

## 青海督冷沟铜钴矿床地质特征及成因\*

## Geological Characteristics and Genesis of Dulenggou Copper and Cobalt Deposits in Qinghai Province

姚文光 贾群子 张汉文 杨钟堂

(西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054)

Yao Wenguang, Jia Qunzi, Zhang Hanwen, Yang Zhongtang

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

**摘要** 督冷沟铜钴矿是产于昆南造山带的一个被叠加改造的 VHMS 型矿床。文章主要论述了督冷沟铜钴矿床的地质背景,对矿床的基本地质特征进行了总结。万保沟群火山—沉积岩系是该矿床的容矿地层。矿体呈似层状产于火山岩向沉积岩的转换部位并受断裂控制。区内较为发育的断裂构造为 VHMS 铜矿的形成提供了良好的地质条件。通过物探异常检查,可能有深部矿体存在。黄铜矿的铅同位素表明,成矿物质来源较深。同时探讨了成矿地质环境,总结的成矿规律有助于区带内的勘查找矿工作。

**关键词** VHMS 型铜矿 地质特征 成因 督冷沟 东昆仑

铜是东昆仑地区最有前景和最重要的有色金属矿产。海相火山岩中的铜矿(VHMS型)是国内外重要的铜矿类型,在我国西部造山带中具有广阔的找矿前景。

昆北、昆中和昆南3条深断裂将东昆仑地区划分成4个构造-成矿带:昆北造山(加里东)——Fe(Au)多金属成矿带;昆中花岗变质杂岩(微陆块)——Au多金属成矿带;昆南造山——Au、Cu多金属成矿带和北巴颜喀拉造山(被动陆缘)——Au、Sb成矿带。

笔者通过承担国家地质调查《东昆仑地区综合找矿预测与突破》项目子题中对青海省都兰县哈图成矿远景区的研究评价,认为属昆南裂陷造山带的远景区中的哈尔汉督冷沟可能属被叠加改造的VHMS型矿床,经过近年工作已确定为中型以上矿床<sup>①</sup>。文章主要介绍督冷沟铜钴矿床的地质特征,并初步探讨其成因,以便进一步推进带内的找矿勘查工作。

## 1 区域地质背景

哈图成矿远景区位于昆南裂陷造山带东段,北为昆中断裂,南为昆南断裂,属牙马托—可可沙“山”字型构造的弧形转折部位。

区内断裂构造发育,以压性或压扭性构造组成区域构造骨干,以逆断层为主,张性和扭性断裂居于从属。按展布方向可分为EW向、NE向和NW向3组。3组断层大都显示了多期活动的特点。

区内褶皱构造较发育,具有一定规模的有可可沙向斜。向斜总体走向呈近EW向,两翼地层为万保沟群,并大致平行展布。其他为单斜构造,属褶皱的残破翼。

本区出露地层下元古界(Pt<sub>1</sub>)古老变质岩,上元古界-寒武系万保沟群(Pt<sub>3</sub>-C)海相火山沉积岩系为

\* 本文为中国地质调查局地质调查项目(编号:K1.1.3.1)2000年的部分成果

第一作者简介 姚文光,男,1962年生,助理研究员,主要从事矿产地质和岩石学研究。

①中国地质调查局.2001.地质调查成果信息(1).

含矿地层。晚古生界-中生界为一套陆源火山沉积建造。侏罗系为陆相沉积。

本区的火山侵入活动十分频繁,火山岩集中在上元古界-寒武系万保沟群的下部及下二叠统、上三叠统、侏罗系等四个层位。以新元古代-寒武纪以大规模的海相喷发为特征。

侵入岩以晚华力西-印支期中酸性岩浆活动最为强烈,主要为花岗闪长岩体、花岗岩体、闪长岩体,次为加里东期片麻状斜长花岗岩、石英闪长岩。印支期花岗岩、闪长岩在区内零星出露。

伴随各期次岩体的侵入,有各种类型的脉岩贯入,主要有辉绿岩、辉长岩、闪长岩、闪长玢岩、花岗斑岩、流纹斑岩、石英斑岩及伟晶岩脉。

## 2 矿床地质特征

### 2.1 含矿地层及矿化类型

万保沟群基性火山岩,由一套多喷发旋回的海相火山沉积岩岩段和碳酸盐岩段组成。基性火山岩段总厚大于1200m,由基性凝灰岩、玄武岩夹有大量的粉砂质板岩、粉砂岩、细砂岩、硅质岩,局部有炭质板岩和灰岩透镜体组成,岩系缺乏粗火山碎屑岩类,岩石遭受了绿片岩相的变质作用。与上部的碳酸盐岩段为断层接触。碳酸盐岩段分布于矿区的南部,主要由一套白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩组成。下三叠统为厚层砂岩、砾岩、中酸性火山岩、板状粉砂岩及少量千枚状板岩,不整合在万保沟群基性火山岩之上,出露在矿区西北侧。

