“蓝色粮仓”战略背景下渔业数字化水平测算与建设路径研究

刘丹，陈秋颖，马乃毅

（广东海洋大学管理学院　湛江　524088）

摘要：将数字技术贯穿到渔业建设，有利于渔业增质提优，实现高质量建设“蓝色粮仓”战略目标，保障粮食安全，驱动农业农村现代化建设。首先，文章通过网络关系图，对各省、直辖市、自治区《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》及《“十四五”全国渔业发展规划》进行关键词分析，发现中国渔业数字化建设较为显著。其次，采用熵值法计算中国各省（市、自治区）渔业数字化水平综合值，发现中国渔业数字化水平建设综合水平较低，只有山东省综合值在80分以上；渔业数字化水平建设呈现波浪起伏式的缓慢增长；而且渔业数字化水平地区发展不均衡。同时，运用DEA-BCC模型进一步测算渔业科技创新与推广效率对渔业数字化水平发展动能的影响，发现渔业科技创新与推广的效率差异较大且不稳定，投入产出并未达到最优。最后，针对性地提出了3条建设路径：(1)夯实渔业数字化的硬件和软件设施，提升渔业数字化综合水平；(2)提升渔业科技与推广效率，增强渔业数字化水平发展的动能；(3)以数字化为核心，重塑渔业产业链与供需链、企业链、空间链和价值链的关系。实现利用渔业数字化水平，对渔业重点领域和关键环节“精准管控”，促进“蓝色粮仓”战略目标实现。

关键词：渔业数字化；蓝色粮仓；数据包络分析

中图分类号：F49；F326.4　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1005－9857(2024)08－0049－09

Research on the Digital Level Calculation and Construction Path of Fishery Under the Background of “Blue Granary” Strategy

LIU Dan, CHEN Qiuying, MA Naiyi

(College of Management, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

Abstract: Integrating digital technology into fishery development is beneficial for enhancing the quality and efficiency of the industry, achieving the goal of building “blue granary” with high

收稿日期：2023-09-15；**修订日期**：2024-07-11

基金项目：广东省教育厅青年项目“粤海粮仓战略背景下广东省海洋渔业全产业链数字化建设路径研究”(2022WQNCX026)；湛江市哲学社会科学青年项目“科技金融推动农业全产业链数字化转型的实证研究——基于广东省湛江市的调查”(ZJ22QN03)；广东海洋大学人文社会科学青年项目“广东省科技金融支持临港产业高质量发展研究”(030301092104)；湛江市科技局非资助项目“湛江临港产业高质量发展研究——基于副中心城市建设背景”(2021B01108)；广东海洋大学“智能财税及审计”创新团队(CXTD2021016).

作者简介：刘丹，讲师，硕士，研究方向为区域经济与企业管理

通信作者：马乃毅，副教授，博士，硕士研究生导师，研究方向为区域经济与企业管理

quality, ensuring food security, and driving modernization of agriculture and rural areas. Firstly, through a network relationship map, a keyword analysis was conducted on the 14th Five-Year Plan (2021—2025) for National Economic and Social Development and the Long-Range Objectives Through the Year 2035 for various provinces, autonomous regions and centrally administered municipalities, as well as the 14th Five-Year Plan for National Fisheries Development Plan. It was found China's digitalization in fisheries is quite significant. Secondly, an entropy method was used to calculate the comprehensive value of digitalization level in fisheries across different provinces and cities in China. It was discovered the overall level of digitalization in fisheries in China is relatively low, with only Shandong Province having a score above 80. The development of digitalization in fisheries shows slow growth with fluctuations. Moreover, there is a large disparity in digitalization levels among different provinces and cities, resulting in uneven development. Additionally, using the DEA-BCC model further evaluated the impact of innovation and promotion efficiency of fisheries science and technology on the development momentum of digitalization level in fisheries. It was found there are significant differences in efficiency, stability, and input-output optimization among different regions. Finally, three constructive paths were proposed: (1) consolidating the hardware and software facilities for digitalization in fisheries to enhance the overall level of digitalization; (2) improving the efficiency of fisheries science, technology, and promotion to boost the development momentum of digitalization level in fisheries; (3) reshaping the relationships between the industrial chain, supply chain, enterprise chain, spatial chain, and value chain in fisheries with digitalization as the core. By utilizing digitalization level in fisheries, it is possible to achieve precise control over key areas and critical processes in fisheries, thereby promoting the realization of the strategic goal of building "blue granary."

