

青海卡尔却卡铜钼矿床地质特征及成因探讨

李东生^{1,2}, 张占玉², 苏生顺², 郭世珍², 张海兰², 奎明娟²,

(1. 中国地质大学 北京, 100083; 2. 青海省第三地质矿产勘查院 青海 西宁, 810029)

摘要: 青海省格尔木市卡尔却卡矿区位于柴达木盆地西南缘, 卡尔却卡铜钼矿是近年在东昆仑祁漫塔格地区发现的中型矿床, 成矿时代为中晚三叠世。矿区北西部具有斑岩成矿的特征, 矿区中部具有典型矽卡岩成矿的特征。卡尔却卡矿区共圈出铜钼多金属矿体 64 个, 具有较好的找矿前景, 斑岩成矿的事实为今后在东昆仑成矿带找矿拓宽了思路。

关键词: 卡尔却卡; 地质特征; 斑岩型; 矿床成因; 青海

中图分类号: P618.41, P618.65 **文献标识码:** A

青海省格尔木市卡尔却卡铜钼矿区位于柴达木盆地西南缘, 东昆仑造山带古生代—中生代复合岩浆弧的西段, 东昆仑成矿带祁漫塔格成矿亚带中部, 是青海省重要的铁、铜、铅、锌、金多金属矿集区。该带成矿以矽卡岩型铁多金属矿为主, 经近年的勘查, 发现了卡尔却卡铜钼多金属矿床, 具有斑岩—矽卡岩—热液系列成矿的特征, 斑岩成矿的事实为该带的找矿提供了新的思路 (侯增谦, 2004; 陈毓川等, 2006)。

1 成矿地质背景

矿区位于东昆仑北构造岩浆带的南部, 南侧紧邻东昆中深大断裂。区内出露地层为古元古界金水口岩群、寒武—奥陶系滩间山群、上三叠统鄂拉山组及第四系。侵入岩主要为华力西期似斑状黑云母二长花岗岩、印支期花岗闪长岩。构造以断裂构造为主, 褶皱构造不发育。

1.1 地层

古元古界金水口岩群主要分布于岩基边部或以

包体形式存在于各期岩体中, 岩石以灰色含石榴子石、矽线石或堇青石黑云斜长片麻岩为主。寒武—奥陶纪滩间山群主要分布于卡尔却卡铜矿 B 区及 C 区周围 (图 1), 出露面积较大, 四周均被岩体包围, 被晚二叠世似斑状二长花岗岩 ($\pi\pi P_3$)、晚三叠世花岗闪长岩 ($Y\delta T_3$) 侵入, 形成一个孤岛状的残留体, 呈不规则状分布。地层产状总体倾向北东, 局部倾向南西。可分为下部基性火山岩岩组、上部碳酸盐岩组。主要岩石组合为: 安山岩、玄武岩、安山—玄武岩、结晶灰岩、大理岩、含碳大理岩、板岩及千枚岩。

1.2 构造

区内断裂构造主要为北西西向断裂及少量北东向断裂 (图 1)。北西西向断裂是区内的主干构造, 由一系列近于平行的断裂组成, 被北东走向断层截切, 具有多期活动的特点, 断裂挤压较强烈, 力学性质表现为压扭性。该组断裂是区内的主要控矿构造; 北东向断裂截切了北西西向断裂和晚二叠世花岗岩基, 形成 10~50 m 宽的断层破碎带。

目前在 A 区确定 3 条近于平行的北西向断裂, 均发育于晚二叠世似斑状二长花岗岩中, 宽 50~

收稿日期: 2010-06-12; 修回日期: 2010-10-28

基金项目: 青海省地质矿产勘查开发局“青海省格尔木市卡尔却卡铜矿勘查”

