

DOI: 10.5846/stxb201809121961

王奕淇, 李国平. 流域生态服务价值供给的补偿标准评估——以渭河流域上游为例. 生态学报, 2019, 39(1): - .

Wang Y, Li G P. The evaluation of the watershed ecological compensation standard of ecosystem service value: a case of Weihe watershed upstream. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(1): - .

流域生态服务价值供给的补偿标准评估 ——以渭河流域上游为例

王奕淇^{1,*}, 李国平²

1 长安大学经济与管理学院, 西安 710064

2 西安交通大学经济与金融学院, 西安 710061

摘要: 十九大报告明确提出, 健全河流湖泊休养生息制度, 建立多元化的生态补偿机制, 而准确核算流域生态服务价值供给的补偿标准是建立科学的流域生态补偿机制的关键要素。对于补偿标准的核算, 鲜有学者从公平的视角出发, 考虑补偿标准应在生态服务价值供给的基础上剔除本地区的自身消费。文章首先对流域生态服务供给方的供给行为与流域生态补偿标准的评估依据进行理论探讨, 提出流域生态补偿标准应以生态环境价值为依据, 对生态保护行为的生态外溢环境价值进行补偿; 其次, 在理论分析的基础上以渭河流域为例, 构建当量因子模型测算渭河上游 2006—2015 年供给的生态服务价值, 并结合水足迹法测算并剔除 2006—2015 年渭河上游自身消费的生态服务价值; 最后, 测得渭河上游应获得的补偿标准由 2006 年的 12.82 亿元上升至 2015 年的 44.09 亿元, 总体呈增长趋势, 说明上游为保护流域生态环境不断付出努力, 不断增加对下游的剩余生态服务价值供给。

关键词: 生态服务价值; 流域生态补偿; 补偿标准; 渭河流域

The evaluation of the watershed ecological compensation standard of ecosystem service value: a case of Weihe watershed upstream

WANG Yiqi^{1,*}, LI Guoping²

1 School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, China

2 School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China

Abstract: The report of the 19th National Congress clearly states that we should improve the system of recuperation of rivers and lakes, and establish a diversified ecological compensation mechanism. The determination of watershed ecological compensation standards is a key element in establishing a scientific watershed ecological compensation mechanism. For the calculation, few scholars consider that the compensation standards should eliminate the consumption of the region based on the ecological service supply from a fair perspective. Firstly, the article makes an assessment on the basis of the supply behavior of the watershed ecological service providers and the ecological compensation standard of watershed, proposing that the watershed ecological compensation standard should be based on the ecological environment value, and compensating for the ecological spillover environmental value of ecological protection behavior. Secondly, taking Weihe watershed as an example, based on the theoretical analysis, the ecosystem service value supply from 2006 to 2015 in the Weihe upstream was calculated by using equivalent factor method, and the water footprint method was used to calculate and remove the ecosystem service value from 2006 to 2015, which the upper Weihe have consumed. Finally, the compensation standard that

基金项目: 国家社会科学基金项目(18CGL028)

收稿日期: 2018-09-12; 修订日期: 2018-11-16

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangyiqi17@126.com

Weihe upstream should obtain, increased from 1.282 billion yuan in 2006 to 4.409 billion yuan in 2015; thus, showing an overall growth trend, indicating that the upstream has continuously made efforts to protect the watershed ecological environment, and continuously increasing the remaining ecological service value supply for the downstream.

Key Words: ecosystem service value; watershed ecological compensation; compensation standard; Weihe watershed

流域作为人类社会文明的发源地,是提供人类可使用淡水资源的主要来源之一,也是自然生态系统中的重要组成部分之一。随着我国社会经济的高速发展,流域生态系统遭受破坏的现象也愈发凸显。流域生态系统中的草原过度放牧、森林资源过度开发等问题频发,水源涵养区的涵养水源功能随着林地、草地面积的递减而不断削弱,从而导致流域生态服务供给不足^[1]。在 2016 年 4 月大自然保护协会发布的《中国城市水蓝图》报告中,中国有 2/3 的城市水资源供不应求,17%的城市水资源严重短缺。在对北京、上海、广州等 30 个大中型城市集水区水质的检测中,73%的水源集水区水质遭到中度到重度污染。

面对日益严峻的流域生态服务供给不足、使用过度的问题,建立完善的流域生态补偿机制成为必然。对流域上游进行补偿可激励其保护水生态环境和保证水质、供给良好的生态服务,有效提高生态服务供给方保护生态的积极性。2017 年 10 月习近平总书记在十九大报告中也明确提出,健全河湖泊休养生息制度,建立市场化、多元化的生态补偿机制。而准确核算流域生态服务价值供给的补偿标准是建立科学的流域生态补偿机制的关键要素。

