

DOI: 10.20103/j.stxb.202206041572

赵旭, 向恒星, 赵菲菲. 长江流域生态退捕渔民生计脆弱性评价及生计风险预测. 生态学报, 2024, 44(5): 1854-1867.

Zhao X, Xiang H X, Zhao F F. Livelihood vulnerability assessment and risk prediction for fishermen of ecological fish withdrawal in the Yangtze River Basin. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(5): 1854-1867.

长江流域生态退捕渔民生计脆弱性评价及生计风险预测

赵旭^{1, 2}, 向恒星^{2, *}, 赵菲菲²

1 三峡大学水库移民研究中心, 宜昌 443002

2 三峡大学经济与管理学院, 宜昌 443002

摘要: 渔民作为长江十年禁渔的参与主体, 其后续生计发展将直接决定此生态保护政策的实施成效。在重构非自愿生态移民生计脆弱性评价体系的基础上, 结合长江流域重点禁渔水域典型退捕渔民的抽样数据, 测度渔民生计脆弱性指数(LVI)并找出影响后续生计恢复的主要障碍因子, 最后跨领域的引入支持向量回归(SVR)预测模型动态分析了不同区域渔户生计脆弱性的演变趋势。结果表明: (1) 渔民弃船上岸后呈现出生计脆弱性的比例较高, 但不同类型区域间存在明显差异, 其中内湖保护区最高, 干流非保护区次之而干流保护区最低; (2) 敏感性维度在诱发渔民生计脆弱性上起着主导作用, 即个体禀赋比安置区条件更为重要, 特别是成员年龄大但无基本社保兜底, 受教育程度低且“双转”难的渔民家庭更易陷入生计困境; (3) 自然和金融资本是推动渔民生计恢复的主要生计资本, 而阻碍渔民生计脆弱性降低的共性因子主要有上岸后的收支失衡, 社会支持不足及过分依赖原有生计方式等, 同时各区域在脆弱性各维度上还有特殊的障碍因子; (4) 推动安置区经济社会发展和家庭转产增收后, 并不一定能确保缓解未来五年中的渔户生计脆弱性程度, 上岸后完成社会融入并有效降低生产生活成本也至关重要, 而干流保护区则还需加强人力资本建设, 否则后续将面临极高的返贫风险; (5) 长江临近区域同类渔民生计脆弱性现状、面临的生计风险、后续生计恢复的进程具有一定的相似性和规律性, 生计监测和帮扶政策可进行协同统筹。

关键词: 退捕渔民; 长江禁渔; 生计脆弱性; 生计风险; 支持向量回归

Livelihood vulnerability assessment and risk prediction for fishermen of ecological fish withdrawal in the Yangtze River Basin

ZHAO Xu^{1, 2}, XIANG Hengxing^{2, *}, ZHAO Feifei²

1 Research Center of Reservoir Resettlement, China Three Gorges University, Yichang 443002, China

2 School of Economics and Management, China Three Gorges University, Yichang 443002, China

Abstract: As the main participants of the ten years fishing ban policy in the Yangtze River, the subsequent livelihood development of fishermen will directly determine the implementation effect of the ecological protection policy. Based on the reconstruction of the livelihood vulnerability assessment system of involuntary ecological migrants and combined with the survey data of fishermen who have quit fishing to the key no-fishing waters of the Yangtze River Basin, the Livelihood vulnerability index (LVI) level of fishermen was measured, and the main obstacle factors affecting the subsequent livelihood recovery were identified. Finally, the cross-domain support vector regression (SVR) model prediction model was introduced to analyze the dynamic evolution trend of livelihood vulnerability of fishermen households in different regions. The results showed that: (1) the proportion of livelihood vulnerability of fishermen after abandoning their boats was high.

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(72271142); 教育部人文社会科学研究青年基金项目(19YJCZH264); 湖北省高校优秀中青年科技创新团队项目(T2022006)

收稿日期: 2022-06-04; **网络出版日期:** 2023-12-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: star_xiang@163.com

Still, there were significant differences among different regions, among which the inner lake protected area was the highest, followed by the main stream non-reserve zone. The main stream-reserve zone was the lowest. (2) The sensitivity dimension played a leading role in inducing fishermen's livelihood vulnerability, suggesting that the individual endowment was more important than the conditions of resettlement areas. In particular, fishermen families with older members but no basic social security, low education level and difficult "double transfer" were more likely to fall into livelihood difficulties. (3) The natural and financial capital were the main livelihood capital to promote the recovery of fishermen's livelihood. The common factors that hindered the reduction of fishermen's livelihood vulnerability included the imbalance of income and expenditure after landing, insufficient social support and excessive dependence on the original livelihood, etc. At the same time, there were special obstacle factors in each dimension of vulnerability in each region. (4) The promotion of economic and social development and household income transformation in resettlement areas does not necessarily ensure the alleviation of livelihood vulnerability of fishermen households in the next five years. It is also crucial to complete social integration and effectively reduce production and living costs after migration. In addition, the main stream reserve zone need to strengthen the construction of human capital, otherwise they will face a very high risk of returning to poverty. (5) The livelihood vulnerability status, livelihood risks and subsequent livelihood recovery process of similar fishermen in the area near the Yangtze River had certain similarities and regularity, and livelihood monitoring and support policies could be overall planned and coordinated.

Key Words: fishermen quit fishing; Yangtze River fishing ban; livelihood vulnerability; livelihood risk; support vector regression

为加强长江水生生物多样性的保护与管理,自 2021 年 1 月起对沿线的“一江、两湖、七河”实施全面禁渔,沿江 10 省(市)23 万渔民也被迫“退捕上岸”。作为一类特殊的生态移民,退捕渔民普遍具有以下特征^[1]:一是渔业资源枯竭导致收入大幅减少;二是从业技能较为单一且受教育程度低;三是水上居住环境差而患有慢性病。所以当渔民在遭遇强制性“生境变迁”后,极易因原有生计资本损失、生计能力断裂而陷入生计困局^[2]。虽然中央政府已出台了《长江流域重点水域禁捕和建立补偿制度实施方案》,通过捕捞权、渔船渔具、过渡期生活、转产安置等方面对渔民进行帮扶,但该群体的生计重构仍面临“四道坎”:一是主体识别失真,部分无船的事实渔民被遗漏^[3];二是机会成本未估,水域使用权的价值难以测算^[4];三是区域政策差异,发展不均衡性影响属地的赔付金额^[5];四是转产转型滞后,人力资本不足使得渔民再就业率堪忧^[6]。因此如何有效测量“禁渔退捕”后渔民的生计脆弱性程度,并精准研判其后续面临的生计风险,就成为“稳定退捕意愿、防止渔民返贫”,进而助力长江生态修复的关键所在。

生计脆弱性概念起源于地质灾害学,20 世纪末英国国际发展部(DFID)将其放入可持续生计框架^[7],现下已成为测度主体生计结构不稳定性和易损状态的核心工具^[8-11]。当前渔民的生计脆弱性测度主要集中于三个方面:一是挖掘形成机制,通过找出威胁生计发展的风险因素,探寻缓解危机的生计重构路径。如从减船转产过程出发,探寻了异质性生计方式下,不同转产阶段沿海渔民生计脆弱性的致因机理与引致因素^[12]。二是聚焦水平评估,通过构建度量体系并测算脆弱性指数,为补偿安置政策提供参照点^[13]。当前主要有联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的“暴露-敏感性-适应能力”框架^[14];强调外界冲击中的致灾因子和灾难后果的压力灾害(R-H)模型,以及将社会稳定性要素专门分离出来的压力释放(PAR)模型^[15];结合空间地域并关注“自然-人文”耦合效应的灾害地理(HOP)模型等^[16]。三是关注社区影响,作为渔民生存发展的载体,安置社区在迁入大量外来人口后,也极可能因干扰和冲击而陷入整体脆弱性之中,并间接影响到内部渔民家庭的生计转型^[17]。如围绕泰国安达曼海岸 7 个沿海社区的研究发现,有 36 个社会经济和生物物理压力源会作用于社区,且社区脆弱性与家庭感知到的压力水平存在一定关联^[18]。现有研究虽然取得一定进展,但仍存在一些局限,如与渔民生计相关的研究多停留在前期生态补偿^[19-20],以及后期转产就业政策的绩效评

