

小波变换-指数平滑法预测西藏畜牧业产值

舒服华

(武汉理工大学继续教育学院,湖北 武汉 430070)

摘要:运用小波变换和指数平滑法相结合对西藏畜牧业产值进行了预测。首先对原始时间序列进行小波变换,通过信号重构去除原始信号中的噪声信号,然后利用3次指数平滑法对无噪声信号进行预测,最后将指数平滑法的预测值与噪声信号相加,还原对原始时间序列的预测。结果显示:小波变换-指数平滑法的平均误差为0.7156%,比传统3次指数平滑法的平均预测误差1.4995%减小了52.2774%,由模型预测得到2023年西藏自治区畜牧业产值为142.7028亿元。

关键词:西藏;畜牧业;产值;预测;小波变换;指数平滑

中图分类号:S82

文献标志码:A

Prediction of Animal Husbandry Output of Tibet Autonomous Region Based on Wavelet Transform and Exponential Smoothing Method

SHU Fuhua

(School of continuing education, Wuhan University of Technology, Hubei Wuhan 430070, China)

Abstract: The combination of wavelet transform and exponential smoothing method was used to predict the output value of animal husbandry in Tibet autonomous region. Firstly, the original time series is subjected to wavelet transform, and noise signals are removed from the original signal through signal reconstruction. Then, the noiseless signal is predicted using the cubic exponential smoothing method. Finally, the predicted value of the exponential smoothing method is added to the noise signal to restore the prediction of the original time series. The results show that the average error of the wavelet transform and exponential smoothing method is 0.7156%, which is 52.2774% less than the average prediction error of the traditional cubic exponential smoothing method of 1.4995%. This model predicted that the output value of animal husbandry in 2023 in Tibet autonomous region will be 14.27028 billion yuan.

Key Words: Tibet; animal husbandry; output value; prediction; wavelet transform; exponential smoothing

畜牧业是农业的重要组成部分,在发展现代农业中具有重要的地位。畜牧业在确保国内食物供应稳定和安全方面,为居民提供肉、奶、蛋类等动物性食品,改善老百姓的餐桌,丰富居民“菜篮子”,提高人民生活水平等方面发挥重要的作用^[1]。除此之外,由于畜牧业品类多、规模大、链条长,对促进农业结构优化升级,推动农业现代化发展,促进农牧区经济发展,增加农牧民收入,实现共同富裕等方面也具有重要意义。总之,畜牧业是农村基础性、支撑性产业,大力发展现代畜牧业,对稳定肉、蛋、奶市场供应,确保居民“菜篮子”需求,提高农业生产效率,助力乡村振兴,建设农业强国等都具有极其重要作用。随着我国经济持续快速发展,人们

生活水平的不断提高,对畜牧业产品的需求日益增加,推动了我国畜牧业快速发展。西藏自治区位于我国西南边陲,尚属于经济欠发达地区,是国家西部大开发的重要阵地。西藏自治区地域广袤,地广人稀,是我国传统游牧区,畜牧养殖业有着悠久的历史,主要是因为西藏地处高原,世界屋脊,气候寒冷,不适合大多数农作物的生长,种植业受到一定的限制。但西藏地区水资源充沛,日照充足,草甸浩瀚,山泉密布,溪流纵横,树木稀少,牧草肥沃。这些得天独厚的地理自然环境条件,非常适宜发展畜牧业,决定了西藏的农业生产特点是以畜牧养殖业为主,畜牧养殖业不仅在第一产业的比重长期超过一半,并且比例还在逐年进一步提高,长期成为西藏经济发展的支柱产业,在国民经济中具有举足轻重的地位。同时,藏族属于游牧民族,藏族同胞以草为业、以畜为生,辛勤劳作,积累了丰富的畜牧

