

文章编号: 1009-6248(2004)01-0102-07

区域地球化学异常信息提取方法研讨

李宝强¹, 孙泽坤²

(1. 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054; 2. 青海省地质调查院, 青海 西宁 810012)

摘要: 在一些以成矿区带或省区为单位的区域性地球化学异常信息提取工作中, 所圈定的异常经常会出现“有矿没异常或有异常没矿”的信息错位现象, 给地球化学评价工作造成一定的困难。本文借助实际资料, 分析了造成这种现象的主要原因, 并通过对几种解决这些问题的方法技术介绍对比, 提出滑动平均标准化数值法, 详细介绍了滑动平均标准化数值法的方法基础、优点、具体做法以及应用效果。

关键词: 区域地球化学; 异常信息提取; 信息错位; 标准化数值

中图分类号: P542⁺.2 **文献标识码:** A

前言

随着中小比例尺区域地球化学勘查工作在全国大部分地区的完成, 一些以成矿区带或以省区为单位的区域性地球化学评价工作也相继展开。但在一些地区的地球化学编图工作中所圈定的地球化学异常, 常与已经掌握的地质矿产事实偏差较大。如有大面积异常分布区域, 没有或很少矿产信息, 而在某些已有相当规模矿床的地区却无有相应的地球化学异常。笔者根据自己的实践经验, 在阐述造成这些现象的原因基础上, 通过对几种解决这些问题的方法技术进行介绍和对比, 说明提出滑动平均标准化数值法的背景, 详细介绍了滑动平均标准化数值法的方法基础、优点、具体做法以及应用效果。

1 区域地球化学异常信息提取中造成异常失真的原因分析

1.1 造成异常失真的主要原因是区域上元素背景含量的明显差异

传统的地球化学异常信息提取方法在用于适当

范围内(一个1:20万图幅)的异常信息提取时, 通常不会出现明显的异常偏差。而用于范围较大的区域地球化学异常信息提取时, 所圈定的异常就会出现“有矿无异常或有异常无矿”的信息错位现象。造成这种现象的主要原因是因为在较大的区域范围(大的成矿区带、一个省区或一个地区)内, 元素的地球化学背景往往存在着很大的起伏, 这样全区采用统一的异常下限圈定异常, 就会使背景值普遍偏低的区域异常范围变小或消失, 反之, 在背景值偏高的区域异常面积就会大于其实际应有的范围。

1.2 造成元素背景值明显差异的主要原因

(1) 地球化学景观条件的影响。在不同的地球化学景观条件下, 元素的表生分散富集规律不同, 导致不同地球化学景观下元素背景丰度的明显差异。表1我国中东部与西部干旱荒漠区水系沉积物中部分元素的背景含量, 可以看出, 东部水系沉积物元素背景值最小为西部干旱荒漠区的1.24倍, 一般为1.5倍左右, 最大接近2倍。

(2) 采样粒级及样品密度的影响。一般情况下在同一工作图幅内, 地球化学勘查的方法技术参数(采样介质、采样密度、样品粒级)基本一致, 而在较大的区域范围内, 由于各种原因, 某些图幅间经

收稿日期: 2003-06-23; 修回日期: 2003-12-10

作者简介: 李宝强(1955-), 男, 陕西兴平人, 1982年毕业于西北大学地质系, 教授级高级工程师。现任西安地质矿产研究所技术处化探、遥感主任工程师, 长期从事地质矿产及地球化学调查工作。

表 1 不同地球化学景观元素在水系沉积物中的丰度
Tab. 1 Elements abundance of water-borne sediment
in different geochemical landscape

元素	* * 陆壳丰度	* 中东部水系 沉积物	* 西部干旱荒漠 区水系沉积物	/
Au	2.5	1.37	0.75	1.83
Co	24	11.75	6.97	1.69
Cr	126	56.43	33.03	1.71
Cu	25	21.56	12.85	1.68
Hg	40	35.9	24.7	1.45
Mo	1.1	0.90	0.66	1.36
Pb	14.8	24.94	20.2	1.24
Sb	0.3	0.76	0.53	1.43
Sn	2.3	3.22	2.03	1.59
U	1.7	2.63	1.66	1.58
W	1.0	1.97	1.31	1.50
Zn	65	69.61	52.56	1.32