作者简介: 李东生 (1959-), 男, 中国地质大学 (北京) 在读博士, 高级工程师, 从事地质矿产勘查及研究工作。E-mail:

lishd1109@163.com

150 m 不等, 长度大于 7.3 km, 倾向北东。带内由似斑状二长花岗岩和花岗闪长岩组成, 矿化为黄铁矿化、黄铜矿化、赤铁矿化、赤铜矿化、褐铁矿化

和孔雀石化。主要蚀变为高岭土化、绢云母化、钾化和硅化等。沿断裂有石英脉、闪长岩脉及细晶花岗岩脉侵入。该组断裂是 A 区主要的控矿构造。

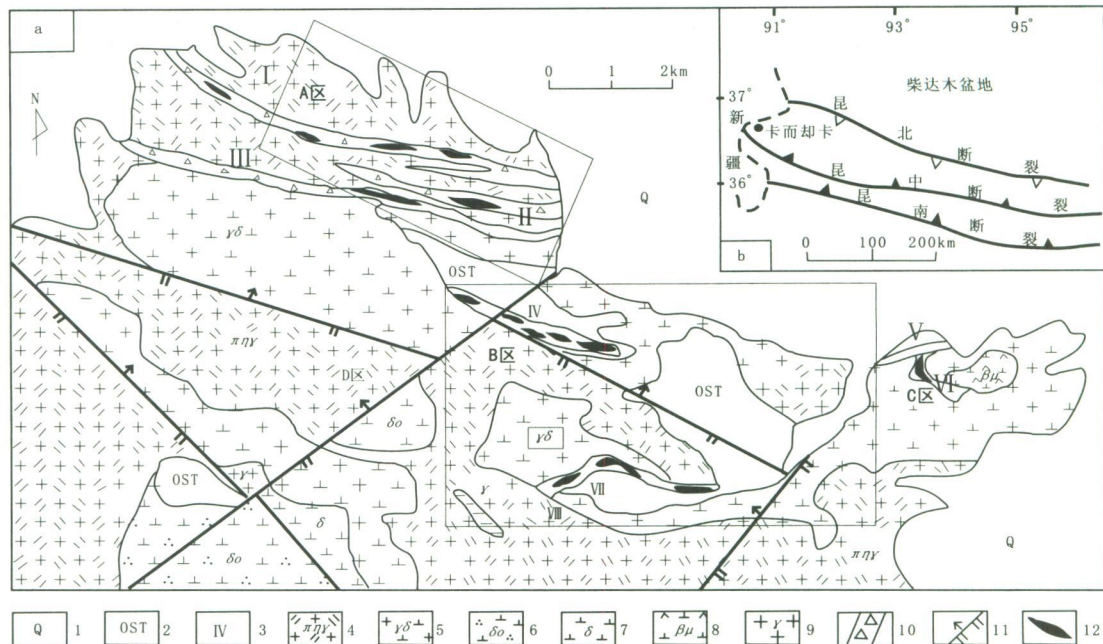


图 1 卡尔却卡铜矿区地质图

Fig.1 Geological map of ore district in Kaerqueka copper deposit

1. 第四系; 2. 滩间山群; 3. 含矿矽卡岩编号; 4. 似斑状二长花岗岩; 5. 花岗闪长岩; 6. 石英闪长岩; 7. 闪长岩;
8. 闪长玢岩; 9. 花岗岩; 10. 破碎蚀变带; 11. 断层; 12. 矿体

B、C 区主要控矿断裂为北西西向断裂, 发育在晚三叠世花岗闪长岩体中。矿区内出露长 2.3 km, 东西端被第四纪覆盖, 宽 20~180 m 不等。断裂带中岩性主要为碎裂大理岩、碎裂似斑状二长花岗岩、碎裂花岗闪长岩及矽卡岩。断裂带中矿化主要为赤铁矿化、铅锌矿化、褐铁矿化, 黄铁矿化。蚀变以高岭土化为主。

1.3 侵入岩

该区岩浆活动具多期侵入的特征, 晚二叠世花岗岩呈岩基产出, 形态为较规则的长椭圆状, 呈北西西向展布。岩石组合为含石榴石二长花岗岩-中粗粒似斑状二长花岗岩-中细粒钾长花岗岩。各岩石在空间上呈同心环状分布。

晚三叠世侵入岩花岗闪长岩分布面积较大, 在矿区内以岩株状产出, 在矿区外 (东及南部) 以岩基状产出, 平面形态不规则, 总体呈条状北西西向展布。岩石中含大量暗色包体, 具有壳幔混合花岗岩的特点。K-Ar 法年龄 (219.16 ± 10) Ma、(219.89

