

Forecast
Combination

组合预测

Theory, Method and Application

——
理论、方法及应用

汪同三 张涛等/著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

Forecast
Combination

组合预测

——理论、方法及应用
Theory, Method and Application

汪同三
张涛等/著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

前 言

本书是中国社会科学院 A 类重大课题“组合预测的理论、方法及在宏观经济分析中的应用”的最终研究成果。

—

2003 年，本课题获准立项，课题组的成员全部为中国社会科学院数量经济与技术经济研究所的研究人员。此前，课题组的大部分成员从 1990 年起就开始了中国宏观经济预测的研究，并与国内外一些权威预测机构进行了卓有成效的合作，这为课题研究打下了良好的基础。

1980 年，诺贝尔经济学奖得主、美国宾夕法尼亚大学克莱因教授率 7 位国际著名学者来华讲授经济计量学，培训了中国百余位中青年数量经济学者。不久，中国社会科学院数量经济与技术经济研究所成立，下设的经济模型研究室，专门从事经济模型和经济预测理论与方法的研究。20 世纪 80 年代中期，数量经济与技术经济研究所与当时的国

家计委预测中心、复旦大学共同研制了中国宏观经济模型，此模型一方面用于联合国世界模型的连接项目（Project Link），另一个重要的目的就是构建一个结构较为完整、功能较为强大、技术较为先进、操作性较强的能适合中国国情的宏观经济模型，以便开展中国宏观经济的分析和预测。经过几年的试运行和不断调试，自 90 年代初起，模型正式投入使用，开始了中国宏观经济的预测。也就是从那时起，课题组的一些成员即开始进行预测模型的设计和预测方法的研究。

随着改革开放的不断深入，特别是社会主义市场经济体制的不断完善，中国宏观经济形势分析与预测工作受到党中央、国务院的重视，国务院总理批准从总理预备金中拨专款支持本项目的研究，世界银行也对此项目进行了资助。经过长期的预测实践和方法上的更新，中国宏观经济预测模型得到了不断完善。中国社会科学院每年春秋两次的宏观经济形势分析与预测报告和配套出版的经济蓝皮书，即基于此模型的预测结果。实践证明，预测的结果较好，在国内外的影响也较大。

模型的研究和预测工作是一体的，是密不可分的。预测离不开模型，研究模型也是为了分析和预测。伴随中国宏观经济预测模型的面世和投入使用，我们又先后研制了中国年度宏观经济计量模型、中国季度宏观经济计量模型、中国经济 CGE 模型 I、中国经济 CGE 模型 II、中长期系统动力学模型、中国贝叶斯向量自回归（BVAR）预测模型、生产率分析模型、北京市宏观经济与财政税收模型、南宁市宏观模型、柳州市经济发展模型等。后来，通过不断修正完善，我们将这些模型整理汇编成书，冠名为《中国社

会科学院数量经济与技术经济研究所模型集》，交由社会科学文献出版社，于2001年4月出版。显然，已面世的这些模型，除了分析的功能以外，另一个重要的功能就是预测。

模型集的出版，促使我们萌生了对模型预测功能做更深入的探讨，并对预测理论和方法进行系统归纳、整理的想法。2003年秋，关于“组合预测”的课题在中国社会科学院获准立项，我们的这一想法得以付诸实践。

“组合预测”课题，旨在通过预测精度的评估，对十多年来国内宏观经济预测成果进行梳理、比较，同时通过不同预测模型的“组合”，形成新的预测方法，以期提高预测功效，为决策者提供更为可靠的理论支持，构建起相对系统、完整的组合预测理论体系。研究伊始，课题组甄别、筛选、阅读了大量文献，通过反复论证，确定课题的研究思路，即本书的逻辑框架为：组合预测的基础理论→预测信息组合→预测方法组合→预测结果组合→组合预测理论延伸。历时五年的探索，最终研究成果得以面世，是为本书。

