

# Study on the Water Source Ecological Compensation of Shennongjia Forest Region

Jifa Miao, Yumin Huang, Wenna Zhang, Tao Chen

Faculty of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan  
Email: [446316915@qq.com](mailto:446316915@qq.com)

Received: Aug. 12<sup>th</sup>, 2014; revised: Sep. 22<sup>nd</sup>, 2014; accepted: Sep. 29<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Through the calculation of the loss of economic development opportunity and the local government investment on environmental protection in Shennongjia Forest Region, the preliminary ecological compensation for water source in Shennongjia Forest Region was got: the basic compensation is 29,929,600 yuan each year; the compensation of environmental protection investment during the Twelfth Five Year Plan is 53,591,900 yuan each year; the ecological compensation of closing small hydropower is 50,160,000 yuan by the end of 2017. In addition, the article makes a discussion according to the current situation of China's ecological compensation and puts forward the countermeasures on the water source ecological compensation of Shennongjia Forest Region.

## Keywords

Shennongjia Forest Region, Water Resource, Ecological Compensation

---

# 神农架林区水源地生态 补偿研究

苗纪法, 黄宇民, 张雯娜, 陈 涛

湖北大学资源环境学院, 武汉  
Email: [446316915@qq.com](mailto:446316915@qq.com)

收稿日期: 2014年9月12日; 修回日期: 2014年9月22日; 录用日期: 2014年9月29日

## 摘要

文章通过计算神农架林区经济发展机会成本损失和林区政府对环保工作的资金投入,初步得到神农架林区水源地每年生态补偿的基础金额为2992.96万元,“十二五”期间每年需要的环保投入的生态补偿金额为5359.19万元,截止2017年关闭小水电所需的生态补偿费用为5016万元。并针对我国生态补偿现状展开讨论,对神农架林区水源地生态补偿的实施提出有关对策。

## 关键词

神农架林区,水源地,生态补偿

## 1. 引言

随着经济的发展和人民生活水平的不断提高,人们已经越来越深刻的意识到自然资源和生态环境是维持经济社会可持续发展的重要因素[1]。水资源生态环境退化、水污染、水荒蔓延、生态平衡失调等问题对我国正在实施的可持续发展战略带来了严重影响。据水利部门统计显示,全国70%以上的河流湖泊遭受了不同程度的污染。在我国长江、黄河、淮河、海河和珠江等7大水系中,已不适合做饮用水源的河段接近40%,城市水域中78%的河段已不适宜作为饮用水源[2]。近年来,我国政府已经开始尝试进行水资源生态补偿并出台了一系列相关政策保护水源地的生态环境,在实践中取得了一定的成效,但由于缺乏理论上的指导,也不可避免地出现了一些问题。湖北省是全国水资源较为丰富的省份之一,2012年全省水资源总量813.88亿 $m^3$ ,人均水资源总量1408 $m^3$ [3]。神农架林区位于湖北省西部边陲,是华中地区生物多样性最为丰富的地区之一,林区境内河流都属于长江中游水系,但根据其直接注入河段,习惯上一般分为长江水系和汉江水系。汇入汉江的水系有南河水系和堵河水系,为南水北调中线工程重要水源地,建立长效的水源地生态补偿机制,对保障南水北调中线工程输水水质具有重要作用,对于解决好经济发展和生态环境保护之间的矛盾,保障地区可持续发展具有重要意义,激励当地政府切实做好水源地保护工作。

## 2. 生态补偿理论基础

生态补偿(Ecological Compensation)机制的理论基础主要包括效率与公平理论、外部性理论、公共物品理论、生态环境资源的价值理论。生态补偿的概念最初起源于生态学,既包括对生态系统和自然资源保护所获得效益的奖励或破坏生态系统和自然资源所造成损失的赔偿,也包括对造成环境污染者的收费,通过支付一定的费用,达到保护和恢复环境,使环境无净损耗,促进环境与经济的协调发展,即“谁污染谁保护”原则[4]-[6]。

