

自调节趋势分析法

熊 光 楚

(中国铜铅锌集团北京地质研究所,北京 100012)

摘要:自调节趋势分析法的特点是:能自动消除局部成分对计算拟合区域成分的多项式的系数的影响,并能确定多项式的阶次,因而在地质数据处理及预测中有广泛的应用。

关键词:自调节;趋势分析;局部成分;区域成分

中图分类号:P631 文献标识码:A 文章编号:1000-8918(2000)04-0268-10

趋势分析是地学(包括物、化探)数据处理预测中常用的一种方法。它利用曲线或多维曲面拟合数据中的趋势成分(或称区域成分),得出一个一维或多维多项式,由此计算出区域成分,原始数据中减去区域成分,得到局部成分。预测时,可利用此多项式做外推计算。

应用这种方法时,一个最基本的假定是数据中只含有 2 种成分,第 1 种是趋势成分,它可用一个低阶多项式近似或拟合,第 2 种是均值为零、方差为常数的随机干扰。但在实际数据中,还有第 3 种成分,即局部成分,这是只分布在少数几个点上的异常值。当有局部成分存在时,计算拟合多项式碰到困难,趋势分析在分离区域成分与局部成分及预测中的效果不佳。本文提出的自调节趋势分析法,能够有效地将区域成分与局部成分分离,并自动确定拟合区域成分多项式的阶次。

1 问题的提出

设一个可观测量 M 的数据 $t(x)$ (任意单位)表示为

$$t(x) = R(x) + L(x) + E(x)$$

式中, $R(x)$ 为区域成分,可用给定阶次(设为 n)的多项式拟合; $L(x)$ 为局部成分,它只在 $x = x_1, x = x_2, \dots$ 等少数点上不为零; $E(x)$ 是均值为零、方差为常数的随机干扰。用最小二乘法做拟合时, $E(x)$ 对计算结果无影响,可以不考虑,因此,将上式简写为

$$t(x) = R(x) + L(x) \quad (1)$$

实践表明,对上式做趋势分析的困难在于:用不同阶次的多项式拟合,将得到不同的结果,而拟合结果均能符合检验要求。这就提出一个难题,做曲线拟合时,如何确定拟合多项式的阶次。此处,引用文献①的一个例子来说明。

表 1 是观测数据,用一阶多项式做拟合,得到的拟合多项式是

表 1 二维数据

$y \backslash x$	0	1	2	3	4	5
0	1.5	3.0	3.0	3.5	4.0	4.0
1	1.5	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0
2	1.5	1.7	3.2	4.0	4.5	4.5
3	2.0	3.0	4.0	4.5	4.0	3.5
4	2.5	4.0	4.0	3.5	4.5	4.5

注:数据取自文献①

① 大比例尺矿床统计预测工作手册,中国有色工业总公司北京矿产地质研究所,1987.

$$Z(x,y)=1.3477+0.4497x+0.158y.$$

(2)

根据拟合结果,计算的拟合系数是

$$C=\left\{1-\frac{\sum_i\sum_j[t(x_i,y_j)-Z(x_i,y_j)]^2}{\sum_i\sum_j[t(x_i,y_j)-\bar{t}]^2}\right\}\times 100\%=71.06\%$$

式中, $\sum_i$ 对 i 求和 $i=1\ 2\ \dots\ 6$; $\sum_j$ 对 j 求和 $j=1\ 2\ \dots\ 5$ 而 $\bar{t}$ 为 $t(x,y)$ 的平均值。

另外,算出 F 检验的 F 统计量值为 33.15,查表得 $F_{0.01}(2\ 27)=5.49$, $F\gg F_{0.01}$,故所建立的趋势方程是有意义的。 $F_{0.01}(2\ 27)$ 式中 0.01 表示置信度 2 为多项式的项数减 1 27 是总点数 $(6\times 5=30)$ 减多项式的项数 2 再减 1 的结果。2 及 27 表示 F 统计量的 2 个自由度。

用 2 阶多项式对表 1 的数据做拟合,得到的拟合多项式是

$$Z(x,y)=0.094\ 3+1.470\ 2x-0.022\ 1y-0.126\ 8x^2+0.059\ 9y^2-0.044\ 3xy.$$

(3)