价^[21],而对生计资本损失、生计策略变化等“脆弱性”的量化测度却并不多见。且以往多选择某一特定时间点的数据计算出静态“脆弱性指数”(LVI)^[22],这就无法有效反映渔民生计随时空转换而发生动态变化的过程,导致所得的结论千篇一律或存在偏误。渔民除实物资本受损之外,还存在发展机会受限、社会网络断裂等无形损失^[23],同时安置地的资源禀赋也会带来直接影响,故必须将个体生计资本与区域经济条件等宏微观指标相结合,构建“多层次-多维度”指标对渔民生计脆弱性进行测度。

综上所述,本文专门面向“因流域生态保护而遭遇政策性搬迁的渔民”,通过对长江中游渔业资源集中区、渔民聚集区的实地调查,并结合可持续生计分析理论(SLA),首先构建出针对非自愿生态移民的脆弱性测度指标体系;接着基于典型渔民的抽样数据,运用综合指数法计算出渔民的生计脆弱程度,再运用障碍度模型找出处于不同区域渔民生计脆弱性的驱动要素和致因机制;然后跨领域的引入机器学习的方法,通过提取的特征变量及支持向量回归模型来预测渔民整体脆弱性水平及后续生计恢复趋势;最后据此为完善“退捕渔民”的全周期生计保障体系,优化政策性移民的后期扶持政策提供决策支持。

1 数据来源、指标构建与研究方法

1.1 区域选择及数据来源

1.1.1 区域选择

在长江流域沿线的 19 个省市中,湖北省的淡水鱼产量常年稳定在 450 万 t 以上,连续 26 年居全国第一位。在长江湖北段,划定的禁捕范围包括 1061km 的长江干流,858km 的汉江干流,以及 83 个水生生物保护区,涉及禁捕水域面积近百万公顷。湖北省涉及建档立卡退捕渔民 3.2 万余人,其中荆州市和宜昌市分别有 7749 人和 3140 人,是省内需安置渔民数最多的两个地区。根据国家《关于加强长江水生生物保护工作的意见》等文件,本文将长江流域的禁渔区划分为干(支)流保护区、干(支)流的非保护区、内湖保护区三类。

为涵盖所有不同类型的禁渔区,调研抽样区域如图 1 所示。分别选择位于干(支)流保护区的宜昌宜都市,辖区内既有长江干流的“中华倒刺鲃”国家级保护区,又有长江支流清江的“白甲鱼”国家级保护区;属于干(支)流非保护区的宜昌秭归县、荆州江陵县和公安县;处在内湖保护区的荆州洪湖市,境内有以洪湖为主体的湿地生态系统国家级自然保护区。在上述区域内随机对渔民安置点所在的乡镇和村组进行抽样,共涉及 12 个乡镇 265 户渔民家庭,具体抽样区域如表 1 所示。

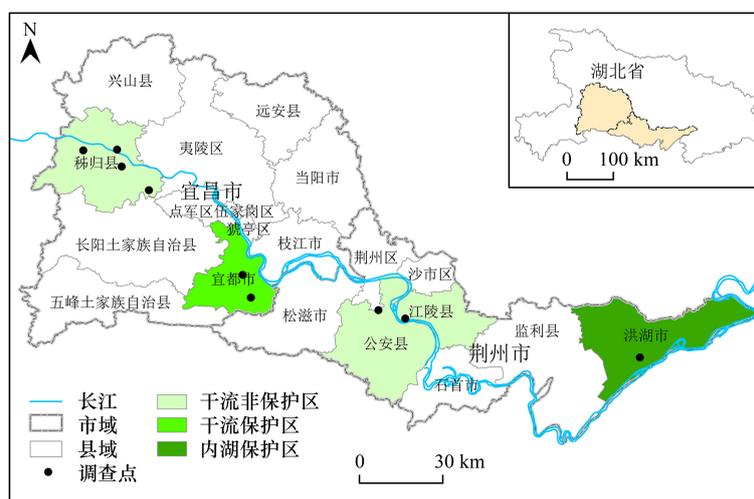


图 1 研究区

Fig.1 The study area

表 1 渔民样本户的抽样来源

Table 1 Sampling sources of sample households of fishermen

禁渔区类型 Types of prohibited fishing areas	抽样区县 Sampling areas	涉及乡镇 Involved in the towns	渔民样本户/户 Fishermen sample	涉及人口/人 Population involved
干流非保护区 Main stream non-reserve zone	宜昌秭归县	归州镇、郭家坝镇、茅坪镇、水田坝乡、沙镇溪镇	55	268
	荆州江陵县	马家寨镇	23	111
	荆州公安县	埠河镇	21	179
干流保护区 Main stream reserve zone	宜昌宜都市	枝城镇、姚家店镇	100	471
内湖保护区 Inner lake reserve zone	荆州洪湖市	滨湖镇、新堤镇、螺山镇	66	269
合计 Total			265	1298

1.1.2 数据来源

研究数据分为两个部分:一是渔民安置区的社会、经济发展等宏观数据,来源于宜昌市和荆州市 2020 年统计年鉴;二是渔民家庭的微观生计数据,采用入户调查和深度访谈相结合的方式,先由当地渔业管理部门或村委会提供渔民名单,并根据收入水平和转产模式分布情况,采取分层抽样方式最终筛选出样本户。课题组在 2021 年 6 月进行预调查后,于 2021 年 7 月和 9 月分别在宜昌市和荆州市共发放问卷 265 份,剔除抗议性无应答或信息无效问卷 26 份,最终得到 239 份有效问卷,有效率达 90.19%,样本户的特征如表 2 所示。

表 2 渔民样本户的基本特征

Table 2 Basic characteristics of sample households of fishermen

禁渔区类型 Types of prohibited fishing areas	户主特征 Family characteristics			家庭禀赋 Household characteristics			
	年龄/岁	受教育年限/a	捕捞年限/a	劳动力人数/人	生计多样性程度/种	耕地与养殖面积/(km ² /户)	人均年收入/万元
干流非保护区 Main stream non-reserve zone	51.23	7.44	20.75	2.26	2.5	3.93×10 ⁻⁴	1.94
干流保护区 Main stream reserve zone	57.59	7.36	30.85	2.35	1.65	6.67×10 ⁻⁶	1.96
内湖保护区 Inner lake reserve zone	51.21	4.06	33.50	2.19	1.71	8.33×10 ⁻⁴	1.70
合计 Total	53.89	6.47	28.50	2.28	1.93	3.53×10 ⁻⁴	1.88

受访渔户大都“一户一证”(捕捞证),登记有两个渔民,因此均为符合建档立卡条件的退捕渔民。入户访谈内容包括渔户基本生计状况、转产转业现状与困难、上岸后的适应情形等三个方面。从表 2 中可知,渔民家庭户主平均年龄超过 53 岁,平均从事渔业达 28.5 年,呈明显的老龄化趋势,加上受教育程度低、户均劳动力数量不足、生计能力单一,使得该群体的生计恢复进程受阻。特别是内湖保护区渔民世代以捕鱼为生,对渔业资源有极强的依赖性,禁渔政策导致其收入水平普遍低于当地农户人均收入。而干(支)非保护区多处于交通便利的沿江地区,务工渠道丰富带来了多样化生计发展路径,可帮助渔民顺利实现转产转业,故此区域渔民上岸后人均 1.94 万元的年收入还略高于当地同期的平均水平。另外干(支)保护区数年前就开始实施阶段性禁渔政策,渔民上岸务工较早所以绝对收入较高,但保护区内缺乏耕地(户均不足 0.0004km²),加上家庭教育及健康条件薄弱,所以在安置区的相对收入处于中下水平。

1.2 指标体系构建

1.2.1 总体研究框架

当前的生计脆弱性的测度主要采用 IPCC 体系,然而“退捕渔民”属于政策性强制搬迁人群,故此在暴露

度指数(EI)、敏感性指数(SI)、适应能力指数(ACI)的三维框架下,引入渔民家庭禀赋与渔业从业状况、五大生计资本、安置区的“社会-经济”环境构建渔民生计脆弱性测度指标体系^[24]。并据此静态 LVI 计算数据,采用数据挖掘的方法,通过机器学习算法,精准研判出渔民后续的生计发展趋势,实现对生计“脆弱-恢复”动态过程的预测与控制,总体研究框架如图 2 所示。

