

# 长江下游增殖放流效果评价

段金荣 徐东坡 刘 凯 张敏莹 施炜纲\*

( 农业部长江下游渔业资源环境科学观测实验站 / 中国水产科学研究院 内陆渔业生态环境和资源重点开放实验室 / 中国水产科学研究院 淡水渔业研究中心 江苏 无锡 214081)

**摘要:** 增殖放流活动是一种有效的渔业管理手段,旨在促进渔业的健康、可持续发展。采用指标体系筛选、权重赋值、综合加权计算的评估模式来评价长江下游的增殖放流效果,评价过程采取增加重复频次、加权平均等方法减少人为评价的主观性,以期客观公正的评价增殖放流效果。鱼骨法条理清晰罗列了长江下游增殖放流效果评价指标,并给出了层次关系,为下一步的层次分析法的构建判断矩阵提供了前提。基于各层次的单因素准则下,根据判断矩阵计算子层次各因素的影响权重,能够较精确地根据专家组的意见得出符合实际的结果,满足评估实际工作的需要。评价结果为:江苏3市的总体水平高于安徽2市,安徽的安庆略高于芜湖,江苏的常熟略高于南通和镇江。

**关键词:** 长江; 渔业; 增殖放流; 评价

中图分类号: S931.9 文献标志码: A 文章编号: 1000 - 2286(2012)04 - 0795 - 05

## Effect Evaluation of the Fishery Enhancement and Release in Yangtze Rivers Lower Reach

DUAN Jin-rong, XU Dong-po, LIU Kai, ZHANG Min-ying, SHI Wei-gang\*

( Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources and Environment in the Lower Reaches of Yangtze River, Ministry of Agriculture, Key Laboratory of Ecological Environment and Resources of Inland Fisheries, Freshwater Fisheries Research Center, CAFS, Wuxi 214081, China)

**Abstract:** The activity of fishery enhancement and release is an effective means of fishery management and aims at the healthy and sustainable development of fishery. Indexes selection, weight assignment and comprehensive weighted assessment model were used to evaluate the effect of the fishery enhancement and release in Yangtze River's lower reach. More repetition frequency, the average weight and other methods were taken to reduce objective effect of the evaluation of the effect of the fishery enhancement and release in Yangtze River's lower reach. The method of fishbone listed the indexes of the evaluation of the fishery enhancement and release in Yangtze River's lower reach, and gave the hierarchical level of the analysis of the Matrix construction which was the premise of further analysis. AHP was used to analyze the levels of single factor criterion and calculate the impact of lower levels of the weight of each factor, and accurate result in conformity with the real situation could be obtained according to experts, meeting the need of the practical work. The evaluation results were: the overall level of the three cities of Jiangsu was higher than that of the two cities of Anhui, and that of Anqing was slightly higher than that of Wuhu, that of Changshu was slightly higher than that of Nantong and Zhenjiang.

收稿日期: 2012 - 04 - 16 修回日期: 2012 - 06 - 04

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(2011JBFC04)、公益性行业(农业)科研专项(200903048, 201203086)和农业部财政专项(6125005)

作者简介: 段金荣(1978—)男,助理研究员,硕士,主要从事渔业GIS研究, E-mail: duanjr@ffrc.cn; \* 通讯作者: 施炜纲, 研究员, E-mail: shiwg@ffrc.cn。

**Key words:** Yangtze River; fishery; enhancement and release; evaluation

长江下游水深江宽,从湖口到入海口,长 844 km,占长江长度 13.3%,流域面积 12.3 万 km<sup>2</sup>,占流域面积的 6.8%。长江下游曾出现的鱼类共 142 种,隶属 12 目 26 科;2001—2004 年春禁期间(4—6 月),长江下游江段渔获物中出现鱼、虾、蟹共 12 目 30 科 81 种,其中鱼类为 74 种,较历史出现鱼类种数减少 68 种<sup>[1-2]</sup>。增殖放流是对野生鱼、虾、蟹、贝类等进行人工繁殖、养殖或捕捞天然苗种在人工条件下培育后,释放到渔业资源出现衰退的天然水域中,使其自然种群得以恢复,再进行合理捕捞的渔业方式<sup>[3]</sup>。增殖放流效果和生态系统、人类社会活动有着密切的关系,但涉及的生态、人类活动的因子繁多,各个因子之间也有着一定的相关性,且对增殖放流效果的影响也不同,因此,如何综合考虑相关因子的信息,用相对合理的因子数量反应增殖放流效果,成为了目前增殖放流效果评价必须解决的问题<sup>[4]</sup>。

