

东准噶尔蒙西斑岩铜矿床双矿化蚀变系统的厘定及其找矿意义

叶锡芳¹ 刘 杰² 帕拉提·阿布都卡迪尔² 梁广林³ 吴慧平³ 吴 琪⁴ 张征峰³ 徐兴旺⁴

(1. 浙江省第三地质大队 浙江金华 321001; 2. 新疆大学地质与勘查工程学院 新疆乌鲁木齐 830049;

3. 新疆地矿局第一地质大队 新疆昌吉 838800; 4. 中国科学院地质与地球物理研究所,

中国科学院矿产资源研究重点实验室 北京 100029)

[摘 要]文章通过对东准噶尔蒙西矿床蚀变、矿化和元素分带特征的研究,厘定了蚀变类型及其时空分布规律,探讨了两期矿化蚀变所对应的斑岩体,初步建立了矿床成矿模型。结果显示蒙西斑岩铜矿区蚀变与成矿具双系统叠加结构:地表和浅部的钾化和铜钼矿化与花岗斑岩密切共生。矿区大面积绢英岩化-黄铁矿化-青磐岩化、深部发育的钾化磁铁矿化,及从上往下的 Ag、Pb-Zn 与 Au 垂向分带的矿化与深部发育的闪长玢岩有关。地表和浅部花岗斑岩及其伴生的钾化、铜钼矿化是花岗斑岩铜钼矿化蚀变系统的根部与残留,而闪长玢岩成矿系统以铜金矿化为特征。基于新建立的成矿模型与已有的勘探成果,推测深部存在隐伏的 Cu-Au 矿体。

[关键词] 蒙西 斑岩铜矿 脉体 蚀变 成矿模型

[中图分类号] P612

[文献标识码] A

[文章编号] 0495-5331(2014)02-0257-12

DOI:10.13712/j.cnki.dzykt.2014.02.006

Ye Xi-fang, Liu Jie, Palati Abudukadier, Liang Guang-lin, Wu Hui-ping, Wu Qi, Zhang Zheng-feng, Xu Xing-wang. Identification of double alteration-mineralization system in the Mengxi porphyry copper deposit, East Junggar and its significance for prospecting [J]. *Geology and Exploration*, 2014, 50(2): 0257-0268.

1 引言

蒙西斑岩铜矿床位于新疆伊吾县琼河坝地区,东准噶尔斑岩铜矿带的东段,是环准噶尔斑岩铜矿带典型矿床之一(董连慧等,2009)。琼河坝地区铜矿床成矿条件优越,区内已经发现了和尔赛斑岩铜矿、琼河坝铜矿、桑南铜矿等铜矿床(屈迅等,2009)。前人对蒙西矿区的岩浆演化、成矿特征、形成机制与构造背景进行了研究与讨论。研究指出琼河坝地区的花岗岩具有高铝、高钠和偏低稀土总量的岩石化学特征,该区具有中低温成矿特征(陈仁义等,1995)。通过琼河坝地区的成矿地质条件、矿化特征和化探异常进行研究,认为该区具有找到大型斑岩型铜矿的潜力(王晓地等,2009)。对该区内

斜长花岗斑岩体进行年代学测定,测定锆石 U-Pb 年龄为 411.7Ma,含矿石英脉单矿物 Rb-Sr 等时线年龄为 357Ma(王登红等,2009)。根据琼河坝地区侵入岩体的岩石地球化学,包括微量与稀土元素地球化学特征进行研究,通过石英硫化物脉中辉钼矿 Re-Os 年龄测定,指出蒙西斑岩铜钼矿形成于早泥盆世(屈迅等,2009)。对矿区花岗斑岩进行了锆石 SIMS U-Pb 测年,结果显示含矿花岗斑岩年龄为 413Ma,继承锆石年龄为 442Ma(张永等,2010)。讨论矿区的脉体力学成因机制,并对矿区脉体的空间分布进行了统计与分析(张永等,2010)。对矿床地质地球物理特征进行了总结,建立了地质-地球物理找矿模型(梁广林等,2010)。本文在前人工作的基础上,对蒙西斑岩铜矿脉体成分类型、穿插关系及

[收稿日期]2012-03-07; [修订日期]2013-10-18; [责任编辑]郝情情。

[基金项目]国家科技支撑计划项目(编号 2011BAB06B03-3)、中国科学院知识创新工程主要方向项目(编号 KZCX-EW-LY03)与国家自然科学基金项目(编号 41072060)联合资助。

[第一作者]叶锡芳(1966年-),女,高级工程师,1989年毕业于中国地质大学矿床地质专业,从事地质勘查工作。E-mail: yxf9678@qq.com。

[通讯作者]徐兴旺(1966年-),男,副研究员,主要从事构造地质、矿床地质和流体构造动力学研究。E-mail: xuxw@mail.igcas.ac.cn。

分布特征进行总结,划分矿化蚀变分带;对0勘探线剖面的元素分布与分带规律进行研究,结果发现该矿区存在两套矿化蚀变系统,进而建立了蒙西斑岩铜矿的成矿模型,希望对琼河坝乃至东准噶尔地区斑岩铜矿成矿与找矿研究具有一定的启示意义。

2 区域地质特征

东准噶尔琼河坝地区位于新疆维吾尔自治区伊

吾县淖毛湖镇北东 60 km,距中蒙边境仅 3km,大地构造上处于西伯利亚板块和哈萨克斯坦-准噶尔板块的接壤部位(图 1a),天山-兴蒙造山系东准噶尔造山带内,位于东准噶尔库兰卡孜干-北塔山-纸房-琼河坝岛弧带东段(陈毓川等,2007;王军等,2010)。该岛弧带由早古生代岛弧型火山岩与上叠的晚古生代火山岩组成,是东准噶尔重要成矿带之一(董连慧等,2009)。

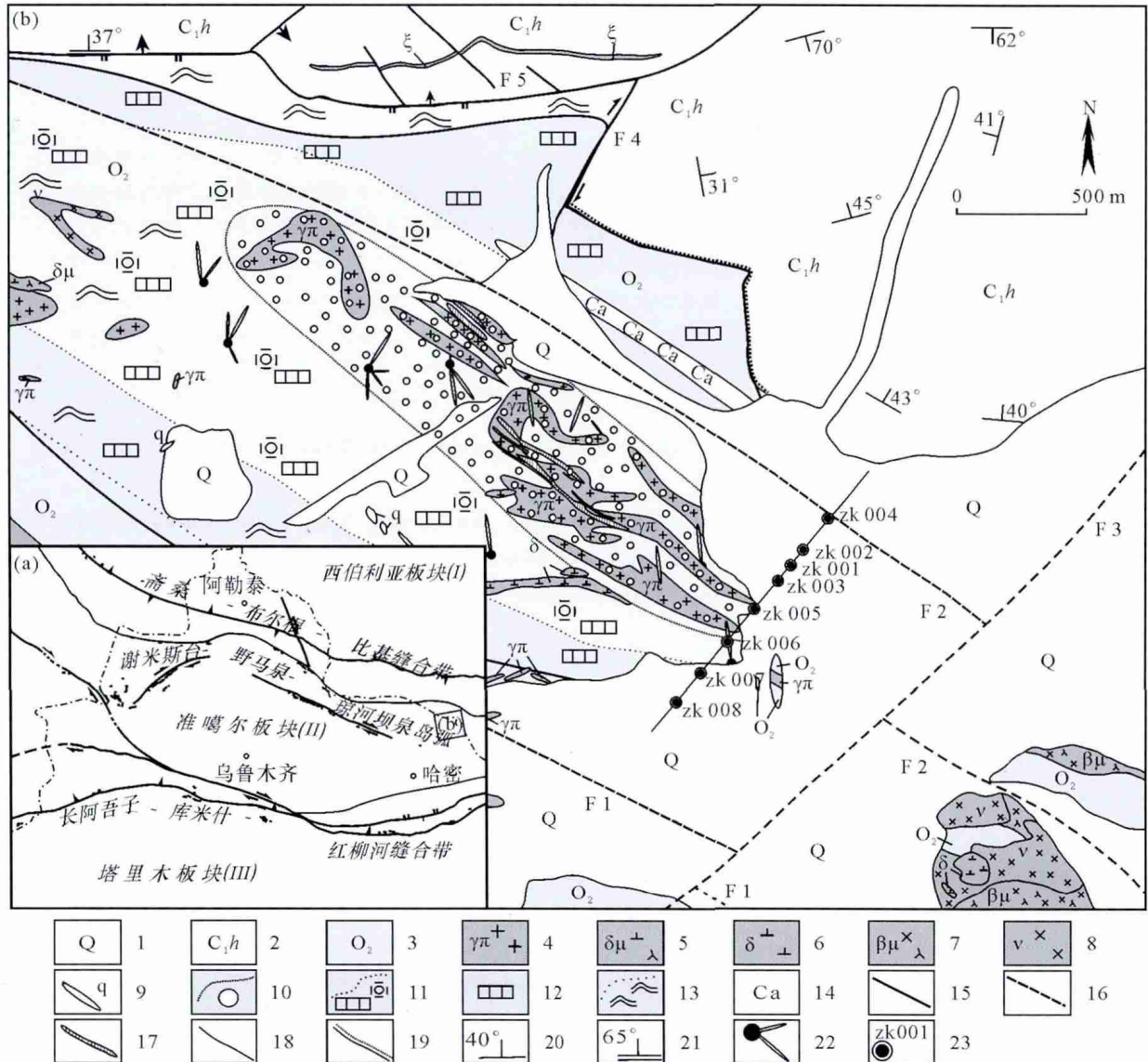


图 1 蒙西斑岩铜矿矿床大地构造位置(a)与矿区地质图(b)(据张永等(2010)修改)

