

# 基于 ARMA 模型的城乡居民收入差距预测分析

## ——以安徽省为例

刘 炯, 周 敏, 伍 燕

(宣城职业技术学院 旅游商贸系, 安徽 宣城 242000)

**摘 要:** ARMA 模型是当前普遍应用的时间序列建模方法之一。选取安徽省 1980—2020 年的城乡居民收入差距数据为样本, 借助 EVIEWS9.0 软件, 针对绝对收入差距与相对收入差距先后构建 ARIMA((1,4),1,0)与 ARMA(1,3)模型, 两个模型的样本内静态预测结果均较好。分别利用所建立的两个模型, 样本外动态预测 2021—2023 年安徽省城乡居民绝对收入差距依次为 23 756.7 元、24 846.8 元与 26 094.6 元, 相对收入差距依次为 2.563 078 元、2.563 116 元与 2.563 147 元, 以期相关部门制定政策提供数据支持。

**关键词:** ARMA 模型; 城镇居民收入; 农村居民收入; 差距; 预测

中图分类号: F127

文献标志码: A

文章编号: 2097-0358(2024)1-0089-07

## 0 引言

改革开放以来, 我国 GDP 从 1978 年的 3 678.7 亿元增加到 2020 年的 1 015 986.2 亿元, 增长了 275.18 倍, 年均增长率为 14.32%, 经济增长之快令人称赞。但是, 伴随经济总量的持续增长, 一系列问题也随之出现, 其中一个突出的问题便是城乡居民收入差距, 社会各界对其高度关注, 因此研究城乡居民收入差距问题具有重要的理论价值与现实意义。作为传统农业大省与人口大省的安徽省, 如果不能有效解决城乡居民收入差距过大的问题, 不仅会掣肘乡村振兴, 而且日益扩大的收入差距将会导致更多的社会问题和经济问题。鉴于此, 本文以安徽省 1980—2020 年的城乡居民收入差距年度时间序列为样本, 试图构建 ARMA 模型 (Auto-Regressive Moving Average Model, 自回归滑动平均模型), 对安徽省城乡居民收入差距开展预测分析, 并外推预测未来三年安徽省的城乡居民收入差距, 以期对相关研究以及政策制定提供基础数据支撑。

## 1 文献回顾

理论与实践均已证实, 影响城乡居民收入差距的因素有很多, 比如农产品价格、城镇化率、就业结构、经济发展水平、金融支农效率、财政支农比率、人均受教育年限等<sup>[1-3]</sup>, 随着时间的推移, 其中的绝大部分因素都在不停的变化, 全部因素最终综合地影响相应年度的城乡居民收入差距, 并由最终的城乡居民收入差距综合地反映出来。历年的城乡居民收入差距实际上就是一个综合地体现各种因素的时间序列, 以序列本身历史数据的变化规律为基础而不必以经济理论为依据, 也无需考虑城乡收入差距的诸多影响因素, 只需利用《统计学》与《计量经济学》方法构建合理的模型, 便可对其展开短期趋势预测分析<sup>[4]</sup>。

当前, 较多的方法可对时间序列进行预测, 主要有回归分析法、指数平滑法、灰色分析法、神经网络法、ARMA 模型以及各种方法的组合等。ARMA 模型需要的数据量不是很多, 计算起来也十分方便, 结果的可靠性受时间序列平稳性影响, 不足之处是该方法只适宜短期预测, 不适用于中长期预测<sup>[5]186-206</sup>。华勇选取 1978—2010 年我国城乡居民收入数据拟合 ARMA 模型的研究指出, 2011—2014 年我国城乡居民收入差距将会继续扩大, 提出了缩小城乡居民收入差距的相关建议。<sup>[6]</sup>陈兵建等以甘南州 2000—2010 年的年度数据

收稿日期: 2023-02-22

基金项目: 安徽省高校人文社会科学研究重点资助项目(SK2021A0991); 宣城职业技术学院人文社会科学研究项目(SK202201、ZXTS202103、ZXTS202105)

