

文章编号: 1009-6248(2008)01-0090-07

内蒙古阿拉善地区两类孔雀石化的形成机理初步分析

马润¹, 杨鹏², 张丽萍¹, 褚立国³, 宋俊峰³, 刘爱旺¹

(1. 内蒙古自治区地质勘查项目 管理办公室 技术部, 内蒙古 呼和浩特 010020;

2. 内蒙古自治区气象局, 内蒙古 呼和浩特 010020; 3. 内蒙古自治区

地质调查院, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要: 阿拉善地区存在两种成因类型的孔雀石化, 类型孔雀石化是铜矿化(铜矿体)氧化形成的, 是良好的找矿标志; 类型孔雀石化是在阿拉善地区特殊的气候条件下形成的, 不具有找矿意义。正确区分和鉴别上述两种成因类型的孔雀石化, 对于正确指导找矿, 具有十分重要的理论和实际意义。

关键词: 阿拉善; 孔雀石化; 成因

中图分类号: P578.6

文献标识码: A

1 引言

阿拉善地区孔雀石化很普遍, 特别是在石英脉、构造破碎带、中—基性火山岩发育地区的岩石裂隙面上, 普遍发育孔雀石化(暂称 类型孔雀石化), 以致造成了这样的错觉: 孔雀石化是由铜矿体或铜矿化引起的, 随之设置了地质勘查项目, 结果一无所获。那么, 这类孔雀石化是如何形成的? 它们与铜矿化(铜矿体)氧化形成的孔雀石化(暂称 类型孔雀石化)有何区别? 对这些问题的探讨, 不仅具有理论意义, 而且具有非常重要的实际意义。笔者就此方面内容进行概略性探讨, 愿商榷。

2 阿拉善地区特殊的自然地理环境

内蒙古自治区阿拉善地区位于内蒙古自治区西部, 与甘肃省毗连。阿拉善地区自然环境十分恶劣, 属于典型的大陆性干旱气候。区内多风, 以西风和

西北风为主, 春、秋、冬三季为风季, 常常风沙肆虐成灾; 夏季高温酷暑, 气温最高可达 45℃以上(地表最高温度可达 70℃); 冬季寒冷, 一般十月下旬进入稳定冻结期, 翌年四月解冻, 最大冻土深度 1.0~1.5 m。年平均蒸发量 3 500~4 000 mm, 年最大蒸发量为 4 367.7 mm, 为年降水量的 60~70 倍, 每年 80% 的大气降水集中在 6、7、8 三个月, 年平均降水量仅为 50~60 mm。

3 区域地质概况

3.1 地层

阿拉善地区地层出露较齐全, 主要有:

下元古界北山岩群为片岩、大理岩, 局部见变质安山岩和流纹岩。

古生界寒武系西双鹰组为碳酸盐岩、硅质岩、硅质板等岩石组合。

奥陶系出露有罗雅楚山组变质碎屑岩、泥质灰

收稿日期: 2007-04-11; 修回日期: 2007-11-29

作者简介: 马润(1959-), 男, 高级工程师, 大学毕业, 长期从事矿产勘查工作。现在内蒙古自治区地质勘查项目 管理办公室技术部从事技术管理和研究工作。通讯地址 010020, 呼和浩特市金桥开发区世纪五路, 内蒙古自治区地质调查院项目办; 电话: 0471-3355927; E-mail: nmngxmbmr@163.com。

岩和少量硅质岩；咸水湖组中—基性火山岩夹碳酸盐岩和少量碎屑岩；锡林柯博组结晶灰岩、硅质岩、大理岩、泥灰岩夹少量杂砂岩；白云山组灰岩及少量安山岩、英安岩。

志留系园包山组为粉砂岩、杂砂岩夹黑色页岩；公婆泉组安山岩、安山玄武岩、流纹岩、凝灰岩；碎石山组粉砂泥质板岩、变质砂岩、细砂岩夹灰岩透镜体。

泥盆系雀儿山群以海相火山熔岩（安山岩、玄武岩及流纹质熔岩）和火山碎屑岩为主，局部有正常沉积的碎屑岩、生物灰岩及少量硅质岩；西屏山组和绿条山组为一套滨浅海相碎屑岩沉积。

