

文章编号: 1674-5566(2024)03-0811-12

DOI: 10.12024/jsou.20230204091

“大食物观”背景下中国水产养殖业可实现产能测算

徐忠^{1,2}, 曾婷婷¹

(1. 上海海洋大学 经济管理学院, 上海 201306; 2. 中国渔业发展战略研究中心, 上海 201306)

摘要: 测算水产养殖业潜在产能对保障食品安全意义重大,但目前对我国水产养殖业产能的动态变化研究较少。论文基于传统农业产能测算方案,创新性提出了1个综合性的测算方案,按生产方式,分省、分区测算我国水产养殖业可实现产能,并对测算结果进行了分析。结果表明:综合性的测算方案切合实际,具有便捷性和科学性。这一方案可在全国推广,运用到省、市、县的水产养殖产能测算工作中。开展大规模本底调查是下一步产能测算的重要工作。我国水产养殖业可实现产能测算为7300万t。养殖面积下降已对水产养殖业产能带来较大负面影响,单产水平的提高对产能贡献巨大。位于西南地区的贵州、云南和东北地区的吉林、黑龙江是未来扩大产能最具潜力地区。稳住养殖面积与提高单产水平是提高渔业产能的两个抓手,提高海水大水面养殖的单产水平对提高我国大水面养殖产能的促进作用更大。

关键词: 大食物观; 水产养殖业可实现产能; 产能测算

中图分类号: F326.4 **文献标志码:** A

鱼、虾、蟹所提供的蛋白质水平是水稻的5~9倍(表1)。在提供蛋白质方面,水产品相比作为主粮的水稻和小麦具有较大优势,满足“让国民不仅吃得饱,还要吃得好”的要求。水产品在保证供给中的重要意义在于提供远高于普通粮食的蛋白质供应,能够在更高水平上满足“稳产保供”的功能。因此,保国民的能量供应,主粮作用最大,保国民蛋白质供给,水产品作用更大。

渔业生产分为养殖与捕捞两种基本形式。我国能从捕捞渔业中提高的产能空间极为有限。根据联合国粮农组织的统计,截至2019年,全球35.4%的渔业生物资源处于过度捕捞状态,相比2年前又下降了1.2个百分点^[1]。受制于全球渔业资源衰退和远洋渔业捕捞配额的限制,我国的远洋捕捞产能未来增长有限,基本稳定在每年200万t左右^[2]。远洋渔业只能走依靠科技创新和高质量发展之路^[3]。我国的近海渔业资源衰退同样明显,有研究表明,1978—2016年中国近海渔业资源综合指数下降了61%^[4]。国内捕捞渔业受制于国内资源和环境约束,在“双限”及“伏季休渔”等管理措施下,产能扩张极为有限,目前年产量

稳定在1100万t左右。2020年近海捕捞产量相比2019年又减少了76万t,未来的趋势还会略有下降。近海捕捞与远洋捕捞两项加总,我国整个捕捞产能稳定在1300万t左右。渔业产能的提高只能寄望于水产养殖业。水产养殖业对我国渔业生产具有举足轻重的作用。也有研究指出水产养殖业同样存在环境资源、土地减少等制约,需要走高质量发展道路^[5]。2021年,我国水产养殖业实际产能达到5324万t,占我国渔业总产量的81%,未来这一比例还会不断上升。因此,测算水产养殖业潜在产能对保障食品安全意义重大,但目前对我国水产养殖业产能的动态变化研究较少。

提出一个可行的测算方法来分析和测算我国水产养殖业可实现产能是本文要解决的主要问题。此外,传统的农业产能测算通常基于大量的本底调查,并采用统计方法测算可实现产能和潜在产能。目前,水产养殖业并未有充分的本底调查资料可用。本文需要解决的另一个问题就是,在缺少本底数据的条件下,提出一个较为可行的测算水产养殖业可实现产能的方案。

收稿日期: 2023-02-19 修回日期: 2023-09-27

基金项目: 国家社会科学基金(23BGL210)

作者简介: 徐忠(1971—),男,教授,硕士生导师,研究方向为农(渔)业技术经济分析与渔业国际问题。E-mail: zxu@shou.edu.cn

版权所有 ©《上海海洋大学学报》编辑部(CC BY-NC-ND 4.0)

Copyright © Editorial Office of Journal of Shanghai Ocean University (CC BY-NC-ND 4.0)

<http://www.shhydx.com>

表1 水产品与主要粮食在蛋白质、
能量提供水平上的比较
Tab. 1 Comparison of protein and energy levels
between aquatic products and main grains

类别 Category	可食系数 Edible coefficient	蛋白质 Protein/(g/kg)	能量 Energy/ (kJ/kg)
草鱼 Grass carp	0.58	96.28	2 743
鳊鱼 Bighead carp	0.61	93.33	2 550
青鱼 Herring	0.63	126.63	3 112
鲢鱼 Silver carp	0.61	108.58	2 654
鲳鱼 Pomfret	0.7	129.5	4 102
基围虾 Kiwei shrimp	0.6	109.2	2 538
河蟹 Crab	0.42	73.5	1 810
扇贝 Scallop	0.35	38.5	879
蛤蜊 Clam	0.39	39.39	1 010
水稻(整精米) Head rice	0.58	14.5	4 002
小麦(75粉) Wheat (75 flou)	0.75	78	11 040

注:数据来源为 1. <http://www.eshian.com/sat/yyss/list>; 2. 省粮食局关于 2020 年全省收获粮食质量和品质的报告-湖北省粮食局 (hubei.gov.cn)。

Notes: The authors calculated from the following sources: 1. <http://www.eshian.com/sat/yyss/list>; 2. Report of the Hubei Provincial Grain Bureau on the Quality of Harvested Grain in 2020- Provincial Grain Bureau (hubei.gov.cn).