Fig.1 Tectonic map (a) and geological map (b) of the Mengxi porphyry Cu deposit (after Zhang et al, 2010)

1 - 第四系; 2 - 石炭系灰色凝灰岩; 3 - 中奥陶统荒草坡群凝灰岩; 4 - 花岗岩斑岩; 5 - 闪长玢岩; 6 - 闪长岩; 7 - 辉绿玢岩; 8 - 辉长岩; 9 - 石英脉; 10 - 叠加绢英岩化的钾化带; 11 - 黄铁绢英岩化带; 12 - 黄铁矿化带; 13 - 青磐岩化-泥化带; 14 - 碳酸盐化带; 15 - 实测断层; 16 - 推测断层; 17 - 铜矿体; 18 - 地质界线; 19 - 不整合线; 20 - 底层产状; 21 - 片理产状; 22 - 石英脉走向与测点; 23 - 钻孔位置及编号
1 - Quaternary; 2 - Carboniferous gray tuff; 3 - tuff of Middle Ordovician Huangcaopo group; 4 - granite porphyry; 5 - diorite porphyrite; 6 - diorite; 7 - diabase porphyrite; 8 - gabbro; 9 - quartzvein; 10 - superposition phyllic potassic zone; 11 - phyllic and pyritization zone; 12 - pyritization zone; 13 - propylitization - Muddy zone; 14 - carbonated zone; 15 - measured fault; 16 - inferred fault; 17 - copper ore body; 18 - geological boundary; 19 - unconformity line; 20 - attitude of bed; 21 - schistosity occurrence; 22 - measuring point of the trend of quartz vein; 23 - location and number of drill hole

琼河坝地区岩浆活动频繁,发育以和尔赛、宝山、乌须劳沟与桑德乌兰为中心的岩株,以中酸性岩中浅成侵入体为主,出露有少量浅成侵入体。岩性包括石英闪长岩、花岗二长岩、富斜长石花岗岩、花岗岩与花岗斑岩,及少量闪长岩与闪长玢岩。琼河坝地区矿产丰富,已发现的矿床包括淖毛湖北山硫铁矿和明矾石矿床及清水与南明水金矿等韧性剪切带型金矿、绿石沟铜矿、热液脉型201金矿、淖毛湖北山金矿、蒙西铜矿、铜华岭铜矿、和尔赛铜矿、桑南铜矿与琼河坝铜矿等斑岩型铜金矿。成矿斑岩与斑岩铜矿的成矿时代集中于410~414Ma(屈迅等,2009),该成矿带与南蒙古塔格林大型金矿和欧玉陶勒盖特大型铜金矿矿床的南蒙古成矿带相连,琼河坝地区斑岩铜矿成矿条件好、找矿潜力大(韩宝福等,1998;聂凤军等,2000;王军等,2010)。

3 矿区矿床地质特征

蒙西矿区地表出露的地层主要为中奥陶统荒草坡群(O_2),下石炭统黑山头组(C_1h)和第四系(Q)(图1b)。其中,中-上奥陶统荒草坡群(O_2)岩性主要为凝灰岩、晶屑凝灰岩、凝灰质粉砂岩和粉砂岩;地层北倾,倾角为 $30^\circ\sim 58^\circ$ 。在0勘探线剖面中可划分为六个岩性层(图2a),自上而下依次为:①浅灰色凝灰岩,隐晶质结构、致密块状构造,长英质成分,基本无矿物斑晶,岩石向北相变为浅灰色砂岩。②黄绿色凝灰岩,局部含硅质条带,隐晶质结构,致密块状构造,长英质成分,少量细小的石英和长石斑晶,岩石向北相变为黄绿色砂岩。③灰色凝灰岩,局部夹黄绿色凝灰岩,灰色凝灰岩隐晶质结构、致密块状构造,偶见石英、长石斑晶。④含球粒绿泥石的凝灰岩,富含硫化物,条带状构造。⑤深灰色凝灰岩,局部夹硅质条带。⑥硅质条带凝灰岩。其中地表地层片理化较强,可达绿片岩相变形变质。下石炭统黑山头组(C_1h)出露在矿区北部,岩性主要是暗红色含砾角闪长石中粗粒砂岩和灰绿色角闪长石凝灰岩,地层北倾,倾角 $40^\circ\sim 70^\circ$ 。C与下覆 O_2 之间为不整合与断层接触。

蒙西矿区侵入体大部分为浅成侵入岩,主要为早泥盆世花岗斑岩。以不规则岩枝、岩脉形式出露,总体向北倾伏。斑岩带长约2800m,宽约600m,走向 310° ,倾角 $60^\circ\sim 85^\circ$,与区域构造线一致。花岗斑岩侵入于中-上奥陶统荒草坡群(O_2)中,呈肉红色,具斑状结构,斑晶主要为钾长石、斜长石、石英和少量黑云母,粒度 $0.254\sim 0.35\text{mm}$;基质为细晶质,

粒度 $30\sim 90\mu\text{m}$,主要为石英、长石等矿物。花岗斑岩锆石U-Pb年龄约为412Ma(张永等,2010)。矿区南部出露闪长岩及闪长玢岩岩脉,闪长玢岩斑晶为斜长石和普通角闪石,斜长石斑晶呈长板状,双晶明显,长石在 $0.5\sim 2\text{mm}$;基质为长石和角闪石。矿区深部发育有较多的闪长玢岩,如zk1201孔900~1200m为含浸染状与细脉状矿化的闪长玢岩脉带。在矿区西和东南部出露少量的辉长岩和辉绿玢岩。

矿区断裂构造发育,主要断裂有5条,其中矿区F1与F2控制了区内斑岩体的产出,是区内的控岩控矿断裂,断裂性质,为压扭性,被北东向断裂F3错开。F4位于矿区中部为走滑断裂。矿区北侧的F5断裂为成矿后断裂、为高角度正断层。

矿区地表共圈出铜矿体3个,铜矿化体9个(图1b);地表矿体呈脉状,产于花岗斑岩体及接触带中。矿区主矿体为隐伏矿体,0线剖面钻探结果揭示了4个矿体(图2a),呈向北缓倾的不规则透镜状,长一般80~190m,最长490m,厚度1~4m,最厚7.5m;铜平均品位为0.22%,钼平均品位0.03%。地表与浅部的矿体与花岗斑岩密切相关,深部矿体与花岗斑岩关系不密切,而与闪长玢岩关系密切。如0线zk003钻孔所揭示IV号矿体为浸染状矿化的闪长玢岩。

蒙西矿床为斑岩型铜钼矿床,矿体发育于浅部。矿石结构包括浸染状矿化和细脉状矿化。浸染状矿化除见于强蚀变围岩中外,还发育于花岗斑岩(图2b)与闪长玢岩中(图2c)。

4 蚀变类型与脉体类型

蒙西斑岩铜矿蚀变类型多样,有黄铁矿化、磁铁矿化、钾长石化、硅化、绢云母化、绿泥石化、绿帘石化、绿帘石化、孔雀石化、碳酸盐化与萤石化。

矿区蚀变可分为面状蚀变与脉状蚀变两种类型。面状蚀变指蚀变矿物呈浸染状分布于岩石中,脉状蚀变指岩石中发育不同脉体而表现出的蚀变特征,脉状蚀变具侧向浸染状蚀变过渡的特征,显示流体向围岩扩散渗透蚀变的特征。如图3a中绢云母与黄铁矿呈浸染状分布在凝灰岩中,呈现面状蚀变特征。如图3b花岗斑岩中的黄铁石英脉脉体两侧具有较宽的黄铁绢英岩化蚀变晕;图3c凝灰岩中脉体根据切割关系显示出脉体具有多期次,其中黄铁石英具有明显的脉状蚀变特征;图3d则为石英脉切割辉钼矿脉,石英脉体两侧具有绢云母化蚀变。图中脉状蚀变具有侧向扩散的面状蚀变过渡的特征。

