

文章编号: 1004 - 7271(2003)01 - 0029 - 06

渔业资源可持续利用系统化评价方法的应用研究

陈新军, 周应祺

(上海水产大学海洋学院, 渔业战略发展研究中心, 上海 200090)

摘要 渔业资源可持续利用是一个复杂的系统工程, 文章以可持续发展的理论为基础, 提出了渔业资源可持续利用的发展度、协调度和耦合度的评价方法。该方法具有比传统的生物 - 经济模型更大的优点, 它全面反映了渔业资源可持续利用的各个方面。文章以 1978 - 1990 年东海区渔业资源的发展状况作为实证分析, 结果表明: 1978 年以后, 东海区渔业资源可持续利用发展和耦合度基本上呈现下降的趋势, 而协调度则出现波动的状况。

关键词 渔业资源; 可持续利用; 系统化评价; 东海区

中图分类号: S932.2 文献标识码: A

Study on the application of the systematic assessment of sustainable utilization to fisheries resources

CHEN Xin-jun, ZHOU Ying-qi

(Ocean college of Shanghai Fisheries University, Fisheries Development Institute, Shanghai 200090, China)

Abstract: Sustainable utilization of fisheries resources is a complicated and systematic project. The paper puts forward the method on calculating the level of development, harmony and coupling in the sustainable utilization of fisheries resources. The method possesses the advantages over traditional bio-economic models since it fully reflects the system of sustainable utilization of fisheries resources. The paper takes the fisheries resources in East China Sea from 1978 to 1990 as an example. The results indicate that the level of development and coupling in the sustainable utilization of fisheries resources in East China Sea generally falls and the value of harmony appears fluctuates.

Key words: fisheries resources; sustainable use; systematic assessment; East China Sea

20 世纪 90 年代以来, 国际社会对渔业资源可持续利用这一重大课题进行了深入而广泛地研究。渔业资源可持续利用系统是由经济、社会、资源环境和制度等子系统组成的。总体来说, 渔业资源可持续利用指标体系的建立和评价都是以实现人类福利和环境福利的可持续性为目标, 从资源环境、社会、经济等各方面指标来反映渔业资源的可持续利用。考虑到渔业资源可持续利用系统的复杂性, 单一指标不能概括多方面的生态、环境、经济、社会因素, 因此, 需要运用一套指标体系才能全面涵盖可持续发展的各个方面^[1]。因此, 在渔业资源可持续利用研究中, 一个极为重要而现实的问题就是: 如何去评价渔业资源的可持续利用水平, 它的评价依据、方法和标准又如何去确定, 评价体系如何建立, 以全面客观地反映渔业资源可持续利用系统的各个方面, 跟踪渔业资源可持续利用系统的发展状况, 是一个迫切需

收稿日期: 2002-09-11

基金项目: 联合国粮农组织项目

作者简介: 陈新军 (1976 -) 男, 浙江义乌人, 博士, 教授, 主要从事远洋渔业和渔业资源经济的研究。E-mail: xjchen@shfu.edu.cn

要解决的问题。

1 渔业资源可持续利用系统化评价的一般方法

渔业资源可持续利用灰色综合评价的基本思路是在现有资源、社会、经济等统计数据基础上,对大量社会、经济和资源环境统计信息进行整理和综合分析,力求客观反映诸因素间相互关系和变化趋势的统计规律,并对其作出量化和评价。综合指标体系评价的量化方法很多,要做到客观地评价也有一定的难度。一般来说,评价量化的一般步骤为:①建立一般指标体系。一般可持续发展指标体系由目标层、收准则层和指标层组成,准则层又可分为若干分准则层;②指标权重的确定;③指标的初值化或归一化处理;④综合评价指标的计算方法;⑤评价结果分析。其中指标权重和综合评价指标的算是量化方法中的重要内容。

1.1 指标权重的确定

由于评价指标体系的指标内涵不同,对可持续发展的重要性也不同,因此在对其进行综合评价时,需要确定指标的权重大小,即根据指标的相对重要性和指标对综合评价的贡献来确定。本文中采用层次分析法。

