

地球化学块体与大型矿集区的关系 ——以东天山为例

王学求^{1,2}, 申伍军², 张必敏^{1,2}, 聂兰仕^{1,2}, 迟清华^{1,2}, 徐善法^{1,2}

1. 中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000
2. 中国地质科学院 应用地球化学重点开放实验室, 河北 廊坊 065000

Wang Xueqiu^{1,2}, Shen Wujun², Zhang Bimin^{1,2}, Nie Lanshi^{1,2}, Chi Qinghua^{1,2}, Xu Shanfa^{1,2}

1. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Langfang 065000, China
2. Key Laboratory for Applied Geochemistry, Chinese Academy of Geological Sciences, Langfang 065000, China

Wang Xueqiu, Shen Wujun, Zhang Bimin, et al Relationship of geochemical blocks and ore districts: examples from Eastern Tianshan metallogenic belt, Xinjiang, China *Earth Science Frontiers*, 2007, 14(5): 116-123

Abstract: Eighteen geochemical blocks have been delineated by a wide-spaced deep-penetrating geochemical survey in area of 150 000 km² in the Eastern Tianshan metallogenic belts, Xinjiang, China. The area has 5 Cu-Pb-Zn-Ag, 3 Cu, 1 Cu-Ni, 4 Au, 3 U, 1 Pt-Pd, and 1 W geochemical anomalies or blocks. Our results indicate that six geochemical blocks match the clusters of known large ore deposits clusters or districts. Newly discovered 11 blocks may have potential for copper, gold, uranium and tungsten ore deposits. The geochemical blocks with high metal concentrations are favorable for the formation of ore deposit cluster. Some geochemical blocks have no ore clusters yet. New deposits have recently been discovered in 3 of the 11 newly delineated geochemical anomalies(blocks). They may have potential for future discovery of ore deposits. Ore-forming processes commonly affect large areas of the earth crust, resulting in large scale of geochemical anomalies. These large-scale geochemical anomalies can only be delineated by geochemical survey in large area, or promising ore districts might even not be noticed if geochemical mapping was carried out in a small area.

Key words: geochemical block; ore district; Eastern Tianshan; Cu, Au, U ore deposits

摘要: 通过在东天山 15 万 km² 的战略性地穿透地球化学调查共圈出大于 1 000 km² 以上的地球化学块体 18 处, 其中铜-铅-锌-银地球化学块体 5 处, 铜地球化学块体 3 处, 铜-镍地球化学块体 1 处, 金的地球化学块体 4 处, 铀的地球化学块体 3 处, 铂-钨地球化学块体 1 处, 钨地球化学块体 1 处。有 6 处地球化学块体与已知矿集区相对应, 新圈定的地球化学块体 12 处, 其中有 3 处发现了新的矿床。根据这些块体与矿集区的对比得出如下结论: 所有的已知矿集区都位于地球化学块体的范围之内, 地球化学块体为矿集区的形成提供了丰富的物质基础; 有矿集区的存在不一定有地球化学块体的存在, 但反过来有地球化学块体的存在不一定有矿集区的存在, 地球化学块体是客观存在的, 而矿集区是已经发现了系列矿床并勘探到一定程度才能称作矿集区, 因此, 地球化学块体内可能会存在潜在的矿集区, 这为利用地球化学块体预测新的矿集区提供了依据。

关键词: 地球化学块体; 矿集区; 东天山; 铜、金、铀矿

收稿日期: 2007-05-08; 修回日期: 2007-05-30

基金项目: 国家科技攻关计划项目(2003BA612A03); 国家重点基础研究发展计划“973”项目(2007CB411406)

作者简介: 王学求(1963—), 男, 教授级高级工程师, 从事勘查地球化学研究。

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1005-2321(2007)05-0116-08

多年来, 地球化学家一直努力研究地球化学省与成矿省的关系^[1-3], 但因为缺少系统的地球化学数据, 一直没有清晰地建立起地球化学省与成矿省的关系。近些年, 在一些国家或区域积累了大面积高质量的地球化学数据, 并制作出地球化学图, 与此同时, 在世界范围内寻找大型矿床潮流的推动下, 再次掀起对地球化学省与成矿省研究的热潮^[4-7]。

地球化学省被定义为相对较大范围的一套岩石, 这套岩石具有明显不同背景的化学组分, 特别是这样的省是应该用一种以上的岩石类型来代表, 这个省的位置及其范围可以提供具有相当经济意义的初始勘查靶区^[8]。

成矿省被定义为“一个大区域内某种类型矿床或某几种类型矿床的不寻常聚集”^[9]。没有人给出成矿省的规模到底有多大, 但从文献中给出的成矿省的例子, 如智利铜成矿省、中国南岭钨锡成矿省, 可以看出成矿省是很大的, 仅次于成矿域的规模。

