

浙江省典型水利工程生态产品价值核算案例研究^{*}

余根听 徐泽琪 周鑫妍[#] 尤爱菊 胡可可 许开平 唐文嘉
 (浙江省水利河口研究院(浙江省海洋规划设计研究院),浙江 杭州 310020)

摘要 以浙江省水利工程项目为切入点,按照产品服务功能将水利工程生态产品划分成了供给产品、调节服务、文化经济服务和生命支持服务四大类,构建了水利工程生态产品价值核算体系,并以婺城区上干溪综合整治工程(山区河道)、吴兴区高铁新城综合整治项目(平原河道)、柯城区寺桥水库建设项目(湖库)3 类典型水利工程为例,对该核算体系进行了试算验证。结果表明,以上 3 类工程分别可实现生态产品价值 2 120.42 万、1 964.14 万、18 575.99 万元。该核算体系的构建可有效助力水利行业生态产品价值核算“进规划、进决策、进项目、进考核”。

关键词 浙江省 水利工程 生态产品 价值核算
 DOI:10.15985/j.cnki.1001-3865.2024.01.005

The case study on ecological product value accounting of typical water conservancy engineering in Zhejiang Province YU Genting, XU Zeqi, ZHOU Xinyan, YOU Aiju, HU Keke, XU Kaiping, TANG Wenjia. (Zhejiang Institute of Hydraulics & Estuary (Zhejiang Institute of Marine Planning and Design), Hangzhou Zhejiang 310020)

Abstract: Taking the water conservancy project in Zhejiang Province as the entry point, the ecological products of water conservancy engineering were divided into four categories based on product service functions: supply products, regulation services, cultural and economic services, and life support services. The value accounting system of ecological products for water conservancy engineering was constructed. Taking three typical water conservancy projects, namely the Shangganxi Comprehensive Improvement Project in Wucheng District (representing mountainous river), the Gaotixincheng Comprehensive Improvement Project in Wuxing District (representing plain river), and the Siqiao Reservoir Construction Project in Kecheng District (representing reservoir), as examples, the accounting system was verified through trial calculations. The results showed that the above projects could realize the value of ecological products of 21,204 2 million, 19,641 4 million and 185,759 9 million yuan, respectively. The construction of the accounting system can effectively help the ecological product value accounting of the water conservancy industry in “planning, decision-making, project and assessment”.

Keywords: Zhejiang Province; water conservancy engineering; ecological products; value accounting

2020 年,浙江省率先出台了全国第一个生态系统生产总值核算标准——《生态系统生产总值(GEP)核算技术规范 陆域生态系统》(DB33/T 2274—2020), 加快推进了生态产品价值实现历程。之后,全国其他省份也相继发布了生态产品价值核算规范、指南等。一方面,就全国目前已制定的价值核算规范、指南等而言,生态价值核算主要聚焦于区域范畴的生态系统,从整个陆域生态系统出发,涵盖了农、林、牧、渔、空气及水环境净化、气候调节、生态旅游等众多产品,总体覆盖面广,但针对某个生态系统单元,其研究深度存在一定的局限。就水域而言,考虑了洪水调蓄、水环境净化、气候调节等价值,但

水资源供给、内陆航运、水力发电、特色水产品、防洪减灾等价值没有得到充分考虑,不能充分体现水域上的工程项目活动带来的生态产品价值提升。另一方面,目前生态产品价值核算体系尚未统一、评估方法不完善,故而调查方法的合理与否、不同研究人员采用的指标类型和方法体系一致与否,均会造成同一生态产品评估结果的差异,使得价值评估结果难以信服,无法真正提供决策参考。

“双碳”背景下,水生态环境的地位和作用更凸显,水利工程的内涵和功能更丰富,在保障水资源供给、防洪减灾等基本功能的同时,可提供健康水生态、宜居水环境、优美水景观。当前阶段,国家生态

