

Excel VBA 在化探数据处理中的应用

——以变异函数的计算为例

郭衍游¹, 唐菊兴¹, 辛忠雷², 韩玲玲¹

(1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059;

2. 西藏自治区地质矿产勘查开发局第六地质大队, 西藏 堆龙德庆 851400)

摘 要 微软公司开发的 Excel 软件是现今应用最广泛的软件之一, 其内置的 Excel VBA 组件功能强大并且易学易用, 对提高工作效率具有很大的实际意义。本文以变异函数的计算为例, 介绍了在化探数据处理中应用 Excel VBA 的方法和过程。

关键词 Excel VBA 变异函数 化探数据处理

中图分类号: 文献标识码: C 文章编号: 1000—3657(2002)02—0092—06

0 前言

Microsoft 公司开发的 Excel 软件由于功能强大、操作简单、适应范围广而受到了用户的普遍欢迎, 几乎每个使用 PC 机的人都用过 Excel。在地质研究中, 我们经常用它来输入数据、绘制简单的数据图表等, 但是对其他一些较为高级的功能, 如数据分析、Excel VBA (Visual Basic for Applications) 等知之甚少。遇到较为复杂的数据处理时往往一味求助于大型统计软件或 VB、VC++ 等专业编程工具。其实通过挖掘 Excel 及其它通用软件的内在功能不仅能够实现, 而且往往效率更高^{[1],[2]}。Excel VBA 就是一个很好的工具, 通过简单的编程就能实现复杂的数据处理, 且具有易学易用, 高效灵活的优点。本文以计算地质统计学中广泛应用的变异函数为例, 说明了用 Excel VBA 实现简单化探数据处理的方法和过程。

1 Excel VBA 编程简述

VBA 是一种继承了 Basic 语言大多数特性的简单易学的编程语言, 最早在 Excel 5.0 中 Microsoft 将其作为 Excel 的一部分发布, 目的是为了简化操作提高效率。由于其应用效果得到了用户的普遍认可, 从 Office 97 开始, Microsoft 将 VBA 直接改进为一个完整的开发工具, 并作为共享组件封装于 Office 套装软件中, Office 中的所有软件都能直接调用 VBA。其中 Excel 作为一个电子表格软件, 由于经常要处理大量数据, VBA 用得更为普遍。

Excel VBA 是一个面向对象的编程工具, 其关键组成要素是对象, 总共包含了数百个对象。位于最顶层的是 Application 对象, 它代表整个 Excel 应用程序, 其余对象都是它的子对象, 每个

资助项目: 中国地调局综合研究项目资助 (2001102000100); 中国地调局矿产评价项目资助 (20001020191003)

作者简介: 郭衍游 (1977—), 男, 硕士, 岩石矿物矿床学专业 (E-mail: guo-y-y@sohu.com)

对象又对应许多属性、方法和事件^[3]。由于 Excel VBA 的命名采用完整的英文单词,并且有详细的联机帮助,通常不必费心记忆对象名及其它名称。除此之外,初学者还可通过录制宏来获得帮助。用户录制的宏同 VBA 宏一样,是一种 VBA 程序。在 Excel 中录制宏结束后,打开 Visual Basic 编辑器,则可看到系统自动给出的对应的 Excel VBA 程序代码。

2 变异函数的数学模型

2.1 变异函数的概念

变异函数是地质统计学中一个核心概念,由于其表达式中含有一个 $1/2$ 因子又称为半变异函数。它最早由著名地质统计学家 Matheron 于 1963 年提出,随后在地质统计学、克里金分析、地质等值线绘制以及空间数据点集的分维数计算等领域得到了广泛应用^[4]。长期以来人们对变异函数的基本性质、理论模型、套合结构及实验变差函数的求取等作了大量卓有成效的研究^{[4],[5]}。本文从实际应用的角度出发,仅说明变差函数计算的 Excel VBA 实现。

变异函数表达了点对间区域化变量值的差异随距离的变化而变化的特征,是反映区域化变量空间结构及空间变异性的重要工具,理论上其数学表达式为:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

其中 $\gamma(h)$ 为变异函数, $Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$ 分别为点 x_i 和点 $x_i + h$ 处区域化变量值。 N 为沿矢量 h 方向距离为 h 的点的配对数。实际应用先计算实验变异函数,再根据多个实验变异函数对理论变异函数进行拟合。

