

围填海生态资源损害补偿价格评估方法探讨研究^{*}

冯友建,楼颖霞

(浙江大学地球科学系 杭州 310027)

摘要:围填海生态资源损害补偿价格的评估,对科学控制和修复海洋生态资源引起的资源损害和环境恶化,实现海洋生态资源永续利用有着重要意义。文章基于围填海生态资源损害补偿的内涵和方法,借鉴国内外生态补偿理论和方法,对围填海生态资源损失生态补偿价格评估方法进行了探讨,采用生态系统服务法和机会成本法进行评估,并对其使用的指标和模型进行了具体分析。

关键词:围填海;生态补偿;价格评估

中图分类号:P748

文献标志码:A

文献编号:1005-9857(2015)07-0033-07

1 研究背景

随着社会经济的发展和土地资源的紧缺,挖掘海洋生产力成为缓解发展压力的重要途径,海洋经济已成为未来社会经济发展的方向和趋势。随着国务院海洋发展战略的推进,各地海域基准价格评估项目如火如荼地展开,但海洋所提供的各类资源有限且珍贵,不合理的开发将会导致海洋资源受到不可逆转的损害,对海洋资源的可持续利用非常不利。因此需要通过海洋生态资源损害补偿,来有效控制对海洋环境的损害。

目前国内学者对海域价格评估方法的探讨中所使用方法多为收益还原法、市场比较法、成本法和假设开发法等,估价过程中较少能考虑到海域开发对环境所造成的影响,未能将破坏海域生态的机会成本体现在价格上,这对于海域的合理开发和可持续发展是不利的。陈仲新等在 2000 年曾参照 Constanza 等的分类体系,保守计算了我国海洋生态系统服务价值,约为 21 736.02 亿元/a^[1]。

由以上文献提供的数据可知,围填海对海洋生态系统的损害价值非常之巨大,如果忽视,将不可避免地整体海洋资源造成巨大的损失,因此,在海域价格评估的基础上进行海洋生态资源

损害补偿的修正,有助于将外部环境成本内部化,合理地提高围填海的成本,遏制大规模盲目受经济利益驱动的海洋资源利用行为,引导开发对环境影响较小的、生态资源损失较小的海域,更有效地配置海洋资源,以维持海洋资源的长期可持续发展。

2002 年 1 月,我国颁布《中华人民共和国海域使用管理法》,自其实施以来,围填海面积不断增长,从 2002 年围填海 51 342 hm²^[2]到 2013 年一年围填海指标高达 18 382.47 hm²^[3],还保持着上升趋势。围填海属于永久性改变海洋资源自然属性的利用方式,大量进行围填海的行为不可避免地会对海洋生态资源造成比较重大的影响,如海洋湿地和生态系统的退化和消失,渔业资源减少,基因资源、医药资源的减少,净化水质、气候调节等功能的退化,海洋灾害的增加等。围填海所造成的生态资源破坏和灾害频发需要及时有效的控制和修复。围填海生态资源损害补偿价格评估可以为此起到一定的促进作用,使围填海行为主体对损失支付补偿费用,提供专项资金对受损海域进行治理和保护,促进海洋资源永续利用。

2 围填海生态资源损害补偿的涵义

围填海,是指人工使用填埋物,如土石、建筑

^{*} 基金项目:宁波市海域海岛价格评估研究(7-2)。

垃圾、工程组件等,将滩涂、与大陆相连的海域、岛屿,甚至岛礁,沿边缘填埋成新的陆地以增加土地资源的过程,包括对滩涂围垦和海水区域的填埋。在与大陆相连的围填海中,分为两种围填方式。一是在与大陆相连的海域或滩涂的岸线以外,直接通过筑堤建闸进行圈围,通过排水等工程处理后进行促淤或填埋。二是对入海港湾内部的海域围填,有时会在港湾口门上筑堤,然后筑堤填埋。具体使用方式主要根据技术要求和工程难度判断。通过围填海工程形成的陆域可以用于农业、工业或城市建设等目的。