第一作者:余根听,男,1992 年生,硕士,工程师,主要从事河湖生态保护与修复。[#] 通讯作者。
^{*} 浙江省科技计划项目(No.2022C02038);浙江省水利科技计划项目(No.RA2102);浙江省水利河口研究院(浙江省海洋规划设计研究院)院长基金资助项目(No.ZIHE21Z002)。

水利工程项目众多,故而本研究通过构建水利工程生态产品价值核算体系,明确水利工程项目的生态产品名录、功能量与价值量核算方法,并选取浙江省典型水利工程进行核算,以期为推进水利工程项目生态价值核算“进规划、进决策、进项目、进考核”奠定理论与实践基础。

1 水利工程生态产品内涵

自 20 世纪 70 年代以来,随着经济水平的提高和认知水平的提升,水利工程建设有明显转变,从单纯强调人类使用功能需求到生态系统健康需求统筹考虑,从硬性工程体系到管理措施协同考虑的综合措施体系,从水利工程到与生态学融合形成生态水利工程,生态水利工程建设成为顺应时代发展的必然趋势^[1]。2003 年,董哲仁^[2]提出了生态水利工程学概念,其关注的对象不仅是具有水文特性和水力学特性的河湖,而是还具备生命特性的河湖生态系统,研究范围从河湖及其岸边的物理边界扩大到河流走廊生态系统的生态尺度边界。本研究所指的水利工程即为生态水利工程概念,研究水利工程在满足人类社会需求的同时,兼顾淡水生态系统健康与可持续性需求。

自 2010 年,我国提出生态产品概念以来,各大机构及学者对生态产品概念进行了不同的探究,从集中于自然要素本身,到引入了人类社会共同生产的提供给人类社会使用和消费的终端产品或服务,生态产品概念有了新的拓展。水利工程生态产品同生态产品一样,需符合产品的三要素特征^[3],包括:1)包含生产劳动;2)具备在市场中流通、交易而成为商品的可能和基础;3)是以人类消费使用为目的、有价值的物品和服务。同时,还具备公用性、整体性、外部性、可再生性等特性。基于此,水利工程生态产品按照不同形式可划分为不同类型,如根据服务功能,可分为供给产品、调节服务、文化经济服务和生命支持服务;根据是否具备市场交易特征,可分为公共性和经营性产品;根据存在形态,可分为有形和无形产品等。本研究中水利工程生态产品主要根据服务功能进行划分。

2 核算体系构建

2.1 核算原则

水利工程生态产品价值按年度进行核算。其中,功能量核算以考虑产品变化量为原则;对于水利工程生态产品价值量核算过程中各类生态产品价格

确定应遵循以下原则^[4-5]:1)有市场价格的直接采用市场价格;2)无市场价格的宜采用现行标准及规范的规定价格或行业主管部门的指导价格,也可采用替代成本法、影子工程法等推算价格;3)既无市场价格又无规定/指导价格并且不宜采用替代成本法、影子工程法等推算的,可采用支付意愿法、成果参照法等估算价格。

2.2 水利工程生态产品价值核算方法

2.2.1 供给产品

1) 水资源供给

水资源供给主要考虑临水线内水域供水能力的变化(不考虑水质因素),按式(1)至式(4)核算。

$$V_1 = \Delta W_s \times p \quad (1)$$

$$\text{湖库}^{[6]5200}: W_s = Q_w \times n \quad (2)$$

$$\text{河流}: W_s = Q_{\text{来}} - Q_{\text{生态}} - Q_{\text{不可开发}} + Q_{\text{重复}} \quad (3)$$

$$\text{复蓄次数}^{[7]}: n = \frac{Q_{\text{来}} - Q_{\text{排}}}{Q_{\text{允许最大}} - Q_{\text{生态}}} \quad (4)$$

