海洋资源经济价值的模型分析

忻海平

（中国地质大学 北京 100083）

摘 要 在科学发展观日益深入人心的当今，如何正确认识海洋资源的价值具有十分重要的意义。在对海洋资源重新定义的基础上，对海洋生物资源、海洋化学资源、海洋矿产资源和海洋动力资源进行了价值评估，并得出了相应的评估值。

关键词 海洋资源；价值评估；模型

可持续发展是近代人类社会经过长期反复思考与探讨逐渐形成的一种新思想，其本质是改变目前靠大量消耗资源同时以破坏环境为代价维持经济发展的传统生产方式，最大限度地节约和合理使用资源，尽量减少人类生产活动和消费行为对环境的不利影响，实现经济增长、自然资源和生态环境的协调与平衡。走可持续发展道路，一要节约和高效保护自然资源；二要积极开发新的资源。海洋资源是一种储量丰富的新兴资源，开发海洋已经成为各国实现经济持续发展的重要组成部分。准确评估其价值，对于我国实现海洋经济甚至整个国民经济的可持续发展具有十分重要的意义。

一、海洋资源定义及分类

随着海洋经济在全世界的逐渐兴起，海洋经济的地位不断提升，人们对海洋资源的认识也在不断加深。

根据国土资源部的解释，海洋资源是海洋的主体——海水、海底与海面有密切关系的一种资源。它通常是指能在海水中生存的生物（包括人工养殖）；溶解于海水中的化学元素和淡水；海水运动，如波浪、潮汐、潮流等所产生的能量；海水中贮存的热量；深海底所蕴藏的资源，特别是海底各种固态矿物，如锰结核；在深层海水中所形成的压力差及海水与淡水之间所具有的浓度差等。总之，海洋资源指的是与海水水体及海底、海面本身有着直接关系的物质和能量。

常见的对海洋资源的分类方法有以下几种。①按照资源有无生命分类，可分为生物资源和非生物资源。②按照资源的来源分类，可分为来自太阳辐射的资源，来自地球本身的资源和地球与其他天体的相互作用而产生的资源。③按照能否恢复分类，可分为再生性资源、有限再生性资源和非再生性资源。④按照资源的属性分类，可分为生物资源、矿产资源、化学资源和动力资源。在上述四种分类法中，主要使用的还是最后一种分类方法，因为这样的分类不仅简单明确，而且能体现海洋资源的属性、特征和分布状况。

二、海洋生物资源价值评估

海洋生物资源属于有限再生性资源，即如果过度开发，这个资源就会逐渐萎缩，直到消失，甚至会因为开发不均衡，带来灾害性后果，但如果适度开发并加以一定的维护，这种资源可以取之不尽，且随着维护水平的提升，其价值也会不断提升。对于海洋生物资源的价值评价，关键要找到其均衡产量，并在此基础上衡量其综合价值。

美国汤姆·泰坦伯格教授在《Environmental and Natural Resource Economics》一书中，提出了有效捕捞量的概念，包括静态有效的可持续产出量和动态有效的可持续产出量。在静态情形中，泰坦伯格认为在捕鱼成本保持不变的条件下，过度捕捞会导致可持续产出量逐渐减少；在动态情形中，泰坦伯格教授认为，只要鱼类的增长率高于损失率，鱼类就不会灭绝，只要能帮助鱼类保持较高增长率，未来的几代人都可以获得满意的捕鱼量。根据这个理论，对海洋渔业资源的价值进行评估时，也需要分两种情况来确定：即自然捕捞情形下的海洋渔业价值和人工放流增殖情形下的海洋渔业价值。

捕捞收益和成本是捕捞努力量的函数（图1），表现为钟形函数关系。一般认为，捕捞收益函数的形状与种群自然生长曲线的形状是相同的（鱼的价格不变）。如捕捞努力量升至 Em 点，