石炭系为浅海相复理石建造（砾岩、砂岩、页岩夹灰岩）。

二叠系双堡塘组为浅海—滨海相碎屑岩及灰岩。

新生界古近系、新近系苦泉组含石膏红色碎屑岩沉积、局部石膏层达工业品位。

第四系沉积物在阿拉善地区分布广泛，多为荒漠砂土和少量的冲洪积物。

3.2 构造

阿拉善地区大地构造位置处在塔里木板块北东缘、北邻西伯利亚板块、南东为华北板块，研究区属三大板块的聚合地带（图 1，孙青松，2006）。

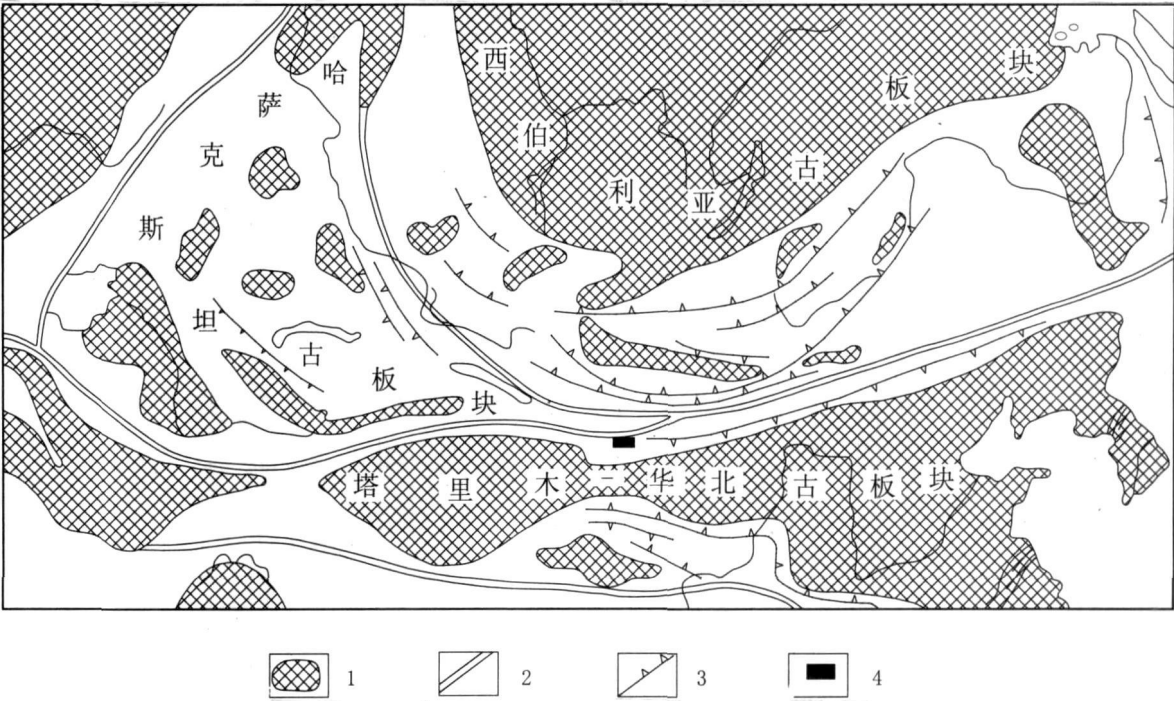


图 1 研究区及相邻地区古板块构造示意图

Fig.1 Sketch map of the palaeoslab in study and neighboring areas

1. 地台及中间地块；2. 古板块缝合线；3. 古板块俯冲带；4. 研究区

本区经历了从吕梁到喜马拉雅多个构造旋回。进入泥盆纪后，研究区处于相对平静状态，海盆地中沉积了浅海相类复理石建造，在青山地区却有强烈的基性、中、酸性火山活动，构成喷发—沉积旋回，故发育基性、中、酸性火山岩及其碎屑岩建造、陆相细碎屑岩夹碳酸盐岩建造。研究区内构造的表现形式主要是褶皱和断裂，尤以断裂构造发育（孙青松，2006）为主要特点（图 2）。深大断裂带形成时间较早，并经历了不同深度构造层次与构造活动