蒙西矿区以发育大量脉体为特征。脉体按力学

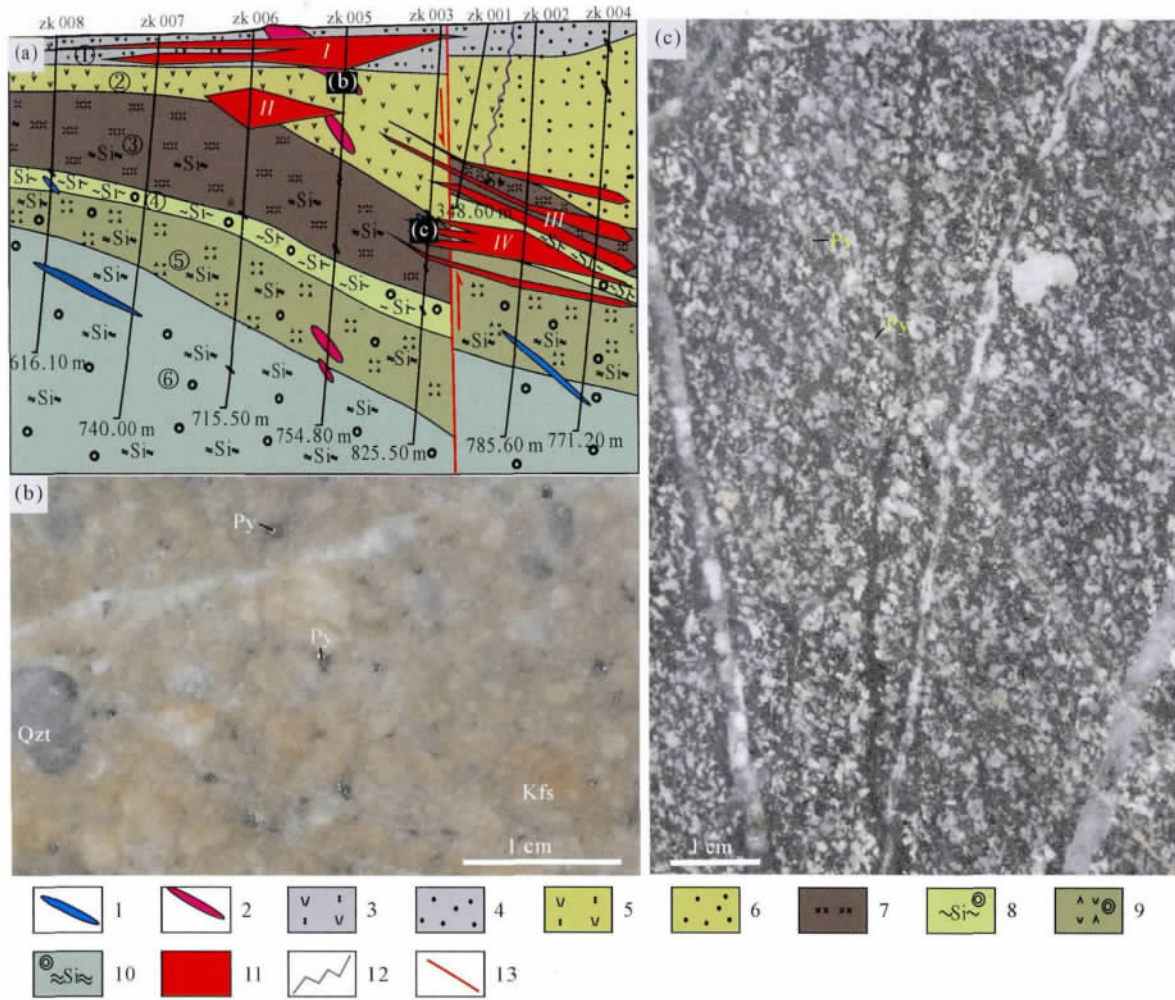


图2 蒙西斑岩铜矿矿床0线钻孔剖面图(a)与花岗斑岩(b)和闪长玢岩(c)照片

Fig.2 The line -0 profile of the Mengxi porphyry Cu deposit (a) with two specimen photographs of granite porphyry (b) and diorite porphyry (c)

- 1 - 闪长岩、闪长玢岩; 2 - 花岗斑岩; 3 - 浅灰色砂岩; 4 - 浅灰色凝灰岩; 5 - 黄绿色砂岩; 6 - 黄绿色凝灰岩; 7 - 灰色凝灰岩;
8 - 含球粒绿泥石的硅质条带凝灰岩; 9 - 深灰色凝灰岩; 10 - 含硅质条带凝灰岩; 11 - 铜矿体; 12 - 相变界线; 13 - 推测断层
1 - diorite and dioritic porphyrite; 2 - granite porphyry; 3 - light gray sandstone; 4 - light gray tuff; 5 - yellow-green sandstone; 6 - yellow-green tuff; 7 - gray tuff; 8 - siliceous containing spherules of chlorite bands tuff bands, siliceous with tuff; 9 - dark gray tuff;
10 - siliceous with tuff; 11 - copper orebody; 12 - phase change boundary; 13 - inferred fault

成因,可分为流体自创破裂充填脉与构造破裂充填脉两种类型。流体自创破裂充填脉的主要特征是主脉常伴随一些“V”字形次脉,次脉开口与主脉相连,呈树枝状产出,与流体的液压作用有关。构造破裂充填脉的主要特征是脉体相对平直,充填脉体对早期脉体有明显切割与位错,其为在构造应力与流体压力联合作用下岩石破裂、成矿流体注入破裂并愈合的结果(张永等 2010)。磁铁矿脉、黄铁矿脉、黄铜矿脉多以流体自创破裂充填脉,主要成因是流体的液压作用。构造破裂充填脉受构造应力影响具有一定的错断位移。

根据脉体矿物组成不同,可划分为 12 种脉体类型,包括有石英脉、钾长石英脉、钾长石硫化物(辉钼矿

矿±黄铁矿±黄铜矿)石英脉、辉钼矿石英脉、硫化物石英脉、黄铁绢英岩脉、磁铁矿硫化物石英脉、磁铁矿脉、黄铜矿脉、黄铁矿脉、石英硫化物绿泥石脉、铁白云石脉。不同脉体特征如表 1 所示。不同成分脉体在垂向上具有一定的分带特征,如 zk003 孔从上往下:硫化物石英脉、硫化物钾长石石英脉、磁铁矿石英脉、磁铁矿钾长石石英脉、铁白云石脉(屈迅等 2009)。

5 脉体期次与叠加特征

矿区脉体期次多,具脉动成矿特征。后形成的脉体对早期脉体切割明显,主要表现在:石英脉切穿磁铁矿石英脉(图 4a);硫化物石英脉切穿磁铁矿脉(图 4b);黄铁石英脉切穿辉钼矿石英脉(图 4c);铁

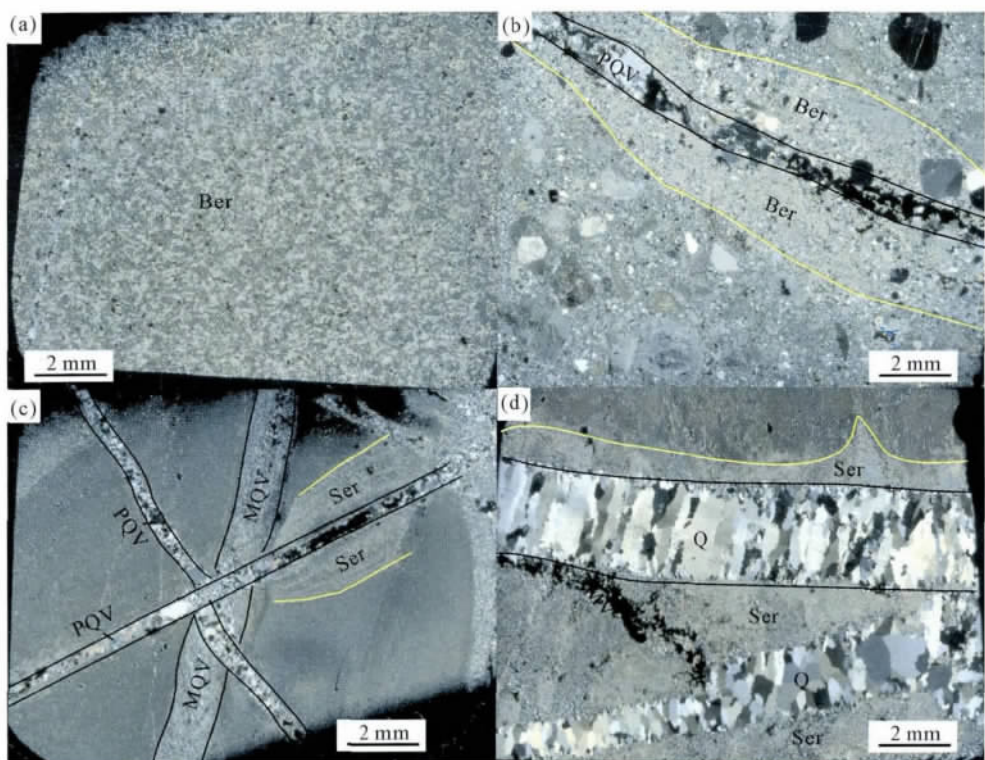


图 3 蒙西斑岩铜矿区矿化蚀变显微照片

Fig. 3 Microphotographs showing various alteration and veins from the Mengxi porphyry Cu deposit
a – 凝灰岩中面状黄铁绢英岩化蚀变; b – 花岗斑岩中黄铁石英脉及其两侧的黄铁绢英岩化; c – 凝灰岩中多期黄铁石英脉; d – 梳状石英脉及其两侧伴生的绢云母化; Ber – 黄铁绢英岩化; Ser – 绢云母化; PQV – 黄铁石英脉; MQV – 辉钼矿石英脉; MV – 辉钼矿脉; QV – 石英脉
a – beresitization in tuff; b – pyrite – quartz vein associated with beresitization within granite – porphyry; c – multi – stages pyrite – quartz veins in tuff; d – comb like quartz veins associated with sericitization; Ber – beresitization; Ser – sericitization; PQV – pyrite – quartz vein; MQV – molybdenite – quartz vein; MV – molybdenite vein; QV – quartz vein

