

统计预测原理

杨曾武 编著
中国财政经济出版社

TONG JI YU
CE YUAN LI



统计预测原理

杨曾武 编著

中国财政经济出版社

统计预测原理

杨普武 编著

中国财经出版社出版

(北京东城大佛寺东街8号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市通县永乐印刷厂印刷

★

787×1092毫米 32开 16.75印张 344 000字

1990年3月第1版 1990年3月北京第1次印刷

印数: 1—5000 定价: 6.00元

ISBN 7-5005-0690-2/F·0642

前 言

本书是为讲授统计预测课所编写的教材。全书的体系安排，重点放在时间数列模型预测方法和回归模型预测方法的论述上，兼及非模型预测和概率模型预测。现在我国出版的一些有关经济预测或统计预测的书籍，大多把计量经济预测和投入产出预测设专章叙述。但我们认为必要性不大。因为计量经济学和投入产出法都已发展成为有完整科学体系的学科，国内外有许多这方面的专著出版。为了删繁就简，突出重点，本书集中篇幅把统计预测的关键——时间数列模型预测法和回归模型预测法，作比较系统而详细的论述，使其有一定深度和广度，所写方法有不少是比较新的。全书内容力求理论联系实际，由浅入深，并提出一些需要探讨的问题。书中没有过多的数学推导，适合只有一般数学知识水平的读者阅读。书末附有习题和答案，以便读者练习。

统计预测在我国尚属一门待开发的新学科，内容非常丰富，无论在理论上还是在实践上，都需要作深入的探讨。限于水平，书中的不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

1987年9月

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 统计预测的概念	(1)
第二节 统计预测的作用	(2)
第三节 统计预测的分类	(5)
第四节 统计预测的步骤	(9)
第二章 非模型预测	(14)
第一节 朴素预测法	(14)
第二节 市场调查预测	(21)
第三节 主观概率预测	(23)
第四节 专家预测法	(31)
第三章 统计模型预测基础知识	(41)
第一节 统计预测模型的辨认	(41)
第二节 估计预测模型参数的专用方法	(47)
第三节 描述随机因素的统计量	(55)
第四节 测定统计预测准确性的统计量	(62)
第四章 时间数列平滑预测法	(77)
第一节 平滑预测概述	(77)

第二节	平均平滑预测法·····	(78)
第三节	指数平滑预测法·····	(95)
第五章	时间数列分解预测法·····	(132)
第一节	时间数列分解预测法概述·····	(132)
第二节	长期趋势预测法·····	(134)
第三节	趋势季节模型预测法·····	(174)
第六章	单回归预测·····	(218)
第一节	回归预测概论·····	(218)
第二节	单回归的数学假设和统计检验·····	(220)
第三节	单回归与预测·····	(256)
第七章	复回归预测·····	(275)
第一节	复回归的数学假设和统计检验·····	(275)
第二节	自变量的调整·····	(301)
第三节	复回归与预测·····	(315)
第八章	博克思—詹金斯时间数列分析法·····	(328)
第一节	概论·····	(328)
第二节	自回归滑动平均模型体系 (ARIMA)·····	(330)
第三节	分析时间数列的统计方法·····	(333)
第四节	时间数列分析法的应用·····	(338)
第九章	博克思—詹金斯预测法·····	(352)
第一节	博克思—詹金斯预测流程图·····	(352)

第二节	模型的辨认	(353)
第三节	模型参数的估计和模型审核	(374)
第四节	统计预测	(384)
第十章	概率预测模型	(396)
第一节	概率预测的特点	(396)
第二节	最大可能预测	(396)
第三节	马尔柯夫预测	(400)
第四节	交互影响预测	(411)
第十一章	统计预测分析	(418)
第一节	统计预测分析的意义和内容	(418)
第二节	预测模型的统计检查	(418)
第三节	预测方法的比较与选择	(430)
第四节	预测结果分析与预测控制	(439)
第五节	预测的改进	(455)
习题		(472)
习题答案		(487)
附表一:	相关系数检验表	(525)
附表二:	dn 及dw分布	(526)
参考书目		(528)

第一章 总 论

第一节 统计预测的概念

为了说明什么是统计预测，有必要先说明预测的一般概念。严格讲，预测（Forecast）与推测（Prediction）是有区别的。推测泛指从已知事物推论未知事物，既有横断面的静态推测，也有面向未来的纵向动态推测。而预测一词常专指对事物未来的推测。实际上，现在已很少有人在这两个名词间作严格的区分，广义的预测与推测成为同义语了。研究科学技术发展和社会经济发展的未来学，有时又称为未来预测学，或直称为预测学。