“生态补偿”的概念经历了从生态意义向社会经济意义不断发展和成熟的过程,我国生态补偿的概念相对更近似于国外的“生态服务付费”的概念,毛显强等在 2002 年提出,生态补偿是指通过对损害(或保护)资源环境的行为进行收费(或补偿),提高该行为的成本(或收益),从而激励损害(或保护)行为的主体减少(或增加)因其行为带来的外部不经济性(或外部经济性),达到保护资源的目的^[4]。目前我国生态补偿的研究更多集中在对其内涵、制度保障、实现机制等方面的探索,对于具体对象的价值评估方式的理论研究和实践摸索均较为有限。

综合以上两者,本研究所指围填海生态资源损害补偿是指:由于围填海行为造成的生态资源损害,对围填海行为主体征收补偿费用的行为。旨在补偿或修复围填海工程对海洋生态资源造成的损害,同时增加围填海成本以控制盲目围填海。其补偿价格标准可用以修正围填用海海域价格评估结果,通过更合理的价格来引导海域合理开发,实现海洋生态资源的保护和可持续利用。围填海生态损害补偿具体包含以下 3 个部分。

2.1 对围填海工程中所利用的海洋生态资源所征收的补偿费用

海洋生态系统服务具有的收益性、稀缺性和资产属性决定了围填海对海洋资源的使用必须支付相应的费用。围填海工程直接利用了相应海域所提供的空间资源,在选择围填海方式开发海域时,围填海域的生态系统服务功能将受到损害甚至丧失,《中华人民共和国海域使用管理法》中规定,国家有权对用海主体征收海域使用金,

但是由于当前对于海洋生态价值的评估体系并不成熟,海域使用金征收标准偏低,一定程度上弱化了这种经济手段的生态调节作用,征收围填海生态损害补偿费有助于强化这种调节作用,因此围填海生态损害补偿费某种程度上也属于海域使用金的范畴。

2.2 对围填海行为造成海洋生态的破坏所征收的补偿费用

围填海行为完全改变了海域自然属性,对围填海域的生态系统造成了几乎毁灭性的破坏,对海洋环境将会产生巨大的、不可逆转的影响,主要表现在以下几方面。

(1)对水动力条件和冲淤状况的影响:因为围填海对天然岸线的破坏会使附近海域水动力条件发生变化,对附近海域冲淤状况造成影响,从而对周边海底地形、港口航道淤积、纳潮量等带来影响。

(2)对海水水质的影响,沿海滩涂等海洋生态系统具有较强的净化能力,围填海将会使海域的污染物处理能力降低或丧失,使海水水质恶化。

(3)对海洋生物和生境的影响,巨大的海洋生态系统是很多海洋生物栖息和繁衍后代的场所,生物多样性极其丰富,围填海不仅会直接影响围填海域和周边的生物,更会破坏很多生物栖息、产卵等关键性行为的场所,使物种数量下降,生物多样性减少。

(4)对滨海风光的影响,围填海会改变围填海域和附近海域的地形地貌,损害其独特景观,如沙滩、礁石等,将会破坏沿岸景观的连续性、完整性和旅游资源的吸引力。围填海工程对海洋生态系统造成的这些破坏是不可逆的,相关行为主体应该对因围填海造成的损失进行赔偿。

2.3 对围填海行为占用海洋生态资源的机会成本所征收的补偿费用

围填海对海域的开发具有很强的排他性,选择了围填海开发方式意味着相应海域丧失了使用其他利用方式获得收益的机会,也使原利用者丧失发展机会,因此要对行为主体征收费用赔偿这些损失,只有这样才能促进使用最优方式开发海洋资源,提高围填海开发效率,减少不合理围填海行为,优化海洋资源配置。

3 围填海生态资源损害补偿估价原则

海洋生态资源损害补偿价格的评估是一个复杂的系统工程,涉及的面比较广,需要考虑的内容较多,需要遵循完整补偿原则、变动原则、成本独立核算原则、预期收益原则、定价适度原则等。