Keywords: The path of fishery digital construction, Blue granary, DEA

0 引言

将数字技术贯穿到渔业建设的全过程，有利于渔业增质提优，实现高质量建设“蓝色粮仓”的战略目标，既符合国家粮食安全战略和海洋强国战略发展的需求，又符合农业农村现代化建设的需要。中国渔业数字化建设具有发展的现实基础、资源优势、产业优势。目前，中国全社会渔业经济总产值 29 689.73 亿元，全国水产品总产量 6 690.29 万 t，全国水产养殖面积 700.938 万 hm^2（数据来源：2021 年中国渔业统计年鉴），渔业科技装备支撑显著增强，重大设施装备等越来越先进。同时，我国渔业数字化发展也面临一些制约和挑战。例如，渔业数字化的科技和设施装备水平不高，渔业生产信息化、数字化、智能化水平低。为此，农业农村部和中央网络安全和信息化委员会办公室联合印发的《数字农业农村发展规划(2019—2025 年)》明确提出渔业智慧化，发展数字渔场；在海洋牧场、海洋捕捞、远洋渔业资源开发等方面，加快数字化建设。同时，农业农村部制定印发的《“十四五”全国渔业发展规划》明确提出发展智慧渔业，包含加快工厂化、网箱、池塘、稻渔等养殖模式的数字化改造；推进渔业渔政管理数字化技术应用，建设渔业渔政管理信息和公共服务平台，提升渔业执法数字化水平，推进信息化能力建设等。因此，在全球粮食安全，大力倡导发展“蓝色粮仓”的战略背景下，将数字信息技术贯穿到渔业建设的全过程，实现对渔业的重点领域和关键环节“精准管控”，有利于在传统养殖空间内实现渔业增质提优，促进渔业高质

量发展。

1　“蓝色粮仓”战略背景下渔业数字化相关研究成果

蓝色粮仓(blue granary)是指以优质蛋白高效供给和拓展中国粮食安全的战略空间为目标，利用海洋和内陆水域环境和资源，通过创新驱动产业转型升级，培育农业发展新动能，基于生态优先、陆海统筹、三产融合构建具有国际竞争力的新型渔业生产体系[1]。新型渔业生产体系的构建离不开数字技术的应用，国内外学者围绕渔业数字化建设的论述较为丰富。在美国、德国和日本等水产养殖业发达的国家，相继建立了完善的渔业数字化建设系统。例如养殖池塘水体环境智能监控管理系统，实现实时在线检测监测水质等各项指标[2-4]。随着物联网、大数据、人工智能、卫星遥感、移动互联网等现代信息技术的深入开发和利用，有利于全面提高渔业综合生产力和经营管理效率，推进渔业供给侧结构性改革，加速渔业转型升级。于宁等[5]提出按照“互联网＋”的发展模式，将智慧渔业进一步分为基础信息数据化、渔业生产智慧化、加工流通智慧化和服务管理智慧化 4 个方面，19 个具体领域，进而提高渔业资源配置、组织管理和综合生产效率，促进渔业供给侧改革和转型升级。同时，可以通过设置渔业特定指标，提出提高渔业经济效率的关键性问题[6]。刘伟岩等[7]以山东省为例提出海洋渔业现代化测评体系，主要由经济发展现代化、资源利用现代化和环境保护现代化 4 个部分组成，主体指标包括 12 项，群体指标主要由 31 项要素构成。此外，杨雪冰[8]认为数字渔业标准体系应覆盖数字渔业各个环节，应包括数字渔业顶层设计规范、数字渔业信息技术规范、数字渔业渔场设计规范、数字渔业养殖技术规范、数字渔业产品加工和流通技术规范、数字捕捞技术规范等。

综上所述，以往文献对渔业数字化的定性研究较多，但专门针对“蓝色粮仓”战略背景下，渔业数字化水平的定量研究较少，且没有针对性地研究渔业数字化建设路径。为此，本研究基于 28 个省、直辖市、自治区 2016—2021 年渔业数字化数据，测算渔业数字化水平，并且进一步分析渔业科技创新与推广效率对渔业数字化水平发展动能的影响，提出渔业数字化水平建设的优化路径。

