

# 地球化学异常再现性与可对比性

王学求 孙宏伟 迟清华 程志中 赵善定

(中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所应用地球化学开放实验室, 河北 廊坊 065000)

**摘要:**不同密度采样是否可以获得稳定的和可追索的地球化学模式是检验采样是否具有代表性, 分析技术是否成熟的重要依据。笔者选择新疆哈密大南湖地区约 6 400 km<sup>2</sup> 面积, 进行了从超低密度(1 个样/100 km<sup>2</sup>), 甚低密度(1 个样/25 km<sup>2</sup>)直到低密度(1 个样/4 km<sup>2</sup>)地球化学采样, 对比了 3 种密度地球化学采样所获得的地球化学数据和异常分布模式。得出如下结论: 超低密度、甚低密度、低密度地球化学调查获得的元素含量平均值和背景值非常接近; 超低密度、甚低密度、低密度调查所圈定的地球化学省在形态上和变化趋势上非常相似, 浓集中心的位置重合, 表明不同调查阶段可获得稳定的和可追索的地球化学模式; 采样密度越大数据离散程度越高, 即最小值更小, 最大值更大, 表明元素分布的局部不均匀性, 正是这种局部的不均匀性才能通过加密采样刻画出地球化学模式的细节变化, 为逐步追踪矿化体奠定了基础; 超低密度和甚低密度采样可以有效圈定矿集区所形成的大规模地球化学异常, 低密度地球化学调查不仅可以圈定矿集区异常, 同时可以圈定分散矿化的小规模局部异常。

**关键词:**地球化学异常; 不同采样密度; 异常再现性; 可对比性

**中图分类号:** P596 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2005)01-0135-06

随着勘查地球化学覆盖的面积越来越大, 勘查地球化学已经从一种用于局部找矿的战术手段, 发展到可以迅速了解全局的战略性方法。特别是近年来在大规模矿产勘查中开始广泛使用从战略到战术、逐步缩小靶区的思想, 即使用超低密度地球化学采样圈定成矿区带或大型矿集区所引起的地球化学省, 再使用低密度采样进一步圈定矿床所引起的区域异常或局部异常, 最后使用高密度采样进行矿体定位测量<sup>[1-3]</sup>。这是一个由战略至战术, 逐步缩小靶区的过程。在每一阶段都是圈出含矿概率最高的地区, 最终选出钻探靶区。但不同密度采样是否可以获得稳定的和可追索的地球化学异常是检验采样理论是否正确, 方法技术是否成熟的重要依据。因为一种科学理论与方法是否成熟取决于它的实验结果能否再现。地球化学理论是否正确, 方法技术是否成熟, 要看其所获得的地球化学数据和异常模式是否可以再现。笔者选择新疆哈密大南湖地区约 6 400 km<sup>2</sup> 面积, 进行了从超低密度(1 个样/100 km<sup>2</sup>), 甚低密度(1 个样/25 km<sup>2</sup>)直到低密度(1 个样/4 km<sup>2</sup>)地球化学采样, 对比了 3 种密度地球化学采样所获得的地球化学数据和异常分布模式。

## 1 地球化学勘查阶段的划分

### 1.1 战略性概查(超低密度调查)

地球化学战略性概查是指使用超低密度采样(wide-spaced sampling)方法, 在大面积未知区或勘查程度很低的地区, 迅速圈定大规模地球化学异常(地球化学省以上规模的地球化学异常)或用于编制小比例尺地球化学图。战略性概查因目标不具体, 需要尽可能多地获得更多的信息, 要进行多元素分析。超低密度采样在 20 世纪 60 年代就被证实是在未进行勘查的大面积地区圈定金属成矿省的有效方法<sup>[4]</sup>。20 世纪 90 年代, 进行了广泛的大面积实验与应用<sup>[5-11]</sup>。这种测量不是圈定碎片状的分散矿化体, 而是主要圈定成矿带或矿集区的大规模地球化学模式, 以便为进一步勘查提供区域靶区。采样密度一般 1 个样/100 km<sup>2</sup>~1 个样/1 000 km<sup>2</sup>, 勘查面积通常要大于几万平方千米。常用的采样密度是 1 个样/100 km<sup>2</sup> 或 1 个样/1 个 1:2.5 万图幅, 1 个样/400 km<sup>2</sup> 或 1 个样/1 个 1:5 万图幅。成图比例尺小于 1:100 万, 常用的比例尺: 1:100 万、1:250 万、1:500 万、1:1000 万。

