

# 讲座

## 时间趋势分析(二)

上海医科大学 詹绍康

### 时间趋势预测

**一、预测理论的假定：**对时间序列数据作统计预测，都有一个基本假定，即历史资料中数据之间的关系，会保持到未来。例如，如果在历史资料中显示某指标变化呈直线趋势，每年的变化是一个常数，那么在以后的年份中，每年也保持变化这么一个常数；如果过去的年份某指标呈指数曲线变化，那么，在以后的年份中每年的增加率也是恒定的。在利用季节指数作按月预测时，当然需要假定季节变动的类型也是恒定的。另一方面，如果历史资料显示季节变动的类型也正在变化之中（图7），那么仍然要假定这种变化也是以恒定的方式进行着并带到未来。此时所说的保持恒定，不再是指季节变动的类型，而是季节变动类型的变化。

**二、识别季节变动类型的变化：**用图示法来识别季节变动类型的变化是非常直观的，图7说明季节变动从一个高峰变化为两个高峰。用这一份资料所画的季节分析图（图8）和阶层图（图9），显然与图3、图4（见本刊1991年第4期245页）不同。图3和图4显示季节变动类型恒定，图7和图8显示季节变动类型有变化。

**三、季节变动类型变化的分析：**从图8、9可见，夏季的高峰在不断增高，峰顶大约在8、9月份，似乎还在增高。在这种情况下要预测未来，就要对过去的年份的每个月计算季节指数。首先，用移动平均百分数画成每月一张的点图或线图。这里选了4个月画于图10。

用直线来表达各月份数值之变化趋势是有缺点的，因为按这种直线趋势，增高或降低都是无限的，这样预测显然欠妥。一般来说，用曲线比用直线更合理一些。寻找这种趋势线，可以用目测法，也可用最小二乘法，后者似乎更客观一些，但在理论上不存在任何理由比目测法更好。如果十分谨慎的话，目测法也是够满意的。

