

东昆仑—柴北缘地区 VHMS 型矿床 多元信息定位预测^{*}

VHMS-type Ore Deposits Position Prediction Using Multi-prospecting Information in East Kunlun and North Qaidam Region

徐文艺 张德全 董英君 余宏全 闫升好 李大新 丰成友 崔艳合

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

Xu Wenyi, Zhang Dequan, Dong Yinjun, She Hongquan, Yan Shenhao, Li Daxing,
Feng Chengyou and Cui Yanhe

(Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

摘要 运用基于 GIS 的多元信息成矿预测系统 MRAS 软件对东昆仑—柴北缘地区的 VHMS 型矿床进行定位预测, 共圈出 13 个找矿靶区。东昆仑南带 VHMS 型矿床最具找矿潜力, 构成了一条受地质与物、化探综合异常控制下的近东西向展布的铜钴金矿化远景区带, 其中的万保沟、督冷沟、雪山峰、驼路沟及诺木洪河上游地区是重要的找矿靶区。

关键词 VHMS 型矿床 定位预测 东昆仑—柴北缘

东昆仑—柴北缘地区位于青海省西部, 区内已发现有大量 VHMS 型矿(化)点, 成矿元素包括 Cu、Co、S、Au、Pb、Zn、Ag 等, 以 Cu 为主。近年来, 随着西部资源大调查项目的开展, 该区 VHMS 型矿床勘查取得了较大突破, 发现了驼路沟钴(金)矿(已达中型规模)和督冷沟铜(钴)矿等重要矿产地, 显示了该区特别是东昆仑地区 VHMS 型矿床的巨大找矿潜力, VHMS 型铜钴矿床已成为东昆仑地区铜钴的主要来源。该区目前工作程度还很低, 配合正在进行的西部资源大调查工作的中小比例尺多元信息成矿预测已显得必要而迫切, 尽管这项工作已严重滞后。本文运用基于 GIS 的多元信息定量综合预测模型对东昆仑—柴北缘地区 VHMS 型矿床进行定位预测, 以供该区资源大调查工作借鉴。

1 地质背景

东昆仑—柴北缘地区属中央造山带—秦祁昆褶皱系的一部分, 是典型的复合造山带(殷鸿福等, 1998), 并以多岛洋/裂陷槽和软碰撞为特点, 其构造演化主要包括前寒武古陆形成(造山带基底)、早古生代(加里东)造山(包括早古生代(Pt_3-O_3)洋盆开合与加里东($S-D_3$)褶皱山链的形成)、晚华力西—印支造山(包括古特提斯洋盆($C-T_3$)开合与柴北缘、东昆仑—巴颜喀拉褶皱山链(T_3)的形成)、以及中生代叠复造山等 5 个构造旋回(张德全等, 2001)。其中, 早古生代造山旋回和晚华力西—印支造山旋回与东昆仑—柴北缘地区金铜多金属成矿关系最密切(徐文艺等, 2001), 本区 VHMS 型矿床即形成于 Pt_3-O_3 和 $C-T_3$ 裂解环境。东昆仑—柴北缘地区包含 9 个三级构造区带, 自北向南分别为欧龙布鲁克、柴北、柴达木、昆北、昆中、昆南、宗务隆山—青海南山、阿尼玛卿和北巴颜喀拉(图 1)。

