第 25 卷第 2 期 2016 年 4 月 Vol. 25 No. 2

Apr. 2016

文章编号:1671-1947(2016)02-0137-07

中图分类号 :P618.52 ;P618.41

文献标志码 :A

黑龙江六九山铜银矿床地质特征

王筱筝¹,吕骏超²,胥 嘉²,舒广龙²

1.中国地质大学 北京 100083 2.中国地质调查局 沈阳地质调查中心(沈阳地质矿产研究所) 辽宁 沈阳 110034

摘 要 :黑龙江六九山铜银矿床位于大兴安岭成矿带中东部 ,是近年发现的浅成低温热液型矿床. 矿床产于爆破角砾岩带中,矿带 东西长约 1200 m ,南北宽约 500 m. 矿带分布范围与角砾岩带基本一致 ,产于晚侏罗世花岗闪长岩和白音高老组火山岩中. 共圈定 24 条矿体 ,其中工业矿体 19 条. 矿体呈不规则脉状、透镜状 ,总体走向 61°,倾向北西 ,倾角 20~35°. 矿体长度不大于 780 m ,一般在 300 m 左右 ,平均厚度 7.18 m. 矿体平均品位 Cu 0.59%~1.01% ,伴生 Ag 3×10⁻⁶~5×10⁻⁶. 矿床平均品位 Cu 0.73% ,伴生 Ag 5.87×10⁻⁶. 六九山地区火山-岩浆活动强烈 , 在方圆 20 余平方千米内发育有 9 座中心式火山. 六九山铜银矿床与中生代火山-岩浆活动关系 密切 ,其形成大致可分为 3 个阶段 :早二叠世成矿物质准备阶段 ,晚侏罗世成矿物质初步富集阶段和早白垩世成矿阶段. 关键词 爆破角砾岩 ,地质特征 ,六九山铜银矿床 :黑龙江省

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2016.02.007

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE LIUJIUSHAN COPPER-SILVER DEPOSIT IN HEILONGJIANG PROVINCE

WANG Xiao-zheng¹, LYU Jun-chao², XU Jia², SHU Guang-long²

1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China

Abstract : The Liujiushan Cu-Ag deposit in Heilongjiang Province, located in the middle-eastern Daxinganling metallogenic belt, is an epithermal vein deposit. The deposit is distributed within explosive breccia zone, with a width of 500 m and a length of 1200 m. The ore belt occurs in the Late Jurassic granodiorite and the volcanic rocks of Baiyingaolao formation, which consist with the breccia zone. Totally 24 ore bodies are identified in the deposit, of which 19 are commercially significant. The ore bodies are in irregular veins and lens, with a strike of 61° and dip angle of $20^{\circ} - 35^{\circ}$. The lengths of single orebodies are not longer than 780 m, usually around 300 m, with an average thickness of 7.18 m. The Cu grade of ore bodies ranges from 0.59% to 1.01%, with associated Ag of 3×10^{-6} to 5×10^{-6} . The average Cu grade in the deposit is 0.73%, with Ag of 5.87×10^{-6} . Intense volcanic-magmatic intrusions took place in the Liujiushan area, with 9 central type volcanoes distributed in the 20 km² area. The Liujiushan Cu-Ag deposit is closely related to the Mesozoic volcanic-magmatic activities. The formation of the deposit experienced three stages, i.e. 1) ore-forming material deposition in Early Permian; 2) mineral preliminary enrichment in Late Jurassic and 3) mineralization in Early Cretaceous.

Key words : explosive breccia; geological characteristics; Liujiushan Cu-Ag deposit; Heilongjiang Province

六九山铜银矿床位于黑龙江省龙江县六九地区, 是近年来在大兴安岭成矿带中段^[1-2]发现的新型矿床. 大兴安岭成矿带中东部是铜矿聚集区,分布有闹牛山 铜矿床^[1-8]、布敦化铜矿床^[9-12]、莲花山铜银矿床^[13]、 神山铁铜矿床及后六九铜钼矿床^[14]等,六九山铜银矿 床是该区的新成员.这些矿床均与中生代火山-岩浆作 用关系密切,但在成矿时代、矿床类型、控矿条件和物 质组构等方面又有各自的特点.本文根据最新勘查和

收稿日期 2015-12-21 修回日期 2016-03-25. 编辑 张哲.

