

内蒙古渣尔泰山群地层地球化学特征及含矿性

苏宏伟¹, 康明², 刘还林¹, 廖蕾¹, 梁社明³

(1. 内蒙古自治区地质调查院, 内蒙古 呼和浩特 010020; 2. 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054; 3. 陕西省合阳县环境保护局, 陕西 合阳 715300)

摘要: 在充分研究已有资料的基础上, 通过野外实地调研, 以内蒙古中西部渣尔泰山地区为主要研究对象, 对渣尔泰山群地层进行了划分, 并探讨了该地层地球化学特征, 最后就该地层含矿性进行了评价。结果表明: 中元古界渣尔泰山群为一套浅变质岩系, 属裂谷系中的碎屑岩、炭质页岩、粉砂岩和碳酸盐岩建造, 自下而上分为书记沟组、增隆昌组、阿古鲁沟组和刘鸿湾组, 主要含矿层为阿古鲁沟组; 渣尔泰山群沉积环境呈现由陆相→正常海相→半封闭海相或次深海相→滨海相的正常海进海退序列变化特征; 渣尔泰山群地层在纵向上自下而上表现为亲碎屑元素组合→亲碳酸盐元素组合→亲铁、亲硫元素组合→亲碳酸盐、亲碎屑岩的混合组合; 岩石组分与成矿元素有显著相关性, 泥质、钙镁质岩富含铅、锌及硫铁, 高硅质岩石富含铜, 有机碳含量往往与矿层的规模、质量成正消长关系; 不同的构造演化阶段和沉积环境致使元素分布不均匀, 体现在含矿性在东西走向的规律性变化, 即东部甲生盘—山片沟矿床贫铜富锌, 少伴生元素, 而西部狼山地区铜、铅、锌共生, 贫铅富铜, 伴生元素较多。

关键词: 地球化学; 含矿性; 地层; 渣尔泰山群; 内蒙古

中图分类号: P595 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2010)04-0338-06

Geochemical Characteristics and Ore-bearing Potential in Zha'ertaishan Group, Inner Mongolia

SU Hong-wei¹, KANG Ming², LIU Huan-lin¹, LIAO Lei¹, LIANG She-ming³

(1. Geological Survey Institute of Inner Mongolia, Hohhot 010020, Inner Mongolia, China; 2. School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 3. Bureau of Environmental Protection of Heyang County, Heyang 715300, Shaanxi, China)

Abstract Based on the current data and field research, Zha'ertaishan in the midwest of Inner Mongolia was taken as research object; Zha'ertaishan Group was divided; the geochemical characteristics were discussed; and the ore-bearing potential was evaluated. The result showed that Mesoproterozoic Zha'ertaishan Group, as a set of epimetamorphic rock series, consisted of clastic, mafic, siltite and carbonite in a rift system, and was divided into Shujigou, Zenglongchang, Agulugou and Lihongwan Formations from bottom to top; depositional environment of Zha'ertaishan Group showed the characteristic of normal transgression and regression sequence "continental facies→normal marine facies→semi-enclosed sea facies or bathyal facies→littoral facies"; Zha'ertaishan Group showed the element combinations "pro-scraper→pro-carbonate→siderophile and sulphophile→pro-scraper and pro-carbonate mixed" from bottom to top in the longitudinal; the correlation of rock constituents and metallogenic element was significant; argillaceous, calcareous and mafic rocks were rich in Pb, Zn and S-Fe; siliceous rock was rich in Cu, and the relationship between the content of organic carbon and the scale and quality of mineral deposit was positive eat and flow; the different stages of tectonic and the evolution of sedimentary environment caused the uneven distribution of elements, and it showed the change of ore-bearing potential from east to west, and particularly, Jiashengpan-Shanpiangou zinc poly-metallic deposit was poor in Cu, rich in Zn and a little accompaniment elements in the eastern part, several deposits in Langshan Area showed symbiotic Cu, Pb and Zn, rich in Cu, poor in Pb and Zn and many accompaniment elements in the western part.

Key words: geochemistry; ore-bearing formation; stratum; Zha'ertaishan Group; Inner Mongolia

收稿日期: 2010-01-05

基金项目: 内蒙古自治区地质矿产综合研究项目(KD68)

