

经济统计 - 11

刁莉男

diaoln@jlu.edu.cn

吉林大学商学院

June 6, 2012

复习

- ▶ 1、无交互作用双因素方差分析；
- ▶ 2、有交互作用双因素方差分析；
- ▶ 3、正态相关分析；
- ▶ 4、等级相关分析。

提纲

14、时间序列分析

时间序列概述

时间序列的水平分析

时间序列的速度分析

时间序列的趋势分析

时间序列的季节变动分析

1、时间序列概述

时间序列的基本概念

- ▶ **截面数据 (cross-section data)**：总体不同单位特征在固定时间上的数据。
- ▶ **时间序列 (time series)**：同一事物或现象在不同时间上的数据。
- ▶ 将某一统计指标在不同时间上的数值按时间先后顺序编织成的序列，称**时间序列**，或**时间数列**、**动态序列 (dynamic series)**。

时间序列的基本概念

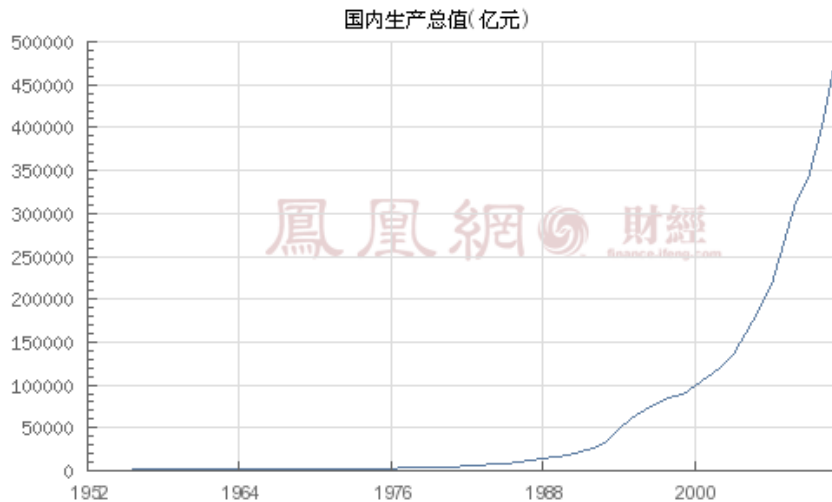
以 $a(t)$ 表示一统计指标（特征或标志）在时间 t 的数值。统计指标 $a(t)$ 在时间

$t_0 < t_1 < \dots < t_n$ 的数值相应为

$$a_0, a_1, \dots, a_n$$

形成时间序列，其中 $a_i = a(t_i)$ 。

时间序列的基本概念



时间序列的基本概念

时间序列的三要素：

- ▶ 数值 a_i 称为第 i 项的发展水平，简称水平。可以用绝对数、相对数、平均数表示。
- ▶ 时间 t 可以是时期(time period)，也可以是时点(time point)。
- ▶ 对于两个不同时间 t_i 和 $t_j(t_i < t_j)$ ，称 $\Delta t = t_j - t_i$ 为时间间隔(time interval)。

时间序列的分类

按水平分：

- ▶ 绝对时间序列：反映事物或现象在不同时期内或在不同时间点上达到的绝对量的变化过程和规律，是最基本的时间序列，是形成和分析相对和平均时间序列的基础。
- ▶ 相对时间序列：反映事物或现象的结构、数量对比关系发展变化的过程和规律。
- ▶ 平均数时间序列：反映现象一般水平的发展趋势。

时间序列的分类

按时间分：

- ▶ 时期序列：反映现象在各段时期内发展过程的总量。序列中各指标可以相加。例如：某年粮食产量、计划生育率、单位面积粮食产量。
- ▶ 时点序列：反映现象在某一时点上所处的状态。序列中各指标数值不能相加。例如：年底粮食储量、年底人口性别比、年底人均粮食库存量。

时间序列的编制原则

保证序列中指标之间的可比性是编制时间序列的基本原则。

- ▶ 水平可比：时间序列各项 a_i 所反映的事物或现象的内容、范畴和总体范围相同，口径一致——计量单位和核算方法一致；
- ▶ 时间可比：时间长度、时点位置以及时间间隔保持一致。