基金项目:中国地质调查局"内蒙古扎赉特旗新林--神山地区矿产地质调查"项目(编号12120113055600).

作者简介:王筱筝(1990—),女,中国地质大学(北京)在读硕士研究生,地质学科史专业,通信地址北京市海淀区学院路 29 号, E-mail// xzwang724@hotmail.com

实地调研结果研究矿床地质特征,以期对区域成矿研 究和进一步找矿具有促进作用.

1 六九山地区成矿背景

六九地区处于西伯利亚板块南缘^[15],兴安地块东 部,不仅经历了古生代古亚洲洋构造体系的演化,也经 历了中生代以来构造体系的叠加与改造.复杂的地质 构造演化,为内生成矿作用提供了优越的成矿条件.研 究区位于乐业-六九-二龙山隆起西南缘,火山-岩浆 活动强烈,火山构造及断裂构造发育(图1).

1.1 乐业-二龙山隆起带

该带主要由 NW 向断裂构造控制,大致呈椭圆形,沿 NW 向展布,出露面积约 70 km². 隆起中部广泛 出露晚侏罗世花岗闪长岩,边部零星出露下二叠统大 石寨组(P₁d),周边广泛出露下白垩统光华组(K₁gn)和 龙江组(K₁l).大石寨组为海相中性–酸性火山–沉积建 造,龙江组和光华组为陆相火山岩建造,前者以中性火山岩为主,后者以酸性火山岩为主.光华组主要分布于 六九一带,龙江组主要分布于光华组外侧,六九山铜银 矿床赋存于光华组火山岩中.

1.2 岩浆旋回

六九地区中生代岩浆活动十分强烈且与成矿作用 关系密切,岩浆成矿作用主要发生于晚侏罗世至早白 垩世,其间的岩浆旋回如表1.晚侏罗世以侵入作用为 主,形成的酸性侵入岩主要分布于乐业-六九-二龙山 隆起区;早白垩世则以火山作用为主.

1.3 火山构造

在光华组中发育有由 9 座火山组成的火山群,火山喷发类型均为中心式.火山沿 NE 向呈串珠状展布,明显受断裂构造控制.规模较大的火山为架子山(402.4 m 高地)、西六九山(442.5 m 高地)和后六九山(400.6 m 高地)火山.以火山锥为主体构成大小不等的



图 1 六九山地区地质矿产图

Fig. 1 Geological and mineral map of the Liujiushan area

1—第四系(Quaternary) 2—流纹岩(rhyolite) 3—流纹质角砾熔岩(rhyolite lava breccia) 4—凝灰熔岩(tufflava) 5—凝灰岩(tuff) 6—花岗斑岩 (granite-porphyry) 7—石英斑岩(quartz porphyry) 8—碱性花岗岩(alkali granite) 9—花岗岩(granite) 10—黑云母花岗岩(biotite granite) 11—花岗闪 长岩(granodiorite) 12—次生石英岩(secondary quartzite) 13—隐爆角砾岩(cryptoexplosive breccia) 14—糜棱岩化带(mylonitization zone) 15—玄武岩 (basalt) 16—次流纹岩(sub-rhyolite) 17—正长斑岩(orthophyre) 18—闪长玢岩(diorite porphyrite) 19—闪长岩(diorite) 20—矿化点(mineralization occurrence) 21—地质界线(geological boundary) 22—推测断层(inferred fault)

