

# 新疆库木库里盆地砂砾岩型铜矿成因分析

王平户<sup>1</sup>, 张国成<sup>2</sup>, 解新国<sup>2</sup>

(1. 正元国际矿业有限公司, 北京 100025; 2. 中国冶金地质总局西北地质勘查开发院, 西安 710061)

[摘要] 库木库里新生代山间断陷盆地处于东昆仑褶皱带东部北侧, 东西长 350km, 南北宽 20~75km, 已发现矿体 20 多条, 矿化体 50 多条, 预计远景资源量大于 100 万 t, 是寻找砂砾岩型铜矿的理想区域。区内共有三个含铜层位, 均产于古近系和新近系红色沉积建造所夹的浅色碎屑岩组合中, 并在盆内背斜构造核部附近出露, 保存于向斜构造两翼或倾伏端之中。成矿物质主要来源于盆地两侧富铜的岩浆岩、铜矿化体, 矿(化)体沉积于环境发生变化的过渡期, 并在后期改造成矿。文章从物源、沉积环境、控矿岩性和后期改造等方面对铜矿的成因进行了分析, 总结了控矿因素和找矿标志, 指导找矿。

[关键词] 砂砾岩型铜矿 断陷盆地 沉积相 含铜层位

[中图分类号] P618.41 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2009)01-0018-05

库木库里盆地位于青、新、藏三省(区) 交界附近, 属新疆若羌县管辖, 地理坐标: 东经 88°15'~89°00', 北纬 37°05'~37°20'。东西长 350km, 南北宽 20~75km, 中国冶金地质总局西北地勘院在该矿带已发现矿体 20 多条, 矿化体 50 多条, 控制铜资源量 18.07 万 t, 预计远景资源量大于 100 万 t, 是寻找砂砾岩型铜矿的理想区域<sup>[1]</sup>。

区域上该区位于东昆仑褶皱带东部北侧, 属库木库里新生代山间断陷盆地。其南侧以昆中断裂与阿尔格山相邻, 北侧以昆北断裂与祁漫塔格相隔(图 1)。昆中断裂和昆北断裂控制着库木库里断陷盆地的形成与演化; 阿尔格山和祁漫塔格山的岩性决定了盆地内充填的沉积物种类, 两者的组合构成

了该区砂砾岩型铜矿的成矿环境和物质来源。

## 1 含铜层位及成矿环境

### 1.1 沉积相特征

该区发现的含铜层位主要分布于古近系石马沟组上、下亚组和新近系石壁梁组上、下亚组<sup>[2]</sup>。

1) 古近系渐新统石马沟组下段基本层序自下而上依次为: 中-厚层状砾岩、厚层状含砾粗砂岩、砂岩、薄层状粉砂岩、泥质粉砂岩, 以粗粒岩性为主, 具块状层理、平行层理、粒序层理等, 砂砾岩碎屑物分选性中等、磨圆度较差, 具湖泊冲积扇沉积特征。