国家生态补偿机制课题组报告中指出,生态补偿应包括以下几方面的内容:一是对生态系统本身保护(恢复)或破坏的成本进行补偿;二是通过经济手段将经济效益的外部性内部化;三是对个人或区域保护生态系统和环境的投入或放弃发展机会的损失的经济补偿;四是对具有重大生态价值的区域或对象进行保护性投入。

生态补偿是近年来国际上生态与环境经济学领域的重点研究内容。目前,国外学者对生态补偿的研究主要在公路建设、森林资源、种群栖息地、海湾环境以及生物多样性等领域[7]-[12],对水源地的生态补偿研究还较少。建立神农架林区水源地生态补偿机制,对于理清上下游主客体及其权责问题,加快流

域的经济社会发展和保护生态环境,实现流域水资源的可持续利用具有重要意义。

### 3. 构建水源地生态补偿核算体系

水源地生态补偿的确定受到补偿主体的意愿和补偿客体的受影响程度两方面的作用。因此,计算神农架林区水源地生态补偿需要从水源地为保护水源所付出的成本和受水区所获得的利益两方面来考虑。

文章水源地的区域为神农架四大水系,输水区为神农架林区,受水区为神农架林区及周边市县,补偿主体确定为湖北省政府和神农架林区,补偿客体为神农架林区和水系发源地所在乡镇。所以,计算水源地生态补偿额度就分为受水区的补偿意愿量、水源地居民发展机会成本和水源地环境保护投入成本三部分。

#### 3.1. 基于受水区补偿意愿的生态补偿额度

基于受水区补偿意愿的补偿额度一般采用补偿金额占到水资源费的百分比来计算,该方法计算的补偿意愿实际上是用水户补偿意愿的可接受值,并不体现个别用户的补偿意愿。按照用水类型神农架林区用水可分为居民家庭用水、生产运行用水、社会服务用水。考虑到一个城市的水价在时间上具有变动性,同时水价的修改往往涉及到很多要素,实际实行的水价可能并不能完全反应水资源的价值。通过水价制定的原则,计算出一个合理的水价,然后结合现行水价,确定应收取的合理的水资源费。最后通过补偿金额占水资源费的百分比确定用水户的补偿意愿。则三种用水的理论可支配水价为:

$$P'_i = G_i \times X_i / W_i \quad [13]$$

式中:  $P'_i$  为第  $i$  类行业用水的可支配水价;  $G_i$  为第  $i$  类行业产值(或居民可支配收入);  $X_i$  为第  $i$  类行业用水水价的支付意愿占总产值(或可支配收入)的比值(一般的,居民生活用水为 1%~2%,工业及其他类用水为 2.5%~3.5%);  $W_i$  为第  $i$  类行业的年用水量。

得出理论的可支配水价之后,与现行的水价相加求平均,得出受水区用水的合理水价。即

$$P_i = (P_{oi} + P'_i) / 2$$

式中:  $P_i$  为第  $i$  类行业用水的合理水价;  $P_{oi}$  为第  $i$  类行业用水的现行水价。

水资源费可以用如下公式求出:

$$Q_i = Q \times q_i \times P_i$$

$$E = (\sum Q_i) \times e \times r$$

式中:  $Q$  为各类行业中的用水量;  $Q_i$  为第  $i$  类行业用水总量的价格;  $E$  为受水区补偿意愿总量;  $q_i$  为第  $i$  类行业用水的量占总用水量的比重;  $e$  为水资源费占水价一的比例;  $r$  为补偿意愿值占水资源费的比例。

据 2012 年神农架林区统计数据,神农架居民年生活用水 284 万吨,年生产运行用水 2909 万吨,经计算,得出生活用水和生产用水的理论水价如表 1 所示。由于社会服务用水产值无法计算,因此仍沿用现行水价,即 1.05 元/t。

根据相关文献,水资源费一般取水价的 10%~20%,而用于生态补偿的费用大约占到水资源费的 10%~30% [14],文章采用水资源费为水价的 15%,生态补偿费用占水资源的 22% [13]。如表 1 所示,各类用水计算的合理价格均大于等于现行水价,但差距较小。最终,得出各类用水的补偿意愿值,得出基于受水区补偿意愿(补偿意愿的总体水平)的总补偿意愿额度为 626.73 万元/年。