2.2 变异函数的球状模型

变异函数作为一种刻划和描述区域化变量的工具,有许多重要性质。根据其性质的不同人们提出不同的数学函数式拟合它,这些数学函数式即为变异函数的理论模型。地质上应用最广的是 Matheron 提出的球状模型,它有基台值,原点处为线性型,其数学表达式为:

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ C_0 + C(\frac{3h}{2a} - \frac{h^3}{2a^3}), & 0 < h \leq a \\ C_0 + C, & h > a \end{cases} \quad (1)$$

其中, C_0 为块金常数, $(C_0 + C)$ 为基台值, C 为拱高, a 为变程。

块金常数是对区域化变量 Z 在很短距离内发生随机性变化的描述,是从金的颗粒分布极不均匀,常有块金存在的现象引申而来。在地球化学测量中它代表了元素含量发生随机性突然变化的程度。基台值是指:在二阶平稳条件下,变异函数 $\gamma(h)$ 随 h 增大而增大,但当 h 超过某一特定值 a 后, $\gamma(h)$ 不再增大而是逐渐逼近一个稳定值,该稳定值就称为基台值。对应的 a 称为变程。拱高代表变异函数 $\gamma(h)$ 曲线投影到纵轴的长度,是基台值与块金常数的差。

求出实验变异函数值后,就可以用最小二乘法拟合球状模型。由式(1)知,只要求出 $0 < h \leq a$ 时的参数值即可确定球状模型。 $0 < h \leq a$ 时

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= C_0 + C(\frac{3h}{2a} - \frac{h^3}{2a^3}) \\ &= C_0 + (\frac{3C}{2a})h + (\frac{-C}{2a^3})h^3 \end{aligned}$$

令 $\gamma(h) = y, h = x, C_0 = b_0, (\frac{3C}{2a}) = b_1, (\frac{-C}{2a^3}) = b_2,$

则: $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$

此即为一个二元线性回归问题,可以直接调用 LinEst() 函数。求出 b_0, b_1, b_2 后容易计算

C_0, a, C 的值: $C_0 = b_0; a = \sqrt{\frac{-b_1}{3b_2}}; C = \frac{2}{3}ab_1。$

3 变异函数的计算

3.1 数据来源及异常区地质概况

本文原始数据来源于西藏自治区类乌齐县织翁杂异常区 1:10 000 土壤测量 Pb 元素含量值。共有 16 条测线,每条测线共有 25 个测点,计 400 个数据点。