陈丕茂<sup>[5]</sup>选用渔业资源评估模型,估算增殖放流种类的合理放流数量,提出确认渔获物中来自放流种苗数量的方法;洪波等<sup>[6]</sup>利用 2006—2008 年的渔业资源及水质环境监测数据,从经济、生态和社会效益的角度探讨了增殖放流对于黄浦江上游渔业资源的影响;沈新强等<sup>[7]</sup>通过长江口、杭州湾海域 2004—2006 年渔业资源增殖放流前后调查、分析与评估,研究表明增殖放流对放流海域总资源补充量的增加有显著作用,放流种类的资源密度指数呈上升趋势。

增殖放流效果评价的结果可以被渔业管理部门借鉴,为下一步的增殖放流计划起到修正和提高的作用,在提高增殖放流效果的同时,也是对评价模型的进一步验证和校正的过程。本研究采用指标体系筛选、权重赋值、综合加权计算的评估模式来评价长江下游的增殖放流效果,评价过程采取增加重复频次、加权平均等方法减少人为评价的主观性,以期客观公正评价增殖放流效果。

# 1 研究方法

## 1.1 技术流程

根据实地调查数据,查阅与研究水域相关的历史资料,咨询相关研究领域的专家,同时在参照其它行业的效果评价模型的基础上,将与增殖放流效果评估相关的因子罗列起来,利用鱼骨分析法,将相关因子和特性值按相互关联性整理出层次分明、条理清楚的图形,最终分为生态效益、经济效益和社会效益

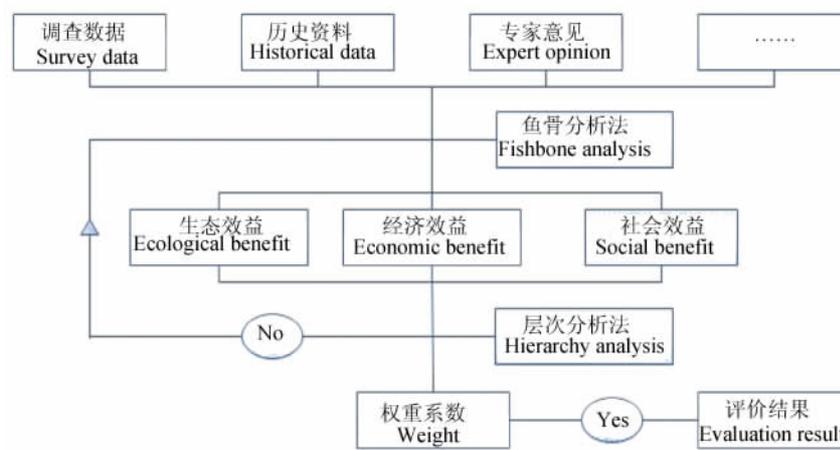


图 1 增殖放流效果评价技术流程

Fig. 1 Technical flowchart of evaluation of fishery enhancement and release

的三大层次,利用层次分析法,构建判断矩阵,计算各因子的权重,最终形成评价结果。技术流程如图 1 所示。

## 1.2 数据的来源及标准化处理

通过查询资料、咨询专家和统计分析得出,筛选出与评估相关的参数并收集相关参数的历史数据,如水域生态环境变化,主要考虑了总氮、总磷、pH 和水温 4 个指标,按照地表水环境质量标准进行评价,物种多样性变化主要考虑了鱼类的 Shannon - Wiener 多样性指数,渔区的社会稳定主要考虑转产渔民的就业率,公众资源环境保护意识指偷捕事件的发生率;对收集的数据作描述性统计,结果表明,数据呈偏态分布,根据研究需要,针对收集的原始数据进行数据标准化转换。通常数据转换的方法有 3 种,即自然对数转化、平方根转化和 0~1 转化。本文采用 0~1 转化的方式对数据完成标准化处理,其运算公式为:

$$Y_i = (x_i - x_{min}) / (x_{max} - x_{min}) \quad [8] \quad (1)$$

(1) 式中:  $x_i$  为原始数值;  $x_{min}$  为原始数据集中的最小值;  $x_{max}$  为原始数据集中的最大值;  $Y_i$  为转化后数值, 具体数据见表 1。

