

参赛队号：(参赛队无须填写，参赛队号由大赛官网自动生成)

2024 年（第十届）全国大学生统计建模大 赛参 赛 作 品

参赛学校：

中国海洋大学

论文题目：

大数据驱动的水产养殖产业政策效果
评估及预测

参赛队员：

陈小宝 黎颖诗 姜常琳

指导老师：

无

大数据驱动的水产养殖产业政策效果评估及预测

摘要

近年来,水产养殖业在技术进步和对可持续食品需求日益增加的背景下越来越重要。为了进一步评估水产养殖产业的政策效果,本文的研究基于 2000-2022 年全中国的渔业相关数据,运用熵权-TOPSIS 方法,使用大数据对水产养殖政策效果的时间特征和影响因素进行分析。结果表明:考察期间内,水产养殖政策效果水平总体呈波动上升态势。从关联度来看,经济指标和环境指标与政策关系最为密切。各个维度上都取得了显著进展。虽然过程中经历了波动和挑战,但总体不断向好发展。

关键词: 政策效果评估; 熵权法; 优劣解距离法

目录

一、研究背景.....	6
（一）研究意义.....	6
1.1.1 研究大数据驱动的水产养殖产业政策效果评估的理论意义....	6
1.1.2 研究大数据驱动的水产养殖产业政策效果评估的实践意义....	7
（二）不同时期渔业政策概述及简要分析.....	7
二、研究设计.....	9
（一）研究方法的选取与评估模型的构建.....	9
2.1.1 对大数据驱动的水产养殖产业政策效果评估的意义及其作用....	9
2.1.2 研究方法的选取.....	9
2.1.3 基于熵权-TOPSIS 法的指标体系评价模型构建.....	10
（二）根据指标体系收集数据.....	12
2.2.1 指标体系构建.....	12
2.2.2 数据收集与处理.....	15
（三）中国水产养殖产业政策效果评价.....	16
2.3.1 确定指标权重.....	16
2.3.2 结果展示.....	17
三、分析与建议.....	19
（一）对研究结果进行分析.....	19
3.1.1 结果分析.....	19
3.1.2 优劣分析.....	20
（二）建议与展望.....	21
3.2.1 政策建议.....	21
3.2.2 对未来的展望.....	22
四、总结.....	23
参考文献.....	24
附录.....	26

致谢.....	28
---------	----

表格与插图清单

表 1：常见客观赋权方法的对比分析结果

表 2：“渔业生产总值”的各指标

表 3：“渔业贸易额”的各指标

表 4：“渔业资源保护指标”的各指标

表 5：“水体污染指数”的各指标

表 6：“生态环境影响评价”的各指标

表 7：“渔民生活水平”的各指标

表 8：“渔业社区发展指数”的各指标

表 9：“渔政管理”的各指标

表 10：“渔业人口及从业人员”的各指标

表 11：水产养殖产业发展状况各指标权重

表 12：各评价对象到正、负理想解的欧氏距离（2000-2022 年）

表 13：水产养殖产业发展状况综合得分及各维度得分表（2000-2022 年）

图 1：2000-2022 年各项指标走势图

大数据驱动的水产养殖产业政策效果评估及预测

一、研究背景

我国是农业大国，有漫长的渔业生产历史，当前水产养殖产业在我国经济发展中扮演着重要角色，对于增加渔民收入、促进乡村振兴、解决“三农”问题、推动农业农村现代化发展、保障国家粮食安全具有重要作用¹。随着大数据与人工智能技术的飞速发展，充分利用大数据这一新质生产力驱动渔业高质量发展成为解决当前渔业发展面临的长期问题的重要途径²。当今世界正处于百年未有之大局，国际政治经济格局复杂多变，不稳定性不确定性明显增加，世界进入动荡变革期，全球粮食供给形势日益严峻，保障粮食安全是保障国家安全的重要基础，在坚决维护国家粮食安全和海洋强国建设的背景下，加快推进海洋“蓝色粮仓”建设对保障国家粮食安全具有重大现实意义³。受全球经济一体化深入发展及海上安全形势的复杂影响，国际渔业资源冲突和利益冲突更加激烈，维护周边海域良好生产秩序的任务更加艰巨，我国现代渔业发展面临新的重要挑战，对政策制定者如何及时评估现有政策效果及高效制定和调整切合实际的渔业政策以引导渔业持续健康发展、加快发展水产养殖产业从而满足建设蓝色粮仓保障粮食安全的战略需要提出了更高水平的要求⁴。

本文通过对不同时期的渔业政策进行概述和简要分析，以政策引导下的我国海洋渔业发展和淡水渔业发展为评估对象，构建评估指标体系，对我国总体渔业社会与经济发展进行评估研究，检验水产养殖产业政策的效果。

（一）研究意义

1.1.1 研究大数据驱动的水产养殖产业政策效果评估的理论意义

随着海洋经济地位的不断提提高，国内外越来越重视对促进渔业发展的政策支撑体系的研究。在建国以来至今的各个不同时期根据不同阶段经济发展的特点实施了与经济基础相适应的渔业发展政策，经过改革开放四十余年的政策引导、市

¹ 国务院办公厅.《中国的粮食安全》白皮书. 新华社, 2019.

² 张彭. 数字新质生产力与全球价值链嵌入：理论机制与实证检验[J]. 当代经济研究, 2024, (05): 75-86.

³ 中华人民共和国国务院.《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》. 2019.

⁴ 曹英志, 翟伟康, 张建辉, 等. 我国海洋渔业发展现状及问题研究[J]. 中国渔业经济, 2015, 33(05): 41-46.

