

饮用水源保护区生态服务补偿研究与应用

赵 旭, 杨志峰*, 徐琳瑜

(水环境模拟国家重点实验室, 北京师范大学环境学院, 北京 100875)

摘要: 饮用水源保护区是确保饮用水安全的重要屏障, 目前迫切需要引入生态服务补偿机制作为饮用水源保护区限制型政策的必要补充。生态系统所提供的服务分别属于人类和自然两种价值系统, 生态服务补偿的目的是在两种价值观发生冲突时, 首先保障自然价值系统发挥其服务, 同时对损失的人类价值给予补偿, 以促进生态系统服务更好的发挥其功能。通过辨识服务的提供者和受益者及其所对应的价值系统, 可以帮助制定生态服务补偿策略。据此确定饮用水源保护区生态服务补偿主要是对生态公益林提供的涵养水源和水土保持服务的补偿。以武夷山市饮用水源保护区为研究案例, 将饮用水源保护者所付出的机会成本作为补偿标准, 计算结果为 897.7 万元, 补偿年限为 2005 ~ 2020 年。将补偿标准折合成水费, 武夷山市需要在水费中加收 0.07 元/(t·a) 的生态服务补偿费, 但最终的水费增收额需要通过考虑补偿者的支付意愿来决定。

关键词: 生态服务补偿; 饮用水源保护区; 生态系统服务; 武夷山市

文章编号: 1000-0933(2008)07-3152-08 中图分类号: P46 文献标识码: A

Study and application on the payment for ecological services in drinking water source reserve

ZHAO Xu, YANG Zhi-Feng*, XU Lin-Yu

State Key Laboratory of water Environment Simulation, School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(7): 3152 ~ 3159.

Abstract: It is imperative to introduce the mechanism of the payment for ecological services as indispensable complement for the restrictive policy on drinking water source reserve. There are economic and ecological value systems to evaluate the ecosystem services. The payment for ecological services aims to compensate the people who lose their benefits after primarily conserving the ecosystem to assure its well function when two mentioned value systems conflict. The strategy of payment for ecological services can be framed through distinguishing the provider and beneficiary of the services associated with their corresponding value systems. Thus, the payment for the drinking water source reserve services can be regarded as the payment for the functions of water-holding and soil conservation derived from the non-commercial forest. The drinking water source reserve in Wuyishan city is also studied using the opportunity cost of the protector as compensation standard. The results show that from year 2005 — 2020 the providers should be compensated for 8.977 Million yuan RMB, which can be collected by an extra water fee (0.07 yuan RMB/(t·a)) as the theoretical upper limit, while the concrete extra water fee should be determined by the willingness of the payer.

Key Words: payment for ecological services; drinking water source reserve; ecosystem services; Wuyishan city

基金项目: 国家重点基础研究发展计划资助项目(2006CB403303)

收稿日期: 2007-07-26; 修订日期: 2008-04-16

作者简介: 赵旭(1980 ~), 男, 齐齐哈尔人, 博士生, 主要从事水资源规划与管理研究. E-mail: jedisirus@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zfyang@bnu.edu.cn

Foundation item: The project was financially supported by the National Basic Research Program (No. 2006CB403303)

Received date: 2007-07-26; **Accepted date:** 2008-04-16

Biography: ZHAO Xu, Ph. D. candidate, mainly engaged in water resources planning and management. E-mail: jedisirus@126.com

饮用水源保护区一般指以集中供水取水口为中心的地理区域^[1]。饮用水源保护区是维持人类健康的最基本保障,是人类为了获得清洁安全的水资源而建立的最后堡垒。鉴于饮用水源保护区的重要作用,我国颁布了大量保护饮用水源地的法律规章条例,地方政府也制订了相应的地方法规和规章。但即便如此饮用水源保护区仍存在诸多隐患,其中最重要的问题之一是贫困引发的资源破坏问题。我国饮用水源保护区往往位于山区,而据统计全国 64% 的贫困县都在山区,这些地区的共同特点是交通不发达、信息闭塞、经济落后、生活贫困,但同时长期以来我国一直沿用行政解决生态的思路,即在水源地生态保护区内用行政手段强令地方政府和居民进行水源保护^[2],这些手段忽视了保护区中人们的生存权和发展权,无法调动他们自觉保护饮用水源的积极性,反而常常令其因为无法找到生存的出路而对生态资源进行掠夺性的破坏。所以目前迫切需要引入一种激励机制对这种限制型政策进行必要补充,而近年来提出的生态服务补偿理念即是解决以上问题的有力工具。

生态服务补偿的概念源自 1996 年哥斯达黎加在其新森林法中提出的创新的森林战略政策框架^[3]。通过这一政策,完全管理或保护森林的土地所有者会因其提供的生态服务得到酬劳。生态服务在这一政策中特指森林提供的四项服务:碳吸收、水资源保护、生物多样性保持和美丽的景观^[4]。近年来,该项政策在拉美国家得以普遍推广,并在世界范围内带动起以市场工具管理及保护自然资源的实践工作^[5,6]。其概念及内涵也在实践中得以拓展,Pagiola 等认为生态服务补偿是对自然资源管理者产生的部分生态服务给予一定的补助,以提高其保护这些服务的积极性^[7]。李琳提出生态服务补偿是由生态服务的受益者对提供者进行的补偿^[8]。近年来在我国掀起了生态补偿研究的热潮,而实际上其中很大一部分研究和实践可以归结生态服务补偿的范畴。李文华在辨析生态补偿概念时就提出,“广义的生态补偿应该包括环境污染和生态服务功能两个方面的内容:由生态系统服务受益者向生态系统服务提供者提供因保护生态环境所造成损失的补偿,以及由生态环境破坏者向生态环境破坏受害者的赔偿”。同时他认为,“因为我国在征收排污费方面的工作已经有了一套比较完善的法规,因此生态补偿研究的重点应主要放在生态服务领域”^[9]。实践方面,具有生态服务补偿性质的例如:浙江金华江上游的东阳市和下游的义乌市之间制定的水权交易协议,由水资源紧缺的义乌市向水资源丰富的东阳市每年支付一定的费用购买调水权,宁夏的两个火电厂向供其用水的水库投入资金进行灌溉节水措施的改造等^[10,11]。综上所述,现阶段国内外的生态服务补偿研究和实践以保障生态系统正常的发挥其服务功能为目标,以建立市场机制作为补偿的手段,并致力于在补偿过程中运用激励机制解决问题。

