

跨流域调水核心水源区生态补偿标准研究

张君^{1,2}, 张中旺^{1,2}, 李长安^{2,3}

(1. 湖北文理学院 地理学系, 湖北 襄阳 441053; 2. 中国地质大学 地球科学学院, 武汉 430074;
3. 教育部长江三峡库区地质灾害研究中心, 武汉 430074)

摘要: 建立水源区生态补偿机制是水资源有偿使用制度的重要内容之一, 而生态补偿量的测算与分配是建立补偿机制的重要保障。针对南水北调中线工程核心水源区, 从生态保护建设的直接成本和发展机会损失的间接成本出发, 结合生态服务功能价值、静态累积、间接计算等多种测算方法, 得出: 基于水源区生态保护建设和水环境保护治理的直接成本, 水源区应获补偿金额为 4.4 亿元/a; 基于发展机会损失的间接成本, 水源区应获补偿金额总计为 2.8 亿元。在此基础上, 引入反映地区支付意愿的发展阶段系数和分水比例, 共同确定受水区补偿量分配权重系数, 计算得到 2011 年河南省、河北省对十堰市应各补偿 1.30 亿元, 北京市、天津市受水区对十堰市应分别补偿 0.50 亿元、0.29 亿元。

关键词: 南水北调中线工程; 核心水源区; 十堰市; 生态补偿; 直接成本; 机会成本; 区域分配

中图分类号: X321; F205 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2013)06-0153-04

Study on Ecological Compensation Standard in Central Water Source Area of Transbasin Water Diversion Projects

ZHANG Jun^{1,2}, ZHANG Zhong-wang^{1,2}, LI Chang-an^{2,3}

(1. Geography Department, Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China;

2. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

3. Three Gorges Research Center for Geohazard, Ministry of Education, Wuhan 430074, China)

Abstract: The establishment of ecological compensation mechanism in the water source area is one of the most important contents for the paid utilization system of water resources, and the measurement and calculation of ecological compensation are an important guarantee for the paid utilization system. In this study, the central water source area in the Middle Route of South to North Water Diversion Project was selected. The methods such as the ecological service function value, static accumulation, and indirect calculation were used to determine the ecological compensation in this area from the aspects of direct cost of ecological protection construction and indirect cost of development opportunity loss. The results showed that 0.44 billion yuan per year should be compensated according to the direct cost of ecological protection construction and water environment treatment, and a total of 0.28 billion yuan should be compensated according to the indirect cost of development opportunity loss. On the basis, the development stage coefficient and the distribution rate were introduced to compute the distribution weight coefficient of the water intake area. It was determined that Henan Province, Hebei Province, Beijing, and Tianjin should pay 0.13, 0.13, 0.05, and 0.029 billion yuan to Shiyan City for the usage of water resources in 2011, respectively.

Key words: Middle Route of South to North Water Diversion Project; central water source area; Shiyan City; ecological compensation; direct cost; indirect cost; area distribution

南水北调中线工程是我国一项大型跨流域调水工程项目, 是实现我国水资源合理配置, 缓解北方广大地区水资源

短缺的重大战略性基础设施。南水北调中线工程的水源地为丹江口水库, 核心水源区主要位于湖北省十堰市^[1]。为了

收稿日期: 2013-04-08 修回日期: 2013-09-12 网络出版时间: 2013-10-10

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20131010.1029.035.html>

基金项目: 国家自然科学基金项目(41101544); 2012年度湖北省社会科学基金项目(2012088); 湖北省软科学研究专项计划项目(2011DEB008); 湖北省社会科学基金项目“十一五”规划课题([2010]275); 湖北省高等学校优秀中青年科技创新团队“汉江流域资源环境与区域发展”(T201314)

作者简介: 张君(1988), 女, 江苏常州人, 硕士研究生, 主要从事区域水安全与可持续发展研究。E-mail: cugzhangjun@gmail.com

通讯作者: 张中旺(1966), 男, 湖北孝感人, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事区域水安全与可持续发展研究。E-mail: zhangzwx@163.com