± 11) Ma (1/20 区调报告), 时代归属晚三叠世。

另外, 矿区及钻孔中出现了斑岩群的信息, 主要集中在 A 区。斑岩群由闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩和花岗闪长斑岩、花岗斑岩等组成, 呈小岩株、岩枝、岩脉分布, 均为中细、细粒结构、斑状结构, 块状构造。斑岩群展布方向以北西向、近南北向为主。花岗闪长斑岩及少量闪长岩脉为含矿斑岩。花岗闪长岩铜矿化厚度大、品位低, 表明了含矿斑岩体的存在。在斑岩群及晚三叠世花岗闪长岩分布区段的大理岩及接触蚀变带中, 见有多处多金属矿点。在矿区南部东昆中断裂一带零星分布的晚三叠世八宝山群火山岩中发现有埃达克岩 (詹发余等, 2007), 也暗示了本区具有重要的斑岩型矿的成矿前景。斑岩群侵入于晚二叠世岩体中, 与晚三叠世花岗闪长岩的关系密切, 依据卡尔却卡辉钼矿中的硫化物 Re-Os 模式年龄 $241.1 \sim 228.6$ Ma (李世金等, 2008), 成矿年龄为中晚三叠世, 故斑岩群的侵入年龄厘定为中晚三叠世。

2 矿床地质特征

卡尔却卡矿区共圈出铜钼多金属矿体 64 个，铜矿体长一般为 100 ~ 1200 m，厚为 2 ~ 15.79 m，平均品位为 $0.24 \times 10^{-2} \sim 2.74 \times 10^{-2}$ ；钼矿体长一般为 100 ~ 300 m，厚为 5.22 ~ 14.78 m，平均品位为 $1.36 \times 10^{-2} \sim 7.06 \times 10^{-2}$ 。矿体多呈透镜状，其

产状与蚀变带、矽卡岩带产状基本一致，呈串珠状分布，走向呈北西南东向，总体倾向呈北东，倾角为 $65^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