由上式算出的 F 统计量值为 26.07,查表 $F_{0.01}(5\ 24)=3.9$, $F\gg F_{0.01}$,故拟合效果显著。

图 1b d 是取自文献①中(2)式及(3)式的等值线图。从图中看出,二者差别甚大,但拟合结果均通过了 F 检验。

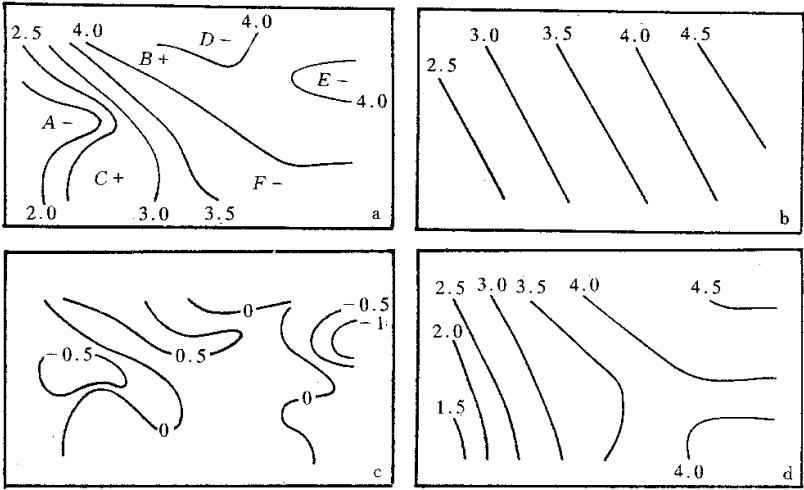


图 1 二维数据不同方法的计算结果(等值线间隔 0.5)

a—原始数据;b—一阶多项式拟合;c—一阶多项式拟合所得局部成分;d—二阶多项式拟合;图中 A、B、C、D、E、F 为划分的异常区域

产生这种现象的原因是局部成分 $L(x)$ 对计算结果的影响,即随着拟合多项式阶次增大,拟合结果受 $L(x)$ 的影响增大。图 2 是对一个已知数据的计算结果。令

$$t_0(x)=5.0+2.0x-0.1x^2,$$

然后在 $x=4$ 及 $x=5$ 点上各加 10.0,即为图中曲线 1,曲线 2、3、4、5 分别为用阶次 $n=8\ 6\ 4\ 2$ 时多项式的拟合结果。从图 2 看出,阶次越高,局部成分的影响越大,但是,高阶次拟合仍不能很好地拟合曲线 1。

对(1)式做趋势分析的第 2 个困难是利用趋势分析无法将区域成分与局部成分有效地分离。这是因为:第一,无法确定拟合区域成分多项式的正确阶次;第 2,即使拟合区域成分多项式的阶次为已知,计算的区域成分也与实际有差别,因而使所得的局部成分发生畸变,造成对局部成分的解释不确切。例如将曲线 1 减去曲线 5,得到的残差(曲线 6)的特点是中间为正,

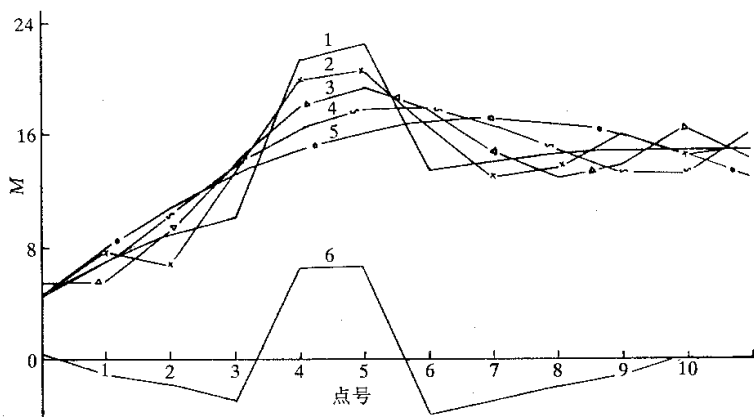


图 2 不同阶次多项式对一个有局部成分数据的拟合结果

1—局部成分数据 拟合所用阶次 2—8 次 3—6 次 4—4 次 5—2 次 ;