保护核心水源区生态环境、促进资源环境的可持续发展,建立南水北调中线工程水源区生态补偿机制^[2,3]显得尤为重要与迫切,而对生态补偿标准的研究是补偿机制建立的重要前提和保障。目前,已经有学者针对陕西水源区、河南水源区的生态补偿机制,从补偿标准、水土保持、流域治理、相关法律问题等方面进行了研究^[4-10],但是对于南水北调中线工程核心水源区所在的湖北省十堰市,至今还未有生态补偿标准测算的系统分析与研究。因此,本研究选择核心水源区十堰市作为补偿客体,基于水源区为保证调水的水质水量做出的直接投入与间接投入,建立补偿标准的测算方法,并引入相关权重系数对受水区生态补偿量进行分配。

1 研究区概况

丹江口水库核心水源区主要位于湖北省十堰市境内(图 1),涉及丹江口、郧县、郧西、竹山、竹溪、房县、张湾区、茅箭区等 8 个县区,总面积 23 600 km²,总人口 334 万人。水土流失面积达 11 905 km²,土壤侵蚀量 6 425 万 t。研究区内有汉江流域的堵河、丹江两大支流经过。为保障丹江口库区水质,按照流域内各水系自然汇流特征和行政区划及水质监测断面布设等特点,核心水源区共包括四个主要控制单元:丹江口水库北支控制单元、库区十堰控制单元、堵河上游控制单元和天河郧西控制单元,其中丹江口水库北支控制单元、库区十堰控制单元和郧西丹江口控制单元属水源区安全保障区,堵河上游控制单元属水质影响控制区。

2 水源区生态补偿量及其测算

2.1 水源区生态补偿量的确定

确定生态补偿量是水源区生态补偿机制的核心内容,

补偿量的大小直接关系到补偿机制的可行性与最终实行效果,是保证水源区生态补偿机制能够顺利实施的重要条件。

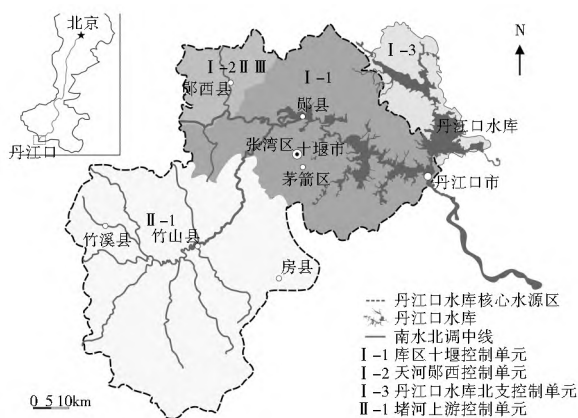


图 1 南水北调中线工程核心水源区位置

Fig. 1 Location of central water source area in the Middle Route of South to North Water Diversion Project

十堰市域范围内的水源地安全保障区和水质影响控制区是对库区水质影响程度较高的重要污染控制区域。为了确保南水北调水质安全,十堰市进行了大范围的城市、乡镇工业、生活废污水处理,以及封山育林、退耕还林、水土保持等工作。因此,十堰市核心水源区生态补偿量主要是依据生态保护直接成本和间接成本来确定的。生态保护直接成本是指为了保证调水水质达到目标要求所开展的各项措施,主要包括流域生态保护与建设、水环境保护与治理两方面,见表 1- 表 3。间接成本是指为了维护水源地生态服务功能,当地限制部分行业发展导致的潜在发展损失。

表 1 十堰市生态隔离带建设项目“十二五”投资规划

Table 1 Construction program of Ecological barrier in Shiyan City from 2011 to 2015

县名	人工造林			森林抚育		
	数量/hm ²	单价/元	投资/万元	数量/hm ²	单价/元	投资/万元
丹江口	7 144	14 775	10 555	0	3 000	0
郧县	5 289	14 775	7 828	0	3 000	0
郧西	471	14 775	696	0	3 000	0
张湾	1 037	14 775	1 532	855	3 000	257
武当山特区	486	14 775	718	0	3 000	0
合计	14 427	14 775	21 316	855	3 000	257

注:出自《丹江口库区及上游水污染防治和水土保持“十二五”规划》

表 2 十堰市水源区污水处理“十二五”投资规划

Table 2 Investment program of sewage treatment in Shiyan City from 2011 to 2015

县(区)名	日处理能力/(万 t·d ⁻¹)	总投资/万元
郧县	4	23 300
郧西	2.3	13 110
竹溪	1.75	11 175
竹山	1.45	9 465
房县	0.45	2 565
丹江口	4.5	23 150
武当山特区	0.2	1 140
城区	0.6	17 775