期次，其不同的力学性质的转化也具有长期性，并对区内的沉积环境与沉积建造、岩浆活动、变质作用以及金属、非金属矿产的形成等都具有明显的控制作用（郑翻身，2005）。

3.3 岩浆岩

本区地处塔里木板块北东缘晚古生代的陆缘增生带，岩浆活动频繁，各时代均有岩浆岩侵入活动，岩浆活动主要集中在泥盆纪，该阶段岩浆岩分布最广，为区内岩浆岩的主体。

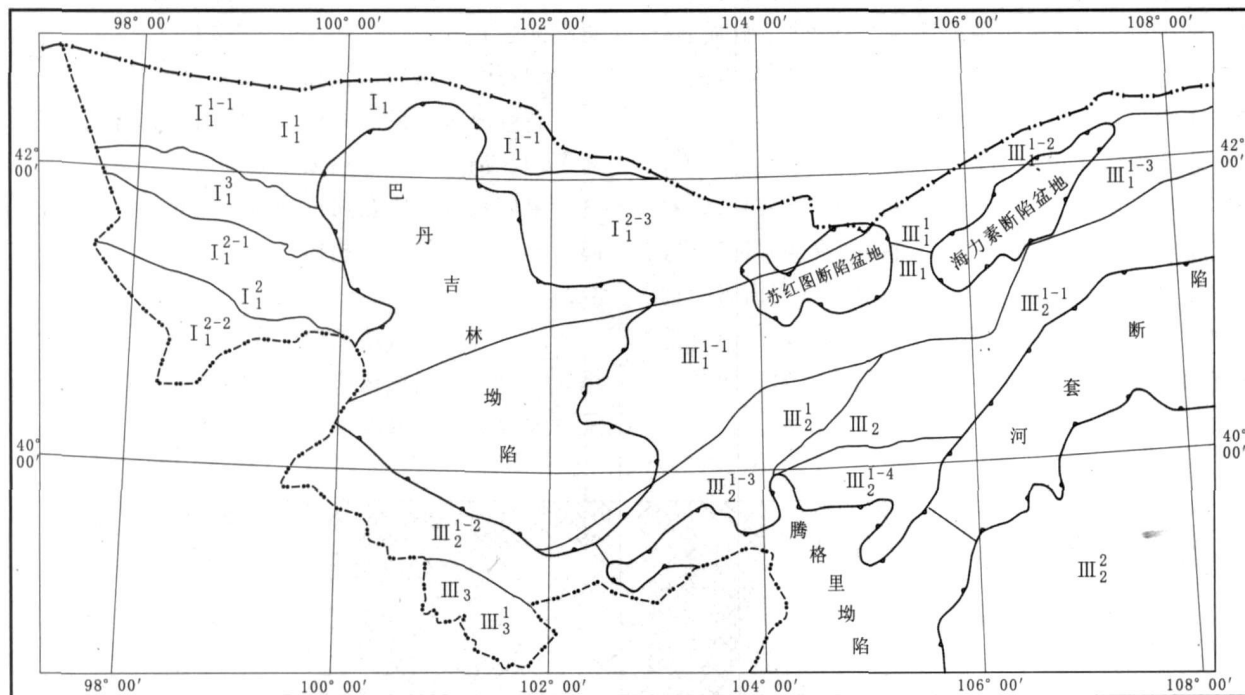


图2 研究区及相邻地区构造单元略图

Fig.2 Sketch map of the tectonic units in study and neighboring areas

1. 塔里木北东大陆边缘; 1. 黑鹰山火山型被动陆缘; 1⁻¹. 黑鹰山古生代裂陷槽; 2. 马鞍山-红柳园火山型被动陆缘; 2⁻¹. 月牙山早古生代裂陷槽; 2⁻². 红柳园晚古生代裂陷槽; 2⁻³. 杭乌拉晚古生代裂陷带; 3. 北山中间地块; 1. 华北北部大陆边缘; 1. 宝音图-锡林浩特火山型被动陆缘; 1⁻¹. 乌力吉晚古生代海盆; 1⁻². 巴音查干早古生代裂陷槽; 1⁻³. 宝音图隆起; 2. 华北地块; 1. 阴山隆起; 1⁻¹. 渣尔泰山-狼山中晚元古代裂陷槽; 1⁻². 北大山断隆; 1⁻³. 雅布赖山断隆; 1⁻⁴. 巴音乌拉山断隆; 3. 鄂尔多斯拗陷; 3. 华北西部大陆边缘; 1. 北祁连非火山型被动陆缘

