

文章编号: 1009-6248(2005) 01-0037-10

新疆库木库里盆地砂(砾)岩型铜矿地质特征及其控矿条件分析

侯满堂¹, 梁群峰¹, 姚宽院², 张忠良², 吴保华²

(1. 陕西省地质调查院, 陕西 西安 710054; 2. 陕西省地矿局
西安地质矿产勘查开发院, 陕西 西安 710100)

摘要: 新疆库木库里盆地砂(砾)岩型铜矿位于东昆仑造山带西段, 含矿地层为古近系渐新统石马沟组、新近系中新统石壁梁组与上新统红石梁组。铜矿带东西长约 170 km, 南北宽 10~60 km。已发现铜矿体 20 多条, 矿化体 70 多条。铜矿化主要受构造、岩性、岩相古地理、古气候等因素控制。矿床属陆相砂砾岩型铜矿。

关键词: 库木库里盆地; 砂(砾)岩型铜矿; 地质特征; 控矿条件; 成矿模式

中图分类号: P618.41 文献标识码: A

1 成矿盆地地质背景

新疆库木库里盆地位于东昆仑造山带西段, 为新生代山间断陷盆地^[1] (图 1)。以祁漫塔格山南缘断裂(F₁)为界, 其北为祁漫塔格微陆块; 以阿尔格山北缘断裂(东昆中断裂 F₂)为界, 其南为阿尔格山微陆块; 其间为库木库里微陆块。出露地层主要为古近系渐新统石马沟组、新近系中新统石壁梁组与上新统红石梁组及第四系等^[2]。其中, 古近系、新近系沉积厚度达 7 000 m 以上。古近系岩性主要为复成分砾岩、砂砾岩、粉砂岩、泥岩等, 新近系岩性主要为砂砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩、石膏等。根据盆地航磁资料推测^[3,4], 盆地基底的岩石类型与两侧山区(祁漫塔格山和阿尔格山)的岩石类型一致, 包括中元古界至中生界地层, 岩性为灰岩、碎屑岩夹中—基性火山岩。阿尔格山出露中、上元古界的小庙岩组、冰沟岩群, 古生界的滩间山群、白干湖组、布拉克巴什组、绉敖苏组、树维门科组、马尔争组, 岩性为生物碎屑灰岩、结晶灰岩、细晶—微

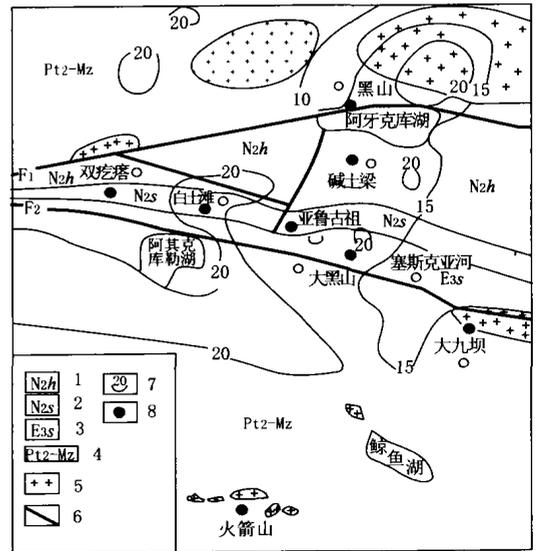


图 1 区域地质矿产示意图

Fig. 1 Sketch map of regional geology and deposits
1. 新近系上新统红石梁组; 2. 新近系中新统石壁梁组; 3. 古近系渐新统石马沟组; 4. 中元古—中生界; 5. 花岗岩; 6. 断裂; 7. 化探铜元素异常 (10^{-6}); 8. 铜矿点

收稿日期: 2004-11-08; 修回日期: 2004-12-09

基金项目: 新疆若羌县库木库里盆地中南部铜矿评价(200210200025); 新疆 1:25 万阿牙克库木湖幅区调(J45C003004)

作者简介: 侯满堂(1958-), 男, 陕西富平人, 教授级高级工程师, 长期从事地质矿产勘查、研究工作, 曾发表论文 30 余篇。

晶白云岩、石英岩、方解石黑云母斜长片岩、变砂岩、细碧角斑岩、凝灰岩等。祁漫塔格山地层除出露中生界的鄂拉山组外,其他与阿尔格山基本相同,岩性为岩屑杂砂岩、晶屑凝灰岩、变砂岩、二云石英片岩、绢云母片岩、黑云母斜长石英片岩、结晶灰岩、硅质白云岩、石英岩、玄武岩、安山岩等。盆地内部无岩浆活动记录。祁漫塔格山南缘断裂和阿尔格山北缘断裂构成盆地南、北边界断裂。其伸展、挤压、走滑作用先后控制了含铜盆地的形成、演化和盆地内部的构造变形。

阿尔格山一带 1 50 万化探,在本区圈定了 Cu、Au、Mo、Pb 等一批地球化学异常。根据区内青藏高原中西部航磁异常显示,库木库里盆地航磁异常反映为低缓的负磁异常,计算基底深度为 3~7 km,由北向南逐渐加深。推测盆地基底也为弱磁性的古生界浅变质岩,其盖层可能与柴达木盆地西部类似,以古-新近系为主,厚度可达 4 000 m 以上。盆地南界的阿尔喀山断裂,在航磁异常图上显示为串珠状异常,该断裂的活动对盆地的形成和演化可能有重要作用。盆地北界的那棱格勒河断裂呈半隐伏状东西向延伸,是构成祁漫塔格结合带与柴达木陆块南缘的分界断裂。

盆地南侧隆起区内岩浆活动强烈,构造发育,1 50 万化探铜异常规模大,强度高。已发现火箭山斑岩铜矿点和大九坝热液型铜矿点,北侧隆起区已发现黑山等热液型铜矿化线索^[5]。除发现砂(砾)岩型铜矿外,还发现有油气、岩盐、石膏等与沉积有关的矿产。