国外关注生态环境问题的经济学家很早就基于生态服务价值探索生态补偿标准的确定问题。1997 年, Costanza 等对生态系统服务价值的评估起到划时代的作用,认为全球每年生态功能的经济价值约为 33 万亿美元^[2]。此后,越来越多的学者开始评估生态服务价值,并将测算得到结果视为补偿标准。如 Macmillan 等^[3]提出生态服务价值的评估与提供生态服务的居民付出的机会成本直接相关,对居民的补偿应与其供给的生态服务价值相符; Kreuter 等^[4]根据 Costanza 等^[2]提出的生态系统服务类型与单价体系,利用 Landsat Mss 影像数据对德克萨斯州贝尔县的土地利用变化下的生态系统服务价值进行评估; Monarchova 和 Gudas^[5]、 Yoshino 等^[6]分别采用条件价值法对不同流域的生态环境改善所增加的经济价值进行估算,并将测算得到的结果视为补偿标准。

国内学者对基于生态服务价值确定生态补偿标准问题的研究也处于多角度与多方法的状态,学者们利用这些方法针对不同区域或者不同生态要素进行具体的生态服务价值估算。如刘雪林和甄霖^[7]利用条件价值法对泾河流域水源地居民为供给生态服务而损失的经济利益进行评估,认为对居民的补偿应能弥补其遭受的损失。韩美等^[8]运用市场价值法、成果参数法等方法测算了黄河三角洲湿地的生态价值损失量,并将该损失量视为制定生态补偿标准的依据。周晨等^[9]在谢高地等^[10]对生态服务功能当量研究基础上,运用当量因子法评估了南水北调中线工程水源区的生态服务价值,将评估得到的生态服务价值视为补偿的标准。孟雅丽等^[11]利用汾河流域土地利用遥感影像的解译数据,测算得到其生态服务价值并确定进行补偿的优先级。

可见,学者们通常是将测算得到的生态服务价值视为补偿的标准,鲜有学者从公平的视角出发,考虑补偿标准应在生态服务价值供给的基础上剔除本地区的自身消费。伏润民和缪小林^[12]提出当供给主体在剔除自身消费后还能够向全社会提供其剩余生态服务价值时,供给主体在保护环境过程中遭受的损失应得到补偿,剩余生态服务价值的数值即为补偿标准。因此,本文首先对流域生态服务供给方的供给行为和补偿标准的评估依据进行理论探讨,然后在理论分析的基础上利用当量因子法评估流域上游供给的生态服务价值,并结合水足法测算并剔除上游自身消耗的生态服务价值,最终得到流域上游应获得的补偿标准。

1 理论分析

1.1 流域生态服务供给方的供给行为分析

流域生态服务供给方是指承担流域生态建设和环境保护成本、供给流域生态服务的主体。Pagiola 等^[13]

认为生态服务供给方给社会提供生态服务,带来正的社会收益,负的私人收益,且社会收益和私人收益的总和为正。Greiner 等^[14]认为人类福利受生态服务供给的直接影响,生态服务价值供给方的生态保护和环境修复行为给社会提供了大量的自然资源和生态环境价值,极大提升人类福利。

供给方的生态保护行为会产生外部经济,即其不仅无法获得生态保护产生的所有收益,还需承担生态保护产生的成本。尤其是流域上游地区通常是一些经济发展水平较为落后的地区,其保护生态环境的行为制约了经济发展,付出的成本得不到合理补偿。在生态保护成本无法得到合理补偿的情况下,由于上游居民在生态保护活动中追求的是私人收益最大化,就会相应减少这种产生正外部性的活动或行为,导致生态环境保护和生态服务供给不足。