场孵化和科技支持，渔业取得了飞速的发展。然而，经过文献查阅可以发现当前对渔业政策效果评价体系的研究还不充足充分，研究方法也大多以定性分析为主，而定量分析不足，因而本文将着力于从定量分析的角度提供一个新的视野以供政策制定者参考。本研究通过研究大数据驱动的水产养殖产业政策效果评估及预测对渔业的高质量发展和“蓝色粮仓”的建设具有重要意义，它将深入探讨大数据技术在渔业领域的应用，探索新质生产力对水产养殖产业政策水平和效果提高的推动作用，为完善渔业完成数字化转型、智能化发展实现产业升级提供政策效果评估⁵。此外，通过分析大数据驱动的水产养殖产业发展情况能够为相关领域的理论研究提供新的视角和方法论，将推动学界对渔业可持续发展理论的进一步探索和创新，丰富我国在渔业高质量发展方面的学术研究成果。

1.1.2 研究大数据驱动的水产养殖产业政策效果评估的实践意义

一地区渔业政策对渔业的发展有重要的指导作用，政策的好坏往往直接影响该地区渔业产业的发展前景。因此，对不同时期渔业政策指导下的渔业发展情况进行评估并尽可能全面地认识已实施政策的效果是提高政策有效性、确保我国渔业推进可持续发展进程的重要且必然的举措。渔业隶属于大农业范畴，也是当前“三农”问题的核心领域之一，不断解决渔业现存问题、保障渔业高质量发展、提高渔民生活水平、满足人民生活水产品需要，对推进实施“乡村振兴”战略具有重要意义。

建立渔业政策评估模型不仅可以对政策进行有效分类，依据不同需要采取不同类型政策工具，实现政策量化评估，判断该政策的时效性和有效性，指明现有政策的优化方向，还能够充分利用大数据多来源、大规模、强实时性的特点为渔业相关管理部门提供及时的科学的系统的评估结果，辅助政策制定者实施更加高效合理的渔业政策，制定因时而变、因地制宜的水产养殖产业政策，强化资源节约与合理利用、避免资源浪费与过度使用，从而大幅提升资源使用效率，保障渔业的可持续发展。

（二）不同时期渔业政策概述及简要分析

建国以来，我国渔业政策随着国家经济发展需要和渔业生产形势的变化主要经历了以下六个阶段：第一阶段：恢复渔业生产（1949-1957）、第二阶段：“左

⁵ 张鸿杨. 评估学视角下的沿海省份渔业经济社会发展定量测评[D].上海海洋大学,2016.

倾”政策下“以粮为纲”生产徘徊（1958-1969）、第三阶段：管理机构重建后生产回升（1970-1977）、第四阶段：改革开放初期的渔业市场化改革（1978-1985）、第五阶段：“以养为主”结束水产品短缺时代（1986-1998）、第六阶段：“创新、协调、绿色、开放、共享”的渔业可持续发展（1999年至今）。

第一阶段时期基于远低于世界水产品人年均占有量平均水平的现状确定了“恢复渔业生产”的工作方针，水产行业通过渔民互助合作和社会主义改造实现了迅速恢复。第二阶段时期渔业政策初期受到“大跃进”风气下水产部门提出不切实际的生产高指标的影响，渔业资源受到盲目增加捕捞强度的破坏，养殖生产受到“围湖造田”等行为的阻碍，水产品产量全面下降；中期为稳定生产进入三年调整期实现产量回升，首次实现淡水养殖产量超过淡水捕捞；后期受到“文化大革命”初期“左倾”思想的错误指导水产品产量再次下降。第三阶段确立了“充分利用和保护资源，合理安排近海作业，积极开辟外海渔场，大力发展海淡水养殖”的生产方针，渔业生产逐渐回升。第四阶段实施养殖生产行业的“包产到户”、开放水产品价格实行市场调节政策，为渔业经济发展创造有利环境，同时制定基本资源管理制度和完善渔业相关的法律法规，实现了淡水养殖成为淡水产品供给的绝对主体。第五阶段基于近海渔业资源的过度利用与市场需求剧增之间的矛盾制定了“以养殖为主，养殖、捕捞、加工并举，因地制宜，各有侧重”的方针，大力发展水产养殖业，实现养殖产量超过捕捞产量，水产品人均占有量发生根本性变化、远超世界平均水平，结束水产品短缺时代。第六阶段时期水产品供需情况发生根本性转变，供给总体过剩，资源和环境问题逐渐凸显，渔业政策寻求向可持续发展方向转变。⁶

对上述六个时期的政策进行横向对比可以发现，在实施的渔业政策符合渔业发展实际情况的时期该政策往往起到正向的引导作用，推动渔业进一步发展，而在忽略生产规律、政策制定者对政策实际实施效果了解有误的条件下制定的政策则起到了相反的作用，严重阻碍了渔业的发展。由此可见，对过去实施和正在实施的渔业政策对渔业发展的指导效果进行评估、确保渔业政策符合实际情况是渔业正向发展的重要保障。

⁶ 操建华,桑霏儿.中国渔业 70 年：政策演变与绿色高质量发展[J].鄱阳湖学刊,2019(05):40-46+125-126.

当前我国处于渔业发展的第六阶段，二〇〇〇年后的渔业政策具有极强的政策连续性，着力解决以下挑战：资源环境的刚性约束与渔业可持续发展之间的矛盾、市场对水产品质量安全要求日益提高与我国水产品质量安全保障水平低的矛盾（供给侧结构性矛盾突出）、渔业增长方式转变的迫切要求与当前渔业科技发展水平不相适应的情况（科技和设施装备水平不高，亟待产业升级）以及和谐渔业建设要求与当前渔业支撑保障体系不相适应的情况（渔业法规体系仍待健全，渔政执法力量仍待加强）。⁷⁸⁹¹⁰

二、研究设计

（一）研究方法的选取与评估模型的构建

2.1.1 对大数据驱动的水产养殖产业政策效果评估的意义及其作用

评估是一种工具，借助于它，不仅可以在对现实社会变革中进行测量、分析和评价，也可以为过程的调控产生合理的数据。在评估和解释既定框架内通过有目的性的干预能产生何种影响后，便可以拟定有效的措施、战略和政策。

2.1.2 研究方法的选取

分析复杂问题时，仅从单一角度出发，利用单一指标进行评价显然是不合理的。因此，出现了从多个评价指标出发，汇集多项指标信息形成一个综合指标来进行评价的综合评价方法。在综合评价中，每个指标权重反映的是它在综合评价指标体系中的重要程度，并且权重分配不同会产生不同评价结果，因此要合理、准确的选择赋权方法。通过分析表中的几种主流的赋权评价法，我们发现：在层次分析法中，专家的个人偏见和经验差异可能影响比较矩阵的构建，从而影响最终结果；对于一些复杂的系统问题，灰色关联度分析的分析能力可能有限；主成分分析法需要假设变量之间是线性关系，不能处理非线性数据。熵权法是一种根据指标本身所含信息量的大小来确定权重的方法，某个评价指标的信息熵越小则提供的信息量越大，该指标的权重也就越大，反之，权重越小。熵权法不仅减少

⁷ 中华人民共和国农业部. (2006). 《全国渔业发展第十一个五年规划》. 北京: 中华人民共和国农业部.