2 成矿盆地地质特征

2.1 地层

本区自南至北出露地层为古近系渐新统石马沟组(E_{3s})、新近系中新统石壁梁组(N_{1s})与上新统红石梁组(N_{2h})。

2.1.1 石马沟组

分布于本区南部双疙瘩—白土滩—塞斯克亚河一带,地层走向近北西西—南东东向展布。石马沟组是本区出露的最老地层,未见底(图 2)。

石马沟组下段(E_{3s}^a):依据岩性组合特征自下而上可分为 3 个亚段。第一亚段(E_{3s}^{a1})为灰褐—灰紫色厚层—块状复成分砾岩、灰褐中—厚层状钙质

含砾粗砂岩、灰褐—灰紫色中层状钙质细砂岩、灰褐色中层状钙质粉砂岩、红褐色薄层状泥岩不等厚互层,以粗粒岩石沉积为主。地层厚度> 437.70 m,总体表现为东部厚而西部薄。该亚段上部粗粒岩性层为主要含矿层。第一亚段未见底,与上覆第二亚段(E_{3s}^{a2})整合接触。第二亚段为灰褐中—厚层状钙质含砾粗砂岩、灰褐—灰紫色中层状钙质细砂岩、灰褐—灰紫色中层状钙质粉砂岩、紫红—红褐色薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 75.00 m。与上覆第三亚段(E_{3s}^{a3})整合接触。第三亚段为灰褐色厚—中层状复成分砾岩、灰褐色中层状钙质含砾粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰褐—灰紫色中层状钙质粉砂岩、红褐色薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 157.30 m。总体表现为东部厚而西部薄。该亚段下部、上部的粗粒岩性层为主要含矿层。与上覆第一亚段(E_{3s}^{b1})整合接触。下段发现两个含铜层位(5 个矿化层)。

石马沟组上段(E_{3s}^b):依据岩性组合特征自下而上可分为 3 个亚段。第一亚段(E_{3s}^{b1})为灰褐色中层状钙质含砾粗砂岩、灰褐—灰紫色中层状钙质细砂岩、红褐色薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 239.70 m。总体表现为东、西部薄而中部梯子梁一带厚。该亚段下部的粗粒岩性层为主要含矿层。与上覆第二亚段(E_{3s}^{b2})整合接触。第二亚段为灰绿色—灰色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、灰褐色薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 80.00 m。与上覆第三亚段(E_{3s}^{b3})整合接触。第三亚段为灰色中层状复成分砂砾岩、灰褐色中层状钙质粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、红褐色中层状钙质粉砂岩、泥岩不等厚互层。地层厚度为 233.00 m。该亚段顶部的粗粒岩性层为主要含矿层。与上覆石壁梁组下段(N_{1s}^a)整合接触。上段发现两个含铜层位(10 个矿化层)。

2.1.2 石壁梁组

分布于本区南部双疙瘩—白土滩—狮子崖北—塞斯克亚河一带,地层走向呈北西西—南东东向展布。分为上、下两段。

石壁梁组下段(N_{1s}^a):依据岩性组合特征自下而上可分为 8 个亚段。第一亚段(N_{1s}^{a1})为灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、紫红色薄层状泥岩不等厚互层,该亚段顶部的泥灰岩岩层为主要含矿层。地层厚度为 23.80 m。与上覆第二

