

引用格式:王奕淇,李国平,延步青.流域生态服务价值横向补偿分摊研究[J].资源科学,2019,41(6):1013-1023. [Wang Y Q, Li G P, Yan B Q. Sharing of watershed ecosystem service value horizontal compensation burden by downstream cities[J]. Resources Science, 2019, 41(6): 1013-1023.] DOI: 10.18402/resci.2019.06.01

流域生态服务价值横向补偿分摊研究

王奕淇¹,李国平²,延步青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:横向生态补偿作为实现绿水青山就是金山银山、促进流域上下游间协调发展的重要制度保障,可实现社会经济效益和生态环境效益的“双赢”。本文基于福利经济学与环境经济学原理,构建了能实现社会效用最大化的流域生态服务价值横向补偿的理论模型,发现只有下游各地方政府给予上游公平合理的补偿,才能弥补上游由于实施生态保护而导致的效用的减少。然后通过层次分析法与结构熵权法相结合,测算下游各地方政府应分摊的横向补偿的权重。并以渭河流域为例,测算得到渭河流域下游的宝鸡市政府、咸阳市政府、西安市政府与渭南市政府对流域上游横向补偿的分摊比例分别为27.11%、22.24%、29.82%、20.83%,该分摊方案定量划分了下游各地方政府应承担的责任,而且分摊比例与上述4市的经济发展情况相匹配,兼顾效率与公平,也利于强化下游各地方政府保护与建设流域生态环境的责任感和使命感。

关键词:生态服务价值;横向补偿;社会效用;分摊份额;层次分析法;结构熵权法;渭河流域

DOI: 10.18402/resci.2019.06.01

1 引言

习近平总书记在党的十九大报告中明确提出建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计,要着力解决突出环境问题,建立市场化、多元化的生态补偿机制。建设生态文明对中国流域生态环境保护提出了更高的标准。横向生态补偿是实现绿水青山就是金山银山、促进流域上下游间协调发展的重要制度保障,中央对推进流域上下游间横向生态补偿机制做出重要部署^[1]。2015年9月,中共中央、国务院发布《生态文明体制改革总体方案》^[2],提出探索建立多元化补偿机制,制定横向生态补偿机制办法,以地方补偿为主,中央财政给予支持。2016年5月,国务院办公厅发布《关于健全生态保护补偿机制的意见》^[3],提出推进横向生态保护补偿,鼓励受益地区与保护生态地区、流域下游与上游建立横向补偿关系。2016年12月,财政部、环境保护部、国家发展改革委和水利部四部委联合发布了

《关于加快建立流域上下游横向生态保护补偿机制的指导意见》^[4],提出要使保护自然资源、提供良好生态产品的地区得到合理补偿,促进流域生态环境质量不断改善。流域横向生态补偿本质上是上下游各地方政府成本分摊的优化问题。

由于生态环境保护和建设的受益者众多,是生态环境保护工作无法持续有效进行的最直接和最主要原因,也是忽略不同利益相关者生态环境保护行为上的响应^[5],所以对生态服务价值补偿资金进行分摊,明确各利益相关主体应分摊的生态服务价值补偿责任和区域环境管理的战略优先目标,可以保证各地区生态保护和建设的公平性,有效解决以往补偿资金分配的滞后性难题,保证生态补偿代际公平的实现,对提高社会福利、实现区域的可持续发展具有重要意义^[6-8]。横向补偿作为流域生态保护补偿的有效手段,不同补偿分摊方案在责任主体和调节手段上的差异,会导致社会整体生产效率与

收稿日期:2018-12-10,修订日期:2019-03-12

基金项目:国家社会科学基金项目(18CGL028)。

作者简介:王奕淇,女,海南三亚人,博士,讲师,研究方向为资源环境经济学。E-mail: wangyiqi17@126.com

社会效益的差异^[9-11]。只有对利益相关方的利益和保护生态的责任作出明确界定,公平分担生态保护和环境建设的责任,才能引导利益相关方主动参与生态保护,实现生态保护、人类福利提高和可持续发展的多赢^[12-13]。

对于流域生态服务价值的补偿分摊,学者们的研究主要集中在以下两方面:①依据受益者对水资源的需求量进行分摊。例如 Raben^[14]对秘鲁 Jequetepeque 流域的水环境服务的获取与支付进行研究,提出应根据对水资源的需求分摊对上游的支付;周晨等^[15]认为南水北调中线工程水源区的生态服务价值补偿的分摊应综合考虑中央政府生态保护和受水区实际调水量,补偿由中央政府的纵向补偿和受水区的横向补偿两部分组成,且受水区根据实际调水量占总调水量的权重进行分摊;马永喜等^[16]认为流域下游应在基于用水量的基础上进行横向补偿的分摊。②根据受益者的用水效益进行分摊。例如 Camacho^[17]以厄瓜多尔的流域环境服务为例,提出根据受益者的用水效益,由利益相关者分摊对流域生态服务供给者的补偿;董战峰等^[18]指出应根据受益程度的大小分摊补偿的责任,才能实现流域上下游的公平发展;Castro 等^[19]认为应根据利益相关者的受益程度分摊流域上游所供给的生态系统服务价值。除上述研究外,还有学者将层次分析法和德尔斐法相结合,确定各受益者应分摊的补偿额度。如沈田华^[20]在利用层次分析法得到三峡库区生态公益林不同效益评价指标权重的基础上,采用德尔斐法确定各补偿主体重要性排序,得到最终的分摊权重。周小平等^[21]对福州市的耕地保护进行研究,利用层次分析法和德尔斐法确定福州市下辖各县的补偿资金分摊额度。