#### 3.2. 基于水源地居民发展机会的补偿额度

利用机会成本法,水源地每年为保护水源而损失的机会成本为:

$$P_0 = (Q_1 - Q_2) \times N_1 + (G_1 - G_2) \times N_2$$

式中： $P_0$  为水源地居民的机会成本，万元/年； $Q_1$  为参考地区农民人均纯收入，元/人； $Q_2$  为水源地农民人均纯收入，元/人； $N_1$  为水源地农民人口，人。 $G_1$  为参考地区城镇居民可支配收入，元/人； $G_2$  为水源地城镇居民可支配收入，元/人； $N_2$  为水源地城镇人口，人。

文章以与神农架地理环境、主要经济作物等相似的恩施州作为参考。计算结果如表 2 所示，由于神农架环境保护所造成的水源地居民发展机会损失为 2366.23 万元/年。

### 3.3. 基于水源地环境保护投入成本的补偿额度

水源地生态补偿的费用分析常常涉及到农业非点源污染治理、城镇污水处理设施建设、河道清理等。则受益区对保护区的生态补偿为：

$$P = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots$$

式中： $P$  为补偿额，万元/年； $C_1$  为植树造林、封山育林等费用，万元/年； $C_2$  为农业非点源污染治理，万元/年； $C_3$  为城镇污水处理设施建设，万元/年； $C_4$  为河道清理等费用，万元/年。

根据《神农架林区水利发展“十二五”规划》，神农架林区为保护林区河流水质，陆续开展阳日河堤治理、大九湖水源保护、丹江口库区上游水土保持工程、青杨河小流域治理、峡库区当阳河水土保持、三峡库区水环境修复、山区河流水生态修复、水质水保监测站点建设等 8 项工作，工程所需资金约 25955.4 万元。

另外，神农架林区政府出于对神农架河流生态系统和环境的保护要求，2020 年前，对全区装机容量

**Table 1. Reasonable price of Shennongjia Forest Region**  
**表 1. 神农架林区合理水价表**

| 项目                   | 居民家庭用水  | 生产运行用水  | 社会服务用水 |
|----------------------|---------|---------|--------|
| $G_i$ 万元             | 42372.5 | 168112  | -      |
| $X_i$                | 1.5%    | 3%      | -      |
| 年用水量，万吨( $W_i$ )     | 284     | 2909    | 35     |
| 可支配水价，元/吨( $P'_i$ )  | 2.5     | 11.7    | -      |
| 现行水价，元/吨( $P_{0i}$ ) | 0.9     | 1       | 1.05   |
| 理论水价，元/吨( $P_i$ )    | 1.7     | 6.35    | 1.05   |
| 年水费，万元( $Q_i$ )      | 482.8   | 18472.5 | 36.75  |
| 年补偿意愿，万元(E)          | 15.93   | 609.59  | 1.21   |

**Table 2. The development opportunity losses of Shennongjia Forest Region**  
**表 2. 神农架林区发展机会损失计算结果**

|               | 湖北省    | 神农架林区   | 恩施州    |
|---------------|--------|---------|--------|
| 农民人均纯收入，元/人   | 7852   | 5110    | 4571   |
| 农民人口，人        | -      | 48,288  | -      |
| 城镇居民可支配收入，元/人 | 20,840 | 13,567  | 15,058 |
| 城镇人口，人        | -      | 31,232  | -      |
| 生态补偿金额，万元     | -      | 2366.23 | -      |

在 500 kw 以下的所有水电站进行关闭,林区内计划关闭小水电 34 座,总装机容量为 8360 千瓦,参考《神农架林区水能资源开发及河流规划调整方案》对关闭电站资金筹措方案的要求,关闭电站按每千瓦造价 6000 元进行估算,总造价达 5016 万元。

#### 4. 结论与讨论

生态有偿服务是一种与市场化手段充分结合所产生的生态补偿制度,它基于国际上认为的环境服务支付的理念对制度加以设计[15]。经过初步估算,神农架林区水源地每年生态补偿的基础金额为 2992.96 万元,另外“十二五”期间每年需要的环保投入的生态补偿金额为 5359.19 万元,截止 2017 年关闭小水电所需的生态补偿费用为 5016 万元。