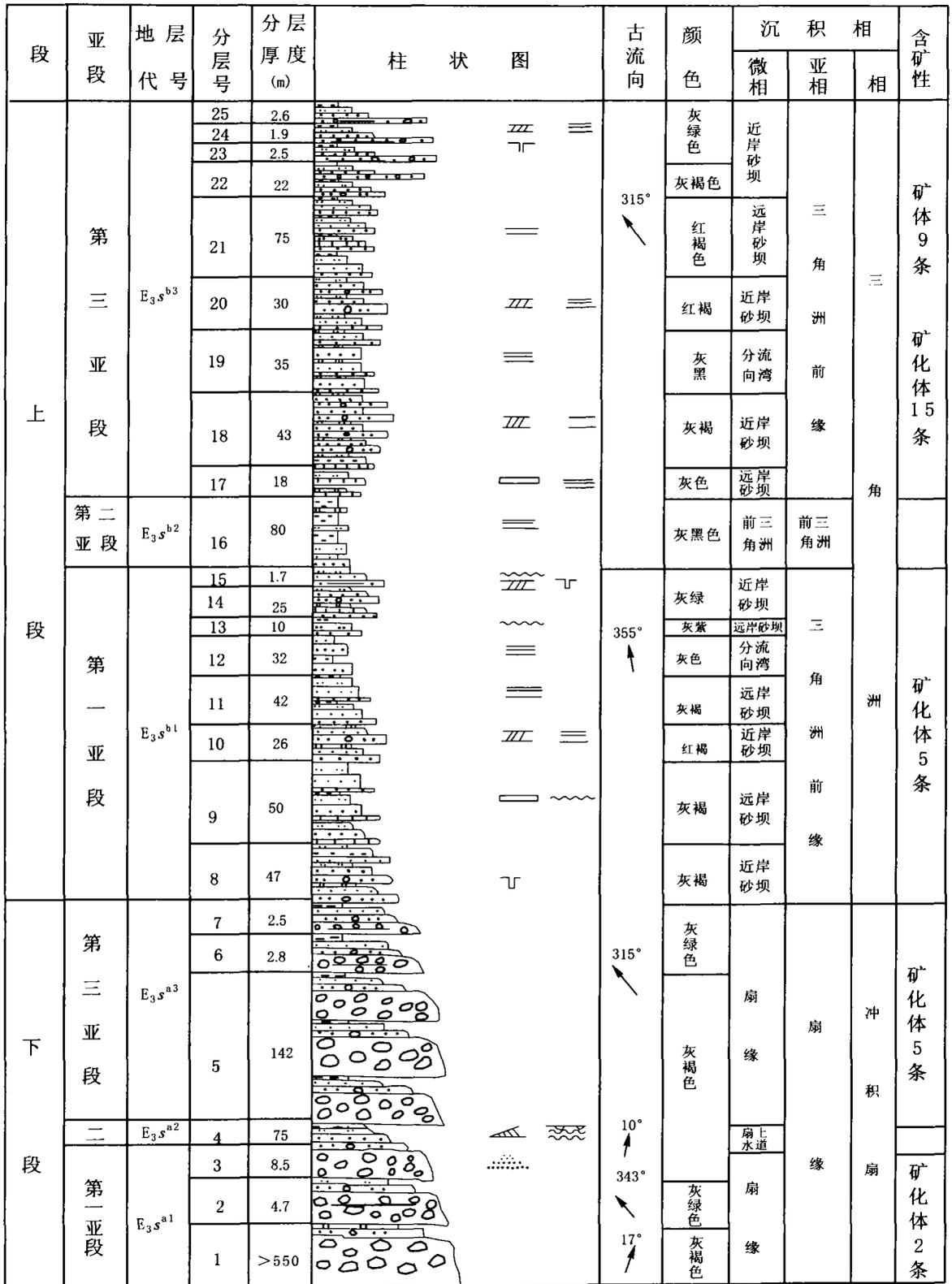


图2 石马沟组综合柱状图

Fig.2 Histogram of Shimagou Formation

亚段 (N_{1s}^{a2}) 整合接触。第二亚段为紫红色中层状钙质粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰褐色中层状钙质粉砂岩、红褐色薄层状泥岩不等厚互层, 狮子崖北、白土滩可见少量石膏层。地层厚度为 30.00 m。与上覆第三亚段 (N_{1s}^{a3}) 整合接触。第三亚段为灰褐色中层状钙质含砾粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、灰色薄层状泥岩不等厚互层, 在东部该亚段中部的粗砂层为主要含矿层, 而西部白土滩一带含砾粗砂岩为含矿层。地层厚度为 556.90 m。与上覆第四亚段 (N_{1s}^{a4}) 整合接触。第四亚段为灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、紫红色薄层状泥岩不等厚互层, 狮子崖北、白土滩可见少量石膏层。地层厚度为 136.00 m。与上覆第五亚段 (N_{1s}^{a5}) 整合接触。第五亚段为灰褐色中层状钙质含砾粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、紫红色薄层状泥岩不等厚互层, 该亚段中部的粗粒岩性层为主要含矿层。地层厚度为 941.47 m。与上覆第六亚段 (N_{1s}^{a6}) 整合接触。第六亚段为灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、灰薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 286 m。与上覆第七亚段 (N_{1s}^{a7}) 整合接触。第七亚段为灰褐色中层状钙质含砾粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、紫红色薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 132.00 m。与上覆第八亚段 (N_{1s}^{a8}) 整合接触。第八亚段为灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、灰薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 110.00 m。与上覆石壁梁组上段 (N_{1s}^b) 整合接触。下段发现 3 个含铜层位 (21 个矿化层)。

石壁梁组上段 (N_{1s}^b): 依据岩性组合特征自下而上可分为 3 个亚段。第一亚段 (N_{1s}^{b1}) 为灰褐色中层状钙质粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色薄层状钙质粉砂岩、紫红色薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 163.00 m。与上覆第二亚段 (N_{1s}^{b2}) 整合接触。第二亚段为灰褐色中层状钙质含砾粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色薄层状钙质粉砂岩、紫红色薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 1 553.00 m。与上覆第三亚段 (N_{1s}^{b3}) 整合接触。第三亚段为灰褐色中层状钙质粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色薄层状钙质粉砂岩、紫红色薄层状泥岩不等厚互层。地层厚度为 1 084.00 m。与上覆第二亚段 (N_{1s}^{b2}) 整合接触。上段未发现

含铜层位。

2.1.3 红石梁组

红石梁组分布于本区北部阿牙克库木湖以南双疙瘩—碱土梁以东广大地区, 出露面积约 4 000 km², 西部地层倾角较大, 一般 40°~85°; 东部地层倾角较小, 一般 6°~20°; 可分为上、下两段。

红石梁组下段 (N_{2h}^1): 碱土梁以东下部为厚层一块状石膏, 上部为灰褐色中层状钙质粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、紫红色中层状泥岩, 普遍含石膏层, 地层厚度 1 687.30 m。碱土梁以西为灰褐色中层状钙质含砾粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、紫红色中层状泥岩, 地层厚度 1 450.00 m, 钙质含砾粗砂岩中可见铜矿化。红石梁组下段与上覆红石梁组上段整合接触。下段发现 1 个含铜层位 (1 个矿化层)。

红石梁组上段 (N_{2h}^2): 碱土梁以东灰褐色中层状钙质含砾粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、灰色中层状钙质粉砂岩、紫红色中层状泥岩, 地层厚度 > 450 m。碱土梁以西为紫红色厚层状复成分砾岩、灰褐色中层状钙质含砾粗砂岩、灰褐色中层状钙质细砂岩、紫红色中层状粉砂岩质泥岩, 地层厚度 > 600 m, 复成分砾岩中可见铜矿化。上段发现 1 个含铜层位 (4 个矿化层)。

2.2 构造

本区褶皱构造发育。沿条石山—大黑山—亚鲁古祖一带表现为一明显的褶皱隆起带, 由一系列背、向斜构成一两翼不对称的复式背斜构造, 两翼发育次级褶皱。核部剥蚀出老地层 (渐新统石马沟组), 出露于大黑山、条石山等地。地层出露大体表现为由南向北由老到新的趋势。总体表现为整个背斜向西抬起, 向东急剧倾伏, 百泉河以东, 地层渐趋平缓; 褶皱由南向北衰减, 北部表现为宽缓波状褶曲, 形成长垣、构造盆地, 两翼倾角小于 10°。很显然, 盆地内的褶皱构造变形与南部边界断裂——昆中大断裂的活动有必然的联系。说明构造活动从南到北有从强到弱的变化趋势。已知铜矿带产于复式向斜南翼的大黑山背斜和白土滩向斜等次级褶皱中, 铜矿带与地层同步褶曲。盆地褶皱主要表现为条石山短轴背斜、黑石崖复式短轴背斜、碱土梁短轴背斜。本区断裂构造有梯子梁—碱土梁西断层和红石梁中脊断裂。

