筛选-趋势分析法分离区域异常与局部异常

羊 春 华
（中国地质大学，湖北 武汉　430074）

摘 要：根据异常特征，借助 Mapgis 软件，筛选实测数据中受局部异常影响较小的测点，用一个 n 阶多项式所表示的曲线或曲面去逼近这部分测点所在的区域异常，用该多项式系数计算整个测区各测点的多项式值，并以它为测点的区域异常，进而求得局部异常。

关键词：筛选，趋势分析，区域异常，局部异常、Mapgis
中图分类号：P631.2　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1000－8918(2005)02－0167－04

通常，地球物理场是地下各种地质体的综合反映，局部地质体形成的异常叠加在区域背景场上，往往使本身的特征发生严重的畸变。为了区分目标地质体，首先要将目标地质体形成的地球物理场从地面实测数据中分离出来，才能通过反演方法，解释出目标地质体的空间形态和规模，达到找矿的目的。

分离区域异常与局部异常的常用方法是两点平均法（剖面）、圆周平均法（平面）、加权平均法、趋势分析法等等。目前，这些方法都是利用整条剖面或整个测区的所有数据，存在的问题主要有：虚假的反向异常、分离程度不高、边界损失（趋势分析法除外）等等。造成这种现象的最根本原因是局部异常与区域异常的相互干扰，特别是在局部异常幅度大、变化剧烈时这种干扰最明显。如果在求取区域异常时，将这些幅度大、变化剧烈、肉眼即可分辨的局部异常区的数据去掉，然后求得的区域异常及局部异常将更合理。这时，在有空白区的情况下能够进行这种分离处理的方法是趋势分析法，因此，笔者就这一思路提出下列改良的趋势分析法。

1　筛选-趋势分析法

筛选-趋势分析法（简称筛选法）就是将位于明显局部异常区的测点暂时剔除，用一个 n 阶多项式所表示的曲线或曲面拟合余下测点的异常总趋势来划分局部异常和区域异常的方法。

在剖面上，n 阶多项式的待定系数 a_i 为 $n+1$ 个，多项式形式[1]为：

$$z(x) = \sum_{i=0}^{n} a_i x^i。$$

在平面上，n 阶多项式的待定系数 $a_{i,j}$ 为 $(n+2)(n+1)/2$ 个，多项式形式[2]为：

$$z(x,y) = \sum_{i=0}^{n}\sum_{j=0}^{i} a_{i,j} x^{i-j} y^j。$$

筛选后余下 M 个测点，当 M 大于多项式的系数的数量时，将其实测异常值（Δg）及测点的坐标（x,y）代入上式，通过最小二乘法[3]可建立线性方程组：

$$C^{\mathrm{T}} \cdot C \cdot A^{\mathrm{T}} = C^{\mathrm{T}} \cdot G^{\mathrm{T}} \qquad (1)$$

式中，C 为 n 阶多项式 a_i 或 $a_{i,j}$ 的系数矩阵；A 为多项式系数矩阵；$G=(g_1, g_2, \cdots, g_m, \cdots, g_M)$ 为实测异常矩阵。

在一维剖面情况时，

$$A = [a_0, a_1, \cdots, a_i, \cdots, a_n],$$

$$C = [1, x_j, x_j^2, x_j^3, \cdots, x_j^n]。\quad (j = 1, M)$$

在二维情况时，

$$A = [a_0, a_1, a_2, \cdots, a_j, \cdots, a_{[(n+2)(n+1)/2]-1}]$$

$$C = [1, x_j, y_j, x_j^2, x_j y_j, y_j^2, x_j^3, x_j^2 y_j, x_j y_j^2, y_j^3, \cdots, y_j^n]$$

$$(j = 1, M)$$

解方程组（1）求取 n 阶多项式的系数 a_i 或 $a_{i,j}$，并用该系数计算测区各测点的 n 阶多项式值，作为该测点的区域异常，进而求得局部异常。若局部异常是单纯的正异常或负异常，还可进一步迭代，求得更合理的区域异常。整个过程，程序都自动进行。

2　一维筛选-趋势分析法

2.1　筛选方法

作出剖面原始异常曲线，目估局部异常的分布区间（若有多个局部异常，则划分多个区间），提取区间内的测点编号并将这部分数据从原始数据中去

收稿日期：2003－11－03

万方数据

掉，然后用趋势分析方法求得多项式的系数，用该系数计算测线上所有测点的区域异常，进一步相减即可求得局部异常。整个筛选过程可以编制成计算机程序，并在程序内设计屏幕曲线显示功能和一个筛选子过程，程序读入需剔除测点编号，不让它们参与趋势分析计算。