6—曲线 1 与曲线 5 的残差

两侧为负,而实际的局部成分只存在于 $x=4$ 及 $x=5$ 点上。如果曲线显示的是地球化学某种元素沿剖面分布情况,根据上述分析结果,人们将得出结论,在正局部成分分布处有某种元素聚集,而在其两侧则发生亏损,从而作出预测: $x=4$ 及 $x=5$ 两侧的元素向中部聚集,造成大面积亏损和局部集中。当然,实际上会有这种情况,但作出这种预测,要根据实测结果及有效的处理结果,而不是根据分离不当引起的畸变的局部成分作出的。

不难看出,应用曲线拟合做趋势分析主要的问题是避免局部成分对计算的影响。

2 自调节趋势分析法要点

曲线拟合法中,在拟合时采用的算法是最小二乘法。根据最小二乘法的原理,降低局部成分对计算区域成分的影响可采取 2 个途径:第 1 是增加无局部成分的计算所用点数,第 2 是人为地降低局部成分的幅值。

第一个途径因受到已有数据的限制,并不是总能做到,为此,采用了第 2 个途径,即逐步降低局部成分幅值^[1]。

对(1)式,设

$$R(x) = t(x) - L(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2.$$

做第一次计算时,设 $L(x)=0$,根据 $t(x)$ 可求出 $R_1(x)$ 并有

$$L_1(x) = t(x) - R_1(x)$$

取 $|L_1(x)| \geq b_1$ 的那些点上的 $L_1(x)$ 作为局部成分的一次近似值 $\tilde{L}_1(x)$,即

$$\tilde{L}_1(x) = \begin{cases} L_1(x) & |L_1(x)| \geq b_1 \\ 0 & |L_1(x)| < b_1 \end{cases}$$

如果不存在 $|L_1(x)| \geq b_1$ 的点,应降低 b_1 之值(即将 b_1 乘 0.67),直到有一点 $|L_1(x)| \geq b_1$ 为止。例如,设 $b_1=1$,第一次 $|L_1(x)| \geq b_1$ 不成立,令 $b'_1=0.67 \times b_1=0.67$,如果还不成立,令 $b'_1=(0.67)^2 \times b_1=0.4489$,直到存在一个 $|L_1(x)| \geq b_1$ 的点为止。然后,令 $\tilde{R}_1(x)=t(x)-\tilde{L}_1(x)$ 对 $\tilde{R}_1(x)$ 做拟合,得到 $R_2(x)$ 及 $L_2(x)$

万方数据

$$L_2(x) = \tilde{R}_1(x) - R_2(x)$$

令

$$\tilde{L}_2(x) = \begin{cases} L_2(x) & |L_2(x)| \geq b_2 \\ 0 & |L_2(x)| < b_2 \end{cases} \quad b_2 = eb_1 \quad (0 < e < 1)$$

及

$$\tilde{R}_2(x) = \tilde{R}_1(x) - \tilde{L}_2(x),$$

对 $\tilde{R}_2(x)$ 做拟合。如此重复, 到第 i 次, 得到 $R_i(x)$ 及 $L_i(x)$,

$$L_i(x) = \tilde{R}_{i-1}(x) - R_i(x),$$

令

$$\tilde{L}_i(x) = \begin{cases} L_i(x) & |L_i(x)| \geq b_i \\ 0 & |L_i(x)| < b_i \end{cases} \quad b_i = eb_{i-1} \quad (0 < e < 1)$$

及

$$\tilde{R}_i(x) = \tilde{R}_{i-1}(x) - \tilde{L}_i(x),$$

直到 $b_i \leq b_0$ 为止。

一般 b_1 取局部成分的最大幅值, $e=0.67$, b_0 取分离的局部成分的最小幅值。

表 2 自调节趋势分析方法计算过程数据

x	$t(x)$	$\tilde{R}_1(x)$	$\tilde{R}_2(x)$	$\tilde{R}_3(x)$	$\tilde{R}_4(x)$	$\tilde{R}_5(x)$	$\tilde{R}_6(x)$	$\tilde{R}_7(x)$	$\tilde{R}_8(x)$	$\tilde{R}_9(x)$
-5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.547	0.547	0.547	0.547
-3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
-2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
-1	3.0	3.0	3.0	2.466	2.465	2.206	2.206	2.095	2.095	2.04
0	5.0	3.224	3.224	2.751	2.751	2.532	2.532	2.437	2.437	2.437
1	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.944	2.787	2.787	2.712	2.712
2	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
4	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
5	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
b_i		1.0	0.67	0.45	0.3	0.2	0.135	0.09	0.06	0.05