2.3 沉积相特征

库木库里盆地从古近系—新近系经历了冲积—退积—进积—冲积一个从湖侵到湖退的完整过程。每个时期层序面貌各不相同。

石马沟组(图 2): 与下伏古生界地层呈角度不整合接触, 沉积体系域底界为 I 型不整合, 包括冲积体系、湖侵体系域。石马沟组下段为冲积体系域, 由山间磨拉石建造组成。是盆地形成初期, 南部山区快速隆起形成的由 2~500 mm 大小的砾石快速堆积而成的砾石层。基本层序自下而上依次为: 厚层状—块状复成分砂砾岩、厚层状含砾粗砂岩、砂岩、薄层状粉砂岩、薄层状粉泥岩, 特征以由砾石构成的下部单元占 80% 以上, 且砾岩层常具块状层理及弱的底冲刷。石马沟组上段为湖侵体系域, 是河流相—三角洲相一套由含砾砂岩、粗砂岩—细砂岩、粉砂岩的沉积。自下而上基本层序为: 中层状含砾粗砂岩、中层状钙质粉砂岩, 夹薄层状泥岩, 碎屑粒度由粗变细, 基本层序的特征以由砂岩构成的中部单元占 70% 以上, 其沉积具有粒序层理、交错层理、水平层理, 可见砂体、生物钻孔、遗迹化石等^[6]。

石壁梁组: 沉积体系域底界为 II 型不整合, 包括湖侵体系和湖退体系。石壁梁组下段基本层序为: 中层状钙质细砂岩、薄层状钙质粉砂岩、薄层状泥岩不等厚互层。下部单元不发育, 中、上部单元发育。基本层序底局部地段可见含砾粗砂岩、粗砂岩。砂岩常见包卷层理、斜层理、对称波痕等, 泥岩常见水平层理。下段中部基本层序由粉砂岩、泥岩组成。表明湖泊已达最大湖泛面。石壁梁组上段为湖退体系域的进积型层序, 由下而上岩性组合为: 中—薄层状钙质粉砂岩薄层状泥岩夹薄层状石膏层。岩石中发育水平层理、平行层理等。

红石梁组: 包括湖退体系和冲积体系域。红石梁组下段底部是一套厚层状石膏层, 向上为代表三角洲相的沉积组合, 其基本层序是由下而上依次为: 中层状粗砂岩(局部地段含砾)、细砂岩、薄层状泥岩(夹薄层石膏), 粗砂岩中可见斜层理, 粉砂岩、泥岩中水平层理较发育。红石梁组上段以冲积体系为主, 下部沉积了一套代表三角洲相的沉积组合, 其基本层序是由下而上由粗而细依次为: 中层状粗砂岩、细砂岩、薄层状泥岩, 中、上部则沉积了代表冲积体系的沉积组合, 其基本层序特征是逆粒序下

部细而上部粗, 岩性组合由下而上: 薄层状泥岩、中层状粉砂岩、中层状细砂岩、厚层状粗砂岩(含砾)、厚层—块状砾岩或砂砾岩。岩石中发育斜层理。

根据岩石组合、生物组合、相标志特征、剖面结构类型、碎屑物结构等宏、微观标志以及地层内部结构、空间配置关系, 从中可以识别出 10 种微相(图 3、图 4), 即半深湖、浅湖、硫酸盐泻湖、前三角洲、远岸砂坝、近岸砂坝、分流间湾、水下河道、扇缘、扇上水道; 5 种亚相, 即半深湖、浅湖、前三角洲、三角洲前缘、扇缘; 归并为冲积扇、三角洲、湖泊 3 种相。

2.4 地球化学特征

1:1 万地化剖面成果显示, 塞斯克亚河、亚鲁古祖布拉格、白土滩、花条山、红石梁均有 Cu 异常高值点分布, 对区内的岩石光谱分析样品结果进行统计, 求出区内石马沟组下段、石马沟组上段、石壁梁组下段 Cu 元素平均值为 $(18.13 \sim 34.40) \times 10^{-6}$, 是世界砂岩 Cu 元素平均值的 3.6~6.8 倍。并伴生有 Ag、Hg、Pb、Zn 异常高值点, 铜与银、汞、铅、锌为显著的正相关关系。

3 铜矿(化)地质特征

3.1 铜矿分布

在本区出露的石马沟组、石壁梁组、红石梁组中均发现有铜矿化, 发现了 9 个含铜层位(41 个矿化层)。因此, 将全区归为一条铜矿带, 即库木库里盆地双疙瘩—塞斯克亚河铜矿带。铜矿带西起双疙瘩, 东至塞斯克亚河, 北起碱土梁, 南至大黑山, 东西长约 170 km, 南北宽 10~60 km。铜矿带呈北西向西向展布(图 1)。铜矿化东强西弱、南强北弱。

铜矿化层由一些相距很近的具层状矿化、浸染矿化和细脉矿化的单一矿体或矿化体构成, 一般没有分层(即为单一的岩性层), 个别由两个以上分层组成。岩性以灰—灰绿色厚层—块状复成分砾岩、砂砾岩为主, 次为灰—灰绿色中厚层状含砾粗砂岩(或粗砂岩)、细砂岩, 局部为中—薄层粉砂岩、泥灰岩。