二

预测是对未来可能发生结果的描述和预见。经济预测，则是根据经济发展过程的历史和现实，综合各方面的信息，通过对经济现象之间的联系、作用机制、运动规律进行定性定量分析，判断其未来发展的可能途径和结果。经济预测离不开两个基础性假设：一是模型是现实经济现象的真实描述；二是经济结构（或数据生成结构）保持相对稳定。但是，任何预测模型都不是现实经济的写真，经济体系、经济结构也在不停地变化，预测的不确定性，就成为客观必然。

预测的不确定性反映了预测值和实际值之间的差异。它源自两个方面：一是未来事件内在的不确定性；二是预测模型本身的不确定性。正是这种不确定性的客观存在，引发了经济学家对减少预测不确定性、提高预测精度的研究热情，这也成为预测技术日益发展的原动力。长期以来，经济学家们孜孜以求，不断探索，以图缩小预测结果与现实的差距，获得最优的预测。在这种背景下，组合预测的问题也就应运而生。

组合预测是相对于单项预测而言的。由于经济数据往往具有时变性的特点，所以单项预测常常表现出“时好时坏”性，预测的精度和准确度很难控制。组合预测则力图克服这一方面的缺陷，实现预测结果的最优。

组合预测的本质是把各个竞争模型得到的预测结果赋予不同的权重，进而组合出一个单一的预测，从而减少预测误差，提高预测精度；其核心问题之一就是权重的选择。组合预测方法大致可分为两大类：一是方差—协方差组合预测法；二是基于回归的组合预测方法。前者的核心思想是使预测误差的平方和最小，其最优组合权重是关于预测误差的方差和协方差的一个简单函数，权重之和为 1，没有截距项；后者的基本思想是通过对预测包容性的检验，实行变权重组合预测或非线性组合预测。

1954 年，美国人 Schmitt 就曾经用组合预测方法对美国 37 个大城市的人口进行过预测，使预测精度有所提高。1959 年 J. M. Bates 和 C. W. J. Granger 对组合预测方法进行了系统研究，其成果引起了预测学者的广泛关注。进入 20 世纪 70 年代，组合预测的研究受到更多预测学者的重视，学术界推出了一系列关于组合预测的论文，一度形成了组

合预测热。1989年,国际预测领域的权威学术刊物 *Journal of Forecasting* 还出版了组合预测专辑,把组合预测研究推向了一个新阶段。

我国学者在组合预测方面的研究起步较晚,但近年来,在国内一些权威经济学期刊频频出现了一些关于组合预测的文章,如《组合预测软科学方法研究》、《最优组合预测的计算方法》、《最优组合预测方法及其应用》、《组合预测的贝叶斯模型研究》、《一种模糊变权重组合预测方法——FVW法的研究》、《组合预测最优向量的进一步研究》等。这些成果所提出的组合预测思想和方法,通过实践检验具有较强的实用性和可操作性,从一个侧面证明了中长期预测中组合预测的优越性。

50余年的研究史表明,学术界关于组合预测的研究基本上是沿着两条主线展开的:一是组合预测权重的确定;二是组合预测效果的检验。前者旨在从理论上建立起组合预测的方法论体系,后者则力图从实证角度验证“组合预测优于单一预测”这一命题。我国目前关于组合预测的研究,主要还处于“理论层面”,即多数成果都是集中于组合最优权重的确定上,关于组合预测自身方法方面的成果并不多。而且,应用研究方面的成果匮乏,即使是将组合预测方法用于分析实际经济问题,预测目标也大多是单一的,多目标问题的研究更为鲜见,而这恰恰是实际工作中最为需要的。本课题的研究试图在这方面有所贡献。