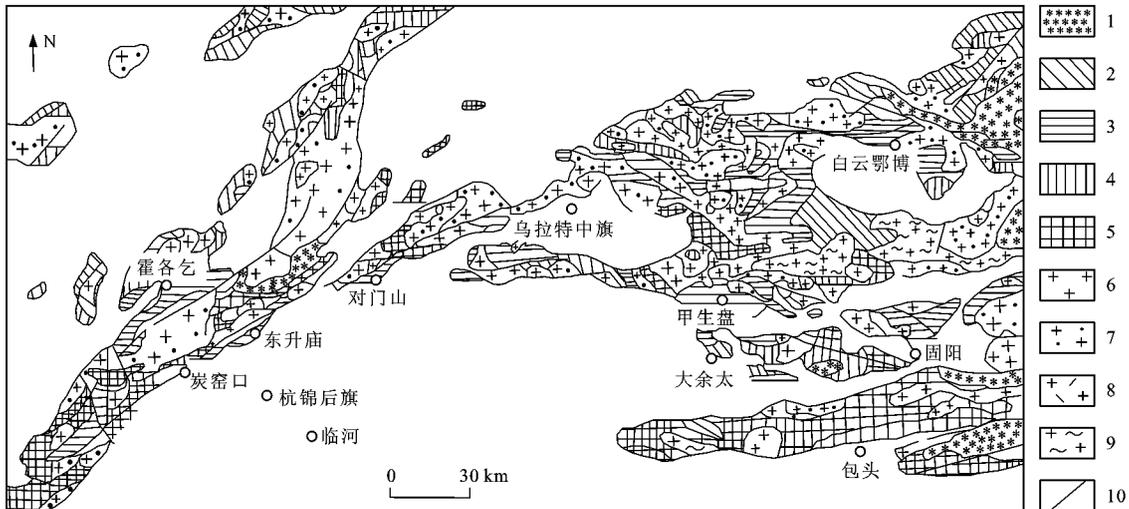
作者简介: 苏宏伟(1966-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 高级工程师, 从事地质调查研究。E-mail: suhongweim@163.com

0 引言

渣尔泰山群广泛分布在固阳至狼山一带,东起内蒙古商都,西至乌拉特后旗,南沿武川、固阳一线,北到四王子旗一带,东西延伸达300 km。

本区内主要山脉为渣尔泰山,呈东西走向。

地貌大部分属于中低山区,部分为低山丘陵区,最高海拔1773 m,最低1175 m。渣尔泰山群是华北地台北缘重要的含矿地层^[1],至今已经在该层位发现和探明多个大型多金属矿床,因此对该层位成矿特点的研究对本区的找矿预测具有重要意义(图1)。



1—新生界和中生界; 2—古生界; 3—中元古界渣尔泰山群和白云鄂博群; 4—下元古界色尔腾山群; 5—上太古界乌拉山群; 6—印支期侵入岩; 7—海西期侵入岩; 8—加里东期侵入岩; 9—元古宙和太古宙侵入岩; 10—断裂; 据文献[2]

图1 华北板块北缘地质构造背景

Fig. 1 Tectonic Sketch Map of the Northern Margin of North China Plate

1 渣尔泰山群地层基本特征

渣尔泰山群为华北地台北缘中元古代的裂陷槽沉积,分布于乌拉山以北,大地构造背景属于华北地台北缘,次级构造单元为狼山—渣尔泰山褶皱带,为一套浅变质岩系,属裂谷系中的碎屑岩、炭质页岩、粉砂岩和碳酸盐岩建造。依据区域地层清理成果^[3],该地层从下至上划分为书记沟组、增隆昌组、阿古鲁沟组和刘鸿湾组,其主要岩性特征见表1。

2 渣尔泰山群地层地球化学特征

2.1 常量元素地球化学特征

在对各岩石地层中不同岩类所测得的常量元素(氧化物)数据分类计算后,得到各岩石地层中常量元素含量均值及浓集克拉克值(表2)^[4]。表2反映渣尔泰山群各组的常量元素氧化物含量有较大差异。 $w(\text{SiO}_2)$ 在书记沟组中为68.9%,而以碳酸盐岩为主的增隆昌组为38.9%; $w(\text{TFe}_2\text{O}_3)$ 在书记沟组中最高,达6.07%,而在其他组中小于4%; $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 在书记沟组中达13.3%,而增隆昌组仅为4.6%; $w(\text{TiO}_2)$ 在书记沟组中最高,达0.86%,而

表1 渣尔泰山群地层概况

Tab. 1 General of Zhaertaihan Group

| 组(段) | 主要岩性特征 | 沉积相 |
|----------------|--|--------|
| 刘鸿湾组 (Qn1) | 浅灰色中薄层石英岩,中薄层长石石英岩,青灰色结晶灰岩及少量白云质灰岩和微晶白云岩 | 河流三角洲相 |
| 三岩段 | 灰黑色硅化炭质千枚状板岩、灰黑色炭质粉砂质板岩,上部含有硫铁矿层 | |
| 阿古鲁沟组 (Jxa) | 灰黑色钙质炭质板岩,夹含炭质微晶灰岩透镜体,炭质板岩局部夹薄层泥页岩,含铅、锌、硫矿层 | 海湾—浅海相 |
| 一岩段 | 灰黑色炭质粉砂质板岩,千枚状粉砂质板岩 | |
| 增隆昌组 (Chz) | 青灰色白云质结晶灰岩,灰白色硅质条带结晶灰岩,局部夹有钙质粉砂质板岩等。该组灰岩中含有叠层石、藻类等生物化石 | 浅海相 |
| 书记沟组 (Chs) | 中厚层状或厚层状浅灰色含砾变质石英粗砂岩、灰白色石英岩、灰白色变质石英砂岩等。变质石英砂岩中发育交错层理 | 河流滨海相 |