矿化带受层位及层内次级断裂控制。自西向东沿断裂带有几十处矿化地段,可圈出10个矿(化)体,可分为4个矿化带(图1)。

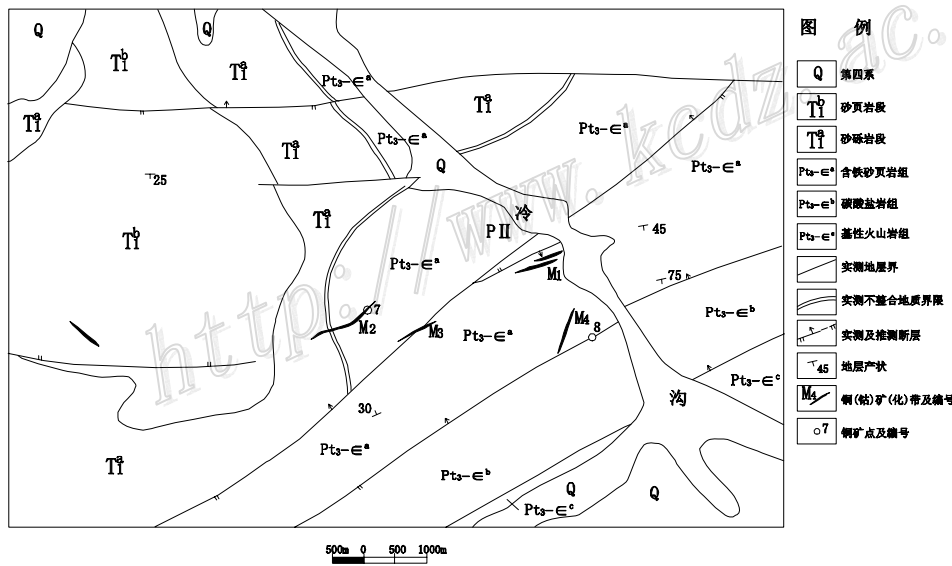


图1 青海省都兰县督冷沟铜钴矿区地质略图(据青海省地质调查院,2001)

矿区东部工作程度较高,根据地质物探工作,圈出两个较大的矿带:M1号和M4号。在这2条矿化带中,铜矿化一般产于断层附近的岩石破碎程度高、青磐岩化和硅化蚀变较强的部位。有3种矿化样式:①玄武岩中浸染状铜矿化。主要矿石矿物为辉铜矿,斑铜矿及其氧化物,矿化

不均匀。②片理化凝灰质玄武岩中的铜矿化。主要矿石矿物为铜的氧化物,分布范围较大。③石英脉中铜矿化,主要矿石矿物为斑铜矿和少量铜的氧化物,斑铜矿呈团状,局部富集,分布不均匀。矿体受断裂破碎带的控制,多产于玄武岩与砂质板岩或千枚岩的过渡部位。

### 2.2 矿体及矿石矿物特征

M1号矿化带长约1km,产于北部平推断层附近,赋存在破碎的玄武岩与绿泥绢云千枚岩的界面附近,旁侧带中有辉绿岩脉伴生,矿化带由多个矿体组成。其中最大的矿体长约750m,宽4.1~17.0m,走向SW,倾向SE,∠70°。矿体上盘为破碎的蚀变玄武岩,下盘为蚀变玄武岩。矿石矿物主要为辉铜矿、斑铜矿、蓝铜矿及铜的氧化物孔雀石,次为黄铁矿、黄铜矿等。脉石矿物为石英、方解石,绿泥石和绿帘石等。铜

品位 0.14%~5.22%，平均 0.85%。经过近年工程揭露的几条矿体，发现有高品位的铜矿化多处，其中一段矿体长约 20 m，宽 11 m，铜品位达 25.6%~32.7%，钴品位达 1.31%，伴生有 Au、Pb、Zn、Mo、Ag 等，往深部 Cu、Co、Au 明显有变富趋势。矿石呈稠密浸染状构造和块状构造，块状矿石的厚度达 0.8 m。矿石矿物为黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿等。矿体沿走向和向下延伸稳定，目前揭露的为矿体上部。