表 2 例举了一个理论数据的计算过程。计算时, 设

$$R(x) = 2.40 + 0.33x - 0.032x^2,$$
$$L(x) = \begin{cases} -0.2 & x = -4.0 \\ 1.0 & x = -1.0 \\ 2.6 & x = 0 \\ 0.6 & x = 1 \\ 0.0 & \text{其它点} \end{cases}, \tag{4}$$

$$b_1 = 1.0.$$

为了引入随机误差, 将 $R(x)$ 取到小数后第 1 位, 然后与 $L(x)$ 相加, 得到表 2 第 1 列所示的 $t(x)$ 。从表 2 可以看出, 通过 9 次计算得到的 $\tilde{R}_9(x)$ 中局部成分已经小到可以略而不计

了。右面是所有局部成分的点的具体数字,可以看出这点。

因此,当拟合区域成分的阶次合适时, $t(x) - \hat{R}_0(x)$ 即残差中只有局部成分及随机干扰了。在计算机的屏幕上显示残差曲线或计算的方法,即可由操作者或程序本身对拟合的阶次是否合适作出正确无误的判断。

根据上述思路,我们编写了以下 3 种程序:

1. 适用于二维非网络上的数据的趋势分析程序,采用计算残差中有无区域成分的方法自动确定拟合区域成分的合适阶次;
2. 适用于二维网络上数据的趋势分析程序,并假定 x 和 y 方向的阶次是相同的;
3. 适用于二维网络上数据的趋势分析程序,并假定 x 及 y 方向的阶次是不相同的。

3 自调节趋势分析方法有效性的检验

为了检验方法的有效性,对理论计算的数据用自调节趋势分析法和常规趋势分析法做了计算对比,获得了满意的结果。

例 1 一维数据

对表 2 所示的 $t(x)$ 分别用自调节趋势分析方法及常规的趋势分析方法做了计算,其结果见图 3。图中曲线 1 是 $t_0(x)$; 曲线 2 是加局部成分后的 $t(x)$; 曲线 3 是给定阶次为 2 的常规趋势分析方法所得结果; 曲线 4 是自调节趋势分析方法的结果。做自调节趋势分析方法时,设定的拟合阶次为 1~8,由程序自动选定合适的拟合阶次。程序选定的拟合阶次是 2,这就是 $R(x)$ 的阶次。

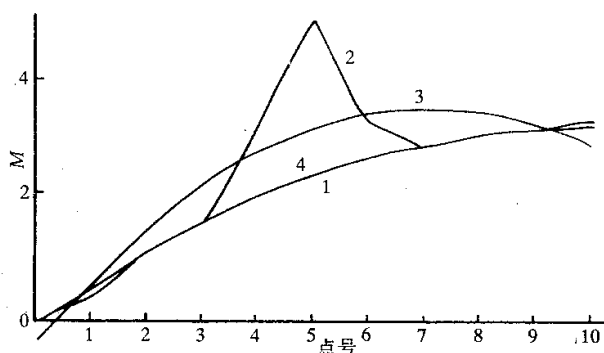


图 3 自调节趋势分析与常规趋势分析法计算结果对比

1—区域成分 2—叠加有局部成分的计算用数据 3—
常规趋势分析法结果 4—自调节趋势分析法所得结果

从图看出,曲线 1($t_0(x)$)与曲线 4($t_1(x)$)完全重合。表 3 例举了具体数据。表中 $t_0(x)$ 是区域成分, $L(x)$ 是局部成分, $t(x)$ 是 $t_0(x)$ 取到小数后 1 位与 $L(x)$ 相加的值; $t_1(x)$ 与 $L_1(x)$ 分别为用自调节趋势分析法所得的区域成分与局部成分; $t_2(x)$ 与 $L_2(x)$ 则是用常规趋势分析方法所得的相应结果。 $L(x)$ 与 $L_1(x)$ 相差最大幅值为 0.03,而对 $t_0(x)$ 取到小数后 1