但问题是国内外关于生态服务补偿无论是已有定义还是研究实践,都没有从生态系统服务的角度明确补偿行为所产生的动因——这是实施生态服务补偿应首先明确的问题。其次,国内外的补偿理论和实践多以外部性原理、产权理论等市场理论为指导,但必须承认市场手段有其局限性,并不是生态系统提供的所有服务都可以在市场上交易。因此,本文首先通过辨识生态系统服务内部价值系统的分异,明确价值观的冲突是产生补偿问题的根源,据此提出了简单的生态服务补偿冲突分析框架,并将其应用于分析饮用水源保护区的生态服务补偿问题中,最后通过武夷山的研究案例进行了补偿费计算,并提出了补偿建议。

1 饮用水源保护区生态服务补偿理论及策略

1.1 生态系统服务中的两种价值系统

目前大量关于生态系统服务(ecosystem services)价值的计算表明,自然生态系统对人类的生存和发展具有重要贡献。但随着人类活动对地球生物圈各个角落的扰动,自然生态系统正遭到严重破坏,其所提供的生态系统服务的能力也在逐渐下降,可持续的管理自然生态系统成为当前需要高度优先解决的问题。生态系统服务价值的计算将自然生态系统所具有的生态效用和价值(许多是无法在市场中实现的)放到和商品价值同等重要的地位来考虑,从而摆脱了以往认为人类可以无限制向自然索取的观点,为人类与自然的和谐可持续发展提供了契机。这其中最具代表性的是 Costanza 等计算的全球生态系统服务价值^[12]。但这一计算以及随后的大量相似工作仅提供了一个总的综合价值计算结果,其意义也只限于通过计算说明生态系统服务价值不

仅巨大并且往往被人类忽视,进而能够激发更多相关的研究和讨论^[13]。综合的生态系统服务价值计算无法说明人们普遍关注的一个问题,即如何在保证人类发展的前提下确保自然生态系统维持其自身健康和可持续发展。

要回答以上问题就必须认识到各项生态系统服务所体现的价值并不是一致的。Goulder 和 Donald^[14]认为在生态系统服务价值中存在内在价值(intrinsic value)和手段价值(instrumental value)两种价值,内在价值认为人类应承认自然生态系统和物种具有内在的维持其自身健康和可持续发展的权利,而这一价值系统基本上不考虑人类为满足自身发展需求而确立的基于边际效用原理的价值系统——即手段价值。简单的说,以上两种价值系统即是自然价值系统和人类价值系统。价值的分别源自目标的相异。Costanza 等认为价值从根本上指为了满足一项特殊目标而做的贡献^[15]。实际上,正是由于自然和人类目标的不同(一方要保护自然,一方要利用自然满足自己),从而必然存在矛盾。价值观的矛盾也导致评估方法的差异,目前生态系统服务价值评估尚未形成统一的概念和方法框架^[16]。

如今,人类对世界的影响已触及全球的各个角落^[17],自然生态系统已不再独立于人类之外而存在,而是与人类社会交互,形成一种复杂的相互依存关系:自然遭受破坏,人类就失去了生存的基础,但倘若人类生存遭到威胁,则会加剧向自然索取的速度。由于对以上关系缺乏认识,使得现在很多行政管理决策在考虑保护自然的同时,忽略了其中一部人损失的利益,例如饮用水源保护区的限制政策,这也势必会激化矛盾。生态服务补偿正是为协调这一矛盾而被提出的一种激励机制,其目的是要在保障人类自身利益的前提下,促使体现自然价值观的生态系统服务更好的发挥作用。

1.2 生态系统服务补偿冲突分析

既然生态系统提供的各项服务存在于两类价值系统中,则可以进一步将生态系统服务分类对应于相应的价值系统中。目前较有影响的生态系统服务分类是 2003 年千年生态系统评估项目概念框架工作组在《生态系统与人类福利:评估框架》中提出的^[18],这一分类将生态系统服务分为产品供给(粮食与水等)、文化(娱乐与宗教等)、调节(调节洪涝、疾病等)和支撑(土壤形成、养分循环)四种服务。分析这 4 种服务(表 1),产品供给和娱乐服务所对应的是人类价值系统,其目的是满足人类自身需求,区别是产品供给符合经济学原理,可在市场交易中实现其价值,而娱乐服务由于存在外部性,其价值判断需要采用替代市场的方法。调节和支撑服务属于生态价值系统,Farber 等^[19]认为生态系统内部存在两种价值,一是系统各组分间相互作用而产生的因果关系价值,例如森林控制土壤侵蚀的价值、林火对森林营养物的循环的价值,调节服务与之对应;另一种是自然生态系统存在的基础价值,即自然维持其自身进化的价值,支撑服务与之对应。