2) 古近系渐新统石马沟组上段基本层序自

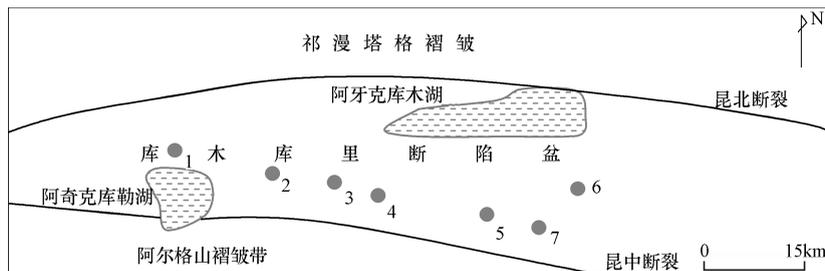


图 1 库木库里铜矿带区域构造示意图

1—花条山铜矿段; 2—梯子梁铜矿段; 3—牦牛沟铜矿段; 4—狮子崖铜矿段;  
5—三角架铜矿段; 6—一道梁铜矿段; 7—色斯克亚河西铜矿段

[收稿日期] 2008-01-28; [修订日期] 2008-04-14。

[第一作者简介] 王平户(1968—), 男, 1992年毕业于北京科技大学, 获学士学位, 地质高级工程师, 现主要从事地质勘查技术管理和矿产开发评价工作。

下而上为中层状含砾粗砂岩、中-厚层状钙质砂岩、粉砂岩、薄层状泥质粉砂岩,其中以砂岩为主,发育明显的平行层理、正粒序层理、泥沙互层层理,局部可见波状层理、斜层理,与下段相比砂岩碎屑物粒度明显减小,分选性、磨圆度均较好,具湖泊三角洲相沉积特征。

3) 新近系中新统石壁梁组下段基本层序自下而上为中层状钙质细砂岩、薄层状钙质粉砂岩、薄层状泥质粉砂岩互层,局部地段发育薄层状、透镜状含砾粗砂岩、粗砂岩及石膏薄层等,以细砂岩、粉砂岩为主,发育水平层理、平行层理,偶见斜层理,具浅湖相沉积特征。

4) 新近系中新统石壁梁组上段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,为泻湖相沉积特征。

综上所述,从古近系渐新统石马沟到新近系中新统石壁梁组,沉积环境<sup>[3]</sup>应该为湖泊冲积扇-湖泊三角洲-浅湖(图2),湖水由浅到深、含盐度由淡到浓,总体是一个退积过程。

1.2 含铜层位

该区共分三个含铜层位<sup>①</sup>:

1) 第一含矿层:产于古近系石马沟组下段顶部。

岩性组合:褐红色砾岩、砂岩、灰色含铜砾岩、含铜粗砂岩、钙质砂岩和钙质泥岩。含铜砂砾岩集中在该组上下段的过渡部位—石马沟组下段顶部泥质砂岩中所夹的条带状、薄层状含砾(粗)砂岩中。牦牛沟矿段为其代表,为该区主要含矿层。

2) 第二含矿层产于古近系石马沟组上段顶部。

岩性组合:褐红色钙质粉砂岩、粉砂岩、泥岩互层夹薄层状浅绿色含铜砾岩。以色列斯克亚河段为其代表,为该区主要含矿层。

3) 第三含矿层:产于新近系石壁梁组下段顶部。

岩性组合:在褐红色—砖红色钙质粉砂岩、粉砂岩、泥岩互层中夹有灰绿色钙质粉砂岩、浅绿色含铜砂砾岩。其含铜沉积建造的岩性组合特征与塔里木盆地周边砂砾岩铜矿相似。以红石梁矿段为其代表,为该区次要含矿层。

根据以上总结,所有含铜层均发育于细粒碎屑岩所夹的条带状、薄层状粗碎屑岩中,说明成矿时期

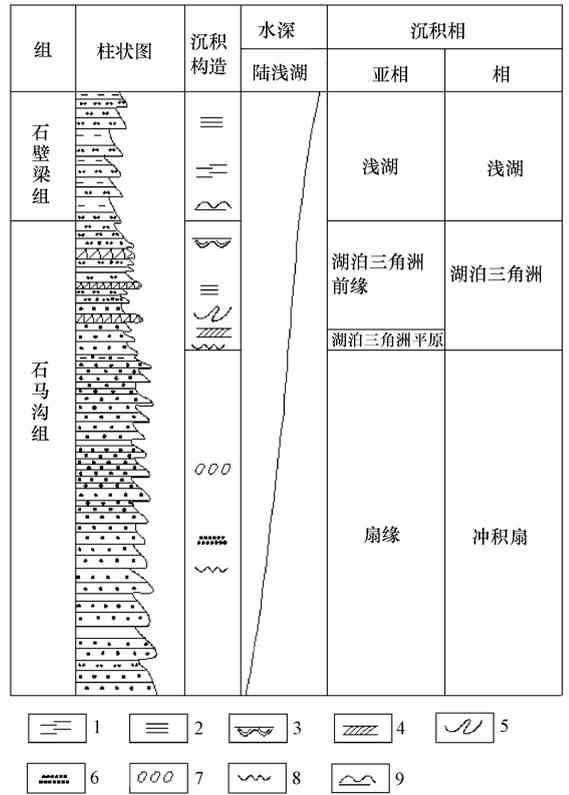


图2 铜矿区沉积相柱状图(据文献[3]修改)

