

基于信息熵的海洋资源集约化利用定量研究^{*}

——以渤海地区为例

刘 洋^{1,2}

(1. 国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266061; 2. 中国海洋大学 青岛 266001)

摘 要 海洋资源是大自然赋予人类的一种重要的资产, 高效且集约的利用海洋资源是国家海洋经济可持续发展的物质基础。文章以渤海地区为例, 运用信息熵和指标体系相结合的方法, 对主要海洋资源(渔业资源、油气资源、海盐资源、港口资源、滨海旅游资源及海水资源等)进行了集约化利用评价。结果表明, 2003—2005年, 渤海地区渔业资源、港口资源和海盐资源集约化利用程度最高, 其次依次为油气资源、海水资源和滨海旅游资源; 海洋资源集约化利用最好的年份是2005年, 其次是2004年, 最差的是2003年。

关键词 渤海; 海洋资源; 信息熵

海洋资源是指赋存于海洋环境中可以被人类利用的物质能量以及与海洋开发有关的海洋空间。海洋资源按其属性可分为海洋生物资源、海洋矿产资源、海水资源和海洋能与海洋空间资源等^[1]; 按开发利用功能可分为港口资源、渔业资源、矿产、油气资源、旅游资源、海水资源和海洋能资源等; 按再生性可分为: 可再生资源和非再生资源; 海洋资源还可分为生物资源、非生物资源和空间资源等三大类。

1 海洋资源的特点

海洋资源是存在于海洋环境中, 可供人类利用的物质、能量和空间, 海洋资源因其有用性, 具有所有权而具有价值, 是大自然赐予人类的一种重要的资产^[2]。资产是能够为人类利用, 能满足人类

各种需要并且为人类带来收益的物质资料, 海洋资源作为一种资产, 有着如下鲜明的特点。

海洋资源资产绝大多数是有条件可再生资产(矿产和油气资源除外, 属不可回收的可耗竭资源)^[3]。绝大多数海洋资源具有一定的可再生性, 但这是有条件的, 需要适宜其成长的自然环境。如果不遵循海洋资源本身规律而盲目开采利用, 破坏了海洋资源依存的自然生态环境, 就会造成资源的逐步减少甚至消失。

海洋资源具有不动产特性。即不能移动或移动后引起品质的根本变化, 失去原有的功能和性质形态, 带来经济价值的改变。

海洋资源具有周期性和动态性。各种海洋资源从形成到为人类利用有不同的周期, 有的较长, 有的较短, 如果人为破坏其生长和发育规律, 就会造

^{*} 基金项目: 国家海洋局青年基金项目(2007702)、国家海洋局第一海洋研究所基本科研业务费专项(2008G24)。

成资源的浪费或枯竭。

海洋资源具有共同财产性质,即它具有公开获取性、使用结果的排他性及负外部性等特点。海洋资源是一种每个成员均拥有所有权的状况,由于不能排除他人使用这种财产的权利,每个人都会根据自己的利润最大化考虑而行事,并且都担心自己未利用这些资源之前就被他人用完,而忽略了这种行为的社会代价,因此往往会造成每个人均抢先使用而导致海洋资源被过度利用乃至早用现象^[4]。

海洋资源由于具备了以上这些性质,而与此同时国家对于海洋资源的保护和监管力度不够,且管理方法不健全,从而导致我国部分海洋资源已被严重过度开发与利用。

2 我国海洋资源过度利用和滥用的根本因素

造成我国海洋资源遭到过度利用和滥用的根本因素至少有如下 3 方面。

一是稀缺性。在任何一个时代或任何一个地区,相对于经济主体消费尽可能多的商品和服务的愿望,资源总是稀缺的,人们的欲望总是超过实际的生产能力。即相对于需求,任何资源都是有限的,这也就是海洋资源的稀缺性。在正常情况下,越是稀缺的资源,其潜在的利用价值越高,因而也就越容易遭到过度利用和滥用。