假设存在 n 个生态服务生产者(其中 $n = 1, 2, \dots, n$),生产者直接供给私人物品 X_n^s ,且私人物品供给影响生态服务供给 Q^s ,即生产者是通过私人物品的供给过程影响生态服务供给,不直接对生态服务供给产生影响。则生产可能性集合为 $(X_n^s, Q^s) \in Y_n^s$,其中 Y_n^s 是生产者 n 所有可能提供的物品组合。当私人物品给定价格 P^s 、生态服务免费提供时,生产者 n 的利润为:

$$\pi = P^s X_n^s \quad (1)$$

进一步假设存在一个流域生态服务虚拟交易市场,即对生产者而言,存在一个生态服务价格 P_Q^s ,此时,生产者 n 的利润为:

$$\pi = P^s X_n^s - P_Q^s Q^s \quad (2)$$

由式(2)可知,若生态服务价格 P_Q^s 非负,则 Q^s 代表生产者在私人物品的生产过程中对生态服务造成的污染和损害的数量。在生态服务的交易市场中,当生产者的生产活动造成的污染和损害的数量或代价越大时,即 Q^s 或 P_Q^s 越高,其利润越低。最大化生产者的利润,可得到其私人物品和生态服务净供给:

$$\bar{X}_n^s = X(P^s, P_Q^s) \quad (3)$$

$$\bar{Q}_n^s = Q(P^s, P_Q^s) \quad (4)$$

式(3)和式(4)衡量了生产者的私人物品和生态服务供给水平,其中 \bar{P}^s 代表生产者提供私人物品的边际价格, \bar{P}_Q^s 代表生产者对损害生态服务的边际付费价格。

1.2 流域生态补偿标准的评估依据

借鉴 Fischel^[15]的土地使用管制模型,对流域生态补偿标准进行评估。如图 1 所示, MM' 、 NN' 、 LL' 分别代表资源保护者每提高一单位的资源保护程度而增加的社会成本、带给自身的内部效益等变化量以及增加的边际社会效益。根据供需理论, MM' 即为上游对水生态资源保护的供给曲线,其边际内部成本与保护水生态资源的边际社会成本相等,其与生态资源保护程度(横轴)之间的面积代表上游为保护水生态资源所遭受的净损失,也流域上游为保护环境付出的机会成本。

LL' 即为社会对于水生态资源保护的需求曲线,其与生态资源保护程度(横轴)之间的面积代表社会对于保护水生态资源的意愿支付。图 1 中, MM' 和 NN' 的交叉点 X_1 是上游在无管制的情况下,不考虑资源的边际社会效益做出的决策,此时,边际内部成本与边际内部效益相等,上游的利润实现最大化。 LL' 与 MM' 的交叉点 O^* 代表社会最优的资源保护程度,是政策决定者的目标。实施流域生态服务价值补偿的目标是使流域上游资源保护程度由 X_1 到达效率点 O^* ,按此要求,必须对资源保护者进行如图中 A 或 A + B 的补偿。补偿 A + B 时,是对资源保护者供给的所有生态环境价值进行补偿,货币化后即生态保护行为的生态环境价值;补偿 A

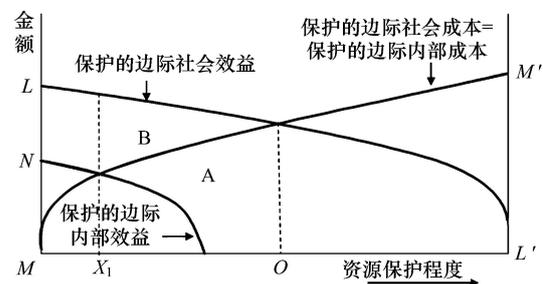


图 1 资源保护与补偿模型

Fig.1 Resource protection and compensation model

时,是对生态保护者提供的生态环境价值剔除自身消费的基础上进行补偿,货币化后为生态保护行为的生态外溢环境价值,即为上游的生态服务价值扣除生产生活中使用后的剩余部分,即剩余生态服务价值。

至于补偿 A 还是 $A + B$, 萧代基等^[16] 提出,最终的补偿标准取决于生态环境价值供给方与需求方的谈判能力。本文认为,在目前生态补偿机制不健全的背景下,流域生态服务需求方对供给方给予补偿的不作为,对供给方的生态保护行为造成巨大影响,需求方具有“不补偿”的强势威胁,在谈判中处于优势地位。此外,根据伏润民等^[12] 的分析,当供给主体在剔除自身消费后还能够向全社会提供其剩余生态价值,即存在生态外溢价值,供给主体在保护环境过程中遭受的损失应得到补偿,激励其更好的保护生态环境,提升行为的边际收益。因此,综合考虑,流域生态补偿标准应以生态环境价值为依据,为实现社会公平对流域上游补偿 A 。

2 实证模型构建

2.1 生态服务价值供给评估

Costanza 等^[2] 对生态系统服务价值的评估将生态服务价值的研究推向高潮。2014 年 Costanza 等人又重新对其 1997 年所测算的全球生态系统服务价值进行测算,发现生态系统单位面积的生态价值发生变化^[17]。由于 Costanza 等的方法是基于全球尺度,与中国的实际情况存在误差,为降低该方法在中国应用时的偏误,谢高地等^[10,18] 在 Costanza 等人研究的基础上,提出新的生态服务价值当量因子体系。详见表 1。

