

# 统计学 Statistics

陈灯塔

Econ, XJTUCC

CDT.WISE@G

2021 年 5 月 4 日

Free, non profit classroom only

# 内容梗概

- 1 时序对比分析：水平
- 2 时序对比分析：速度
- 3 时序分析：Excel

# 现在开始

- 没有人可以回到过去，重新开始；但谁都可以从现在开始，书写一个全然不同的结局！
- 你若不想做，总能找到借口；你若想做，总会找到方法 ——阿拉伯谚语
- 你若失去了财产，你只失去了一点儿；你若失去了荣誉，你就失去了许多；你若失去了勇气，你就把一切都失去了！ ——歌德      注：勇敢，有勇气，敢于作为，贵族的必备条件。还包含责任和担当，不是找借口和推责他人
- 大多数人在 20 到 30 岁就已经过完自己的一生。一过了这个年龄段，他们就变成自己的影子，以后的生命只是在不断重复自己。——《约翰·克里斯朵夫》罗曼·罗兰      注：很多人 20 岁就死了，到 80 岁才埋
- 人生中最大的两个财富是：你的才华和你的时间。才华越来越多而时间越来越少。我们的一生就是用时间来换取才华。

## 1 时序对比分析：水平

- 时间序列
- 水平和增量
- 平均水平和增量
- 总结

# 时间序列

例子：2000 年开始的外汇储备，黄金价格

时间序列是社会经济指标按时间顺序排列而成的一种数列。它反映社会经济现象发展变化的过程和特点，是研究现象发展变化趋势、规律和对未来状态进行预测的重要依据。

时间序列的两个基本要素：时间，观察值

随时间发展变化：动态上分析规模、水平、内部结构和相互关系。了解过去的活动历程，评价当前状况，展望未来趋势

# 时间序列

# 种类

## 回顾 B-Stat-2021-Ch2 统计指标

- ① 绝对数时序 (总量指标)
  - 时期指标: 国内生产总值
  - 时点指标: 年底人口数
  - 两者的区别在于是否可以相加: 时点指标相加无经济意义
- ② 相对数时序 (相对指标): 数量对比关系或相互联系. 例如人均国内生产总值
- ③ 平均数时序 (平均指标):  $\frac{\text{变量值总和}}{\text{个体数目}}$ . 例如职工平均工资

# 编制原则

保证时间序列中各项观察值具有充分的可比性

- 时间长短一致
- 总体范围一致      如行政区域调整
- 指标内容一致      企业净利润
- 计量方式一致      计量口径、单位、算法



# 水平和增量

# 发展水平

某个时间点的指标值

$$a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$$

代表第零期, 第一期, 第二期, ...

- 最初水平  $a_0$ , 最末水平  $a_n$
- 基期通常为第零期, 报告期水平

发展水平可以是：总量指标，相对指标或平均指标

# 增长量

增长量、增减量 (课本 ‘增长水平’, 差分降阶已非水平; p103 计算题 5 也称为增长量):

- 逐期增长量

$$a_1 - a_0, a_2 - a_1, \cdots, a_n - a_{n-1}$$

- 累计增长量 (‘增长水平’)

$$a_1 - a_0, a_2 - a_0, \cdots, a_n - a_0$$

- 等距增长量  $a_{i+d} - a_i$  消除季节变动

## 平均水平和增量

# 平均发展水平

平均发展水平：不同时期的发展水平进行平均

## ① 绝对数时间序列的平均发展水平

- 时期序列

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_{n-1} + a_n}{n} = \frac{1}{n} \sum a_i$$

- 时点序列：稍后分情况讨论

## ② 相对数时间序列、平均数时间序列的平均发展水平：p78 表 4-13

- 时期序列

$$\bar{c} = \frac{\bar{a}}{\bar{b}} = \frac{\frac{1}{n} \sum a_i}{\frac{1}{n} \sum b_i} = \frac{\sum a_i}{\sum b_i}$$

先平均再对比，不等于先对比再平均 (为什么?)

- 时点序列：分情况讨论 p77 E4-7
- 混合时期时点：p78 E4-8

# 时点序列平均数

- 连续时点

- 间隔相等：简单算术平均  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$ , p74 E4-2
- 间隔不等：加权平均  $\frac{\sum a_i f_i}{\sum f_i}$ , p75 E4-3

- 间断时点

- 间隔相等：首尾折半 (应用了两次平均，导致时点数少了一个) p75 E4-4

$$\frac{\frac{1}{2}a_1 + a_2 + \cdots + a_{n-1} + \frac{1}{2}a_n}{n-1}$$

- 间隔不等：取中点再加权 p76 E4-5

$$\frac{\frac{a_0+a_1}{2}f_1 + \frac{a_1+a_2}{2}f_2 + \cdots + \frac{a_{n-1}+a_n}{2}f_n}{f_1 + f_2 + \cdots + f_n}$$