本文所做的东天山研究区, 整个东天山只能算作 1 个成矿带或最多算作成矿省。因此, 我们研究地球化学异常与矿的关系时, 只能评价比成矿省小一级的成矿单元, 也就是现在很多学者提出的“矿集区”^[10-12], 矿集区规模比成矿带小一些, 比矿田又大一些, 相当于 Laznicka 提出的“ore district”^[13]。Laznicka (1983) 将成矿规模从小到大分为: 矿体 (orebody) — 矿床 (ore deposit) — 矿床组 (簇) (group (cluster) of ore deposits) — 矿田 (ore field) — 矿区 (ore district) — 成矿带 (mineralization belt) — 成矿省 (province)^[13]。

矿集区是由一系列矿床的密集分布所构成的。它的前提是这些矿床已经被我们发现了, 如果我们尚未发现这些矿床或只发现了其中的一小部分, 这一地区尚不是大型矿集区。我们用什么手段来预测新的大型矿集区或潜在的大型矿集区应具有什么样的标志呢?

Doe (1991) 提出地球化学块体 (geochemical block) 的概念, 将其解释为“具有某种或某些元素高含量的大岩块, 能够为矿床的形成提供物质源”^[14]。但他并没有说明如何圈定这种块体。谢学锦院士提出利用区域化探扫面数据圈定地球化学块体, 并将地球化学块体定义为面积大于 1 000 km² 以上的地球化学异常^[15-16]。地球化学块体的特征是在

平面上表现为具有一系列套合的地球化学异常结构 (从局部异常直到地球化学省甚至地球化学域), 在垂向上具有一定的深度, 也就是说具有较大规模立体异常的地壳物质体, 面积几百到几千 km²^[17]。能够为矿床的形成提供物质源, 实际上是由一系列大小不等的矿床密集分布在四周所形成的异常。地球化学块体与矿集区存在更为密切的对应关系。

大型矿集区是由巨量成矿物质供应和聚集所形成的, 因此大型矿集区周围应存在成矿元素巨量富集的地球化学块体。这些巨大的地球化学块体可以使用战略性低密度地球化学方法去发现^[18-20]。

笔者以战略性超低密度深穿透地球化学调查在东天山 (包括北山部分地区) 总面积约 15 万 km² 所圈定的地球化学块体为例, 研究了这些地球化学块体与大型矿集区的关系, 并对东天山潜在的大型矿集区作了预测。

1 地球化学块体的圈定方法

研究区位于南疆东部和甘肃西部, 地理坐标: 东经 89°00′ ~ 96°30′; 北纬 41°00′ ~ 43°20′, 总面积约 15 万 km² (图 1)。

这一工作主要是圈定大规模地球化学块体, 因此使用的是超低密度采样方法, 大约平均为 1 个样/100 km²。野外实际采样以 GPS 进行定位。为了采样的方便和获得对大面积的代表性和不受地表风成沙干扰, 样品采自 20~ 40 cm 深度的弱胶结层, 粒度小于 120 目粒级^[21]。采样质量为 500~ 1 000 g 左右。

样品送实验室磨至 200 目, 使用等离子质谱 (ICP-MS)、等离子光谱法 (ICP-OES)、石墨炉原子吸收 (GF-AAS)、原子荧光法 (AFS) 和化学光谱法 (CP-AES) 分析了 Cu、Au、U、Pt、Pd 等 33 个元素。

采用 MAPGIS 系统空间分析模块中网格化数字模型绘制等值线的方法。采取 $X \pm 2s$ 以外的数据进行离群值的反复剔除, 直至无离群值出现, 并选用剔除离群值后的算术平均值 (X_a) 作为背景值 (C_b)。大部分元素以背景值加 2 倍离差 ($C_b + 2s$) 作为异常下限 (C_q)。将面积大于 1 000 km² 以上的地球化学块体圈定出来, 用于大型矿集区评价 (表 1)。



Fig. 1 Tectonic sketch map of the Eastern Tianshan, Xinjiang, China

—准噶尔—北山褶皱系：₁ 准噶尔优地槽褶皱带；₂ 哈尔力克复背斜；₃ 吐哈山间拗陷；₄ 觉洛塔格复背斜。—塔里木地台：₁ 天山南脉地槽褶皱带；₂ 库鲁克塔格—星星峡断垄；₃ 北山褶皱带。 F_1 喀拉麦里压扭性断裂带； F_2 吐哈盆地北缘深断裂带； F_3 吐哈盆地南缘深断裂带； F_4 康古尔塔格—黄山深断裂带； F_5 阿其库都克—沙泉子超岩石圈断裂； F_6 星星峡深断裂； F_7 红柳河断裂； F_8 花生山断裂； F_9 库勒勒断裂