位可引起的最大误差为 0.05 ,两者相近 ,故自调节趋势分析法的计算是成功的。相反 , $L_{\underline{L}}(x)$

表 3 自调节趋势分析法与老的趋势分析法所得结果对比

x	$t_l(x)$	$L(x)$	$t(x)$	$t_l(x)$	$L_l(x)$	$t_{\underline{L}}(x)$	$L_{\underline{L}}(x)$	$L(x)-L_l(x)$	$L(x)-L_{\underline{L}}(x)$
-5	-0.05	0	0.0	-0.030	0.030	-0.382	0.382	-0.030	-0.382
-4	0.586	-0.2	0.4	0.578	-0.178	0.646	-0.246	-0.022	0.046
-3	1.122	0	1.1	1.124	-0.024	1.526	-0.426	0.024	0.426
-2	1.662	0	1.6	1.609	-0.009	2.248	-0.648	0.009	0.648
-1	2.038	1.0	3.0	2.032	0.968	2.813	0.187	0.032	0.813
0	2.400	2.6	5.0	2.394	2.606	3.224	1.776	-0.006	0.824
1	2.698	0.6	3.3	2.694	0.604	3.479	-0.179	-0.004	0.779
2	2.932	0	2.9	2.932	-0.032	3.579	-0.679	0.032	0.679
3	3.102	0	3.1	3.105	-0.005	3.523	-0.423	0.005	0.427
4	3.208	0	3.2	3.224	-0.024	3.308	-0.108	0.024	0.108
5	3.250	0	3.3	3.278	-0.022	2.946	0.354	0.022	-0.354

与 $L(x)$ 则相差甚远。

例 2 二维数据

图 4a 是用 3 阶方程计算的 20×20 个数据加了局部成分后的曲线剖面平面。从图上清楚地看出 ,在 A ,B ,C 处有局部成分。图 4b 是用自调节趋势分析法所得局部成分 ,计算时设定多项式阶次变化范围为 1~8 ,程序选定的拟合阶次是 3。图 4c 给定阶次为 3 时常规趋势分析方法所得的局部成分。从图 4c 可以看出 ,除了 A ,B ,C 处的局部成分外 ,还有明显的区域成分(负局部成分周围为正 ,正局部成分周围为负 ,局部成分幅值越大 ,区域成分的幅值越大) ,顺便指出 ,此处有局部成分的点数为 25 ,占总计算点 400 的 6.25% ,在例 1 中 ,有局部成分的点数为 2 ,占总计算点 11 的 18.18% ,故此处局部成分对计算区域成分的影响要比例 1 小。

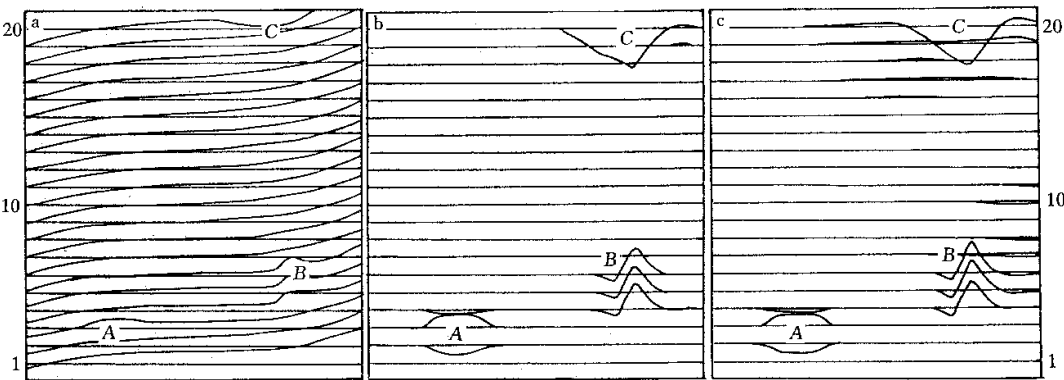


图 4 一个可观测量 M (任意单位)的剖面平面
a—区域成分与局部成分的叠加结果 ,b—自调节趋势分析法所得的局部成分 ,c—常规趋势分析法所得的局部成分 ;1 ,10 ,20 为测线号

