

学习单元五 时间序列分析



知识目标

- 理解时间序列的概念及分类
- 理解时间序列的编制原则
- 掌握时间序列的构成因素
- 掌握分解模型的结构及意义



能力目标

- 会对时间序列进行对比分析
- 会对时间序列进行构成分析
- 会对时间序列进行预测分析



职业素养

- 树立动态分析的意识
- 培养预测分析的能力
- 提升计算操作的能力



单元导入

时间序列分析，又称动态分析，是一种广泛应用的数量分析方法，它主要用于描述和探索现象随时间发展变化的数量规律。

对时间序列进行分析的目的主要表现在三个方面：一是为了描述现象在过去时间的状态；二是为了揭示现象发展变化的规律性；三是为了预测现象在未来时间的行为。

股票价格 K 线分析图



股票成交价格序列是一种典型的时间序列，股票价格 K 线分析图和股票价格分时走势图是分析股票价格变动的常用工具。请问图中的三条曲线是根据什么数据描绘出来的？它们有何作用？

本单元主要介绍两种常用的时间序列分析方法，即时间序列的对比分析和构成分析方法；另外还将介绍三种常用的时间序列预测方法：趋势外推法、移动平均法和指数平滑法。

学习任务 1 时间序列的编制

【任务导入】

时间序列的正确编制是动态分析的基础和质量保证，下面是国民经济核算中常用的时间序列。

请仔细观察表 5-1 中的数据，思考如何编制时间序列？

表 5-1 国内生产总值等时间序列

年份	国内生产总值 (亿元)	年底总人口 (万人)	人均国内生产总值 (元/人)	职工平均工资 (元)
1995	60793.7	121121	5046	5500
1996	71176.6	122389	5846	6210
1997	78973.0	123626	6420	6470
1998	84402.3	124761	6796	7479
1999	89677.1	125786	7159	8346
2000	99214.6	126743	7858	9371
2001	109655.2	127627	8622	10870
2002	120332.7	128453	9398	12422
2003	135822.8	129227	10542	14040
2004	159878.3	129988	12336	16024
2005	183217.4	130756	14053	18364
2006	211923.5	131448	16165	21001
2007	257305.6	132129	19524	24932
2008	314045.4	132802	23708	29229

【相关知识】

1.2.1 时间序列的概念

时间序列 (Time Series) 又称动态数列，它是将某一现象在不同时间上的观察值，按照时间顺序排列而形成的序列。例如，国内生产总值 (GDP)、消费者价格指数 (CPI)、股票价格指数、利率、汇率等都是时间序列。

由表 5-1 可以看出，时间序列由两个基本要素构成：一是时间要素，表明现象的观察值所

属的时间；另一个是观察值要素，表明现象在某一时间上发展变化的状态。其中，时间可以用年份、季度、月份、周、日、甚至可以是分秒（如高频金融数据）等时间形式，观察值可以用绝对数、相对数和平均数等指标形式。

1.2.2 时间序列的分类

时间序列按其观察值的表现形式不同，可以分为绝对数时间序列、相对数时间序列和平均数时间序列。

1. 绝对数时间序列

把一系列同类的绝对数指标按时间先后顺序排列而成的数列，称为绝对数时间序列，用于反映现象在不同时间上所达到的绝对水平。

绝对数时间序列根据观察值所属时间状况不同，可分为时期序列和时点序列。

（1）时期序列。

时期序列中的观察值反映现象在某一段时间内发展过程的活动总量，并且各观察值通常可以相加，用于反映现象在更长一段时间内的活动总量，其数值大小与所属时期长短有直接关系。例如，表 5-1 中的“国内生产总值”序列就是时期序列。

（2）时点序列。

时点序列中的观察值反映现象在某一时点上的总量，它是在某一时点上统计得到的，序列中的各观察值通常不能相加，各时点上的观察值大小与时点间隔长短没有直接联系。表 5-1 中的“年底总人口”序列就属于时点序列。

2. 相对数时间序列

把一系列同类的相对数指标按时间顺序排列而成的数列，称为相对数时间序列，反映现象相互关系的发展变化过程。例如表 5-1 中的“人均国内生产总值”序列就是相对数时间序列。

3. 平均数时间序列

把一系列同类平均数指标按时间顺序排列而成的数列，称为平均数时间序列，反映现象一般水平的发展变化过程，例如，表 5-1 中的“职工平均工资”序列就属于平均数时间序列。

注意：在 3 种时间序列中，绝对数时间序列是最基本的表现形式，它在各时间上的数值相加有意义，而相对数时间序列和平均数时间序列是在绝对数时间序列的基础上派生的，它们在各时间上的数值相加没有意义。

1.2.3 编制时间序列的原则

编制时间序列的目的，是为了通过各时间上的观察值的对比，研究现象发展变化的过程和规律。因此，保证时间序列中各项观察值具有充分的可比性，是编制时间序列的基本原则。具体应注意以下几点：

1. 时间长短一致

时期序列中由于观察值大小与时期长短直接相关，一般来说各观察值所属时间长度应当一致。时点序列中观察值虽与时点间隔无直接关系，但为了更好地反映发展变化过程，一般来说也应当尽可能使时点间隔相等。

2. 空间范围一致

在时间序列中，各观察值所属空间范围必须前后一致，否则观察值不能直接对比，须进行相应的调整。如研究某地区工业生产发展情况，如果该地区的行政区划有了变动，则前后观察值不能直接对比。

3. 经济内容一致

在时间序列中，同一名称的统计指标所包含的经济内容应前后一致，否则观察值不能直接对比，须进行相应的调整。例如，我国的工业总产值指标，有的年份包括乡镇企业的工业产值，有的年份则不包括，因此前后观察值不能直接对比。

4. 计量方式一致

在时间序列中，各项指标的计算口径、计量单位和计算方法应前后一致，否则观察值不能直接对比，须进行相应的调整。例如，要研究企业的劳动生产率的变动，产量用实物量单位还是价值量单位，人数用全部职工数还是用生产工人数，前后应保持一致。再如，价值量指标要求计算价格一致，要么都用现价计算，要么都按可比价格计算。

【实训项目】

实训名称	编制时间序列	
实训目的	掌握编制时间序列的原则	
实训地点	教学做一体化教室	
实训流程	学员分组→收集数据→编制序列→展示结果→小组互评→教师点评	
实训内容与要求	1. 每组收集一家上市公司的财务数据。 2. 编制总资产、总负债和净利润的时间序列。 3. 编制资产负债率和总资产净利率的时间序列。	
实训考核	过程考核：40%	结果考核：60%

学习任务2 时间序列的对比分析

【任务导入】

时间序列的对比分析是运用水平指标和速度指标描述现象在某一段时间上发展变化的状态，包括水平分析和速度分析。下面是国家能源局2010年9月14日发布的8月份全社会用电量等数据的节选。

8月全社会用电量同比增涨 14.69%

8月份，全社会用电量3975亿千瓦时，同比增长14.69%，环比增长2%；1-8月累计，全社会用电量27949亿千瓦时，同比增长19.34%，增幅比1-7月下降0.91个百分点。

8月份，分部门看，第一产业用电量112亿千瓦时，同比增长5.88%，环比下降2.6%；第二产业用电量2878亿千瓦时，同比增长14.85%，环比下降2.1%；第三产业用电量467亿千瓦时，同比增长18.27%，环比增长15.1%；城乡居民生活用电量517亿千瓦时，同比增长12.78%，环比增长18.3%。

请问：上述案例是如何对全社会用电量在8月及1-8月期间的发展变化进行分析的？

【相关知识】

2.2.1 时间序列的水平分析

时间序列的水平分析是借助于发展水平、平均发展水平、增长量、平均增长量等动态分析指标来描述现象在某一段时间上发展变化的水平高低及其增长变化的数量多少。

1. 发展水平

发展水平就是现象在各时期的观察值 $Y_i (i=1, 2, \dots, n)$ ，即时间序列中的各项数据，它反映现象在不同时期所达到的水平，是计算其他动态分析指标的基础。发展水平可以是绝对指标，也可以是相对指标或平均指标。

若将时期表示为 $t_1, t_2, \dots, t_n$ ，相应的观察值表示为 $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ ，则其中 Y_1 称为最初发展水平， Y_n 称为最末发展水平，其余的称为中间发展水平。若将整个观察时期内的各观察值 $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ 与某个特定时期 t_0 相应的观察值 Y_0 作比较时，则其中 Y_0 称为基期水平， $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ 称为报告期水平或计算期水平。

2. 平均发展水平

平均发展水平是各时期的发展水平的平均数，又称为序时平均数或动态平均数，它概括地反映现象在一段时期内所达到的一般水平。由于不同时间序列中观察值的表现形式不同，序时平均数有不同的计算方法。

(1) 绝对数时间序列的序时平均数的计算。

绝对数时间序列序时平均数的计算方法是最基本的，它是计算相对数或平均数时间序列的序时平均数的基础。由于绝对数时间序列有时期序列和时点序列之分，序时平均数的计算方法也有所不同。

1) 时期序列的序时平均数。由于时期序列中的各观察值可以相加，形成一段时期内的累计总量，所以时期序列的序时平均数可直接用各时期的观察值之和除以时期项数来计算。其计算公式为：

$$\bar{Y} = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (5.1)$$

式中， $\bar{Y}$ 为序时平均数； Y_i 为第 i 个时期的观察值； n 为观察值的个数（时期项数）。

2) 时点序列的序时平均数。

时点序列中的各观察值是在某个时点上取得的，由于各观察点的时间间隔长度有所不同，序时平均数通常采用不同的计算方法。

① 连续时点序列的序时平均数。

以“天”为统计间隔的时点序列，称为连续时点序列。其序时平均数可按时期序列的序时平均数公式（5.1）计算。

例如，已知某企业某个月内每天的工人数，要计算该月内每天平均人数，可将每天的工人数相加，除以该月的日历日数。

② 间断时点序列的序时平均数。

统计时点间隔在一天以上（如间隔一月、一年等）的时点序列，称为间断时点序列。其

序时平均数的计算公式为：

$$\bar{Y} = \frac{\left(\frac{Y_1 + Y_2}{2}\right)T_1 + \left(\frac{Y_2 + Y_3}{2}\right)T_2 + \dots + \left(\frac{Y_{n-1} + Y_n}{2}\right)T_{n-1}}{\sum_{i=1}^{n-1} T_i} \quad (5.2)$$

式中， T_i 为观察值 Y_i 与 Y_{i+1} 之间的间隔日期长度。

特殊情况，当各时点的间隔相等时，其序时平均数的计算公式为：

$$\bar{Y} = \frac{\frac{Y_1}{2} + Y_2 + \dots + Y_{n-1} + \frac{Y_n}{2}}{n-1} \quad (5.3)$$

(2) 相对数或平均数时间序列的序时平均数。

相对数和平均数通常是由两个绝对数对比形成的，即观察值 $Y_i = \frac{a_i}{b_i}$ 。计算序时平均数时，应先分别求出构成相对数或平均数的分子 a_i 和分母 b_i 的平均数，而后再进行对比，即得相对数或平均数序列的序时平均数。其计算公式为：

$$\bar{Y} = \frac{\bar{a}}{\bar{b}} \quad (5.4)$$

式中 $\bar{a}$ 和 $\bar{b}$ 可按绝对数时间序列序时平均数的计算方法求得。

提示：在实际应用中，可以利用 Excel 的函数、公式编辑和公式复制功能计算各种序时平均数。

注意：编辑公式时要正确使用单元格的绝对引用和相对引用。

【例 5-1】根据表 5-1 中的“国内生产总值”序列和“年末总人口数”序列，计算 1995—2008 年的年平均国内生产总值和年平均人口数。

解 国内生产总值序列为时期序列，根据 (5.1) 式得

$$\text{年平均国内生产总值} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} = \frac{1976418.1}{14} = 141172.7 \text{ (亿元)}$$

年末总人口数序列为间隔相等的时点序列，根据 (5.3) 式得

$$\begin{aligned} \text{年平均人口数} &= \frac{\frac{121121}{2} + 122389 + \dots + 132129 + \frac{132802}{2}}{14-1} \\ &= 127684.2 \text{ (万人)} \end{aligned}$$

【例 5-2】某银行储蓄所储蓄存款余额资料如表 5-2 所示。

表 5-2 某银行储蓄所某年储蓄存款余额

时间	上年 12 月 31 日	1 月 31 日	5 月 31 日	8 月 31 日	10 月 31 日	12 月 31 日
存款余额 (百万元)	97	87	115	126	128	131
与上一期间 隔(天)	0	31	120	91	61	61

计算本年度该储蓄所平均存款余额。

解 存款余额为间隔不相等的时点序列, 根据 (5.2) 式得

$$\bar{Y} = \frac{\frac{97+87}{2} \times 31 + \frac{87+115}{2} \times 120 + \frac{115+126}{2} \times 91 + \frac{126+128}{2} \times 61 + \frac{128+131}{2} \times 61}{31+120+91+61+61}$$

$$= 114.2418 \text{ (百万元)}$$

【例 5-3】 某企业 2008 年各季度销售收入和流动资金资料如表 5-3 所示。

表 5-3 某企业 2008 年各季度销售收入与流动资金资料

时间	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
销售收入 (万元)	110	120	126	125
期初流动资金余额 (万元)	90	70	78	52
流动资金周转次数 (次)	1.375	1.62	1.94	1.64