表 2 渣尔泰山群常量元素质量分数平均值及浓集克拉克值

Tab. 2 Mean of Mass Fraction and Concentration Clarke Value of Major Elements in Zhaertaihan Group

| 地层 | 岩性 | 参数 | SiO ₂ | TFe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | TiO ₂ | MnO ₂ | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | P ₂ O ₅ |
|---------------------|-------------------------------|-----------|------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------------------|
| 刘鸿湾组 | 云母石英片岩、薄层石英砂岩夹白云质大理岩 | \bar{x} | 57.80 | 2.07 | 7.28 | 0.30 | 0.11 | 8.25 | 6.20 | 4.08 | 0.25 | 0.11 |
| | | η | 0.98 | 0.36 | 0.46 | 0.33 | 1.10 | 1.15 | 1.57 | 1.70 | 0.08 | 0.55 |
| 阿古鲁沟组 | 粉砂质板岩、千枚状板岩、炭质板岩 | \bar{x} | 58.57 | 3.80 | 8.85 | 0.62 | 0.07 | 8.00 | 5.10 | 4.05 | 0.42 | 0.12 |
| | | η | 0.99 | 0.65 | 0.56 | 0.69 | 0.70 | 1.10 | 1.28 | 1.69 | 0.14 | 0.60 |
| 增隆昌组 | 白云质灰岩、硅质条带结晶灰岩、厚层状板岩 | \bar{x} | 38.94 | 2.33 | 4.56 | 0.26 | 0.17 | 15.66 | 11.60 | 2.12 | 0.07 | 0.05 |
| | | η | 0.66 | 0.40 | 0.29 | 0.29 | 1.70 | 2.18 | 2.90 | 0.88 | 0.02 | 0.25 |
| 书记沟组 | 石英砂岩、变质长石石英砂岩、白色石英岩 | \bar{x} | 68.90 | 6.07 | 13.29 | 0.86 | 0.02 | 0.91 | 0.95 | 6.10 | 0.26 | 0.51 |
| | | η | 1.16 | 1.04 | 0.84 | 0.96 | 0.20 | 0.13 | 0.24 | 2.54 | 0.09 | 2.55 |
| 上太古界 | 斜长角闪片岩、斜长角闪片麻岩、二云石英片岩、变粒岩、浅粒岩 | \bar{x} | 54.30 | 7.79 | 16.88 | 0.84 | 0.13 | 1.49 | 3.66 | 5.19 | 3.04 | 0.13 |
| | | η | 0.92 | 1.34 | 1.06 | 0.93 | 1.30 | 0.21 | 0.92 | 2.16 | 1.01 | 0.65 |
| 地壳克拉克值(彼得瓦尔德, 1967) | | | 59.30 | 5.83 | 15.90 | 0.90 | 0.10 | 7.20 | 4.00 | 2.40 | 3.00 | 0.20 |

注: \bar{x} —元素质量分数均值; η —浓集克拉克值; $\eta = \bar{x}/r_{ck}$, r_{ck} 为地壳克拉克值; 表中数据质量分数/%

在增隆昌组中为 0.26%; $w(\text{CaO})$ 在增隆昌组中高达 16%, 而书记沟组则不足 1%; $w(\text{MgO})$ 在增隆昌组中高达 11.6%; $w(\text{K}_2\text{O})$ 和 $w(\text{Na}_2\text{O})$ 则以书记沟组较高, 分别为 6.1% 和 0.26%。

元素的浓集克拉克值可以说明元素的富集贫化程度, 一般其值大于 2 时, 说明元素在地层中富集; 其值小于 1 时, 说明元素较贫化。从表 2 可以看出, 增隆昌组的 CaO、MgO 和书记沟组的 K₂O、Na₂O 表现为富集特征。

渣尔泰山群各组的常量元素氧化物含量呈规律性变化, 书记沟组→增隆昌组→阿古鲁沟组→刘鸿湾组的 SiO₂、TFe₂O₃、Al₂O₃、TiO₂ 含量均值依次显示出“高→低→较高→较高”的特点; 而 CaO、MgO

则与上述规律相反。根据常量元素含量及浓集克拉克值纵向上的变化, 反映了渣尔泰山群沉积环境呈现由陆相→正常海相→半封闭海相或次深海相→滨海相的正常海进海退序列变化特征。

2.2 微量元素地球化学特征

2.2.1 元素丰度特征

综合前人资料计算渣尔泰山群各组中微量元素含量均值及浓集克拉克值(表 3)^[4]。分析表明, 微量元素在地层中的含量与其所依存的岩类有关, 在不同岩类中表现出较大差异性, 总体特征为:

(1) 板岩中亲铁、亲硫元素含量普遍偏高, 如 As、Bi、Mo、W、Sn、Co、Cr、Pb、Cu、S 等, 反映出还原环境下的沉积特点。

表 3 渣尔泰山群各组微量元素质量分数平均值及浓集克拉克值

Tab. 3 Mean of Mass Fraction and Concentration Clarke Value of Microelements in Zhaertaihan Group

| 地层 | 岩性 | 参数 | As | Bi | Sb | Cd | F | Mo | W | Ag | Sn | B | Be | Co | Cr | Ni | V | S | P | Pb | Ti | Zn | Zr | Mn | Cu | Ba |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 刘鸿湾组 | 云母石英片岩、薄层石英砂岩夹白云质大理岩 | \bar{x} | 2.28 | 0.4 | 0.71 | 0.44 | 354.3 | 0.42 | 0.64 | 0.071 | 0.95 | 75.0 | 0.95 | 4.20 | 42.4 | 10.9 | 29.9 | 85.0 | 326.8 | 18.5 | 1580 | 15.10 | 136 | 1.102 | 16.8 | 574 |
| | | η | 1.34 | 52.2 | 1.40 | 3.38 | 0.54 | 0.38 | 0.50 | 1.01 | 0.38 | 6.25 | 0.25 | 0.23 | 0.51 | 0.19 | 3.20 | 0.23 | 3.51 | 1.20 | 0.35 | 0.18 | 0.80 | 1.1 | 0.36 | 0.88 |
| 阿古鲁沟组 | 粉砂质板岩、千枚状板岩、炭质板岩 | \bar{x} | 7.44 | 0.58 | 0.32 | 0.40 | 885.4 | 1.03 | 1.67 | 0.07 | 1.40 | 183.6 | 1.84 | 3.15 | 50.2 | 12.3 | 52.4 | 301.0 | 274.5 | 17.8 | 2309 | 68.80 | 201 | 618 | 16.3 | 368 |
| | | η | 4.40 | 64.4 | 0.64 | 3.08 | 1.34 | 0.94 | 1.28 | 1.0 | 0.56 | 15.3 | 0.48 | 0.18 | 0.61 | 0.21 | 0.6 | 0.81 | 0.30 | 1.10 | 0.51 | 0.83 | 1.18 | 0.62 | 0.35 | 0.57 |
| 增隆昌组 | 白云质灰岩、硅质条带结晶灰岩、厚层状板岩 | \bar{x} | 2.22 | 0.50 | 0.17 | 0.38 | 263.0 | 0.15 | 0.98 | 0.09 | 1.13 | 42.4 | 1.0 | 3.0 | 24.2 | 8.10 | 19.2 | 80.0 | 143.3 | 24.0 | 1081 | 26.0 | 150 | 1389 | 10.5 | 163.8 |
| | | η | 1.30 | 55.5 | 0.34 | 2.92 | 0.40 | 0.14 | 0.75 | 1.29 | 0.45 | 3.30 | 0.26 | 0.17 | 0.29 | 0.14 | 0.21 | 0.22 | 0.15 | 1.50 | 0.24 | 0.31 | 0.88 | 1.39 | 0.22 | 0.25 |
| 书记沟组 | 石英砂岩、变质长石石英砂岩、白色石英岩 | \bar{x} | 1.47 | 0.54 | 0.15 | 0.44 | 594.4 | 0.23 | 0.51 | 0.073 | 0.13 | 66.2 | 2.0 | 5.24 | 43.6 | 9.0 | 86.0 | 68.3 | 3046 | 8.30 | 6324 | 24.0 | 264 | 118.5 | 17.5 | 884 |
| | | η | 0.86 | 60.0 | 0.30 | 3.38 | 0.90 | 0.21 | 0.40 | 1.04 | 0.05 | 5.30 | 0.52 | 0.29 | 0.53 | 0.16 | 0.96 | 0.19 | 3.28 | 0.52 | 1.40 | 0.29 | 1.56 | 0.12 | 0.37 | 1.36 |
| 上太古界 | 斜长角闪片岩、斜长角闪片麻岩、二云石英片岩、变粒岩、浅粒岩 | \bar{x} | 1.50 | 0.31 | 0.15 | 0.05 | 1296 | 2.98 | 0.68 | 0.18 | 2.0 | 3.60 | 2.10 | 28.0 | 125 | 56.0 | 165 | 130 | 578 | 37.0 | 5595 | 107 | 200 | 995 | 105 | 1257 |
| | | η | 0.88 | 34.40 | 0.30 | 0.39 | 1.96 | 2.71 | 0.52 | 2.57 | 0.8 | 0.30 | 0.55 | 1.56 | 1.51 | 0.97 | 1.82 | 0.35 | 0.62 | 2.31 | 1.24 | 1.29 | 1.18 | 1.0 | 2.23 | 1.96 |
| 地壳克拉克值(BH10111010 B.A. II, 1962) | | | 1.70 | 0.009 | 0.50 | 0.13 | 660.0 | 1.10 | 1.30 | 0.07 | 2.50 | 12.0 | 3.80 | 18.0 | 83 | 58 | 90.0 | 370 | 930 | 16 | 4500 | 83.0 | 170 | 1000 | 47 | 650 |