表1 某些关键成矿元素含量背景值和

地球化学块体异常下限

Table 1 Background values and anomalous

threshold of mineralization elements

元素	背景值	标准离差	地球化学块体的异常下限
Ag	50.5	11.8	74
Au	1.20	0.3	2.0
Cu	17.5	3.5	25
Mo	0.95	0.2	1.5
Ni	15.5	3.9	24
Pb	15.6	2.7	24
Pd	0.42	0.15	0.7
Pt	0.44	0.11	0.7
U	1.98	0.4	2.8
W	0.90	0.15	1.5
Zn	45.6	8.3	79

含量单位: Ag、Au、Pd、Pt 为 ng/g; 其他为 $\mu\text{g/g}$ 。

根据上述地球化学块体的空间分布,以主成矿元素地球化学异常的分布范围和形状为主,结合伴生元素的分布范围,全区共圈出大于 $1\,000\text{ km}^2$ 以上的综合地球化学块体 18 处,其中铜-铅-锌-银地球化学块体 5 处,铜地球化学块体 3 处,铜-镍地球化学块体 1 处,金的地球化学块体 4 处,铀的地球化学块体 3 处,铂-钯地球化学块体 1 处,钨地球化学块体 1 处(图 2)。

2 东天山地球化学块体与大型矿集区

2.1 金的地球化学块体与金的大型矿集区

金的地球化学块体共有 4 处, 其中 3 处都含有已知大型矿集区(图 2)。分别描述如下。

(1) 石英滩—康古尔金地球化学块体与金大型矿集区: 金地球化学块体分布于从石英滩至康古尔一带, 面积达 $4\,574\text{ km}^2$ 。金异常浓集中心集中于石英滩、康古尔、马头滩和阿齐山北 4 处。异常最大值为 113.8 ng/g , 平均值为 6.70 ng/g , 变异系数为 2.58, 富集系数为 6.25。伴有 As、Sb、W、Mo、U 等元素的区域异常。

该地球化学块体位于康古尔塔格—黄山断裂和阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂之间,中间为康古尔韧性剪切带,构造、岩浆发育,主要出露有石炭系火山岩和华力西期花岗岩。该区金矿床的主要类型为与脆韧性剪切带有关的蚀变岩型金矿(如康古尔金矿)和浅成热液石英脉型金矿(如石英滩金矿),矿床规模较大、分布范围较广,构成该区典型大型矿集区。康古尔金矿赋存于石炭系霏细斑岩、石英钠长斑岩、安山玢岩、英安斑岩、闪长玢岩和凝灰

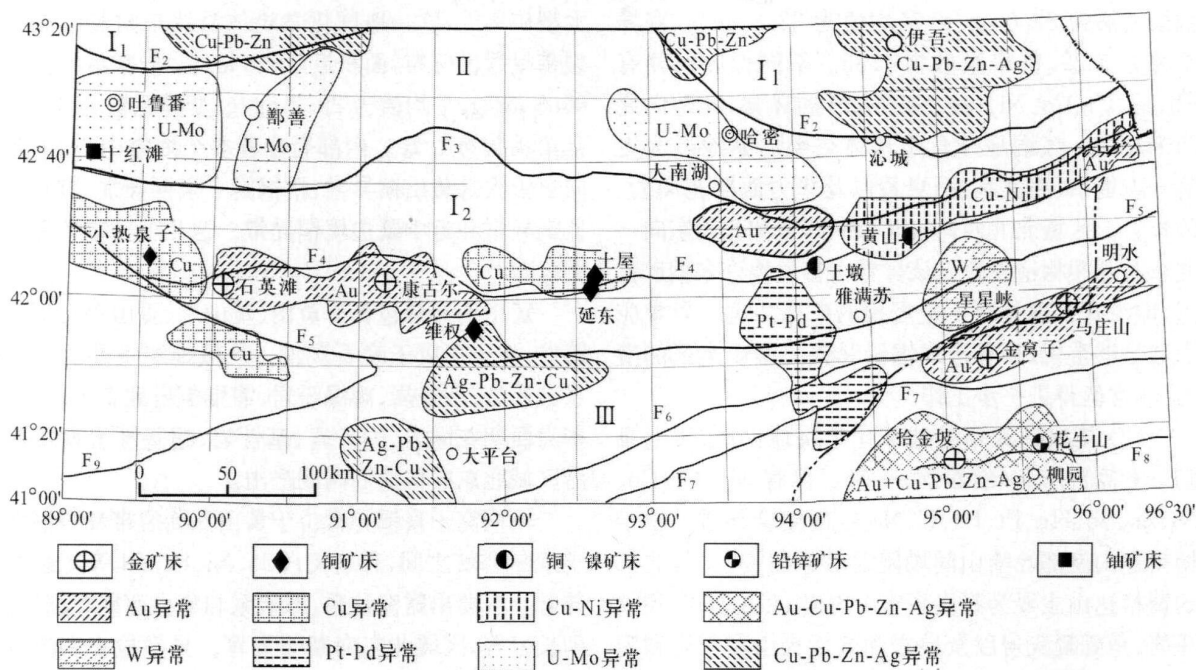


图2 东天山地球化学块体的分布

Fig 2 Distribution of geochemical blocks in Eastern Tianshan, Xinjiang, China

岩之中,矿体的分布受脆韧性脆性剪切带控制。石英滩金矿为浅成热液石英脉型,构造环境为区域韧性剪切带旁侧的引张区,矿脉产状受古火山机构控制,产于石炭系火山岩和火山角砾岩。