又知, 该年末流动资金余额为 100 万元。计算该企业 2008 年流动资金平均周转次数。

解 设销售收入为 a , 期初流动资金为 b , 流动资金周转次数为 Y 。

由于销售收入序列为时期序列, 期初流动资金序列为时点序列, 流动资金周转次数序列为相对数时间序列, 所以先根据 (5.1) 式和 (5.3) 式得

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{110+120+126+125}{4} = 120.25 \text{ (万元)}$$

$$\bar{b} = \frac{\frac{b_1}{2} + b_2 + \dots + b_{n-1} + \frac{b_n}{2}}{n-1} = \frac{\frac{90}{2} + 70 + 78 + 52 + \frac{100}{2}}{5-1} = 73.75 \text{ (万元)}$$

再根据 (5.4) 式得

$$\bar{Y} = \frac{\bar{a}}{\bar{b}} = \frac{120.25}{73.75} = 1.63 \text{ (次)}$$

3. 增长量

增长量是时间序列中的报告期水平与基期水平之差, 用于描述现象在观察期内增长的绝对量。若二者之差为正数, 表示增长; 若为负数, 则表示下降。

由于采用的基期不同, 增长量有同期增长量、逐期增长量和累积增长量之分。

(1) 同期增长量。

同期增长量是报告期水平与上年同期水平之差, 表示报告期比上年同一时期增长的绝对数量。即

$$\text{同期增长量} = \text{报告期水平} - \text{上年同期水平}$$

同期增长量可以消除季节变动的影响, 不仅适用于时期指标, 也适用于时点指标。

(2) 逐期增长量。

逐期增长量是报告期水平与前一时期水平之差, 表示报告期比前一时期增长的绝对数量。即

$$\Delta Y_i = Y_i - Y_{i-1} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (5.5)$$

(3) 累积增长量。

累积增长量是报告期水平与某一固定时期水平之差，说明报告期比某一固定时期增长的绝对数量。即

$$\Delta Y_i = Y_i - Y_0 \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (5.6)$$

可以看出，整个观察期内各逐期增长量之和等于最末期的累积增长量。即

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{i-1}) = Y_n - Y_0 \quad (5.7)$$

4. 平均增长量

平均增长量是观察值的各逐期增长量的平均数，用于描述在观察期内平均增长的数量。它可以根据逐期增长量求得，也可以根据累积增长量求得。其计算公式为：

$$\text{平均增长量} = \frac{\text{逐期增长量之和}}{\text{逐期增长量个数}} = \frac{\text{最末期累积增长量}}{\text{观察值个数} - 1} \quad (5.8)$$

提示：在实际应用中，可以利用 Excel 的公式编辑和公式复制功能计算增长量和平均增长量。

注意：编辑公式时要正确使用单元格的绝对引用和相对引用。

【例 5-4】根据表 5-1 我国国内生产总值资料，计算各年逐期增长量和各年以 1995 年为基期的累积增长量，年平均增长量。

解 根据 (5.5) 式和 (5.6) 式，可得逐期增长量和累积增长量，结果如表 5-4 所示。

表 5-4 国内生产总值增长量计算表 单位：亿元

年份	国内生产总值 (亿元)	逐期增长量	累积增长量 (以 1995 年为基期)
1995	60793.7	—	—
1996	71176.6	10382.9	10382.9
1997	78973.0	7796.4	18179.3
1998	84402.3	5429.2	23608.6
1999	89677.1	5274.8	28883.3
2000	99214.6	9537.5	38420.8
2001	109655.2	10440.6	48861.4
2002	120332.7	10677.5	59539.0
2003	135822.8	15490.1	75029.0
2004	159878.3	24055.6	99084.6
2005	183217.4	23339.1	122423.7
2006	211923.5	28706.1	151129.8
2007	257305.6	45382.1	196511.9
2008	314045.4	56739.8	253251.7

根据 (5.8) 式，可得 1995—2008 年国内生产总值的年平均增长量为：

$$\bar{Y} = \frac{253251.7}{13} = 19480.9 \text{ (亿元)}$$

2.2.2 时间序列的速度分析

时间序列的速度分析是借助于发展速度、平均发展速度、增长速度、平均增长速度等动态分析指标来描述现象在某一段时间上发展变化的快慢程度。

1. 发展速度

发展速度是报告期发展水平与基期发展水平之比，用于描述现象在观察期内的相对发展变化程度，用符号 R_i 表示。

由于采用的基期不同，发展速度可以分为同比发展速度、环比发展速度和定基发展速度。

(1) 同比发展速度。

同比发展速度主要是为了消除季节变动的影响，用以说明报告期发展水平与上年同期发展水平对比而达到的相对发展速度。例如，本年2月比去年2月，本年6月比去年6月等。即

$$\text{同比发展速度} = \frac{\text{报告期水平}}{\text{上年同期水平}} \quad (5.9)$$

(2) 环比发展速度。

环比发展速度是报告期水平与上一期水平之比，说明现象逐期发展变化的程度。即

$$R_i = \frac{Y_i}{Y_{i-1}} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (5.10)$$

(3) 定基发展速度。

定基发展速度是报告期水平与某一固定时期水平之比，说明现象在整个观察期内总的发展变化程度。即

$$R_i = \frac{Y_i}{Y_0} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (5.11)$$

环比发展速度与定基发展速度之间的关系是，观察期内各个环比发展速度的连乘积等于最末期的定基发展速度；两个相邻的定基发展速度，用后者除以前者，等于相应的环比发展速度。即

$$\prod \frac{Y_i}{Y_{i-1}} = \frac{Y_n}{Y_0}$$

$$\frac{Y_i}{Y_0} \div \frac{Y_{i-1}}{Y_0} = \frac{Y_i}{Y_{i-1}}$$

式中： $\prod$ 为连乘符号。

2. 增长速度

增长速度也称增长率，是增长量与基期水平之比，用于描述现象的相对增长速度，用符号 P_i 表示。它通常用发展速度减1求得，即

$$\text{增长速度} = \text{发展速度} - 1 \quad (5.12)$$

由于采用的基期不同，增长速度也可分为同比增长速度、环比增长速度和定基增长速度。

(1) 同比增长速度。

同比增长速度是同期增长量与上年同期水平之比，用于描述现象比上年增长的程度。即

$$\text{同比增长速度} = \text{同比发展速度} - 1 \quad (5.13)$$

(2) 环比增长速度。

环比增长速度是逐期增长量与上一期水平之比，用于描述现象逐期增长的程度。即

$$P_i = \frac{Y_i - Y_{i-1}}{Y_{i-1}} = \frac{Y_i}{Y_{i-1}} - 1 \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (5.14)$$

(3) 定基增长速度。

定基增长速度是累积增长量与某一固定时期水平之比，用于描述现象在观察期内总的增长程度。即

$$P_i = \frac{Y_i - Y_0}{Y_0} = \frac{Y_i}{Y_0} - 1 \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (5.15)$$

需要指出，环比增长速度与定基增长速度之间没有直接的换算关系。在由环比增长速度推算定基增长速度时，可先将各环比增长速度加 1 后连乘，再将结果减 1，即得定基增长速度。

提示：在实际应用中，我们可以利用 Excel 的公式编辑和公式复制功能计算发展速度和增长速度。

注意：编辑公式时要正确使用单元格的绝对引用和相对引用。

【例 5-5】根据表 5-1 中的国内生产总值序列，计算 1995—2008 年期间各年的环比发展速度、定基发展速度、环比增长速度和定基增长速度。

解 根据 (5.10) 式、(5.11) 式、(5.14) 式和 (5.15) 式，可得计算结果，如表 5-5 所示。

表 5-5 发展速度和增长速度计算表

	A	B	C	D	E	F
1	年 份	国内生产总值 (亿元)	环比发展速度	定基发展速度	环比增长速度	定基增长速度
2	1995	60793.7	—	—	—	—
3	1996	71176.6	117.08%	117.08%	17.08%	17.08%
4	1997	78973.0	110.95%	129.90%	10.95%	29.90%
5	1998	84402.3	106.87%	138.83%	6.87%	38.83%
6	1999	89677.1	106.25%	147.51%	6.25%	47.51%
7	2000	99214.6	110.64%	163.20%	10.64%	63.20%
8	2001	109655.2	110.52%	180.37%	10.52%	80.37%
9	2002	120332.7	109.74%	197.94%	9.74%	97.94%
10	2003	135822.8	112.87%	223.42%	12.87%	123.42%
11	2004	159878.3	117.71%	262.98%	17.71%	162.98%
12	2005	183217.4	114.60%	301.38%	14.60%	201.38%
13	2006	211923.5	115.67%	348.59%	15.67%	248.59%
14	2007	257305.6	121.41%	423.24%	21.41%	323.24%
15	2008	314045.4	122.05%	516.58%	22.05%	416.58%

3. 平均发展速度

平均发展速度是各个时期环比发展速度的平均数，用于描述现象在整个观察期内平均发展变化的快慢程度，用符号 $\bar{R}$ 表示。

计算平均发展速度和平均增长速度常用的方法有水平法和累计法。

(1) 几何平均法（水平法）。

它是根据各期的环比发展速度采用几何平均法计算出来的，其计算公式为：

$$\bar{R} = \sqrt[n]{\frac{Y_1}{Y_0} \times \frac{Y_2}{Y_1} \times \dots \times \frac{Y_n}{Y_{n-1}}} = \sqrt[n]{\prod \frac{Y_i}{Y_{i-1}}} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (5.16)$$

其简化公式为:

$$\bar{R} = \sqrt[n]{\frac{Y_n}{Y_0}} \quad (5.17)$$

式中, $\bar{R}$ 为平均发展速度; R 为环比发展速度; n 为环比发展速度的个数, 它等于观察数据的个数减 1; Π 为连乘符号。

应用几何平均法计算平均发展速度的特点, 是着眼于最末一期所应达到的发展水平。在实际应用中, 如果我们所关心的是现象在最后一期应达到的水平, 例如, 最末期所达到的工业生产能力、产值、人口数的增长等, 采用水平法计算平均发展速度比较合适。

(2) 方程式法 (累计法)。

在一个时间序列中, 各期实际水平之和为

$$Y_1 + Y_2 + \cdots + Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i$$

在最初水平 Y_0 的基础上, 若各期的发展速度为 $R_i (i=1, 2, \cdots, n)$, 则有

$$Y_0 R_1 + Y_0 R_1 R_2 + \cdots + Y_0 R_1 R_2 \cdots R_n = \sum_{i=1}^n Y_i$$

如果在最初水平 Y_0 的基础上, 每一期均按固定的平均发展速度 $\bar{R}$ 发展, 则有

$$Y_0 \bar{R} + Y_0 \bar{R}^2 + \cdots + Y_0 \bar{R}^n = \sum_{i=1}^n Y_i$$

将两边同除以 Y_0 , 则有

$$\bar{R} + \bar{R}^2 + \cdots + \bar{R}^n = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{Y_0} \quad (5.18)$$

解此高次方程所得 $\bar{R}$ 的正根, 就是按方程式法所求得平均发展速度。

应用方程式法计算平均发展速度的特点, 是着眼于各期发展水平的累计之和。若在实际中侧重于考察现象各期发展水平的总和, 例如, 累计新增固定资产数、累计毕业生人数等, 则应采用累计法比较合适。

提示: 在实际应用中, 可以利用 Excel 函数和“规划求解”命令得到平均发展速度。

(1) 利用 Excel 函数“GEOMEAN”和“POWER($\frac{Y_n}{Y_0}, \frac{1}{n}$)”进行计算, 可得到几何平均

法的平均发展速度。

(2) 利用 Excel 的“规划求解”命令求解高次方程, 可得到方程式法的平均发展速度。

注意: “规划求解”命令位于 Excel 的“工具”菜单中。若在“工具”菜单中没有“规划求解”命令, 则通过“加载宏”命令加载此项即可。

4. 平均增长速度

平均增长速度 (平均增长率) 则是用于描述现象在整个观察期内平均增长变化的快慢程度, 用符号 $\bar{P}$ 表示。

它通常用平均发展速度减 1 来求得, 即

$$\text{平均增长速度} = \text{平均发展速度} - 1 \quad (5.19)$$

【例 5-6】 根据表 5-5 中的有关数据, 分别用几何平均法和方程式法计算 1995—2008 年

间我国国内生产总值的年平均发展速度和年平均增长速度。

解 (1) 用几何平均法计算年平均发展速度和年平均增长速度。

根据 (5.16) 式和 (5.17) 式

利用 Excel 函数 “GEOMEAN” 和 “POWER($\frac{Y_n}{Y_0}, \frac{1}{n}$)” 计算的结果如下:

