

第 三 册

《统计学》辅导

曹毓侯 主编



中国展望出版社

第三版

统计学辅导

贾俊平 主编

中国统计出版社

C8
10
3

《统计学》辅导

(三)

曹毓侯 主编

吕月瑞 李目珍 刘兰亭 任若恩

中国展望出版社

一九八四 北京

内 容 提 要

本书是《统计学》辅导下册，包括胡孝绳著《统计学》原书第二十章至第三十章的内容，主要是阐述时间数列变动（包括长期趋势、季节波动、循环波动、不规则变动）的分析方法，以及各种相关分析（包括直线相关、非直线相关、等级相关与品质相关、复相关与净相关）的计算公式和预测方法；其次是阐述时间数列相关，景气预测和实验统计设计的应用方法。每章后面附有思考题与练习题，书后附有思考题及练习题解答，可供大专院校师生及统计工作者学习参考。

《统计学》辅导（三）

主编

中国展望出版社出版

（北京西城区太平桥大街4号）

太原新华印刷厂印刷

北京新华书店发行

开本：850×1168毫米1/32 15.5印张

382.6千字 1984年9月 北京第1版

1984年9月 太原第1次印刷1—55,000册

统一书号：4271·055

定价：1.90元

编 后 记

本书是对香港中文大学胡孝绳先生所著《统计学》的辅导资料，共分上、中、下三册，上、中册已于1983年 月份先后出版。本书第二十、二十一章由吕月瑞提供初稿，第二十二章由曹毓侯提供初稿，第二十三、二十四章由刘兰亭提供初稿，第二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十章由任若恩提供初稿。其中：第二十、二十一、二十三、二十八章由李目珍修改，第二十七章由曹毓侯修改，第二十四、二十五、二十六、二十九、三十章由吕月瑞修改，最后全部由曹毓侯主笔修改定稿。思考题与练习题解答，由任若恩、李目珍、龚宝和等同志编写。本书在编写过程中，得到山西省统计学会的大力支持和帮助，借此表示感谢。

一九八三年十月二十日

目 录

第二十章 时间数列总说	(1)
一、时间数列的性质	(1)
二、四种波动的内容	(3)
三、时间数列资料的整理	(9)
第二十一章 长期趋势(一)	(12)
一、计算长期趋势的目的与方法	(12)
二、随手法	(14)
三、部份平均法	(15)
四、选点法	(17)
五、移动平均法	(18)
六、最小方法——直线趋势	(28)
第二十二章 长期趋势(二)	(44)
一、计算曲线趋势的方法	(44)
二、加权移动平均	(45)
三、配合多项式	(51)
四、应用对数	(60)
五、配合渐近成长曲线	(66)
六、趋势曲线的选择	(83)
第二十三章 季节波动	(90)
一、测定季节波动的目的与方法	(90)
二、原资料平均法	(93)
三、全年比率平均法	(98)
四、平均数趋势整理法	(100)
五、趋势比率法	(104)

六、十二个月移动平均法	(108)
七、图解法	(115)
八、环比法	(119)
九、各种测定方法的选用	(124)
十、渐变季节性的测定	(125)
十一、季节性的消除	(127)
第二十四章 循环波动	(132)
一、测定循环波动的意义与目的	(132)
二、残余法	(134)
三、直接法	(146)
四、循环平均法	(148)
第二十五章 单相关	(161)
一、相关与回归的意义	(161)
二、直线相关与分布图	(163)
三、相关系数的原理分析	(164)
四、 γ 的解释	(172)
五、回归直线与最小平方方法	(174)
六、 γ 的简单算法与计算例	(179)
七、估计标准误	(184)
八、相关系数与离势程度的关系	(189)
九、分组资料与相关表	(193)
十、总体相关系数的估计数	(202)
十一、相关系数的可靠性	(205)
第二十六章 等级相关与品质相关	(218)
一、等级相关	(218)
二、品质相关	(221)
第二十七章 非直线相关	(227)
一、非直线相关与分布	(227)

