

东昆仑索拉吉尔铜钼矿床成矿系统及开发条件

刘正荣¹, 杨永强², 李钟山^{3,4}, 陈兴华⁴, 王斯林¹, 张世勤⁵

(1. 新疆地质矿产局物化探大队, 新疆 昌吉 831100;

2. 中国地质大学 地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083;

3. 北京大学 地球与空间科学学院, 北京 100871; 4. 国土资源部中央地质勘查
基金管理中心, 北京 100045; 5. 青海省胜华矿业有限责任公司, 青海 格尔木 816000)

摘要: 东昆仑索拉吉尔铜钼矿床是近年新发现的一个矿床, 其特征为含矿热液沿构造贯入砂卡岩和大理岩地层中成矿。笔者总结了索拉吉尔铜钼矿的成矿系统, 认为昆北早古生代中期(奥陶—志留纪)弧后裂陷, 热水沉积了滩间山群岩系, 成为初始矿源层, 印支期岩浆活动为该区域带来了强大的热动力条件, 热液交代作用重塑了层砂卡岩。成矿元素沿构造薄弱的破碎砂卡岩以及大理岩中发生矿化富集, 叠加成矿。论文对该成矿带的开发进行了探讨, 论述了在肯德可克建设矿城的充要条件。

关键词: 索拉吉尔铜钼矿床; 成矿系统; 层砂卡岩; 矿业城市

中图分类号: P618.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-2464(2010)04-0129-04

MINERALIZATION SYSTEM AND DEVELOPMENT CONDITIONS OF SUOLAJIER CU-MO DEPOSIT IN EASTERN KUNLUN

LIU Zhong-rong¹, YANG Yong-qiang², LI Zhong-shan^{3,4},
CHEN Xing-hua⁴, WANG Si-lin¹, ZHANG Shi-qin⁵

(1. *Physical-chemical Exploration Brigade, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources, Changji 830011, China;*

2. *State Key Lab of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;*

3. *School of Earth and space sciences, Peking University, Beijing 100871, China;*

4. *Central Geological Exploration Fund Center, MLR, Beijing 100045, China;*

5. *Shenghua Mining Co., Ltd., Golmud 816000, China)*

Abstract: The Suolajier Cu-Mo deposit which was newly discovered in Qimantage in western part of eastern Kunlun Mountains, displays a geological feature of metals-bearing hydrotherm invading into broken skarn and marble. This paper summarizes its mineralization system through a mineralization process that Kunbei post-arc rift happened in early Paleozoic (Ordovician-Silurian), Tanjianshan formation from hot water sediment as the original mineral sources, the magma in Indosinian Epoch provided strong heat source and hydrotherm to reshape the skarn layer, metallic elements were enriched in broken skarn and marble into mineralization. This paper also discusses how to develop the deposit and studies the feasibility to establishing a mining town in Qinghua.

Key words: Suolajier Co-Mo deposit; mineralization system; stratified skarn; mining city

日前中国地质调查局与新疆、青海国土资源厅 整装勘查方案, 掀起了祁漫塔格成矿带的新一轮找
共同编制了青藏高原地质矿产调查总体部署方案暨 矿高潮。青海格尔木索拉吉尔铜钼矿是近期新发现

收稿日期: 2010-02-01; 修订日期: 2010-05-09; 责任编辑: 车遥。

基金项目: 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室开放课题(GPMR200624); 新疆物化探大队项目(KY02)。

第一作者简介: 刘正荣(1964—), 男, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘察和研究工作。E-mail: lzh2388@sohu.com

的热液型矿床,笔者系统总结了索拉吉尔铜钼成矿系统,并对该成矿带的开发提出了一些建议。

1 矿床地质特征

索拉吉尔铜钼矿床位于青海、新疆两省区交界处的青海省格尔木市乌图美仁乡境内,东距格尔木市约 500 km,其中心地理坐标为东经 $91^{\circ}01'00''$,北纬 $36^{\circ}45'40''$ (图 1),构造位置处于古亚洲构造域与特提斯构造域结合部位的东昆仑多旋回复合造山带的西段之卡尔却卡—查干杂岩构造岩浆岩带。矿区出露地层主要为以剥蚀残留体形式存在的奥陶纪—志留纪滩间山群大理岩和碎屑岩,四周为花岗岩侵入岩(图 2)。

