

周 睿,李光华,金方彭. 中国水产品产量影响因素研究及预测分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(10):327-332.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.10.059

# 中国水产品产量影响因素研究及预测分析

周 睿,李光华,金方彭

(云南省渔业科学研究院,云南昆明 650111)

**摘要:**水产品产量是衡量渔业产业发展程度的重要指标之一。选取 2007—2017 年我国水产品产量、水产养殖面积、灾害造成的水产品数量损失、渔业从业人员数量、渔民家庭人均纯收入、水产技术推广机构经费、水产技术推广机构人员数量、年末机动渔船拥有量等数据,计算它们与产量的动态灰色关联分析,结果表明,水产养殖面积是影响水产品产量最重要的因素,灾害造成的水产品数量损失、渔业从业人员数量、渔民家庭人均纯收入、水产技术推广机构人员数量以及年末机动渔船拥有量对水产品产量有较大影响。另外选取 1986—2017 年的数据,分别建立指数平滑模型、ARIMA 模型及灰色系统模型,对“十三五”期间(2018—2020 年)的全国水产品产量进行预测分析,结果表明,3 种模型的预测精度均较高,且预测结果差别不大。水产品产量在未来 3 年仍将保持缓慢增长趋势,2020 年水产品产量将不超过 7 000 万 t。

**关键词:**水产品产量;GM(1,1)模型;指数平滑模型;ARIMA 模型;预测

**中图分类号:** F326.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)10-0327-06

随着经济的发展和人民生活水平的不断提高,人们对优质水产蛋白的需求不断增长,水产品已成为人们的生活必需品,是“菜篮子”工程的重要组成部分。水产品产量是衡量渔业产业发展程度的一个重要指标,也是保证水产品供给的决定性因素,影响着水产品价格的稳定性,是开展渔业供给侧结

构性改革的关键因素,因此研究水产品产量增长的影响因素及其增长潜力对于研究渔业产业发展具有重要意义。本研究分析不同投入要素对产量的影响,寻找影响产量增长的有利因素和不利因素,旨在为制定科学合理的渔业政策提供参考。

## 1 数据来源与方法

### 1.1 数据来源

为保持统计口径一致,提高模型的精度,本研究所用数据均来源于《中国渔业统计年鉴》。在进行产量影响因素分析时,选取的是 2007—2017 年的数据,因为《中国渔业统计年鉴》根据全国第二次农

收稿日期:2019-04-30

基金项目:云南省重大科技专项(编号:2016ZA003)。

作者简介:周睿(1985—),女,湖北黄陂人,硕士,助理研究员,现主要从事渔业经济研究。E-mail:171871658@qq.com

通信作者:李光华,硕士,副研究员,主要从事淡水渔业科学研究。E-mail:yn118877@126.com。

the decision to attain ISO 14000[J]. Energy, 2005, 30(8):1387-1407.

[14] Corbett C J, Kirsch D A. International diffusion of ISO 14000 certification[J]. Production & Operations Management, 2001, 10(3):327-342.

[15] Farias L C, Fraga C A, De Oliveira M V, et al. Effect of age on the association between p16CDKN2A methylation and DNMT3B polymorphism in head and neck carcinoma and patient survival[J]. International Journal of Oncology, 2010, 37(1):167-176.

[16] Curkovic S, Sroufe R, Melnyk S. Identifying the factors which affect the decision to attain ISO 14000[J]. Energy, 2005, 30(8):1387-1407.

[17] Corbett C J, Kirsch D A. International diffusion of ISO 14000 certification[J]. Production & Operations Management, 2010, 10

(3):327-342.

[18] Farias L C, Fraga C A, de Oliveira M V, et al. Effect of age on the association between p16CDKN2A methylation and DNMT3B polymorphism in head and neck carcinoma and patient survival[J]. International Journal of Oncology, 2010, 37(37):167-176.

[19] Massoud S, Mautner F A, Vicente R, et al. Dinuclear and polynuclear bridged azido-nickel(II) complexes: synthesis, structure determination, and magnetic properties[J]. European Journal of Inorganic Chemistry, 2007(8):1091-1102.

[20] Hudson J, Orviska M. Firms' adoption of international standards: one size fits all? [J]. Journal of Policy Modeling, 2013, 35(2):289-306.

[21] 李艳波, 刘松先. 食品安全供应链中政府主管部门与食品企业的博弈分析[J]. 工业工程, 2007, 10(1):35-38.