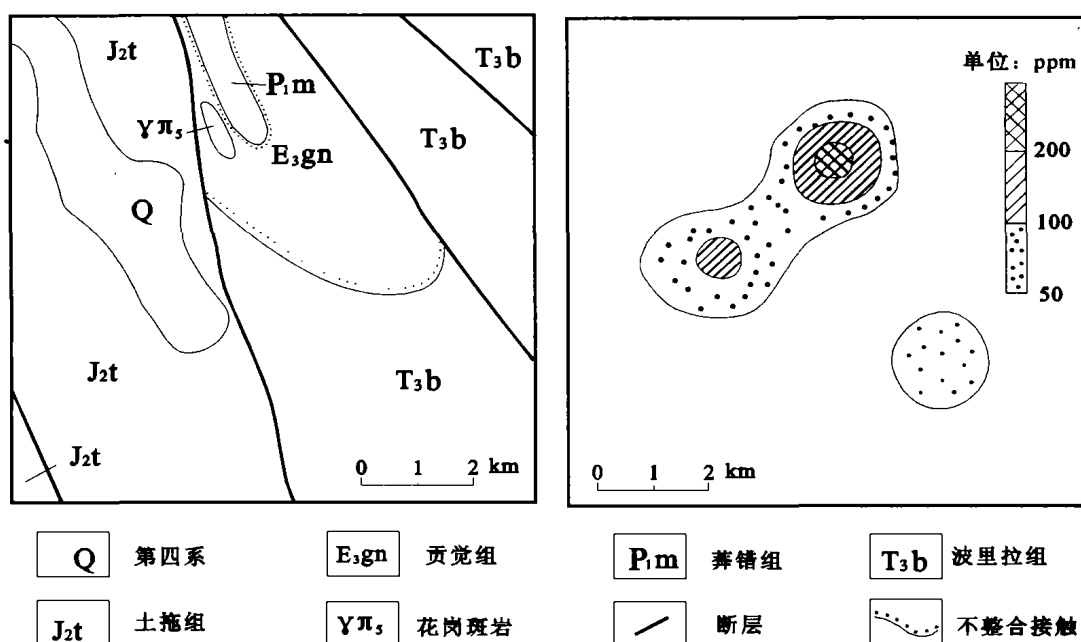


图 1 织翁杂地质略图及 Pb 化探异常图

Fig.1 Sketch geological map and Pb geochemical contourmap of Ziwangga

异常区位于我国“三江”地区特提斯—喜马拉雅构造域东部类乌齐—左贡成矿带内,出露的地层有上三叠统波里拉组(T_3b)、上侏罗统土拖组(J_2t)晚第三系渐新统贡觉组(E_3gn)及第四系(Q)。区内断裂、裂隙广泛发育,有一组北西—南东向断层通过。出露的岩浆岩为燕山晚期花岗斑岩($\gamma\pi_5$),分布于异常区北东部,面积约为 0.25km^2 (见图 1)。在断层破碎带内见有品位约为 3%左右的方铅矿原生矿石和微细黄铁矿脉穿插其间。异常组合以中低温热液元素组合为主,Pb、Zn、Cd 异常强度大,找矿前景良好。

3.2 实验变异函数的计算及球状模型参数的确定

将 Pb 元素含量数据输入到 Excel 中,其中第一列为测线号、第二列为测点号、第三列为 Pb 元素含量值。然后以第一列为主关键值、第二列为次关键字对数据排序。

东西方向实验变异函数的计算过程如下。

1)从 Excel 中按快捷键“Ctrl + F11”或选择相应的菜单栏:“工具 - > 宏 - > Visual Basic 编辑器”,进入 Excel VBA 编程环境。

2)双击“sheet1”,输入以下代码:

```
Sub EW()  
    Let maxofx = 15          '测线号最大值  
    Let maxofy = 24          '测点号最大值  
    Worksheets(1).Activate  
    '计算实验变异函数值  
    Dim h, count As Integer   'h 为样品点对间距,count 为样品点对的数目  
    Dim sum As Double         'sum 为样品点对分析值差的平方和  
    h = 0  
    Range("d1") = "h"  
    Range("e1") = " $\gamma(h)$ "  
    Do While h < maxofx / 2  
        h = h + 1  
        sum = 0  
        count = 0  
        Range("a2").Activate  
        Do While ActiveCell.Value <= maxofx - h  
            count = count + 1  
            sum = sum + WorksheetFunction.Power—  
                ((ActiveCell.Offset(0, 2) - ActiveCell.Offset(25 * h, 2)), 2)  
            ActiveCell.Offset(1, 0).Select  
        Loop  
        Cells(h + 1, 4) = h * 100  
        Cells(h + 1, 5) = sum / count / 2  
    Loop  
    '计算球状模型参数值  
    Columns("e:e").Insert shift:=xlToRight  
    Range("e2").Select  
    Selection.FormulaR1C1 = "= power(RC[-1],3)"  
    Selection.AutoFill Destination:= Range("e2:e9"), Type:=xlFillDefault  
    Range("g2").FormulaR1C1 = "= sum(LinEst(R2C6:R9C6,R2C4:R9C5) * {1,0,0})"  
    Range("g3").FormulaR1C1 = "= sum(LinEst(R2C6:R9C6,R2C4:R9C5) * {0,1,0})"
```

Range("g4").FormulaR1C1 = "=sum(LinEst(R2C6:R9C6,R2C4:R9C5)*{0,0,1})"

Dim a

Range("g5") = "C0=" & Range("g4")

a = Range("g3").Value / Range("g2").Value / (-3)

a = WorksheetFunction.Power(a, 0.5)

Range("g6") = "a=" & a

Range("g7") = "C=" & 2 * Range("g3") * a / 3

3) 至此宏代码已编写完毕,按“F5”运行宏,可以看到 Excel 自动计算 Pb 元素含量值的实验变异函数及球状模型各参数的值,如表 1 所示。但为了更方便地运行宏命令,下面为其制作一个按钮。

表 1 Pb 元素含量东西向实验变异函数值

Table 1 The value of east - west direction experimental variogram of Pb concentration values

h	100	200	300	400	参数值
$\gamma(h)$	86985.53	91369.86	102501.7	110159.5	= 478.88
h	500	600	700	800	C = 42172.71 C ₀ = 70471.07
$\gamma(h)$	113199.4	124123.3	78256.41	83883.55	

注:h 单位为 m, $\gamma(h)$ 单位为 ppm.