年平均发展速度	GEOMEAN(C3:C15)	113.46%
	POWER(B15/B2, 1/14)	113.46%

于是, 年平均增长速度 = 113.46%-1=13.46%

(2) 用方程式法计算年平均发展速度和年平均增长速度。

根据 (5.18) 式

$$\sum_{i=1}^n Y_i$$

1) 利用 Excel 计算 $\frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{Y_0}$ 的值。

$\sum_{i=1}^{13} Y_i / Y_0$	SUM(B3:B15)/B2	31.51
-----------------------------	----------------	-------

2) 在单元格 J2 中输入公式:

$I2^*1+I2^*2+I2^*3+I2^*4+I2^*5+I2^*6+I2^*7+I2^*8+I2^*9+I2^*10+I2^*11+I2^*12+I2^*13$

3) 选择 “工具” → “规划求解” 命令, 打开 “规划求解参数” 对话框, 填写各项参数, 如图 5-1 所示。然后单击 “求解” 按钮即可得到:

年平均发展速度 = 112.05%

于是, 年平均增长速度=12.05%



图 5-1 “规划求解参数” 对话框

2.2.3 对比分析中应注意的问题

时间序列对比分析中的水平分析和速度分析都是利用一系列的指标来对现象的变化进行分析, 但两种分析各有不同的侧重点, 分析结果的表现形式也不相同。在实际应用中, 为了全面认识现象的变化特征, 往往需要将这两个方面的分析结合运用, 取长补短。具体地说, 应注意以下几个问题。

1. 正确选择基期

各种速度指标和增长水平指标都是在一定基期水平上计算的。进行这些计算和分析时，首先要根据研究目的，正确选择基期。例如，分析我国加入 WTO 之后的经济发展变化，可将 2000 年或 2001 年为基期。基期的选择一般要避开异常时期。如果基期水平因为异常因素的影响而过高或过低，相应的速度分析和水平分析都会失去分析意义或给人以错误的印象。

2. 正确选择分析方法

当时间序列中的观察值出现 0 或负数时，不宜进行速度分析，适宜直接用绝对数进行水平分析。例如，假定某企业连续五年的利润额分别为 5 万元、2 万元、0 万元、-3 万元、2 万元，对这一序列计算速度，要么不符合数学公理，要么无法解释其实际意义。

3. 将总平均速度与分段平均速度相结合

总平均速度概括反映现象在较长一段时期内的平均变化程度，现象在各个较短的发展阶段上的变化又各有特殊性。因此，在分析总平均速度时，有必要结合各个特定历史时期的分段平均速度来深入分析。例如，要分析我国建国以来能源产量的平均发展速度和平均增长速度时，就有必要分别以国民经济恢复时期、各个五年计划时期等分段计算其平均速度加以补充说明。

4. 将相对速度与绝对水平相结合分析

一般而言，基期水平低，容易产生高速度；基期水平高，容易产生低速度。因此，高速度可能掩盖低水平，而低速度又可能隐藏高水平。为了对现象的变化作出正确分析，既要考虑速度的快慢，也要考虑实际水平的高低，把相对速度与绝对水平结合起来进行分析。为此，通常可计算增长 1% 的绝对量来补充说明增长速度。

增长 1% 的绝对量表示速度每增长一个百分点而增加的绝对数量，其计算公式为：

$$\text{增长 1\% 的绝对量} = \text{基期水平} \times 1\% \quad (5.20)$$

【例 5-7】假定有两个生产条件基本相同的企业，报告期与基期的利润额及有关速度资料如表 5-6 所示。试分析评价两个企业的业绩。

表 5-6 甲、乙两企业的有关资料

时间	甲企业		乙企业	
	利润额（万元）	增长率（%）	利润额（万元）	增长率（%）
基期	1000	—	10	—
报告期	1100	10	15	50

解 如果不看利润额的绝对量，仅就速度对甲乙两个企业进行分析评价。可以看出乙企业的利润增长速度比甲企业高出 4 倍。如果就此得出乙企业的生产经营业绩比甲企业要好得多，这样的结论是不切实际的。

由于两个企业的生产起点不同，基期的利润额不同，才造成二者速度上的较大差异。从利润的绝对额来看，两个企业的速度每增长一个百分点所增加的利润绝对额是不同的。根据表 5-6 的资料计算，甲企业每增长 1% 的利润额为 10 万元，而乙企业则为 0.1 万元，甲企业远高于乙企业。这说明甲企业的生产经营业绩不是比乙企业差，而是更好。

【实训项目】

实训名称	对比分析时间序列	
实训目的	掌握时间序列的对比分析法	
实训地点	教学做一体化教室	
实训流程	学员分组→查阅资料→计算分析→撰写分析报告→展示分析结果→小组互评→教师点评	
实训内容与要求		
1. 对学习任务 2 实训项目中编制的时间序列计算对比分析指标。		
2. 分析评价公司的总资产、总负债和净利润的变化情况。		
3. 分析评价公司的偿债能力和盈利能力的变化情况。		
实训考核	过程考核：40%	结果考核：60%

学习任务3 时间序列的构成分析

【任务导入】

保险公司的可提费用分析

可提费用是人寿保险保费收入中重要的组成部分，是目前国内人寿保险公司运营的基本保证。它的变化规律，对于保险公司的资金计划、预算管理、以及发展规划等行为起到至关重要的作用，因此合理、相对准确地预测可提费用对于保险公司在管理决策和发展规划方面起到重要的作用。

研究表明，可提费用的逐月累计余额构成的时间序列是一个有规则的周期波动，具有明显的趋势性和季节性，月度数据周期为12，这是由中国会计财年决定的，利用季节模型还可有效刻画年内的波动规律。

请问：如何测定和分析时间序列的趋势性和季节性？

【相关知识】

3.2.1 时间序列的构成与分解

1. 时间序列的构成要素

事物的发展变化同时受多种因素的影响。在诸多影响因素中，有些对事物的发展起着长期的、决定性的作用，致使事物的发展呈现出某种趋势和一定的规律性；有些则对事物的发展起着短期的、非决定性的作用，致使事物呈现出某种不规则性。作为表现事物发展数量特征的时间序列，其各个观察值（ Y_t ）正是这些因素共同作用结果的综合体现。按照影响的性质和作用形式，可将时间序列的众多影响因素分为4种：长期趋势、季节变动、循环变动和不规则变动。

（1）长期趋势（Secular Trend）。

长期趋势指现象在较长时期内沿某一方向持续发展变化的一种趋向或状态。它是时间序列中最基本的构成要素,是受某些具有长期性、决定性作用的因素影响的结果。例如,随着国民经济的发展,我国的人均国内生产总值、城镇居民家庭的人均可支配收入,呈现不断增大的趋势,而人口死亡率、文盲率却呈现下降趋势。

(2) 季节变动 (Seasonal Fluctuation)。

季节变动指现象在一年内形成的有规律的周期性变动。它是时间序列中又一个基本的构成要素,是受自然因素(如一年四季的更替)或社会经济因素(如节假日和风俗习惯)影响的结果。例如,农产品生产、销售及储存中的“旺季”和“淡季”、商业活动中的“销售旺季”和“销售淡季”、旅游业的“旅游旺季”和“旅游淡季”等。

注意季节变动中的“季节”一词是广义的,它不仅指一年中的四季,而且泛指任何一种有规律的、按一定周期(季、月、旬、周、日)重复出现的变化。

(3) 循环变动 (Cyclical Movement)。

循环变动指现象在较长时间内(通常为若干年)呈现出涨落相间、峰谷交替的周期性波动。例如,产品通常有导入期、成长期、成熟期、衰退期等经济寿命周期。

注意: 循环变动不同于长期趋势,长期趋势是沿着单一方向的持续变动,而循环变动是涨落相间的交替波动。循环变动也不同于季节变动,季节变动的变动周期不超过一年,且有比较固定的规律,其周期长短、波动形态和波动大小都比较固定。而循环变动的变动周期至少在一年以上,且无固定的规律,其周期长短、波动形态和波动大小都不固定。

(4) 不规则变动 (Irregular Variations)。

不规则变动指从时间序列中分离了长期趋势、季节变动、循环变动以后剩余的变动。不规则变动分为随机变动和异常变动。随机变动是受各种短暂的、难以预测的众多因素综合影响的结果,其中单个因素的影响很小;而异常变动是受偶然性、突发性因素(如自然灾害、战争、社会动乱等)影响的结果,其中单个因素的影响较大。

2. 时间序列的分解模型

对时间序列进行分解的目的,是要分别测定和分析每种构成要素对时间序列的影响作用,揭示现象发展变化的各种规律性,并在此基础上进行预测。要进行这些分析和预测,就必须先明确时间序列与各种构成要素之间的关系。按照4种构成要素相互作用的方式不同,时间序列可分解为多种模型,其中常用的有乘法模型和加法模型。

若以 Y 表示时间序列中的观察值, T 表示长期趋势值, S 表示季节变动值、 C 表示循环变动值, I 表示不规则变动值,下标 i 表示时间 $i=(1,2,\dots,n)$,则乘法模型和加法模型的表现形式分别为:

乘法模型: $Y_i = T_i \times S_i \times C_i \times I_i$

加法模型: $Y_i = T_i + S_i + C_i + I_i$

乘法模型假设4种要素相互之间存在一定的关系,它们对现象的影响是相互联系的,因此时间序列中各观察值表现为各种要素的乘积。加法模型假设4种要素相互之间是无关的,它们对现象的影响是相互独立的,因此时间序列中各观察值表现为各种要素的总和。

在实际应用中,乘法模型和加法模型都可以采用,但相对而言,乘法模型的假设与许多现象变动的性质更加吻合,在数学处理与预测中也更为简便,因此实际中乘法模型的运用较多。以后各节介绍的时间序列构成分析均以乘法模型为例。

3.2.2 长期趋势的测定与分析

长期趋势的测定与分析,是时间序列分析中最主要的一项任务。测定长期趋势,不仅可以认识现象发展变化的基本趋势和规律性,作为预测的重要依据,而且也是准确地测定其他构成要素的基础。

测定长期趋势常用的方法有:移动平均法和趋势模型法。

1. 移动平均法 (Moving Average Method)

移动平均法的基本原理,是通过扩大原时间序列的时距,并采用逐项递移方式,计算出系列移动平均数,由这些移动平均数所形成的新时间序列即移动平均数序列,在一定程度上消除或削弱了原时间序列中由于短期偶然因素引起的不规则变动和其他变动,对原时间序列的波动起到一定的修匀作用,从而呈现出现象发展的长期趋势。

移动平均法的具体步骤如下:

(1) 选择一定的用于平均的时距项数 K 。

(2) 对原序列计算 K 项移动平均数,其计算公式为:

$$\bar{Y}_i = \frac{Y_i + Y_{i+1} + \cdots + Y_{i+K-1}}{K} \quad (i=1,2,\dots) \quad (5.21)$$

(3) 若 K 为奇数,则 K 项移动平均数即为长期趋势值;若 K 为偶数,则将 K 项移动平均数再作一次 2 项移动平均即可得到长期趋势值。

利用移动平均法分析长期趋势时,应注意以下几个问题:

第一,移动平均后的趋势值应放在各移动项的中间位置上。这是因为移动平均数代表的是所平均数据的中间位置上的趋势值。例如,3 项移动平均的趋势值应放在第 2 项对应的位置上,5 项移动平均的趋势值应放在第 3 项对应的位置上;4 项移动平均时,第一次得到的 4 项移动平均数放在第 2 项与第 3 项中间,第二次得到的 2 项移动平均数即趋势值应放在每 3 项对应的位置上。

第二,当时间序列包含周期性变动时,移动平均的项数 K 应与周期长度一致。这样才能在消除不规则变动的同时,也消除周期性波动,使移动平均数序列只反映长期趋势。因此,若时间序列是季度资料,应采用 4 项移动平均;若为月份资料,应采用 12 项移动平均。

第三,移动平均数序列的项数比原时间序列减少。当平均项数 K 为奇数时,移动平均数序列首尾各减少 $(K-1)/2$ 项;当平均项数 K 为偶数时,移动平均数序列首尾各减少 $K/2$ 项。这样移动平均会使原时间序列首尾的数据缺少对应的趋势值,导致信息缺失,并且 K 越大,缺失的信息就越多。所以,移动平均的项数 K 不宜过大。

提示:在实际应用中,可以利用 Excel 进行时间序列的移动平均。

方法一:利用 Excel 统计函数中的“AVERAGE”函数进行。

方法二:利用 Excel 分析工具库中的“移动平均”工具进行。

方法三:利用 Excel 为时间序列折线图添加趋势线的方法进行。

注意:在“添加趋势线”对话框的“类型”选项卡中选择“移动平均”选项,并填写所需的周期值。

【例 5-8】已知 1991—2008 年我国布产量数据如表 5-7 所示,分别计算 3 年和 4 年移动平均趋势值。

表 5-7 1991—2008 年我国布产量数据

年份	产量 (亿米)	年份	产量 (亿米)
1991	181.70	2000	277.00
1992	190.70	2001	290.00
1993	203.00	2002	322.39
1994	211.30	2003	353.52
1995	260.18	2004	482.10
1996	209.10	2005	484.39
1997	248.79	2006	598.55
1998	241.00	2007	675.26
1999	250.00	2008	710.00

