

# 内蒙古阿巴嘎萨茹塔拉地区 地球化学异常特征及成矿潜力分析

俞初安<sup>1,2</sup>, 司马献章<sup>2</sup>, 唐永香<sup>3</sup>, 谢瑜<sup>2</sup>, 曲凯<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083;

2. 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津 300170;

3. 天津地热勘查开发设计院, 天津 300250)

**摘要:** 萨茹塔拉是内蒙古中部近年来发现的具有较好找矿潜力的钼-铜-金矿化区。文章在1:5万水系沉积物测量的基础上,结合区域地质背景特征,从单元素异常、异常元素组合特征等方面对该地区已发现的多处金、钼等矿床、矿点进行初步分析,结果表明已知矿床大部分位于矿致异常浓集中心,多元素组合异常套合较好,并指示了多处同样具有找矿前景的异常浓集中心。二叠系是赋矿有利层位;频繁的岩浆活动不但提供了成矿物质,而且使地层中的成矿元素进一步富集,并在构造有利部位成矿。

**关键词:** 成矿条件;化探异常;找矿潜力;萨茹塔拉;内蒙古

**中图分类号:** P595;P632.1 **文献标识码:** A

## 0 引言

萨茹塔拉地区位于内蒙古中部阿巴嘎旗与苏尼特左旗交界,其地质构造属于西伯利亚板块东南大陆边缘晚古生代陆缘增生带<sup>[1]</sup>,特殊的大地构造位置决定了其构造演化的独特性和复杂性。成矿作用划分上属于大兴安岭成矿省二连—东乌旗晚古生代—中生代成矿带。

不同空间尺度勘查地球化学数据反映不同尺度的异常信息,同一空间尺度地球化学数据是不同规模异常叠加的结果<sup>[2]</sup>。近几年,随着多个地质勘查单位在萨茹塔拉地区相继发现了必鲁甘干钼(铜)矿<sup>[3]</sup>、朝克温都尔金矿<sup>[4]</sup>、乌和尔楚鲁图钼矿、锡力诺尔金矿,尤其是在1:5万水系沉积物测量成果的基础上,通过化探异常查证发现了乌和尔楚鲁图斑岩型钼矿床和锡力诺尔石英脉型金矿床,证实了

该地区具有较好的钼、铜、金等多金属成矿潜力。本文将从1:5万水系沉积物地球化学特征方面入手,分析区内成矿特征及进一步找矿潜力,以期对区内及相似区的找矿工作有所帮助。

## 1 地质背景概述

萨茹塔拉地区地处华北板块与西伯利亚板块聚合带的中心部位,贺根山—二连浩特断裂带的南端。锡林浩特北缘断裂带通过工区的北部,区内断裂和褶皱构造发育,岩浆活动频繁。区内二叠系海陆交互地层广泛分布,中酸性浅成—超浅成侵入岩和脉岩广泛发育,对本区金、钼矿床的形成具有重要的影响。

区内地层主要有古生界石炭系上统、二叠系上统、二叠系下统,另外新生界新近系、第四系分布广泛(图1)。其中,石炭系上统阿木山组碎屑灰岩和

收稿日期: 2013-09-24; 改回日期: 2013-12-14; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 内蒙古阿巴嘎旗乌和尔楚鲁图一带矿产远景调查(编号:资[2013]01-010-45)项目资助。

作者简介: 俞初安(1980-),男,工程师,2005年毕业于石家庄经济学院,从事地质矿产勘查研究。通信地址:天津市河东区大直沽八号路4号,天津地质调查中心;邮政编码:300170;E-mail: yurengan@163.com