1 水产养殖业产能测算方案设计

1.1 已有研究及农业产能测算方法

鲁泉等^[6]使用中国渔业统计年鉴的时间序列数据,采用灰色关联度模型的方法对中国渔业产量进行了预测。该研究采用的方法是基于时间序列外推的方法,没有考虑到我国不同地区、不同省份的实际环境、气候条件等因素,因此存在一定的局限。

联合国粮农组织创建了农业生态区域法(简称“AEZ 法”)。AEZ 法实际上是根据作物生产原理,将影响作物产量的光照、温度、水分、土壤条件等因素逐级修正获取作物产量的方法^[7]。2003 年,我国农用地综合生产能力调查与评价工作全面展开,国土资源部发布了《农用地分等规程》^[8]。张凤荣等^[9]通过综合分析法建立起农用地产能核算技术方法体系,形成了通过 3 个层次产能比较优化农用地利用的机制。郑文聚等^[10]在农用地自然质量等指数基础上,将农用地产能划分为农用地远景理论产能、当前理论产能和实际产能 3

个层次并且分别核算,对科学认识农用地产能安全问题并合理开发农用地生产潜力起到了较大作用。众多学者后续开展了大量的应用研究^[11-14]。侯现慧等^[15]还从耕地产能、利用条件、土壤有益元素质量和土壤环境质量等 4 个层面分别构建指标体系,综合确定基本农田布局类型,把农地产能研究拓展到了县域规划领域。

按照国土资源部 2010 年颁发的《农用地产能测算技术规范》,农业产能测度主要选取小麦、水稻、玉米等几个简单的品种作为指定品种(其他品种参照折算),分区域测度并给出不同品种的“质量指数”和“技术利用指数”,然后测算不同区域的“理论单产”、“可实现单产”和“实际单产”。再结合耕地面积算出“理论产能”、“可实现产能”和“实际产能”^[16]。实际测算过程非常繁杂。不同地区不同品种的质量指数和技术利用指数需要结合当地的耕作制度、光、温、水等指标进行测算得出,相关工作需要农业部门组织专家进行测度后给出。根据《规范》中的解释,理论单产可以理解为分地区的试验田单位产量,可实现单产可以理解为分地区的生产能手能够获得的最大单位产量。实际应用中,当缺少数据时,理论单产可以根据各地区专家咨询得到,可实现单产可以通过当地样本耕地的 3~5 年的最高单位产量得到。

1.2 水产养殖业产能测算理论方案

水产养殖业产能测算主要包括“理论产能”、“可实现产能”和“实际产能”3 个指标。实际产能直接查阅官方统计资料可得,重点是测算“理论产能”和“可实现产能”。要获得“理论产能”和“可实现产能”,需要先测算出“理论单产”和“可实现单产”。

农业产能测算方法主要包括 A、B 两种测算方案,主要用于测算水产养殖业的“理论产能”和“可实现产能”,见图 1。方案 A 参照国土资源部发布的《农用地分等规程》中农业产能测算方案。方案 B 基于国土资源部 2010 年颁发的《农用地产能测算技术规范》中规定:“可通过专家访谈数据代替‘理论单产’和‘可实现单产’”而制定。这两种方案均需要开展全国范围内的大量本底调查。在缺少本底调查的数据情况下,我们参考方案 A 和方案 B,设计了方案 C。方案 C 可以在只有官方统计数据可用的情况下,分区域,分省,按照 5 年内最高产量代替某一区域的可实现产能来设计。

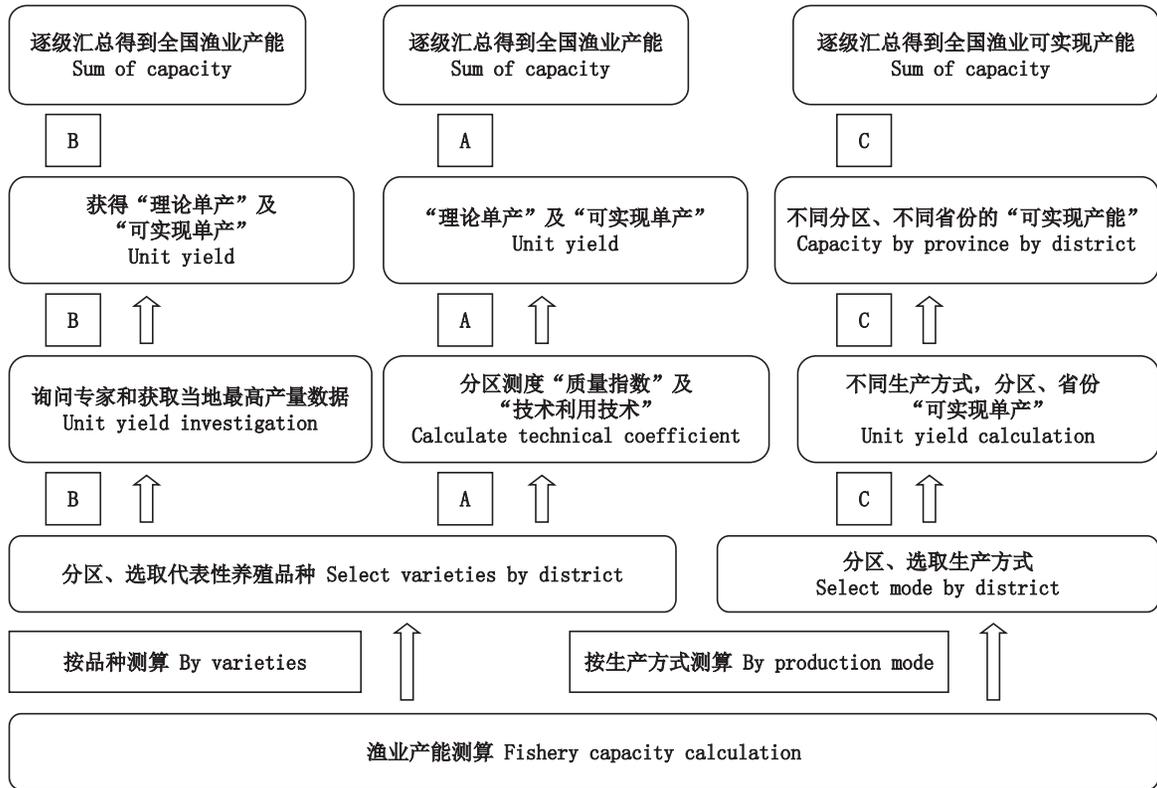


图1 渔业产能测算理论框架
 Fig. 1 Theoretical framework for fishery production capacity calculation

