

吉林二密铜矿床地质特征及矿床成因

冯守忠

(吉林矿产地质研究所 长春 130012)

摘要 二密铜矿床主要位于燕山期石英闪长岩体东段, 矿体分布在石英闪长岩体内外接触带上, 以脉状、细脉状、细脉浸染状、浸染状矿体为主, 成群成带分布。岩体和矿脉原生硫化物同位素测定结果表明: 成矿热液与花岗斑岩、石英闪长岩具相同的硫源。在研究铜矿床地质特征的基础上, 指出二密铜矿床的矿床成因类型为中温热液型矿床, 并建立了矿床成矿模式。

关键词 铜矿床; 矿床成因; 成矿模式; 吉林

分类号 P618.41; P611.1

1 矿区地质背景

二密铜矿床位于华北地台北缘东段太古代隆起区上的中生代火山—沉积断陷盆地内, 北西向和东西向两组断裂交汇处, 盆地内有燕山期石英闪长岩、花岗斑岩侵入。

中生代本区处于欧亚大陆边缘, 由于库拉—太平洋板块向大陆的俯冲作用, 改变了古生代及之前的构造格局, 使本区成为活动大陆边缘的一部分。因强烈挤压产生了一系列北西向、东西向、北东东向、北东向、南北向断裂, 并使一部分古断裂复活, 一方面联合控制了中生代火山—沉积断陷盆地, 另一方面使古生代拗陷区复活, 再次接受沉积。随着挤压的加剧, 产生了强烈的火山喷发和岩浆侵入, 形成了一系列燕山期火山喷发旋回和燕山期侵入岩。中侏罗世至早白垩世, 受太平洋板块俯冲影响, 火山活动较强, 呈北东向带状分布。早白垩世晚期至晚白垩世, 在大陆板块拉张作用下又有小规模火山活动。根据火山活动阶段性特征相应地划分出燕山早期火山喷发旋回和燕山晚期火山喷发旋回。

区内中生代地层分布在受构造控制的二密火山—沉积盆地中, 自早侏罗世区内就有了沉积历史, 因受不同的构造控制, 发育程度不等、岩性变化较大, 本区主要沉积一套晚侏罗统地层(表1, 图1)。

区内侵入岩主要是石英闪长岩和花岗斑岩(表1), 岩体皆规模较小, 呈岩株状, 具次火山岩性质, 属浅成—超浅成岩性与同期火山岩相对应, 代表岩浆演化晚期, 以单旋回为主。

矿区断裂构造十分发育, 具有多期性和继承性活动特点。主要为北西向、东西向控岩断裂及北东东向、北西向、东西向控矿断裂。成矿后断裂主要为北西、北东、东西、南北向断裂, 还有穹窿构造, 推断是由于燕山期石英闪长岩侵入上拱所致。