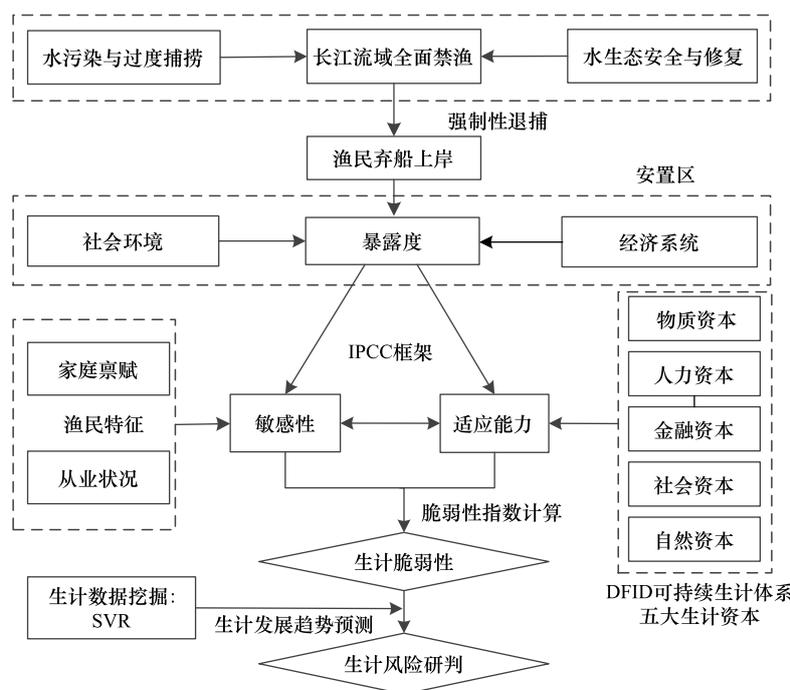


图 2 总体研究框架

Fig.2 Overall research framework

IPCC:联合国政府间气候变化专门委员会 Intergovernmental Panel on Climate Change; DFID:英国国际发展部 UK Department for International Development; SVR:支持向量回归 Support Vector Regression

1.2.2 生计脆弱性指标构建

在 IPCC 的“暴露度+敏感性+适应能力”三维体系基础上,融合渔民自身非自愿生态移民的生计特征,从禁渔后的生计资本水平、生计结构调整、安置区的经济社会条件等入手,重构渔民生计脆弱性评价指标,具体指标内涵与定义如表 3 所示。

(1)暴露度。用以反映“退捕渔民”可能遭受外界冲击的程度,即安置区社会经济系统将直接影响渔民上岸后的生计可持续性,故采用“社会环境”和“经济系统”两个维度来衡量迁入地的条件禀赋^[25]。前者主要从城镇化进程、农业发展程度、教育水平来衡量;后者则由安置区居民经济能力、能吸纳就业的大中型工业企业规模、当地渔业产业状况等来表征。

(2)敏感性。用以体现渔民遭受风险冲击后的受损程度,主要取决于渔户自身的生计特征,包含家庭资源禀赋和渔业从业状况两个方面^[26]。前者包括家庭负担、健康状况、社会保障、收支情况等指标;后者在考察渔民弃船上岸前的捕捞技能、渔获水平、渔业资产等的基础上,增加了非自愿移民特有的前期补偿指标。总体而言,渔民对渔业产业和捕捞技能的依赖性越强,后期生计变迁中的敏感性就越大。

(3)适应能力。用以表征渔民在强制性政策扰动下,自身的抵御与适应负面影响的能力,可由 DFID 的定义的五大生计资本来体现,包括自然、物质、人力、金融、社会五个资本维度^[27]。其中自然资本以渔民拥有的耕地、养殖水塘面积来表征;物质资本可用渔民上岸后的居住条件和所拥有的耐用品数量予以反映;人力资本以家庭的劳动力状况和教育水平来衡量;金融资本则包括渔户储蓄情况、信贷渠道、以及能获取收入的生计来

源等方面;社会资本存量的关键在于渔民社会网络重构状态,如近亲属中公职人员的数量有效拓展了渔民社会关系,有效提升了获取政策支持的便利度,人情支出和邻里信任也直接反映了渔民社交网络的广度和深度。

表 3 渔民生计脆弱性评价指标及权重

Table 3 Livelihood vulnerability evaluation index and weight of fishermen

维度 Dimension	准则层 Criterion	指标层 Index	指标定义与赋值 Index definition and assignment	正负性 Sign	权重 Weight	
暴露度 Exposure degree	安置区社会环境	E ₁ : 城镇化率	城镇人口/总人口/%	-	0.1452	
		E ₂ : 农业产业占比	农业产业产值/地区生产总值/%	+	0.1462	
		E ₃ : 教育条件	在校学生人数/常住总人口	-	0.0882	
	安置区经济系统	E ₄ : 人均国内生产总值(GDP)	地区生产总值/常住总人口/元	-	0.1349	
		E ₅ : 规上工业总产值	规模以上工业总产值/万元	-	0.1361	
		E ₆ : 渔业总产值	捕捞、养殖、增值渔业收入总产值/万元	+	0.2415	
		E ₇ : 淡水捕捞量	安置区淡水捕捞量/t	+	0.1079	
敏感性 Sensibility	家庭禀赋	S ₁ : 家庭抚养比	家庭需抚养、赡养的人口/劳动力人数	+	0.1628	
		S ₂ : 成员健康状况	家庭成员中有重、慢性疾病的人数/人	+	0.1183	
		S ₃ : 社会保障程度	家庭成员有养老和医疗保险的人数/人	-	0.0097	
		S ₄ : 生活支出比重	家庭一般生活性开支/家庭总收入/%	+	0.4906	
	渔业从业状况	S ₅ : 捕捞从业年限	家庭渔业从业最长年限/a	+	0.0519	
		S ₆ : 年均捕捞收入	退捕前三年的年均捕捞收入/万元	+	0.0502	
		S ₇ : 捕捞设备价值	家庭拥有渔船、渔具等资产价值/万元	+	0.0975	
		S ₈ : 退捕补偿金额	弃船上岸所得到的补偿金总额/万元	-	0.0189	
适应能力 Adaptive capacity	自然资本	A ₁ : 人均耕地面积	家庭拥有的耕地面积/总人数/km ²	+	0.1631	
		A ₂ : 人均养殖面积	家庭拥有养殖面积/总人数/km ²	+	0.2798	
	物质资本	A ₃ : 住房面积	100m ² 以下=1, 100—200m ² =2, 200—300m ² =3, 300m ² 以上=4	+	0.0197	
		A ₄ : 家庭耐用品数	1种=1, 2种=2, 3种=3, 4种及以上=4	+	0.0254	
		A ₅ : 家庭劳动力占比	家庭劳动力人数/总人数	+	0.0122	
		A ₆ : 户主受教育程度	户主受教育年限/a	+	0.0214	
		A ₇ : 人均年收入	上一年家庭年度总收入/总人数/万元	+	0.0193	
		A ₈ : 信贷机会	借款渠道(无=0, 1个=1, 2个=2, 3个=3, 4个及以上=4)	+	0.0209	
		A ₉ : 人均储蓄存款	家庭储蓄额/总人数/万元	+	0.1405	
		A ₁₀ : 生计多样性	生计种类(无=0, 1个=1, 2个=2, 3个=3, 4个及以上=4)	+	0.0685	
		社会资本	A ₁₁ : 社会网络支持	渔民家庭成员及亲属中的公职人员数/人	+	0.1884
			A ₁₂ : 家庭人情支出	过去一年家庭人情开支(0.5万元以下=1, 0.5—1万元=2, 1—1.5万元=3, 1.5—2万元=4, 2万元以上=5)	+	0.0376
			A ₁₃ : 邻里信任度	很不信任=0, 较不信任=1, 信任=2, 较信任=3, 很信任=4	+	0.0031

+为正向指标,-为负向指标

1.3 研究方法

1.3.1 生计脆弱性指数计算

(1)数据标准化。由于表3中的指标有正负向之分,正向指标与渔民生计脆弱性间成正比,而逆向指标则正好相反。为消除不同数据差异化量纲的影响,采用极差标准化方法进行预处理,如式(1)所示:

$$Z_{ij}^+ = \frac{x_{ij} - x_{i,\min}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}} \quad Z_{ij}^- = \frac{x_{i,\max} - x_{ij}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}} \quad (1)$$

式中, Z_{ij}^+ 与 Z_{ij}^- 分别代表正负指标的标准化值, x_{ij} 为原始值; $x_{i,\max}$ 和 $x_{i,\min}$ 为最大值与最小值。

(2) 指标权重。通过主客观相结合的熵权法来确定指标权重,首先计算各样本户指标值的比重 P ,其中第 j 个测度指标中第 i 个渔民样本的比重 $P_{ij} = Z_{ij} / \sum Z_{ij}$,则第 j 个指标的熵值 e_j 和权重 w_j 如式(2)所示:

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \times \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (2)$$

(3) 生计脆弱性指数。采用综合指数法测算渔民生计脆弱性指数 LVI,设 F_{ij} 为暴露度(EI)、敏感性(SI)和适应能力(ACI)的加权测算值, w_{ij} 为 i 维度的第 j 个指标权重,则渔民 LVI 值测算如下:

$$F_{ij} = \sum_{i=1}^n Z_{ij} \times w_{ij} \quad \text{LVI} = EI + SI - ACI \quad (3)$$

1.3.2 生计发展障碍因素

渔民的生计脆弱性受多重因素耦合影响,此处选择障碍度模型,探寻出制约渔民生计恢复的关键障碍因子,并找出这些指标具体的影响程度。根据前述的因子贡献度(W_{ij})和标准化数据(Z_{ij}),可计算出各指标的偏离度(J_{ij})和障碍度(O_j),如式(4)所示。

$$J_{ij} = 1 - Z_{ij} \quad O_j = \frac{w_{ij} \times J_{ij}}{\sum_{j=1}^m (w_{ij} \times J_{ij})} \times 100\% \quad (4)$$

1.3.3 后续生计风险预测

上述脆弱性指数 LVI 的计算值,是基于渔民上岸后某一特定时间点的测度结果。但一方面渔民的生计状态会随着时空变化而产生动态演变,故其生计“脆弱-恢复”的进程也存在波动情形;另一方面长江流域横跨 19 个省市且流域面积达 12 万平方公里,重点水域建档立卡“回头看”工作难以覆盖全部 23.1 万渔民。所以亟待原有静态综合指数测算方法的基础上,将人工智能领域的机器学习(ML)算法跨领域的应用到生计问题研究中,对渔民后续生计发展阶段以及不同安置区域生计情形进行预测。为使得样本数据挖掘过程更为精准高效,首先运用后向特征选择(Backward-SFS)方法对各区域渔民样本的特征进行提取^[28],筛选出最重要的变量,再采用支持向量回归(SVR)来实现基于小数据量的预测^[29]。Backward-SFS 方法是从包含所有特征的集合开始,选择集合中最差的特征进行删除,不断更新直至特征函数达到最优。而 SVR 模型使用核函数减少了非线性模型中的估计偏误,具有泛化性能优异、全局收敛、对样本规模不敏感等优点,能让入户调研获取的小样本适用于高维模型,在一手数据预测中具有最优性能^[30]。与传统回归模型不同,SVR 引入“损失带”的概念,设置一个可接受的损失阈值 ε ,只要真实误差低于此就不计入误差。具体步骤为:

构建一个渔户样本集合 D ,其中包含生计脆弱性组成要素 x 和对应的 LVI 值,有 $D = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$,通过 SVR 模型可得出拟合样本集的最优模型 $f(x)$ 如式(5)所示。

$$f(x) = \beta^T \varphi(x) + b \quad (5)$$

式中, $\varphi(x)$ 是脆弱性构成要素集合 x 的非线性变换, β^T 是参数向量, b 为截距。再采用不敏感损失(ε -insensitive loss)函数 ℓ_ε ,表达式如式(6)所示。

$$\ell_\varepsilon(y, f(x)) = \begin{cases} 0, & |y - f(x)| \leq \varepsilon \\ |y - f(x)| - \varepsilon, & |y - f(x)| > \varepsilon \end{cases} \quad (6)$$

由于渔民 LVI 预测值 $f(x)$ 与真实值 y 间的误差越小,预测的精度越高,同时期望所有的 $f(x)$ 都在 ε 的间隔带内,即最小化参数向量 β 形成的间隔值,所以 SVR 的优化目标如式(7)所示。

$$\min_{\beta, b} \frac{1}{2} \|\beta\|^2 \quad \text{s.t. } |y_i - (\beta^T x_i + b)| \leq \varepsilon + \xi_i \quad (7)$$

同时为渔民样本户 i 引入松弛因子 $\xi_i > 0$,即允许部分样本落到间隔带外,使得模型更具鲁棒性。由于此处使用的绝对值,故等式两边都需要松弛变量,可定义为: ξ_i^V 和 ξ_i^A ,于是优化目标变为式(8)所示。

$$\min_{\beta, b, \xi^V, \xi^A} \frac{1}{2} \|\beta\|^2 + C \sum_{i=1}^m (\xi_i^V + \xi_i^A) \quad s.t. \quad -\varepsilon - \xi_i^V \leq y_i - (\beta^T x_i + b) \leq \varepsilon + \xi_i^A \quad (8)$$

$$\xi_i^V \geq 0, \xi_i^A \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

式中, C 为惩罚系数, 回归超平面 $f(x)$ 的平整性对保证所有样本点在间隔带内至关重要。而相应的预测结果精度可使用平均绝对误差 (MAE)、均方根误差 (RMSE)、拟合优度 R^2 等评价指标进行研判。

2 结果与分析

2.1 生计脆弱性水平

2.1.1 总体特征

根据抽样渔户生计数据, 运用前述方法可测算出 LVI 的取值区间为 [0.033, 1.307], 整体均值为 0.489, 并进一步通过自然断点法划分出低值区 [0.033, 0.361]、中值区 [0.362, 0.703]、高值区 [0.704, 1.307], 如图 3 所示。结果显示, 渔民上岸后的整体 LVI 值高出均值比例达 52.3%, 表明生计恢复重构过程中存在一定风险。从渔民生计脆弱性的各维度来看, EI 值显著高于其他维度, 即禁渔区域及安置区的“社会-经济”发展水平, 是决定渔民后续生计发展的主要因素。其次 SI 值与 ACI 值均偏低, 且前者略高于后者, 说明渔民家庭存在原生资源禀赋匮乏的问题, 使得遭遇强制性政策冲击后的生计敏感度高、生计适应性堪忧。

2.1.2 家庭特征

在与个体生计水平相关的家庭禀赋上, 农户一般选择成员年龄、受教育水平、家庭规模和家庭年收入四个指标^[31]。由于渔民属于一类特殊的农户, 故可沿袭上述指标来观察不同渔民家庭间的差异, 如图 4 所示。从图 4 中的年龄段分布来看, “低-高” 两极的 LVI 值较高, 体现出 35 岁以下青年渔民面临就业困难, 而 60 岁以上老年渔民缺乏基本养老保障等问题。目前有不少 70 岁以上的家庭成员由于无社保兜底, 仍在通过捕捞活动自给自足。而年轻人因长年漂泊于河湖沟汊, 大多仅具有小初学历而导致难以转产。同时部分 36—45 岁中青年渔民也存在生计困境, 主要源于老幼抚养带来的家庭负担, 而教育能显著带来 LVI 值的下降, 如图 4 所示。对上岸渔民进行再就业帮扶时, 既要做到“应培尽培”, 又要结合渔民文化程度实施分类培训。如针对长期从事渔业的半文盲渔民, 应主要开展水产养殖、家政服务、绿化保洁等弱技能辅导; 而面向中学毕业且具备一定文化基础的中青年渔民, 则可重点进行电工、焊工、叉车等强技术培训。

渔户的家庭规模也能有效缓解生境变迁引发的脆弱性困境, 如图 4 所示。其中 3 人以下家庭生计脆弱性最高, 而 5 人家庭中值窄而均值高, 且上限区明显长于下限区, 证实成员增多也将带来家庭负担。但人数多于 6 人的大家庭 LVI 值却显著趋缓, 说明渔民群体现多处于劳力务工阶段, 且普遍存在非劳动力人口劳动时间延长情形。另外随着渔民上岸后适应性增强, LVI 均值与中值区域都有显著缩小, 如图 4 所示。而对现状不满的渔民均集中于高值 LVI 区域, 表明确保可持续生计发展是维护安置区民生稳定的关键所在。另外因生计脆弱性与政策满意度间存在强关系, 因此需重点关心转产转业受阻、收入不稳定的渔民群体, 必要时应在最低生活保障之外划拨专项兜底经费, 以保证长江禁渔和水生态修复政策的顺利推进^[32]。

2.1.3 区域特征

从退捕渔民分布的区域来看, 内湖保护区 (ILRZ)、干流非保护区 (MSNRZ)、干流保护区 (MSRZ) 呈现出 LVI 值依次降低的趋势, 如图 5 所示。其中内湖保护区渔户家庭禀赋异质性强, 同时原有生计模式极为单一,