⁸ 中华人民共和国农业部. (2011). 《全国渔业发展第十二个五年规划》. 北京: 中华人民共和国农业部.

⁹ 中华人民共和国农业部. (2016). 《全国渔业发展第十三个五年规划》. 北京: 中华人民共和国农业部.

¹⁰ 中华人民共和国农业农村部. (2021). 《“十四五”全国渔业发展规划》. 北京: 中华人民共和国农业农村部.

了人为主观性的影响，也可以实现不同时间维度下指标的水平对比。综上，本文选择熵权法来确定我国水产养殖产业政策效果各项指标的权重。

表 1：常见客观赋权方法的对比分析结果

方法	优点	缺点	适用场合	主观/客观
层次分析法 (AHP)	将复杂问题分解成层次结构, 便于理解和分析	依赖专家判断, 主观因素可能影响结果的客观性	多准则、多层次的决策问题	主观
灰色关联度分析 (GRA)	可以处理小样本和不确定性较大的问题, 且计算过程容易实现	对于极端值较敏感, 可能会影响分析结果的准确性	数据量少且关系不明确	客观
主成分分析法 (PCA)	降低数据维度, 同时保留原始数据的大部分信息	不能处理非线性数据且难以解释	数据压缩、特征提取和模式识别	客观
熵权法 (EWM)	能够综合考虑多个指标, 进行全面评价, 且评价结果直观易懂	对数据的完整性和准确性要求较高	多用于数据完整的底层指标	客观

2.1.3 基于熵权-TOPSIS 法的指标体系评价模型构建

熵权-TOPSIS 法是一种结合熵权法对传统 TOPSIS 法进行改进的计算方法，其实质是利用熵权法对各个评价指标赋予客观权重，然后再采用传统 TOPSIS 模型逼近最优理想解进而得到综合评价得分，并据此将各个评价对象进行排序。其中，熵权法的主要作用是确定各个指标的权重值，熵值越小，说明评价对象在该项指标上差异越大，信息的效用价值越大，熵权越大；反之，熵值越大，表明指标的样本数据差异越小，信息的效用价值越小，熵权越小。TOPSIS 法是根据接近理想解的程度来判定样本的等级，计算过程是先在规范化矩阵中找到正理想解和负理想解，然后分别计算评价对象与正理想解和负理想解之间的距离，并据此对样本进行排序。在本文中我们利用熵权-TOPSIS 法计算 2000-2022 年每年的相对发展水平。

熵权-TOPSIS 法具体计算过程如下：

① 构建原始数据

在水产养殖产业政策效果评价指标体系中，假设有 n 个评价对象（年份）， m 个指标，建立原始数据矩阵 A_{nm} 。

② 数据标准化

为消除数量级差异和量纲差异对综合评价带来的影响,采用最优极值法对评级体系中正、负向指标进行无量纲处理和同向化处理,其公式如下:

正向指标标准化处理:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} + 0.00001$$

负向指标标准化处理:

$$Y_{ij} = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} + 0.00001$$

上式中, X_{ij} 为指标原始数据, $\max X_{ij}$ 、 $\min X_{ij}$ 分别表示第 j 个指标数据的最大值和最小值; Y_{ij} 表示第 i 个对象的第 j 个指标的标准化值。

③ 计算第 i 个评价对象第 j 项指标的比重:

$$P_{ij} = Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij}$$

④ 计算评价指标 j 的信息熵:

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij}),$$

其中, $0 \leq e_j \leq 1$ 。

⑤ 计算评价指标的差异系数:

$$g_j = 1 - e_j$$

⑥ 计算第 j 项指标的权重:

$$W_j = g_j / \sum_{j=1}^m g_j$$

⑦ 构建加权规范矩阵

将标准化后的矩阵 Y_{ij} 与指标权重 W_j 相乘得到水产养殖产业发展规范化评价矩阵 Z_{ij} :

$$Z_{ij} = Y_{ij} \times W_j$$

⑧ 确定正理想解和负理想解

从规范化评价矩阵 Z_{ij} 中选择评价指标中的最大值构成正理想解 Z^+ , 选择最小值构成负理想解 Z^- :

$$Z_j^+ = \{\max(Z_{ij}) | i = 1, 2, 3, \dots, n\}$$

$$Z_j^- = \{\min(Z_{ij}) | i = 1, 2, 3, \dots, n\}$$

⑨ 计算欧式加权距离及相对贴近度:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z^+)^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z^-)^2}$$

⑩ 由上式进一步计算出相对贴合度为：

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

需要说明的是，相对贴合度 C_i 即表示不同年份的水产养殖产业发展状况， C_i 值越大其水产养殖产业发展越好，反之亦然，其中 C_i 的取值范围在 0 到 1 之间。

（二） 根据指标体系收集数据

2.2.1 指标体系构建

为了全面而准确地评估我国水产养殖产业政策的效果，我们需要建立一个综合而系统的评价指标体系，并注重各指标的方向性，以确保其能够直接或间接地反映出所关注对象的各个方面。在构建这一完善的评价指标体系时，我们必须遵循先进的评价理论，采用科学的设计方法，并以现有研究为基础。通过参考多个相关的指标体系，进行持续的比较、筛选、调整和整合。为了确保最终确定的指标体系能够全面、准确地反映水产养殖产业政策的效果，本体系最终选取的指标体系由经济指标、环境指标、社会指标和政策实施力度指标四个指标组成，分别从渔业生产总值、渔业贸易额、渔业资源保护指标、水体污染指数、生态环境影响评价、渔民生活水平、渔业社区发展指数、渔政管理、渔业人口及其从业人员这 9 个方面评价其对我国水产养殖产业政策效果的作用，共选取了 9 个准则层的 22 个指标。具体如下：