已发现成矿特征不同的 A、B、C 三个区（图 1），A 区以斑岩矿化为主，B 区以矽卡岩矿化为主，C 区以矽卡岩、热液脉型矿化为主。

2.1 斑岩铜矿体

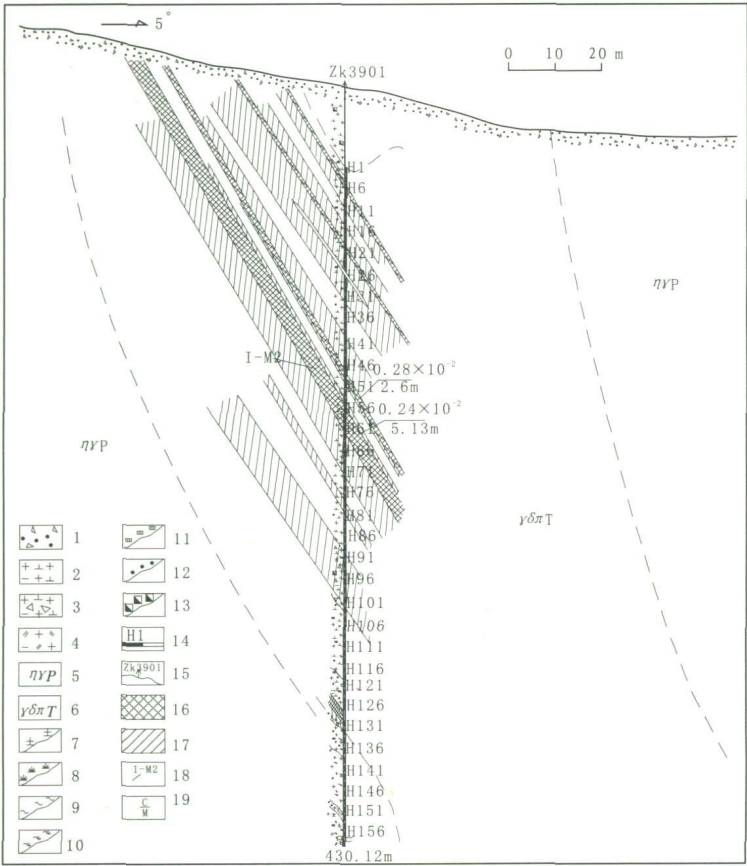


图 2 卡尔却卡铜矿区 (A) 39 勘探线斑岩矿 (化) 体示意图

Fig. 2 A section of 39 exploration line (A) ore in Kaerqueka copper deposit

1. 残破积层; 2. 黑云母花岗闪长岩; 3. 碎裂黑云母花岗闪长岩; 4. 似斑状黑云母二长花岗岩; 5. 似斑状黑云母二长花岗岩; 6. 花岗闪长斑岩; 7. 绿泥石化; 8. 高岭土化; 9. 孔雀石化; 10 千枚岩化; 11. 黄铁矿化; 12. 黄铜矿化; 13. 褐铁矿化; 14. 化学样采集位置及编号; 15. 钻孔施工位置及编号; 16. 铜矿体; 17 铜矿化体 18. 铜矿体编号; 19. 单工程平均品位/单工程矿体视厚度

A 区矿体分布于 、 、 含矿蚀变内 (图 1)，呈北西西向展布，延长在 2 ~ 4 km。带内岩性比较单一，岩性主要为碎裂似斑状黑云母二长花岗岩，有后期的细晶花岗岩脉、石英脉充填。以 I 号含矿蚀变带含矿较好，矿化花岗闪长斑岩体位于 I 号含矿蚀变带的北部。在 3 个含矿蚀变带内已发现铜矿体 10 个。其中，以 I 号矿化带的 I-M2 矿体最大，主矿体

-M2 长 760 m，平均厚度为 14.7 m，平均品位为 0.89%，呈似层状，北倾。地表平均厚为 12 m，含铜品位为 1.01% ~ 1.03%。深部由 ZK001 孔控制，矿体厚为 19.64 m，平均品位为 0.63%。沿矿化带有强的似千枚岩化、硅化、黄铁矿化蚀变。向深部断裂迹象不明显，逐步转化为斑岩成矿的特征。A 区 ZK3901 孔附近为一矿化花岗闪长斑岩 (图 2)，其

矿化特征向深部依次为: 34.51~42.01 m 处, Cu 品位为 0.09%~0.33%, 厚为 7.5 m; 48.01~64.51 m 处, Cu 品位为 0.09%~0.17%, 厚为 16.5 m; 66.01~76.51 m, Cu 品位为 0.08%~0.14%, 厚为 10.5 m; 87.01~102.01 m, Cu 品位为 0.12%~0.32%, 厚 25 m; 108.01~135.01 m, Cu 品位为 0.09%~0.37%, 厚 27 m; 142.51~147.01 m, Cu 品位为 0.09%~0.11%, 厚 4.5 m; 162.01~178.39 m, Cu 品位为 0.09%~0.18%, 厚 16.38 m; 217.97~226.9 m, Cu 品位为 0.11%~0.27%, 厚 8.9 m。可以看出, 该孔自 34.51~178.39 m 为低品位的斑岩矿体。外围发育多个细晶质花岗岩小岩株。矿化蚀变特征: 含矿花岗闪长斑岩发育钾硅化, 为细脉浸染状低品位铜矿石, 其南部外围矿体发育似千枚岩化、高岭土化蚀变, 均为斑岩铜矿特点。

2.2 矽卡岩型铜钼多金属矿及构造蚀变岩型金矿化

矿区圈出矽卡岩带 5 条 (图 3)。矽卡岩带位于晚三叠世花岗闪长岩与寒武—奥陶系滩间山群地层接触部位。部分地段晚二叠世似斑状花岗岩接触带亦有矿化, 呈带状分布, 长度为 1.5~4.0 km, 宽 10~100 m 不等。带内由透辉石矽卡岩、透闪石矽卡岩、透辉石榴子石矽卡岩及大理岩、安山岩组成。总体走向呈北西西向, 倾角为 70°~85°带内蚀变主要为矽卡岩化、绿泥石化、绿帘石化和硅化等。矿化主要为黄铜矿化、辉铜矿化、斑铜矿化、黄铁矿化、磁铁矿化、镜铁矿化等。C 区圈出含金破碎带 () 及铅锌蚀变带 () 各一条, 号含金破碎带产于晚三叠世花岗闪长岩中, 号铅锌蚀变带产在晚三叠世花岗闪长岩与寒武奥陶系滩间山群接触部位 (图 1)。主要矿体特征如下: M2 铜钼矿体: 矿体呈大透镜状, 铜矿体长 600 m, 厚 15.79 m, 平均品位为 2.74×10^{-2} ; 钼矿体长 600 m, 厚 10.76 m, 平均品位为 0.123×10^{-2} 。矿体产状倾向南西, 倾角为 75°~85°矿体分布受矽卡岩带控制, 矿体沿走向具波状弯曲、膨大缩小等现象。向深部矿体延深较为稳定, 且具有膨大的趋势。