收稿日期: 2004-03-03; 改回日期: 2004-11-11

基金项目: 国家“973”项目(G1999043212)和国家科技攻关项目(2001BA609A03)资助。

作者简介: 王学求, 男, 1963 生, 教授级高级工程师, 从事勘查地球化学项目研究; E-mail: xqwang@heinfo.net。

## 1.2 区域调查(低密度调查或甚低密度调查)

区域调查是用低密度或甚低密度采样圈定矿集区或矿床所形成的区域性地球化学模式,为下一步详查提供靶区或用于编制区域地球化学图。低密度调查采样密度为1个样/1 km<sup>2</sup>至1个样/10 km<sup>2</sup>,最常用的是1个样/1 km<sup>2</sup>或1个样/4 km<sup>2</sup>;甚低密度调查采样密度为1个样/10 km<sup>2</sup>至1个样/100 km<sup>2</sup>,通常使用1个样/16 km<sup>2</sup>或1个样/25 km<sup>2</sup>。一次性调查面积通常要几百平方千米至几千平方千米。成图比例尺为1:10万、1:20万、1:25万和1:50万。

## 1.3 局部测量(高密度调查)

局部测量也称作详查(detailed survey)或矿区测量。可以是按比例尺的正规测量,也可以是不按比例尺的灵活性点线测量。局部测量可进一步按工作目的,采样密度和工作面积大小分为矿区普查、矿区详查和矿体定位测量。

(1)矿区普查(semi-detailed survey)主要是圈定矿区异常,采样密度一般几个样至十几个样/1 km<sup>2</sup>,面积一般几十至几百平方千米。比例尺一般为1:2.5万和1:5万。

(2)矿区详查(detailed survey)主要是圈定矿床异常,采样密度一般几十个样/1 km<sup>2</sup>,面积一般几平方千米至十几平方千米。比例尺一般为1:1万。

(2)矿体定位测量(location of ore body 或 pinpointing ore body)是为钻探或其他地质工程验证提供尽可能详细的矿体靶区位置。矿体定位使用的采样密度一般使用点线测量,采样点间距从几米至几十米。

## 2 研究区不同密度采样部署与区域地质概况

### 2.1 不同密度采样部署

工作区位于新疆哈密地区境内,交通方便,兰新铁路以及312国道贯穿全区。工作区涉及1:20万大南湖幅及烟墩幅(图1)。该区北部为哈密盆地,面积约占全区的1/2,南部为戈壁山地。本次调查研究选择了面积约6400 km<sup>2</sup>,相当于1幅1:20万图幅,东经93°15'~94°15',北纬42°00'~42°40'(图1中阴影部分)。使用了超低密度采样(1个样/100 km<sup>2</sup>)、甚低密度采样(1点/25 km<sup>2</sup>)和低密度采样(1个样/4 km<sup>2</sup>)3个层次地球化学调查覆盖全区。超低密度采样完成于2000年,在6400 km<sup>2</sup>范围内共采集64件样品;甚低密度采样完成于2001年,共采集260件样品;低密度采样完成于2002年,共采集1690件样品。

### 2.2 区域地质概况

研究区主要大地构造单元为准噶尔—北天山褶皱系的北天山优地槽褶皱带,北部为吐鲁番—哈密山间拗陷,南部为觉洛塔格复背斜。觉洛塔格复背斜位于吐鲁番—哈密山间拗陷以南,北以吐鲁番—哈密山间拗陷南缘断裂为界。发育地层有古生界泥盆系、石炭系、二叠系、中生界侏罗系、新生界古近系、新近系和第四系。泥盆系分布在研究区西部的大