1—平行层理;2—水平层理;3—交错层理;4—斜层理;5—包卷层理;6—正粒序层理;7—叠瓦构造;8—冲扇构造;9—对称波状

应为沉积环境变化的过渡带期,成矿环境不稳定,有利于沉积成矿。

1.2 成矿氧化还原环境

表1为岩、矿石主要化学成分含量表,从中可以看出,矿体中 Fe<sup>2+</sup>、Si、Cu、As、Hg、Ag 明显较围岩偏高,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO 平均为 0.055,说明矿体的沉积环境应为还原环境,根据各元素的性质差异,有利于 Fe<sup>2+</sup>、Cu、As 等组分的沉积,在还原环境条件下更加有利于铜质的富集并形成铜矿体;而围岩中 Fe<sup>3+</sup>、Al、Ti、Ca、K、LOI 较矿体中偏高,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO 平均为 1.402,沉积环境应为氧化环境,有利于 Fe<sup>3+</sup>、Al、Ca、Ti、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 等组分的沉积,同时也有利于铜质的溶解、并迁移至其旁侧的还原环境中,沉积、富集成矿。

2 成矿物质来源

2.1 主要来源

1) 库木库里盆地北侧的祁漫塔格黑山地区,发育中基性火山岩、基-超基性岩石组合的蛇绿岩套,在蛇绿岩区发育一个巨大的 NE 向椭圆形铜异常

① 王平户,周永生,解新国,等. 新疆若羌县库木库里砂砾岩铜矿牦牛沟矿段地质普查报告[R]. 中国冶金地质总局西北地质勘查院. 2005.

表1 岩矿石主要化学成分含量表

分析项目	矿石 A	矿石 B	上盘围岩	下盘围岩
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /10 <sup>-2</sup>	0.16	0.18	2.47	2.42
FeO/10 <sup>-2</sup>	3.03	3.16	2.02	1.53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /10 <sup>-2</sup>	5.14	6.02	8.30	8.01
TiO <sub>2</sub> /10 <sup>-2</sup>	0.24	0.29	0.51	0.47
SiO <sub>2</sub> /10 <sup>-2</sup>	59.86	57.23	45.94	38.89
CaO/10 <sup>-2</sup>	13.26	13.65	17.56	19.85
MgO/10 <sup>-2</sup>	3.63	3.82	3.22	5.20
K <sub>2</sub> O/10 <sup>-2</sup>	0.77	0.93	1.74	1.75
Na <sub>2</sub> O/10 <sup>-2</sup>	1.10	1.29	1.31	1.08
MnO/10 <sup>-2</sup>	0.079	0.085	0.10	0.097
S/10 <sup>-2</sup>	0.063	0.083	0.048	0.080
Zn/10 <sup>-2</sup>	0.001	0.004	0.001	0.002
Cu/10 <sup>-2</sup>	0.68	0.56	0.010	0.010
Pd/10 <sup>-2</sup>	0.020	0.010	0.020	0.010
LOI/10 <sup>-2</sup>	12.02	12.47	16.62	20.39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10 <sup>-2</sup>	0.066	0.073	0.099	0.089
As/10 <sup>-6</sup>	50.80	44.10	12.00	18.60
Sb/10 <sup>-6</sup>	1.01	1.78	1.40	1.89
Hg/10 <sup>-6</sup>	1.73	1.77	0.83	1.08
Ag/10 <sup>-6</sup>	9.45	3.21	2.19	4.73
Au/10 <sup>-6</sup>	0.10	0.20	0.05	0.15

