

社会经济统计学原理

电视教材

下

国家统计局人事教育司印

社会 经济 统计学 原理

电 视 教 材

下

国家统计局人事教育司印

目 录

第八章 时间数列分析	(1)
第一节 时间数列分析概论	(1)
第二节 时间数列分析指标	(7)
第三节 时间数列变动分析	(45)
第九章 统计指数	(71)
第一节 统计指数的概念和作用	(71)
第二节 统计指数的计算方法	(75)
第三节 综合指数	(79)
第四节 指数体系和同度量因素	(93)
第五节 算术平均数指标和调和平均数指数	(107)
第六节 因素分析法	(116)
第十章 相关分析	(140)
第一节 相关关系的概念和种类	(140)
第二节 相关图和相关表	(145)
第三节 相关系数	(152)
第四节 回归直线	(165)
第五节 估计标准误差	(176)
第六节 应用相关方法应注意的问题	(183)
第十一章 平衡分析	(190)
第一节 平衡分析法的特点和作用	(190)
第二节 平衡表	(192)
第三节 平衡法的应用	(198)
第四节 部门联系平衡法——投入产出法	(207)

第十二章	统计推算与预测	(222)
第一节	统计推算的意义、种类和作用	(222)
第二节	统计推算原理和方法	(223)
第三节	统计预测原理和方法	(233)
第四节	时间数列预测法	(245)
第五节	回归预测	(258)
第六节	统计预测分析	(268)

第八章 时间数列分析

第一节 时间数列分析概论

一、时间数列分析的重要意义

各种各类社会经济现象的数量都是在不断增减变动之中，其质量也不断发生变化。统计的一项重要任务，就是运用其特有的方法，从动态上分析研究其变动规律，以有助于指导我们的实际行动。所谓时间数列，又称动态数列，它是将某种统计指标的数值，按时间先后顺序排列起来，以便于研究其发展变化的水平和速度，并据以预测未来的一种统计方法。这种动态分析无论在国家制订大政方针上，或编制长短期计划上，以至在各级管理部门和基层企业单位的经营管理工作中，都是十分重要的。例如，党的十二大提出的到本世纪末，我国工农业年总产值从1980年的7,100亿元水平发展到2000年的约28,000亿元的水平，即要翻两番。这就是一种动态分析指标。当然这是计划指标而不是统计指标，但是这个计划指标的提出，是以对大量的动态历史资料的分析研究为基础的，并进行了统计预测。所以，时间数列分析在统计学中占有十分重要的地位。

二、时间数列的种类

按时间数列中所列入的统计指标形式的不同，可分为绝对数时间数列、相对数时间数列和平均数时间数列三种。这三种时间数列之间的关系，就象绝对数、相对数和平均数三

者之间的关系那样，绝对数时间数列是基本数列，而相对数时间数列和平均数时间数列则是从绝对数时间数列派生而得的数列。

绝对数时间数列分时期数列与时点数列两种，在前面第五章中曾讲到时期绝对数与时点绝对数的特点和区别，这里就时间数列问题，再作进一步说明。在时期数列中，每个时期的指标都是一定时期的绝对数，都反映某事物在该时期内的总量，如每月的产值或某产品的产量。在时期数列中，每个指标所涉及的时间长度称作“时期”，时期可长可短，可以是一年、一季、一月、一旬、一周、一日、一班、或一小时，也可以是比一年更长的时间（如五年计划期），或比一小时更短的时间。相邻两个时期间的间距，称作“距离”。距离也可长可短，可以与时期的长度相等，也可以不等。例如，在连续不断的按月时期资料中，时期是一个月，距离也是一个月，两者一致。但是，如果在一个按月的资料中，资料不连续，有间断，则有的距离就会大于一个月。例如，在一个上半年的按月资料中，缺5月份数字，则从4月的数字到6月的数字，中间的距离就是两个月了，时期与距离就不一致。在一个时期数列中，应尽可能保持距离相等，并且也与时期长度相等，这样便于分析研究。时期绝对数的两个重要特点如各时期指标可以累计相加，时期指标数值的大小与时期长短成正比关系，在前面有关章中已讲过，不再重述。