本区圈出 15 个铜矿化地段, 分别位于塞斯克亚河(图 5)、青蛙嘴、一道梁、三角架北、狮子崖、狮子崖北、狮子崖东、狮子崖东南、狮子崖西、牦牛

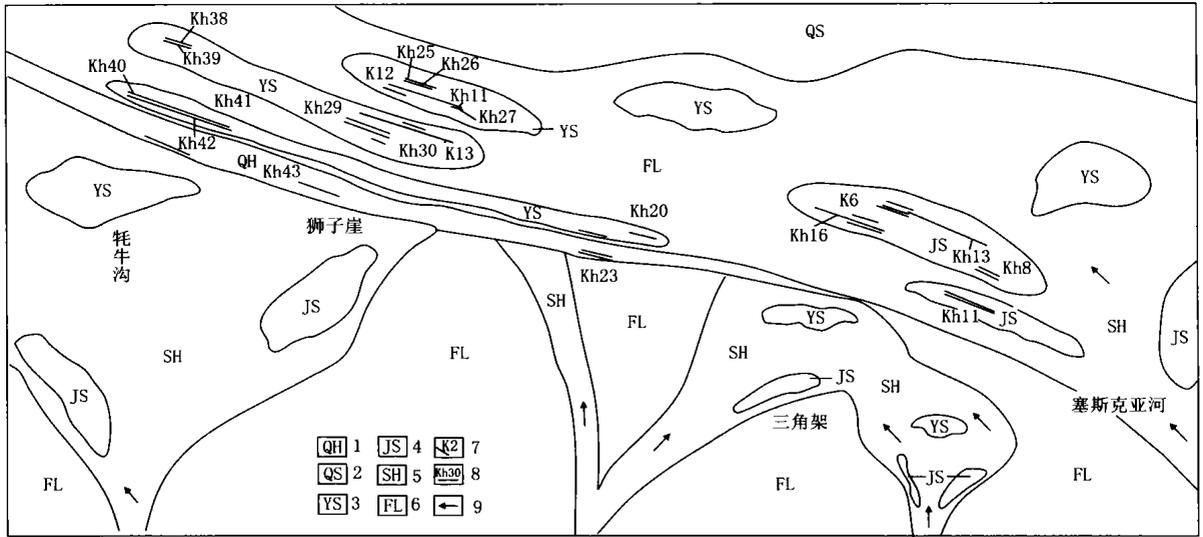


图3 塞斯克亚河—牦牛沟一带石壁梁组沉积微相与铜矿关系图

Fig. 3 Relation plot between Shibiliang Formation sedimentary facies and copper mineralization in Saisikeyahe-Maoniugou area

1. 浅湖微相; 2. 前三角洲微相; 3. 远岸砂坝微相; 4. 近岸砂坝微相; 5. 水下河道微相; 6. 分流间湾微相;
7. 铜矿体位置及编号; 8. 铜矿化体位置及编号; 9. 水流方向

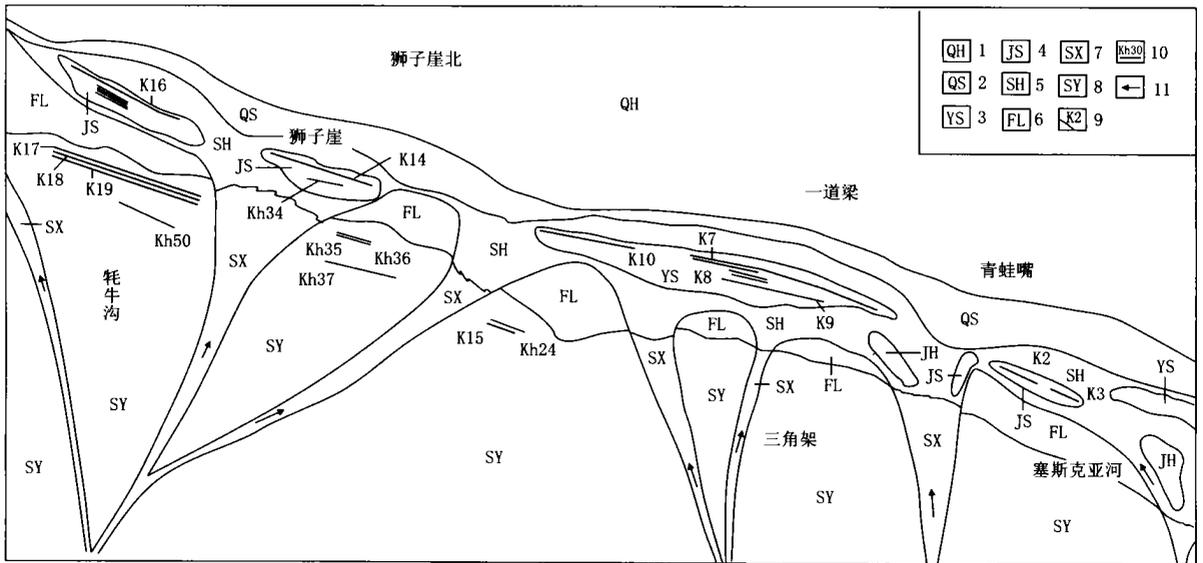


图4 塞斯克亚河—牦牛沟一带石马沟组沉积微相与铜矿关系图

Fig. 4 Relation plot between Shimagou Formation sedimentary facies and copper mineralization in Saisikeyahe-Maoniugou area

1. 浅湖微相; 2. 前三角洲微相; 3. 远岸砂坝微相; 4. 近岸砂坝微相; 5. 水下河道微相; 6. 分流间湾微相;
7. 扇上水道微相; 8. 扇缘微相; 9. 铜矿体位置及编号; 10. 铜矿化体位置及编号; 11. 水流方向

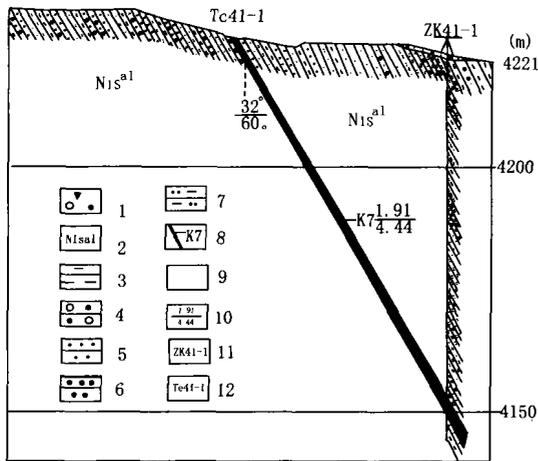


图 5 塞斯克亚河铜矿化地段地质示意图

Fig. 5 Geological map of the copper mineralization area in Saisikeyahe

1. 第四系；
2. 石壁梁组下段第一亚段；
3. 紫红色薄层状泥岩；
4. 灰褐色中层状钙质含砾细砂岩；
5. 灰色薄层状钙质粉砂岩；
6. 灰褐色中层状钙质细砂岩；
7. 细砂岩与泥岩互层；
8. 铜矿体及编号；
9. 矿体及地层产状；
10. 矿体厚度 (m) / 铜品位 (%)；
11. 钻孔位置及编号；
12. 探槽位置及编号

