

中国四川省淡水养殖绿色发展评价研究

THE EVALUATION OF GREEN DEVELOPMENT OF FRESHWATER AQUACULTURE IN SICHUAN, CHINA

徐大勇¹, 陈凯²

Dayong Xu¹, Kai Chen²

^{1,2}泰国正大管理学院中国研究生院

^{1,2}Chinese Graduate School, Panyapiwat Institute of Management, Thailand

Received: February 26, 2022 / Revised: April 15, 2022 / Accepted: April 21, 2022

摘要

绿色发展已经成为水产养殖业可持续性发展的新发展模式,四川省作为中国长江上游生态核心区域,淡水养殖的绿色发展对其具有重要的生态意义。为了对中国四川省淡水养殖绿色发展水平进行科学评价,寻找绿色发展模式并提出实现路径,本文通过对相关文献的梳理与总结,从经济发展、社会发展、资源利用、环境保护和技术 5 个维度构建了四川省淡水养殖绿色发展评价指标体系;选用层次分析法和均方差法相乘的综合赋权法确定指标权重,运用 2010-2019 年四川省 21 市(州)面板数据,对四川省淡水养殖绿色发展水平进行测度及相关分析。结果表明,四川省淡水养殖绿色发展综合指数整体呈现上升趋势,各子系统指数仅技术指数呈下降趋势;四川省各地区淡水养殖绿色发展水平不均衡,差异较大;四川省淡水养殖绿色发展模式可分为“经济、社会、资源、技术型”等 4 类模式,提出了四川省淡水养殖绿色发展水平的实现路径,以期四川省淡水养殖的绿色发展提供理论支持。

关键词: 四川省淡水养殖 绿色发展 评价指标体系 绿色发展指数 评价

Abstract

As green development has become a new model for the sustainable development of aquaculture, the green development of freshwater aquaculture has important ecological significance for Sichuan Province, which is an ecological core area in the upper reaches of the Yangtze River in China. In order to scientifically evaluate the green development level of freshwater aquaculture in Sichuan Province,

identify appropriate green development models, and propose a path forward to realize them, this study constructs an evaluation index system of freshwater aquaculture green development in Sichuan Province based on five dimensions derived by combining and summarizing the relevant domestic and international literature. These five dimensions are economic development, social development, resource utilization, environmental protection, and technology. A comprehensive weighting method multiplied by the analytic hierarchy process and mean square deviation method was selected to determine the index weight in the analysis. Using the panel data of 21 cities and prefectures in Sichuan Province from 2010 to 2019, the green development level of freshwater aquaculture in Sichuan Province was measured and analyzed. The results indicate that the overall green development comprehensive index of freshwater aquaculture in Sichuan Province shows an upward trend, and only the technical index of each subsystem shows a downward trend. Nevertheless, the green development level of freshwater aquaculture in various regions of Sichuan Province is uneven with significant differences, and the green development model of freshwater aquaculture in Sichuan Province can therefore be divided into four types: economic, social, resource and technical. Finally, the plan for achievement of the appropriate green development level of freshwater aquaculture in Sichuan Province is put forward in this paper, which provides the theoretical support for this green development goal.

Keywords: Freshwater Aquaculture in Sichuan Province, Green Development, Evaluation Index System, Green Development Index, Evaluation

引言

淡水养殖能为人们提供大量动物蛋白质,改善民生,提供人们就业机会,在促进社会、经济增长等方面发挥了重要作用。另一方面,淡水养殖需占用土地资源、水资源,动植物资源、电能等资源,为资源消耗型产业;投饵养殖生产过程会产生大量的有机物、营养物质、残留药物等污染物进入水环境,对养殖水生态环境造成一定胁迫。Perez (2003) 从全球的角度分析认为水产养殖行业存在的抗生素问题、疾病问题,水体污染问题。Tisdell (2014) 认为产养殖对环境的污染主要来源于对环境有损害作用的饲料的过度投入而导致的水体富营养化,进而恶化整个养殖环境。Zhou 和 Wen (2004) 利用珠江三角洲基塘生态系统研究发现饲料中氮、磷除小部分供给养殖鱼类的生长外,大部分沉积于池底,造成浪费和污染。Ministry of Ecology and Environment (2020) 在《第二次全国污染源普查公报》中显示中国 2017 年水产养殖业的污染排放总量为化学需氧量 66.60 万吨、氨氮 2.23 万吨、总氮 9.91 万吨和总磷 1.61 万吨。水产养殖污染排放物对环境的影响不利于淡水养殖的可持续性发展,为维持淡水养殖业的可持续发展,部分学者将淡水养殖与绿色发展相结合,开展了一定研究。Tang et al. (2014) 通过研究中国水产养殖业现状,提出了“高效、优质、生态、健康”绿色、可持续发展战略目录和未来 10 年的重点任务。Garlock et al. (2020)

通过分析全球区域、物种和国家水平上的增长率来研究水产养殖生产发展的模式, 研究认为水产养殖“蓝色革命”正在世界大部分地区发生。Lasner et al. (2017) 通过对德国、丹麦、土耳其的鳟鱼养殖模式研究, 分析了推广蓝色增长的经济驱动因素。Cao (2018) 以中国江西、烟台和安吉为例, 总结淡水养殖绿色健康养殖的主要特点、模式和问题, 并提出相应政策建议。Jin et al. (2014)、Dong (2015) 相继构建了淡水水产业可持续发展评价指标体系并实证研究, 提出发展对策建议。Zhong et al. (2022) 认为淡水养殖效率的不断提高将促进淡水养殖的可持续发展, 构建 Malmquist 指数 (MMI) 模型对中国淡水养殖全要素生产率进行评价, 并提出了提高全要素生产率的政策建议。

综上所述, 学术界对于淡水养殖绿色发展方面的研究取得了一定成果, 对于本文有着启迪意义, 但研究较少, 存在不足之处: 首先, 淡水养殖绿色发展主要集中绿色发展的特点、绿色发展面临的问题、养殖模式与对策研究, 评价多集中于可持续发展评价, 缺乏淡水养殖绿色发展水平评价体系和水平测度等系列评价研究; 其次, 研究对象空间基于单一地区, 缺乏多地区空间之间的比较研究。鉴于绿色发展已经成为水产养殖业可持续性发展的新发展模式, 四川省作为中国长江上游生态核心区域, 其淡水养殖绿色发展水平对其具有重要的生态意义。本文旨在以往研究基础上, 结合淡水养殖的内涵, 构建科学的淡水养殖绿色发展评价指标体系, 确定评价方法, 以中国四川省的 21 个市(州)为观测对象, 以 2010-2019 年为观测周期, 进行四川省淡水养殖绿色发展水平测度并进行时空分布特征分析, 进而探寻其绿色发展模式及实现路径, 以期为四川省淡水养殖的绿色发展提供理论支持, 对四川省乃至长江上游淡水养殖的绿色发展评价提供指导。

研究目的

通过对绿色发展指标体系、评价方法等相关理论文献回顾分析, 在借鉴前人研究成果的基础上达到以下拓展目的:

1. 构建四川省淡水养殖绿色发展水平测度的评价指标体系;
2. 选择淡水养殖绿色发展评价分析方法;
3. 测算四川省淡水养殖绿色发展指数, 分析四川省淡水养殖绿色发展水平的时空分布特征;
4. 分析四川省淡水养殖绿色发展模式, 提出四川省淡水养殖绿色发展的实现路径。

文献综述

关于绿色发展评价问题, 学者主要是从各个方面挑选出能反映绿色发展的指标来构建评价指标体系, 选用绿色发展评价方法, 依据指标数据进行实证研究。

绿色发展内涵

绿色发展的定义首次由 United Nations Development Program (2002) 提出“以效率、和谐、持续为目标的经济增长和社会发展方式”。由于发展阶段和区域的差异,学者对于绿色发展的理解也有所不同。Hu 和 Zhou (2014) 认为绿色发展是第二代可持续发展观,强调经济、社会与自然的整体性与共生性。Gunter (1990) 重点关注社会经济发展过程中诸如资源利用效率和环境污染等问题。Ehresman 和 Okereke (2015) 尝试从环境正义的角度来整合诠释绿色经济的内涵。Organization for Economic Co-operation and Development (2009) 发布的《绿色发展宣言》,认为绿色发展是在确保自然资产能够继续提供人类幸福健康所依赖的资源和服务的基础上,促进经济增长与发展。Ma et al. (2011) 认为绿色发展“以绿色创新为桥梁,以绿色经济为核心,在追求资源环境绩效的同时,依靠科技进步,提高产业的资源效率和绿色竞争力,进而进行产业结构调整,以达到低碳的、高效的、可持续的发展”。Guo (2011) 认为农业绿色发展“建立在综合协调资源、环境、经济、政府管理以及人民生活水平基础之上的发展模式”。Li (2019) 认为海水养殖业绿色发展是“生态、健康、创新、可持续的水产养殖业发展”。上述学者们从社会、经济、资源、环境、科技、管理等多维度进行绿色发展内涵相关研究。淡水养殖包括从投入、养殖生产、养殖产品流通、加工等到养殖水域环境治理的全过程,本文认为淡水养殖绿色发展是经济、社会、资源、环境、科技的综合协调的发展模式。

绿色发展评价指标体系

绿色发展评价指标体系多倾向于国家、区域、行业等层面。United Nations Development Program (2012) 从社会、经济与环境构建了 3 个准则层、14 个要素、39 个指标的绿色经济评价指标体系。Research Base of Scientific Outlook on Development and Sustainable Economic Development of Beijing Normal University et al. (2012) 从经济增长绿化度、资源环境承载力与政府政策支持度 3 个维度构建 9 个二级指标、55 个三级指标构建指标体系。Li 和 Chu (2015) 从产业绿色增长度、资源环境承载力和政府政策支撑力 3 个维度构建了区域产业绿色发展指数评价指标。Han et al. (2014) 从经济增长绿化度、资源环境承载潜力和政府政策支持度 3 个维度构建了 3 个一级指标,9 个二级指标和 38 个三级指标。Dai (2015) 从绿色生产、绿色消费、绿色环境、绿色民生和绿色政策构建了包含 5 个一级指标、10 个二级指标和 58 个三级指标青海绿色发展水平评价指标体系。Zhang (2016) 从经济增长绿化效率、生态资源节约利用和绿色发展制度建设三个一级指标进行武汉市的绿色发展综合评价。Lu et al. (2010) 构建了工业绿色发展程度分析模型,提出工业绿色发展评价指标体系。Hu (2016) 对中国浙江省制造业进行绿色发展评价,选取 2 个一级指标,5 个二级指标和 15 个三级指标来构建评价指标体系。Azapagic (2004) 从经济、社会和环境三个方面构建了矿业可持续发展评价指标体系。Ren (2019) 从农业效能、生态节约、城乡融合三个方面构建了中国农业绿色发展指标体系。关于淡水养殖绿色发展评价指标体系

构建的研究较少。Jin et al. (2014) 构建了中国灯塔市水产业经济、环境、资源和社会 4 个子系统, 16 个指标的可持续发展综合评价指标体系。Dong (2015) 对中国湖北省水产业可持续发展指标体系构建了经济发展、社会发展、资源利用、环境保护 4 个子系统、10 类要素层、27 个具体指标 Li (2019) 以中国湛江市海水养殖业绿色发展为主要研究内容, 从经济发展、社会发展、资源利用、生态环境 4 个方面构建了海水养殖绿色发展的评价指标体系。

绿色发展评价方法

学者或机构在绿色发展评价指标体系评价中采用方法多为 DEA 法、层次分析法、主成分分析法、熵值法等单一或综合赋权来确定各指标间权重并进行绿色发展水平测度的实证研究。Färe et al. (2004) 基于 1990 年 17 个 OECD 国家的截面数据, 运用 DEA 模型计算环境效率指数, 对这些国家的环境绩效进行了评价。Ramanathan (2005) 在运用 Malmquist 生产率指数实证分析得出 1996 年中东和北美 17 个国家绿色经济增长的效率均值要低于 1992 年的结论。Zhong et al. (2022) 构建 Malmquist 指数 (MMI) 模型对 2004-2019 年中国淡水养殖全要素生产率进行评价。Hao 和 Zhou (2018) 利用因子分析法计算绿色发展指数, 再利用探索性空间数据分析, 研究了绿色发展指数的空间联系和格局分布。Zhou (2019) 采用熵权—云模型综合评价法对中国京津冀城市群绿色发展水平进行测度, 从 2005 年到 2015 年, 京津冀城市群绿色发展水平呈现出“较低—一般—较高”的发展态势。Ren (2019) 用主成分分析法对中国矿业经济绿色发展时空分布特征进行分析, 发现矿业绿色发展水平东部地区始终维持在较高水平, 东北部、中部次之, 西部地区水平较差。Wang (2011) 采用层次分析法和主成分分析法对低碳经济范式下的环境保护水平进行评价, 得到中国低碳型环境保护综合评价指数连年递增。Guo (2011) 采用多指标综合评价方法对全国的农业绿色发展状况进行评价, 结果显示在北京、山东、福建、上海、浙江、江苏等地区的农业绿色发展情况较好。Dong (2015) 采用熵值法计算了湖北省渔业可持续发展水平长期处于优势, 超全国平均水平; 利用灰色关联法分析渔业的可持续发展水平呈现出降低—升高—降低的变化趋势。Li (2019) 采用熵值法对湛江市海水养殖业绿色水平进行实证研究, 2012-2016 年其绿色发展水平呈现一个波动上升的趋势。Jin et al. (2014) 采用加权综合的计算方法对灯塔市渔业可持续发展进行综合评价, 发现 2000-2010 年间灯塔市渔业可持续发展总体上呈现出良好的发展态势。

文献述评

综上所述, 学者们在绿色发展评价指标体系构建、评价方法、评价水平测度等方面取得了许多有价值的研究成果。绿色发展评价指标体系的内容聚焦于区域产业、城市群、工业、制造业、矿业、农业等行业, 往往涉及经济、社会、资源、环境、政策、技术等维度, 构建三级或四级等评价指标体系。评价指标体系多结合行业及行业特点、数据来源等来构建, 不同行业评价指标体系存在维度、指标差异。水产绿色发展评价指标体系主要集中于水产业可持续发