图10中的虚线就是用目测法画的趋势线，为易于说明，这里用的是直线，从图可见1、5月份的趋势是

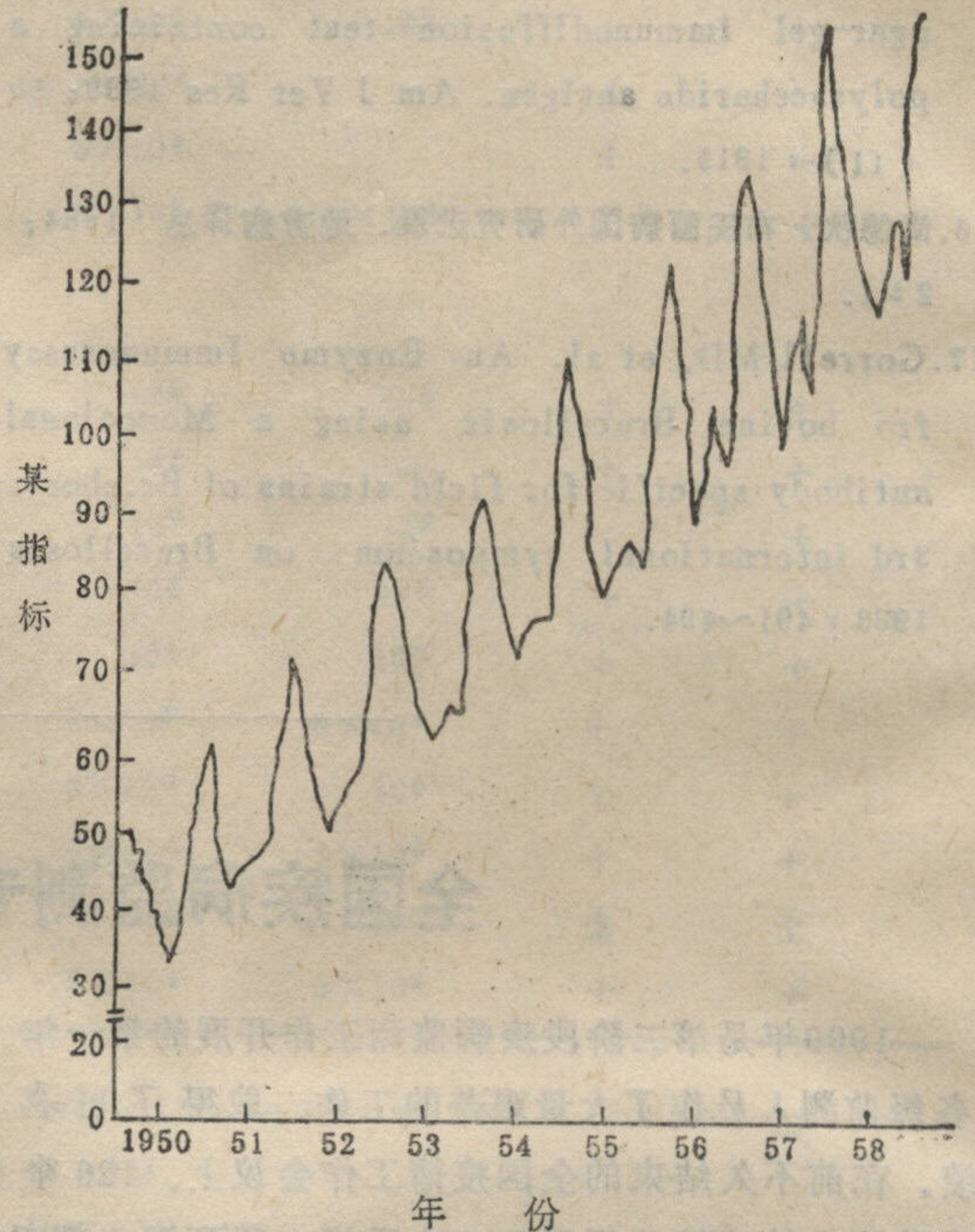


图7 某指标季节变动类型的变化

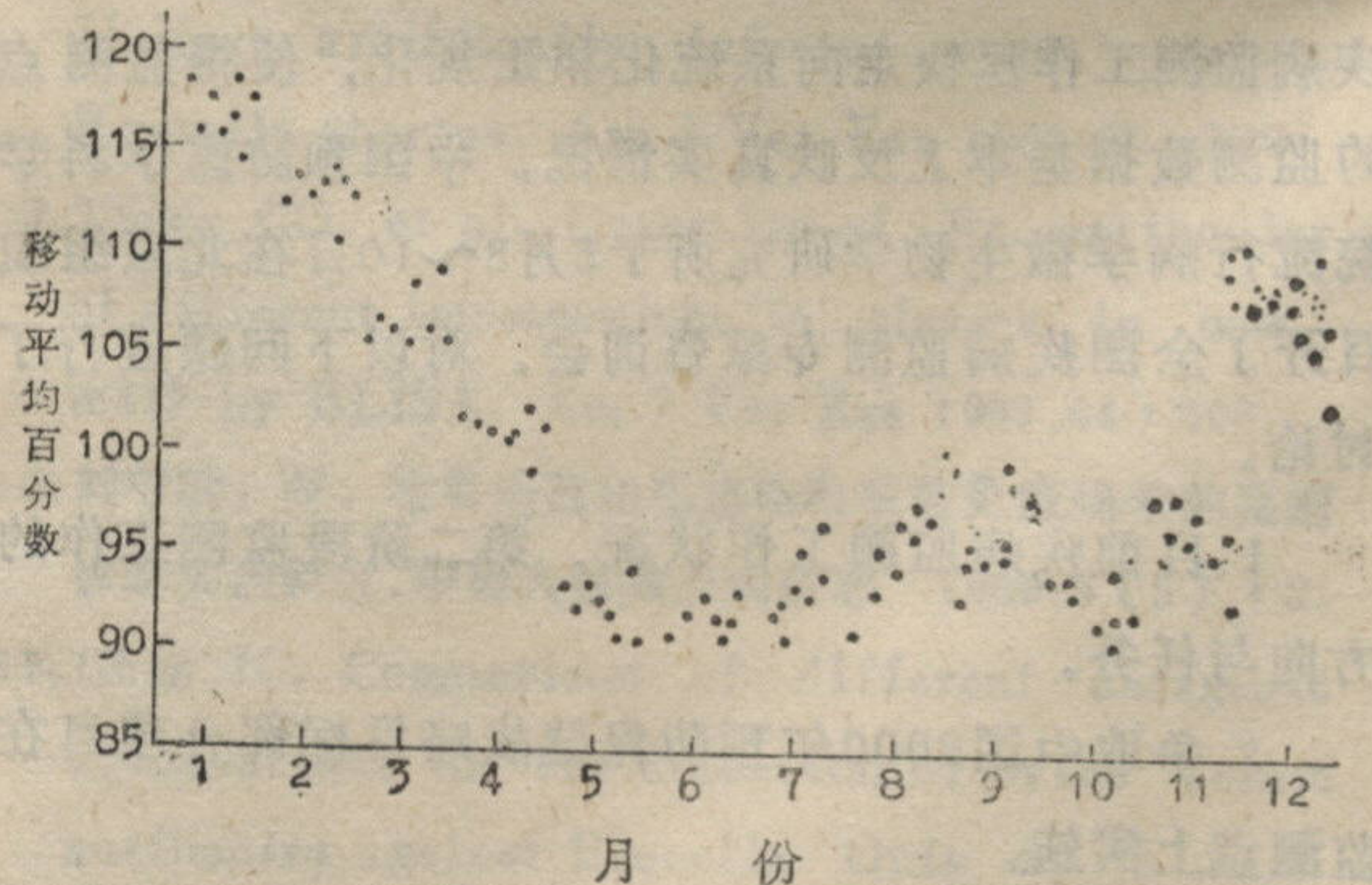


图8 表示季节变动类型及其变化的季节分析图

下降的，而6、9月份的趋势是上升的。

在获得趋势线后，就能从图中读出未来一两年的季节指数，并转换成调整的季节指数，然后再算出季节调整值，这就是预测值了。当然，最好只作近期预测

\* 邮政编码 200032

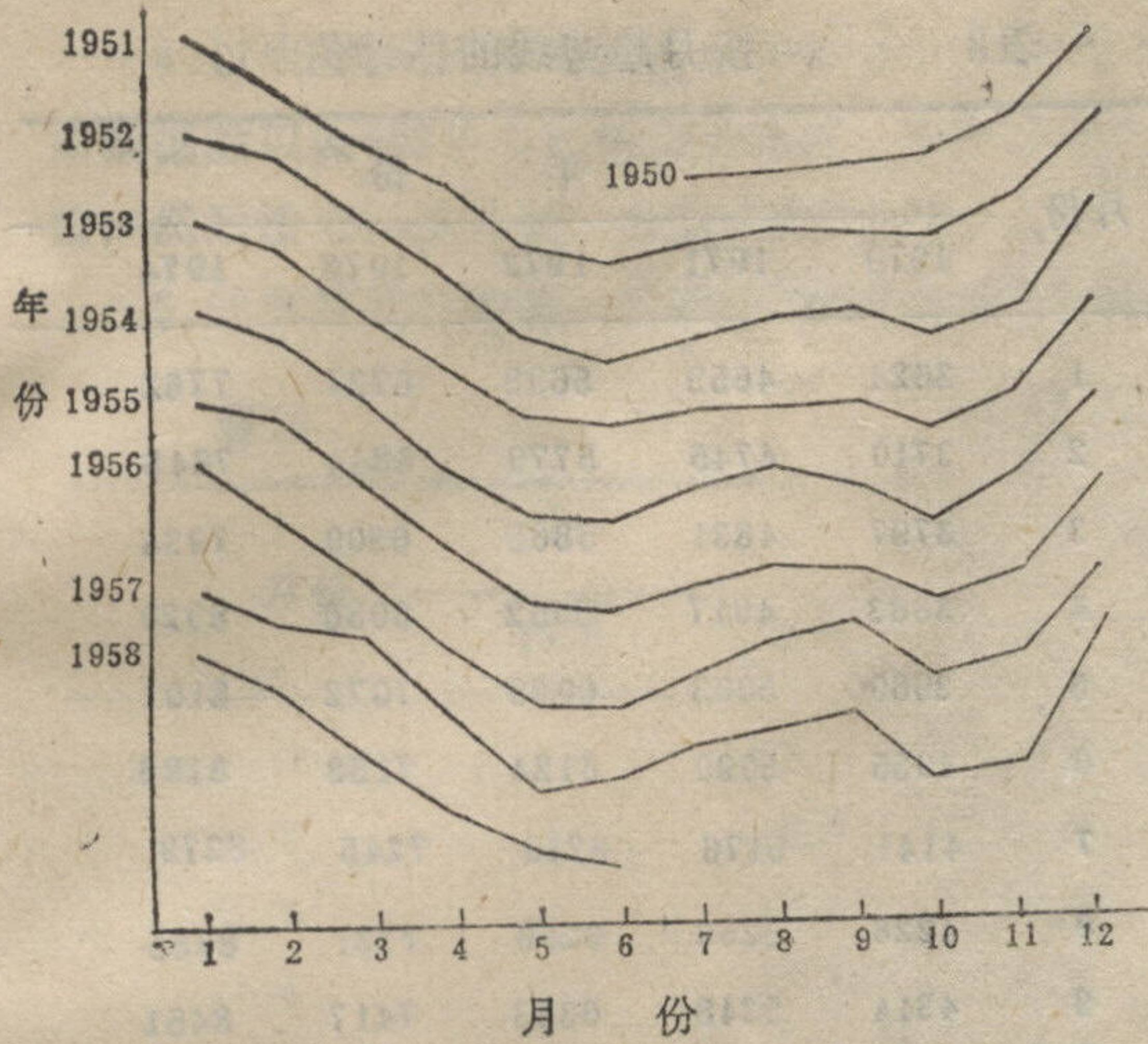


图9 表示季节变动类型及其变化的阶层图

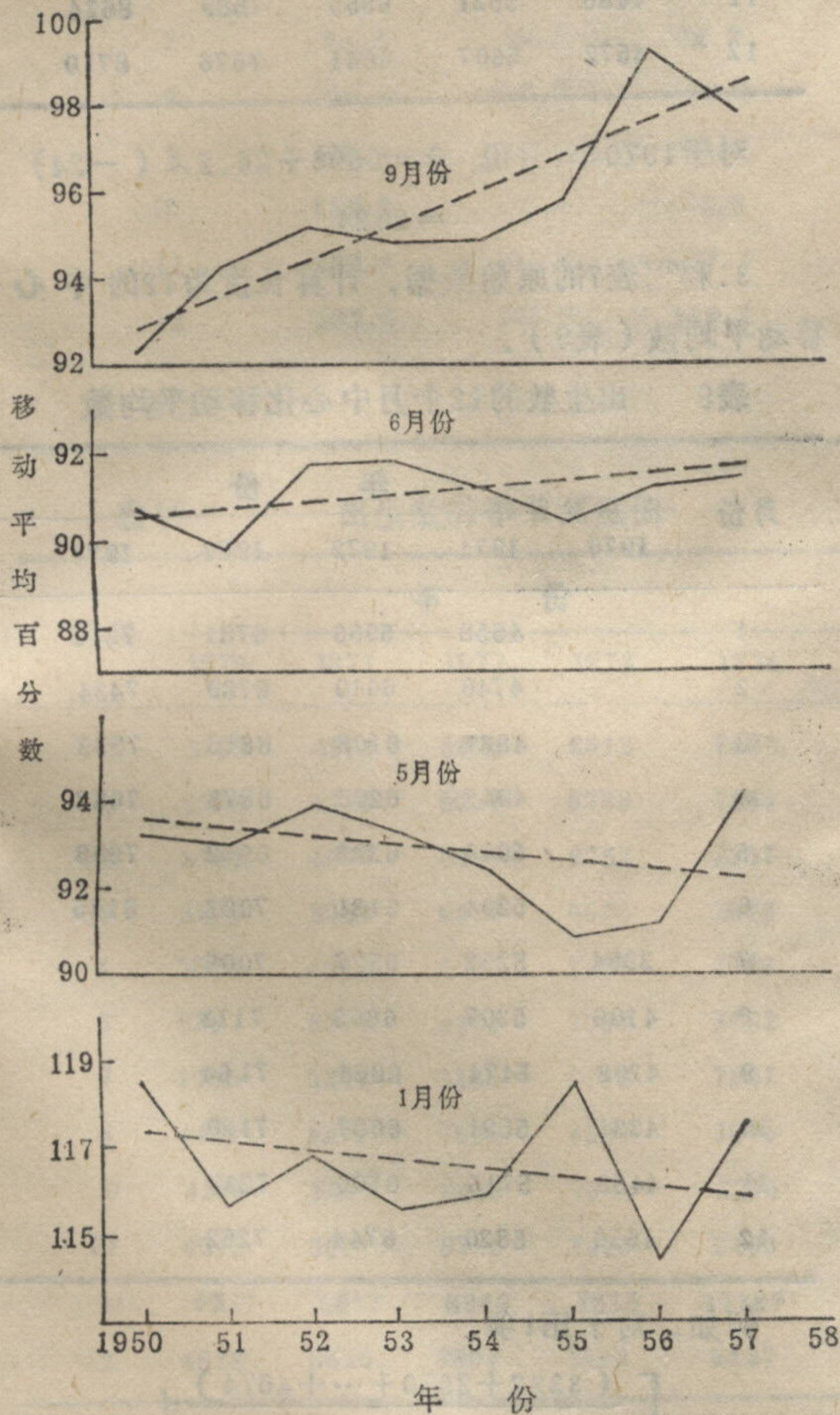


图10 4个月份的移动平均百分数及目测直线

(如1~2年)。

**四、时间序列模型：**前面所述趋势和季节变动的分析中，把时间序列分解成几种成分，这是未来预测值的初步近似。这个预测过程也可以逆行，不是分解，

而是组合，即把各种成分组合起来，进行预测。