在时点数列中，每个统计指标所反映的都是某种变化中的事物在一瞬间所达到的水平。例如，月末职工人数指月末那天最后一个班下班时间的人数。这个人数也就是下月月初第一天第一班上班时的人数。有时，这样计算不完全符合实际，例如，上月末实有250人，而本月初上班时少了两个人，

则月初人数仍按 250 人计，少的那两个算在月初那天减少的人数中。可见，以本月月末人数当作下月月初人数计算，是有一定假定性的，但在求月初、月末平均人数时，又不得不这样算。因为一般只登记月末人数，不登记月初人数，以本月月末人数代下月月初人数，不但计算简便，而且还可以保持统计数定的连续性。

由于时点数列的瞬间资料特点，由时点资料组成的时间数列不可能是连续不断的，而是有间隔的，因为我们无法一瞬间接着一瞬间地登记数字，实际也无此必要。在实际工作中，这种瞬间的概念并不是很严格的。例如，人数是时点资料，但一般把一天就作为一个时点，如果有按日的人数资料，就习惯地称为没有间隔的“连续时点数列”；如果有几天没有资料，就称之为有间隔的“间断时点数列”。在间断时点数列中，两个时点之间的间距称作“间隔”。间隔的大小，可以是固定不变的，也可以是有变动的。如上面讲的每月月末登记一次人数，这样形成的时间数列是间隔相等的时点数列，间隔都是一个。又如，我国全国人口普查已举行过三次，第一次的标准时间是1953年7月1日零时，第二次是1964年7月1日零时，第三次是1982年7月1日零时，间隔分别是11年和18年，间隔不等。一般说来，变动较频繁的事物，时点间隔要短些；变动不大的事物，间隔可放长些。当然，还要考虑到资料登记工作的繁难程度和调查经费等情况，以决定间隔的长短。前面有关章中已讲过时点绝对数的特点，如各时点数不能累计加总，时点数值的大小与时间间隔没有一定的正比关系，这里不再重述。

相对数时间数列是由相对指标组成的时间数列。前面讲过，统计中的相对数共有五种，所以，相对数时间数列也有

五种，分别由五种相对数组成。构成相对指标的子项和母项，可以是绝对数，也可以是相对数或平均数。在由两个有联系的绝对数之比而形成的相对数时间数列中，由于绝对数有时期数与时点数之别，所以，由两个绝对数对比而形成的相对数时间数列，又可细分为三种：由两个时期数列对比而成的相对数时间数列，由两个时点数列对比而成的相对数时间数列和由一个时期数列与一个时点数列对比而成的相对数时间数列。对不同的相对数时间数列需要用不同的方法算序时平均数。

平均数时间数列是由平均数指标组成的时间数列。平均数有静态平均数与动态平均数之别。动态平均数就是序时平均数。前面第六章中讲到的各种平均数及所举算例，是平均数的基本计算方法，既适用于静态平均数，也适用于动态平均数。所谓静态平均数指所平均的变量值，都是发生于同一时间的某事物的变异量；而动态平均数所反映的则是某一统计指标在不同时间上的一般水平。由于时间数列的种类多，情况复杂，所以所用的平均方法也有许多变化，但大多没有超出已讲过的几种平均法，特别是算术平均法、调和平均法及几何平均法。由于平均数有静态与动态两种，因而平均数时间数列也有相应的两种，一种是由一般的静态平均数组成的时间数列，另一种是由序时平均数组成的时间数列。

三、时间数列的编制原则

时间数列是通过同一指标不同时间的数值对比，来反映社会现象的发展过程及其规律的。因此，保证数列中各指标值之间的可比性，就成为正确编制时间数列应遵守的基本原则。关于可比性问题，在相对指标中介绍过的有关正确运用相对数的一些原则，如总体范围的一致性、计算方法的一致性