事物的未来有很大不肯定性。对不肯定的未来进行预测，是不可能准确无误的，预测必然有误差。预测的目的，就是力争把不肯定性减少到最小。向未来预测的时间越远，不肯定性就越大，预测的准确性也就越差。所以，近期预测要比远期预测更可靠些。

关于预测科学的研究，有理论研究和方法研究两个方面。统计预测属于预测方法研究范畴，它研究的是如何用科学的统计方法对事物的未来发展进行定量推测。这种定量预测技术的发展，与数学和数理统计的发展有密切联系。统计预测的方法论性质与统计学的方法论性质是一致的。

事物的未来发展虽不肯定，但可以根据其过去的历史发展规律，加以判断和推测，并用统计所特有的方法，用两个数值来概括一个预测值的可能范围，并对预测误差加以控制。为此，可以说，统计预测是一种有概率的预测。

统计预测方法是一种具有通用性的方法，可用于人类活动各个领域中的实质性预测。例如，用于预测人类社会的未来，是社会预测；用于预测经济的未来，就是经济预测；用于预测科学技术的未来发展，就是科技预测；用于预测军事的发展，就是军事预测，等等。统计预测提供方法论，实质性预测运用这种方法论研究事物的具体发展规律。在实质性预测中，要以有关领域中的专业理论为指导，例如，在经济预测中，要以经济理论作指导。在不同的社会制度下，起指导作用的经济理论基础不同，预测的结果和作用也就不同。

总之，统计预测是方法论，它研究的是如何根据历史资料，使用统计方法，对事物的不肯定未来作出定量推测，并算出其概率置信区间。在这种推测中，不仅是数学计算，而且有直觉判断。认清统计预测和各种实质性预测之间的区别和联系，是重要的。

第二节 统计预测的作用

一、预测与决策和计划的关系

在现代化管理中，预测的作用是通过决策和计划来实现的。预测结果是决策过程的一项关键性投入，而行动计划则是决策过程的产出。预测人员是情报或信息的生产者，而决

策人员和计划人员则是情报或信息的消费者。当然，也有无法采取决策行动的预测，例如预测到3078年时的人类生活，这是极其个别的情况。

人们对预测结果所采取决策行动的性质，主要有两种：一种是不改变预测的结果，另一种是改变预测的结果。前一种情况多存在于自然界的预测，因为自然规律是不可改变的，我们只能设法适应预期的结果。后一种情况多存在于社会经济的预测，因为社会经济现象的变化虽也有其客观规律性，但是可以通过人们的政策和计划来改变预期的结果。在这种情况下，原来预测所依据的条件变了，评价预测的准确性也就更困难了。这也是为什么社会经济预测的准确性不如科学技术预测的准确性高的一个重要原因。

二、影响预测作用大小的因素

预测作用的大小，要看由于使用了预测结果所产生的收益，是否超出了所支出的费用，以及超出多少。影响预测作用大小的因素是多方面的，主要有以下几项：

1. 预测费用的高低。

预测费用包括设计和实行预测程序费，资料搜集、整理、计算和储存费，资料使用费和资料更新费等。

2. 预测方法的复杂程度。

这一点与预测费用的高低有直接联系，简单的预测方法易懂易用，费用低，而复杂的预测方法难懂难用，费用也高。就这点来说，比较简单的预测方法往往更为实用些。

3. 预测结果的准确程度。

一般说来，准确性高的预测比准确性低的预测作用更大些。但是，准确性高的预测方法往往是比较复杂的，这又与费用有矛盾。这就要看由于使用复杂预测方法所提高的预测准确性，给决策带来的好处有多大，是否值得。不同的事物对准确性的要求不同，有的事物预测误差可容许达到10%，但也有的事物误差如达到5%，就是一场灾难了。

4. 预测的时效性。

所谓预测的时效性指的是提出一项预测结果需要多少时间。如能很快地得到预测结果，可使决策者有充分的时间改变政策，即预测的领先时间长，则预测作用大。反之，如果迟迟拿不出预测结果，领先时间又很短，其作用也就不大了。就这点来说，也是简单的预测方法比复杂的预测方法更有用些，因为方法简单，可以很快出成果。一个准而晚的预测往往不如一个不太准但很早的预测更有用些。