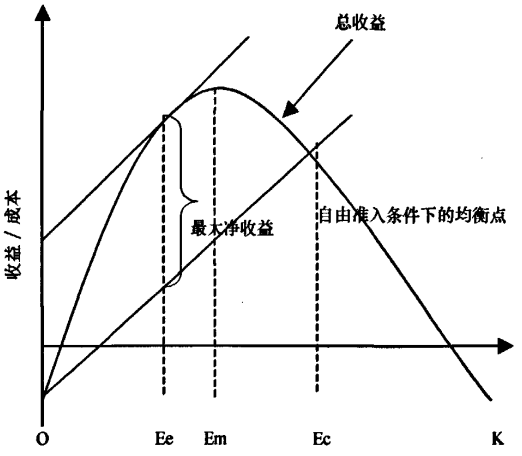

图 1　捕捞收益成本与捕捞努力量的关系

可持续渔获量达到最大；如进一步增加捕捞努力量则可持续渔获量减少。将捕捞努力量限定在 Ee 点所获得的渔获量即为静态最大经济产量，因为 Ee 点边际收益（总收益曲线的斜率）等于边际成本（总成本曲线的斜率）。另外，随着捕捞技术的提高，渔业静态最大经济产量增加。静态最大经济产量是当贴现率为零时动态最大经济产量的一种特殊情况。正贴现率对渔业管理的影响，随着贴现率的升高，动态效率捕捞努力量增加，如贴现率无穷大，捕捞努力量则增加到 Ec，在这一点上，净收益等于零。当贴现率无穷大时，边际利用成本为零，因为未来的渔获物将不具有任何价值。这表明：①边际利用成本等于边际支付意愿；②总收益等于总成本。

从国内情况来看，我国管辖的海洋面积约 350 万 km^2，渔业产量从 1988 年超过日本以来，始终居世界首位。20 世纪 90 年代我国渔业产量增长迅速，1998 年海洋捕捞量（含养殖，下同）超过 1 500 万 t，约占世界海洋捕捞量的 18%，太平洋海域捕捞量的 28%。但是，这个成绩是以资源的过度利用为代价取得的。为控制渔业资源的过度开发，我国政府积极控制捕捞量。从 1999 年开始，我国渔业捕捞量基本上是零增长或者负增长，至 2004 年，捕捞量下降为 2 406 万 t。在静态模型下，可以估算我国海洋渔业的均衡产量约为 1 400 万 t。另一方面，在动态模型下，我国海洋渔业产量却是逐步增长，其增量部分主要来自于人工养殖。1999 年，我国海水养殖总产量只有 948 万 t，2004 年增长至 1 309 万 t，平均每年增长 80 万 t。综合考虑，可以预测未来 10 年内我国海洋渔业的均衡总产量大约在 2 亿 t（平均每年 2 000 万 t），这个有效可持续产量可以代表海洋渔业价值。

如果海洋渔业能够维持在均衡产量的水平上生产，那么海洋渔业资源就属于可持续利用的可再生资源。对于这种产量比较稳定的资源，可以采用收益现值法进行价值评估。即把未来使用期限中的预期收益贴现为即期值，以得出被评估资产的价值，评估中除计算收获收益外，还要计算应补偿的费用和初始的投资。计算公式为：

$$E_p = \sum_t \left(\frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - P_h \right) + H_a$$

其中，E_p 为海洋渔业资源性资产的评估净价，B_t 为在时期 t 中的销售价；C_t 为在时期 t 中的生产成本；P_h 为初始时期的投资；H_a 为保护性补偿费用；t 为海洋渔业资源生长期(年)。

根据这个模型，可以计算出目前条件下，我国海洋水产品和海洋渔业资源的价值。在目前技术条件下，我国海水产品的年度总产量逐渐趋于平衡，增幅逐渐趋于稳定。据中国水产学会调查统计，2006 年 1—11 月全国水产品产量 4 342.45 万 t，比 2005 年同期增长 2.83%。其中淡水产品产量 1 883.58 万 t，同比增长 4.18%，海洋捕捞产品产量 1 285.77 万 t，同比下降 0.23%，海水养殖产品产量 1 173.09 万 t，同比增长 4.18%。2007 年 1—5 月，全国水产品总产量达到 1 664 万 t，比 2006 年同期增长 5.04%，其中海洋捕捞产品 492 万 t、海水养殖产品 399 万 t，分别比 2006 年同期增长 2.67%和 5.56%。这也进一步印证了上面所说的我国海水产品在动态均衡下，适宜的年度总产量在 1 400 万 t 左右。与产量的逐年稳定类似的是，海水产品的平均价格在前几年实现了较大攀升后，近年来也逐步趋于稳定。2006 年 1—11 月，全国居民食品消费价格比 2005 年同期上涨 1.3%，其中食品价格的上涨幅度仅次于住房价格的涨幅，达到 2%。而水产品消费价格比 2006 年同期上涨 1.1%。2007 年海水产品市场综合平均价格为 13.66 元/kg，换算成吨的则是每吨 1.4 万元左右。根据笔者的调查，每吨海水产品的直接生产成本大约为 5 000 元左右，如果加上船体折旧、风险预提等，每吨的生产成本将达到 8 000 元。因此，直观计算，全国海水产品每年能带来的直接收益大概约 850 亿元。