2 东昆仑—柴北缘地区 VHMS 型矿床定位预测

多元信息成矿预测是当前找矿勘查方法研究中的重要前缘领域(赵鹏大等, 1994; 王世称等, 1995)。基于 GIS 的多元

^{*}本文系地质大调查项目(K1-1-3-1 和 DKD2001027)部分成果

第一作者简介 徐文艺, 男, 1970 年生, 博士, 副研究员, 主要从事矿床地球化学研究。

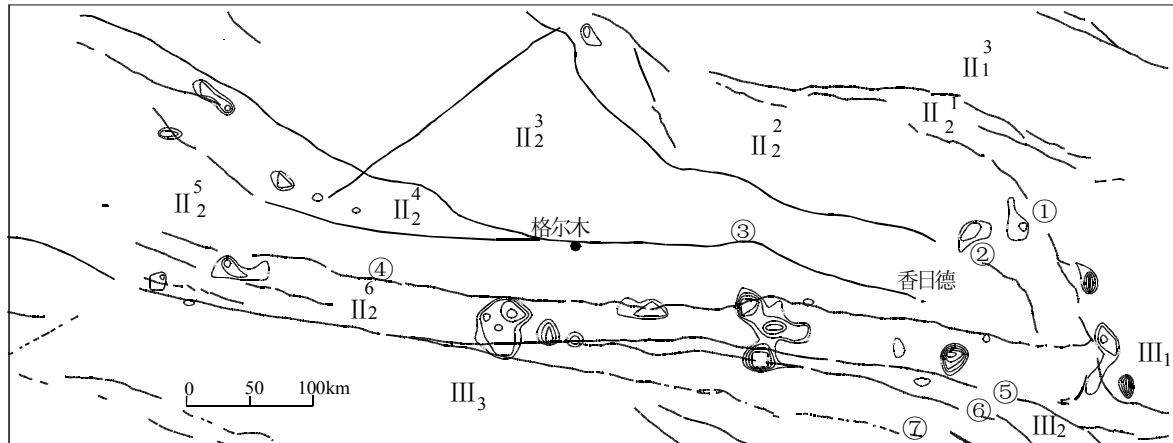


图1 东昆仑—柴北缘地区 VHMS 型矿床成矿有利度得分高值区空间分布

II₁³—南祁连; II₂¹—欧龙布鲁克; II₂²—柴北; II₂³—柴达木; II₂⁴—昆北; II₂⁵—昆中; II₂⁶—昆南; III₁—宗务隆山—青海南山; III₂—阿尼玛卿; III₃—北巴颜喀拉; ①哇洪山—鄂拉山断裂; ②柴北缘断裂; ③昆北断裂; ④昆中断裂; ⑤昆南断裂; ⑥阿尼玛卿断裂; ⑦北巴颜喀拉断裂。

信息成矿预测以其强大的数据管理、空间信息分析和成果表达功能,而成为当前一种高效的找矿勘查方法。本文采用中国地质科学院成矿区划研究室开发的基于 GIS 的多元成矿信息定量综合预测系统 MRAS (Mineral Resources Assessment System) 软件(肖克炎等, 2000), 主要是运用其中的特征分析定量综合预测模型进行矿床定位预测, 即综合分析东昆仑—柴北缘地区 1: 50 万地质、矿产、地球物理和地球化学信息, 根据已知矿床(点)反映出的成矿规律、控矿条件及找矿标志等建立找矿模型, 经过定量类比分析, 获得该类型矿床的成矿有利度空间分布, 最后圈出不同类别的预测靶区。基于 GIS 的定量综合预测模型是目前矿床统计预测中最为成熟的方法之一。

2.1 找矿模型与预测变量选择

根据东昆仑—柴北缘地区已知 VHMS 矿床(点)的成矿规律、控矿条件及找矿标志^①等, 建立如下找矿模型:

成矿元素: Cu、S、Co 等, 伴生 Pb、Zn、Ag、Au; 是研究区铜钴的主要来源。

地质背景: 小洋盆或裂陷槽, 岛弧或弧后盆地。

成矿环境: 拉伸裂解, 大型火山岩穹, 海底热水系统。

控矿构造: 局部断裂控制的次级火山—沉积盆地。

含矿岩系: 滩间山群(铁石达斯群)中酸性火山岩(昆北带及柴北缘), 万保沟群(Z—C)细碧-角斑岩系和纳赤台群(O—S)中酸性火山岩(昆南带), 马尔争组(P_{1m})中基性火山岩(阿尼玛卿带)及隆务河群(T₁₋₂)中酸性火山岩(鄂拉山地区)。