注:矿石 A 和矿石 B 为矿石组合样品,上盘围岩样品和下盘围岩样品为围岩单个化学分析样品。样品由中国冶金地质总局西北局五队实验室 2005 年 9 月分析。

( $25 \times 10^{-6}$ ),并在蛇绿岩套的堆晶辉长岩中已发现黑山铜矿点。昆北断裂的活动控制了其南侧盆地的形成与演化,黑山地区富铜的蛇绿岩套是该区铜质的主要来源之一,新生代以来,南盘持续下沉,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(阿牙克库木湖)。

2) 盆地之南的阿尔格山,为一套晚古生代正常沉积的碳酸盐岩和碎屑岩建造,岩浆岩以中-酸性侵入体为主。该区发育的火箭山斑岩铜矿,产于石英斑岩、花岗斑岩岩株中;大九坝铜矿产于花岗闪长岩与灰岩的内接触带中。昆中断裂活动控制了其北侧盆地的沉积和变形,盆地中心由 SW 向 NE 迁移,其物源主要来自南部的阿尔格山。

3) 结合库木库里铜矿带矿点的地质特征,铜矿化主要赋存于中粗粒砾岩、含砾粗砂岩和中细粒砂岩中,充分说明该区铜矿物质主要来源于盆地两侧阿尔格山和黑山富含铜的岩石和铜矿化点。特别是位于盆地南缘的牦牛沟铜矿段(表 2),在铜矿石物质组成中,含有大量花岗岩、灰岩、中酸性火山岩和粉砂-细砂岩等岩屑,岩屑一般呈次棱角状,少量呈次圆状,说明成矿碎屑物主要来自搬运距离较近的阿尔格山,而且阿尔格山发育的中-酸性侵入体是牦牛沟铜矿段主要的铜矿质来源。

## 2.2 其他来源

1) 据航磁资料推断,盆地基底与两侧山链的岩石类型相同,为灰岩、碎屑岩夹中-基性火山岩组合,铜含量较高,岩石中的铜质通过湖水的水解、萃取等各种物理、化学作用向上运移,亦是砂砾岩铜矿源的因素之一。

2) 库木库里盆地夹于昆中断裂和昆北大断裂之间,两大断裂的活动也可能提供了富含铜矿物的热卤水。

同时受断裂活动的影响,从盆地基地中也可形成湖底富铜热液,有利于成矿物质的进一步富集。

表2 库木库里铜矿带牦牛沟铜矿段岩矿石特征

编号	野外定名	室内定名	结构	构造	支撑方式	胶结方式	矿物组成
B3	铜矿石	赤铜矿化含细砾粗粒岩屑砂岩	粗粒砂状	条带状	颗粒支撑	孔隙式钙质胶结	石英6%;斜长石3%;微斜长石微斜条纹长石8%;硅质岩岩屑13%;灰岩岩屑20%;中酸性火山岩岩屑38%;绿帘石绿泥石等1%少;钙质胶结物12%;赤铜矿1%;孔雀石1%
B4	氧化铜矿石	微含细粒粗中粒岩屑砂岩性	粗中粒砂状	团块状	颗粒支撑	孔隙式钙质胶结	石英5%;斜长石3%;钾长石3%;微斜长石微斜条纹长石4%硅质岩岩屑13%;灰岩岩屑15%;中酸性火山岩岩屑45%;钙质胶结物11%;赤铜矿≤3%;孔雀石1%
B5	黄绿色细砂岩	钙质胶结细粒岩屑砂岩	细粒砂状	块状	颗粒支撑	孔隙式钙质胶结	石英5%;长石3%;硅质岩岩屑12%;灰岩岩屑24%;中酸性火山岩岩屑62%;杂基约10%;钙质胶结物8%;铁质等少