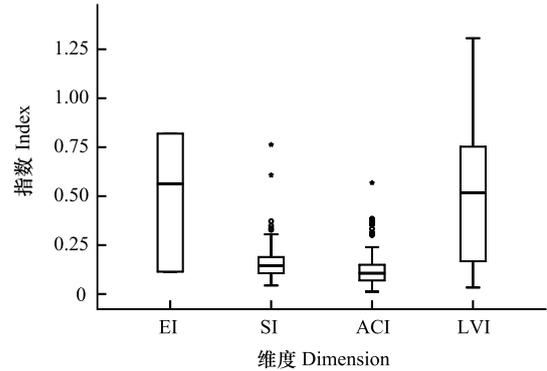


图 3 渔民生计脆弱性各维度指数分布

Fig.3 Distribution of indices of livelihood vulnerability of fishermen in various dimensions

EI: 暴露度指数 Exposure Index; SI: 敏感性指数 Sensitivity Index; ACI: 适应能力指数 Adaptive capacity Index; LVI: 生计脆弱性指数 Livelihood Vulnerability Index

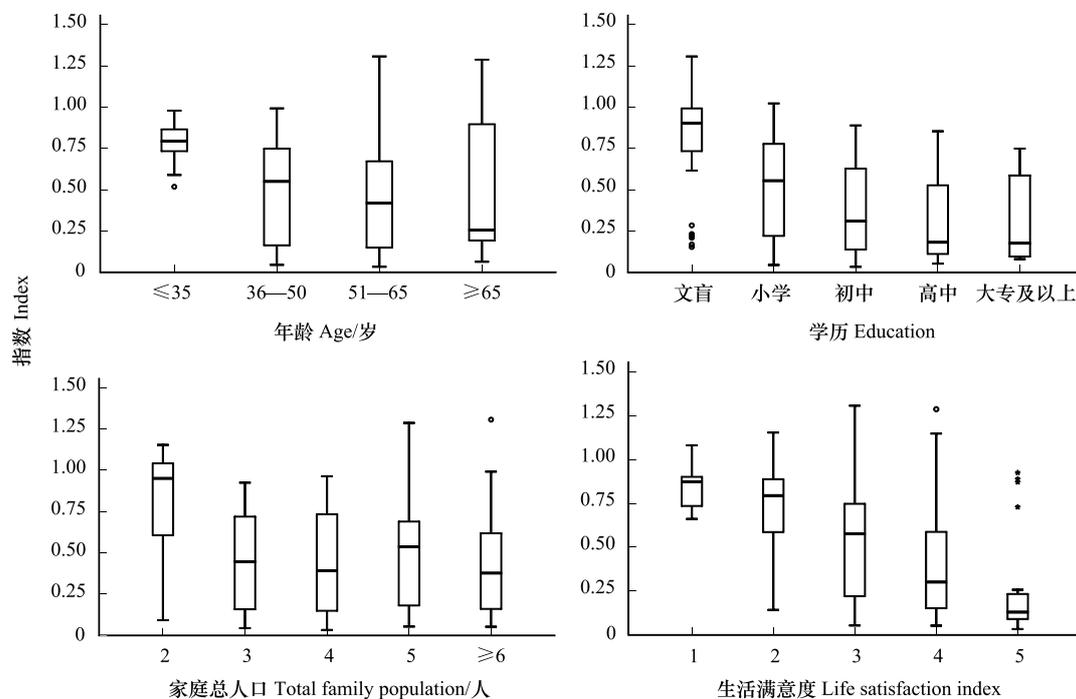


图 4 不同家庭特征下渔户的生计脆弱性水平

Fig.4 Livelihood vulnerability levels of fishermen households under different household characteristics

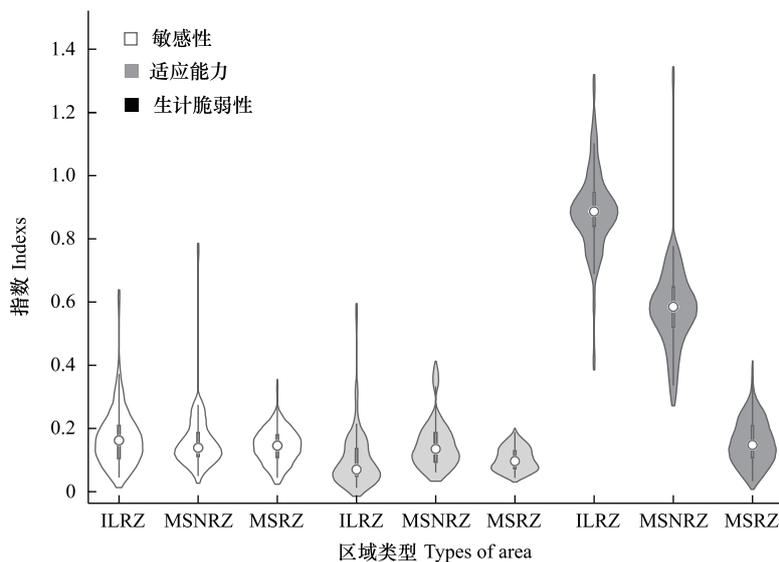


图 5 不同区域渔户的 LVI 及各维度指数水平

Fig.5 LVI and index levels of various dimensions of fishermen households in different regions

ILRZ:内湖保护区 Inner Lake Reserve Zone; MSNRZ:干流非保护区 Main Stream Non-reserve Zone; MSRZ:干流保护区 Main Stream Reserve Zone

对渔业捕捞收入具有极高的依赖度,所以整体 LVI 值及离散度最高;干流非保护区中大都为兼业渔民,拥有一定的土地资源且可以获得种植收入,但由于农业仍是弱质行业,加上区域补偿政策偏弱,使得在生计恢复上仍存一定压力;干流保护区早已施行休渔期政策,很多渔民上岸后开始从事其他生计模式,另外近年来长江流域各项生态保护政策红利叠加,该区域渔民普遍获得了更多的政策补偿与帮扶,所以生计发展相对稳定。如位处干流保护区的宜昌宜都市渔民转产转业较早, LVI 明显低于样本均值,而内湖保护区中的荆州洪湖市渔民

LVI 值则远高于整体水平,生计风险较高且生计恢复进程不容乐观。

2.2 生计发展的障碍因素

根据式(5)中的因子障碍度模型,可进一步研判 LVI 各构成指标对渔民后续生计发展的阻滞效应。针对渔民所在的不同区域,筛选出障碍度 O 值排名前 7 位的指标作为关键障碍因子进行分析,如表 4 所示。总体来看,制约渔民生计发展的脆弱性维度依次是敏感性(SI)、适应性(ACI)和暴露性(EI),说明在后续生计恢复中,个体资源禀赋与适应情形比安置区所在地域条件更为重要^[33]。其中共同障碍因素有生活支出(S_4)、人均养殖面积(A_2)、社会网络支持(A_{11})、渔业总产值(E_6)等。由此可见,渔民上岸后的产业收入、消费支出、社会资本、渔业依赖度是决定该群体后续生产生活状况的核心所在。因此在出台的补偿安置政策中,除了捕捞权、渔船渔具赔付之外,给予足额过渡生活补贴,落实产业安置渠道,加大社区支持力度等,也是推动渔民后续可持续生计发展的关键助力。

表 4 不同区域中渔民生计发展的主要障碍因子

Table 4 Main obstacles to livelihood development of fishermen in different regions

禁渔区域类型 Types of prohibited fishing area	项目 Items	指标排序 Order of indicators						
		1	2	3	4	5	6	7
干流非保护区 Main stream non-reserve zone	障碍因素 障碍度	S_4 22.67	A_2 13.10	E_6 11.06	A_{11} 8.23	A_1 6.29	A_9 6.13	S_1 5.63
干流保护区 Main stream reserve zone	障碍因素 障碍度	S_4 18.38	A_2 10.62	E_6 8.85	A_1 6.19	E_1 5.51	E_5 5.17	A_9 5.07
内湖保护区 Inner lake reserve zone	障碍因素 障碍度	S_4 24.58	A_2 13.48	A_{11} 9.56	A_1 8.56	S_1 7.03	A_9 6.76	E_3 4.64
全调研区 The whole research area	障碍因素 障碍度	S_4 21.40	A_2 12.17	A_{11} 7.96	E_6 7.08	A_1 6.87	A_9 5.86	S_1 5.69