时间序列的编制原则

我国1995-2001年国内生产总值：

年份	国内生产总值(亿元)	国内生产总值指数
1995	58478.1	110.5
1996	67884.6	109.6
1997	77462.6	108.8
1998	78345.2	107.8
1999	82067.5	107.1
2000	89442.2	108.0
2001	95933.3	107.3

注：表中价格按当年价格计算，指数按可比价格计算（上年为100）。

2、时间序列的水平分析

- ▶ 发展水平与平均发展水平
- ▶ 增长量与平均增长量

发展水平

- ▶ 发展水平：时间序列中的每个统计指标的数值(a_i)。
- ▶ 最初水平：第一个指标数值(a_0)；
- ▶ 最末水平：最后一个指标数值(a_n)；
- ▶ 中间水平：其余各个指标数值；
- ▶ 报告期水平：所研究的那个时期的指标数值；
- ▶ 基期水平：用来进行比较的基础时期水平。

平均发展水平

- ▶ 平均发展水平：将不同时期的发展水平加以平均而得到的平均数，又称为序时平均数(Chronological average)。概括性地描述出现象在一段时期内所达到的一般水平。
- ▶ 静态平均值：不同标志值的平均水平，不同个体的标志值在同一时间的一般水平。

平均发展水平

- ▶ 根据绝对数时间序列计算序时平均数；
- ▶ 根据相对数或平均数时间序列的序时平均数。

根据绝对数时间序列计算序时平均数

1、时期序列的序时平均数：

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

例：根据国内生产总值序列，计算年平均国内生产总值。

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{58478.1 + \dots + 95933.3}{7} = 78516.2$$

根据绝对数时间序列计算序时平均数

2、时点序列的序时平均数：

- ▶ 1) 根据连续时点序列计算序时平均数；
 - ▶ a. 间隔相等的连续时点序列；
 - ▶ b. 间隔不等的连续时点序列。
- ▶ 2) 根据间断时点序列计算虚实平均数。
 - ▶ a. 间隔相等的连续时点序列；
 - ▶ b. 间隔不等的连续时点序列。

2.1.a 间隔相等的连续时点序列

$$\bar{a} = \frac{\sum a}{n}$$

- ▶ 例：已知某单位一个月内每天当班的工人人数，要计算该月的每天平均工人人数。

2.1.b 间隔不等的连续时点序列

被研究对象每隔一段时间才有变动，则用每次变动持续的间隔长度(f)对各时点水平(a)加权，

$$\bar{a} = \frac{\sum af}{\sum f}$$

- ▶ 例：某企业8月1日至8月12日设备台数为103台，8月13日至月底增加到110台，则该企业8月份平均拥有设备数为： $\bar{a} = 107$

2.2.a 间隔相等的间断时点序列

$$\bar{a} = \frac{\frac{a_0}{2} + a_1 + \dots + \frac{a_n}{2}}{n}$$

在实际统计工作中，对时点性质的指标，为了简化登记手续，往往间隔一段时间登记一次（例如：商品库存、职工人数与流动资产等），从而组成间隔相等的间断时点序列。

一般情况下，假定所研究对象在两个相邻时点之间的变动是均匀的。

2.2.a 间隔相等的间断时点序列

例：已知某企业2011年6月末至9月末职工人数如下：

Date	6月30	7月31	8月31	9月30
职工人数	136	142	140	152

根据表中资料，请计算7、8、9月和第三季度平均职工工人人数。

2.2.a 间隔相等的间断时点序列

- ▶ 7月份平均职工工人数： $\frac{136+142}{2} = 139$
- ▶ 8月份平均职工工人数： $\frac{142+140}{2} = 141$
- ▶ 9月份平均职工工人数： $\frac{140+152}{2} = 146$
- ▶ 第三季度平均职工工人数：
 $\frac{139+141+146}{3} = 142$