1997年12月31日收稿, 1998年4月3日改回。

作者简介: 冯守忠, 男, 1934年出生, 高级工程师, 矿床地质专业。

表1 二密铜矿区地质特征简表

Table 1 Geological feature Ermi copper deposit

地层		岩石组合	岩浆岩	构造
系	组			
白垩系	干沟组 (K _{2g})	上部流纹岩为主; 中部为英安质熔结凝灰岩、凝灰岩、凝灰角砾岩; 下部为安山质火山角砾岩。	1、石英闪长岩: 侵入于盆地中林子头组地层中, 总体走向为NW向展布, 面积约9km ² 。据吉冶606队马广斌等1977年资料, 其年令为56~79Ma 岩体向东南倾角变缓, 在-190m中段出现一个“平台”, 并向南延深, 向南东分出两个岩枝伸入围岩, 宽10~20m, 长数百米至千米, 呈北西向, 陡倾斜 $\angle 65\sim 85^\circ$ 。 中粒半自形晶结构: 斜长石牌号An _{34~41} , 属中长石。 岩石化学特征: 较中石英闪长岩: ①SiO ₂ 及Fe ₂ O ₃ 偏高; ②FeO, MgO, Na ₂ O偏低。 扎氏数值: $a_s, a/c$ 值偏高 b_s, m', Q 值偏低。故属偏碱性。 2、花岗斑岩: 呈小岩株, 岩脉状侵入于石英闪长岩体东段内外接触带, 面积0.01~0.4km ² , 斑状结构, 斜长石牌号An _{29~35} , 基质中牌号An _{20~25} , 岩石化学特征, 本区花岗斑岩介于中国花岗闪长岩、花岗岩类(黎彤1962)之间, a/c 接近中国花岗岩类。 3、脉岩: 细晶岩、拉辉斑岩、闪长玢岩、橄榄辉玢岩。	1、似穹窿状构造: 石英闪长岩体周边部岩层向外倾斜, 大致呈围斜状, 推断是由于岩体侵入上顶所致。 2、断裂构造: (1)控岩构造: 本区北西向、东西向断裂交汇于破火山口处, 导出石英闪长岩体岩枝展布。闪长岩冷凝固结时产生收缩, 产生张裂群, 形成应力薄弱带控制花岗斑岩体侵入。 (2)控矿构造: ①石英闪长岩体接触带附近, 大致相当接触带平行或斜交北西、东西、北东东向断裂控制早期矿体; ②花岗斑岩内外接触带北西向张性、张扭性、扭性裂隙群控制晚期矿体展布; ③环形破碎体控矿见于东区生产井南地表至-60m中段和井北-210~-300m中段, 它控制浸染型富矿体。 3、成矿后断裂: 分北西、北东、东西、南北向断裂: ①北西向主要分布于四方顶子区和南区, 走向310~390°, 北东倾 $\angle 60\sim 80^\circ$; ②北东向者见于四道阳岔四方顶子区, 切北西向以剪性为主; ③南北向者见于四方顶子南区, 小横道河子区及东区外围, 龙头砬子一带, 倾向北东, $\angle 65\sim 85^\circ$, 属扭性; ④东西走向向80°, 倾向南东 $\angle 60\sim 85^\circ$, 见于主矿体西部, 烟袋窑洞一带。
	享通山组 (J _{3h})	上部为暗紫红色粉砂岩夹薄层砾岩及薄层黄绿色粉砂岩; 下部为紫红色砾岩, 与粉砂岩互层。本组总厚163m。		
下桦皮甸子组 (J _{3x})	上部为紫黑色凝灰质粉砂岩、灰岩—紫红色粉砂岩; 下部为黄绿色粉砂岩, 黄绿色与紫黑色粉砂岩互层。本组总厚>328m。			
侏罗系	林子头组 (J _{3l})	上部为安山岩凝灰岩互层夹安山质火山角砾岩, 其中夹紫红及黄绿色不规则状小燧石扁豆体; 中部为粉砂岩、砾岩夹凝灰岩; 下部为深灰色安山岩、二长安山岩, 夹安山质火山角砾岩。本组总厚>670m。		
	鹰嘴砬子组 (J _{2y})	上部为灰绿色流纹质凝灰岩, 紫红色粉砂岩、砂质页岩, 灰绿色流纹质凝灰岩, 灰白色石英质砾岩; 下部为紫红色砂砾岩、紫红色巨(粒)砾岩, 页岩。 本组总厚>379m。		
	果松组 (J _{3g})	上部为暗灰紫色、紫红色安山质集块岩、暗紫红色安山质火山凝灰角砾岩、紫红色斑状安山岩、紫褐色安山质凝灰熔岩、暗紫色安山质凝灰岩; 中部为灰紫色安山角砾岩、灰紫色安山集块岩、深灰绿色斑状安山岩、玄武安山岩; 下部为灰绿黑色斑状玄武安山岩、灰紫色安山岩夹粉砂岩薄层; 本组总厚>784m		
早太古宙上壳岩 (Ar ₁)		铁镁质火山岩、长英质火山岩		