### 1.3 鱼骨分析法

鱼骨分析法是咨询人员进行因果分析时经常采用的一种方法, 其特点是简捷实用, 比较直观。鱼骨分析法通常用鱼骨图来表示, 鱼骨图由日本管理大师石川馨先生发展而来, 故又名石川图, 鱼骨图是一种发现问题根本原因的方法, 它也可以称之为因果图, 是一种透过现象看本质的分析方法。鱼骨图的使用步骤: (1) 查找要解决的问题; (2) 将拟解决的问题体现在鱼骨图头部; (3) 探讨问题出现的可能原因, 尽可能地挖掘问题; (4) 将相同的问题分组, 在鱼骨上标出; (5) 征求意见, 总结出相对正确的原因; (6) 针对问题的答案, 挖掘深层次的答案<sup>[9]</sup>。

### 1.4 层次分析法

层次分析法( the analytic hierarchy process, AHP) 在 20 世纪 70 年代中期由美国运筹学家托马斯·塞蒂( T. L. Saaty) 正式提出, 它是一种定性和定量相结合的、系统化、层次化的分析方法<sup>[4]</sup>。层次分析法的基本步骤: (1) 建立层次结构模型, 在深入分析实际问题的基础上, 将有关的各个因素按照不同属性自上而下地分解成若干层次; (2) 构造成对比较阵, 即用成对比较法和 1~9 比较尺度构造成对比较阵; (3) 计算权向量并做一致性检验, 对于每一个成对比较阵计算最大特征根及对应特征向量, 利用一致性指标、随机一致性指标和一致性比率做一致性检验; (4) 计算组合权向量并做组合一致性检验<sup>[8, 10]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 增殖放流效果评价鱼骨图

本文在参照鱼骨分析法和层次分析法的基础上, 将与增殖放流效果评价相关的因子进行分析和分类, 得到 3 个准则层, 即生态效益、经济效益和社会效益, 同时生态效益包含 5 个指标层, 经济效益包含 4 个指标层, 社会效益包含 6 个指标层, 目标层则为增殖放流效果评价( 图 2) <sup>[11]</sup>。

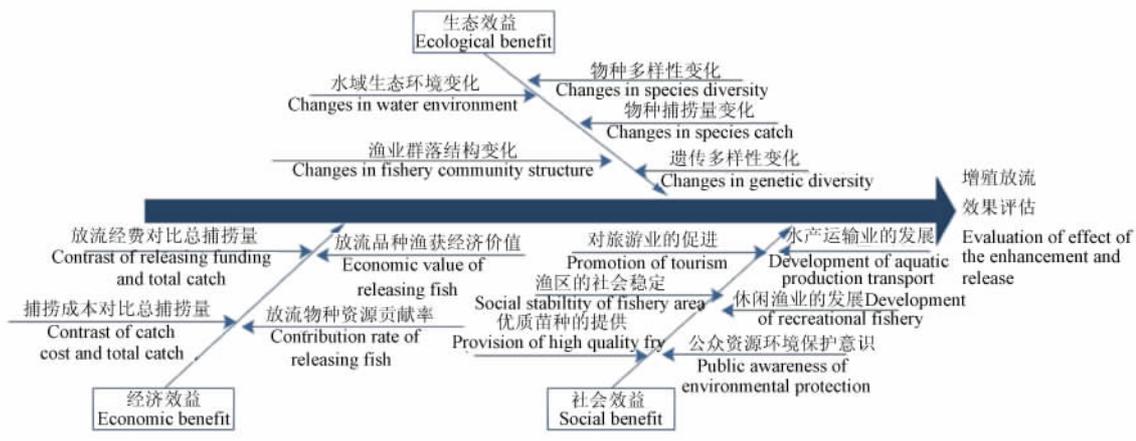


图 2 增殖放流效果评价鱼骨图

Fig. 2 Fishbone diagram of evaluation of fishery enhancement and release

鱼骨图法体现了人的大脑对于复杂问题的求解过程, 而 AHP 则体现了求解复杂问题的分解、判断和综合的整个过程, 使人们对复杂问题的判断、决策过程得以系统化、数量化; 因子选择的取舍有一定的人为因素, 既要考虑数据的可操作性、实施的可行性以及项目经费的支持力度, 而且因子的轻重取舍最后人为决定, 主观性相对比较大<sup>[4, 10]</sup>。

