

经济统计 - 12

刁莉男

diaoln@jlu.edu.cn

吉林大学商学院

June 13, 2012

复习

- ▶ 1、时间序列概述；
- ▶ 2、时间序列水平分析；
 - ▶ 发展水平与平均发展水平
 - ▶ 增长量与平均增长量
- ▶ 3、时间序列速度分析；
 - ▶ 发展速度与增长速度
 - ▶ 平均发展速度与平均增长速度

提纲

14、时间序列分析

1、时间序列的趋势分析

- 1.1、时间序列的构成要素与模型
- 1.2、线性趋势
- 1.3、非线性趋势
- 1.4、趋势线的选择

2、时间序列的季节变动分析

- 2.1、季节变动及其测定目的
- 2.2、季节变动的分析原理与方法
- 2.3、季节变动的调整

1、时间序列的趋势分析

1.1、时间序列的构成要素与模型

构成要素：

- ▶ 长期趋势；
- ▶ 季节变动；
- ▶ 循环变动；
- ▶ 不规则变动。

模型：

- ▶ 乘法模型；
- ▶ 加法模型；
- ▶ 混合模型。

时间序列的构成要素：长期趋势(T)

- ▶ 是时间序列的主要构成因素；
- ▶ 指较长时期内持续发展变化的一种趋向或状态；
- ▶ 可能呈现不断向上增长或下降，是受某种固定的起根本性作用的因素影响的结果。
- ▶ 例如：经济持续增长（GDP）。

时间序列的构成要素：季节变动(S)

- ▶ 对一年内或更短的时间内由于社会、政治、经济、自然因素影响，形成的以一定时期为周期的有规则的重复变动。
- ▶ 例如：农产品的生产，某些商品的销售变动。

时间序列的构成要素：循环变动(C)

- ▶ 指某种现象在比较长的时期内呈现出的有一定规律性的周期性波动；
- ▶ 与长期趋势不同，不是单一方向的持续变动，而是有涨有落的交替波动；
- ▶ 与季节变动不同，循环变动的周期长短不一致；

时间序列的构成要素：不规则变动(I)

- ▶ 指现象受众多偶然因素影响，而呈现的无规则的变动；
- ▶ 是时间序列长期趋势、季节变动和循环变动后余下的变动。

时间序列分析的任务之一，就是对时间序列中的这几种构成要素进行统计测定和分析，从中划分出各要素的具体作用，揭示其变动的规律和特征，为认识和预测事物的发展提供依据。

时间序列的分解模型

- ▶ 把四个影响因素同时间序列的关系用一定的数学关系式表示出来，构成了时间序列的分解模型。
- ▶ 将各影响因素分别从时间序列中分离出来并加以测定的过程，称为时间序列的构成分析。

时间序列的分解模型

Y- 时间序列中的指标数值。

▶ 乘法模型： $Y = T \cdot S \cdot C \cdot I$

▶ 加法模型： $Y = T + S + C + I$

▶ 混合模型：e.g. $Y = T \cdot S + C \cdot I$ or
 $Y = S + T \cdot C \cdot I$

实际工作中，根据研究对象的性质、目的和掌握的资料等情况，决定使用哪种模型，但一般以乘法模型应用较多。

长期趋势的测定

目的：

- ▶ 认识现象发展变化的趋势和规律性；
- ▶ 对未来现象的发展趋势作出预测；
- ▶ 为了从时间序列中剔除长期趋势，以便分解出其他类型的影响因素（季节、循环）。