2 矿床地质特征

2.1 矿体特征

二密铜矿床位于中生代火山岩盆地燕山期石英闪长岩体东段。自北向南分四道阳岔、东区、东南区、南区、四方顶子、小横道河子等区段。矿体主要赋存在花岗斑岩体内外接触带附近, 部分分布于石英闪长岩体接触带, 或外带安山岩中。大小矿脉有 8 千余条, 环绕石英闪长岩或花岗斑岩体呈弧形展布。具工业意义矿体有缓脉型、陡脉型、环形破碎体(富矿体)和陡脉扁豆型的矿脉体。其余的矿脉, 如含铜电气石脉、含铜石英脉体等不具工业意义。

(1) 缓倾斜脉状矿体 以热液充填为主的脉状缓倾斜矿体, 受原生裂隙或被改造的原生裂隙控制。脉体群分布在花岗斑岩内外接触带附近, 尤以外接触带为多, 呈半环形展布, 多数以多条矿脉组成脉带, 显示脉群脉带分布特点。该类型矿体是二密铜矿的主要开采对象, 占矿区矿体总数的 62%。

(2) 陡倾斜脉状、浸染状矿体 以热液充填脉和浸染状脉、细脉及扁豆状矿体为特征, 与围岩界线不清, 主要分布在四方顶子区。矿体受 NW 向断裂破碎带控制, 由 V、VII、VIII 号矿脉组成。

(3) 环形破碎体(富矿体) 东区花岗斑岩东北部与石英闪长岩接触处的环形破碎体, 其形态在平面上和剖面上呈椭圆形。破碎体中赋存大小不等数百个富矿团块, 常呈串珠状、环状, 平行破碎体接触界线分布, 是由爆破震碎的岩石破碎体被后期矿液交代胶结形成的细脉、网脉、浸染状矿体。

(4) 浸染型矿体 分布在岩体接触带附近的近地表, 为矿化强度和规模不等的浸染体。其中石英闪长岩中 23 个, 花岗斑岩中 5 个, 较大者为东区 0 米中段 5508 浸染体和南区 0 米中段斑岩体南侧两个浸染体, 均在开采。矿体形态呈扁豆状、柱状、椭圆状。在空间上浸染体的分布受斑岩体、构造裂隙控制。

2.2 矿石特征

矿石矿物以黄铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿、毒砂、白铁矿为主, 次有黄铁矿、方铅矿、辉铜矿、磁铁矿、辉钼矿等。脉石矿物有石英、方解石, 次为绢云母、高岭土、绿泥石