在实际工作中，某指标随时间的变化往往受多种因素的影响。孤立地分析某一个因素对一个指标变化的影响，往往成效不大，如在研究出生率变化、死亡率变化、移民流行病学等问题时，都难以用某种单一的因素来解释。虽然对任何一个指标的影响因素都很多，也许多得数不清，但还是可以把它们归类的。把影响因素归类后研究比对原始的单个因素逐个研究有时会更好一些。前面已经提及，习惯上把影响因素分4类：总趋势、季节变异、螺旋和剩余（误差）变异。若以字母T、S、C及R分别代表上述4个因素的作用，那么时间序列Y的取值可描述为：

$$Y = T \times S \times C \times R \quad (1)$$

而季节调整值可表达为：

$$\frac{Y}{S} = \frac{T \times S \times C \times R}{S} = T \cdot C \cdot R \quad (2)$$

若再作趋势调整，可得：

$$\frac{Y}{S \times T} = \frac{T \times S \times C \times R}{S \times T} = C \cdot R \quad (3)$$

上面的模式表示，在消除总趋势及季节变动因素的作用后，剩下的便是螺旋和随机误差部分了。以下的分析，就是根据这样一个总模式来进行的。

**五、时间序列的整体分析：**假定表7资料是5年中的按月出生数，以下是整体分析的过程。

表7 5年的婴儿出生数

月份	1970	1971	1972	1973	1974
1	3332	4756	6139	7224	7823
2	3570	4834	6137	6924	7695
3	3766	4936	6273	6833	7293
4	3032	4817	6285	6338	6727
5	3149	4294	5834	6176	6715
6	3344	4672	5618	6258	6783
7	3787	4907	6021	6268	7283
8	4512	5353	6744	6689	7785
9	4591	5935	6898	7566	8848
10	4860	6200	7587	8374	10650
11	4603	5810	7216	8026	10948
12	4674	5821	7029	7690	9738
合计	47220	62335	77781	84366	98288
平均	3935	5195	6482	7031	8191