2.2.b 间隔不等的间断时点序列

$$\bar{a} = \frac{\frac{a_0+a_1}{2}f_1 + \frac{a_1+a_2}{2}f_2 + \dots + \frac{a_{n-1}+a_n}{2}f_n}{\sum f}$$

例：某地区2005年按月统计人口资料如下表所示（单位：万人）：

Date	1月1日	4月1日	8月1日	12月31日
人口数	425.4	452.8	446.7	458.3

请计算该地区2005年平均人口数。

2.2.b 间隔不等的间断时点序列

该地区2005年平均人口数为：

$$\begin{aligned}\bar{a} &= \frac{\frac{425.4+452.8}{2} \times 3 + \frac{452.8+446.7}{2} \times 4 + \frac{446.7+458.3}{2} \times 5}{3+4+5} \\ &= \frac{5378.8}{12} \\ &= 448.23\end{aligned}$$

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，即观测值 $c_i = \frac{a_i}{b_i}$ ，计算序时平均数时，应先求出构成相对数或平均数的分子和分母的平均数，然后再进行对比：

$$\bar{c} = \frac{\bar{a}}{\bar{b}}$$

相对数或平均数时间序列的序时平均数

例：某企业2008年各季度销售收入和流动资金如下表所示：

时间	一季度	二季度	三季度	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	2.1	1.64

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

相对数或平均数时间序列的序时平均数

- ▶ a: 销售收入,

$$\bar{a} = \frac{\sum a_i}{n} = \frac{110+120+126+125}{4} = 120.25$$

- ▶ b: 期初流动资金,

$$\bar{b} = \frac{\frac{b_1}{2} + b_2 + \dots + b_{n-1} + \frac{b_n}{2}}{n-1} = 73.75$$

- ▶ c: 流动资金周转次

数, $\bar{c} = \frac{\bar{a}}{\bar{b}} = \frac{120.25}{73.75} = 1.63$ (次)

增长量与平均增长量

增长量：是时间序列中的报告期与基期水平之差，用于描述现象在观察期内增长的绝对量。

由于采用的基期不同，分为：

- ▶ 逐期增长量：报告期与前期水平之差， $a_1 - a_0, a_2 - a_1, \dots, a_n - a_{n-1}$
- ▶ 累计增长量：报告期与某一固定时期水平之差， $a_1 - a_0, a_2 - a_0, \dots, a_n - a_0$
- ▶ 二者关系： $a_n - a_0 = \sum (a_i - a_{i-1})$

增长量与平均增长量

平均增长量：是观测期各逐期增长量的平均数，用于描述在观测期内平均增长的数量。

平均增长量

= 逐期增长量之和 / 逐期增长量个数

= 累积增长量 / (观测值个数 - 1)

平均增长量：例

我国1995-2001年国内生产总值（亿元）：

年份	国内生产总值	逐期增长量	累积增长量
1995	58478.1	-	-
1996	67884.6	9406.5	9406.5
1997	77462.6	9578	18984.5
1998	78345.2	882.6	19867.1
1999	82067.5	3722.3	23589.4
2000	89442.2	7374.7	30964.1
2001	95933.3	6491.1	37455.2

国内生产总值年平均增长量为： $\frac{37455.2}{6} = 6242.53$

3、时间序列的速度分析

- ▶ 发展速度与增长速度
- ▶ 平均发展速度与平均增长速度

发展速度

发展速度是同一事物在两个不同时期发展水平对比的结果，用于描述现象在观察期内的相对发展变化程度。

发展速度 = (100% * 报告期水平) / 基期水平

由于采用的基期不同，可以分为：

- ▶ 环比发展速度： $\frac{a_i}{a_{i-1}}$ ($i = 1, 2, \dots, n$)，说明现象逐期发展变化的程度；
- ▶ 定基发展速度： $\frac{a_i}{a_0}$ ($i = 1, 2, \dots, n$)，说明现象在整个观察期内总的发展变化程度。