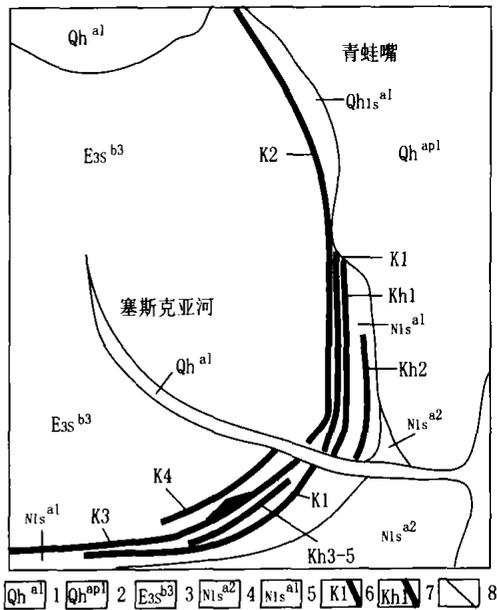


图 6 三角架北 K7 号铜矿体剖面图

Fig. 6 Section map of K7 copper orebody in northern Tripod

1. 第四系现代河流冲、洪积物；
2. 第四系河流阶地冲、洪积物；
3. 石马沟组上段第三亚段，砂砾岩、粗砂岩、细砂岩、粉砂岩、泥岩不等厚互层；
4. 石壁梁组下段第二亚段，粗砂岩、细砂岩、粉砂岩、泥岩不等厚互层；
5. 石壁梁组下段第一亚段，细砂岩、粉砂岩、泥岩不等厚互层；
6. 铜矿体及编号；
7. 铜矿化体及编号；
8. 地层界线

铜品位 2.80% ~ 6.72%，平均品位 4.33%。

3.3 矿石特征

矿石矿物主要有孔雀石 (含量 4% ±)、自然铜 (含量 1% ±)、赤铜矿 (含量 1% ±)、辰砂 (含量 2% ±) 等，次为黄铜矿、斑铜矿、铜蓝、黑铜矿、黄铁矿、褐铁矿、铬铁矿等。黄铁矿、黄铜矿呈残留状态包裹于胶结物中，自然铜残留于赤铜矿中，赤铜矿呈土状胶结碎屑颗粒，孔雀石交代胶结物中赤铜矿。孔雀石晶体呈同心圆状胶体环带栉壳式生成，显示二次胶结特征。黄铜矿粒径 0.1 ~ 0.45 mm，铜黄色，多与黄铁矿共生，呈松散状碎块。铬铁矿粒径 < 0.1 mm，黑色，半金属光泽，棱角尖锐，净面平滑。辰砂金刚光泽，碎块状，常与孔雀石石英黏连共生，棱角尖锐。

主要金属矿物生成顺序：黄铜矿 (少量)、黄铁矿 (少量) — 自然铜 — 赤铜矿 — 孔雀石。矿石中主要组分铜含量为 0.76% ~ 3.63%，伴生组分 Pb

沟、亚鲁古祖、白土滩、花条山、红石口及双疙瘩一带，总面积 110 km²。

3.2 铜矿体

共圈出矿体 26 条，矿化体 79 条。铜矿体呈层状，长度 240 ~ 2 048 m，厚度 1.01 ~ 3.36 m，铜平均品位 0.97% ~ 5.18%。铜矿体受地层控制，顺层产出，无穿层现象。地层与矿体呈整合接触关系，界线清楚。铜矿体产于盆地边缘相的砾岩 (砂砾岩)、含砾粗砂岩 (粗砂岩)、细砂岩、粉砂岩及泥岩中，受灰紫交替带控制，即矿体均位于灰 (浅色) 紫 (深色) 交替带的灰色层中。矿体下盘围岩一般为紫红色泥岩及粉砂质泥岩，厚度较薄，0.05 ~ 0.1 m，矿体上盘围岩一般为黄褐色中—薄层状细砂岩、粉砂岩，厚度 0.35 ~ 0.55 m。其中，K7、K19 号矿体规模较大。

K7 号矿体：位于三角架北，产于石马沟组上段 (E_{3s}^b) 砂砾岩中 (图 6)，平均走向 119°，倾角 53°，矿体长 2 048 m，厚度 1.01 ~ 3.36 m，平均厚度 1.99 m；铜品位 2.73 ~ 7.54%，平均品位 4.44%。

K19 号矿体：位于狮子崖西，产于石马沟组下段 (E_{3s}^b) 砾岩中，平均走向 110°，倾角 55°，矿体长 1 690 m，厚度 1.40 ~ 1.76 m，平均厚度 1.57 m；

0.66% ~ 2.69%, Zn 0.014% ~ 0.020%, Ag (3.80 ~ 4.20) $\times 10^{-6}$, Au < 0.20 $\times 10^{-6}$, 微量元素 U 4.34 $\times 10^{-6}$, F⁻ 270 $\times 10^{-6}$, 有害杂质 As (56.7 ~ 88.6) $\times 10^{-6}$, Hg (327 ~ 2 064) $\times 10^{-9}$, MgO 1.82% ~ 6.13%, 均在允许范围之内。铜与银、汞、铅、锌正相关。

矿石结构主要有胶结结构、胶状环带结构、交代结构、残余结构、结核结构、碎屑结构等。矿石构造主要有浸染状构造、条带状构造、块状构造, 次为结核状构造、土状构造、星点状构造、层状构造。

按含矿岩性划分的矿石类型主要为砂岩型铜矿石、砂砾岩型铜矿石, 次为砾岩型铜矿石、细砂岩型铜矿石、泥灰岩型铜矿石; 依据物相样品分析结果, 矿石的自然类型为氧化矿石。

4 控矿条件及找矿标志

4.1 控矿条件分析

(1) 构造条件: 盆地边界断裂即阿尔格山断裂和祁漫塔格山南缘断裂是控矿的构造条件。前者控制了北部盆地的沉积和变形。盆地中心从南西向东迁移, 其物源主要来自于南部的阿尔格山; 其褶皱构造变形显示南部应变较强, 北部则较弱, 西部强, 东部弱。后者控制了南部盆地的形成与演化, 南盘的持续下沉, 接受巨厚的磨拉石沉积, 至今沿断裂带仍为盆地的汇水中心。