# 平均增长量

平均增长量就是逐期增减量的平均数。它说明现象在一定时期内平均每个时间间隔增减的绝对量

平均增长量：时期数 = 时点数 - 1；时点数即时间数列的项数

$$\begin{aligned} \frac{\text{逐期增长量之和}}{\text{时期数}} &= \frac{\text{累计增长量}}{\text{时点数} - 1} \\ &= \frac{(a_1 - a_0) + (a_2 - a_1) + \cdots + (a_n - a_{n-1})}{n} = \frac{a_n - a_0}{n} \end{aligned}$$

# 总结



- ① 时间序列的编制原则 (了解)
- ② 时间序列的分类 (理解)
- ③ 发展水平和增长量、平均发展水平和增长量的计算和应用 (掌握)

**Keyword:** 时间序列, 绝对数时序, 时期指标, 时点指标, 相对数时序, 平均数时序, 可比性, 发展水平, 基期, 报告期, 增长量 (增长水平), 平均发展水平, 时点序列平均数, 平均增长量

**Homework:** (\* by group)

- Time loss of smart phones, pads and computers in classroom
- 基本概念要牢记, 牢记, 牢记!
- p103 计算题 3 (个人提交)
- Read
  - ① Textbook: S4.3–4 (to p89)
  - ② Reference book: corresponding chapters

## 2 时序对比分析：速度

- 发展与增长速度
- 平均发展与增长速度
- 总结

# 发展与增长速度

# 发展速度

发展速度是时间序列中报告期水平与基期水平之比，是一种动态相对数

- 环比:  $\frac{\text{报告期水平}}{\text{报告期前一期水平}}$  (同比:  $\frac{\text{报告期发展水平}}{\text{上年同期发展水平}}$ , ‘年距’)

$$\frac{a_1}{a_0}, \frac{a_2}{a_1}, \dots, \frac{a_n}{a_{n-1}}$$

- 定基:  $\frac{\text{报告期水平}}{\text{基期水平}}$

$$\frac{a_1}{a_0}, \frac{a_2}{a_0}, \dots, \frac{a_n}{a_0}$$

关系

- 定基发展速度等于相应的各个环比发展速度的连乘积

$$\frac{a_t}{a_0} = \frac{a_1}{a_0} \cdot \frac{a_2}{a_1} \dots \frac{a_t}{a_{t-1}}$$

- 两个相邻时期的定基发展速度之商等于相应时期的环比发展速度

$$\frac{a_t}{a_{t-1}} = \frac{a_t}{a_0} \div \frac{a_{t-1}}{a_0}$$

# 增长速度

等于发展速度减 1 (常用百分比)

- 环比增长速度

$$\frac{a_t}{a_{t-1}} - 1 = \frac{a_t - a_{t-1}}{a_{t-1}}$$

- 定基增长速度

$$\frac{a_t}{a_0} - 1 = \frac{a_t - a_0}{a_0}$$

增长 1% 的增减值 (课本用 ‘增长 1% 的绝对值’ 容易误解成数学的绝对值)

$$\frac{a_{i-1}}{100} = \frac{a_i - a_{i-1}}{\frac{a_i - a_{i-1}}{a_{i-1}}} \times 1\% = \frac{\text{本期增长量}}{\text{环比增长速度}} \times 1\%$$

# 平均发展与增长速度

# 平均发展速度

用来说明现象在较长时间内发展速度变动的平均程度，以反映现象在一定发展阶段内各个时期发展变化的一般水平。平均发展速度：总速度  $R = \frac{a_n}{a_0}$

- 几何法 (水平法)

$$\bar{x} = \sqrt[n]{\frac{a_1}{a_0} \cdot \frac{a_2}{a_1} \cdots \frac{a_n}{a_{n-1}}} = \sqrt[n]{\frac{a_n}{a_0}} = R^{\frac{1}{n}}$$

- 与过程无关。通常用于计算人口、产品质量、社会消费
- 注意：个别环比发展速度是否出现负值或零

- 代数法 (方程法, 累计法): 第  $i$  期  $a_i = a_0 \bar{x}^i$ ,  $i = 1, 2, \cdots, n$

$$\sum a_i = \sum a_0 \bar{x}^i = a_0 \sum \bar{x}^i$$

即

$$\bar{x} + \bar{x}^2 + \cdots + \bar{x}^n = \frac{1}{a_0} \sum a_i$$

通常用于计算固定资产投资、地质勘探等



# 平均增长速度

平均增长速度 = 平均发展速度-1

- 正值，说明变量在一定时期内增长的平均程度
- 负值，说明变量在一定时期内降低的平均程度

提示：下一小节的趋势分析尽量调到本次课讲授

# 总结

- ① 发展速度与增长速度的计算和应用 (掌握)
- ② 平均发展速度与平均增长速度的计算和应用 (掌握)

