

灰色经济 预测模型 及其应用



刘希强·王照明/编著
黄河出版社

责任编辑 卢建明
封面设计 戴梅海

书名 灰色经济预测模型及其应用
编著 刘希强 王照明
出版 黄河出版社
发行 黄河出版社发行部
(济南市英雄山路 19 号 250002)
印刷 章丘市印刷厂
规格 787×1092 毫米 32 开本
7.6875 印张 162 千字
版次 1996 年 7 月第 1 版
印次 1996 年 7 月第 1 次印刷
印数 1—1000 册
书号 ISBN 7-80558-747-7/F·24
定价 12.80 元

前 言

数学已广泛地应用于经济领域,许多学生也迫切要求掌握一些数学方法在经济问题研究中的应用。根据学生的要求,聊城师范学院从1993年起开设了灰色经济预测模型的选修课,该书就是在讲稿的基础上补充修改而成的。

经济系统是一个多因素、多层次、多目标的复杂系统,其中有许多因素的信息是不准确的,有些因素之间相互影响程度也是不完全确知的,所以经济系统是典型的灰色系统,可以应用灰色系统理论的方法来进行预测分析。

该书共有七章,各章力求简明地介绍灰色预测的基本知识和方法,目的是使大家了解灰色理论预测的步骤和内容,同时每个预测模型也都给出了预测实例,这可加深对模型的理解和掌握。书中吸收了我国灰色系统理论研究中的部分优秀成果,同时也包括了作者近几年的一些研究结果,如灰色动态集,变参数及灰色动态集上的GM(1,1)模型(群),广义灰色生成预测模型,灰色关联预测分析,灰色投入产出分析及灰色一阶多项式动态模型等内容。

书中只用到了普通的高等数学知识,可作为财经类及其他理科专业高年级学生的选修课教材,对理论研究者也有参考价值。

在成书过程中,我们一直得到了聊城师范学院科研处及数学系领导的支持和关怀,也得到了同事们的帮助,山东工业

大学史开泉教授对本书的出版给予了热情的鼓励；黄河出版社的领导和责任编辑做了许多工作，在此我们一并表示感谢。

本书得到了山东省高等学校中青年学术骨干、学科带头人培养对象资金资助，也得到了聊城师范学院科研基金的资助。

由于灰色系统理论的建立时间较短，加上我们的水平限制，书中会存在许多不足之处，盼望读者多提供宝贵意见。

刘希强 王照明

一九九六年四月二日

目 录

第一章 预备知识	(1)
§ 1.1 经济预测的概念.....	(1)
1.1.1 经济预测的概念.....	(1)
1.1.2 经济预测方法的分类.....	(3)
1.1.3 经济预测的步骤.....	(4)
1.1.4 经济预测的意义.....	(5)
§ 1.2 灰色经济预测模型.....	(7)
1.2.1 灰色系统理论.....	(7)
1.2.2 灰色预测模型.....	(8)
1.2.3 灰色预测模型的特点.....	(9)
§ 1.3 灰色数学基础.....	(10)
1.3.1 灰色生成.....	(10)
1.3.2 灰色 GM(1,1)模型.....	(15)
1.3.3 灰量的描述及其运算.....	(18)
§ 1.4 灰色动态集.....	(21)
1.4.1 灰色动态集.....	(22)
1.4.2 生成灰色动态数.....	(22)
1.4.3 灰距离与灰极限.....	(25)
§ 1.5 灰色预测数学模型研究的某些进展.....	(29)
第二章 灰色曲线预测模型	(35)
§ 2.1 灰色线性回归预测模型.....	(35)