表 1 生态系统服务分类与价值分类的对应关系

Table 1 The corresponding relationship between ecosystem services and the valuation systems

价值分类 Valuation systems		生态系统服务分类 Classification of ecosystem services	受益方 Beneficiary	市场 Market admittance
人类价值系统 Economic valuation systems	货币价值或交换价值 Monetary value	产品供给 Supply services	经营的人 Business man	可在市场交易 Admittable
	个人偏好 Preference	文化娱乐 Cultural services	大部分人 Majority	大部分不可交易 Mostly unadmitted
生态价值系统 Ecological valuation systems	因果关系价值 Causal relationship value	调节 Regulating services	自然和人 Nature and human beings	探索市场机制,例如碳汇市场 Researching to establish market mechanisms, e. g. carbon sink market
	自然选择价值 Natural selection value	支撑 Supporting services	自然 Nature	无市场 Market failure

明确以上对应关系,则在生态服务补偿中,要保障人类价值不受损害以及生态价值发挥效用,只要了解各自价值系统内部对应的服务类型,就可以辨识冲突双方的受益群体,并根据各类型服务与市场的关系选择补

偿方式以及计算补偿标准。文化娱乐服务与生态价值往往是和谐的,健康的自然生态系统与人类的审美取向是相一致的。因此大部分矛盾产生于人类价值系统中的产品供给服务和生态价值系统所提供的服务间的矛盾,被补偿者经常是因为保护自然无法进行生产的一部分人。从表 1 还可看出,当发挥调节服务时,其受益人不但包括自然还包括人类,例如湿地对洪水的调节,则找到人类受益方就找到了补偿者。实际上目前国外大量建立生态服务补偿市场的实践都可归为调节服务对产品供给服务的补偿,例如目前正建立的碳汇市场以及流域水资源市场等。但当发挥支撑服务时,从人类的角度看受益方是自然或者说受益方是包括全人类的整个地球生物圈,例如对某种珍稀动物的保护,这时市场手段的作用有限,目前只能由政府代言作为补偿者进行补偿。

1.3 饮用水源保护区补偿策略

目前我国对饮用水源保护区的补偿实践多发生在保护区建立初期,其补偿对象是为了保护饮用水源地而需要搬迁出去的那一部分企业及居民,补偿方式多采用异地开发以及生态移民的方式。但对于留下来的保护区内的居民,该如何辨识其对保护饮用水源所作的贡献,如何补偿以及补偿多少?国内在这方面的研究和实践相对较少。因此为明确饮用水源保护区内部生态服务补偿的策略,根据前面部分的分析提出了一个简单的冲突分析框架(图 1)。从图 1 可以看出,在饮用水源保护区内,生态公益林向饮用水源提供了涵养水源和水土保持的调节服务,这一服务属于自然价值系统中的因果关系价值。冲突在于,用于建设生态公益林的土地同样可以用作耕地或商品林地,而耕地和商品林是饮用水源保护区居民主要的生存支柱,农民和林农要通过耕地和商品林在市场上实现价值以保障自身生存。国内现有政策法规偏向于保护饮用水源,从而忽略了农民和林农的基本生存权利,致使一部分人为了生存非法破坏保护区资源。化解冲突的手段即是令饮用水源受益者对因为放弃土地的生产能力而建设公益林的农民和林农给予一定的补偿。自来水公司在这一过程中可以作为补偿的中间人通过向饮用水源受益者加收水费的方式收取补偿费给农民和林农。

事实上,国外早就认识到上游合理的土地利用对下游水资源的保护具有重要作用。例如,水资源使用者补偿上游土地使用者在日本已有 100a 的历史^[6],哥斯达黎加等南美国家近几年来采用市场手段进行了大量的补偿森林土地所有者的实践^[3~7]。欧美国家中,比较有代表性的有美国的保护储备计划(CRP),该计划通过对将耕地转化为森林的土地所有者进行支付,以达到提高水质、保护湿地和野生生物的目的^[20]。但在我国,目前涉及水资源保护的补偿问题多是以行政区为单位,通过上下游的水质标准差异或水资源价格确定补偿标准,补偿金通常由下游政府支付给上游政府。而饮用水保护区中森林所提供的水资源保护功能目前未得到应有的重视,补偿资金很难落实到参与生态公益林建设的林农手中。同时,虽然国家对生态退耕和建设公益林都有相应的补偿政策,但目前存在补偿标准偏低、补偿年限较短以及设计单一化等许多问题^[21,22],饮用水源受益者对饮用水源保护区生态公益林的补偿可以说为林农又增加了一笔收入。

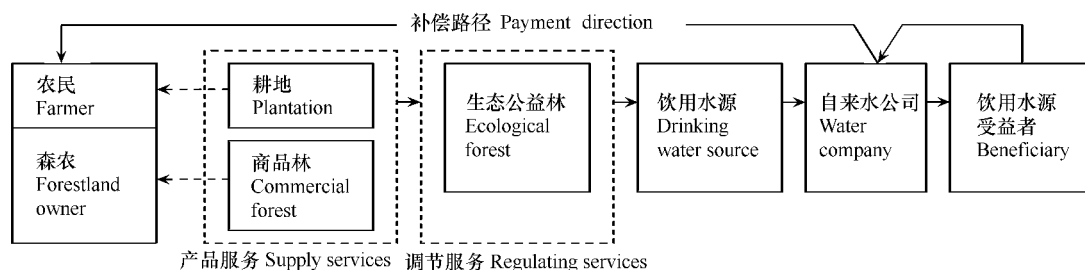


图 1 饮用水源保护区生态服务补偿利益关系示意

Fig. 1 The correlative chain in payment for environmental services in drinking water source reserve