尽管异常区内已发现了石英滩金矿和康古尔金矿,但异常一直断续向东延伸进入第三系砂岩覆盖区,异常应值得充分重视。

(2) 金窝子—马庄山金地球化学块体与金大型矿集区:位于甘肃境内,异常呈北东西向展布,面积约2 714 km²,异常最大值为185.1 ng/g,平均值为9.22 ng/g,变异系数为3.68,富集系数为7.7,异常组合主要为Hg、As、Sb、Mo、Pb、Th、W。区域上出露有二叠系砂岩、页岩和花岗岩以及北东向的石英脉,东西向北东向断裂构造发育。内含三处明显区域异常浓集中心,分别位于金窝子、马庄山和火石山,内含金窝子大型金矿和马庄山大型金矿,构成大型矿集区。该地球化学块体是已知大型矿集区的反映,但从金窝子向东到马庄山之间的戈壁覆盖区应值得充分注意。

(3) 拾金坡—新金厂—花牛山金地球化学块体与金大型矿集区:拾金坡—新金厂—花牛山一带圈出金地球化学异常面积3 257 km²,异常最大值为306.5 ng/g,平均值为15.8 ng/g,变异系数为3.69,富集系数为13.21,异常南部尚未封闭。伴有

Cu、Pb、Zn、Ag、As、Sb、Hg、W、Mo、U异常。这是一个已知的金矿大型矿集区,已发现大中型金矿若干处,如新金厂、拾金坡、金沟井等。

(4) 大南湖—烟墩金地球化学块体与金大型矿集区远景预测区:位于大南湖以南,吐哈坳陷南缘大断裂带上,呈近东西向展布,面积2 904 km²,异常最大值为12.2 ng/g,平均值为3.50 ng/g,变异系数为0.79,富集系数为2.92,套合着2个金区域异常。异常周围出露有泥盆系安山玢岩、凝灰岩、火山角砾岩和砂岩、泥岩,石炭系砂岩、页岩、硅质岩,二叠系砂岩、泥岩、玄武玢岩和华力西期花岗岩。异常检查在浓集中心处发现19 g/t金矿化,这一块体内虽然在大南湖发现一些零星的金矿化,但远没有达到大型矿集区程度,该地球化学块体非常具有形成大型矿集区的潜力。

2.2 铜、铜-铅-锌-银、铜-镍地球化学块体与大型矿集区

铜-铅-锌-银地球化学块体6处,铜地球化学块体2处,铜-镍地球化学块体1处。位于吐哈盆地北缘(图2)。

(1) 哈尔力克(伊吾—沁城)铜铅锌地球化学块体:这一铜的地球化学异常位于哈尔力克复背斜的两侧,分布于沁城—伊吾—下马崖一带,地球化学块体面积达6 000多km²,相当于地球化学省的规模。

铜最大值为 $62.0 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $32.3 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.29, 富集系数为 1.85。不同程度的伴有 Pb、Zn、Cr、Co、Ni、Hg、Sb、MgO 的异常, 异常向北尚未封闭。该铜地球化学块体主要出露地层为奥陶—志留系、泥盆系、石炭系以及华力西期花岗岩、闪长岩。区域北北西向—北西向断裂和北北东向—北东向断裂构造发育。该异常内曾发现许多铜矿化点, 但没有发现具有一定规模的矿床。这一异常应引起足够重视, 具有形成铜铅锌银大型矿集区的潜力, 非常值得进一步工作。

(2) 博格达铜铅锌地球化学块体: 分布于七泉湖—七克台东北(红旗坎)一带。伴有 Mo、Cr、Co、Ni、Zn、Sb、Hg、Pt、Pd、U、 Na_2O 的组合异常。位于博格达山南部吐哈山间拗陷北缘断裂带上, 其北部的博格达山主要为石炭系安山玢岩、玄武玢岩、英安斑岩、角砾凝灰岩以及砂岩和酸性火山凝灰岩和闪长玢岩、辉绿辉长岩, 南部为第三系砂岩、砾岩、泥岩和第四系冲积物所覆盖, 并发育有东西向—北东向断裂构造。铜地球化学块体内的异常呈南北向扇形展布, 可能与冲积扇所携带的具高背景的石炭系地层密切相关; 而活动态异常呈东西向沿吐哈山间拗陷北缘断裂分布, 因此也不排除山前冲积物覆盖区下方存在异常源的可能性, 值得进一步工作。

