

新疆阿尔泰山南缘东段哈腊苏斑岩铜(钼金) 矿床地质

Geology of the Halasu porphyry Cu (-Mo-Au) deposit in the eastern part of southern Altay, Xinjiang

吴淦国¹, 薛春纪¹, 温长顺¹, 张招崇¹, 董连慧²,
冯京², 杨文平³, 刘俊来¹, 杜杨松¹

(1 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 地学院, 北京 100083; 2 新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局, 新疆 乌鲁木齐 830000; 3 新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第四地质大队, 新疆 阿勒泰 836500)

WU GanGuo¹, XUE ChunJi¹, WEN ChangShun¹, ZHANG ZhaoChong¹, DONG LianHui², FENG Jing²,
YANG WenPing³, Liu JunLai¹ and DU YangSong¹

(1 State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2 Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Urumqi 830000, Xinjiang, China; 3 No. 4 Geological Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Altai 836500, Xinjiang, China)

摘 要 近几年阿尔泰山南缘斑岩型铜矿勘查进展明显, 哈腊苏铜(钼金)矿床倍受关注。该矿床以中泥盆世阿尔泰山南缘特殊的裂谷为背景形成。矿化发生在侵入于中泥盆统玄武岩内的花岗闪长斑岩、花岗斑岩内及其附近围岩中。从岩体到玄武岩依次出现钾长石化、黑云母化、青磐岩化以及叠加于其上的团块/脉状钾化、硅化等蚀变。矿石中可同时见到细脉浸染状斑岩型和团块/脉状热液型两种组构, 且后者叠加到前者之上。斑岩型矿化存在海西(381±8.7 Ma, 375±8.7 Ma)和印支(213±4.2 Ma)两期, 印支期(230±5 Ma)还发育构造-流体叠加矿化。矿石中硫化物的硫、铅同位素($\delta^{34}\text{S}=-6.5\text{‰}\sim-1.6\text{‰}$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.052\sim19.362$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.501\sim15.606$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=37.813\sim39.355$)表明 S 和 Pb 来自岩浆或地幔/下地壳, 成矿流体中水($\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}=7.4\text{‰}\sim9.2\text{‰}$, $\delta\text{D}_{\text{SMOW}}=-89\text{‰}\sim-80\text{‰}$)为岩浆水。斑岩期成矿温度 420~560℃。不同时期小斑岩体、玄武岩围岩及后期矿化叠加是成矿重要条件。

关键词 矿床地质; 成矿年龄; 稳定同位素; 哈腊苏; 新疆青河

新疆境外邻区中亚和蒙古探明较多超大型、大型斑岩铜矿。新疆境内继东天山土屋等斑岩铜矿发现之后, 最近阿尔泰山南缘斑岩铜矿找矿勘查进展明显, 哈腊苏斑岩铜矿令人关注。哈腊苏斑岩铜矿隶属新疆青河县阿热勒托别乡, 位于老山口—奥尔塔哈腊苏—希勒克特哈腊苏—玉勒肯哈腊苏一带。20 世纪 70~80 年代的普查工作初步揭示矿化斑岩体及其内外接触带钾长石化、黑云母化、青磐岩化等蚀变分布, 地表矿化较好, 但因钻孔中铜品位低而放弃勘查; 中国斑岩铜矿床总结研究中将这个地区作为卡拉先格尔斑岩铜矿带(芮宗瑶等, 1984); 近年产学研结合, 斑岩铜矿勘查进展明显, 同时, 完成包含矿区的“阿拉图拜”幅 1: 5 万矿产地质调查, 矿床和地质研究取得相应成果(陈毓川等, 2004; 李锦轶等, 2004; 杨文平等, 2005; 张招崇等, 2005)。本文重点介绍哈腊苏斑岩铜矿床地质、成矿年龄和某些地球化学性质, 旨在进一步明确勘探方向, 并为揭示中亚和蒙古地区相关矿床地质规律积累资料。