1.2 评价指标初值化方法

综合评价的目标体系一般呈递阶结构形式,根据多目标决策的显著特点之一,即目标间的不可公度性(是指各个目标没有统一的度量标准),因而各指标间难以进行比较。为了避免计算结果受指标量纲和数量级的影响,保证其客观性和科学性,在进行综合评价之前,必须对原始数据进行标准化处理,统一变换到[0.1]范围内,即对评价指标属性值进行量化。然而,由于评价指标的类型往往不同,因此其属性值量化的方法也应不同^[2]。

1.3 系统化评价的量化方法

渔业资源可持续利用的核心是“协同”和“公平”。“协同”是指渔业资源协同的社会过程、经济过程和生物过程的紧密耦合,渔业资源系统的社会效益、经济效益和生态效益的协调发挥,渔业资源系统的社会进步目标、经济增长目标和资源保护的同步实现,渔业资源系统的结构、功能和效益的密切协同。“公平”的内涵更为丰富和广泛,在层次上,既包含人类与其他物种之间的公平,又包含不同人群之间的公平,在时间上,既包含了当代人之间的公平,又包含了当代人与后代人之间的公平;在空间上,既包含了区域内的公平,又包含了不同区域间的公平;在内容上,既包含了渔业资源经济利用和物质财富分配的公平,又包含了渔业资源外溢的社会效益和生态效益享用的公平等。

基于上述认识,我们提出了渔业资源可持续利用的评价指标体系和3个综合评价指标:发展度 I_D 、协调度 I_H 和耦合度 I_O ^[3](图1)。其中 I_D 主要反映渔业资源的发展水平, I_H 主要反映渔业资源系统3个过程的协调程度, I_O 主要反映渔业资源系统在一定发展水平上的协调程度,但它们都基于渔业资源系统经济过程的增长度 I_E 、社会过程的满足度 I_S 和生物过程的持续度 I_B 。

从空间距离的角度得到渔业资源可持续利用的3个综合评价指标:发展度 I_D 、协调度 I_H 和耦合度 I_O ,它们的计算公式分别为:

$$I_D = \sqrt{\frac{I_E^2 + I_S^2 + I_B^2}{3}}$$

$$I_H = 1 - \sqrt{\frac{(I_E - I)^2 + (I_S - I)^2 + (I_B - I)^2}{3}}$$

$$I_O = \frac{1}{2}(I_D + I_H)$$

式中:

$$I_E = \sum_{i=1}^d w_i I_{Ei} \quad \sum_{i=1}^d w_i = 1 \quad (I_{Ei} \text{ 为经济子系统的各个指标, } w_i \text{ 为各指标的权重})$$

$$I_S = \sum_{i=1}^n w_i I_{Si} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (I_{Si} \text{ 为社会子系统的各个指标, } w_i \text{ 为各指标的权重})$$

$$I_B = \sum_{i=1}^n w_i I_{Bi} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (I_{Bi} \text{ 为生物子系统的各个指标, } w_i \text{ 为各指标的权重})$$