2.2　理论模型检验

以 3 个不同规模、不同埋深的球体形成的综合重力异常来检验筛选法。从理论综合异常曲线（图 1）明显看出 局部异常主要位于 10 ~ 31 号测点，将这些测点剔除，用一维 6 阶多项式拟合 1 ~ 9、32 ~ 40 号测点，并用多项式系数计算各测点的区域异常和局部异常。为了与常规方法相比较，又分别用 2 阶趋势分析法、250 m 半径两点平均法计算出相应的区域异常与局部异常（图 1a）。

经与理论局部异常相比较，筛选法的均方误差为 ±0.536，趋势分析法的均方误差为 1.529，两点平均法的均方误差为 2.508。上述计算结果的对比曲线中明显看出两点平均法分离时，剖面两端出现 2 个反向的虚假异常，端点各损失 5 个测点（图 1a），而筛选法则几乎消除了这种虚假异常，并得到了整条剖面的相应数据（图 1b）。可见，筛选法具有

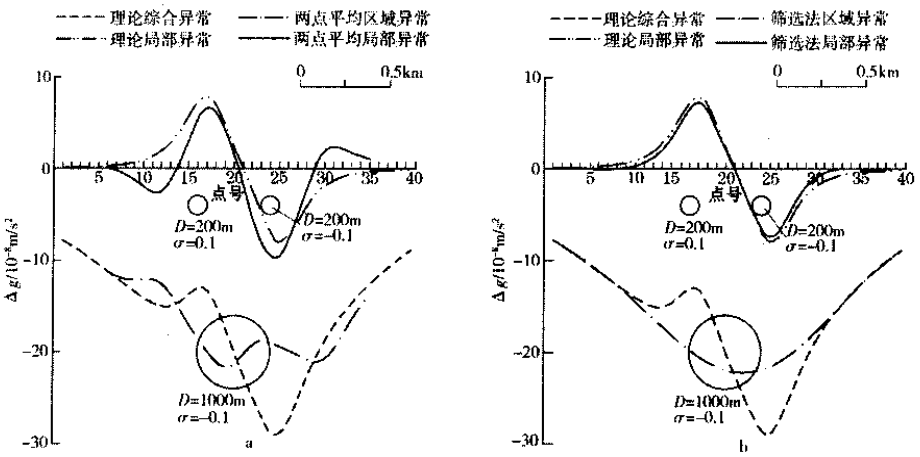


图 1　理论模型上两点平均法（a）与筛选法（b）分离效果对比

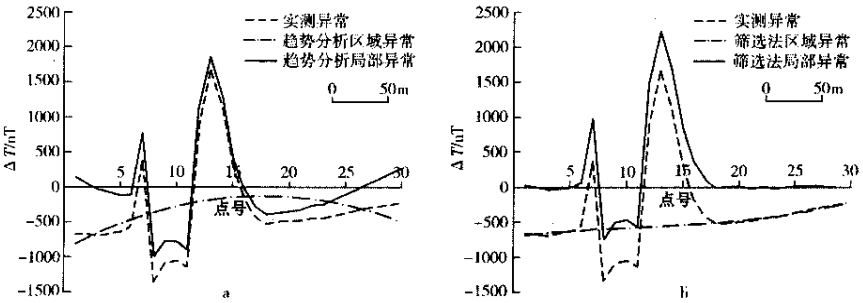


图 2　实例趋势分析法（a）与筛选法（b）分离效果对比

较高的分离度和准确度。

2.3　实例应用

图 2 是湘南骑田岭对 ΔT 资料进行趋势分析及用筛选法分离局部异常与区域异常的结果，在图中可以看到，主要局部异常位于 7 ~ 17 号测点上，剔除这些测点，剩下的测点中局部异常可以看作一个单一的正异常，用一维 3 阶多项式进行迭代拟合求得区域异常和局部异常。为了与常规方法相比较，采用 2 阶趋势分析法分离，从趋势分析法与筛选法的对比曲线（图 2）中明显看出筛选法分离效果比较理想，而趋势分析法分离出的区域异常的变化趋势与实际值相差较大。