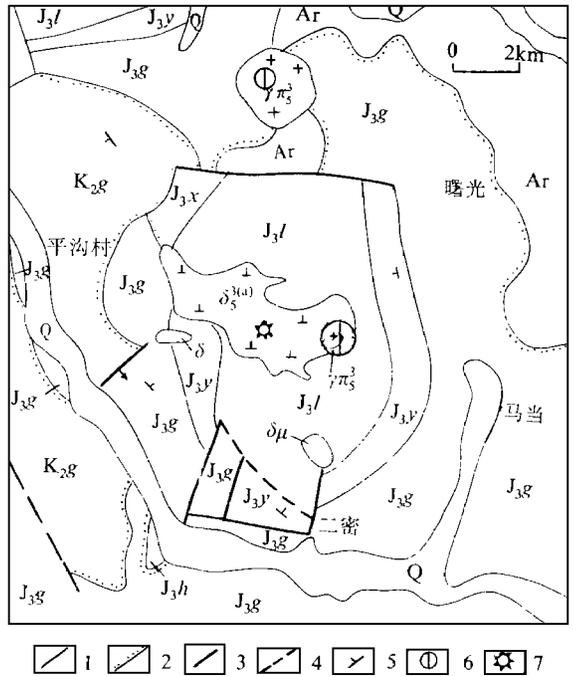


图 1 二密铜矿区地质图

Fig. 1 Geologic map of Ermi copper deposit

K_{2g}—白垩系二沟组; J_{3h}—侏罗系享通山组; J_{3x}—侏罗系下桦皮甸子组; J_{3l}—侏罗系林子头组; J_{3y}—侏罗系鹰咀砬子组; J_{3g}—侏罗系果松组; Ar—早太古宙上壳岩; δ_3^1 —石英闪长岩; γ_3^2 —花岗斑岩; $\delta\mu$ —闪长玢岩; 1—地质界线; 2—不整合界线; 3—断层; 4—推测断层; 5—地层产状; 6—铜矿床(点); 7—火山口

等。铜主要赋存在黄铜矿中，部分分布在蓝铜矿、孔雀石中。除主要元素铜外，尚含有微量元素Pb, Zn, Mo, Bi, Au, Ag, In, Co, Sn, Ga等。

矿物结构有自形一半自形晶结构，斑状结构，包含固溶体分解结构及交代结构。矿石构造以块状、条带状、浸染状、角砾状、脉状、网脉状、胶状等为主。矿石类型主要有黄铜矿—白铁矿型，含铜磁铁矿型，次有电气石型、黄铜矿—磁黄铁矿—黄铜矿—毒砂型、孔雀石—褐铁矿型。

2.3 围岩蚀变特征

主要有硅化、电气石化、绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化、黄铜矿化、高岭土化、绢云母化等。矿化蚀变分带如表2。

表2 二密铜矿矿化蚀变分带表

Table 2 Metallization—alteration zone Ermi copper deposit

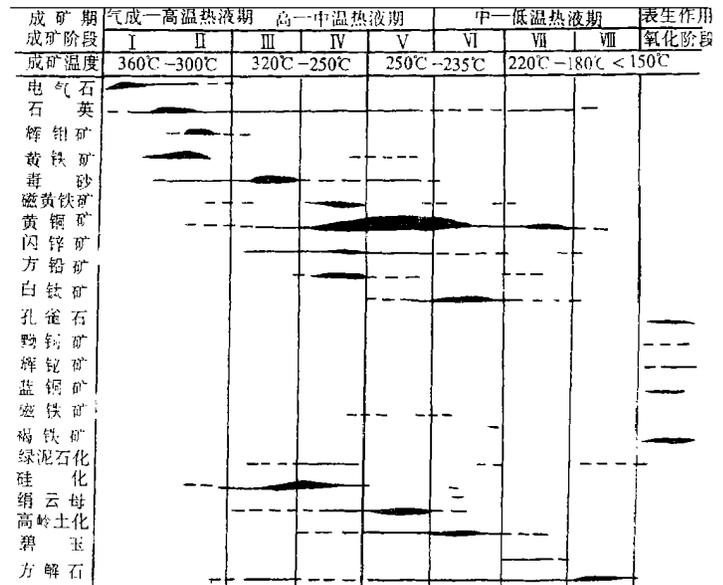
分带	石英闪长斑岩或花岗斑岩——> 围岩（安山岩）	
地表水平分带	电气石化、绢云母化、高岭土化、硅化，伴有黄铜矿化、磁黄铁矿化、黄铁矿化、闪锌矿化、毒砂化、白铁矿化等。	绿泥石化、黑云母化、硅化，伴有黄铁矿化、磁黄铁矿化及少量黄铜矿化、毒砂化
垂直分带	↑ 以上至地表蚀变组合 — 上30m（460m标高）中段 ↓ 以下至深部蚀变组合	电气石化、硅化，伴少量黄铜矿化、辉钼矿化、黄铁矿化、毒砂化。 绢云母化、高岭土化、硅化，少量碳酸盐化，伴有黄铜矿、磁黄铁矿、黄铁矿及少量闪锌矿、毒砂。