2　“蓝色粮仓”战略背景下渔业数字化建设政策文件的关键词分析

以各省、直辖市、自治区《国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》和《“十四五”全国渔业发展规划》作为分析对象，提取渔业建设字段，使用“微词云”，对文本进行分词和共词矩阵分析，并基于共现算法生成网络关系图，选择与渔业数字化建设有关的 23 个词组生成网络关系图，具体结果如图 1 所示。

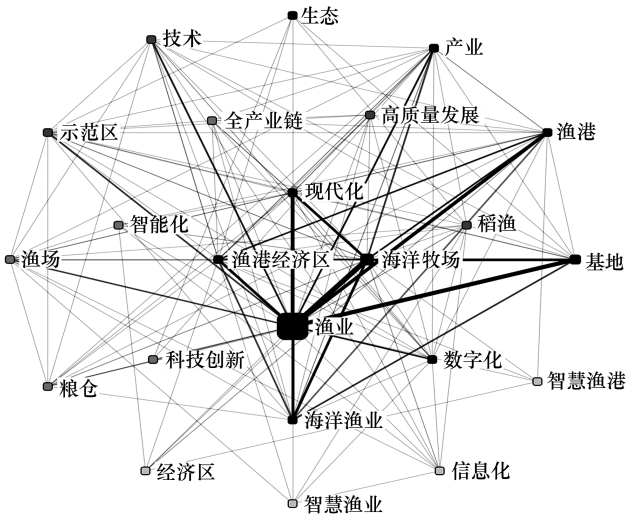

图 1　“蓝色粮仓”战略背景下渔业数字化建设政策文件的关键词分析

Fig.1　Keywords analysis of fishery digitalization construction policy documents under the background of the “Blue Granary” strategy

首先，共现单词量和总共现值最大的前几个词分别是渔业、海洋渔业、渔港经济区、海洋牧场、渔业现代化；其次，从与渔业有关的线条联系的紧密程度可以看出，共现次数最多的前几个词分别是海洋牧场、渔业基地、渔港、渔业现代化、渔港经济区、海洋渔业；最后，紧紧围绕渔业共现单词量和总共现值最大词汇的是科技创新、数字化、智能化、高质量发展、全产业链。渔业现代化、智能化、数字化、信息化、智慧渔业等，都离不开数字技术使用。因

此，在政策分析视角下，中国渔业数字化建设的重要性尤为突出，而且渔业和海洋牧场关系最为紧密，有利于实现“蓝色粮仓”的战略目标。

3 “蓝色粮仓”战略背景下渔业数字化水平测算

3.1 熵值法计算渔业数字化水平

根据《2021 全国县域农业农村信息化发展水平评价报告》《数智乡村白皮书(2021)》等，农业农村信息化评价指标对于渔业数字化评价的直接相关性并不强。因此，在选取渔业数字化建设的评价指标时，参考国内学者在数字海洋渔业、渔业信息化、智慧渔业等指标体系构建方面的研究成果，基于《中国渔业统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》的相关数据，运用熵值法测算渔业数字化水平。收集 2016—2021 年数据，遵循系统性、可操作性等原则选取评价指标，渔业数字化水平评价指标和权重如表 1 所示。

表 1 渔业数字化水平指标和权重

Table 1 Fishery digitalization level indicators and weights

项目	类型	指标	权重
渔业数字化水平	渔业数字化水平信息平台和服务(0.161 9)	网站/个	0.006 7
		手机信息用户/户	0.006 7
		电话热线/条	0.022 7
		技术简报/个	0.017 8
		信息覆盖用户/户	0.049 2
		发布公共信息/条	0.013 5
		技术资料/份	0.045 3
	渔业生产数字化(0.283 8)	渔业产值增加值/万元	0.011 8
		国家级水产原良种场/个	0.054 6
		渔港/个	0.028 5
		国家级水产种质资源保护区/个	0.016 7
		国家级水生野生动植物自然保护区/个	0.055 8
		渔民纯收入/元	0.042 2
		渔业养殖单产水平/(t·hm^{-2})	0.034 9
		渔业机械化程度/(kW·hm^{-2})	0.039 3
	渔业加工与贸易数字化(0.225 7)	加工与贸易增加值/万元	0.007 8
		水产品加工能力/(t·a^{-1})	0.048 2
		水产冷库/个	0.055 6
		进口/万元	0.069 4
		出口/万元	0.044 7
	渔业数字化科技与推广(0.328 6)	技术推广总经费/万元	0.043 3
		本科及以上渔业技术推广人员占比/%	0.043 0
		渔民培训人次/人	0.027 5
		示范关键技术/个	0.058 7
		技术成果数量/个	0.016 9
		审定新品种/个	0.018 4
		获得专利/项	0.032 6
		发表论文/篇	0.044 3
		制定标准/规范/个	0.034 0
		出版图书/本	0.009 9