业普查结果和全国第三次农业普查结果对产量数据进行过 2 次调整,第 1 次调整的是 1997—2006 年的数据,第 2 次调整的是 2012—2016 年的数据,而其他年份数据没有作相应调整,根据调整年份前后发布的年鉴数据可知,调整前后养殖面积的变动较大,这样就会出现产量数据和养殖面积数据不对应的问题。养殖面积是影响产量的重要因素之一,如果数据不对应,则会影响模型的精度。另外,本研究选取灰色关联法来分析水产品产量的影响因素,经过验证分析得出,最近几年的数据对模型精度的影响较大,而前些年的数据对模型几乎没有影响。因此,本研究避开第 1 次数据调整,采用水产品产量第 2 次调整后的数据并自行调整了养殖面积数据(调整方法详见下文)来尽可能保证模型结果的合理性。

在水产品产量预测分析中,GM(1,1)模型、指数平滑法和差分整合移动平均自回归(ARIMA)模型均仅对水产品产量数据具有一定要求,由于指数平滑法和 ARIMA 模型对样本容量要求较高,因此选用 1986—2017 年的数据,而 GM(1,1)模型的样本容量则不需要那么大,因此在建模时根据试验选择精度较高的模型维度。

1.2 方法的选择

研究水产品产量影响因素常用的方法有灰色关联法、主成分分析法以及多元回归分析法等,由于主成分分析法在变量的筛选和解释上具有一定的局限性,回归分析法存在多重共线性和模型拟合精度不高等问题,因此本研究采用灰色关联法分析

影响水产品产量的因素。水产品产量预测常用的方法有多元线性回归模型、BP 神经网络模型、灰色预测模型、指数平滑法以及 ARIMA 模型等,这些方法各有优劣,但是从可行性的角度来说,多元线性回归模型和 BP 神经网络模型对数据的完整性和一致性要求较高,而渔业数据多元线性回归模型存在多重共线性的问题。综合以上分析,本研究选择指数平滑法、ARIMA 模型、灰色系统模型来进行定量预测比较分析<sup>[1-2]</sup>。

2 我国水产品产量及其影响因素之间的动态灰色关联分析

指标的选取一般要遵从相关性、完备性、综合性、可得性等 4 个原则。按照这 4 个原则,本研究从自然资源、劳动力投入、技术创新、基础设施等 4 个方面选取水产养殖面积(自然资源, $X_1$ )、灾害造成的水产品数量损失(自然资源, $X_2$ )、渔业从业人员数量(劳动力投入, $X_3$ )、渔民家庭人均纯收入(劳动力投入, $X_4$ )、水产技术推广机构经费(技术创新, $X_5$ )、水产技术推广机构人员数量( $X_6$ )、年末机动渔船拥有量(基础设施, $X_7$ )等 7 个因素,通过计算它们与水产品产量( $X$ )之间的灰色关联度,分析得出对水产品产量具有影响的因素,通过计算各年份各因素与水产品产量之间的灰色关联度,可以得出水产品产量影响因素的变化情况<sup>[3]</sup>。2007—2017 年我国水产品产量及 7 个影响因素的原始数据见表 1。

这里要特别说明的是,第 3 次全国农业普查结束后,农业农村部联合国家统计局对 2016 年部分渔

表 1 我国水产品产量及其影响因素的原始数据<sup>[4]</sup>

年份	产量 (kg)	水产养殖 面积 (hm <sup>2</sup> )	灾害造成的 水产品数量 损失(kg)	渔业从业 人员数量 (人)	渔民家庭 人均纯收入 (元)	水产技术 推广机构 经费(万元)	水产技术 推广机构 人员数量(人)	年末机动 渔船拥有量 (艘)
2007	47 475 202 000	5 745 090	1 409 921 000	13 168 614	6 937.00	81 564.00	36 021	576 996
2008	48 955 986 000	6 549 932	2 055 777 000	14 543 689	7 574.66	95 825.85	36 887	630 619
2009	51 164 039 000	7 283 138	1 160 973 000	13 847 271	8 165.66	99 370.69	36 947	672 633
2010	53 730 024 000	7 645 223	1 700 476 000	13 992 142	8 962.81	108 415.11	36 992	675 170
2011	56 032 090 000	7 834 950	2 274 296 000	14 585 004	10 011.65	129 772.98	37 602	696 186
2012	55 021 400 000	7 191 179 *	1 385 443 000	14 440 510	11 256.08	183 036.76	42 598	695 555
2013	57 442 200 000	7 357 680 *	1 622 581 000	14 430 576	13 038.77	180 188.35	42 025	694 905
2014	60 019 200 000	7 429 854 *	1 318 774 000	14 290 201	14 426.26	201 802.92	42 006	686 766
2015	62 109 700 000	7 507 602 *	999 066 000	14 148 513	15 594.83	232 935.50	41 095	672 416
2016	63 794 800 000	7 445 543 *	1 643 910 000	13 816 914	16 904.20	289 540.41	37 615	654 154
2017	64 453 300 000	7 449 034	1 466 256 100	13 593 913	18 452.78	314 529.47	33 196	599 331