4 应用实例

4.1 二维地学数据和处理

对表 1 数据用自调节趋势分析做了计算,计算时,设定二元多项式的阶次为 1~8,程序自动选的拟合区域成分的阶次是 1,拟合多项式为

$$Z(x, y) = 3.4926 + 0.1596(y - 2) + 0.4484(x - 2.5),$$

式中 $x=0, 1, 2, \dots, 5$; $y=0, 1, \dots, 4$ 。为了说明预测的可靠性,图 1a 是原始数据的等值线图;图 1b 是区域成分等值线图;图 1c 则是局部成分等值线图。从图 1a 可以清楚地看出, A 及 E 处有明显的负局部成分; B 处有明显的正局部成分; C 处有弱的正局部成分; D 及 F 处有弱的负局部成分。这些局部成分与图 1c 上所显示的局部成分是一致的。因此,可以认为计算结果是可靠的。

4.2 受严重随机干扰的信号的恢复

物、化探数据或其它数据,当受随机干扰严重时,恢复原始信号就非常必要。当区域趋势能用低阶多项式拟合时(即用密度大的测点做观测),自调节趋势分析法能给出好的结果。

例如图 5 中曲线 1 是原始信号,从图看出,可以用低阶多项式拟合,曲线 2 是叠加随机噪声(由计算机自动产生)后的叠加场,图 6 中曲线 2 则是对图 5 中曲线 2 做自调节趋势分析所得结果。从图看出,效果是非常好的。

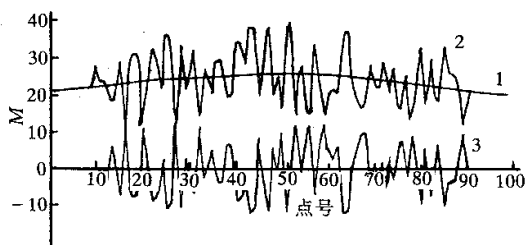


图 5 叠加均匀分布随机噪声的叠加场

1—区域场 2—叠加场 3—随机噪声,图上为真值的负数

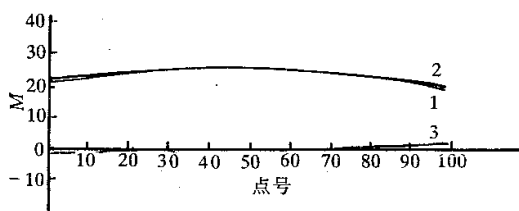


图 6 图 5 曲线 2 自动趋势面拟合结果

1—区域场 2—拟合结果 3—拟合结果与实际之差

4.3 在预测中的应用

在预测中,应用趋势分析计算要先对预测用的原始数据做研究,根据其中的区域成分及局部成分的特点,选择下述 4 种模型之一做预测用:①水平趋势分析,包括一次移动平均法、一次指数平均法及一阶自适应系数法;②线性趋势分析,包括二次移动平均法、二次指数平均法及二阶自适应系数法;③非线性系数法,包括二阶多项式及成长曲线法等;④季节性周期预测法,假定区域成分为线性,局部成分具周期性。关于上述各种方法的介绍,各种预测的参考书中均有详细的叙述,例如文献[2,3]①。

由于自调节趋势分析法能自动确定拟合区域成分多项式的阶次及有效地分离区域成分及局部成分,因而简化了趋势分析做预测的方法,并扩大了其应用范围。下面以北京市 1977~1981 年蔬菜销售情况为例来说明。

表 4 是北京市 1977~1981 年蔬菜销售量。这个例子取自文献[2]。图 7 中曲线 1 显示了其逐月变化情况,并规定 1977 年 1 月的序号为 1,1981 年 12 月的序号为 60。从图看出,蔬菜

表 4 北京市 1977~1981 年逐月蔬菜销售量统计(单位:万 kg)