已有文献对于生态服务价值分摊重要性的认识,印证了流域生态服务价值补偿分摊的不可或缺性。另外,现有文献主要集中于依据受益者对水资源的需求量或用水效益对补偿额度进行分摊,未考虑流域下游各区域效用水平与横向补偿分摊的联系。因此,本文认为应从流域整体效用最大化的视角出发,研究流域下游各区域效用与横向补偿分摊之间的联系,确定能使流域整体效用最大化的各补偿主体的补偿份额。

2 理论分析与模型构建

流域生态环境服务价值分摊的实质是确定各补偿主体所应承担的补偿资金份额。从福利经济学的视角出发,流域上游为保护和改善流域生态环境付出成本或牺牲,流域下游在享有上游提供的流域生态环境服务价值时理应付代价即给予补偿。为兼顾效率与公平,实现社会全体成员的效用最大化,应合理确定不同补偿主体享有流域上游提供的生态环境服务价值的比重,将流域生态环境服务价值的分摊问题,转化为确定各补偿主体享有的流域生态环境服务价值比重问题。

2.1 理论分析

流域生态服务价值横向补偿是否合理决定了资源配置的公平与效率。由于流域通常跨越多个行政区域,若是让下游某一地方政府独自承担对上游的补偿,就会导致该区域的负担过重而无力承担,横向补偿政策无法贯彻实施,使社会总效用下降;若是不对上游进行补偿,则会导致流域上下游区域间的不公平问题突出,上游缺乏保护与建设生态环境的动力,甚至为发展经济而破坏生态环境。因此,为协调流域上下游区域间关系、兼顾效率与公平,通过资源的最优配置实现社会总效用最大化是流域生态环境保护亟待解决的问题。

由于本文研究的是流域下游各地方政府对上游的横向补偿分摊,假设存在3个地方政府:上游地方政府、下游地方政府1和下游地方政府2。并假设对于每一个权利主体,其效用由两部分决定:自身拥有的资源禀赋 L (如土地数量、水资源等)和主体自身特征 a 。同时,参照彭开丽等^[22]构建的不同权利主体的效用最大化模型,基于兼顾公平与效率的考虑,可以构建流域整体社会效用最大化的目标决策函数,且该函数是所有权利主体效用水平的增函数,具有连续、单调递增的特性。

$$\begin{aligned} \max U_{\text{总}} &= \max U_{\text{上政}} + U_{\text{下政1}} + U_{\text{下政2}} \\ &= \max[U_{\text{上政}}(Q_i, X_{\text{上政}}, a_{\text{上政}}) + U_{\text{下政1}}(Q_{i\text{保}}, X_{\text{下政1}}, a_{\text{下政1}}) + \\ &\quad U_{\text{下政2}}(Q_{i\text{保}}, X_{\text{下政2}}, a_{\text{下政2}})] \\ \text{s.t. } Q_{i+1} &= Q_i + Q_{i\text{保}} \end{aligned} \quad (1)$$

式中: $U_{\text{总}}$ 、 $U_{\text{上政}}$ 、 $U_{\text{下政1}}$ 、 $U_{\text{下政2}}$ 分别代表流域整体、

2019年6月

上游地方政府、下游地方政府1、下游地方政府2的效用水平; Q_{t+1} 、 Q_t 、 $Q_{t保}$ 分别代表实施生态保护后、生态保护前、生态保护过程中生产的生态产品; $X_{上政}$ 、 $X_{下政1}$ 、 $X_{下政2}$ 分别代表上游地方政府、下游地方政府1和下游地方政府2的经济产品产量; $a_{上政}$ 、 $a_{下政1}$ 、 $a_{下政2}$ 分别代表上游地方政府、下游地方政府1和下游地方政府2的主体特征。

为使得流域整体效用最大化,构建拉格朗日函数并进行求解:

$$L = U_{上政}(Q_t, X_{上政}, a_{上政}) + U_{下政1}(Q_{t保}, X_{下政1}, a_{下政1}) + U_{下政2}(Q_{t保}, X_{下政2}, a_{下政2}) + \lambda(Q_{t+1} - Q_t - Q_{t保}) \quad (2)$$

对公式(2)求一阶导,得到:

$$\frac{\partial U_{下政1}}{\partial Q_{t保}} + \frac{\partial U_{下政2}}{\partial Q_{t保}} = \frac{\partial U_{上政}}{\partial Q_t} = \lambda \quad (3)$$

由公式(3)可知,当流域上游实施生态保护生产出的生态产品由下游政府1和下游政府2享有进而获得的效用增加量,与流域上游实施生态保护前用相应生产生态产品的资源发展经济所获得的效用增加量相等时,流域整体效用实现最大化。此时,上游地区的资源禀赋用于生产生态产品与用于生态经济产品的收益无差异,实现了资源的最优配置。

进一步将公式(1)改写为:

$$L = U_{上政}(Q_{t+1} - Q_{t保}, X_{上政}, a_{上政}) + U_{下政1}(Q_{t保}, X_{下政1}, a_{下政1}) + U_{下政2}(Q_{t保}, X_{下政2}, a_{下政2}) + \lambda(Q_{t+1} - Q_t - Q_{t保}) \quad (4)$$

对公式(4)求一阶导,得到:

$$\frac{\partial U_{下政1}}{\partial Q_{t保}} + \frac{\partial U_{下政2}}{\partial Q_{t保}} = \frac{\partial U_{上政}}{\partial Q_{t+1}} - \frac{\partial U_{上政}}{\partial Q_{t+1}} \quad (5)$$