当评价体系存在多项指标时，通常会因量纲和数量级不同而出现难以整合的问题。因此，本文在进行数据分析之前首先对各年原始数据进行标准化处理，然后使用熵值法对各指标进行客观赋权，得到权重矩阵。最后将各指标的权重与标准化值相乘再累加即为渔业数字化水平指数，具体方法如下。

(1)数据标准化处理。由于各评价指标的性质不同，为了使数据具有可比性，对原始数据进行标准化处理。

正向指标：

$$H_{ij}=\frac{X_i-X_{\min}}{X_{\max}-X_{\min}} \tag{1}$$

负向指标：

$$H_{ij}=\frac{X_{\max}-X_i}{X_{\max}-X_{\min}} \tag{2}$$

式中：X_i 表示原始数据；H_{ij} 表示标准化处理后的数据；$X_{\max}$ 表示第 i 项指标中的最大值；$X_{\min}$ 表示第 i 项指标的最小值。

(2)计算各指标在各方案下的比值

$$y_{ij}=\frac{H_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}H_{ij}} \tag{3}$$

(3)计算各指标的熵值

$$e_j=-K\sum_{i=1}^{m}y_{ij}\ln y_{ij} \tag{4}$$

式中：$K=\frac{1}{\ln m}$；e_j 表示指标的熵值。

(4)确定各指标的权重

$$W_j=\frac{1-e_j}{m-\sum_{j=1}^{m}e_j} \tag{5}$$

(5)计算综合评分

$$S_i=\sum_{j=1}^{n}H_{ij}W_j \tag{6}$$

本文引入功效系数的概念对指标的标准化值进行改造，将系数改为百分数，$H_{ij}=40\times\left(\frac{X_i-X_{\min}}{X_{\max}-X_{\min}}\right)+60$，每个指标均在 60～100 分之间。

表 2　渔业数字化水平综合得分

Table 2　Comprehensive score of fishery digitalization level

地区	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	平均分	排名
山东	82.119 5	81.733 4	82.433 9	82.076 9	81.480 7	83.492 2	82.222 8	1
江苏	75.975 9	76.674 5	77.563 2	76.474 9	77.487 6	77.568 8	76.957 5	2
浙江	74.277 9	73.855 9	73.753 8	74.084 1	74.926 9	76.125 8	74.504 1	3
福建	71.961 0	72.768 3	74.102 3	74.138 3	75.625 7	77.748 8	74.390 7	4
广东	71.545 1	71.656 2	73.253 2	74.101 9	73.073 2	74.607 7	73.039 6	5
湖北	72.710 9	72.746 2	72.376 0	71.217 6	72.723 6	73.556 1	72.555 1	6
安徽	69.000 6	66.858 4	69.201 5	69.646 1	69.367 5	70.212 4	69.047 7	7
辽宁	68.089 7	67.770 7	68.923 1	69.103 1	68.700 3	69.863 2	68.741 7	8
广西	67.042 6	66.797 5	68.117 7	68.310 9	67.562 7	68.161 7	67.665 5	9
上海	66.184 5	66.941 0	67.714 7	68.019 5	67.164 5	67.721 2	67.290 9	10
四川	67.233 8	66.498 0	67.040 7	66.830 1	67.960 3	67.846 2	67.234 8	11
湖南	68.038 7	66.343 3	65.920 7	65.707 9	69.056 8	67.458 8	67.087 7	12
河北	65.850 0	65.753 7	66.305 2	66.566 8	67.153 4	67.723 3	66.558 8	13
天津	64.669 7	64.762 7	65.892 7	66.901 4	66.016 1	66.152 8	65.732 6	14
河南	64.670 9	65.805 7	65.277 3	66.312 1	66.202 5	66.018 2	65.714 4	15
贵州	66.372 2	66.561 0	64.417 7	65.908 7	65.994 9	64.589 0	65.640 6	16
江西	64.971 6	65.326 3	65.888 9	64.912 7	65.774 3	66.766 9	65.606 8	17
重庆	64.178 0	64.348 5	65.076 4	64.647 6	65.332 6	65.426 4	64.834 9	18
北京	64.050 1	64.856 3	64.762 4	64.222 0	65.061 0	64.941 6	64.648 9	19
云南	64.405 4	64.655 2	64.504 8	64.795 7	64.255 2	64.796 2	64.568 7	20
吉林	63.163 7	63.502 0	63.725 7	63.967 4	64.237 9	64.628 4	63.870 9	21
陕西	63.570 2	63.435 1	64.156 6	63.605 0	64.122 0	63.985 7	63.812 4	22
海南	63.135 7	62.969 4	63.904 3	63.793 2	64.253 7	64.261 9	63.719 7	23
宁夏	62.832 9	63.531 1	63.393 3	63.667 0	63.686 7	63.792 1	63.483 9	24
内蒙古	62.492 1	62.638 9	62.929 9	63.134 7	63.261 2	64.960 0	63.236 1	25
新疆	62.793 5	62.726 1	63.199 6	63.306 1	63.646 1	63.590 2	63.210 2	26
甘肃	62.255 0	62.554 0	62.932 0	62.470 0	62.784 7	63.084 2	62.680 0	27
山西	61.851 8	62.013 8	62.162 8	62.369 3	62.345 0	62.671 0	62.235 6	28