二、相关的测验.....	(230)
三、非直线形式的改换——对数直线.....	(244)
四、非直线形式的改换——倒数直线.....	(254)
五、一般曲线回归的计算.....	(260)
六、分组资料曲线回归的计算.....	(270)
七、曲线相关指数的可靠性.....	(280)
八、相关率.....	(283)
九、相关系数、相关指数与相关率的比较.....	(294)
第二十八章 复相关与净相关.....	(299)
一、概 说.....	(299)
二、基本算法.....	(305)
三、复相关测定数的计算.....	(320)
四、净相关测定数的计算.....	(334)
五、复相关系数、净相关系数及估计标准误的其他 算法.....	(389)
六、Beta 系数.....	(352)
七、复相关与相净关显著性的测验.....	(355)
八、复相关系数与净相关系数的标准误.....	(358)
九、复相关系数与净相关系数的总体估计数.....	(360)
十、曲线复相关.....	(364)
第二十九章 时间数列的相关与景气预测.....	(370)
一、时间数列相关的性质.....	(370)
二、时间数列相关的测定.....	(371)
三、时间落后的计算.....	(391)
四、景气预测的方法.....	(399)
第三十章 实验的统计设计.....	(405)
一、实验设计的重要.....	(405)
二、如何使实验成为敏感.....	(405)

第二十章 时间数列总说

时间数列是用以对经济现象进行历史对比,动态分析和预测的重要统计方法。本章主要是阐述有关时间数列的基本问题,具体内容包括:

一、时间数列的基本性质和分类。

二、经济数列四种波动的具体内容,包括:

(一)长期趋势;(二)季节波动;(三)循环波动;
(四)不规则波动。

三、时间数列资料整理的原则和方法

一、时间数列的性质

时间数列是将一系列数量测定数按照时间顺序加以排列,用以反映客观现象发展变化的趋势。所以也称为历史变数或动态数列。时间数列与前述次数数列不同,在时间数列中,每一个数量测定数并不是彼此独立相互无关的,而是存在着一定的联系。比如一、二月份世界黄金价格,二月份的价格是在一月份价格的基础上升降变动的结果;而掷硬币出现正面或反面,却每次都是独立的。

各种时间数列所表现的客观事物发展变化的程度,是许多因素发展变化共同作用的结果,可称为总波动。要想将各种原因彼此加以划分,并作出精确计算,则是不可能的。但是将这些原因归纳为不同的种类,每类原因对总波动的具体影响程度则可以测定。这些原因最普通的分类可归纳为四种,也就是将时间数列波

动按其原因可分为四种：

（一）长期趋势。是在相当长久的时期中，任一项活动所表现的向上或向下方向的持续发展。

（二）季节波动。是在一个日历年度内，一种活动的变化，其变化原因是直接或间接与自然界的季节有关。

（三）循环波动。是近乎规律性的从高至低再从低至高的遇回曲折的变动，在本质上具有扩张与收缩反复发生的形相，每一个循环期常在一年以上。

（四）无定波动。是一种活动的不规则与非循环的变化，其原因是各种意外事件的发生，这种变化的出现，同该种活动在正常情况下平滑动向没有一定关系，故又称为意外波动。

各种时间数列的波动，实际上都是由上述四种波动的一部份或全部所形成。比如自然现象时间数列的气温变化，主要是季节变化的影响；社会现象时间数列的人口变动，则主要是长期趋势的影响；至于经济现象时间数列的物价变动，产量变动等，则既含有长期趋势，又受季节影响，在资本主义社会还含有循环波动，而且还可能受意外因素的影响。可见各种时间数列的波动，以经济数列最为复杂。以后讨论时间数列，都以经济数列为主要对象，实际上上述分类就是以经济数列对象进行划分的，亦可称为经济波动分类。至于非经济时间数列，情况比较简单，所需讨论的问题，可参考经济数列的有关论述。