资料来源：中国国家统计局网站

解 根据 (5.21) 式得移动平均趋势值如表 5-8 所示。

表 5-8 布产量移动平均趋势值

年份	时间序号 t	产量 Y_t (亿米)	移动平均趋势值		
			$K=3$	$K=4$	二项移正平均
1991	1	181.70	—	—	—
1992	2	190.70	191.80	—	—
1993	3	203.00	201.67	196.68	206.49
1994	4	211.30	224.83	216.30	218.60
1995	5	260.18	226.86	220.90	226.62
1996	6	209.10	239.36	232.34	236.06
1997	7	248.79	232.96	239.77	238.50
1998	8	241.00	246.60	237.22	245.71
1999	9	250.00	256.00	254.20	259.35
2000	10	277.00	272.33	264.50	274.67
2001	11	290.00	296.46	284.85	297.79
2002	12	322.39	321.97	310.73	336.37
2003	13	353.52	386.00	362.00	386.30
2004	14	482.10	440.00	410.60	445.12
2005	15	484.39	521.68	479.64	519.86
2006	16	598.55	586.07	560.08	588.56
2007	17	675.26	661.27	617.05	—
2008	18	710.00	—	—	—

如表 5-8 和图 5-2 所示可以看出移动平均序列对原时间序列具有修匀作用。

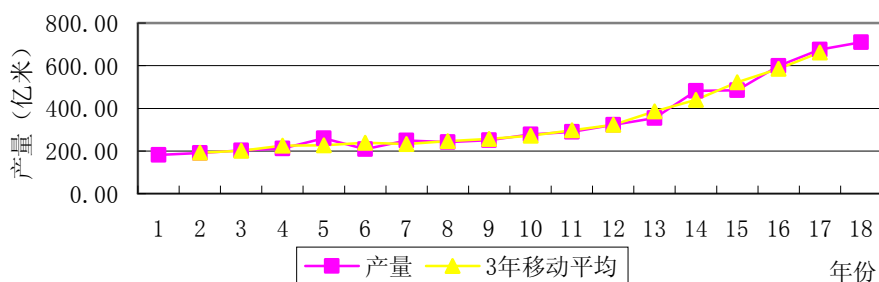


图 5-2 移动平均序列图

2. 趋势方程拟合法

趋势方程拟合法的基本原理是通过采用最小二乘法，拟合以时间 t 为解释变量、所考察指标为被解释变量的回归方程来测定现象的长期趋势。趋势方程拟合法的最大优点是：它不仅可以测定出时间序列中各期的趋势值，而且所拟合的趋势方程还具有延伸外推的功能，可以根据趋势方程直接进行预测。长期趋势方程分为线性趋势方程和非线性趋势方程。

（1）线性趋势方程。

若当时间序列的折线图大致呈直线形状，或当时间序列各期的逐期增长量大致相同时，表明现象的发展呈现线性趋势，可拟合适当的趋势直线，即可用下列线性模型来描述：

$$\hat{Y}_t = a + bt \quad (5.22)$$

式中， $\hat{Y}_t$ 为时间序列 Y_t 的趋势值； t 为时间序号； a 为趋势线在 Y 轴上的截距，是当 $t=0$ 时 $\hat{Y}_t$ 的数值； b 为趋势线的斜率，表示时间 t 每变动一个单位时，趋势值 $\hat{Y}_t$ 的平均变动量。

线性趋势方程中的两个未知参数 a 和 b 的计算公式为：

$$\begin{cases} b = \frac{n\sum tY - \sum t\sum Y}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} \\ a = \bar{Y} - b\bar{t} \end{cases} \quad (5.23)$$

提示：在实际应用中，可以直接利用 Excel 得到线性趋势方程中的两个未知参数 a 和 b 的值或直接得到线性趋势方程。

方法一：利用 Excel 的统计函数中的“INTERCEPT”和“SLOPE”分别计算出 a 和 b 的值。

方法二：利用 Excel 为时间序列折线图添加趋势线直接得到线性趋势方程。

注意：在“添加趋势线”对话框的“类型”选项卡中选择“线性”选项，在“选项”选项卡中勾选“显示公式”复选框。

【例 5-9】根据表 5-8 中的数据，用趋势方程拟合法测定其长期趋势。

解 由图 5-2 的布产量曲线可以看出，布产量的变化大体近似于一条直线。

因此，可利用 Excel 为时间序列折线图添加线性趋势线，如图 5-3 所示。

由图 5-3 可知，布产量的直线趋势方程为： $y=28.84x+69.85$ 。

其次，将 $t=1,2,\dots, 16$ 代入上述方程，即得 1990—2005 年布产量的趋势值，如表 5-9 所示。

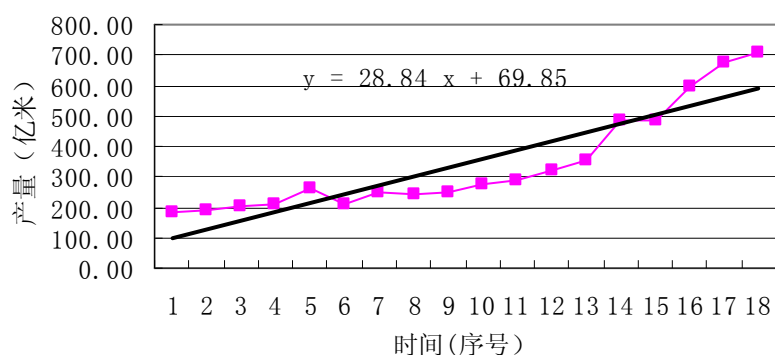


图 5-3 时间序列趋势图

表 5-9 1991—2008 年我国布产量的趋势值

年份	时间序号 t	产量 Y_t (亿米)	趋势方程趋势值
1991	1	181.70	98.69
1992	2	190.70	127.53
1993	3	203.00	156.37
1994	4	211.30	185.21
1995	5	260.18	214.05
1996	6	209.10	242.89
1997	7	248.79	271.73
1998	8	241.00	300.57
1999	9	250.00	329.41
2000	10	277.00	358.25
2001	11	290.00	387.09
2002	12	322.39	415.93
2003	13	353.52	444.77
2004	14	482.10	473.61
2005	15	484.39	502.45
2006	16	598.55	531.29
2007	17	675.26	560.13
2008	18	710.00	588.97

(2) 非线性趋势方程。

若当时间序列的散点图呈某种曲线形状时,表明现象的发展呈现出某种非线性趋势,需要配合适当的趋势曲线。趋势曲线的形式很多,下面介绍两种常用的趋势曲线方程:抛物线型趋势方程和指数曲线型趋势方程。

1) 抛物线型趋势方程。当时间序列的折线图大致呈抛物线形状, 或当时间序列各期的二级逐期增长量(逐期增长量的逐期增长量)大致相同时, 表明现象的发展呈现抛物线型趋势, 可拟合一条抛物线, 即可用下列方程来描述:

$$\hat{Y}_t = a + bt + ct^2 \quad (5.24)$$

估计参数 a 、 b 、 c 时, 可将 t 和 t^2 分别视为两个自变量, 按二元线性回归方程形式估计其参数。

提示: 在实际应用中, 可以利用 Excel 得到抛物线型趋势方程中的三个未知参数 a 、 b 和 c 的值或直接得到趋势方程。

方法一: 利用 Excel 的分析工具库中的“回归”工具直接得到 a 、 b 和 c 的值。

注意: 回归分析结果的“参数估计”表中的“Coefficients”就是 a 、 b 和 c 的值。

方法二: 利用 Excel 为时间序列折线图添加趋势线的方法直接得到趋势方程。

注意: 先选中折线图中的数据点, 再单击右键选择“添加趋势线选项”。在“添加趋势线”对话框的“类型”选项卡中选择“多项式”选项, 阶数填“2”; 在“选项”选项卡中勾选“显示公式”复选框, 确定后就得到抛物线型趋势方程。

2) 指数曲线型趋势方程。当时间的折线图大致呈指数曲线, 或时间序列各期的环比增长速度大致相同时, 表明现象的发展呈现出指数曲线型趋势, 可拟合一条指数曲线, 即可用下列方程来描述:

$$\hat{Y}_t = ab^t \quad (5.25)$$

式中, a 、 b 为未知参数, 若 $b > 1$, 表示增长率随 t 的增加而增加; 若 $b < 1$, 表示增长率随 t 的增加而降低。

为估计参数 a 和 b , 可将 (5.25) 式两端取对数, 得

$$\ln(\hat{Y}_t) = \ln(a) + t\ln(b) \quad (5.26)$$

设定 $Y' = \ln(\hat{Y}_t)$, $A = \ln(a)$, $B = \ln(b)$, 则有 $Y' = A + Bt$

于是, 按 (5.23) 式算出 A 和 B 之后, 再取反对数即可得参数 a 和 b 的估计值。

提示: 在实际应用中, 可以直接利用 Excel 得到指数曲线型趋势方程中的两个未知参数 a 、 b 的值或直接得到趋势方程。

方法一: 先利用 Excel 的数学函数“LN”计算出 Y' , 再用统计函数“INTERCEPT”和“SLOPE”计算出 A 和 B , 然后再用数学函数“EXP”计算出参数 a 和 b 的值, 其中 $a = \text{EXP}(A)$, $b = \text{EXP}(B)$ 。

方法二: 利用 Excel 为时间序列折线图添加趋势线的方法直接得到指数曲线型的趋势方程。

注意: 先选中折线图中的数据点, 再单击右键选择“添加趋势线”选项。在“添加趋势线”对话框的“类型”选项卡中选择“指数”选项, 在“选项”选项卡中勾选“显示公式”复选框, 确定后就得到指数曲线型趋势方程。

【例 5-10】1990—2008 年中国海关出口商品总额的数据如表 5-10 所示, 试测定其长期趋势。

表 5-10 1990—2008 年中国海关出口商品总额

单位: 亿美元

年份	出口总额	年份	出口总额	年份	出口总额
1991	719.1	1997	1827.9	2003	4382.3
1992	849.4	1998	1837.1	2004	5933.2
1993	917.4	1999	1949.3	2005	7619.5
1994	1210.1	2000	2492.0	2006	9689.4
1995	1487.8	2001	2661.0	2007	12177.8
1996	1510.5	2002	3256.0	2008	14306.9

解 首先, 做出中国海关出口商品总额序列折线图。

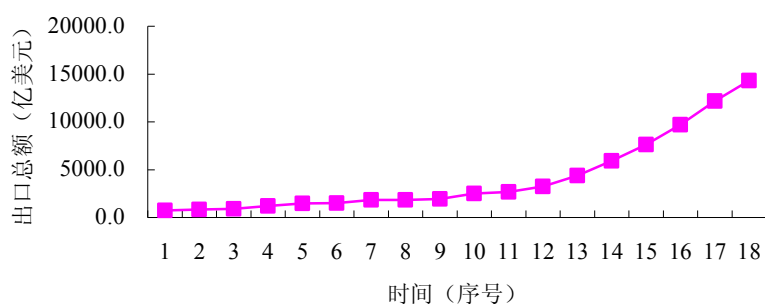


图 5-4 中国海关出口商品总额序列折线图

从图 5-4 可以看出, 中国海关出口商品总额呈现不断上升的趋势, 其长期趋势可以用抛物线或指数曲线进行拟合。

利用 Excel 分别为时间序列折线图添加的抛物线型趋势线和指数曲线型趋势线, 如图 5-5 和图 5-6 所示。

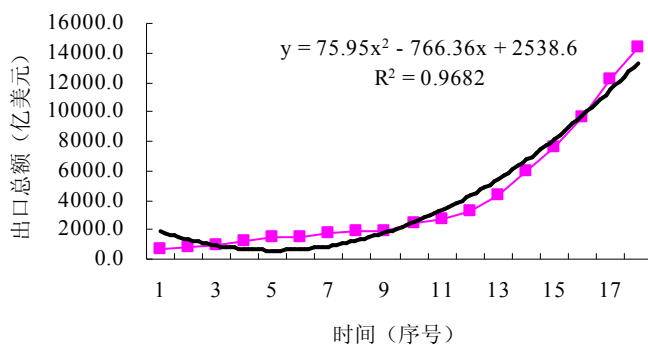


图 5-5 抛物线型趋势线

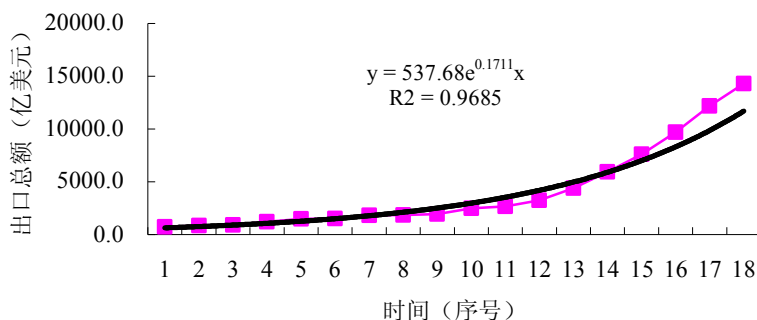


图 5-6 指数曲线型趋势线

由图 5-5 可知：其抛物线型趋势线方程为： $y = 75.95t^2 - 766.36t + 2538.6$ ，判定系数为 0.9682。

由图 5-6 可知：其指数曲线型趋势线方程为： $y = 537.7 \times 1.19^t$ （因为 $e^{0.1711} = 1.19$ ），判定系数为 0.9685。