2.4 矿化期及矿化阶段

矿床分4个成矿期和9个矿化阶段，矿物生成顺序见图2。

图2 二密铜矿床矿物生成顺序表

Table 2 Mineral mineral generation Ermi copper deposit



3 矿床成因

3.1 硫同位素组成特征

岩体不同硫化物 $\delta^{34}S$ 值均为正值(表3)。石英闪长岩中变化范围 2.3‰ ~ 6.3‰，离差 4‰，平均值 3.7‰，花岗斑岩变化范围 2.1‰~5.3‰，离差 3‰，平均值 3.39‰，都以富重硫为特征。表明硫源一致性，均为深源硫特点，也反映两岩体同源性。

表4为矿体不同硫化物硫同位素组成。由表可知，东区各矿脉硫化物 $\delta^{34}S$ 值 2.1‰~5.7‰，离差3.6‰，平均值为3.33‰；南区各矿脉中硫化物 $\delta^{34}S$ 值 2.3‰~5.3‰，离差为

3.0‰, 平均值为 3.33‰, 两区基本一致。东区 $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ 为 22.146, 南区 $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ 为 22.125, 都以富重硫为特点, 塔式效应明显。与矿区岩体中硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 非常接近, 可见东区、南区矿脉, 其成矿热液与花岗斑岩、石英闪长岩有直接成因联系。

表 3 岩浆岩中原生硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 特征表Table 3 $\delta^{34}\text{S}$ isotope characteristics of primary sulfur in magmatic rocks

采样岩体	测试矿物(样数)	变化范围	平均值
石英闪长岩	黄铜矿(3)	+2.3~+3.8	+2.38
	黄铁矿(1)	+6.3	
花岗斑岩	黄铜矿(4)	+2.1~+3.7	+2.92
	黄铁矿(3)	+3.1~+5.3	+4.33

表 4 矿脉中硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 组成Table 4 $\delta^{34}\text{S}$ isotope composition of sulfur in ore veins

区段	测试矿物(个数)	变化范围	平均值	区段	测试矿物(个数)	变化范围	平均值
东区	毒砂(16)	+3.0~+5.7	+4.0	南区	毒砂(1)	+2.4~+5.3	+2.96
	黄铜矿(15)	+2.1~+4.0	+2.82		黄铜矿(8)	+2.3~+3.7	+2.84
	磁黄铁矿(4)	+2.2~+3.2	+2.65		闪锌矿(1)	+3.8	
	闪锌矿(5)	+3.2~+3.4	+3.28		白铁矿(1)	+4.3	
	白铁矿(1)	+3.0					
	全区(41)	+2.1~+5.7	+3.33		全区(21)	+2.3~+5.3	+3.33

3.2 成矿温度

矿区矿物测温结果见表 5。成矿温度 161~364℃, 平均 231℃。属于与中深成一浅成次火山岩有关的中温热液型铜矿床。

3.3 成岩成矿年龄

侏罗系林子头组地层同位素年龄为 89Ma, 燕山期石英闪长岩株为 56~79Ma, 由于矿床成矿与石英闪长岩、花岗斑岩体侵入关系密切。因此, 石英闪长岩的年龄可作为成矿年龄。

4 控矿因素及成矿规律

(1) 区域北西、近东西及北东向断裂交汇于火山岩盆地破火山口处, 从而导致石英闪长岩—花岗斑岩的侵入。

(2) 石英闪长岩接触带附近, 大致平行接触带的近东西向、北东向以及外接触带安山岩中的北西向陡倾斜断裂控制着与石英闪长岩有关的矿脉。

(3) 花岗斑岩体与石英闪长岩接触带, 尤其是石英闪长岩中发育的绕斑岩体展布的北西向缓倾斜裂隙群, 控制着与花岗斑岩有关的矿脉。

(4) 花岗斑岩内环形破碎体构造, 控制着与斑岩有关的块状富矿。

(5) 石英闪长岩、花岗斑岩都是成矿母岩, 与成矿有直接成因联系, 石英闪长岩平均含铜高出同类岩石 2.5 倍以上, 而岩体东部含铜高出岩体其它地段 4.5 倍; 花岗斑岩平均含铜高于同部位的石英闪长岩 2.5 倍, 比其它地段石英闪长岩高出 8 倍, 因此, 两个岩体为成矿提供了物质来源。