早—中泥盆世时, 由于古亚洲洋板块向南俯冲于塔里木—哈萨克斯坦联合板块之下, 红尖山组中基性岩浆间歇性喷溢、伴随清河沟组成成分成熟度很低的碎屑岩沉积, 青山—甜水井岛弧形成, 岛弧成熟度较低。

进入晚泥盆世, 本区火山活动进一步加剧, 青山-甜水井岛弧进一步发展成熟, 红尖山组火山岩总体以安山质熔岩和安山质火山碎屑(熔)岩为主, 底部出现少量玄武岩, 局部夹透镜状硅质岩。综合该套火山岩的岩石组合分析, 其形成环境应为活动大陆边缘的火山岛弧环境。

总体来看,研究区(青山地区)内以中—基性火山岩分布广泛为特征,岩石组合为灰绿色的蚀变安山岩、安山质火山角砾熔岩、蚀变安山质凝灰熔岩、青磐岩化安山质火山角砾岩、青磐岩化安山质晶屑凝灰岩、蚀变安山质凝灰岩、安山质含集块角

砾熔岩，局部夹灰黑色、灰绿色蚀变玄武岩等。

4 阿拉善地区孔雀石化的成因类型

孔雀石化的成因类型可分为 类型孔雀石化和 类型孔雀石化, 前者指与铜矿化有关的含铜硫化物在氧化带中形成的孔雀石 (徐国权, 2002); 后者指在蒸发量大大高于补给量的地区形成的孔雀石化。在蒸发量大大高于补给量的地区, 地下水往往成碱性环境, 水溶液中 pH 值呈现逐渐增高的趋势, 这些含铜较高的地下水沿构造裂隙移动, 在地表或近地表处, 由于水分的大量蒸发, 沉淀作用增强, 在岩石的裂隙面上形成了孔雀石[$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$] 或硅孔雀石[$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$] 化。