Table 1 J_3 -K ₁ magmacyclothem and metallogenesis in the Liujiushan area									
时代	岩浆旋回	岩相	岩浆活动产物	同位素年龄/Ma	主要矿产地				
早白垩世	光华期	喷发相+侵入相	光华组酸性火山岩为主 ,中酸性岩株 , 基性–中酸性–酸性脉岩	109~126	六九山铜银矿床 后六九山铜金矿点 高发屯多金属矿点				
	龙江期	喷发相+侵入相	龙江组中性火山岩为主	121~134	黄宝山金银矿点				
晚侏罗世	满克头鄂博期	侵入岩相	花岗闪长岩	155.49 (锆石 U-Pb)	后六九铜钼矿床 — 马山金矿点 [—] 龙山金矿化点				

表 1 六九地区 J₃—K₁ 岩浆旋回与成矿表 Table 1 J₃-K₁ magmacyclothem and metallogenesis in the Liujiushan are

表中火山岩同位素年龄据高友(2011),侵入岩年龄据周志广(2013).

火山,部分火山发育有火山口,在部分主火山口外侧可 见副火口(熔岩锥).后六九山(400.6 m 高地)火山是该 区最为典型的火山,火山外观呈穹隆状,平面近椭圆 形,火山口顶部平坦,直径 20 m,中心略向下洼.火山 基座比较平缓(3~5°),向中心近火山口地带地形较陡, 坡度可达 35°以上.火山口被次流纹岩占据,其外为爆 发相的火山角砾岩,呈圆环状,直径 200 m,带宽 30 m. 再向外为喷溢相的流纹岩,以岩被状产出.在距火山口 1 km 之内,可见喷发沉积相,岩性以层凝灰岩、凝灰岩 为主.在距火山口1000 m 左右处存在一环状断裂带, 断裂向火口外侧倾斜,并有花岗斑岩、正长斑岩等岩脉 沿断裂带分布.

1.4 断裂构造

六九地区位于 NE 向嫩江断裂西侧,断裂和火山 构造均较发育.该区的断裂构造属嫩江断裂的分支断 裂,具多期次活动性,为火山-岩浆活动及热液活动创 造了有利条件.该区的 NW 向和近 E-W 向断裂构造 比较醒目,规模较大有近 E-W 向罕达罕河断裂、NW 向宝泉子-西六九和乐业-茶壶嘴东山断裂等.在罕达 罕河南部火山口周围发育的环形和放射形断裂与其他 各级次断裂形成相互交切的复杂断裂构造网,这些断 裂往往控制矿脉和岩脉及含矿爆破角砾岩带,如后六 九一、二队断裂和后六九山环形断裂.

后六九一、二队断裂:呈NW向(310°)展布,与 NW 向区域构造大致平行,属其次级构造,长度大于 1500 m. 断裂带内岩石具较强的糜棱岩化,并发育花岗 斑岩、正长斑岩等脉岩.其两侧发育有更次一级的近 E-W 向的断裂,且多被闪长岩、闪长玢岩充填.高发屯 多金属矿点受该断裂带及其次级构造的共同控制.

后六九山环形断裂带:是最具代表性的环形构造, 环形构造带大体以后六九山火山机构为中心,由 NE、 NNW、NWW和近 E-W 向的断裂构成一大致环形的构 造体系.断裂带和熔岩锥之间的花岗闪长岩碎裂,岩石 硅化、绢云母化、褐铁染强烈 ,后六九山铜金矿化点即 产于其中.

2 矿区及矿床地质

2.1 矿区地质特征

矿区岩浆和热液活动强烈,岩浆活动可分为两个 期次:第一期为晚侏罗世侵入相花岗闪长岩,第二期为 早白垩世酸性火山岩和次火山岩或脉岩.次火山岩或 脉岩主要为细粒闪长岩和闪长玢岩,次为正长斑岩、钠 长斑岩等,其中细粒闪长岩与成矿关系密切.伴随第二 期火山-岩浆-热液活动,在构造薄弱带产生爆破角砾 岩及交代石英岩爆破角砾岩是矿区最重要的赋矿岩石.

花岗闪长岩:为区内重要的含矿围岩,主要分布于 矿区东南和西北部.岩石呈暗灰一灰绿色,中粒花岗结 构(图 2).主要由长石、石英及少量角闪石组成.斜长 石含量约45%,钾长石20%.石英含量10%~25%,他形 粒状,角闪石含量5%~10%.岩石受应力作用影响,局 部地段发生了不同程度的碎裂,其中发育有硅化、绢云 母化、褐铁染等蚀变.