式中: V_1 为水资源供给价值,元; ΔW_s 为年可供水量的变化量, m^3 ; p 为供水单价,此处采用核算当期原水价格,元/ m^3 ; W_s 为年可供水量, m^3 ; Q_w 为水库的兴利库容或湖泊的常水位与生态水位容积差, m^3 ; n 为复蓄次数; $Q_{\text{来}}$ 为河流来水量,主要考虑地表的产水量, m^3 ; $Q_{\text{生态}}$ 为河流生态需水量,可定为河流平水年(50%保证率)的年径流量的 30%^[8-9], m^3 ; $Q_{\text{不可开发}}$ 为经济不合理、技术不可行的不可开发水资源量, m^3 ; $Q_{\text{重复}}$ 为不可开发水资源量与河流生态需水量的重复部分, m^3 ; $Q_{\text{排}}$ 为河流的生态需水量、灌溉用水量、水面蒸发量及补充地下水量之和, m^3 ; $Q_{\text{允许最大}}$ 为河槽允许最大蓄水量, m^3 。

2) 内陆航运

内陆航运主要考虑水利工程建设前后航道货运及客运能力的变化^[10],按式(5)核算。

$$V_2 = \Delta Q_{h1} \times p_{h1} + \Delta Q_{h2} \times p_{h2} \quad (5)$$

式中: V_2 为内陆航运价值,元; ΔQ_{h1} 为货运变化量,t; p_{h1} 为货运单价,元/t; ΔQ_{h2} 为客运变化量,人; p_{h2} 为客运单价,元/人。

3) 渔业产品

渔业产品主要考虑水利工程建设前后河湖水域内浮游植物、浮游动物、底栖动物等提供的鱼产力的变化,按式(6)至式(9)核算。其中,各系数可从渔业部门获得,若无则参照表 1 取值。

$$V_3 = \Delta F \times p_f \quad (6)$$

$$F = (F_{\text{浮游植物}} + F_{\text{浮游动物}}) \times V_q + F_{\text{底栖动物}} \times A \quad (7)$$

$$F_{\text{浮游植物}} \text{ 或 } F_{\text{浮游动物}} = M \times \xi \times \alpha / \theta \quad (8)$$

$$F_{\text{底栖动物}} = B_{\text{zb}} \times \xi \times \alpha / \theta \tag{9}$$

式中： V_3 为渔业产品价值，元； ΔF 为河湖水域鱼产力变化量，kg； p_f 为水产品单价，采用核算当期淡水产品平均价格，元/kg； F 为河湖水域鱼产力，kg； $F_{\text{浮游植物}}$ 、 $F_{\text{浮游动物}}$ 分别为单位体积浮游植物、浮游动物提供的鱼产力，kg/m³； V_q 为水体容积，m³； $F_{\text{底栖动物}}$ 为单位面积底栖动物提供的鱼产力，kg/km²； A 为水域面积，km²； M 为浮游植物或浮游动物年平均生物量，g/L； ξ 为饵料生物年生产量与年平均生物量之比； α 为鱼类对饵料生物最大利用率，%； θ 为鱼类对饵料生物的饵料系数； B_{zb} 为底栖动物年平均生物量，mg/m²。

表 1 鱼产力计算各系数参考取值表

Table 1 The reference values of coefficients in fish productivity calculation

饵料生物	ξ	$\alpha/\%$	θ
浮游植物	150.0	70	100
浮游动物	50.0	50	10
底栖节肢动物门、环节动物门	2.1	40	6
底栖软体动物	4.0	25	50

4) 生态能源

生态能源主要考虑水能发电价值(V_4 ，元)，应用工程建设前后发电量变化量(ΔQ_{hp} ，kW·h)进行核算，按式(10)核算。

$$V_4 = \Delta Q_{\text{hp}} \times p_{\text{hp}} \tag{10}$$

式中： p_{hp} 为单位水能发电价格，元/(kW·h)，采用最新的浙江电网销售电价均值。

5) 特色水产品

特色水产品主要是指水利工程服务范围内，因优质水资源、健康水生态等产生的生态产品溢价或通过物质生产带来的水经济价值，包括但不限于以下方面：

① 水制品：主要考虑地域优质水资源降低酒水、饮料等制造成本或提高相对售价，按式(11)核算。

$$V_5 = \sum_i \Delta Q_{qi} \times (p_{wi} + p_{ui}) \tag{11}$$

式中： V_5 为水制品（指酒水、饮料等）价值，元； ΔQ_{qi} 为第 i 类水制品取水变化量，m³； p_{wi} 为第 i 类水制品制造成本降低值，元/m³； p_{ui} 为第 i 类水制品售卖价格提高值，用当地现状水制品售卖价与浙江省对应水制品平均售卖价的差值表示，元/m³。