3.1 完整补偿性原则

评估海洋生态资源损害补偿价格的指标体系和价值衡量标准多样广泛,因此在保障独立性的前提下,应力求全面反映和衡量海洋生态资源的价值和损失,挖掘其本质特征,充分考虑其相互联系和差异,以保证评估结果的全面性和可靠性。

3.2 变动原则

影响围填海生态资源损害补偿价格的评估因素可能跨越比较大的时空尺度,各因素常常处于变动之中,如海产品价格、开发成本、其他海域开发方式的预期收益等,这些因素都会在较大程度上受社会经济发展的影响,补偿价格会因为这些因素的变动而产生变化。在对围填海生态资源损害补偿价格进行评估的过程中,需要分析这些要素的变化,总结出其发展规律,才能得出科学的结论。同时这也要求补偿价格的标准需要定期更新,以适应社会对生态环境要求的变化和发展。

3.3 成本独立核算原则

海洋生态资源损害补偿价格评估过程中会涉及多种不同因素的核算成本,各成本之间需要保持相对的独立性,避免内涵交叉、意义相近的指标重复计算,使评估结果产生过大误差。

3.4 预期收益原则

围填海过程对海域自然属性的改变是永久性的,对其补偿中包含因围填海活动而付出的机会成本,是对海域未来收益在一定程度上的补偿。海域过去的收益有助于推测其未来收益。遵循预期收益原则要求在对围填海造成的海域生态损失的补偿价格评估时,应考虑评估海域在其他最优利用方式下客观的预期收益。

3.5 定价适度原则

围填海生态损害补偿价格评估的目的在于:通过经济手段来促进海洋生态资源的合理利用,

其价格高低对于管理效果有着深远影响。评估价格过高会对开发者的积极性造成打击,使开发海洋资源处于闲置状态;价格过低又会导致盲目过度进行围填海行为,造成围而不垦、粗放经营等状态,对相应海域生态环境造成不必要的破坏。只有合理根据围填海域实际状况、社会可接受度、人类对环境质量的要求进行综合评估,才能正确引导合理适度的围填海工程,促进海洋资源有效利用和海洋资源可持续发展。

4 围填海生态资源损害补偿估价方法

4.1 围填海生态资源损害补偿估价思路

与一般人类活动的生态损害相比,围填海工程对海洋生态系统的破坏是彻底性的,其生态损失程度更容易界定,基本可以估计为相应海域生态系统服务价值的完全损失,因此围填海生态损害补偿价格评估的基本思路是以评估海域资料为基础,使用生态系统服务价值法,通过市场价格法、替代成本法、影子工程法、旅行费用法、假想市场法等资产评估方法对评估海域的各项生态系统服务价值进行核算,再用机会成本法对评估海域因围填海而丧失的其他海域开发模式可能带来的最大净收益进行评估,依据两者结果,最终通过利益相关者协商博弈,确定得出围填海生态损害补偿价格标准。

4.2 围填海生态资源损害补偿价格生态系统服务价值法评估

4.2.1 海洋生态系统服务价值法内涵

由于围填海活动对海域自然属性的彻底改变,几乎造成海域生态系统服务功能的完全丧失,其造成的损失价值量可用围填海域的生态系统服务价值来衡量。联合国千年生态系统评估(MA)^[5]在2005年将生态系统服务价值定义为:人类从生态系统中所获得的收益。生态系统服务价值法是一种以生态系统服务价值损失为基础的定量评估方法。海洋生态系统是复杂动态的整体,其各个服务因素之间可能跨越比较大的时空尺度,常常处于变动之中,因此海洋生态系统服务价值的量化具有较大难度,经过国内外学者多年的理论和实践探索,生态系统服务价值法已经在森林、流域等生态系统中得到较为广泛的运用,可为围填海生态系统服务价值的核算提供

借鉴。

4.2.2 围填海生态损害补偿生态系统服务价值法技术路线

生态系统服务价值法评估围填海生态资源损害补偿价格的基本思路是选取生态系统服务的价值指标,对每个指标使用不同方法进行量化,如市场价格法、替代成本法、影子工程法、旅行费用法、假想市场法等等,而后考虑各指标的时间价值因素后进行汇总作为其生态系统服务价值。具体的技术思路如图 1 所示。