样品由中国冶金地质总局西北局五队实验室 2005 年 10 月鉴定。

### 3 成矿作用

#### 3.1 成矿作用划分

从铜矿石宏观、微观方面研究,有以下特征:

1) 铜矿赋存于还原条件下的灰绿色碎屑岩中,围岩为氧化条件的红色碎屑岩。

2) 含矿岩石中斜长石岩屑见少量绢云母化、粘土化,微斜长石岩屑微高岭土化,中性火山岩岩屑发育有大量绿泥石、铁质、碳酸盐等蚀变矿物,酸性火山岩岩屑发育有少量绢云母、绿泥石、碳酸盐、帘石等蚀变,铜矿物发育于碎屑间的裂隙和胶结物中,说明铜矿体形成于岩屑蚀变之后。

3) 钙质胶结物方解石呈单晶或数晶集合体充填于碎屑裂隙中,但铜矿物中未见,说明铜矿物在碳酸盐矿物之后生成。

4) 铜矿物呈细小它形粒状或集合体沿发育于碎屑间的网状、枝状微裂隙充填,呈网脉、枝脉浸染状不均匀分布,镜下石英呈波状消光等特征,说明铜矿形成于区域构造形成之后。

因此,牦牛沟砂砾岩铜矿床的成矿阶段大体可划分如下:

##### ① 沉积阶段:

在氧化环境下,沉积物的铜质活化、析出,溶解到湖水中碎屑物沉积。

在还原环境下,铜质随碎屑物均匀沉积,矿化不集中,形成含铜层位。

##### ② 成岩阶段:

早期:在成岩作用下,岩石物质成分发生分异,碎屑物蚀变,铜质进一步活化、富集。

晚期:碳酸盐矿物结晶。

③ 后期改造成矿:后期区域构造作用,铜质进一步活化、迁移,岩石中产生的微裂隙形成容矿空间,铜质充填、富集形成矿体。

#### 3.2 矿体富集规律

##### 1) 气候环境对成矿的影响

在长期干旱的环境下,形成褐红色-砖红色砂岩、粉砂岩,厚度较大,在短暂的潮湿环境中沉积灰绿色含铜砾岩砂岩含铜砂岩、灰绿色泥岩。

##### 2) 碎屑物粒度对矿体的影响

砾岩透水性相对较好,最有利于含铜热液的活化、迁移、富集,后期热液改造后,矿石富集较好,矿体品位较高,但矿体连续性差,一般延长小。如三脚

架矿段,一般矿体品位5%~15%,长5~10m。

含铜粗砂岩-中粒砂岩透水性一般,后期热液改造后,矿化稳定,矿体品位变化不大,但矿体连续性好。如牦牛沟矿段中,一般矿体含铜1%~4%,矿体长一般大于300m,最长达2000m。

粉砂岩的透水性相对较差,不利于成矿物质运移、富集,后期热液改造不发育,铜矿化较分散。如一道梁矿段,一般矿化体铜含量0.1%~0.5%,矿化规模较大,但很难形成铜矿体。

##### 3) 时空与矿体富集的关系

根据已发现的矿体、矿化体特征,在该区发育的3个含矿层位中,古近系石马沟组下段顶部赋存的矿体规模大、连续性较好,矿石品位较稳定。

##### 4) 近地表风华淋滤作用对矿体的影响

在近地表受风化作用和后期构造活动的影响,岩石裂隙发育,通过淋滤和氧化还原作用在裂隙中铜质富集形成自然铜-赤铜矿细脉,脉宽0.1~1cm,含铜达20%~50%,同时相邻层位被动贫化,从而使矿石品位极不均匀,矿体不连续。