作者简介: 刘炯(1974—), 男, 安徽合肥人, 宣城职业技术学院旅游商贸系副教授, 硕士。

为基础建立 ARMA 模型,并用 2011—2015 年的实际值加以验证,结果表明模型预测精度较高,利用该模型对甘南州未来三年的城乡居民收入差距进行短期动态预测发现,2016—2018 年城乡居民收入相对差距将不断缩小,但绝对差距会逐年拉大。<sup>[7]</sup>吴琴采用湖北省 1991—2019 年的年度时间序列数据构建了 ARIMA 模型,由于其预测值与观测值之间的平均绝对百分误差较小,因而预测精度较高,使用该模型外推预测了该省 2020—2022 年的城乡居民收入差距,可知绝对收入差距将会进一步扩大,相对收入差距有所缩小但幅度不大。<sup>[8]</sup>

综观已有文献可知,全国以及各省域范围均存在城乡居民收入差距问题,运用 ARMA 模型对该课题的研究成果也是颇为丰富,然而有关安徽省城乡居民收入差距的预测分析尚有些许欠缺。为此,本文以安徽省为研究对象,选取 1980—2020 年的年度时序数据,构建 ARMA 模型预测分析安徽省城乡居民收入差距,以期为该省缩小城乡收入差距提供智力支持。

## 2 安徽省城乡收入差距现状分析

本研究预测分析安徽省城乡居民收入差距,按照大多数学者的做法,收入指标以城镇居民可支配收入(disposable income of urban residents, UDI)与农村居民可支配收入(disposable income of rural residents, RDI)表示,1980—2020 年安徽省城乡居民收入及其差距数据如表 1 所示。

表 1 安徽省城乡居民收入差距

项目	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
UDI	398	425	453	488	559	634	815	925	1 075	1 248	1 355	1 485	1 796	2 234
RDI	185	246	269	305	323	369	397	429	486	516	539	446	574	725
AG	213	179	183	184	236	264	418	496	589	732	815	1 039	1 222	1 509
RG	2.15	1.72	1.68	1.60	1.73	1.72	2.05	2.15	2.21	2.42	2.51	3.33	3.13	3.08
项目	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
UDI	3 036	3 795	4 512	4 599	4 770	5 064	5 293	5 669	6 032	6 778	7 511	8 471	9 771	11 474
RDI	973	1 303	1 608	1 809	1 863	1 900	1 935	2 020	2 118	2 127	2 499	2 641	2 969	3 556
AG	2 062	2 493	2 905	2 790	2 907	3 164	3 359	3 649	3 915	4 651	5 012	5 830	6 802	7 917
RG	3.12	2.91	2.81	2.81	2.56	2.67	2.74	2.81	2.85	3.19	3.01	3.21	3.29	3.23
项目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
UDI	12 990	14 086	15 778	18 606	21 024	23 114	24 839	26 936	29 156	31 640	34 393	37 540	39 442	
RDI	4 202	4 504	5 285	6 232	7 161	8 098	9 916	10 821	11 720	12 758	13 996	15 416	16 620	
AG	8 787	9 581	10 503	12 374	13 863	15 016	14 923	16 115	17 436	18 882	20 397	22 124	22 822	
RG	3.09	3.13	2.99	2.99	2.94	2.85	2.50	2.49	2.49	2.48	2.46	2.44	2.37	

在表 1 中,城乡居民收入差距包括绝对收入差距与相对收入差距。其中,绝对收入差距由城乡居民收入之差得到,简记为 AG,其一阶差分表示为  $\Delta AG$ ;相对收入差距则为城乡居民收入之比,简记为 RG。1980 年以来,安徽省社会经济快速发展,城乡居民可支配收入持续增长。1980—2020 年的 41 年间,城镇居民可支配收入由 398 元增加到 39 442 元,增长了 98.1 倍,农村居民可支配收入由 185 元增加到 16 620 元,增长了 88.8 倍,城乡居民绝对收入差距由 213 元增加到 22 822 元,相对差距也有 2.15 倍扩大到 2.37 倍,城乡居民收入差距进一步加大。

从城乡居民绝对收入差距来看,1980 年为 213 元,2020 年为 22 822 元,整个样本区间的 1980—2020 年,除了少数年份,其余年份都是在不断增长,尤其是从 2000 年开始,差距值呈现严格的单调递增,故而差距越来越大。从城乡居民相对收入差距来看,城乡居民收入比表现为“缩小—扩大—缩小—扩大—缩小”的发展态势,具有明显的波动性。究其原因,发轫于安徽省凤阳县小岗村的以家庭联产承包责任制为主的农村改革从 1978 年开始在广大乡村地区逐步展开,调动了农民的积极性,解放了农村生产力,农民收入增长较快,1980 年代前期的城乡收入差距得以逐渐缩小。从 20 世纪 80 年代中后期,经济改革的重心由农村转向城市,带动城镇居民收入大幅度提升,而家庭联产承包责任制 1985 年以后业已基本稳定,由于承包户经营规