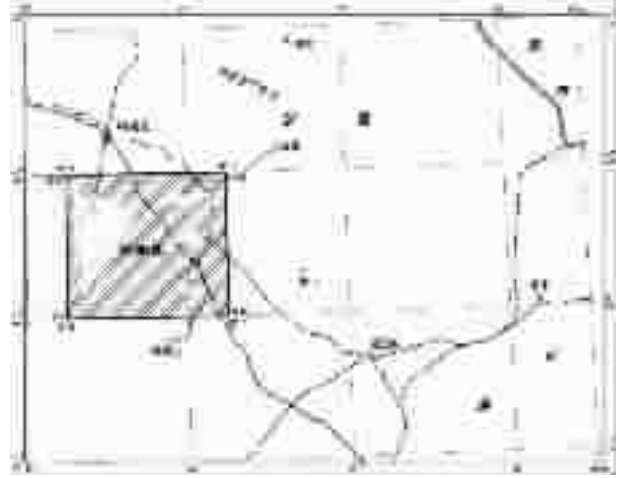


图1 研究区位置图

Fig. 1 Map showing location of the study area

南湖组灰绿色凝灰岩、绿色火山角砾岩、辉绿玢岩、安山玢岩、层凝灰岩、凝灰砂岩、细砂岩、泥质岩和少量石灰岩。石炭系分布在南部的雅满苏组变质砂岩、片岩、泥质灰岩、钙质砂岩、粉砂质泥岩、灰黑色硅质岩、千枚岩和凝灰砂岩、碳质泥质粉砂岩。二叠系分布在区域中部的阿其克布拉克组杂色砂质硅质岩、页岩、砂岩、玄武玢岩,大热泉子组绿色粉砂岩、紫红色砂岩、粉砂岩。侏罗系分布于中部的煤窑沟组砾岩、砂岩、碳质页岩、泥岩夹煤层以及三间房组粉砂质泥岩、细砂岩。古近系、新近系主要分布在区域中部哈密盆地的南部,为鄯善群土黄色砂岩、粉砂岩,桃树园组砖红色砂岩、粉砂岩和泥岩以及葡萄沟组淡红色细砾岩、砂岩和黄色细砂岩。第四系广泛分布于哈密盆地,主要为冲积—洪积物。在312国道以北发育有大面积分布在倾斜平原上的洪积物,未经胶结,其中在山麓边缘分布有砾石层。分布在沿兰新铁路成条带状分布的为土黄色亚沙土、粘沙土和少量黄土组成。发育面积较大的红旗村—骆驼圈子一带为冲积堆积的淡黄色沙土—亚沙土,表面有盐壳。在区域西南部,有现代风成沙存在,形成了南北向40 km<sup>2</sup>长的库木塔格沙垄。

侵入岩分布在区域的南部,主要有大面积分布的黑云母花岗岩,此外还有花岗闪长岩、闪长岩、石英闪长岩和辉长岩。

## 3 不同调查阶段所获得的结果对比

### 3.1 不同密度采样的分析数据可靠性对比

地球化学异常的圈定是建立在有效的采样方法和可靠的分析技术基础上所获得的高质量数据来实现的。数据的可靠性和稳定性是保证地球化学异常再现性和可追索性的基础。因此,笔者首先对不同采样密度所获得的数据可靠性进行一下对比研究。

对数据的可靠性评价,笔者使用 3 个指标来评价:(1) 采样误差。采样误差使用公式  $RSE\% = 1/n |D1 - D2| / [(D1 + D2)/2] \times 100\%$ , 其中 D1、D2 分别为同一个采样点位,在间隔 5~10 m 范围内同时采集 2 个样品的分析结果,n 为 n 个重复采样点;(2) 样品分析重现性。样品分析重现性,也称做测试精密度  $RD(RD\% = 1/n |C1 - C2| / [(C1 + C2)/2] \times 100\%$ , C1、C2 分别为同一样品 2 次重复分析结果;(3) 准确度。准确度使用

表 1 超低密度采样误差与分析质量 1 个样/100 km<sup>2</sup>)

Table 1 The error and analytical quality of wide-spaced sampling (one sample/100km<sup>2</sup>)

元素	分析方法	测定下限	RE(%)	RD(%)	RSE(%)
			n=151	n=84	n=86
Au	无火焰原子吸收光谱法	0.2 ng/g	1.60	28.50	22.44
Ag	无火焰原子吸收光谱法	20 ng/g	2.57	21.90	25.24
Cu	等离子体质谱法	1.0 μg/g	2.22	10.60	11.10
Pb	等离子体质谱法	3.0 μg/g	3.47	9.88	7.41
Zn	等离子体质谱法	3.0 μg/g	0.93	8.64	11.76
As	原子荧光光谱法	0.5 μg/g	1.06	13.00	14.23
Sb	等离子体质谱法	0.1 μg/g	2.32	11.70	13.18
Hg	原子荧光光谱法	2 ng/g	0.44	13.90	23.39
Ni	等离子体质谱法	1.0 μg/g	1.82	8.70	15.72
U	等离子体质谱法	0.5 μg/g	0.81	10.90	18.95
Mo	等离子体质谱法	0.3 μg/g	2.42	10.20	13.87