(2) 地层条件: 石马沟组下段第一、三亚段, 石马沟组上段第一、三亚段, 石壁梁组下段第一、三、五亚段, 红石梁组下、上段等层位是控矿的地层条件。这些含矿层位控制了铜矿带的空间展布。沉积厚度达 7 000 多米。分布在盆地中南部百泉河—双疙瘩一带, 东西长约 172 km, 南北宽 10 ~ 40 km, 出露面积约 3 200 km²。显示本区有分布广泛的含矿地层。

(3) 岩性条件: 以复成分砂砾岩、含砾砂岩、粗砂岩等为主的盆地边缘粗粒沉积岩; 胶结物以钙质成分为主的粗碎屑岩等是控矿的岩性条件。这些有利岩性在本区内广泛分布, 其与有利岩相条件联合控制了矿体的空间位置。具体说岩石成分越复杂, 颗粒粒度越粗, 磨圆度为次棱角状、分选性一般, 铜矿化较好。

(4) 岩相古地理条件: 三角洲相、冲积扇相及其部分亚相、微相, 即三角洲相中三角洲前缘亚相

近岸砂坝微相、远岸砂坝微相和冲积扇相的扇缘微相、湖泊相的浅湖微相等构成控矿的岩相条件。其中三角洲相、冲积扇相、湖泊相控制了矿体群(即矿化富集地段)的空间分布范围, 而三角洲相的三角洲相前缘亚相近岸砂坝微相、远岸砂坝微相和冲积扇相的扇缘微相、湖泊相的浅湖微相等则与岩性等条件联合控制了矿体的空间位置。这些有利岩相条件在古近纪、新近纪地层中广泛分布。同样的微相由于所处的位置、当时古环境因素变化的复杂性决定了同一沉积微相含矿的不均一性。

(5) 灰紫交替带: 铜矿体严格受灰紫交替带控制, 并且产于灰、紫交替带内的灰色层中, 紫色层中不含矿。平面上矿体长轴方向与灰紫交替带平行, 矿体产于紧邻紫色层灰色层中。在剖面上, 紫色岩石有多层, 具有尖灭再现特征。三角架北矿化地段、狮子崖矿化地段由于矿体所在的灰色层连续、稳定, 矿体延伸较大。说明介质的氧化还原变化是含铜溶液聚集的重要因素。紧邻氧化还原界面, 铜质聚集, 远离氧化还原界面, 铜质分散。也说明近半封闭的环境, 有利于铜质聚集。而开放环境, 将导致铜质分散^[7]。

(6) 本区南部祁漫塔格山为昆中结合带部位, 为一铜多金属成矿带, 在其中的基性、超基性岩与围岩接触带部位围岩蚀变铜矿化较为发育, 且在库木库里盆地黑山铜矿点及南部的大九坝、火箭山等地已发现有燕山期热液型铜矿(化)体、斑岩型铜矿(化)体, 表明盆地岩石铜背景虽然较低, 不能直接形成矿源层, 但新生代以来青藏高原的急剧隆升, 基底大量剥蚀, 为新生代盆地输送了充足的物源。从本区铜矿化分布于和古流向分析, 说明盆地物质来自南部祁漫塔格山一带, 铜矿物质来自盆地周围山地, 并非来自盆地内部。显然, 本区铜成矿物质受周围山地的物源控制, 是周围山地原生铜矿氧化经搬运、富集、沉积再改造形成。

4.2 找矿标志

(1) 孔雀石、赤铜矿等铜氧化露头是找铜矿的直接标志。除已知的 5 处矿点上铜矿氧化露头发育外, 在狮子崖、黑石崖北、三角架、青蛙嘴、花条山、条石山背斜西转折端双疙瘩、碱土梁西等处发现的铜矿(化)体地表均发育孔雀石、赤铜矿等。