由于我国在水源地生态补偿领域的研究起步较晚,生态补偿在实施过程存在着一定困难[16]。首先水源地生态补偿的标准难以确定。生态系统服务功能价值计算方法没有标准的计算方法,难以作为生态补偿的核算标准,各种构建生态补偿的模型也没有统一的计算方法,这对水源地生态补偿的实施增加了难度,目前大部分地方主要根据政府的财政承受能力来决定生态补偿标准,没有运用一定的理论与科学技术进行测算和评估,补偿标准缺乏科学依据[17][18]。其次,没有确保生态补偿实施的法律保障。我国在水源地生态补偿相关法律法规的颁布上存在空白,没有专门的生态补偿法律法规,立法层次偏低,在生态补偿政策与法规方面,全国还没有形成统一、规范的管理体系,无法保障生态补偿的顺利实施[19],这方面应汲取国外的生态补偿的先进经验,如哥斯达黎加在森林生态补偿方面的做法,制定相关法律,不断调整和完善激励措施[20]。第三,资金来源单一,管理机制不健全。

目前我国生态补偿主要由政府买单,生态补偿的市场手段包括生态税费制度和市场交易模式,但目前我国还没有专门的生态税,仅是某些税制有利于生态环境保护[21],市场交易模式也有排污权交易、水权交易和碳汇交易,出水权交易在我国实施较为成熟外,排污权交易和碳汇交易正处于起步阶段。同时由于没有有效的生态补偿金使用监督机制,影响了生态补偿金的使用效率[22]。

#### 5. 水源地生态补偿对策建议

1) 控制农业面源污染的补贴。根据联合国粮农组织(FAO)有关资料估计,施用化肥可使粮食作物总产量大约提高 30% 以上。全国化肥试验网统计数据表明,化肥对粮食生产的贡献率在 40% 左右[23]。2012 年,神农架林区耕地面积 98,490 亩,总化肥使用量为 5690 吨,每亩化肥使用量为 57.8 千克,粮食总产量为 20,598 吨,每亩耕地面积的粮食单产平均为 209.14 公斤,由于受气候条和种植的作物影响,神农架林区粮食亩产较低。我国每亩耕地增加施肥 1 公斤,平均可增产粮食 3.89 公斤[24]。如果林区农村地区减少一半化肥施用量,粮食单产为每亩耕地面积的粮食减产约 86.7 公斤,每亩减少收入约 125 元,扣除节省的购买化肥成本,每亩实际减少收入约 86 元[25];如果林区农村地区化肥的施用量减少一半,粮食减产所带来的损失每年约为 847 万元,没有生态补偿的驱动,很难减少化肥用量,同理对控制神农架林区目前的化肥使用量也是一种保障。

2) 应当重视人居环境的改善。现阶段,当地居民比较接受出于改善人居环境的环保项目投入。因此,在保护自然环境的同时,更要重视改善人居环境。主要指农村地区社会事业的投入,提高农民收入水平和保障水平等方面所需资金的补贴和农村生活污水治理、农村生活垃圾无害化处置,以及农村污染治理等所需费用的补贴。

3) 建立行之有效的保障措施。成立“神农架林区水源地生态补偿工作领导小组”,领导小组下设办公室,具体负责各部门之间的协调工作。由神农架林区水源地生态补偿工作领导小组办公室根据生态补偿工作领导小组意见,对年度生态补偿专项资金补贴项目予以初步审核,并纳入财政性项目管理范围。

设立水源地生态补偿专项资金财政专户，实行专款专用。实行信息公开，定期公布生态补偿专项资金使用情况及相关工程进展情况，建立使用资金效益评估机制，实行生态补偿专项资金使用情况审计制度，促进资金使用的规范化和科学化。