收稿日期:2023-09-06

作者简介:舒服华(1964-),男,博士,教授,主要从事计量经济学研究,E-mail:cannon777@126.com。

生产经验,造就了畜牧业最具地方特色的传统古老产业。畜牧养殖业在西藏既是具有竞争力的优势产业,也是绝大多数农民生存的依靠。无论从自然气候、饲料资源、社会经济条件等方面,都确立了畜牧业在西藏经济发展中的重要地位。在新的历史时期,畜牧业更是对推动产业扶贫,激发乡村振兴活力,带动农民增收致富,促进地方经济繁荣都具有不可替代的作用。近些年,西藏自治区高度重视畜牧业的发展,全面落实国家各项强农、惠农、富农政策,以大力发展高原畜牧业为抓手,加强畜牧业科技支撑体系建设,建立科技创新平台,推动关键核心技术攻关突破,加强畜牧科研成果转化,加快畜禽种业的发展,提升畜牧业科技服务水平,探索出一条符合西藏自然环境资源的畜牧业发展之路,创立了一批具有高原特色的牦牛、藏羊畜牧业龙头企业 and 产品品牌,坚持畜牧业的特色化、高端化、集约化、科技化、生态化、可持续化发展,取得了可喜的成绩。为巩固提升脱贫攻坚成果,促进共同富裕,实现乡村振兴提供了强有力的支撑,为西藏安定、边疆稳定作出了重要贡献。畜牧业是西藏农村地区居民收入的主要来源,是保障牧民生活、提高牧民经济效益的重要手段。

发展农区畜牧业符合西藏的自然经济规律,符合农牧民群众的根本利益。客观预测西藏自治区畜牧业产值,制订畜牧业发展战略规划,进一步发挥当地自然优势,打造具有本地特色畜牧养殖和畜牧产品品牌,推动畜牧业向集约化、规模化方式转型升级,向科学、现代的方向发展,实现乡村振兴等具有深远的意义。指数平滑法是一种重要的时间序列预测法,其基本原理是历史观测值的加权和作为当期的预测值,且不同时期的数据给予不同的权数,旧数据赋予较小的权数,新数据赋予较大的权数,提高近期数据在预测中的重要程度,并对历史中的畸点或异常等偶然性数据进行修正,在许多领域得到了广泛的应用^[2-7]。但如果时间序列分布过于复杂时,指数平滑法“修匀”作用有限,预测效果仍然欠佳。小波变换可将原始信号分解成一系列的尺度函数和小波函数,以便对原始信号的局部特点进行更好分析。小波变换的另一个重要作用就是滤波。原始信号通过小波分解后,再进行信号重构,可滤去其中的噪声信号,使原始信号分布光滑并保留其真实特征,以便于更好揭示原始信号的变化规律,广泛应用于各种领域^[8-12]。由于西藏自治

区畜牧业产值组成的时间序列分布较为复杂,因此,运用小波变换和指数平滑法相结合对其进行预测。

1 小波变换-指数平滑法

运用小波变换-平滑指数法来预测时间序列的基本思想是:首先利用小波变换对原始时间序列进行分解和滤波,得到无干扰、分布较为平滑的时间序列,然后利用平滑指数法对新生成的时间序列进行预测,除去了噪声信号,能够有效提高对时间序列的预测精度。

1.1 小波变换

小波变换的基本原理是就是运用一簇小波函数来近似表示某一函数。即将原始函数进行小波分解,将其分解为一个低频的逼近函数和一个高频的细节成分(小波系数)。原始函数可以进行多层小波分解,具体过程如下:设有原始信号 $f(t)$ 经过第一层分解后,分解成低频逼近函数 a_1 和高频细节成分 d_1 两部分;再对逼近函数 a_1 进行第二层分解,分解成逼近函数 a_2 和细节成分 d_2 ,以此类推,经过 n 层分解,原始信号 $f(t)$ 被分解成为最高层的一个逼近函数 a_n 和 n 个细节成分 d_1, d_2, \dots, d_n ,于是, $f(t)$ 经过 n 层分解后可近似表示为^[7-8]:

$$\hat{f}(t) = a_n + \sum_{i=1}^n d_i \quad (1)$$

噪声信号通常包含在较低层的细节成分之中。

1.2 小波变换去噪

小波变换去噪主要通过对原始信号小波分解,而后进行信号重建,舍去噪声信号,保留有价值信号来实现。设原始信号 $f(t)$ 经过 n 层小波分解后,分解成逼近函数 d_n ,以及细节成分 d_1, d_2, \dots, d_n 。由于噪声信号主要包含在低层的细节成分里,将它们舍去,则重构的去噪信号可表达为:

$$\hat{f}_0(t) = a_n + d_i + d_{i+1} + \dots + d_n \quad (2)$$

式中, d_i 为保留的最高层细节充分,其主要取决于噪声信号的大小和去噪精度要求。

1.3 指数平滑法

指数平滑法原理是:任一期的指数平滑值都是本期实际观察值与上一期指数平滑值的加权平均。根据平滑次数不同,指数平滑法分为一次指数平滑法、二次指数平滑法和三次指数平滑法等,一般平滑次数越多,预测值越平滑。指数平滑法的基本计算公式为^[1-2]:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t \quad (1)$$