注: \* 表示调整后的水产养殖面积。

业统计数据进行了调整,并对 2012—2015 年的水产品产量数据进行了调整,本研究采用的均是调整后的数据。另外,养殖面积对水产品产量的影响较大,而国家并未对 2012—2015 年的养殖面积数据作出相应调整,从 2016 年调整前后的养殖面积数据可以看出,2016 年养殖面积调整率较高,为 12%<sup>[5-6]</sup>。为提高预测模型的精度,本研究对 2012—2015 年的养殖面积数据作出一定调整。调整方法为:假设调整之前的养殖产量为  $Y_1$ ,调整之后的养殖产量为  $Y_2$ ,调整之前的养殖面积为  $S_1$ ,调整之后的养殖面积为  $S_2$ ,调整之前的单位面积产量为  $A_1$ ,调整之后的单位面积产量为  $A_2$ ,由于  $A = Y/S$ ,可以得出,养殖

面积的调整率  $= \frac{S_1 - S_2}{S_2} = \frac{Y_1}{Y_2} \times \frac{A_2}{A_1} - 1$ ,这里假设  $\frac{A_2}{A_1}$  是固定的,因为在实际情况下,养殖产量的主要影响因素为养殖面积,单位面积产量每年的变化率较小,且本研究以养殖面积为基础对产量进行调整,因此单位面积产量的调整率是固定的,较为符合实际情况,根据 2012—2016 年调整前后的产量数据可以计算出 2012—2015 年调整后的养殖面积数据。

根据灰色关联分析原理计算出不同时期各影响因素和产量的关联度,构成动态关联矩阵<sup>[7]</sup>(表 2)。

表 2 我国水产品产量与其影响因素之间的动态关联矩阵

阶段	关联度						
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
2007—2017 年	0.935 7	0.839 4	0.909 5	0.742 9	0.650 2	0.916 7	0.935 5
2008—2017 年	0.929 2	0.823 4	0.900 5	0.717 1	0.615 2	0.908 3	0.929 0
2009—2017 年	0.930 3	0.832 1	0.895 6	0.690 9	0.583 9	0.898 8	0.926 4
2010—2017 年	0.938 1	0.832 2	0.885 1	0.661 4	0.544 5	0.891 1	0.925 4
2011—2017 年	0.948 8	0.816 3	0.876 2	0.629 3	0.499 0	0.886 6	0.919 0
2012—2017 年	0.961 7	0.828 5	0.864 7	0.596 5	0.456 7	0.884 2	0.909 0
2013—2017 年	0.967 8	0.819 0	0.847 2	0.569 9	0.441 0	0.864 7	0.897 9
2014—2017 年	0.973 2	0.785 0	0.829 9	0.549 7	0.412 4	0.839 2	0.873 5
2015—2017 年	0.971 8	0.782 8	0.815 0	0.531 2	0.380 5	0.809 9	0.850 0
均值	0.951 5	0.819 5	0.862 5	0.620 0	0.493 1	0.867 4	0.899 2