4.1 类型孔雀石

类型孔雀石, 主要呈浸染状 (刘志勇,

2006)、部分呈薄膜状分布于岩石及其裂隙面上,呈粉末状出现者少见。这类孔雀石与含铜硫化物的氧化关系密切,并可见到原生的黄铜矿、辉铜矿等,其

化探异常多表现出由铜、铅、锌、银、砷、锑、钼、铋等元素组成的综合异常,各元素异常套合较好,有明显的异常浓集中心(图 3)。

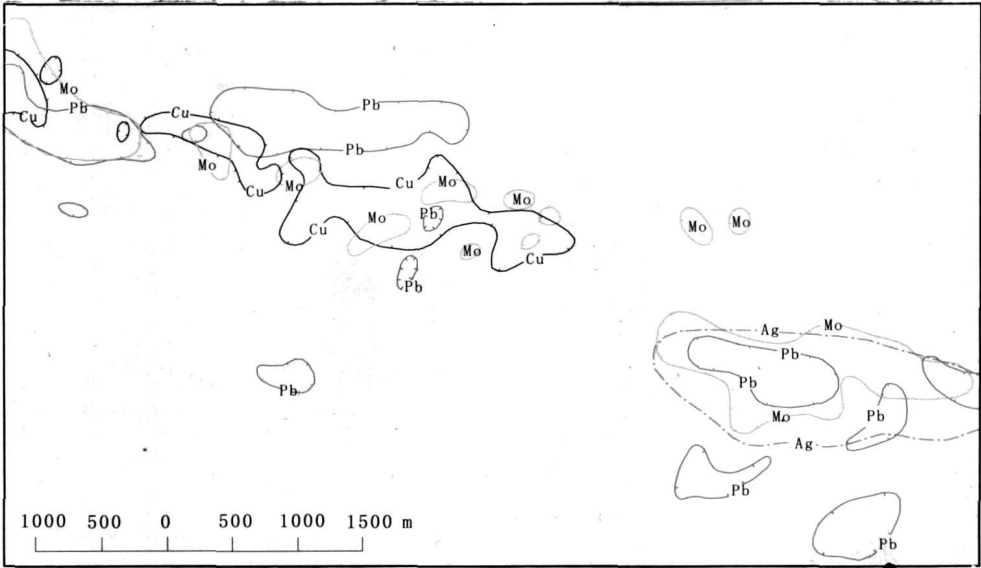


图 3 内蒙古阿拉善珠斯愣铜矿区水系沉积物测量铜、铅、银、钼元素异常图
Fig.3 Abnormal map of the Cu, Pb, Ar, Mo by the stream sediment survey in the Zhusileng Cu deposit of the Alxa area, Inner Mongolia

4. 2 类型孔雀石

类型孔雀石化在张性裂隙中非常发育,常常为绿色粉末状 $[CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2]$ 与油漆状

$[CuSiO_3 \cdot 2H_2O]$ 共存,难以见到含铜硫化物的原生矿物。其化探异常表现为 Cu 异常分布零乱、浓集中心分散、与其他元素异常套合不好等特点(图 4)。

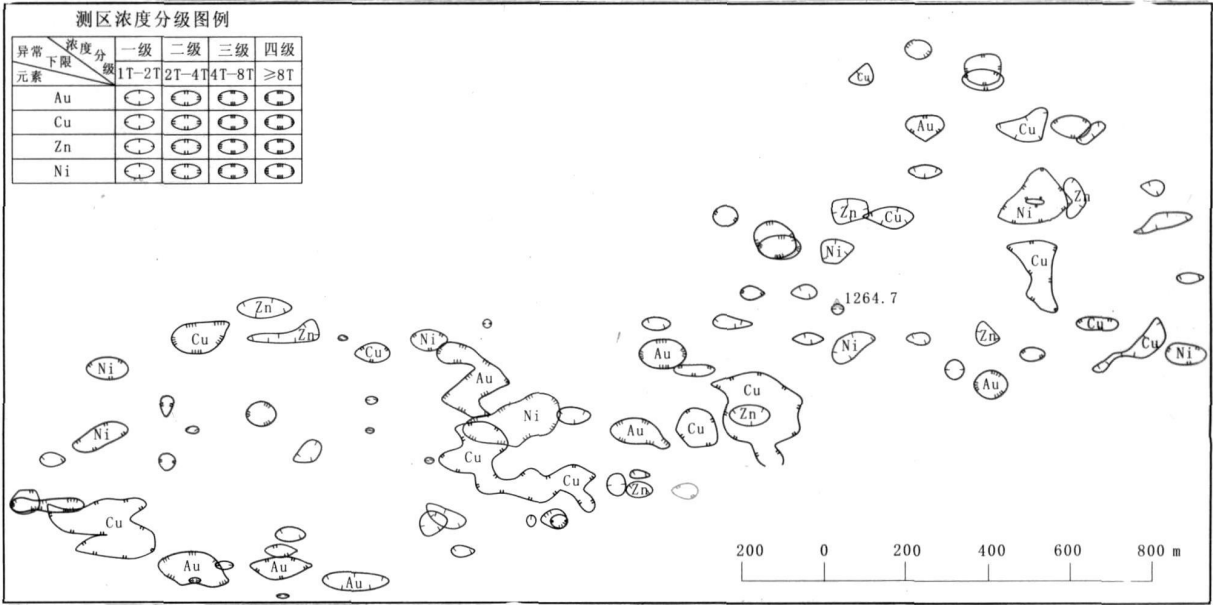


图 4 内蒙古阿拉善青山地区 1 2 万土壤测量 Cu、Au、Zn、Ni 元素异常图
Fig.4 Abnormal map of Cu, Au, Zn, Ni by the soil survey at scale of 1/20000 in the Alxa area, Inner Mongolia