由公式(5)可知,流域下游政府1和下游政府2因享有上游政府实施生态保护生产出的生态产品,使其效用增加;流域上游由于实施生态保护、限制经济发展,且生产出的生态产品无法进入市场交易,使其为生态保护付出的成本无法得到补偿,其效用减少。为兼顾社会的效率与公平,流域上游在实施生态保护后,下游政府1与下游政府2应将获

得的收益转移一部分给流域上游,即应给予上游公平合理的补偿,才能弥补上游由于实施生态保护而导致的效用的减少。即当效率的提高带来的社会效用的增加与公平的降低所引致的社会效用的损失相等时,方能实现实施生态环境保护的社会效用最大化。

2.2 模型构建

(1)分摊方法。对于下游各地方政府分摊权重的测算,郭志仪等^[23]利用结构熵权法确定生态经济结构、生态经济功能效益和生态安全各指标的权重;孙宝娣等^[24]对不同受益主体享有不同类别的生态服务价值的分摊进行研究,通过运用层次分析法得到各受益主体应分摊的权重。由于层次分析法属于主观赋权法,常因专家选取不同而产生差异,可能会产生溯源数据的不确定性和潜在偏差^[25]。为弥补层次分析法的不足,引入结合主观赋权法和客观赋权法的结构熵权法,对下游各地方政府应分摊的流域生态服务价值补偿比例进行测度,可有效减少主观随意性,提高评价指标的可靠性和科学性^[26]。

因此,本文综合运用层次分析法和结构熵权法对流域生态服务价值的横向补偿进行分摊。首先利用层次分析法对流域各类生态服务价值占总生态服务价值的权重进行测算,并进一步结合结构熵权法和上述测算得到的权重,合理确定下游各地方政府对上游横向补偿应分别分摊的比例,然后结合已有研究中流域下游应对上游支付的补偿,最终得到下游各地方政府应承担的补偿额度。

(2)层次分析模型构建。层次分析法(Analytical Hierarchy Process, AHP)是由美国运筹学家 Saaty 提出的一种灵活、简便与实用的多准则决策方法,是目前被广泛使用的指标权重确定方法之一^[27]。在层次结构的计算过程中,需要对判断矩阵的特征向量(权重)的合理性进行检验,即检验判断矩阵的一致性,检验公式为:

$$CR = CI / RI$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

式中: CR 代表判断矩阵的一致性比例; CI 代表代表判断矩阵的一致性指标; RI 代表判断矩阵的平

均随机一致性指标,可通过查表得到。当 $CR < 0.1$ 时,认为判断矩阵通过一致性检验;反之,则认为判断矩阵不具有-致性,需对判断矩阵进行修正。

(3)结构熵权模型构建。结构熵权法是一种将定性-与定量分析相结合的确定指标权重的方法,是通过收集专家意见形成各指标重要程度的“典型排序”,再利用熵理论对“典型排序”的不确定性计算熵值,然后获取同一层次指标的相对重要性排序,最终确定各层次同类指标的权重^[26]。

首先利用德尔斐法收集专家意见得到“典型排序”,对“典型排序”进行定性-与定量的转化,转化的隶属函数为:

$$\mu(I) = -\ln(m-I)/\ln(m-1) \quad (7)$$

式中: μ 是定义在 $[0, 1]$ 上的变量, $\mu(I)$ 为 I 对应的隶属函数值, $I = 1, 2, \dots, j$, j 为实际最大顺序号。将 m 转化为参数量,取 $m = j + 2$ 。

假设专家对指标 u_j 具有相同的话语权,专家对指标 u_j 的“一致看法”即为平均认识度。假设 k 组专家对指标 u_j 的总认识度为 x_j ,可由 x_j 可计算得到 k 组专家对指标 u_j 的评价向量 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 。为得到指标 u_j 的权重,对 x_j 进行归-化处理,可得:

$$a_{ij} = x_j / \sum_{j=1}^m x_j \quad (8)$$

显然,满足 $a_j(1, 2, \dots, n) > 0$, 且 $\sum_{j=1}^n a_j = 1$ 。

(a_1, a_2, \dots, a_n) 即为 k 组专家对指标集 $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ 重要性的一致性判断, $W = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ 即为指标集 $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ 的权向量。

3 数据来源与指标设定

3.1 背景描述

渭河是黄河第一大支流,是“关中-天水经济区”发展的基础性水源,水资源对于经济区中的干旱地区显得尤为重要,且渭河流域的治理对区域经济发展和西部大开发具有重要影响,中央与地方政府均高度重视渭河流域生态环境保护与建设。为保护流域生态环境、提高流域生态服务价值的供给,流域上、下游地方政府开展合作,针对渭河流域供给的水质状况,签订生态补偿协议,自2011年起

由陕西省财政协调解决600万元,对甘肃省天水市、定西市各补偿300万元,专项用于支持渭河流域上游两市污染治理工程等项目。

然而,渭河下游对上游的转移支付远无法补偿上游为保护流域生态环境而付出的成本,2013年定西市渭源县拨付资金3693万元用于生态与环境保护建设,占该年大口径财政收入的16.49%;2015年天水市环保投资15.95亿元,占该年大口径财政收入的14.47%。流域上游为保护生态环境不仅限制了自身的经济发展,还付出了高昂的成本,给地方政府造成较大的财政压力。而下游往往无偿享有上游提供的生态服务价值,导致流域上下游间经济发展与生态保护的冲突愈发激烈。流域横向生态补偿作为促进流域上下游区域协调发展的重要制度保障,能够促进上游地区在发展经济的过程中更多地考虑流域生态环境,实现社会效益和生态环境效益的“双赢”。构建合理的流域生态服务价值横向补偿分摊机制,可明确下游各地方政府应承担的责任,有效缓解流域上下游之间的矛盾,推进水资源的公平与高效配置,实现流域可持续发展。