三

本书的框架是由课题的研究思路决定的,其逻辑起点是组合预测的基本理论。这一部分重点讨论预测、组合预

测等一些关键范畴的界定及其内在联系，提出最优预测的概念和最优预测的评判标准，分析预测的不确定性和预测误差的影响因素。

第二部分是关于预测的信息组合。我们认为，提高预测的精确性首先应从收集和整理信息开始，有效地整合信息是提高预测精度最直接的手段。事实上，不同的预测模型占有的信息是不同的，这源自两方面的原因：一是预测者收集和占有信息的能力有别；二是不同的模型对信息的要求各异。因此，预测实践中很难实现信息的充分、完全占有。本书的第二章，就重点研究预测信息的组合技术，并探讨其典型应用问题。

第三部分是关于预测方法的组合。理论上，经济观测数据是在现实经济世界这个非试验环境下取得的，而结构建模的估计技术则由建立于试验科学基础上的统计推断技术演变而来。因此，传统建模方法用经济观测数据估计模型，常常忽视了经济观测数据本身的特性，恰恰是因为这一点，促成了非结构预测的兴起。然而，非结构预测过分依赖数据特性，且缺乏理论依据，故而也招致了众多批评。因而可以预见，融合结构预测与非结构预测优势的新预测技术，即组合预测方法将成为未来预测技术发展的新方向。本书的第四章即对本问题展开研究。我们试图在信息组合的基础上，实行预测方法的组合，提出若干有较高预测精度的组合预测方法。

第四部分是关于预测结果的组合。在系统研究了预测信息组合和预测方法组合的基础上，我们研究了预测结果的组合，并将预测理论进行了拓展和延伸。本书的第五章、第六章讨论了组合预测中权重的数理统计法、回归分析法

以及规划法，研究了预测包容性检验、有偏预测组合、误差修正机制问题等，并据此讨论了经济预测中的数理思想、概率论思想以及组合预测的后验分析等问题。

大量的预测实践表明：组合预测优于单一预测。但这一结论至今未能从理论上得到严格证明，而且在研究中还出现了“事与愿违”的悖论。我们的研究不试图解决这一命题的论证，但我们希冀回答：为什么要进行组合预测？什么时候进行组合预测？怎样实现组合预测？特别的，我们希望通过组合预测理论和方法的系统归纳和整理，形成较为完善的现代组合预测理论体系。

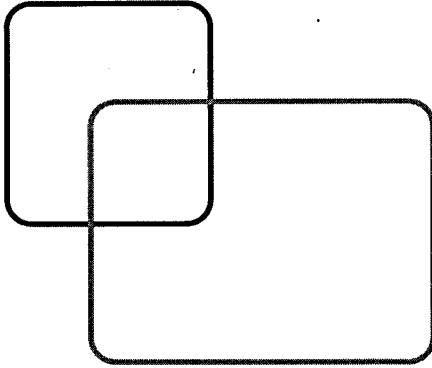
四

本书是《中国社会科学院数量经济与技术经济研究所模型集》的姊妹篇。作者的分工是：张涛撰写导论、第二章、第三章、第五章，并合作撰写第四章、第六章；赵京兴撰写第一章；沈利生、李雪松合作撰写第四章；李军合作撰写第六章；汪同三主持课题研究，负责全书总体框架设计和统稿。

历时十余年的不懈努力，加之与国内外相关机构的合作，本书的作者在预测方法和预测实践上都积累了宝贵的经验，也为本书的实证研究提供了翔实的资料。然而，关于组合预测，我们的研究仍处于一个起步阶段，特别是囿于学术水平和能力，很多理论和方法的研究都还不成熟。尽管我们做出了很大努力，本书中仍会有不少讹谬和错误之处，恳请同行和广大读者批评指正。