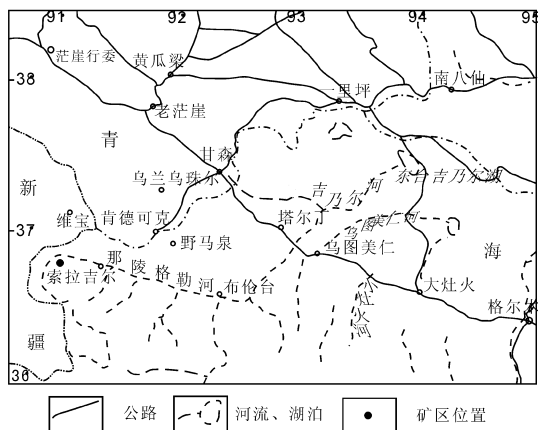


图 1 索拉吉尔铜钼矿及邻区矿床交通位置示意图

1.1 矿体产状特征

索拉吉尔矿体产于花岗闪长岩与滩间山群大理岩接触带中,受构造控制明显。一般矿体长 100 m 左右,厚 2~4 m。矿体多呈脉状或扁豆状,其产状与地层产状基本一致,一般倾向南西,倾角 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。矽卡岩呈“S”型分布,地表由 TC17、TC18、TC20、TC21 号槽控制。带内蚀变主要为矽卡岩化、绿泥石化、绿帘石化、硅化等。矿石的品位一般铜含量在 $(0.5 \sim 2) \times 10^{-2}$,最高 10.13×10^{-2} 。2006—2007 年青海省地质调查院在矿区开展勘查工作,主要圈出 2 条铜钼矿体,矿体规模大、品位高,矿床为矽卡岩型铜钼矿床。1 号铜钼矿体:矿体长 600 m,铜矿体平均厚度 12.42 m、平均品位 1.34×10^{-2} ,平均控制斜深 198 m,控制斜深最深达 215 m,矿体的形态似层状,产状与围岩地层基

本一致,倾向 $190^{\circ} \sim 210^{\circ}$,倾角 $70^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。2 号铜钼矿体:长 290 m,铜矿体平均厚度 12.16 m、平均品位 2.79×10^{-2} ,平均控制斜深 120 m。矿体的形态似层状、脉状,产状与围岩地层基本一致,倾向 $190^{\circ} \sim 210^{\circ}$,倾角 $70^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。3 号露天采场还见含磁铁矿矽卡岩、含黄铜矿(少量斑铜)矽卡岩、含钼矽卡岩平行产出,界线渐变,构成层状矽卡岩。矿体顶板为大理岩、安山岩等,底板为似斑状黑云母二长花岗岩,矿体内夹石为蚀变似斑状二长花岗岩、大理岩、安山岩、矽卡岩等^[1-2]。

1.2 矿石及主要矿物特征

索拉吉尔矿区矿物成分比较简单,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,少量赤铁矿和自然铜等。次生风化物有褐铁矿、孔雀石、蓝铜矿和铜蓝等。脉石矿物主要为透辉石、石榴石,此外还有萤石、方解石、少量石英、磷灰石等。辉钼矿呈弯曲鳞片状或叶片状、细小颗粒状集合体,镜下呈灰色。黄铜矿呈半自形、他形粒状,粒径一般 0.006~6 mm。

矿石结构构造主要有它形粒状结构、交代结构、充填构造等。矿石构造则以团块状构造、脉状构造、浸染状构造为主。

索拉吉尔矿区围岩蚀变有矽卡岩化、绿泥石化、绿帘石化、萤石化。与传统意义上的接触交代成因矽卡岩相比,该区矽卡岩具有呈层性,可以称为层矽卡岩。层矽卡岩的矿物组成仍然是石榴子石、透辉石等,但产出特征类似于化学沉积岩。