表 2 甚低密度采样误差与分析质量 1 个样/25 km<sup>2</sup>)

Table 2 The error analytical quality of very low-density sampling (one sample/25km<sup>2</sup>)

元素	分析方法	测定下限	RE(%)	RD(%)	RSE(%)
			n=56	n=30	n=29
Au	无火焰原子吸收光谱法	0.2 ng/g	3.03	19.31	35.8
Ag	无火焰原子吸收光谱法	20 ng/g	1.32	24.07	22.9
Cu	等离子体质谱法	1.0 μg/g	8.73	18.22	20.5
Pb	等离子体质谱法	3.0 μg/g	7.56	15.16	17.3
Zn	等离子体质谱法	3.0 μg/g	0.59	18.07	18.3
As	原子荧光光谱法	1.0 μg/g	5.77	12.80	12.7
Sb	原子荧光光谱法	0.1 μg/g	0.66	12.31	16.2
Hg	原子荧光光谱法	2.0 ng/g	13.08	17.15	28.4
Ni	等离子体质谱法	1.0 μg/g	4.96	11.06	17.2
U	等离子体质谱法	0.5 μg/g	1.72	13.92	24.0
Mo	等离子体质谱法	0.2 μg/g	6.51	15.19	20.0
V	等离子体质谱法	5.0 μg/g	14.39	18.53	15.6

表 3 低密度采样误差与分析质量 1 个样/4 km<sup>2</sup>)

Table 3 The error and analytical quality of low-density sampling (one sample/4km<sup>2</sup>)

元素	分析方法	测定下限	RE(%)	RD(%)	RSE(%)
			n=152	n=83	n=85
Au	无火焰原子吸收光谱法	0.2 ng/g	6.41	16.64	31.5
Cu	等离子体质谱法	1.0 μg/g	0.34	10.31	15.6
As	原子荧光光谱法	1.0 μg/g	2.00	7.47	12.4
Hg	原子荧光光谱法	2.0 ng/g	2.30	11.93	22.4
Ni	等离子体质谱法	1.0 μg/g	1.39	12.89	15.5
U	等离子体质谱法	0.2 μg/g	0.10	8.25	20.7
Mo	等离子体质谱法	0.2 μg/g	0.17	12.26	19.1

标准样分析测试值与标准推荐值来衡量,  $RE\% = 1/n (C_i - C_r) / C_r \times 100\%$ ,  $C_i$  为某标准样的某次测试结果,  $C_r$  为该标准样的标准值(插入国家一级标准物质)。

从 3 种采样密度的分析质量结果(表 1~3) 可以看出, 3 种采样密度的绝大部分元素的重复采样误差 < 25%, 只有金在甚低密度和低密度调查阶段采样误差 > 25%, 但仍然不超过 50%。按照区域化探要求元素的含量在 3 倍分析方法检出限以上时, RE 或 RD 值一般 < 10%; 元素含量 > 10 μg/g 时, RE 或 RD < 10%, 单次测定误差 < 20%; 含量 0.1~10 μg/g, RE 或 RD < 15%, 单次测定一般应 < 30%; 含量 < 0.1 μg/g, RE 或 RD < 25%, 单次测定一般 < 50% (含量在分析方法测定限附近时单次测定的最大相对偏差 < 100%), 按照这一标准所有元素的分析结果都能满足要求, 均具有较高的精密度和准确度。3 个调查阶段, 从采样到分析测试结果都是可靠的和可对比的。

### 3.2 不同采样密度的元素背景值与含量分布

该区 1 个样/100 km<sup>2</sup>、1 个样/25 km<sup>2</sup> 和 1 个样/4 km<sup>2</sup> 所获得的元素含量数据(表 4)。元素的背景值是指无矿化介质中元素的正常含量分布, 因此计算时是剔除了大于平均值加 2 倍离差后的数据平均值。

由表 4 可以看出, 在 6 400 km<sup>2</sup> 范围内, 利用 1 个样/100 km<sup>2</sup> 采集的 64 件样品、利用 1 个样/25 km<sup>2</sup> 采集的 260 件样品、利用 1 个样/4 km<sup>2</sup> 采集的 1 690 件样品, 获得的大多数元素的含量平均值和背景值非常接近, 但采样密度越大数据范围越宽, 即最小值更小, 最大值更大。可以得出这样几点结论:(1) 不同采样密度所采集的样品都可以代表全区

表 4 不同采样密度调查获得地球化学参数比较  
Table 4 Comparison of the geochemical parameter obtained by different sampling densities