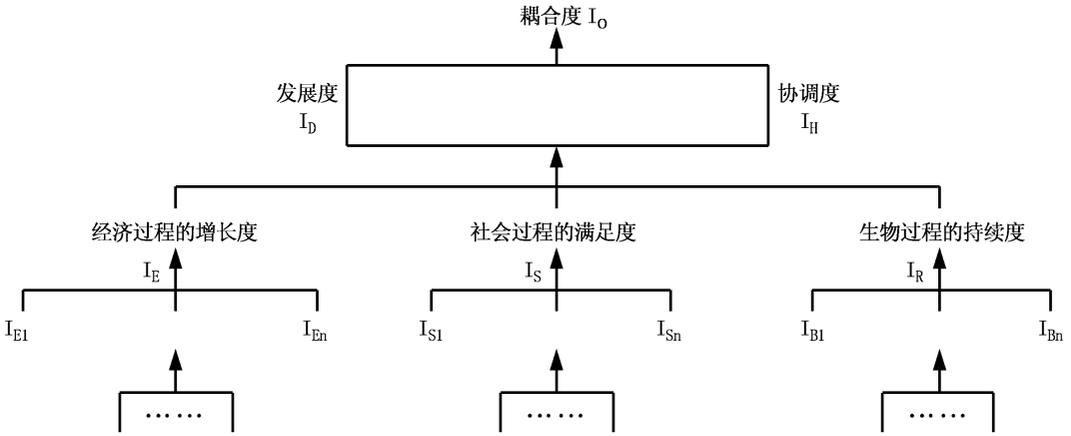


图 1 渔业资源可持续利用系统化评价框架

Fig. 1 The illustration of systematic assessment of sustainable utilization of fisheries resources

2 实证分析

以东海渔业资源可持续利用状况作为实证分析。在一般指标体系的基础上,考虑到东海区渔业资源的利用状况和社会经济发展水平,特别是指标数据的可得性和数据的真实性,以 1978 - 1990 年东海区渔业资源作为实证进行分析。数据来源于《东海区渔业统计年鉴》^①、《东海区渔业资源动态监测网和东海区渔业资源管理咨询委员会十周年专辑》^②。

2.1 筛选评价指标

评价指标体系包括了资源环境、社会和经济三个子系统。资源环境子系统包括了营养级 R_{101} 、优质鱼类占海洋捕捞产量的比重 R_{102} 、非选择性渔具占海洋捕捞产量的比重 R_{103} 、单船海洋捕捞产量 R_{104} 、机动渔船每吨位海洋捕捞产量 R_{105} 和每千瓦海洋捕捞产量 R_{106} 等 6 个指标(表 1);社会子系统包括了海洋捕捞专业劳力 R_{201} 、海洋捕捞兼业劳力 R_{202} 、海洋捕捞劳力占渔业劳力的比重 R_{203} 、海洋捕捞劳力占渔业人口的比重 R_{204} 、水产品人均占有量 R_{205} 、渔业人口 R_{206} 等 6 个指标(表 2);经济子系统包括了海洋捕捞产量 R_{301} 、海洋捕捞产量占海洋渔业产量的比重 R_{302} 、海洋捕捞产量占渔业总产值的比重 R_{303} 、渔业总产值占大农业产值的比重 R_{304} 、机动渔船船数 R_{305} 、机动渔船总吨位 R_{306} 、机动渔船总功率 R_{307} 、渔民人均收入 R_{308} 、渔民劳均收入 R_{309} 、渔民劳均海洋捕捞产量 R_{310} 、渔民人均海洋捕捞产量 R_{311} 等 11 个指标(表 3)。

考虑到原始数据间存在量纲不同和指标间数量级存在明显的差异,因此在计算各子系统中指标间的相关系数之前,应进行初始化处理。然后根据处理结果,计算各子系统内部指标间的相关系数,并建立相应的相关系数矩阵。对相关系数矩阵进行如下的主成分分析和独立性分析。

(1) 选出相关置信度有一半以上(含一半)大于 0.95 的指标,在资源环境子系统中有 R_{101} 、 R_{102} 、 R_{103} 、 R_{104} 、 R_{105} 、 R_{106} 指标;在社会子系统中有 R_{201} 、 R_{202} 、 R_{205} 、 R_{206} 指标;在经济子系统中有 R_{301} 、 R_{302} 、 R_{303} 、 R_{304} 、 R_{305} 、 R_{306} 、 R_{307} 、 R_{308} 、 R_{309} 、 R_{310} 、 R_{311} 指标。筛掉的指标有 R_{203} 和 R_{204} ,这些指标独立性较高,它们将与后面

① 东海区渔业统计年鉴(1980 - 1999)。农业部东海区渔政渔港监督管理局编制(内部资料)

② 农业部东海区渔政渔港监督管理局,东海区渔业指挥部编。东海区渔业资源动态监测网、东海区渔业资源管理咨询委员会十周年专辑(1987 - 1997 年)。(内部资料)