表 1 蒙西斑岩铜矿主要脉体类型及其特征

Table 1 Types and characteristics of main veins in the Mengxi porphyry Cu deposit

脉体类型	脉体矿物组成与内部结构特征
石英脉	脉宽 5 ~ 150mm ,最宽 20cm ,石英具梳状构造
钾长石英脉	宽 1 ~ 10mm ,主要由钾长石与石英构成 ,钾长石多分布在脉体边部、石英位于脉体中间 ,部分脉体在钾长石与石英之间发育绢云母
钾长石硫化物石英脉	脉宽 1 ~ 4mm ,主要由钾长石、少量黄铁矿黄铜矿、石英构成 ,钾长石分布在脉体边部 ,硫化物浸染状、小团块状分布在脉中
辉钼矿石英脉	脉宽 5 ~ 12mm ,主要由辉钼矿与石英构成 ,辉钼矿浸染状、细线状分布在脉壁
硫化物石英脉	细脉或网脉状产出 ,脉宽 1 ~ 10mm ,主要由少量黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、石英构成。辉钼矿多呈浸染状细线状分布在脉壁 ,黄铁矿、黄铜矿以浸染状、团块状、细线状分布在脉体中间 ,脉体两侧具有绢云母化蚀变晕
黄铁绢英岩脉	细脉或网脉状产出 ,脉宽 5 ~ 20mm ,主要由黄铁矿、绢云母、石英构成 ,绢云母岩多垂直脉壁生长 ,黄铁矿呈连续不连续细线状分布脉体中间
磁铁矿硫化物石英脉	不规则板状、脉状产出 ,脉宽 2 ~ 8mm ,主要由磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿、石英构成 ,磁铁矿以团块状分布在脉体中间 ,黄铜矿黄铁矿分布在磁铁矿外围 ,未见辉钼矿石
石英硫化物绿泥石脉	细脉状产出 ,脉宽小于 5mm ,主要由黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、绿泥石、石英构成 ,硫化物以团块状分布在脉体中间 ,多形成较宽的蚀变晕
磁铁矿脉	多呈细脉或网脉产出 ,少数呈树枝状产出 ,磁铁矿半自形 – 他形晶
黄铁矿脉	多呈细脉或网脉产出 ,少数呈树枝状产出 ,黄铁矿自形 – 半自形粒状 ,有时见压碎结构
黄铜矿脉	多呈细脉或网脉产出 ,少数呈树枝状分布 ,黄铜矿自形 – 半自形粒状
铁白云石脉	呈不规则细脉 ,主要由铁白云石构成 ,切穿所有脉体

白云石脉切穿硫化物石英脉(图 4d)。其中石英脉切穿磁铁矿石英脉、硫化物石英脉切穿磁铁矿脉与黄铁矿脉切穿辉钼矿石英脉等现象发育在矿区浅部,这意味着矿区浅部经历了高温矿化蚀变叠加低温蚀变的特征。

野外观察地表出露的脉体主要为 4 种: 钾长石英脉、黄铁绢英岩脉、硫化物石英脉和石英脉。根据切割关系判定脉体形成顺序由早到晚依次是: 钾长

石英脉、黄铁绢英岩脉、硫化物石英脉、石英脉。

钾长石英脉,脉宽 0.5~2cm,居多,优势倾向为北北东,走向为北西向,其脉体与 F1 断层走向一致。黄铁绢英岩脉,脉宽 1~2cm,优势倾向为北西和北东方向,呈共轭状产出,锐角平分线产状陡立(图 5a、b)。硫化物石英脉,脉宽小于 0.5cm,优势倾向为南东向,走向北西和北东,呈共轭状产出,锐角平分线近水平(图 5c、d)。第四期脉体是纯石英脉,倾

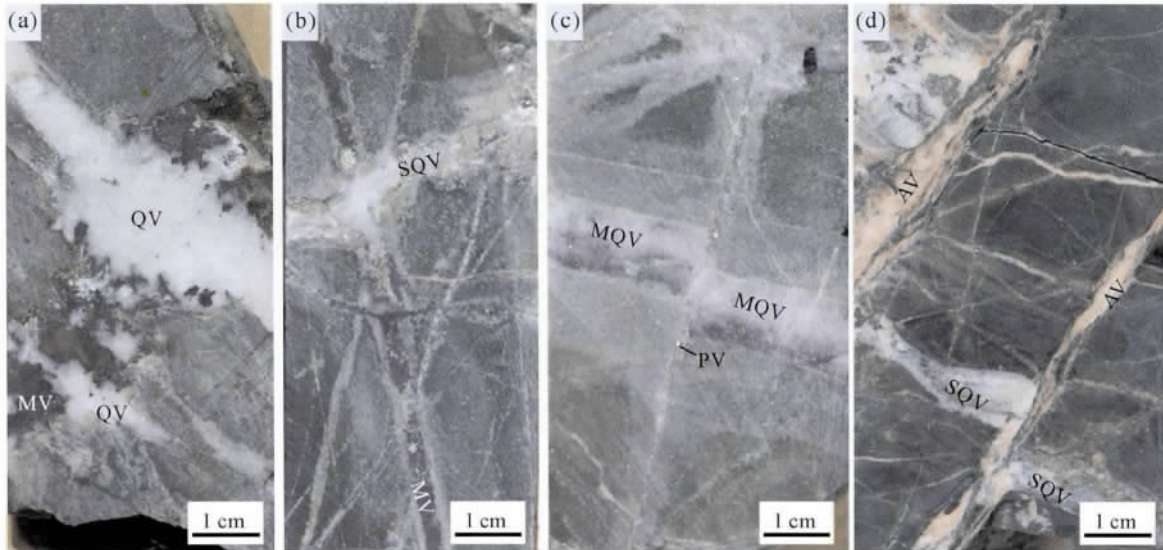


图 4 蒙西斑岩铜矿脉体切穿关系岩心照片

Fig. 4 Photographs showing crosscutting relationship between various veins from the Mengxi porphyry Cu deposit

AV - 铁白云石脉; MV - 磁铁矿脉; MQV - 辉钼矿石英脉; PV - 黄铁矿脉; QV - 石英脉; SQV - 硫化物石英脉

AV - ankerite vein; MV - magnetite vein; MQV - molybdenite - quartz vein; PV - pyrite vein; QV - quartz vein; SQV - sulfide-quartz vein

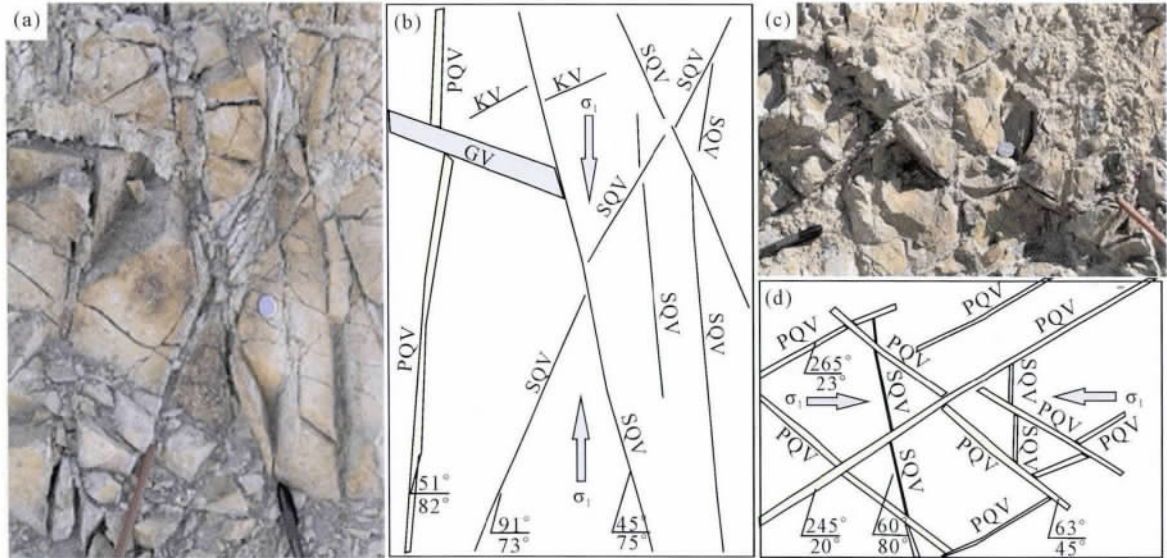


图 5 蒙西斑岩铜矿脉体露头照片(a与c)及其素描图(b与d)