注:出自《丹江口库区及上游水污染防治和水土保持“十二五”规划》

表 3 十堰市水源区垃圾处理“十二五”投资规划

Table 3 Investment program of garbage disposal in Shiyan City from 2011 to 2015

县(区)名	处理规模/(t·d ⁻¹)	总投资/万元
郧县	243	10 300
郧西	437.5	24 900
竹山	306	18 650
竹溪	293	17 100
房县	107	5 600
丹江口	208	13 050
武当山特区	39	390
城区	325	16 550

注:出自《丹江口库区及上游水污染防治和水土保持“十二五”规划》

2.2 水源区直接成本核算

由于南水北调中线水源区生态保护与建设工程措施实施后,土地类型和水质均发生改变,其生态功能价值^[12]也发生相应变化。因此,对于水源区生态保护与建设的直接成本,本文参考 Costanza 等^[13]估算的静态生态系统服务价值系数(表4),将水源区生态保护与建设的直接成本转化为生态系统服务价值,计算公式为:

$$C = \sum W_i \sigma_j \delta \quad (1)$$

式中: C 为水源区生态系统服务价值; W_i 为各类型生态土地的面积; σ_j 为土地类型所对应的生态系统服务价值系数; δ 为生态系统服务功能受益权重系数。

表4 中国陆地生态系统服务功能价值系数

Table 4 The ecosystem service function values of different ecosystem types in China

土地类型	森林	耕地	草地
生态系统服务功能价值 / (元·hm ²)	9 742.14	5 671.9	3 989.02

对于水源区水环境保护与治理的直接成本,本文采用静态核算的方法,即将规划期内用于水环境保护与治理的各种投入直接累计作为补偿量。考虑到生态系统的生态服务不仅使调入水区收益,也使水源地收益,因此,通过专家赋权法确定不同区域的生态系统服务功能受益权重系数,对生态服务价值进行校正,本文选取水源涵养与废物处理对水源区外部贡献系数为0.8^[14]。根据十堰市生态隔离带建设项目“十二五”投资规划,人工造林和森林抚育的总面积为15 282 hm²,森林所对应的生态系统服务价值系数为9 742.14元/hm²,按照公式(1),计算得到生态服务价值为1.19亿元。根据十堰市水源区污水处理和垃圾处理“十二五”投资规划,计算得到补偿量为20.8亿元。基于水源区生态保护建设和水环境保护治理的直接成本总计为4.4亿元/a。

2.3 水源地机会成本核算

机会成本是一种潜在的投入,其核算方法的争议也比较多,目前主要采用问卷调查、实例调查和间接计算^[15]。本文采用间接计算,参照湖北省城乡居民可支配收入,计算出相对于参照值水源地居民收入水平的差异,以此间接反映发展权受限制可能造成的经济损失。为了避免计算得到的间接成本过大而造成补偿机制难以实施,引入了第一产业总值占地区生产总值的比例系数进行调整。测算公式为:

$$Y = (C_{\text{参照}} - C_{\text{水源}})P_{\text{城镇}} + (N_{\text{参照}} - N_{\text{水源}})P_{\text{农村}} \times w \quad (2)$$

式中: Y 为年补偿额度; $C_{\text{参照}}$ 为参照地城镇居民人均可支配收入; $C_{\text{水源}}$ 为水源地城镇居民人均可支配收入; $P_{\text{城镇}}$ 为水源地城镇总人口; $N_{\text{参照}}$ 为参照地农民年均纯收入; $N_{\text{水源}}$ 为水源地农民年均纯收入; $P_{\text{农村}}$ 为水源地农村总人口; w 为水源地第一产业总值占地区生产总值的比重。

根据统计资料,2011年湖北省城镇居民人均可支配收入为16 058元,十堰市城镇居民人均可支配收入为16 130元,城镇人口为198.89万人,湖北省农民年均纯收入为5 832.27元,十堰市农民年均纯收入为3 499元,第一产业总值占地区生产总值为13.4%。据此计算得出,十堰水源区基于发展机会损失的间接成本所应获得的补偿金额总计为2.8亿元。