对我国 2001—2004 年的海洋渔业数据进行考量，2001—2004 年我国海洋渔业的总产量分别为：2 572.1 万 t、2 646.3 万 t、2 695.6 万 t 和 2 406 万 t，平均价格(批发价格)分别为每吨 8 432 元、8 867 元、9 015 元和 10 352 元。同时，笔者通过走访渔村渔民，估算每吨海洋渔业的生产成本大致在 4 000 元左右，代入模型 $E_p = \sum_t \left(\frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - P_h \right) + H_a$ 进行计算，假定同期银行利率为 10%，可以估算出我国海洋渔业资源的均衡价值大约在 1.8 万亿 ~ 2 万亿元左右。

三、海洋矿产资源价值评估

海洋矿产资源总体上属于不可再生性资源，对这项资源进行价值评估时要考虑五方面的内容：①资源采掘权益；②资源发现权益；③对资源耗竭的补偿；④对生态环境破坏的补偿；⑤对勘探的补偿。因此，对海洋矿产资源评估价的一般形式可以表示为：$V_e=R_d+F_j+C_r+E_p+P_p$。主要以海洋石油资源作为价值评价对象，就上述五个价值内容进行详细探析。

(1)资源采掘权益(R_d)一般根据海洋矿产资源的规模大小及其品位高低来确定。从资源采掘权益(R_d)来看，我国海域初步计算油气资源量可达 400（351~404）亿 t 以上的油当量，为我国 2002 年海陆原油和天然气油当量储量之和的 9 倍，勘探开发潜力巨大。按当前原油的平均价格每吨 5 000 元计算，当前我国的海洋石油资源采掘权益价值约为 200 万亿元。

(2)资源发现权益(F_j)主要依据资源的现实价值进行确认。随着海洋油气业的快速发展，海洋石油日益成为我国原油增量的主要来源。2004 年海洋油气业总产值 595 亿元，占全国主要海洋产业总产值的 4.6%，增加值为 434 亿元。全国海洋原油产量达 2 843 万 t，比上年增长 16.6%；海洋天然气产量 58 亿 m^3，比上年增长 32.5%。

(3)资源耗竭的补偿(C_r)：为海洋矿产资源补偿费，一般根据直接的补偿标准或市场的资源价值计算。矿产资源耗竭性理论认为，矿产资源耗竭补偿的实质属于跨代间的资源配置和利益

共享问题，也就是代际间的公平问题。资源经济学家们认为，矿产资源耗竭补偿费的实质就是对“给未来消费者留下无法挽回的损失”的价值补偿。在中国，对海洋石油资源耗竭的补偿主要体现在矿产资源的补偿费上。在国务院颁发的《矿产资源补偿费征收管理规定》中，石油资源的补偿费为1%，但1994年国务院在给中国海洋石油总公司《关于对在中国海域开采海洋石油资源不重复征收矿产资源补偿费请予确认的函》的答复中，明确在中国海域内开采海洋石油不用缴纳矿产资源补偿费。如果依据1%的比例进行计算，近年来我国海洋石油资源的耗竭补偿价值大约每年20亿元左右。