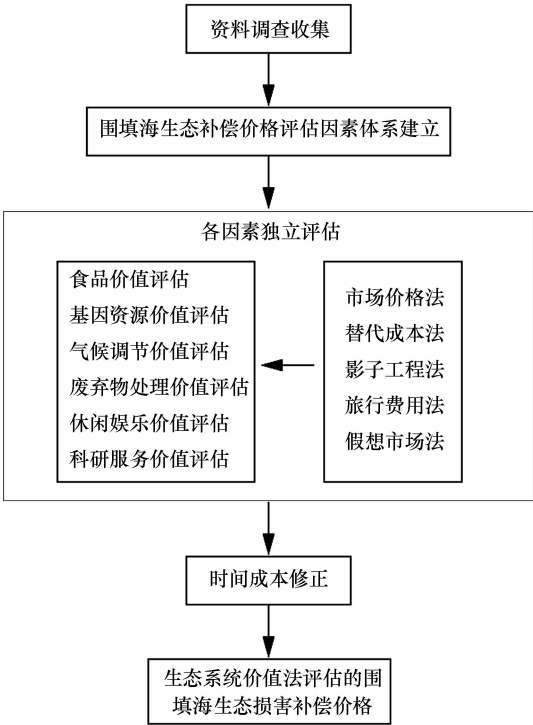


图 1 生态系统价值法评估围填海生态补偿价格的技术路线

4.2.3 围填海生态损害补偿生态系统服务价值法核算

针对一般生态系统服务价值的评估,Costanza 等主张将服务分为 17 项^[6],对每项进行单独测算;Daily 则将其划分为 13 项服务^[7],De Groot^[8]采用分组的方式,将生态系统服务价值划分为调节功能、生境功能、生产功能和信息功能 4 组,包含 23 项服务。MA 也采用分组的划分方式,分为供给服务、调节服务、文化服务和支撑服务 4 组。该划分体系得到了比较广泛的接受和支持。

针对海洋生态系统服务的独特性,陈尚等人

在 MA 的划分基础上提出了针对海洋生态系统服务的价值体系,包含供给服务、调节服务、文化服务和支撑服务 4 组,包含 14 项服务^[9]。

在此基础上,考虑到围填海活动对海域造成的具体影响,以及数据获取的技术困难和可操作性,结合专家意见进行简化和替代,本研究将围填海生态损害补偿生态系统服务价值法的评估细分为以下 6 个指标。

(1)食品价值评估。包括养殖产品和捕捞产品的价值两部分,在计算时需扣除生产成本,采用市场价格法,估算填海造成的海产品的损失。根据各级别渔业统计年鉴,水产品通常分为鱼类、甲壳类、贝类、藻类、其他 5 类,评估海域水产品价值计算公式为

$$V_{E1} = \sum ((Q_{Fi} \times P_{Wi}) - C_{Fi}) + \sum ((Q_{Ci} \times P_{Wi}) - C_{Ci}) \quad (1)$$

式中: V_{E1} 指评估海域水产品价值(元/a); Q_{Fi} 指第 i 类水产品的养殖年产量(kg/a); Q_{Ci} 指第 i 类水产品的捕捞年产量(kg/a); P_{Wi} 为第 i 类水产品的价格(元/kg); C_{Fi} 指第 i 类水产品的养殖成本(元/kg); C_{Ci} 指第 i 类水产品的捕捞成本(元/kg)。

(2)基因资源价值评估。De Groot^[8] 经过研究得出生态系统基因资源的价值在 6~112 美元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$),在此可直接使用其研究结果,因此海洋生态系统基因资源价值为 37~686 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$),可根据所评估海域的具体情况进行修正。

(3)气候调节价值评估。国家海洋所^[10] 基于海洋吸收大气二氧化碳的原理计算了我国各海域吸收二氧化碳的量。分别为:东海 2.50 t/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$),北黄海 35.21 t/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$),南黄海 20.94 t/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$),南海 4.76 t/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$),渤海 36.88 t/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)。