(3) 哈密北铜铅锌地球化学块体: 位于吐哈山间拗陷北缘断裂带的两侧, 异常最大值为 $50.6 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $27.3 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.24, 富集系数为 1.56, 面积 4595 km^2 , 内部套合着三道岭东北铜区域异常和哈密西北铜区域异常。伴有许多元素, 如 Au、Ag、Pb、Zn、Pd、Cr、Co、As、Sb、Hg 的组合异常。主异常位于山前拗陷第四系覆盖区, 吐哈山间拗陷北缘断裂带上。发育有红层和煤系地层, 具有形成砂岩型铜矿的有利氧化还原条件, 因此异常下部是否存在隐伏砂岩型铜矿需要进一步研究。

(4) 土屋—延东铜地球化学块体与土屋铜大型矿集区: 这一地球化学块体位于康古尔塔格—黄山深断裂带以北的觉洛塔格复背斜上。面积 3288 km^2 。内有几处浓集中心, 其中大型土屋铜矿位于东部浓集中心之中。该异常周围伴有 Ag、Au、Sb、Hg、Ni、Pd、U 的异常。

这一地球化学块体虽然已经发现包括土屋、延东、灵龙等大型铜矿, 但这些大型铜矿构成的矿集区都位于块体的东部, 向西还值得进一步工作。

(5) 黄山—中蒙边界铜镍地球化学块体与铜镍

大型矿集区: 这一地球化学块体沿北东向黄山深断裂带呈线性分布, 面积近 5000 km^2 。异常最大值为 $66.8 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $29.7 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.40, 富集系数为 1.70。内部套合着多个浓集中心, 由西向东依次是黄山铜异常、梧桐窝子泉铜异常、镜儿泉北铜异常和近中蒙边境铜异常。这几个异常呈等间距分布。

黄山铜异常包含有黄山、黄山东、香山等大型铜镍矿, 矿床形成于晚石炭世。区域地层主要为石炭系硅质岩、细碧岩、辉绿玢岩、霏细斑岩和安山玢岩, 华力西期花岗岩、闪长岩、基性岩、超基性岩发育并沿区域北东向构造的两侧产出。

梧桐窝子泉铜异常位于黄山深断裂带和梧桐窝子泉断裂带之间, 伴有 Cr、Co、Ni、Pt、Pd 等元素的异常。主要出露泥盆系、石炭系和华力西期花岗岩、闪长岩等, 区域北东向断裂发育。异常检查在梧桐窝子泉南部发现一处铜矿化带, 经初步分析, 铜含量已达工业品位, Zn、Co、Cr、Ni 的含量也较高, 意味着深部镁铁—超镁铁岩体的存在, 因此该区深部仍有发现镁铁—超镁铁岩型铜镍矿床的可能性。

镜儿泉北(葫芦)铜异常位于黄山深断裂带和梧桐窝子泉断裂带之间。伴有 Cr、Co、Ni、Pt、Pd 等元素的异常。主要出露泥盆系、石炭系和华力西期花岗岩、闪长岩以及基性岩、超基性岩, 区域北东向断裂发育。已知葫芦铜矿就位于该异常北部。

近中蒙边境铜异常面积 628 km^2 。伴有 Cr、Co、Ni、Pt、Pd 等元素的异常。主要出露泥盆系、石炭系和华力西期花岗岩、闪长岩以及基性岩、超基性岩, 区域北东向断裂发育。

(6) 裤子山—维权铜—银—铅—锌地球化学块体与铜矿集区远景区: 位于土屋铜矿南部阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带的南侧, 塔里木地台和准噶尔—北天山褶皱系的接合部位, 主要呈北东向展布, 异常最大值为 $31.6 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $24.0 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.13, 富集系数为 1.37, 面积 2050 km^2 , 伴有 Ag、Pb、Zn、Cr、Co、Ni、W 等元素的异常。

地球化学块体分布于塔里木板块与准噶尔板块碰撞对接缝合带南侧, 即塔里木板块最北缘的石炭纪弧后盆地中, 向北距板块边缘断裂——雅满苏深大断裂约 3 km 。区域地层为元古宙黑云斜长片麻岩、黑云石英片岩、白云大理岩, 石炭系凝灰岩、火山角砾岩、霏细岩、玄武岩、凝灰砂岩等。岩体呈多期、多阶段侵入, 主要有华力西早、中、晚期花岗岩、花岗

闪长岩、闪长岩、辉长岩, 华力西早期斜方辉橄岩和纯橄岩多在构造线附近产出。石英斑岩、闪长玢岩以及北东向和北西向石英脉和酸性岩脉、中性岩脉、基性岩脉也甚为发育。混合岩化、绿泥石化、硅化、夕卡岩化、角闪岩化强烈, 区域构造发育。