3.2 问卷设计与数据来源

为获取渭河流域生态服务价值横向补偿数据,设计相关问卷进行调研。

(1)问卷设计。生态服务价值由使用价值与非使用价值组成,但由于在问卷调查和访谈的过程中,这两类价值所包含的内容过于宽泛且存在一定的价值重叠,为避免调研过程中受访者对这两类价值的理解出现偏误,进而影响其对各类生态服务价值重要性的判断,因此,在设计问卷的时候,主要是基于生态系统服务功能所产生的价值进行分类。

调查问卷主要包含两部分内容,第一部分是渭河流域各类生态服务价值的重要性,将渭河上游供给的生态服务价值分为4类,包括供给服务价值、调节服务价值、支持服务价值和文化服务价值4类^[28],其中供给服务价值包括水产品价值、水资源供给价值、水利发电价值;调节服务价值包括气候调节价值、水源涵养价值、环境净化价值、洪水调蓄价值;支持服务价值包括土壤保持价值和生物多样性保护价值;文化服务价值包括休闲娱乐价值和文化科

研价值^[29]。第二部分是确定渭河流域生态服务价值横向补偿的分摊,本文的补偿主体为对流域生态服务价值具有直接需求、与流域生态服务价值横向补偿行为存在密切利益关系的主体——宝鸡市政府、咸阳市政府、西安市政府和渭南市政府,因此可根据下游4个地区的地方政府受益于各类别生态服务价值的大小进行排序^①。

(2)数据来源。为确定上游供给的生态服务价值在下游各地方政府横向补偿分摊比例,获取了生态与资源经济学领域以及陕西省环保厅、水利厅等35位专家的意见,根据专家的评分得到渭河流域各类生态环境服务价值的重要性及量化值。并进一步结合结构熵权法设计定性排序的问卷,由专家根据支付能力和受益程度大小对渭河流域下游区域的宝鸡市政府、咸阳市政府、西安市政府以及渭南市政府应承担的补偿责任进行排序,并经过征询与反馈后形成最终的排序意见,即“典型排序”。

(3)指标设定。结合本文的研究目标,将流域生态系统服务价值作为目标层,记为 A ;供给服务价值、调节服务价值、支持服务价值和文化服务价值作为准备层,记为 B_1, B_2, B_3, B_4 ;将具体的11项价值作为指标层,记为 $C_1 \sim C_3, C_4 \sim C_7, C_8 \sim C_9, C_{10} \sim C_{11}$,具体层次结构如图1所示。

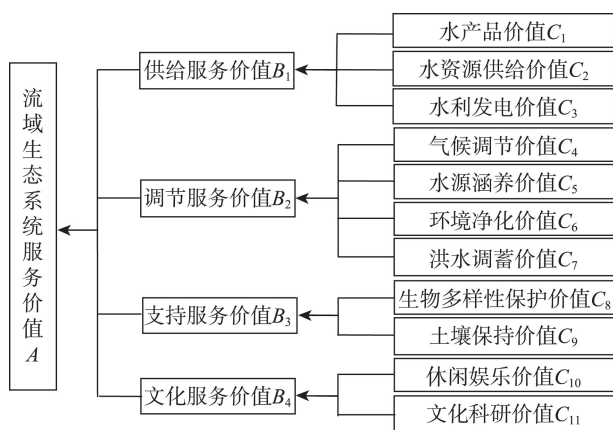


图1 渭河流域生态服务价值层次结构图

Figure 1 Weihe River watershed ecological service value hierarchical structure

① 根据2005年国家发展改革委农村经济司发布的《渭河流域重点治理规划》,上游区域包括甘肃省的天水市和定西市,中、下游区域包括陕西省的宝鸡市、咸阳市、西安市和渭南市。由于文章重点研究流域上、下游之间的生态服务价值横向补偿,因此将渭河流域的中、下游统一视为下游。

4 实证分析

4.1 各指标权重确定

对专家调查问卷的结果进行整理并检验,发现35位专家中有34位专家针对各指标的相对重要性的评分通过一致性检验。对这34位专家给出的重要性评分进行平均值处理,形成5个判断矩阵。利用Yaahp软件计算与检验判断矩阵中各指标权重,5个判断矩阵均通过一致性检验,说明权重系数的分配是合理的,可进一步得到层次总排序结果,即流域生态系统各类服务价值占流域生态系统总服务价值的权重(表1)。

由表1可知,层次总排序通过一致性检验,说明流域生态系统各类服务价值权重系数分配合理。其次,调节服务、供给服务、支持服务和文化服务供给的价值依次递减,权重分别为0.4919、0.3093、0.1362、0.0626。最后,根据准则层中4类服务价值的权重,测得指标层中11类价值的综合权重,水源涵养价值最大,权重为0.2768;文化科研价值最小,权重为0.0104。说明在流域生态系统服务供给的价值中,调节服务价值中的水源涵养价值最高,文化服务价值中的文化科研价值最少。