从判定系数来看，两种曲线的拟合效果都不错。

3.2.3 季节变动的测定与分析

测定季节变动的目的主要在于：一是通过分析过去的季节变动规律，为当前的决策提供依据；二是为了对未来现象的季节变动作出预测，以便提前作出合理的安排；三是为了能够消除季节变动对时间序列的影响，以便分析其他构成要素的影响。

季节变动的测定和分析都是通过季节指数（ S ）来实现的，以季节指数表明季节变动的规律。测定季节变动的常用方法有：同期平均法和趋势剔除法。

1. 同期平均法

同期平均法的基本原理是，假定时间序列无明显的长期趋势，直接计算出同期平均数（如同月平均数、同季平均数等），以消除不规则变动的影响，作为各季节水平的代表值；然后计算出全部数据的总平均数，作为全年平均水平的代表值；再将同期平均数与总平均数进行对比，即可得到季节指数（也称季节比率）。同期平均法计算季节指数的具体步骤如下：

（1）计算同期平均数（ $\bar{Y}_i$ ），即计算出同月（或同季）的平均数。

（2）计算总平均数（ $\bar{Y}$ ），即计算出全部数据的平均数。

（3）计算季节指数（ S_i ），即计算出各同月（或同季）平均数与总平均数的百分比。其计算公式为：

$$S_i = \frac{\bar{Y}_i}{\bar{Y}} \times 100\% \quad (5.27)$$

可见，同期平均法计算的季节指数实质上表示：从多个季节周期平均来看，各季节水平对于平均水平的相对变化程度。季节指数 S_i 大于 100%，表明所研究现象在第 i 期处于旺季；反之，季节指数 S_i 小于 100%，表示第 i 期处于淡季。

2. 趋势剔除法

趋势剔除法的基本原理是，假定时间序列存在明显的长期趋势，首先测定出时间序列的长期趋势，然后从原时间序列中剔除长期趋势，最后再根据剔除了长期趋势的新时间序列，用

同期平均法计算出季节指数。

长期趋势的测定可用移动平均法,也可用趋势方程拟合法,相应地,趋势剔除法也有移动平均剔除法和趋势方程剔除法。下面介绍最常用的移动平均剔除法的具体步骤如下:

(1) 计算移动平均值。即根据各年的月份(或季度)数据,计算12个月(或4个季度)的移动平均趋势值 T 。

(2) 剔除原时间序列中的趋势成分。即将各实际观察值 Y 除以相应趋势值 T , 即

$$\frac{Y}{T} = S \times I \quad (5.28)$$

注意: 这里采用的分解模型为 $Y = T \times S \times I$ 。由于循环变动分析需要有多年的数据,而分析季节变动时,一般使用较少年份的数据,所以可以不考虑循环变动成分的影响。

(3) 消除不规则变动。即根据 $S \times I$ 序列,求同月(或同季)平均数,即得季节指数 S_i 。

(4) 调整季节指数。即用各项季节指数乘以调整系数。其计算公式为:

$$S_i^* = S_i \times \frac{N}{\sum S_i} \quad (i=1,2,\dots,N) \quad (5.29)$$

式中: $\frac{N}{\sum S_i}$ 称为调整系数, N 为季节周期的长度。

注意: 在一个完整的季节周期中,季节指数的总和应等于季节周期的长度 N 。即

$$\sum S_i = N \quad \text{或} \quad \sum S_i = N \times 100\% \quad (5.30)$$

例如,根据季度数据计算季节指数时, $\sum S_i = 4$ 或 $\sum S_i = 400\%$ 。

根据月份数据计算季节指数时, $\sum S_i = 12$ 或 $\sum S_i = 1200\%$ 。

当计算的季节指数不满足上述关系时,则需要进行调整,将其误差分摊到各期的季节比率中。可以证明,同期平均法计算的季节指数自动满足上述关系,因此不用进行调整。

3. 季节变动的调整

含有季节变动因素的时间序列,由于受季节影响而产生波动,使序列中的其他特征不能清晰地表现出来,因此,需要将季节变动的影响从时间序列中剔除,以便观察其他特征的影响,这称为季节变动的调整。

已测定出时间序列的季节指数后,季节变动的调整方法是将原时间序列除以相应的季节指数,即

$$\frac{Y}{S} = \frac{T \times C \times S \times I}{S} = T \times C \times I \quad (5.31)$$

调整后的时间序列,反映了在没有季节因素影响的情况下,时间序列的变化形态。

提示: 在实际应用中,可以利用 Excel 的函数“**AVERAGE**”和“**SUM**”、公式编辑和公式复制功能计算季节指数。

注意: 编辑公式时要正确使用单元格的绝对引用和相对引用。

【例 5-11】某啤酒生产企业各季的销售量数据如表 5-11 所示,试分别用同期平均法和趋势剔除法测定其季节变动,并进行季节变动调整。

表 5-11 某啤酒生产企业各季的销售量数据

单位: 万吨

年份 \ 季度	1	2	3	4
2004	25	32	37	26
2005	30	38	42	30
2006	29	39	50	35
2007	30	39	51	37
2008	29	42	55	38
2009	31	43	54	41

解 (1) 根据同期平均法的步骤计算销售量季节指数, 计算过程如表 5-12 所示。

表 5-12 某啤酒生产企业各季的销售量的季节比率计算表 (一)

年份 \ 季度	1	2	3	4
2004	25	32	37	26
2005	30	38	42	30
2006	29	39	50	35
2007	30	39	51	37
2008	29	42	55	38
2009	31	43	54	41
同季平均	29.00	38.83	48.17	34.50
季节指数	77.1%	103.2%	128.0%	91.7%
总平均数	37.625			

(2) 根据趋势剔除法的步骤计算销售量季节指数, 计算过程如表 5-13 和表 5-14 所示。

表 5-13 某啤酒生产企业各季的销售量的移动趋势值与比值

年/季	时间序号	销售量 Y	移动平均趋势值 T	比值 Y/T
2004/1	1	25	—	—
2	2	32	—	—
3	3	37	30.625	1.2082
4	4	26	32.000	0.8125
2005/1	5	30	33.375	0.8989
2	6	38	34.500	1.1014
3	7	42	34.875	1.2043
4	8	30	34.875	0.8602

续表

年/季	时间序号	销售量 Y	移动平均趋势值 T	比值 Y/T
2006/1	9	29	36.000	0.8056
2	10	39	37.625	1.0365
3	11	50	38.375	1.3029
4	12	35	38.500	0.9091
2007/1	13	30	38.625	0.7767
2	14	39	39.000	1.0000
3	15	51	39.125	1.3035
4	16	37	39.375	0.9397
2008/1	17	29	40.250	0.7205
2	18	42	40.875	1.0275
3	19	55	41.250	1.3333
4	20	38	41.625	0.9129
2009/1	21	31	41.625	0.7447
2	22	43	41.875	1.0269
3	23	54	—	—
4	24	41	—	—

为计算各比值的平均值和季节指数，需要将上表中的比值再按季度重新排列，结果如表 5-14 所示。

表 5-14 某啤酒生产企业各季的销售量的季节比率计算表（二）

年份 \ 季度	1	2	3	4
2004	—	—	1.2082	0.8125
2005	0.8989	1.1014	1.2043	0.8602
2006	0.8056	1.0365	1.3029	0.9091
2007	0.7767	1.0000	1.3035	0.9397
2008	0.7205	1.0275	1.3333	0.9129
2009	0.7447	1.0269	—	—
同季平均	0.7893	1.0385	1.2704	0.8869
季节指数	79.22%	104.24%	127.52%	89.02%
调整系数	1.0037			

（3）进行季节变动调整，即分离季节性成分，计算过程如表 5-15 所示。

表 5-15 某啤酒生产企业各季的销售量的季节调整表

年/季	时间序号	销售量 Y	季节指数 S	季节分离 Y/S
2005/1	1	25	79.22%	31.56
2	2	32	104.24%	30.70
3	3	37	127.52%	29.01
4	4	26	89.02%	29.21
2006/1	5	30	79.22%	37.87
2	6	38	104.24%	36.46
3	7	42	127.52%	32.94
4	8	30	89.02%	33.70
2007/1	9	29	79.22%	36.61
2	10	39	104.24%	37.41
3	11	50	127.52%	39.21
4	12	35	89.02%	39.32
2008/1	13	30	79.22%	37.87
2	14	39	104.24%	37.41
3	15	51	127.52%	39.99
4	16	37	89.02%	41.56
2009/1	17	29	79.22%	36.61
2	18	42	104.24%	40.29
3	19	55	127.52%	43.13
4	20	38	89.02%	42.69
2010/1	21	31	79.22%	39.13
2	22	43	104.24%	41.25
3	23	54	127.52%	42.35
4	24	41	89.02%	46.06

季节成分分离后的序列 Y/S ，反映了在没有季节因素影响的情况下时间序列的变化形态，如图 5-7 所示。

3.2.4 循环变动和不规则变动的测定

循环变动的测定一般采用剩余法，即从时间序列中分别消除长期趋势和季节变动，然后再消除不规则变动，其剩余部分便是循环变动。其具体步骤如下。

(1) 根据原序列 Y 计算季节指数，然后消除季节变动。即

$$\frac{Y}{S} = \frac{T \times S \times C \times I}{S} = T \times C \times I \quad (5.32)$$

(2) 根据 $T \times C \times I$ 序列计算趋势值 T ，然后剔除长期趋势。即

$$\frac{T \times C \times I}{T} = C \times I \quad (5.33)$$

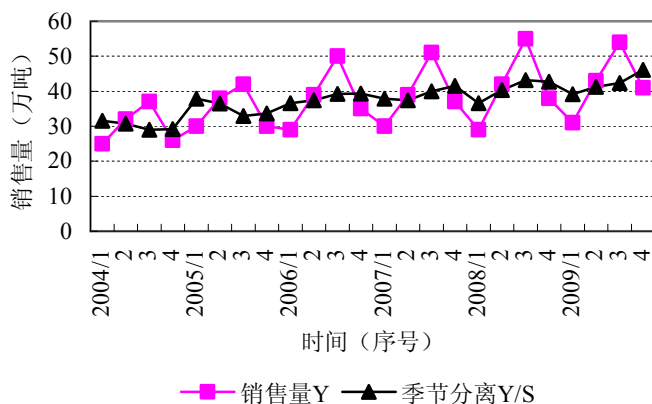


图 5-7 季节成分分离后的啤酒销售量序列图

(3) 对 $C \times I$ 序列进行移动平均，消除不规则变动 I ，求得循环变动值 C 。

不规则变动的测定也采用剩余法，即从时间序列中逐一将长期趋势、季节变动和循环变动分离出去，其剩余部分统统归结为不规则变动。其具体步骤的第一步、第二步和第三步同循环变动的测定。

(4) 从 $C \times I$ 序列中消除循环变动 C ，即可求得不规则变动 I 。即：

$$\frac{C \times I}{C} = I \quad (5.34)$$

【实训项目】

实训名称	分析时间序列的变化趋势和规律	
实训目的	掌握时间序列的构成分析法	
实训地点	教学做一体化教室	
实训流程	学员分组→收集数据→计算分析→撰写分析报告 →展示分析报告→小组互评→教师点评	
实训内容与要求		
1. 每组收集一家上市公司的主营业务收入数据。 2. 编制主营业务收入的时间序列。 3. 测定主营业务收入的长期趋势和季节变动。 4. 分析、评价公司主营业务收入的变化趋势和规律。		
实训考核	过程考核：40%	结果考核：60%

学习任务 4 时间序列的预测方法

【任务导入】

研究时间序列的主要目的之一就是对现象未来的变化进行预测。时间序列预测是指将现

象在过去和现在所呈现出来的趋势和规律进行类推或延伸,借以预测现象在未来时间上可能达到的水平。

统计预测

预测是对不确定的将来事件的发生、时机或重要性的估计。预测是企业顺利运营的必要条件,它为管理者提供了相关信息,有助于他们按组织目标指导未来活动。

运营经理主要关注的是需求的预测——常常由营销来实现。然而,管理者也用预测来估计原材料的价格,规划适当的人员水平,帮助决定库存水平以及其他活动。这能更好地使用产能,为顾客提供更及时的服务,获得更好的收益。