模过小,农业科技与大型机械难以应用与推广,农业生产效益长期停滞不前,尤其是 20 世纪 90 年代初期农产品价格持续下跌,农村经济增长后劲不足,农民收入增加缓慢,城乡差距扩大趋势明显。1994 年之后,随着改革开放的不断深入与城镇化的不断发展,农民进城经商与务工的机会大增,再加上这一时期农产品价格上涨,城乡收入差距一度出现缩小的趋势。但是,随着国有体制改革的逐步推进和社会保障制度的逐步完善,城镇居民收入有了很大的提高,导致城乡收入差距再度扩大。2010 年以来,国家与地方政府出台了一系列强农惠农富农政策,包括取消农业税、医疗与教育改革等,尤其是乡村振兴战略的实施,推动农民收入不断增长,城乡收入差距呈现显著的下降趋势,但仍然在高位徘徊。

### 3 基于 ARMA 模型的预测分析

#### 3.1 模型说明

ARMA 模型,即自回归移动平均模型,由博克斯(C.P.Box)与詹金斯(G.M.Jenkins)于 1970 年共同创立,包括自回归模型 AR 与移动平均模型 MA 两个部分。在  $p$  阶自回归模型 AR( $p$ )中,序列的任意一个观测值均可以其之前  $p$  个值的线性组合与一个随机扰动项来表示: $Y_t = \mu + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$ ,其中, $Y_t$  为时间序列的任一观测值, $\mu$  是序列均值, $\beta$  是权重, $\varepsilon_t$  是随机扰动项;在  $q$  阶移动平均模型 MA( $q$ )中,序列的每一个观测值都可用它前面的  $q$  个残差的线性组合来表示: $Y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$ ,其中, $\varepsilon_t$  是预测残差项, $\theta$  是权重;AR 与 MA 的混合即 ARMA( $p, q$ )模型: $Y_t = \mu + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$ ,即序列的每一个观测值用过去的  $p$  个观测值和  $q$  个残差的线性组合来表示。ARMA 模型只适用于平稳的非白噪声序列,对于非平稳时间序列,经由  $d$  阶差分后转化为平稳序列,可采用自回归综合移动平均模型 ARIMA( $p, d, q$ ),因而,ARIMA 模型与 ARMA 模型建模过程的唯一相异之处在于建立 ARIMA( $p, d, q$ )模型之前需要对序列进行  $d$  阶差分处理。

$p$  与  $q$  值的确定是建立 ARMA 模型过程中最为关键的一环,通常借助观察 ACF(自相关)与 PACF(偏自相关)函数图形予以判定。若函数图形存在递减状态或者表现为正弦函数形状,则其具有“拖尾”性质,若(偏)自相关系数在某一阶之前不为零,这一阶之后明显为零,则其具有“截尾”性质。如果平稳时间序列 ACF 函数拖尾,而 PACF 函数截尾,可判定适用于 AR( $p$ )模型;如果平稳时间序列 ACF 函数截尾,而 PACF 函数拖尾,便判定适用于 MA( $q$ )模型;如果平稳时间序列 ACF 与 PACF 函数皆拖尾,则判定适用于 ARMA( $p, q$ )<sup>[9]235</sup>。

ARMA 模型作为一种经典的时间序列计量预测模型,只要变量随着时间呈现某种变化趋势即可运用,而不必顾及变量的影响因子;只要建模过程中的每个步骤都合乎逻辑推理,建立的模型就是合理的,其预测结果就有效。安徽省城乡收入差距是一种时间序列,其发展具有明显的趋势性,因此,可以使用 ARMA 模型进行短期趋势预测分析。

#### 3.2 序列平稳性检验

时间序列平稳是计量分析的基础,也是建立 ARMA 模型的前提,否则就会出现虚假回归。所以,首先运用 EViews9.0 软件,采用 ADF 方法,由软件依据 AIC(赤池信息准则)与 SC(施瓦次信息准则)原则自动挑选最优滞后阶数,检验安徽省城乡居民收入差距序列是否平稳。检验结果如表 2 所示。