1. 2. 1 测算水产养殖业产能的 A 方案

方案 A 参照国土资源部发布的《农用地分等规程》中农业产能测算规定,对被选定的区域样本点的不同养殖品种测算“质量指数”和“技术利用指数”。方案 A 的实施需要开展大量调查。第一步,不同养殖品种的质量指数和技术利用指数测算需要结合当地各养殖区块的养殖模式、水源、气候、单位水面固定资产投资等指标。这一工作需由各地渔业部门组织技术专家进行测度并给出。

第二步,根据不同养殖品种的质量指数和技术利用指数对养殖水面进行分等。水产养殖业产能测算以养殖水面分等结果为基础,先进行县级分等单元单产的测算,再进行产能测算。为保证分等成果的真实性,在进行产能测算时并不对分等结果进行修正,直接应用分等的质量指数、技术利用指数测算单元的单产。

第三步,根据区域产能单产测算模型测算理论单产和可实现单产。建立标准理论水产养殖业单产样本值和对应分等单元养殖水面自然质量等指数和技术利用指数的函数关系模型如下:

$$y_i = aR_i + b \quad (1)$$

式中: y_i 为第*i*个单元的标准养殖产量理论单产的样本值(标准养殖产量可实现单产的样本值); R_i 为第*i*个分等单元的自然质量等指数(技术利用等指数); a 、 b 为回归系数值。将区域范围内所有分等单元的养殖水面自然质量等指数或者技术利用指数代入函数方程,则可获得相应的标准养殖产量理论单产和可实现单产。

第四步,算出区域渔业养殖的理论产能和可实现产能。根据上一步计算得出的区域标准养殖产量理论单产和可实现单产数值,乘以区域养殖面积得到区域渔业养殖的理论产能和可实现产能。

第五步,按照区划汇总。确定区域产能最小单元为乡(镇)域。区域产能的区域包括乡(镇)域、县域及省域,乡(镇)域、县域产能逐级汇总得到县域、省域产能,最后汇总得到全国水产养殖业可实现产能。

1. 2. 2 测算水产养殖业产能的 B 方案

方案 B 基于国土资源部 2010 年颁发的《农用地产能测算技术规范》中规定设计:“可通过专家访谈数据代替‘理论单产’和‘可实现单产’”。B 方案的工作流程和计算模型与 A 方案基本一致,

不同点在第二步和第三步。B方案的第二步,通过询问水产部门或者水产技术推广站的专家和技术人员,获得理论上的实验产量数据作为理论单产数据。第三步,调查当地5年的养殖单位产量或养殖能手的单位产量,选择最高单产作为可实现单产数据。这一方案实施基础也需要做大量调查。

2 测算水产养殖业产能的综合性方案(C方案)

A方案和B方案实施要基于大量的本底调查和准备。在缺少本底调查数据的情况下,质量指数、技术利用指数和专家数据缺少,A方案和B方案难以采用。方案C参考方案A和方案B的设计原理,不需要大量调查工作,可以直接使用官方发布的统计数据,按照生产方式,分区域,分省测算5年内最高产量,并用这一最高产量代替某一区域的可实现单产并计算可实现产能,最后汇总得到全国水产养殖业可实现产能。

C方案可作为方案A与方案B的备选方案。C方案的工作流程与A方案基本一致。C方案也存在不足之处:一是不能测算理论产能,二是测算结果精度不高。

C方案中的分区方法。根据国土资源部2003年发布的《农用地分等规程》和2010年发布的《农

用地产能测算技术规范》中规定:“在缺少调查数据的情况下,可采用3~5年内最高数据,也可采用当地产量较高的地块的数据来替代”。基于这一思想和原理,本文采用分区、分省的方法,把气温、水资源条件相似的相邻省份分为一个大区,同时考虑淡水养殖和海水养殖的差异,把全国分为10个大区。北京、天津为一个区,内蒙古、甘肃、宁夏为一个区,四川、云南、贵州、重庆为一个区。广东、广西、海南为一个区,湖北、湖南、安徽、江西为一个区,浙江、上海、福建和江苏为一个区,山东、辽宁、河北为一个区,河南、陕西、山西为一个区,吉林和黑龙江为一个区,青海、西藏和新疆为一个区。中农发集团没有开展水产养殖,不做考虑。具体见表2。

这当中,仅有或者以淡水养殖为主的分区有北京片区、内蒙古片区、四川片区、湖北片区、河南片区、吉林片区和青海片区共7个片区。既有淡水养殖也有海水养殖,海水养殖占有相当重要地位的片区包括浙江片区、山东片区和广东片区共3个片区。天津市的海水养殖很少,因此把天津划入仅有淡水养殖的北京片区,但在做海水养殖测算时,把他划入山东片区。

各省、市、区在进行省内分区计算时,也可采用类似办法。根据省内的地理分布、气候条件和经济发展水平对养殖区域进行分区测算、汇总。

表2 中国渔业养殖可实现产能测算分区
Tab. 2 Zoning for China's achievable aquaculture production capacity calculation

全国片区 Districts	各片区主要生产方式特征 Characteristics of production in each district	各片区包括省份 Provinces in each district
北京片区 Beijing area	淡水养殖 Fresh aquaculture	北京、天津 Beijing, Tianjin
内蒙古片区 Inner Mongolia area	淡水养殖 Fresh aquaculture	内蒙古、甘肃、宁夏 Inner Mongolia, Gansu, Ningxia
四川片区 Sichuan area	淡水养殖 Fresh aquaculture	四川、云南、贵州、重庆 Sichuan, Yunnan, Guizhou, Chongqing
湖北片区 Hubei area	淡水养殖 Fresh aquaculture	湖北、湖南、安徽、江西 Hubei, Hunan, Anhui, Jiangxi
河南片区 Henan area	淡水养殖 Fresh aquaculture	河南、陕西、山西 Henan, Shaanxi, Shanxi
吉林片区 Jilin area	淡水养殖 Fresh aquaculture	吉林、黑龙江 Jilin, Heilongjiang
青海片区 Qinghai area	淡水养殖 Fresh aquaculture	青海、西藏、新疆 Qinghai, Xizang, Xinjiang
广东片区 Guangdong area	海水与淡水养殖并重 Marine and freshwater aquaculture	广东、广西、海南 Guangdong, Guangxi, Hainan
浙江片区 Zhejiang area	海水与淡水养殖并重 Marine and freshwater aquaculture	浙江、上海、福建、江苏 Zhejiang, Shanghai, Fujian, Jiangsu
山东片区 Shandong area	海水与淡水养殖并重 Marine and freshwater aquaculture	山东、辽宁、河北 Shandong, Liaoning, Hebei