(6) 矿区各矿段矿体地表出露标高 480~650m, 垂向上矿化富集标高在 186~640m, 矿化一般上部较分散, 脉条多而细, 向深部相对集中, 矿脉少而较连续, 在含矿裂隙产状发生变化时, 由缓变陡处矿化富集, 由陡变缓时矿体不稳定, 逐渐变薄至尖灭, 常呈断续

分布或尖灭再现。

表 5 矿区矿脉中矿物爆裂法测温成果对比

Table 6 Comparison of results of decrepitation method among ore veins in the mining area

区段	样品号	矿脉号	采样位置	单矿物名称	矿物共生组合	爆裂法测温成果对比		
						吉林冶金地研所		辽宁冶金地研所
						第一次测定	第二次测定	
东区	D62-3	富矿	环形破碎体下部中段	C _{py}	C _{py} , G _n , S _{se} , M _r			168~227℃ (室温 17℃)
	D66	富矿	环形破碎体下部中部	C _{py}	C _{py} , S _{se} , M _r , Q			168~218℃ (室温 15℃)
	D47	13	-210m 中段 12008 之 4~5 点	M _r	M _r , P _r , C _{py} , Q, C _c			199~258℃ (室温 15℃)
	D33	1 付	-270m 中段 14013 之 7 点	P _r	C _{py} , P _r , S _{se} , C _c			205~280℃ (室温 15℃)
	D37	12	-270m 中段 14018 之 掌子头	S _e	S _{se} , C _{py} , A _{py} , C _c , Q			184~262℃ (室温 15℃)
南区	D11	14	-250m 中段 1904 之 13 点	A _{py}	A _{py} , C _{py} , C _c	起爆 226℃	起爆 260℃	262~364℃ (室温 15℃)
	D12	14	-250m 中段 1904 之 10 点	C _{py}	C _{py} , P _r , A _{py} , C _c	起爆 204℃	起爆 240℃	161~211℃ (室温 15℃)
	D21	20	-250m 中段 1904 之 20 点	C _{py}	C _{py} , P _r , C _c	起爆 187℃	起爆 320℃	188~252℃ (室温 17℃)
	D24	14	-190m 中段 1704 之 17 点	C _{py}	C _{py} , A _{py} , P _r , C _c	起爆 215℃	起爆 300℃	199~298℃ (室温 15℃)
	D15	20	-190m 中段 1704 之 40~41 之点	C _{py}	A _{py} , P _r , C _{py} , Q	起爆 192℃	起爆 230℃	195~256℃ (室温 15℃)
	D16	20	-190m 中段 1704 之 46 点	M _r	Q, P _r , A _{py} , M _r , C _{py}	起爆 178℃		199~260℃ (室温 15℃)
	D13	14	-250m 中段 1905 之 1 点	S _e	S _e , P _r , C _{py} , C _c	起爆 178℃	起爆 320℃	205~260℃ (室温 15℃)
	D17	20	-250m 中段 1704 之 98 点	A _{py}	A _{py} , C _{py} , C _c	起爆 179℃	起爆 270℃	177~348℃ (室温 17℃)

(7) 南区矿脉以 10~15° 侧伏角向南西侧伏；东区矿脉以 20~30° 侧伏角向北西侧伏。东南区由北向南深部侧伏。矿床基本没遭剥蚀，原生矿体基本保留。矿脉在平面、剖面上呈斜列特点，且具侧伏现象。

(8) 矿床蚀变类型以电气石化、硅化、绢云母化、高岭土化、绿泥石化、黑云母化及硫化物矿化为主，电气石化、硅化是重要找矿标志。表生作用孔雀石化、褐铁矿化，也是主要找矿标志。