新发现的维权夕卡岩型银(铜)矿位于该异常西北部。在该区寻找夕卡岩型、斑岩型以及镁铁-超镁铁型铜矿的找矿工作应引起重视。

(7) 小热泉子铜地球化学块体: 小热泉子异常最大值为 $49.8 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $25.0 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.24 , 富集系数为 1.43 , 面积 $3\,044 \text{ km}^2$, 伴有 Ag、Pb、Zn、Cr、Co、Ni 等元素的异常。小热泉子铜矿位于铜地球化学异常带西部, 其中产有火山岩型铜矿床——小热泉子铜矿, 属于火山喷流-热液沉积型。在大地构造上属于大南湖晚古生代岛弧带的西段。

(8) 大平台银铅锌地球化学块体: 地处塔里木地台北缘库鲁克塔格—星星峡断隆的西部, 异常主体呈北西向展布, 向南尚未封闭。位于两条北东向断裂之间, 银异常面积达 $2\,693 \text{ km}^2$, 异常最大值为 588 ng/g , 平均值为 132 ng/g , 变异系数为 0.94 , 富集系数为 2.59 ; 铅异常最大值为 $583 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $112.8 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 2.04 , 富集系数为 7.05 , 面积为 690 km^2 ; 锌异常最大值为 $948 \mu\text{g/g}$, 平均值 $190 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 1.76 , 富集系数为 4.13 , 面积为 781 km^2 。浓集中心明显, 不同程度地伴有 W、Hg、Ba、Pt、Au、Cu、Cr、Ni、Co、U、Sb 的异常。该地球化学省似为北东向异常和北西向异常的叠合, 且在北东向上, 异常呈串珠状分布在陷车泉断裂周围。区域上出露地层为长城系花岗岩混合片麻岩、黑云斜长片麻岩、角闪片岩、石英片岩, 华力西期钾长花岗岩和片麻状闪长岩产出。

(9) 柳园—花牛山金铜铅锌地球化学块体: 这一地球化学块体位于甘肃境内花牛山断裂带的周边, 是 Au、Cu、Pb、Zn、Ag 并重的多元素组合, 但 Au 浓集中心偏西南部, Cu、Pb、Zn、Ag 浓集中心偏东部。

Cu、Pb、Zn、Ag 异常分布于柳园—花牛山一大泉一带, 异常向南并未封闭。铜异常最大值为 $101.2 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $39.4 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.53 , 富集系数为 2.25 , 面积 $1\,581 \text{ km}^2$ 。铅异常面积最大, 面积 $4\,148 \text{ km}^2$, 最大值为 $1\,838 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $99.5 \mu\text{g/g}$, 富集系数为 6.22 ; 银异常面积次之, 面积 $2\,132 \text{ km}^2$, 最大值为 $1\,711 \text{ ng/g}$, 平均值为

223 ng/g , 富集系数为 4.37 ; 锌异常面积 987 km^2 , 最大值为 $263 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $144 \mu\text{g/g}$, 富集系数为 3.13 。在区域上主要出露奥陶系千枚岩、板岩、变砂岩、斜长角闪岩、安山岩、英安岩、玄武岩等, 奥陶—志留系斜长片麻岩、角闪片岩, 石炭系砂岩、英安质凝灰岩、安山质凝灰岩, 二叠系砂岩、凝灰质砂岩、英安质凝灰岩、安山质凝灰岩和花岗岩、石英闪长岩、辉长岩等, 北东向构造发育。辉铜山中温夕卡岩型铜矿和花牛山中型铅锌矿位于异常东部中心部位。

2.3 铀的地球化学块体与铀的大型矿集区

铀的地球化学块体分布于吐哈盆地之中, 由两组地球化学块体构成, 一组位于吐鲁番盆地周边, 另一组位于哈密盆地。

(1) 吐鲁番铀地球化学块体与铀大型矿集区: 这一地球化学块体环绕吐鲁番盆地最低处艾丁湖周围分布, 包括北部的七泉湖、艾丁湖西南部和鄯善县东南 3 个地球化学异常。艾丁湖铀地球化学异常: 位于吐鲁番盆地艾丁湖西南缘, 基本沿河流流域分布, 异常呈近东西向展布, 最大值为 $6.59 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $3.90 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.32 , 富集系数为 1.95 , 面积 $1\,194 \text{ km}^2$ 。区域地层主要为第四系洪积砂质粘土。核工业总公司正在勘探的红十滩地浸型砂岩铀矿就位于这一异常内, 已探明储量超过 $10\,000 \text{ t}$, 这是已知的大型砂岩型铀矿集区引起的地球化学块体。七泉湖铀地球化学异常: 位于博格达山南麓七泉湖—连木沁一带, 异常呈北西向展布, 最大值为 $7.44 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $3.50 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.33 , 富集系数为 1.75 , 面积 $2\,685 \text{ km}^2$ 。区域地层主要为第三系砂岩、泥岩, 第四系洪积砂土。