(4)矿产资源生态补偿(E_p)是生态补偿理论在矿产资源保护中的运用。生态补偿包含两种含义：一是自然生态补偿，生物有机体、种群、群落或者生态系统受到干扰时，所表现出来的缓和干扰、调节自身状态使生存得以维持的能力。二是指环境法学意义上的生态补偿，即对由人类的社会经济活动给生态系统和自然资源造成的破坏及对环境造成的污染的补偿、恢复、综合治理等一系列活动。本研究所指的生态补偿是第二种含义。从我国目前海洋石油开采的现状来看，对生态环境的影响尚不明朗，或者说当前还不需要考虑海洋石油开采的生态补偿价值。

(5)对勘探的补偿(P_p)体现的是海洋石油勘探费用。石油勘探开发投资大。一般陆上1亿t石油地质储量的勘探费要达到10多亿，甚至20多亿元人民币，海上石油投资更大，一般相当于陆上石油投资的10倍左右。我国近年来海洋石油原油产量基本上稳定在3 000万t左右，据此可以估计当前我国海洋石油勘探补偿大约在30亿~50亿元。

从储量来看，在一定时期内海洋资源的总储量是保持不变的，但随着勘探技术的提高，矿产资源的探明储量是会不断增长的，而且这种增长是呈跳跃式的。但对矿产资源的价值评估只能基于当前的技术水平，也只能基于已经探明的储量。对于海洋石油资源，也是如此。根据上述分析，并简单套用海洋矿产资源评估价的一般模型$V_e=R_d+F_j+C_r+E_p+P_p$，可以得出当前条件下我国海洋石油资源的价值大约在200万亿元以上。

四、海洋化学资源评价

海洋化学资源是以各种经合物形态存在于海洋水体中的有用物质。现已发现的海水中化学物质有92种，据估计，可以从海水中提取的化学物质约60种，但提取成本很高，除食盐外，目前达到一定商业生产规模的只有钾、镁、溴和碘等物质；海水提铀，海水提重水(氢的同位素与氧的化合物)还处于试验阶段。此外，通过海水淡化，从海水中直接获取饮用水的技术日渐成熟，海水淡化生产也达到一定规模。

现以海水淡化为例分析海洋化学资源价值。海水淡化的价值主要体现在两个方面：一是社会价值。我国淡水资源人均占有量仅为世界平均值的1/4，而且在时间和地区分布上很不均衡，有10个省、市、自治区的水资源已经低于起码的生存线，那里的人均水资源拥有量不足500m³。目前我国有300个城市缺水，其中110个城市严重缺水。2010年后，我国将进入严重缺水期，有专家估计，2030年前中国的缺水量将达到600亿m³。因此，通过海水淡化，增加淡水供应量，是解决我国水资源危机的重要途径。二是经济价值。一方面，每年全国缺水数百亿立方米，因缺水影响的国民产值达数千亿元。从这个角度看，通过海水淡化弥补淡水的缺口，可以在较大程度上缓解GDP的增长瓶颈，间接带来经济收益1 000亿元以上，其中可以体现海水淡化的巨大经济价值。另一方面，据初步统计，到2005年年底，中国已建成运行的海水淡化水日产量已达12万t，海水直流冷却水年利用量已近480亿m³。目前，电

水联产海水淡化成本为 4.3~5.1 元 /m³，独立海水淡化厂成本 6.0~6.7 元 /m³，而且随着技术水平的不断提高，未来几年海水淡化吨水成本有望降至 4~5 元左右。在中国淡水资源长期价格偏低，有专家估计，在中国当前经济条件下，每吨水的平均合理价位在 6~8 元左右。因此，目前生产条件下，我国海水淡化所产生的直接经济价值在 3 000 亿元以上，潜在利润空间可以达到 800 亿元左右。

五、海洋动力资源价值评估

海洋能通常是指海洋本身所蕴藏的能量，它包括潮汐能、波浪能、温差能、盐差能、海流能和化学能，不包括海底或海底下储存的煤、石油、天然气等石化能源和“可燃冰”，也不含溶解于海水中的铀、锂等化学能源。联合国教科文组织 1997 年估计，五种海洋能理论上可再生的总量为 766 亿 kW。其中风能为 400 亿 kW，盐差能为 300 亿 kW，潮汐和波浪能各为 30 亿 kW，海流能为 6 亿 kW。而据我国有关专家估计，各类海洋能全球总储量和我国可开发的能量见表 1。海洋能源总量巨大，但分布分散、不均，能流密度低，利用效率不高，经济性差。此处将以海洋风能评价海洋能源资源的价值。