表中数字 1—7 代表对应指标的障碍度 O 值从大到小排序,该指标的 O 值越大,表示其对生计脆弱性的影响程度越大;各变量含义为: E_1 城镇化率; E_3 教育条件; E_5 规上工业总产值; E_6 渔业总产值; S_1 家庭抚养比; S_4 生活支出比重; A_1 人均耕地面积; A_2 人均养殖面积; A_9 人均储蓄存款; A_{11} 社会网络支持

由于不同区域类型渔民处于不同的暴露-敏感性环境中,所以作用于其后续生计恢复的障碍因子还不尽相同。除了影响最为显著的因素之外,人均耕地面积(A_1)和人均储蓄存款(A_9)是各区域的共性因子,表明渔民生计资本中的自然与金融资本损失是导致其生计脆弱的核心所在。而从区域差异引发的特殊障碍因子来看,长江干流非保护区渔民受限于敏感性(SI)维度,家庭成员结构存在失衡现象,家庭抚养比(S_1)带来较大压力,后续的安置政策中需注重基本社会保障的覆盖与支持。在干流保护区中,暴露性(EI)维度中的城镇化率(E_1)和规上工业总产值(E_5)是重要诱因,这源于国家限制开发区无法进行大规模基建并引进大量企业,经济条件相对薄弱进而导致地方承担的补偿经费落实困难。内湖保护区渔民则受到学历水平制约,调研发现洪湖等地的内湖渔民民居船屋,受教育程度不高使得人力资本成为其转产转业的主要障碍。

3 生计风险预测

由于渔民上岸后的生计变迁是一个动态过程,加上长江沿线渔民群体存在一定的相似性,可尝试通过机器学习方法提取 LVI 体系的共性特征值,来预测不同禁渔区渔民面临的类似生计风险。根据式(5)—(8)的 SVR 生计预测模型,结合调查区 LVI 水平及各维度测度指标的关联,采用 PYTHON 软件构建渔民生计脆弱性的训练模型进行预测。应用 Backward-SFS 方法对渔民样本进行特征提取,变量的重要性系数分布结果如图 6 所示。提取出人均国内生产总值(GDP)(E_4)、渔业总产值(E_6)、家庭抚养比(S_1)、成员健康状况(S_2)、生活支出比重(S_4)、人均耕地面积(A_1)、人均养殖面积(A_2)、人均储蓄存款(A_9)、生计多样性(A_{10})、社会网络支持(A_{11})10 个关键特征变量,具体分布为 EI 维度 2 个、 SI 维度 3 个、 ACI 维度 5 个。

以渔民样本的 LVI 值和提取的 10 个特征变量作为原始数据集,随机选择其中的 70%作为训练集,30%作为测试集,并使用网络搜索法寻找 SVR 模型的最优参数组合,再通过核函数进行线性变换。当样本偏少时,

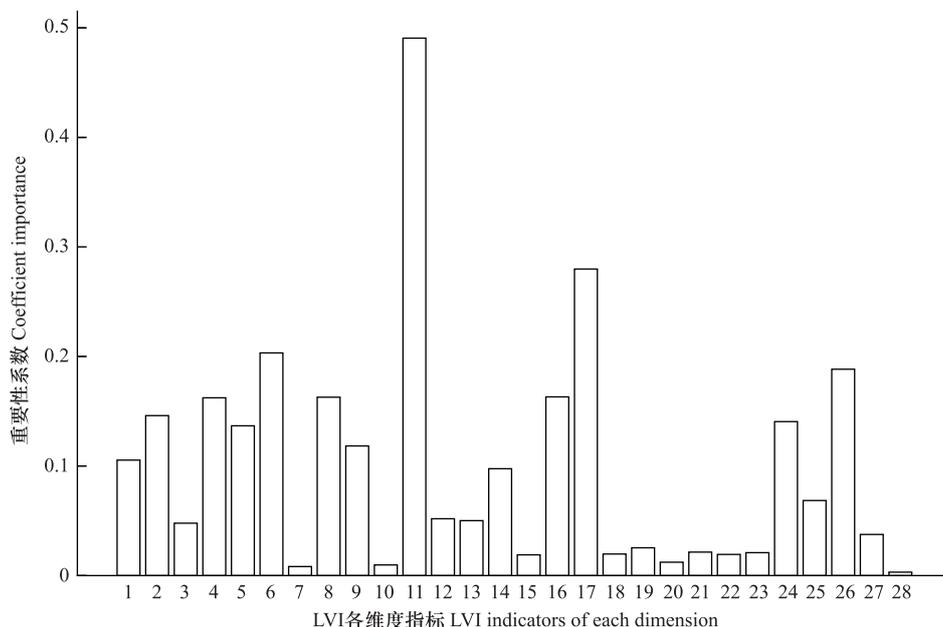


图 6 渔民生计脆弱性各维度变量特征重要性

Fig.6 The importance of characteristic variables of various dimensions of livelihood vulnerability of fishermen

数字 1—7 分别代表: E₁ 城镇化率; E₂ 农业产业占比; E₃ 教育条件; E₄ 人均国内生产总值(GDP); E₅ 规上工业总产值; E₆ 渔业总产值; E₇ 淡水捕捞量; 数字 8—15 分别代表: S₁ 家庭抚养比; S₂ 成员健康状况; S₃ 社会保障程度; S₄ 生活支出比重; S₅ 捕捞从业年限; S₆ 年均捕捞收入; S₇ 捕捞设备价值; S₈ 退捕补偿金额; 数字 16—28 分别代表: A₁ 人均耕地面积; A₂ 人均养殖面积; A₃ 住房面积; A₄ 家庭耐用品数; A₅ 家庭劳动力占比; A₆ 户主受教育程度; A₇ 人均年收入; A₈ 信贷机会; A₉ 人均储蓄存款; A₁₀ 生计多样性; A₁₁ 社会网络支持; A₁₂ 家庭人情支出; A₁₃ 邻里信任度

若样本特征较多时一般选用线性核函数(L-K), 反之则选用高斯径向基核函数(RBF-K), 两种核函数的模型训练结果如图 7 所示。

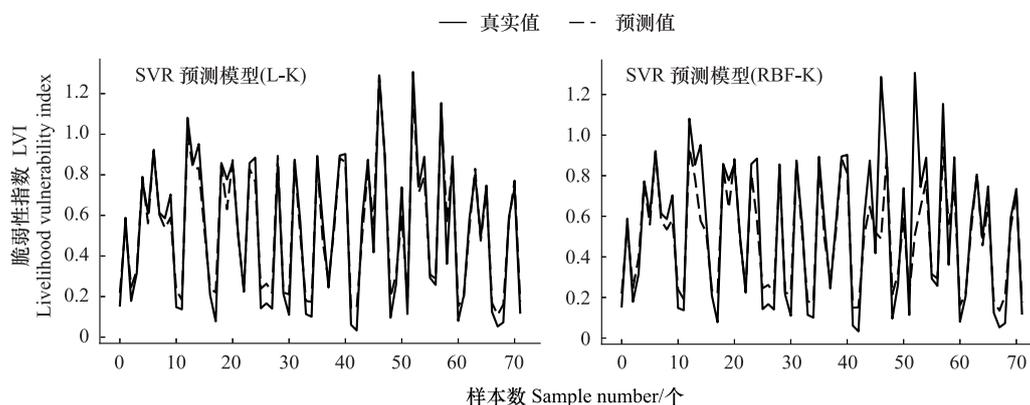


图 7 不同 SVR 预测模型的结果分析

Fig.7 Results analysis of different SVR prediction models

L-K: 线性核函数 Linear Kernel; RBF-K: 高斯径向基核函数 Gaussian Radial Basis Function kernel

在图 7 中, 实线为 LVI 的真实值而虚线则为预测值, 显然线性核函数 SVR 对渔民生计脆弱性的预测效果优于高斯核。同时在两类预测模型的基础上, 加入神经网络算法(ANN)进行预测, 结果如表 5 所示。其中 SVR(L-K) 的拟合优度 R^2 显著高于 SVR(RBF-K), 而在平均绝对误差(MAE)和均方根误差(RMSE)上具有同样的结果。故在渔民样本的生计脆弱性预测中, 选用 SVR(L-K) 方法训练模型具有更高的精度。

表 5 不同预测模型的精度对比

Table 5 Precision comparison of different prediction models

统计量 Statistics	SVR 模型(L-K) SVR Model(L-K)	SVR 模型(RBF-K) SVR Model(RBF-K)	ANN 模型 ANN Model
均方根误差 Root Mean Square Error	0.071	0.167	0.232
平均绝对误差 Mean Absolute Error	0.057	0.099	0.196
拟合优度 Goodness of Fit	0.958	0.766	0.553