Fig. 5 Field photographs (a and c) and their sketch diagrams (b and d) in Mengxi porphyry Cu deposit

a 与 b - 黄铁绢英岩脉及其素描图; c 与 d - 硫化物石英脉及其素描图; KV - 钾长石英脉; SQV - 绢英岩脉; GV - 石膏脉;

PQV - 黄铁矿石英脉

a and b - Beresitization vein and its sketch diagram; c and d - Sulfide - quartz vein and sketch diagram;

KV - K - feldspar quartz vein; SQV - sericitolite vein; GV - gypsum vein; PQV - pyrite - quartz vein

向为南东向,走向为近南北向。黄铁绢英岩脉体间的切割关系显示近直立的锐角平分线与主压应力方向一致,即脉体形成于主应力方向为近直立的构造背景。而硫化物石英脉体间的切割关系显示近水平的锐角平分线与主压应力方向一致,即脉体形成于主应力方向为近水平的构造背景。黄铁绢英岩脉系与硫化物石英脉系共轭产状及其对应的主压应力方向的变化说明形成这两种脉体的构造应力是不同的。地表脉体形成次序也说明矿区地表岩石的蚀变经历了以钾化为特征的高温蚀变,并叠加以绢英岩化为特征温度相对较低的蚀变。

6 蚀变分带特征

6.1 地表蚀变分带与叠加特征

蒙西斑岩铜矿区蚀变强烈,具有明显的蚀变分带与叠加特征(图1b)。以花岗斑岩为中心往外依次为:叠加绢英岩化的钾化带、黄铁绢英岩化带、黄铁矿化带与青磐岩化带。其中钾化带中的黄铁绢英岩化为叠加蚀变。

叠加绢英岩化的钾化带:以发育钾长石英脉为特征,发育于矿区中部花岗斑岩出露区。花岗斑岩中钾长石英脉较围岩发育,这可能意味着其形成与花岗斑岩具有一定的成因联系;钾长石英脉明显穿切接触带,说明脉体形成相对晚于岩体就位。该钾化带叠加绢英岩化,表现出两期蚀变叠加的特征。

黄铁绢英岩化带:蚀变矿物主要以黄铁矿、石英、绢云母为主,局部见少量绿泥石。蚀变类型以面状、浸染状蚀变与绢英岩脉穿插,黄铁绢英岩带呈北西向分布于矿区中部,部分叠加分布于钾化带之上。绢英岩脉具截切花岗斑岩与围岩间的接触蚀变带(褐铁矿带)的特征。

黄铁矿化带:蚀变矿物主要是黄铁矿,呈北西向分布于黄铁绢英岩带的外侧,呈条带状分布。其内部发育不规则条带状与透镜状粘土化带与碳酸盐化带。碳酸盐化形成较晚,在深部钻孔多是沿裂隙充填交代或呈脉状产出,是最常见和分布最普遍的蚀变类型。

青磐岩化带:蚀变矿物为绿泥石、绿帘石、碳酸岩,在地表外围凝灰岩中呈脉状和面状蚀变。面状蚀变以球粒状绿泥石分布为特征,脉状蚀变的绿泥石脉多切穿沉积层理,在岩芯观察中发现脉体以细脉为主,绿泥石呈片状或叶状生长在黑云母边部,另外还有一部分与绢云母共生在长石斑晶表面,由长石蚀变生成,有时和金属矿物共生。

6.2 剖面蚀变分带与叠加特征

通过对蒙西矿区0线剖面8个钻孔岩芯的系统编录及对1267块岩芯中脉体类型的分布和叠加关系特征的分析统计,结果发现0线剖面不同类型脉体在垂向上表现出明显的分带特征(图6):钾长石英脉分布在0~200m的花岗斑岩体中和深部478m以下的闪长玢岩及其围岩中,越向深部(600m以下)钾长石英脉数目变多;辉钼矿石英脉出现在100~300m和600m以下,浅部100~300m的辉钼矿石英脉多被黄铁石英脉切穿;硫化物石英脉分布范围比较大,由上而下脉体数目逐渐变少,硫化物石英脉富集区为zk005、zk003、zk001、zk002钻孔的浅部,其富集区与矿体分布位置相吻合;硫化物绿泥石脉主要分布在剖面的两侧,并在zk001、zk002、zk004、及zk007钻孔的浅部分布较多;含磁铁矿的脉体在剖面浅部70m开始出现,100~150m处黄铁矿含量增加,脉宽变粗,有时达到黄铁矿脉,200~550m黄铁矿含量减少磁铁矿含量增加,向深部过渡为磁铁矿脉;铁白云石脉在整个剖面均有发育。脉体在矿区水平向与垂直向上具明显的分带,并发育浅部与深部两个矿化蚀变中心,浅部以发育钾化辉钼矿化为特征,而深部中心以发育钾化磁铁矿化为特征。

7 剖面元素分带特征

为了进一步研究剖面的矿化特征,新疆地矿局第一地质大队的梁广林与吴慧平蒙西项目组选取蒙西矿区0线剖面岩心开展了系统的元素光谱分析,从地表向深部每隔6m系统采样,样长2m,对848个样品的Au、Ag、As、Sb、Cu、Pb、Zn、Co、Ni、W、Sn、Mo、Bi共13种元素进行了光谱定量测试分析。

我们对分析测试数据进行了处理与异常分析(图7)。结果显示剖面上不同元素的富集特征总体表现为北缓倾与近直立两个异常带叠加现象。其中Cu与Mo矿化异常中心具有相似特征,呈向北倾的带状分布于中上部;Zn、Pb矿化异常范围相似,表现出向北西倾的矿化富集带;W、As、Sb、Co、Ni元素矿化富集带呈垂向分布;Ag矿化富集带主要发育在地表及浅部,Au矿化富集带主要发育在深部。

Cu、Mo矿化中心分布在浅部,说明剥蚀程度很强,富集区与地表出露的花岗斑岩岩体位置相吻合,且与地表矿体分布范围一致,说明其与花岗斑岩有关。而从上往下的Ag、Pb-Zn与Au分带矿化特征与深部闪长玢岩有关。剖面中上部发育的中高温Cu-Mo矿化与中低温Ag-Pb-Zn叠合特征也说