成矿时代: 震旦—寒武纪, 晚奥陶世, 早二叠世及早三叠世。

地球化学: Cu、Co、Au、Ag、Pb、Zn、As、Sb 及 Cr、Ni、W、B 组合异常。

航磁异常: 区域负磁场上出现局部条带状异常。

模型矿床: 绿梁山 Cu (Au) 矿点、纳赤台含铜黄铁矿点、马尔争 Cu (Co、Au) 矿点、雪山北铜矿点、雪鞍山铜矿点、牙马托铜矿点、和勒冈那仁铜矿点、督冷沟沟铜矿点、哈尔汗铜矿点、索拉沟铜多金属矿点等 19 个模型矿床(点)。

根据上述综合信息找矿模型选择预测变量, 各预测变量取值及经过统计计算后各变量权系数列于表 1。预测单元划分采用赵鹏大等(1994)推荐的等面积网格单元划分法, 根据 1: 50 万预测比例尺将研究区按每单元 100 km², 共分为 3220 个网格单元。

①张德全等. 2001. “柴达木盆地南北缘成矿地质环境及找矿远景研究”报告。

表 1 东昆仑—柴北缘地区 VHMS 型矿床预测变量表

序号	变量名称	有利找矿数值区间或存在信息	权系数	变量定义或说明 (长度指 1: 50 万图上长度)
1	地质体熵值	70~100	0.324171	反映地质复杂程度
2	存在重要含矿地层	1	0.369974	单元内滩间山群、万保沟群、纳赤台群、马尔争组、隆务河群地层存在
3	存在 VHMS 型矿床	1	0.533986	
4	Au 元素地球化学测量值/ 10^{-9}	2.0~100	0.296115	
5	Ag 元素地球化学测量值/ 10^{-9}	100~845	0.232845	
6	Cu 元素地球化学测量值/ 10^{-6}	40~240	0.299486	
7	Sb 元素地球化学测量值/ 10^{-6}	1.8~105	0.184761	
8	Pb 元素地球化学测量值/ 10^{-6}	30~1016	0.256769	
9	Zn 元素地球化学测量值/ 10^{-6}	80~400	0.198724	
10	Co 元素地球化学测量值/ 10^{-6}	20~31.5	0.028664	
11	磁力特征线密度	0.1~0.2443	0.057851	为单元内磁力特征线长度之和(mm)
12	Cu 区域化探浓度分带	两带以上为 1	0.182023	单元内异常浓度分带
13	Cu 区域化探衬度	1.14~21.47	0.147491	单元内异常衬度

2.2 定位预测结果

根据 MRAS 系统预测结果(图 1),东昆仑—柴北缘地区共圈出 VHMS 型矿床找矿靶区 13 个(图 2),这些靶区大多分布于东昆仑南带,构成地质与物、化探综合异常控制下的近东西向展布的铜钴金矿化远景区带。各靶区特征分述如下:

Vms-1: 位于东昆仑北带西段;出露金水口群(Ar_3Pt_1jn)和滩间山群(O_2st)地层,以及华力西期花岗岩;区内存在 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 组合异常。

Vms-2: 位于东昆仑西端,冰沟-凯木都大湾断裂南侧;出露滩间山群(O_2st)、缩敖苏组(C_2d)及鄂拉山组(T_3e)地层;区内存在 Pb、Zn、Au、Ag、Sb 组合异常。