注: 表中数据质量分数/10⁻⁶

(2)灰岩以碱金属中 Ca、Mg、Sr 含量较低, 且变化很小, 而 $w(\text{Sr})/w(\text{Ba})$ 大于 1 可作为该区灰岩富 Sr 的标志。

(3)碎屑岩中以亲氧元素 Si、Zr、Ba 及碱金属 K 等含量较高, 其他亲铁、亲硫等元素因被水体溶解或携带迁出, 相对贫化, 且含量变化波动较大。

从微量元素总体分布来看, 渣尔泰山群地层在纵向上自下而上表现为亲碎屑元素组合→亲碳酸盐元素组合→亲铁、亲硫元素组合→亲碳酸盐、亲碎屑岩的混合组合。这些组合规律显示出渣尔泰山群的海进序列及部分海退序列。

2.2.2 元素对比值

元素对比值更能清晰地反映沉积环境(图 2、表 4)^[4]。

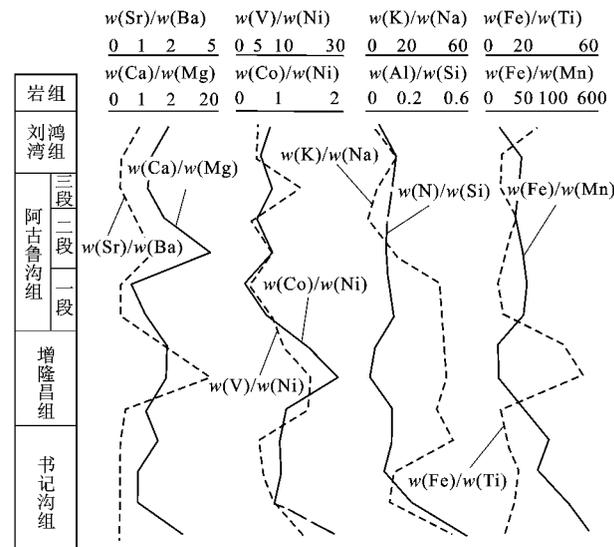


图 2 渣尔泰山群各岩组元素对比值变化

Fig. 2 Change of Element Pairs Ratio for Each Formation in Zhaertaihan Group

表 4 渣尔泰山群各岩组元素对比值均值

Tab. 4 Mean of Element Pairs Ratio for Each Formation in Zhaertaihan Group

| 岩组 | $w(\text{Al})/w(\text{Ca})$ | $w(\text{K})/w(\text{Na})$ | $w(\text{Fe})/w(\text{Fe})$ | $w(\text{Fe})/w(\text{Fe})$ | $w(\text{Sr})/w(\text{Sr})$ | $w(\text{Co})/w(\text{Co})$ | $w(\text{V})/w(\text{V})$ | |
|-------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------|
| | $w(\text{Si})$ | $w(\text{Mg})$ | $w(\text{Na})$ | $w(\text{Mn})$ | $w(\text{Ti})$ | $w(\text{Ba})$ | $w(\text{Ni})$ | |
| 刘鸿湾组 | 0.14 | 1.37 | 12.2 | 28.2 | 19.0 | 0.44 | 0.38 | 2.65 |
| 阿古鲁沟组 | 0.14 | 5.03 | 23.9 | 45.8 | 7.9 | 0.40 | 0.33 | 4.41 |
| 增隆昌组 | 0.07 | 1.34 | 48.0 | 20.5 | 36.6 | 2.10 | 1.28 | 11.00 |
| 书记沟组 | 0.30 | 1.12 | 63.4 | 25.2 | 11.3 | 0.07 | 0.65 | 9.70 |

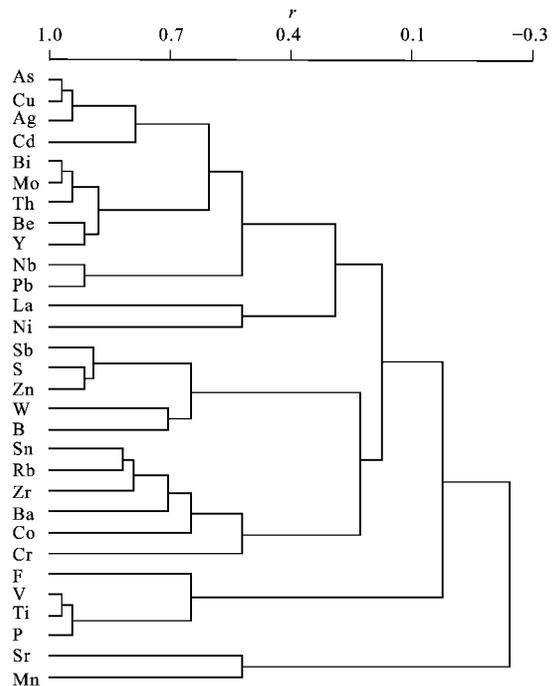
$w(\text{Fe})/w(\text{Mn})$: 该值在同一沉积区域内可指示出陆缘带的相对远近及水体深浅。该值在渣尔泰山群变化不明显, 均在 20~30 之间, 唯阿古鲁沟组较高, 为 46, 说明渣尔泰山群为近陆的环境。

