 汗金头
	11	白云鄂博—达茂(百灵庙)	Fe Cu Nb Ta Au K	白云鄂博, 达茂东山, 官胡同
	12	小南山—文公山	Fe Cu	小南山, 文公山
	13	五道湾—头股地	Fe Cu Pb Zn Mn	五道湾, 头股地, 南油房
	14	白乃庙—温都尔庙	Fe Cu Au	白乃庙, 温都尔庙

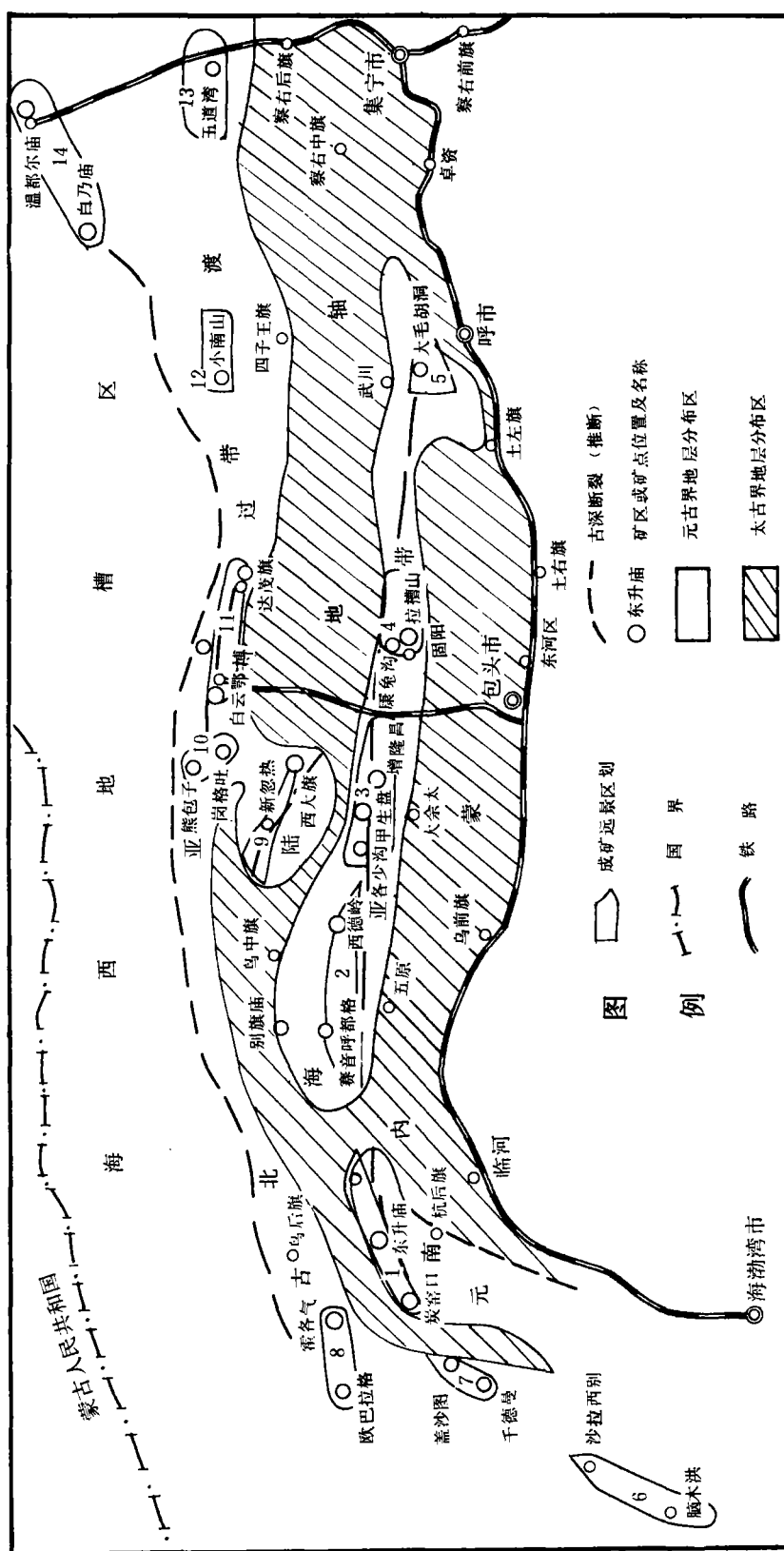


图 3 内蒙古中部金属成矿带地质构造略图

试论南北两大成矿亚带的成矿特征:

1. 铁矿石类型分带特征: 铁的硫化物主要集中在南亚带的西段, 即炭窑口、东昇庙、对门山、甲生盘等地。铁的氧化物, 赤铁矿分布在南亚带中段, 靠近古陆边缘, 如西德岭, 王成沟; 磁铁矿主要分布在北亚带, 如霍各气、白云鄂博、温都尔庙等。铁的碳酸盐和铁的硫化物分布范围基本一致, 主要出现在南亚带西段, 如东昇庙菱铁矿。也就是说, 北亚带主要是磁铁矿, 南亚带主要是硫化矿和菱铁矿 (如表 1 所示)。

2. 成矿元素组合分带特征: 北亚带以 Fe、Cu、Au、Ag 较普遍, 局部可见 K、Nb、TR、Pb、Zn、S。南亚带以 S、Zn 为主, 其次是 Fe、Cu、Pb、Cd 等 (如表 2 所示)。

3. 硫同位素组成分带特征: 北亚带比较接近火成岩类的硫同位素组成, 或类似于李伍、白银厂、红沟、青川火山岩型铜矿床和长江中下游矽卡岩型铜矿床的硫同位素组成特征。南亚带类似于蒸发岩的硫同位素组成特征 (详见图 1)。

4. 围岩蚀变的分带特征: 北亚带围岩蚀变强烈而复杂, 主要是绿泥石化、绿帘石化、黑云母化、绢云母化、硅化、碳酸盐化、硅灰石化、透辉石化、柘榴石化、透闪石化、长石化、碱性角闪石化、高岭土化、重晶石化、萤石化; 而南亚带围岩蚀变十分微弱而单一, 只是轻微的硅化、绢云母化、碳酸盐化 (详见表 1)。

由此可见, 内蒙古中部金属成矿分带特征是十分明显的。北亚带靠近古海洋一侧, 离火山活动中心较近, 因此, 铁的矿物相以磁铁矿为主; 成矿元素以 Fe、Cu、Au、Ag 为主; 硫同位素组成特征类似火山岩型和矽卡岩型热液矿床; 围岩蚀变非常强烈而复杂。南亚带靠近古陆一侧, 离火成热液活动中心较远, 因此, 铁的矿物相以硫化铁、菱铁矿、赤铁矿为主; 成矿元素以 S、Zn 为主; 硫同位素组成特征类似蒸发岩; 围岩蚀变简单而微弱 (如图 2 所示)。

如果将成矿远景区段按成矿条件和建设条件分级的话, 大体可以划分为 I、II、III 级。I 级区五个 (1、3、8、11、14), II 级区四个 (4、7、9、13), III 级区五个 (2、5、6、10、12)。

四、找矿现状和发展前景

蒙中元古宙火山沉积矿床的找矿近年来有很大发展。无论在矿种上、类型上、层位上、地区上, 还是在地层认识上都有很大发展。

白云鄂博在西矿铁储量猛增的同时, 富钾板岩的评价和白云鄂博北矿金的发现, 以及东昇庙菱铁矿、炭窑口含磷层位的发现, 这是在老矿区发现了新矿种; 盖沙图、欧巴拉格铜、金矿的初步评价, 是新类型的出现 (笔者暂时划归白乃庙型); 德图胜含铜黄铁多金属矿 (属于 Ptby₂) 阿拉齐图铅锌矿 (属由 Ptd₄ 的中上部)、炭窑口沟西十号矿床 (属于 Ptd₄ 的中下部) 的初步评价以及固阳脑包山含金层位 (属于 PtZn_h) 的发现, 这是在含矿层位上的发展; 甲生盘磁黄铁多金属矿的评价, 是同一类型 (东昇庙型) 在不同地区上的发展。