式中, \hat{Y}_{t+1} 为第 $t+1$ 期的预测值; Y_t 为第 t 期的实际值; \hat{Y}_t 为第 t 期的预测值; α 为平滑因子, $0 < \alpha < 1$, 主要根据信号分布具体特点恰当选取。

如果采用三次指数平滑法预测时间序列, 则其平滑值分别为^[3-5]:

$$S_t^{(1)} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(1)} \quad (3)$$

$$S_t^{(2)} = \alpha S_t^{(1)} + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(2)} \quad (4)$$

$$S_t^{(3)} = \alpha S_t^{(2)} + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(3)} \quad (5)$$

式中, $S_t^{(1)}$ 为一次指数平滑值。 $S_t^{(2)}$ 为二次指数平滑值。 $S_t^{(3)}$ 为三次指数平滑值。

如果基年为 t 年, 周期为 T 年, 时间序列第 $t+T$ 年的预测值为 \hat{Y}_{t+T} , 那么三次指数平滑法的预测模型可表示为^[5-7]:

$$\hat{Y}_{t+T} = a_t + b_t T + c_t T^2 \quad (6)$$

其中,

$$a_t = 3S_t^{(1)} - 3S_t^{(2)} + S_t^{(3)} \quad (7)$$

$$b_t = \frac{a}{2(1-\alpha)^2} [(6-5\alpha) S_t^{(1)} - 2(5-4\alpha) S_t^{(2)} + (4-3\alpha) S_t^{(3)}] \quad (8)$$

$$c_t = \frac{a}{2(1-\alpha)^2} (S_t^{(1)} - 2S_t^{(2)} + S_t^{(3)})$$

式中, a_t 、 b_t 、 c_t 分别为一次、二次、三次平滑系数。

2 西藏畜牧业产值预测

西藏属于高海拔、高寒地区, 不适合内陆粮食经济作物的生长, 但辽阔的草场为西藏牧业发展创造了良好的客观自然条件。西藏是我国五大牧区之一, 拥有辽阔的牧场和丰富的水源, 草场面积居五大牧区之首, 是发展畜牧业的天然宝地。畜牧业不仅为西藏经济社会的高质量发展提供了支撑, 也为牧区提供了对外经济交往的物质载体, 对稳定边疆, 促进民族大团结发挥了桥梁纽带作用。图1为2008-2022年西藏自治区畜牧业产值统计数据(数据来源于2008-2022年西藏自治区国民经济和社会发展统计公报)。从图1可见, 虽然在此期间西藏畜牧业产值整体呈增长态势, 但增长速度十分不平衡。从数据分布特点看, 属于典型的曲折蜿蜒, 凸凹不一致, 不光滑的复杂时间序列, 单独使用任何一种模型预测都可能都难以达到满意的效果, 适合运用小波变换-指数平滑法组合模型预测。

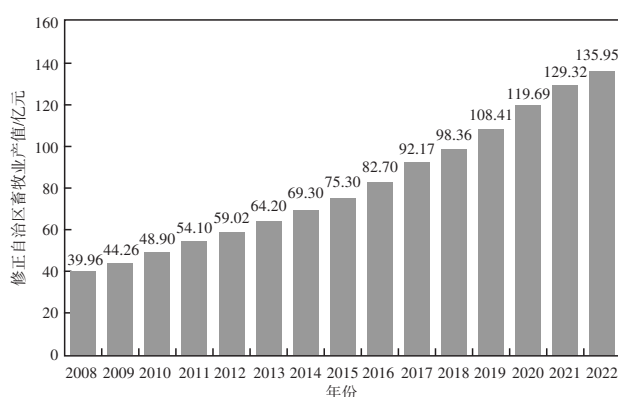


图1 西藏畜牧业产值统计数据

设2008-2022年西藏畜牧业产值数据为时间序列 $y(t)$, 则:

$$y(t) = [39.96, 44.26, 48.90, 54.10, 59.02, 64.20, 69.30, 75.30, 82.7, 92.17, 98.36, 108.41, 119.69, 129.32, 135.95]。$$