由于季节变动规律比较稳定,实际预测中一般假定未来的季节指数不变,即直接利用所测定的季节指数作为未来的季节变动的预测值。循环变动很难准确测定和预测,不规则变动是无法预测的,都可以不予考虑。所以,最主要的是长期趋势的预测。本节介绍长期趋势的几种常用预测方法。

【相关知识】

4.2.1 趋势外推预测

趋势外推预测就是利用时间序列的趋势方程去预测现象在未来时间上的长期趋势值。其方法就是按原来的时间顺序将预测期的时间变量值 t 代入趋势方程中,即可计算出预测期的趋势值。

注意: 该方法假定现象发展变化的趋势将会延续到未来,实质上就是假定影响现象长期趋势的基本因素在预测期仍然起着同样的作用,所以现象的长期趋势随时间推移而变化的数量关系可延伸到预测期。实际应用中,必须认真分析影响长期趋势的基本因素是否会出现变化,而且外推的时间不宜太远。

提示: 在实际应用中,可以利用 Excel 进行趋势外推预测。

方法一: 利用 Excel 的统计函数中的“FORECAST”函数进行。

方法二: 利用 Excel 的统计函数中的“TREND”函数进行。

注意: 方法一和方法二用于线性预测。

方法三: 利用 Excel 为时间序列折线图添加趋势线的方法进行。

注意: 先在“添加趋势线”对话框的“类型”选项卡中选择恰当的趋势线类型,然后在“选项”选项卡中的趋势预测部分的前推周期中填入适当的值,确定后就可得到预测值。

4.2.2 移动平均预测

移动平均预测就是用移动平均值作为下一期的预测值。预测值的计算公式为:

$$F_{t+1} = \bar{Y}_t = \frac{Y_{t-K+1} + Y_{t-K+2} + \cdots + Y_{t-1} + Y_t}{K} \quad (5.35)$$

与用于测定长期趋势的移动平均法所不同的是,首先,每个 K 期移动平均值不是代表观测值中间一期的趋势值,而是第 $K+1$ 期的预测值。其次,移动平均值的位置也不再是居中放置,而是置于第 K 期(所平均数据末尾一期)或第 $K+1$ 期。

注意: 移动平均预测只具有推测未来一期趋势值的预测功能,主要适用于较为平稳的时间序列的预测。

提示: 在实际应用中,可以直接利用 Excel 进行移动平均预测。

方法一：利用 Excel 的统计函数中的“AVERAGE”函数进行。

方法二：利用 Excel 的分析工具库中的“移动平均”工具进行。

方法三：利用 Excel 为时间序列折线图添加趋势线的方法进行。

注意：先在“添加趋势线”对话框的“类型”选项卡中选择“移动平均”选项，并填写周期值，确定后就可得到预测线。

4.2.3 指数平滑预测

指数平滑法是通过计算一系列指数平滑值来消除不规则变动，以反映时间序列的长期趋势。指数平滑既可以用于对时间序列进行修匀，也可以直接用于预测。

指数平滑值的计算公式为：

$$E_{t+1} = aY_t + (1-a)E_t \quad (5.36)$$

式中： E_{t+1} 和 E_t 分别表示第 $t+1$ 期和第 t 期的指数平滑值； Y_t 为第 t 期的观测值； a 称为平滑系数，且 $0 < a < 1$ 。

显然，指数平滑具有递推性质，各期平滑值是在上一期平滑值的基础上递推而来的。将上式展开，可得

$$E_{t+1} = aY_t + a(1-a)Y_{t-1} + a(1-a)^2Y_{t-2} + \cdots + a(1-a)^{t-1}Y_1 + (1-a)^tE_1 \quad (5.37)$$

式中： E_1 称为初始值，通常将时间序列的最初水平 Y_1 作为初始值 E_1 。序列项数较多时，初始值对平滑值的影响不大。

可见，指数平滑值 E_{t+1} 实质上是以前各期观测值的加权算术平均数，各期观测值的系数就是其权数。由于权数呈指数形式递减，因而称为指数平滑法。

应用指数平滑法的关键是平滑系数 a 的选择。 a 越大，近期数据的权数就越大，权数递减的速度就越快，对现象变化的跟踪反映越敏捷，但修匀作用就越弱。反之， a 越小，对数据的跟踪反映越迟缓，而修匀作用越强。

提示：在实际应用中，可以直接利用 Excel 的分析工具库中的“指数平滑”工具进行指数平滑预测。

注意：指数平滑对话框中的阻尼系数 $=1-a$ 。

【例 5-12】某公司股票连续 16 日的收盘价格如表的第 1~2 列所示。试用移动平均法($k=5$ 日)和指数平滑法($a=0.4$)进行预测，并将原序列与预测序列绘制成图进行比较。

解 各期的 5 日移动平均值和指数平滑值($a=0.4$)以及 17 期预测值的结果如表 5-16 所示。

表 5-16 某股票价格的移动平均和指数平滑预测

时间	价格(元)	价格的预测值(元)	
		移动平均值	指数平滑值
1	7.20	—	—
2	7.09	—	7.200
3	7.05	—	7.156
4	7.20	—	7.114
5	7.32	—	7.148
6	7.20	7.172	7.217

续表

时间	价格（元）	价格的预测值（元）	
		移动平均值	指数平滑值
7	7.25	7.172	7.210
8	7.38	7.204	7.226
9	7.51	7.270	7.288
10	7.42	7.332	7.377
11	7.35	7.352	7.394
12	7.25	7.382	7.376
13	7.17	7.382	7.326
14	7.21	7.340	7.263
15	7.28	7.280	7.242
16	7.30	7.252	7.257
17	—	7.242	7.274

注意：使用 Excel 的移动平均工具进行预测时，为了使预测值与相应的实际值相对应，在选择输出区域时，应将输出区域的第一个单元格设置在第一个数值的下一行。

原序列与预测序列比较图如图 5-8 和图 5-9 所示。

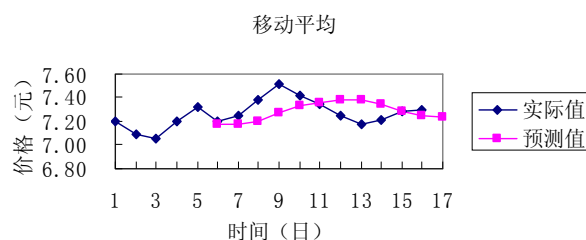


图 5-8 原序列与移动平均预测值序列比较图

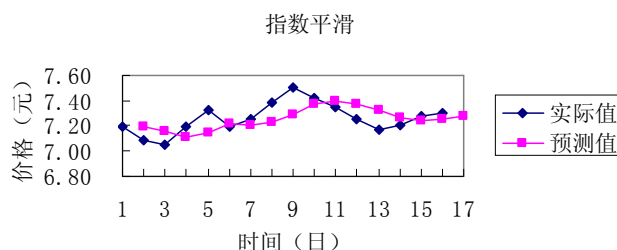


图 5-9 原序列与指数平滑预测值序列比较图

【例 5-13】根据例 5-11 的数据资料和计算出的季节指数，预测 2010 年各季度啤酒的销售量。

解 （1）为时间序列 Y/S 拟合一条趋势线，求出趋势方程。

根据图 5-7 可以看出，分离季节成分后的时间序列 Y/S 大体成一条直线，所以可为时间序

列 Y/S 拟合一条趋势直线, 其趋势方程为: $y=30.607+0.559t$ 。

(2) 计算出 2010 年各季度的趋势值。

将 2010 年各季度的时间序号分别定为 25, 26, 27, 28, 代入趋势方程中即可得到其趋势值, 如表 5-17 所示。

(3) 计算出 2010 年各季度的预测值。

将已测定出的季节指数作为 2010 年各季度的季节指数, 将它们分别乘以对应的趋势值即可得到预测值。

表 5-17 2010 年各季度啤酒销售量的预测表

年/季	时间序号	季节指数 S	趋势值 T	预测值
2010/1	25	79.22%	44.59	35.32
2	26	104.24%	45.15	47.06
3	27	127.52%	45.71	58.28
4	28	89.02%	46.26	41.18

预测误差是指现象的实际值与预测值之差, 用于衡量预测模型或方法的优劣。由于预测模型或方法的选择不当、参数估计不准确或不规则变动等因素的影响, 预测结果总是存在误差。预测误差小, 预测结果的精度就高。

设以 Y_t 表示第 t 期的实际值, $\hat{Y}_t$ 表示第 t 期的预测值, n 表示预测值个数, 衡量预测误差大小的常用指标有以下几个:

(1) 平均绝对误差 (Mean Absolute Error, 简记为 MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (5.38)$$

(2) 平均相对误差 (Mean Percentage Error, 简记为 MPE)

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \quad (5.39)$$

(3) 均方误差 (Mean Square Error, 简记为 MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (5.40)$$

(4) 均方根误差 (Root Mean Square Error, 简记为 RMSE)

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (5.41)$$

(5) 估计标准误差 (Standard Error Of Estimate, 简记为 S_y)

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n-m} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (5.42)$$

以上衡量预测误差大小的指标中, 平均绝对误差和平均相对误差受异常值的影响较小, 而均方误差和均方根误差受异常值的影响较大。在对多个模型的预测误差进行比较时, 采用平均相对误差可以避免绝对水平和计量单位不同的影响。估计标准误差用于衡量趋势外推预测模

型的预测误差大小, 其中 m 为趋势方程中未知参数的个数。

【实训项目】

实训名称	预测公司股价的走势	
实训目的	掌握时间序列预测分析法	
实训地点	教学做一体化教室	
实训流程	学员分组→收集数据→计算分析→撰写分析报告 →展示分析结果→小组互评→教师点评	
实训内容与要求	1. 每组收集一家上市公司股价和成交量数据。 2. 编制公司股价和成交量的时间序列。 3. 预测公司股价的变化趋势。	
实训考核	过程考核: 40%	结果考核: 60%

单元小结

本单元介绍了时间序列的编制方法、对比分析方法、构成分析方法以及时间序列的预测方法。

(1) 时间序列是动态分析的基础。按其观察值的表现形式不同, 可以分为绝对数时间序列、相对数时间序列和平均数时间序列。其中, 绝对数时间序列是最基本的表现形式, 它在各时间上的数值相加有意义, 而相对数时间序列和平均数时间序列是在绝对数时间序列的基础上派生的, 他们在各时间上的数值相加没有意义。编制时间序列的基本原则是保证时间序列中各项观察值具有充分的可比性。

(2) 时间序列的对比分析是运用水平指标和速度指标描述现象在某一段时间上发展变化的状态, 包括水平分析和速度分析。水平分析与速度分析要结合起来运用。

(3) 时间序列的水平分析是借助于发展水平、平均发展水平、增长量、平均增长量等动态分析指标来描述现象在某一段时间上发展变化的水平高低及其增长变化的数量多少。时间序列的速度分析是借助于发展速度、平均发展速度、增长速度、平均增长速度等动态分析指标来描述现象在某一段时间上发展变化的快慢程度。

(4) 时间序列的影响因素可归结为 4 种: 长期趋势、季节变动、循环变动和不规则变动。常以乘法模型为基础来进行时间序列的分解和预测。

(5) 测定长期趋势常用的方法有: 移动平均法和趋势模型法; 测定季节变动的常用方法有: 同期平均法和趋势剔除法; 循环变动和不规则变化的测定一般都采用剩余法。

(6) 时间序列预测是指将现象在过去和现在所呈现出来的趋势和规律进行类推或延伸, 借以预测现象在未来时间上可能达到的水平。

(7) 时间序列的预测方法有: 趋势外推预测、移动平均预测和指数平滑预测等。趋势外推预测是利用趋势方程去预测现象未来的趋势值; 移动平均预测是用移动平均值作为未来一期的预测值; 指数平滑预测是用指数平滑值去预测现象未来的趋势值。

(8) 预测误差是指现象的实际值与预测值之差, 用于衡量预测模型或方法的优劣。衡量

预测误差大小的常用指标有：平均绝对误差、平均相对误差、均方误差、均方根误差和估计标准误差。

自测练习

一、单项选择题

1. 时间序列中，数值大小与时间长短有直接关系的是（ ）。
A. 平均数时间序列 B. 时期序列
C. 时点序列 D. 相对数时间序列
2. 采用几何平均法计算平均发展速度的依据是（ ）。
A. 各年环比发展速度之积等于总速度
B. 各年环比发展速度之和等于总速度
C. 各年环比增长速度之积等于总速度
D. 各年环比增长速度之和等于总速度
3. 下列数列中哪一个属于动态数列（ ）。
A. 学生按学习成绩分组形成的数列
B. 职工按工资水平分组形成的数列
C. 企业总产值按时间顺序形成的数列
D. 企业按职工人数多少形成的分组数列
4. 根据时期数列计算序时平均数应采用（ ）。
A. 首尾折半法 B. 简单算术平均法
C. 加权算术平均法 D. 几何平均法
5. 某企业 2002 年一季度的利润额为 150 万元，职工人数 120 人，则一季度平均每月的利润额和平均每月的职工人数分别为（ ）。
A. 50 万元，40 人 B. 50 万元，120 人
C. 150 万元，120 人 D. 以上全错
6. 1990 年某市年末人口为 120 万人，2000 年末达到 153 万人，则年平均增长量为（ ）。
A. 3.3 万人 B. 3 万人
C. 33 万人 D. 30 万人
7. 当时期数列分析的目的侧重于研究某现象在各时期发展水平的累计总和时，应采用（ ）方法计算平均发展速度。
A. 算术平均法 B. 调和平均法
C. 方程式法 D. 几何平均法
8. 如果时间数列共有 20 年的年度资料，若使用五项移动平均法进行修匀，结果修匀之后的时间数列只有（ ）。
A. 19 项 B. 18 项
C. 16 项 D. 15 项
9. 直线趋势 $Y_c = a + bt$ 中 a 和 b 的意义是（ ）。