4) 保存并返回到 Excel,在 Excel 工具栏中右击鼠标,在弹出菜单栏中选中“窗体”,将其中的“按钮”控件拖到 Excel 中,并为其指定宏“sheet1.EW”,名称也相应改为“EW”。

5) 单击“按钮”控件,Excel 同样自动运行“sheet1.EW”宏。

南北方向变异函数球状模型各参数的计算步骤与东西向的相同,不同的是第 2) 步中输入的代码要作少量的改动,限于篇幅不列出改动后的代码。计算出的实验变异函数及球状模型参数值见表 2。

表 2 Pb 元素含量值南北向实验变异函数

Table 2 The value of south - north direction experimental variogram of Pb concentration values

h	100	200	300	400	500	600	参数值
$\gamma(h)$	42839.49	78639.17	83185.48	91653.52	98561.67	85717.71	a = 421.16
h	700	800	900	10000	11000	12000	C = 6913.46 C ₀ = 70133.52
$\gamma(h)$	51621.81	57746.79	69536.64	75997.24	80618.06	84290.94	

注:h 单位为 m, $\gamma(h)$ 单位为 ppm.

3.3 计算结果的地质意义

由表 1 和表 2,计算出织翁杂异常区东西向、南北向 Pb 元素含量变异函数的球状模型参数值(见表 3)。

表 3 球状模型参数值

Table 3 Parameters value of sphere model

参数 方向	块金常数(ppm)	基台值(ppm)	拱高	变程(m)
东西向	70471.07	112643.78	42172.71	478.88
南北向	70133.52	77046.98	6913.46	421.16

可以看出,两个方向上各参数值非常接近,表明织翁杂异常区 Pb 元素含量值在东西向和南北向上具相似的空间变异性。这可以为异常区内地质和 Pb 异常分布范围佐证。区内断层线走向大体为北西-南东走向,Pb 元素异常等值线图上 Pb 异常长轴为北东-南西向,与东西向和南北向的夹角都接近 45°。而块金常数较大,达 7% 以上,表明 Pb 元素存在局部强烈富集,符合形成矿床的条件,与地表所见的强烈 Pb 矿化相吻合。

4 结语

从以上变异函数的计算可以看出,Excel VBA 在化探数据处理中的应用能有效提高工作效率,且方便易行易于推广。它既充分利用了 Excel 本身强大的数据管理功能,又像其它编程语言一样具有很大的灵活性,能适用多种不同的应用。本文限于篇幅,对 Excel VBA 绘制数据图、访问外部数据库、甚至创建企业级的应用系统等更复杂应用未作深入探讨,这还有待于我们在实践中进一步研究和总结。

参 考 文 献

- [1] 吴山. 质数据处理中通用软件的应用[J]. 中国区域地质, 2000, 9(3): 25-329
- [2] 黄思静, 黄喻. 用 Microsoft Excel 在砂岩的三角分类图上完成碎屑成分投点[J]. 成都理工学院学报, 2002, 29(2): 213-216
- [3] 晶辰工作室. Excel 2000 中文版 VBA 开发实例指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000
- [4] 王仁铎, 胡道光. 线性地质统计学[M]. 北京: 地质出版社, 1988
- [5] 王家华, 高海余, 周叶. 克里金地质绘图技术—计算机的模型和算法[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995

The Application of Excel VBA to the Geochemical Data Processing

——by the Example of Variation Function Calculation

Guo Yanyou¹, Tang Juxing¹, Xin Zhonglei², Han Lingling¹

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

2. No. 6 Geological Party, Tibet Bureau of Geology and

Exploration and Exploitation of Mineral Resources, Doilungdêqên 851400)

Abstract: Software Excel developed by the Microsoft is one of widespread applied softwares. Its built-in Excel VBA is of great importance to promotion of work efficiency. This paper describes method and process of the application of Excel VBA to geochemical data processing by the example of variation function calculation.

Key words: Excel VBA; variation function; geochemical data processing