1 成矿区域地质环境

哈腊苏斑岩铜矿处在新疆阿尔泰山南缘早-中泥盆世裂谷火山岩带东段,大地构造上位于西伯利亚板块与准噶尔板块斜向对接的部位,在区域构造中位于额尔齐斯 NW 向构造带与可可托海—二台 NNW 向断裂构造交汇在南东侧形成的向北西收敛向南东撒开的三角地段。

区域由老到新依次出露震旦-寒武系喀纳斯/富蕴群巨厚长英细砂岩-粉砂岩类复理石堆积、喀纳斯群顶部不整合面之上的中-上奥陶统东锡勒克组和白哈巴组中酸性火山岩和砂岩-粉砂岩、零星的上志留统库鲁木提组碎屑岩、分布于阿尔泰山南缘的下-中泥盆统康布铁堡组和阿勒泰镇组/北塔山组火山岩、上泥盆统一下石炭统中酸性火山岩和低成熟碎屑岩、中石炭统阿尔泰山前陆盆地沉积、二叠系山间磨拉石堆积和中-新生界内陆沉积。震旦-寒武系类复理石堆积属萨拉依尔洋在阿尔泰山微陆块北缘的被动陆缘沉积(徐新, 2003);中酸性火山岩为主的东锡勒克组可能与早古生代准噶尔洋壳向北向阿尔泰山微陆块之下俯冲引起的岛弧火山有关;早-中泥盆世火山作用形成多个火山沉积盆地,其中产有重要有色、黑色金属矿床,下泥盆统火山岩为以石英角斑岩为主的双峰系列,中泥盆统细碧岩、玄武岩增加并由双峰系列逐渐转化为钙碱性系列,它们属于陆缘拉张/裂谷环境产物,康布铁堡组发生明显的区域动热变质,北塔山组由玄武岩、辉石斑晶玄武岩、橄榄玄武岩、苦橄岩、英安岩、英安-流纹岩等双峰系列和火山碎屑岩构成,明显反映裂谷作用特征,岩浆起源上地幔;晚泥盆世一早石炭世区域地壳处于强烈的活动背景,具有活动大陆边缘和残留海或海陆过渡性质。

与早古生代开始的准噶尔洋壳向阿尔泰山微陆块俯冲有关,不仅出现明显的中酸性火山喷发,且发育奥陶-志留纪活动陆缘型侵入岩,以幔源物质为主,属 I 型花岗岩;同时期的变质作用为低温动力变质。晚古生代区域火山活动强烈,在哈腊苏铜矿区域早-中泥盆世以基性火山喷发为主,间有中酸性火山喷发;晚泥盆一早石炭世主要为玄武岩-安山岩组合;中石炭世一二叠纪火山岩全为陆相,多中性。晚古生代岩浆侵入在泥盆纪不太发育,但在哈腊苏发育铜矿化中酸性斑岩;石炭纪在多处发育大岩基花岗岩,在额尔齐斯构造带还分布一条基性杂岩带。二叠纪岩浆侵入体分布广泛,以富碱花岗岩为特征。中-新生代岩浆侵入体规模小,火山活动微弱。

可见新元古代-寒武纪本区位于萨那依尔洋南缘,发育被动陆缘类复理石沉积;伴随寒武纪开始的准噶尔洋的发生、发展和向北向阿尔泰山微陆块之下俯冲,被动陆缘在奥陶纪转化为活动陆缘,发育中酸性火山岩及大规模岩浆侵入,萨那依尔洋关闭;晚古生代早期,准噶尔洋隆很可能已经俯冲到达阿尔泰山微陆块南缘之下,形成明显的陆缘拉张裂谷环境,哈腊苏在中泥盆世裂谷背景下发生显著的基性-超基性火山喷发及同源中酸性浅成岩浆侵入,并伴随斑岩铜矿化;晚泥盆世一早石炭纪出现复杂的活动陆缘,准噶尔成为残留海;早石炭世末期以来,准噶尔洋闭合,准噶尔板块继阿尔泰山微陆块之后向北拼贴到西伯利亚古陆块。