② 经济植物产品：主要考虑芦苇、莲藕、菱角、茭白等水生经济植物的生产，按式(12)核算。

$$V_6 = \sum_j F_j \times p_j \tag{12}$$

式中： V_6 为经济植物产品价值，元； F_j 为第 j 类经济植物的年产量，kg； p_j 为第 j 类经济植物的单价，元/kg。

2.2.2 调节服务

1) 洪水调蓄

洪水调蓄主要考虑生态水利工程蓄积洪水、调节洪峰的作用，按式(13)核算。其中，湖泊、水库、沼泽调蓄量的核算可参照 DB33/T 2274—2020；河道洪水调蓄量主要计算河道常水位与设计洪水位之间对应的容积和复蓄次数的乘积。

$$V_7 = \sum_x \Delta C_{fx} \times (C_{\text{we}} + C_{\text{wo}}) \tag{13}$$

式中： V_7 为洪水调蓄价值，元； ΔC_{fx} 为第 x 项水域的洪水调蓄量的变化量，m³； C_{we} 为水库单位库容工程造价，元/m³； C_{wo} 为水库单位库容的运营成本，元/m³。

2) 防洪减灾

防洪减灾价值主要考虑水利工程建设前后，相应设计标准下防洪保障区内各类财产损失量降低值(V_8 ，万元)，按式(14)核算。各类财产损失按照《浙江省典型区防洪减灾效益评估研究》进行计算，其中平原区的土地、重大基础设施及公共设施损失值之和一般取城乡居民家庭财产、工商企业财产及农业资产损失总和的 13%，山丘区、滨海区则分别取 11%、10%。

$$V_8 = \Delta V_{\text{家直损}} + \Delta V_{\text{工商企业}} + \Delta V_{\text{农作物}} + \Delta V_{\text{土地}} + \Delta V_{\text{重大基础设施}} + \Delta V_{\text{公共设施}} \tag{14}$$

式中： $\Delta V_{\text{家直损}}$ 为水利工程建设前后城乡居民家庭财产（主要包括城乡居民、砖瓦房、其他房屋、生活家具、家畜家禽、交通工具等）损失量降低值，万元； $\Delta V_{\text{工商企业}}$ 为水利工程建设前后工商企业财产（包括厂房、办公与营业用房、生产设备、运输工具等固定资产与原材料、成品、半成品及库存物资等流动资产）损失量降低值，万元； $\Delta V_{\text{农作物}}$ 为水利工程建设前后农业资产（包括水稻、其他粮食作物、经济作物及各类水产和其他具有农业价值的作物等）损失量降低值，万元； $\Delta V_{\text{土地}}$ 为水利工程建设前后土地财产（包括耕地、林草地、建设用地等）损失量降低值，万元； $\Delta V_{\text{重大基础设施}}$ 为水利工程建设前后重大基础设施财产（包括交通、电力、通讯设施、水利设施等）损失量降低值，万元； $\Delta V_{\text{公共设施}}$ 为水利工程建设前后其他城乡公共设施财产损失量降低值，万元。