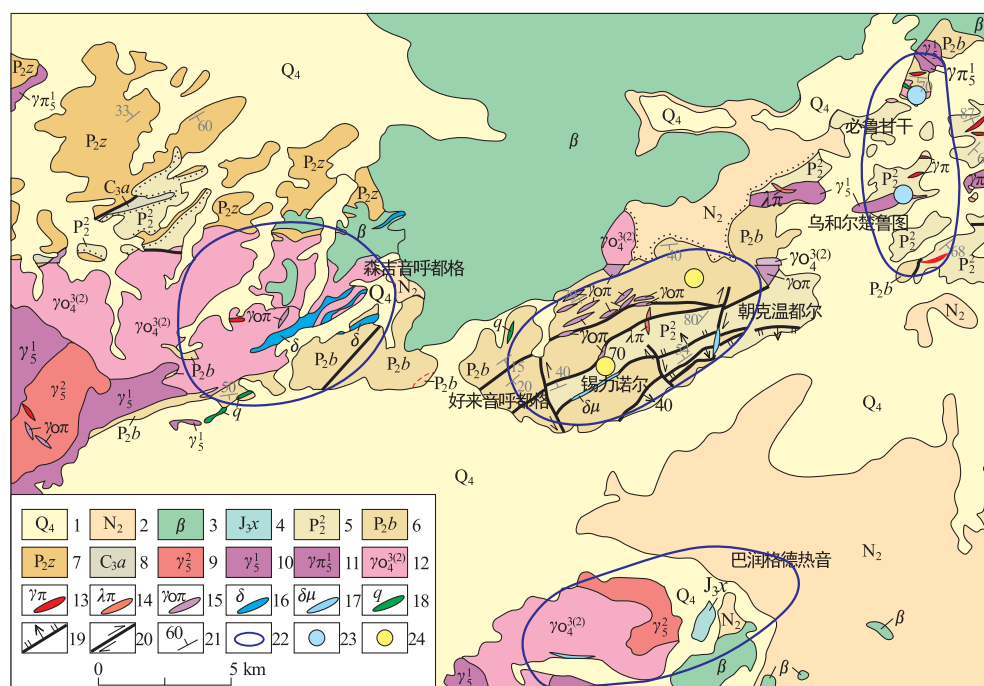


图 1 内蒙古阿巴嘎旗萨图塔拉地区地质-化探异常略图

Fig. 1 Integrated sketch of geology and geochemical anomalies in Sarutala area

1. 第四系; 2. 新近系; 3. 早更新世玄武岩; 4. 上侏罗统火山岩; 5. 上二叠统火山岩; 6. 上二叠统包尔敖包组;
7. 上二叠统哲斯组; 8. 石炭系阿木山组; 9. 燕山期花岗岩; 10. 印支期花岗岩; 11. 印支期花岗斑岩; 12. 海西期斜长花岗岩; 13. 花岗斑岩脉; 14. 石英斑岩脉; 15. 石英花岗斑岩脉; 16. 闪长岩脉; 17. 闪长玢岩脉;
18. 石英脉; 19. 正断层; 20. 平推断层; 21. 地层产状; 22. 化探异常浓集区; 23. 钼矿床; 24. 金矿床

二叠系下统哲斯组粉细砂岩、粉砂质泥岩零星分布,二者呈不整合接触关系;二叠系上统包尔敖包组和火山岩组是本区的赋矿层位。

## 2 地球化学异常特征

### 2.1 化探异常

(1) 取样。萨图塔拉地区属于低山草原景观区。本次化探工作以水系沉积物测量为主,土壤点控制为辅;基岩区采样密度为 4~6 个点/km<sup>2</sup>,新近系、第四系覆盖区为 2 个点/km<sup>2</sup>。

采样点一般布置在一级水系口、二级水系中游区段。采集样品粒级为-4~+20 目。水系沉积物样品介质为冲积、冲洪积砂,土壤样品都尽量靠近山坡或山顶采集,采样介质为残坡积层(土壤 B 层),样品重量均大于 160 g。

(2) 样品测试。区内所有化探测量样品的测试由华北有色地质勘查局燕郊中心实验室分析,采用以全谱直读光谱为主体的分析配套方法完成。

(3) 测试数据处理与异常圈定。采用三层套合

方差分析对数据可靠性进行评估,应用 Geomdis2003 地化软件,将所有元素的分析数据换成对数值,利用迭代剔除法,逐步剔除大于 3 倍的标准差的特高值,求得异常下限值,运用三角剖分法成图。全区共圈定 42 处综合异常,其中甲类异常 2 处,乙类异常 14 处,丙类异常 16 处,丁类异常 10 处。

### 2.2 地球化学异常特征

#### 2.2.1 地球化学异常浓集区

区内化探异常带呈 NE 向展布,与地层走向和主构造线方向基本一致。化探异常的浓集中心,尤其以包尔敖包组及其岩体的接触带空间相关性较好(图 1)。由北往南分别可归并为 4 个浓集区:乌和尔楚鲁图浓集区、森吉音呼都格浓集区、好来音呼都格浓集区和巴润格德热音浓集区。