元素	采样密度	样品数	数据范围	平均值	背景值
Au	1/100 km <sup>2</sup>	64	0.39 ~ 12.2	2.0	1.3
	1/25 km <sup>2</sup>	260	0.23 ~ 22.7	2.0	1.2
	1/4 km <sup>2</sup>	1690	0.28 ~ 35.1	1.8	1.2
Cu	1/100 km <sup>2</sup>	64	4.8 ~ 40.6	15.6	14.9
	1/25 km <sup>2</sup>	260	3.2 ~ 90.6	18.0	17.2
	1/4 km <sup>2</sup>	1690	3.4 ~ 127	16.1	14.0
U	1/100 km <sup>2</sup>	64	1.2 ~ 12.84	2.5	1.7
	1/25 km <sup>2</sup>	260	0.87 ~ 31.9	2.9	1.9
	1/4 km <sup>2</sup>	1690	0.87 ~ 29.6	2.6	1.7
Mo	1/100 km <sup>2</sup>	64	0.43 ~ 17.6	1.5	0.9
	1/25 km <sup>2</sup>	260	0.40 ~ 17.5	1.4	1.0
	1/4 km <sup>2</sup>	1690	0.27 ~ 17.2	1.3	0.9
As	1/100 km <sup>2</sup>	64	3.2 ~ 38.2	8.8	7.5
	1/25 km <sup>2</sup>	260	1.70 ~ 26.0	7.2	6.5
	1/4 km <sup>2</sup>	1690	1.76 ~ 308	8.7	7.4
Hg	1/100 km <sup>2</sup>	64	3.3 ~ 47	8.0	5.4
	1/25 km <sup>2</sup>	260	2.0 ~ 55.8	5.9	3.3
	1/4 km <sup>2</sup>	1690	1.6 ~ 92.8	6.0	4.2