3) 水质净化

根据《浙江省水功能区纳污能力分析》及浙江省排污权交易指数，采用 COD、氨氮作为水质净化的

主要核算指标,用于评估水利工程建设前后水体的纳污能力变化,按式(15)和式(16)核算。

$$V_9 = \Delta W_{\text{COD}} \times p_{\text{COD}} + \Delta W_{\text{氨氮}} \times p_{\text{氨氮}} \quad (15)$$

$$W = K \times V_w \times C_s \times b \quad (16)$$

式中: V_9 为水质净化价值,元; ΔW_{COD} 、 $\Delta W_{\text{氨氮}}$ 分别为水利工程建设前后 COD、氨氮的纳污能力变化量,g; p_{COD} 、 $p_{\text{氨氮}}$ 分别为 COD、氨氮的净化成本,采用核算当期浙江省排污权交易网水污染物市场 COD、氨氮的平均交易价格,元/g; W 为纳污能力,g; K 为污染物年综合衰减系数; V_w 为河段槽蓄量, m^3 ; C_s 为下断面污染物浓度,mg/L; b 为不均匀系数。

4) 固碳释氧

固碳释氧主要考虑水利工程管理范围内的植物光合和呼吸作用,维持系统内大气中的 CO_2 和 O_2 平衡,按式(17)至式(20)核算。

$$V_{10} = p_{\text{co}_2} \times \Delta Q_{\text{co}_2} \quad (17)$$

$$V_{11} = p_{\text{o}_2} \times \Delta Q_{\text{o}_2} \quad (18)$$

$$Q_{\text{co}_2} = \sum_{\tau} A_{\tau} \times \varphi_{\text{NPP}\tau} \times T_{\text{co}_2} \quad (19)$$

$$Q_{\text{o}_2} = \sum_{\tau} A_{\tau} \times \varphi_{\text{NPP}\tau} \times T_{\text{o}_2} \quad (20)$$

式中: V_{10} 为固碳价值,元; p_{co_2} 为碳交易价格,可参考国内各碳交易所核算当期平均价格,元/t; ΔQ_{co_2} 为核算范围内植物年固定 CO_2 的变化量,t; V_{11} 为释氧价值,元; p_{o_2} 为工业制氧价格,元/t; ΔQ_{o_2} 为核算范围内植物年释放 O_2 的变化量,t; Q_{co_2} 为核算范围内植物年固定 CO_2 的量,t; A_{τ} 为工程核算范围内第 τ 类植被覆盖面积, hm^2 ; $\varphi_{\text{NPP}\tau}$ 为工程核算范围内第 τ 类植被净生产力,即单位面积的干物质质量,参照《植被生态质量气象评价指数》(GB/T 34815—2017)计算,t/ hm^2 ; T_{co_2} 为形成单位干物质需要消耗的 CO_2 量,一般取 1.63; Q_{o_2} 为核算范围内植物年释放 O_2 的量,t; T_{o_2} 为形成单位干物质释放的 O_2 量,一般取 1.19。

5) 土壤保持

土壤保持主要考虑水利工程建设前后核算范围内土壤侵蚀量变化,按式(21)核算。土壤侵蚀量宜采用现场监测值,若无现场监测数据,可利用同类地区监测成果并根据现场地形、植被、土壤情况进行修正,或采用通用水土流失方程计算。

$$V_{12} = \lambda \times \Delta Q_{\text{sr}} / \rho \times C \quad (21)$$

式中: V_{12} 为岸带生态系统土壤保持价值,元; λ 为泥沙淤积系数,为泥沙淤积量与土壤侵蚀量之比,一般取 0.3; ΔQ_{sr} 为土壤侵蚀变化量,t; ρ 为土壤容重,

t/ m^3 ; C 为行业内单位清淤成本投入,元/ m^3 。

6) 气候调节

① 降低温度:主要考虑水体通过蒸发耗能来降低气温,从而调节局部地区气候的功能,以考虑气温 $\geq 26^\circ\text{C}$ 的情况为主。采用水利工程建设前后人们为降低同等温度而使用空调所需要消耗的电量,按式(22)和式(23)核算。