表 1 生态系统的单位面积生态服务价值当量

Table 1 Ecosystem service value equivalent per unit area

生态价值当量 Ecological value equivalent	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Farmland	湿地 Wetland	河流/湖泊 River/Lake	荒漠 Desert
Costanza(1997) ^[2]	1.00	0.25	0.09	2.35	0.97	0.00
Costanza(2011) ^[17]	1.00	0.29	0.11	2.41	1.08	0.00
谢高地(2002) ^[10] Xie Gaodi(2002)	1.00	0.42	0.20	2.41	4.99	0.02
谢高地(2007) ^[10] Xie Gaodi(2007)	1.00	0.42	0.28	1.95	1.61	0.05
谢高地(2015) ^[18] Xie Gaodi(2015)	1.00	0.46	0.10	0.66	1.72	0.02

鉴于本文主要是对中国的流域生态服务价值进行研究,因此主要参考谢高地等人提出的生态服务价值当量体系。由于谢高地(2015)^[18] 提出的当量因子表结合了专家经验构建的不同类型生态系统服务价值的基础当量和全国尺度生态系统服务价值及其动态变化的综合评估,是对谢高地(2008)^[10] 的修订和补充,因此利用谢高地(2015)^[18] 提出的当量因子表评估渭河上游供给的生态服务价值。在表 1 的基础上,将六种生态系统的单位面积生态服务价值当量分别乘以单位生态服务价值当量因子的经济价值量,可得到六种生态系统的单位面积生态服务价值,而单个生态系统的生态服务价值为对应的单位面积生态服务价值与生态系统面积(hm^2)的乘积^[19]。最终可通过加总研究区域的各单个生态系统的生态服务价值,得到研究区域的总生态服务价值:

$$Y_i = U_F \times X_F + U_L \times X_L + U_M \times X_M + U_W \times X_W + U_S \times X_S + U_N \times X_N \quad (5)$$

式中, U_F 、 U_L 、 U_M 、 U_W 、 U_S 、 U_N 分别代表森林、草地、农田、湿地、河流/湖泊、荒漠的单位面积生态服务价值, X_F 、 X_L 、 X_M 、 X_W 、 X_S 、 X_N 分别代表森林、草地、农田、湿地、河流/湖泊、荒漠的面积。

2.2 生态服务价值自身消费

流域生态补偿标准是由上游供给的生态服务价值扣除自身消费所得到,文章采用水足迹模型测度流域水资源消费系数,将其作用于上游供给的生态服务价值,得到自身消费的生态服务价值。Hoekstra^[20] 提出水足迹是某个已知人口的国家或地区在一定时间内消耗的所有产品与服务所需要的水资源数量,它从消费的角度反应一个国家、一个地区或者一个人真实占用水资源的情况。

构建基于水足迹的生态服务价值自身消费模型,通过将流域水资源需求(水足迹)和水资源供给(水资源可利用量)相比较得到生态服务价值消费系数,测算上游居民对水生生态系统的利用程度,将其作用于流域生

态服务价值,得到自身消费的流域生态服务价值^[21],详见式(6)。

$$D_i = Y_i \times \frac{WD_i}{WS_i} \quad (6)$$

式中, D_i 代表上游自身消费的生态服务价值, Y_i 代表上游供给的生态服务价值, WD_i 、 WS_i 分别代表流域水资源需求(水足迹)、水资源供给(水资源可利用量)。

3 实证结果与分析

3.1 研究区域概况

渭河河源至宝鸡峡为上游,包括天水市和定西市。渭河上游处于中国经济欠发达地区,经济发展水平整体偏低,2015年渭河上游的平均人均GDP水平仅占下游的29.29%,平均城镇居民可支配收入占下游的66.33%,平均农村人均纯收入占下游的53.03%,各项经济发展指标低于流域下游的平均水平。近年来,上游地区全面加强了渭河流域水生态环境的生态保护工作,例如水资源污染治理、建设生活污染治理设施、水土流失治理等。但由于地方政府的财力较为薄弱,且流域生态环境保护是一个长期、耗财的工程,上游地区保护与建设生态环境的资金不足,水生态环境保护的形势严峻。同时,为保证渭河流域的水质,上游地区在工业、农业等方面都做出了巨大牺牲,限制了当地的经济的发展。为保证流域生态保护政策的实施不引起当地的抵抗情绪、保障上游地区的发展权益和人民切身利益,以及引导当地进行生态环境的保护与建设,需要对流域上游保护生态环境所供给的生态服务价值进行补偿。