和指标经济内容的一致性，都适用于时间数列。此外，正确编制时间数列，还应遵守各指标值之间的时间可比性原则。

在时间可比性问题上，对时期数列来说，应兼顾时期和距离两方面的可比性。对时点数列来说，则没有时期可比问题，只要求注意间隔可比。

因为时期数列中各指标值的大小与时期长短成正比关系，因此，时期长短应相等，这样才能保证各指标值的可比性。但是，也不能把这个原则绝对化了，有时为了分阶段说明不同时期的发展水平，也可编制时期长短不等的时期数列。例如，为了反映我国不同历史时期基本建设投资额，可以编成下表：

我国各时期基本建设投资额

表 8-1

	“一五” 时 期	“二五” 时 期	1963— 1965年	“三五” 时 期	“四五” 时 期	“五五” 时 期	1981年
投资额 (亿元)	549.96	1186.67	403.74	914.71	1680.37	2242.75	427.89

表8-1中几个五年计划的时期是相等的，但1963~1965年只有三年，是经济调整后时期；1981年是“六五”计划的第一年，都与五年期的时期不等，但都有其重要意义。列成一个表，仍然是可以研究、利用的。

另外，在时期数列中，还应保持距离相等，以便于对比分析。有时由于资料不齐备，或只需要列出重点时间的资料，也可编制一些距离不等的时期数列。例如，可以编制一个我国重点年份的粮食产量如下表：

我国粮食产量

表 8-2

	1949年	1952年	1957年	1962年	1965年	1976年	1979年	1980年	1981年
产量 (亿斤)	2263.6	3278.3	3900.9	3200.0	3390.5	6095.2	6642.3	6411.1	6500.4

表8-2中的年度距离是不等的，但列出的各年都是有重要意义的年份，最后把最近的四年粮食产量数字全部列出来，这样的时期数列也是有用的。

时期数列的时期长短和距离大小，虽可灵活运用，但从便于对比分析、研究发展规律来讲，还是需要等时期、等距离的资料。不等时期和不等距离资料只适用于特定目的，一般不要随意编制。

在时点数列中，由于每一个指标数值都是反映在一定时点上现象的数量变化，其相邻时点的间隔是否相等，不是一个必要条件，间隔不等仍可说明现象的发展趋势。但是，间隔相等比间隔不等更能准确地反映现象的发展过程及其规律。因此，在统计报表中对时点资料（如职工人数、原材料库存量等），还是要求按一定周期（如每月末、每季末）填报。

关于相对数时间数列和平均数时间数列的时间可比性问题，因它们的性质与时点数列接近，数列中的各指标数值都是不能相加的，所以，也可沿用时点数列的间隔可比性原则，即间隔可以不等，但若相等，更有利于对资料进行分析。

四、时间数列的分析

编制时间数列的目的在于研究事物的动态，研究其发展规律。为此，就要对时间数列进行系统分析。时间数列的统

计分析包括两个重要的方面，一是计算一系列动态分析指标，通过这些指标来研究时间数列的历史发展规律。一是用统计方法对一个长时间的时间数列加以分解，并用一定的数学模型测定数列的长期趋势及季节变动等，据以研究规律，并作为外推预测的重要依据。本章的内容，就是介绍上述两个方面的分析指标和分析方法。

第二节 时间数列分析指标

时间数列分析指标就是动态分析指标，它是根据一个时间数列中各个时间的统计指标，加以对比而得的派生指标，或对它们加以综合平均而得的派生指标。用前法取得的派生指标称动态比较指标，用后法取得的派生指标称动态平均指标。这两类指标在动态分析中用途很广，它们都是根据时间数列原来的指标计算出来的。这种原来的指标称作发展水平。因此，在介绍这两类派生指标之前，有必要先说明一下发展水平问题。