由于水产养殖业品种繁多,涉及几十上百种,按品种统计工作量巨大。水产养殖业具有一个特点,即同一品种包括多种生产方式。这会造成品种测算复杂且误差较大。比如罗非鱼养殖就包括池塘养殖、工厂化养殖等方式,不同生产方式单位产量差异巨大,现有资料并不能做出区分。根据《中国渔业统计年鉴》的分类,所有水产养殖业的生产方式一共只有 10 类左右,见表 3。在节约人力和时间成本的情况下,按照生产方式估算水产养殖业可实现产能比较经济和实用。

对表 3 的分析发现,统计年鉴中生产方式的统计实际上又分为两类,一类是按“生产方式”统计,另一类是按照“生产水域”统计,两类统计实际上都可称之为“生产方式”统计。海水养殖按照生产方式分 7 类,按生产水域分 3 类,按生产方式分类更为细致,按生产水域划分较粗。淡水养殖按生产方式分 3 类,按生产水域分 6 类,按生产方式分类统计较粗,按生产水域划分更为细致。本文选择按照较为细致的分类进行测算,即淡水养殖按照生产水域统计,海水养殖按照生产方式统计。

按照《中国渔业统计年鉴》。2020 年淡水养殖按照“生产水域”中的池塘、湖泊、水库、河沟、稻田和其他 6 类养殖水域测算。这 6 类的产量加总与总产量完全吻合。

海水养殖按照水域划分的产量加总与总产量吻合,但按水域划分仅有海上、滩涂和其他 3 类,较为粗略。按照生产方式分 7 类,更为细致、精确。但按照生产方式的产量加总却又与总产量不等。2020 年按生产方式加总的海水养殖产量为 1 683 万 t,与总产量为 2 135 万 t 相差了 452 万 t。考虑到这一差距不大,可以把这一差距看作海水养殖的“其他生产方式”来进行统计。按照 7 种生产方式测算出海水养殖可实现产能后,再加上“其他生产方式”的产能 452 万 t 得到。

大水面养殖有着开放水面资源的优势和拓展空间,近年来受到各方面关注。因此,在传统的海水养殖和淡水养殖之外,把淡水大水面养殖产能、海水大水面产能和综合大水面养殖产能也列出并进行测算。淡水大水面养殖包括湖泊、水库和河沟 3 种模式。海水大水面养殖包括海上和滩涂两种模式,见表 3。

表 3 中国渔业养殖生产方式分类
Tab. 3 Classification of aquaculture in China

养殖类型 Aquaculture types	按水域分类 By water area	按生产方式分类 By production mode
1. 淡水养殖 Freshwater aquaculture	池塘 Pond	围栏(m ²)Fence
	湖泊 Lakes	网箱(m ³)Cage
	水库 Reservoir	工厂化(m ³)Factory
	河沟 River & ditch	
	其他 Others	
	稻田 Paddy field	
2. 海水养殖 Marine aquaculture	海上 Maritime	池塘 Pond
	滩涂 Tidal flat	普通网箱(m ³)Ordinary cage
	其他 Others	深水网箱(m ³)Deepwater cage
		筏式 Raft
		吊笼 Hanging cage
		底播 Bottom cast
	工厂化(m ³)Factory	
3. 淡水大水面养殖 Large scale open freshwater aquaculture	湖泊+水库+河沟 Lake, reservoir and ditch	
4. 海水大水面养殖 Large scale open marine aquaculture	海上+滩涂 Maritime and tidal flat	
5. 大水面养殖 Large scale open water aquaculture	湖泊+水库+河沟+海上+滩涂 Lake, reservoir,ditch, maritime and tidal flat	

注:资料来源于《中国渔业统计年鉴》。

Notes: The data from “China Fishery Statistical Yearbook”.

3 水产养殖业可实现产能测算

3.1 全国水产养殖业面积变化

水产养殖业可实现产能测算的关键是“可实现单产”,但养殖面积也是影响产能的另一个重要变量。根据《中国渔业统计年鉴》,在2016至2020年5年间,全国水产养殖面积减少了近41万 hm^2 ,占总养殖面积744万 hm^2 的5.5%。其中,养殖面积增加的有贵州、吉林等13个省份,超过10%的有7个省份,其中贵州、吉林、云南和黑龙江位于西南地区 and 东北地区,这4个省份的养殖面积在绝对数量和相对水平上均有较大增长,是未来扩大产能的重要区域,值得重点关注,见表4。

5年之间养殖面积下降的省份有17个,下降超过全国平均水平的有13个,下降超过10%的有山东、河南等11个省份,下降超过20%的有天津、湖北、上海等9个省份。从养殖面积下降的绝对水平和比例来看,湖北、海南、新疆、河南、河北、辽宁、浙江和山东等省份值得重点关注。仅湖北一省就减少了33万 hm^2 。要维持全国的水产养殖业产能,在提高单位产能的同时,还要防止养殖面积大幅下滑。

3.2 淡水养殖可实现产能

按照养殖方式(不同养殖水域)测算淡水养殖可实现产能可分为:分省测算和分区测算两种。每一种测算方法又按照5年之内的最大养殖面积、最高单产测算,同时计算出按2020年养殖面积、5年内最高单产测算结果以供比较,结果见表5。

按照2020年养殖面积、分省测算的淡水养殖可实现产能为3363万t,高于实际产能274万t,高出8.88%;按照5年间最大面积测算可实现产能为3691万t,高于实际产能602万t,高出近20%;分区测算,按最大面积的可实现产能为4451万t,高于实际产能1362万t,高出44%;按2020面积分区测算产能达到4019万t,高出实际产能930万t,高出30%。增加池塘养殖面积,可以增加200~600万t的养殖产能;增加湖泊养殖面积,可以增加100~150万t养殖产能;增加水库的养殖面积,可以增加200~300万t养殖产能。通过提高池塘养殖、水库和稻田养鱼的单产可以分别增加400万t、200万t和200万t的产能。仅增加养殖面积一共可以增加产能1400万t左右,仅提高单产水平可以增加1000万t左右的淡水养殖产能。