酸性火山岩:为光华组岩石,岩石类型主要为溢流 相流纹岩、流纹质凝灰熔岩.流纹岩具斑状结构,基质 为隐晶质结构,可见流纹构造(图3).斑晶为透长石、 更-钠长石、石英或黑云母等.石英呈聚斑,多被熔蚀 为圆状、港湾状.



Fig. 2 Slightly cataclastic granodiorite with silicification and sericitization



图 3 流纹岩的流纹构造 Fig. 3 Rhyotaxitic structure in rhyolite

细粒闪长岩:灰绿色 细粒结构 块状构造,可相变 为闪长玢岩.细粒闪长岩或闪长玢岩是爆破角砾岩带 中常见的岩石,与成矿关系密切.主要由斜长石和普通 角闪石组成,可见少量黑云母、石英.斜长石为半自 形一他形,大小 1~3 mm,含量 55%~60%;普通角闪石 为柱状,半自形—他形,大小 1~2 mm,含量 20%~30%; 黑云母半自形—他形,大小 1~2 mm,含量 5%~10%.

闪长玢岩:灰绿色,斑状结构,块状构造.斑晶以斜 长石为主,少量角闪石.斑晶含量 10%~30%,斑晶粒度 1~3 mm,最大可达 5 mm.基质为隐晶质.岩石硅化较 强,局部钾长石化、绿泥石化等蚀变.岩石局部碎裂,裂 面上可见叶腊石化和钼矿化薄膜,偶见浸染状或团块 状黄铜矿.

爆破角砾岩:矿区广泛出露爆破角砾岩,地表呈带 状分布于六九山南部,出露面积大于 0.5 km²,延深大 于 300 m.爆破角砾岩主要发育于断裂构造交汇部位, 角砾岩带贯穿盖层酸性火山及其下的花岗闪长岩.角 砾岩带(体)周边的火山岩和花岗闪长岩中可见震碎角 砾岩,即角砾岩具有一定的分带性.爆破角砾岩一般呈 灰白色,由角砾和胶结物组成.按角砾成分,可分为两 种角砾岩.

酸性火山熔岩质角砾岩:主要见于火山盖层和 ZK7602钻孔中(图4).岩石呈灰白色,角砾状构造,气 孔构造.角砾成分主要为酸性火山熔岩,含量约70%. 角砾呈次棱角状,大小为0.3~5 em.胶结物以火山灰为 主.岩石蚀变主要强硅化,局部具较强的高岭土化.岩 石具气孔,大部分气孔有充填物.充填物主要为黄铜矿 及少量斑铜矿、蓝铜矿、黝铜矿,气孔中可见石英晶簇. 黄铜矿呈团块状,其形状随气孔形状而变化.部分孔洞 没有充满.

闪长岩质角砾岩:分布较广泛,角砾成分以闪长岩为主,局部含有少量流纹岩角砾,含量30%~80%.角砾多呈棱角-次棱角状,角砾大小一般为0.5~5 cm,局部



图 4 酸性火山熔岩质爆破角砾岩 Fig. 4 Acidic volcanic explosive breccia

可达 10~30 cm. 胶结物为玉髓、石英、绿泥石等热液蚀 变矿物(图 5).

矿区断裂构造发育,走向为 NE、NW 和 E-W. 爆破角砾岩带受 3 组断裂控制,矿体受 NE 向断裂控制. NE 向断裂走向一般为 60°、倾向 NW、倾角 20~35°.

2.2 矿区物化探异常

1:1 万激电中梯测量以 5%等值线圈定的激电异常面积为 0.7 km² 左右,东、南、西 3 个方向上均未封闭,异常中心强度在 10% 左右,推断为金属硫化物引起.