对 $y(t)$ 进行小波变换(小波参数: d, b 为 $7, 5$), 结果如图2所示。

从图2可见, 小波系数 d_1 、 d_2 曲线极其不光滑, 说明它们为噪声信号, 因此, 在信号重构时应将其去除, 故重建的无噪信号为: $\hat{f}(t)d_3 + d_4 + d_5 + a_5$, 即:

$$\hat{f}(t) = [42.692, 44.6739, 48.3499, 52.6975, 57.6352, 63.3244, 69.5944, 76.5719, 84.1861, 92.0046, 100.096, 108.777, 117.619, 125.729, 132.342]。$$

噪声信号为: $y_n = d_1 + d_2$, 即:

$$y_n = [-2.73196, -0.413891, 0.550067, 1.40245, 1.38481, 0.875569, -0.294351, -1.27185, -1.48608, 0.165433, -1.73581, -0.366788, 2.07099, 3.59134, 3.608]。$$

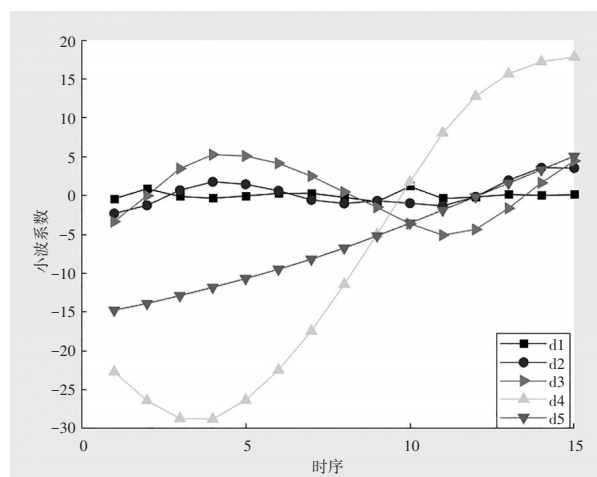


图2 小波变换结果

原始信号与无噪信号的对比如图3所示, 从中可见, 无噪信号比原始信号要光滑得多。

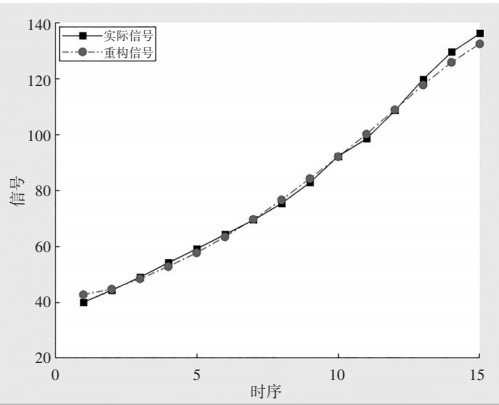


图3 原始信号与除噪信号

以 $\hat{f}(t)$ 为样本,运用三次平滑指数对无噪信号进行预测,经过尝试,平滑因子 $\alpha=0.90$ 时,模型的性能最佳,得到模型的指数平滑值,以及预测值(y_t)和预测误差(e_t),结果如表1所示。从表1可见,三次平滑指数对无噪信号预测精度很高,平均预测误差为仅0.3656%,预测曲线如图4所示。