展指标体系的构建和综合评价,体系包括养殖业和捕捞业两部分,未将淡水养殖业和绿色发展相结合、未结合淡水养殖特点来构建淡水养殖绿色发展评价指标体系,有必要构建一套淡水养殖绿色发展评价指标体系。关于绿色发展评价方法的选择上,学者在选用方法时根据评价指标体系的特点和评价方法的优缺点来开展单一评价或综合赋权评价。层析分析法能够将复杂无序的系统进行简单化和有序化,既分析研究对象的性质,又会通过量化的方法进行衡量,该方法适用于淡水养殖绿色发展的系统分析,能将决策问题分为若干层次,但决策结果存在主观随意性。均方差是概率统计中反映随机变量离散程度的指标,具有较强的客观性与数据依据。本文淡水养殖绿色发展评价可借鉴前人关于指标体系、评价方法、水平测度的研究成果。

研究方法

淡水养殖绿色发展评价指标体系构建

本文借鉴 UNEP (2012)、Jin et al. (2014)、Dong (2015)、Li (2019) 等人构建的评价指标体系及指标的基础上,紧扣淡水养殖绿色发展的定义,从经济发展、社会发展、资源利用、环境包含和技术 5 个维度,依据科学性、系统性、可操作性、普适性以及可比性原则,结合《中国渔业统计年鉴》、《四川渔业统计年鉴》等资料数据的可得性来构建淡水养殖绿色发展评价指标体系。

评价方法

本文的评价方法采用组合赋权确定最终评价指标权重。具体为分别求得层次分析法的权重和均方差法的权重,然后再将二者的权重系数相乘得到淡水养殖绿色发展 28 个评价指标最终的组合权重系数。层次分析法参照 Wang (2011),均方差法参照 Huang (2013)。

四川省淡水养殖绿色发展评价

本文将四川省 21 市(州)的 28 项评价指标进行标准处理,再依据相应指标的组合权重系数相乘计算得出每项评价指标,汇总得出每个子系统的淡水养殖绿色发展指数和综合绿色发展指数。

四川省 21 市(州)淡水养殖绿色发展时空分布特征分析采用绿色发展指数四分位的空间化分析。绿色发展水平以 0.25、0.5 和 0.75 为临界点进行划分;选取 2010、2015、2019 年为时间节点的四川省淡水养殖绿色发展综合指数,以三个时间节点中的极大值和极小值范围计算划分绿色发展水平为低、中低、中高和高四级。利用 ArcGIS 工具绘制四川省 21 市(州)淡水养殖绿色发展水平空间分布图。

四川省淡水养殖绿色发展模式分析

选择 2010-2019 年具有代表性年份的经济、社会、资源、环境和技术五个纬度绿色发展指数结果进行聚类分析,得到各市(州)绿色发展聚类谱系图;按照等分原则,尽可能的实

现每个类别所包含的对象个数差异较小，以此来进行综合的判断确定聚类数目；从每类中提取经济、社会、资源、环境、技术五个因素中最为突出的贡献因素进行归纳和总结，进而得到不同类型的淡水养殖绿色发展模式，并根据突出因素和制约因素讨论淡水养殖绿色发展实现路径。

数据来源与处理

考虑数据的可获取性和有效性，选取 2010-2019 年四川省 21 市（州）相关指标数据进行淡水养殖绿色发展指数测度。各指标的数据主要来源于《中国渔业统计年鉴》、《四川统计年鉴》、《四川渔业统计年鉴》等资料直接获得或需通过计算间接获得。指标数据存在单位不一致，有的为百分比、有的为绝对值等，数据不具备可比性问题。为消除 28 个指标量纲不同造成的误差，需对指标原始数据进行无量纲化处理，本文以“最小-最大标准化”法进行数据标准化处理，处理分为效益型指标和成本型指标。本文统一对淡水养殖绿色发展指标体系中根据指标属性划分为效益型和成本型指标，环境保护子系统中污染状况、病害状况、旱涝状况指标为成本型，其余指标均为效益性。

研究结果

淡水养殖绿色发展评价指标体系

本文构建了包含 1 个淡水养殖绿色发展评价指标体系目标层，经济发展、社会发展、资源利用、环境包含和技术 5 个子系统层、经济增长等 13 个要素层，渔业总产值增长率等 28 个指标层的四川省淡水养殖绿色发展评价指标体系，具体见表 1。评价指标体系将淡水养殖和绿色发展相结合，根据淡水养殖内涵从 5 个维度来构建的，比金广海、董蓓构建的评价指标体系更全面，丰富绿色发展评价指标体系构建。

表 1 四川省淡水养殖绿色发展评价指标体系

目标层	子系统层	要素层	指标层	类型	单位
A 淡水养殖绿色发展评价指标体系	B1 经济发展	C1 经济增长	D1 渔业总产值增长率；	效益型	%
			D2 淡水养殖产值增长率；	效益型	%
		C2 产业产量	D3 绿色水产品产量占水产品总产量比重；	效益型	%
			D4 淡水养殖产量增长率；	效益型	%
		C3 产业结构	D5 渔业产值占农业产值比重；	效益型	%
	B2 社会发展	C4 生产要素	D6 渔民人均纯收入；	效益型	元
			D7 专业养殖从业人员数量；	效益型	人
		C5 区域贸易	D8 渔业流通和服务业产值增长率；	效益型	%
	B3 资源利用	C6 加工能力	D9 淡水加工产品量增长率；	效益型	%
			D10 淡水养殖面积；	效益型	公顷
			D11 淡水养殖单产水平；	效益型	吨/公顷
		C7 资源评价	D12 湖泊养殖面积占淡水养殖面积比重；	效益型	%
			D13 水库养殖面积占淡水养殖面积比重；	效益型	%
			D14 河沟养殖面积占淡水养殖面积比重；	效益型	%
	B4 环境保护	C8 污染状况	D15 污染造成水产品数量损失；	成本型	吨
			D16 污染造成的受灾养殖面积损失；	成本型	公顷
		C9 病害状况	D17 病害造成的经济损失；	成本型	万元
			D18 旱涝造成水产品数量损失；	成本型	吨
		C10 旱涝状况	D19 旱涝造成的经济损失；	成本型	万元
			D20 渔民人均养殖面积；	效益型	公顷/人
		C11 环境保护	D21 环境污染治理投资占 GDP 比重；	效益型	%
			D22 排水、治理废水占环境污染治理投资比重；	效益型	%
	B5 技术	C12 渔业科技服务	D23 渔民万人拥有的科技人员；	效益型	人/万人
			D24 水产科技人员中、高级技术人员占比；	效益型	%
			D25 渔民万人拥有的水产技术推广培训机构数；	效益型	个/万人
		C13 渔业技术推广	D26 水产技术推广试验示范基地数；	效益型	个
			D27 渔业技术推广经费投入；	效益型	万元
			D28 渔民万人参与技术培训人次数	效益型	人/万人