汪同三

2008年2月16日



目 录

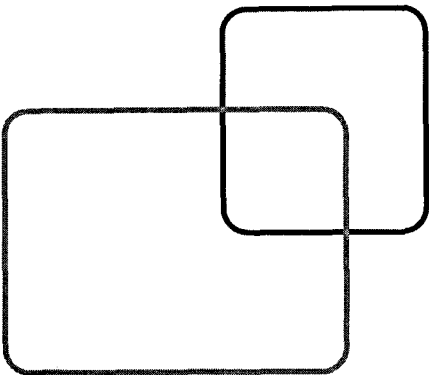
导论 研究背景及分析框架	1
第一节 问题提出：预测的不确定性和 预测的精确性	1
第二节 研究主题：组合预测	3
第三节 文献综述：组合预测研究进展及评述	8
第四节 问题的再提出	15
第五节 研究基础与分析框架	16
 第一章 组合预测的认识论基础	 19
第一节 必然规律、统计规律与逻辑规律	19
第二节 预言、预见与预测	23
第三节 统计规律与统计推断	26
第四节 经济系统与经济规律的性质	28

组合预测

第五节	经济预测面临的知识困境	33
第六节	组合预测	35
第二章	预测的精确性与组合预测	38
第一节	经济预测的基本问题	38
第二节	预测评价方法——损失函数方法	43
第三节	组合预测	52
第三章	预测信息组合	72
第一节	信息组合	73
第二节	信息组合——指数方法	75
附录一	合成指数的编制	91
附录二	卡斯特预警信号系统的制作	94
第四章	预测方法组合	97
第一节	结构预测方法论：“理论驱动建模”	98
第二节	非结构预测方法论：“数据驱动建模”	105
第三节	非结构预测方法的组合	117
第四节	结构模型与非结构模型的组合： 动态经济计量模型	121
第五节	微观经济计量预测	128
第五章	预测结果组合	158
第一节	权重确定的数理统计法	159
第二节	权重确定的回归分析方法	163
第三节	权重确定的规划法	166
第四节	简单还是复杂	167

第五节	组合预测的优性证明·····	179
第六节	组合预测的包容性检验·····	183
第七节	有偏预测的组合·····	189
第八节	误差修正机制与组合预测模型·····	193
第六章	结语：组合预测理论延伸·····	196
第一节	组合预测中数理分析的作用	
	——先验理论、数理分析与预测模型·····	196
第二节	组合预测中后验分析的作用·····	201
第三节	组合预测一例：数理模型与计量经济模型	
	在人口预测中的应用·····	202
第四节	构建组合预测的体系框架·····	229
附录	数据处理说明·····	230
参考文献	·····	235

CONTENTS



Introduction: Research Background and Analysis Framework	/ 1
0. 1 The Question: Forecasting Accuracy and Forecasting Uncertainty	/ 1
0. 2 Research Topic: Forecasting Combination	/ 3
0. 3 Literature Review on Forecasting Combination	/ 8
0. 4 The Question behind the Question	/ 15
0. 5 Research Foundation and Analysis Framework	/ 16
 Chapter 1 Basic Epistemology of Forecast Combination	 / 19
1. 1 Inevitable Laws, Statistical Laws and Logical Laws	/ 19
1. 2 Prediction, Foreseeing and Forecast	/ 23
1. 3 Statistical Laws and Statistical Inference	/ 26

1. 4	The Nature of Economic System and Economic Laws	/ 28
1. 5	The Knowledge Dilemmas of Economic forecast	/ 33
1. 6	Forecast Combination	/ 35
Chapter 2	Forecast Accuracy and Forecast Combination	/ 38
2. 1	The Basic Problems of Economic Forecast	/ 38
2. 2	Forecast Evaluation Method——Loss Function	/ 43
2. 3	Forecast Combination	/ 52
Chapter 3	Combining Forecasting Information	/ 72
3. 1	Combining Information	/ 73
3. 2	Index Method	/ 75
Appendix 1	Establishment of Composite Index	/ 91
Appendix 2	Establishment of KASTER Warning System	/ 94
Chapter 4	Combing Forecasting Methods	/ 97
4. 1	Methodology of Structural Forecast	/ 98
4. 2	Methodology of Non-structural Forecast	/ 105
4. 3	Combing the Methods of Non-structural Forecast	/ 117
4. 4	Combing the Structure Model and Non-structure Model	/ 121
4. 5	Micro-econometric Forecast	/ 128
Chapter 5	Combing the Forecasting Results	/ 158
5. 1	Mathematical Statistical method	/ 159