3.2 渭河上游生态服务价值供给测算

森林、草地、农田、湿地、河流/湖泊、荒漠的面积主要来源于《甘肃发展年鉴》(2007—2016)、《中国环境统计年鉴》(2007—2016)、《渭河流域重点治理规划》。至于单位生态服务价值当量因子的经济价值量的确定,采用李国平等^[19]利用农业生产资料价格指数确定单位生态服务价值当量因子的经济价值量的方法。最后,根据所获得的数据测算得到2006—2015年渭河上游供给的生态服务价值,详见表2。

表2 渭河流域上游生态服务价值供给估算/亿元

Table 2 Estimation of the ecological services value supply of Weihe watershed upstream

年份 Year	生态系统服务价值						总生态服务价值 Total ecosystem service value
	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Farmland	湿地 Wetland	河流/湖泊 River/Lake	荒漠 Desert	
2006	3.22	8.23	0.40	0.89	45.28	0.26	58.28
2007	3.26	8.33	0.40	0.90	45.89	0.26	59.05
2008	3.92	10.01	0.48	1.09	55.17	0.31	70.99
2009	5.97	9.75	0.47	1.06	53.73	0.31	71.29
2010	5.92	10.41	0.49	1.05	55.31	0.30	73.48
2011	6.60	11.59	0.54	1.17	61.56	0.34	81.78
2012	7.01	12.32	0.57	1.24	64.96	0.36	86.46
2013	7.70	12.49	0.58	1.70	65.84	0.36	88.67
2014	7.62	12.36	0.57	1.68	65.22	0.36	87.81
2015	7.64	12.40	0.57	1.68	65.51	0.36	88.17

由表2可知,渭河流域上游森林、草地、农田、湿地、河流/湖泊、荒漠等六类生态系统服务价值在2006—2015年这10年间总体呈递增趋势,分别由2006年的3.22、8.23、0.40、0.89、45.28、0.26亿元增加到2015年的7.64、12.40、0.57、1.68、65.51、0.36亿元,其中河流/湖泊生态系统在六类生态系统中供给的服务价值最高,在2006—2015年间占总生态服务价值的比重超过50%。渭河上游供给的总生态服务价值也是逐年递增,由2006年的58.28亿元增加到2015年的88.17亿元,增加了51.29%,说明上游为保护与建设流域生态环境不断做出努力,给流域整体供给的生态服务价值逐年增长

3.3 渭河上游生态服务价值自身消费

对于渭河上游地区水足迹的测算,通常从农业、工业、居民生活和生态环境用水量等四个方面测算,而单位产品虚拟水含量的确定是测算上游地区水足迹的关键。由于工业产品种类繁杂,且虚拟水实际消耗的水量较小,因此常常对工业产品的虚拟水含量忽略不计,只计算工业产品的实际用水量^[21]。农业是世界上最大的水资源利用部门,用水量占全球总用水量的比例高达 80%,各类农产品实际蕴含了大量的虚拟水^[22]。单位产品虚拟水含量的计算一般采用世界粮农组织 (FAO) 推荐的标准彭曼公式和 CROPWAT 模型获得^[20],单位产品虚拟水含量与产品消费量的乘积为虚拟水量^[23-24]。数据来源主要来源于《甘肃发展年鉴》(2007—2016)、《甘肃省水资源公报》(2006—2015)。2006—2015 年渭河流域上游地区的水足迹见表 3。