$w(\text{Sr})/w(\text{Ba})$: 该值具有较好的指相意义。一般认为 $w(\text{Sr})/w(\text{Ba})$ 小于 1 为陆相碎屑沉积, $w(\text{Sr})/w(\text{Ba})$ 大于 1 为海相沉积。渣尔泰山群地层 $w(\text{Sr})/w(\text{Ba})$ 从底部书记沟组→增隆昌组→阿古鲁沟组, 其值从 0.07→2.1→0.4。由于阿古鲁沟组有机沉积物质中 Sr 的含量较少, 从而使 $w(\text{Sr})/w(\text{Ba})$ 降低。

其他一些元素对比值如 $w(\text{Al})/w(\text{Si})$ 、 $w(\text{K})/w(\text{Na})$ 、 $w(\text{Fe})/w(\text{Ti})$ 等均有各自的特点, 但这些元素对比值都反映了渣尔泰山群的演化规律: 从陆相→正常浅海相→半封闭海相或次深海相→滨海相的沉积环境变化。

2.2.3 元素组合特征

在 R 型聚类分析中, 当相关系数 r 在 0.5 水平时, 渣尔泰山群在沉积过程中微量元素可分为 6 类, 各类组合均显示出一定的指相意义(图 3、表 5)。I 类以亲硫元素为主, II 类以亲铜元素为主, IV 类为亲氧元素, V 类为大离子半径碱金属等。VI 类元素含量高, 显示正常海相沉积特点; III 类元素含量高, 显示半封闭海相或次深海相海水流动不畅的还原环境沉积特点。从图 3 可以看出, 渣尔泰山群地层相关系数水平在 0.9 以上时, 微量元素组合特征更为明显, 反映渣尔泰山群沉积过程较为简单, 演化的连续



引自文献 [4]

图 3 渣尔泰山群微量元素 R 型聚类谱系

Fig. 3 R-model Cluster Analysis Lineage Diagram of Microelements in Zhaertaihan Group

表 5 渣尔泰山群微量元素 R 型聚类分析结果

Tab. 5 Result of R-model Cluster Analysis for Microelements in Zha'ertaihan Group

| 分类编号 | 元素组合 |
|------|------------------------|
| I | 1 As, Cu, Ag, Cd |
| I | 2 Y, Be, Th, Mo, Bi |
| | 3 Nb, Pb |
| II | La, Ni |
| III | Sb, S, Zn, W, B |
| IV | Sn, Rb, Zr, Ba, Co, Cr |
| V | F, V, Ti, P |
| VI | Sr, Mn |

注: 相关系数在 0.5 水平上

性、方向性也较强。

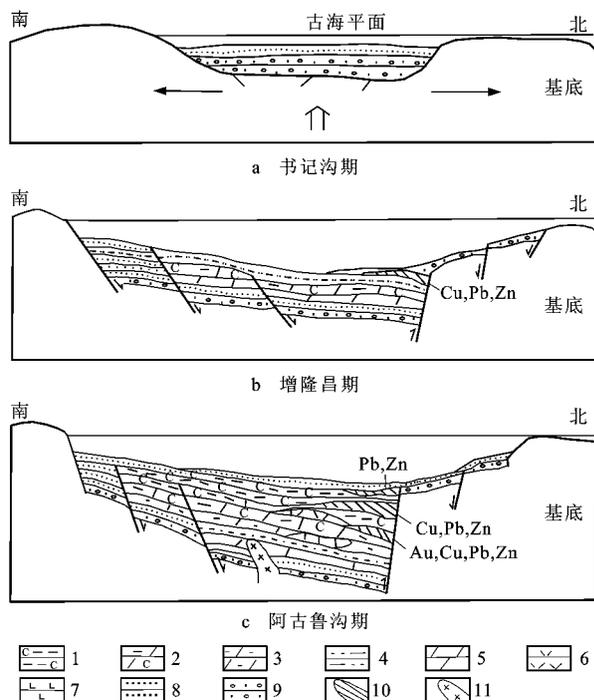
3 渣尔泰山群地层含矿性评价

3.1 沉积地层形成的环境与成矿作用

中元古代时期渣尔泰山地区的沉积区为一东西向延伸的带状浅海区, 沉积区南部为华北古陆, 西北部为狼山古陆, 北部推测有数个大小不等的古陆, 其间为渣尔泰浅海。在渣尔泰海槽中形成一套以碎屑岩和碳酸盐岩建造为主的渣尔泰群地层, 厚近 10 000 m, 层位稳定, 严格控制着区内大多数矿床的形成。