至于蒙中与元古宙火山沉积成矿有关的地质认识方面的发展更为突出。

例如,蒙中太古宙乌盖群、三合明群的建立和二道洼群的可能被废除;蒙中元古宙海陆过渡带的确立及“蜂巢珊瑚”的被否定;蒙中元古宙火山岩夹层的发现及元古宙火山沉积矿床的提出;蒙中元古宙火山沉积成矿构造环境“内外两槽”的划分;含矿层位“上下两层”的纵向分层;金属矿产“南北两带”的横向分带;矿床成因分类和成矿远景分区等等。

蒙中元古宙火山沉积矿床的成矿远景是很可观的。

包白线以西应着重注意炭窑口—东昇庙—对门山—罕乌拉一带和乌中后—新忽热以东应着重注意白云鄂博北矿—好庄—呼吉尔图—官胡同一带和大毛胡硐—红山口—哈拉沁之间以及头股地—五道湾地区。

蒙中在进一步寻找元古宙火山沉积铁、铜、铅、锌矿的同时,还要注意蒙中元古宙火山沉积菱铁矿、锰矿和铀、金、银矿床的找矿工作。

内蒙中部有可能发展成为像北美的苏必利尔湖区、苏联的乌拉尔、挪威的奥斯陆、西欧的莱茵河谷、东非裂谷带等那样的成矿区带。

五、结 论

1.蒙中一系列铁、铜、多金属矿床属于火山沉积矿床,它们具有独特的成矿系列、矿床组合和成矿模式,它们可细分六个类型:东昇庙型、西德岑型、霍各气型、白云鄂博型、白乃庙型、温都尔庙型。

2.元古宙是蒙中铁、铜、多金属矿化的重要成矿时期,矿化局限在一定的地层层位,并且火山岩夹层对矿化显现出一定的成矿专属性:铁、铜、多金属矿与变质中基性火山岩有关;硫铁多金属矿与变质中酸性火山岩有关;铁、铌、稀土、钾矿与变质碱性火山岩有关。

3.蒙中元古宙火山沉积矿床(点)成矿分布,组成一个近东西向的金属成矿带;依据他们离火山活动中心的远近和沉积构造环境以及成矿特征的差异划分南、北两个亚带;依据矿床(点)成群出现、成段集中的分布规律,可进一步分出十四个成矿远景区段。

4.蒙中火山沉积矿床的找矿近年来有很大进展,无论在矿种、类型、层位、地区方面,还是在地质认识方面都有很大发展,该区是我国最好的成矿远景区带之一,可以与世界上著名的金属成矿区带相提并论。

主要参考文献

- [1] 李继亮 白云鄂博群的酸性火山岩 地质科学 1983 (1) 36—43页
- [2] 李继亮, 胡辅佑 白云鄂博群的蛇纹岩质滑塌堆积地质科学 1982 (1) 41—46页 岩质滑塌堆积 地质科学 1982 (1) 41—46页
- [3] 张文佑 李荫槐 马福臣 钟嘉猷 地氩形成的力学机制 地质科学 1981 (1) 1—11页
- [4] Попов В. Е. Вулканогенно осадочные месторождения. Л., Изд. “Недра”, 1979.
- [5] Philpotts A. R. Rift-associated igneous activity in eastern north America, Papers selected on rifting and metallogenies. (1977—1980), Vol. 1, p. 18—39

THE MINEROGENIC ZONING OF THE PROTEROZOIC VOLCANIC - SEDIMENTARY IRON , COPPER , POLYMETALLIC ORE DEPOSITS IN THE MIDDLE AREA OF MEIMONGOL

Liu Renfu, Wang Bizhong, Li Linsheng

Tian Bokun, Wang Shuangbin

Abstract

A number of iron, copper, polymetallic ore deposits in the middle part of Neimongol are considered to be volcanic hydrothermal-sedimentary deposits, occurred in low grade metamorphic volcano-sedimentary rocks which constitute the main part in Proterozoic aulacogen. Iron, copper and polymetallic deposits are often associated with mafic volcanic rocks, while pyrite-polymetallic deposits with felsic volcanics and Fe-Nb-REE deposits with alkalic volcanics.