(2) Cu、Ag、Hg、Pb 等元素的原生晕异常(高值点)是找铜矿的地球化学标志。已知矿化地段

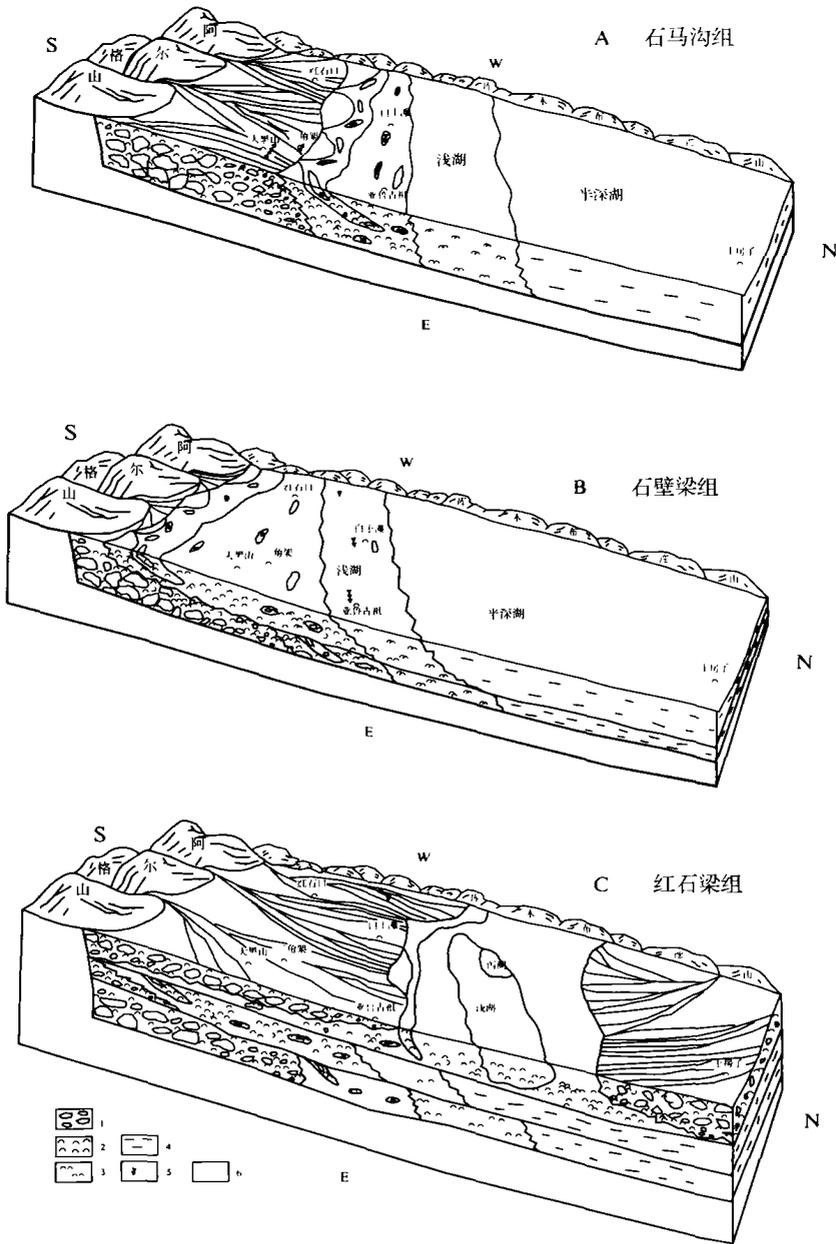


图 7 成矿模式图

Fig. 7 Ore-forming model

1. 砾岩; 2. 砂岩; 3. 粉砂岩; 4. 泥岩; 5. 含铜层位置; 6. 基底

均有铜的原生晕异常并伴生有 Ag、Hg、Pb 等元素的原生晕异常。Cu 异常区，Cu 与 Ag、Hg、Pb 呈正相关。

5 成矿模式

通过对盆地地层层序、沉积相、古地理、古气

候等研究，结合物源区构造背景分析，库木库里盆地铜矿陆相砂（砾）岩型铜矿，其成矿是从渐新世开始，经历了渐新世—中新世盆地萌芽阶段、中新世—晚中新世的生长发育阶段，直至上新世盆地萎缩 3 个演化阶段。

渐新世—早中新世盆地萌芽阶段：由于青藏高原快速隆升，导致高原内部产生开裂，发生差异升

降, 库木库里地区沿周缘控盆断裂下陷, 库木库里盆地开始萌芽(图7-A)。由于盆地南部的阿尔格山沿盆地南缘断裂急剧隆升, 整个地区呈现南高北低, 因而在南部红石口—大黑山一带接受了冲积相、河流相沉积。在三角架、大黑山等地所处扇缘微相, 从南部隆起区火箭山斑岩铜矿点和大九坝热液型铜矿点以碎屑流搬运而来较粗铜矿颗粒因水流力量的减弱, 在有利地段(主要是微地形变化)有利岩性(主要是空隙度大的岩性)沉积下来。而含铜溶液运移到白土滩—亚鲁古祖一线所处的三角洲前缘亚相中选择有利成矿的近、远岸砂坝微相中化学沉淀下来。由此向西则接受浅湖、半深湖相沉积。

中新世—晚中新世的生长发育阶段: 随着盆地早期沉积物的逐渐充填淤平, 盆地逐渐趋于成熟, 在盆地边缘接受了三角洲相的沉积, 向盆地中心为浅湖、半深湖相沉积, 沉积中心在梯子梁—大黑山以北(图7-B)。总体上反映为沉积物粒度较细、成熟度较高的稳定性沉积建造。由于高原的震荡隆升作用, 盆地内三角洲、湖泊相沉积交替出现, 总体上从早到晚盆地经历了两个由浅水到深水的演化序列。该阶段盆地范围最大, 沉积物分布最广, 碎屑物粒度最细。含铜溶液运移到三角洲前缘亚相、远岸砂坝微相选择有利地段化学沉淀, 另一部分则被搬运的更远, 到达浅湖微相, 化学沉淀于近岸部位。

上新世盆地萎缩阶段: 上新世时, 随着盆地进一步接受沉积而逐渐萎缩。一方面沉积面积缩小, 另一方面湖水逐渐变浅, 在盆地中心出现了泻湖相膏盐沉积(图7-C)。盆地边缘出现大范围的冲积相、河流相沉积, 表现为一套近积组合, 碎屑粒度由细而粗, 逐渐变化。在盆地发展晚期, 可能由于盆地充填而使隆起物源区与盆地高差缩小, 致使铜矿物质来源较少, 只是在碱土梁等地局部地段的扇缘微相中形成了铜矿化。

参考文献:

- [1] 新疆地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [2] 新疆地质矿产局. 新疆维吾尔自治区多重地层划分对比[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [3] 中科院青藏高原科考队. 喀喇昆仑山—昆仑山地区地质演化[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [4] 崔军文, 等. 阿尔金断裂系统[M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [5] 樊晶, 等. 新疆库木库里盆地铜矿化特征及找矿前景[A]. 昆仑—秦岭—大别山系地质构造与资源环境学术研讨会论文集[C]. 西安: 西安地图出版社, 2002.
- [6] 肖爱芳, 等. 新疆库木库里盆地渐新—上新统孢粉组合特征与古气候演变[J]. 陕西地质, 2003(1): 21.
- [7] 黄崇轲, 等. 中国铜矿床[M]. 北京: 地质出版社, 2001.

Geological features and ore-controlling conditions of sandstone (conglomerate) copper deposit in Kumukuli basin, Xinjiang

HOU Man-tang, LIANG Qun-feng, YAO Kuan-yuan,
ZHANG Zhong-liang, WU Bao-hua

(1. Geological Survey of Shaanxi Province, Xi'an 710054, China; 2. Xi'an Exploration Institute, Shaanxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710100, China)

Abstract: The Kumukuli sandstone (conglomerate) copper deposit is located in western segment of East Kunlun orogenic belt, Xinjiang. The strata of ore-bearing are composed of Oligocene Shimagou Formation, Miocene Shibiliang Formation and Pliocene Hongshiliang Formation. The ore belt is 170 km in length of EW and 10–60 km in width of SN. The mineralization was controlled by structures, lithology, lithofacies and paleogeography and paleoclimate. The mineralization type is continental sandstone (conglomerate) copper deposit.

Key words: Kumukuli basin; sandstone (conglomerate) type copper deposit; geological feature; ore-controlling condition; ore-forming model