区域构造演化控制着渣尔泰山群地层的形成, 同时也控制了区内的成矿作用(图 4)。中元古代早期(书记沟期), 海槽下陷, 初步形成的结构和成分成熟度较低的粗碎屑岩, 随着地壳活动趋于相对稳定、古陆渐趋夷平的条件下, 碎屑物质经长距离搬运至海岸或在海水向古陆缓慢侵进过程中, 由于波浪和潮汐的长期作用, 在滨海和浅水海湾形成厚度稳定、结构和成分成熟度较高的石英砂岩, 经区域变质作用形成增隆昌、书记沟等硅石矿, 在局部混有大量富铝泥质成分的地段, 形成含蓝晶石石英岩和蓝晶石矿。随着地壳进一步稳定, 化学风化作用变得更发育, 来自古陆的铁质在滨海—浅海三角洲环境下, 沉积于成熟度较高的石英砂岩中, 形成赤铁矿、磁铁矿等。

到中元古代中期(增隆昌—阿古鲁沟期), 地壳重趋活动, 海水不断加深, 形成了东西向浅盆地—碳酸盐台地格局, 局部亦受到风化。晚期断陷活动增强, 形成滨岸—台地—陆棚边缘相模式, 热水沉积硫化物主要形成于台地外侧东西向狭长的断陷盆(洼)地内, 又集中于更小的成矿洼地中。断裂构造, 特别是



1—炭质泥岩; 2—含炭泥质白云岩; 3—砂质白云岩; 4—泥质砂岩; 5—白云岩; 6—中酸性火山岩; 7—基性火山岩; 8—粉砂岩; 9—砂砾岩; 10—矿层; 11—脉岩

图 4 渣尔泰山群形成环境与成矿作用

Fig. 4 Formation Environment and Metallogenesis in Zha'ertaihan Group

同沉积断裂导致了海底火山喷发喷溢作用, 深部富含成矿元素的流体伴随火山作用进入盆地中, 在渣尔泰山地区形成了一系列以锌、铅、硫(铁)、铜为主的多金属热水喷流沉积型矿床^[5-10]。

自中元古代之后, 研究区长期处于隆起状态, 至早二叠世早期, 接受了以湖泊—沼泽相为主的沉积, 形成了稳定的煤层。早二叠世晚期, 受断裂控制的中基性火山喷发和超浅成侵入活动发育, 局部地段形成了原生金矿化。晚侏罗世至早白垩世, 受断裂控制的陆相火山活动强烈。早期以基性火山喷发为主, 局部形成含铜玄武岩; 晚期以中酸性火山喷发为主, 在中酸—酸性火山熔岩及火山碎屑岩中形成了膨润土、沸石和珍珠岩矿及多金属矿。

3.2 含矿地层及矿产特征

中元古界渣尔泰山群是中国华北地区北缘的主要含矿层位, 区内已发现的朱拉扎嘎、炭窑口、东升庙、甲生盘等大型—超大型多金属矿床均赋存于渣尔泰山群。朱拉扎嘎金矿床的赋矿层位为阿古鲁沟组一岩段, 变质砂岩、变质粉砂岩夹薄层变钙质粉砂岩; 炭窑口 Zn-Cu-Fe 硫化物矿床的赋矿层位为阿古鲁沟组二岩段, 白云质灰岩与炭质板岩互层; 东升庙

Zn-Pb-Cu 矿床的含矿层主要为阿古鲁沟组二岩段含炭泥质白云岩, 在增隆昌组白云岩中有铅锌小矿(化)体零星分布; 甲生盘 Zn-Pb 硫铁矿床的赋矿层位处于阿古鲁沟组二岩段顶部炭质砂泥质结晶白云岩与三岩段黑色炭质板岩过渡部位。由此可见, 中