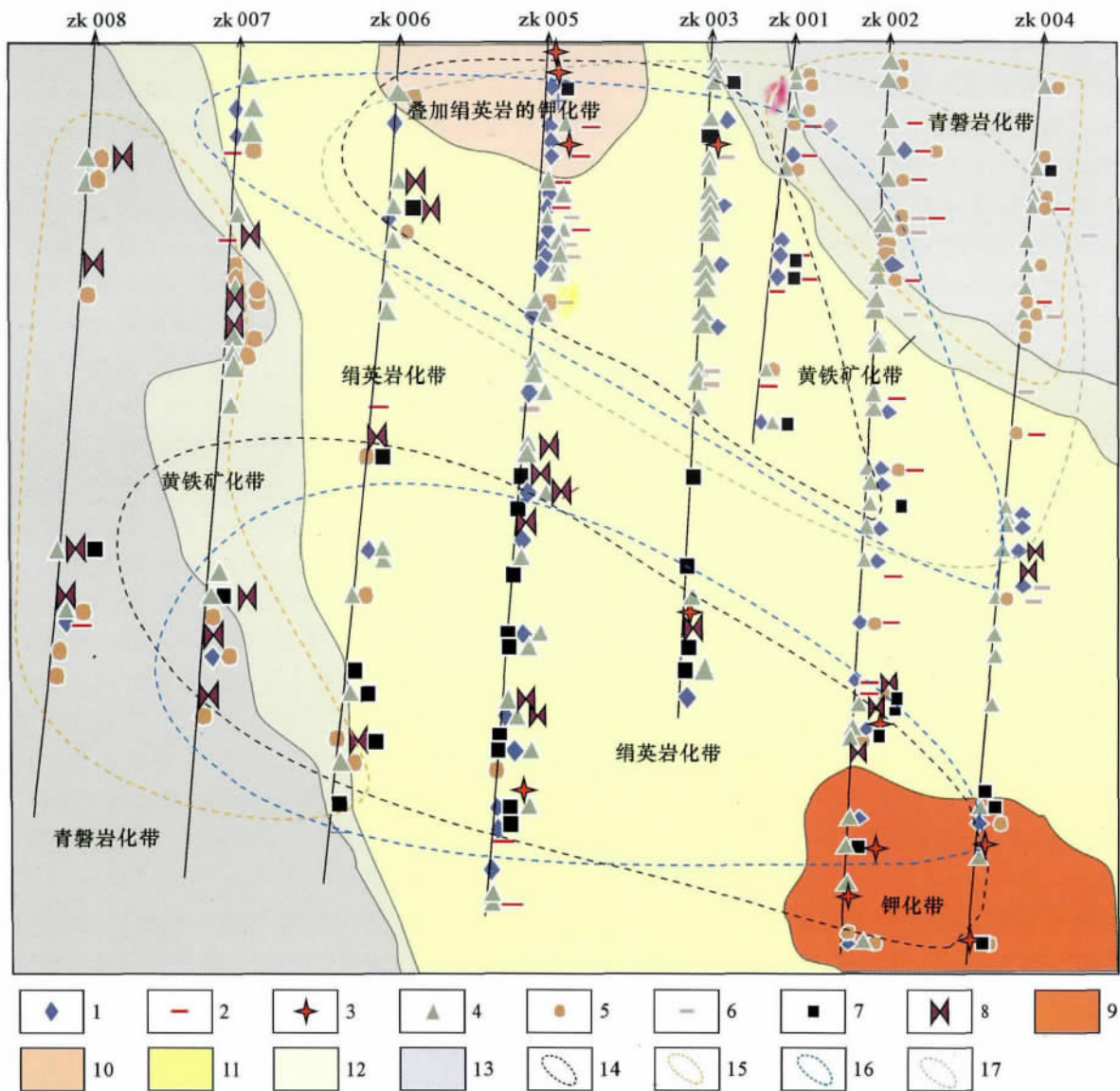


图 6 蒙西矿区 0 线剖面脉体类型与蚀变分带

Fig. 6 Alteration zonation and vein types in the line -0 profile of the Mengxi porphyry Cu deposit

1 - 石英脉; 2 - 辉钼矿石英脉; 3 - 钾长石石英脉; 4 - 黄铁矿黄铜矿石英脉; 5 - 黄铁矿黄铜矿绿泥石脉; 6 - 硫化物石英脉 (含辉钼矿); 7 - 磁铁矿脉; 8 - 铁白云石脉; 9 - 钾化带; 10 - 叠加绢英岩的钾化带; 11 - 黄铁绢英岩化带; 12 - 黄铁矿化带; 13 - 青磐岩化带; 14 - 磁铁矿脉分布范围; 15 - 黄铁矿黄铜矿绿泥石脉分布范围; 16 - 石英脉分布范围; 17 - 黄铁矿黄铜矿石英脉分布范围

1 - quartz vein; 2 - molybdenite - quartz vein; 3 - potash feldspar - quartz vein; 4 - chalcopyrite - pyrite - quartz vein; 5 - chalcopyrite - pyrite - chlorite vein; 6 - sulfide quartz vein (containing molybdenite); 7 - magnetite veins; 8 - ankerite vein; 9 - potassic zone; 10 - superposition phyllic potassic zone; 11 - phyllic and pyritization zone; 12 - pyritization zone; 13 - propylitization zone; 14 - domain for magnetite veins; 15 - domain for pyrite - chalcopyrite - chlorite veins; 16 - domain for quartz veins; 17 - domain for pyrite - chalcopyrite - quartz veins

明矿区存在两套矿化系统。

Zn/Pb 比值的变化可以确定流体运移的方向和寻找隐伏矿体 (曾庆丰, 1986), 根据横向和纵向上的比值可以看出 (图 8a) 从 zk004 孔深部向 zk008 孔浅部比值总体减小趋势, 说明流体运移方向是从 zk004 孔深部向 zk008 孔浅部, 流体源区在 zk004 孔

深部。另根据 Mo/Cu 高值区显示中高温元素组合为两个分布范围 (图 8b), 表明近岩体接触带和隐伏含矿岩体可能在地表花岗斑岩岩体接触带和 zk005 孔深部, 进一步说明在深部有隐伏含矿斑岩, 钻探结果可以看出隐伏岩体可能是闪长玢岩。

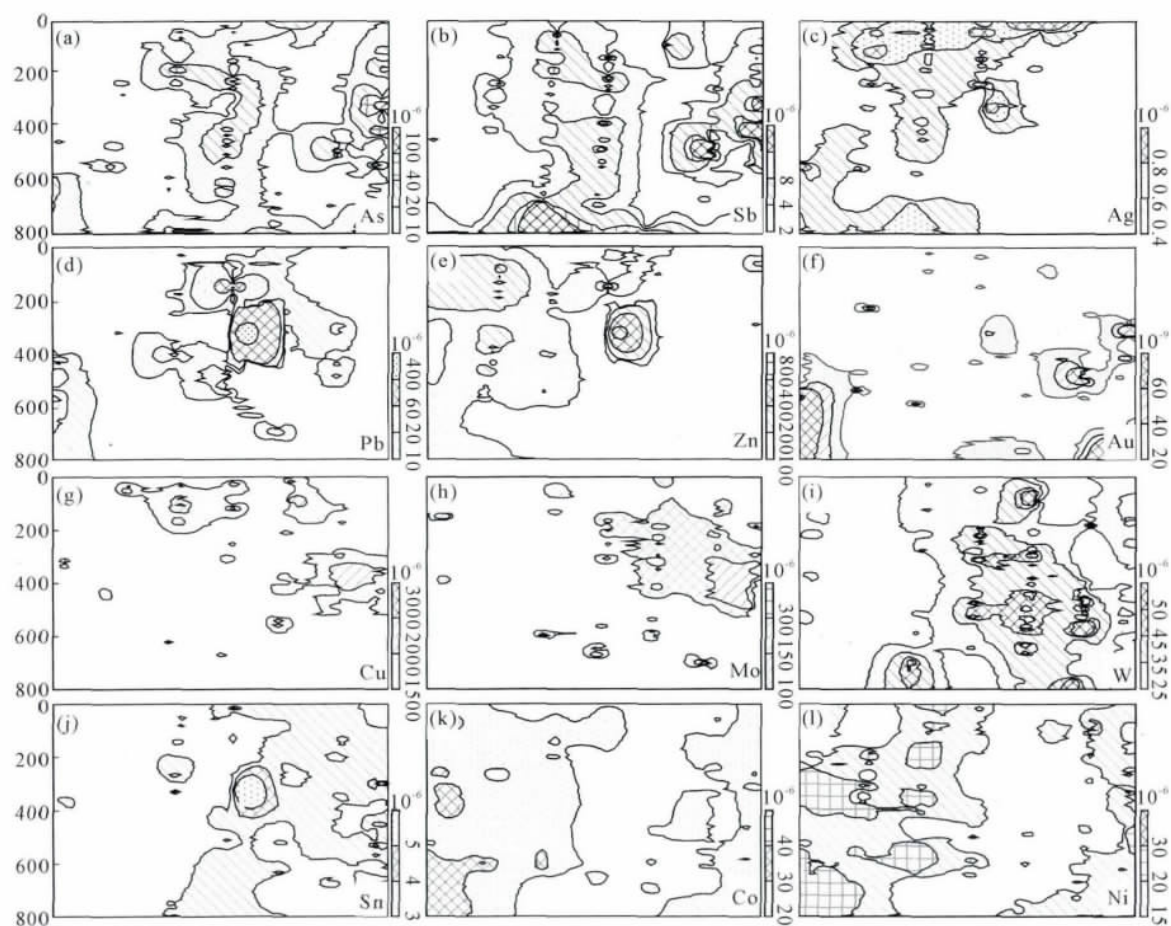


图 7 蒙西斑岩铜矿 0 线剖面元素异常分布图

Fig.7 Concentration of elements on the line -0 profile in Mengxi porphyry Cu deposit