1:1 万土壤地球化学测量,在矿区圈定出 2 组合异常,其中 Ht-16 为主要异常. Ht-16 异常位于六九山南部,面积 0.9418 km². 异常呈 NE 向不规则状展布,由 Au、Ag、Cu、Mo 四种元素异常组成,异常套合紧密,强度高,规模大. Cu、Mo 异常具浓度内带,Au、Ag 异常具中带.其中 Ag 最高值为 3×10⁻⁶,Cu 最高值为 420×10⁻⁶. 异常处于低阻高极化区域,详查验证 Ht-16 异常为矿 致异常.



图 5 细粒闪长岩质爆破角砾岩 Fig. 5 Fine grained dioritic explosive breccia

2.3 矿床地质

矿体赋存于爆破角砾岩带中,矿石矿物主要赋存 于角砾岩的胶结物中,矿化不均匀.矿体均为盲矿体, 与围岩渐变过渡.露天开采中发现详查圈定的一些矿 体都是相互连通的,但为方便起见,本文仍按详查报 告•给予描述.共圈定24条矿体,其中工业矿体19 条,低品位矿体5条.其中、、号矿体规模较大, 为主矿体(表2).矿体主要分布在六九山南东坡75~88 线之间,矿带东西长约1200m,南北宽约500m.矿体 赋存水平标高0~300m.矿体主要产在爆破角砾岩中, 呈不规则脉状、透镜状产出,总体走向61°,倾向NW, 倾角20~35°.矿体长度不大于780m,一般在300m左 右,平均厚度7.18m.矿体平均品位Cu0.59%~1.01%, 伴生Ag3×10⁻⁶~5×10⁻⁶.矿床平均品位Cu0.73%,伴生 Ag5.87×10⁻⁶. 号矿体:矿体位于 76~83 线之间,赋存在爆破 角砾岩中,呈不规则脉状-囊状产出.走向 45~95°,倾 向 NW—N,倾角 0~34°,西部较缓,东部较陡.矿体 最大控制长度 700 m,最大控制垂深 205 m,平均宽度 50 m,平均垂直厚度 13.46 m.77 线 ZK7701 孔矿体规 模最大,最大控制垂直厚度 107 m(包括低品位矿体), 赋存标高 120~280 m.矿体平均品位 :Cu 0.70%,伴生 Ag 4.68×10⁻⁶.

号矿体:矿体位于 78~83 线之间,赋存在爆破 角砾岩中,呈不规则脉状产出.走向 60~75°,倾向 NW, 倾角 20~30°,西部较缓,东部较陡.矿体最大控制长度 500 m,最大控制垂深 165 m,平均宽度 23 m,平均垂直 厚度 8.85m.80 线和 81 线矿体规模最大,最大控制垂 直厚度 32 m(包括低品位矿体),赋存标高 120~268 m. 矿体平均品位:Cu 0.72%,伴生 Ag 4.79×10⁻⁶.