在 号铜矿体底板发现块状钼矿体, 伴生元素 Au、Ag, 且向深部有扩大的趋势, 矿石类型主要为斑铜矿、辉铜矿、黄铜矿、辉钼矿。

C 区圈出含金破碎带 () 及铅锌蚀变带 () 各一条。矽卡岩型及热液型矿床与 A 区斑岩铜

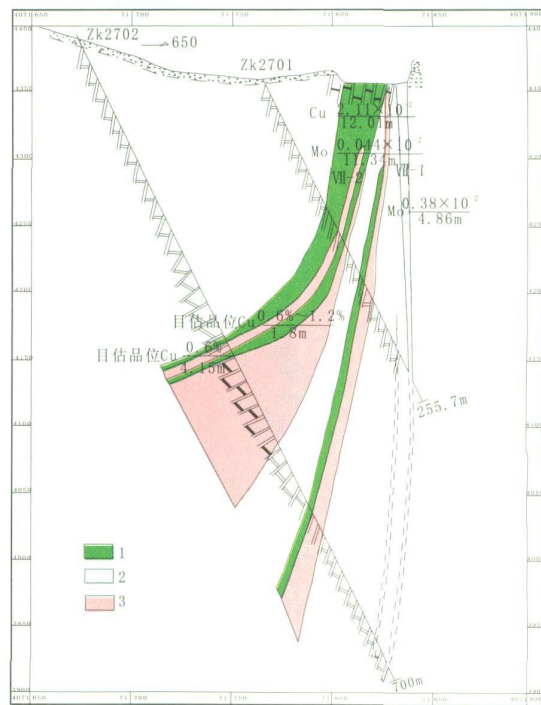


图 3 卡尔却卡铜矿区 号矿带
27 号勘探线剖面图

Fig. 3 Section map of 27 exploration line ore zone
in Kaerqueka copper deposit

1. 铜钼矿体; 2. 钼矿体; 3. 矽卡岩

矿处于不同的部位, 但总体受同一北西西向构造岩浆带控制, 自西向东呈斑岩体→斑岩脉 (枝) 的变化。西段剥露较深, 显露斑岩体及斑岩蚀变。东段较浅, 仅见少量含矿斑岩脉, 蚀变以矽卡岩及低温热液蚀变的泥化带为主。矿化均处于晚三叠世花岗闪长岩接触带, 其成矿物质来源主要与晚三叠世底侵的含埃达克质中—中酸性斑岩有关。

2.3 矿石质量

矿石类型: 主要为黄铜矿化碎裂似斑状黑云母二长花岗岩矿石, 黄铜矿化石英脉矿石, 黄铜矿化、斑铜矿化矽卡岩矿石, 黄铜矿化、糜棱岩化安山岩矿石, 黄铁矿化、闪锌矿化、矽卡岩化碎裂大理岩矿石, 黄铁矿、闪锌矿矿石, 内接触带的辉钼矿矿石。

矿石结构构造: 矿石构造以脉状构造为主, 其次有网脉状构造、稀疏浸染状及角砾状构造。矿石结构主要有碎裂结构、他形粒状变晶结构、填隙结构和浸蚀结构。主要金属矿物有: 黄铜矿 (3%~

7%)、黝铜矿(1%~2%)、赤铜矿(1%~60%)和铜蓝(1%~2%),含少量黄铁矿、磁铁矿、针铁矿、闪锌矿、方铅矿、赤铁矿、磁黄铁矿及褐钨铌矿等。含矿花岗闪长斑岩中主要金属矿物为黄铜矿、黄铁矿、黑钨矿、锡石和钨铁矿,含少量毒砂、闪锌矿。含矿花岗闪长斑岩南侧的矿体主要金属矿物为黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿、方铅矿和毒砂,含少量钨铁矿。氧化矿为赤铜矿、褐铁矿和孔雀石。