表 2 安徽省城乡居民收入差距序列 ADF 检验

检验变量	检验类型	ADF 统计量	1%临界值	5%临界值	10%临界值	p 值
AG	(C, T, 0)	0.712 8	-4.205 0	-3.526 6	-3.194 6	0.999 5
	(C, 0, 0)	7.25 46	-3.605 6	-2.936 9	-2.606 9	1.000 0
$\Delta$ AG	(0, 0, 0)	11.488 3	-2.624 1	-1.949 3	-1.616 8	1.000 0
	(C, T, 0)	-4.569 2	-4.211 9	-3.529 8	-3.196 4	0.004 0
RG	(C, T, 0)	-1.065 2	-4.205 0	-3.526 6	-3.194 6	0.922 4
	(C, 0, 3)	-2.975 9	-3.621 0	-2.943 4	-2.610 3	0.046 5
	(0, 0, 0)	-0.090 7	-2.624 1	-1.949 3	-1.616 8	0.646 3

ADF 检验有三种检验形式,即带截距项和趋势项、带截距项不带趋势项、不带截距项与趋势项,如果三

种检验形式都不平稳,则序列不平稳;只要其中有一种检验形式平稳,即可判定序列是平稳的。表 2 显示,序列 AG 三种检验形式的  $p$  值都大于 0.10,所以不能拒绝存在单位根的原假设,因而序列 AG 不平稳。一阶差分处理后,  $\Delta AG$  在(C,T,0)检验形式下,ADF 统计量-4.569 2 小于 1%临界值-4.211 9,且  $p$  值 0.004 0 小于 0.01,拒绝原假设,故而一阶差分序列在 1%显著水平平稳<sup>[10]</sup>,因此可以对序列 AG 建立 ARIMA( $p, 1, q$ )模型,该模型中的  $d$  为 1。由表 2 还能看出,序列 RG 在(C,0,3)检验形式下的统计量-2.975 9 小于 5%临界值-2.943 4, $p$  值 0.046 5 小于 0.05,拒绝存在单位根的原假设,可以判定其在 5%显著水平平稳,因而可以对其建立 ARMA( $p, q$ )模型。

### 3.3 模型建立

ARIMA( $p, d, q$ )模型的建立,确定阶数  $p, q$  是最为重要的一个环节,可以根据序列的自相关系数图与偏自相关系数图的截尾和拖尾阶数来确定。在小样本的情况下,序列的偏自相关图与自相关图同理论上的偏自相关系数与自相关系数之间存在着较大的差异,增加了识别  $p, q$  阶数的困难,同时由于拖尾与截尾具有不明确性,因而在模型识别阶段往往尝试多选择几种模型,一般依据 AIC 与 SC 原则选取 AIC 与 SC 数值最小的模型为较优的模型,并综合考量其他统计量<sup>[11]148-156</sup>。因此,博克斯认为构建 ARMA 模型是一门艺术。为了明确 ARIMA( $p, 1, q$ )模型中的另外两个参数  $p$  与  $q$  的数值,需首先作出  $\Delta AG$  序列的(偏)自相关图,如图 1 所示。