表4 全国各省市养殖面积统计
Tab. 4 Variation of aquaculture area in provinces in China

省份 Provinces	2016年 Year	2020年 Year	变化 Variation	省份 Provinces	2016年 Year	2020年 Year	变化 Variation
贵州 Guizhou	33 400	64 931	94.40%	江苏 Jiangsu	625 041	598 538	-4.24%
吉林 Jilin	181 300	300 804	65.92%	辽宁 Liaoning	878 700	839 349	-4.48%
甘肃 Gansu	6 100	7 971	30.67%	全国 nation wide	7 445 543	7 036 106	-5.50%
山西 Shanxi	9 900	12 870	30.00%	内蒙古 Inner Mongolia	136 900	127 029	-7.21%
陕西 Shaanxi	42 900	51 282	19.54%	浙江 Zhejiang	280 901	254 827	-9.28%
云南 Yunnan	91 400	105 782	15.74%	山东 Shandong	839 500	744 618	-11.30%
黑龙江 Heilongjiang	375 400	419 850	11.84%	河南 Henan	147 000	128 593	-12.52%
四川 Sichuan	181 100	193 145	6.65%	西藏 Xizang	5	4	-20.00%
福建 Fujian	238 601	250 247	4.88%	河北 Hebei	179 601	141 001	-21.49%
重庆 Chongqing	80 141	82 970	3.53%	北京 Beijing	2 800	2 088	-25.43%
湖南 Hunan	413 959	426 775	3.10%	新疆 Xinjiang	127 742	94 070	-26.36%
广西 Guangxi	180 600	186 062	3.02%	海南 Hainan	62 070	44 665	-28.04%
安徽 Anhui	476 600	478 550	0.41%	宁夏 Ningxia	32 433	23 102	-28.77%
青海 Qinghai	17 400	17 400	0.00%	上海 Shanghai	16 300	10 522	-35.45%
广东 Guangdong	480 800	474 096	-1.39%	湖北 Hubei	853 064	525 886	-38.35%
江西 Jiangxi	412 884	405 373	-1.82%	天津 Tianjin	41 001	23 706	-42.18%

表 5 淡水养殖可实现产能测算
Tab. 5 Calculation of achievable production capacity of freshwater aquaculture 万 t

养殖方式 Aquaculture mode	2020 实际 产能 2020 real production	分省 By provinces		分区 By districts	
		按最大面积、最高单产 测算 Maximum area and YPU	按 2020 面积、最高单产 测算 2020 area and maximum YPU	按最大面积、最高单 产测算 Maximum area and YPU	按 2020 面积、最高单产 测算 2020 area and maximum YPU
池塘 Pond	2 280	2 473	2 381	2 832	2 715
湖泊 Lake	83	172	105	223	128
水库 Reservoir	283	419	335	590	469
河沟 Ditch	50	96	62	118	77
其他 Others	68	156	120	156	120
稻田养鱼 Paddy field	325	375	361	532	510
淡水总计 Total	3 089	3 691	3 363	4 451	4 019

统计年鉴中按照生产方式统计的围栏、网箱和工厂化养殖的实际产能数据并不高,2020年的全国实际产能仅为66万t。这三种生产方式的面积下降很厉害。如果按照最大面积来测算,这三种生产方式的产能可以增加400~700万t。如果面积不变,按照分省和分区测算,产能可以增加30~100万t。虽然淡水养殖的围栏、网箱和工厂化养殖产量不高,但通过提高单位产量、提高养殖面积和增加养殖水体,可以实现产能较大提高。需要注意,围栏、网箱和工厂化养殖已经包括在了湖泊、水库及其他几个养殖类别之中。

3.3 海水养殖可实现产能

按照生产方式测算海水养殖可实现产能,结果如表6。按最大面积、分省测算的产能比实际产能2135万t高出428万t。按2020年的养殖面积测算结果比实际产能高出200万t;按最大面积、分区测算产能高出实际产能700万t;按2020

年养殖面积测算产能比实际产能2588万t高出450万t。

要提高养殖产能,重点可以通过提高筏式、底播、池塘、普通网箱和深水网箱的养殖面积来实现,尤其是提高筏式和底播的养殖面积。从提高单产的角度,重点要提高深水网箱和底播的单产水平。分省测算,通过提高这两种养殖方式的单产水平,可以提高养殖产量136万t,提高2.7倍。分区测算,可提高185万t,提高产能4倍以上。

总体上,通过提高养殖面积可以提高海水养殖产能400~700万t,达到2500~2900万t;通过提高单产水平可以提高海水养殖产能200~450万t,达到2350~2600万t。通过提高面积可以增加产能20%~35%,通过提高单产可以增加产能10%~21%。可见,提高海水养殖面积的增产效果更为显著。

表 6 海水养殖可实现产能测算
Tab. 6 Calculation of achievable marine aquaculture production capacity 万 t

养殖方式 Aquaculture mode	2020 实际产能 2020 real production	分省 By provinces		分区 By districts	
		按最大面积、最 高单产测算 Maximum area and YPU	按 2020 面积、最高单 产测算 2020 area and maximum YPU	按最大面积、最高单 产测算 Maximum area and YPU	按 2020 面积、最高单 产测算 2020 area and maximum YPU
池塘 Pond	257	311	286	359	332
普通网箱 Ordinary cage/m ³	57	139	60	278	110
深水网箱 Deepwater cage/m ³	29	107	106	149	148
筏式 Raft	630	715	668	756	707
吊笼 Hanging cage	139	158	142	211	195
底播 Bottom cast	539	643	598	645	599
工厂化 Factory/m ³	33	38	36	46	45
其他 Others	452	452	452	452	452
海水总计 Total	2 135	2 563	2 348	2 896	2 588

按生产水域测算,对海上、滩涂和其他水域三类海水养殖模式测算出可实现产能(表略)。提高养殖面积可增加产量360~900万t,达到2500~3000万t;提高单产水平可以提高产量150~600万t,达到2280~2766万t。前者提高产能17%~42%,后者可以提高产能7%~30%。这一结果也同样证明提高海水养殖面积对提高产能的效果比提高单产水平更显著。