表1 预测相关数据及比较

年份	a_t	b_t	c_t	$\hat{f}(t)$	y_t	e_t	y_{0f}	e_0	y_{1f}	e_1
2008	42.692 00	0.000 00	0.000 00	42.69 20	42.692 0	0.000 00	39.960 04	0.000 10	39.960 0	0.000 00
2009	42.692 00	0.000 00	0.000 00	44.67 39	42.692 0	-1.497 56	42.278 11	-4.477 84	39.960 0	-3.162 93
2010	44.671 92	2.648 81	0.722 40	48.34 99	48.043 1	-0.231 80	48.593 20	-0.627 41	43.830 0	-3.729 31
2011	48.349 59	4.503 61	0.834 22	52.69 75	53.687 4	0.748 01	55.089 88	1.829 72	49.554 0	-3.343 88
2012	52.698 49	4.849 02	0.473 39	57.63 52	58.020 9	0.291 44	59.405 71	0.653 52	56.291 4	-2.007 06
2013	57.635 59	5.280 32	0.332 81	63.32 44	63.248 7	-0.057 20	64.124 27	-0.117 95	62.873 6	-0.975 69
2014	63.324 32	6.047 09	0.360 40	69.59 44	69.731 8	0.103 83	69.437 46	0.198 35	69.306 2	0.004 57
2015	69.594 54	6.584 23	0.310 31	76.57 19	76.489 1	-0.062 58	75.217 23	-0.109 92	75.347 0	0.034 60
2016	76.571 82	7.315 54	0.340 50	84.18 61	84.227 9	0.031 55	82.741 78	0.050 52	81.834 7	-0.636 52
2017	84.186 14	7.940 73	0.325 28	92.00 46	92.452 2	0.338 18	92.617 58	0.485 61	89.615 8	-1.878 80
2018	92.005 05	7.993 14	0.162 15	100.09 60	100.160 3	0.048 61	98.424 52	0.065 60	99.634 3	0.937 33
2019	100.096 10	8.231 45	0.138 70	108.77 70	108.466 2	-0.234 84	108.099 40	-0.286 48	107.403 9	-0.740 02
2020	108.776 70	8.924 21	0.251 98	117.61 90	117.952 9	0.252 29	120.023 90	0.278 95	117.458 0	-1.641 81
2021	117.619 30	8.981 94	0.130 28	125.72 90	126.731 6	0.757 55	130.322 90	0.775 51	129.428 7	0.079 95
2022	125.730 00	7.902 59	-0.235 15	132.34 20	133.397 4	0.797 51	137.005 40	0.776 34	140.464 3	3.320 55
平均误差/%						0.365 60	-	0.715 60	-	1.499 50

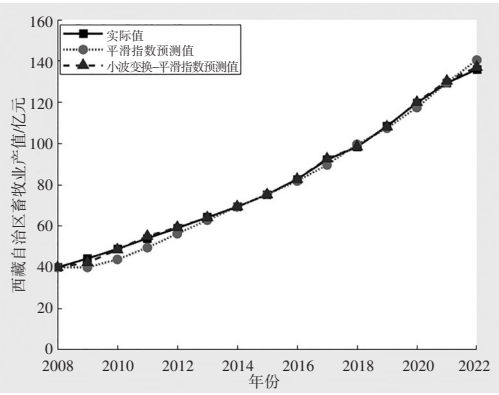


图4 无噪信号预测曲线

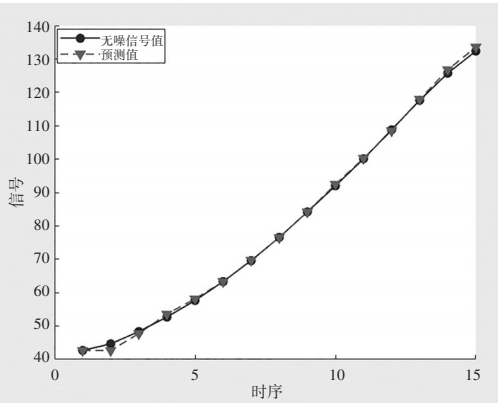


图5 两种模型的预测曲线

至于对2023年西藏自治区畜牧业产值的预测,可直接以无噪信号为样本,利用三次指数平滑法及误差修正完成。

以2022年的指数平滑值为基础,即 $a_i=125.730\ 0$, $b_i=7.902\ 59$, $c_i=-0.235\ 15$, $T=2$,则 $\hat{Y}_{2023}=a_i+b_iT+c_iT^2=125.730\ 0+7.902\ 59\times 2-1.084\ 84\times 4=140.594\ 6$ 。

最后用传统三次平均误差修正,方向向上,即可得到2023年西藏畜牧自治区业产值的预测值为: $\hat{Y}_{2023}=140.594\ 6\times(1+0.014\ 995)=142.702\ 8$ 亿元。