（一）经济指标

（1）渔业生产总值

渔业生产总值是衡量渔业生产活动的重要指标，包括海洋捕捞、海水养殖、淡水捕捞和淡水养殖四个方面。这些活动的产量和产值直接影响渔业行业的经济效益，反映了渔业生产在国民经济中的贡献。

表 2：“渔业生产总值”的各指标

准则层	指标层	指标变量
渔业生产总值	海洋捕捞	A_{11}
	海水养殖	A_{12}
	淡水捕捞	A_{13}
	淡水养殖	A_{14}

（2）渔业贸易额

渔业贸易额是衡量渔业产品在国际贸易中的参与度的重要指标，包括进口量、出口量、进口额和出口额四个变量。这些指标反映了渔业行业在国内外市场上的竞争力和贸易活动的规模。

表 3：“渔业贸易额”的各指标

准则层	指标层	指标变量
渔业贸易额	进口量	A_{15}
	出口量	A_{16}
	进口额	A_{17}
	出口额	A_{18}

（二）环境指标

（1）渔业资源保护指标

渔业资源保护指标包括渔业资源数量、种类多样性等，通过衡量水产苗种的生产和供应评估渔业资源的可持续性和保护措施的实施情况。

表 4：“渔业资源保护指标”的各指标

准则层	指标层	指标变量
渔业资源保护指标	水产苗种	A_{21}

（2）水体污染指数

水体污染指数反映水产养殖区域水体质量的状况，包括海水、江水和湖水的水质。通过评估不同水域的污染情况，能够了解渔业活动对环境的影响。

表 5：“水体污染指数”的各指标

准则层	指标层	指标变量
水体污染指数	海水鱼虾类产卵场、索饵场及自然保护区水环境质量状况	A_{22}
	海水鱼、虾、贝、藻类养殖区水环境质量状况	A_{23}

江河鱼类产卵场、索饵场、洄游通道 及自然保护区水环境质量状况	A_{24}
湖泊、水库鱼类产卵场、索饵场水环 境质量状况	A_{25}

(3) 生态环境影响评价

生态环境影响评价是对水产养殖对周边生态环境影响程度的评估,包括农业源化学需氧量排放对水体的影响。该评价有助于了解水产养殖对生态环境的潜在危害。

表 6: “生态环境影响评价”的各指标

准则层	指标层	指标变量
生态环境影响评价	农业源化学需氧量排放	A_{26}

(三) 社会指标

(1) 渔民生活水平

通过评估全国渔民人均纯收入和渔业家庭经营费用支出,我们能够了解渔民的经济状况和生活质量。

表 7: “渔民生活水平”的各指标

准则层	指标层	指标变量
渔民生活水平	全国渔民人均纯收入	A_{31}
	渔业家庭经营费用支出	A_{32}

(2) 渔业社区发展指数

渔业社区发展指数包括基础设施建设、社会服务水平等方面。通过衡量水产技术推广机构的数量和水产技术推广经费,评估渔业社区的发展程度。

表 8: “渔业社区发展指数”的各指标

准则层	指标层	指标变量
渔业社区发展指数	水产技术推广机构数量	A_{33}
	水产技术推广经费	A_{34}

(四) 政策实施力度指标

(1) 渔政管理

渔政管理是评估渔业政策实施力度的重要指标,包括渔业执法船数量和管理人员数量。通过评估渔业执法船的数量,以及管理人员的数量,我们能够了解渔

业政策的执行力度。

表 9：“渔政管理”的各指标

准则层	指标层	指标变量
渔政管理	渔业执法船数量	A_{41}
	管理人员数量	A_{42}

(2) 渔业人口及从业人员

渔业人口及从业人员指标包括基础设施建设、社会服务水平等，可以评估渔业人口规模和专业从业人员的比例。

表 10：“渔业人口及从业人员”的各指标

准则层	指标层	指标变量
渔业人口及从业人员	渔业人口	A_{43}
	专业从业人员占比	A_{44}

2.2.2 数据收集与处理

2.2.2.1 数据来源

相关数据的来源由 2000 年至 2022 年的《中国渔业统计年鉴》《中国生态环境统计年报》《中国渔业生态环境状况公报》《全国污染源普查公报》对各省的渔业生产总值、渔业贸易额、渔业资源保护指标、水体污染指数、渔民生活水平、渔业社区发展指数、渔政管理、渔业人口及其从业人员等等指标数搜集，再利用各省相关渔业统计资料、统计公报等公布的数据直接或间接获取。由于数据获得的时间滞后性，我们将选取 2000 年至 2022 年期间的数据，将我国各省的渔业总体发展状况作为具体的评估对象。此外，通过查阅相关文献书籍来掌握已有的研究和学术成果，并参考和学习关于政策评估中的研究方法，强化学术研究能力。

2.2.2.2 数据预处理

虽然在数据搜集上不存在问题，但是在数据整理和分析中投入了大量的精力工作，具体工作大致如下：参照相关《年鉴》《公报》给出的相关数据，先用 Excel 进行基本数据登记、校对、无效数据筛查、编号、归类，再填充缺失数据，最后标准化。