环比与定基发展速度关系

- ▶ 各个环比发展速度的连乘积等于最末期的定基发展速度；

$$\prod \frac{a_i}{a_{i-1}} = \frac{a_n}{a_0}$$

- ▶ 相邻两个定基发展速度比值等于相应的环比发展速度：

$$\frac{a_j}{a_0} \div \frac{a_{j-1}}{a_0} = \frac{a_j}{a_{j-1}}$$

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。

增长速度

= 增长量 / 基期水平

= (报告期水平 - 基期水平) / 基期水平

= 发展速度 - 1

- ▶ 环比增长速度 $\frac{a_i - a_{i-1}}{a_{i-1}} (i = 1, 2, \dots, n)$
- ▶ 定基增长速度 $\frac{a_i - a_0}{a_0} (i = 1, 2, \dots, n)$

发展速度与增长速度：例

某地2005-2008GDP数据如下：

年份	2005	2006	2007	2008
GDP(亿元)	80	85	82	88
环比发展速度	-	106.25	96.47	107.32
定基发展速度	-	106.25	102.5	110
环比增长速度	-	6.25	-3.53	7.32
定基增长速度	-	6.25	2.5	10

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，用于描述现象整个观察期内平均发展变化的程度。通常采用

- ▶ 水平法（几何平均数法）；
- ▶ 累计法（方程法）。

水平法

水平法（几何平均数法）：

$$\bar{X} = \sqrt[n]{\frac{a_1}{a_0} \times \frac{a_2}{a_1} \times \cdots \times \frac{a_n}{a_{n-1}}} = \sqrt[n]{\prod \frac{a_i}{a_{i-1}}} = \sqrt[n]{\frac{a_n}{a_0}}$$

($i = 1, 2, \dots, n$) n 为观测值个数-1。

例：

年份	2005	2006	2007	2008
GDP(亿元)	80	85	82	88
环比发展速度	-	106.25	96.47	107.32

$$\bar{X} = \sqrt[n]{\prod \frac{a_i}{a_{i-1}}} = \sqrt[3]{\frac{a_3}{a_0}} = \sqrt[3]{\frac{88}{80}} = 103.23\%$$

累计法（方程法）

- ▶ 一个时间序列中，各期实际水平之和为 $a_1 + a_2 + \dots + a_n = \sum a_i$
- ▶ 最初水平为 a_0 ，各期发展速度为 X_i ，
则 $\sum a_i = a_0 X_1 + a_0 X_1 X_2 + \dots + a_0 X_1 X_2 \dots X_n$
- ▶ 若每一期按固定平均发展速度 \bar{X} 发展，则 $\sum a_i = a_0 \bar{X} + a_0 \bar{X}^2 + \dots + a_0 \bar{X}^n$
- ▶ 则：
$$\frac{\sum a_i}{a_0} = \bar{X} + \bar{X}^2 + \dots + \bar{X}^n,$$
解此高次方程所得 \bar{X} 为按累计法求得的平均发展速度。

水平法与累计法

- ▶ 水平法：实际应用中，若只考虑最后一期应达到水平，采用水平法。
- ▶ 累计法：在实际中侧重于考察现象各期发展水平总和，则采用累计法比较合适。

平均增长速度

描述整个观察期内平均增长变化的程度，

平均增长速度=平均发展速度-1。

上例中，平均发展速度为103.23%，则平均增长速度为3.23%。

速度的分析与应用

- ▶ 正确选择基期；
- ▶ 总平均速度与分段平均速度相结合；

$$\bar{X} = \sqrt[n]{\prod x^t}$$

- ▶ 避免速度指标的误用、滥用。
 - ▶ 当指标中出现0或者负数时，不宜计算速度；
 - ▶ 要注意速度与指标相结合。

速度与指标相结合

时间	甲企业利润额	乙企业利润额
基期	1000万元	10万元
报告期	1100万元	15万元

- ▶ 甲企业利润增长率为10%，而乙企业为50%。
- ▶ 因此，需要用增长1%的绝对值来弥补速度分析的局限性：

增长1%的绝对值 = 逐期增长量 / (环比增长速度 * 100) = 前期水平 / 100

- ▶ 甲企业增长1%的绝对值 = 10万元；
- ▶ 乙企业增长1%的绝对值 = 0.1万元。

4、时间序列的趋势分析

5、时间序列的水平分析