3 矿床成因类型与斑岩成矿的探讨

卡尔却卡铜钼矿区在晚华力西期,经碰撞形成含白云母的碰撞型似斑状二长花岗岩大岩基。在晚印支期陆壳加厚,幔源岩浆的底侵,特别是与晚三叠世火山活动相关的浅成、超浅成中—中酸性岩(含埃达克岩)的发育,构成了良好的斑岩铜矿的成矿地质背景。发育细脉-浸染型铜矿化斑岩(岩枝、脉),赋矿岩石主要为花岗闪长斑岩,含矿斑岩与典型斑岩矿床具可比性。矿区发育的与斑岩相关的矽卡岩型铜、钼及多金属、热液脉型金矿属斑岩型矿床成矿系统的产物。

3.1 蚀变及其分带特征

卡尔却卡矿区 A 区具典型斑岩铜矿蚀变,矿化斑岩体受控于北西西向构造,其南侧发育多条岩枝(岩脉)。从 39 勘探线附近来看,蚀变分带大体以含矿花岗闪长斑岩为中心向外呈长椭圆状面型分布,中部为钾硅化,为细脉浸染状低品位铜矿石。南侧为黄铁似千枚岩化带,发育似千枚岩化、高岭土化蚀变,矿体多与含矿岩枝(岩脉)有关。目前,研究程度低,对含矿花岗闪长斑岩的产状尚不清楚,向北为石英闪长(斑)岩,二者可能为复式斑岩体。

B、C 区则以北西西向矽卡岩带为主,伴有斑岩蚀变,亦叠加有低温热液的高岭土化蚀变。近年来,通过对斑岩铜矿蚀变的研究,认为高级泥化蚀变常常是浅成低温热液系统的典型产物,而浅成低温热液矿化常叠加于斑岩矿化系统之上。因此,经典的蚀变分带模型中的高级泥化蚀变更多地标志着浅成低温热液系统的发育(侯增谦等,2004)。

3.2 含矿斑岩与典型斑岩矿床具可比性

卡尔却卡与含矿斑岩相关的花岗闪长岩化学成分为: SiO_2 为 64.93%, Al_2O_3 为 16.4%, Na_2O 为 3.56%, MgO 为 2.1%, Sr 为 321×10^{-6} , Y 为

11.18×10^{-6} , Yb 为 1.14×10^{-6} 。无 Eu 异常(δEu : 0.95),与上三叠统八宝山火山岩组的特征相近,均表现出: Sr 含量高, Y 和 Yb 含量较低($< 18 \times 10^{-6}$ 和 $< 1.9 \times 10^{-6}$)。岩石化学特征与西藏玉龙及岗底斯含矿斑岩成分点有所偏离,主要显示出 SiO_2 、 K_2O 含量偏低。卡尔却卡含矿斑岩同位素和岩石化学亦表明与东昆仑地区晚三叠世发育的底侵作用有关。

3.3 铜矿体特征分析

目前,资料显示:花岗闪长斑岩及斑状二长花岗岩为含矿斑岩。在斑岩群分布区段的大理岩构造蚀变带及接触蚀变带中,有多处矽卡岩型多金属矿点。依据卡尔却卡辉钼矿中的硫化物 Re-Os 模式年龄 241.1~228.6 Ma(李世金等,2008),成矿年龄为中晚三叠世,斑岩群中的矿化潜火山相花岗闪长斑岩与晚三叠世火山活动关系密切,斑岩群(含埃达克岩)可能是沟通火山岩的浅成超浅成岩(岩株、岩脉、岩枝)。

低品位的斑岩型矿体:斑岩铜矿在 A 区发育, ZK3901 孔附近为一矿化花岗闪长斑岩,其矿化为 34.51~178.39 m,厚度达 140 m 的区段 Cu 品位为 0.09%~0.33%,基本上是连续、均匀的,显示了低品位的斑岩矿体。该矿化斑岩体从现有的资料来看,为一向北倾的北西西向延伸的复式(石英闪长(斑)岩-花岗闪长斑岩)岩株,矿化花岗闪长斑岩体可能为复式岩体晚期侵入体。自 ZK3901 孔向西的 ZK2701 细粒花岗闪长岩呈隐伏状态,无分析样品控制。在其下部的蚀变二长花岗岩中,铜矿化较弱,但品位变化很稳定。在 161.23~340.92 m 处,品位均界于 0.011%~0.16%。ZK701 孔中岩性复杂,亦见斑状花岗岩。钾硅化强烈的中细粒花岗闪长岩大约在 127~164 m 处, Cu 含量为: 0.03%~0.24%。在 ZK3901 孔含矿花岗闪长斑岩北 110 m, ZK3903 孔主要为石英闪长(斑)岩。岩石特征与含矿花岗闪长斑岩对比,二者为不同期次侵入的复式岩体。而含矿花岗闪长斑岩基本为一北西西向的晚期长条状岩体,成矿热液具多期活动。这也说明斑岩成矿的复杂性和多期性。