表 3 2006—2015 渭河流域上游地区自身消费情况

Table 3 The self-consumption of Weihe watershed upstream from 2006 to 2015

项目 Project	单位产品虚拟水含量 Virtual water content per unit product/(m ³ /kg)	2006	2007	2008	2009	2010
		2011	2012	2013	2014	2015
粮食 Food	1.84	26.94	26.25	25.54	23.79	21.19
鲜菜 Vegetable	0.135	0.46	0.46	0.49	0.47	0.50
猪肉 Pork	3.561	3.18	2.73	2.56	2.56	2.58
牛肉 Beef	19.99	1.28	0.83	0.70	0.84	1.02
羊肉 Lamb	18.005	1.67	1.12	0.99	1.16	1.05
家禽 Poultry	3.111	0.30	0.27	0.34	0.31	0.42
蛋 Egg	5.651	1.17	1.07	1.24	0.95	1.37
奶 Milk	0.79	0.30	0.35	0.30	0.32	0.34
水果 Fruit	0.387	0.34	0.42	0.52	0.54	0.49
农业虚拟水总计/(亿 m ³) Agricultural virtual water total	—	35.63	33.50	32.67	30.93	28.95
工业、生活、生态用水总量/(亿 m ³) Total industrial, living and ecological water use	—	6.07	5.95	5.94	6.06	6.20
水足迹合计/(亿 m ³) Total water footprint	—	41.70	39.45	38.61	36.99	35.15
水资源可利用量/(亿 m ³) Water availability	—	53.68	65.07	52.69	59.08	59.28
生态服务价值消费系数 Ecological service value consumption coefficient	—	0.78	0.61	0.73	0.63	0.59
粮食 Food	1.84	17.99	17.81	16.10	15.53	17.00
鲜菜 Vegetable	0.135	0.53	0.51	0.50	0.53	0.57
猪肉 Pork	3.561	2.62	2.45	2.36	2.75	2.71
牛肉 Beef	19.99	1.11	1.01	1.40	1.45	1.58
羊肉 Lamb	18.005	1.44	1.12	1.85	1.84	2.58
家禽 Poultry	3.111	0.46	0.49	0.60	0.73	0.74
蛋 Egg	5.651	1.65	1.85	1.87	2.08	2.52
奶 Milk	0.79	0.38	0.40	0.40	0.45	0.47
水果 Fruit	0.387	0.54	0.64	0.75	0.86	0.97
农业虚拟水总计/(亿 m ³) Agricultural virtual water total	—	26.71	26.29	25.83	26.24	28.60
工业、生活、生态用水总量/(亿 m ³) Total industrial, living and ecological water use	—	6.43	6.57	5.35	5.33	5.37
水足迹合计 Total water footprint/(亿 m ³)	—	33.14	32.86	31.18	31.57	33.97
水资源可利用量 Water availability/(亿 m ³)	—	63.68	70.66	71.25	54.02	68.39
生态服务价值消费系数 Ecological service value consumption coefficient	—	0.52	0.47	0.44	0.58	0.50

由表 3 可知,2006—2015 年流域上游地区的水足迹分别为 41.70、39.45、38.61、36.99、35.15、33.14、32.86、31.18、31.57、33.97 亿 m^3 , 总体呈下降趋势,说明流域上游对流域生态系统的消费程度不断下降,这可能是源于上游为给下游供给更多的生态服务价值,实施水资源环境保护和产业结构调整而关停污染企业或外迁工业企业,降低自身的水资源需求。同时,可以看到流域上游的生态服务价值消费系数总体呈先上升后下降趋势,在 2006 年和 2013 年分别达到最高和最低,为 0.78 和 0.44,这与当年的水资源供给密切相关。

将生态服务价值消费系数作用于当量因子法测算得到的流域生态服务价值供给,得到 2006 至 2015 年流域上游自身消费的生态服务价值分别为 45.46、36.02、51.82、44.91、43.35、42.53、40.64、39.01、50.93、44.09 亿元。可知,流域上游自身消费的生态服务价值总体呈现一个较为平缓的趋势,由 2006 年的 45.46 亿元到 2015 年的 44.09 亿元,变化幅度不大。详见表 4。

表 4 流域上游生态服务价值自身消费(亿元)

Table 4 The ecosystem service self-consumption of watershed upstream

年份 Year	生态服务价值消费系数 Ecological service value consumption coefficient	自身消费的生态服务价值 Ecological service value of self-consumption	年份 Year	生态服务价值消费系数 Ecological service value consumption coefficient	自身消费的生态服务价值 Ecological service value of self-consumption
2006	0.78	45.46	2011	0.52	42.53
2007	0.61	36.02	2012	0.47	40.64
2008	0.73	51.82	2013	0.44	39.01
2009	0.63	44.91	2014	0.58	50.93
2010	0.59	43.35	2015	0.50	44.09

3.4 流域生态补偿标准测算

伏润民和缪小林^[13]认为若生态环境供给主体在剔除自身消费后,还可向其它地区提供其剩余生态服务价值,也即某地区的生态服务价值扣除该地区自身消费的生态服务价值后还存在剩余,那么该地区就存在正的生态服务外溢价值,理应获得补偿,生态服务外溢价值的数值即为补偿标准。利用当量因子法测算得到渭河流域上游供给的生态服务价值,在此基础上利用水足迹法剔除上游自身消费的生态服务价值,可以得到上游供给的剩余生态服务价值,即上游应获得的补偿标准,详见表 5。