5 阿拉善地区孔雀石化的特征、形成机理与意义

近年来,随着地质勘查资金的逐年增加,在阿拉善地区开展的地质调查、矿产普查和科研工作已取得了重大进展,资料比较丰富,笔者以阿拉善地区珠斯楞铜(钼)矿区和青山地区为例进行阐述。

5.1 阿拉善珠斯楞矿区

阿拉善珠斯楞铜(钼)矿区主要出露石炭纪变质碎屑岩和石炭纪斜长花岗岩(葛昌宝, 2002; 吕蓉, 2004),孔雀石化主要呈星点状、浸染状分布于石炭纪斜长花岗岩岩体内及该岩石的裂隙面上。经过光片鉴定,在孔雀石内常常可发现原生黄铜矿残留,粉末状孔雀石化少见,属类型孔雀石化。

1997~1998年,内蒙古地勘局原第二地球物理地球化学勘查院在该区进行1:20万化探扫面《奶子湖幅》时,在珠斯楞地区发现了Cu、Au、Zn、Ag、As、Sb、Hg、W等元素组成的综合异常。2000年又在该区进行了1:50000土壤加密测量,异常重现性好,这些异常沿石炭纪变质碎屑岩与石炭纪斜长花岗岩的接触带分布,为Au、Cu、Zn、Ag、As、Sb、Hg、W元素综合异常。最高含量 $w(\text{Au}) = 25.4 \text{ ng/g}$ 、 $w(\text{Cu}) = 40 \text{ } \mu\text{g/g}$ 、 $w(\text{Zn}) = 80.9 \text{ } \mu\text{g/g}$ 、 $w(\text{Ag}) = 0.11 \text{ } \mu\text{g/g}$ 、 $w(\text{As}) = 114 \text{ } \mu\text{g/g}$ 、 $w(\text{Sb}) = 35.4 \text{ } \mu\text{g/g}$ 、 $w(\text{Hg}) = 11 \text{ } \mu\text{g/g}$ 、 $w(\text{W}) = 4.72 \text{ } \mu\text{g/g}$ 。各元素异常浓度分带分别为Au、

Sb、Hg为级, W、As为级, Cu、Zn、Ag为级。异常区Cu、Zn、As、Sb、Hg、W异常吻合较好(图3)。

2001年进行了钻探验证,该区为一斑岩型铜(钼)矿床。

5.2 阿拉善青山地区

阿拉善青山地区孔雀石化在张性裂隙中非常发育,常常为绿色粉末状 $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ 和油漆状 $[\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 共存。笔者在阿拉善青山地区施工浅井,在一张性破碎带内,风钻吹出了大量绿色尘土,其成分主要为粉末状孔雀石,属类型孔雀石化。

笔者于2003年和2004年在阿拉善青山地区进行了1:20000水系(土壤)测量。分析了12种元素,即Cu、Zn、Au、Ni、Ag、As、Sb、Hg、Pb、W、Mo、Bi等。

青山地区铜异常分布零乱、异常元素浓集中心分散、铜元素异常与其他元素异常套合不好等特点(图4)。

该区铜异常的另一特点是,铜异常面积大,铜浓度分带均为二级以上,最高强度为 $w(\text{Cu}) = 0.5\%$;区内主要出露下泥盆统雀儿山群的安山玄武岩、安山岩、安山质角砾凝灰熔岩、英安质及砂质凝灰岩。