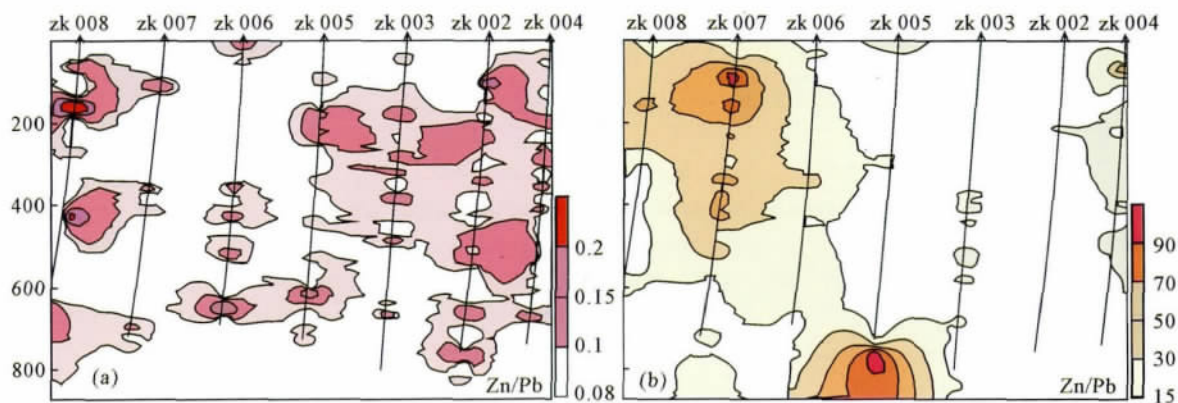


图 8 蒙西斑岩铜矿 0 线剖面元素比值分布图

Fig.8 Distribution of element ratios on the line -0 profile in Mengxi porphyry Cu deposit

8 成矿模型

根据蒙西斑岩铜矿床蚀变特征、矿化特征、脉体

分布特征及元素分带序列有关信息综合研究表明, 蒙西斑岩铜矿床含有两套矿化蚀变系统: 地表和浅部的铜钼矿化与钾化蚀变的花岗斑岩有关, 而矿区

地表与 0 线剖面所发育的大面积绢英岩化 - 黄铁矿化 - 青磐岩化及深部发育的钾化磁铁矿化可能与深部发育的闪长玢岩有关。花岗斑岩及其伴生的矿化形成较早, 闪长玢岩及其矿化蚀变形成相对晚一些。据此, 可建立蒙西斑岩铜矿床成矿模型(图 9): 矿床矿化蚀变与两期岩体有关, 第一期成矿与地表的花岗斑岩有关, 形成了矿区地表与浅部的钾化带与 Cu - Mo 矿体; 随后矿区地质体发生抬升剥蚀, 闪长玢岩侵位, 形成一套呈球壳型的矿化蚀变系统, 该系统

的绢英岩化带部分叠加在与早期花岗斑岩伴生的钾化带上, 形成 Cu - Au 矿化。鉴于此, 可以推断矿区深部存在隐伏的 Cu - Au 矿体。

9 结论

依据矿物组合、蚀变特征及穿插关系等因素研究表明, 矿区脉体类型多样, 并表现出脉动与叠加分带特征。地表浅部的钾长石英脉与辉钼矿石英脉被成矿温度相对较低的绢英岩脉叠加与截切。在 0 线

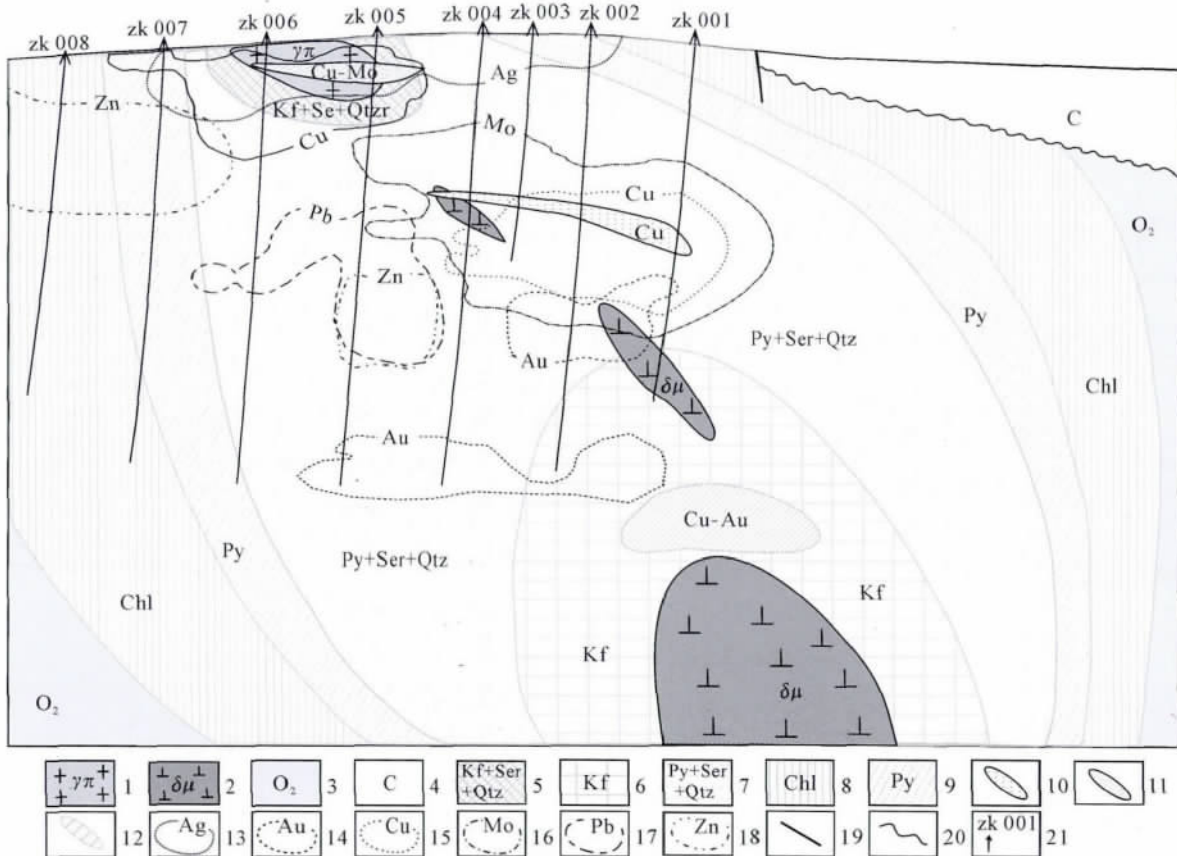


图 9 蒙西斑岩铜矿床成矿模型

Fig. 9 Metallogenic model of the Mengxi porphyry Cu deposit

1 - 花岗斑岩; 2 - 闪长玢岩; 3 - 奥陶系地层; 4 - 石炭系凝灰质砂岩; 5 - 叠加绢英岩化钾化带; 6 - 钾化带; 7 - 黄铁绢英岩化带; 8 - 青磐岩化带; 9 - 黄铁矿化带; 10 - 铜矿体; 11 - 铜钼矿体; 12 - 预测的铜金矿体; 13 - Ag 元素异常边界 (>0.8 ppm); 14 - Au 元素异常边界 (>40 ppb); 15 - Cu 元素异常边界 (>0.2%); 16 - Mo 元素异常边界 (>0.015%); 17 - Pb 元素异常边界 (>60 ppm); 18 - Zn 元素异常边界 (>0.02%); 19 - 断层; 20 - 不整合线; 21 - 钻孔及编号

1 - granite porphyry; 2 - diorite porphyrite; 3 - Middle Ordovician; 4 - Carboniferous tuff sandstone; 5 - superposition phyllic potassic zone; 6 - potassic zone; 7 - phyllic and pyritization zone; 8 - propylitization zone; 9 - pyritization zone; 10 - chalcopyrite ore body; 11 - chalcopyrite - molybdenite ore body; 12 - Inferred copper - gold ore body; 13 - Ag element abnormal boundary (>0.8 ppm); 14 - Au element abnormal boundary (>40 ppb); 15 - Cu element abnormal boundary (>0.2%); 16 - Mo element abnormal boundary (>0.015%); 17 - Pb element abnormal boundary (>60 ppm); 18 - Zn element abnormal boundary (>0.02%); 19 - fault; 20 - unconformity line; 21 - drill hole and number

剖面水平侧向与垂向上脉体具明显的分带特征,并发育浅部与深部两个矿化蚀变中心。浅部以发育钾化辉钼矿化为特征,而深部中心以发育钾化磁铁矿化为特征。

蒙西斑岩铜矿区蚀变与成矿具双系统叠加结构。地表和浅部的钾化和铜钼矿化与花岗斑岩密切共生。矿区大面积绢英岩化-黄铁矿化-青磐岩化、深部发育的钾化磁铁矿化、及从上往下的 Ag、Pb-Zn 与 Au 矿化的垂向分带与深部发育的闪长玢岩有关。地表和浅部花岗斑岩及其伴生的钾化与铜钼矿化是花岗斑岩 Cu-Mo 矿化蚀变系统的根部与残留,而闪长玢岩成矿系统以铜金矿化为特征。基于矿床蚀变、矿化和元素分带特征的研究,找出两期矿化蚀变所对应的斑岩体,初步建立了矿床成矿模型。并根据已有的勘探成果,推测深部存在隐伏的 Cu-Au 矿体。

致谢 本文野外工作得到了新疆地矿局第一地质大队的大力支持,成文过程得到了中国地质调查局天津地质矿产研究所张永同志的帮助,还得到了中国科学院地质与地球物理研究所相鹏、崔敏利、沈晓丽、李志远等博士的帮助,在此向他们表示衷心的感谢。