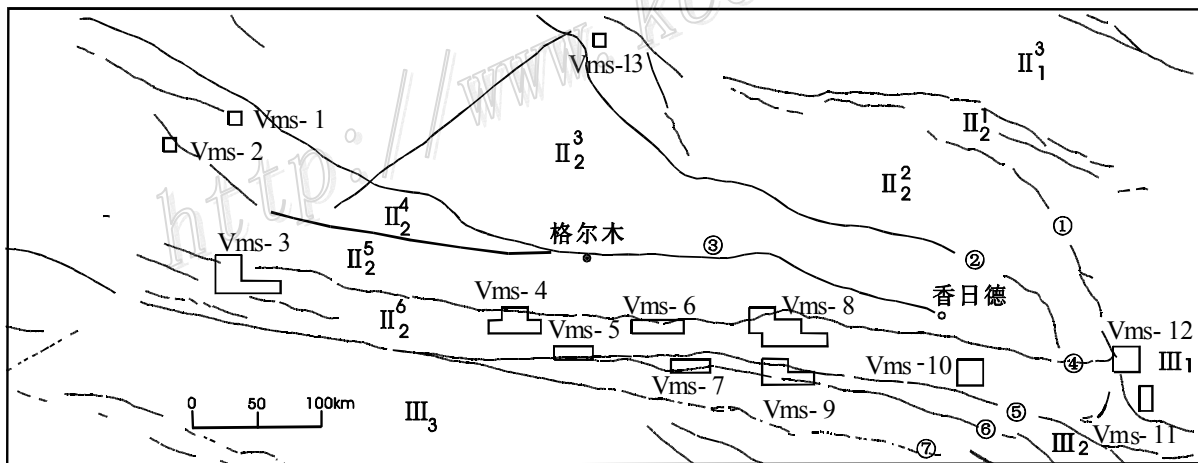


图 2 东昆仑—柴北缘地区 VHMS 型矿床找矿靶区分布图(图例同图 1)

Vms-3: 位于昆南带西段雪山峰地区,昆南断裂南侧;出露万保沟群($Z-C$)、纳赤台群($O-S$)和中下三叠统地层,以及华力西-印支期岩体;扣 1: 50 万化探 Cu_z^{53} 、 Cu_z^{51} 异常及 Au_z^{52} 异常;区内已发现有 7 个 Cu 矿(化)点和 2 个 Au 矿(化)点。

Vms-4: 位于昆南带中段,昆中断裂南侧万保沟地区;出露万保沟群($Z-C$)、纳赤台群($O-S$)和洪水川组(T_1h)地层,以及加里东期和华力西-印支期岩体;扣 1: 50 万化探 Cu_z^{55} 、 Cu_z^{81} 和 Cu_z^{82} 异常;区内已发现一个铁矿点和一个硫铁矿点。

Vms-5: 位于昆南带中段,昆南断裂北侧骆驼沟地区;出露万保沟群($Z-C$)、纳赤台群($O-S$)、马尔争组(P_1m)和洪水川组(T_1h)地层;扣 1: 50 万化探 Au_z^{84} 和 Au_z^{85} 异常;区内已发现有骆驼沟钴金矿床、东大滩铜矿点和南沟铁矿化点。

Vms-6: 位于昆南带中段,昆中断裂南侧大干沟地区;出露万保沟群($Z-C$)和八宝山群(T_3bb)地层;扣 1: 50 万化探

Cu_Z⁸⁹异常;该区近年工作已发现有铜矿化。

Vms-7: 位于昆南断裂南侧,阿尼玛卿带中段马尔争地区;出露马尔争组(P_{1m})地层和华力西期辉长岩体;扣 1: 50 万化探AuCu_Z⁹¹异常。

Vms-8: 位于昆南带中段,昆中断裂南侧,诺木洪河上游地区;出露万保沟群(Z-ε)、哈拉郭勒群(C_{1hl})、洪水川组(T_{1h})、八宝山群(T_{3bb})地层及加里东期和华力西-印支期岩体;扣 1: 50 万化探Cu_Z⁹³、Cu_Z⁹⁴和Pb_Z⁹⁵异常;区内有 5 个铁矿(化)点、2 个铜矿化点及 2 个铅矿(化)点。