组合预测

5. 2	Regression Method	/ 163
5. 3	Programming Method	/ 166
5. 4	Simple or Complicated?	/ 167
5. 5	Mathematical Proof of Optimal Combination	/ 179
5. 6	Encompassing Test	/ 183
5. 7	Combinations of Bias forecasts	/ 189
5. 8	ECM Model and Forecast Combination	/ 193

Chapter 6 Conclusions: The Extension of Forecast

	Combination Methods	/ 196
6. 1	Applications in Prior Analysis	/ 196
6. 2	Applications in Posterior Analysis	/ 201
6. 3	Example: Population Forecast Based on Mathematical Model and Econometric Model	/ 202
6. 4	Construct Forecast Combination System	/ 229
Appendix	Introduction of Data Processing	/ 230

References	/ 235
-------------------	-------

导 论

研究背景及分析框架

第一节 问题提出：预测的不确定性和 预测的精确性

预测是关于未来的描述。经济预测是根据经济发展过程的历史和现实，综合各方面的信息，运用定性和定量的科学分析方法，提炼出经济发展过程中的客观规律，并对各类经济现象之间的联系及作用机制做出科学的分析，指出各类经济现象和经济过程未来发展的可能途径和结果。经济预测离不开两个基础假设：一是模型是现实经济（或数据生成结构）的真实代表，二是经济结构（或数据生成结构）保持相对稳定。但是，任何预测模型都不是现实经济的写真，经济体系也不停地进行演化，因此，预测的不确定性就成为客观必然。Singer 对预测不确定性来源的概括颇具哲学意味：“由于存在我们不知道我们不知道的事，未来在很大程度上是不可预知的…… 然而，基于现有的知识

水平,某些发展是可以预料的,至少是可以被想象得到的。”^① 预测的不确定性反映了预测值和实际值之间的差异。与经济预测理论的两个基础假设相对应,预测的不确定性来源于两个方面:第一,未来事件内在的不确定性,即“我们不知道我们不知道什么”;第二,预测模型本身的不确定性,“我们知道我们不知道什么”。Clemen 和 Hendry (1998) 把预测的不确定性细化为五个来源:(1) 经济结构的未来变化;(2) 模型的错误设定;(3) 预测起点基期数据的错误度量;(4) 模型参数估计得不准确;(5) 误差或扰动的累积效应。^② 其中(1) ~ (3) 项反映了预测不确定性的第一原因,这种不确定性并非人为能够控制的;而(4) 和(5) 项反映了预测不确定性的第二原因,这种不确定性是可以度量的。Ericsson (2001) 对此的解释是:这种预测的不确定性依赖于被预测的变量、用来预测的模型、决定被预测变量的经济过程、可以获得的信息以及预测期的长短^③。例如,在实践中我们往往会有这样的体会,分别对财政收入和财政支出进行预测就比直接预测财政余额精确得多(这属于被预测变量的选择问题),利用包含长短期关系的协整和 ECM 模型可以得到比仅仅使用水平方程模型更好的预测结果(这属于预测模型的选择问题)。因此,预测不确定性的第二原因也成为预测技术日益发展的原动力。

① Singer, M. (1997). Thoughts of a Nonmillenarian. *Bulletin of the American Academy of Arts and Science*, 51 (2) 36 - 51.

② Clements, M. P. and Hendry, D. F. (1998). *Forecasting Economic Time Series*. Cambridge: Cambridge University Press.

③ Ericsson, N. R. (2001). *Forecast Uncertainty in Economic Modeling*. International Finance Discussion Paper, No. 697, Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington, D. C.