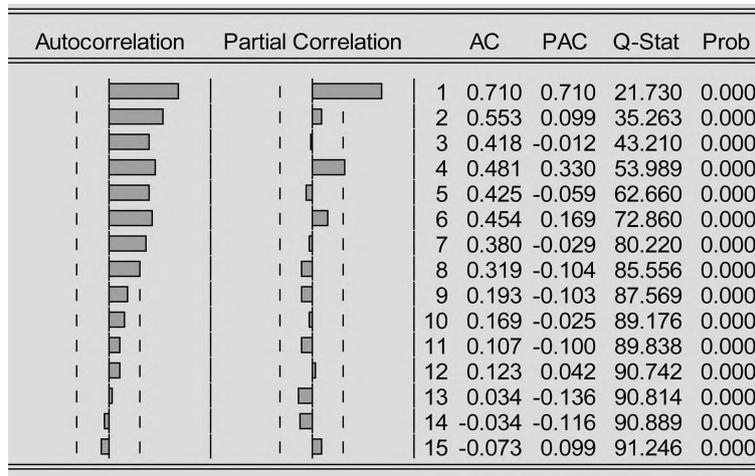


图 1 序列  $\Delta AG$  的自相关图

由图 1 可以看出, $p$  值都小于 0.05,说明序列  $\Delta AG$  为非白噪声序列,具有相关性,存在一定的规律可循,具备研究价值。偏自相关系数在滞后 4 阶后趋于零,自相关系数在前 7 阶均超过 95%的 2 倍标准差范围,第 8 阶在 2 倍标准差边缘,第 9 阶开始全部衰退至 Bartlett 置信水平带内,因而可以认为偏自相关系数滞后 4 阶截尾,自相关系数滞后 8 阶拖尾,尝试建立 ARIMA(4, 1, 0)模型;或者自相关系数滞后 8 阶截尾,偏自相关系数滞后 4 阶拖尾,也可以尝试建立 ARIMA(0, 1, 8)模型;或者自相关系数滞后 8 阶拖尾,偏相关系数在滞后 4 阶拖尾,还可以尝试建立 ARIMA(4, 1, 8)模型。各模型的主要指标如表 3 所示。

表 3 ARIMA 模型指标系数

模型指标	ARIMA(4, 1, 0)	ARIMA((1, 4), 1, 0)	ARIMA(0, 1, 8)	ARIMA(4, 1, 8)
AIC	14.863 6	14.800 0	14.922 2	15.049 8
SC	15.117 0	14.969 2	15.344 4	15.641 0
F-Stat	10.746 5	17.751 0	8.290 7	6.271 5
Prob(F-stat)	0.000 003	0.000 000	0.000 004	0.000 037

由表 3 可知,在对安徽省城乡居民绝对收入差距建立的四个模型中,ARIMA((1, 4), 1, 0)模型的 AIC 和

SC 值最小, F-stat 值最大,  $p$  值也是最小, 因此, 我们选择 ARIMA((1,4),1,0)模型作为四个模型中的最优模型。利用最小二乘法 OLS 可得较优的 ARIMA((1,4),1,0)模型, 其具体的方程可以表述为:  $\Delta AG_t = 569.656 0 + 0.558 8 \Delta AG_{t-1} + 0.334 7 \Delta AG_{t-4}$ , 模型估计结果的 F-stat 为 17.751 0,  $p$  值为 0.000 000, 非常得小, 说明模型整体上拟合效果非常好, 模型整体上是显著的。

### 3.4 模型的适应性检验

模型参数估计之后, 需要进一步进行适应性检验, 于是对模型的残差序列执行白噪声检验, 如果残差序列为非白噪声序列, 说明模型尚有一些相关信息未被提取, 应当对模型加以改进。在 ARIMA((1,4),1,0)模型界面下, 输入 EViews 相关命令获得残差序列, 其(偏)自相关图如图 2 所示。

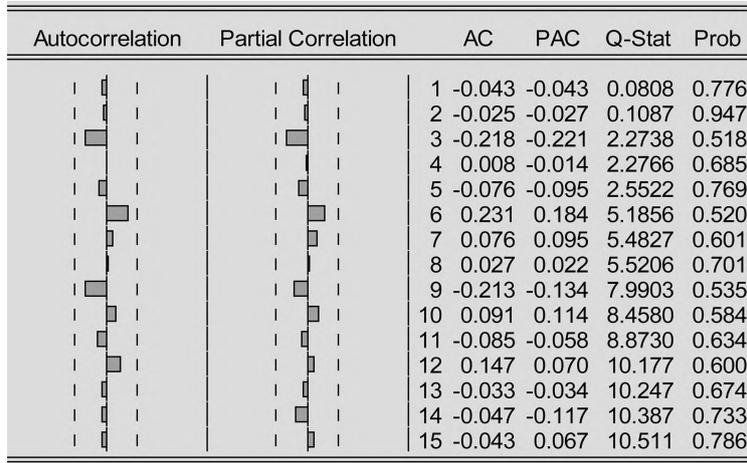


图 2 残差序列的(偏)自相关图

图 2 显示, 模型残差的自相关系数皆位于 95% 的置信区间之内, 滞后各阶的  $q$  统计量的  $p$  值全部远远大于 0.05 的显著性水平, 故而不能拒绝原假设, 即残差序列为白噪声序列, 亦即残差序列不存在自相关, 意味着 ARIMA((1,4),1,0)模型的残差项几乎不存在有效信息可供提取, 是以该 ARIMA((1,4),1,0)模型显著有效, 可以用来实施预测分析。