因为部分数据缺失，所以我们使用了一些方法来填充缺失的数据。对于“海

洋捕捞 A_{11} ”“海水养殖 A_{12} ”指标，我们采用线性拟合填充 2015 年的数据。对于“淡水捕捞 A_{13} ”指标，我们使用灰色预测模型 GM (1, 1) 预测 2000–2002 年之间的数据。对于“出口额 A_{18} ”指标，我们使用相邻年份的出口额的均值近似看做 2008 年的数据（对“水产苗种 A_{21} ”指标中 2001 年的“海洋”数据、“全国渔民人均纯收入 A_{31} ”“家庭经营费用支出 A_{32} ”“渔业人口 A_{43} ”“专业从业人员占比 A_{44} ”指标中 2012 年的数据做同样操作）。对于“江河鱼类产卵场、索饵场、洄游通道及自然保护区水环境质量状况 A_{24} ”指标的“高锰酸盐指数”和“湖泊、水库鱼类产卵场、索饵场水环境质量状况 A_{25} ”指标的“挥发性酚”中缺失的值，我们使用 2003–2018 年中其他值的平均值来填充。对于“农业源化学需氧量排放 A_{26} ”指标的 2001–2010 年数据缺失，我们采用了“全年化学需氧量 \times 2021 年农业源化学需氧量占化学需氧量的比值”来近似看做这 10 年的农业源化学需氧量。对于“ A_{22} ”“ A_{23} ”“ A_{24} ”“ A_{25} ”指标中未能收集到的 2000–2007 年以及 2019–2022 年的数据，我们使用岭回归 (Ridge) 或灰色预测模型 GM (1, 1) 进行填充（取决于拟合优度的好坏）。对于“各地区水产技术推广机构数量 A_{33} ”和“渔业执法船数量 A_{41} ”指标，我们用灰色预测模型 GM (1, 1) 填充 2019、2021 和 2022 年的缺失数据。对于“各地区水产技术推广经费 A_{34} ”指标，我们使用时间序列分析 (ARIMA) 拟合 2021 和 2022 年的缺失数据。

本文构建的评价指标体系涉及四个维度、九个准则层，共计 22 项具体评价指标，各项指标的单位不一致，数量级也存在差异，这都会对评价结果产生影响，将收集的原始数据直接进行计算显然不够合理，所以需要先排除上述差异的影响，将原始数据进行标准化处理。标准化处理能使各指标化为同一数量级，解决数据可比性问题。本文采用最优极值法对原始数据进行标准化处理。与此同时，因为有取对数的操作，所以在标准化处理后出现 0 值的矩阵进行向右平移。为保证平移后对结果影响不大，本文将平移单位设定为 0.0001，然后计算指标的比重、信息熵及差异系数，以此得到指标权重值。

(三) 中国水产养殖产业政策效果评价

2.3.1 确定指标权重

根据熵权-TOPSIS 模型，将标准化后的数据进行计算，可以得到 2000–2022

年中国水产养殖产业政策效果评价体系中各项指标的信息及差异系数，进一步计算可以得到每项具体指标的权重值，计算结果如表 11 所示。

表 11：水产养殖产业发展状况各指标权重

维度	评价指标	权重
渔业生产总产值 (0.1354)	海洋捕捞	0.0366
	海水养殖	0.0393
	淡水捕捞	0.0214
	淡水养殖	0.0381
渔业贸易额 (0.1847)	进口量	0.0455
	出口量	0.0253
	进口额	0.0688
	出口额	0.0451
渔业资源保护指标 (0.0512)	水产苗种	0.0512
水体污染指数 (0.2712)	海水鱼虾类产卵场、索饵场及自然保护区水环境质量状况	0.0652
	海水鱼、虾、贝、藻类养殖区水环境质量状况	0.0424
	江河鱼类产卵场、索饵场、洄游通道及自然保护区水环境质量状况	0.052
	湖泊、水库鱼类产卵场、索饵场水环境质量状况	0.0576
生态环境影响评价 (0.0346)	农业源化学需氧量排放	0.0346
渔民生活水平 (0.1248)	全国渔民人均纯收入	0.076
	渔业家庭经营费用支出	0.0668
渔业社区发展指数 (0.0978)	水产技术推广机构数量	0.0345
	水产技术推广经费	0.0633
渔政管理 (0.1045)	渔业执法船数量	0.0482
	管理人员数量	0.0563
渔业人口及从业人 员 (0.0318)	渔业人口	0.0118
	专业从业人员占比	0.02

2.3.2 结果展示

将上节计算出的指标权重值与标准化后的矩阵相结合，构建出加权规范矩阵，再带入上节公式，可以进一步计算出评价对象到正、负理想解的欧式加权距离（表 12），进而得出 2000-2022 年间中国水产养殖产业政策效果的综合得分及每年各维度的分值，详见表 13。

表 12：各评价对象到正、负理想解的欧氏距离（2000-2022 年）

年份	到正理想解的欧式加权距离	到负理想解的欧式加权距离
----	--------------	--------------

2000 年	0.31582932	0.085733073
2001 年	0.31403002	0.07688052
2002 年	0.314059968	0.064304524
2003 年	0.319987771	0.052330996
2004 年	0.307199956	0.060345311
2005 年	0.300955609	0.064690178
2006 年	0.298196463	0.069491839
2007 年	0.299252601	0.062438134
2008 年	0.287335393	0.076680717
2009 年	0.295098968	0.068007202
2010 年	0.282791468	0.081693401
2011 年	0.258564458	0.118077808
2012 年	0.263953588	0.110071171
2013 年	0.261024886	0.113724044
2014 年	0.257187177	0.124100423
2015 年	0.251599268	0.130773046
2016 年	0.250540918	0.137065662
2017 年	0.252663552	0.132261923
2018 年	0.247669878	0.144070663
2019 年	0.248703667	0.157781056
2020 年	0.248883137	0.16025135
2021 年	0.243531048	0.17159087
2022 年	0.238863766	0.187002705