1.4 饮用水源保护区补偿费计算方法

由图 1,计算饮用水源保护区的生态服务补偿费就是要确定饮用水源受益者通过自来水公司所付给农民和林农的那部分费用。而这部分费用既可看作生态公益林向饮用水源提供的调节服务价值,也可以看成用于

建设生态公益林的那部分土地作为耕地和商品林所产生的产品收益,即建设生态公益林的机会成本。由于调节服务价值难于计算,因此将建设生态公益林的机会成本作为补偿费进行计算。建设生态公益林的机会成本分为两部分,一是已经存在的生态公益林,其机会成本是将这部分公益林用作商品林所产生的收益,二是由生态退耕而新生成的生态公益林,其机会成本是所退还耕地本应产生的收益。商品林和耕地的收益计算公式为:

$$\text{商品林的收益} = \text{单位面积木材价值} \times \text{已有生态公益林的面积} \quad (1)$$

$$\text{耕地的收益} = \text{退耕面积} \times \text{亩均农业收入} = \text{退耕面积} \times \frac{\text{农业产值}}{\text{耕地面积}} \quad (2)$$

则补偿费或建设生态公益林的机会成本为:

$$\text{补偿费} = \text{建设生态公益林的机会成本} = \text{商品林的收益} + \text{耕地的收益} \quad (3)$$

然后将补偿费折合成水费,可应用公式:

$$\text{每吨水附加的生态补偿费} = \frac{\text{建设生态公益林的机会成本}}{\text{自来水公司售水量}} \quad (4)$$

以上计算的补偿费及其折合成的水费是理论补偿费。对于饮用水源使用者来说,他们自己还有一个补偿费上限,那就是补偿费不能超过其由于被补偿者提供的生态服务而获得的利益,若超出则补偿者就会拒绝付费^[6],而补偿者由于经济水平、文化程度、环保意识等差别较大,其个体的支付意愿也会存在较大差异,因此补偿费的确定最终还需要建立在充分满足公众意愿的基础上才能得以顺利实施,即实际补偿费要通过与饮用水源使用者进行协商来确定。

2 案例研究

2.1 研究区时空范围

武夷山市位于福建省北部,其风景名胜区和自然保护区被联合国教科文组织世界遗产委员会列入《世界自然与文化遗产名录》。武夷山市的河流属于闽江流域、建溪水系。境内水量充沛、水质情况较好,主要监测点位水体满足或优于Ⅱ类水质标准。武夷山市目前有两条河流作为饮用水源:一条是发源于洋庄乡大安村黄连木山南麓的西溪,这是武夷山目前饮用水的主要来源;另一条是崇阳溪的源头东溪,在该条河建立的东溪水庫是武夷山未来水源的主要保障。

饮用水源保护区空间范围的确定首先对武夷山进行生态功能区划(图2),武夷山的生态功能区划分为一级区划和二级区划。参照生态功能二级区划中涉及饮用水源保护的片区,以及已有饮用水源保护区范围,同时为了便于管理、调配补偿资金,以及方便在计算过程中收集数据,尽量以行政区作为边界设置补偿范围,最后确定补偿范围包括洋庄乡、岚谷乡、吴屯乡3个乡,以及新丰街道和武夷街道两个街道办事处(图3)。本次研究的时间范围为2005~2020年。

2.2 补偿费的计算

(1) 已有生态公益林的机会成本

由于国有生态公益林有专门的资金保障,所以本补偿只考虑乡村集体和个人建设的生态公益林。这5个乡镇中由乡村集体和个人建设的生态公益林面积为243.1 km²。根据《武夷山市林业行业“十一五”发展规划》,2005~2020年间武夷山市生态公益林面积保持不变。提供林产品的价格按照市场价值法估算,公式如下:

$$FP = E \times R \times P \times C / T \quad (5)$$

式中, FP 为单位面积森林生态系统木材价值, E 为平均木材价格(按当地木材平均价格取276.1元/m³), R 为综合出材率(取50%), P 为择伐强度(取35%), C 为成熟林单位面积蓄积量(取75 m³/hm²), T 为择伐周期(取15a)。

将数据代入公式(5)求出 FP 为240元/hm²,再代入公式(1)得出已有生态公益林用来建设商品林将获得的收益是561.6万元。按15a的择伐周期考虑,在2005~2020年间的补偿值仍然是561.6万元。