应用统计方法，虽然可从经济活动指数中划出长期趋势，季节波动和循环波动，但至今还无法从总波动中单独抽出或消除无定波动。按照统计学者的习惯，在进行统计分析时，一般都将在无定波动与循环波动相混同，仍称其为循环波动。

上述经济波动按原因分类，是统计学者习惯采用的分类法，但有人提出其它分类法。为伊思特·维奇曼（Ernst wage-mann）提出为了区别经济结构的变化与一定经济结构内部的波

动，将经济波动划分为单独变化（或结构变化）与周期性波动两大类。

（一）单独变化可区分为：1、不连续变化，是指对原来发展方向的破坏，包括意外变动与经济组织全部结构的变动；2、连续变化，这种变化表现为发展，扩张、紧缩及不断转变方向的变化，主要指长期趋势。

（二）周期波动可区分为：1、由于固定规律所发生的波动，主要包括季节波动以及其它在一定时期内有规律地反复发生的波动；2、由于自由规律所发生的波动，指各种扩张与紧缩不断反复重现的变化，但没有固定的或不变的期间，包括通常所谓商业循环，及其它一切具有循环性质的变动。

而伊斯特（Wames Arthur Estey）提出经济波动可分为两大类型：1、不重复及无规律的波动，如长期趋势，无定变动及结构性的变化；2、重现及有规律的波动，如季节波动及循环波动。

各种分类，实际上大同小异，后两种分类都是以第一种分类（按原因分类）为基础，仍未脱离经济波动所包含的长期趋势，季节波动，循环波动及无定波动等基本概念。

二、四种波动的内容

（一）长期趋势：指经济现象遵循一定方向自动地或被动地不断作长时期的变动。其变动时期都长于商业循环。这种变动通常可想像为向上发展，因为各种经济发展受人口增长，技术进步及财富积累等根本因素的影响，皆有向上的趋势。因此，长期趋势有时也可视为经济成长的因素。但不能否认趋势有向下或转向的可能。所谓转向，即从向上趋势转为向下趋势或由向下趋势转为向上趋势。这是因为各种经济发展不仅受上述一些根本性因素

的影响，而且还要受到不同时期具体客观条件（包括政治的、经济的和自然的）的影响，从而使某种商品生产在某一时时期是不断增长，而在另一时期则又不断下降。比如资本主义国家的建筑业生产，在经济开发时期，则不断增长，到充分开发时期则又转为向下趋势。这种上下反复趋势又称为次级趋势，严格地讲应称为长期循环。此外若干时间数列，并无明显趋势，姑且称其为水平趋势。

（二）季节波动：季节波动是指经济现象受着自然因素的影响，在一年内（周期）随着季节的更换而引起的比较有规律性的变动。季节波动可区分为季节的自然波动与季节的人为波动，现对二者内容分述如下：

1、季节的自然波动：是指由于自然界季节变化对物资供求的影响而产生的经济波动。在供给方面，农作物的生产，必须受季节气候变化的影响，从而使得交通运输、工业、商业以及建筑业等各个行业的活动也随着季节的更换而摆动。在需求方面，由于时序更易，冷热风雨、人们生活用的各种消费品的需求也会随之而波动。

2、人为季节的波动：是指由于制度、习惯、行政及法律的约束，所产生的季节性的经济波动。我国许多商品销售额在春节、中秋节及端午节俱增，西方在圣诞节与复活节时贸易也较为活跃，这都是习惯的季节。企业进行结算，商店清算货款，政府征收税款等等皆有一定时期，这是制度，行政或法律的季节。虽然许多人为季节是以自然季节为基础，而自然季节所引起的活动变化，往往又形成人类习惯，因此所谓自然季节实际上又转变为习惯季节。

季节变动一年为周期，至于不满一年的周期运动也很多。每月各日亦有周期，如银行存款月初增加，月末减少；每周各日也有周期，比如娱乐场所，周末拥挤平日清淡；每日各小时也有周