序号	时 间	数 量	序 号	时 间	数 量	序 号	时 间	数 量	序 号	时 间	数 量	序 号	时 间	数 量
1	1977-1	3 120.5	13	1978-1	3 526.5	25	1979-1	3 724.5	31	1980-1	3 485.5	49	1981-1	4 076
2	1977-2	3 637.5	14	1978-2	3 553	26	1979-2	3 429.5	38	1980-2	3 848	50	1981-2	3 763
3	1977-3	4 309.5	15	1978-3	4 882	27	1979-3	4 763.5	39	1980-3	4 591	51	1981-3	5 276
4	1977-4	5 929.5	16	1978-4	6 909	28	1979-4	5 103	40	1980-4	4 271.5	52	1981-4	6 359.5
5	1977-5	11 058	17	1978-5	11 499	29	1979-5	9 326	41	1980-5	8 646.5	53	1981-5	8 860.5
6	1977-6	10 095.5	18	1978-6	10 540.5	30	1979-6	10 061	42	1980-6	9 789	54	1981-6	10 524.5
7	1977-7	13 195	19	1978-7	13 521.5	31	1979-7	13 550	43	1980-7	14 678.5	55	1981-7	14 429.5
8	1977-8	5 478.5	20	1978-8	10 365	32	1979-8	8932.5	44	1980-8	13 030	56	1981-8	11 073.5
9	1977-9	12 244.5	21	1978-9	7 681.5	33	1979-9	8 539.5	45	1980-9	10 948.5	57	1981-9	11 819.5
10	1977-10	12 510.5	22	1978-10	13 625.5	34	1979-10	14 826.5	46	1980-10	12 598.5	58	1981-10	12 156.5
11	1977-11	34 731.5	23	1978-11	34 750	35	1979-11	39 535.5	47	1980-11	34 598	59	1981-11	32 421
12	1977-12	3 929.5	24	1978-12	6 268	36	1979-12	5 322	48	1980-12	3 872.5	60	1981-12	4 243.5

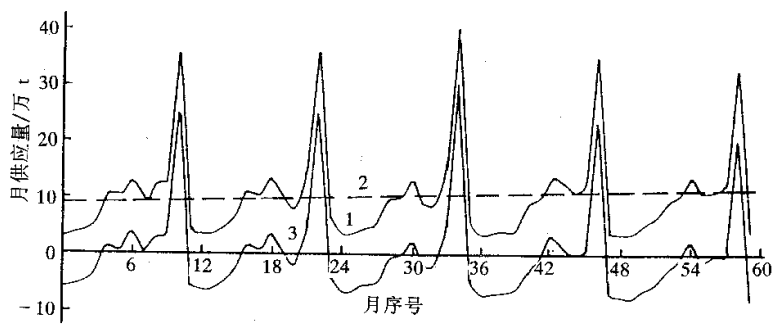


图 7 北京市 1977~1981 年蔬菜逐月供应量曲线
1979 年 1 月为月序号 1, 1—原始数据 2—自调节趋势分析法
所得的区域成分 3—自调节趋势分析法所得的局部成分

销售量有明显的周期, 每年 11 月因供应冬贮大白菜, 形成销售高峰。对这种数据不能用常规的季节性周期预测法。文献 2 采用积分自回归—移动模型, 得出的预测公式是

$$\begin{aligned} t(x+l) = & 0.77t(x+l-1) + 0.23t(x+l-2) + t(x+l-12) - \\ & 0.77t(x+l-13) - 0.23t(x+l-14) + \\ & e(x+l) - 0.8e(x+l-12), \end{aligned} \tag{5}$$

式中, $t(x+l)$ 为 $x+l$ 点上的预测值; $t(x+l-i)$ 则为 $x+l$ 前 i 点上的已知值; $e(x+l-i)$ 表示 $x+l$ 前 i 点上一次实际值与预测值的差值。除非长期做预测, 这些值是无法获得的。因此, 在第 1 次做预测时, 只好忽略 (5) 式含 $e(x+l-i)$ 的项。 l 为预测长度, 由于只有 $x_1 \leq x$ 时的 $t(x_1)$ 数据, 故做 $x+l$ 的预测要先做 $x+1, x+2, \dots, x+l-1$ 的预测。右面是根据 1981 年 10 月以前的数据, 用 (5) 式对 1981 年 10~12 月销售量所做的预测与实际销售量的对比 (已有的数据到 1981 年 12 月)。