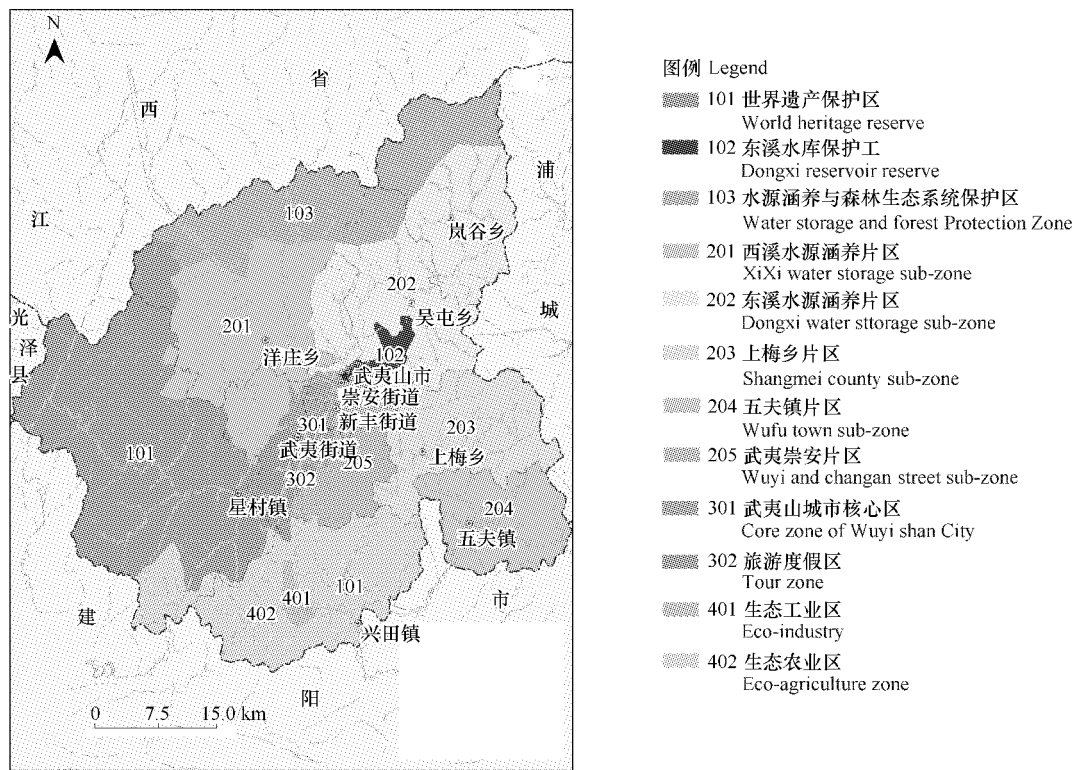


图2 武夷山市生态功能二级区划
Fig. 2 Secondary Eco-Functional Regionalization in Wuyishan City

(2)生态退耕的机会成本

25°以上坡耕地极易引发水土流失,假设这部分土地在 2020 年全部实现生态退耕,则饮用水源保护区内的退耕面积可采用 25 度坡耕地的面积。应用公式(2)可以计算出武夷山建设生态公益林的机会成本是 336.1 万元(表 2)。则按照公式(3)建设生态公益林的机会成本是 897.7 万元。

表 2 建设生态公益林的机会成本及相关数据
Table 2 Opportunity cost of planting ecological forest and correlative data

项目 Item	25°坡耕地面积(hm ²) Area of slope cultivated land over 25 degree (hm ²)	耕地面积(hm ²) Area of slope cultivated land (hm ²)	农业产值(万元,现值) Agricultural production value(present value, 10thousand Yuan)	建设生态公益林 的机会成本(万元,现值) Opportunity cost of planting ecological forest(present value, 10thousand Yuan)
新丰街道 Xinfeng Street	5.3	255.2	409	8.6
武夷街道 Wuyi Street	30.5	2095.9	6949	101.3
吴屯乡 Wutun Town	37.4	2370.3	5420	85.4
岚谷乡 Langu Town	37.4	2057	4820	87.5
洋庄乡 Yangzhuang Town	23.9	1672.5	3734	53.3
合计 Total	134.5	134.5	8450.9	336.1

资料来源:《武夷山市统计年鉴 2006》Statistical Yearbook of Wuyishan City 2006

(3)补偿费计算

应用公式(4)计算每吨水的附加生态补偿费,建设生态公益林的机会成本为 897.7 万元,2005 ~ 2020 年间自来水公司售水量应用公式:

$$SW = \sum_{i=0}^{15} SW_i = \sum_{i=0}^{15} SW_0(1 + \delta)^i \quad (6)$$

式中, SW 是补偿年限内自来水公司售水量的总和, SW_0 是基准年的售水量(2005 年武夷山自来水公司的售水量是 450t); δ 是售水量增长率(根据自来水公司近年售水量增长预测取 6.7%)。

将数据代入公式(6)算出 2005 ~ 2020 年间武夷山自来水公司共计售水量为 12249.5 万 t。将以上数据代入公式(4)得出每吨水附加的生态服务补偿费为 0.07 元/(t·a), 补偿年限为 2005 ~ 2020 年。

3 结论与讨论

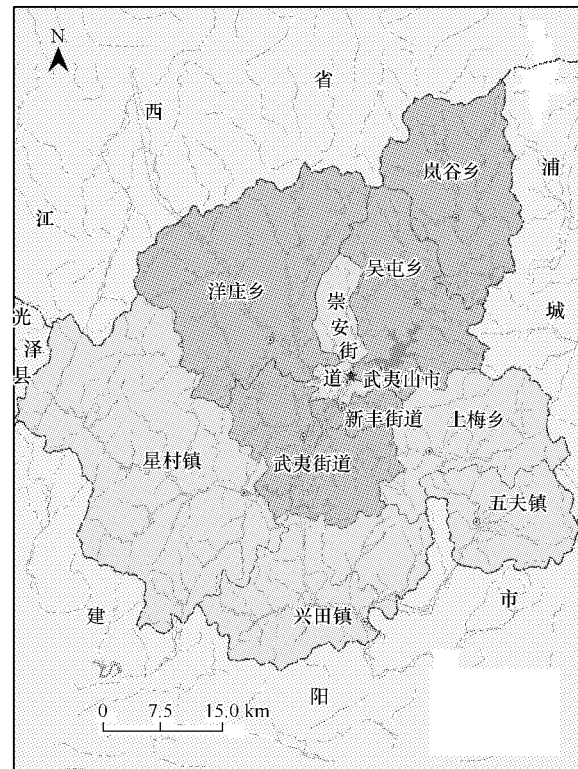
当一部分人因为保护自然而放弃了自身获利的机会时, 必然对保护自然丧失积极性, 甚至会为了生存破坏自然。以上问题的产生是因为, 生态系统提供的服务倾向于满足两种对立的价值观: 人类价值系统和自然价值系统。限制型的政策在保护自然的同时忽略了人类价值, 从而无法解决以上问题。生态服务补偿是解决以上问题的有力工具, 在认清两类价值系统所提供的服务及其对应的受益人和与市场的相容状况的基础上, 就可以据此确定补偿主体、补偿标准和补偿方式。