2 哈腊苏斑岩铜(钼金)矿床地质

矿区由老到新出露中泥盆统北塔山组和下石炭统姜巴斯套组。北塔山组是矿区铜(钼金)矿化斑岩体的主要围岩,它主要由基性、部分超基性火山熔岩和火山碎屑岩构成,上部主要为沉凝灰岩、硅质岩、粉砂岩等,中-下部是玄武岩和辉斑玄武岩的互层夹少量安山岩,中-下部是北塔山组的主体,普遍发生黑云母化和青磐岩化。姜巴斯套组为浅变质沉积岩,未见相关金属矿化,与下伏中泥盆统为断层接触。

矿区这些地层整体上呈现为一个倒转的复式向斜,高倾角北东倾向,并被从东到西依次发育的 NNW 向二台断裂和卡拉先格尔断裂以及 NW 向老山口断裂所切,在二台与卡拉先格尔两个断裂间主体出露中泥盆统及侵入其中的中酸性矿化斑岩,在卡拉先格尔与老山口两个断裂间主体出露下石炭统。矿区 NW 向断裂被 NNW 向断裂切过的特点明显, NW 向构造主体形成于海西晚期, NNW 向构造明显是后来叠加上去的另一次地质过程。由于紧靠额尔齐斯大型构造带,矿区强-弱变形带相间出现。

侵入于中泥盆统的浅成岩浆体包括花岗闪长斑岩、花岗斑岩及闪长玢岩，幔源成分为主，形成于中泥盆世晚期，应与北塔山组基性火山岩同源不同相，与同期阿尔泰山南缘裂谷过程相关。矿区也发现三叠纪花岗斑岩。斑岩体在地表 NNW 向带状展布， 0.3 km^2 左右。

围绕花岗闪长斑岩、花岗斑岩发育钾硅酸盐化、绢云母化、青磐岩化、硅化及碳酸盐化等围岩蚀变。常见在斑岩体内部发生钾长石化、黑云母化，在斑岩体的玄武岩围岩中发生绿泥石化、黑云母化、绿帘石化、碳酸盐化；从岩体向外围，依次出现钾长石化、强黑云母化、弱黑云母化、青磐岩化的蚀变分带。钾长石化明显有斑岩矿化期和后期另一次构造-热液叠加的不同现象，前者表现为斑岩体内酸性斜长石发生钾长石化，原岩组构保存，钾化岩石中出现细脉浸染状均匀铜矿化；后者常在前者基础上伴随构造作用沿裂隙、角砾化带发生，与硅化共生，形成团块/脉状较纯的钾长石集合体和脉/团块状铜钼矿石。

斑岩体内发生全岩铜矿化，矿体主要产在钾长石化、黑云母化、绿泥石化斑岩中，也见于外接触带玄武岩围岩中。矿体平面展布形态受斑岩体与围岩接触面产状的控制，主体倾向北东。同时可见早期均匀矿化品位较低的细脉浸染状斑岩型矿石和后一次地质过程中叠加上去的与沿断裂/裂隙分布的石英脉/团块、强钾化团块/脉及碳酸盐脉共生的构造-热液型矿石。铜矿石含钼和金，原生者为主，次生硫化物矿石少。矿石矿物组成（黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿、黝铜矿、孔雀石）简单，原生矿石浸染状、细/网脉状、脉状、团块状构造。

3 成矿时代和某些地球化学性质

铜矿化花岗闪长斑岩中短柱状岩浆锆石 SHRIMP 年龄为 $(381 \pm 8.7) \text{ Ma}$ 和 $(375 \pm 8.7) \text{ Ma}$ ，应为哈腊苏斑岩铜（钼金）成矿年龄上限。铜矿化花岗斑岩中针状岩浆锆石 SHRIMP 年龄为 $(213 \pm 4.2) \text{ Ma}$ ，应为叠加于海西期斑岩型矿化之上的印支期斑岩型矿化过程。矿区不均匀强钾长石化岩石中钾长石 ^{39}Ar - ^{40}Ar 年龄为 $(230 \pm 5) \text{ Ma}$ （闫升好等，2006）。矿区钾硅酸盐蚀变应具体分析。