评价方法

采用组合赋权确定最终评价指标权重结果见表 2。子系统组合权重排序依次为经济子系统 (0.00824)、社会子系统 (0.00789)、资源子系统 (0.00749)、环境子系统 (0.00576)、技术子系统 (0.00698)。指标权重系数最大的是渔民人均纯收入指标项 (0.00398)，最低的是渔民人均养殖面积指标项 (0.0004)。本研究将层次分析法和均方差法两种主观和客观相结合的综合评价方法，可以有效地避免单一赋权法在主、客观评价方法上存在的不足，确保能够得到更为科学合理的评价结果。

表 2 淡水养殖绿色发展评价指标的权重

指标层	层次分析法权重	方差法权重	综合权重	排名	系统组合权重
D1	0.07573	0.03454	0.00262	2	经济子系统 0.00824
D2	0.05883	0.02955	0.00174	6	
D3	0.04969	0.03032	0.00151	8	
D4	0.03886	0.03815	0.00148	9	
D5	0.03029	0.02937	0.00089	19	
D6	0.10798	0.03681	0.00398	1	社会子系统 0.00789
D7	0.07629	0.03311	0.00253	4	
D8	0.04407	0.03154	0.00139	10	
D9	0.04975	0.03091	0.00154	7	
D10	0.03889	0.03418	0.00133	11	资源子系统 0.00749
D11	0.04483	0.03897	0.00175	5	
D12	0.02782	0.04239	0.00118	14	
D13	0.02335	0.04076	0.00095	17	
D14	0.01873	0.03714	0.0007	23	
D15	0.0336	0.03122	0.00105	15	
D16	0.03405	0.03061	0.00104	13	
D17	0.02579	0.03053	0.00079	20	环境子系统 0.00576
D18	0.02076	0.03135	0.00065	21	
D19	0.01917	0.03202	0.00061	22	
D20	0.01384	0.02866	0.0004	28	
D21	0.01863	0.03522	0.00066	25	
D22	0.01752	0.03222	0.00056	26	
D23	0.03591	0.03488	0.00125	12	技术子系统 0.00698
D24	0.02876	0.03648	0.00105	16	
D25	0.01975	0.04549	0.0009	18	
D26	0.01906	0.03573	0.00068	24	
D27	0.01499	0.0323	0.00048	27	
D28	0.01306	0.04757	0.00262	3	

四川省淡水养殖绿色发展评价结果

1. 四川省淡水养殖绿色发展综合指数

基于上述指标体系和权重结果，对四川省淡水养殖绿色发展的指标数据标准化后计算，得到四川省绿色发展综合指数，见表 3。

表 3 四川省淡水养殖绿色发展综合指数

年份	经济	社会	资源	环境	技术	综合指数	排名
2010	0.00278	0.00139	0.00045	0.00349	0.00115	0.00926	10
2011	0.0048	0.00146	0.00083	0.00024	0.00263	0.00996	9
2012	0.00406	0.00264	0.00243	0.00302	0.00261	0.01476	6
2013	0.00232	0.00337	0.00223	0.00365	0.00291	0.01448	7
2014	0.00208	0.00423	0.00202	0.00373	0.00306	0.01511	5
2015	0.00171	0.00291	0.00318	0.00352	0.0027	0.01402	8
2016	0.00139	0.00514	0.00359	0.00421	0.00293	0.01726	3
2017	0.00215	0.00593	0.00398	0.00404	0.00247	0.01856	2
2018	0.00102	0.00545	0.00364	0.00418	0.00091	0.0152	4
2019	0.00414	0.00579	0.00447	0.00413	0.00173	0.02025	1
年均值	0.00264	0.00383	0.00268	0.00342	0.00231	0.01489	

由表 3 和 图 1 可知，2010-2019 年四川省淡水养殖绿色发展中经济发展、社会发展、资源利用和环境保护子系统绿色发展指数是增加，技术子系统的绿色发展指数是下降。四川省淡水养殖绿色发展综合指数呈波动上升，在一定程度上反映出了四川省淡水养殖绿色发展水平向高水平发展，在经济发展、社会发展、资源利用、环境保护以及技术利用上均取得了一定的成就，但同时也表明四川省淡水养殖绿色发展方面仍有不足，还不够稳定。

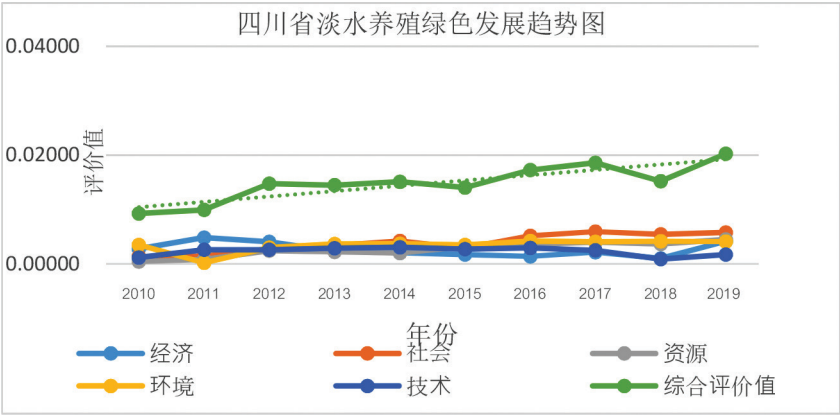


图 1 2010-2019 年四川省淡水养殖绿色发展趋势

2. 四川省各地区淡水养殖绿色发展综合指数

利用综合赋权法对 2010-2019 年四川省淡水养殖 21 个市州 28 项评价指标进行计算，分别得出经济发展、社会发展、资源利用、环境保护、技术等 5 个子系统的综合得分，将 5 个子系统综合得分依次相加得出四川省淡水养殖近十年绿色发展综合指数，其具体处理结果见表 4。