所谓发展水平，就是一个有量变的事物在一定时间上所达到的规模或水平。这个水平可以是绝对数，也可以是相对数或平均数。实际上，发展水平就是各种动态数列中未经进一步加工计算的各项统计指标。动态数列有绝对数数列、相对数数列和平均数数列三种，因此，发展水平也有相对应的三种：绝对数水平（时期水平及时点水平）、相对数水平（五种相对数水平）及平均数水平（两种平均数水平）。发展水平是计算各种动态分析指标的依据。

根据发展水平在一个时间数列中所处位置的不同，可分为最初水平、最末水平、报告期水平和基期水平。所谓最初

水平就是一个时间数列资料的第一个时间数值，最末水平就是它的最后一个数字。在对比两个时间的发展水平时，所研究时间的发展水平称报告期水平，对比的基础时间的水平称基期水平。用符号表示，设 a_0 、 a_1 、 a_2 、 a_3 …… a_{n-1} 、 a_n 是从0到 n （共 $n+1$ 个）时间的发展水平，则 a_0 是最初水平， a_n 是最末水平。试用下例说明各种发展水平：

我国能源生产总量的发展（折标准燃料：万吨）表8—3

	1975年 a_0	1976年 a_1	1977年 a_2	1978年 a_3	1979年 a_4	1980年 a_5
能源生产总量	48754	50340	56396	62770	64562	63721

表8—3是我国“五五”计划期间能源生产总量的发展情况。这个资料的最初水平是1975年的能源总产量， $a_0 = 48,754$ 万吨，这是“五五”计划前一年的发展水平。最末水平是“五五”计划末年的1980年能源总产量 $a_n = a_5 = 63,721$ 万吨，这里的 $n = 5$ ，共有6项发展水平数字。在这个资料中，如果对比1978与1976两年水平，则1978年的62,770万吨就成为报告期水平，而1976年50,340万吨就是基期水平。可见，基期与报告期的概念随所对比时间的变化而定。

下面分别介绍两大类动态分析指标。

一、动态比较指标

这类指标有增减量、发展速度、增减速度及增减百分之一的绝对值等共四个指标。在这四个指标中，发展速度和增减速度是相对数指标，增减量和增减百分之一的绝对值是发展水平的派生值，一般表现为绝对数。动态比较指标的特点是：它们都是根据两个发展水平的比较计算而得来的，这种比较可以是相除的关系（发展速度和增减速度），也可以是

相减的关系（增减量），或者是相除与相减相结合的关系（增减百分之一的绝对值）。动态分析指标的作用，在于从两个时间发展水平的对比分析中，用绝对数和相对数的形式研究其变动的方向和变动的程度，这对我们认识事物的发展速度和水平以及两者的相对关系，是十分重要的。下面分别介绍这四个指标。

（一）增减量指标。增减量是在比较两个时间的发展水平时，用报告期发展水平减去基期发展水平所得的差数。这个差数如为正值，就是增长量，如为负值，就是减少量或降低量，故名增减量，即可增可减之意。由于所用基期不同，又分为逐期增减量和累计增减量两种。逐期增减量是以前一期作为基期，本期为报告期，由本期水平减去前期水平而得，即连环相减。累计增减量则是各报告期水平减去某固定基期水平所得之差。一个资料的逐期增减量可能有增有减，表现为既有正值，也有负值，累计增减量也是这样。试用上面举的例计算增减量指标如下：

我国“五五”期间能源生产增减量 表 8-4

		1976年	1977年	1978年	1979年	1980年
能源生产增减量	逐 期	$a_1 - a_0$	$a_2 - a_1$	$a_3 - a_2$	$a_4 - a_3$	$a_5 - a_4$
		1586	6056	6374	1792	-841
(万吨标准燃料)	累 计	$a_1 - a_0$	$a_2 - a_0$	$a_3 - a_0$	$a_4 - a_0$	$a_5 - a_0$
		1586	7642	14016	15808	14967