图5为青山地区土壤测量结果聚类分析谱系图,Cu、Zn、Ni、Ag为一个矿化因子,显示出Cu来源于安山质火山岩的特征。

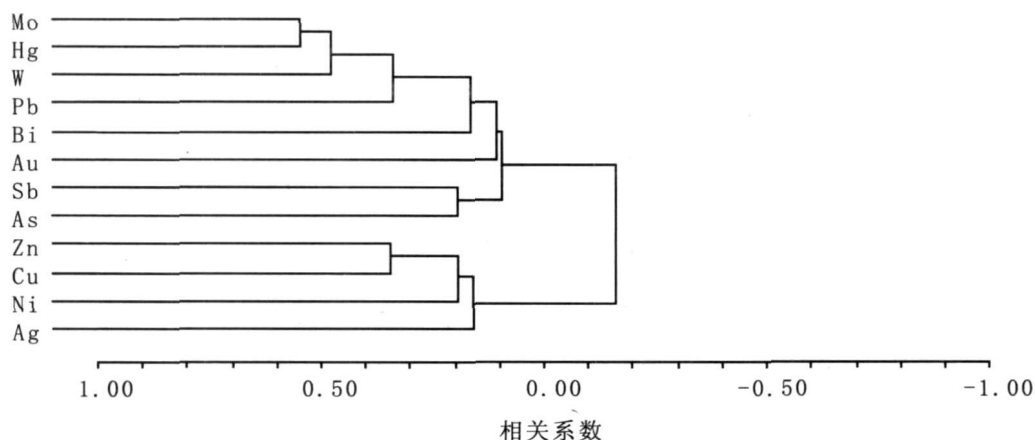


图5 青山北带土壤测量聚类分析谱系图

Fig.5 Cluster analysis map for taxonomic study by the soil survey in the Qingshan area

综上所述, 结合基岩光谱分析和地质化探资料套合研究成果, 铜异常与泥盆系雀儿山群中基性火山岩有关, 且受构造破碎带控制明显, 铜异常主要由孔雀石化引起。

5.3 阿拉善地区孔雀石化成因探讨

阿拉善地区除巴丹吉林沙漠外, 其东部地区仍是大小沙丘星罗棋布, 西部则为广袤的戈壁石地。这里夏季高温酷暑和干旱少雨的自然环境, 形成了独特的地下水溶液循环系统。在这样的自然环境中, 如果区内为 Cu 的高背景区 (如基性火山岩分布区), 由于高盐度地下水中溶解了部分 Cu^{2+} 、 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ 等离子, 在蒸发量大大高于补给量的碱性环境中, 水溶液中 pH 值逐渐增高, 这些高盐度地下水沿构造裂隙移动, 在地表或近地表处, 由于水分的大量蒸发, 沉淀作用加速, 在岩石的裂隙面上形成了孔雀石 $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ 或硅孔雀石 $[\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 化。以黄铜矿的氧化为例。

黄铜矿 $\rightarrow$ 胆矾 $\rightarrow$ 翠绿磷铜矿 $\rightarrow$ 孔雀石 $\rightarrow$ 硅孔雀石

$\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow$

$\text{Cu}_5(\text{OH})_4[\text{PO}_4]_2 \rightarrow \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

—— 中性-弱碱性介质 —— 弱碱性介质 ——

6 结论

(1) 类孔雀石化与金属 (铜) 硫化物矿化关系密切, 其化探异常往往是多元素组成的综合异常, 各元素浓集中心明显、相互套合较好。是寻找铜多金属矿产的直接依据。与铜多金属矿体有空间上的必然联系。

(2) 类孔雀石化与含铜中酸性火山岩或中基性火山岩有关, 却更与当地独特的自然地理、气候环境有关, 此类异常不是寻找铜多金属矿产的直接依据。与铜多金属矿体无空间上的必然联系。

(3) 正确区分和鉴别、两类异常, 对于正确指导找矿具有十分重要的理论意义和实践意义。

参考文献 (References):