表 4 四川省各市州淡水养殖绿色发展综合指数

地区	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均
成都市	0.01151	0.01331	0.01358	0.01375	0.01212	0.01236	0.0197	0.01813	0.01708	0.02195	0.01535
自贡市	0.01017	0.01423	0.01618	0.01682	0.0144	0.01268	0.01556	0.01881	0.01628	0.0163	0.01514
攀枝花市	0.01184	0.01555	0.01738	0.02065	0.02125	0.01739	0.02459	0.01239	0.01167	0.01465	0.01674
泸州市	0.0109	0.01466	0.01403	0.01427	0.01364	0.01286	0.0182	0.02074	0.01832	0.01629	0.01539
德阳市	0.01001	0.01543	0.01519	0.01653	0.01422	0.01285	0.01473	0.02149	0.01326	0.01501	0.01487
绵阳市	0.01548	0.02147	0.01822	0.01526	0.01491	0.01466	0.01866	0.02006	0.0165	0.01391	0.01691
广元市	0.01278	0.01853	0.02045	0.01577	0.01607	0.01598	0.01245	0.02221	0.01896	0.01823	0.01714
遂宁市	0.01023	0.01239	0.01452	0.01575	0.01845	0.01393	0.01693	0.01589	0.0156	0.01128	0.0145
内江市	0.0103	0.01392	0.01863	0.01636	0.01457	0.01528	0.01792	0.0214	0.01789	0.01609	0.01624
乐山市	0.01125	0.01474	0.01949	0.01631	0.01458	0.01375	0.01788	0.02017	0.01459	0.01698	0.01597
南充市	0.01402	0.01777	0.01661	0.01504	0.0139	0.01408	0.01569	0.02142	0.01626	0.01131	0.01561
宜宾市	0.01312	0.01506	0.01601	0.01749	0.01429	0.01581	0.01826	0.02108	0.01825	0.01361	0.0163
达州市	0.01157	0.01291	0.01459	0.01478	0.01241	0.01028	0.01119	0.01973	0.01951	0.02209	0.01491
雅安市	0.0127	0.01402	0.01694	0.01484	0.01453	0.01198	0.01463	0.01483	0.01574	0.01823	0.01484
阿坝州	0.00542	0.00598	0.00959	0.00879	0.00866	0.0082	0.0082	0.01076	0.01501	0.00358	0.00842
甘孜州	0.00234	0.00253	0.00179	0.00312	0.00359	0.00359	0.00411	0.01165	0.00676	0.01129	0.00508
凉山州	0.01199	0.01773	0.0177	0.01693	0.01649	0.01631	0.01835	0.01658	0.01388	0.01018	0.01561
广安市	0.01189	0.01727	0.0183	0.01225	0.01175	0.01211	0.016	0.01884	0.0202	0.01724	0.01559
巴中市	0.01106	0.01331	0.01755	0.01524	0.01162	0.01279	0.01651	0.01612	0.01541	0.01517	0.01448
眉山市	0.01521	0.01987	0.02123	0.01987	0.01672	0.01865	0.02169	0.01918	0.01742	0.01522	0.01851
资阳市	0.01248	0.01553	0.01871	0.01857	0.01673	0.01688	0.01181	0.01773	0.01607	0.01385	0.01584

从表 4 可知，四川省 21 市州淡水养殖绿色发展综合水平以近十年的绿色发展综合指数平均值来分析各市州发展水平不均衡，差异较大，最大值为最小值的 2.64 倍；绿色发展水平排名前三位的是眉山市、广元市、绵阳市，排名后三位的是巴中市、阿坝州、甘孜州。2019 年淡水养殖绿色发展综合评价指数较高的市州有达州市、成都市、乐山市、德阳市，综合指数较低的省份有甘孜州、遂宁市、凉山州、阿坝州，这是由经济发展、社会发展、资源利用、环境保护、技术等共同影响的。相较于 2010 年，2019 年淡水养殖绿色发展综合水平凉山州、南充市、绵阳市、阿坝州为负增长，降幅最大是阿坝州 (33.95%)；四川省其余 17 市州的绿色发展综合指数均呈现上升趋势，其中上升幅度较大的有达州市、成都市、甘孜州、自贡市等，升幅最大是甘孜州 (382.48%)。可以看出，四川省大部分地区淡水养殖绿色发展均取得了一定的成就，总体呈现上升趋势。

3. 四川省不同地区淡水养殖绿色发展水平时空分布特征

选取 2010、2015、2019 年为时间节点的四川省淡水养殖绿色发展综合指数划分绿色发展水平，综合考虑三个时间节点中的极大值（达州市 0.02209）和极小值点（甘孜州 0.00234）。四川省 21 个市（州）淡水养殖绿色发展水平时空分布见图 2。

由图2可知,2010-2019年四川淡水养殖绿色发展水平处于中高水平,2010年中高及高水平地区15个、占比71.43%,2015年18个、占比85.71%,2019年19个、占比90.48%。