森林提供了大量的生态系统服务, 我国关于森林的补偿项目也是最多的, 例如六大林业重点工程中有很多举措都具有生态服务补偿的性质。对于一片森林来说, 它可以同时提供碳吸收、气候调节、水资源和生物多样性保护等多种生态系统服务, 而这些服务由于都属于生态价值系统, 所以之间是没有价值冲突的, 但砍伐森林或者在本应是林地的土地上进行其他生产活动, 则生态

价值系统的服务就会消失或减弱。因此对于生态服务补偿来说, 有意义的生态系统服务价值评估应该是总的生态系统服务价值扣除掉林产品服务价值以后剩下的那部分价值, 也就是内部无冲突的生态系统服务价值。这一价值可以作为森林生态服务补偿的上限。而对于饮用水源保护区生态公益林建设的参与者来说, 下游饮用水源使用者的补偿金只是其获得补助的一部分, 他们同时还可以获得国家对于退耕还林的补助, 以及国际上关于碳汇的补助等其他补偿费。

本文提出的饮用水源保护区的生态服务补偿, 实际是对森林发挥的水资源保护功能所提供的补偿。其中, 补偿者是饮用水源的使用者, 被补偿者是在饮用水源保护区建设生态公益林的农民和农林; 补偿方式是由自来水公司作为中间人向饮用水源受益者加收水费来实现的; 补偿标准是建设生态公益林而损失的建设耕地和商品林的机会成本。通过计算得出武夷山饮用水源保护区中的林地所提供的涵养水源和水土保持服务的机会成本是 897.7 万元, 将这一结果平均到自来水公司的售水量中, 得出 2005 ~ 2020 年间每吨水附加的生态服务补偿费为 0.07 元/(t·a)。相较目前各地区水费价格调整的幅度, 这一价格应在可接受范围之内, 以上确定的补偿关系和手段具有一定的可行性。

本研究中所确定的补偿费只能作为一个理论上限, 具体附加多少生态服务补偿费还需要在充分调查公众意愿的基础上产生, 这也是我国在进行生态服务补偿实践中需要重点关注的问题, 武夷山饮用水源保护区生态服务补偿进一步的工作将是通过召开听证会或问卷调查的形式, 确定补偿者的支付意愿。对于补偿者不愿缴纳的补偿费可以采用设立专项补偿基金的方式争取政府和社会各界的支持。第二, 目前我国的生态服务补



图例 Legend

- 区政府驻地 Government Area
- 镇界 Town Border
- 饮用水源保护区 Drinking water source reserve
- 市政府驻地 City government area
- 水系 Water system

图 3 武夷山市饮用水源保护区范围

Fig. 3 Drinking water source reserve zone in Wuyishan City

偿实践缺乏长效机制,其原因是补偿多以项目为支撑,项目一旦截止相应的也就切断了资金来源,这一问题在我国十分普遍。由于本研究同样依托项目进行,补偿年限也是有限的。目前的解决办法是,在 2020 年之前,由当地政府出面进一步研究制定出过期后的补偿方案。当然更加彻底解决办法是,由国家组织相关部门研究建立生态服务补偿的立法机制,这样就可以保障关键地区的关键补偿资金得以长期落实。

References:

- [1] Wang X G. A brief analysis on the drinking water source reserve policy in China. *Water Resources Protection*, 2004, (5): 46—54.
- [2] Ge Y X, Liang L J, Jie Y M. Building up a mechanism of ecological compensation for the waterhead region and its operation. *Issues in Agricultural Economy*, 2006, (9): 22—27.
- [3] Zbinden S, Lee D R. Paying for environmental services: a analysis of participation in Costa Rica's PSA program. *World Development*, 2005, 33 (2): 255—272.
- [4] Biénabe E, Hearne R R. Public preferences for biodiversity conservation and scenic beauty within a framework of environmental services payments. *Forest Policy and Economics*, 2005, 9(4): 335—348.
- [5] Kosoy N, Tuna M M, Muradian R, *et al.* Payments for environmental services in watersheds: insights from a comparative study of three cases in central America. *Ecological Economics*, 2007, 61:446—455.
- [6] Sierra R, Russman E. On the efficiency of environmental service payments: a forest conservation assessment in the Osa Peninsula, Costa Rica. *Ecological Economics*, 2006, 59(1): 131—141.
- [7] Pagiola S, Arcenas 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.
- [8] Li L. Payment for ecological services;The view and practice by WWF. *Environmental Protection*,2006,(10):77—80.
- [9] Li W H. Seeking for the building of the mechanism of ecological compensation in China — An interview with Li Wen-hua the Academician of the Chinese Academy of Engineering. *Environmental Protection*,2006,(10):4—8.
- [10] Zheng H X, Zhang L B, Feng Z M. Ecological compensation mechanism and policy recommendations in Jinhua River Basin. *Resources Science*, 2006, 28(5): 30—35.
- [11] Zhang L B, Zheng H X. Research trends and forming mechanisms of environmental service market in river basins. *Environmental Protection*, 2004, (12): 38—43.
- [12] Costanza R, Arge R d', Rudolf de Groot, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387: 253—260.
- [13] Toman M. Why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capita. *Ecological Economics*, 1998, (25): 57—60.
- [14] Goulder L H, Donald K. Valuing ecosystem services: Philosophical bases and empirical methods. In: Daily G C, ed. *Nature's services; societal dependence on natural ecosystems*. Washington, DC: Island Press, 1997. 23—48.
- [15] Costanza R, Arge R d', Rudolf de Groot, *et al.* The value of ecosystem services: putting the issues in perspective. *Ecological Economics*, 1998, (25): 67—72.
- [16] Winkler R. Valuation of ecosystem goods and services part1: an integrated dynamic approach. *Ecological Economics*, 2006, (59): 82—93.
- [17] Luck M A, Jenerette G D, Wu J, *et al.* The urban funnel model and the spatially heterogeneous ecological footprint. *Ecosystems*, 2001, 4: 782—796.
- [18] WGMEA(Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment). *Ecosystem and human well-being: a framework for assessment*. Washington, Covelo, London: Island Press, 2003.
- [19] Farber S C, Costanza R, Wilson M A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 2002, (41): 375—392.
- [20] Ribaud M O, Hoag D L, Smith M E, *et al.* Environmental indices and the politics of the conservation reserve program. *Ecological Indicators*, 2001, 1: 11—20.
- [21] Chen Q J, Chen S Q. Study on compensation strategy of environmental service. *Tropical Forestry*, 2006, 34(2): 7—10.
- [22] Lai M, Liu L M. Discussion on ecological compensation and its methods for China's cropland conversion program. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2006, 26(3): 63—66.