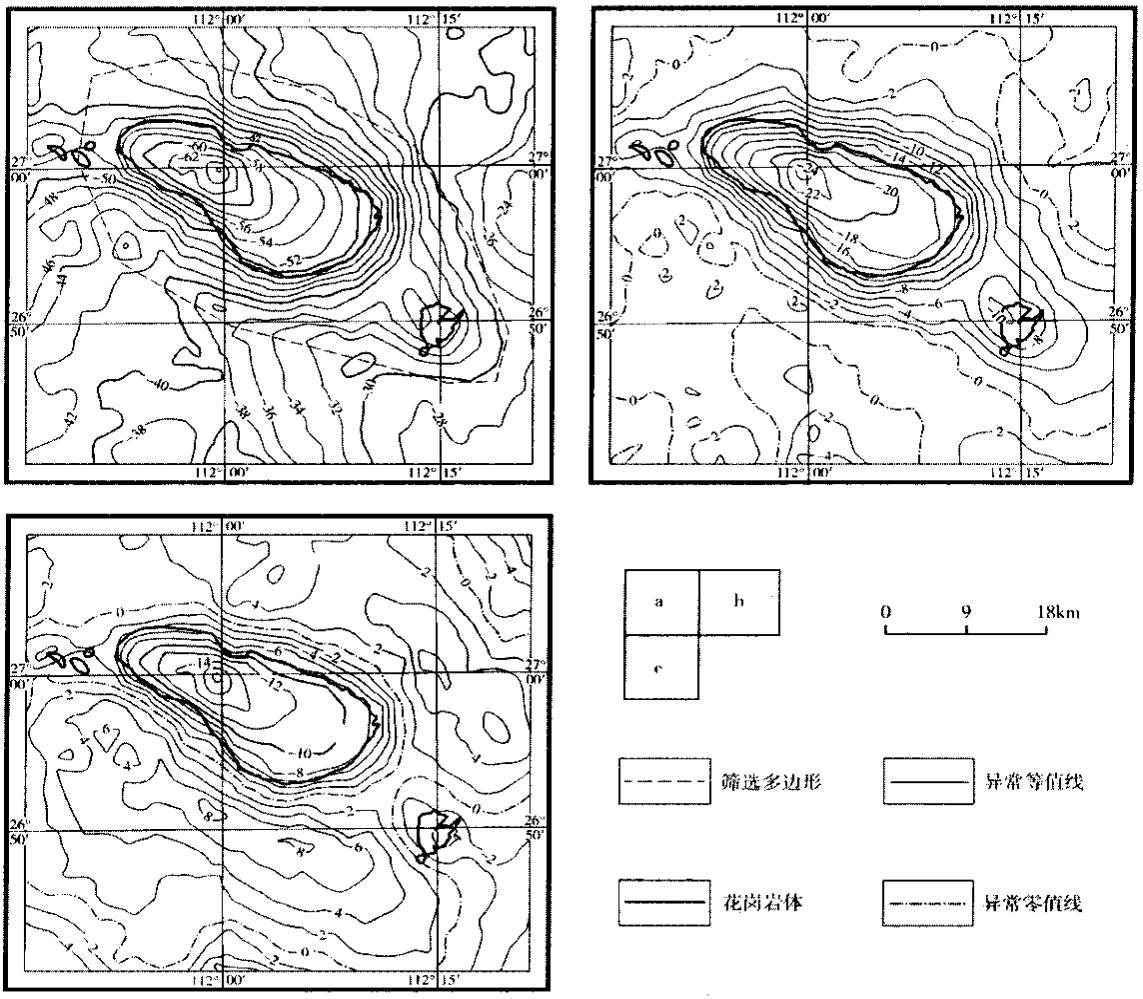
万方数据

3　二维筛选-趋势分析法

3.1　筛选方法

中国地质大学的地理信息系统 Mapgis 软件具有平面图绘制和坐标点提取功能，首先生成原始异常曲线，目估局部异常的分布范围，并在这些范围合适的边界上勾划多边形。用“线数据高程点提取”功能提取多边形的顶点坐标。然后用事先编制好的多边形检索程序将位于多边形内的测点剔除。

筛选-趋势分析程序读入原始数据和筛选后的数据，程序设计可在常规趋势分析软件的基础上稍加修改即可。



a—布格重力异常等值线平面;b—筛选-趋势分析法分离的局部异常;c—常规趋势分析法分离的局部异常

图 3　关帝庙布格重力异常及局部异常

3.2　筛选实例

图 3a 是衡阳盆地西缘关帝庙岩体及周边地区的实测布格异常。在图上明显重力低异常区圈定一个多边形,将位于该多边形内的重力测点暂时剔除,用一个三阶二元多项式拟合这些测点,用该多项式系数计算区域异常和剩余异常(图 3b)。在图 3b 中,重力低四周剩余异常在 $(-2\sim2)\times10^{-5}$ m/s^2,没有大幅值的虚假重力高异常,基本消除了区域异常的影响;区域异常主要呈南北向的梯级带,这与衡阳盆地西缘是相适应的、合理的。而常规趋势分析法求得的局部异常中含有较大的虚假异常(图 3c),重力低四周剩余异常在 $(-4\sim8)\times10^{-5}$ m/s^2;其区域异常表现为近似独立的重力低,其中含有较多的局部异常成分。

4　结语

筛选-趋势分析法可以较常规方法更准确、更完全地分离区域异常和局部异常,为下一步地质解释提供良好的前提条件。实际使用时应注意 3 点:

(1)筛选-趋势分析的过程是提取异常的总趋势,由于实测异常不可避免地包含随机干扰,因此分离前最好进行平滑处理,去掉单个测点引起的尖峰异常。

(2)剔除局部异常区时,一般不要太靠近局部异常的边界,那样可能导致判断失误而剔掉了受局部异常影响很小的测点。

(3)由于筛选-趋势分析的实质仍然是区域异常的拟合过程,而筛选后局部异常的影响已经消弱,因此,多项式的系数应较常规趋势分析方法高 1 ~ 2 阶,使区域异常拟合得更好。

参考文献:

[1]　易大义. 计算方法[M]. 杭州:浙江大学出版社,2002.