(1) 乌和尔楚鲁图浓集区。面积约为 20 km<sup>2</sup>,为 W-Sn-Mo-Bi-Cu-Pb-Ag-Zn 组合,主要分布于上二叠统包尔敖包组及其与花岗岩体的接触带,形成规模较大、强度较高、元素组合较多的综合异常。异常区分布有 2 个浓集中心,分别对应于必鲁甘干和乌和尔楚鲁图钼矿床,矿床位于花岗岩体的内外接

触带中。

(2) 森吉音呼都格浓集区。面积约为 25 km<sup>2</sup>, 为 Au-As-W-Cu-Ag 组合, 主要分布于华力西期花岗岩闪长岩中。岩体中石英脉发育, 走向为近 SN-NNE 向。金矿化与热液石英脉关系密切。

(3) 好来音呼都格浓集区。面积约为 30 km<sup>2</sup>, 为 Au-As-W-Mo-Ag-Bi 组合, 其中以 Au 异常规模最大, 主要分布于上二叠统包尔敖包组中, 异常呈 NE 向展布, 明显受 NE 向构造和地层控制, 该浓集区中分布朝克温都尔金矿和锡力诺尔金矿。

(4) 巴润格德热音浓集区。面积约为 32 km<sup>2</sup>, 为 W-Mo-Ag-Cu-Pb 组合。

### 2.2.2 地球化学异常分带

区内化探异常元素具有水平分带特征(图 2), 自测区北东部向南西部, 地球化学异常分带是: 高温元素组合 W-Mo-Sn(内带)→中高温元素组合 Cu-Pb-Zn(内中带)→低温元素组合 Au-As-Hg(外中带)。

测区北东部的 W-Mo-Sn 元素组合高温异常强度较高, 相对清晰, 异常与已知的必鲁甘干、乌和尔楚鲁图钼矿床的位置非常吻合。在与其相邻的西南部出现的 Cu-Pb-Zn 中高温元素异常, 尽管强度不高, 面积不大, 但是相对其他地区出现一定的浓集中心, 且地表已经发现了铅锌矿化, 经钻探验证圈定了数条铜铅锌矿化带。在 NE 向异常带南西端的 Au-

As 低温元素异常, 相对应的矿点如锡力诺尔金矿点和朝克温都尔金矿点, Au 异常强度高, 规模大, 清晰度好, 找矿前景较好。

## 3 化探异常查证

通过对测区的异常地球化学特征和地质背景进行初步分析, 筛选出可进一步进行矿产调查评价的异常区 2 个, 运用地质、物探、化探、槽探、钻探等工作手段进行异常查证工作, 进而圈定出数处找矿靶区。

### 3.1 乌和尔楚鲁图钼钼异常区

乌和尔楚鲁图钼钼异常区位于测区北东部, 异常形态总体呈 NW 向展布, 表现为北西端异常元素组合以 Cu-Pb-Zn 等元素为主, 向南东逐步转化为以 Mo-W-Ag 元素组合为主的异常特征。衬度较高的是 Bi, Pb, Zn, Cu 元素, 规模较大的是 Bi, Pb, As, Cu, Zn, 且均为异常内带元素。其中, Pb 极大值达  $1.922 \times 10^{-6}$ , 平均值  $350 \times 10^{-6}$ ; Cu 极大值达  $572 \times 10^{-6}$ , 平均值  $135 \times 10^{-6}$  (表 1)。

从异常元素组合及强度分析, 该异常的地球化学分类应为钼钼族元素异常, 且异常总体上显示出中高温岩浆热液有关的斑岩型钼矿床的特征, 北部异常规模较大, 元素组合齐全, 浓集中心明显, 分带清晰, 强度较高, 为一处极具找矿前景的矿致异常(图 3); 经地质工作评价, 已具中型钼矿床的规模。

乌和尔楚鲁图钼矿区主要出露上二叠统包尔敖包组, 北部为碎屑沉积岩夹厚层硅化灰岩; 南部为中酸性火山岩、火山碎屑岩, 岩性主要为浅灰色英安岩、英安质熔结凝灰岩等。它们是钼矿的赋矿围岩, 地层厚度大于 600 m。矿区的 NE 向构造及其派生的 NW 向断裂为后期矿液的运移及赋存创造了空间; 区内岩浆岩主要为花岗斑岩, 呈小岩株状产出。