从计算结果(表 2)可以看出,水产品产量与各影响因素之间的关联度排序为水产养殖面积 > 年末机动渔船拥有量 > 水产技术推广机构人员数 > 渔业从业人数 > 灾害造成的水产品损失数 > 渔民家庭人均纯收入 > 水产技术推广机构经费数。在各个影响因素中,水产养殖面积在各个时期与水产品产量的关联度均为最高,近几年水产养殖面积的扩张对水产品产量的拉动作用愈加明显,表明渔业对水资源的依赖程度非常强。年末机动渔船拥有量与水产品产量的关联度仅次于水产养殖面积,但是有逐年减弱的趋势,是由于机动渔船主要作用于渔业捕捞业,而随着养殖技术的进步,养殖业逐步成为渔业的主导产业,捕捞业在渔业中所占比例越来越小,导致机动渔船的数量有逐年减少的趋势。水产技术推广机构人员数量和渔业从业人数数量与水产品产量的关联度在大多数年份为 0.8 左右,但随着近几年水产技术推广机构人员数量和渔业从业人数数量的减少,它们与水产品产量的关联度逐渐降低。这表明渔业是劳动密集型产业,劳动

力的数量对水产品产量的影响较大。灾害造成的水产品损失与水产品产量的关联度在大多数年份都在 0.75 左右,表明水产品产量受资源环境的影响较大。值得注意的是,水产养殖面积虽然逐年增加,但是与水产品产量的关联程度并没有逐年增加,这表明养殖效率不高。

### 3 我国水产品产量预测分析

采用 SPSS 19 软件绘制 1986—2017 年我国水产品产量的时间序列图(图 1)。

从图 1 可以看出,1986—2017 年我国水产品产量总体上呈波动增长趋势,最近几年的增长速度减缓,近 32 年水产品产量的几何平均增长速度为 6.42%,而近 3 年的平均增长速度已降为 1.87%。

#### 3.1 指数平滑法

将 1986—2017 年的水产品产量数据输入 SPSS 19 软件中,由于水产品产量数据明显不具有季节性特点,因而应选择非季节性的 Holt 线性趋势、Browm 线性趋势或阻尼趋势模型进行分析。通过比较这 3

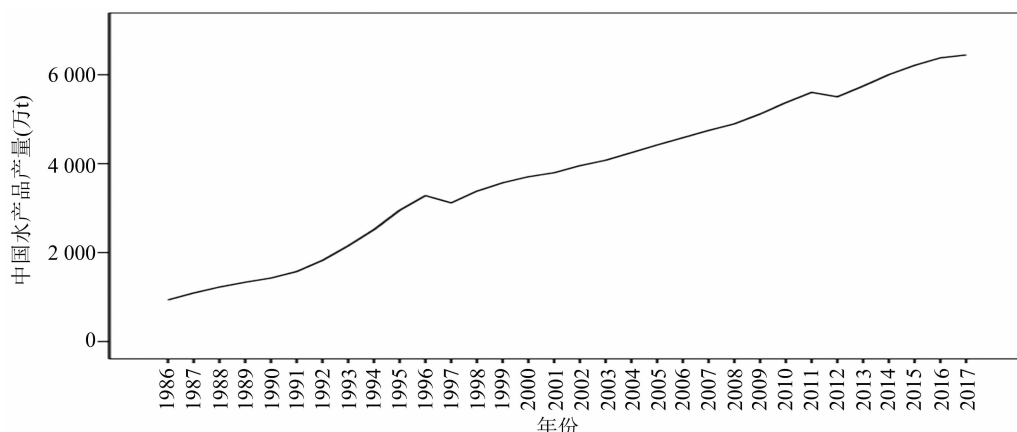


图1 1986—2017 年全国水产品产量时间序列

种模型观测值和拟合值之间的平均相对误差可以得出, 阻尼趋势模型的平均相对误差最小, 为 2.6%, 对应的  $R^2$  达 0.995, 模型精度较高。通过该模型分析得出, 2018、2019、2020 年我国水产品产量的预测值为 6 615.13 万、6 783.77 万、6 954.23 万 t。

### 3.2 GM(1,1) 模型

GM(1,1) 模型是灰色系统模型中使用最多、最广泛的模型, 它的实质是以类指数曲线拟合原始数据, 但并非所有区间段的原始数据都具有类指数增长趋势, 因此需要选择合适的区间段数据进行建模。由于 GM(1,1) 模型要求原始数据不少于 4 个<sup>[11]</sup>, 将 1986—2017 年不同区间段的数据输入灰色系统理论建模软件, 分别采用 1986—2017 年(32 维)、1987—2017 年(31 维)、1988—2017 年(30 维)、…、2014—2017 年(4 维)的水产品产量数据进行建模。经过测算得出, 采用 2014—2017 年的水产品产量数据建立的 4 维 GM(1,1) 模型预测精度最高, 平均相对误差为 0.3 663%, 后验差比值为 0.005, 模型精度为一级<sup>[9-10]</sup>。通过该模型分析得出, 2018、2019、