从本例看，我国在“五五”期间能源生产总量，前四年是逐年增长的，可称增长量；最后一年（1980年）下降841万吨，是为减少量或下降量。在前四年的增长量中，以1977

和1978两年的增长幅度最大，年增六千多万吨，1976及1979两年各增一千多万吨。五年累计增减相抵，净增14,967万吨。

逐期增减量与累计增减量的关系是：逐期增减量之和等于累计增减量。例如，1978年的累计增减量14,016万吨等于1976、1977、1978三年的逐期增减量之和，即：

$$14,016 \text{ 万吨} = 1,586 \text{ 万吨} + 6,056 \text{ 万吨} + 6,374 \text{ 万吨}$$

用符号表示这种关系就是：

$$\text{逐期增减量} = a_1 - a_0, a_2 - a_1, a_3 - a_2, \dots, a_n - a_{n-1}$$

$$\begin{aligned} \text{逐期增减量之和} &= (a_1 - a_0) + (a_2 - a_1) + (a_3 - a_2) \\ &\quad + \dots + (a_n - a_{n-1}) \end{aligned}$$

$$= a_n - a_0$$

$$= \text{累计增减量}$$

这种关系带有普遍性，不仅适用于绝对数时间数列，也适用于相对数和平均数时间数列。利用这种关系，可进行推算，由已知数推算某一个未知数字。例如，已知五个逐期增减量中的四个和累计增减量，就可推算出未知的逐期增减量。

(二) 发展速度。发展速度是动态相对数指标，在第五章中已讲过，它是报告期发展水平除以基期发展水平所得之商，用百分比、系数或倍数表示。发展速度把对比的两个发展水平数值加以抽象化，用一个比例数表示报告期水平比基期水平发展到什么程度。例如，前例中1976年的能源总产量

$$\text{已发展到1975年的} 103.25\% \left(= \frac{50,340}{48,754} \times 100 \right)。$$

发展速度的计算，一般只限于绝对数时间数列和平均数时间数列，都是由有各数指标组成的。在相对数时间数列

中，除某些强度相对数是有计量单位的有名数外，绝大多数都是由抽象化的无名数（百分比或系数等）组成的。用两个百分比对比再求出一个百分比来，两层抽象化的意义是不明确的。

在计算发展速度中，由于所用基期不同，可分为环比发展速度与定基发展速度两种。环比发展速度是本期水平与前期水平之比，定基发展速度则是本期水平与某固定基期的水平之比。试用下例计算：

我国“五五”期间能源生产发展速度 表 8-5

		1975年	1976年	1977年	1978年	1979年	1980年
能源产量 发展速度 (%)	环 比	—	$\frac{a_1}{a_0} \times 100$	$\frac{a_2}{a_1} \times 100$	$\frac{a_3}{a_2} \times 100$	$\frac{a_4}{a_3} \times 100$	$\frac{a_5}{a_4} \times 100$
		—	103.25	112.03	111.30	102.85	98.70 (98.6974)
	定 基	$\frac{a_0}{a_0} \times 100$	$\frac{a_1}{a_0} \times 100$	$\frac{a_2}{a_0} \times 100$	$\frac{a_3}{a_0} \times 100$	$\frac{a_4}{a_0} \times 100$	$\frac{a_5}{a_0} \times 100$
		100.00	103.25	115.67	128.75	132.42	130.70

表8-5从发展速度上说明我国“五五”期间能源生产总量的发展情况：从环比发展速度上看，1977和1978两年分别达到112.03%和111.30%，而1976和1979两年的环比发展速度只有103%左右，1980年则下降到98.70%。从定基发展速度看，与1975年比，逐年上升和末年稍有下降的情况也是很明显的，五年累计发展速度达到130.70%。

环比发展速度与定基发展速度之间的关系是连乘关系，即环比发展速度的连乘积等于定基发展速度。上表中的1980年定基发展速度是130.70%，而5个环比发展速度的连乘积