郑孟林, 李明杰, 曹春潮, 等. 北山—阿拉善地区白垩纪、侏

- 罗纪盆地叠合特征 [J]. 大地构造与成矿, 2003, 27 (4): 384-388.
- 李明杰, 郑孟林, 曹春潮, 等. 北山—阿拉善地区侏罗—白垩纪盆地的叠合演化 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25 (1): 54-57.
- 郑翻身, 徐国权, 冯贞. 内蒙古中部地区绿岩型金矿地质特征及成矿远景预测 [J]. 地质学报, 2005, 79 (2): 232-247.
- 吴泰然, 何国琦. 内蒙古阿拉善地块北缘的构造单元划分及各单元的基本特征 [J]. 地质学报, 1992, 67 (1): 97-108.
- 周良仁. 阿拉善陆块中的北大山裂谷带 [J]. 西北地质, 1996, 17 (4): 1-11.
- 徐国权, 李建伏, 张履桥. 内蒙古铜矿找矿方向探讨 [J]. 内蒙古地质, 2002, (2): 11-13.
- 刘志勇, 张开诚, 宋忠宝, 等. 火火山地区铜矿床特征及成因研究 [J]. 西北地质, 2006, 39 (4): 24-31.
- 葛昌宝, 张振法, 冯贞, 等. 阿拉善地区找矿新进展——珠斯楞海尔罕铜多金属矿 [J]. 内蒙古地质, 2002, 103 (2): 14-18.
- 吕蓉, 郝俊峰, 王彦鹏, 等. 内蒙古北山东段珠斯楞铜金矿床的基本特征 [J]. 华南地质与矿产, 2004, (3): 13-19.
- 南京大学地质系岩矿教研室. 结晶学与矿物学 [M]. 北京: 地质出版社, 1978.
- ZHENG Menglin, LI Mingjie, CAO Chunchao, et al. Superposed characteristics of Cretaceous and Jurassic basins in Beishan-Alxa area [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2003, 27 (4): 384-388.
- LI Mingjie, ZHENG Menglin, CAO Chunchao, et al. Evolution of superposed Jurassic and Cretaceous basins in Beishan-Alxa area [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25 (1): 54-57.
- ZHENG Fanshen, XU Guoquan, FENG Zhen. Geological characteristics and prospective value of green stone type gold deposits of central part of Inner Mongolia autonomous area [J]. Acta Geologica Sinica, 2005, 79 (2): 232-247.
- WU Tairan, HE Guoqi. Tectonic units and their fundamental Characteristics on the northern margin of the Alxa block [J]. Acta Geologica Sinica, 1993, 67 (1): 97-108.
- ZHOU Liangren. Beidashan rift zone in Alxa block [J]. Northwestern Geology, 1996, 17 (4): 1-11.
- XU Guoquan, LI Jianfu, ZHANG Lvqiao. Discussion about direction for prospecting ore on copper deposits in Inner

Mongolia [J]. Geology of Inner Mongolia, 2002, (2): 11-13.

LIU Zhiyong, ZHANG Kaicheng, SONG Zhongbao, et al. Genesis and characteristics of copper deposits in Fenghuoshan mountains [J]. Northwestern Geology. 2006, 39 (4): 24-31.

GE Changbao, ZHANG Zhenfa, FENG Zhen, et al. New development on ore prospecting of Alashan Area, Inner Mongolia-Zhuslenghaierhan copper, polymetallic ore

[J]. Geology of Inner Mongolia, 2002, 103(2): 14-18.

LV Rong, HAO Junfeng, WANG Yanpeng, et al. Characteristics of Zhusileng Cu-Au deposit in eastern Beishan orogenic belt, Inner Mongolia [J]. Geology and Mineral Resources of South China, 2004, 3: 13-19.

Rock and mineral department of geology, Nanjing University. Crystallography and Mineralogy [M]. Geological Publishing House, Beijing, 1978.

Initial Mechanism Analysis of the Malachite Mineralization in the Alxa Area, Inner Mongolia

MA Run¹, YANG Peng², ZHANG Li-ping¹, CHU Li-guo³,
SONG Jun-feng³, LIU Ai-wang¹

(1. *Technology Dept of Management Office on Geological Exploration in Inner Mongolia, Hohhot 010020, China*; 2. *Inner Mongolia Meteorological Bureau, Hohhot 010020, China*;
3. *Institute of Geological Survey of Inner Mongolia, Hohhot 010020, China*)

Abstract: There are two genetic types of the malachite mineralization in Alxa area, one kind of the malachite mineralization is due to oxidation of the Cu-mineralization, which is a favorable criteria for ore prospecting. The other kind of the malachite mineralization is due to the particular climatic condition of Alxa area, which is not a criteria for mineral prospecting. To distinguish and identify the two genetic types of the malachite mineralization is important for correct mineral prospecting, both theoretically and practically.

Key words: Alxa; malachite mineralization; genesis