2020 年我国水产品产量的预测值分别为 6 582.41 万、6 704.7 574 万、6 829.38 万 t。

### 3.3 ARIMA 模型

要建立 ARIMA 模型, 须确定自回归项、差分阶数和移动平均项。首先要确定差分阶数, 根据原始数据的序列图可知, 原始数据为递增的时间序列, 且不稳。利用 SPSS19 软件进行一阶差分后, 读取自相关函数图(ACF)和偏自相关函数图(PACF)。

从图 2 和图 3 可以看出, 一阶差分之后的自相关函数值和偏相关函数值均较接近于 0, 因此判定为一阶差分平稳, 即差分阶数为 1。根据自相关函数图可知, 在延迟数目为 15 时才出现截尾, 可以判定自回归项为 0 或者 1; 根据偏相关函数图可知, 偏自相关函数为拖尾, 可以判定移动回归项为 0<sup>[11-12]</sup>。据此建立 ARIMA(0,1,0) 或者 ARIMA(1,1,0) 模型。根据 SPSS 19 软件计算 2 个模型的 BIC 值, 可以得出, ARIMA(0,1,0) 模型的 BIC 值更小。因此选用 ARIMA(0,1,0) 模型更为合适<sup>[13]</sup>。从模型的输出结果(表 3)看, 参数估计结果显著。

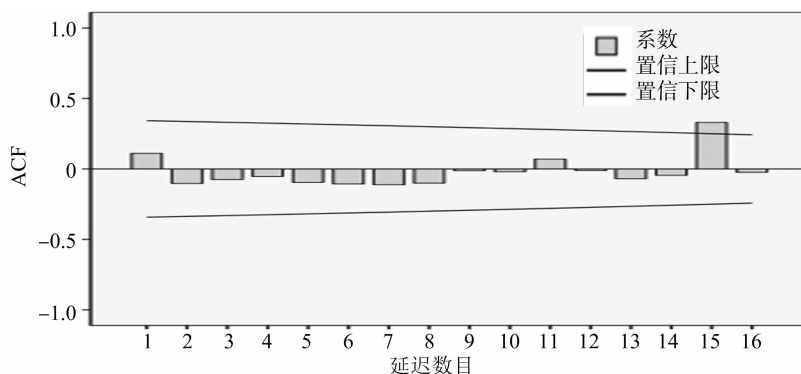


图2 我国水产品产量一阶差分后的自相关函数

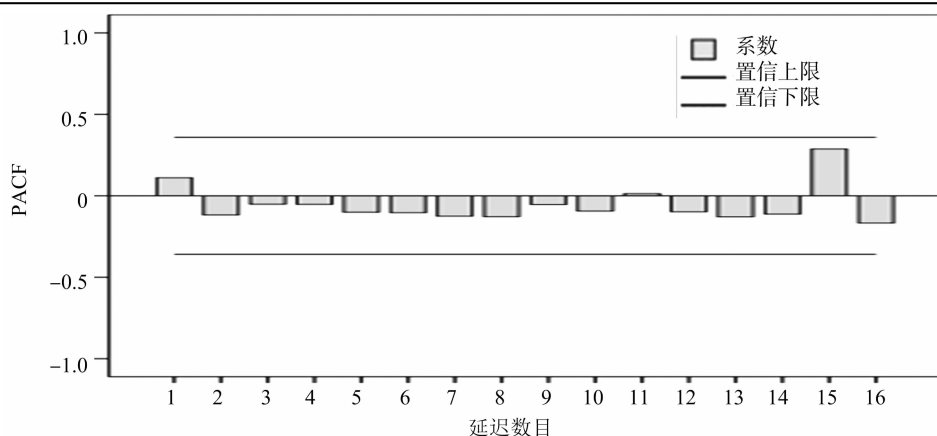


图3 我国水产品产量一阶差分后偏相关函数

表 3 ARIMA 模型参数估计结果 ARIMA 模型参数

项目	估计	SE	T 值	P 值
常数项	177.728	21.192	8.387	0.000
差分阶数	1			

Ljung - Box Q 统计量为 12.016,  $P$  值为 0.846, 明显大于 0.05 的检验水平。

从图 4 可以看出,残差的自相关函数值和偏相关函数值均服从以 0 为均值的平稳随机过程,因此残差序列为白噪声序列。模型观测值和拟合值之间的平均相对误差为 2.71%,说明模型拟合优度较高。通过该模型分析得出,2018、2019、2020 年我国水产品产量的预测值分别为 6623.06 万、6800.78 万、6978.51 万 t。