表 13：水产养殖产业发展状况综合得分及各维度得分表（2000-2022 年）

年份	经济	环境	社会	政策实施	综合得分
2000 年	0.060370031	0.057005781	0.044037974	0.06738485	0.228798636
2001 年	0.06293638	0.062007244	0.041043504	0.060797724	0.226784851
2002 年	0.069236733	0.066664592	0.015052614	0.064031524	0.214985463
2003 年	0.069521469	0.053067408	0.017105969	0.041391792	0.181086638
2004 年	0.08984458	0.071164202	0.032338546	0.046418138	0.239765465
2005 年	0.109514801	0.073749897	0.036528213	0.048516975	0.268309887
2006 年	0.121458814	0.05496138	0.043178645	0.063818698	0.283417537
2007 年	0.094828157	0.08134675	0.048851695	0.048122197	0.273148799
2008 年	0.109932056	0.096799314	0.057631334	0.06778397	0.332146674
2009 年	0.116003105	0.067319193	0.060082163	0.050755341	0.294159802
2010 年	0.140008321	0.104051556	0.062524681	0.047818036	0.354402593
2011 年	0.171715427	0.172300969	0.0915998	0.052828449	0.488444646
2012 年	0.181889743	0.115749143	0.113874213	0.046402355	0.457915453
2013 年	0.194961745	0.098818556	0.127852336	0.051768948	0.473401585
2014 年	0.210278862	0.095716507	0.141384363	0.055327148	0.502706881
2015 年	0.210697931	0.114936541	0.151986431	0.054964837	0.53258574
2016 年	0.221132418	0.136369435	0.127688224	0.06197331	0.547163387
2017 年	0.212861157	0.138312757	0.109970538	0.070487449	0.5316319

2018 年	0.222873489	0.162056946	0.114287871	0.070301279	0.569519586
2019 年	0.237684001	0.166106926	0.129178628	0.06038985	0.593359405
2020 年	0.20711335	0.195636555	0.131209668	0.063978804	0.597938377
2021 年	0.222993899	0.20857903	0.148303202	0.060137	0.64001313
2022 年	0.254420272	0.223933565	0.15207139	0.060735237	0.691160465

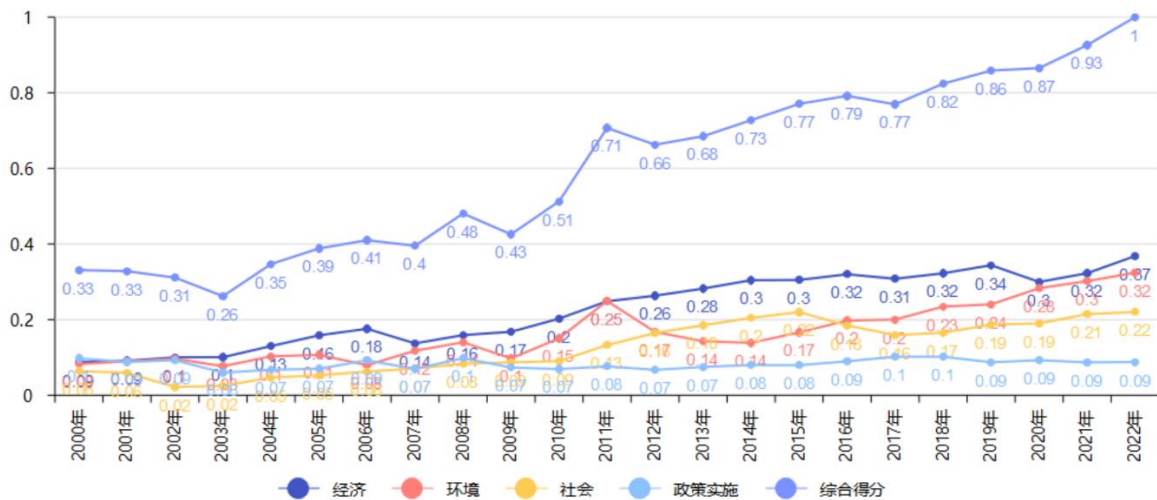


图 1：2000-2022 年各项指标走势图

三、分析与建议

（一）对研究结果进行分析

3.1.1 结果分析

根据全国水产养殖产业发展状况相关数据进行计算，得到上节的表 12 及表 13。我们可以发现，2000-2022 年我国水产养殖产业发展的综合水平呈现波动上升趋势，从 2000 年的 0.2288 上升到 2022 年的 0.6912，增长率超过 200%。虽然在 2016、2017 年期间，中国水产养殖产业发展的综合水平出现了小范围波动，但综合得分均超过 0.5。究其原因，主要是在这两年间经济和社会要素有所波动，使综合水平出现小幅度降低，这与实际情况相符。

具体来看，2003 年中国水产养殖产业发展水平总体得分在样本期内最低，为 0.1811，这说明中国水产养殖产业发展处于起步阶段。各项指标表现相对较弱。但是，随着时间的推移，中国水产养殖产业在各方面都得到了显著改善。

以 2012 年为基础，呈现五年内逐年上升态势，这段时期数据的增长反映了政策推动、技术进步以及市场需求增加对产业的积极影响。然而，在 2017 年，综合得分由 2016 年的 0.5472 下降为 0.5316，出现了小程度降低，但随后在 2018 年又快速上升至 0.5695，这表明中国水产养殖产业发展的进程符合事物发展的

规律，即在经历短暂的调整 and 探索之后将继续保持较为良好的发展势头，期间的短暂波动也在可控范围之内。

2019 年和 2020 年的中国水产养殖产业发展综合得分分别为 0.5934 和 0.5979，较 2018 年出现小范围波动，但整体接近 0.6。这说明尽管面临一定挑战，中国水产养殖产业依然维持了较高的发展水平。这段时间的波动主要是由于经济环境的变化以及新冠疫情带来的不确定性影响，但总体来看，产业的基本面依然稳固，中国水产养殖产业发展向好发展。

从各个维度来看，经济维度得分从 2000 年的 0.0604 上升至 2022 年的 0.2544，显示出水产养殖产业在经济上的显著增长。环境维度得分也从 2000 年的 0.0570 上升至 2022 年的 0.2239，尽管中间有波动，但总体趋势是向好的，这表明在环境保护和可持续发展方面的努力取得了一定成效。社会维度得分从 2000 年的 0.0440 增加到 2022 年的 0.1521，反映出产业对社会的贡献逐步增加，包括就业机会和社区影响等。政策实施维度得分则相对稳定，从 2000 年的 0.0674 到 2022 年的 0.0607，表明政策在不同年份的执行效果变化不大，但整体上对产业发展起到了积极的推动作用。