$$V_{13} = \Delta T_{\text{down}} \times P \quad (22)$$

$$T_{\text{down}} = \frac{T_w \times \Delta H_{\text{vap}}}{3.6\mu} \quad (23)$$

式中: V_{13} 为降低温度效益,元; ΔT_{down} 为降低温度所需要消耗的电量变化量, $\text{kW} \cdot \text{h}$; P 为电价,采用核算当期浙江电网销售生活消费电价,元/($\text{kW} \cdot \text{h}$); T_{down} 为降低温度所需要消耗的电量, $\text{kW} \cdot \text{h}$; T_w 为水面蒸发量, m^3 ; ΔH_{vap} 为汽化潜热,根据当年温度情况而定, kJ/kg ; μ 为空调效能比,可取我国市场平均水平(三级),一般取 3.19。

② 增加湿度:主要考虑水体蒸发增加空气湿度,采用水利工程建设前后人们为增加相应湿度而使用加湿器所需要消耗的电量,按式(24)和式(25)核算。一般情况下,加湿器将 1 m^3 水转化为蒸汽的耗电量约 $125 \text{ kW} \cdot \text{h}^{[11]}$ 。

$$V_{14} = \Delta H_{\text{up}} \times P \quad (24)$$

$$H_{\text{up}} = T_w \times Q \quad (25)$$

式中: V_{14} 为增加湿度效益,元; ΔH_{up} 为增加空气湿度所需要消耗的电量变化量, $\text{kW} \cdot \text{h}$; H_{up} 为增加空气湿度所需要消耗的电量, $\text{kW} \cdot \text{h}$; Q 为单位体积水转化为蒸汽的耗电量, $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ 。

③ 负氧离子:主要考虑河流水体释放负氧离子、改善空气质量的作用,采用水利工程建设前后距水面高度 1.5 m 空间范围内负氧离子的个数变化进行核算^[12]。负氧离子个数可通过负氧离子检测仪获取,按式(26)核算。

$$V_{15} = \Delta Q_{\text{r6}} \times P_{\text{r6}} \quad (26)$$

式中: V_{15} 为负氧离子价值,元; ΔQ_{r6} 为负氧离子个数变化量,个; P_{r6} 为单位负氧离子生产价格,元/个。

2.2.3 文化经济服务

1) 文化休闲

文化休闲主要考虑生态水利工程建设前后开放性水景观文化有支付意愿的常住人口数与收费性水景观文化游客数量变化情况^[13],按式(27)至式(29)核算。

$$V_{16} = \Delta V_{\text{开放}} + \Delta V_{\text{收费}} \quad (27)$$

$$V_{\text{开放}} = \sum_y R \times N_y \times V_y \tag{28}$$

$$V_{\text{收费}} = \sum_z R_z \times V_z \tag{29}$$

式中: V_{16} 为文化休闲价值,元; $\Delta V_{\text{开放}}$ 为常住人口对核算区域内开放性水域景观支付意愿的变化量,元; $\Delta V_{\text{收费}}$ 为常住人口对核算区域内收费性水域景观票价支出的变化量,元; $V_{\text{开放}}$ 为常住人口对核算区域内开放性水域景观的支付意愿,元; R 为核算区域常住人口,人; N_y 为常住人口对核算区域第 y 处开放性水景观文化的支付意愿率, $\%$; V_y 为常住人口对核算区域内第 y 处开放性水景观文化的平均支付意愿,元/人; $V_{\text{收费}}$ 为常住人口对核算区域内收费性水域景观的票价支出,元; R_z 为第 z 处收费性水景观文化游客数量,人; V_z 为核算区域内第 z 处收费性水景观文化的票价,元/人。

2) 土地增值

在人们越来越注重生活品质的今天,优质的滨水空间对沿线土地出让价格已形成显著的正向效应^[14]。土地增值主要考虑水生态环境提升所带来的土地平均出让价格增值效应,主要涉及临岸 500 m 范围内受影响的土地面积,按式(30)核算。

$$V_{17} = \sum_L A_L \times (P_{L1} - P_{L2}) \tag{30}$$

式中: V_{17} 为土地增值,元; A_L 为第 L 个受影响区块的土地面积, m^2 ; P_{L1} 、 P_{L2} 分别为水利工程建设后、前第 L 个区块土地平均出让价,元/ m^2 。