二是使用者的收益大于成本,能从中获益。使用者会根据自己的利润最大化使用海洋资源,他们将把自己使用海洋资源的数量确定在边际私人收益和边际私人成本相等的地方。因此,使用者边际私人收益的下降幅度比整个资源适用范围内的边际社会收益的下降幅度要小,即收益大于成本。二者之间的差别的大小取决于该使用者能获取海洋资源数量在整个海洋资源拥有量中所占的比例,这个比例越大,则边际私人收益与边际社会收益的差别就越小,但现实情况中使用者往往只能占有海洋资源中很小的比例,因此他的边际私人收益会远远高于边际社会收益,其从中获益也高。

三是缺乏有效管制,存在事实上的自由准入机制。在前两个条件满足以后,使用者就有了获取资

源的充分动力,此时,第三个约束条件——管理机制就变得非常关键。可以说,前两个条件的满足,只是为海洋资源的滥用提供了潜在可能,并非是现实必然性,但如果不能设计一种有效的海洋资源管理方式来有效阻止资源过度利用,则最后一道闸门被打开了,海洋资源的滥用就是必然的了。而我国的海洋资源管理体制长期不健全,随着海洋开发的不断深入,长期的“无度、无序和无偿”用海,严重制约了海洋资源的可持续利用。

如何使海洋资源得到集约化利用?要解决这个问题,首先要搞清楚海洋资源现阶段的集约化利用水平。对于我国海洋资源的利用状况,很多学者们提出“粗放型无序开发利用”“无偿使用海域”和“掠夺性开发海洋资源”等问题,并提出了相应的解决措施,国家也在为此积极作出努力,但对其集约化程度的量化研究现阶段还很少有系统论述,更加没有完善的指标体系对其评估,我国现阶段正在大力实施土地集约化利用,根据对我国土地产出率与国外同类城市相比的资料,我们了解到:1994年北京城市建成区的地均 GDP 为 849 万美元/平方千米,不及同期东京的 1%^[5]。而我国海洋经济发展水平落后于发达国家 20~30 年,可以推断我国的海洋资源利用与发达国家相比:用海结构和布局不合理,造成海洋资源不能物尽其用,海洋资源价值得不到充分利用,海域产出效率与国外相比很低。因此,为实现海洋区域经济增长,研究我国海洋资源利用方式如何由粗放外延式扩展向集约内涵式发展转变已刻不容缓。信息熵方法是一种非常有效且客观的评价方法,以下本研究将利用信息熵方法和指标体系法对渤海地区海洋资源集约化利用程度作实证研究。

3 渤海地区海洋资源集约化利用实证研究

3.1 信息熵及其性质

熵是热力学的概念,它最先由申农引入信息论,现已在工程技术和社会经济等领域得到十分广泛的应用。信息熵是系统无序程度的度量,信息是

系统有序程度的度量，二者绝对值相等且符号相反。在具体分析过程中，可根据各个指标值的变异程度，利用信息熵来计算出各指标权重，在对所有指标进行加权，从而得出较为客观的综合评价结果^[6]。对于离散型随机变量，其信息熵为 $E = - \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$ ， $(i = 1, 2, \cdots, m)$ 。其中， $p_i \geq 0$ 为事件出现的概率， $\sum_{i=1}^m p_i = 1$ 。

信息熵具有以下性质：① 对称性， $p_1, p_2, \cdots, p_m$ 的顺序改变，信息熵值不变。即 $E(p_1, p_2, \cdots, p_m) = E(p_m, p_{m-1}, \cdots, p_1) = E(p_2, p_1, \cdots, p_m)$ 。② 非负性， $E(p_1, p_2, \cdots, p_m) \geq 0$ 。③ 可加性，相对独立的状态，信息熵的和等于和的信息熵。④ 极值性，当 $p_i = 1/m$ ($i = 1, 2, \cdots, m$) 时，信息熵值最大（值为 $\ln m$ ）^[7]。

除了信息熵评价方法外，还有比值分析法、生产函数法、指标体系法、能量效率分析法、包络分析法、因子 - 能量评价模型和能值评价法等方法。但这些方法均或多或少有人为主观判断或者评价较片面的缺陷。本研究拟选用信息熵方法并结合评价指标体系法来分析渤海地区主要海洋资源开发利用集约化程度。