[References]

- Chen Ren-yi, Liu Guang-hai, Ma Yi-wen. 1995. Geological characteristics and genetic mechanism of Cu-Au mineralization in Qionghaba, Xinjiang [J]. *Geology and Exploration*, 31(1): 26-31 (in Chinese with English abstract)
- Chen Yu-chua, Liu De-quan, Tang Yan-ling, Wang Ddeng-hong, Zhou Ru-hong, Wang Jin-liang, Li Hua-qin, Wang Xiao-di. 2007. Strategic research on large scale ore concentration areas of solid minerals in Xinjiang, China [M]. Beijing: Geology Publishing House: 156-171 (in Chinese)
- Dong Lian-hui, Xu Xing-wang, Qu Xun, Li Guang-ming. 2009. Tectonic setting and formation mechanism of the circum-Junggar porphyritic copper deposit belts [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 25(4): 508-512 (in Chinese with English abstract)
- Han Bao-fu, He Guo-qi, Wang Shi-guang, Hong Da-wei. 1998. Postcollisional mantle-derived magmatism and vertical growth of the continental crust in North Xinjiang [J]. *Geological Review*, 44(4): 396-406 (in Chinese with English abstract)
- Liang Guang-lin, Xu Xing-wang, Gao Chang-rong, Wu Hui-ping, Zhang Zheng-feng, Zhao Fu-zhuang, Yan Xi-lin, Qiao Jia-chang. 2010. Geological and geophysical characteristics and prognostic analysis of Mengxi porphyry Cu-Mo deposit, eastern Junggar [J]. *Xinjiang Geology*, 28(4): 402-408 (in Chinese with English abstract)
- Nie Feng-jun, Jiang Si-hong. 2000. Discovery and its exploration significance of Talin gold mineralized belt, South Mongolia [J]. *Geology of Inner Mongolia*, (2): 20-23 (in Chinese with English abstract)

- Qu Xun, Xu Xing-wang, Liang Guang-lin, Qu Wen-jun, Du Shi-jun, Jiang Neng, Wu Hui-ping, Zhang Yon, Xiao Hong, Dong Lian-hui. 2009. Geology and Re-Os age of the Mengxi Cu-Mo deposit and element geochemistry of intrusions in the Qionghaba area and its constraint to tectonic setting of the Qionghaba magmatic arc in eastern, Xinjiang [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 25(4): 765-776 (in Chinese with English abstract)
- Wang Jun, Nie Feng-jun, Liu Yong. 2010. Geological and geochemical characteristics and geological implications of the Mengxi porphyry copper-molybdenum deposit in East Junggar region [J]. *Geology in China*, 37(4): 1151-1161 (in Chinese with English abstract)
- Wang Deng-hong, Li Hua-qin, Ying Li-juan, Mei Yu-ping, Chu Zhen-li. 2009. Copper and gold metallogenic epoch and prospecting potential in Qionghaba area of Yiwu County, Xinjiang [J]. *Mineral Deposits*, 28(1): 73-83 (in Chinese with English abstract)
- Wang Xiao-di, Liu De-quan, Tang Yan-ling, Zhou Ru-hong. 2006. Metallogenic characteristics and perspective of the porphyry copper in Qionghaba, Yiwu County, Xinjiang [J]. *Xinjiang Geology*, 24(4): 398-404 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Yong, Liang Guang-lin, Wu Qian-yi, Wu Qi, Zhang Zheng-feng, Wu Hui-ping, Qu Xun, Xu Xing-wang. 2010. Characteristics and formation mechanism of the veins in Mengxi porphyry Cu-Mo deposit, eastern Junggar, Xinjiang, China [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 26(10): 1-10 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Yong, Liang Guang-lin, Qu Xun, Du Shi-jun, Wu Qi, Zhang Zheng-feng, Dong Lian-hui, Xu Xing-wang. 2010. Evidence of U-Pb age and Hf isotope of zircons for Early Paleozoic magmatism in the Qionghaba arc, East Junggar [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 26(8): 2389-2398 (in Chinese with English abstract)
- Zeng Qing-feng. 1986. On the hydrothermal ore-forming conditions [M]. Beijing: Geological Publishing House: 66-68 (in Chinese)

[附中文参考文献]

- 陈仁义,刘光海,马义文. 1995. 新疆琼河坝铜金矿化地质特征及成因机理 [J]. *地质与勘探*, 31(1): 26-31
- 陈毓川,刘德权,唐延龄,王登红,周汝洪,王金良,李华芹,王晓地. 2007. 中国新疆战略性固体矿产大型矿集区研究 [M]. 北京:地质出版社: 156-171
- 董连慧,徐兴旺,屈迅,李光明. 2009. 初论环准噶尔斑岩铜矿带的地质构造背景与形成机制 [J]. *岩石学报*, 25(4): 713-737
- 韩宝福,何国琦,王式洸,洪大卫. 1998. 新疆北部后碰撞幔源岩浆活动与陆壳纵向生长 [J]. *地质论评*, 44(4): 396-406
- 梁广林,徐兴旺,高长荣,吴慧平,张征峰,赵富庄,闫西林,乔家昌. 2010. 蒙西斑岩铜矿地质地球物理特征及找矿潜力分析 [J]. *新疆地质*, 28(4): 402-408
- 聂凤军,江思宏. 2000. 中蒙边境塔林大型金矿化带的发现对我们的启示 [J]. *内蒙古地质*, (2): 20-23
- 屈迅,徐兴旺,梁广林,屈文俊,杜世俊,姜能,吴慧平,张永,肖鸿,董连慧. 2009. 蒙西斑岩型铜钼矿地质地球化学特征及其对东准噶尔琼河坝岩浆岛弧构造属性的制约 [J]. *岩石学报*, 25(4): 765-776
- 王军,聂凤军,刘勇. 2010. 东准噶尔蒙西斑岩型铜钼矿床地质地球化学特征 [J]. *中国地质*, 37(4): 1151-1161

- 王登红,李华芹,应立娟,梅玉萍,初振利. 2009. 新疆伊吾琼河坝地区铜、金矿成矿时代及其找矿前景[J]. 矿床地质 28(1): 73-83
- 王晓地,刘德权,唐延龄,周汝洪. 2006. 伊吾县琼河坝地区斑岩铜矿成矿地质特征及远景评价[J]. 新疆地质 24(4): 398-404
- 张永,梁广林,吴倩怡,吴琪,张征峰,吴慧平,屈迅,徐兴旺. 2010. 东准噶尔蒙西斑岩铜钼矿床脉体特征及其形成机制[J]. 岩石学报 26(10): 1-10
- 张永,梁广林,屈迅,杜世俊,吴琪,张征峰,董连慧,徐兴旺. 2010. 东准噶尔琼河坝岛弧早古生代岩浆活动的锆石 U-Pb 年龄和 Hf 同位素证据[J]. 岩石学报 26(8): 2389-2398
- 曾庆丰. 1986. 论热液矿床成矿条件[M]. 北京: 地质出版社: 66-68

Identification of Double Alteration – Mineralization System in the Mengxi Porphyry Copper Deposit , East Junggar and Its Significance for Prospecting

YE Xi-fang¹, LIU Jie², Palati Abudukadier², LIANG Guang-lin³, WU Hui-ping³, WU Qi⁴, ZHANG Zheng-feng³, XU Xing-wang⁴

(1. No. 3 Geological Party of Zhejiang Province , Jinhua , Zhejiang 321001;

2. College of Geology and Engineering of Exploration , Xinjiang University , Urumqi , Xinjiang 830049;

3. No. 1 Geological Team of Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resource , Changji , Xinjiang 838800;

4. Key Laboratory of Mineral Resources , Institute of Geology and Geophysics , CAS , Beijing 100029)

Abstract: Through researches on alteration , mineralization and element zoning characteristics of the Mengxi copper deposit in East Junggar , this paper redefines alteration types and spatial and temporal distribution , discusses relationships between alteration and porphyries , and finally develops a preliminary metallogenic model. The results show that alteration and mineralization in Mengxi porphyry copper deposit are consisted of two overprinted systems. The potassic alteration and Cu-Mo mineralization on the surface and in shallow depth is closely related to granitic porphyries , while widely distributed phyllic-pyritization-propylitization alteration , potassic alteration and magnetite mineralization in depth and vertical mineralization zoning of Ag , Pb-Zn and Au are closely related to dioritic porphyrite. Granitic porphyries and associated potassic alteration and Cu-Mo mineralization is possibly the root or residues of the granitic porphyries Cu-Mo mineralization system , and the dioritic porphyrite metallogenic system is characterized by Cu-Au mineralization. Based on the new genetic model and exploration results , it is proposed that there is possibly some buried Cu-Au ore bodies in the deep.

Key words: Mengxi , porphyry copper deposit , vein , alteration , metallogenic model