### 3.5 模型预测

模型预测方法通常分为静态预测与动态预测两种。每预测一次, 都采用实际值代替预测值滚动地向前一步进行预测, 是为静态预测, 它只能就样本内或样本外一期数据展开预测; 而所谓动态预测, 每一次的预测都使用之前的预测结果推求新的预测值, 预测期数越长累积的误差就越多, 该方法适用于样本外预测。由此可知, 静态预测的主要作用在于检验模型的拟合效果, 而对样本外一段时期的数据预测则需采用动态预测。如果静态预测值和实际数据吻合度较高, 则说明模型的预测精度较高, 那么动态预测值就有着较高的可信度<sup>[12]7-39</sup>。

为了测试模型的预测精度, 利用构建的 ARIMA((1,4),1,0)模型对安徽省城乡居民绝对收入差距数进行样本内静态预测分析。最近十年的预测结果如表 4 所示。

表 4 ARIMA((1,4)1,0)模型样本内预测值与实际值比较

年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
预测值	11 452.0	13 771.3	15 021.4	16 030.0	15 557.0	17 340.4	18 620.8	19 719.2	21 703.4	23 591.8
实际值	12 374	13 863	15 016	14 923	16 115	17 436	18 882	20 397	22 124	22 822
误差率	-0.074 5	-0.006 6	0.000 3	0.074 2	-0.034 6	-0.005 5	-0.013 8	-0.033 2	-0.019 0	-0.033 7

表 4 中的误差率是相对误差, 定义为预测值减去实际值的差值再除以实际值的比率, 用以衡量模型的预测误差。为了消除正负数相互抵消的影响, 加总求和 2011—2020 年各年的误差率绝对值, 进一步求得十年的平均误差率为 2.95%, 远小于公认的预测精度临界值 10%, 表明预测误差较低, 因而该模型预测精度较

高,预测效果较好。将样本期扩展至 2023 年,使用该模型对 2021—2023 年的安徽省城乡居民收入绝对差距进行样本外动态预测,结果顺次为 23 756.7、24 846.8 与 26 094.6 元。

同理,作出平稳序列 RG 的(偏)自相关图,考察 ACF 与 PACF 拖尾与截尾状况,建立并比较 ARMA(1,3)、ARMA(1,4)、ARMA(2,3)、ARMA(2,4)、ARMA(3,3)与 ARMA(3,4)等多种模型,以 AIC 与 SC 原则为依据并结合其他统计量,选取 ARMA(1,3)模型为较优模型,该模型通过整体显著性检验与适应性检验,使用该模型对 2011—2020 年最近十年的安徽省城乡居民相对收入差距实施样本内静态预测。预测结果如表 5 所示。

表 5 ARMA((1,3)模型样本内预测值与实际值比较

年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
预测值	2.916 5	2.929 3	2.884 3	2.819 3	2.493 2	2.412 1	2.435 5	2.515 7	2.500 9	2.448 3
实际值	2.985 5	2.935 9	2.854 4	2.504 9	2.489 2	2.487 7	2.480 0	2.457 3	2.435 1	2.377 1
误差率	-0.023 1	-0.002 2	0.010 5	0.125 5	0.001 6	-0.030 4	-0.018 0	0.023 8	0.027 0	0.031 6

由表 5 经过简单的代数运算可得,2011—2020 年的平均误差率为 2.94%,远小于 10%,说明该模型预测误差较低、预测精度较高、预测效果较好。扩大样本期至 2023 年,使用该模型对 2021—2023 年的安徽省城乡居民收入相对差距进行样本外动态预测,预测结果顺序为 2.563 078、2.563 116 与 2.563 147 元。

#### 4 结束语

本文选取 1980—2020 年为样本区间,运用 ARMA 模型对安徽省城乡居民收入差距进行预测分析。对于绝对收入差距来说,所构建的 ARIMA((1,4),1,0)平均误差率为 2.95%,模型预测精度较高,运用该模型预测安徽省 2021—2023 年的城乡居民绝对收入差距依次为 23 756.7、24 846.8 与 26 094.6 元,预测结果显示,未来三年安徽省的城乡居民收入差距将进一步拉大。对于相对收入差距来说,所建立的 ARMA(1,3)模型平均误差率为 2.94%,模型预测精度也较高,运用该模型预测安徽省 2021—2023 年的城乡居民相对收入差距依次为 2.563 078、2.563 116 与 2.563 147 元,预测结果表明,未来三年安徽省城乡居民相对收入差距上升幅度极小,但是仍然在高位徘徊。由此可见,未来几年安徽省城乡居民收入差距问题依然比较突出。因此,实现城乡经济协调均衡发展,多渠道提升农村居民收入水平,积极扭转城乡居民绝对收入差距不断增大的发展态势,是当前安徽省经济发展中亟需解决的一个重要问题。