独立性分析得到的指标共同构成各子系统的评价指标。

表 1 资源环境子系统各指标的原始数据

Tab.1 Primary data of each indicator in the resource – environment subsystem

年份	R ₁₀₁	R ₁₀₂	R ₁₀₃	R ₁₀₄	R ₁₀₅	R ₁₀₆
1978	2.64	63.19	43.6	69.785	2.609	1.178
1979	2.72	59.12	41.1	59.446	2.244	1.050
1980	2.730	46.48	56.9	51.047	1.547	1.038
1981	2.720	51.06	58.5	43.156	1.479	0.956
1982	2.640	48.18	62.2	36.684	1.435	0.935
1983	2.630	38.60	64.5	29.152	1.299	0.875
1984	2.540	41.03	67.7	24.835	1.258	0.891
1985	2.560	39.08	62.3	23.188	1.299	0.868
1986	2.520	37.62	67.6	21.735	1.285	0.881
1987	2.500	37.92	67.1	18.889	1.286	0.821
1988	2.400	30.40	68.3	17.795	1.173	0.727
1989	2.430	36.13	69.9	19.636	1.280	0.683
1990	2.490	36.12	72.4	18.894	1.232	0.663

表 2 社会子系统各指标的原始数据

Tab.2 Primary data of each indicator in the social subsystem

年份	R ₂₀₁	R ₂₀₂	R ₂₀₃	R ₂₀₄	R ₂₀₅	R ₂₀₆
1978	341835	54122	75.15	21.64	4.83	1830102
1979	344977	56376	68.92	21.27	4.41	1887286
1980	359779	70734	61.34	22.19	4.56	1940048
1981	381907	71528	61.47	22.76	4.60	1992514
1982	366601	54552	52.89	19.99	5.07	2106660
1983	320813	72239	44.59	18.06	5.31	2175966
1984	344289	74907	50.80	21.32	5.96	1966558
1985	361232	106680	50.22	20.32	6.71	2302175
1986	408852	100521	52.31	21.83	7.73	2302175
1987	427508	106877	52.34	22.72	8.84	2352121
1988	442793	121914	51.42	23.31	9.68	2423091
1989	416503	109142	50.05	21.75	10.1	2417011
1990	419822	104249	48.97	20.76	10.9	2524825

表 3 经济子系统各指标的原始数据

Tab.3 Primary data of each indicator in the economic subsystem

年份	R ₃₀₁	R ₃₀₂	R ₃₀₃	R ₃₀₄	R ₃₀₅	R ₃₀₆	R ₃₀₇	R ₃₀₈	R ₃₀₉	R ₃₁₀	R ₃₁₁
1978	152.00	91.43	78.58	1.6	1.66	54.90	129.05	190.7	329	3.84	0.83
1979	142.07	89.97	76.12	1.5	1.86	61.41	135.28	216.5	404	3.54	0.75
1980	144.27	89.58	75.13	1.7	2.22	73.24	114.73	257.0	520	3.34	0.74
1981	145.43	89.39	74.25	2.0	2.74	79.85	128.26	310.5	603	3.33	0.72
1982	152.95	88.70	72.85	2.1	3.42	87.41	141.5	324.7	691	3.48	0.72
1983	147.63	87.59	69.85	2.3	4.13	92.68	150.6	371.0	755	3.73	0.67
1984	160.08	85.48	66.91	2.7	4.98	98.22	161.2	576.0	1153	3.55	0.81
1985	168.34	84.33	62.58	3.5	5.97	106.53	178.5	710.0	1420	3.64	0.73
1986	181.85	84.64	60.14	4.1	6.96	117.62	196.6	906.0	1658	3.53	0.77
1987	201.88	84.29	59.07	4.8	9.14	134.20	232.6	1202.0	2224	3.67	0.85
1988	202.78	83.18	56.36	5.5	9.48	143.93	266.9	1559.0	2713	3.67	0.83
1989	216.00	83.59	56.62	6.0	10.29	157.76	304.8	1229.0	2236	4.15	0.89
1990	229.71	84.07	56.97	6.5	10.72	164.38	334.4	1351.0	2510	5.47	0.90