	表 2 六九山铜银矿床矿体特征表
Table 2	Features of orebodies of the Liujiushan Cu-Ag deposit

矿体号	八左节国	形态	规模/m			产状			平均品位		
	万中氾国		长度	宽度	最大垂厚	平均厚度	走向	倾向	倾角	Cu/%	Ag/10 ⁻⁶
	77~83	不规则脉状	700	50	107	13.46	45~95°	NW—N	0~34°	0.70	4.68
-1	80~81	脉状	200		5.17	3.95	60°	NW	25°	0.73	4.36
-2	82	脉状	100	4	1.55	1.55	60°	NW	30°	2.50	24.26
	78~83	不规则脉状	500	23	165	8.85	60~75°	NW	20~30°	0.72	4.79
-1	85	脉状	100	2	3.11	3.11	60°	NW	30°	0.60	4.48
-2d	85	脉状	100	4	2.58	2.58	60°	NW	30°	0.46	2.74
	78~81	脉状	400	12		7.13	60~85°	NW	23~29°	0.80	6.22
	77~85	不规则脉状	780	19	170	7.78	60~85°	NW	25~27°	0.74	6.80
	82~84	脉状	300	10	10	6.13	60°	NW	30°	0.68	6.22
-1	77~78	脉状	200			2.89	60°	NW		1.27	10.70
-2d	79	脉状	100	6		8.00	60°	NW	20°	0.33	3.66
-3	79	脉状	100			5.30	60°	NW		0.91	4.18
-4	81	脉状	100		3.00	1.15	60°	NW	30°	1.04	8.63
-5d	87	脉状	100	3	3.00	3.00	60°	NW	34°	0.46	7.33
	83~86	脉状	400	6	10.67	4.93	60°	NW	30~35°	0.86	10.42
	83~86	脉状	400	8	8.56	6.60	60°	NW	25~35°	0.78	9.86
-1	85	脉状	100		3.00	4.49	60°	NW	35°	1.71	15.14
-2d	85	脉状	100			3.00	60°	NW		0.44	6.03
-3d	79	脉状	100			2.00	60°	NW	27°	0.39	3.96
	84~85	脉状	200		14.45	9.08	60°	NW	20~32°	0.97	9.48
-1	79	脉状	100			1.12	60°	NW	25°	2.08	11.44
-2	81	脉状	100			4.00	60°	NW		0.51	6.71
	86	脉状	100		4.22	4.22	60°	NW	25°	0.64	6.04
	83	脉状	100		2.00	2.00	60°	NW	30°	0.59	86.87

据高友等(2011). 矿体宽度为 200 m 中段图中的平均宽度,平均厚度为各矿体平均垂直厚度.

●黑龙江省矿业集团有限责任公司.黑龙江省龙江县后六九山地区铜金矿详查报告.2011.

号矿体:矿体位于 77~85 线之间,赋存在爆破 角砾岩中,呈不规则脉状-囊状产出.走向 60~85°,倾 向北西,倾角 25~27°.矿体最大控制长度 780 m,最大 控制垂深170 m,平均宽度 19 m,平均垂直厚度 6.13 m. 83 线 ZK8301 孔矿体厚度最大,最大控制垂直厚度 38 m,赋存标高 140~250 m.矿体平均品位:Cu 0.74%, 伴生 Ag 6.80×10⁻⁶.

矿石构造主要为块状构造、浸染状构造和角砾状 构造. 矿石结构为他形粒状结构、固溶体分离结构、包 含结构以及由充填作用形成的脉状结构等. 黄铜矿以 他形粒状或浸染状为主. 包含结构主要体现在黄铜矿 沿黄铁矿裂隙充填并被黄铁矿包裹,及黄铜矿集合体 中包含有细小的黄铁矿. 固溶体分离结构仅见闪锌矿 中含乳滴状黄铜矿而形成的固溶体分离结构.

矿石中的金属矿物约含 1%~5%,主要赋存在爆破 角砾岩的胶结物中(图 6). 金属矿物主要为黄铁矿和 黄铜矿,微量斑铜矿、辉铜矿、铜蓝、黝铜矿、闪锌矿、辉 钼矿、磁铁矿、镜铁矿. 脉石矿物主要为长石、石英、方 解石、绢云母、电气石、绿泥石、黑云母. 黄铜矿呈他形 粒状或浸染状,以 3 种形式赋存于矿石中 ①以他形粒 状充填于石英颗粒间隙,与石英曲线镶嵌或不规则粒 状被石英包裹;②黄铜矿沿黄铁矿裂隙充填交代,部分 黄铜矿与黄铁矿、闪锌矿连生,也见黄铜矿包含黄铁矿 和闪锌矿;③黄铜矿在闪锌矿中呈乳滴状固溶体分离 结构. 黄铜矿嵌布粒度大致可分为 0.05~0.15 mm 和 0.4~1.8 mm 两个粒级,细粒级含量较少,多数在 0.4~ 1.8 mm 之间.