通过熵值法计算出全国渔业数字化建设综合得分表，因数据缺失，本文未计算黑龙江、西藏、青海综合得分。从表 2 可以得出以下结论。

(1)空间维度上，山东、江苏、浙江、福建、广东、湖北、安徽、辽宁渔业数字化建设综合水平相对较高，而宁夏、内蒙古、新疆、甘肃、山西渔业数字化建设综合水平相对较低。考虑到水资源分布不均的现实制约，沿海地区数字化建设综合水平高于内陆地区，因此，应当根据实际情况加强渔业数字化建设，提升渔业资源效率，使渔业资源增质提优，实现“蓝色粮仓”战略目标。

(2)时间维度上，随着时间的推移，各地区渔业数字化建设综合水平呈波动增长态势。例如，各地区 2021 年和 2020 年渔业数字化建设综合水平普遍高于 2017 年和 2016。

(3)综合来看，仍存在一些问题。一是中国渔业数字化建设综合水平不高，仍需加强渔业数字化建设，目前只有山东综合得分 80 分以上；二是中国渔业数字化建设增长缓慢，尚未达到稳步增长的水平，而是波动式缓慢增长；三是中国渔业数字化建设地区发展不均衡，2021 年山东省综合得分为 83.492 2，山西省为 62.235 6。

3.2 渔业科技创新与推广效率对渔业数字化水平发展动能的影响

在熵值法分析渔业数字化水平的基础上，为进一步挖掘渔业科技创新与推广效率对渔业数字化发展的影响，本文借鉴刘莹、郭琳等(2022)的研究，采用 DEA－BCC 模型进行进一步测算[9]。选取渔业技术推广经费、渔民技术培训人次、示范关键技术、获得专利作为投入指标，将渔业数字化水平信息平台和服务的综合值、渔业总产值、渔民纯收入、渔业进出口总值作为产出指标。为了削弱数据之间的差异性，进行了取对数处理。

DEA－BCC 模型是假定系统内部存在 $j(j=1,\cdots,n)$ 个可以相互比较的决策单元 DMU，每个 DMU 都包含 m 个输入变量和 s 个输出变量，因此每个决策单元 DMU 的输入输出向量可以分别记为：

$$X_j=(x_{1j},x_{2j},\cdots,x_{mj})^{\mathrm{T}},j=1,\cdots,n \quad (7)$$

$$Y_j=(y_{1j},y_{2j},\cdots,y_{sj})^{\mathrm{T}},j=1,\cdots,n \quad (8)$$

通过 DEA－BCC 模型测算综合技术效率(TE)，效率值的取值区间[0,1]，当效率值越接近 1 时，越接近前沿面水平，效率越高。DEA－BCC 模型只对截面数据进行横向比较，无法对跨期面板数据进行比较，因此将 2016—2021 年每年数据分别测量。加入松弛变量 S^-、S^+ 的 DEA－BCC 模型线性规划为：