### 4 结论

综合以上成因分析,总结库木库里盆地砂砾岩型铜矿的控矿因素和找矿标志,指导找矿。

#### 4.1 成矿控制因素

1) 构造:盆地边界断裂即阿尔格山断裂(东昆中断裂)和祁漫塔格山南缘断裂控制了含铜盆地的形成与演化及其分布范围。

2) 地层:古近系渐新统石马沟组下段顶部、上段顶部及新近系石壁梁组下段顶部等沉积环境变化的过渡部位,控制着铜矿(化)体的空间展布。

3) 岩性:红层沉积的细粒碎屑岩中发育的浅色粗粒碎屑岩是矿体赋存的岩性条件。

#### 4.2 找矿标志

##### 1) 构造找矿标志<sup>[4,5,6]②</sup>

控矿盆地中的后期构造运动,特别是背斜构造的核部附近及背斜的转折端、倾伏端,是盖层剥蚀后矿体的出露位置,控制着铜矿的地表分布范围。

##### 2) 地层、岩性找矿标志

矿体赋存于古近系渐新统石马沟组下段顶部、上段顶部及新近系石壁梁组下段顶部等沉积环境变化的过渡部,大面积分布的土黄色-褐红色细粒碎屑岩组成铜矿化层的主要围岩。在碎屑物沉积一成

② 张国成,张建新,周永生,等.新疆若羌县条石山铜矿地质普查报告[R].中国冶金地质总局西北地质勘查院.2006.

岩—变质过程中,中粗粒碎屑岩孔隙度大、透水性好,有利于矿质的迁移,又有较大的容矿空间,是矿质的富集和赋存场所。

### 3) 岩相古地理找矿标志

成矿环境为三角洲—浅湖相,直接接受外部物质来源,水体既有一定的流动性,也有一定的稳定性,既有利于矿质的集中、运移,也有利于矿质的沉积,是成矿的理想环境。

### 4) 地球化学找矿标志

矿化带处于规模较大的铜异常中,Cu、Ag、Hg、Pb 等元素异常是铜矿找矿的地球化学标志。

### 5) 直接找矿标志

孔雀石、赤铜矿等矿化露头是寻找铜矿的最直接

标志,已知铜矿体在地表均发育孔雀石、赤铜矿等。

#### [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] 汪东波,梅友松,徐 勇. 重点成矿(区)带综合研究的若干问题探讨[J]. 地质与勘探,2001, 37(5):1~5.
- [3] 肖爱芳,黎敦明,李新林,等. 新疆库木库里盆地铜矿地质特征及找矿前景[J]. 陕西地质,2002(12):20.
- [4] 王学求,程志中,迟清华,等. 吐哈盆地砂岩型铀矿战略性地球化学调查与评价[J]. 地质与勘探,2002, 38(1):148~151.
- [5] 刘家军,李朝阳,潘家永,等. 兰坪—思茅盆地砂页岩中铜矿床成矿物质来源研究[J]. 地质与勘探,2000, 36(4):16~19.
- [6] 侯满堂,梁群峰,姚宽院,等. 新疆库木库里盆地沉积特征及找矿远景[J]. 陕西地质,2004,(2).

## Genesis of Sandstones-conglomerates Type Copper Deposits at Kumukuli Basin, Xinjiang

WANG Ping-hu<sup>1</sup>, ZHANG Guo-cheng<sup>2</sup>, XIE Xin-guo<sup>2</sup>

(1. Zhengyuan International Mining Company LTD., Beijing 100025;

2. Northwest Institute of Exploration and Engineering, China General Bureau of Metallurgical Geology, Xi'an 710061)

**Abstract:** Kumukuli basin in the Xinjiang Uygur Autonomous Region is located in the eastern section of East Kunlun. The basin is 350km long from east to west and 20~75 km wide from north to west. Geological setting of ore formation is excellent. More than 20 orebodies and 50 mineralizing bodies have been found. Predicted future resources is about one million tons. Regional geological tectonic is complicated. The ore-forming materials mainly originated from magmatic rocks and mineralized copper bodies. Ores were sedimented in the transition period of changing environment, and suffered later alteration. Ore genesis on origin, sedimentary environment and later alteration is analyzed

**Key words:** gravel copper ore, rift basin, sedimentary facies, copper-bearing strata