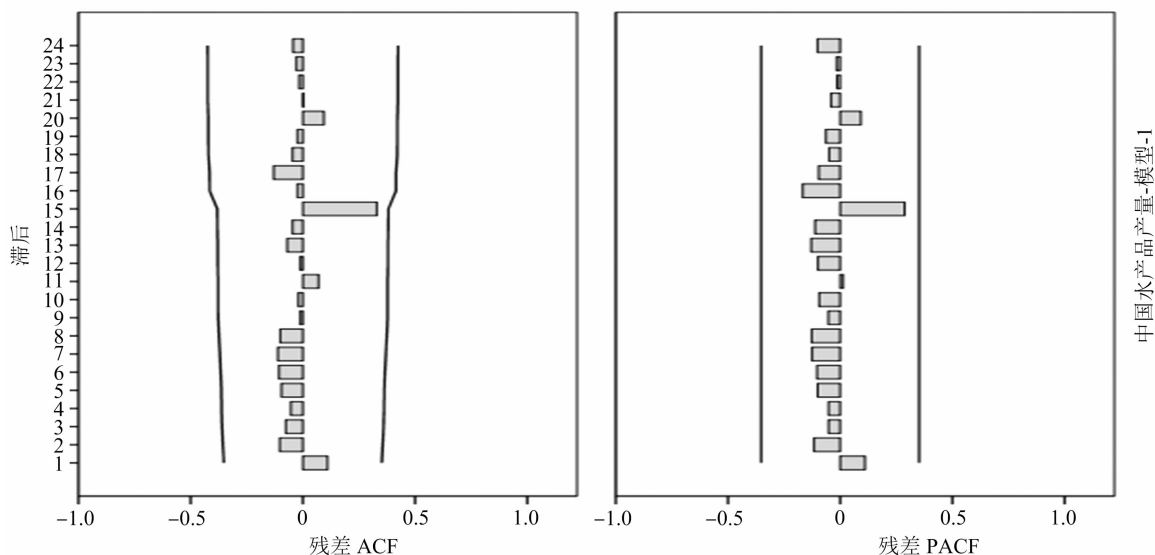


图 4 ARIMA 模型残差序列自相关函数图和偏相关函数

### 3.4 结论与讨论

通过比较分析本研究所建立的 3 种模型可以得出,3 种模型预测的结果相差不大。从增长速度来看,指数平滑模型预测的“十三五”期间水产品产量的平均增速为 2.29%,GM(1,1)模型预测的未来 3 年水产品产量平均增速为 1.92%,ARIMA 模型预测的未来 3 年水产品产量平均增速为 2.36%,均表明水产品产量将继续呈缓慢增长趋势,这与实际情况

相符。从水产品产量的影响因素分析结果可以看出,养殖面积对产量的影响最大。随着国家环保政策的收紧,水产养殖面积的扩张将得到遏制,因而水产品产量的增长速度也将放缓,甚至可能出现负增长现象。这与《全国渔业发展第十三个五年规划》中设定的水产品产量供给稳中有升的发展目标相符,因此本研究所建立的预测模型合理。

本研究分别采用 3 种模型对 2018—2020 年水

产品产量进行预测,结果表明,预测效果较好,但是每种模型都有其局限性,如果渔业统计数据能更加完善,将其中2种或者3种模型结合起来进行预测,那么预测结果可能会更加趋于实际。