3.2 评价指标体系

由于高效和集约表征了海洋资源利用的两大目标，海洋资源利用高效集约化评价指标的选取应采用目标法，即根据海洋资源利用高效集约化所追求

的目标，在每个目标或每组目标下选取若干指标，如表 1 所示。

表 1 海洋资源集约化利用评价指标体系		
目标	指 标	子 指 标
海洋资源利用高效化	渔业资源	海洋捕捞产量年增长率 海洋水产业总产值年增长率
	油气资源	海洋油气工业总产值年增长率
	海盐资源	年末海盐生产能力增长率
	港口资源	货物吞吐量年增长率 旅客吞吐量年增长率
	滨海旅游资源	接待入境旅游者人数增长率
	海水资源	海水利用业增加值年增长率
	其他	沿海地区主要海洋产业总产值年增长率
	渔业资源	单位面积海水养殖产量(t/hm^2) 海洋水产品增加值占海洋渔业增加值比率
	油气资源	海洋油气工业增加值占总产值比率
	海盐资源	单位生产面积海盐产量(t/hm^2)
海洋资源利用集约化	港口资源	单位码头长度泊位个数($\text{个}/\text{km}$) 单位国际标准箱数重量($\text{万}/\text{万 TEU}$)
	滨海旅游资源	单位星级酒店接待入境旅游者人数($\text{人}/\text{座}$)
	海水资源	海水利用业增加值占总产值比率
	其他	单位海洋产业年末从业人员产值($\text{亿元}/\text{万人}$)

3.3 信息熵计算

根据渤海地区海洋资源集约化利用评价指标取值计算，2003—2005 年渤海地区海洋资源集约化利用程度计算见表 2～表 4 所示。

表 2 海洋资源集约化利用评价结果

目标	指 标	子 指 标	信 息 熵	权 重
海洋资源利用高效化	渔业资源	海洋捕捞产量年增长率	1.004	0.020
		海洋水产业总产值年增长率	1.020	0.098
	油气资源	海洋油气工业总产值年增长率	1.021	0.102
	海盐资源	年末海盐生产能力增长率	1.011	0.055
	港口资源	货物吞吐量年增长率	1.007	0.034
		旅客吞吐量年增长率	1.012	0.058
	滨海旅游资源	接待入境旅游者人数增长率	1.006	0.031
	海水资源	海水利用业增加值年增长率	1.020	0.102
	其他	沿海地区主要海洋产业总产值年增长率	1.012	0.060

续表

目 标	指 标	子 指 标	信 息 熵	权 重
海洋资源利用集约化	渔业资源	单位面积海水养殖产量 (t/hm ²)	1.016	0.079
		海洋水产品增加值占海洋渔业增加值比率	1.010	0.047
	油气资源	海洋油气工业增加值占总产值比率	1.003	0.017
	海盐资源	单位生产面积海盐产量 (t/hm ²)	1.020	0.099
	港口资源	单位码头长度泊位个数 (个/km)	1.002	0.010
		单位国际标准箱数重量 (万 t/万 TEU)	1.011	0.057
	滨海旅游资源	单位星级饭店接待入境旅游者人数 (人/座)	1.004	0.020
	海水资源	海水利用业增加值占总产值比率	1.002	0.010
	其他	单位海洋产业年末从业人员产值 (亿元/万人)	1.020	0.101

数据来源：《中国海洋统计年鉴 2003—2006》。

表 3 海洋资源集约化利用评价综合结果

指 标	信 息 熵	权 重
渔业资源	2.024 5	0.244 0
油气资源	2.024 0	0.119 0
海盐资源	2.031 0	0.154 0
港口资源	2.016 0	0.159 7
滨海旅游资源	2.010 0	0.051 0
海水资源	2.023 0	0.112 0
其他	2.032 0	0.160 0