通过资料分析,在一些工程中发现重要的斑岩矿化信息。如, B 区 ZK1601 孔发现糜棱岩化含矿闪长斑岩,两侧为较厚的矽卡岩型矿体,该斑岩可能为与深部花岗闪长岩体相关连的含矿中—中酸性岩枝。ZK2401 孔发现含矿闪长岩,在 91~92 m 为含

黄铜矿的细粒钾长花岗岩脉, 该孔主要为含矿闪长岩枝或脉。TC4001 见含矿英云闪长斑岩; C 区 ZK1201 孔亦发现有矿化碎裂石英闪长岩和矿化碎裂中细粒钾长花岗岩, 含矿斑岩脉与矽卡岩矿体时空紧密, 成因关联, 表明了该区带斑岩成矿系列矿产的前景。

4 结论

卡尔却卡铜钼矿是近年在东昆仑祁漫塔格地区发现的中型矿床, 主要成矿类型以矽卡岩型为主, 成矿时代为中晚三叠世。经研究, A 区的成矿具有斑岩成矿的特征, 矿区具有斑岩-矽卡岩-热液系列成矿的特征, 充分表明该区是目前东昆仑地区斑岩矿床最有前景的地区, 并为今后在该带的找矿提供了新的思路。

参考文献 (References):

侯增谦. 斑岩 Cu-Mo-Au 矿床: 新认识与新进展 [J]. 地学

前缘, 2004, 11 (1): 131-144.

Hou Zengqian. Porphyry Cu-Mo-Au deposits: some new insights and advances [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11 (1): 131-144.

詹发余, 古凤宝, 李东生, 等. 青海东昆仑埃达克岩的构造环境及成矿意义 [J]. 地质学报, 2007, 81 (10).

Zhan Fayu, Gu Fengbao, Li Dongsheng, et al. Tectonic environment of Adakite in Eastern Kunlun area [J]. Acta Geologica Sinica, 2007, 81 (10).

陈毓川, 王登红. 对中国成矿体系的初步探讨 [J]. 矿床地质, 2006, 25 (2): 155-163.

Chen Yuchuan Wang Denghong. Preliminary study of Chinese mineralization system [J]. Mineral Deposits, 2006, 25 (2): 155-163.

李世金. 青海东昆仑卡尔却卡多金属矿区斑岩型铜矿的流体包裹体研究 [J]. 矿床地质, 2008, 27 (3): 399-406.

Li Shijin. Fluidinclusion studies of porphyry copper mineralization in Kaerqueka polymetallic ore district, East Kunlun Mountains, Qinghai Province [J]. Mineral Deposits, 2008, 27 (3): 399-406.

Geological Characteristics and Genesis of the Kaerqueka Copper Molybdenum Deposit in Qinghai Province

LI Dong-sheng^{1,2}, ZHANG Zhan-yu², SU Sheng-shun²,
GUO Shi-zhen², ZHANG Hai-lan², KUI Ming-juan²

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. No. 5 Geological
Prospecting Institute Qinghai of, Xining 810029, China)

Abstract: Kaerqueka is a medium-sized copper molybdenum deposit in Qimantage of the east Kunlun discovered in recent years. The most genesis types of the ore deposit are skarn. Its genesis age is attached to middle-late Triassic epoch. Based on researches, it has the characteristics of porphyry ore deposit in A district. So that it has the genesis characteristics of porphyry-skarn-hydrothermal series, and has the better prospect. The characteristics of the series genesis will open the exploring thinking in the east Kunlun belt.

Key words: Kaerqueka; geological characteristics; porphyry ore deposit; ore deposit genesis; Qinghai