SVR:支持向量回归 Support Vector Regression;ANN:人工神经网络 Artificial Neural Network

为验证预测模型的可行性,首先对抽样区渔民未来的生计发展进行动态预测,在提取出的 10 个特征指标中,产业结构、自然资本存量等相关指标相对稳定,而人均 GDP(E_4)、生活支出比重(S_4)、人均储蓄存款(A_9)、生计多样性(A_{10})、社会网络支持(A_{11})5 个指标会随着时空变迁而发生改变。因此将这些指标以 2020 年为基数,根据个人禀赋权重和经济社会发展预期进行了五年期的比例调整。然后通过 SVR(L-K)模型,预测了 2025 年各类型禁渔区的渔民 LVI 值情形,如图 8 所示。

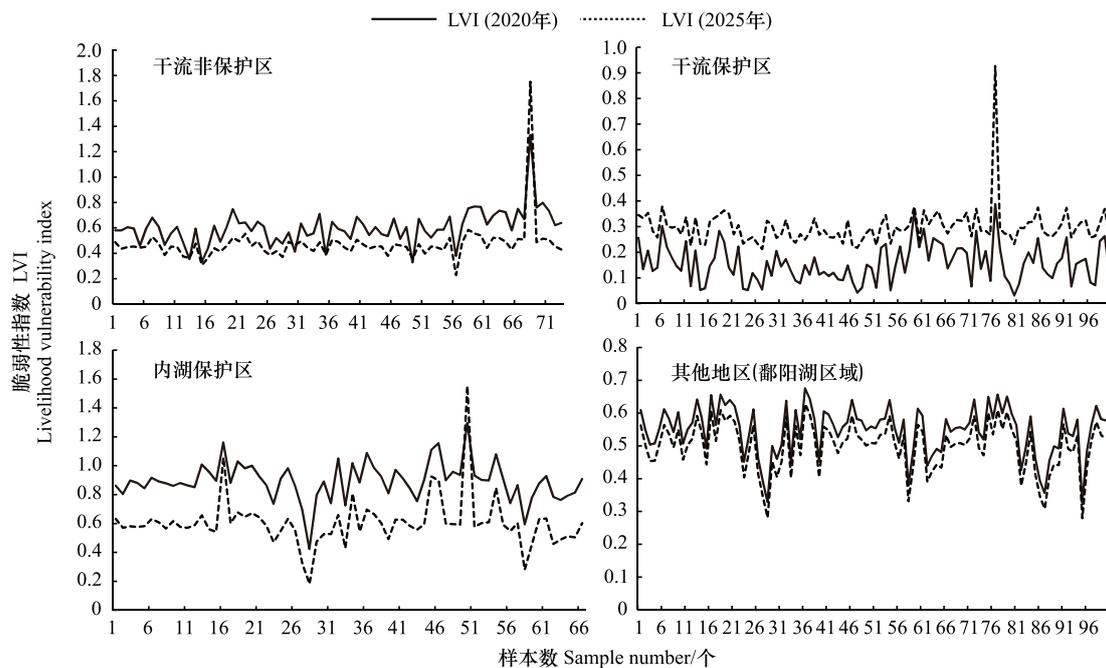


图 8 各区域 LVI 现值与预测值对比图

Fig.8 Comparison of LVI present value and predicted value in each region

横坐标上数字代表各地区抽样的渔户样本数量

在图 8 中,内湖保护区、干流非保护区渔户的 LVI 值在 2025 年将明显下降,特别是前者中渔民家庭生计风险有显著减低。这表明随着安置区的人均 GDP 增长,渔民家庭顺利转产并实现增收,加上顺利完成本地社会网络重构,并有效控制生产生活支出占比后,渔民面临的生计脆弱性风险才能得到有效改善。而由图 8 可知,虽然禁渔政策下内湖保护区渔民生计恢复的进程较为顺利,但干流保护区渔户的后续 LVI 值不降反增。可能的原因是该区域渔民因转产转业较早,所以在“禁渔”政策实施初期能较好的抵御“退捕”带来的生计风险。然而干流保护区中的规上工业企业极为有限,使得渔民后续虽然不乏生计来源,但大都以低技能操作工种为主,用工形式也多为零工或散杂工,生计可持续性发展前景堪忧。

下一步选取湖北省临近的江西省鄱阳县内湖保护区作为长江流域其他禁渔区的预测区,域内有 300 多个传统渔村,共计 1.95 万户渔民受到影响^[34-35]。将同类抽样渔民生计数据为基础,并结合鄱阳湖区当前的经济社会特征数据,生成当地渔民 2020 年的 LVI 现值。再通过预期指标调整对未来进行预测,如图 8 所示。预测结果表明该地区渔民 LVI 值分布在[0.472,0.712]之间,退捕后的生计脆弱性程度普遍偏高,与以往对鄱阳

湖内湖保护区渔民生计特征的研究基本一致^[4,6,20,34-35]。这表明禁渔区虽然分布在整个长江流域,但临近地域的同类退捕渔民面临的生计风险,后续生计恢复的进程和路径还是存在一定的相似性和规律性,所以可据此实现最低成本的渔民生产生活监测预警和后期扶持政策优化。

4 讨论与结论

4.1 讨论

退捕渔民生计脆弱性不仅受区域社会经济环境的影响,还取决于其拥有的生计资本结构与存量。以往文献多从宏观政策层面关注渔民权益保护、退捕生态补偿机制,分析渔民转产转业面临的困难^[36],以及渔民养老保障体系^[37]等问题,鲜少从个体生计资本角度对渔民家庭内禀能力进行探究。本文的研究发现,禁渔前家庭禀赋匮乏使得渔民上岸后的生计适应难,自然资本损失使得渔民原有生计能力断裂,进而导致人力资本对渔民后续生计转型的影响显著增强。渔民对补偿安置政策的满意度,对生产生活现状的满意度与生计脆弱性程度高度正相关,而社会资本在非自愿生态移民后续生计发展中作用更为凸显。故以生计资本恢复为核心,调整生计策略并重构生计能力,是降低渔民上岸后的生计脆弱性根本所在。

长江流域不同禁渔区处于不同的“自然-社会-经济”环境中,渔民上岸后的生计脆弱性也存在较大差异。以往研究多针对沿海或内陆某一地域渔民的整体分析,如鄱阳湖^[6]、洪泽湖^[37]、舟山^[12]等地渔民的生计适应、利益补偿研究,但均未进行不同区域差异化的对比讨论。本文研究发现,内湖保护区的渔民对渔业依赖度极高,社会环境相对闭塞,经济发展水平较低,暴露度、敏感性和生计脆弱性指数均高于其他地区;干流非保护区渔民普遍拥有多元生计渠道,工业化程度高极大拓展了个体生计模式和收入来源,适应力指数上升从而缓解了暴露度与生计脆弱性水平;干流保护区则具有交通区位和政策优势,在此次“禁渔”政策实施前渔民已经提前转产,全面禁捕对区域内渔民生计冲击有限。

在“禁渔退捕”的共性化冲击和资源禀赋的异质性压力下,渔民生计发展呈现出动态性,因此不能局限于静态单点研究,还需对未来发展进行动态预测,以期可为可持续生计做出长期规划。研究结果证明,类似特征区域渔民群体的生计脆弱性也存在一定相似性。长江流域面积广阔,涉及多个省市,根据各地宏观政策、经济发展、地域特征等进行分类划分,类似区域可制定相同的补偿安置和后期扶持政策,既能统筹规划,又可避免“一刀切”诱发新的问题。

4.2 结论

在重构生态保护政策引发的非自愿移民生计脆弱性评价体系的基础上,结合长江流域重点禁渔水域 265 户典型退捕渔民的抽样数据,测度出渔民 LVI 水平并找出影响后续生计恢复的主要障碍因子,最后跨领域的引入 SVR 预测模型动态分析了不同区域渔户生计脆弱性的动态演变趋势,结果表明:

(1) 渔民弃船上岸后呈现出生计脆弱性的比例较高,但不同类型区域间存在明显差异,其中内湖保护区最高,干流非保护区次之而干流保护区最低;敏感性维度在诱发渔民生计脆弱性上起着主导作用,即个体禀赋比安置区条件更为重要,特别是成员年龄大但无基本社保兜底,受教育程度低且“双转”难的渔民家庭更易陷入生计困境;

(2) 自然和金融资本是推动渔民生计恢复的主要生计资本,而阻碍渔民 LVI 减低的共性因子主要有上岸后的收支失衡,社会支持不足及过分依赖原有生计方式等,同时各区域在脆弱性各维度上还有特殊的障碍因子;