2.1.1	线性回归预测模型	(35)
2.1.2	灰色代数曲线预测模型	(40)
2.1.3	灰色突变预测模型	(43)
§ 2.2	灰色自回归预测模型	(48)
2.2.1	灰色自回归 GAR(P)预测模型	(48)
2.2.2	GAR(P)模型的适用性检验	(49)
§ 2.3	灰色非线性曲线预测模型	(51)
2.3.1	可化为灰色线性模型的曲线	(51)
2.3.2	非线性预测模型的参数辨识	(54)
第三章	灰色微分方程预测模型	(60)
§ 3.1	灰色 GM(1,1)模型的进一步讨论	(60)
3.1.1	灰色 GM(1,m)预测模型	(61)
3.1.2	灰色 GM(1,1)模型群	(63)
3.1.3	预测检验	(67)
§ 3.2	灰色灾变预测模型	(69)
3.2.1	灰色序列灾变预测模型	(69)
3.2.2	灰色季节灾变预测模型的应用	(72)
3.2.3	灰色拓朴预测	(75)
§ 3.3	变参数的灰色 GM(1,1)预测模型	(79)
3.3.1	变参数的灰色 GM(1,1)预测模型	(79)
3.3.2	Basic 预测程序	(85)
§ 3.4	灰色动态集上的 GM(1,1)预测模型	(89)
3.4.1	灰元序列	(89)
3.4.2	灰色动态集上的 GM(1,1)预测模型	(90)
§ 3.5	广义灰色生成预测模型	(95)
3.5.1	广义累加生成的 GM(1,1)模型	(96)

3.5.2	灰色压缩生成建模	(98)
3.5.3	关于灰色生成选择的一点探讨	(100)
§ 3.6	灰色 GM(1,1)模型的预测检验及修正	(104)
3.6.1	预测模型的检验方法	(104)
3.6.2	残差序列的周期或半周期修正	(105)
3.6.3	尾部序列 GM(1,1)修正模型	(111)
第四章	灰色经济系统预测模型	(116)
§ 4.1	灰色经济系统预测模型	(116)
4.1.1	系统预测的步骤	(116)
4.1.2	系统预测实例	(118)
§ 4.2	变系数的灰色系统预测模型	(121)
4.2.1	变系数的灰色系统建模过程	(122)
4.2.2	变系数的灰色系统模型的应用	(125)
§ 4.3	灰色系统的预测控制模型	(127)
4.3.1	五步建模方法	(127)
4.3.2	五步建模法的应用	(130)
§ 4.4	灰色关联因素预测分析模型	(133)
4.4.1	灰色关联度	(134)
4.4.2	灰色因子集的关联度	(138)
4.4.3	灰色关联因素预测分析模型	(141)
4.4.4	灰色相关因素预测分析程序	(144)
第五章	灰色投入产出分析预测模型	(151)
§ 5.1	投入产出分析的基本概念	(151)
5.1.1	基本概念	(151)
5.1.2	投入产出表	(152)
5.1.3	投入产出模型	(153)

5.1.4	投入产出模型的应用	(158)
§ 5.2	灰色投入产出分析预测模型	(161)
5.2.1	灰色投入产出模型的建立	(162)
5.2.2	灰色投入产出模型的应用	(165)
§ 5.3	产品价格的灰色预测	(169)
5.3.1	实物型灰色投入产出模型	(169)
5.3.2	实物型灰色投入产出模型的应用	(173)
第六章	灰色概率预测模型	(177)
§ 6.1	灰色马尔柯夫预测模型	(177)
6.1.1	马尔柯夫预测模型	(177)
6.1.2	灰色马尔柯夫预测模型	(180)
6.1.3	灰色马尔柯夫预测模型的应用	(184)
§ 6.2	灰色一阶多项式动态模型及贝叶斯预测 ...	(187)
6.2.1	一阶多项式动态线性模型	(187)
6.2.2	一阶多项式(常数正态)折扣贝叶斯 模型	(191)
6.2.3	灰色一阶多项式动态模型	(193)
§ 6.3	灰色时序预测的组合模型	(196)
6.3.1	灰色 GM(1,1)模型特点的进一步 分析	(197)
6.3.2	时序 AR 模型	(198)
6.3.3	组合模型的预测及其应用	(200)
§ 6.4	组合预测模型的进一步研究	(203)
6.4.1	组合预测模型介绍	(203)
6.4.2	组合预测模型的选取	(204)
§ 6.5	熵预测分析方法及应用	(208)

6.5.1	熵的概念	(209)
6.5.2	熵预测分析步骤	(210)
6.5.3	熵预测分析的应用	(211)
第七章	预测型灰色线性规划模型	(214)
§ 7.1	预测型灰色线性规划模型	(214)
7.1.1	预测型灰色线性规划模型的求解	(214)
7.1.2	模型的应用	(216)
§ 7.2	漂移型灰色线性规划模型	(218)
7.2.1	灰色线性规划模型的黑化解法	(218)
7.2.2	灰色线性规划模型的分解解法	(221)
§ 7.3	最优经济结构预测模型	(224)
§ 7.4	经济系统的灰色盈亏平衡预测分析	(230)
7.4.1	线性成本函数的灰色盈亏预测分析	(230)
7.4.2	非线性成本函数的灰色盈亏分析	(231)
7.4.3	灰色成本函数的确定	(233)
	参考书目	(236)