1.求趋势线：这里以年合计数用最小二乘法配合直线（图11）。

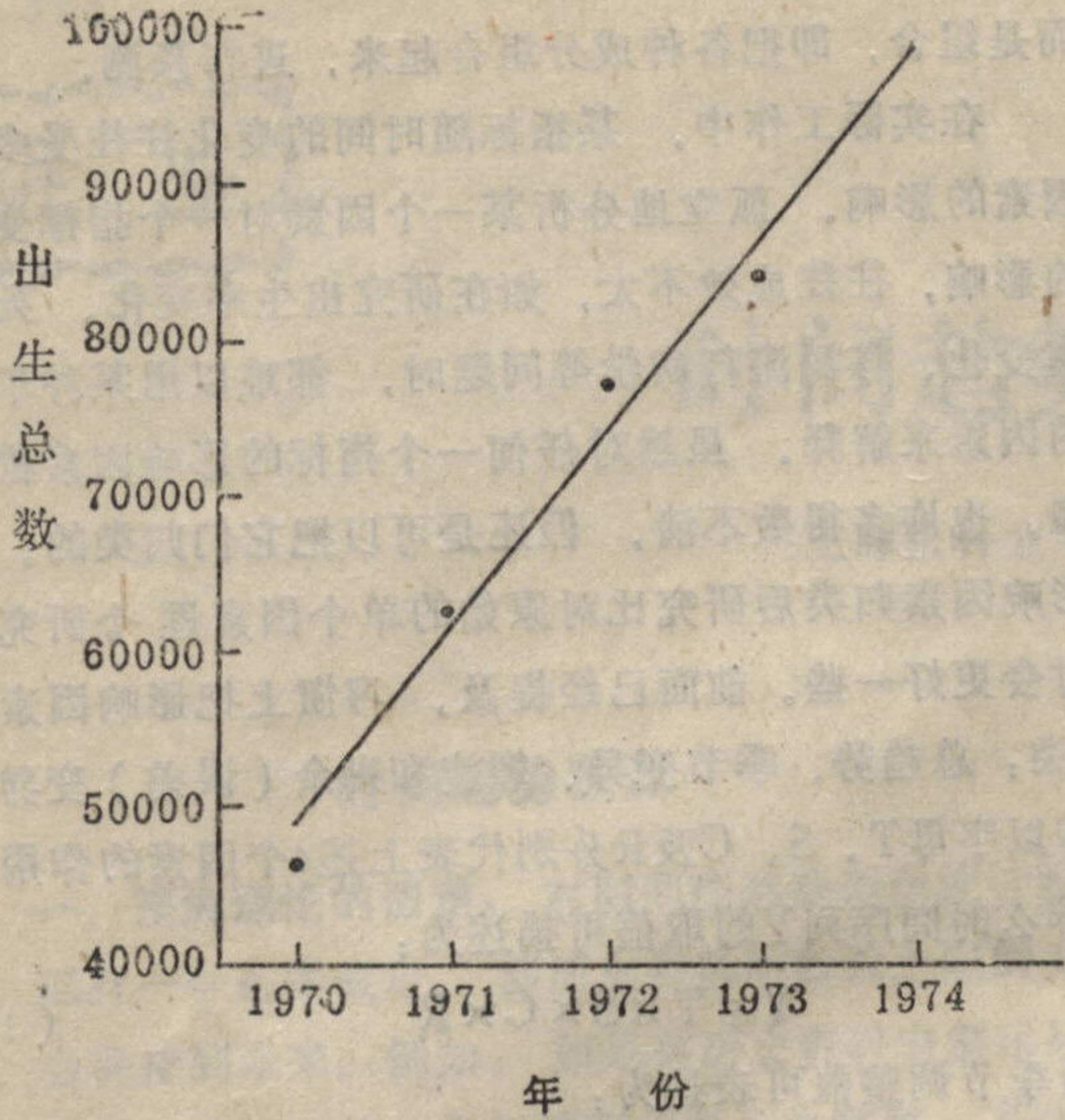


图11 出生总数及其回归直线

为简化运算，以中间的年份（1972年）取 $x=0$ ，1971年为 $x=-1$ ，1970年为 $x=-2$ ，1973年为 $x=1$ ，1974年为 $x=2$ ，则：

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = \frac{369990}{5} = 73998$$

$$b = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2} = \frac{124167}{10} = 12416.7$$

建立回归方程：

$$\hat{y} = 73998 + 12416.7x$$

2. 把上述按年总数的趋势线方程转换成按月的趋势线方程：

$$\hat{y} = \frac{73998}{12} + \frac{12416.7}{144}(x-5.5)$$

式中减去5.5是为了把原来的 $x$ 位置（年中点，即6月底和7月初的交点）转换到新的位置（1月中点），因而得：

$$\hat{y} = 6167 + 86.2x - 474$$

$$\hat{y} = 5693 + 86.2x$$

取1972年1月份的 $x=0$ ，在它以前的月份依次取 $-1$ ， $-2$ ，……，在它以后的月份取 $1$ ， $2$ ，……，可得按月的趋势线估计值——用直线回归方程的估计值（表8）。

例如：

对于1972年1月份  $\hat{y} = 5693 + 86.2 \times 0 = 5693$

对于1972年2月份  $\hat{y} = 5693 + 86.2 \times 1 = 5779$

对于1974年1月份  $\hat{y} = 5693 + 86.2 \times 24 = 7762$

表8 按月趋势线的估计值

月份	年 份				
	1970	1971	1972	1973	1974
1	3624	4659	5693	6727	7762
2	3710	4745	5779	6814	7848
3	3797	4831	5865	6900	7934
4	3883	4917	5952	6986	8020
5	3969	5003	6038	7072	8107
6	4055	5090	6124	7158	8193
7	4141	5176	6210	7245	8279
8	4228	5262	6296	7331	8365
9	4314	5348	6383	7417	8451
10	4400	5434	6469	7503	8538
11	4486	5521	6555	7589	8624
12	4572	5607	6641	7676	8710

对于1970年1月份  $\hat{y} = 5693 + 86.2 \times (-24) = 3624$

3. 利用表7的原始数据，计算长度为12的中心化移动平均数（表9）。

表9 出生数的12个月中心化移动平均数

月份	年 份				
	1970	1971	1972	1973	1974
1		4658	5906	6781	7346
2		4740	6010	6789	7434
3		4831	6108	6815	7533
4		4943	6206	6875	7682
5		5049	6323	6942	7898
6		5204	6431	7003	8105
7	3994	5252	6527	7055	
8	4106	5307	6605	7113	
9	4208	5474	6661	7164	
10	4331	5591	6687	7199	
11	4453	5716	6703	7238	
12	4556	5820	6744	7282	

例如，对于第1项，

$$\left[ \frac{(3332 + 3570 + \dots + 4674)}{12} + \frac{(3570 + 3766 + \dots + 4756)}{12} \right] \times \frac{1}{2} = (3935.00 + 4053.67) \times \frac{1}{2} = 3994$$