由此可得气候调节价值的计算公式为

$$V_{E3} = Q_c \times P_c \quad (2)$$

式中: V_{E3} 指评估海域气候调节价值(元/a); Q_c 为其吸收二氧化碳的数量(t/a); P_c 为二氧化碳排放权的市场交易价格(元/t)。

(4)废弃物处理价值评估。海域的废弃物处理价值可以通过计算排海废弃物的数量进行评估,废弃物类型包括废水、COD、氮、磷等,评估海域废弃物处理价值计算公式为

$$V_{E4} = Q_w \times f \times (1 - 20\%) \times P_w \quad (3)$$

式中: V_{E4} 指评估海域废弃物处理价值(元/a); Q_w 为工业和生活废水产生量(t/a); f 为废水所含的污染物质量百分比浓度;20%指污染物滞留率;(1%~20%)即指污染物入海率; P_w 为人工处理污水的单价(元/t)。

(5)休闲娱乐价值评估。休闲娱乐价值可用旅行费用法进行评估。根据评估海域所在及毗邻县市的旅游收入和该海域的旅游资源条件进行计算,其公式为

$$V_{E5} = V_T \times F_T \quad (4)$$

式中: V_{E5} 指评估海域休闲娱乐价值(元/a); V_T 为其所依托县市某年的旅游收入(元/a); F_T 指评估海域内景区对其所依托城市的旅游收入的影响系数,通过特尔非法得出。

也可用收益转移法计算,其公式为

$$V_{E5} = V'_T \times S \quad (5)$$

式中: V_{E5} 指评估海域休闲娱乐价值(元/a); V'_T 指海洋休闲娱乐资源单位面积价值(元/hm²·a),陈仲新等^[1]对中国生态系统效益价值进行过研究,并评估出中国生态系统的旅游娱乐功能的单位价值为 131 元/(hm²·a),此处可以采用该研究数据; S 为损失的海洋休闲娱乐资源的面积(hm²)。

(6)科研服务价值评估。科研服务价值的评估采用替代成本法进行评估。以将所评估海域作为研究对象的海洋类科技论文数量和平均每篇海洋类科技论文的科研经费投入来替代其科研服务价值,其公式为

$$V_{E6} = Q_s \times P_s \quad (6)$$

式中: V_{E6} 指评估海域的科研服务价值(元/a); Q_s 指将所评估海域作为研究对象的海洋类科技论文的数量,可通过科技文献搜索引擎来确定; P_s 为平均每篇海洋类科技论文的科研成本,根据国家海洋局 2005 年对每篇海洋类科技论文的科研成本计算,约为 35.76 万元^[11]。

由于围填海对海洋生态系统的彻底性损害剥夺了未来人们使用海洋生态系统服务的权利,因此在评估时需要考虑补偿的时间价值,将每年的海洋生态补偿金额折算成当前的总补偿金额,其计算公式为

$$V_{E7} = V_{E1} + V_{E2} + V_{E3} + V_{E4} + V_{E5} + V_{E6} \quad (7)$$

$$V_E = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{V_{E7}}{(1+r)^n} = \frac{V_{E7}}{r} \quad (8)$$

式中: V_E 为生态系统价值法评估的围填海生态资源损害价格标准(元); V_{E7} 为其每年价格标准; r 为贴现率; $n=1,2,3,\dots,\infty$ 为年限。

基于代际公平的原则,生态资源环境的时间成本计算过程中贴现率的选择十分重要,围填海对海洋环境产生的影响是长期和巨大的,通常倾向于选择较小的贴现率,国外学者一般选择 2%~4%,可结合近年的存款利率变动情况进行调整。

4.3 围填海生态损害补偿价格机会成本法评估

4.3.1 围填海机会成本内涵

美国经济学家约瑟夫·斯蒂格利茨 1993 年在《经济学》一书中解释了机会成本的内涵:“资源作为一种用途使用就意味着它不能同时被用于其他用途。因此,当我们考虑用某种方式使用一种资源时,应考虑其第二佳的用途。这一用途就是其机会成本的正式度量”^[12]。