### 2.2 权重系数

构造判断矩阵一般采用的定量化标度是 1~9 这 9 个整数及其倒数。如 A 元素与 B 元素相比, 同等重要、稍微重要、明显重要、强烈重要、极端重要分别用 1, 3, 5, 7, 9 标度, 而重要性介乎期间的 2, 4, 6, 8 标度; 为了减少评价过程中的主观因素, 判断矩阵的具体数值用多个专家打分取其平均值的方法生成, 由于专家自身的知识面和喜好不同, 难免造成判断矩阵有一定主观因素<sup>[12-13]</sup>。表 1 列举了长江下

游增殖放流效果评价的指标及根据层次法计算所得的各个评价指标的权重。

生态效益、社会效益和经济效益所占权重分别为 0.392 6、0.330 8 和 0.276 6。水域生态环境变化、物种多样性变化以及遗传多样性变化占生态效益贡献率的 71.1%；对旅游业的促进、水产运输业的发展和休闲渔业的发展占社会效益贡献率的 76.2%；放流经费对比总捕捞量和放流物种资源贡献率占经济效益贡献率的 60.5%。

表 1 指标权重及评价数据  
Tab.1 Indexes and its weight

准则层 Criterion layer	指标层 Index layer	权重 Weight	安庆 Anqing	芜湖 Wuhu	镇江 Zhenjiang	常熟 Changshu	南通 Nantong
生态效益 Ecological benefit	水域生态环境变化	0.090 3	0.642 3	0.590 4	0.580 3	0.713 4	0.600 2
	物种多样性变化	0.094 2	0.431 2	0.479 9	0.579 6	0.600 4	0.799 8
	物种捕捞量变化	0.058 5	0.323 1	0.450 4	0.479 5	0.563 1	0.321 6
	渔业群落结构变化	0.051 0	0.451 2	0.415 1	0.480 4	0.409 8	0.432 6
	遗传多样性变化	0.098 6	0.538 9	0.449 7	0.480 1	0.378 9	0.400 4
社会效益 Social benefit	对旅游业的促进	0.077 8	0.467 5	0.550 1	0.529 7	0.810 5	0.640 3
	渔区的社会稳定	0.025 4	0.342 1	0.451 2	0.478 7	0.510 2	0.598 4
	优质苗种的提供	0.028 6	0.213 4	0.349 1	0.480 4	0.508 4	0.601 4
	水产运输业的发展	0.094 3	0.786 5	0.650 4	0.580 9	0.609 8	0.650 2
	休闲渔业的发展	0.080 0	0.765 4	0.740 8	0.705 8	0.810 8	0.621 3
经济效益 Economic benefit	公众资源环境保护意识	0.024 7	0.798 6	0.850 6	0.778 9	0.811 3	0.699 2
	放流经费对比总捕捞量	0.083 2	0.223 4	0.250 5	0.380 5	0.510 6	0.599 8
	放流品种渔获经济价值	0.065 0	0.786 5	0.705 5	0.732 3	0.614 5	0.433 6
	捕捞成本对比总捕捞量	0.044 2	0.342 5	0.239 8	0.479 2	0.410 9	0.599 5
	放流物种资源贡献率	0.084 2	0.900 8	0.899 9	0.880 8	0.810 5	0.899 8
综合评分 Comprehensive score		1.000 0	0.560 6	0.549 2	0.579 0	0.613 9	0.600 7

### 2.3 评价结果

总体而言,江苏 3 市的总体水平高于安徽 2 市,这与增殖放流投入和宣传力度相关;安徽的安庆略高于芜湖;江苏的常熟略高于南通和镇江,需要指出的是通过调查发现,常熟和安庆(表 2)在渔业资源调查上,资料的收集上是效果最好的,从某种程度来讲,目前的评价结果与资料的收集也有相关关系,评价结果只适用于 2010 年所收集数据。

表 2 评价结果  
Tab.2 The result of evaluation

试验点 Test station	安庆 Anqing	芜湖 Wuhu	镇江 Zhenjiang	常熟 Changshu	南通 Nantong
年度 Year	2010	2010	2010	2010	2010
综合评分 Comprehensive score	0.560 6	0.549 2	0.579 0	0.613 9	0.600 7