基于水源区直接成本和间接成本的总投入,计算出2011年应得到的生态补偿量总共为7.2亿元。

3 水源地生态补偿量的调整与区域分配

3.1 受水地的发展阶段系数

确定生态补偿量的目的是为生态补偿机制的建立提供科学依据,但是生态补偿量的计算结果往往过大,在实际支付过程中不可操作,因而失去了原本的意义。生态环境服务一般没有明确的市场价格和价值,因此,支付意愿就成了生态价值评估的核心概念。人们对生态价值的认识、重视程度和为其进行支付的意愿是随着经济社会发展水平和人民生活水平的不断提高而发展的,因此,本文引入地区发展阶段系数^[16]来间接告知人们的支付意愿,进而对生态补偿量进行调整。根据 Pearce 的生长曲线与恩格尔系数的关系,发展阶段系数的计算公式为:

$$L = 1 / (1 + e^{-t}) \quad (3)$$

$$t = 1 / En - 3 \quad (4)$$

式中: L 为发展阶段系数; t 为时间; En 为恩格尔系数。根据统计资料,2010年河南的恩格尔系数为35.1%,河北为33.7%,天津为38.8%,北京为32.25%。计算得到河南发展阶段系数为0.46,河北为0.49,北京为0.52,天津为0.40。

3.2 水源区生态补偿量的区域分配

本文主要讨论受水区的补偿资金分配问题,考虑到南水北调中线工程为跨省调水工程,各个受水区的年均分水量占总调水量的比重和发展阶段系数不同。南水北调中线工程一期设计多年平均调水量为95亿m³,其中河南省分水37.69亿m³,河北省34.7亿m³,北京市12.4亿m³,天津市10.2亿m³。本文以各受水区的分水比例与发展阶段系数的乘积作为生态补偿金额分配权重系数,对受水区应支付的生态补偿金额进行分配(见表5)。上节已经计算出2011年应得到的生态补偿量总共为7.2亿元,乘以各个受水地的分配权重系数便得到其应支付给水源区的生态补偿量,河南省、河北省对十堰市应各补偿金额为1.30亿元,北京市、天津市受水区对十堰市的补偿金额分别为0.50亿元、0.29亿元。

表5 2011年受水区生态补偿金额分配

Table 5 Distribution of ecological compensation amount for the water intake area in 2011

省(市)	分水比例 (%)	发展阶段系数	分配权重系数	按分水比例应承担补偿金额/亿元
河南	39.67	0.46	0.18	1.30
河北	36.53	0.49	0.18	1.30
北京	13.05	0.52	0.07	0.50
天津	10.75	0.40	0.04	0.29

4 结论

本文通过对南水北调中线工程十堰核心水源区生态补偿标准的研究,基于不同成本类型采用不同的核算方法,以生态服务功能价值、静态累计、间接计算等多种方法相结合,同时引入地区发展阶段系数和分水比例,进而确定生态补偿金额的分配权重系数,最后得到以下结论:(1)基于生态保护

建设和水环境保护治理的直接成本, 水源区应获补偿金额总计为 4.4 亿元/a; (2) 基于发展机会损失的间接成本, 水源区应获补偿金额总计为 2.8 亿元; (3) 2011 年, 河南省、河北省应分别对十堰市补偿 1.30 亿元, 北京市、天津市受水区对十堰市应分别补偿 0.50 亿元、0.29 亿元。计算过程中引入了反映各地区支付意愿的发展阶段系数和分水比例, 因此最终测算结果更具科学性、可靠性和可行性, 可以为十堰核心水源区生态补偿机制的建立提供重要参考。

参考文献(References):