由于围填海对海洋生态系统的损害无法恢复原状,这里“机会”指被评估海域具有的不同用海方式的多种可能性。因此本文所指围填海的机会成本指:海域因围填海活动而丧失的其进行其他开发利用方式可能带来的最大净收益。生态损害补偿评估的机会成本法即指对海域机会成本进行评估,并根据该成本核算被评估海域的价值和其生态资源损失的补偿价格标准的评估方法。

4.3.2 围填海生态损害补偿机会成本法技术路线

机会成本法评估围填用海生态资源损害补偿价格的基本思路是:判断评估海域的其他用海方式,对各个方式的收益进行评估,确定不同用海方案的组合方式,评估每一种方案的净收益,以其中最大净收益作为机会成本。具体的技术思路如图 2 所示。

4.3.3 围填海机会成本的核算

海域开发有很多不同的方式。但在核算机会成本时需注意,“其他用海方式”与围填海之间必须具有完全排他性,在选择围填海利用方式之后就不能够同时采用“其他用海方式”。但在各

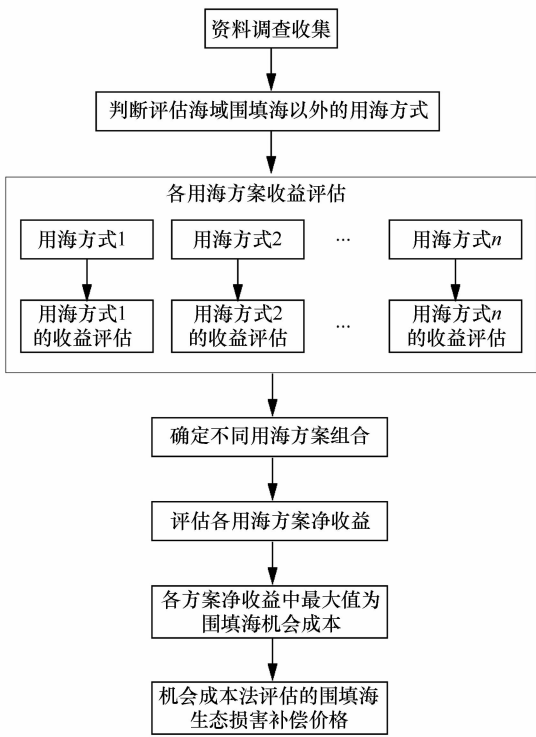


图2 成本法评估围填用海生态补偿价格的技术路线

类“其他用海方式”之间则并不完全相斥,可以同时采用不同用海方式通过特定的资源配置实现“最大净收益”,此时获得的最大净收益才是机会成本的度量。

在实际核算过程中可使用情景模拟法,衡量评估海域的资源环境状况、区位和经济发展状况等,确定每一种用海方案的主导和辅助的用海类型,进行计算:

$$N_i = D_i + \sum A_{ij} \tag{9}$$

$$C_o = \max\{N_i\} \tag{10}$$

式中: N_i 为评估海域第 i 种开发方案的总净收益(元/a); D_i 为第 i 类开发方案的主导用海类型的净收益(元/a); A_{ij} 为第 i 种开发方案的第 j 类辅助用海类型的净收益(元/a); C_o 为围填海年机会成本,即评估海域各开发方案中可获得的年最大净收益(元/a)。

由于围填海对海洋生态系统的损害剥夺了未来人们使用海洋生态系统服务的权利,因此在评估时需要考虑补偿的时间价值,将每年的海洋生态补偿金额折算成当前的总补偿金额。

$$V_c = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{C_o}{(1+r)^n} = \frac{C_o}{r} \tag{11}$$

式中: V_c 为机会成本法评估的围填海生态资源损害补偿价格标准(元), C_o 为年机会成本(元); r 为贴现率, $n=1,2,3\cdots\infty$ 为年限。

