

基于灰色 GM(1,1)模型的甘肃省经济结构与经济增长预测研究

白丹丹

(西安财经大学 陕西西安 710000)

摘要 本文主要运用了灰色 GM(1,1) 预测模型对甘肃省的经济结构与经济增长之间的动态关系进行了建模的拟合和预测分析,为推动经济发展和增长的有效确定及防控措施的合理制定提供一定的科学依据。文中将使用甘肃省 2003—2017 年经济结构的相关数据作为研究对象,采用灰色 GM(1,1) 模型对 2013—2017 年甘肃省地区生产总值作为训练数据,选取 2018 年甘肃省地区生产总值作为测试数据,对甘肃省未来 3 年(即 2018—2020 年)的地区生产总值进行预测。

关键词 灰色预测;GM(1,1)模型;经济高质量发展预测

一、引言

灰色系统理论是由华中理工大学邓聚龙教授于 1982 年提出并对其加以发展的。二十几年来,这一理论的应用和发展引发了不少国内外学者的广泛关注,并得到了长足的发展。目前来看,灰色系统理论已成功应用于工程控制、经济管理、未来学研究、生态系统及复杂多变的农业系统等应用中,并在这些领域取得了众多优秀的结论和成果。灰色系统理论有可能对社会、经济等抽象系统进行分析、建模、预测、决策和控制,它也有可能成为人们认识客观系统改造客观系统的一个新型的理论工具。尤其是它的对时间序列短、统计数据少、信息不完全系统的分析与建模这些独特的特点,对我们的经济发展,科技进步等产生了独特的功效,因此它也得到了社会及广大学者的广泛喜爱和应用。

在统计预测分析的过程中,最基本的预测模型为线性相关模型。针对一些规律性较强的数据来说,线性相关模型能够对此做出精确的预测。但是在实际生活中,我们得到的大多数数据或信息常常是离散的、规律性不强的数据,为了解决诸如此类的问题,线性回归法在这类统计预测中就不适用了,针对上述,我们提出了使用灰色模型预测的方法。

传统的数理统计方法有以下一些缺陷,如,对样本量数量要求较高(大样本量);要求样本有较好的分布规律和确定的发展趋势;计算过程中工作量较大;可能在计算过程中出现量化的结果与定性分析结果呈现出不一致的现象。而灰色预测则能够弥补甚至解决一些传统数理统计方法相关的缺陷。

GM(1,1)模型是目前使用人数最多并且应用最为广泛的灰色预测模型之一,该模型只需一个数列即可建立一个完整的灰色预测模型。但是,它与其他一般的统计模型相比,其最大的优点就是,灰色模型的预测对样本容量和概率分布并没有做出严格的要求,并且它的短期预测效果也是比较准确的。

灰色预测模型使用的不是原始数据模型,而是在原始数据的基础上经过计算累加或者累减生成的相关数据模型,也就是将其原始时间序列经过时间累加后形成了一系列新的时间序列,然后使用残差预测模型的一阶线性微分方程的解来对其结果做一个近似的逼近,最终就会得到我们所需要的精确预测值。上述中所提及方法中涉及数学概念里的一阶线性微分方程,一阶线性微分方程的解是一种指数函数形式来表达的。因此,当我们使用原始序列并对其做出相应的计算使其转化为一个新的时间序列时,并且这个新的时间序列中隐含指数变化规律时,此时,如若我们使用灰色 GM(1,1) 预测模型来做相关的预测,那么其预测结果无疑是会非常成功的。当然,在整个模型的预测过程中,我们为了能够提高模型的预测精度,在模型预测开始之前,使用计算来处理原始数据时,我们会首先考虑将手中已知的原始值与灰色 GM(1,1) 模型的预测值之差作为原始数列,在此基础上重新建立起一个新的预测模型,然后会得到相应的模型的残差预测值,最后将两次预测值相加,得出一个更为精确的预测结果。这样一来,我们得到的预测值的精确度也就会更为准确一些,也算是在某种意义上间接地提高了灰色模型的预测精度。

二、理论与方法的介绍

我们使用灰色预测对系统内其他含有不确定因素的系统进行一个模糊预测。并且,在使用灰色预测方法过程中,我们在做数据的预处理时,通过对系统内各个因素之间的发展趋势及其发展关系的相似程度提前做好相关的预测分析,做好预测前期的一些准备,如需要何种指标,如何划分指标,以某种形式来划分我们所需要的指标等一系列问题,都是需要我们在预测前所做好的前期。在做好相关前期准备之后,我们再进行某种程度的关联分析,并提前将我们手中的原始数据通过我们所学的统计知识对其使用相关的统计计算或者

简单的统计模型处理,对其进行一定程度的预处理之后进而寻找出各个系统之间的相关规律的变化趋势,最后会产生一系列我们所需的数据序列,并且,这些数据序列的较为明显的特征就是其规律性极强。并且在这一系列规律基础之上我们使用相关的统计知识,通过构建一定的指标体系对其建立相应的方程预测模型,进而达到我们预测事物未来发展趋势的目的。