4.2 横向补偿分摊比例的确定

流域生态服务价值横向补偿的主体主要是流域下游各地方政府。渭河流域下游包括宝鸡市、咸阳市、西安市与渭南市4个地区,下游4个地区的地方政府应根据自身的支付能力与受益程度对上游进行横向补偿。通过对专家调查问卷的结果进行整理,可测算得到渭河流域下游各地方政府因享有上游供给的生态服务价值而应承担的补偿份额(表2)。

由表2的测算结果以及公式(8)的计算原理,最终得到流域下游各地方政府对流域生态服务价值横向补偿的分摊权重。结合史恒通等^[30]与王奕淇等^[31]对渭河流域生态补偿的研究,假设上游应获得的补偿标准为8亿元,则可得到下游4个地方政府应分摊的补偿金额(表3)。

由表3可知,宝鸡市政府、咸阳市政府、西安市政府以及渭南市政府对流域上游横向补偿的分摊

表1 流域生态系统服务价值各指标权重

Table 1 Weights of watershed ecosystem service value indicators					
目标层	准则层	权重	指标层	权重	综合权重
流域生态系统服务价值	供给服务价值	0.3093	水产品价值	0.2605	0.0806
			水资源供给价值	0.6333	0.1959
			水利发电价值	0.1062	0.0328
	调节服务价值	0.4919	气候调节价值	0.2671	0.1314
			水源涵养价值	0.5628	0.2768
			环境净化价值	0.1079	0.0531
			洪水调蓄价值	0.0622	0.0306
	支持服务价值	0.1362	土壤保持价值	0.7500	0.1021
			生物多样性保护价值	0.2500	0.0341
	文化服务价值	0.0626	休闲娱乐价值	0.8333	0.0522
			文化科研价值	0.1667	0.0104
检验	CR=0.0279<0.1				

比例分别为27.11%、22.24%、29.82%、20.83%，应分摊的补偿金额分别为2.169亿元、1.779亿元、2.386亿元、1.666亿元。对于该分摊结果，首先，西安市政府、宝鸡市政府、咸阳市政府与渭南市政府应承担的补偿分摊比例依次递减，这与4个地区的经济发展情况相匹配；其次，下游地方政府分别承担了对流域上游的补偿责任，不仅有利于保护与建设流域生态环境，还有利于减轻中央政府对流域上游纵向补偿的财政压力；最后，流域生态服务价值横向补偿的分摊结果从定量上确定了下游各地方政府应承担的责任，不仅同时兼顾效率与公平，还有利于强化下游各地方政府保护与建设流域生态环境的责任感和使命感。说明该分摊方案是科学、合理的。

5 结论与建议

5.1 结论

本文在分析流域生态服务价值横向补偿的流域整体效用最大化的理论上，结合层次分析法与结构熵权法，构建基于效用最大化的流域生态服务价值横向补偿模型。根据专家调查的结果，利用层次分析法计算得到流域生态服务价值各指标权重，并结合结构熵权法进一步确定各指标权重在下游各地方政府间的分摊份额，从而得到能使效用最大化的横向补偿分摊比例，流域下游的宝鸡市政府、咸阳市政府、西安市政府以及渭南市政府应分摊的生态服务价值比例分别为27.11%、22.24%、

29.82%、20.83%。

在该分摊方案中，首先，流域生态服务价值需求方承担部分生态服务价值补偿责任，体现了外部性理论与生态环境价值理论的理论观点，明确了环境资源使用者付费的发展理念；其次，西安市政府、宝鸡市政府、咸阳市政府与渭南市政府根据自身的受益程度对上游进行横向补偿，应承担的补偿分摊比例依次递减，这与4个地区的经济发展情况相匹配；第三，下游各地方政府分别承担了对流域上游的补偿责任，不仅有利于保护与建设流域生态环境，还有利于减轻中央政府对流域上游纵向补偿的财政压力，且4市政府部门是承担着流域生态服务价值补偿的主力军，也反映出流域生态服务公共产品的特性；第四，流域生态服务价值的补偿过程实质上是受益主体与流域生态环境保护者之间关于生态服务功能的交易过程，是补偿主体对补偿客体给予补偿的过程，研究流域下游各地方政府对流域上游的横向补偿，不仅有利于促进流域区域间生态补偿的实践，也对其他自然资源的补偿具有一定的借鉴意义；最后，分摊结果从定量上确定了下游各地方政府应承担的责任，不仅符合“谁受益、谁补偿”“利益共享、成本共担”的原则、同时兼顾效率与公平，还有利于强化下游各地方政府保护与建设流域生态环境的责任感和使命感，促进流域生态环境的改善，让良好的生态环境反哺经济发展，实现人与自然和谐共生。

表2 渭河流域下游各地方政府应承担的补偿份额的权重

Table 2 Weights of compensation of local governments in the downstream area of the Weihe River watershed