## 3 讨论

鱼骨法条理清晰地罗列了长江下游增殖放流效果评价指标,并给出了层次关系,为下一步的层次分析法的构建判断矩阵提供了前提;AHP 分析各层次单因素准则下,计算下层次各因素的影响权重,能够较精确根据专家组的意见得出符合实际的结果,满足评估实际工作的需要;由于各级因素的影响权重的分析,来自于各专家的主观判断,而各位专家的个人情况不同,本文中采用定义各位专家的权重的方式,对结果进行加权处理,较好地解决了主观评判带来的误差<sup>[14-17]</sup>。

增殖放流是个系统工程,涉及的部门和领域也比较多,在增殖放流的源头,水产科研部门一定要控制放流苗种质量,防止品质低劣的鱼类苗种进入长江水体;渔政管理部门应该作好增殖放流的宣传和管理工作,保证在增殖放流期间,所管辖水域无非法捕捞情况出现,同时应配合科研单位作好标志鱼类的回捕等工作;加强与增殖放流相关的数据的收集、整理、整合工作,保证数据的系统性和完整性,从而提

高增殖放流效果评价的科学性和合理性,避免因数据不完整造成评价结果的偏差。通过增殖放流恢复长江下游的渔业生态环境,引导附近的休闲渔业等发展,为地方经济的经济、社会发展起一定的作用。

目前,通过增殖放流对水域重要种群及其生态环境进行保护及修复,并取得了明显的效益,进行增殖放流的效果评价,有利于增强各级渔业部门间协作能力,制定并调整现行渔业管理的政策和手段,从而增强全社会对渔业资源的保护意识,保证我国渔业的可持续发展。建议采取以下对策:(1)建立长江水域重要资源保护区,对现有资源总量及物种进行有效评估;(2)进行濒危、经济物种的增殖放流;(3)开展放流效果跟踪评估技术及放流水域环境容量的研究;(4)控制对受保护物种的捕捞压力,科学制定禁捕时间及区域,控制渔业船只数量及捕捞方式、捕捞物的年龄或体长最低额度,保护幼龄种群<sup>[3]</sup>。

#### 参考文献:

- [1]施炜纲,刘凯,张敏莹,等.春季禁渔期间长江下游鱼虾蟹类物种多样性变动(2001-2004)[J].湖泊科学,2005,17(5):168-175.
- [2]张觉民,何志辉.内陆水域渔业自然资源调查手册[M].北京:农业出版社,1991:256-261.
- [3]贾晓平.增殖放流对生态环境的修复作用研究报告[N].中国渔业报,2009-03-02.
- [4]段金荣,张红燕,刘凯,等.蠡湖增殖放流适宜地评价[J].云南农业大学学报,2010,25(4):578-582.
- [5]陈丕茂.渔业资源增殖放流效果评估方法的研究[J].南方水产,2006,2(1):1-4.
- [6]洪波,孙振中,张玉平,等.黄浦江上游渔业资源增殖放流效果评价[J].水产科技情报,2009,36(4):178-181.
- [7]沈新强,周永东.长江口、杭州湾海域渔业资源增殖放流与效果评估[J].渔业现代化,2007,34(4):54-57.
- [8]彭惠君.高校科技成果转化的评价体系研究[D].镇江:江苏大学,2005:34-46.
- [9]余济云,陈彩虹,曾思齐.水土保持林的立地质量综合评价研究[J].西南农业大学学报,2001,23(5):459-462.
- [10]段金荣,张红燕,刘凯,等.蠡湖水生生物栖息地适宜性评估[J].上海海洋大学学报,2010,19(1):116-119.
- [11]陆建中,李思经.农业科研机构自主创新能力评价指标体系研究[J].中国农业科技导报,2011,13(4):1-6.
- [12]吴自库,曲仕敬.一种AHP判断矩阵一致性调整的有效方法[J].青岛农业大学学报:自然科学版,2008,25(2):160-162.
- [13]杜栋,庞庆华,吴炎.现代综合评价方法与案例精选[M].北京:清华大学出版社,2008:56-71.
- [14]杜宁,杨宁生,孙英泽.基于GIS的池塘养殖适宜性评价[J].中国水产科学,2008,15(3):476-482.
- [15]刘黎明,谢花林,赵英伟.我国草地资源的可持续利用评价指标体系的研究[J].中国土地科学,2001,15(4):43-46.
- [16]蒋建军,倪绍祥,方开鸿.结合城市规划的土地评价[J].南京师范大学学报:自然科学版,2000,23(1):105-109.
- [17]齐增湘,熊兴耀,徐卫华,等.基于GIS的秦岭山系气候适宜性评价[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2011,37(3):321-324.