我们将其在相等时间内观测到的并且能够反映出对象特征的一系列数据用来构造我们所需要的灰色预测模型。灰色预测模型理论以“部分信息已知、部分未知”的“小样本、贫信息”的不确定性系统作为我们所研究并观察的对象,在相关的统计研究过程中,我们可以通过已知“部分”信息来提取出对我们构建模型有价值的信息和数据,并且能够起到辅助我们对未来行为做出一定程度上的有效性预测的作用。

灰色预测一般来说分为四种类型,即灰色时间预测、畸变预测、系统预测、拓扑预测。

本文主要使用的是灰色时间预测,灰色GM(1,1)预测模型主要运用于构建灰色预测和统计决策中,其中灰色预测模型就是对时间序列变量的预测。GM(1,1)模型是使用最频繁的一种灰色模型,它是由一个单变量的一阶微分方程构成,主要用于中长期预测。

在灰色模型的预测中,灰色GM(1,1)模型不仅仅是作为研究中的一个热点问题被人们所广泛熟知,而且灰色GM(1,1)预测模型在我们生活中的应用也是较为广泛的。但时,在预测过程中,我们发现,当我们的原始数据序列是呈高度增长序列或者是数列是急剧变化状态时,GM(1,1)灰色预测模型就会存在或者呈现出其预测精度偏低甚至不精确的一系列问题。因此,众多学者对GM(1,1)模型的性质、适应范围、建模条件、优化算法、模型扩展等方面进行了深入探讨,取得了丰硕的研究成果。罗党指出背景值的构造公式是导GM(1,1)模型模拟误差及其适应性差的关键因素之一。曾祥艳等证明了文献背景值的构造方法使GM(1,1)模型的适应范围由 $a \in (-2,2)$ 拓展 $a \in (-4,2)$ 。Li等人在文章中分析了灰色GM(1,1)预测模型的参数 a 与背景值系数 β 之间的关系,并给出了GM(1,1) β 白化微分方程模型完全适合于齐次指数数列的一系列充分必要数学条件,并在文章的最后为读者们指出了上述方程的适应范围,其值为 $a \in (-\infty, +\infty)$ 。

综上所述,灰色系统理论及其相关的应用不但被广泛地使用到我们的日常生活中,也在社会及各个学科之间的发展过程中都涉及了一定的领域及其应用。并且GM(1,1)灰色预测在实际应用领域中也涉及了许多领域,比如在气象预测、地震预测、自然灾害预测、医学疾病预测等相关领域做出了许多

杰出的贡献,有关的国内学者也对此在实际应用及理论研究中做出了许多突出贡献。

当然,关于灰色预测的模型构建,我们可以采取“五步建模法”来构建本文的GM(1,1)灰色预测模型。五步建模法的步骤分别是系统定性分析、因素分析、初步量化、动态量化、结果优化。相对于一个传统的模糊预测系统来说,我们以往所使用的统计预测方法就会对其失去作用甚至是都达不到我们所期盼的预期效果。所以,一般而言,我们在处理模糊预测问题的过程中就会使用到模糊数学方法,而该方法也在一定程度上弥补了统计学在经典传统理论上的不足之处,为我们很好的解决实际问题提供了一定程度上的帮助。

三、 实证分析

经济结构的变迁是转变经济发展的方式之一,也是我国高质量发展的一个主攻方向。而经济结构是否合理化,经济发展是否存在结构性失衡,是我国高质量发展的一个重要评判标准之一。优化经济结构,促使经济结构之间的均衡协调发展,既是我们当下迫切的目标,也是我国在推动经济发展和增长方式上的一个重要动力。因此,研究甘肃省经济结构的变迁对经济增长方式的影响,特别是在习近平总书记提出的供给侧结构性改革的背景下,探讨有关经济结构的变迁规律、研究经济结构对经济增长的内在发展关系,对经济结构的均衡调整,以及实现我国经济稳定的可持续增长和经济高质量发展都有着极为重要的理论和现实意义。

由于使用灰色模型做短期预测效果极好,并且其优点之一是所需的数据量并不是很大,即,在预测过程中对样本容量的要求并没有那么的高。当然了,这也是为什么灰色预测能够被广泛使用至今的主要原因。本文是在灰色GM(1,1)模型的基础之上对甘肃省的经济结构与经济增长的动态关系及发展所做的一个短期预测研究,在查询了相关数据的基础上使用到了GM(1,1)灰色预测方法。

(一)数据来源

本文选取了甘肃省2003-2017年经济结构的相关数据,实证研究经济结构与经济增长的动态关系。本文所需数据均出自2003-2017年《甘肃统计年鉴》以及国家统计局官网、甘肃省统计局官网等,对文章所需的缺失数据我们通过求平均值、线性插值等统计学方法将其一一补齐,不存在数据方面的漏洞。

(二)经济结构指标体系构建依据

以马克思主义的经济结构和习近平总书记提出的供给侧经济结构的发展作为指导,以联合国国民经济核算体系将经济结构划分为基础,充分吸收了西方经济结构理论基础,及当代中国经济结构理论科学中的有用成分,并结合了中国的国