4.以表9资料计算调整的季节指数：先以表7的原始数据除以表9的中心化移动平均数，得移动平均百分数，然后按表10作计算，方法与表5相同。

5.计算季节调整值：以表7的原始数据除以相应月

份调整的季节指数（表10），就可得季节调整值（表11）。

6.计算季节变动及趋势的调整值：表11表示的是消除季节变动后的数据，如除以表8（表示趋势）的数

表10 调整的季节指数计算用表

月份	年 份					中心项 合 计	中心项 平 均	调 整 的 季节指数
	1970	1971	1972	1973	1974			
1		102.1	103.9	106.5	106.5	209.4	104.7	104.5
2		102.0	102.1	102.0	103.5	204.1	102.1	102.0
3		102.2	102.7	100.3	96.8	202.5	101.3	101.2
4		97.5	101.3	92.2	87.6	189.7	94.9	94.8
5		85.0	92.3	89.0	85.0	174.0	87.0	86.9
6		89.8	87.4	89.4	83.7	176.8	88.4	88.3
7	94.8	93.4	92.2	88.8		185.6	92.8	92.7
8	109.9	100.9	102.1	94.0		203.0	101.5	101.4
9	109.1	108.4	103.6	105.6		214.0	107.0	106.8
10	112.2	110.9	113.5	116.3		225.7	112.9	112.7
11	103.4	101.6	107.7	110.9		211.1	105.6	105.4
12	102.6	100.0	104.2	105.6		206.6	103.4	103.3
合计							1201.6	1200.0

表11 出生数的季节调整值

月份	年 份				
	1970	1971	1972	1973	1974
1	3189	4551	5875	6913	7486
2	3500	4739	6017	6788	7544
3	3721	4877	6199	6752	7207
4	3198	5081	6630	6686	7096
5	3624	4941	6713	7107	7727
6	3787	5291	6362	7087	7682
7	4085	5293	6495	6762	7857
8	4450	5279	6651	6597	7678
9	4299	5557	6459	7084	8285
10	4312	5501	6732	7430	9450
11	4337	5512	6846	7615	10387
12	4525	5635	6804	7444	9427

表12 季节变动及趋势调整值

月份	年 份				
	1970	1971	1972	1973	1974
1	88.0	97.7	103.2	102.8	96.4
2	94.3	99.9	104.1	99.6	96.1
3	98.0	101.0	105.7	97.9	90.8
4	82.4	103.3	111.4	95.7	88.5
5	91.3	98.8	111.2	100.5	95.3
6	93.4	103.3	103.9	99.0	93.8
7	98.6	102.3	104.6	93.3	94.9
8	105.3	100.3	105.6	90.0	91.8
9	99.7	103.9	101.2	95.5	98.0
10	98.0	101.2	104.1	99.0	110.7
11	97.3	99.8	104.4	100.3	120.4
12	99.0	100.5	102.5	97.0	108.2

据，则又消除了趋势的作用，称之为同时对季节变动和趋势作调整的值。表12就是以百分数表示的季节变动及趋势调整值。

7.为了说明上述各项计算结果的意义，现把表7的原始数据画于图12，表11的季节调整值画于图13，

表12的季节变动及趋势调整值画于图14。表12中的数据 and 公式3中的意义是一致的，调整或消除了季节变动S和趋势T的影响，剩下的只是螺旋C和随机误差R的作用了。如果后两者都不存在，那么图14就会是与横轴平行的一条直线了。