[2]　李鸿吉,张菊明. 电子计算机制图方法及应用[M]. 北京:地质出版社,1981.

[3]　陈善,徐公达,周国藩,等. 重力勘探[M]. 北京:地质出版社,1985.

万方数据

THE APPLICATION OF THE SIEVING-TREND ANALYSIS METHOD TO SEPARATING REGIONAL ANOMALY FROM LOCAL ANOMALY

YANG Chun-hua

(*China University of Geosciences*, *Wuhan* 430074, *China*)

Abstract: According to anomaly characteristics and with the help of Mapgis software, the measuring points affected relatively insignificantly by the local anomaly in measured data were chosen through sieving, and the curve or curved surface represented by a n-order polynomial expression was used to approximate the regional anomaly contained in these measuring points. The coefficient of this polynomial expression was used to calculate the polynomial value of every measuring point in the whole surveyed area, and the value was used as the regional anomaly of the measuring point. On such a basis, the local anomaly can also be obtained.

Key words: sieving; trend analysis; regional anomaly; local anomaly; Mapgis

作者简介：羊春华(1968 -)，男，中国地质大学在读工程硕士研究生，现就职于湖南省物勘院，高级工程师。

“区域生态地球化学评价样品形态分析培训班”在合肥举办

为使目前开展的区域生态地球化学评价建立在对样品精密测试基础上，受中国地质调查局委托，由国家地质测试中心主办，安徽省地质实验研究所承办，2005 年 1 月 6 ~ 13 日，在安徽合肥举办“区域生态地球化学评价样品形态分析培训班”，推广学习安徽省地质实验研究所研制的生态地球化学评价样品形态分析方法。参加培训人员主要来自四川、湖南、山东、江苏、辽宁、江西、福建、吉林、海南、湖北、河南、山西、安徽省实验室及国家地质测试中心等承担区域与局部生态地球化学评价样品形态分析的单位，共计 22 人。

培训班主要课程为：1、“生态地球化学评价及对测试工作要求”(杨忠芳)；2、“生态地球化学评价样品元素形态分析方法”(刘文长)；3、区域生态地球化学评价样品形态分析现场操作演示(刘文长等)；4、学员进行全流程样品形态分析操作实习；5、对各组测试数据合格率进行统计和评定；6、方法技术讨论与问题解答；7、总结。

培训班学员共分 8 组实习，选择代表性样品对 Se、Cd、Cu、Co、Ni、Zn、Mo、Pb、Mn、Cr 等元素进行形态分析，测定水溶态、离子态、碳酸盐态、腐植酸态、铁锰态、有机结合态、残渣态等 7 个形态，测定数据 548 个。测定结果表明，大部分元素达到“生态地球化学评价样品分析指南(试行)”精度要求，其中 Se、Cd、Cu、Co、Zn、Mo 总体合格率为 100%；Ni、Pb、Mn 为 87.5%；Cr 超差，为 75%。形态分析属于条件分析，规范技术要求和严格操作过程是保证数据质量的关键。实际测定证明，在规定条件下可以有效控制形态分析精密度，保证检出数据准确性。这是形态测试技术的一大突破。

形态分析是进行生态地球化学评价的关键测试技术，是现代地球化学分析技术的发展趋势，是继区域地球化学样品全量分析后必须面对的重大技术挑战。建立标准方法，进行标准化操作是当务之急，研制标准物质，进行系统控制是管理之要。培训班学员通过学习和实际操作，基本掌握了形态分析基本理论和操作技术方法，达到了培训班预期目的和要求，对于开展生态地球化学评价工作具有重要作用。

本次培训也提出一些问题和建议：1、样品处理时间过长；2、某些形态元素含量低，检出限达不到；3、测试方法应针对特定土壤类型；4、各省仪器水平不同可能造成系统误差；5、一些省还没有配备形态分析所需仪器设备；6、尽快提供标准样；7、建立岗前培训和质量检查制度等。表明测试方法需进一步提高和完善，质量管理需继续加强和规范。

国家地质测试中心领导十分重视培训班举办，区域地球化学样品质量检查组专家到会指导，安徽省地质实验研究所领导和技术人员为培训班成功举办做了大量技术准备和会务安排，付出了辛勤劳动。

奚小环

万方数据