表 5 流域生态补偿标准/亿元

Table 5 Watershed ecological compensation standard

年份 Year	供给的生态服务价值 Supply of ecological service value	自身消费的生态服务价值 Ecological service value of self-consumption	补偿标准 Compensation standard
2006	58.28	45.46	12.82
2007	59.05	36.02	23.03
2008	70.99	51.82	19.17
2009	71.29	44.91	26.38
2010	73.48	43.35	30.13
2011	81.78	42.53	39.25
2012	86.46	40.64	45.82
2013	88.67	39.01	49.66
2014	87.81	50.93	36.88
2015	88.17	44.09	44.09

由表 5 可知,2006—2015 年流域上游应获得的补偿标准分别为 12.82、23.03、19.17、26.38、30.13、39.25、45.82、49.66、36.88、44.09 亿元,总体呈增长趋势,说明上游供给的剩余生态服务价值在不断增加,即上游为保

护流域生态环境不断付出努力。为保证流域整体的公平与效率,上游供给的生态服务价值应获得足额补偿,才能更好地激励上游生态环境的保护与生态服务价值的供给。

4 结论与建议

本文基于理论分析框架中以生态环境价值作为流域生态服务价值补偿标准的评估依据,以渭河流域为例,对流域上游供给的剩余生态服务价值进行测度,得到流域上游应获得的补偿数额。首先,通过利用当量因子法测算渭河上游 2006—2015 年的生态服务价值供给,发现流域上游供给的生态服务价值总体呈上升趋势,说明上游为保护与建设流域生态环境付出更多的投入或成本;其次,构建流域生态服务价值自身消费的评估模型,利用水足迹法确定流域上游 2006—2015 年间自身消费的生态服务价值,发现流域上游地区的水足迹总体呈下降趋势,说明上游地区对流域生态系统的消费程度不断下降;最后,在上游供给的生态服务价值的基础上,剔除上游自身消费的生态服务价值,得到上游给下游供给的剩余生态服务价值,2006—2015 年渭河上游应获得的补偿标准分别为 12.82、23.03、19.17、26.38、30.13、39.25、45.82、49.66、36.88、44.09 亿元。渭河上游应获得的补偿标准总体呈上升趋势,从 2006 年的 12.82 亿元上升至 2015 年的 44.09 亿元,说明上游为保护流域生态环境不断付出努力,给下游不断增加剩余生态服务价值的供给。

针对以上结论,提出以下建议:

一是合理确定流域生态补偿标准。在不同阶段同一客体供给的流域生态服务价值是不同的,流域生态服务供给会随着区域社会经济的发展水平的升降而不断变化。在经济社会发展水平较低的时期,流域上游影响流域生态环境的活动并不频繁,对上游发展经济的限制造成的损失较小,提供的流域生态服务价值也较低,自然应受的补偿也较小。在经济社会发展水平较高时期,流域上游利用当地特有的资源禀赋,发展区域经济,此时对上游发展经济的限制造成的损失自然会提高,上游供给的生态服务价值也会提高,应获得的补偿也较高。因此,应对生态服务价值供给方按照差异化的补偿要求,实施动态的生态服务价值补偿标准。

二是扩大中央政府与地方政府的纵向与横向转移支付。流域上游通常是经济发展落后的地区,上游地方政府的财政收入水平有限,而上游常常由于服从当地水源保护的需要而限制当地工业发展,进一步制约了当地的经济增长,使其同时面临生态环境保护成本增加和机会成本损失的双重压力。为了激励上游保护与建设流域生态环境,一方面,中央政府应加大对上游的一般性和专项财政转移支付,提高上游政府的基本财政收入水平,保证财政支出能力;另一方面,由于下游通常是经济较为发达的地区,下游在进行大规模工业化和城镇化开发的同时,也无偿享有上游供给的生态服务价值,下游应根据自身享有的生态服务价值数额,结合自己的财政情况,尽量扩大对上游的横向转移支付。同时,下游除向上游提供资金支持外,还应在技术、人力交流等方面提供便利,促进上游自身的发展能力。