- A. a 是截距, b 表示 $t=0$ 的趋势值
 B. a 表示最初发展水平的趋势值, b 表示平均发展水平
 C. a 表示最初发展水平的趋势值, b 表示平均发展速度
 D. a 是直线的截距, 表示最初发展水平的趋势值, b 是直线斜率, 表示按最小平方方法计算的平均增长量
10. 若无季节变动, 则季节指数应该是 ()。
- A. 等于零 B. 等于 1 C. 大于 1 D. 小于零

二、多项选择题

1. 对于时间序列, 下列说法正确的有 ()。
- A. 序列是按数值大小顺序排列的 B. 序列是按时间顺序排列的
 C. 序列中的数值都有可加性 D. 序列是进行动态分析的基础
 E. 编制时应注意数值间的可比性
2. 时点序列的特点有 ()。
- A. 数值大小与间隔长短有关 B. 数值大小与间隔长短无关
 C. 数值相加有实际意义 D. 数值相加没有实际意义
 E. 数值是连续登记得到的
3. 时间序列的可比性原则主要指 ()。
- A. 时间长度要一致 B. 经济内容要一致
 C. 计算方法要一致 D. 总体范围要一致
 E. 计算价格和单位要一致
4. 下列时间数列中, 各项指标数值不能相加的序列有 ()。
- A. 时期序列 B. 时点序列 C. 相对数时间序列
 D. 绝对数时间序列 E. 平均数时间序列
5. 下列指标构成的动态数列属于时点数列的是 ()。
- A. 高校历年的毕业生人数 B. 某企业年初职工人数
 C. 某商店各月末商品库存额 D. 某银行各月初存款余额
 E. 某地历年的死亡人口数
6. 将不同时期的发展水平加以平均, 得到的平均数称为 ()。
- A. 序时平均数 B. 动态平均数 C. 静态平均数
 D. 平均发展水平 E. 平均发展速度
7. 某公司连续五年的销售额(单位: 万元)资料如下:

时间	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
销售额	1000	1100	1300	1350	1400

- 根据上述资料计算的下列数据正确的有 ()。
- A. 第二年的环比增长速度=定基增长速度=10%
 B. 第三年的累计增长量=逐期增长量=200 万元

- C. 第四年的定基发展速度为 135%
- D. 第五年增长 1%绝对值为 14 万元
- E. 第五年增长 1%绝对值为 13.5 万元
8. 以下哪些现象适合用累计法计算平均发展速度 ()。
- A. 商品销售量 B. 基本建设投资完成额 C. 产品产量
- D. 居民收入 E. 垦荒造林的数量
9. 用移动平均法测定长期趋势时, 有关项数确定的正确说法是 ()。
- A. 从理论上说: 移动的项数越多, 修匀的作用越大
- B. 移动的项数越多, 损失的数据也越多
- C. 选择奇数项一次移动即可得出趋势值, 而偶数项通常需作两次移动
- D. 如果资料显示存在自然周期, 则项数的选择应与周期一致
- E. 移动的项数越多, 得到的结果越准确
10. 关于季节变动的测定, 下列说法正确的是 ()。
- A. 目的在于掌握事物变动的季节周期性
- B. 常用的方法是按月(季)平均法
- C. 需要计算季节比率
- D. 按月计算的季节比率之和应等于 400%
- E. 季节比率越大, 说明事物的变动越处于淡季

三、判断题

1. 相对数时间序列中的数值相加没有实际意义。 ()
2. 由于时点序列和时期序列都是绝对数时间序列, 所以, 它们的特点是相同的。 ()
3. 只有增长速度大于 100%才能说明事物的变动是增长的。 ()
4. 采用几何平均法计算平均发展速度时, 每一个环比发展速度都会影响到平均发展速度的大小。 ()
5. 所有平均发展水平的计算采用的都是算术平均数方法。 ()
6. 平均增长速度可以直接根据环比增长速度来计算。 ()
7. 用几何平均法计算的平均发展速度只取决于最初发展水平和最末发展水平, 与中间各期发展水平无关。 ()
8. 用移动平均法测定长期趋势时, 移动平均项数越多, 所得的结果越好。 ()
9. 如果时间数列的资料是按年排列的, 则不存在季节变动。 ()
10. 如果数列既有季节变动, 又有明显的长期趋势时, 应先剔除长期趋势, 再测定季节指数。 ()

四、计算题

1. 某工业企业某年第二季度的总产值和职工人数资料如下表:

月份	3 月	4 月	5 月	6 月
总产值(万元)	1500	1600	1650	1850
月末职工人数(人)	600	615	630	660

请计算该企业第二季度劳动生产率。

2. 某地区粮食产量 2004—2006 年平均发展速度是 1.03, 2007—2008 年平均发展速度是 1.05, 2009 年比 2008 年增长 6%, 试求 2004—2009 年 6 年的平均发展速度。

3. 1995 年我国国民生产总值 5.76 万亿元。“九五”的奋斗目标是, 到 2000 年增加到 9.5 万亿元; 远景目标是 2010 年比 2000 年翻一番。试问:

(1) “九五”期间的平均增长速度是多少?

(2) 1996—2010 年(以 1995 年为基期)平均每年发展速度将达到多少才能实现远景目标?

4. 我国 2002—2008 年农村居民家庭人均纯收入(单位: 元)统计数据如下:

年份	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
人均纯收入	2476	2622	2936	3255	3587	4140	4760

请计算:

(1) 各年逐期增长量、累积增长量及年平均增长量。

(2) 各年环比发展速度、定基发展速度及各自的增长速度。

(3) 按水平法计算年平均发展速度及平均增长速度。

五、实验题

1. 下面是 1991—2008 年国家财政用于农业的支出额数据。

年份	支出额/亿元	年份	支出额/亿元
1991	347.57	2000	1231.54
1992	376.02	2001	1456.73
1993	440.45	2002	1580.76
1994	532.98	2003	1754.45
1995	574.93	2004	2337.63
1996	700.43	2005	2450.31
1997	766.39	2006	3172.97
1998	1154.76	2007	3404.70
1999	1085.76	2008	4544.01

要求:

(1) 绘制时间序列图描述其形态。

(2) 计算年平均增长率。

(3) 根据年平均增长率预测 2010 年的支出额。

2. 某公司 2001—2009 年的某种家电产品销售额数据如下:

年份	销售额 (万元)	年份	销售额 (万元)
2001	80	2006	101
2002	83	2007	105
2003	87	2008	110
2004	89	2009	125
2005	95		

要求:

- (1) 应用三年和四年移动平均法计算趋势值。
- (2) 应用最小二乘法配合趋势值线, 并计算出各年的趋势值。

3. 下面的数据是一家水产品加工公司最近几年的加工量数据 (单位: t)。

年/月	2005	2006	2007	2008	2009
1	78.8	91.9	90.4	66.8	99.5
2	78.1	92.1	100.1	73.3	80.0
3	84.0	80.9	114.1	85.3	108.4
4	94.3	94.5	108.2	94.6	118.3
5	97.6	101.4	125.7	74.1	126.8
6	102.8	111.7	118.3	100.8	123.3
7	92.7	92.9	89.1	106.7	117.2
8	41.6	43.6	46.1	44.0	42.0
9	109.8	117.5	132.1	132.1	150.6
10	127.3	153.1	173.9	162.5	176.6
11	210.3	229.4	273.3	249.0	249.2
12	242.8	286.7	352.1	330.8	320.6

要求: 对该序列进行分解, 计算季节指数和剔除季节变动。

4. 下面是一家旅馆过去 18 个月的营业额数据:

月份	营业额/万元	月份	营业额/万元
1	295	10	473
2	283	11	470
3	322	12	481
4	355	13	449
5	286	14	544
6	379	15	601
7	381	16	587
8	431	17	644
9	424	18	660

要求:

(1) 用 3 期移动平均法预测第 19 个月的营业额。

(2) 采用指数平滑法, 分别用平滑系数 $\alpha = 0.3$ 、 $\alpha = 0.4$ 和 $\alpha = 0.5$ 预测各月的营业额, 分析预测误差, 说明用哪一个平滑系数预测更合适?

(3) 建立一个趋势方程预测各月的营业额, 计算出估计标准误差。

5. 对下面的数据分别拟合线性趋势线 $\hat{Y} = a + bt$ 、二次曲线 $\hat{Y} = a + bt + ct^2$ 和三次曲线 $\hat{Y} = a + bt + ct^2 + dt^3$, 并对结果进行比较。

时间 t	观测值 Y	时间 t	观测值 Y
1	372	19	360
2	370	20	357
3	374	21	356
4	375	22	352
5	377	23	348
6	377	24	353
7	374	25	356
8	372	26	356
9	373	27	356
10	372	28	359
11	369	29	360
12	367	30	357
13	367	31	357
14	365	32	355
15	363	33	356
16	359	34	363
17	358	35	365
18	359		

实验指导

实验三 用 Excel 进行时间序列分析与预测

一、实验目的

1. 掌握利用 Excel 的“函数”和“公式”测定时间序列的水平指标的方法。
2. 掌握利用 Excel 的“函数”和“公式”测定时间序列的速度指标的方法。
3. 掌握利用 Excel 的“函数”和“工具”测定时间序列的长期趋势的方法。
4. 掌握利用 Excel 的“函数”和“工具”测定时间序列的季节变动的方法。

5. 掌握利用 Excel 的“函数”和“工具”进行时间序列的趋势预测的方法。

二、实验资料与要求

1. 2003—2009 年我国某省国内生产总值如下表所示：

年份	国内生产总值（亿元）
2003	2849.52
2004	3452.97
2005	3953.78
2006	4256.01
2007	4256.19
2008	5088.96
2009	5577.78

要求：（1）计算逐期增长量、累积增长量和平均增长量。

（2）计算定基发展速度、环比发展速度和平均发展速度。

（3）计算定基增长速度、环比增长速度和平均增长速度。

2. 某企业某年 12 个月份的总产值资料如下表所示：

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
总产值	506	473	542	546	585	547	570	576	569	610	583	615

要求：（1）用三项和四项移动平均法测定长期趋势。

（2）用趋势方程法测定长期趋势并计算各月的趋势值。

3. 某企业某种商品 5 年各季度的销售额资料如下表所示：

季别	各年的销售收入				
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
1	1861	1921	1834	1837	2073
2	2203	2343	2154	2025	2414
3	2415	2514	2098	2304	2339
4	1908	1986	1799	1965	1967

要求：（1）用同期平均法测定季节变动。

（2）用趋势剔除法测定季节变动。

4. 某煤矿某年 1—11 月份采煤量如下表：

月份	产量	月份	产量
1	9.03	7	9.15
2	9.06	8	9.36
3	9.12	9	9.45
4	8.73	10	9.30
5	8.94	11	9.24
6	9.30	12	

要求：（1）用移动平均法预测 12 月份的产量。

（2）用指数平滑法预测 12 月份的产量。

(3) 用趋势预测法预测 12 月份的产量。

三、实验步骤与结果

1. 用 Excel 测定水平分析指标

根据资料 1 的数据, 基本操作步骤如下:

(1) 输入数据。在 A 列输入年份, 在 B 列输入国内生产总值。

(2) 计算逐期增长量。在 C3 中输入公式 “=B3-B2”, 并拖曳鼠标将公式复制到 C4:C8 区域。

(3) 计算累积增长量。在 D3 中输入公式 “=B3-\$B\$2”, 并拖曳鼠标将公式复制到 D4:D8 区域。

(4) 计算平均增长量。在 B10 中输入公式 “=(B8-B2)/6”, 按回车键即可。

以上 4 步所得结果如表 5-18 所示。

表 5-18 逐期增长量、累积增长量和平均增长量计算表

	A	B	C	D
1	年份	国内生产总值	逐期增长量	累积增长量
2	2003	2849.52	—	—
3	2004	3452.97	603.45	603.45
4	2005	3953.78	500.81	1104.26
5	2006	4256.01	302.23	1406.49
6	2007	4256.19	0.18	1406.67
7	2008	5088.96	832.77	2239.44
8	2009	5577.78	488.82	2728.26
9				
10	平均增长量	454.71		