同理,预测得到2024、2025年年西藏畜牧自治区业产值的分别为:141.768 6和142.082 0亿元。

3 结语

畜牧业是关系国计民生的重要产业,特别是关系到百姓“菜篮子”的重要行业,在保障国家粮食安全、提升民众伙食质量、繁荣农村经济、促进农牧民增收等方面具有重要作用。西藏自治区是我国少数民族聚集区,是脱贫攻坚的主战场之一。虽然2020年西藏地区与全国其他地区一道全面消灭了绝对贫困,和全国人民一起携手步入小康社会,书写了彪炳史册的辉煌篇章,但脱贫的基础还比较薄弱,返贫的风险依然存在。要巩固拓展脱贫攻坚成果,让西藏人民永远过上好日子,关键是推进农业产业化发展,促进脱贫人口稳定就业,壮大农村集体经济,实现乡村振兴,激发农村的造血能力,这样才能使脱贫基础稳固,使欠发达地区所有老百姓日子越过越好。西藏地区的畜牧业发展有着悠久的传统,其特有的地理自然环境条件,奠定了西藏畜牧业发展的优势,也是推动西藏经济社会持久发展的不竭动力。西藏自治区要充分发挥好这一特色拳头产业,利用其独特的区位优势、资源优势和政策优势,不断优化产业结构,创新产业发展模式,延长畜牧产业链,提升价值链,借助西部大开发的契机,实现共同富裕。要持续推动畜牧业产业升级,提高组织化程度,转变生产经营方式,加强特色畜牧业资源的开发和培育力度,积极发展牦牛、藏猪、藏羊等特色畜牧业产业,差异化发展,努力把特色畜牧业产业做大做强,形成核心竞争力。同时,优化畜牧业区域化布局,打造一批具有鲜明地域特色的畜牧业生产基地,发挥大型畜牧业企业和产品品牌的示范带动作用,走专业化、集约化、规模化发展之路。采取“企业+农户”的模式,推进特色畜牧业

产业化经营。充分利用现代互联网信息技术,搭建电商平台,开拓产品市场,让特色畜牧产品走向全国,走向世界,让牧民无后顾之忧,获得更多的收益。要实现由“传统畜牧业”到“畜牧+生态”复合型畜牧业的转变。着力推动畜牧业向科学、现代的方向发展,保障畜产品质量和安全,提高畜牧业的综合效率,提高牧民的经济收入和生活水平,助推西藏国民经济持续、健康、快速发展。运用小波变换-三次指数平滑法对西藏畜牧业产值进行了预测。首先对原始时间序列进行小波变换,然后通过信号重构去除原始信号中的噪声信号,再利用三次指数平滑法对无噪信号进行预测,最后将预测值加上噪声信号,还原对原始序列的预测结果。结果显示:小波变换-指数平滑法的平均误差为0.715 6%,比传统3次指数平滑法的平均预测误差1.499 5%减小了52.277 4%,由模型预测得到2023年西藏畜牧业产值为142.702 8亿元。

参考文献:

- [1] 李 政. 中国式现代化背景下畜牧业产业链韧性提升策略[J]. 饲料研究, 2023, 46(22): 194-197.
- [2] 朱庆明, 张 浩. 三次指数平滑法在煤矿事故预测中的应用研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2012, 8(4): 103-106.
- [3] 湛小丽, 陈景雅, 王 坤. 基于指数平滑法对我国私家车保有量的预测[J]. 华东交通大学学报, 2013, 30(1): 58-63.
- [4] 黄艳红, 朱家明, 陈梦倩, 等. 基于三次指数平滑对用户用电量的预测[J]. 上海工程技术大学学报, 2016, 30(4): 365-369.
- [5] 曹军海, 杜海东, 陈小龙, 等. 基于平滑指数仿真优化的装甲装备器材消耗预测[J]. 系统仿真学报, 2013, 25(8): 1961-1965.
- [6] 严小丽, 何 超, 黄怡浪. 三次指数平滑法在建筑事故预测中的应用[J]. 统计与决策, 2015(10): 72-73.
- [7] 张嘉望, 郭军献, 李福松. 基于最优平滑系数三次指数平滑法的转速预测[J]. 探测与控制学报, 2015, 37(5): 43-46.
- [8] 李 波. 小波分析和ARIMA的信息安全态势预测[J]. 现代电子技术, 2017, 40(13): 91-93, 97.
- [9] 孙思宇, 梁秀娟, 肖长来, 等. 基于小波分析的吉林市降水量周期规律研究[J]. 节水灌溉, 2017(10): 56-60.
- [10] 田宝星, 宫丽娟, 杨 帆, 等. 黑龙江省春季低温指数小波分析[J]. 水土保持研究, 2017, 24(1): 342-345, 350.
- [11] 舒服华. 基于小波DGM(2, 1)模型的我国进出口贸易额预测[J]. 保定学院学报, 2018, 31(3): 17-23.
- [12] 田会方, 舒服华. 小波变换和DGM(2, 1)预测自然时效ZL305A铝合金的强度[J]. 特种铸造及有色合金, 2018, 38(8): 821-824.