2.2.4 生命支持服务

水生物种的丰度、群落结构特征对环境变化具有较强的指示性,能较好反映生境质量的优劣,大型

底栖、鱼类、浮游植物等也是浙江省河湖健康评价技术指南的必要监测指标,因此选择各类型水生生物多样性指数来评价水利工程建设对维持生物栖息能力的大小^{[6]5202},按式(31)和式(32)核算。

$$V_{18} = \frac{\Delta I}{I_{\text{max}}} \times V_{\text{max}} \times A \tag{31}$$

$$I = - \sum_{m=1}^5 P_m \times \ln P_m \tag{32}$$

式中: V_{18} 为给水生生物提供栖息地或避难所这一服务功能的年生态效益,元; ΔI 为核算区内水生生物多样性指数变化量; I_{max} 为流域分区内水生生物多样性指数最大值; V_{max} 为流域内水生生物多样性指数最大的分区年生态效益,元/ km^2 ; I 为核算区内水生生物多样性指数; m 为核算区内用于计算水生生物多样性指数的种类序号,主要包含浮游动物、浮游植物、水生维管束植物、底栖动物、鱼类五大类; P_m 为第 m 个种类的相对多度,由该种类数量与所有种类数量的比值求得。

3 产品定价

通过查阅各政府发布文件、相关标准规范、权威网站及相关科技论文等,对大部分产品定价进行了系统梳理,详见表 2。

4 典型范例价值核算

选取浙江省吴兴区高铁新城综合整治项目(平原河道)、婺城区上干溪综合整治工程(山区河道)、柯城区寺桥水库建设项目(湖库)进行生态价值评

表 2 产品价格与定价依据(推荐价格)¹⁾
 Table 2 The product price and pricing basis (recommended price)

序号	类型	单价	依据
1	原水	0.2 元/ m^3	《浙江省物价局 浙江省财政厅 浙江省水利厅关于调整我省水资源费分类和征收标准的通知》(浙价资〔2014〕207 号规定)
2	渔业产品	17.42 元/kg	2021 年 12 月全国淡水产品平均价格
3	水库单位库容工程造价	10.82 元/ m^3	以浙江省近 5 年固定资产投资价格指数均值 101.9(上年=100)计算,2021 年水库单位库容造价为 10.82 元/ m^3
4	水库单位库容的运营成本	0.30 元/ m^3	以浙江省近 5 年固定资产投资价格指数均值 101.9(上年=100)计算,2021 年水库单位库容的运营成本为 0.30 元/ m^3
5	COD 净化	18 065.87 元/t	2022 年浙江省排污权交易网水污染物 COD 的市场交易平均价格
6	氨氮净化	29 604.40 元/t	2022 年浙江省排污权交易网水污染物氨氮的市场交易平均价格
7	碳交易价格	56 元/t	2023 年 3 月全国开盘价
8	工业制氧价格	1 000 元/t	参考文献[15]
9	减少水土流失	65 元/t	行业内单位清淤成本
10	降温、增湿	0.595 元/($\text{kW} \cdot \text{h}$)	2021 年 10 月起浙江电网销售电价表,取居民平均生活用电单价
11	负氧离子	$5.818\ 5 \times 10^{-18}$ 元/个	采用台州某电子有限公司生产的负氧离子发生器推断每生产 10^{18} 个负氧离子的成本为 5.818 5 元
12	生物多样性保护	196 116 元/ km^2	参考 COSTANZA 等 ^[16] 的研究成果

注:1)核算当期的定价可根据推荐价格,结合当地生产价格指数计算得到。

表 3 典型水利工程生态产品价值评估
Table 3 Assessment of ecological product value of typical water conservancy engineering