**Keyword:** 发展速度 (定基, 环比), 增长速度 (定基, 环比), 平均发展速度 (总速度, 几何法, 代数法), 平均增长速度

**Homework:** (\* by group)

- Time loss of smart phones, pads and computers in classroom
- 基本概念要牢记, 牢记, 牢记!
- p103 计算题 5
- Read
  - ① Textbook: S4.5 (无需预习报告)
  - ② Reference book: corresponding chapters

### 3 时序分析：Excel

- 趋势分析
- 预测
- 上机操作
- 总结

# 趋势分析

# 变动形式

趋势分析就是对影响动态数列变化的各种因素进行分析，目的是发现影响现象变化的原因，掌握现象发展变化的规律，为预测和决策提供依据。变动形式 (影响因素)

- ① 长期趋势  $T$ : 长时间的持续向上或者向下变动趋势; 大体趋势
- ② 季节变动  $S$ : 自然季节影响; 受工作时间规律如每周 5 天工作制度所形成的波动
- ③ 周期变动 (循环变动)  $C$ : 周期超过一年的规律性波动
- ④ 不规则变动  $I$ : 剔除前三种后剩下的

加法模型

$$Y = T + S + C + I$$

乘法模型

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

# 长期趋势

长期趋势分析: 修匀

① 时距扩大法: 扩大时间间隔, 突出长期趋势

② 移动平均法: 逐项递推计算一系列平均值

- 奇数:  $y_{2,3} = \frac{y_1+y_2+y_3}{3}$ ,  $y_{3,5} = \frac{y_1+y_2+y_3+y_4+y_5}{5}$ ,  $y_{4,7} = \frac{y_1+y_2+y_3+y_4+y_5+y_6+y_7}{7}$

$$y_{i,2k+1} = \frac{y_{i-k} + y_{i-k+1} + \cdots + y_{i+k}}{2k+1} \quad i = k+1, k+2, \cdots, n-k$$

- 偶数: 进行两次平均, 实际操作等于  $2k+1$  项移动平均的修正 (首尾折半)

$$y_{i,2k} = \frac{\frac{1}{2}y_{i-k} + y_{i-k+1} + \cdots + \frac{1}{2}y_{i+k}}{2k} \quad i = k+1, k+2, \cdots, n-k$$

③ 最小平方法: 直线方程  $y = a + bt_i$

$$a = \bar{y} - b\bar{t} \quad b = \frac{\frac{1}{n} \sum t_i y_i - \bar{t}\bar{y}}{\frac{1}{n} \sum t_i^2 - \bar{t}^2}$$

原点法: 平移时间使得  $\bar{t} = \frac{1}{n} \sum t_i = 0$ , 那么  $a = \bar{y}$ ,  $b = \frac{\sum t_i y_i}{\sum t_i^2}$



# 季节变动

## 季节变动分析

- ① 简单平均法: 按月 (季) 简单平均, 不考虑长期趋势的影响, 直接用原始数据计算
- ② 移动平均法: 根据剔除长期趋势影响的数列资料来计算

# 预测

# 预测

时间序列预测是指将所研究现象发展变化的趋势和规律进行类推或延伸 (即假设趋势和规律仍然依照某种不变的惯性继续), 借以预测下一段时间或以后若干年内可能达到的水平。

- 趋势外推法: 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. Excel 的统计函数中的 **FORECAST TREND**
- 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 [采用滞后期, no see the future]

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{1}{k}(y_t + y_{t-1} + \cdots + y_{t-k+1})$$

加权  $\hat{y}_{t+1} = w_t y_t + w_{t-1} y_{t-1} + \cdots + w_{t-k+1} y_{t-k+1} = \sum_{l=0}^{k-1} w_{t-l} y_{t-l}$

- 指数平滑预测: 任一期的指数平滑值都是本期实际观察值与前一期指数平滑值的加权平均

$$\hat{y}_{t+1} = a y_t + (1 - a) \hat{y}_t$$

兼容了全期平均和移动平均所长, 不舍弃过去的数据. Excel 中的阻尼系数  $= 1 - a$

# 上机操作

# Excel

学生上台演示 TimeSer.xlsx

- 水平: p71 表 4-2; p72 表 4-5; p76 表 4-9
- 速度: p81 表 4-14
- 移动平均: p86 表 4-17
- 拟合: p88 表 4-18

补充

- 代数法求平均速度
- 指数平滑

# 总结

- ① 水平和速度两方面动态分析指标的 Excel 计算 (掌握)
- ② 时间序列的构成分析 (趋势分析/变动形式/影响因素) (理解); 其中长期趋势分析 (掌握)
- ③ 时间序列的预测方法 (了解)

**Keyword:** 长期趋势 (最小平方法), 季节变动, 周期变动, 不规则变动, 加法模型, 乘法模型, 指数平滑预测, 移动平均

**Homework:** (\* by group)

- Time loss of smart phones, pads and computers in classroom
- 基本概念要牢记, 牢记, 牢记!
- p104 计算题 6
- Read
  - ① Textbook: S5.1-2
  - ② Reference book: corresponding chapters