《全国渔业发展第十三个五年规划》提出,2020年水产品产量达到6 600万t,捕捞产量控制在1 000万t以内,渔业产值达到14 000亿元,占农业总产值的比重为10%左右,渔民人均纯收入达到21 000元<sup>[14]</sup>。与渔业发展“十一五”“十二五”规划相比,“十三五”规划提出了控制性指标,并且产量与2015年的6 700万t相比为负增长,各指标增长速度也未列入发展指标<sup>[15-16]</sup>。从实际的数据来看,2017年,水产品产量为6 445.33万t,同比增加1.03%,捕捞产量为1 539.34万t,同比减少2.96%;渔业产值为1 517.78亿元,占农业产值的比重为10.6%,渔民人均纯收入为18 452.78元<sup>[4]</sup>。2017年,渔业产值和渔业产值占农业产值的比重已提前达到“十三五”规划中2020年设定的目标,水产品总产量和捕捞产量为负增长指标,通过实施限制性政策手段可以实现,而渔民人均纯收入离“十三五”规划设定的目标尚有差距<sup>[17]</sup>。岳冬冬等研究表明,水产品产量对于渔民收入具有正向影响作用,即水产品产量是渔民收入增加的一个主要推动力<sup>[18]</sup>。但是在国家水资源环境政策约束逐渐收紧的前提下,减量增收将成为渔业产业发展的重要政策导向,在今后一段时期水产品产量增长受限的前提下,要保证渔民收入的持续增长,需给予水产养殖业充分的水域发展空间,以确保渔业产业的发展质量和地位<sup>[18]</sup>;应大力发展渔业第二、三产业,让渔民能寻找到新的收入增长点;在政策上给予渔民更多的支持,提高渔民生产的积极性。

#### 参考文献:

- [1] 乔俊果. 三种数学模型在海洋经济预测中的应用[J]. 广东海洋大学学报,2008,28(4):16-19.
- [2] 白福臣. 灰色GM(1,N)模型在广东海洋经济预测中的应用[J]. 技术经济与管理研究,2009(2):9-11.
- [3] 丁娟,汪易易. 基于灰色系统模型的山东省渔业产量增长预测分析[J]. 中国渔业经济,2010,28(6):92-98.
- [4] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴(2006—2018)[M]. 北京:中国农业出版社,2006-2018.
- [5] 岳冬冬,王鲁民. 我国水产品产量增长特征研究[J]. 江苏农业科学,2012,40(6):370-372.
- [6] 岳冬冬. 中国水产品统计数据修正规律研究——以水产品总量和海水产品产量为例[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2012(1):33-36.
- [7] 曹兰芳,王立群,戴永务. 湖南省林业产业结构灰色动态关联分析[J]. 林业经济问题,2013,33(4):118-121.
- [8] 张超,何翔宇,吴荣涛,等. 基于等维信息GM(1,1)模型的河南省粮食产量预测[J]. 河南农业大学学报,2015,49(8):556-572.
- [9] 岳冬冬,王鲁民. 基于GM(1,1)模型的我国水产品产量预测[J]. 南方农业学报,2012,43(5):722-726.
- [10] 王海英,谢骏,王广军,等. 基于灰色动态模型的我国水产品产量预测[J]. 中国渔业经济,2011,29(4):135-138.
- [11] 张洪超. 基于ARIMA模型的贵州省农业总产值预测分析[J]. 中国集体经济,2013,34(12):1-2.
- [12] 王艳妮. 中国农产品产量预测模型的比较研究[D]. 青岛:青岛大学,2018.
- [13] 屈磊磊,程岩. 辽宁省水产品产量的分析与预测[J]. 辽宁工业大学学报(自然科学版),2015,35(2):138-140.
- [14] 农业农村部. 农业部关于印发《全国渔业发展第十三个五年规划》的通知[EB/OL]. (2017-02-20)[2019-03-21]. [http://www.moa.gov.cn/nybgb/2017/derq/201712/t20171227\\_6131208.htm](http://www.moa.gov.cn/nybgb/2017/derq/201712/t20171227_6131208.htm).
- [15] 农业农村部. 农业部关于印发《全国渔业发展第十二个五年规划》的通知[EB/OL]. (2011-11-14)[2019-03-21]. [http://jiuban.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/tz/201111/t20111114\\_2408578.htm](http://jiuban.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/tz/201111/t20111114_2408578.htm).
- [16] 农业农村部. 农业部关于印发《全国渔业发展第十一个五年规划》的通知[EB/OL]. (2006-12-20)[2019-03-21]. [http://www.moa.gov.cn/nybgb/2006/dseq/201806/t20180616\\_6152371.htm](http://www.moa.gov.cn/nybgb/2006/dseq/201806/t20180616_6152371.htm).
- [17] 周磊,马改艳,徐学荣. 水产品市场价格和渔民收入的动态关系——基于SPVAR模型的实证[J]. 江苏农业科学,2018,46(10):349-354.
- [18] 岳冬冬,吕永辉,夏芸,等. 改革开放40年中国渔业政策与渔民收入增长关系研究[J]. 渔业信息与战略,2019,34(2):1-9.