海洋风能属于可再生资源，由于它具有可持续性，能够源源不断地自我生成，所以从长远来看，其价值趋向于无穷大，需要运用收益现值法进行评估，计算的方式为：$E_p = \sum_t \left(\frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - P_h \right) + H_a$。

表 1　各类海洋能全球总储量及我国可开发的能量

类别	全球储量/亿 kW	我国可开发能量/亿 kW
潮汐能	17	1.1
波浪能	30	0.23
温差能	100	1.5
盐差能	300	1.1
海流能		0.3
化学能		0.18

其中 E_p 为风能资产的评估净值，B_t 为 t 时期的销售价，C_t 为 t 时期的生产成本，P_h 为初始投资，H_a 为保护性补偿费用；t 为风能存续时期，在这里 t 趋近于无穷大。

但就单个年份而言，海洋风能的价值都是可以评估的。单一年份的可再生资源市场价值，可以采用市价法进行价值评估。其中，海洋风能的经济价值主要体现在两个方面：一是直接经济价值，可以用能值定价模型进行估价；二是间接经济价值，直接体现为替代其他能源后对环境改善的益处。

1. 直接经济价值

风电电价快速下降，已日趋接近燃煤发电成本，经济效益凸现，且风力发电能力每增加一倍，成本就下降 15%，近几年的风电增长一直保持在 30% 以上。目前，中国风电成本约在 4 元左右，随着中国风力发电装机的国产化和发电的规模化，风电成本可望再降。此外，风电外部成本几乎为零，甚至低于核电成本。据初步测算，如果将内部成本和外部成本同时计入成本，风电将是当前世界上最经济、最洁净的能源。目前，全世界海上风电总装机已达 80 万 kW，其中丹麦、英国、爱尔兰、瑞典和荷兰等国家发展较快。世界风能协会主席麦卡特表示，2005 年风能发电已经占丹麦全国电力总量的 22%，而在丹麦西北部地区，这个比例甚至已经达到 100%。预计到 2030 年，丹麦全国 40%的电力都将来自风能。

海上风电场的优点较多。主要是不占用宝贵的土地资源，基本不受地形地貌影响，而且运输和吊装条件优越，风电机组单机容量更大，年利用小时数更高。目前，海上风电机组的平均单机容量最大已达 6MW，风电机组年利用小时数一般在 3 000 h 以上，有的高达 4 000 h 左右。目前广东、江苏、浙江等地的风力发电取得长足进展。江苏东台 20 万 kW 风电项目，是目前世界单期建设规模最大的风力发电项目，建成后年发电

量将达到4.2亿度。在海上风电方面,东部沿海的海上可开发风能资源约达7.5亿kW。

2.间接经济价值

海洋风能是一种清洁型能源,它的经济价值还体现在对环境的保护方面。在我国的环境污染中,火力发电是主要的污染源之一,并造成相当可观的环境污染损失。2004年,全国二氧化硫排放量为2 255万t,火电厂二氧化硫排放约1 200万t,占全国总排放量的53%,占工业排放的66%。目前由二氧化硫污染产生的酸雨危害着30%的国土面积,对农林业的损失高达220亿元。在我国有60%的煤炭是用于发电的,燃煤电厂的污染物有大气污染、水污染、固定废物污染和噪声污染。一个120万kW的火力发电厂,一天要烧掉1万t煤炭,所排放的二氧化硫一天就可以污染上千平方千米的土地。如果我国东部沿海地区7.5亿kW可开发风能可以开发出其中的10%,就可以有效减少二氧化硫排放量200万t,降低环境污染带来的各项直接损失在60亿元以上。

参考文献

[1] 马林娜,于会国,幕永通. 海洋渔业资源配置效率与我国可选途径. 中国渔业经济,2006(4).

[2] 许耀文. 政策聚焦是环保产业高速发展的推动力. 今日投资,2007年1月30日,www.investoday.com.cn.

[3] 何承耕. 自然资源定价主要理论模型探析. 福建地理,2002(4).