* 据任天祥等 1996 资料, * * 选用 K. H. W edepohl (1995) 计算结果。

常存在着样品粒级和采样密度的明显差异。由图 1 可以看出, 在同一景观条件下, 同一点位上, 不同粒级样品其元素的含量值有着明显的差异。同样由图 1 可以看出, 不同密度的样品其元素的含量值的差异更加明显。显然, 采样粒级及样品密度的差异也是造成元素背景含量明显差异的原因。

(3) 地质背景条件的影响。不同的地质构造单元, 元素丰度存在着一定的差异。表 2 是青海某地区几个主要地质构造单元元素背景丰度对比情况, 可以看出, 除个别元素外, 多数元素在不同单元的背景丰度都有明显的差异, 最大者相差一倍多。

(4) 其他因素影响。不同图幅在勘查过程中由于采样季节、测试单位及测试方法的不同而产生的系统误差, 也会引起元素背景丰度的差异。

由于上述诸多原因, 引起元素在不同区域背景

表 2 某地区主要地质构造单元地球化学丰度对比表

Tab. 2 Changes of elements abundance in several major tectonic units in the studied area

序号	元素	全区	I	II	III	I / II	I / III	II / III
1	Ag	75.54	60.01	68.90	86.64	0.87	0.69	0.80
2	Au	1.22	1.43	1.32	1.04	1.08	1.38	1.27
3	Cu	20.47	18.93	21.27	21.34	0.89	0.89	1.00
4	Pb	24.93	17.94	26.64	28.62	0.67	0.63	0.93
5	Zn	66.03	55.04	65.53	73.72	0.84	0.75	0.89
6	Sb	0.87	0.90	0.64	0.88	1.41	1.02	0.73
7	Hg	26.47	22.17	17.81	31.83	1.24	0.70	0.56
8	W	1.64	1.41	1.21	1.90	1.17	0.74	0.64
9	Sn	2.28	2.35	2.04	2.45	1.15	0.96	0.83
10	Mo	0.84	0.50	0.80	1.07	0.63	0.47	0.75
11	Bi	0.30	0.24	0.24	0.33	1.00	0.73	0.73
12	Be	1.75	1.79	1.60	1.75	1.12	1.02	0.91
13	Cr	47.10	49.95	58.50	42.19	0.85	1.18	1.39
14	Co	9.99	10.07	10.71	9.92	0.94	1.02	1.08
15	Ni	22.14	21.68	29.45	19.99	0.74	1.08	1.47

注: I、II、III 为构造分区编号。

值的明显差异, 正是这种差异导致了在区域性地球化学异常信息提取时的异常偏差。

2 解决区域地球化学异常信息提取中异常偏差问题的几种思路

消除各种因素引起背景影响, 解决区域地球化学异常信息提取中异常偏差问题一般采取的方法有: 地球化学数据误差校正和按照地质构造单元分

别统计异常下限。

2.1 地球化学数据误差校正

在区域地球化学勘查中, 由于采样介质, 分析和地球化学景观环境而造成的系统误差, 影响大范围数据处理和图形图像处理的效果, 地球化学数据误差校正就是为了减小这些影响而采取的手段。在中国地质调查局提供的“区域地球化学数据管理信息系统”中带有用于地球化学数据误差校正功能。图 2 就是 GeoMD IS2000 地球化学数据误差校正界面。