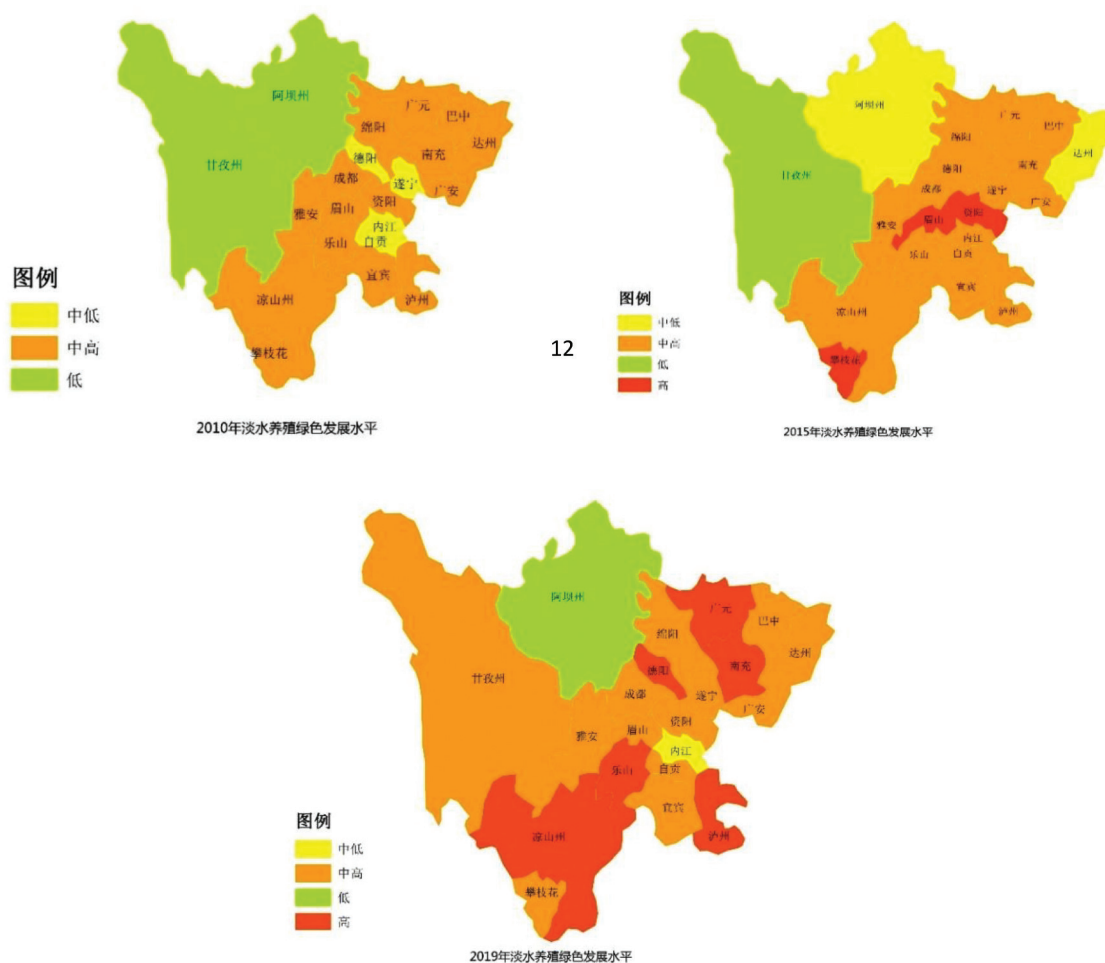


图2 四川省淡水养殖绿色发展水平地区分布

从变化趋势上看，部分市州淡水养殖绿色发展水平呈现上升趋势，如乐山市、泸州市、广元市、南充市、德阳市、凉山州等地区由中高水平地区上升至高水平地区，甘孜州由中低水平地区升至中高地区，遂宁市、自贡市两市由中低水平地区升值中高地区；部分市州淡水养殖绿色发展水平呈现波动性，眉山市由中高水平上升至高水平后又降低至中高水平，阿坝州由低水平上升至中低水平后又降低至低水平，内江市由中低水平上升至中高水平再降低至中低水平，攀枝花市、资阳市、达州市则由中高水平降低至中低水平后又上升至中高水平。从地区分布看，四川省各地区淡水养殖绿色发展水平大致呈现出由中东向西北梯次分布的局势，中东地区绿色发展水平相对较好，西北地区的甘孜州、阿坝州相对较差。整体看，四川省淡水养殖绿色发展水平整体是提升的，这与四川省大部分市州在淡水养殖活动中日渐重视淡水养殖资源开发、利用、保护等有关，但部分区域的淡水养殖绿色发展水平有下降趋势，需给予重视、改善和提升淡水养殖绿色发展水平。

四川省不同地区淡水养殖绿色发展模式分析

本文淡水养殖绿色发展聚类分析数据采用 2016 年的数据，2016 年为本研究时间中间阶段，经历了 2015 年下降后上升的过程，有利于更好的进行不同类型发展模式的提取和探讨。根据 2016 年四川省 21 市（州）的经济、社会、资源、环境和技术五个纬度绿色发展指数结果（见表 5）进行聚类分析得到各市（州）绿色发展聚类谱系图，如图 3 所示。

表 5 2016 年四川省淡水养殖五个子系统绿色发展指数

地区	经济	社会	资源	环境	技术
成都市	0.00654	0.00240	0.00336	0.00455	0.00286
自贡市	0.00240	0.00179	0.00347	0.00439	0.00352
攀枝花市	0.00800	0.00398	0.00420	0.00314	0.00527
泸州市	0.00419	0.00245	0.00375	0.00422	0.00359
德阳市	0.00293	0.00263	0.00301	0.00310	0.00307
绵阳市	0.00412	0.00362	0.00315	0.00434	0.00345
广元市	0.00097	0.00204	0.00144	0.00482	0.00318
遂宁市	0.00405	0.00407	0.00194	0.00310	0.00377
内江市	0.00465	0.00294	0.00509	0.00275	0.00249
乐山市	0.00339	0.00395	0.00340	0.00415	0.00299
南充市	0.00348	0.00260	0.00198	0.00426	0.00338
宜宾市	0.00466	0.00238	0.00309	0.00458	0.00355
达州市	0.00080	0.00197	0.00249	0.00258	0.00335
雅安市	0.00228	0.00053	0.00522	0.00334	0.00326
阿坝州	0.00339	0.00244	0.00110	0.00127	0.00000
甘孜州	0.00165	0.00029	0.00152	0.00066	0.00000
凉山州	0.00499	0.00538	0.00230	0.00250	0.00318
广安市	0.00430	0.00283	0.00256	0.00283	0.00348
巴中市	0.00351	0.00412	0.00308	0.00283	0.00297
眉山市	0.00324	0.00612	0.00424	0.00491	0.00317
资阳市	0.00208	0.00113	0.00184	0.00287	0.00389

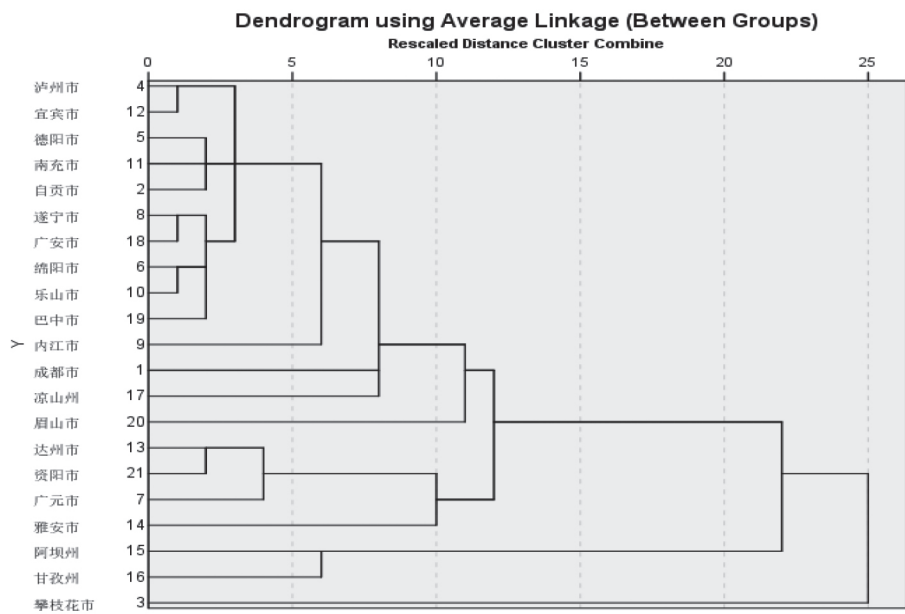


图 3 四川省淡水养殖绿色发展聚类分析谱系图

根据聚类结果，将四川省 21 市（州）淡水养殖绿色发展划分为 4 类，分析得到 4 种不同类型的淡水养殖绿色发展模式。

第一类为“经济、社会、资源、技术型”模式：攀枝花市 1 个地区。该类别淡水养殖绿色发展中经济发展、社会发展、技术和环境保护均处于较高水平，仅有资源利用因素的得分低于 21 市州的平均值，五个子系统的综合得分排名第一，整体呈现出经济、技术、社会、资源等多因子综合协调发展的态势，该类别属于整体协调发展地区，为淡水养殖绿色发展态势的先进地区。该模式的特征主要表现为经济、社会、资源和技术为主导，多因素共同推动发展。

第二类为“多因素限制型”模式：甘孜州，阿坝州 2 个地区。该类别淡水养殖绿色发展中经济发展、社会发展、资源利用、环境保护和技术 5 个子系统都处于低水平，属于多因素限制地区，综合指数值为最后两名，反映出该类别淡水养殖的绿色发展受到多重因素的全面制约，为淡水养殖绿色发展态势的落后地区。该模式的发展特征为绿色发展多因素的共同制约。

第三类为“资源、技术型”模式：雅安市，达州市，资阳市，广元市等 4 个地区。该类别淡水养殖的绿色发展主要依托于相关的资源利用和技术服务，属于经济不协调发展的地区。该模式的特征主要是注重技术服务，资源利用率高，需提升经济发展效率。

第四类为“多因素发展型”模式：眉山市，凉山州，内江市，成都市，德阳市，自贡市，南充市，泸州市，广安市，宜宾市，遂宁市，绵阳市，巴中市，乐山市等 14 个市（州）。该类别淡水养殖绿色发展主要依托于相关的经济、社会、资源、环境、技术等多因素综合发展，该类型淡水养殖的绿色发展处于靠前水平，属于淡水养殖绿色发展水平较高的地区。该模式的特征主要是经济、社会、环境、技术、资源多因素综合发展。