2. 用 Excel 测定速度分析指标

根据资料 1 的数据, 基本操作步骤如下:

(1) 输入数据。在 A 列输入年份, 在 B 列输入国内生产总值。

(2) 计算定基发展速度。在 C3 中输入公式 “=B3/\$B\$2”, 并拖曳鼠标将公式复制到 C4:C8 区域。

(3) 计算环比发展速度。在 D3 中输入公式 “=B3/B2”, 并拖曳鼠标将公式复制到 D4:D8 区域。

(4) 计算平均发展速度 (水平法)。在 B10 单元格中插入函数 “= GEOMEAN(D3:D8)”, 单击 “确定” 按钮即可。

(5) 计算定基增长速度。在 E3 中输入公式 “=C3-1”, 并拖曳鼠标将公式复制到 E4:E8 区域。

(6) 计算环比增长速度。在 F3 中输入公式 “=D3-1”, 并拖曳鼠标将公式复制到 F4:F8 区域。

(7) 计算平均增长速度。在 B11 中输入公式 “=B10-1”, 按回车键即可。

以上 7 步所得结果如表 5-19 所示。

3. 用 Excel 测定长期趋势

(1) 移动平均法。

根据资料 2 的数据, 基本操作步骤如下:

1) 输入数据。在 A 列输入月份, 在 B 列输入总产值。

表 5-19 各项速度指标计算表

	A	B	C	D	E	F
1	年份	国内生产总值	定基发展速度	环比发展速度	定基增长速度	环比增长速度
2	2003	2849.52	—	—	—	—
3	2004	3452.97	121.2%	121.2%	21.2%	21.2%
4	2005	3953.78	138.8%	114.5%	38.8%	14.5%
5	2006	4256.01	149.4%	107.6%	49.4%	7.6%
6	2007	4256.19	149.4%	100.0%	49.4%	0.0%
7	2008	5088.96	178.6%	119.6%	78.6%	19.6%
8	2009	5577.78	195.7%	109.6%	95.7%	9.6%
9						
10	平均发展速度 (几何平均法)	111.8%				
11	平均增长速度	11.8%				

2) 计算三项移动平均。在 C3 中插入函数 “=AVERAGE(B2:B4)”, 并拖曳鼠标将公式复制到 C4:C12 区域。

3) 计算四项移动平均。在 D4 中插入函数 “=AVERAGE(B2:B5)”, 并拖曳鼠标将公式复制到 D5:D12 区域。

4) 计算二项移正平均。在 E4 中输入公式 “=(D4+D5)/2”, 并拖曳鼠标将公式复制到 E5:E11 区域。

以上 4 步所得结果如表 5-20 的 A1:E13 区域所示。

表 5-20 长期趋势计算表

	A	B	C	D	E	F
1	月份	总产值	三项移动平均	四项移动平均	二项移正平均	趋势值Y
2	1	506	—	—	—	506.782
3	2	473	507.000	—	—	516.488
4	3	542	520.333	516.750	526.625	526.195
5	4	546	557.667	536.500	545.750	535.901
6	5	585	559.333	555.000	558.500	545.607
7	6	547	567.333	562.000	565.750	555.314
8	7	570	564.333	569.500	567.500	565.020
9	8	576	571.667	565.500	573.375	574.726
10	9	569	585.000	581.250	582.875	584.432
11	10	610	587.333	584.500	589.375	594.139
12	11	583	602.667	594.250	—	603.845
13	12	615	—	—	—	613.551
14						
15	a=	497.08				
16	b=	9.71				
17	趋势线	y=497.08+9.71x				

(2) 趋势方程法。

根据资料 2 的数据, 基本操作步骤如下:

1) 作时间序列折线图, 如图 5-10 所示。

由图 5-10 可以看出, 产量变化大体成一条直线, 可以拟合一条线性趋势线。

2) 计算截距。在 A15 中输入 “a=”, 在 B15 中插入函数。

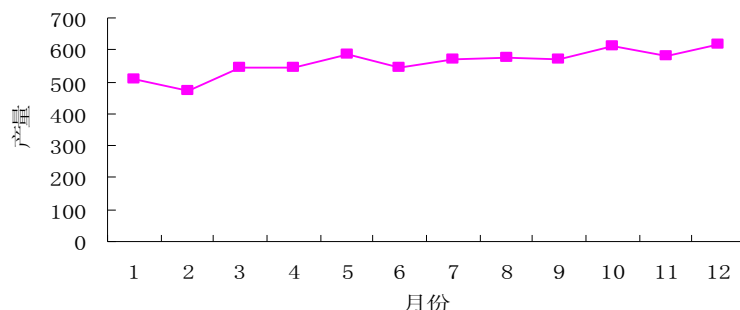


图 5-10 时间序列折线图

“=INTERCEPT(B2:B13,A2:A13)”。

3) 计算斜率。在 A16 中输入 “b=”, 在 B16 中插入函数。

“=SLOPE(B2:B13,A2:A13)”。

4) 计算趋势值。在 F2 中输入公式 “=\$B\$15+\$B\$16*A2”, 并拖曳鼠标将公式复制到 F3:F13 区域。

以上 4 步所得结果如表 5-20 的 A15:C17 区域和第 F 列所示。

4. 用 Excel 测定季节变动

(1) 同期平均法。

根据资料 3 的数据, 基本操作步骤如下:

1) 输入原始数据。在 A 列输入季别, 在 B~F 列输入销售收入。

2) 计算同季平均数。在 G3 中输入 “=AVERAGE(B3:F3)”, 并拖曳鼠标将公式复制到 G4:G6 区域。

3) 计算各年平均数。在 B7 中输入 “=AVERAGE(B3:B6)”, 并拖曳鼠标将公式复制到 C7:F7 区域。

4) 计算总平均数。在 G7 中输入 “=AVERAGE(B7:F7)”。

5) 计算季节指数。在 H3 中输入 “=H3/\$G\$7”, 并拖曳鼠标将公式复制到 H4:H7 区域。

以上 5 步所得结果如表 5-21 所示。

表 5-21 同期平均法的季节指数计算表

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	各年的销售收入							
2	季别	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	同季平均	季节指数S
3	1	1861	1921	1834	1837	2073	1905.2	91%
4	2	2203	2343	2154	2025	2414	2227.8	106%
5	3	2415	2514	2098	2304	2339	2334.0	111%
6	4	1908	1986	1799	1965	1967	1925.0	92%
7	平均	2096.8	2191.0	1971.3	2032.8	2198.3	2098.0	100%

(2) 趋势剔除法。

根据资料 3 的数据, 基本操作步骤如下:

- 1) 输入原始数据。在 A 列输入年份, 在 B 列输入季别, 在 C 列输入销售收入。
- 2) 计算四项移动平均。在 D3 中输入 “=AVERAGE(C2:C5)”, 并拖曳鼠标将公式复制到 D4:D19 区域。
- 3) 计算趋势值 T (即二项移正平均)。在 E4 中输入 “=(D3+D4)/2”, 并拖曳鼠标将公式复制到 E5:E19 区域。

表 5-22 趋势剔除法的季节指数计算表 (一)

	A	B	C	D	E	F
1	年份	季别	销售收入 Y	四项移动平均	趋势值	Y/T
2	第一年	1	1861	—	—	—
3		2	2203	2096.75	—	—
4		3	2415	2111.75	2104.25	1.1477
5		4	1908	2146.75	2129.25	0.8961
6	第二年	1	1921	2171.50	2159.13	0.8897
7		2	2343	2191.00	2181.25	1.0742
8		3	2514	2169.25	2180.13	1.1531
9		4	1986	2122.00	2145.63	0.9256
10	第三年	1	1834	2018.00	2070.00	0.8860
11		2	2154	1971.25	1994.63	1.0799
12		3	2098	1972.00	1971.63	1.0641
13		4	1799	1939.75	1955.88	0.9198
14	第四年	1	1837	1991.25	1965.50	0.9346
15		2	2025	2032.75	2012.00	1.0065
16		3	2304	2091.75	2062.25	1.1172
17		4	1965	2189.00	2140.38	0.9181
18	第五年	1	2073	2197.75	2193.38	0.9451
19		2	2414	2198.25	2198.00	1.0983
20		3	2339	—	—	—
21		4	1967	—	—	—

- 4) 剔除长期趋势, 即计算 Y/T 。在 F4 中输入 “=C4/E4”, 并拖曳鼠标将公式复制到 F5:F19 区域。
- 5) 重新排列 F4:F19 区域中的数字, 使同季的数字位于一列, 共排成 4 列。以上 5 步所得结果如表 5-22 所示。
- 6) 计算各年同季平均数。在 B29 单元格中输入公式 “=SUM(B24:B28)/4”, 并拖曳鼠标将公式复制到 C29:E29 区域。
- 7) 计算调整系数。在 B31 中输入公式 “=4/SUM(B29:E29)”。
- 8) 计算季节指数。在 B30 中输入公式 “=B29*\$B\$31”, 并拖曳鼠标将公式复制到 B30:E30 区域, 就可以得到季节指数的值, 具体结果如表 5-23 所示。

表 5-23 趋势剔除法的季节指数计算表 (二)

	A	B	C	D	E
23		第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
24	第一年	—	—	1.1477	0.8961
25	第二年	0.8897	1.0742	1.1531	0.9256
26	第三年	0.8860	1.0799	1.0641	0.9198
27	第四年	0.9346	1.0065	1.1172	0.9181
28	第五年	0.9451	1.0983	—	—
29	平均	0.9139	1.0647	1.1205	0.9149
30	季节指数	0.9107	1.0610	1.1166	0.9117
31	调整系数	0.9965			

5. 用 Excel 进行趋势预测

根据资料 4 的数据, 基本操作步骤如下:

(1) 用移动平均法进行预测。

1) 输入原始数据。在 A2:A11 单元格中输入月份，在 B2:B11 单元格中输入月产量。

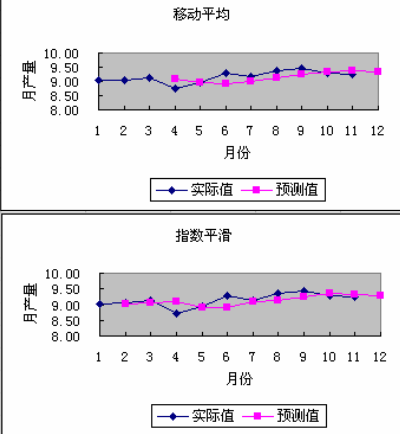
2) 调用“移动平均”工具。选择工具菜单条上的“数据分析”命令，打开“数据分析”对话框，选择“移动平均”工具，在其对话框中进行设置，如图 5-11 所示。



图 5-11 “移动平均”对话框

3) 显示预测结果。单击“确定”按钮，便可得到移动平均的结果，如表 5-24 所示。

表 5-24 月产量序列趋势预测结果表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	月份	产量	移动平均预测	指数平滑预测	趋势外推预测					
2	1	9.03			8.95					
3	2	9.06		9.03	8.99					
4	3	9.12		9.05	9.03					
5	4	8.73	9.07	9.08	9.07					
6	5	8.94	8.97	8.91	9.11					
7	6	9.30	8.93	8.92	9.15					
8	7	9.15	8.99	9.11	9.19					
9	8	9.36	9.13	9.13	9.23					
10	9	9.45	9.27	9.25	9.27					
11	10	9.30	9.32	9.35	9.32					
12	11	9.24	9.37	9.32	9.36					
13	12		9.33	9.28	9.40					
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

(2) 用指数平滑法进行预测。

1) 调用“指数平滑”工具。选择工具菜单条上的“数据分析”命令，打开“数据分析”对话框，选择“指数平滑”工具，在其对话框中进行设置，如图 5-12 所示。

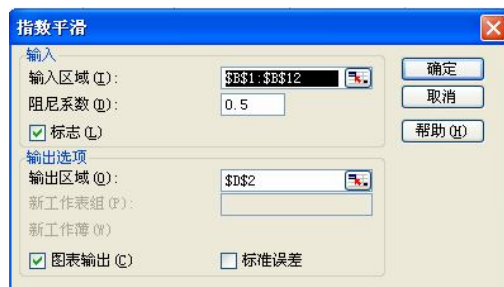


图 5-12 “指数平滑”对话框

2) 显示预测结果。单击“确定”按钮，并用鼠标拖曳将公式复制到 D13 单元格中，即可得到指数平滑法的预测结果，如表 5-24 所示。

(3) 用趋势外推法进行预测。

1) 调用预测函数。在 E2 单元格中插入统计函数“FORECAST”，在其对话框中输入所需的参数，如图 5-13 所示。

2) 显示预测结果。单击“确定”按钮，并拖曳鼠标将公式复制到 E3:E13 单元格区域中，即可得到趋势外推法的预测结果，如表 5-24 所示。



图 5-13 FORECAST 对话框

由表 5-24 可知，用移动平均法、指数平滑法和趋势外推法得到的 12 月份的产量预测值分别为 9.33，9.28 和 9.40。