5 矿床成矿模式

二密中生代火山岩盆地在 89Ma 左右形成，形成之后，由于区域构造活动，产生 NW、近 EN、NE 向交汇断裂，导致中深成石英闪长岩—浅成次火山岩（花岗斑岩）的侵入。图 3 为二密铜矿床成矿模式。

(1) 56~79Ma 石英闪长岩侵入，后期含矿热液沿接触带或外接触带 EW 向、NE 向和

NW 向岩枝产生的裂隙充填形成脉状铜矿。

(2) 石英闪长岩侵入后, 花岗斑岩侵入于石英闪长岩中, 由于花岗斑岩上侵, 在外接触带形成许多绕花岗斑岩体的张裂, 同时在区域应力场作用下, 迁就、追踪原张裂, 发展成张扭为主, 伴压扭、扭性的缓倾斜裂隙群, 为成矿提供有利空间, 而花岗斑岩派生出的含矿热液沿这些构造裂隙充填交代形成细脉、细脉浸染、浸染型的矿脉群。

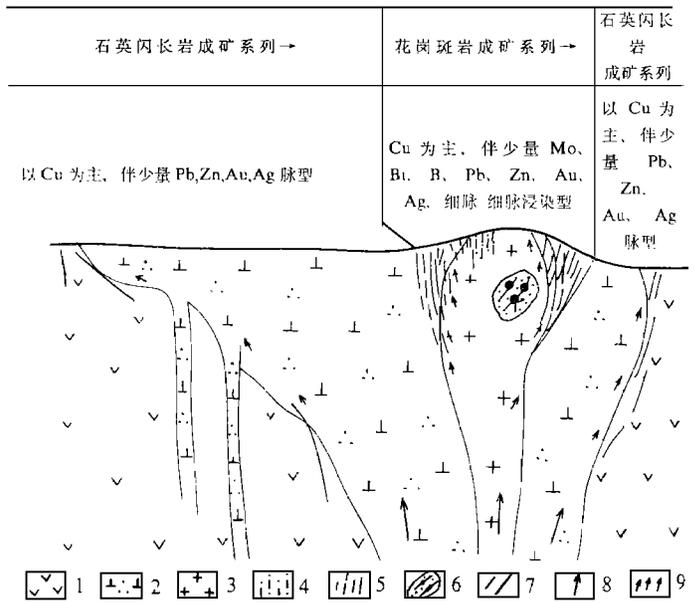


图 3 二密铜矿成矿模式图

Fig. 3 The ore-forming model of Ermi copper deposit

1—林子头组安山岩; 2—石英闪长岩; 3—花岗斑岩; 4—钼、铋、铜矿化; 5—缓倾斜细脉群; 6—环形破碎体浸染型富矿; 7—陡倾斜矿脉; 8—岩浆侵入方向; 9—含矿热液运动方向

参 考 文 献

1 沈滑洲. 稳定同位素地质. 北京: 原子能出版社, 1987. 56
2 朱裕生. 论矿床成矿模式. 地质论评. 1993, 38 (3): 216~222

THE GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND THE METALLOGENY OF ERMICOPPER DEPOSIT JILIN

Feng Shouzhong

(Jilin Institute of Geology for Mineral Resources, CNNC, Changchun)

Abstract The copper deposits are mainly located in the eastern part of the quartz diorite rock body in the Ermi Mesozoic volcanic basin. The ore bodies are distributed in a group zone in the inner and outer contact zones with the structures of vein type, veinlet type, veinlet-disseminated type and disseminated type. According to the isotope determination data of the primary sulfide from the vein and rock, it is suggested that the vein's sulfur source is similar to granite porphyry and quartz diorite. Its metallogeny belongs to mesothermal deposit. The metallogenetic model was established on the basis of the study.

Key words copper deposit; ore genesis; mineralization model; Jilin