分类：

- ▶ 线性趋势、非线性趋势。

1.2、线性趋势

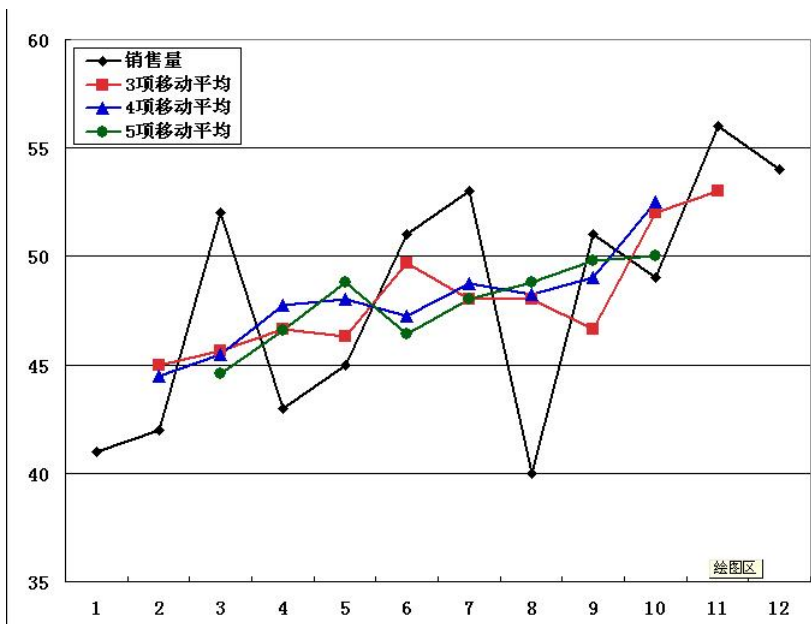
- ▶ 移动平均；
- ▶ 指数平滑；
- ▶ 直线趋势方程拟合。

线性趋势：移动平均

- ▶ 基本思想与原理：通过扩大原时间序列的时间间隔并按一定的间隔长度逐期移动，分别计算出一系列移动平均数，新的时间序列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变动趋势。
- ▶ 例：某厂各月销售机器台数如下页表中所示，采用3、4、5项移动平均法分别进行修匀，计算各移动平均数。

月份	销售量	3项移动平均	4项移动平均	两两移动平均	5项移动平均
1	41	-	-	-	-
2	42	45.00	44.50	-	-
3	52	45.67	45.50	45.00	44.60
4	43	46.67	47.75	46.63	46.60
5	45	46.33	48.00	47.88	48.80
6	51	49.67	47.25	47.63	46.40
7	53	48.00	48.75	48.00	48.00
8	40	48.00	48.25	48.50	48.80
9	51	46.67	49.00	48.63	49.80
10	49	52.00	52.50	50.75	50.00
11	56	53.00	-	-	-
12	54	-	-	-	-

线性趋势：移动平均



线性趋势：移动平均

- ▶ 修匀程度的大小与平均的项数有关，项数越多，越平滑。
- ▶ 移动平均所取项数多少，视资料特点而定。如有明显周期波动，则以周期长度或倍数做为移动平均项数。
- ▶ 奇数项移动平均，一次取得趋势值；偶数项移动平均，还需进行二次移正平均。
- ▶ 奇数项移动平均，首尾各丢失 $\frac{k-1}{2}$ 项，共丢失 $k-1$ 项；偶数项移动平均，首尾各丢失 $\frac{k}{2}$ ，共丢失 k 项。

线性趋势：指数平滑

基本思路与原理：

- ▶ 在时间序列中，越靠近当前时刻的观察值越能反映当前时刻的性质，而远离当前时刻的观察值对当前时刻的代表性越弱。

一次指数平滑公式：

- ▶
$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t$$

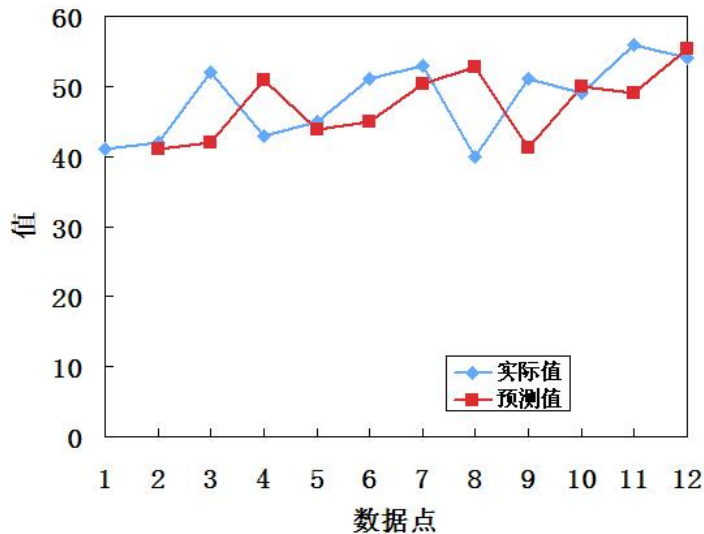
X_t 表示时间序列第 t 期观测值， F_t 表示第 t 期预测值， α 为平滑系数($0 \leq \alpha \leq 1$)，EXCEL中 $(1 - \alpha)$ 为阻尼系数。

线性趋势：指数平滑

月份	销售量	指数平滑
1	41	41.00
2	42	41.90
3	52	50.99
4	43	43.80
5	45	44.88
6	51	50.39
7	53	52.74
8	40	41.27
9	51	50.03
10	49	49.10
11	56	55.31
12	54	54.13