表 4 渤海地区海洋资源集约化利用年度结果

年 份	2003	2004	2005
集约化利用指标	0.278	0.336	0.386

4 评价结果

从计算结果看，指标“其他”信息熵最大，所包含的信息量最少，这是由于该指标所表示的是海洋资源的综合性指标，没有拉开各个不同海洋资源利用程度的距离，因此作为渤海海洋资源集约化利用评价指标意义不是很大，另一方面反映在权重设置上，可对其忽略。

权重最大的前 3 个评价指标（忽略指标“其他”）是渔业资源、港口资源和海盐资源，其次依次为油气资源、海水资源和滨海旅游资源，这与目前渤海海洋资源利用的实际情况是完全吻合的。值

得注意的是，渤海的滨海旅游资源占到了其总海洋资产的 22%^[8]，但是其集约化利用程度却是各种资源中最弱的，这说明环渤海地区的滨海旅游资源开发利用程度不高，近些年各级政府对渤海地区滨海重工业的发展比较重视，而忽视了对滨海旅游业的开发，导致大量的滨海旅游资源被破坏、闲置和浪费。因此，滨海旅游业重要性需有所提升。以渤海丰富的滨海旅游资源储量来讲，它将成为环渤海地区海洋经济的重要产业部门，应加强海陆旅游统一规划，形成沿海、海岸、海岛和海域统一的滨海旅游地域系统。另外，渤海地区渔业资源的利用是现阶段海洋资源利用集约化程度最高的，但这并不乐观，近年来，由于环境恶化和开发利用不当，渤海渔业资源已遭到严重破坏，在如此严峻的形势下，渤海地区应对海洋渔业资源的开发利用加以保护，要严格执行休渔制度，降低捕捞量，增加养殖量，采取将培育苗种投放海中的方式以增加资源量，实现渤海海洋捕捞渔业可持续发展。同时，要重点研究海水养殖优良品种，借助基因工程和克隆等现代科技，发展海水养殖。但必须因海制宜且合理布局养殖品种。在地域上重视“二岛一湾”（山东半岛和辽东半岛，沿岸浅海海域和渤海海湾）的浅海滩涂渔业开发。

从渤海地区 2003—2005 年评价指标的年度计算结果可以看出，海洋资源集约化开发利用最好的是 2005 年，其次是 2004 年，最差的是 2003 年。

由此也可以看出随着科学技术的不断进步, 经济迅速发展, 人类越来越意识到其生产和生活对自然资源和生态环境的扰动、耗损和破坏, 也越发重视对海洋资源的保护, 渤海地区海洋资源虽已严重过度利用, 但人们已经开始有意识的对其进行保护和高效集约的利用。

通过实证分析可以看出, 基于信息熵的海洋资源集约化评价模型不仅能够根据指标提供的信息量客观赋权, 而且准确可靠, 因此是一种简单可行的科学的综合评价方法。

参考文献:

- [1] 史兆光, 林红霞. 大连海洋资源与环境可持续开发与保护对策 [J]. 大连海事大学学报: 社会科学版, 2007, 6 (5): 47-49, 57.
- [2] 文艳, 倪国江. 实现海洋资源资产化管理, 推动海洋经济可持续发展 [J]. 安徽农学通报, 2007, 13 (18): 249-250.
- [3] 张帆. 环境与自然资源经济学 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1999: 125.
- [4] 宋立清. 我国沿海渔民转产转业问题的成因分析 [J]. 中国渔业经济, 2005 (5): 18-20.
- [5] 刘定惠, 谭术魁, 朱超洪. 城市土地集约化利用的对策探讨 [J]. 湖北大学学报: 自然科学版, 2003, 25 (4): 356-359.
- [6] 张顺堂, 梁艳霞. 基于信息熵的黄金资源集约化利用评价模型 [J]. 山东工商学院学报, 2004 (6): 13-16.
- [7] 李继勇, 周书敬, 李彦苍. 基于信息熵的房地产投资组合模型 [J]. 河北建筑科技学院学报, 2005 (2): 76-79.
- [8] 吴珊珊, 刘容子. 渤海海洋资源价值量核算的研究 [J]. 中国人口资源与环境, 2008 (2): 70-75.