此外,对按生产方式测算和按生产水域测算的结果进行比较,前者提高产量的低限和高限都在后者之内,说明按照生产方式测算产能的结果更为可靠。

3.4 我国水产养殖可实现总产能

把淡水养殖和海水养殖的可实现产能测算结果汇总,得到我国水产养殖业可实现总产能,

如图2。分省测算,通过提高单产水平可提高产能500万t,水产养殖业总产能达到5700万t左右。同时提高养殖面积和养殖单产可以提高产能1000万t,水产养殖业总产能达到6200万t左右。提高养殖面积和单产水平的贡献率各占50%;分区测算,同时提高养殖面积和养殖单产,可以提高产能2100万t左右,总产能达到7300万t。提高单产水平的贡献率为66%,提高养殖面积的贡献率为33%。总之,分省测算我国水产养殖业可实现产能达6200万t,分区测算可实现产能达7300万t。

总体上,要提高我国水产养殖业产能,重点要提高养殖单产水平。提高淡水养殖产能的重点是提高淡水养殖的单产水平,而提高海水养殖产能的重点则是提高海水养殖面积。

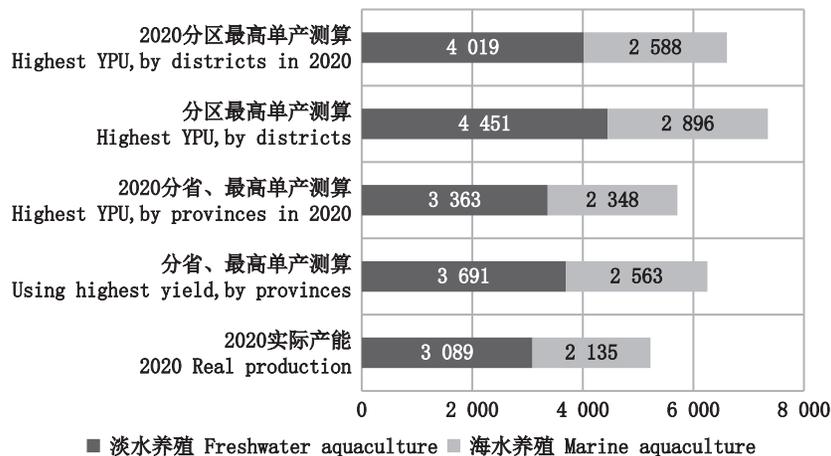


图2 不同测算方式下中国水产养殖业可实现产能比较

Fig. 2 Comparison of achievable aquaculture production capacity by different calculation methods

3.5 大水面养殖可实现产能

按照大水面的分类方式,淡水大水面养殖包括湖泊、水库和河沟3种模式,海水大水面养殖包括海上和滩涂两类。测算出大水面养殖可实现产能数据,见表7。

大水面养殖的实际产能总计2285万t。其中,淡水大水面产能416万t,占整个大水面产能的18%,海水大水面产能1869万t,占82%。海水大水面养殖的比重更高。提高养殖面积,大水面产能可提高到3571万t。提高单产水平,产能可达3089万t。提高养殖面积,淡水大水面养殖产能可提高260多万t,达到931万t;提高养殖面积,海水大水面产能可提高225万t,达到2640万t。

考虑到海洋与内陆自然水面的可用性,海水

大水面养殖在可拓展空间及可利用水体方面比淡水大水面养殖更具优势。未来通过提高养殖面积来提高淡水养殖产能的难度较大,淡水大水面的养殖产能提高需要转换发展路径。就提高单产水平的效果来看,淡水大水面养殖产能最高可提升160万t,海水大水面养殖产能最高可提升530万t。提高海水大水面的单产水平,能够更大地提高我国大水面养殖产能。

淡水大水面养殖包含在整个淡水养殖之中,海水大水面养殖也包括在海水养殖之中。提高淡水养殖产能和淡水大水面养殖产能的路径都是要提高单产水平,但是提高海水养殖产能和大水面海水养殖产能的途径却并不一致。提高海水养殖产能需要提高养殖面积,说明扩张养殖面

积可以更大提高整个海水养殖产能,但就大水面养殖而言,却不能采取盲目扩张的办法,而要提高现有大水面的养殖单产和养殖效率来提高

养殖产能。因此,发展集约化的、工程化的大水面海水养殖是未来的一个主要方向。

表7 中国大水面养殖可实现产能测算
Tab. 7 Calculation of China's achievable aquaculture production capacity in open water 万t

分类 Category	2020实际产能 2020 real production	分省 By provinces		分片区 By districts	
		按最大面积、最高单产测算 Maximum area and YPU	按2020面积、最高单产测算 2020 area and maximum YPU	按最大面积、最高单产测算 Maximum area and YPU	按2020面积、最高单产测算 2020 area and maximum YPU
淡水大水面产能 Freshwater aquaculture in open water	416	686	502	931	674
海水大水面产能 Marine aquaculture in open water	1 869	2 181	2 003	2 640	2 415
大水面养殖总产能 Total	2 285	2 867	2 505	3 571	3 089

4 结论和建议

渔业生产对满足居民的蛋白质和能量供应日益发挥着重要作用。在“大食物观”的视野下,水产养殖业可以为我国粮食安全做出重大贡献,对渔业产能进行测算尤为必要。水产养殖业实际产能占到渔业总产能的81%,渔业可实现产能测算的重点是水产养殖业。本研究提出的综合性方案C吸收了A方案和B方案的方法和思路,在缺少本底调查数据的情况下,较好地实现了水产养殖业的可实现产能测算。该方案可以在全国推广运用。

通过测算,我国水产养殖业可实现产能可达7 300万t,相比现在的实际产量,存在2 000多万t的增长空间。单产水平提高对水产养殖业产能贡献巨大,养殖面积下降已带来较大负面影响,仅湖北一省5年间养殖面积就减少了33万hm²,需要引起足够重视。要提高全国水产养殖业产能,重点应放在提高养殖单位产量水平上。提高淡水养殖产能的重点是提高淡水养殖的单产水平,提高海水养殖产能的重点则是提高海水养殖面积。基于以上研究结论,给出以下政策建议。