Vms-9: 位于阿尼玛卿带布青山地区;出露树维门科组(C_{2P1s})、马尔争组(P_{1m})和格曲组(P_{2g})地层;扣 1: 50 万化探CuAu_Z⁹⁶和Au_Z⁹⁷异常,区内有 2 个铜矿(化)点和 1 个铁矿点。

Vms-10: 位于昆南带东段,督冷沟地区;出露万保沟群(Z-ε)和中下三叠统地层,南部有格曲组(P_{2g})地层出露;扣 1: 50 万化探Cu_Z¹⁰¹异常;区内已发现有两个铜矿点。

Vms-11: 位于鄂拉山地区,鄂拉山-哇洪山断裂东侧;出露甘家组(C_{2Pg})、鄂拉山组(T_{3e})地层和下元古界智黑奶海杂岩,以及晚华力西-印支期岩体;区内已发现有铜峪沟铜矿、日龙沟锡多金属矿以及西岭秋喝铅锌矿点和金矿点。

Vms-12: 在鄂拉山地区,鄂拉山-哇洪山断裂东侧;扣 1: 50 万化探Ag_Z¹⁰³异常;出露洪水川组(T_{1h})、隆务河组(T_{1-2l})和鄂拉山组(T_{3e})地层,以及印支期岩体;已发现有索拉沟多金属矿床和 2 个Ag矿点。

Vms-13: 位于柴北缘断裂东侧绿梁山地区;出露达肯大板群(Pt_{1d})、滩间山组(O_{2st})地层及加里东期基性、超基性岩体;扣 1: 50 万化探Cu_Z²⁰、Cu_Z²²和Au_Z²¹异常;区内已发现有绿梁山铜矿点。

3 结论

定位预测结果显示,13 个靶区中有 6 个分布在东昆仑南带,成矿有利度得分最高的靶区也落在其中。东昆仑南带是元古宙结晶基底上形成的一个多旋回造山带,该造山带的早古生代裂解包括震旦-寒武纪和奥陶纪两个亚旋回,该带 VHMS 型矿床(点)大多形成于震旦-寒武纪裂解环境,容矿于震旦-寒武纪火山岩系(万保沟群)中。已有研究^①显示,该带上地幔富集 Cu、Co、Au 等金属元素,为该带 Cu、Co、Au 等金属元素的高背景地球化学场的形成奠定了物质基础,也决定了该带具有较大的成矿潜力。在震旦-寒武纪拉张环境下,伴随着强烈火山喷发,热水系统不断地从深处将成矿物质带入次级凹陷盆地富集淀积,最终形成 VHMS 型 Cu (Co、Au) 矿。

总之,定位预测显示东昆仑南带 VHMS 型矿床最具找矿潜力,构成了一条受地质与物、化探综合异常控制下的近东西向展布的铜钴金矿化远景区带,其中的万保沟、督冷沟、雪山峰、驼路沟及诺木洪河上游地区是重要的找矿靶区。13 个靶区中除部分地区外大多尚未深入开展工作,随着地质大调查力度的不断加大,东昆仑-柴北缘地区尤其是东昆仑南带寻找 VHMS 型铜钴金矿床将会有更大突破。

参 考 文 献

- 张德全,丰成友,李大新,等.2001.柴北缘-东昆仑地区的造山型金矿.矿床地质,20(2):137~145.
- 徐文艺,张德全,阎升好,等.2001.东昆仑地区矿产资源大调查进展与前景展望.中国地质,28(1):25~29.
- 肖克炎,张小华,王四龙,等.2000.矿产资源 GIS 评价系统.北京:地质出版社.142 页.
- 殷鸿福,张克信.1998.中央造山带的演化及其特点.地球科学,23(5):437~442.
- 赵鹏大,胡旺亮,李紫金.1994.矿床统计预测.北京:地质出版社.150.
- 王世称,陈永清.1995.金矿综合信息成矿系列预测理论体系.黄金地质,1(1):1~7.

①张德全等.2002.东昆仑综合找矿预测与突破.地调项目研究报告.