四川省不同地区淡水养殖绿色发展实现路径

根据四川省淡水养殖时空分布特征分析的4种发展模式及特征,依据经济发展、社会发展、资源利用、环境保护和技术因素,提出四川省淡水养殖绿色发展的实现路径。

“经济、社会、资源、技术型”模式的实现路径为:利用经济、技术优势,以科技服务创新进一步提高资源利用效率,推进生态环境改善;合理开发利用资源,推进淡水养殖结构调整优化。

“多因素限制型”模式的实现路径为:优化淡水资源开发利用布局,因地制宜,合理定位养殖结构;填补技术、环境、资源、经济、社会方面的短板,协调发展。

“资源、技术型”模式的实现路径:进一步突显生态环境优先、提升资源有效利用率;优化养殖结构,提升经济发展。

“多因素发展型”模式的实现路径:保持经济和社会平稳发展,加快结构优化;重视生态环境的治理恢复,提升资源利用效率。

讨论

四川省淡水养殖绿色发展时空分布差异性分析

本文在分析时空分布特征的时间节点选择上,参照已有研究, Ren (2019) 分析 2005-2015 年中国不同省份矿业经济绿色发展水平的时空分布特征时,选取 2005、2010、2015 年(前期—中期—末期)时间节点的数据分析。Li (2020) 分析 2010-2017 年中国 31 省(市、自治区)水利绿色发展指数空间分布特征时,选取 2010、2017 年(前期—末期)时间节点的数据分析。本文分析四川省各地区 2010-2019 年淡水养殖绿色发展时空分布特征的时间节点为 2010、2015、2019 年(前期—中期—末期),能展现绿色发展水平的时空分布变化特点。

时空分布分析结果显示四川省各地区绿色发展水平存在差异,大致呈现出由中东向西北梯次分布的局势,中东地区绿色发展水平相对较好,西北地区的甘孜州、阿坝州相对较差。四川省中东地区的淡水养殖绿色发展主要依托于相关的经济、社会、资源、环境、技术等多因素综合发展,其评价指数平均值分别为 0.00395、0.00302、0.003、0.00375、0.0033,均高于 21 市(州)的评价指数平均值;而甘孜州、阿坝州的经济发展、社会发展、资源利用、环境保护和技术等评价指数平均值分别为 0.00252、0.00137、0.00131、0.00097、0,远低于 21 市(州)的评价指数平均值,尤其技术评价指数最低。Ren (2019) 分析中国 31 省市矿业经济绿色发展水平也存在差异,主要受各地区经济发展、技术水平以及产业结构布局、相关矿业行业分布等多重因素影响,整体东部地区水平最高。

淡水养殖绿色发展评价指标体系构建

本文构建了1个目标层、5 个子系统层、13 个要素层、28 个指标层的四川省淡水

养殖绿色发展评价指标体系。在构建评价指标体系方法上借鉴了 Jin et al. (2014)、Dong (2015)、Li (2019) 的研究, 有相同之处, 也有差异。在构建维度上, 后三者从经济、社会、资源、环境四个维度入手, 本文增加了技术维度, Ma et al. (2011) “在追求资源环境绩效的同时, 依靠科技进步, 提高产业的资源效率和绿色竞争力”。在指标选择上, 金广海、董蓓研究淡水渔业的可持续评价, 指标选择包括养殖和捕捞, 指标更倾向于经济、社会维度, 本文关于淡水养殖的绿色发展评价, 在经济、社会、环境、资源、技术的协调发展, 指标选择更全面。在构建原则上, 金广海依据渔业可持续发展能力的内涵, 并考虑到产业指标选择的一般性、特殊性和可得性原则; 董蓓依据渔业可持续发展的内涵, 结合科学性、综合性、层次性、协调性及可操作性的原则; 李豫皖依据科学性原则、可行性原则、综合性原则、简明性原则; 本文紧扣淡水养殖绿色发展的定义, 依据科学性、系统性、可操作性、普适性以及可比性原则。在数据获得上, 董蓓指标数据主要来源于《中国渔业统计年鉴》《中国农业统计年鉴》《中国渔业生态环境公报》以及国家数据统计网、渔业局等相关职能部门; 本文主要来源于《中国渔业统计年鉴》《四川渔业统计年鉴》等资料数据。本文的淡水养殖绿色发展评价指标体系是借鉴前人研究成果, 又结合淡水养殖绿色发展的内涵, 遵循 5 个原则构建而成, 具有可操作性。

总结与建议

本文构建淡水养殖绿色发展 1 个目标层, 经济、社会、资源、环境和技术 5 个子系统层, 经济增长等 13 个要素层, 渔业总产值增长率等 28 个指标层的评价指标体系; 选用层次分析法和均方差法相乘的综合赋权法确定指标权重的评价方法。选取 2010-2019 年四川省 21 个市(州) 的相关数据计算绿色发展指数, 分析了四川省淡水养殖绿色发展水平的时空分布特征。从时间维度看, 四川省淡水养殖绿色发展指数中经济发展、社会发展、资源利用和环境保护子系统发展指数是增加, 技术子系统的指数是下降; 从综合评价指数来看, 其整体还是呈现一个波动上升的趋势, 在一定程度上反映出了四川省淡水养殖绿色发展水平向高水平发展。四川省大部分各地区淡水养殖绿色发展综合指数总体呈现上升趋势, 仅凉山州、南充市、绵阳市、阿坝州为负增长。从空间格局来看, 四川省各地区淡水养殖绿色发展水平不同, 各市州发展水平不均衡, 差异较大。四川省各地区淡水养殖绿色发展水平大致呈现出由中东向西北梯次分布的局势, 中东地区绿色发展水平相对较好, 西北地区的甘孜州、阿坝州相对较差。利用 2016 年四川省淡水养殖绿色发展评价结果, 采用聚类分析法进行时空分布特征分析, 可将四川省淡水养殖绿色发展模式可以分为“经济、社会、资源、技术型”模式、“多因素限制型”模式、“资源、技术型”模式和“多因素发展型”4 类模式。在不同类型绿色发展模式的基础上, 提出各市(州) 淡水养殖绿色发展实现路径。

本文将淡水养殖业与绿色发展相结合, 构建了四川省淡水养殖绿色发展指标体系、评价方法、评价、绿色发展模式分析及实现路径的理论框架, 为淡水养殖绿色发展提供研究思路创新, 对产业与绿色发展结合、绿色发展理论的丰富。本文对四川省淡水养殖绿色发展水平测度、分析发展模式、提出实现路径, 对中国内陆水域各省份尤其为长江、黄河上游相似地区的淡水养殖绿色发展提供借鉴和应用。

本文研究对象为四川省 21 市(州), 未扩大研究区域来分析中国各个省(直辖市、自治区)的差异性, 尤其未将与同时拥有淡水养殖和海水养殖的地区进行比较研究, 对它们绿色发展的共性和特性问题未进行探讨, 这可作后续扩展淡水养殖绿色发展的研究。此外, 本文的绿色发展评价指标体系是否适用于中国长江上游省份, 中国西部省份还是中国全境内还未知, 其推广适应性有待检验; 是否适用于其他行业还有待验证。