5. 预测所依据的历史资料其变动规律有无重大变化。

在用历史资料进行外推预测中，有所谓连贯的原则和类推的原则。连贯原则指事物过去和现在的发展规律直接延伸到未来，没有什么重大的干扰和破坏。类推原则指事物的变化规律（称“轨迹”或“结构”），可加以模型化，利用选定的模型，类比现在，推测未来。如果在预测期中发生了无法估计的重大事件（如战争的爆发，严重灾害，国家政策重大变化等），以致上述两原则遭到破坏，使原来持续上升或下降的资料，发生转折，就会使预测失效。这类预测失实的例子不少，因为转折点是最难预测的。

6. 预测期的长短。

预测的具体作用视预测期长短而异。在企业管理中，最短的预测只向前测一天，即预测次日如何安排人力和物力，以作好各项生产经营工作和服务工作。短期预测可预报一周至一个月的日常库存量及人力与设备的安排计划；中期预测可预报季度需求量的变化，为制订人员计划和订货计划服务；长期预测可预报今后若干年的新产品或新服务项目，如何改善生产和服务条件，以及为满足未来发展所需要的生产能力而进行的投资等。

三、统计预测方法的基本功能

就统计预测方法而言，它的基本功能是从历史资料中同时并存的基本轨迹（Pattern）和误差（error），把两者分开，以研究轨迹的变化。用公式表示就是：

$$\text{历史资料} = \text{轨迹} + \text{误差}$$

把轨迹分离出来的办法，就是对资料拟合某种模型，使模型尽可能准确而全面地反映出有规律的轨迹。误差项又称剩余变动或残差，所拟合的模型是否把轨迹都反映出来了，主要看这个剩余项是否呈现出某种随机性。因此，在统计预测中，研究剩余项的随机性是一项重要课题。

第三节 统计预测的分类

关于预测的分类，第一节中已讲过横断面的静态预测和纵向的动态预测两种，以及方法论预测和实质性预测。此外，还有几种重要的分类：

一、定性预测与定量预测

统计预测中的定性预测也使用统计资料和统计方法，但在预测中更多地依靠个人判断，预测的目的不在于准确地测算所预测事物的未来水平，而在于估计事物的变化方向，即不在于研究事物本身的轨迹或结构，而在于研究这个轨迹或结构的变动趋向。这种预测的难度较大，只宜用于长期预测和重大问题的预测。定量预测是统计预测的主体，它研究历史资料的基本轨迹，用统计模型（也有时不用模型）进行预计推算，推算的结果表现为点预测或区间预测。定量预测的基本方法有时间数列预测与回归预测两大类，其中以时间数列预测为主。资料所包括的变量有单变量（单项）与多变量（多项）之别，多变量预测可以互相验证，互相补充，比单变量的效果更好些。定量预测发展很快，已逐渐形成了一个比较完整的体系，也是统计预测的主要部分。

二、定量预测中的分类

定量预测现已由时间数列预测和回归预测发展到计量经济预测和投入产出预测，甚至把数学中的马尔柯夫链用于预测，称马尔柯夫预测。计量经济学发展很快，已形成完整的科学体系；投入产出法也是这样，把这两门内容丰富而又自成体系的学科，作为统计预测的内容吸收进来，不一定很妥当。诚然，它们与统计预测有密切联系，然而，与统计预测联系密切的学科很多，不可能、也不必要把它们都一一吸收进来，以致使统计预测这门学科过分庞杂、反而削弱了

它本身的科学性和完整性。为此，除对马尔柯夫预测作简要介绍外，本教材没有写计量经济预测和投入产出预测，而集中编写了时间数列预测和回归预测。

三、模型预测与非模型预测

统计预测以模型预测为主，也有少量非模型预测。统计预测中的模型是统计模型，不同于一般的数学模型，数学模型所使用的方程式反映的是因变量与自变量之间准确的函数关系，而统计模型所使用的方程式反映的是因变量与自变量间的随机性统计关系，不是函数关系，表现在模型上就是比数学模型多一个误差项。

非模型的统计预测有直观判断预测和比例推算预测等，前面讲的定性预测也可归入此类。此外，还有一部分定量预测也不用模型。模型预测的内容很广，主要有：时间数列平滑预测、时间数列分解预测、回归预测、计量经济预测、投入产出预测、马尔柯夫预测等。这许多预测无论在方法论上和在实际应用上，都已取得了重大成果。