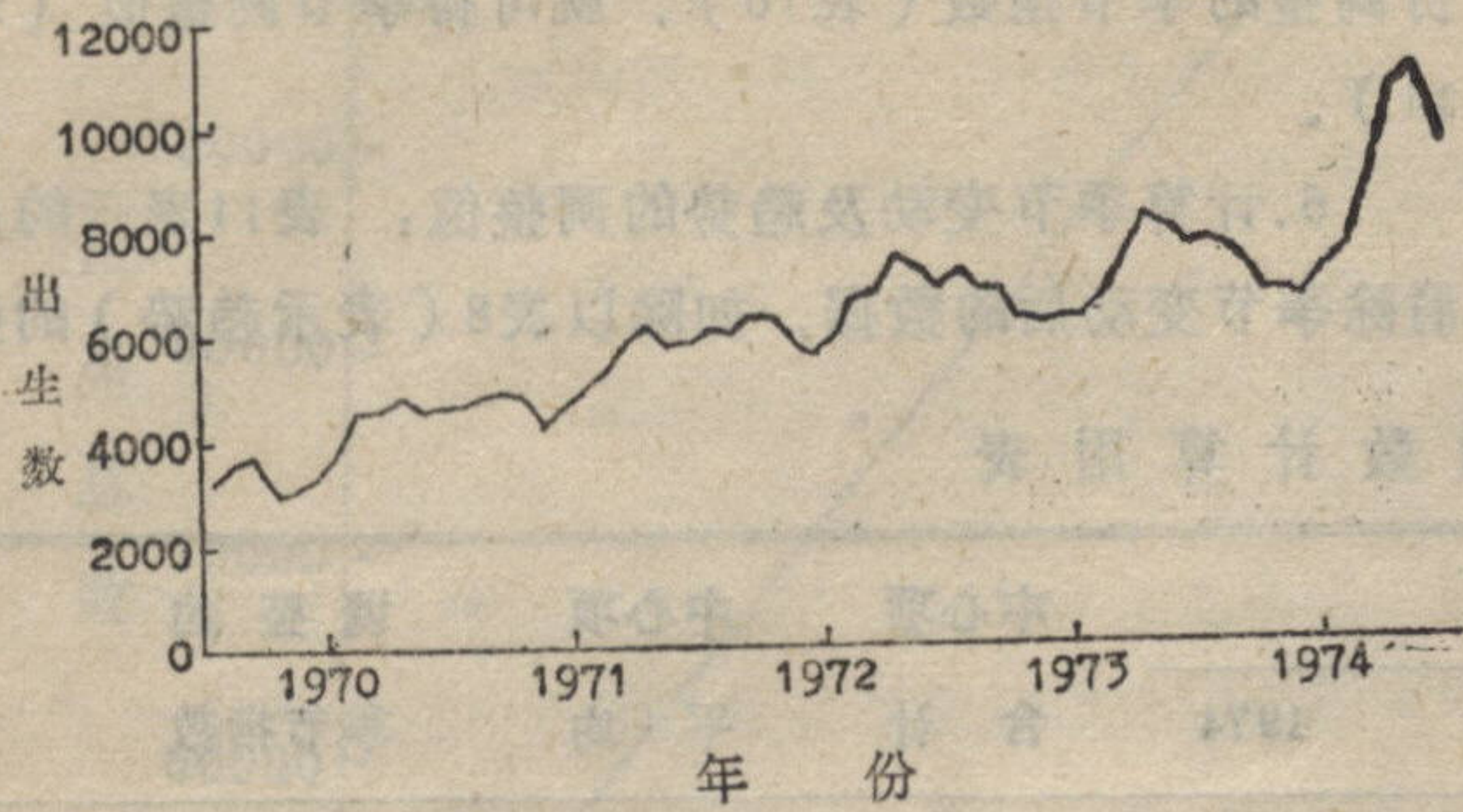


图12 5年中各月的出生数

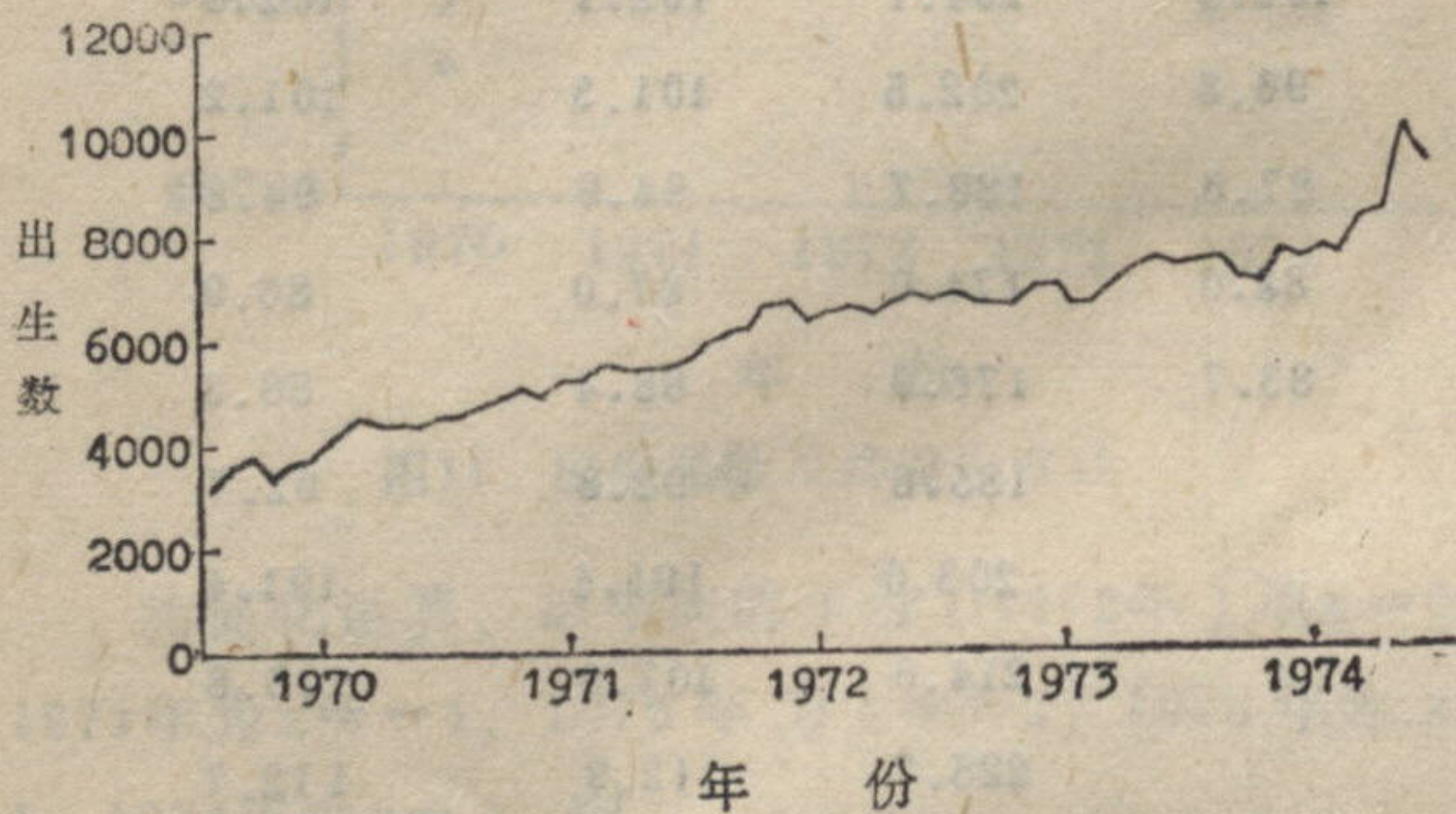


图13 5年中的出生数季节调整值

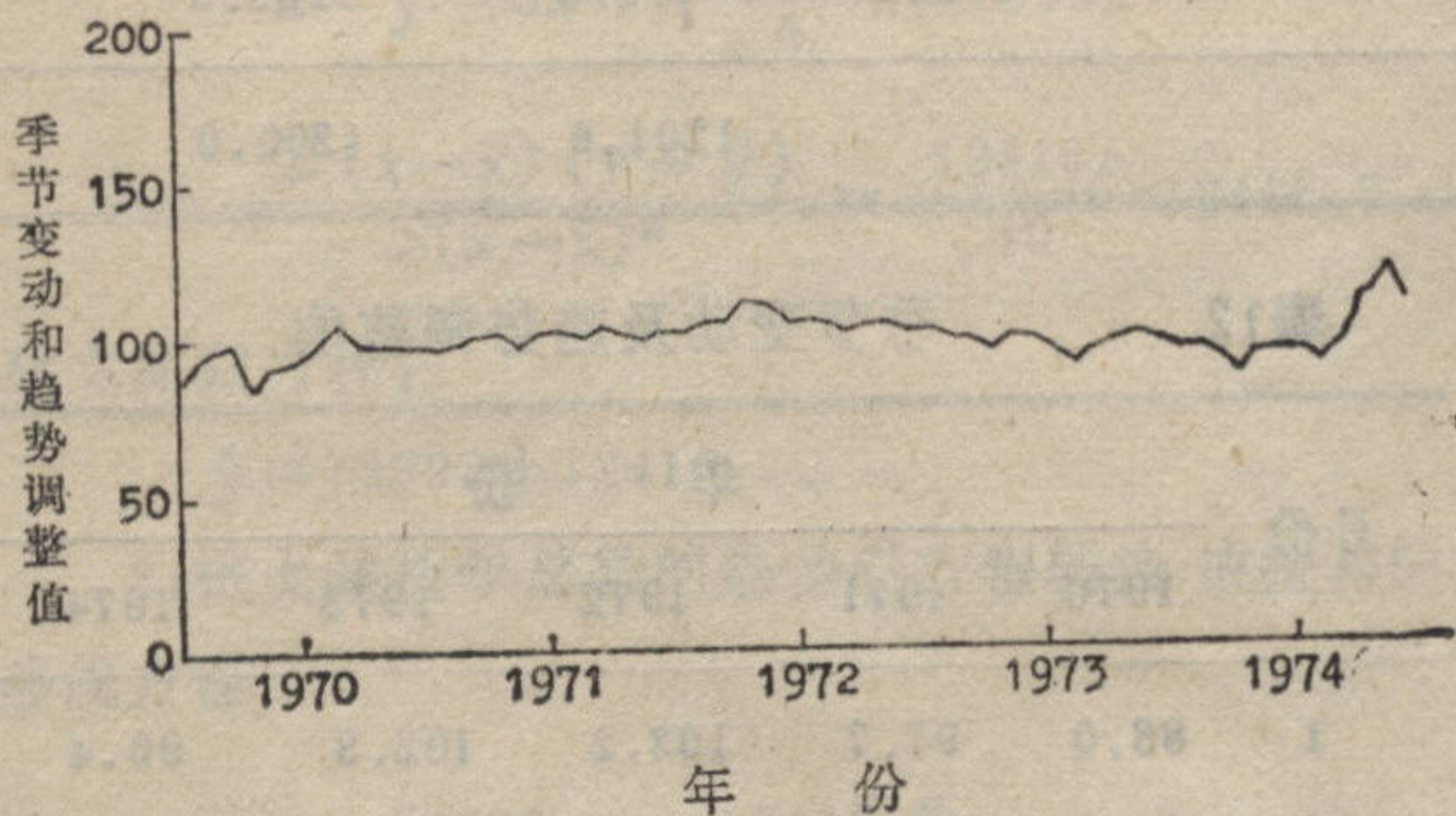


图14 5年中出生数的季节变动和趋势调整值

**六、综合趋势和季节变动的预测：**最常用而有效的预测，可以以趋势和季节变动为基础。其基本步骤如下。

1. 用历史资料求得年趋势线或月趋势线。按本文(五)的方法进行，趋势线可用目测法或最小二乘法算得。
2. 延长趋势线可得预期的年观察值或月观察值，此时的数据纯表示趋势，不存在季节变异(仿照表8)。
3. 用调整的季节指数乘以表示趋势的预期观察

值，就可得兼有趋势和季节变动的预测值(表13)。

表13 据表7资料对1975年出生数的预测

月份	按趋势预期月观察值	调整的季节指数	按趋势及季节变动的预测值
1	8796	104.5	9192
2	8882	102.0	9060
3	8969	101.2	9077
4	9055	94.8	8584
5	9141	86.9	7944
6	9227	88.3	8147
7	9313	92.7	8633
8	9400	101.4	9532
9	9486	106.8	10131
10	9572	112.7	10788
11	9658	105.4	10180
12	9744	103.3	10066

这种预测，虽然有用，但有以下一些要求或条件。

1. 趋势线或趋势方程(直线或曲线)确实代表了历史资料中的趋势作用；
2. 同样的趋势作用在未来的预测年份中保持不变；
3. 预测期季节变动规律与历史资料相同，即使季节变动规律在改变，那么这种改变以同样的性质延伸到预测期；
4. 螺旋和误差效应略而不计。

对于螺旋效应，在大多数情况下可以略而不计。当然在预测过程中，若能结合其他技术(如相关、回归分析)，效果会更好一些。

**七、预测方法的进展：**对未来进行定量预测的古典方法大致分两类：时间序列分析和回归分析。当然，这两类分析方法是相辅相成的。用时间序列分析方法作预测的技术也得到了较快的发展，随着指数平滑法及自回归-移动平均法、灰色系统、随机过程及各种数学模型的应用，预测结果会更令人满意，尤其是电子计算机技术的发展，更给预测的改进提供了条件。

64A