综上所述，2000 年至 2022 年间，中国水产养殖产业在各个维度上都取得了显著进展。虽然过程中经历了波动和挑战，但总体不断向好发展。2022 年综合得分达到最高值 0.6912，标志着水产养殖产业发展进入了新的阶段。这一成绩离不开政策支持、技术进步和市场需求的共同推动。未来，在各方不断努力的基础上，中国水产养殖产业有望继续保持良好的发展态势，实现更高水平的综合发展。

3.1.2 优劣分析

3.1.2.1 优点

(1) 研究方法上的创新。目前有关水产养殖产业政策的研究方法主要采用定性分析法，不能将指标进行量化评估。国内学者对水产养殖产业政策的评价在指标设计上还有些不足之处，而且设计之后没有进行进一步的量化实证研究。本文在比较了目前主流的几种赋权法后，选择利用评估学常用的熵权法，结合 TOPSIS 法，实现非数值型的指标量化，并结合中国近几十年的政策进行研究，这在方法的实际应用中是一种创新。

(2) 为了实现论文的研究目的,除了研究方法上的选择和评估指标体系的设计之外,最为关键的问题就是对相关数据的处理。文章在对数据的处理上投入了大量精力和时间。由于数据统计可获得性,仅选取了 2000 年至 2022 年的中国水产养殖业的经济与社会发展的数据做综合测评,而并未选取更长的时间进行深入研究。

3.1.2.2 缺点

(1) 目前关于我国水产养殖政策效果方面的统计资料相对匮乏,虽然有科技统计年鉴和渔业统计年鉴等资料,但主要集中在对渔业产值、产量等指标的统计上。然而,对于我国各省水产政策实施创新情况的相关评估资料却尚未形成体系。因此,本文在收集数据信息等方面存在一定的客观局限性,这也为深入了解我国水产养殖产业政策效果带来了一定的挑战。

(2) 本文采用基于熵权法的 TOPSIS 法,对政策实施效果进行了评价分析。但考虑到我国水产养殖产业政策本身的复杂性以及政策支持体系的庞大性,评价过程中会受到诸多不确定因素的影响。因此,无法完全依靠定量分析来实现对政策效果的准确评估。为了尽可能减少指标选取的主观性和误差的影响,未来的研究需要进一步深入,探讨更为细致的评价方法和指标体系。

(二) 建议与展望

3.2.1 政策建议

根据上述研究结论,为了进一步推动我国水产养殖产业高质量发展,必须在创新科技和生态保护两方面采取有效措施。根据上文分析可知,尽管近二十年来我国水产养殖产业总体呈现增长态势,但在创新效率方面仍存在不足。因此,激励水产行业从业者不断提高水产行业科技创新水平,推动水产行业转型升级实现高质量发展是当前的关键任务。与此同时,由于过去对产业高速发展的过分追求而采取的长期粗放式发展模式对生态环境造成了破坏,渔业资源衰退,可持续发展进程受到阻碍,因此创新绿色发展模式,重视资源养护也显得尤为重要。下文将从这两方面,提出以下政策建议:

(1) 提高水产行业科技创新水平

强化创新科技水平是推动中国水产养殖产业持续增长的核心。尽管水产产业

总体呈增长趋势，但创新效率的不足严重制约了其发展潜力。政府需要通过多种手段增加对水产养殖科技创新的资金投入，尤其是要充分利用因时制宜的财政政策和有效的税收优惠手段，加强校企联合合作、提高“产学研”一体化程度来推动关键技术的开发。鼓励有一定科研实力的民企、国企与外企深入水产养殖科技领域，完善政策支持体系，保障水产行业的高质量发展，实施人才激励政策，确保水产从业者人才有传承、长期稳定发展有保障。此外，依据水产产业政策效果的评估结果，根据各地区的具体需求，因地制宜地制定政策，使各地都能得到适合自身发展的支持。

（2）创新绿色发展模式

创新绿色发展模式，重视资源可持续发展也是当前亟需解决的问题。长期以来，粗放式发展模式对生态环境造成了严重破坏，导致了渔业资源的不断衰退。因此，必须通过制定渔业资源管理政策来促进渔业工作者遵守管理制度。通过采取类似“碳排放市场”等手段，可以有效控制捕捞量，保护渔业资源。政府还应加强监管队伍建设，提高渔政执法能力，查补管理漏洞。

综上所述，推动中国水产养殖产业的持续增长和绿色发展，需要从强化创新科技水平和创新绿色发展模式两方面入手。政府、企业和科研机构应共同努力，通过多种手段增加科技投入，同时加强生态保护，制定合理的资源管理政策，确保渔业资源的可持续利用。通过上述政策措施的实施，可以进一步提升中国水产养殖产业的发展水平，确保渔民的利益，实现水产养殖产业的高质量可持续发展，为广大渔民和全体人民谋民生福祉。

3.2.2 对未来的展望

未来应当继续加强对政策效果的监测和评估。只有真正落实的政策才能够发挥其作用，因而水产行业主管部门对政策实施情况的充分了解及有效监测有助于政策制定者及时发现问题并及时调整。此外，基于科技创新在水产养殖产业中的重要地位，未来应当继续加大对科技创新的支持力度，促进科技成果的转化和应用，从而提高水产产业的竞争力和可持续发展能力。最后，应当遵循绿色发展理念，大力保护渔业资源，推动水产养殖产业的全面发展。结合政策的实施与监测情况，建立健全的资源管理和监督体系，加强渔业资源的科学管理，减少并渐渐灭绝过度开发和滥捕滥渔现象的发生，立足于全体人民的长期利益，有效保护渔

业资源，保障水产行业的可持续发展。

四、总结

本研究主要围绕中国水产养殖产业政策，通过科学的方法，对中国水产养殖产业政策效果进行了系统性评价，并基于评价结果提出了相关建议与展望，旨在为中国水产养殖产业的可持续发展提供理论支持和实践指导。通过对中国水产养殖产业政策效果的评估和分析，我们能够清晰地了解当前政策的实施情况以及其对行业发展的影响。在此基础上，我们对未来的发展从“加强监管、鼓励创新、倡导绿色”三个角度提出了建议和展望。