四、事件结果预测、事件发生时间预测、事件发生概率预测

按预测成果的性质来分，有事件结果、事件发生时间和事件发生概率三种。事件将来发展的结果（水平）如何，是常见的一种统计预测。事件发生时间预测指对某一重大事件估计其将在何时发生，如科学技术中某项重大技术突破，预计将在未来哪年、哪月发生，其影响如何。又如对经济时

间数列中领先指标的预测和经济转折点时间的预测，等等。事件发生概率预测指概率模型预测、主观概率预测、条件概率预测和最大可能性概率预测等。这类预测的结果，一般不表现为某种指标数值，而表现为概率。主观概率预测和条件概率预测可用于统计决策分析。统计预测中也有一种主观概率预测，是通过对事物主观概率的预测分布，来进行结果预测的，将在第二章中叙述。

五、近期、短期、中期和长期预测

这是按外推时间长短划分的。长期和短期的概念是相对的，两者之间没有严格的界限，外测期间的长短取决于预测的目的和变量的性质。例如，气象预测要短到24小时以内，长到2周以上，而经济变量预测则短在10—15个月，长可达4年以上。一般来说，近期预测指一个月以内的预测，短期预测指1—3个月的预测，中期预测指3个月到2年的预测，2年以上的预测称长期预测。前面已经讲过，向前预测的时间越长，不肯定性越大，预测也越靠不住。

六、一次性多期预测和逐期递推预测

在根据某种预测方程式进行外推预测时，有的方程式可一次算出所需要的远近任何时期的预测，而另外一些方程式则每次只能前测一期。前者是一次性多期预测，后者是逐期递推预测。逐期递推预测是根据本期新观察值来预测下期数值的，所以只能一期一期地向前测。当然，如果把逐期预测值当作观察值使用，也可一次递推预测多期。不过，这样会

使累计预测误差扩大。后面将要介绍的指数平滑预测是一种递推预测，时间数列分解预测和回归预测都是一次性多期预测。

第四节 统计预测的步骤

一个完整的统计预测研究，要经过以下几个步骤：

一、确定预测目的，制订预测计划

预测目的要明确具体，紧密联系实际需要，並据以拟定一个预测工作计划。在预测计划中要考虑的问题主要有：准备预测的时期，所需要的资料（按年、按季、按月、按周或按日），需要多少项资料，资料的来源和搜集资料的方法，预测的方法，预测工作完成时间，所需经费来源等等。关于所需资料项数多少，说法不一。有人主张外推预测的时期数不能超过历史资料的时期数。设 d = 历史资料时期数， h = 外推预测时期数，则有 $d \geq h$ 。也有人认为，这种要求低估了短期预测所需项数和高估了长期预测所需项数，主张用 $d = 4\sqrt{h}$ 公式计算。按此式，如向前预测1期，则 $h = 1$ ， $d = 4$ ，即需要4期历史资料；如向前测4期，则 $d = 4 \times \sqrt{4} = 8$ 期历史资料；向前测16期，用16期资料；向前测100期，用40期资料即可。可见，用这个公式计算，照顾了短期预测的需要，却不利于长期预测。实际上，以根据长期的历史资料进行短期预测，要比根据短期的历史资料进行长期预测更可靠些，因为根据更充分些。

二、搜集资料 and 选择资料

要多方面搜集资料，包括企业内部资料和外部资料，国民经济有关部门的资料，公开发表的和未公开发表的资料，然后从众多的资料中挑选出有用的一小部分，即把资料浓缩到最小量。挑选资料的标准是：（1）直接有关性；（2）可靠性；（3）最新性。先把符合这三点的资料挑出来，加以深入研究，在这以后，才能考虑是否还需要再搜集其他资料。搜集统计资料是不容易的，尤其是在我国当前的情况下，各层次的资料往往不够完整，真实性也有问题，再加上保密问题尚未解决，就更增加了难度。尤其是如果资料搜集和选择得不好，会直接影响预测的质量。

三、资料的整理

对所搜集的统计资料进行审核和必要的加工整理，是保证预测质量所必需的。可以说，预测的质量不会超过所用资料的质量，整理资料的目的是为了保证资料的质量，从而为保证预测质量打下基础。

1. 衡量一个统计资料质量的高低，主要有：

- （1）资料完整无缺，各期指标齐全；
- （2）数字准确无误，反映的都是正常（而不是反常）状态下的水平，资料中没有异常的“分离项”（outlier）。
- （3）时间数列各值间有可比性。

此外，还有原资料的表现形式是否适合需要，是否需要变换，以及计量单位是否规范化等问题，也要注意。