(2) 在上面选出的 21 项指标中, 选出相关系数有一半以上(包括一半)大于总体平均相关系数的指标。符合上述条件的指标, 在资源环境子系统中有 R_{103} 和 R_{104} ; 在社会子系统中有 R_{202} 和 R_{205} ; 在经济子系统中有 R_{302} 、 R_{303} 、 R_{304} 、 R_{305} 、 R_{306} 、 R_{307} 和 R_{309} 。筛掉了 R_{101} 、 R_{102} 、 R_{105} 、 R_{106} 、 R_{201} 、 R_{206} 、 R_{301} 、 R_{308} 、 R_{310} 和 R_{311} 共 10 项指标。

(3) 辨别真假相关, 合并真相关系数在 0.9 以上的指标。上面筛掉的 10 项指标, 加上第一次筛掉的 2 项指标, 共计 12 项指标。它们是: R_{101} 、 R_{102} 、 R_{105} 和 R_{106} ; R_{201} 、 R_{203} 、 R_{204} 和 R_{206} ; R_{301} 、 R_{308} 、 R_{310} 和 R_{311} 。此时, 各子系统内指标的相关系数除假相关外, 均小于 0.9。

(4) 不同子系统间的独立性分析。建立上述 12 项指标的相关系数矩阵, 辨别真假相关, 合并真相关系数 0.9 以上的指标, 得到最后的评价指标(相关系数矩阵见表 4)。

表 4 评价指标相关系数矩阵

Tab.4 The correlation coefficient matrix of assessment indicators

	R_{101}	R_{102}	R_{105}	R_{106}	R_{201}	R_{203}	R_{204}	R_{206}	R_{301}	R_{308}	R_{310}	R_{311}
R_{101}	0.6855	0.8984	-0.8395	0.8326	-0.6328	0.5873	-0.2094	-0.8351	1.0000	-0.9001	-0.4724	-0.7249
R_{102}	-0.3857	-0.8564	0.8148	-0.8914	0.8607	-0.3938	0.4112	0.8861	-0.9001	1.0000	0.5682	0.8441
R_{105}	-0.0126	-0.4484	0.6964	-0.7631	0.3713	-0.4514	-0.1778	0.6738	-0.4724	0.5682	1.0000	0.6624
R_{106}	-0.2115	-0.5810	0.7868	-0.7981	0.7677	-0.1922	0.4674	0.6533	-0.7249	0.8441	0.6624	1.0000
R_{201}	1.0000	0.6088	-0.5624	0.3136	-0.1274	0.5382	0.0452	-0.3632	0.6855	-0.3857	-0.0126	-0.2115
R_{203}	0.6088	1.0000	-0.7936	0.7952	-0.5244	0.6809	-0.0725	-0.8077	0.8984	-0.8564	-0.4484	-0.5810
R_{204}	-0.5624	-0.7936	1.0000	-0.8887	0.5386	-0.6984	0.0029	0.7728	-0.8395	0.8148	0.6964	0.7868
R_{206}	0.3136	0.7952	-0.8887	1.0000	-0.6517	-0.0743	-0.8856	0.8326	-0.8914	-0.7631	-0.7981	
R_{301}	-0.1274	-0.5244	0.5386	-0.6517	1.0000	0.0518	0.6963	0.7240	-0.6328	0.8607	0.3713	0.7677
R_{308}	0.5382	0.6809	-0.6984	0.6067	0.0518	1.0000	0.6185	-0.5664	0.5873	-0.3938	-0.4514	-0.1922
R_{301}	0.0452	-0.0725	0.0029	-0.0743	0.6963	0.6185	1.0000	0.0634	-0.2094	0.4112	-0.1778	0.4674
R_{311}	-0.3632	-0.8077	0.7728	-0.8856	0.7240	-0.5664	0.034	1.0000	-0.8351	0.8861	0.6738	0.6533