(3) 推动安置区经济社会发展和家庭转产增收后,并不一定能确保缓解未来 5 年中的渔户生计脆弱性程度,上岸后的完成社会融入并有效降低生产生活成本也至关重要,而干流保护区则还需加强人力资本建设,否则后续将面临极高的返贫风险;长江临近区域同类渔民生计脆弱性现状、面临的生计风险、后续生计恢复的进程具有一定的相似性和规律性,生计监测和帮扶政策可进行协同统筹。

基于上述结论,本研究提出以下建议:在前期补偿中需保证土地的划拨,同时通过“小微贷”扶持渔民尽快实现生计转型。注重安置社区的融入与支持,为渔民群体中的弱势群体提供专项兜底帮扶;在补偿安置之

后,还需出台后续生产生活监测方案并配套后期扶持措施;结合各禁渔区地域特征及渔民家庭禀赋分类施策,如帮助内湖渔民摆脱对原生渔业生产模式的依赖,通过技能培训增强其人力资本,尽快与渔业产业剥离并实现有效转业,干流保护区渔民则需拓展其外出务工渠道,确保其拥有相对稳定的收入,而干流非保护区中则需进一步设置专项社会保障基金,缓解家庭因高额教育医疗等支出而陷入贫困。

参考文献 (References):

- [1] 刘子飞, 韩杨. 长江退捕渔民转产就业政策: 目标、进展与建议——基于长江禁捕典型省域的调查. 农业经济问题, 2021, 42(8): 42-51.
- [2] 施国庆, 王晨. 断裂与替代: 退湖渔民生计的转型. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2014, 14(4): 42-48.
- [3] 刘子飞, 于法稳. 长江流域渔民退捕生态补偿机制研究. 改革, 2018(11): 108-116.
- [4] 庞洁, 靳乐山. 基于渔民受偿意愿的鄱阳湖禁捕补偿标准研究. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(7): 169-176.
- [5] 杨杨, 李金荣, 陈廷贵. 长江中上游流域重点水域禁捕补偿政策满意度及影响因素研究. 中国环境管理, 2021, 13(4): 111-118.
- [6] 雷菁, 刘影, 高良庸. 长江流域渔民退捕意愿与可持续生计资本的关系研究——基于鄱阳湖区的调研数据. 江西社会科学, 2022, 42(2): 196-205.
- [7] Eng L. Sustainable livelihoods guidance sheets. DFID, London, 2001.
- [8] Eakin H, Luers A L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. Annual Review of Environment and Resources, 2006, 31: 365-394.
- [9] Hoq M S, Raha S K, Hossain M I. Livelihood vulnerability to flood hazard: understanding from the flood-prone Haor ecosystem of Bangladesh. Environmental Management, 2021, 67(3): 532-552.
- [10] 杨飞, 马超, 方华军. 脆弱性研究进展: 从理论研究到综合实践. 生态学报, 2019, 39(2): 441-453.
- [11] 童磊, 郑珂, 苏飞. 生计脆弱性概念、分析框架与评价方法. 地球科学进展, 2020, 35(2): 209-217.
- [12] 陈琦, 胡求光, 沈伟腾, 陈翼然. 减船转产背景下沿海渔户生计脆弱性变化及其影响因素——基于浙江省舟山市转产渔户的调查. 地理科学, 2021, 41(8): 1487-1495.
- [13] Kumar S, Willman A. Healing invisible wounds and rebuilding livelihoods: emerging lessons for combining livelihood and psychosocial support in fragile and conflict-affected settings. Journal of Public Health Policy, 2016, 37(1): 32-50.
- [14] Helberg R, Siegel P B, Jorgensen S L. Addressing human vulnerability to climate change: toward a 'no-regrets' approach. Global Environmental Change, 2009, 19(1): 89-99.
- [15] Hinkel J. "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": towards a clarification of the science-policy interface. Global Environmental Change, 2011, 21(1): 198-208.
- [16] Schmidt J, Matcham I, Reese S, King A, Bell R, Henderson R, Smart G, Cousins J, Smith W, Heron D. Quantitative multi-risk analysis for natural hazards: a framework for multi-risk modelling. Natural Hazards, 2011, 58(3): 1169-1192.
- [17] Cutter S L, Boruff B J, Shirley W L. Social vulnerability to environmental hazards*. Social Science Quarterly, 2003, 84(2): 242-261.
- [18] Ross H, Berkes F. Research approaches for understanding, enhancing, and monitoring community resilience. Society & Natural Resources, 2014, 27(8): 787-804.
- [19] 周宇, 李兆华, 谢红星, 赵丽娅. 洪湖渔民禁捕生态补偿标准及受偿意愿的影响因素探讨. 中国农业资源与区划, 2022, 43(8): 201-209.
- [20] 庞洁, 靳乐山. 生态认知对长江流域渔民退捕意愿的影响研究——基于鄱阳湖区的调研数据. 长江流域资源与环境, 2021, 30(8): 1870-1878.
- [21] 陈廷贵, 刘芳, 杨杨. 长江流域禁捕生态补偿政策绩效评价及影响因素分析——以湖北和贵州为例. 自然资源学报, 2021, 36(12): 3144-3155.
- [22] 陈琦, 胡求光. 中国海洋渔业社会—生态系统脆弱性评价及影响因素分析. 农业现代化研究, 2018, 39(3): 468-477.
- [23] 唐国建. 可持续生计视阈下自然资本的变动对渔民生计策略的影响——以福建小链岛为例. 中国矿业大学学报: 社会科学版, 2019, 21(1): 41-53.
- [24] Jakariya M, Rahman A, Sayem S M, Saad S, Alam M S, Sarker S R, Ali M S, Akter D. Development of livelihood vulnerability index for the coastal fishermen communities of Bangladesh using spatial information technique. Groundwater for Sustainable Development, 2020, 11: 100475.
- [25] Chen C, Lopez-Carr D. The importance of place: Unraveling the vulnerability of fisherman livelihoods to the impact of marine protected areas. Applied Geography, 2015, 59: 88-97.
- [26] 许燕, 施国庆. 失海渔民的生计脆弱性分析. 中国渔业经济, 2017, 35(2): 50-58.
- [27] 黎春梅, 何格. SLA 框架下生计资本影响山区农户分化的机理与实证研究——以广西山区农户为例. 中国农业资源与区划, 2021, 42(11): 144-156.
- [28] 刘艺, 曹建军, 刁兴春, 周星. 特征选择稳定性研究综述. 软件学报, 2018, 29(9): 2559-2579.
- [29] 王定成, 方廷健, 唐毅, 马永军. 支持向量机回归理论与控制的综述. 模式识别与人工智能, 2003, 16(2): 192-197.
- [30] Shao Y T, Xiong T, Li M H, Hayes D, Zhang W D, Xie W. China's missing pigs: correcting China's hog inventory data using a machine learning approach. American Journal of Agricultural Economics, 2021, 103(3): 1082-1098.
- [31] 赵雪雁, 母方方, 何小凤, 苏慧珍, 介永庆, 兰海霞, 薛冰. 多重压力下重点生态功能区农户生计脆弱性——以甘南黄河水源补给区为例. 生态学报, 2020, 40(20): 7479-7492.
- [32] 韩杨, 冯文猛, 刘子飞. 长江退捕渔民养老保障政策逻辑与完善建议. 重庆理工大学学报: 社会科学, 2022, 36(4): 10-19.
- [33] 樊怡, 史兴民, 冯晓, 宋臻. 黄河流域旱塬区农户生计脆弱性及影响因素. 生态学报, 2022, 42(8): 3134-3143.
- [34] 杨婧, 刘玉龙, 李欣. 江西省鄱阳湖退捕渔民转产转业影响因素研究. 中国渔业经济, 2019, 37(4): 20-30.
- [35] 钟芳科, 黄波, 李欣. 鄱阳湖“一湖一策”禁捕退捕政策及实施效果评价. 中国渔业经济, 2021, 39(5): 1-10.
- [36] 穆新武, 王苗苗, 尹飞, 张伟, 宋威, 蔡云海, 李强. 骆马湖渔民生存现状及转产转业问题研究. 中国水产, 2020, 47(12): 62-65.
- [37] 刘永进, 秦雅娜, 夏文灏. 长江流域禁捕背景下的渔民转产上岸适应性研究——以洪泽湖渔民转产上岸为例. 水利经济, 2022, 40(6): 87-94, 105.