2 成矿系统研究

东昆仑是青藏高原唯一的加里东和华力西—印支双旋回造山带,也是后碰撞作用、造山带松弛和内陆叠覆造山、高原差异隆升作用、造山带的再生和局部伸展垮塌与拆沉等多重地质作用并存的地区。因此,各种类型的成矿作用一应俱全,成矿地质作用十分复杂。罗照华等从沉积建造分析入手,通过对区内晚古生代—早中生代火山岩组合的构造属性识别,提出晚古生代—早中生代构造岩浆演化是一个连续的过程,此间发育的双岩浆弧是在同一动力体制下不同阶段形成的造山岩浆弧^[3-5]。这种构造环境形成了特殊的成矿作用,一些学者认为是外矽

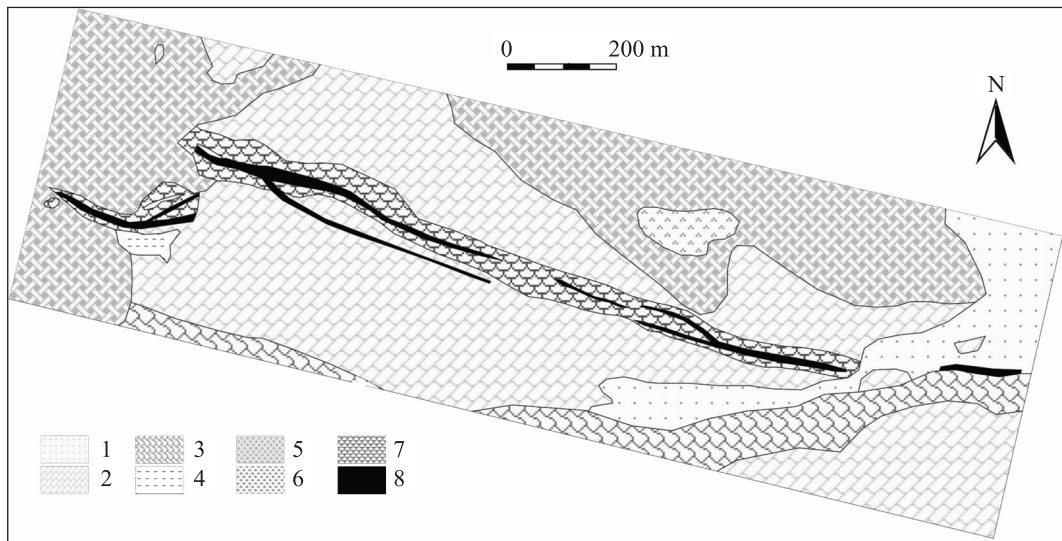


图 2 索拉吉尔铜钼矿床地质简图

1—第四系；2—暗灰色大理岩（夹安山岩）；3—浅色条带状大理岩；4—变质砂岩；
5—似斑状二长花岗岩；6—黑云母花岗闪长岩；7—矽卡岩带；8—铜钼矿体

岩亚型矿床，笔者认为属于热水沉积型成矿系统。

2.1 成矿物质来源

索拉吉尔铜钼矿赋存于滩间山群中，既有蚀变的矽卡岩中，也有大理岩中，可见并非矽卡岩岩性唯一控矿。滩间山群上部碳酸盐岩呈孤岛状残留体分布于岩体中。矽卡岩的形成是热水沉积成因，当热水流体喷溢出海底时，矽卡岩矿物快速结晶形成微晶、雏晶状堆积于热水洼地中，成矿元素也同时随之沉淀形成层状贫矿体或矿坯层。滩间山群下部岩组中 Cu、Pb、Zn、Au、Co 元素含量较高，中部岩组中 Cu、Zn、Au、Co、Bi 元素含量较高，具有矿源层的特征。矽卡岩中 Sn、Ag、Sb、Cu、Pb、Zn、W 元素含量均高出地壳克拉克值，而且明显高于矿区其他岩石，表明矿床形成过程中萃取了地层中的有益元素。而出露的花岗闪长岩、似斑状二长花岗岩均显得干净，不像是成矿母岩。这些岩浆活动活化了地层中的成矿物质，一定程度地“重塑”了层矽卡岩。