元古界渣尔泰山群(阿古鲁沟组)在华北板块北缘已构成了一个东西向展布的成矿带。

渣尔泰山群自下部地层顶部至上部地层中部均有多金属硫铁矿床产出, 且从西向东含矿层位有逐步升高的趋势(图 5)^[11]。

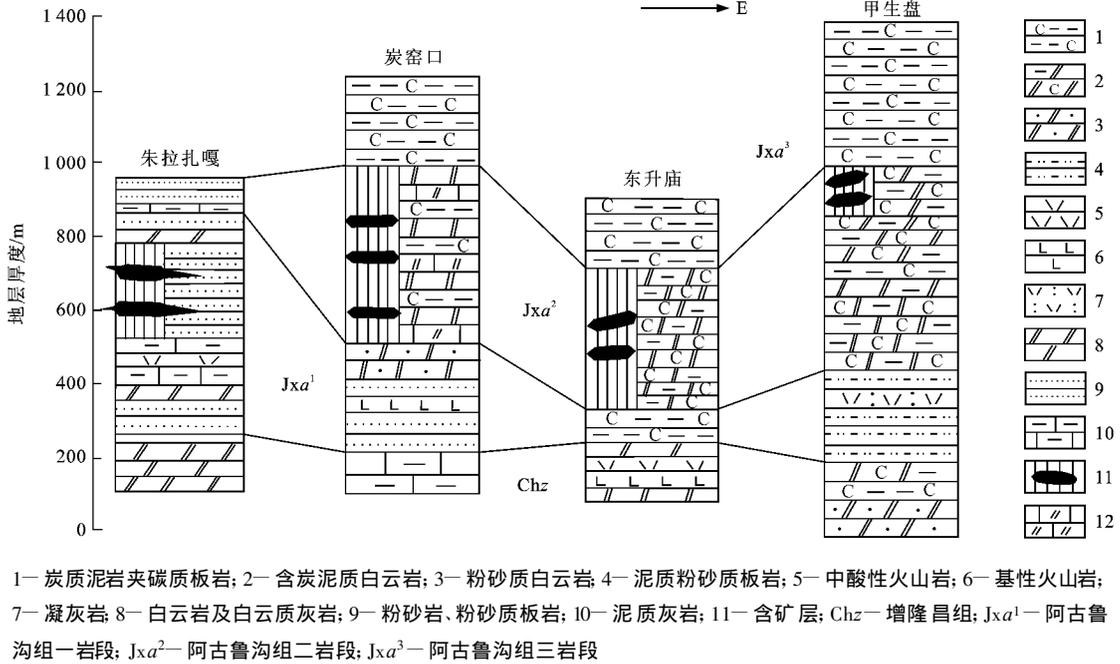


图 5 渣尔泰山群含矿层位

Fig. 5 Ore bearing Bed Position in Zhaertaihan Group

4 结语

(1)渣尔泰山群地层地球化学特征与含矿层位岩石元素地球化学特征研究表明, 岩石组分与成矿元素有明显相关性, 泥质、钙镁质岩富含铅、锌及硫铁; 高硅质岩石富含铜; 有机碳含量往往与矿层的规模、质量成正消长关系。

(2)总体上, 渣尔泰山群的含矿性在东西走向上有规律性变化。即: 东部甲生盘—山片沟矿床贫铜富锌, 少伴生元素; 西部狼山地区铜、铅、锌共生, 而贫铅富铜, 伴生可供利用的元素有 Co、Cd、In、Ge、Au 和 Ag。从某种意义上来说, 渣尔泰山群元素分布的不均匀性直接导致了含矿性的变化。

参考文献:

[1] 谭琳, 朱绅玉, 周盛德, 等. 内蒙古渣尔泰山群岩相古地理 [M]. 北京: 地质出版社, 1991.
 [2] 徐贵忠, 边千韬, 周少平. 华北板块西北缘元古宙大型—超大型矿床形成的地质构造条件 [J]. 中国科学: D 辑, 1998, 28(增刊):

78-84.
 [3] 李文国, 李庆富, 姜万德, 等. 全国地层多重划分对比研究 (15)——内蒙古自治区岩石地层 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.
 [4] 王 楫, 王保良, 徐成海, 等. 内蒙古渣尔泰山群与白云鄂博群时代对比及含矿性 [M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1990.
 [5] 芮宗瑶, 施林道, 方如恒, 等. 华北陆块北缘及邻区有色金属矿床地质 [M]. 北京: 地质出版社, 1994.
 [6] 黄占起, 沈存利, 王守光. 内蒙古狼山—渣尔泰山地区与黑色岩系有关的铂族元素矿床找矿前景 [J]. 地质通报, 2002, 21(10): 663-667.
 [7] 白 瑾. 华北陆台北缘前寒武纪地质及铅锌成矿作用 [M]. 北京: 地质出版社, 1993.
 [8] 彭润民, 翟裕生. 内蒙古狼山—渣尔泰山中元古代被动陆缘热水喷流成矿特征 [J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 257-268.
 [9] 李 英, 祁思敬, 马国良, 等. 中国北方超大型热水沉积硫化物矿床基本特征及形成条件研究 [J]. 西安工程学院学报, 1999, 21(4): 19-24.
 [10] 金章东, 李 英. 狼山热水沉积型铜多金属矿床的稀土与铅同位素地球化学特征 [J]. 西安工程学院学报, 1998, 20(3): 19-23.
 [11] 沈存利, 王守光, 苏新旭, 等. 内蒙古中元古界渣尔泰山群区域成矿特征研究 [J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 279-286.