图 6 角砾状矿石 Fig. 6 Brecciated ore 黄铜矿赋存在胶结物中,见硅质细脉(chalcopyrite and siliceous veins in cement)

矿体的围岩与含矿岩石相同,以爆破角砾岩为主. 爆破角砾岩普遍遭受蚀变,主要蚀变类型为硅化、泥 化,次为绢云母化、绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化等, 其中硅化与矿化关系最为密切. 蚀变矿化期次可分为 3个阶段 ①硅质交代阶段 爆破角砾岩形成前 岩石 全部或部分被玉髓或硅质交代,在火山岩盖层中发育 成硅帽 即交代石英岩 在钻孔中矿体的上下盘内也可 见交代石英岩 ;②石英-硫化物阶段 ,为主成矿阶段 , 爆破角砾岩形成后,在胶结物中形成团块状(石英)硫 化物集合体 或沿岩石裂隙充填石英-硫化物细脉 在 空洞中形成石英晶簇;③玉髓-绿泥石-碳酸盐化阶 段,沿岩石裂隙充填-交代形成的隐晶质硅质细脉,绿 泥石化主要发育于胶结物中,碳酸盐化主要表现为沿 裂隙分布的方解石细脉,该阶段形成少量黄铁矿.此 外,沿断裂带发育有泥化,泥化形成的黏土层可达20 余米.

3 结论及讨论

(1)成矿时代:根据矿床地质特征,成矿与中生代 火山-岩浆-热液作用有关.矿床产于爆破角砾岩中, 爆破角砾岩发育于光华组及光华期次火山岩中,由此 推断成矿时代为早白垩世.后六九铜钼矿床与成矿相 关花岗闪长岩的锆石 U-Pb 年龄为 155.49 Ma^[14],全岩 K-Ar 法年龄为 75~95 Ma^[14].前者代表花岗闪长岩结 晶年龄,后者代表最晚一期蚀变矿化年龄,亦即六九山 铜银矿床形成年龄.闹牛山与成矿相关花岗闪长斑岩 的锆石 U-Pb 年龄为(141.2±0.7) Ma,辉钼矿 Re-Os 同 位素年龄(134.3±0.8) Ma^[7],六九山铜银矿床与其相 比成矿较晚.

(2)矿床成因:成矿分3个阶段,即早二叠世矿物物质准备阶段,晚侏罗世成矿物质初步富集阶段和早 白垩世成矿阶段.

第一阶段,早二叠世海底火山作用形成大石寨组 安山岩,其含 Cu 20×10⁻⁶~200×10^{-6[14]},大石寨组可作 为初始矿源层.

第二阶段,晚侏罗世成矿主要与岩浆侵入作用有 关,岩浆侵入作用形成花岗闪长岩和中高温热液型铜 钼多金属矿,如后六九铜钼矿和高发屯多金属矿.花 岗闪长岩锆石 U-Pb 年龄为(156.8±1.2)Ma[●],代表该 期成矿年龄.矿化受断裂构造控制,成岩成矿物质主 要来自上地幔或下地壳,部分由热液从大石寨组安山 岩中萃取.后六九铜钼矿床爆裂测温平均值,由高而 低排列依次为辉钼矿(350 ℃)、磁黄铁矿(280 ℃)、 黄铁矿(275 ℃)、黄铜矿(225 ℃)^[14].矿石的硫同位素

●中国地质大学(北京).1:25 万乌兰浩特市幅(L51C002002)区域地质调查报告.2013.

组成为 0.5‰~3.6‰,平均值是 1.2‰,具有陨石特征. 19 件矿石样品的铅同位素组成,²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb=18.227~ 18.426,²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb=15.336~15.533,²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb=37.797~ 38.221,其平均值分别为 18.327、15.435 和 38.009,组 成比较稳定,比值波动小,铅具有上地幔或下地壳单一 来源特征^[14].

第三阶段,早白垩世成矿主要与火山作用有关,火 山喷发形成的火山岩盖层,为此后爆破角砾岩的形成和 热液成矿作用起到了屏蔽作用.在火山喷发后,岩浆作 用强度减弱,但古热泉系统已经形成,热液对流循环和 水-岩反应加剧,成矿物质不断在热液中聚集.在构造-"残余"岩浆再次作用下,形成爆破角砾岩及中性次火 山岩.爆破角砾岩渗透性好,可为成矿热液活动提供通 道,为矿质沉淀提供良好的空间.爆破减压有利于矿质 沉淀,流体混合和流体沸腾是矿质沉淀的重要机制¹⁶⁻¹⁷¹.