矿体在空间分布表现为北部铅锌矿化带和南部钼矿体。北部矿化带表现为浅部为铅锌矿体, 下部为铜矿体的明显带状分布特征。南部钼矿体赋存于花岗斑岩体及其与火山岩、火山碎屑岩地层的内外接触带中, 矿体形态整体呈拱桥状、钢盔状, 岩体顶部及附近内外接触带的矿体呈现富、厚之特征, 而远离接触带的近地表矿体呈薄、贫特征。

矿石矿物主要为辉钼矿, 局部伴生铜; 辉钼矿呈自形-半自形鳞片稀疏浸染状分布。蚀变分带特征明显, 类型由下到上依次可见钾化、黄铁绢英岩化、

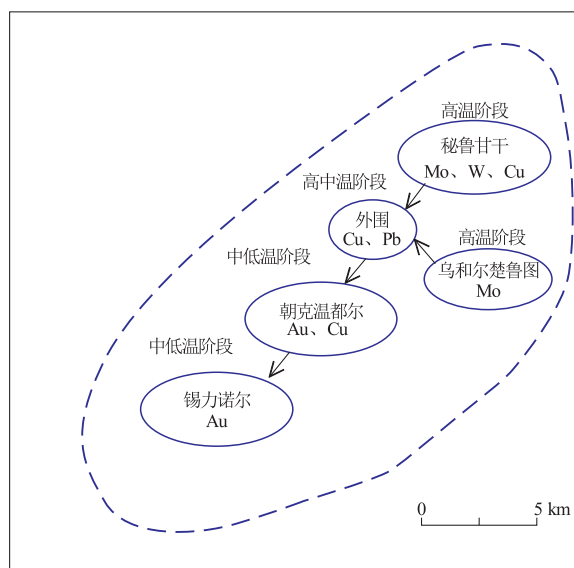


图 2 内蒙古阿巴嘎旗萨茹塔拉地区元素地球化学水平分带示意图

Fig. 2 Sketch showing horizontal element zoning of geological anomalies in Sarutala area

表 1 乌和尔楚鲁图钼矿区地球化学异常特征值表

Table 1 Geochemical anomaly value of the molybdenum deposit

| 元素                 | Pb     | Cu      | Zn     | Mo    | W    | Sn   | As    | Bi    |
|--------------------|--------|---------|--------|-------|------|------|-------|-------|
| 面积/km <sup>2</sup> | 1.259  | 3.2     | 1.74   | 3.184 | 2.03 | 3.31 | 5.38  | 3.3   |
| 极大值                | 1922.9 | 572.052 | 2688   | 11.5  | 8.25 | 25.5 | 253   | 86.5  |
| 异常下限               | 30.00  | 40.00   | 100.00 | 2.00  | 3.00 | 4.00 | 20.00 | 0.40  |
| 平均值                | 350.50 | 135.45  | 467.00 | 4.99  | 4.30 | 8.11 | 45.10 | 7.91  |
| 衬度                 | 11.68  | 3.39    | 4.67   | 2.49  | 1.43 | 2.03 | 2.26  | 19.77 |
| 规模                 | 14.71  | 10.84   | 8.13   | 7.94  | 2.91 | 6.71 | 12.13 | 65.23 |
| 浓度分带               | 内      | 内       | 内      | 中     | 中    | 中    | 内     | 内     |