首先,要深入践行“大食物观”,保障我国水产养殖业产能。水产品为国民贡献了大量优质蛋白和能量,与粮食产品犹如左右手,为我国整个粮食安全做出了重要贡献。保国民的能量需求,需要保粮食产能,保国民蛋白质需求,则可通过保渔业产能实现和强化。其次,稳住养殖面积

与提高单产水平是提高水产养殖业产能的两个抓手。近年来,生态环境保护方面的各种政策不断收紧,给水产养殖业带来一定压力。养殖面积缩减较大,影响渔业产能建设。未来需要在保护资源和环境的基本要求下,合理利用海、淡水资源为稳产保供服务。重点关注并防止湖北、海南、新疆、河南、河北、辽宁、浙江和山东等省份养殖面积继续下降。贵州、吉林、云南和黑龙江四省份在养殖面积的绝对数量和相对水平上有较大增加,是未来产能扩张的重点关注区域。再次,根据不同养殖方式的产能增长方式差异实施不同政策。淡水养殖中,增加池塘、湖泊和水库养殖面积对产能贡献更多。淡水养殖中的围栏、网箱和工厂化养殖虽然产量不高,但通过提高单位产量和增加养殖面积和养殖水体,可以较大增加淡水养殖产能。海水养殖中,提高筏式、底播、池塘、普通网箱和深水网箱的养殖面积,尤其是筏式和底播的养殖面积,可以更大提高产能。海水大水面养殖的可拓展空间远大于淡水大水面养殖,是未来的发展主方向。最后,相关部门需要开展本底调查,深入开展渔业产能测算。传统的统计数据在反映产能变化上有所不足,不能反映理论产能和可实现产能。未来,需要相关部门投入资金、人力,开展全国范围内的水产养殖业本底调查,在此基础上测算理论产能和可实现产能。据此做出科学规划和布局渔业生产,为稳产保供提供坚实基础。

参考文献:

- [1] FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2022 [R]. Roma: FAO, 2022.
- [2] 乐家华, 俞益坚. 世界远洋渔业发展现状、特点与趋势 [J]. 上海海洋大学学报, 2021, 30(6): 1123-1131.
LE J H, YU Y J. The status quo, characteristics and trends of world pelagic fishery development [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2021, 30(6): 1123-1131.
- [3] 陈新军. 我国远洋渔业高质量发展的思考 [J]. 上海海洋大学学报, 2022, 31(3): 605-611.
CHEN X J. Reflections and suggestions on high-quality development of distant-water fisheries in China [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2022, 31(3): 605-611.
- [4] 刘子飞, 孙慧武, 岳冬冬, 等. 中国新时代近海捕捞渔业资源养护政策研究 [J]. 中国农业科技导报, 2018, 20(12): 1-8.
LIU Z F, SUN H W, YUE D D, et al. Research on China's maintenance policy for Marine capture fishery resources in the New Era [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2018, 20(12): 1-8.
- [5] 张文博, 马旭洲. 中国水产品的可持续供给 [J]. 上海海洋大学学报, 2022, 31(5): 1304-1316.
ZHANG W B, MA X Z. Sustainable supply of aquatic food in China [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2022, 31(5): 1304-1316.
- [6] 鲁泉, 陈新军. 改革开放40年来中国渔业产业发展及十四五产量预测 [J]. 上海海洋大学学报, 2021, 30(2): 339-347.
LU Q, CHEN X J. Development of Chinese fishery industry in 40 years of reform and opening up and production forecast in the 14th five-year plan [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2021, 30(2): 339-347.
- [7] FAO. Report on the agro-ecological zones project, vol. I. (methodology and results for Africa: world soil resources report No. 48.) [R]. Rome: FAO, 1978.
- [8] 中华人民共和国国土资源部. TD/T 1004-2003 农用地分等规程 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. TD/T 1004-2003 Regulations for classification on agricultural land [M]. Beijing: Standards Press of China, 2003.
- [9] 张凤荣, 鄯文聚, 胡存志. 《农用地分等规程》的几个理论问题及应用方向 [J]. 资源科学, 2005, 27(2): 33-38.
ZHANG F R, YUN W J, HU C Z. The theory and application of the regulations of farmland grading [J]. Resources Science, 2005, 27(2): 33-38.
- [10] 鄯文聚, 王洪波, 王国强, 等. 基于农用地分等与农业统计的产能核算研究 [J]. 中国土地科学, 2007, 21(4): 32-37.
YUN W J, WANG H B, WANG G Q, et al. Research of throughput calculation based on agricultural land classification and agriculture statistics [J]. China Land Science, 2007, 21(4): 32-37.
- [11] 宋艳华, 王令超, 王国强. 河南省农用地生产能力核算最佳模型选择研究 [J]. 中国土地科学, 2012, 26(5): 50-56, 97.
SONG Y H, WANG L C, WANG G Q. The optimal model for estimating agricultural land productivity in Henan province [J]. China Land Science, 2012, 26(5): 50-56, 97.
- [12] 许妍, 吴克宁, 程先军, 等. 东北地区耕地产能空间分异规律及产能提升主导因子分析 [J]. 资源科学, 2011, 33(11): 2030-2040.
XU Y, WU K N, CHENG X J, et al. Spatial variation in cultivated land production capacity and analysis of main impact factors for promoting production capacity in Northeast China [J]. Resources Science, 2011, 33(11): 2030-2040.
- [13] 聂英, 夏英. 东北地区粮食产能变化及影响因素 [J]. 经济纵横, 2016(4): 70-76.
NIE Y, XIA Y. Changes and influencing factors of grain productivity in Northeast China [J]. Economic Review Journal, 2016(4): 70-76.
- [14] 沈悦, 冉清红. 自贡市农用地产能核算及其分区利用研究 [J]. 四川农业与农机, 2021(2): 17-23, 59.
SHEN Y, RAN Q H. Study on agricultural land capacity accounting and zoning utilization in Zigong city [J]. Sichuan Agriculture and Agricultural Machinery, 2021(2): 17-23, 59.
- [15] 侯现慧, 王占岐, 杨俊, 等. 基于产能核算和土地质量地球化学评估的县域基本农田布局研究 [J]. 中国土地科学, 2016, 30(1): 89-96.
HOU X H, WANG Z Q, YANG J, et al. Research on the layout of county prime farmland based on productivity and land quality geochemical assessment [J]. China Land Sciences, 2016, 30(1): 89-96.
- [16] 国家农用地分等定级估价办公室. 《农用地产能核算技术规范》(国土资源大调查专用稿) [S]. 2010.
National Agricultural Land Grading and Evaluation Office. Technical standards for productivity accounting of agricultural land (special draft for land and resources survey) [S]. 2010.