矿石中黄铜矿样品 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $-6.5\text{‰} \sim -2.2\text{‰}$ ，平均为 -3.8‰ ，黄铁矿样品的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $-4.7\text{‰} \sim -1.6\text{‰}$ ，平均为 -2.9‰ ；矿石 S 同位素组成呈塔式分布，峰值在 $-3 \sim -4$ 之间，显示岩浆硫特点。矿石中黄铁矿 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.052 \sim 19.362$ ， $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.501 \sim 15.606$ ， $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=37.813 \sim 39.355$ ，与邻近的喀拉通克超基性岩体铅同位素组成有一定联系，矿石铅主要来自上地幔和下地壳。

实测矿石中热液石英 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}=10.4\text{‰} \sim 12.2\text{‰}$ ，其中包裹体中水的 $\delta\text{D}_{\text{SMOW}}=-89\text{‰} \sim -80\text{‰}$ 。依据石英-水的氧同位素平衡关系，求得晶出石英的水介质 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}=7.4\text{‰} \sim 9.2\text{‰}$ 。成矿流体中水为岩浆水。由共生的浸染状黄铁矿和黄铜矿 3 个矿物对的硫同位素组成计算出其平衡温度为 $420 \sim 560^\circ\text{C}$ ，基本代表斑岩期成矿的温度。

4 初步认识

哈腊苏铜（钼金）矿以晚古生代早期阿尔泰山南缘特殊的裂谷为背景形成；矿化发生在侵入于中泥盆统玄武岩内的花岗闪长斑岩、花岗斑岩内及其附近围岩中；从岩体到玄武岩依次出现钾长石化、黑云母化、青磐岩化以及叠加于其上的团块/脉状钾化、硅化等蚀变；矿石中可同时见到细脉浸染状斑岩型和团块/脉状热液型两种组构，且后者叠加到前者之上。

矿区斑岩型矿化可能存在海西 $((381 \pm 8.7) \text{ Ma}, (375 \pm 8.7 \text{ Ma}))$ 和印支 $((213 \pm 4.2) \text{ Ma})$ 两期，印支期 $((230 \pm 5) \text{ Ma})$ 还发育构造-流体叠加矿化，不同时期小斑岩体、玄武岩围岩及后期矿化叠加是成矿重要条件。成矿物质与地幔或相关岩浆密切相关，斑岩期成矿温度 $420 \sim 560^\circ\text{C}$ 。

参 考 文 献

- 陈毓川, 刘德权, 王登红. 2004. 新疆北准噶尔苦橄岩的发现及其地质意义. 地质通报, 23: 1060~1065.
- 李锦轶, 徐 新. 2004. 新疆北部地质构造和成矿作用的主要问题. 新疆地质, 22(2): 119~124.
- 芮宗瑶, 黄崇柯, 齐国明. 1984. 中国斑岩铜(钼)矿床. 北京: 地质出版社. 5~12.
- 徐 新. 2003. 阿尔泰运动及其相关的地质问题. 见: 陈毓川, 王京彬, 主编. 中国新疆阿尔泰山地质与矿产论文集. 北京: 地质出版社. 1~11.
- 杨文平, 张招崇, 周 刚, 闫升好, 何立新, 陈柏林. 2005. 阿尔泰铜矿带南缘希勒克特哈腊苏斑岩铜矿的发现及其意义. 中国地质, 32: 107~114.
- 张招崇, 闫升好, 陈柏林, 周 刚, 何永康, 柴凤梅, 何立新. 2005. 阿尔泰造山带南缘中泥盆世苦橄岩及其大地构造和岩石学意义. 地球科学, 30(3): 289~297.
- 闫升好, 陈 文, 王义天, 张招崇, 陈柏林. 2004. 新疆额尔齐斯金成矿带的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄及其地质意义. 地质学报, 78(4): 500~505.

<http://www.kcdz.ac.cn/>