价值类别	分项价值权重(w_i)	补偿主体	分项价值的分摊权重(w_j)	总价值的分摊权重(w_g)
供给服务价值	水产品价值 (0.0806)	宝鸡市政府	0.2896	0.0234
		咸阳市政府	0.1871	0.0151
		西安市政府	0.3362	0.0271
		渭南市政府	0.1871	0.0151
	水资源供给价值 (0.1959)	宝鸡市政府	0.2610	0.0511
		咸阳市政府	0.2182	0.0427
		西安市政府	0.3346	0.0656
		渭南市政府	0.1862	0.0365
	水利发电价值 (0.0328)	宝鸡市政府	0.2771	0.0091
		咸阳市政府	0.1840	0.0060
		西安市政府	0.3203	0.0105
		渭南市政府	0.2186	0.0072
调节服务价值	气候调节价值 (0.1314)	宝鸡市政府	0.2773	0.0364
		咸阳市政府	0.2320	0.0305
		西安市政府	0.2776	0.0365
		渭南市政府	0.2131	0.0280
	水源涵养价值 (0.2768)	宝鸡市政府	0.2697	0.0747
		咸阳市政府	0.2333	0.0646
		西安市政府	0.2697	0.0747
		渭南市政府	0.2273	0.0629
	环境净化价值 (0.0531)	宝鸡市政府	0.2644	0.0140
		咸阳市政府	0.1795	0.0095
		西安市政府	0.3124	0.0166
		渭南市政府	0.2437	0.0129
	洪水调蓄价值 (0.0306)	宝鸡市政府	0.2876	0.0088
		咸阳市政府	0.2258	0.0069
		西安市政府	0.2876	0.0088
		渭南市政府	0.1990	0.0061
支持服务价值	土壤保持价值 (0.1021)	宝鸡市政府	0.2737	0.0279
		咸阳市政府	0.2547	0.0260
		西安市政府	0.2720	0.0278
		渭南市政府	0.1996	0.0204
	生物多样性保护价值 (0.0341)	宝鸡市政府	0.2647	0.0090
		咸阳市政府	0.2241	0.0076
		西安市政府	0.2648	0.0090
		渭南市政府	0.2464	0.0084
文化服务价值	休闲娱乐价值 (0.0522)	宝鸡市政府	0.2663	0.0139
		咸阳市政府	0.2292	0.0120
		西安市政府	0.3450	0.0180
		渭南市政府	0.1595	0.0083
	文化科研价值 (0.0104)	宝鸡市政府	0.2685	0.0028
		咸阳市政府	0.1482	0.0015
		西安市政府	0.3442	0.0036
		渭南市政府	0.2391	0.0025

表3 流域生态服务价值横向补偿分摊

Table 3 Watershed ecological service value horizontal compensation burden sharing by cities in the downstream area

	宝鸡市政府	咸阳市政府	西安市政府	渭南市政府
分摊权重/%	27.11	22.24	29.82	20.83
分摊的补偿金额/亿元	2.169	1.779	2.386	1.666

5.2 建议

基于以上结论,本文提出如下政策建议:

首先,扩大地方政府的横向转移支付规模。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,而上游地区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。为了激励流域上游保护与建设流域生态环境,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,下游地方政府应根据其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;另一方面,下游地方政府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。对于下游对上游的横向转移支付,可通过建立有效的监督考评机制进行完善。结合流域下游自身的经济状况和上游提供的生态产品情况(例如考核水质是否达到Ⅲ类),确定转移支付资金,并由上级政府进行动态监督,协调上下游间存在的矛盾。同时制定考评标准,既考评下游给予上游横向转移支付的规模,又考评上游是否利用资金反哺于流域生态环境。进一步地,可将下游对上游的横向转移支付规模纳入地方官员的考核体系,有利于促进地方政府间横向转移支付规模的扩大。

其次,科学合理地确定流域生态服务价值横向补偿的标准。补偿标准是横向生态补偿中各利益相关方十分重视的核心问题,也是流域上下游地方政府间最难协商的问题。补偿标准的确定既需要有严谨的理论分析,还需要考虑流域上游为下游以及全社会实际供给的生态服务价值。上游地方政府有责任与义务通过保护与建设流域生态环境来提高上游当地居民的生态福祉,且其保护与建设流域生态环境过程中所产生的生态服务价值并不都

由流域下游地区享有,流域上游居民也享有部分生态服务价值。因此,应根据下游受益地区的实际受益程度与支付能力确定科学合理且现实可行的横向补偿标准,保证上游对生态环境的保护与建设所付出的成本与努力得到足额补偿,在兼顾流域生态服务价值横向补偿效率与公平的基础上,实现流域的可持续发展。

再次,拓宽补偿资金来源渠道。在现阶段,流域生态服务价值补偿主要以中央政府与地方政府的纵向与横向转移支付为主,造成中央与地方政府的财政压力巨大,不利于实现社会公平和提高流域水资源利用效率。应根据“谁受益、谁补偿;多受益,多补偿”的原则,将流域生态服务价值需求方纳入补偿主体的范畴,明确需求方的补偿责任,通过使用使用者付费增加流域生态服务价值的补偿资金。除了中央与地方政府对生态服务价值供给方的纵向与横向转移支付外,还可将水权交易、排污权交易等市场补偿方式作为补充,让流域生态服务价值需求方对供给方给予补偿,并进一步加入 NGO (Non-government Organization) 参与、环境责任保险等社会补偿模式,真正做到生态环境保护人人有责,实现生态服务价值补偿的全社会参与和资金的社会化。

最后,加强跨区域的协作机制建设。在流域上下游间经济发展与环境保护矛盾突出的情况下,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。

2019年6月

参考文献(References):