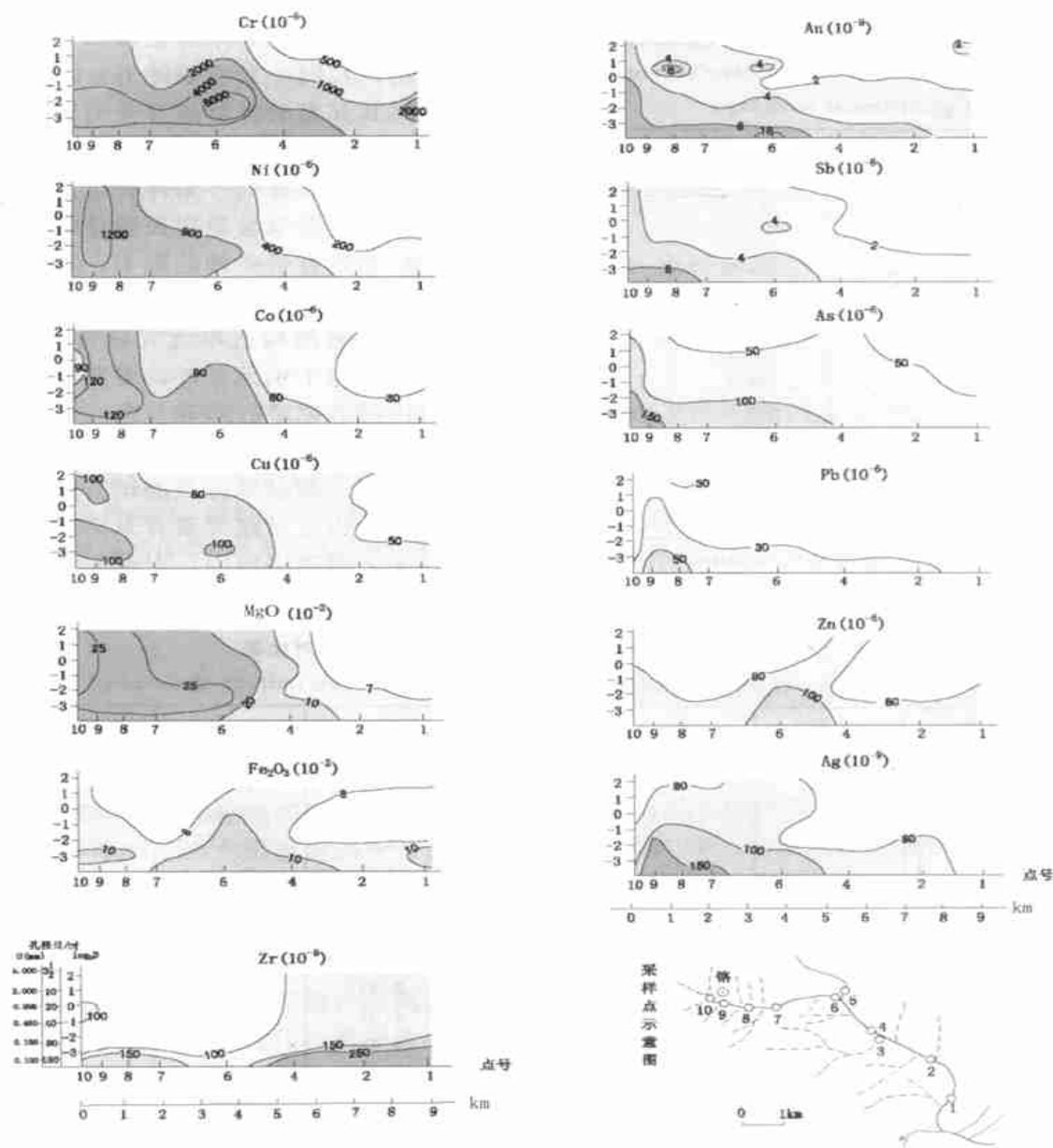


图1 某铬铁矿床水系沉积物地球化学异常与粒级及流长关系图

Fig. 1 Relationship of a chromite deposit's geochemical anomalies with sediment size or distance from the deposit

应用这一功能可以很方便的进行误差校正, 但用于工作实际中存在以下问题:

(1) 方法适用于因采样介质、分析和地球化学景观环境而造成的系统误差的校正, 其需要校正范围靠人工确定。因此, 它这就要求需要校正的误差区域必须明显, 易于识别。

(2) 该方法把有系统误差的数据校正到正常范围的校正幅度(校正参数)以及校正函数要靠操作人员选择, 人为因素影响大, 另外对操作人员的经

验及技术水平要求较高。

由于上述原因, 该方法多适用正式的区域性地球化学编图, 不太适用于一般地质技术人员用于找矿地球化学信息提取。

2.2 分地质构造单元统计异常下限法

该方法主要用于消除不同构造单元引起的背景差异。其方法要点是:

- (1) 分构造单元求取异常下限。
- (2) 用各地质构造单元求得的异常下限, 对其



图2 GeoMD IS2000 地球化学数据误差校正窗口

Fig. 2 Window of GeoMD IS2000 geochemical data error correction

所在单元的全部数据进行标准化。就是用各点的原始值对于其所在构造单元异常下限的衬度值代替各点值。各点衬度值

$$D_{ij} = d_{ij} / T_j$$

式中 D_{ij} 是第 j 个构造单元的第 i 个点上的衬度值, d_{ij} 是第 j 个构造单元的第 i 个点上的原始值, T_j 是第 j 个构造单元的异常下限。

该方法优点是能充分体现不同地质体间差异性, 能很好的弥补采用单一异常下限使得面积强度中等的和较弱的异常, 特别是在低背景区的异常往往被削弱或掩盖, 导致部分地质异常信息丢失的不足。同时这种方法在进行地球化学背景及异常分析时考虑了地质背景因素, 易于被地质工作者理解和接受。但该方法存在有以下局限性:

- (1) 方法工作量较大, 处理过程也比较繁琐。
- (2) 要求工作区对地质构造单元的划分界线必须明确, 没有争议。不适合于工作程度较低地区应用。往往受研究人员认识水平、所持观点以及工作区研究程度等因素影响而形成多种划分方案, 因而导致了异常下限可变性和异常的不确定性。
- (3) 事实上, 地质构造单元间的界线多为规模较大的断裂(构造带), 而断裂带又都是构造薄弱地带, 常形成异常集中带, 分构造单元求取异常下限, 使得同一异常(带)在断裂两侧下限不一致, 会造成新的异常失真。

上述方法在应用中要有这样或那样的附加条件, 处理环节比较繁琐, 同时处理结果也不尽理想。本文作者在工作实践中通过总结学习、对比选择, 认为“滑动平均标准化数据法”在解决区域地球化学异常信息提取工作中异常偏差问题较其他方法有较大的优越性。

3 滑动平均标准化数据法在区域地球化学异常信息提取工作中的应用

3.1 方法基础

分别以区内各点为中心选一适当大小数据窗口(圆形或矩形), 统计该窗口内数据的平均值, 在以该中心点的数据与该数据块平均值商替代该中心点的原始数据, 以同样大小的数据窗逐点进行这种替换, 就得到了一张滑动平均标准化(衬值)数据图, 然后再在这张滑动平均标准化数据图求得异常下限, 圈定异常, 就得到了相应的滑动平均标准化数据异常图。这一方法实际上就是原来的“滑动平均衬值法”。方法核心是: 经过该过程处理后的数据, 各点数据都是以该点为中心的一定大小窗口内所有数据的平均值的倍数。其所处区域背景值高时, 其所在窗口的平均值则高, 反之则低。因而通过这种处理, 就有效地消除了各种原因造成的背景影响。事实上, 通过这种处理, 不仅消除了一个元素的背景影响, 同时也消除了不同元素间的丰度台阶, 形成一个标准, 可以相互比较, 所以这种方法取得的数据叫做标准化数据则更为妥当。

3.2 方法优点

(1) 方法适应性强。既适合于由于采样介质, 分析和地球化学景观环境而造成的系统误差而引起的背景差异, 又适合于因构造单元不同而造成的背景差异。

(2) 以有效消除背景影响, 同时突出低背景场上的强富集异常。在反映正异常的同时, 突出有重要找矿指示意义的负异常。

(3) 经过标准化处理后的数据, 各点上的值的大小代表的是该点的原始数据对应于其所在窗口数据平均值的倍数, 是一个无量纲值, 因而可以用于不同元素间的晕累加、累乘计求比值等信息强化处理。