参考文献

- [1] 国务院新闻办公室. 《中国的粮食安全》白皮书. 新华社, 2019.
- [2] 张彭. 数字新质生产力与全球价值链嵌入: 理论机制与实证检验[J]. 当代经济研究, 2024, (05): 75-86.
- [3] 中华人民共和国国务院. 《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》. 2019.
- [4] 曹英志, 翟伟康, 张建辉, 等. 我国海洋渔业发展现状及问题研究[J]. 中国渔业经济, 2015, 33 (05): 41-46.
- [5] 张鸿杨. 评估学视角下的沿海省份渔业经济社会发展定量测评[D]. 上海海洋大学, 2016.
- [6] 操建华, 桑霏儿. 中国渔业 70 年: 政策演变与绿色高质量发展[J]. 鄱阳湖学刊, 2019 (05): 40-46+125-126.
- [7] 中华人民共和国农业部. (2006). 《全国渔业发展第十一个五年规划》. 北京: 中华人民共和国农业部.
- [8] 中华人民共和国农业部. (2011). 《全国渔业发展第十二个五年规划》. 北京: 中华人民共和国农业部.
- [9] 中华人民共和国农业部. (2016). 《全国渔业发展第十三个五年规划》. 北京: 中华人民共和国农业部.
- [10] 中华人民共和国农业农村部. (2021). 《“十四五”全国渔业发展规划》. 北京: 中华人民共和国农业农村部.
- [11] 石赛玥, 我国渔业高质量发展评价研究, 2023, 浙江海洋大学
- [12] 周洁明, 辽宁渔业科技创新政策支撑体系的研究, 2014, 大连海洋大学
- [13] 孙洪武等, 江苏渔业绿色发展政策量化分析与优化路径, 2022, 南京财经大学管理科学与工程学院
- [14] 邓怡等, 乡村振兴视角下农业现代化发展水平测度及路径选择——以甘肃省为例, 2021, 兰州财经大学统计学院
- [15] 武文艺, 对接自由港政策的雷州半岛海洋渔业高质量发展研究, 2022, 广东海洋大学经济学院

[16]董文静等，中国海洋渔业资源养护政策体系优化研究，2017，山东外贸职业学院

[17]蒋瑀，岳阳市现代渔业产业融合发展创新研究，2019，湖南理工学院

附录

```
Y = mapminmax(X',0,1)' + 0.0001;
% 标准化
S1 = sum(Y,1);
P = Y;
[n, m] = size(Y);
for j = 1:m
    for i = 1:n
        P(i,j) = Y(i,j)./S1(j);
% 计算比重
    end
end
e = zeros(1,m);
S2 = zeros(1,m);
for j = 1:m
    for i = 1:n
        S2(j) = S2(j) + P(i,j)*log(P(i,j));
    end
    e(j) = -S2(j)/log(n);
%信息熵
end
g = 1 - e;
% 计算差异系数
W = g./sum(g);
%第 j 项指标的权重
Z = zeros(m,n);
for i = 1:n
    for j = 1:m
        Z(i,j) = Y(i,j) * W(j);
% 构建加权规范矩阵
    end
end
maxZ = max(max(Z));
% 正理想解
minZ = min(min(Z));
% 负理想解
Dpo = zeros(1,n);
Dne = zeros(1,n);
Zposum = zeros(1,n);
Znesum = zeros(1,n);
for i = 1:n
    for j = 1:m
        Zposum(i) = Zposum(i) + (maxZ - Z(i,j))^2;
        Znesum(i) = Znesum(i) + (minZ - Z(i,j))^2;
```

```
end
Dpo(i) = sqrt(Zposum(i));
Dne(i) = sqrt(Znesum(i));
end
C = Dne./(Dpo + Dne);
% 相对贴合度
% C = C'
plot(2000:2022,flip(C))
W = W'
Dpo = Dpo'
Dne = Dne'
```

致谢

在本次第十届全国大学生统计建模大赛的征途上，我们在短暂又漫长的两个月中经历了数个难忘的瞬间，它们将如璀璨的星辰，照亮我们从今往后的学术之旅。

从小组成员第一次见面定下整个比赛周期各个时间节点安排开始，我们花了大量的时间进行数据寻找和选题，在仔细研读了大赛数据库内容并结合学校自身优势的情况下定下了我们最终的选题，这些紧张刺激的准备工作让我们切身感受到了本次比赛时间的紧迫和任务的艰巨。为了能够在比赛中顺利展示出我们的成果，我们在紧张的专业课学习的同时花费大量时间连续多日准备比赛，根据收集到的数据仔细建立起我们的模型并不断修改和完善它。全身心投入此次统计建模大赛、对选定的研究对象结合大赛主题进行分析研究，让我们对新时期大数据与人工智能时代的统计建模有了更深入的认识、理解和掌握。

团队合作的力量是我们取得成功的关键。在比赛中，我们小组成员之间的默契与合作在一次次的沟通与交流中达到了前所未有的高度。有一次，在数据处理的过程中，我们遇到了一个非常棘手的技术难题。经过多次讨论和尝试，我们仍然无法解决。就在我们即将放弃的时候，一位团队成员提出了一个全新的思路，并成功地解决了问题。这次经历让我们深刻体会到了团队合作的力量和创新思维的重要性。

这次比赛让我们收获了宝贵的学习经验和成长经验。我们不仅提高了自己的学术水平，还学会了如何面对挑战、如何与他人合作。我们深知，这段经历将成为我们人生中宝贵的财富，激励我们在未来的学习研究道路上不断砥砺前行。

在此，我要感谢我的家人和朋友们物质和精神上的支持和鼓励，是你们一直以来的陪伴让我有了勇气去面对困难和挑战。

最后，我要再次感谢所有支持和帮助过我们的人。这段经历将永远铭记在我的心中，激励我在未来的学习和生活中不断追求卓越、勇攀高峰。

2024年5月15日