第一章 预备知识

本章主要包括有关经济预测的概念及其灰色经济预测模型的概况,介绍了灰色经济预测必需的灰色数学基础理论,讨论了灰色动态集,为深入讨论灰色经济预测模型奠定基础。

§ 1.1 经济预测的概念

1.1.1 经济预测的概念

在处理经济问题的过程中,人们常常把研究对象看作一个系统。系统就是由相互作用、相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体。从系统的定义可以看出,一个系统具有四个特征,即集合性、相关性、目的性和动态性。经济系统一般具有上述特征,且根据上述特征人们对经济过程进行预测和分析。

经济预测是指在一定的经济理论指导下,以经济发展过程中收集到的统计资料和信息为依据,通过定性分析和定量计算,对未来经济系统的发展作出的推测。

从经济预测的定义知道,经济理论、信息资料、推断方法是经济预测的三要素。首先,有了可靠的经济理论作指导,才能在错综复杂的经济因素之间,分析其相互影响和相互作用的关系,为经济分析提供理论基础。其次,一个经济过程具有相对稳定性和动态性,只有得到变化过程中的准确数据资料

和有关主要信息,才能为准确地作出预测提供保障。再次,所谓推断方法就是在对有关信息加工、处理和提炼的基础上,建立适当的数学模型。这是能否正确地把握经济系统的未来演变规律的重要一环。

经济预测离不开数学模型。数学模型是指通过适当的数学方程、图象表格、程序语言及物理形式等,来说明和表达系统的构成与行为的一种抽象的科学方法。经济系统预测数学模型并不是系统本身,而是实际系统的一部分抽象,是由那些与分析问题有关的主要因素所构成的,它体现了有关经济因素之间的数量关系,是人们认识经济系统发展规律的有力工具。

信息是预测的基础。信息是人们认识自然、改造自然的重要依据。而信息具有不确定性,它的不确定性是由环境、信息的传递、人的认识局限性和测量的不准确性等因素所造成的。例如,要对明天某种蔬菜的价格进行预测,那就需要对昨天或今天的价格有所了解。有三个人买同一种蔬菜也许传给你的信息是,单价分别是 0.70 元、0.75 元和 0.80 元。从中可以了解到这样的信息,这种蔬菜的价格大约是 0.70 到 0.80 元之间。这样通过传递你得到了不完全确定的信息。我们称这类不完全确定的信息为灰色信息。正是根据所得到的灰色信息作出明天蔬菜价格预测的。由于商品价格的变化具有连续性,因此可以预测明天这种蔬菜的价格也在 0.70 元及 0.80 元左右浮动。在经济活动中,我们遇到的不确定信息可以说比比皆是,再如,某生产厂家的利润是受原材料的价格、产品销售价格、经营管理水平和生产技术等诸多不确定因素影响着的,因此厂长们常说今年的利润大约是 50 万元左右这样的灰色信

息。正是由于人们赖以预测的信息依据呈现灰色性和不唯一性,所以需要建立灰色预测模型。

灰色经济预测模型是根据灰色系统理论对经济系统所建立的预测模型。它为人们利用不确定的灰色信息认识客观经济规律提供了方法和工具。

1.1.2 经济预测方法的分类

目前经济预测方法的分类并没有统一的标准和严格的界限。如根据预测的内容和要达到的目的可分短期预测、中期预测和长期预测;宏观预测、区域预测和微观预测等等。

我们这里把预测方法分成三类:一是定性预测,二是定量预测,三是灰色预测。这种分类主要是基于预测事件的结果表现为方向性的分析、定量上的描述或二者的结合。

定性预测是根据一定的经济理论,在对经济发展的历史和现状综合分析的基础上,指出经济系统发展的未来趋向。例如,由于宏观经济环境相对宽松,受固定资产投资的拉动,生产呈加速增长趋势,种种迹象表明,我国 1993 年宏观经济环境与 1992 年相比没发生根本的变化,国民经济将保持 1992 年的发展势头。这是我国经济学者 1993 年初对 1993 年国家经济走向的定性预测。事实证明预测结果是正确的。当然预测的准确与否决定预测者所掌握的信息及所使用的预测技术等诸多因素。如果对信息的整体收集和分析不够或使用方法不当,都可能得出错误的推断及决策。如某地区根据所了解的市场行情,定性预测钢材产品将出现短缺,于是作出决策大力兴建钢铁厂,导致该地区各县纷纷投资建设小型钢铁厂。结果由于国家宏观经济政策的变化,压缩基建规模,再加上其产品质量不过关,使该地区遭受重大经济损失。定性预测方法常用