量的单位:  $w_B/10^{-6}$ 。

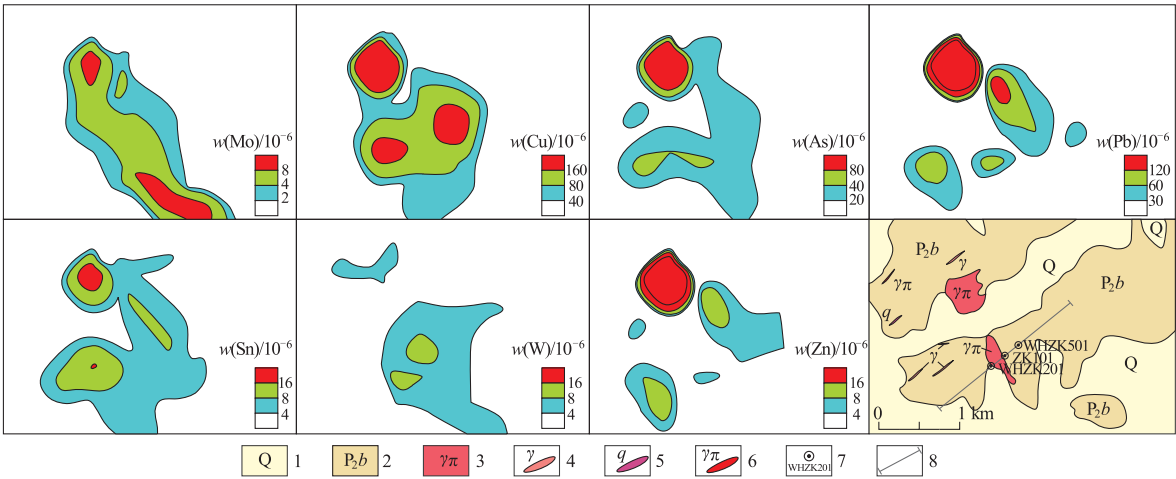


图 3 乌和尔楚鲁图钼矿区异常剖析图

Fig. 3 Interpretation map of anomalies at Wheerclt porphyry molybdenum deposit

1. 第四系风成砂和冲洪积物; 2. 包尔敖包组; 3. 花岗斑岩; 4. 花岗岩脉; 5. 石英脉; 6. 花岗斑岩脉; 7. 钻孔及编号; 8. 勘探线及编号

硅化。其中,黄铁绢英岩化、硅化与矿体密切伴生。初步估算钼金属资源量( $334_1$ )约  $7.6 \times 10^4$  t。

乌和尔楚鲁图含矿花岗斑岩体形成于  $(160 \pm 1)$  Ma,岩浆侵位发生在中侏罗世,推测成矿作用可能发生于燕山早期(另文发表)。

3.2 好来音呼都格异常区

好来音呼都格异常区位于测区中部,由锡力诺

尔和朝克温都尔金矿区所处的异常组成。其中,锡力诺尔金异常区主要由 Au, W, As, Sb 元素组成,异常形态总体呈 NE 向展布,异常元素具有一定的套合,衬度较高的是 Au, W, As, Bi, 规模较大的是 Au, W, As, 且均为异常内带元素(表 2); 异常基本上位于二叠系上统包尔敖包组中,地层中热液蚀变发育,经异常查证发现数条金矿化体。

表 2 锡力诺尔金矿区地球化学异常特征值表

Table 2 Geochemical anomaly value of the Xili-nuoer gold deposit

| 元素                 | Au     | W     | As     | Sb    | Sn   | Cu     |
|--------------------|--------|-------|--------|-------|------|--------|
| 面积/km <sup>2</sup> | 6.12   | 1.43  | 1.66   | 3.06  | 0.95 | 0.63   |
| 极大值                | 75.3   | 362   | 550    | 66.2  | 8    | 93.679 |
| 异常下限               | 1.00   | 3.00  | 20.00  | 2.00  | 4.00 | 40.00  |
| 平均值                | 18.40  | 45.51 | 166.85 | 8.21  | 5.87 | 87.20  |
| 衬度                 | 18.40  | 15.17 | 8.34   | 4.11  | 1.47 | 2.18   |
| 规模                 | 112.63 | 21.69 | 13.85  | 12.57 | 1.39 | 1.37   |
| 浓度分带               | 内      | 内     | 内      | 内     | 中    | 中      |