(4) 该方法不需要考虑地质构造单元界线, 因而极适合于地质构造单元界线有争议或工作程度极低

地区的地球化学数据处理。

(5) 受人为因素影响小, 便于操作。

该方法的不足之处是, 窗口大小的选择要有一定的经验。

3.3 方法要点

(1) 数据处理。滑动网格标准化数据处理, 可以通过 GeoMD IS2003 区域地球化学数据库管理系统中的数据分析子系统顺利实现。

图 3 是 GeoMD IS2003 单变量数据分析子系统操作界面, 操作时: 选择处理方法: 衬值分析; 确定待处理元素; 选择合适的坐标系统: 工作横坐标和工作纵坐标; 给定“处理结果数据表”名称; 窗口形状和窗口大小选择, 窗口形状可选圆形或矩形。



图3 GeoMD IS2003 单变量数据分析子系统操作界面
Fig. 3 Window of GeoMD IS2003 geochemical single variable analysis

窗口选择, 窗口大小对处理结果影响很大。窗口太大, 如趋向全区面积, 则窗口平均值向全区平均值靠拢, 难以消除背景影响; 窗口太小, 如向单点面积靠近, 则其平均值向单点值靠近, 结果是各点的衬度值向1靠近, 缩小了各点的元素含量差异, 压抑了异常, 损失了找矿信息。

应用经滑动平均处理得到的全区滑动平均标准化数据, 也可以绘制等量线图 and 相应的异常图。

(2) 等量线图绘制。等量线值是

$$a = 10^{nb}$$

式中 n 取自然数 0, 1, 2, 3, ...; b 式数值分布情况在正负 0.05 和 0.1 之间取值, 以等值线图的线条疏密适度为宜。

(3) 异常下限。和常规化探异常圈定方法相同, 用数据统计方法分别求得经标准化处理后所得数据的平均值 A (Average) 和标准离差 S (standard average), 异常下限 T 取值为:

$$T = A + kS$$

k 视情况在 1.5~ 2 取值后, 在对应的等值线图上选一与之靠近的等值线作为异常下限。表 3 是作者在提取青海三江地区铜多金属成矿地球化学信息时的铜 (经标准化后各元素的取值基本相同) 元素等量线值, 异常下限及异常分带值。

表3 铜元素异常分带参数表
Tab. 3 Anomaly gradation parameter of copper

	负异常		背景		正异常	
	异常分级	等量线	异常分级	等量线	异常分级	等量线
1	I (外)	0.66	低背景	1.15	I (外)	1.32
2		0.58		1.00		1.51
3		0.50	高背景	0.87		1.74
4		0.44		0.76		2.00
5	II (中)	0.38			II (中)	2.63
6		0.33				0.29
7		2.29				3.02
8		0.25				3.47
9	III (内)	0.22			III (内)	3.98
10		0.19				4.57
11		0.17				5.25
12		0.14				6.03

4 应用效果

4.1 应用区地质背景

作者在某地区资源评价地球化学信息提取过程中应用了该方法。该地区从北向南有 II_2 、 II_3 、 II_4 及 II_{54} 个二级构造单元。其中, II_4 又可以进一步分为 3 个三级构造单元, II_4^1 、 II_4^2 、 II_4^3 。每个单元因地质构造环境的差异而形成各具特色的矿产。其中, 以 II_4^1 II_4^2 为本区成矿最为有利的成矿带。