References

- Azapagic, A. (2004). Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. *Journal of Cleaner Production*, 12(6), 639-662.
- Cao, J. H. (2018). A case study on green development model and ecological support policy of aquaculture A case study of Jiangxi, Yantai and Anji. *Chinese Rural Economy*, (5), 34-39. [in Chinese]
- Dai, P. (2015). The evaluation system of green development level in Qinghai Province. *Qinghai Social Sciences*, (3), 170-177. [in Chinese]
- Dong, B. (2015). *Study on the construction and comprehensive evaluation of fishery sustainable development index system in Hubei Province* [Master's thesis]. Huazhong Agricultural University. [in Chinese]
- Ehresman, T. G., & Okereke, C. (2015). Environmental justice and conceptions of the green economy. *International Environmental Agreements Politics Law and Economics*, (15), 13-27.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Hernandez-Sancho, F. (2004). Environmental performance: An index number approach. *Resource and Energy Economics*, 26(4), 343-352.
- Garlock, T., Asche, F., Anderson, J., Bjørndal, T., Kumar, G., Lorenzen, K., Ropicki, A., Smith, M. D., & Tveterås, R. (2020). A global blue revolution: Aquaculture growth across regions, species, and countries. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 28(1), 107-116.
- Gunter, P. (1990). For the common good: Redirecting the economy towards community, the environment and a sustainable future. *Process Studies*, 19(1), 56-61.
- Guo, M. (2011). *Construction and evaluation of agricultural green development index system in China*. [Master's thesis]. Beijing Forestry University. [in Chinese]
- Han, M. L., Li, J. L., Tai, P. F., Zhang, L. J., & Liu, M. (2014). Evaluation and regional difference analysis of green development level in Shandong Province. *Journal of Qufu Normal University*, 40(2), 95-100. [in Chinese]

- Hao, H. Z., & Zhou, X. B. (2018). Spatial econometric analysis of China's inter-provincial green development index. *Statistics & Decision*, (12), 114-118. [in Chinese]
- Hu, A. G., & Zhou, S. J. (2014). Green development: Function definition, mechanism analysis and development strategy. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, (1), 14-20. [in Chinese]
- Hu, S. F. (2016). Evaluation of green development and green transformation of manufacturing industry in Zhejiang Province. *Review of Industrial Economics*, (6), 139-142. [in Chinese]
- Huang, Q. (2013). *Study on the construction and evaluation of marine fishery ecological index system* [Master's thesis]. Ocean University of China. [in Chinese]
- Jin, G. H., Yu, X., Yang, P. M., Du, H., & Li, J. W. (2014). Construction of evaluation index system for sustainable development of fishery in Dengta City and evaluation. *Journal of Agronomy*, 4(5), 120-124. [in Chinese]
- Lasner, T., Brinker, A., Nielsen, R., & Rad, F. (2017). Establishing a benchmarking for fish farming—profitability, productivity and energy efficiency of German, Danish and Turkish rainbow trout grow-out systems. *Aquaculture Research*, 48(6), 3134-3148.
- Li, L., & Chu, Z. S. (2015). Evaluation and dynamic comparison of regional industrial green development index in China. *Inquiry into Economic Issues*, (1), 68-75. [in Chinese]
- Li, X. R. (2020). *Research on green development of water conservancy in China* [Doctoral dissertation]. Chinese Academy of Agricultural Sciences. [in Chinese]
- Li, Y. W. (2019). *Green development of mariculture in Zhanjiang* [Master's thesis]. Guangdong Ocean University. [in Chinese]
- Lu, Y. T., Zhen, F., & Jiang, Y. T. (2010). Evaluation of green development of transfer industry in urban fringe: A case study of Qinhuangdao. *Journal of Hebei Normal University (Natural Science Edition)*, 34(5), 609-614. [in Chinese]
- Ma, P. C., Yang, D. G., & Lei, Y. Y. (2011). Macro judgment of green development process-Taking Shanghai as an example. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 21(12), 454-458. [in Chinese]
- Ministry of Ecology and Environment. (2020). *Bulletin of the second national survey of pollution*. Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. http://www.gov.cn/xinwen/2020-06/10/content_5518391.htm [in Chinese]
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2009). *Green growth: Overcoming the crisis and beyond*. World Sci-Tech R&D.
- Perez, J. (2003). Aquaculture and the environment: The risks and rewards. *Journal of Agricultural & Food Information*, (5), 43-50.
- Ramanathan, R. (2005). An analysis of energy consumption and carbon dioxide emissions in countries of the Middle East and North Africa. *Energy*, 30(15), 2831-2842.

- Ren, S. D. (2019). *Research on the green development of China mining economy* [Doctoral dissertation]. China University of Geosciences. [in Chinese]
- Research Base of Scientific Outlook on Development and Sustainable Economic Development of Beijing Normal University. (2012). *2012 China green index annual report - regional Comparison*. Beijing Normal University Publishing Group Beijing Norm. [in Chinese]
- Tang, Q. S., Ding, X. M., Liu, S. L., Wang, Q. Y., Nie, P., He, J. G., Mai, K. S., Xu, H., Lin, H., Jin, X. S., Zhang, G. F., & Yang, N. S. (2014). Strategy and task of green and sustainable development of aquaculture in China. *China Fishery Economics*, 32(1), 6-14. [in Chinese]
- Tisdell, C. A. (2014). Ecosystems function and genetic diversity: TEEB raises challenges for the economics discipline. *Economic Analysis and Policy*, 44(1), 14-20.
- United Nations Development Program. (2002). *China human development report 2002: The road to green development*. China Financial and Economic Press. [in Chinese]
- United Nations Environment Programme. (2012). *Measuring progress towards an inclusive green economy*. UNEP. [in Chinese]
- Wang, W. Z. (2011). *Research on the evaluation index system of environmental protection under the paradigm of low-carbon economy* [Doctoral dissertation]. Central South University. [in Chinese]
- Zhang, P. P. (2016). *Comprehensive evaluation and path study of green development in Wuhan* [Master's thesis]. Hubei University of Technology. [in Chinese]
- Zhong, S., Li, A., & Wu, J. (2022). The total factor productivity index of freshwater aquaculture in China: Based on regional heterogeneity. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(11), 15664-15680. [in Chinese]
- Zhou, J. F., & Wen, Y. M. (2004). Impact of aquaculture in the base pond of the Pearl River Delta on the water environment. *Journal of Sun Yat Sen University (Natural Science Edition)*, 43(5), 103-106. [in Chinese]
- Zhou, J. N. (2019). *Measurement and improvement path of green development level in Beijing-Tianjin-Hebei Urban agglomeration* [Doctoral dissertation]. China University of Mining and Technology. [in Chinese]



Name and Surname: Dayong Xu

Highest Education: Doctoral Degree

Affiliation: Chinese Graduate School, Panyapiwat Institute of Management

Field of Expertise: Business Administration



Name and Surname: Kai Chen

Highest Education: Doctoral Degree

Affiliation: Chinese Graduate School, Panyapiwat Institute of Management

Field of Expertise: Business Administration