注: Au, Ag, Hg 单位 ng/g, 其他元素单位 μg/g。



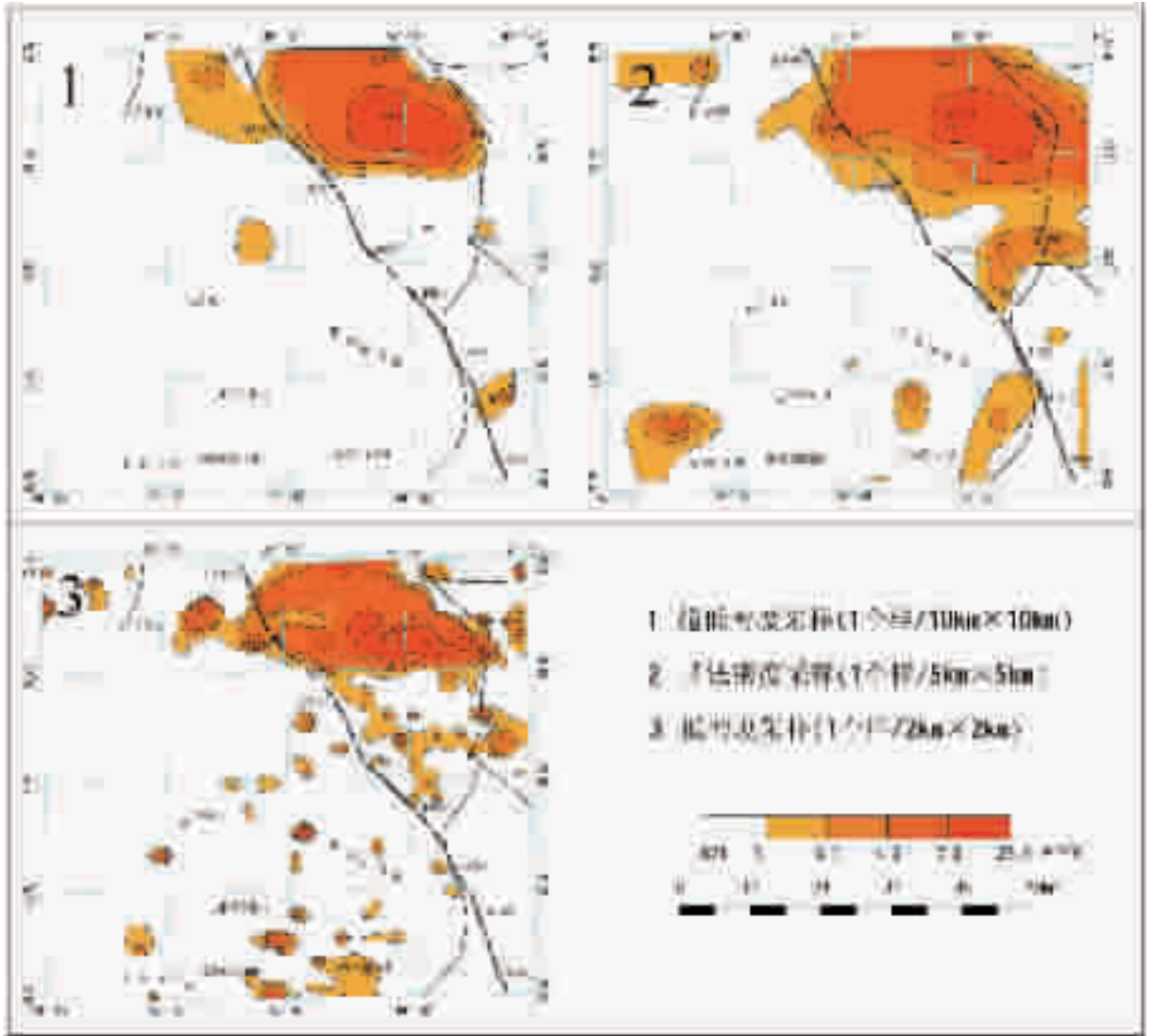


图 2 不同采样密度获得的铀异常对比

Fig.2 Comparison map of U anomalies delineated by different sampling densities

元素含量分布的平均水平;(2)不同采样密度所采集的样品,由于是分3年进行的,而所获得的数据的平均值和背景值如此接近,表明从野外采样一直到室内分析测试的全过程是可靠的;(3)采样密度越大,数据离散程度越大,表明元素分布的局部不均匀性,正是这种局部的不均匀性才能通过加密采样刻画出细节的变化,为逐步追踪矿化体奠定了基础。

### 3.3 地球化学异常形状和模式对比

在试验区内只有 Au 和 U 具有大规模地球化学异常。因此,笔者采用这两个元素异常图进行对比。U 和 Au 不同采样密度获得的地球化学异常模式对比见图 2~3。

从图 2 中可以看出,从超低密度(1 个样/100 km<sup>2</sup>)、甚低密度采样(1 个样/25 km<sup>2</sup>)、直到低密度采样(1 个样/4 km<sup>2</sup>)

所圈定的轴地球化学异常在形态上和变化趋势上非常相似,浓集中心的位置也完全重合。低密度地球化学调查还圈定了一些小规模异常。从图 3 中可以看出,超低密度(1 个样/100 km<sup>2</sup>)和甚低密度采样(1 个样/25 km<sup>2</sup>)所圈定的地球化学省在形态上和变化趋势上非常相似,浓集中心的位置也是完全重合。低密度地球化学调查则将地球化学省分解成了 3 片区域异常,这 3 片区域异常都和原来甚低密度采样(1 个样/25 km<sup>2</sup>)所圈定的浓集中心位置相对应,且区域异常细节更加清晰。

上述事实再一次证明超低密度和甚低密度采样可以有效圈定成矿带或矿集区所形成的大规模地球化学异常,低密度地球化学调查不仅可以圈定矿集区异常,同时可以圈定分散矿化的小规模局部异常。尽管圈定的异常规模不同,但都是由矿化作用引起的。