期；比如市内交通工具在职工上下班时间就很紧张，其它时间则比较清闲。这些周期运动可称为准季节波动。

（三）循环波动：如前所述经济数列的总波动包括长期趋势、季节波动，循环波动和无定变动等四种。前二种是总波动的主要构成部分，二者结合在一起又称为标准变动。而且这两种波动可以运用统计方法加以计算，从总波动中单单抽出，至于后两种波动，由于无定变动不易计算也不易单独抽出，习惯上把二者混在一起，仍称为循环波动。可见，所谓循环波动就是指从原数列的总波动中消去长期趋势和季节波动（即消去标准变动）之后所剩的余额，故又称为剩余变动。

循环波动不同于长期趋势，因为它不是朝单一方向持续运动，而是涨落相间或扩张与紧缩相交替的波动。它也不同于季节波动，首先是其规律性低于季节波动，因为它仅具有自由规律，而季节波动则具有固定规律。其次是循环波动仅具有可识别的模型，而季节波动不仅具有可识别模型，而且有固定期间。很多经济活动与非经济活动都呈循环波动，比如产量、物价、利率、储蓄、证券交易、进出口贸易以及结婚率和生殖率等，其变动都含有循环波动。（这里主要是指资本主义国家的情况）。

循环波动可分为特殊循环与经济循环。前者是个别经济活动的循环波动，后者是整个社会经济活动或商业活动的循环波动，所以也称为商业循环。在经济社会中，任何一项经济活动都不是孤立存在的，因此许多特殊循环都是相互关联的。而整个社会的经济活动或商业活动正是各项相互联系、相互制约的个别经济活动的综合体，因此经济循环或商业循环波动，也必然是由许多相互联系相互制约的特殊循环汇集而成。不论特殊循环或经济循环，都包括扩张与紧缩交替的模型所具备的一切波动。从历史实践来看，这种波动时期的长短与影响程度的轻重差异很大，可区别为大循环与小循环现将其内容分述如下：

1、大循环：是指介于两个商业恐慌之间的经济波动，其特点是波动期较长，影响较大，大循环最早是由法国经济学者克里门第·朱克拉（Clement Juglar）提出的。他首先认为恐慌是商业循环波动的一部份，所以也称为朱克拉循环。后来瑞典经济学家卡塞尔（G·Cassel）具体指出1873、1882、1890、1900及1907年是法国商业循环的起点与终点，这些年份都是商业恐慌年份。米契尔（Mitchell）也指出：从1812年至1920年的110年中，美国曾经过十五次恐慌平均期间为7.3年。但是到底什么叫恐慌？还没有明确的统一的定义，普通是指引起金融市场纷乱而来的商业危险状态。但是从实际情况来看，这种纷乱并非发生在大紧缩的开始，而是发生在大紧缩结束之后，所以现代经济学家都主张以两个大萧条之间的一个大循环，汉森（A、H、Hansen）根据这种主张，计算美国从1857——1937年80年间共有10个大循环，平均期间为8年。

2、小循环：是指为期较短的循环。从主要资本主义国家经济波动的记录来看，在大循环的向上摆动中，并非直线上升，而是参杂着小型的上下摆动，比如本世纪20年代，美国的经济扩张，就间插着两次小型低潮，一为1924年、一为1927年，二次世界大战后的经济扩张也间插着1949及1954年的两个低潮。如果按小低潮至小低潮计算，则循环期较短，次数较多。据汉森计算，美国从1857——1937年80年中曾经历小循环23次，平均长度3.48年。按照乔斯畅·克孜（Joseph Kitchin）根据英美的有关资料计算，小循环的长度为40个月。并指出大循环是小循环的总合，通常包括两三个小循环，大循环长度平均为80年，但通常为7年或10年。

综上所述，商业循环实际上是大循环和小循环所组成。从对经济发展的影响来说，大循环较为重要，而小循环影响较小，但从科学分析角度来说，二者则同样重要，因为两者都能呈现繁