2.2 指标权重的确定

经过对 15 名多年从事海洋渔业教学、科研研究、渔业管理的专家进行问卷调查, 采用层次分析法确定各子系统以及各子系统内部指标的权重, 并通过了一致性检验。由于渔业资源可持续利用系统是一个以可再生资源为核心的资源型系统, 是建立在强可持续性基础上的, 其最重要前提就是要确保资源环境子系统的可持续发展, 因此其选取的权重为最大, 为 0.5245; 其次是经济子系统, 为 0.3067; 最后是社会子系统, 为 0.1688。各子系统内部指标的权重见表 5。

表 5 各子系统及其指标的权重

Tab.5 The weight of each sub-system and its indicator

指标	R_1	R_2	R_3
权重	0.5245	0.1688	0.3067
指标	R_{101}	R_{102}	R_{105}
权重	0.1621	0.1574	0.2537
指标	R_{201}	R_{203}	R_{204}
权重	0.2857	0.2857	0.2857
指标	R_{301}	R_{308}	R_{310}
权重	0.2136	0.3592	0.2136

2.3 评价结果

利用系统化评价方法, 对 1978 - 1990 年间东海区渔业资源可持续利用的状况进行评价, 其发展度、协调度和耦合度见表 6。

表 6 1978 - 1990 年东海区渔业资源可持续利用的评价结果

Tab.6 The assessment results of sustainable utilization of fisheries resources from 1978 to 1990 in East China Sea

年份	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
发展度	0.6633	0.5919	0.5094	0.5005	0.5039	0.3212	0.426
协调度	0.7732	0.7511	0.8277	0.8270	0.8222	0.9796	0.8721
耦合度	0.7183	0.6715	0.6686	0.6638	0.663	0.6504	0.6490
年份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
发展度	0.3816	0.3307	0.5301	0.5266	0.4646	0.2565	
协调度	0.8858	0.9344	0.7232	0.7238	0.7696	0.8678	
耦合度	0.6337	0.6325	0.6267	0.6252	0.6171	0.5622	

2.4 评价结果的分析

从表 6 的评价结果,我们可以看出:1978 - 1990 年间东海区渔业资源可持续利用的发展度和耦合度基本上呈现下降的趋势。其中 1990 年的可持续利用发展度和耦合度为最低,分别仅为 1978 年的 38.7% 和 78.3%。但从协调度分析来看,1983 年的协调度为最大。这一评价结果,基本符合东海区渔业资源开发利用的现实。20 世纪 80 年代以后,东海区渔业资源已被过度开发和利用,特别是 1983 年,由于近海渔业资源的严重衰退,而外海的一些资源如马面鱼、鲈鱼等资源还没有得到大规模地开发和利用。以后由于外海一些中上层鱼类资源的开发和利用,促进了其可持续利用水平的提高。

因此,通过实证分析认为,渔业资源可持续利用综合评价具有比通常的生物 - 经济的资源评估模型所反映的问题更为全面,系统化评价方法可利用发展度、协调度和耦合度三个方面分别来反映渔业资源可持续利用的发展水平、过程的协调程度等,将一些定性的描述性的问题转化为定量分析,对实现渔业资源可持续利用具有重要的作用。

参考文献:

- [1] Garcia S. Indicators for sustainable development of fisheries[A]. Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development[C]. Proceedings of the Workshop organized by the Land and Water Development Division FAO Agriculture Department and the Research, Extension and Training Division FAO Sustainable Development Department. Rome, 1997. 131 - 162.
- [2] 王宗军. 基于 B - P 神经网络的复杂对象系统多目标综合评价方法及其应用[J]. 小型微型计算机系统, 1995, 16(1): 27 - 28.
- [3] 叶文虎, 唐剑武. 可持续发展的衡量方法及衡量指标初探, 可持续发展之路[M]. 北京: 北京大学出版社, 1994. 57 - 61.