线性趋势：指数平滑

指数平滑



线性趋势：指数平滑

- ▶ 系数 α 决定了平滑的程度， α 越小越平滑。
- ▶ 适当选取 α 值，是决定指数平滑结果优劣的重要因素。一般通过多次试算，找出使均方误差最小的 α 。
- ▶ 指数平滑预测结果存在滞后偏差。

线性趋势：直线趋势方程拟合

$$\hat{Y}_t = a + b \cdot t$$

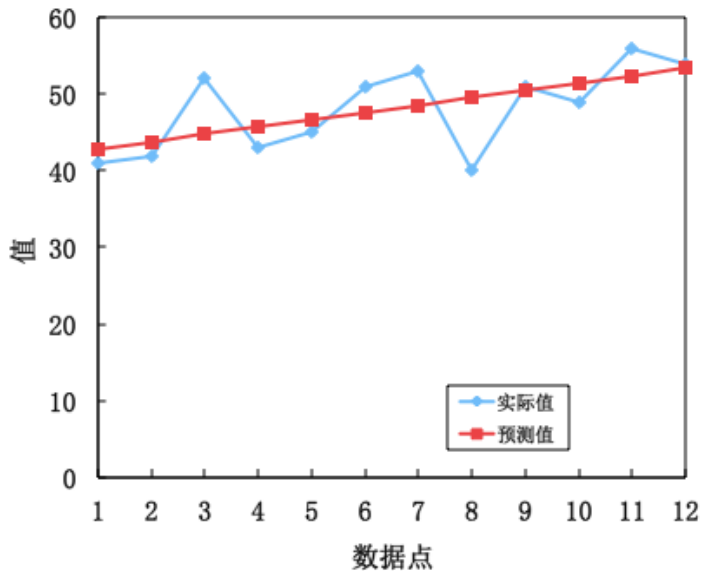
a,b两未知数按最小二乘法求得。

线性趋势：直线趋势方程拟合

月份	销售量	OLS
1	41	42.79
2	42	43.76
3	52	44.72
4	43	45.68
5	45	46.64
6	51	47.60
7	53	48.56
8	40	49.53
9	51	50.49
10	49	51.45
11	56	52.41
12	54	53.37

线性趋势：直线趋势方程拟合

直线方程拟合



1.3、非线性趋势

- ▶ 二次抛物曲线；
- ▶ 指数曲线；
- ▶ 修正指数曲线；
- ▶ Gompertz曲线；
- ▶ Logistic曲线；
- ▶ ...

非线性趋势：二次抛物曲线

标准形式：

$$\blacktriangleright \hat{Y}_t = a + bt + ct^2$$

曲线特点：

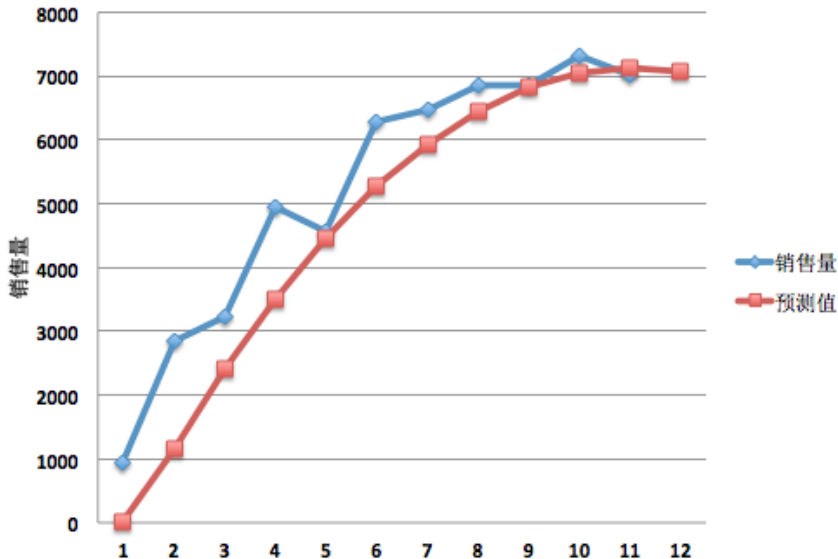
- ▶ 二次差（观察值逐期增长量的逐期增长量）相等。

根据最小二乘法求解。

非线性趋势：二次抛物曲线

序号	时间	销售量	t	t^2
1	2006-1	928	-5	25
2	2006-2	2845	-4	16
3	2006-3	3238	-3	9
4	2006-4	4942	-2	4
5	2007-1	4555	-1	1
6	2007-2	6278	0	0
7	2007-3	6485	1	1
8	2007-4	6852	2	4
9	2008-1	6849	3	9
10	2008-2	7317	4	16
11	2008-3	7023	5	25