荣、萧条、衰落和复元四种循环的基本典型。所以米契尔 (Mitchell) 把一切循环波动, 不论大循环或小循环统称为商业循环。

比商业循环为期较长者, 还有建筑循环和长期波动。对于前者互伦 (Warren) 及皮尔逊 (Pearson) 指出, 从1830年至1936年间, 其波长为18年, 若从两个相连的低潮计算1934年——1945年间, 其波长为11年, 而1945——1953年其波长为8年, 这种循环总是与大循环融合在一起。后者为期更长, 大约50年至60年完成一循环, 以英美批发物价资料来看, 1790——1930年的140年间物价趋势方向的改变共经历了五次, 每一循环波长, 恰好与此相吻合。物价长期波动, 似乎与经济活动的长期循环互相结合。经许多经济学家研究, 发现经济活动确实具有长期波动。尤其是俄国的经济学家康托拉季夫 (Kondratieff) 的研究, 更受世人所重视。他根据英法的资料计算1780年——1920年, 经济活动形成两次半的长期波动, 每次循环约历时50年, 其起止时间如下:

第一次循环……高潮1780—1790年至1810—1817年

低潮1810—1817年至1844—1851年

第二次循环……高潮1844—1851年至1870—1875年

低潮1870—1875年至1890—1896年

第三次循环……高潮1890—1896年至1914—1920年

低潮1914—1920年至……………

这种长期循环称为康托拉季夫 (Kondratieff) 循环。由上可见, 经济活动的基本变化, 包括三种主要循环, 一为小循环, 循环期为40个月; 二为大循环, 约由三次小循环所构成; 三为长期波动, 约由六次大循环构成。

(四) 不规则波动: 从历史实践中可以看出有许多无重现性原因, 也足以振动整个经济活动。比如各种自然灾害、罢工、革命、战争、选举、立法变更、及司法裁决等等, 都可能引起影响

程度不同，时间长短不一的商业兴旺与衰落。这种原因之所以不同于长期趋势、季节和循环波动，主要是它无法计算，无法预测，无法消除也无法抗拒。因为这种因素具有偶然性，根据或然率原理，如果这类原因很多，而且各自独立，则有相互抵消的可能。但是当这些因素相互存在着联系而且受一、二个重大因素所支配，则难以相互抵消。将会形成商业波动，往往振动幅度很大，无法以长期趋势、循环和季节波动加以解释。最剧烈的无定波动原因是战争。大规模战争，可导致商业活动的反常发展，甚至使之陷入衰落的深渊。因此足以改变经济基础，造成经济的结构变化。

所谓结构变动，根据维奇曼（Wagemann）解释，是经济制度的组织与气质的转变。如第一次世界大战将美国从债务人地位转变为债权人的地位，将法国从债权人地位下降为债务人地位；二次大战，美国公债数额大量变化，金本位有可能永久废弃及原子能用于和平的生产等，都是结构性的变动。除了战争之外，各种经济事件，也可导致结构变动。比如南非黄金的发现，1840年英国采取的自由贸易，本世纪50年代西方国家采取的禁区政策等等，都是结构波动。推而广之，凡是一国中央银行制度的建立，外汇贸易的管制，赋税政策和推行以及其它重大经济事件的发生，都能造成一国甚至全世界经济结构性变动，结构性波动可视为是对经济社会主要状态的一种重大修正，它虽然导源于无重现性原因，但是却严重的影响到重现性的循环波动。

总之，任何一个国家的经济都是在不断发展变化的，如果对此加以科学的系统的归纳和分析，实际上都是由上述四种波动所构成。（当然在不同的社会制度下，各种波动的性质，特点以及影响程度存在着本质的差别）。要了解经济波动的真相，就必须对这四种波动加以研究。除无定波动不能测定外，随后几章将分别阐述经济波动中的长期趋势、季节波动及循环波动的统计测定