- [1] 国家发展改革委国土开发与地区经济研究所课题组. 地区间建立横向生态补偿制度研究[J]. 宏观经济研究, 2015, (3): 13-23. [National Development and Reform Commission Land Development and Regional Economic Research Institute Research Group. Research on establishing horizontal ecological compensation system between regions[J]. Macroeconomics, 2015, (3): 13-23.]
- [2] 中共中央, 国务院. 生态文明体制改革总体方案[EB/OL]. (2015-09-21) [2018-12-10]. http://www.gov.cn/guowuyuan/2015-09/21/content_2936327.htm. [The Central Committee of the Communist Party of China, State Council. Overall Plan for Institutional Reform to Promote Ecological Progress[EB/OL]. (2015-09-21) [2018-12-10]. http://www.gov.cn/guowuyuan/2015-09/21/content_2936327.htm.]
- [3] 国务院办公厅. 关于健全生态保护补偿机制的意见[EB/OL]. (2016-05-13) [2018-12-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-05/13/content_5073049.htm. [General Office of State Council. Opinions on Improving the Compensation Mechanism for Ecological Protection[EB/OL]. (2016-05-13) [2018-12-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-05/13/content_5073049.htm.]
- [4] 财政部, 环境保护部, 发展改革委, 等. 关于加快建立流域上下游横向生态保护补偿机制的指导意见[EB/OL]. (2016-12-20) [2018-12-10]. http://www.mof.gov.cn/gp/xxgkml/jjjss/201612/t20161230_2512229.html. [Ministry of Finance, Ministry of Environmental Protection, State Development and Reform Commission, et al. Guidelines on Accelerating the Establishment of a Horizontal Ecological Protection Compensation Mechanism in the Upper and Lower Reaches of the Basin[EB/OL]. (2016-12-20) [2018-12-10]. http://www.mof.gov.cn/gp/xxgkml/jjjss/201612/t20161230_2512229.html.]
- [5] Pires M. Watershed protection for a world city: The case of New York[J]. Land Use Policy, 2004, 21(1): 161-175.
- [6] 王翊. 地区间生态负担差异及补偿分摊方式[J]. 系统工程, 2007, 25(5): 72-76. [Wang Y. An approach to the differences in ecological burdens and compensation payments between different areas[J]. Systems Engineering, 2007, 25(5): 72-76.]
- [7] 孙开, 孙琳. 流域生态补偿机制的标准设计与转移支付安排: 基于资金供给视角的分析[J]. 财贸经济, 2015, (12): 118-128. [Sun K, Sun L. Watershed ecological compensation mechanism: Compensation standard and fiscal transfers system: Based on the perspective of fund supply[J]. Finance & Trade Economics, 2015, (12): 118-128.]
- [8] Bryan B A, Grandgirard A, Ward J R. Quantifying and exploring strategic regional priorities for managing natural capital and ecosystem services given multiple stakeholder perspectives[J]. Ecosystems, 2010, 13(4): 539-555.
- [9] Birol E, Karousakis K, Koundouri P. Using a choice experiment to account for preference heterogeneity in wetland attributes: The case of Cheimaditida Wetland in Greece[J]. Ecological Economics, 2006, 60(1): 145-156.
- [10] 龙开胜, 王雨蓉, 赵亚莉, 等. 长三角地区生态补偿利益相关者及其行为响应[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(8): 43-49. [Long K S, Wang Y R, Zhao Y L, et al. Stakeholders and their responses to payments for ecosystem services programs in the Yangtze River Delta[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(8): 43-49.]
- [11] 王金南, 刘桂环, 文一惠. 以横向生态保护补偿促进改善流域水环境质量:《关于加快建立流域上下游横向生态保护补偿机制的指导意见》解读[J]. 环境保护, 2017, 45(7): 13-18. [Wang J N, Liu G H, Wen Y H. Establish an horizontal eco-compensation mechanism between upstream and downstream to improve water quality of river basin[J]. Environmental Protection, 2017, 45(7): 13-18.]
- [12] 曹莉萍, 周冯琦. 我国生态公平理论研究动态与展望[J]. 经济学家, 2016, (8): 95-104. [Cao L P, Zhou F Q. Research trends and prospects of ecological equity theory in China[J]. Economist, 2016, (8): 95-104.]
- [13] 吴平. 打好“三大攻坚战”/“污染防治与环保制度创新”系列笔谈之二: 生态补偿的实际运作观察[J]. 改革, 2017, (10): 71-74. [Wu P. “Fight three major battles”/pollution prevention and environmental protection system innovation series II: Observation on the actual operation of ecological compensation[J]. Reform, 2017, (10): 71-74.]
- [14] Raben K. Access to water and payment for environmental services, Jequetepeque Watershed, Peru[J]. Danish Institute for International Studies Copenhagen, 2007, 3(1): 113-116.
- [15] 周晨, 丁晓辉, 李国平, 等. 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[J]. 资源科学, 2015, 37(4): 792-804. [Zhou C, Ding X H, Li G P, et al. Ecological compensation standards in the water source area of the middle route project of the South-North Water Transfer project[J]. Resources Science, 2015, 37(4): 792-804.]
- [16] 马永喜, 王娟丽, 王晋. 基于生态环境产权界定的流域生态补偿标准研究[J]. 自然资源学报, 2017, 32(8): 1325-1336. [Ma Y X, Wang J L, Wang J. Study on ecological compensation standard in river basin based on the property rights of eco-environment[J]. Journal of Natural Resources, 2017, 32(8): 1325-1336.]
- [17] Camacho D C. Payment schemes for environmental services in watersheds in Ecuador[J]. Investigación Agraria Sistemas Y Recursos Forestales, 2008, 17(1): 54-66.
- [18] 董战峰, 林健枝, 陈永勤. 论东江流域生态补偿机制建设[J]. 环