参考文献:

- [1] 王小钢. 我国饮用水水源保护区制度浅析. *水资源保护*,2004,(5):46~54.
- [2] 葛颜祥,梁丽娟,接玉梅. 水源地生态补偿机制的构建与运作研究. *农业经济问题*,2006,(9):22~27.
- [8] 李琳. 生态服务补偿:世界自然基金会的看法和实践. *环境保护*,2006,(10):77~80.
- [9] 李文华. 探索建立中国式生态补偿机制——访中国工程院院士李文华. *环境保护*,2006,(10):4~8.
- [10] 郑海霞,张陆彪,封志明. 金华江流域生态服务补偿机制及其政策建议. *资源科学*,2006,28(5):30~35.
- [11] 张陆彪,郑海霞. 流域生态服务市场的研究进展与形成机制. *环境保护*,2004,(12):38~43.
- [21] 陈秋菊,陈世清. 浅谈森林生态效益补偿策略. *热带林业*,2006,34(2):7~10.
- [22] 赖敏,刘黎明. 生态退耕工程中的生态补偿问题及其补偿方法. *水土保持通报*,2006,26(3): 63~66.

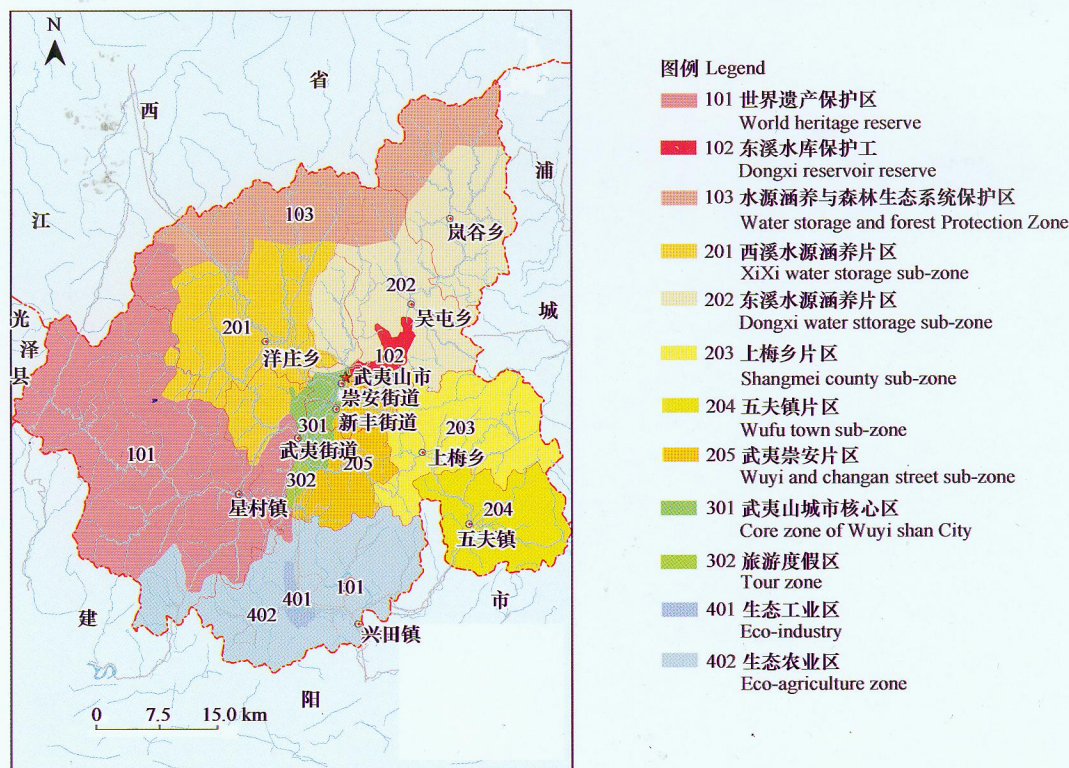


图2 武夷山市生态功能二级区划

Fig. 2 Secondary Eco-Functional Regionalization in Wuyishan City

(2) 生态退耕的机会成本

25°以上坡耕地极易引发水土流失,假设这部分土地在 2020 年全部实现生态退耕,则饮用水源保护区内的退耕面积可采用 25 度坡耕地的面积。应用公式(2)可以计算出武夷山建设生态公益林的机会成本是 336.1 万元(表 2)。则按照公式(3)建设生态公益林的机会成本是 897.7 万元。