目标函数：$\min[\theta-\varepsilon(e_m^{\mathrm{T}}S^-+e_s^{\mathrm{T}}S^+)]$ (9)

$$\text{s.t.}\begin{cases}\sum_{j=1}^{n}X_j\lambda_j+S^-=\theta X_{j0}\\ \sum_{j=1}^{n}Y_j\lambda_j-S^+=Y_{j0}\\ \lambda_j\geqslant 0\\ \sum_{j=1}^{n}\lambda_j=1\\ S^-,S^+\geqslant 0\end{cases} \quad (10)$$

其中：ε 是非阿基米德无穷小量；e_m^{T} 和 e_s^{T} 为 S^-、S^+ 的单位向量；θ 为综合效率；S^-、S^+ 为投入和产出的松弛变量；X_{j0} 为松弛变量调整后的投入变量；Y_{j0} 为松弛变量调整后的产出变量。因数据缺失，本文未计算黑龙江、西藏、青海综合效率值。其他各地区综合效率值如表 3 所示。

表 3 综合技术效率

Table 3 Comprehensive technical efficiency

序号	地区	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
1	北京	1.000	1.000	1.000	1.000	0.927	1.000
2	天津	0.998	0.991	0.982	1.000	1.000	0.999
3	河北	1.000	0.884	0.868	0.889	0.858	0.873
4	山西	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
5	内蒙古	1.000	0.979	0.991	0.995	1.000	1.000

续表 3

序号	地区	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
6	辽宁	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7	吉林	0.919	0.928	0.886	0.899	0.984	0.929
8	上海	0.997	0.982	0.938	0.917	0.892	0.931
9	江苏	0.872	0.877	0.841	0.896	0.885	0.885
10	浙江	0.910	1.000	0.866	0.884	0.891	0.883
11	安徽	0.927	0.920	0.896	0.944	0.927	0.944
12	福建	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
13	江西	0.886	0.945	0.918	0.890	0.958	0.957
14	山东	0.896	0.921	0.898	0.921	0.911	0.882
15	河南	0.909	0.945	0.915	0.980	0.966	0.955
16	湖北	1.000	0.981	1.000	1.000	1.000	1.000
17	湖南	0.885	0.985	0.949	0.978	0.977	0.934
18	广东	0.912	0.911	0.877	1.000	1.000	0.969
19	广西	0.891	0.906	0.979	0.924	0.891	0.886
20	海南	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
21	重庆	1.000	0.982	0.863	0.889	0.869	0.892
22	四川	1.000	0.888	0.941	0.931	0.986	1.000
23	贵州	0.873	0.910	0.867	0.955	0.936	0.906
24	云南	0.850	0.857	0.836	0.907	0.933	1.000
25	陕西	1.000	1.000	1.000	1.000	0.920	0.984
26	甘肃	0.958	0.884	0.868	0.910	0.878	0.906
27	宁夏	0.921	0.952	0.912	0.984	0.916	0.923
28	新疆	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	平均值	0.950	0.951	0.932	0.953	0.947	0.951

从表 3 可以得出以下结论。

(1)渔业科技创新与推广的效率差异较大。沿海地区，从 2019—2021 年来看，天津、辽宁、福建、海南、广东综合技术效率近似 1，综合效率较高。其他地区综合技术排序依次为上海、广西、山东、江苏、浙江、河北。内陆地区，北京、山西、内蒙古、湖北、四川、云南、新疆的综合技术效率近似 1，综合效率较高。

(2)渔业科技创新与推广效率并不稳定。例如，沿海地区中，河北、上海、浙江、广西，综合技术效率是波动下降的。综合技术效率增长的省份也是波动起伏式缓慢增加，例如，各地区 2016 年综合技术效率均值为 0.950，2017 年为 0.951，2018 年为 0.932，2019 年为 0.953，2020 年为 0.947，2021 年为 0.951。