三是加强跨区域的协作机制建设。应积极探索流域生态服务价值补偿的模式,加强跨区域的协作机制建设,逐步建立在中央政府协调监督下的流域各利益相关方的自愿协商与水资源市场的交易制度,推进上、下游间的跨区域协作机制建设。上、下游区域政府之间应根据自身的自然资源禀赋以及区位优势,建立互惠合作的机制,实现产业转移及功能互补。上、下游政府间采取协商的办法,以生态规划的理念为指导,吸收相关专家与民众的意见,共同订立流域的整体规划。从全流域生态系统的整体出发,在流域生态阈值内统一考虑上、下游之间各产业的合理布局。另外,由于在跨区域的流域生态服务价值补偿过程中,仅仅依靠上、下游地方政府很难实现社会效用最大化,因此中央政府应加强对上、下游跨区域协作的监管,努力推进流域生态服务价值补偿以实现社会效用最大化。

参考文献 (References):

- [1] 许尔琪, 张红旗. 中国核心生态空间的现状、变化及其保护研究. 资源科学, 2015, 37(7): 1322-1331.
- [2] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387(15): 253-260.

- [3] Macmillan D C, Harley D, Morrison R. Cost-effectiveness analysis of woodland ecosystem restoration. *Ecological Economics*, 1998, 27(3): 313-324.
- [4] Kreuter U P, Harris H G, Matlock M D, Lacey R E. Change in ecosystem service values in the San Antonio Area, Texas. *Ecological Economics*, 2001, 39(3): 333-346.
- [5] Monarchova J, Gudas M. Contingent valuation approach for estimating the benefits of water quality improvement in the Baltic states. *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation*, 2009, 15(5): 517-522.
- [6] Yoshino K, Setiawan B I, Furuya H. Economic valuation for Cidanau Watershed Area, Indonesia. *Journal Manajemen Hutan Tropika*, 2010, 16(1): 27-35.
- [7] 刘雪林, 甄霖. 社区对生态系统服务的消费和受偿意愿研究——以泾河流域为例. *资源科学*, 2007, 29(4): 103-108.
- [8] 韩美, 王一, 崔锦龙, 王仁卿. 基于价值损失的黄河三角洲湿地生态补偿标准研究. *中国人口·资源与环境*, 2012, 22(6): 140-146.
- [9] 周晨, 丁晓辉, 李国平, 汪海洲. 南水北调中线工程水源区生态补偿标准研究——以生态系统服务价值为视角. *资源科学*, 2015, 37(4): 792-804.
- [10] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 肖玉, 陈操. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法. *自然资源学报*, 2008, 23(5): 911-919.
- [11] 孟雅丽, 苏志珠, 马杰, 钞锦龙, 马义娟. 基于生态系统服务价值的汾河流域生态补偿研究. *干旱区资源与环境*, 2017, 31(8): 76-81.
- [12] 伏润民, 缪小林. 中国生态功能区财政转移支付制度体系重构——基于拓展的能值模型衡量的生态外溢价值. *经济研究*, 2015, (3): 47-61.
- [13] Pagiola S, Areenas A, Platais G. Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. *World Development*, 2005, 33(2): 237-253.
- [14] Greiner R, Stanley O. More than money for conservation: exploring social co-benefits from PES schemes. *Land Use Policy*, 2013, 31: 4-10.
- [15] Fischel W A. *The Economics of Zoning Laws: A Property Rights Approach to American Land Use Controls*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1987.
- [16] 萧代基, 洪鸿智, 黄德秀. 土地使用制度之补偿与报偿制度的理论与实务. *财税研究*, 2005, 37(3): 1-15.
- [17] Costanza R, De Groot R, Sutton P, van der Ploeg S, Anderson S J, Kubiszewski I, Farber S, Turner R K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 2014, 26: 152-158.
- [18] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 陈文辉, 李士美. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进. *自然资源学报*, 2015, 30(8): 1243-1254.
- [19] 李国平, 王奕淇, 张文彬. 区域分工视角下的生态补偿研究. *华东经济管理*, 2016, 30(1): 12-18.
- [20] Hoekstra A Y, Hung P Q. *Virtual water trade//Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*. Delft: IHE, 2003: 13-23.
- [21] 王奕淇, 李国平. 基于水足迹的流域生态补偿标准研究——以渭河流域为例. *经济与管理研究*, 2016, 37(11): 82-89.
- [22] Allan J A. 'Virtual Water': A Long Term Solution for Water Short Middle Eastern Economies[D]. London: University of Leeds, 1997.
- [23] 龙爱华, 徐中民, 张志强, 苏志勇. 甘肃省 2000 年水资源足迹的初步估算. *资源科学*, 2005, 27(3): 123-129.
- [24] 王奕淇, 李国平. 基于能值拓展的流域生态外溢价值补偿研究——以渭河流域上游为例. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(11): 69-75.