该矿床 $\delta^{34}\text{S}$ 峰值集中在 3‰ ~ 6‰，反映了矿石中的硫主要来源于岩浆，同时有地层硫的混染。 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 18.333 ~ 18.728， $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 15.523 ~ 15.718， $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 38.040 ~ 38.815，处于造山带背景下，认为成矿物质来源于深源岩浆，但同时也指示地幔向上地壳物质演化的特

点^[2]，矿床成矿物质来源为壳幔混合源。

2.2 成矿物质的运和储

索拉吉尔铜钼矿体受矽卡岩所控制，矿体与围岩呈渐变过渡关系，而且含不同有用成分的矽卡岩平行产出，这种产状特征明显不同于一般的矽卡岩。矿区褶皱构造不发育，均为单斜地层，局部地段受构造影响地层发生倒转，总体倾向北东。矿区断裂构造较发育，主要发育一组北西西向断裂组。北西西向的压扭性断裂组成了区域上的主体构造骨架，并对各时代地岩浆岩、层分布、各类变质作用及矿产形成起着重要控制作用。化探也发现每一处异常周边都有一个小的岩体，可见成矿与构造、岩浆关系密切^[6]。透岩浆流体成矿作用理论认为岩浆是上升矿液的通道，流体降低了岩浆的粘度使其可以流动更远，最终矿质在适当的位置沉淀成矿^[7]。从图 2 可清晰看出矿体在北西西向的断裂中就位。

2.3 成矿过程

该矿床近两年有一些最新的成果，如出露岩体的测年和辉钼矿的成矿年龄测定等。花岗闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 (237 ± 2) Ma，似斑状二长花岗岩成岩年龄为 (227 ± 2) Ma，野外也可见花岗闪长岩呈包体存在于似斑状二长花岗岩中^[1]。成矿年龄为 (239 ± 11) Ma，厘定其形成于中三叠

世^[2]。这些结果初步证明二叠纪、三叠纪岩体侵位提供热源、活化初始矿源层,叠加成矿。露头所见的花岗闪长岩可能为成矿的屏蔽层,对成矿起保护作用。蚀变及蚀变分带、矿物组合、矿石结构构造特征等均显示,该矿剥蚀很小,保存条件较好。

昆北早古生代中期弧后裂陷,热水沉积了滩间山群岩系,成为初始矿源层,印支期岩浆活动为该区域带来了强大的热动力条件,热液交代作用重塑了层砂卡岩。成矿元素沿构造薄弱的破碎砂卡岩以及大理岩中发生矿化富集,叠加成矿。

3 矿床开发及矿城建设

3.1 开发建设的充要条件

随着我国工业化、城镇化进程的不断加快,重要矿产资源需求量将保持快速增长态势,找矿、勘探和开采成为急需。祁漫塔格成矿带是东昆仑重要的找矿远景区。随着新疆境内 315 国道的改造完成,哈密—罗布泊镇省道的建成通车,哈密—罗布泊铁路和青新铁路库尔勒经若羌到格尔木铁路即将开工建设,以及国家对新疆建设的规划出台,祁漫塔格地区与外界交通更为便利,为该区矿产资源开发利用创造了良好的条件^[8]。

祁漫塔格成矿带目前发现矿产地 47 处,其中近年新发现 30 处,新疆的白干湖钨锡矿、维宝铅锌矿、迪木那里克铁矿以及邻区青海的众多矿床,如肯德可克、索拉吉尔、虎头崖、四角羊、长山、景忍—迎庆沟、乌兰乌珠尔、鸭子沟等。青海省胜华铜矿有限责任公司已在索拉吉尔矿区建有日处理 400 t 和 800 t 两个选场,表明该区找矿潜力较大,奠定了一定的工业基础。可见该区具有开发矿城的矿源基础和天时,如同邻近的石油营地“花土沟”。