The calculation of China's aquaculture capacity under the background of "big food perspective"

XU Zhong^{1,2}, ZENG Tingting¹

(1. *College of Economics and Management, Shanghai Ocean University, Shanghai, 201306, China*; 2. *China Fishery Development Strategy Research Center, Shanghai, 201306, China*)

Abstract: Estimating the potential productivity of aquaculture is of great significance for ensuring food safety, but the traditional fishery statistics cannot reflect the dynamic change of the productivity of China's aquaculture. Based on the two measurement programs of agricultural production capacity, the paper put forward an innovative comprehensive measurement scheme, measuring the achievable capacity of aquaculture by production modes, by provinces and by regions. As shown in the research, the calculation scheme proposed in this paper can be popularized nationwide and applied to the calculation of aquaculture capacity in different provinces, prefectures and counties. Large-scale investigation is an important work in the next step. The achievable capacity of Chinese aquaculture is 73 million tons. The decrease of aquaculture area has brought great negative impact on the productivity of aquaculture, and the increase of yield per unit makes great contribution to the productivity. Guizhou and Yunnan provinces in the southwest, Jilin and Heilongjiang provinces in the northeast have the greatest potential to expand production capacity in the future. Stabilizing the aquaculture area and improving the unit yield level are two ways to improve fishery production capacity. Improving the unit yield level of marine water aquaculture would have a more important role in improving the production capacity of large water aquaculture.

Key words: big food perspective; achievable capacity of aquaculture; capacity calculation

《上海海洋大学学报》征稿简则(2024年5月修订)

一、征稿内容

《上海海洋大学学报》为上海海洋大学主办,以海洋、水产科学技术为主的面向全国的综合学术刊物,主要刊载海洋环境、海洋工程、海洋信息、海洋渔业、水产生物技术、水产养殖与增殖、水产品保鲜与综合利用、渔业水域环境保护和渔业经济与技术管理等方面的文章。欢迎广大作者踊跃投稿。

二、来稿注意事项

1. 来稿文责自负。要求论点明确,数据可靠,简明扼要,文字精练(包括文章题名、图、表和文献的运用),着重撰述作者的新方法、新观点和新成果等。
2. 来稿请访问本刊网站,进行网上投稿,网址为 <http://www.shhydx.com>,本刊只接收网络投稿,必要时退作者修改和校对。编辑部QQ:1351669176,若作者投稿3个月后未收到本编辑部稿件反馈意见,可自行处理稿件,请勿一稿多投。
3. 对录用的文章将收取一定的版面费,文章刊登后,将一次性支付作者著作权使用费及印刷版和网络版稿酬,并赠送5册当期的本刊。

三、对稿件的编辑出版要求

1. 论文稿书写的顺序:题名、作者署名、作者单位(写至二级)及所在地和邮编、中文摘要(400字左右)、关键词(3~8个,研究对象的词应排列在前)、中图分类号、正文、参考文献、英文题名、英文署名、英文单位(写至二级)及所在地和邮编、Abstract(与中文摘要相对应,以学术刊物上惯用的文体和句型撰写)、key words(与中文关键词相对应)。首页地脚处请注明:①收稿日期;②基金项目:资助者(编号)。③作者简介:姓名(出生年—),性别,职称,学位,研究方向和电子信箱。通信作者另注明姓名、电子信箱。
2. 插图和照片要清晰。表格请采用“三线表”的形式,力求简明,其内容勿与图重复。图、表不单列,在文稿的相应页面内均应留有适当部位并写明图题、表题,其题目均须汉英对照。表中表头和首列内容应中英文对照,图中的内容中英文对照,表注和图注也应中英文对照。
3. 文中的学术名词、名称或术语、度量衡及其符号均应符合国家标准。
4. 参考文献只列引的、最新的、最主要的、国内外公开发表的文献。每条文献中,作者姓名不超过3人者,全部照录;超过者,则第3人之后从略,加“等”。著录项目要齐全。中国人和外国人的姓名一律采用姓前名著录法,英文姓要全大写,英文名缩写为首字母,缩写后不加点“.”,英文题名的首字母大写,起止页码用“-”,结束处用英文句号“.”。参考文献:列于正文后,独占一行。所列文献一律采用标准化的顺序编码制,即把序号置于方括号内,并视引文的具体情况将序号作为上角标,或作为引文中的组成部分。每条文献应按类型注明其标志。中文参考文献应补充相应的英文对照。

文献类型	普通图书	会议录	汇编	报纸	期刊	学位论文	报告	标准	专利	数据库	计算机程序	电子公告
标志代码	M	C	G	N	J	D	R	S	P	DB	CP	EB

5. 文后参考文献编排格式:

a. 连续出版物

[序号]主要责任者. 文献题名. 其他题名信息[文献标志代码]. 连续出版物题名, 年, 卷(期): 页码.

b. 连续出版物中的析出文献

[序号]析出文献主要责任者. 析出文献题名[文献标志代码]. 连续出版物题名: 其他题名信息, 年, 卷(期): 页码.

c. 专著

[序号]主要责任者. 题名: 其他题名信息[文献标志代码]. 其他责任者. 版本项. 出版地: 出版者, 出版年: 引用页码.

d. 专著中的析出文献

[序号]析出文献主要责任者. 文献题名[文献标志代码]// 专著主要责任者. 专著题名: 其他题名信息. 版本项. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码.

e. 专利

[序号]专利所有者. 专利题名: 专利国别, 专利号[P]. 公告日期或公开日期.

f. 电子文献

[序号]主要责任者. 题名[电子文献类型/标志](类型: 数据库用DB, 计算机程序用CP, 电子公告用EB; 标志: 磁带用MT, 磁盘用DK, 光盘用CD, 联机网络用OL). 出版地: 出版者, 出版年(更新或修改日期)[引用日期].