(3)渔业科技创新与推广投入产出尚未达到最优。考虑到水资源分布不均的影响，需要加大对水资源丰富区域渔业资源科技投入。应着力推进海洋渔业科技创新，大力发展深蓝渔业[10]。如提升上海、广西、山东、江苏、浙江、河北渔业科技创新与推广效率，使渔业资源增质提优。而山西、内蒙古、甘肃、新疆、宁夏等一些内陆区域，受水资源分布影响，渔业发展受限，加大渔业科技创新，能有效提升渔业产出效率。

4 “蓝色粮仓”战略背景下渔业数字化建设路径

4.1 夯实渔业数字化硬件和软件设施，提升数字化综合水平

“重数字化硬件建设、重数字化软件服务”的两手抓政策应该是未来提升我国产业链强度的有效途径[11]。渔业数字化建设可以通过将渔业基础设施、渔业建设主体、渔业应用场景、渔业发展模式、渔业核心要素、渔业生态环境、渔业建设目标等加以“串联”，确保渔业资源的全过程畅通。当渔业各环节之间出现不畅通，例如渔业研发、渔业生产、渔业加工、渔业流通、渔业消费、渔业服务之间未有效衔接，就会存在渔业建设的“数字鸿沟”。为有效应对此类问题，一方面，要不断夯实渔业数字基础设施建设，提升渔业数字化硬件和软件设施水平；另一方面，渔业数字化建设的实现基于数字基础设施建设的互联互通，需要根据渔业资源应用场景以及渔业建设的最终目的，有效应用渔业数字技术、确定渔业数字产品和渔业数字化平台。因为渔业数字化建设中不同的渔业应用场景，需要用到不同的渔业数字技术、渔业数字化平台，所以需要考虑渔业数字化平台的互联互通，防止渔业数字化产品和渔业数字化平台的重复建设、减少渔业建设中的资源浪费，以及降低渔业建设不畅通产生的“数据鸿沟”。同时，做好以下两点，一是做好“渔业＋数字技术”，以场景应用为牵引重点推动重点领域和关键环节的数字化建设，打造数字工厂、数字交易平台等新业态；二是加强大数据、物联网、数字孪生等新型技术的发展，提升渔业整个产业链的分析、决策能力，打造渔业发展的“数字大脑”。

4.2 提升渔业科技与推广效率，增强渔业数字化水平发展动能

各地区渔业综合技术效率存在较大的改进空间，可以通过渔业数字化建设，调整渔业各环节资源的分配，优化渔业投入要素结构，在渔业建设规模上按照渔业效率结果来增大渔业发展规模或者减小渔业资源的无效投入，以同时提高渔业数字化水平和渔业规模收益。渔业科技与推广效率的提升，又能进一步促进渔业数字化水平建设，促进渔业产能增加。此外，各地需要结合实际情况，因地制宜制定渔业发展规划，明确渔业资源的投入和渔业产出目标，将渔业科技与推广效率作为重要参考指标，既能充分发挥本地的既定优势，又能发挥创新优势。同时，重视培育本土具有自主科技能力的渔业企业群，渔业企业群的形成和聚集有利于形成渔业产业集群。未来科技发展是主流趋势，追踪渔业科技前沿，布局渔业科技资源分配。加强与人民日益增长的美好生活密切相关的渔业产品的科技投入，增强渔业数字化水平，渔业科技资源分配效率更高。上海、广东等科技综合效率表现较好的地区要发挥辐射带头作用，通过科技资源的有效调配，积极打造与周边区域的渔业科技生态共同体，共促渔业经济良性发展。

4.3 以渔业数字化为核心，重塑渔业产业链与供需链、企业链、空间链和价值链的关系

产业链是从产业上游到下游，由供需链、企业链、空间链和价值链等内含链组合而成的有机集合体[12]。渔业全产业链，即渔业研发、渔业生产、渔业加工、渔业流通、渔业消费、渔业服务等各环节的有效衔接和协同发展。渔业数字技术的应用与扩散能够对渔业研发、渔业生产、渔业加工、渔业流通、渔业消费、渔业服务等环节实现全方位的改造升级，并不断衍生出渔业更多类别的产业活动，拓展渔业经济的范围。数字技术可以为渔业供需链的运行效率提升提供技术保障，增强渔业企业链运行效率，扩展渔业空间链运行空间，提升渔业价值链的价值。数字经济时代，渔业企业将依据企业自身资源要素优势，精准定位本企业在渔业产业链环节中分工的地位，从而只专注于参与渔业某一环节或几个环节的生产与经营活动。即通过渔业资源的集中调配，能有效提升渔业效率，降低渔业运营成本。总之，渔业生产数字化、渔业加工数字化、渔业流通数字化，将数字经济与渔业产业环节深度融合，有利于实现渔业全产业链的重点领域和关键环节“精准管控”，促进“蓝色粮仓”战略目标实现。