图 7 中曲线 2 及 3 是对表 4 数据做自调节趋势分析的结果, 拟合区域成分所用阶次范围为 1~8, 程序选择的合适阶次是 1, 即线性拟合。图中曲线 1 是原始数据, 曲线 2 是计算的区域成分, 曲线 3 是局部成分。从曲线 3 看出, 局部成分具有以 12 个月为周期的周期, 不同年的局部成分的变化特点相似, 这就为下一周期 (即 1982 年) 做预测提供了可能。对区域成分做预测, 采用自调节趋势分析法所得的区域成分。对局部成分的预测采用下述 4 种方法, 即:

1. 用上一周期的局部成分做预测周期的局部成分;
2. 用已有 5 个周期局部成分的平均值做预测周期的局部成分 (即 1 月、2 月直到 12 月每月 5 个周期平均值);
3. 利用上一周期每月局部成分与区域成分之比, 根据预测周期每月的区域成分值计算该周期每月的局部成分值;
4. 利用 5 个周期局部成分与区域成分之比的 12 个月的平均值, 根据预测周期每月的区域成分的值计算该周期每月的局部成分值。

对表 4 数据, 用 4 种方法利用 1981 年以前数据对 1981 年的情况做预测, 与实际数字对比, 第 3 种方法计算的结果最好。表 5 是用 1981 年前的数据对 1981 年所做的预测结果。从表 5 看出, 预测的结果是可以接受的。

表 5 利用表 4 中 1980 年以前数据对 1981 年所做的预测结果

时间	预测值 万 kg	实际值 万 kg	预测的百分误差 *	时间	预测值 万 kg	实际值 万 kg	预测的百分误差 *
1981-1	3 485.5	4 076	- 14.5	1981-7	14 678.5	14 429.5	- 1.7
1981-2	3 848	3 763	2.3	1981-8	13 030	11 073.5	- 17.7
1981-3	4 591	5 276	- 13.0	1981-9	10 948.5	11 819.5	- 7.4
1981-4	4 271.5	6 359.5	- 32.8	1981-10	12 589.5	12 156.5	3.6
1981-5	8 646.5	8 860.5	- 2.4	1981-11	34 598	32 421	6.7
1981-6	9 789	10 524.5	- 7.0	1981-12	3 872.5	4 243.5	- 8.7

* [(预测值 - 实际值) / 实际值] × %

5 结论

根据以上所述 ,可以得出结论 ,自调节趋势分析法有效地将区域成分与局部成分分离 ,因而能对具区域成分的数据做预测。预测的条件是 :在预测的时期内 ,影响事件区域成分的基本因素没有发生变化。这种方法不仅可用于地质数据的分析 ,也可用于经济数据的分析。

参考文献 :

[1] 熊光楚 . 金属矿区磁异常的解释推断 [M] . 北京 : 地质出版社 ,1981 .
[2] 陈玉祥 , 张汉亚 . 预测技术与应用 [M] . 北京 : 机械工业出版社 ,1985 .
[3] 朱冰静 , 朱宪辰 . 预测原理与方法 [M] . 上海 : 上海交通大学出版社 ,1991 .

SELF-ADJUSTING TENDENCY ANALYSIS

XIONG Guang-chu

(Beijing Research Institute of Mineral Resources and Geology ,Beijing 100012 ,China)

Abstract : The self-adjusting tendency analysis has been developed on the basis of classic tendency analysis. It has two outstanding features. The first is that it can eliminate the effects of local components on the calculation of coefficients of polynomial used to approximate the regional component. The second is that it can determine the degree of polynomial without the attention of the operator. These features make the analysis a powerful tool in data processing.

Key words : self-adjusting tendency analysis ;local part ;regional part

作者简介 :熊光楚 (1927 -) 男 ,江西南昌人。1952 年毕业于清华大学物理系。现为中国铜铅锌集团北京地质研究所退休职工 ,教授级高级工程师 ,主要从事金属矿找矿方法及数据处理研究 ,发表论文 80 篇 ,出版专著 8 册。 万方数据