量的单位:  $w(Au)/10^{-9}$ , 其他元素  $w_B/10^{-6}$ 。

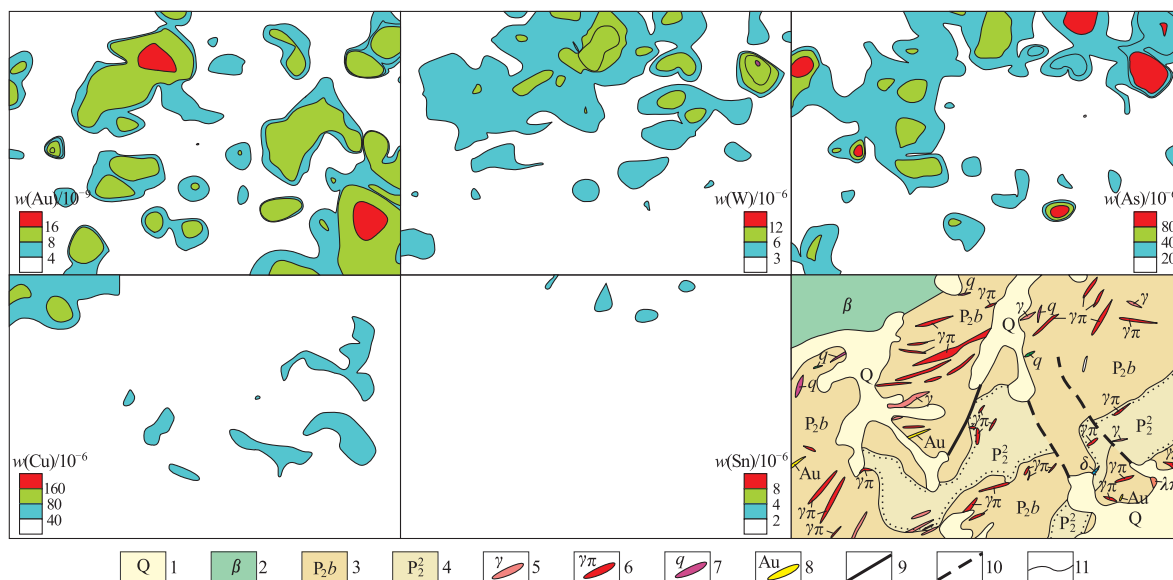


图4 锡力诺尔金矿区异常剖析图

Fig. 4 Interpretation map of anomalies at Xili-nuoer gold deposit

1. 第四系风成砂和冲洪积物; 2. 玄武岩; 3. 包尔敖包组; 4. 火山岩组; 5. 花岗岩脉;  
6. 花岗斑岩脉; 7. 石英脉; 8. 金矿化体; 9. 实测断层; 10. 性质不明断层; 11. 地质界线

锡力诺尔金异常区出露地层主要有上二叠统包尔敖包组海陆交互相类复理石建造和火山岩组中酸性火山岩。包尔敖包组主要为细砂岩、粉砂岩、含砾砂岩夹碳质板岩、灰岩等。火山岩组由安山岩、英安岩、安山质砾岩、流纹岩夹部分含砾粗砂岩等组成,其中以安山岩和英安岩为主。区内脉岩广泛分布,以花岗斑岩脉居多(图4)。

在锡力诺尔共发现8处含金石英脉或硅化蚀变带,矿体地表延伸长度 $>100$  m,宽度为3~5 m,规模较小,但在钻孔验证中表现为厚度大、金品位低的特征。例如:3号含金石英脉在探槽中的金矿体品位为 $w(\text{Au})=0.67 \times 10^{-6} \sim 23.46 \times 10^{-6}$ ,水平厚度为4.9 m,平均品位 $6.62 \times 10^{-6}$ ,矿体产状为 $170^\circ \angle 59^\circ$ ;深部钻探工程中金矿化带的最大假厚度为17.60 m,其平均品位 $0.263 \times 10^{-6}$ 。6号含金石英脉最大见矿厚度为35 m,矿石品位为 $w(\text{Au})=0.2 \times 10^{-6} \sim 0.5 \times 10^{-6}$ 。金矿化体主要分布于砂岩或者砂岩与脉岩的接触带中,矿体明显受NE向构造裂隙控制。矿石金属矿物主要为黄铁矿,主要有用组分为Au,伴生Ag;脉石矿物为石英、长石、方解石。矿体与围岩的界线比较清楚,矿体主要赋存于石英脉和硅化破碎带中,蚀变主要为硅化、碳酸盐化、绿帘石化、局部见钾化、高岭土化。