的有德尔菲(Delphi)法,它是多次通过向各类人员发调查表,然后统计、综合他们的意见得出的预测。德尔菲方法依赖于专家们的经验和各种信息资料的占有程度。

定量预测是利用历史积累数据,借助所建立的数学模型,结果表现为一定数值的预测方法,也是目前被广泛使用的方法。它基于经济系统稳定协调发展的理论,注重历史数据的综合分析,通过经济因素之间建立的数量关系定量地预测未来,其中包括时间序列预测、回归分析预测、投入产出预测、经济计量预测等模型和方法。

灰色预测是根据灰色系统理论的思想,利用定性分析和定量分析相结合的方法,对经济系统的发展所做的方向性的和定量性的综合预测。这种预测方法的优越之处在于可以处理经济系统中的不确定信息,预测的结果不像传统方法那样的数量绝对化,而是得到经济因素的某个量化范围,使决策者具有选择和协调的余地。灰色预测包括灰色代数曲线预测、灰色GM(1,1)模型预测、灰色概率预测、灰色投入产出预测等模型。

1.1.3 经济预测的步骤

在复杂的经济系统中,最常遇到的是定量预测及灰色预测,无论是定量预测,还是灰色预测,都是依赖于数学模型的预测。因此,我们着重说明利用数学模型预测的一般步骤。

(1)确定预测的目的。由于预测的目的不同,所需要的数据资料也不同,选择的预测模型也不同。只有明确了要达到的目标,才能做到有的放矢。

(2)数据资料的收集和整理。为了达到预测的目的,就必须有选择地收集相关经济因素的数据资料,对不完整的数据

资料可通过调查估值或生成进行补充,并对收集的资料进一步定性分析其特征,为选择合理的预测模型做好准备。

(3)预测模型的选择。由于预测模型是众多的,选定哪类预测模型是预测成败的关键一步。一方面要根据预测的目的、资料的特征、计算工具的特点及人力财力来选择模型。另一方面也往往借助经验或体会来挑出适当的预测模型类型。

(4)参数辨识。在选定的预测模型之中,往往有许多未知参数。一般需要依据已有的统计资料,借助数学方法和计算机求出未知参数的估计值。

(5)模型检验。因为在建立模型过程中,总是忽略了某些我们认为是次要的因素,是在一定假设条件下所建立的仿真模型。选中的因素和忽略的因素是否合理,以及辨识参数的估值代入预测模型之后能否用此模型预测都需要检验。一种检验方法是事后预测检验,即把历史资料代入模型,对过去应发生的状态值进行试预测,并把预测值和实际值相比较,分析模型的预测误差和在多大程度上反映了客观实际。另一种是数学方法检验。如数理统计中的相关值检验、t 检验等。对通不过检验的模型要进行修正和完善,或者重建模型。

(6)实际预测。利用所建立的模型,对经济系统进行实际预测和结果分析,以便为管理或决策部门提供详细的依据。

1.1.4 经济预测的意义

从本世纪 60 年代开始,经济预测模型开始成为政府公共部门和私人部门决策的主要分析工具,为科学管理水平的提高起到了积极的推动作用。

(1)经济预测的重要性。到了科学技术迅速发展的今天,人们面对的各种经济活动越来越复杂,影响经济对象的因素

也越来越多,仅靠遇事拍脑袋的决策方式已远远不能适应经济迅速发展的需要。因此,在充分占有资料的基础上,通过对信息的综合处理,运用现代化的科学方法和计算工具,分析影响经济系统的主要因素和次要因素,对未来发生的各种可能作出全面的判断,以便作出正确的对策,是经营管理者立于不败之地的根本保证,这也是人们对经济预测的重要性所达成共识的根本原因所在。