根据矿床地质特征,六九山铜银矿床成因类型为 浅成低温热液型或爆破角砾岩型,成矿时代为早白 垩世.

(3)找矿标志:①断陷盆地中的局部隆起带,靠近 隆起一侧,有白音高老组分布;②硅帽-交代石英岩; ③爆破角砾岩,震碎角砾岩(火山岩);④Cu-Ag化探 异常,低阻高极化、中高阻高极化异常,⑤硅化、绢云母 化,铁染.

参考文献:

- [1]盛继福,傅先政.大兴安岭中段成矿环境与铜多金属矿床地质特征 [M].北京 地震出版社,1999:160—181.
- [2]耿文辉 汪劲草. 内蒙古东部闹牛山-巨里河铜多金属矿带矿床空间 分布的分维特征[J]. 有色金属矿产与勘查, 1995, 4(5): 295—298.
- [3]康明,岑况,罗先熔,等.内蒙古东部闹牛山-巨里河铜多金属矿带岩

浆活动与成矿的关系[J]. 现代地质, 2004, 18(2): 210-216.

- [4]高友库,孙家枢,邵春雨.大兴安岭东坡闹牛山-巨里河一带铜多金 属成矿规律[J].内蒙古科技与经济,2005(5):25—29.
- [5]孙家枢 ,高友库 ,冯刚. 大兴安岭中段闹牛山-巨里河一带火山构造 体系及其控矿特征[J]. 内蒙古科技与经济, 2005(13): 51—53.
- [6]李忠军. 闹牛山铜矿床次火山岩及与成矿的关系[J]. 矿产与地质, 1995, 9(3): 153—159.
- [7]古阿雷,孙景贵,白令安,等.大兴安岭中东部闹牛山浅成热液脉型 铜矿床成岩成矿机理研究:来自地球化学及年代学制约[J].吉林大 学学报 地球科学版,2015,45(S1):1510—1548.
- [8]耿文辉 姚金炎.内蒙古东部闹牛山铜矿成矿地质背景分析[J].矿 产与地质,2004,18(3):240-244.
- [9]武新丽 毛景文 周振华 等.大兴安岭中南段布敦化铜矿床 H-O-S-Pb 同位素特征及成矿指示[J].中国地质,2012,39(6):1812—1819.
- [10]王湘云.内蒙古布敦花铜矿床地质特征及矿床成因探讨[J].内蒙 古地质,1994(Z1):63—76.
- [11]刘城先.内蒙布敦化铜矿成矿系列和成矿模式[J].长春工程学院 学报,2001,2(4):30-32.
- [12]白令安,孙景贵,孙庆龙.大兴安岭中段莲花山铜矿床成矿流体性 质与矿床成因研究[J].矿床地质,2012,31(6):1249—1258.
- [13]王忠禹,孙景贵,白令安.内蒙古莲花山铜矿区花岗闪长斑岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄[J].地质通报,2014,33(9):1320— 1325.
- [14]李德胜. 黑龙江省龙江县后六九铜钼矿床地质特征及成因初探[J]. 矿产与地质, 2003, 97(17): 354—357.
- [15]Donskay T V, Gladkochub D P, Mazukabzov A M, et al. Late Paleozoic-Mesozoic subduction-related magmatism at the southern margin of the Siberian continent and the 150 million-year history of the Mongol-Okhotsk Ocean[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2013, 62(335): 79–97.
- [16]华仁民. 成矿过程中由流体混合而导致金属沉淀的研究[J]. 地球 科学进展, 1994, 9(4): 15—22.
- [17]张德会. 流体的沸腾和混合在热液成矿中的意义[J]. 地球科学进 展, 1997, 12(6): 546—552.