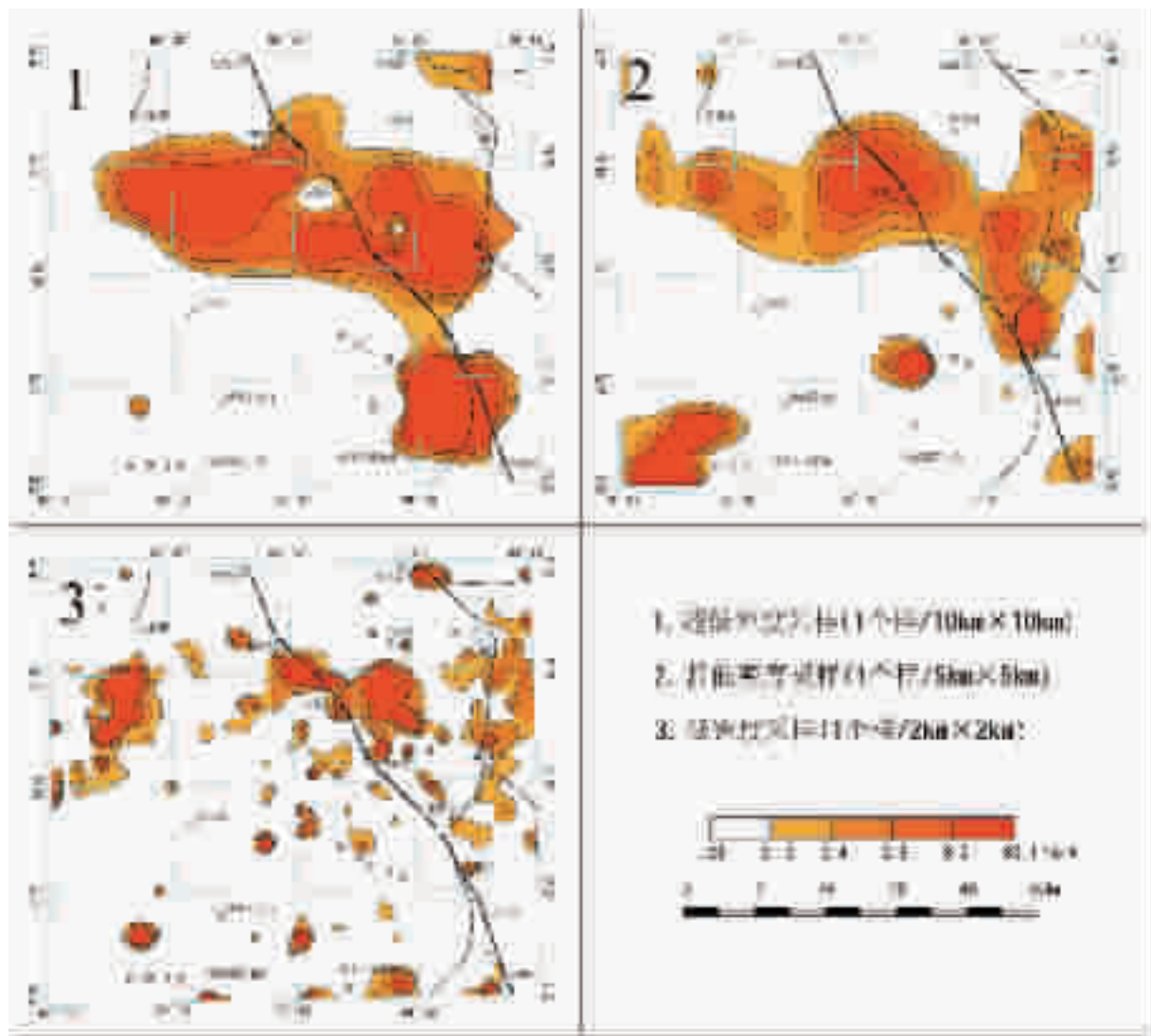


图 3 不同采样密度获得的金异常对比

Fig.3 Comparison map of Au anomalies delineated by different sampling densities

#### 4 结论与讨论

(1)在 6 400 km<sup>2</sup> 范围内,使用 1 个样/100 km<sup>2</sup> 采集的 64 件样品、使用 1 个样/25 km<sup>2</sup> 采集的 260 件样品、使用 1 个样/4 km<sup>2</sup> 采集的 1 690 件样品,获得的元素的含量平均值和背景值非常接近,这一事实表明不同采样密度可以代表调查区内元素分布的总体含量水平,所采集的样品具有代表性,分析技术是可靠的。

(2)采样密度越大数据离散程度越高,即最小值更小,最大值更大,表明元素分布的局部不均匀性,正是这种局部的不均匀性才能通过加密采样刻画出地球化学模式的细节变化,为逐步追踪矿化体奠定了基础。

(3)超低密度、甚低密度、低密度调查所圈定的地球化学省在形态上和变化趋势上非常相似,浓集中心的位置重合,表明不同调查阶段获得稳定的和可追索的地球化学模式。

(4)超低密度和甚低密度采样可以有效圈定矿集区所形成的大规模地球化学异常,低密度地球化学调查不仅可以圈定矿集区异常,同时可以圈定分散矿化的小规模局部异常。

上述结论是在研究区内存在大规模地球化学异常条件下所得出的,如果研究区内不存在大规模地球化学异常,即只存在分散矿化的小规模异常或不存在异常,结论(3)和(4)可能是不成立的。因为,小规模异常不可能使用超低密度采样获得,反过来证明如果要想圈定成矿带或矿集区尺度的大规模地球化学异常,可以使用快速低成本的超低密度采样方法。