沿 315 国道西行从甘森泵站处下道,沿土路进入山里就是矿集区。庆华公司开采的就是肯德可克铁多金属矿。胜华公司开采的是索拉吉尔铜钼矿床,而且已经从新华联公司购买了维宝铅锌矿的勘探权,这也降低了低品位矿的开采成本。这些矿山具有一定的选冶基础,更有利于集中优势上规模。肯德可克所处位置具有交通便利,处于周围矿山运输的必经路,地形开阔具备了建设矿城的地利。肯德可克距格尔木市约 500 km,最近修建的双车道柏油路直通 315 国道,缩短了离乌图美仁乡的距离。

矿城的建设更能使当地居民脱贫致富,走城镇化道路,实现和谐社会^[9]。总之在肯德可克建设矿城具备了天时、地利、人和,即充分和必要条件。

3.2 生态矿城的建设

随着资源的枯竭许多矿城需要转型,而接替资源基地的开发,需要建设新的矿城,包括矿业营地。

21 世纪工业可持续发展的核心是提高资源的利用率,其最显著的特征就是把生产过程纳入生态系统的物质循环之中,实现工业生产的生态化。因而,本区矿城的建设需要高起点,目标是建设生态矿城。近几十年来,由于环保意识不强,重开发、轻保护,或只开发、不保护,造成生态环境的严重破坏,大量土地被侵占,土壤、水体、空气被污染,地质灾害频发,对人类生存的环境带来的不良影响越来越大。吸取经验教训,提前做好预防。该区生态脆弱,戈壁草地一经破坏,马上就沙漠化。

肯德可克矿城建设遵循的原则:1) 要把矿城建设成为节约型城市,走循环经济道路^[10];2) 要重视环境问题,加快生态建设,从建立矿业营地到矿业城市,都要坚持绿色城市原则。

参考文献

- [1] 王松,丰成友,李世金,等. 青海祁漫塔格卡尔却卡铜多金属矿区花岗闪长岩锆石 SHRIMP-Pb 测年及其地质意义[J]. 中国地质, 2009, 36(1): 74-84
- [2] 丰成友,李东生,屈文俊,等. 青海祁漫塔格索拉吉尔砂卡岩型铜钼矿床辉钼矿铼-钨同位素定年及其地质意义[J]. 岩矿测试, 2009, 28(3): 223-227
- [3] 罗照华,柯珊,曹永清,等. 东昆仑印支晚期幔源岩浆活动[J]. 地质通报, 2002, 21(6): 292-297
- [4] 谌宏伟,罗照华,莫宣学,等. 东昆仑造山带三叠纪岩浆混合成因花岗岩的岩浆底侵作用机制[J]. 中国地质, 2005, 32(3): 385-395
- [5] 刘成东,莫言学,罗照华,等. 东昆仑壳—幔岩浆混合作用:来自锆石 SHRIMP 年代学的证据[J]. 科学通报, 2004, 49(6): 592-602
- [6] 张爱奎,李云平,刘光莲,等. 虎头崖铜铅锌矿床类型新认识及其意义[J]. 青海国土经略, 2008(4): 25-27
- [7] 罗照华,卢欣祥,郭少丰,等. 透岩浆流体成矿体系[J]. 岩石学报, 2008, 24(12): 2669-2678
- [8] 王清亮. 格尔木地区开放开发之我见[J]. 攀登, 2000, 13(3): 50-55
- [9] 朱训. 关于建设和谐矿业城市的思考[J]. 资源·产业, 2005, 7(6): 1-3
- [10] 丁志平,张志宏. 我国矿业发展必须选择循环经济[J]. 资源与产业, 2007, 9(1): 93-95