参考文献(References)：

[1] 杨红生.我国蓝色粮仓科技创新的发展思路与实施途径[J].水产学报，2019，43(1)：97－104.
YANG Hongsheng. Development ideas and implementation approaches for technological innovation in China's blue granaries[J]. Journal of Fisheries of China, 2019, 43 (1): 97－104.

[2] KING J R, MCFARLANE G A. Marine fish life history strategies: applications to fishery management[J]. Fisheries Management & Ecology, 2003, 10(4): 249－264.

[3] 赵小强，高强，许曰强等.面向农业领域的物联网监测与控制技术[M].北京：海洋出版社，2019.
ZHAO Xiaoqiang, GAO Qiang, XU Yueqiang, et al. Internet of things monitoring and control technology for agriculture[M]. Beijing: China Ocean Press, 2019.

[4] 潘春霖. 基于物联网技术的智能渔业监控系统设计[J]. 天津农业科学，2017，23(12)：26－30.
PAN Chunlin. Design of an intelligent fishery monitoring system based on internet of things technology[J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2017, 23 (12): 26－30.

[5] 于宁，徐涛，王庆龙，等.智慧渔业发展现状与对策研究[J].中国渔业经济，2021，39(1)：13－21.
YU Ning, XU Tao, WANG Qinglong, et al. Research on the current situation and countermeasures of smart fisheries development[J]. Chinese Fisheries Economics, 2021, 39 (1): 13－21.

[6] TOBIAS B, JOHANNA F, HARRY S, et al. Evaluating fisheries systems: a comprehensive analytical framework and its application to the EU's common fisheries policy[J]. Fish and Fisheries, 2019, 20(1): 97－109.

[7] 刘伟岩，高强，金炜博.山东省海洋渔业现代化发展水平测度及影响因素分析[J].海洋开发与管理，2016，33(7)：26－30.
LIU Weiyan, GAO Qiang, JIN Weibo. Measurement of the modernization development level of marine fisheries in Shandong Province and analysis of influencing factors[J]. Ocean Development and Management, 2016, 33 (7): 26－30.

[8] 杨雪冰.数字渔业标准制定的几点思考[J].河南水产，2021(6)：1－2.
YANG Xuebing. Reflections on the development of digital fisheries standards[J]. Henan Fisheries, 2021 (6): 1－2.

[9] 刘莹，郭琳，王萍，等.山东省海洋渔业科技创新效率测度及影响因素分析[J].中国渔业经济，2022，40(1)：73－81.
LIU Ying, GUO Lin, WANG Ping, et al. Measurement of technological innovation efficiency and analysis of influencing factors in marine fisheries in Shandong Province[J]. Chinese Fisheries Economics, 2022, 40 (1): 73－81.

[10] 张瑛，陈雨生，王胜鹏.海洋渔业经济增长战略实证研究——以山东为例[J].山东大学学报(哲学社会科学版)，2021(3)：152－160.
ZHANG Ying, CHEN Yusheng, WANG Shengpeng. Empirical study on the growth strategy of marine fisheries economy: taking Shandong as an example[J]. Journal of Shandong University (Philosophy and Social Sciences), 2021 (3): 152－160.

[11] 陈晓东，杨晓霞.数字经济可以实现产业链的最优强度吗？——基于 1987－2017 年中国投入产出表面板数据[J].南京社会科学，2021(2)：17－26.
CHEN Xiaodong, YANG Xiaoxia. Can the digital economy achieve the optimal strength of the industrial chain?: based on the 1987－2017 China Input-Output Panel Data[J]. Nanjing Journal of Social Sciences, 2021(2): 17－26.

[12] 吴金明，邵昶.产业链形成机制研究：“4＋4＋4”模型[J].中国工业经济，2006(4)：36－43.
WU Jinming, SHAO Chang. Research on the mechanism of industrial chain formation: “4＋4＋4” model[J]. China Industrial Economics, 2006 (4): 36－43.