- 境保护, 2012, (2): 43–45. [Dong Z F, Lin J Z, Chen Y Q. The construction of ecological compensation mechanism in Dongjiang River Basin[J]. Environmental Protection, 2012, (2): 43–45.]
- [19] Castro A J, Vaughn C C, Garcia-Llorente M, et al. Willingness to pay for ecosystem services among stakeholder groups in a south central U. S. watershed with regional conflict[J]. Journal of Water Resources Planning & Management, 2016, 142(9): 1–8.
- [20] 沈田华. 三峡水库重庆库区生态公益林补偿机制研究[D]. 重庆: 西南大学, 2013. [Shen T H. Study on Ecological Forest Compensation Mechanism of the Chongqing Reservoir Area in Three Gorges[D]. Chongqing: Southwest University, 2013.]
- [21] 周小平, 李晓燕, 柴铎. 耕地保护补偿区域间分配的指标体系构建与实证: 以福州市为例[J]. 经济地理, 2016, 36(5): 152–158. [Zhou X P, Li X Y, Chai D. The inter-regional farmland protection compensation distribution index system and application: A case study in Fuzhou City[J]. Economic Geography, 2016, 36(5): 152–158.]
- [22] 彭开丽, 张鹏, 张安录. 农地城市流转中不同权利主体的福利均衡分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(2): 137–142. [Peng K L, Zhang P, Zhang A L. Study on welfare balance of different interest groups during rural-urban land conversion[J]. China Population, Resources and Environment, 2009, 19(2): 137–142.]
- [23] 郭志仪, 杨皓然. 基于结构熵权-模糊推理法的区域生态经济发展度研究: 以青海省为例[J]. 经济问题, 2011, (8): 126–129. [Guo Z Y, Yang H R. Study on regional eco-economic development degree based on structure entropy-fuzzy inference method: In Qinghai Province as an example[J]. Economic Problems, 2011, (8): 126–129.]
- [24] 孙宝娣, 崔丽娟, 李伟, 等. 基于不同受益者的双台河口湿地生态系统主导服务功能[J]. 生态学杂志, 2017, 36(1): 164–171. [Sun B D, Cui L J, Li W, et al. Dominant ecosystem services of Shuangtai Estuary Wetland based on different beneficiaries[J]. Chinese Journal of Ecology, 2017, 36(1): 164–171.]
- [25] 宋建波, 武春友. 城市化与生态环境协调发展评价研究: 以长江三角洲城市群为例[J]. 中国软科学, 2010, (2): 78–87. [Song J B, Wu C Y. The study on evaluation of coordinated development between urbanization and ecological environment among city cluster in the Yangtze River Delta[J]. China Soft Science, 2010, (2): 78–87.]
- [26] 程启月. 评测指标权重确定的结构熵权法[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(7): 1125–1228. [Cheng Q Y. Structure entropy weight method to confirm the weight of evaluating index[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2010, 30(7): 1125–1228.]
- [27] 张炳江. 层次分析法及其应用案例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014. [Zhang B J. Analytic Hierarchy Process and Its Application [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2014.]
- [28] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911–919. [Xie G D, Zhen L, Lu C X, et al. Expert knowledge based valuation method of ecosystem services in China[J]. Journal of Natural Resources, 2008, 23(5): 911–919.]
- [29] 马占东, 高航, 杨俊, 等. 基于多元数据融合的南四湖湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 资源科学, 2014, 36(4): 840–847. [Ma Z D, Gao H, Yang J, et al. Valuation of Nansihu lake wetland ecosystem services based on multi-sources data fusion[J]. Resources Science, 2014, 36(4): 840–847.]
- [30] 史恒通, 赵敏娟. 基于选择试验模型的生态系统服务支付意愿差异及全价值评估[J]. 资源科学, 2015, 37(2): 351–359. [Shi H T, Zhao M J. Willingness to pay differences across ecosystem services and economic valuation based on choice experiments approach[J]. Resources Science, 2015, 37(2): 351–359.]
- [31] 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[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(11): 69–75. [Wang Y Q, Li G P. Study of watershed spillover ecological value compensation based on expansion emergy: A case of Weihe watershed upstream[J]. China Population, Resources and Environment, 2016, 26(11): 69–75.]

Sharing of watershed ecosystem service value horizontal compensation burden by downstream cities

WANG Yiqi¹, LI Guoping², YAN Buqing²

(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: Horizontal ecological compensation as an important institutional arrangement for achieving ecological protection and promoting coordinated development between upstream and downstream areas can realize both socioeconomic and environmental benefits in a win-win situation. Based on the principles of welfare economics and environmental economics, this study constructed a theoretical model for horizontal compensation of watershed ecological service value that can maximize social utility. It is found that only when downstream local governments transfer funds to an upstream area in a fair amount can upstream area's reduction in utility caused by protecting ecosystem services be reasonably compensated for. By combining analytic hierarchy process with structural entropy weight method, we calculated weights of horizontal compensation that should be shared by local governments in a downstream area. Taking the Weihe River watershed as an example, it is estimated that the proportions of the horizontal compensation for the upstream area by Baoji, Xianyang, Xi'an, and Weinan city governments of the Weihe River watershed downstream area are 27.11%, 22.24%, 29.82%, and 20.83%. Thereby, the horizontal compensation share of the downstream local governments that can improve social utility is obtained. In the proposed burden-sharing scheme, the proportion of compensation burden to be borne by Xi'an, Baoji, Xianyang, and Weinan governments decreases successively, in line with the economic development level of the four cities. The assessment results quantitatively determine the responsibility of the local governments of the downstream area, which not only gives consideration to efficiency and fairness, but also helps strengthen the sense of responsibility of the local governments in the downstream area to protect and build the ecological environment of the watershed.

Key words: ecosystem service value; horizontal compensation; social utility; share of burden; analytic hierarchy process; structural entropy weight method; Weihe River watershed