表2 建设生态公益林的机会成本及相关数据

Table 2 Opportunity cost of planting ecological forest and correlative data

项目 Item	25°坡耕地面积(hm ²) Area of slope cultivated land over 25 degree (hm ²)	耕地面积(hm ²) Area of slope cultivated land (hm ²)	农业产值(万元,现值) Agricultural production value(present value, 10thousand Yuan)	建设生态公益林 的机会成本(万元,现值) Opportunity cost of planting ecological forest(present value, 10thousand Yuan)
新丰街道 Xinfeng Street	5.3	255.2	409	8.6
武夷街道 Wuyi Street	30.5	2095.9	6949	101.3
吴屯乡 Wutun Town	37.4	2370.3	5420	85.4
岚谷乡 Langu Town	37.4	2057	4820	87.5
洋庄乡 Yangzhuang Town	23.9	1672.5	3734	53.3
合计 Total	134.5	134.5	8450.9	336.1

资料来源:《武夷山市统计年鉴 2006》Statistical Yearbook of Wuyishan City 2006

(3) 补偿费计算

应用公式(4)计算每吨水的附加生态补偿费,建设生态公益林的机会成本为 897.7 万元,2005 ~ 2020 年间自来水公司售水量应用公式:

$$SW = \sum_{i=0}^{15} SW_i = \sum_{i=0}^{15} SW_0 (1 + \delta)^i \quad (6)$$

式中, SW 是补偿年限内自来水公司售水量的总和, SW_0 是基准年的售水量(2005年武夷山自来水公司的售水量是450t); δ 是售水量增长率(根据自来水公司近年售水量增长预测取6.7%)。

将数据代入公式(6)算出2005~2020年间武夷山自来水公司共计售水量为12249.5万t。将以上数据代入公式(4)得出每吨水附加的生态服务补偿费为0.07元/(t·a),补偿年限为2005~2020年。

3 结论与讨论

当一部分人因为保护自然而放弃了自身获利的机会时,必然对保护自然丧失积极性,甚至会为了生存破坏自然。以上问题的产生是因为,生态系统提供的服务倾向于满足两种对立的价值观:人类价值系统和自然价值系统。限制型的政策在保护自然的同时忽略了人类价值,从而无法解决以上问题。生态服务补偿是解决以上问题的有力工具,在认清两类价值系统所提供的服务及其对应的受益人和与市场的相容状况的基础上,就可以据此确定补偿主体、补偿标准和补偿方式。

森林提供了大量的生态系统服务,我国关于森林的补偿项目也是最多的,例如六大林业重点工程中有很多举措都具有生态服务补偿的性质。对于一片森林来说,它可以同时提供碳吸收、气候调节、水资源和生物多样性保护等多种生态系统服务,而这些服务由于都属于生态价值系统,所以之间是没有价值冲突的,但砍伐森林或者在本应是林地的土地上进行其他生产活动,则生态

价值系统的服务就会消失或减弱。因此对于生态服务补偿来说,有意义的生态系统服务价值评估应该是总的生态系统服务价值扣除掉林产品服务价值以后剩下的那部分价值,也就是内部无冲突的生态系统服务价值。这一价值可以作为森林生态服务补偿的上限。而对于饮用水源保护区生态公益林建设的参与者来说,下游饮用水源使用者的补偿金只是其获得补助的一部分,他们同时还可以获得国家对于退耕还林的补助,以及国际上关于碳汇的补助等其他补偿费。

本文提出的饮用水源保护区的生态服务补偿,实际是对森林发挥的水资源保护功能所提供的补偿。其中,补偿者是饮用水源的使用者,被补偿者是在饮用水源保护区建设生态公益林的农民和林农;补偿方式是由自来水公司作为中间人向饮用水源受益者加收水费来实现的;补偿标准是建设生态公益林而损失的建设耕地和商品林的机会成本。通过计算得出武夷山饮用水源保护区中的林地所提供的涵养水源和水土保持服务的机会成本是897.7万元,将这一结果平均到自来水公司的售水量中,得出2005~2020年间每吨水附加的生态服务补偿费为0.07元/(t·a)。相较目前各地区水费价格调整的幅度,这一价格应在可接受范围之内,以上确定的补偿关系和手段具有一定的可行性。

本研究中所确定的补偿费只能作为一个理论上限,具体附加多少生态服务补偿费还需要在充分调查公众意愿的基础上产生,这也是我国在进行生态服务补偿实践中需要重点关注的问题,武夷山饮用水源保护区生态服务补偿进一步的工作将是通过召开听证会或问卷调查的形式,确定补偿者的支付意愿。对于补偿者不愿缴纳的补偿费可以采用设立专项补偿基金的方式争取政府和社会各界的支持。第二,目前我国的生态服务补



图例 Legend

- 区政府驻地 Government Area
- 镇界 Town Border
- 饮用水源保护区 Drinking water source reserve
- ★ 市政府驻地 City government area
- 水系 Water system

图3 武夷山市饮用水源保护区范围

Fig. 3 Drinking water source reserve zone in Wuyishan City