非线性趋势：二次抛物曲线



非线性趋势：指数曲线

标准形式：

- ▶ $\hat{Y}_t = ab^t$

- ▶ $\lg \hat{Y}_t = \lg a + t \cdot \lg b$

曲线特点：

- ▶ 各期的环比增长速度相同

根据最小二乘法求解对数方程。

非线性趋势：指数曲线

序号t	年份	年末人口(万)	环比增长率%	lgY
1	1998	58	2.5	1.76
2	1999	59.45	2.47	1.77
3	2000	60.92	2.43	1.78
4	2001	62.4	2.45	1.80
5	2002	63.93	2.46	1.81
6	2003	65.5	2.43	1.82
7	2004	67.09	2.44	1.83
8	2005	68.73	2.46	1.84
9	2006	70.42	-	1.85

1.4、趋势线的选择

定性分析；

定量分析：

- ▶ 观测值逐期增长量大致相同，可使用线性；
- ▶ 观测值二次差大致相同，可使用二次曲线；
- ▶ 观测值环比增长速度大致相同，可使用指数曲线。

2、时间序列的季节变动分析

2.1、季节变动及其测定目的

- ▶ 是指客观现象因受自然因素或社会经济因素影响，在一年内形成的有规律的周期性变动。
- ▶ 广义“季节”：季、月、旬、周、日。
- ▶ 目的：
 - ▶ 为当前决策提供依据；
 - ▶ 对未来季节变动做出预测；
 - ▶ 剔除季节变动影响，分析其它构成因素的影响。

2.2、季节变动的分析原理与方法

- ▶ 使用季节模型来分析季节变动。
- ▶ 季节模型由一套指数组成，刻画现象在一个周期内的典型特征。
- ▶ 各指数平均值为100%，指数之和为1200%（月）或400%（季）。
- ▶ 指数反映了某月或某季的数值占全年平均数的大小。
- ▶ 通过计算季节指数，根据其与实际平均数（100%）的偏差测定季节变动程度。

2.2、季节变动的分析原理与方法

- ▶ 按月（或季）平均法；
- ▶ 趋势剔除法。

按月（季）平均法

- ▶ 1、计算出各年同月（季）平均数，以消除随机影响，作为该月（季）的代表值；
- ▶ 2、计算出全部月（季）的总平均数，作为全部的代表值；
- ▶ 3、将同月（季）的平均数与总平均数对比，即为季节指数。

按月（季）平均法，例：

月份	2006	2007	2008	同月平均	季节比率
1	80	120	320	173.33	13.75
2	120	200	400	240.00	19.04
3	200	350	700	416.67	33.05
4	500	850	1500	950.00	75.36
5	800	1500	2400	1566.67	124.28
6	2500	4500	6800	4600.00	364.92
7	2400	6400	7200	5333.33	423.09
8	600	900	1500	1000.00	79.33
9	200	400	600	400.00	31.73
10	100	250	400	250.00	19.83
11	60	100	200	120.00	9.52
12	40	80	110	76.67	6.08
总平均				1260.555556	100.00

按月（季）平均法

- ▶ 使用按月（季）平均法计算简单，易于理解；
- ▶ 但使用该方法的基本假设是时间序列没有明显的长期趋势和循环波动。
- ▶ 因此，当时间序列中包含明显的长期趋势时，该方法的季节指数不够准确。

趋势剔除法

基本思想：

- ▶ 先将长期趋势予以消除，在计算季节指数。

方法：

- ▶ 移动平均趋势剔除法：移动平均求得趋势因素；
- ▶ 趋势剔除法：OLS求得趋势因素。

移动平均趋势剔除法

- ▶ 假定时间序列各要素为乘法模型：

$$Y = T \cdot S \cdot C \cdot I$$

- ▶ 假定各年度不规则变动 I 彼此独立；
- ▶ 使用12个月或4个季度移动平均，可以消除 S 和 I ，使得 Y 只剩 $T \cdot C$ ；
- ▶ 移动平均百分比： $\frac{Y}{T \cdot C} = \frac{T \cdot S \cdot C \cdot I}{T \cdot C} = S \cdot I$
- ▶ 将各年同月（季）的移动平均百分比加以平均，只剩下 S 。

移动平均趋势剔除法

例：

使用上例中数据，具体结果见附件。

2.3、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，使序列中的其它特征不能清晰表现出来，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。

方法：

$$\blacktriangleright \frac{Y}{S} = \frac{T \cdot S \cdot C \cdot I}{S} = T \cdot C \cdot I$$

季节变动的调整

例：

使用上例中数据，具体结果见附件。