超低密度调查与甚低密度地球化学调查相比,样品数只相当于1/4,与低密度地球化学调查相比,样品数只相当于1/25,但对本区元素的总体含量水平和大规模异常的刻画上,三者极为相似,但超低密度采样与分析成本大大低于低密度调查成本。这一事实表明,如果在未知区或低工作程度区,能首先使用超低密度调查方法圈定大规模地球化学异常,再在异常区内使用低密度地球化学调查,就可以达到快速低成本的缩小找矿靶区的目的。

### 参考文献(References):

- [1] 谢学锦. 矿产勘查新战略[J]. 物探与化探, 1997, 21(6):402~410.  
Xie Xuejing. New strategy of mineral exploration [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 1997, 21(6):402~410.
- [2] 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.  
Wang Xueqiu. Geochemical methodology and application in exploration for large/giant ore deposits [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 1998, 22(2):81~89.
- [3] 王学求, 谢学锦. 金的勘查地球化学[M]. 济南: 山东科技出版社, 2000.205~209.  
Wang Xueqiu, Xie Xuejing. Exploration Geochemistry of Gold [M]. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 2000. 205~209.
- [4] Armour-Brown A, Nichol I. Regional geochemical reconnaissance and the location of metallogenic provinces [J]. Economic Geology, 1970, 65: 312~330.
- [5] Boviken B, Kullerud K, 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.
- [6] Wang Xueqiu, Liu Dawen, Cheng Zhizhong, et al. Wide-spaced geochemical mapping for giant ore deposits in concealed terrains [A]. In: Proc. 30th IGC, 1997, 19: 127~140.
- [7] Xie Xuejing, Wang Xueqiu, Xu Li, et al. Orientation study of strategic deep-penetration geochemical methods in central Kyzylum desert terrain, Uzbekistan [J]. J. Geochem. Explor. 2000, 66: 135~143.
- [8] Wang Xueqiu, Xie Xuejing, Cheng Zhizhong, et al. Delineation of regional geochemical anomalies penetrating through thick covers in concealed terrans - a case history from the Olympic Dam deposit [J]. J. Geochem. Explor. 2000, 66: 85~97.
- [9] 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.  
Wang Xueqiu. Exploration geochemistry for large ore camps [J]. Mineral Deposits, 2000, 19(1):76~87.
- [10] 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.  
Wang Xueqiu. Wide-spaced geochemical survey and assessment in desert terrains—a case history from the Eastern Tianshan Region [J]. Xijiang Geology, 2001, 19(3): 200~206.
- [11] 谢学锦. 全球地球化学填图 [J]. 中国地质, 2003, 30(1):1~9.  
Xie Xuejing. Global geochemical mapping [J]. 2003, 30(1):1~9 (in Chinese with English abstract).

## Reproducibility and Comparison of geochemical anomalies

WANG Xue-qiu, SUN Hong-wei, CHI Qing-hua, CHENG Zhi-zhong, ZHAO Shan-ding

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Applied Geochemistry Research Center, Langfang 065000, Hebei, China)

**Abstract:** The wide-spaced sampling method is widely used to delineate large-scale geochemical patterns. However, the premise is that the large-scale anomalies must be reproducible in the follow-up surveys. A study area of 6400 km<sup>2</sup> in Xinjiang was surveyed to investigate the reproducibility of geochemical anomalies delineated by different sampling densities, i.e. 1 sample/100 km<sup>2</sup>, 1 sample/25 km<sup>2</sup> and 1 sample/4 km<sup>2</sup>. The results show that (1) the background values and average values obtained by different sampling densities are very consistent, (2) the large-scale geochemical patterns are very similar and reproducible by different sampling densities, (3) the values are more scattered as the sampling spacing becomes smaller, and (4) ultra-low (1 sample/100 km<sup>2</sup>) and very low-density (1 sample/25 km<sup>2</sup>) sampling can only delineate large-scale geochemical anomalies, but low-density sampling (1 sample/4 km<sup>2</sup>) can delineate both large-scale anomalies and small ones.

**Key words:** reproducibility; comparison; sampling density; geochemical anomaly

**About the first author:** Wang Xue-qiu, male, born in 1963, doctor, senior geochemist, engaged in exploration geochemistry and geochemical mapping; Email: xqwang@heinfo.net.