由于受自然条件限制, 本区属地质工作程度极低地区。

4.2 方法应用的地质效果

图4、图5 分别是单一铜元素异常图(常规方法

结果)和铜元素标准化数据图, 通过两种图件所显示的异常信息看, 标准化数据异常图与未经标准化

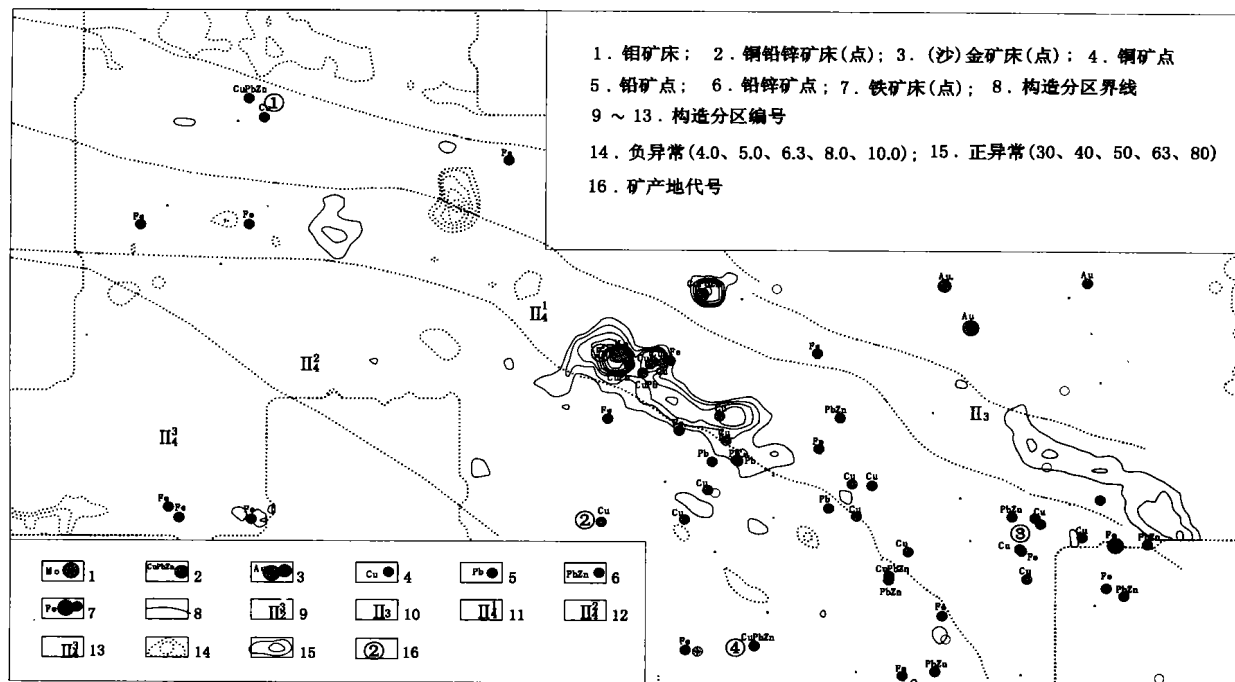


图4 铜元素异常图

Fig. 4 Map showing the geochemical anomalies of copper

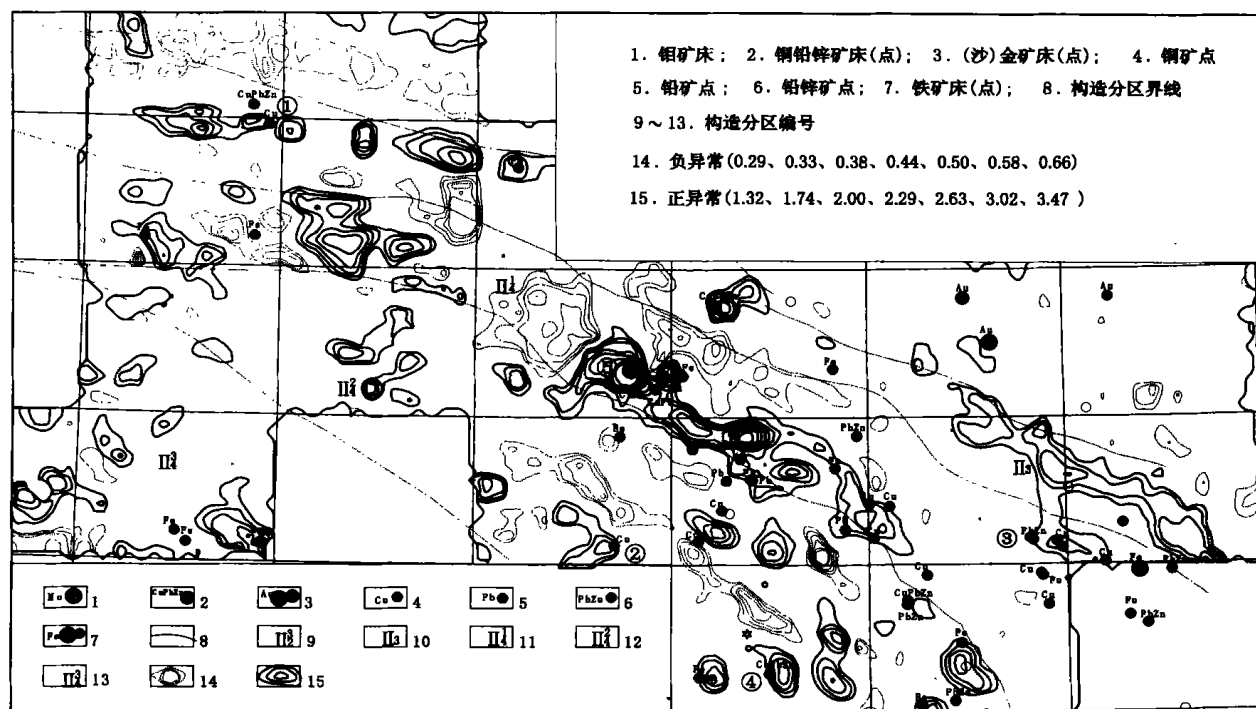


图5 铜元素标准化数据异常图

Fig. 5 Map showing the contrast values (standardization) anomalies of copper

处理数据所圈定的异常图相比在以下几方面效果明显:

(1) 标准化数据异常, 消除了各种因素引起的背景影响, 比较清晰的反映了该的基本构造格局, 异常分带及异常的走向和本区构造分带基本一致。另外, 该方法不仅突出了正异常, 而且也明显的强化了有重要地质意义的负异常带。

(2) 标准化数据异常, 与已知矿化信息对应较好, 区内 22 个铜及铜多金属矿点除 3 个矿点外, 其余都在异常上或异常近旁。而未经标准化处理数据所圈定的异常, 22 个矿点, 有 14 个没有对应异常。有名的 号铜矿以及 号、 号和 号铜多金属矿都没有异常显示。

显然, 滑动平均标准化数据法能有效地消除各种因素一起的背景影响, 提高了异常与矿化信息及地质构造一致性。应用标准化数据进行多元素数据累加累乘处理, 效果更好, 这里不再一一进行对比。

5 结论

在区域地球化学异常信息提取过程中, 引起异常信息错位的原因很多, 针对这些问题有一些对应的解决办法, 但通过对比认为: 滑动平均标准化数据法是一种受前提条件约束少, 便于操作, 但又能同时消除多种影响因素的有效方法。

事实上, 区域化探数据量很大且信息十分丰富, 信息提取途径也势必很多, 所以在进行区域地球化学信息提取时, 就一定要从研究区实际出发, 注意数据处理方法的对比筛选, 以求取得理想的信息提取效果, 切忌简单套用。

参考文献:

- [1] 史长义, 等. 中国铜多金属矿田区域地质地球化学异常结构模式及预测评价 [M]. 北京: 地质出版社, 2002. 7.
- [2] 叶天竺, 等. 区域矿产预测方法 [Z]. 2001. 10.
- [3] 张珍林, 等. 青海 1: 20 万硫磺山、哈拉湖、瓦乌斯多索卡幅幅 1: 20 万地球化学图说名书 [R]. 2002. 12.

Study on the method of geochemical anomalies analysis

L I Bao-qiang¹, SUN Ze-kun²

(1. X i a n Institute of Geology and M ineral Resources, X i a n, 710054, China;

2. Q i n g h a i Institute of Geological Survey, X i n i n g, 810012, China)

Abstract: In some course of studying the regional geochemical anomalies within the area of metallogenetic zones or a province, incorrect messages are often being found that there are some anomalies without mineral deposit or some mineral deposits without geochemical anomaly. This situation makes it difficult to evaluate geochemical anomalies. Using the information coming from practice, this paper analyses the causes of making this matter and introduces several means used to solve this problem by comparing, meanwhile, recommend another method named "gliding average standardization data method". And full details of theoretical base, its superiority and the using result of the method are given.

Key words: regional geochemistry; geochemical anomalies studying; incorrect messages; stangardization data