一级目录	二级目录	三级目录	水利工程生态产品价值/万元		
			吴兴区高铁新城 综合整治项目	婺城区上干溪 综合整治工程	柯城区寺桥水 库建设项目
供给产品	水资源供给	生活、农业、工业用水	1.02	0.17	900.90
	内陆航运	客运	900.00		
	生态能源	水力发电			954.47
调节服务	洪水调蓄	河道调蓄	121.37	93.09	6 088.11
	防洪减灾	财产保障		360.00	8 022.50
	水质净化	净化 COD	0.33	0.92	144.66
		净化氨氮	0.05	0.19	23.71
	固碳释氧	固碳	13.63	103.91	
		释氧	177.66	1 354.71	
	土壤保持	减少水土流失	4.45	29.58	
	气候调节	降低温度	71.96	39.10	316.38
增加湿度		169.41	69.03	558.59	
文化经济服务	文化休闲	开放性、收费性水域景观	353.70	69.54	1 566.67
	土地增值	提升土地出让价	150.00		
生命支持服务	生物多样性	生物多样性	0.56	0.18	

估,分别收集了可研报告和项目建议书。经计算,这3个典型工程可分别实现生态产品价值1 964.14万、2 120.42万、18 575.99万元,具体见表3。不同类型工程生态产品名录存在较大差异,且不同类型的服务功能价值差异也相对较大。吴兴区高铁新城综合整治项目中供给产品价值占比最大,主要是因为随着高铁新城水生态环境提升及水上观光线路的打造,可增加游客15万人/a,客运价值显著提升。其余两个工程中调节服务价值占比最大,但婺城区上干溪综合整治工程调节服务价值主要体现在防洪减灾和释氧价值,主要是因为工程的建设有效预防了山洪灾害发生,共保护人口2 268人,保护土地59.4 hm²,另外新增了9.1 km²植被护坡,有效改善了沿线的释氧能力;柯城区寺桥水库建设项目调节服务价值主要体现在防洪减灾和洪水调蓄价值,主要因为水库建设可使下游石梁溪河道防洪能力从现状不足5~10年一遇提高到50年一遇。

5 结论与展望

5.1 结 论

从水利行业角度出发,区别于区域范畴的生态系统核算,从供给产品、调节服务、文化经济服务、生命支持服务四大方面提出了水利工程项目级生态产品价值核算体系,并选取了浙江省山区河道、平原河道及湖库3类典型水利工程,对工程中涉及的生态产品进行了试算验证。结果显示,不同类型水利工程生态产品名录存在较大差异,且不同类型的服务

功能价值差异也相对较大,这符合不同类型工程实际创造的价值规律。由此可见,该核算体系能较好反映水利工程生态产品价值,有较大的应用前景。

5.2 展 望

生态产品有效度量需要建立核算体系、制定核算规范、推动核算结果应用,这些工作离不开数据的广泛采集,需要从制度层面推动政府部门、社会组织和企业等多元主体之间的数据共享和持续更新。生态产品的抵押需要开辟绿色金融新领域,离不开引导金融机构加强产品创新和机制创新,探索生态信用机制,打通生态产品资产权益实现的关键环节。生态产品的交易离不开供需精准对接,这就需要完善的生态资产产权制度、生态产品价格形成机制和生态产品市场交易机制等一系列制度安排。生态产品变现的本质是“绿水青山就是金山银山”,是在严格保护和可持续利用的前提下开发利用生态产品,需要健全保护补偿机制、完善生态环境损害赔偿制度,探索生态产品价值实现的机制和模式。

参考文献:

[1] 段红东.生态水利工程概念研究与典型工程案例分折[J].水利经济,2019,37(4):1-4.
[2] 董哲仁.生态水工学探索[M].北京:中国水利水电出版社,2007.
[3] 王建华,贾玲,刘欢,等.水生态产品内涵及其价值解析研究[J].环境保护,2020,48(14):37-41.
[4] 沈辉,李宁.生态产品的内涵阐释及其价值实现[J].改革,2021,331(9):145-155.

(下转第 37 页)