(2)经济预测是制订合理规划的基础。经济发展有其自身的客观规律性,难以想象在对市场变化和生产能力等因素没有充分地做出合理判断之前,能制订出各种切实可行的发展规划。因此,只有对所研究对象的过去、现在和将来有了比较清晰的认识,才能使所制订的规划尽可能合理,具有可操作性并达到预期的目标。而正确的认识来自于准确的经济预测。

(3)经济预测可为最优决策提供科学依据。作预测的根本目的是为决策服务的,在决策之前,总是要充分地考虑环境的变化、条件的改善及政策的变革诸多因素的影响,这些灰色因素将造成预测结果的灰色性或不唯一性。所以利用不同的预测方法也许会得到不同的预测结果,根据预测的结果也许会得到多种解决问题的可能方案,我们需要从中选择最满意的决策方案来保证经济系统的健康发展。最满意的方案能否选出来靠的是正确的预测。

(4)经济预测过程是认识经济规律的重要途径之一。对客观经济规律的认识是一个无限的过程,遵循着由简单到复杂,由浅入深,循序渐进的认识原则。预测过程本身就是对经济发展规律的认识体现,昨天预测今天,今天的现实就给出了预测效果的检验。温故而知新,总结其得失,就会对明天的预测做

的更好。这种循环往复的预测过程,促使人们认识客观经济规律的水平不断提高。

§ 1.2 灰色经济预测模型

1.2.1 灰色系统理论

灰色系统的概念是华中理工大学邓聚龙教授 1982 年提出来的。十几年来,灰色系统理论引起了国内外的极大关注,并在理论和应用上迅速发展。所谓灰色系统就是部分信息已知、部分信息未知的系统。它描述的是一类中介系统,即位于清晰(白)系统与完全不清晰(黑)系统之间的系统,是与模糊系统有联系而又不同的系统。经济系统就是典型的灰色系统。它的灰色性体现在系统层次的复杂性、经济因素关系的不确定性和指标数据信息的不完整性上。国民经济系统包括工业、农业、交通运输等许多子系统;又由各省市的国民经济子系统等形成了一个错综复杂的大系统。影响国民经济发展的因子到底有哪些?一般只列出像工业、农业等几个主要因素,至于像美国的对外经济政策、国家的经济政策变化等因素在多大程度上影响到国民经济的发展是人们难以完全确知的。对于有关的统计数据,有些是由于测量过程中造成不完整,有的是人为因素造成的不准确。因此,我们面对的经济系统是灰色系统。

灰色系统理论并不回避灰色信息的存在性,它通过对数据的生成方法来减少样本序列的随机性,为充分利用信息提供了方法。它提出了“灰数”、“灰矩阵”、“灰色统计”等一系列的新概念,为不确定性分析的研究提供了新的思想。灰色理论

中灰色关系的研究是其重要的内容之一,灰色关系是普通关系和模糊关系的进一步拓广和深化。因素之间有无关系是普通关系,有关系的程度多大是模糊关系。粮食的提价会影响到食品和副食品的价格,但它是否会波及到蔬菜的价格呢?对石油等产品的价格是否也有影响?这类关系仅用模糊关系来描述是远远不够的。这就为灰色关系的产生和发展提供了契机。灰色系统理论之所以迅速发展的原因之一,是根据灰色系统的思想建立了一系列的应用灰色数学模型。它是用连续的动态思想来处理客观世界中存在的离散现象,通过提取灰信息建模来揭示事物内部的特征和规律,为人们解决客观实际中的具体问题提供了新的技术。

1.2.2 灰色预测模型

灰色系统理论最早应用于预测的模型是灰色 GM(1,1)模型(Grey dynamic model),有关的第一本专著是邓聚龙教授的《灰色预测与决策》一书〔1〕,其中给出了“基于灰色系统理论的GM(1,1)模型的预测,称为灰色预测”的概念。书中把灰色预测分为五类,即数列预测、灾变预测、季节灾变预测、拓扑预测和系统综合预测。迄今为止,灰色系统理论的迅速发展已不仅仅局限于GM(1,1)模型的预测,像灰色代数曲线预测,灰色投入产出模型预测等方法也被提出并应用。因此,我们把“基于灰色系统理论的思想和方法所进行的预测”,称之为灰色预测。

本书主要包括下述灰色经济预测模型:灰色代数曲线预测模型,灰色动态微分方程预测模型,灰色线性规划模型,灰色投入产出预测模型,灰色概率预测模型,灰色因素的相关分析预测模型等。为了方便读者,我们既给出了上述模型的建模