## 基金项目

本研究由国家科技惠民计划项目(S2013GMD100042)资助。

## 参考文献 (References)

- [1] 贾步云 (2008) 陕西省水资源管理体制改革的启示. *山西农业大学(社会科学版)*, **6**, 599-602.
- [2] 中华人民共和国水利部 (2007) 中国水资源公报. 水利水电出版社, 北京, 20-26.
- [3] 湖北省水资源网. <http://219.140.162.169:8888/szy/web/NewsLook.asp?ArtID=1216>
- [4] 王潇, 张政民, 姚桂蓉, 等 (2008) 生态补偿概念探析. *环境科学与管理*, **8**, 161-165.
- [5] 吕晋 (2009) 国外水源保护区的生态补偿机制研究. *中国环保产业*, **1**, 64-67.
- [6] 李克国 (2007) 对生态补偿政策的几点思考. *中国环境管理干部学院学报*, **1**, 19-22.
- [7] Cuperus, R., Canters, K.J., Udo de Haes, H.A., et al. (1999) Guidelines for ecological compensation associated with highways. *Biological Conservation*, **1**, 41- 51.
- [8] Murray, B.C. and Abt, R.C. (2001) Estimating price compensation requirements for eco-certified forestry. *Ecological Economics*, **36**, 149-163.
- [9] Johst, K., Drechsler, M. and Watzold, F. (2002) An ecological-economic modeling procedure to design compensation payments for the efficient spatio-temporal allocation of species protection measures. *Ecological Economics*, **41**, 37-49.
- [10] Cowell, R. (2003) Substitution and scalar politics: Negotiating environmental compensation in Cardiff Bay. *Geoforum*, **34**, 343-358.
- [11] Mason, M. (2003) Civil liability for oil pollution damage: Examining the evolving scope for environmental compensation in the international regime. *Marine Policy*, **27**, 1-12.
- [12] Herzog, F., Dreier, S., Hofer, G., Marfurt, C., Schüpbach, B., Spiess, M., et al. (2005) Effect of ecological compensation areas on floristic and breeding bird diversity in Swiss agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **108**, 189-204.
- [13] 杨小慧 (2010) 黑河水库水源地生态补偿机制研究. 西北大学, 西安.
- [14] 徐振辞, 潘增辉, 樊雅丽, 王国强, 张彦文, 王永亮 (2009) 城市供水水源地集水区生态补偿机制研究——以岗南、黄壁庄水库集水区为例. *南水北调与水利科技*, **1**, 22-25.
- [15] 王永强 (2011) 生态有偿服务机制域内应用之探讨——以长江上游生态保护为逻辑基点. *学术论坛*, **11**, 118-121.
- [16] 葛颜祥, 王蓓蓓, 王燕 (2011) 水源地生态补偿模式及其适用性分析. *山东农业大学学报*, **2**, 1-6.
- [17] 中国生态补偿机制与政策研究课题组 (2007) 中国生态补偿机制与政策研究. 科学出版社, 北京.
- [18] 程琳琳, 胡振琪, 宋蕾 (2007) 我国矿产资源开发的生态补偿机制与政策. *中国矿业*, **4**, 11-18.
- [19] 金高洁, 方凤满, 高超 (2008) 构建生态补偿机制的关键问题探讨. *生态保护*, **1**, 46-48.
- [20] 任世丹, 杜群 (2009) 国外生态补偿制度的实践. *环境经济*, **71**, 34-39.
- [21] 刑丽 (2006) 建立中国生态补偿机制的财政对策研究. In: 王金南, 庄国泰, Eds., *生态补偿机制与设计国际研讨会论文集*, 中国环境科学出版社, 北京, 32-39.
- [22] 冯艳芬, 刘毅华, 王芳, 杨木壮 (2006) 国内生态补偿实践进展. *生态经济*, **8**, 85-88.
- [23] 中华农资网 (2004) 中国化肥市场分析和展望. <http://www.ampcn.com/news/detail/1119.asp>
- [24] 刘轻松 (2003) 农村环境保护. 中国环境科学出版社, 北京.
- [25] 周大杰, 桑燕鸿, 李惠民, 万宝春 (2009) 流域水资源生态补偿标准初探——以官厅水库流域为例. *河北农业大学学报*, **32**, 10-13.