鄯善县南沙山的东南部地球化学异常: 这一异常位于鄯善县南沙山的东南部边缘, 一直向北东方向延伸至七克台东北方向。铁锰氧化物膜提取铀异常面积达 $2\,700$ 多 km^2 的地球化学省, 内有 3 处浓集中心。铀异常最大值为 $8.24 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $4.30 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.50 , 富集系数为 2.15 。区域地层主要为第三系砂岩、泥岩, 第四系风积洪积砂土。这一异常应引起高度重视。

(2) 哈密—骆驼圈子地球化学块体与铀大型矿集区远景预测: 位于 312 国道以南哈密盆地中, 地处吐哈盆地南缘断裂带和北缘断裂带之间, 异常呈北西向展布。最大值为 $12.84 \mu\text{g/g}$, 平均值为 $4.42 \mu\text{g/g}$, 变异系数为 0.57 , 富集系数为 2.21 , 面积

3 340 km², 并伴有钼的地球化学块体; 若以 3.56 μg/g 圈定, 还可圈出 3 个区域异常。铀主要富集于第四系含腐殖质粘砂土的淤泥以及土黄色亚砂土、粘砂土中, 其物质来源可能是北部哈尔力克山大面积分布的花岗岩, 因受长期剥蚀作用和化学风化作用随河流而运移至盆地中, 含煤系地层的存在提供了有利的还原地球化学障, 使得处于氧化状态迁移的铀得以聚集。这一块体核工业部门正在勘探, 在大南湖附近已经获得初步发现, 但远没有形成大型矿集区规模, 所以这一地球化学块体内极具寻找大型地浸型砂岩铀矿找矿前景。

2.4 雅满苏—红柳河铂钯地球化学块体

这一异常分布于雅满苏—红柳河—磁海所构成的三角地带。北有沙泉子断裂, 南有红柳河断裂, 星星峡深断裂从中间穿过。内含多个浓集中心。伴有 Au、Ba、Cr、Cu、Hg、Mo、Ni、Pd、U、W 等元素的异常。区域出露地层主要为青白口系硅质灰岩、硅质页岩、白云岩, 寒武系碳质硅质岩、硅质页岩, 志留系石英砂岩、硅质灰岩夹碳质硅质岩, 二叠系砂岩、凝灰质砂岩、英安质凝灰岩、安山质凝灰岩, 第三系砂岩、泥岩, 第四系亚砂土、砂质粘土。侵入岩体为加里东期花岗岩和石英闪长岩、华力西期斑状花岗岩、红色花岗岩、花岗闪长岩等, 北东向断裂发育。这一异常有很多问题值得研究, 有可能存在黑色岩系有关铂钯矿。

3 结论与讨论: 地球化学块体与大型矿集区的关系

通过上面金、铜、铅锌银、铀元素的地球化学块体与已知大型矿集区的对比研究, 可以看出, 已发现的所有矿集区都位于地球化学块体范围内。一些零星矿化点不一定在地球化学块体内。

地球化学块体与大型矿集区不一定是一一对应的: 有大型矿区的存在一定有地球化学块体的存在, 但反过来有地球化学块体的存在不一定有大型矿集区的存在, 因为一方面地球化学块体只是为大型矿集区的形成提供了必要的物质条件, 但并不是充分条件, 如果没有其他地质因素的耦合, 也不能形成大型矿集区; 另一方面地球化学块体是客观存在的, 而大型矿集区是我们发现了或勘探到一定程度才能称作大型矿集区。

地球化学块体不受特定的地质构造和地质时代

所限制, 它可以跨越地质单元和地质时代。进入地壳的元素, 可以在多期次的构造岩浆活动中在特定的部位形成不同成因、不同时代的矿床。

地球化学块体是大型矿集区形成的轨迹: 大型矿集区在形成过程中必然要在周围介质中留下元素迁移、聚集的轨迹, 这种轨迹就是元素的异常。

地球化学块体可以作为潜在大型矿集区的找矿标志。在一个矿产勘查计划实施时, 地球化学块体可以作为大型矿集区的重要标志, 因为矿集区只有在发现了许多矿床之后才可以确定, 而地球化学省在勘查早期就可以将它先圈定出来。

地球化学块体是大型矿集区形成的物质基础: 大型矿集区形成的必要与充分条件是要有巨量的成矿物质的供应与聚集。地球上一些巨大的成矿带很可能都是富含巨量某种金属的地球化学块体, 有了这样巨量的金属供应才有可能在漫长地质时期内, 经过不同规模的各种地质过程, 逐步富集成矿。这种巨量的物质供应源可能是地壳演化过程中不均匀性富含某些金属的块体, 也可能是地幔来源物质, 也可能是来自于天体的加入。

References:

- [1] Hawkes H E, Webb J S. Geochemistry in mineral exploration[M]. New York: Harper & Row, 1962: 415.
- [2] Armour Brown A, Nichol I. Regional geochemical reconnaissance and the location of metallogenic provinces[J]. Econ Geol, 1970, 65: 312-330.
- [3] Beus A A, Grogorian S V. Geochemical exploration methods for mineral deposits[M]. Wilmette, IL: Applied Publishing Ltd, 1977.
- [4] Boviken B, Kullerud G, Loucks R R. Geochemical and metallogenic provinces: a discussion initiated by results from geochemical mapping across northern Fennoscandia[J]. J Geochem Explor, 1990, 39: 49-90.
- [5] Plant J A, Breward N, Simpson P R, et al. Regional geochemistry and the identification of metallogenic provinces: examples from lead-zinc-barium, tin-uranium and gold deposits[J]. J Geochem Explor, 1990, 39: 195-224.
- [6] Xie X J, Yin B C. Geochemical patterns from local to global[J]. J Geochem Explor, 1993, 47: 109-129.
- [7] Remann C, Melezhik V. Metallogenic provinces, geochemical provinces and regional geology—what causes large scale patterns in low density geochemical maps of G-horizon of podzols in Arctic Europe[J]? Applied Geochemistry, 2001, 16: 963-983.
- [8] Rose A W, Hawkes H E, Webb J S. Geochemistry in miner-

- al exploration[M]. 2nd ed. London: Academic Press, 1979.
- [9] Parker S P. Dictionary of Earth Sciences[M]. New York: McGraw-Hill, 1984.
- [10] Wang X Q. Exploration geochemistry for giant ore deposits or world class ore camps[J]. Mineral Deposits, 2000, 19(1): 76-87(in Chinese).
- [11] Li X B. Geodynamics and the formation of giant deposit cluster[J]. Earth Science Frontiers, 1998, 5: 103-108(in Chinese).
- [12] Mao J W, Hua R M, Li X B. A preliminary study of large-scale metallogenesis and large clusters of mineral deposits[J]. Mineral Deposits, 1999, 18(4): 291-299(in Chinese).
- [13] Laznika P. Giant ore deposits[J]. Global Tectonics and Metallogeny, 1983, 2(1/2): 41-63.
- [14] Doe B R. Source rock and the genesis of metallic mineral deposits[J]. Global Tectonics and Metallogeny, 1991, 4(1/2): 13-19.
- [15] Xie X J. Surficial and superimposed geochemical exploration for giant ore deposits[C] // Clark A H. Giant ore deposits. Kingston, Canada: Queen's University Press, 1995: 475-485.
- [16] Xie X J. Geochemical prediction method for giant ore deposits[C] // Xie X J, Shao Y, Wang X Q. Exploration geochemistry into the 21st Century. Beijing: Geological Publishing House, 1999: 61-91(in Chinese).
- [17] Wang X Q, Xie X J. Geochemical exploration for gold—principle and methodology, strategy and tactics[M]. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 2000: 51-52(in Chinese).
- [18] Wang X Q, Liu D W, Cheng Z Z, et al. Wide-spaced geochemical mapping for giant ore deposits in concealed terrains[C] // Xie X J. Proc 30th Int'l Geol Congr, 1997, 19: 127-140.
- [19] Wang X Q. Theoretical consideration and application of geochemical exploration for large and giant ore deposits[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 1998, 22(2): 81-89(in Chinese).
- [20] Wang X Q. A geochemical quantitative assessment model and approaches for large ore deposits[J]. Earth Science Frontiers, 2003, 10(1): 257-261(in Chinese).
- [21] Wang X Q. Wide-spaced geochemical survey and assessment in desert terrain—a case study from the Eastern Tianshan Mountains[J]. Xinjiang Geology, 2001, 19(3): 200-206(in Chinese).

参考文献:

- [10] 王学求. 巨型矿床与大型矿集区勘查地球化学[J]. 矿床地质, 2000, 19(1): 76-87.
- [11] 李晓波. 地球动力学演化与巨型矿集区的形成[J]. 地学前缘, 1998, 5: 103-108.
- [12] 毛景文, 华仁民, 李晓波. 浅议大规模成矿作用与大型矿集区[J]. 矿床地质, 1999, 18(4): 291-299.
- [16] 谢学锦. 巨型矿床的地球化学预测方法[C] // 谢学锦, 邵跃, 王学求. 走向 21 世纪矿产勘查地球化学. 北京: 地质出版社, 1999: 61-91.
- [17] 王学求, 谢学锦. 金的勘查地球化学——理论与方法·战略与战术[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2000: 51-52.
- [19] 王学求. 寻找和识别大型特大型矿床的勘查地球化学理论与应用[J]. 物探与化探, 1998, 22(2): 81-89.
- [20] 王学求. 大型矿床地球化学定量评价模型和方法[J]. 地学前缘, 2003, 10(1): 257-261.
- [21] 王学求. 荒漠戈壁区超低密度地球化学调查与评价——以东天山为例[J]. 新疆地质, 2001, 19(3): 200-206.