#### 4 找矿前景分析

萨茹塔拉地区目前已经发现各类矿床(点)10余处,包括锡力诺尔金矿点、朝克温都尔金矿、必鲁甘干钼矿、乌和尔楚鲁图钼矿等。上述这些矿床(点)均位于相应的成矿元素化探异常区内,特别是相关矿床(点)多位于化探异常的浓集中心附近,分布规律明显。在这些已发现的矿床(点)周围或化探异常延伸方向,仍有多处化探异常浓集中心,例如,锡力诺尔金矿点的西部存在多处浓集中心明显的金异常,仍具有较好的找金前景。另外,元素As是金的重要成矿指示元素,虽然测区的南部被第四系或新近系覆盖,但是根据As异常的空间分布和地表的矿化铁帽分布情况,同样说明找金前景较好。Mo异常虽然仅在必鲁甘干钼矿区表现较好的浓度分带,但是乌和尔楚鲁图斑岩型钼矿床的发现,证明了该地区斑岩型隐伏钼矿体在地表未必会表现较高的Mo异常值,该地区的低值Mo异常并不代表没有钼矿的找矿潜力。相反,低值Mo异常与已知钼矿床相似的地质背景套合的区域,却是形成隐伏钼矿体甚至是斑岩型钼矿的重要找矿标志。

总之,萨茹塔拉地区化探异常与已发现的矿床和矿点在空间位置上吻合,可以直接指示该地区找

矿。另一方面,由该区化探异常的规模和强度特征与已发现的矿床(点)的对应关系还可看出,萨茹塔拉地区具有非常大的金、钼、铜矿的成矿潜力。

## 5 结论

(1)萨茹塔拉地区 Au, As, Mo, W 等元素异常规模大、强度高,多元素异常套合相对较好、浓集中心明显,区内已发现的数处金、钼矿床(点)与化探异常在空间上吻合,多处化探异常浓集中心经过初步的异常查证,均发现了较好的找矿线索,并且与已发现的矿床和矿点成矿条件相当,具有较好的找矿前景。

(2)二叠系地层中 Au, Mo, Cu 等成矿元素丰度较高,构成了成矿元素的初始富集,是赋矿的有利层

位;NE向的压扭性断裂是区内金矿主要的导矿构造,断裂构造及次生断裂交汇处、裂隙构造是含矿热液上升的通道和赋存场所;含矿热液上升的同时使围岩中的有用组分活化、迁移,含矿热液汲取围岩中的有用组分使之再次富集、沉淀,从而形成具有工业价值的金矿床。

## 参考文献:

- [1] 肖伟,王义天,江思宏,等. 内蒙古及邻区地质矿产简图及地形地貌特点[J]. 地球学报, 2010, 31(3): 473-484.
- [2] 曹殿华,王安建,王高尚,等. 勘查地球化学异常多尺度分析方法——以赣东北德兴矿集区为例[J]. 现代地质, 2008, 22(6): 1028-1033.
- [3] 韦咏梅,刘海明,孙亮亮. 内蒙古必鲁甘干铜钼矿地质特征及矿床远景评价[J]. 西部资源, 2012(3): 170-172.
- [4] 汤超,杨亮. 内蒙古朝克温多尔金铜钼矿成矿地质特征[J]. 地质调查与研究, 2009, 32(4): 284-290.

# Characteristics of geochemical anomalies in Sarutala area, Abaga banner, Inner Mongolia and the prospecting potential analysis of the area

YU Reng'an<sup>1,2</sup>, SIMA Xianzhang<sup>2</sup>, TANG Yongxiang<sup>3</sup>, XIE Yu<sup>2</sup>, QU Kai<sup>2</sup>

(1. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. China geological survey Tianjin Center, Tianjin, 300170, China;

3. Tianjin geothermal exploration institute, Tianjin, 300250, China)

**Abstract:** Sarutala area is a potential Mo-Cu-Au prospecting area discovered in recent years. Based on results of river sediment survey at scale 1 : 50 000, regional geological background, characteristics of single element anomaly and characteristics of the anomaly element combination this paper analyzes several Au, Mo deposits and occurrences located before. The analysis shows that the deposits and occurrences occur at concentration center of the elements and different element anomalies are well overprinted. The other concentration centers without prospecting workings should be potential for further prospecting. Permian strata are the ore-hosting strata. Repeated magmatism not only provides ore materials but also makes further enrichment of ore elements from the Permian strata and the ore deposit may be formed at favorable tectonic position.

**Key Words:** mineralization conditions; geochemical anomaly; prospecting potential; Sarutala area; Inner Mongolia