M2 号矿化带赋存于玄武岩与绿泥绢云千枚岩接触部位，在空间上呈多层产出。断续长约 1 km，宽 1~2 m，矿石为细脉浸染状，铜品位 0.22%~0.92%，平均品位 0.54%，矿石矿物为孔雀石、蓝铜矿、辉铜矿、黄铜矿、黄铁矿等。

M3 号矿化带，赋存于强蚀变玄武岩中。矿化体长约 500 m，宽 1~21.35 m，铜品位 0.11%~0.54%，平均品位为 0.28%。伴生钴品位为 0.02%和 0.025%，平均 0.023%。矿石矿物组合有孔雀石、蓝铜矿、黄铁矿、黄铜矿等。其中，黄铁矿、黄铜矿以浸染状、细脉浸染状分布。

M4 号矿化带产于玄武岩的破碎蚀变带中，长约 3 km，赋存于东南部断层北侧玄武岩和片理化凝灰质玄武岩中。带中矿体较多，最大矿体长 500 m，宽 2.2~14 m，铜品位 0.85%~0.78%，平均品位 1.13%。主要赋存在强硅化和破碎的绿帘石化玄武岩中，矿石稀疏浸染状。上下盘围岩片理化明显。矿石矿物主要有孔雀石、辉铜矿、斑铜矿、蓝铜矿。该矿化带东北部见含铜石英脉。石英脉一般宽 0.7~1.2 m，最长可达 10 m，沿走向断续延伸，矿化不均匀，铜矿物呈浸染状出现，主要矿石矿物为斑铜矿、辉铜矿、孔雀石、铜蓝。铜品位 0.76%，其他元素含量均较低。

物探异常和 Cu 化探异常与矿化体相套合；物探异常呈半环状分布，可能表明深部矿体的存在。

### 3 矿床成因探讨

#### 3.1 成矿地质条件分析

远景区地质背景属南北两大古陆的拼合部位，元古宙以来经历过多次的裂解和拼合过程，成矿地质作用非常复杂。其中以昆中和昆南深断裂构筑了本区昆南裂陷造山带的南北边界。督冷沟矿床的含矿岩系——万保沟群火山-沉积岩就是晚元古-寒武纪洋盆中的产物。这一时期的海底火山喷气成矿作用形成了沿层分布的似层状矿体。

加里东和晚华力西-印支期复合造山作用不但导致昆仑地区的不同构造块体最终拼合，同时也带来了强烈的构造-侵入岩浆-成矿效应。尤其是晚华力西-印支期强烈的造山作用，不但使先期形成的似层状矿体被构造破坏，且与造山有关的流体还改造了先存矿体，使之沿断裂分布，并局部加富。

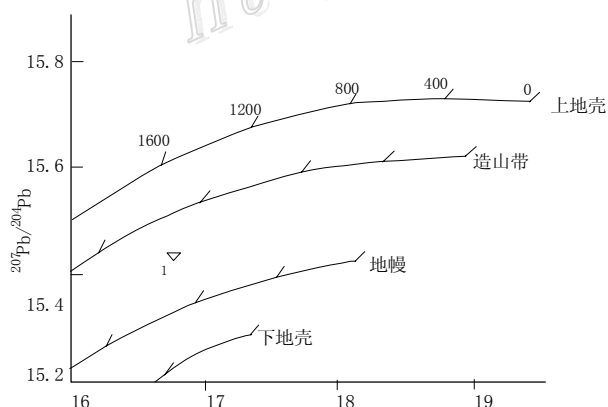


图 2  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图解

从成矿时代上看，晚元古代-寒武纪裂谷环境和晚华力西-印支造山旋回与本区的铜金多金属成矿关系最为密切。

该区块状黄铁黄铜矿矿石中黄铜矿 $\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$ 为 11.9‰，黄铜矿的铅同位素组成为： $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$   $16.78354 \pm 0.00014$ ， $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$   $15.43310 \pm 0.00026$ ， $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$   $36.54869 \pm 0.00068$ ，在铅同位素演化图上（图 2）位于造山带和地幔之间，表明成矿物质来源较深。从上述特征看，该矿床类似于 VHMS 型矿床，但被后期构造强烈地改造过。

#### 3.2 矿床特征

矿体呈似层状、脉状、透镜状产于万保沟群火山-沉积岩系内，含矿岩石为玄武岩、凝灰质板岩、千枚岩，多位于火山岩向沉积岩的过渡部位；矿化不均匀，以浸染状或细脉浸染状为主，局部出现块状矿石；蚀变呈面型，类型有硅化（包括含铜石英脉）、绿帘石化、绿帘石化和绢云母化等；矿石矿物为黄铜矿、