#### 参考文献:

- [1]李超,商玉萍.我国城乡收入差距影响因素分解与门槛效应研究[J].西部论坛,2017(9):37-46.
- [2]王立平,王翠萍.中国城乡收入差距影响因素分析——基于 EBA 模型的实证研究[J].世界农业,2018(5):110-116.
- [3]张华.西部开发降低了城乡收入差距吗?——来自断点回归的证据[J].经济学报,2020(6):162-193.
- [4]蔡承智,王芳,莫洪兰,等.基于 ARIMA 模型的我国油菜单产预测分析[J].中国农业资源与区划,2018(1):71-76.
- [5]杜江,李恒,贾文.计量经济学及其应用[M].北京:机械工业出版社,2016.
- [6]华勇.基于 ARMA 模型的城乡居民收入差距分析和预测[J].商业时代,2013(34):6-7.
- [7]陈兵建,卢志辉,陈鹏伟.基于 ARMA 模型的甘肃民族地区城乡居民收入差距预测与分析——以甘南州为例[J].萍乡学院学报,2017(8):23-30.
- [8]吴琴.基于 ARIMA 模型的城乡居民收入差距预测分析——以湖北省为例[J].哈尔滨学院学报,2021(7):31-34.
- [9]张晓峒.计量经济学[M].北京:清华大学出版社,2017.
- [10]刘炯,董军.非正规金融与农民收入关系的实证分析[J].常州工学院学报,2021(1):61-67.
- [11]马慧慧,郭庆然,丁翠翠.EVIEWS 统计分析与应用[M].北京:电子工业出版社,2016.
- [12]周水道,王会琦,吕王勇.时间序列分析及应用[M].北京:高等教育出版社,2015.

(责任编辑:范可旭)

## Forecast Analysis of Urban–Rural Residents’ Income Gap Based on ARMA Model

—Taking Anhui Province as an Example

LIU Jiong, ZHOU Min, WU Yan

(Department of Culture and Tourism, Xuancheng vocational & Technical College, Xuancheng 242000, China)

**Abstract:** ARMA model is one of the commonly used time series modeling methods presently. The urban–rural residents’ income gap in Anhui Province from 1980 to 2020 is selected as a sample, and with the help of EVIEWS9.0 software, ARIMA ((1, 4), 1, 0) and ARMA (1, 3) models are successively constructed for the absolute income gap and the relative income gap, and the in–sample static prediction results of the two models are better. Using the two models established respectively, the out–of–sample dynamics predicts that the absolute income gap between urban and rural residents in Anhui Province in 2021–2023 will be 23,756.7, 24,846.8 and 26,094.6 Yuan in turn, and the relative income gap will be 2.5630 78, 2.563 116 and 2.563 147 in turn, with a view to providing data support for the relevant departments to formulate policies.

**Key words:** ARMA model; urban residents’ income; rural residents’ income; gap; forecasting

(上接第 43 页)

## Congestion Risk Assessment of a Waterway Hub Based on Matter–element Model

ZHANG Peng<sup>1</sup>, JIE Jia<sup>2</sup>

(1. Automotive and Aviation Institute, Hubei Communications Technical College, Wuhan 430079, China;

2. Division of Ship Construction Survey, Wuhan Branch, China Classification Society, Wuhan 430022, China)

**Abstract:** As an important part of constructing a comprehensive transport system, the level of congestion assessment of a waterway hub will provide decision basis for smooth and safe operation of the whole waterway. It focuses on the waterway hub that is likely to occurs the risk of congestion anytime, systematically analyzes the influential factors related to it. Through the establishment of matter–element model, the regional correlation function analysis method and hierarchical analysis method are applied to assess the congestion of the hub, based on which the corresponding countermeasures are formulated to improve the efficiency of the transit, which can effectively guarantee the smooth flow and ship safety in the process of the operation.

**Key words:** hub; matter–element model; hierarchical analysis