情,将我国实际发展情况与经济结构实战相结合,考虑到甘肃省的经济结构优化升级及高质量发展需要,由于甘肃省位置的特殊情况,省会城市及其他市区的经济发展的特殊情况,文中将甘肃省经济结构与经济增长之间的动态发展关系共同组建成了一个动态发展系统。与此同时,相关的关联度也会随着我们所构建的动态发展系统的发展不断发生变化。这个变化也能够反映出甘肃省经济结构与经济增长的动态关系,以便对其经济结构的机制进行反思,做出适当程度的宏观调控。

本文利用灰色 GM(1,1)模型,选取 2013–2017 年甘肃省地区生产总值作为已知数据,选取了 2018 年甘肃省地区生产总值作为测试数据,对甘肃省未来 3 年(即 2018–2020 年)的地区生产总值进行了预测。

使用 Python 对其灰色 GM(1,1)做出预测模型为:

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = 214582.505842e^{0.073824k} - 56077.054932 + \delta(k-1)32.326576e^{0.013243(k-1)}$$

其中:

$$\delta(k-1) = \begin{cases} 1, & k \geq 2 \\ 0, & k < 2 \end{cases}$$

由于该 GM(1,1)模型可以得到 2018–2020 年甘肃省地区生产总值预测值,并计算出残差和相对误差,其结果与真实值较为接近,误差较小,可以认为拟合效果较好。

表 1 GM(1,1)模型对甘肃省地区生产总值预测结果

年份	原始数据	最终预测	残差	相对误差(%)
2013 年	6268.01	6325.13585	0	0
2014 年	6835.27	7045.58912	-239.678674	2.050765995
2015 年	6790.32	6848.25896	560.287692	3.10650783
2016 年	7152.04	7294.35189	501.574356	4.60610332
2017 年	7677.00	7595.65842	-342.2524	1.092636084
2018 年	8246.10	8325.59421	-986.453273	3.499276026
2019 年		9235.85678		
2020 年		10259.56857		

四、结论与建议

本文在使用灰色系统理论建模的过程中的主要目的是依据了具体的灰色系统中的行为特征数据,并在此数据的基础之上,充分开发并利用了在为数不多的数据中寻求出对统计预测过程较为有用的两种信息:显性信息和隐性信息,最终的目的是为了找寻出灰色系统中因素本身之间的相互关系。所以,在灰色系统的预测过程中,我们通常会采用离散型的数据模型,然后在此基础上建立出一个完整的按时间段逐步分析的统计预测模型。但是,离散模型只能对客观系统的发展

进行短期预测分析,它可能无法适应我们从现在起所做的较为长远的分析、规划以及决策的要求。本文在灰色预测模型基础上对甘肃省的经济结构与经济增长之间的动态关系做了一个短期预测,并得出以下结论:

1. 所有制结构、社会结构、分配结构对甘肃经济增长的拉动作用较为明显,对经济增长的影响较大;
2. 投资结构、产业结构对甘肃经济增长的影响较小,拉动效应较弱;
3. 甘肃省经济规模持续扩大,产业结构不断优化升级,结构调整取得显著成效。

因此,在各项数据的理论支撑下,也希望相关政府部门及各单位能够加紧对甘肃省各项经济的发展和支

参考文献:

- [1] 吴旭晓. 基于复杂系统理论的区域中心城市内涵式发展研究[D]. 天津大学, 2011.
- [2] 刘思峰. 灰色系统理论的产生与发展[J]. 南京航空航天大学学报, 2004(02): 267–272.
- [3] 田树仁, 刘文贵, 裴祥喜. 地区电力负荷中期预测方法分析比较与应用[J]. 河北工程技术高等专科学校学报, 2004(04): 1–3+14.
- [4] 杨婷, 王玉贵, 杨丹, 袁瑞良, 方教梅, 朱洁. 基于灰色成分数据模型的医疗费用结构变动趋势预测研究[J]. 中国卫生统计, 2011, 28(01): 58–60.
- [5] 邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1986: 144–148.
- [6] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1992.
- [7] 李丽, 李西灿. 灰色 GM(1,1)模型优化算法及应用[J]. 统计与决策, 2019, 35(13): 77–81.
- [8] 罗党, 刘思峰, 党耀国. 灰色模型 GM(1,1)优化[J]. 中国工程科学, 2003, 5(8).
- [9] 曾祥艳, 肖新平. GM(1,1)模型的改进及其适用范围[J]. 系统工程, 2009, 27(1).
- [10] Li X C, Yu T, Yuan Z. Grey GM(1,1,β) Model and Its Applicable Region[J]. Grey System: Theory and Application, 2013, 3(3).
- [11] 杨嘉懿, 李家祥. 高质量发展: 新时代中国经济发展的根本要求[J]. 理论与现代化, 2018(02): 11–15.
- [12] 吕薇. 以创新引领制造业高质量发展[J]. 商业文化, 2019(23): 51–55.