4.4 围填海生态损害补偿价格的确定

生态系统价值评估法和成本法分别是 从收益和成本 2 个角度来对围填海生态损害补偿价格进行的评估,生态系统价值法通过将评估海域的生态系统服务功能价值化来核算围填海活动产生的损害,最接近生态效益的真实值,若能准确量化将会是补偿价格标准的最好依据,但通常需要大量数据和信息,高度依赖研究者主观的模型构建,评估难度大,并且根据国内外学者在森林、流域等领域的应用实践表明用这种方法计算出的补偿标准通常偏大,可以作为补偿的上限。机会成本法对围填海域丧失的未来可能的发展机会所造成的经济损失进行测度,其结果通常有较大的社会接受度,但机会成本法也存在一些不足,其受主观人为干扰较大,对于未来发展的预测存在较大的不确定性,并且评估过程偏向生态系统的直接使用价值,弱化间接价值和服务价值,因此通常作为补偿标准的下限。

因此围填海生态损害补偿的标准应以机会成本法确定的价格作为下限,生态系统价值评估法确定的标准作为上限,最终通过利益相关者协商博弈确定,此时也可以借助意愿调查等方法辅助确定,最后得出具备科学依据,并且具有可行性的围填海生态损害补偿价格。

5 结束语

目前,海洋生态资源损害补偿价格评估还处于探索阶段,尚未形成系统的评估理论体系。为了控制和修复利用海洋生态资源引起的资源损害和环境恶化,必须加强建立科学合理的海洋生态资源补偿机制,科学评估补偿价格,将环境外部成本内部化,运用政府和市场手段达到海洋生态资源永续利用的目的。本研究对围填用海海洋生态资源损失生态补偿价格评估方法进行了探索,基本思路是以评估海域的相关资料为基础,使用生态系统服务价值法对评估海域的生态系统服务价值进行逐项全面评估,再用机会成本法对评估海域因围填海而丧失的其他海域开发模式可能带来的最大净收益进行评估,依据两者

结果均衡得出围填海生态损害补偿价格标准。方法具有可操作性。在实际的围填用海的海洋生态资源损害补偿价格评估过程中,需要对围填用海所在区域及各项评估指标数据和信息有深入的调查,并且要求评估人员对海洋生态资源特

点和生态补偿体系评估体系有深刻的认识。此外,评估结果受人为各种因素影响较大,存在一定风险,对于评估过程中各类风险的考虑以及基于结果的修正需要进一步的研究探讨。

参考文献

[1] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报, 2000, 45(1): 17—22.

[2] 国家海洋局. 2002 年海域使用管理公报[EB/OL]. http://www.soa.gov.cn/zwgk/hygb/hysyglgb/201211/t20121105_5571.html.

[3] 国家海洋局. 2013 年海域使用管理公报[EB/OL]. http://www.soa.gov.cn/zwgk/hygb/hysyglgb/201403/t20140320_31036.html.

[4] 毛显强,钟瑜. 生态补偿的理论探讨[J]. 中国人口资源与环境, 2002, 12(4): 38—41.

[5] 赵士洞,张永民. 生态系统与人类福祉:千年生态系统评估的成就、贡献和展望[J]. 地球科学进展, 2006, 21(9): 895—902.

[6] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报, 2000, 45(1): 17—22.

[7] 谢高地,鲁春霞,成升魁. 全球生态系统服务价值评估研究进展[J]. 资源科学, 2001, 23(6): 5—9.

[8] COSTANZA R, D'ARGE R, DE GROOT R. 全球生态系统服务与自然资本的价值估算[J]. 生态学杂志, 1999, 18(2): 70—78.

[9] 陈尚,张朝晖,马艳,等. 我国海洋生态系统服务功能及其价值评估研究计划[J]. 地球科学进展, 2006, 21(11): 1127—1133.

[10] 陈尚,任大川,夏涛,等. 海洋生态资本理论框架下的生态系统服务评估[J]. 生态学报, 2013, 33(19): 6254—6263.

[11] 国家海洋局. 2005 年海洋科技年报[EB/OL]. <http://sdinfo.coi.gov.cn/hygb/kjnb/2005/4.html>.

[12] 苗丽娟,于永海,关春江,等. 机会成本法在海洋生态补偿标准确定中的应用:以庄河青堆子湾海域为例[J]. 海洋开发与管理, 2014, 31(5): 21—26.