是：

$$103.25\% \times 112.03\% \times 111.30\% \times 102.85\% \times 98.70\% \\ = 130.70\%$$

用符号证明是：

$$\text{环比发展速度是：} \frac{a_1}{a_0}, \frac{a_2}{a_1}, \frac{a_3}{a_2}, \dots, \frac{a_n}{a_{n-1}}$$

环比发展速度的连乘积是：

$$\frac{a_1}{a_0} \cdot \frac{a_2}{a_1} \cdot \frac{a_3}{a_2} \dots \frac{a_n}{a_{n-1}} = \frac{a_n}{a_0} = \text{定基发展速度}$$

利用这种关系可进行发展速度的推荐，例如，在上面的算例中，5个环比发展速度中缺少1977年的112.03%，只有其他4个环比发展速度和1980年的定基发展速度资料，则可推算出1977年的环比发展速度：

$$\begin{aligned} \text{1977年环比发展速度} &= 130.70\% \div (103.25\% \\ &\times 111.30\% \times 102.85\% \times 98.70\%) = 112.03\% \end{aligned}$$

（三）增减速度。增减速度是扣除基数之后的发展速度，表示报告期水平比基期水平增加了或减少了的程度。其值如为正，则是增长速度，又称增长率；如为负，则是降低速度，又称降低率。增减速度，除从发展速度计算外，还可直接根据增减量与基期水平之比来计算。两法的算式是：

$$\text{增减速度} = \text{发展速度} - 1 = \frac{a_1}{a_0} - 1 \quad (1)$$

$$\text{增减速度} = \frac{\text{增减量}}{\text{基期水平}} = \frac{a_1 - a_0}{a_0} = \frac{a_1}{a_0} - 1 \quad (2)$$

可见，两种算法的结果完全相同，用哪个方法算，应视所掌握的资料而定。如已算出各期的发展速度，就可用（1）式。如没有算出发展速度，却有增减量数字，则可用（2）式。与发展速度相对应，增减速度也有环比与定基两种：从

环比发展速度或逐期增减量算出的增减速度，是环比增减速度；从定基发展速度或累计增减量算出的增减速度，是定基增减速度。仍用前例计算，这里使用的是（1）式：

我国“五五”期间能源生产增减速度 表 8-6

年 份	能 源 生 产 增 减 速 度 (%)			
	环 比		定 基	
1976	$\left(\frac{a_1}{a_0} \times 100\right) - 100$	3.25	$\left(\frac{a_1}{a_0} \times 100\right) - 100$	3.25
1977	$\left(\frac{a_2}{a_1} \times 100\right) - 100$	12.03	$\left(\frac{a_2}{a_0} \times 100\right) - 100$	15.67
1978	$\left(\frac{a_3}{a_2} \times 100\right) - 100$	11.30	$\left(\frac{a_3}{a_0} \times 100\right) - 100$	28.75
1979	$\left(\frac{a_4}{a_3} \times 100\right) - 100$	2.85	$\left(\frac{a_4}{a_0} \times 100\right) - 100$	32.42
1980	$\left(\frac{a_5}{a_4} \times 100\right) - 100$	-1.3(-1.3026)	$\left(\frac{a_5}{a_0} \times 100\right) - 100$	30.70

表8-6中的环比增减速度与定基增减速度之间，并不存在象环比发展速度与定基发展速度之间的那种连乘关系。所以，在环比增减速度之间，是不能直接互相推算的。要推算，只有先把增减速度还原为发展速度，进行推算后，再算回来。例如，前例中根据3.25%、12.03%、11.30%等环比增长速度是不能直接推算的，但是若把它们还原为103.25%、112.03%、111.30%等环比发展速度后，就可推算了。推算出某年的环比发展速度后，再减去100，就是所要推算的环比增减速度。

（四）增减百分之一的绝对值。速度指标是一种相对数，由于相对数所固有的抽象化作用，用百分比表示的发展