黄铁矿、辉铜矿、斑铜矿、孔雀石等；成矿元素为铜、钴，伴生元素为金；矿体多产于断裂带内或附近。

### 3.3 控矿因素

#### 3.3.1 成矿的地质构造条件

本区铜矿床的形成受控于昆南和昆中断裂两大断裂，两者是区域上的岩石圈深大断裂，呈现为俯冲-走滑的运动学特征，在东昆仑地区构造演化和成矿上具有重要意义。昆中断裂为昆北和昆中块体的陆内缝合带，昆南断裂为华北陆块与华南陆块的缝合带，从两者碰撞主期时限看，昆中断裂相对为早（属加里东早期），而昆南断裂则较晚（属印支期）。它们在后期都经历了运动方式的多次转化和不同构造层次变形作用的叠加改造。

深大断裂为岩浆和矿液提供了物质运移通道，前述铜矿石的铅同位素也证实矿液源于上地幔附近。

矿床受构造控制明显。断裂构造为成矿造成了良好的通道和沉淀的空间。督冷沟矿点位于哈尔滨“入”字型构造之北东向压扭性分支断裂内，矿体多沿北东向断裂分布。

#### 3.3.2 成矿时代

东昆仑地区经历多次开与合的构造演化历史，具有多旋回的特点。本区的铜矿化也具有多期次的特点。而且一般来说具火山岩成因的铜矿床与含矿火山岩（次火山岩）应是准同期或同期的产物，其火山岩的时代基本上代表矿床的形成时代，即 VHMS 成矿于晚元古-寒武纪，华力西-印支期造山过程对矿床进行了强烈的改造。

#### 3.3.3 围岩条件

远景区内铜多金属矿产的容矿围岩为万保沟群地层。万保沟群的变质岩，特别是其中的绿色片岩含铜较高，高达  $810 \times 10^{-6}$ ；万保沟群中下部督冷沟一带的火山岩系含铜钴较高，分别为  $141.17 \times 10^{-6}$  和  $36.3 \times 10^{-6}$ 。因此这些地层将作为矿源层为成矿提供物源。

## 4 结 论

通过笔者对督冷沟铜钴矿床的研究，初步得出以下结论：

（1）本区晚远古代-寒武纪为裂谷环境，形成万保沟群火山沉积岩系和 VHMS 型铜（钴）矿层。晚华力西-印支期造山作用对矿体进行了强烈的改造。

（2）矿床受构造控制明显，矿化带多产于断裂带附近的岩山破碎程度高、青磐岩化和硅化较蚀变较强的部位。

（3）督冷沟铜钴矿床可划分出 4 个大的矿化带，最高铜品位可达 32.7%，钴品位 1.31%。

（4）督冷沟铜钴矿床可能为中型以上斑岩型铜矿床。目前揭露的为矿体上部，有希望找到大型铜矿。

**致 谢** 青海有色地勘局的董毅高级工程师和青海地调院的徐尚礼高级工程师对本文提供了某些资料 and 交换了看法，长安大学的李英教授也对本文提出了宝贵的修改意见，在此特表示感谢。

### 参 考 文 献

- 陈文明, 李永森, 元绍玫, 等. 2000. 青藏高原有色金属矿产分布特征. 地球学报, 21(1): 26~37.
- 陈毓川, 朱裕生, 等. 1993. 中国矿床成矿模式. 北京: 地质出版社.
- 胡正国, 刘继庆, 钱壮志, 等. 1998. 东昆仑-巴颜喀拉区域成矿规律及找矿工作思考. 青海地质, 7(2): 11~18.
- 黄崇轲, 白 冶, 朱裕生, 等. 2001. 中国铜矿床. 北京: 地质出版社.
- 姜春发, 等. 1992. 昆仑开合构造. 北京: 地质出版社. 154~157.
- 李朝阳, 等. 2000. 中国铜矿主要类型特征及其成矿远景. 北京: 地质出版社.
- 栾世伟, 陈尚迪, 曹殿春, 等. 1987. 金矿床地质及找矿方法. 成都: 四川科学出版社.
- 裴荣富, 等. 1995. 中国矿床模式. 北京: 地质出版社.
- 袁万明, 莫宣学, 喻学惠, 等. 2000. 东昆仑印支期区域构造背景的花岗岩记录. 46(2): 203~211.
- 朱志澄. 1999. 构造地质学. 武汉: 中国地质大学出版社.