- [1] 张中旺, 江华军, 李长安, 等. 南水北调中线工程核心水源区水安全模糊综合评价[J]. 南水北调与水利科技, 2012, 10(3): 16-21. (ZHANG Zhong-wang, JIANG Hua-jun, LI Chang-an, et al. Fuzzy Comprehensive Evaluation of Water Security in Central Water Source Area of Middle Route of South to North Water Transfer Project[J]. South to North Water Diversion and Water Science & Technology, 2012, 10(3): 16-21. (in Chinese))
- [2] 接玉梅. 水源地生态补偿机制研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2012. (JIE Yu-mei. Research on Waterhead Region Ecological Compensation Mechanism[D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2012. (in Chinese))
- [3] 毛占锋, 王亚平. 跨流域调水水源地生态补偿定量标准研究[J]. 湖南工程学院学报(社会科学版), 2008, (2): 15-18. (MAO Zhan-feng, WANG Ya-ping. Standard Accounting in Ecology Compensation of Water Diversion Between Valleys[J]. Journal of Hunan Institute of Engineering (Social Science Edition), 2008, (2): 15-18. (in Chinese))
- [4] 李怀恩, 庞敏, 肖燕, 等. 基于水资源价值的陕西水源区生态补偿量研究[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2010, (1): 149-154. (LI Huai-en, PANG Min, XIAO Yan, et al. A Study on Ecological Compensation Quantity Based of Water Resource Value in Shanxi Water Source Area[J]. Journal of Northwest University, 2010, (1): 149-154. (in Chinese))
- [5] 周静, 王政民. 丹江源头生态治理补偿机制探析——丹凤县流域治理调查分析[J]. 农业科技与信息, 2010, (20): 14-15. (ZHOU Jing, WANG Zheng-min. Analysis on the Ecological Compensation Mechanism of Danjiang River Investigation of Danfeng County Watershed[J]. Agricultural Scientific Information, 2010, (20): 14-15. (in Chinese))
- [6] 俞海, 任勇. 流域生态补偿机制的关键问题分析——以南水北调中线水源涵养区为例[J]. 资源科学, 2007, (2): 28-33. (YU Hai, REN Yong. Key Issues of Watershed Ecological Compensation Mechanism: A Case Study in Water Source Areas of South to North Water Transfer[J]. Resources Science, 2007, (2): 28-33. (in Chinese))
- [7] 李茜, 刘琦. 构建南水北调中线工程水源区生态补偿机制[J]. 陕西行政学院学报, 2009, (3): 115-118. (LI Qian, LIU Qi. South to North Water Transfer Project on the Establishment of a Water Area of Ecological Compensation Mechanism[J]. Journal of Shaanxi Administration School, 2009, (3): 115-118. (in Chinese))
- [8] 张秦岭. 关于建立南水北调中线工程水源区水土保持生态补偿机制的思考[J]. 中国水土保持, 2008, (6): 1-4. (ZHANG Qin-ling. Thoughts on Setting up the Water and Soil Conservation for Water Source Areas of South to North Water Transfer[J]. Soil and Water Conservation in China, 2008, (6): 1-4. (in Chinese))
- [9] 曹明德, 王凤远. 跨流域调水生态补偿法律问题分析——以南水北调中线库区水源区(河南部分)为例[J]. 中国社会科学院研究生院学报, 2009, (2): 5-12. (CAO Ming-de, WANG Feng-yuan. On Legal Issues of Ecological Compensation in Interbasin Water Transfer: Taking the Water Resource Area of Middle Line Project for South to North Water Diversion in Henan Province as an Example[J]. Journal of Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences, 2009, (2): 5-12. (in Chinese))
- [10] 樊万选, 夏丹, 朱桂香. 南水北调中线河南水源地生态补偿机制构建研究[J]. 华北水利水电学院学报(社科版), 2012, (2): 67-71. (FAN Wan-xuan, XIA Dan, ZHU Gui-xiang. Studies on the Ecological Compensation and Mechanism Construction for Water Source Area of South to North Water Diversion Project in Henan Province[J]. Journal of North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power (Social Sciences Edition), 2012, (2): 67-71. (in Chinese))
- [11] 赵玉山. 南水北调中线河南水源区生态补偿及其机制构建研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009. (ZHAO Yu-shan. Studies on the Ecological Compensation and Mechanism Construction for Water Source Area of MRP of South to North Water Diversion in Henan[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2009. (in Chinese))
- [12] 刘霞, 谢宝元. 水源保护林生态服务功能及其评价[J]. 河北林果研究, 2002, (2): 100-105. (LIU Xia, XIE Bao-yuan. Ecosystem Services and Evaluation of Water Conservation Forests[J]. Hebei Journal of Forestry and Orchard Research, 2002, (2): 100-105. (in Chinese))
- [13] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital[J]. Ecological Economics, 1998, 25(1): 3-15.
- [14] 白景锋. 跨流域调水水源地生态补偿测算与分配研究——以南水北调中线河南水源区为例[J]. 经济地理, 2010, (4): 657-661. (BAI Jing-feng. Study on Ecological Compensation Fund Calculating and Allocating in Interbasin Water Middle Line of South to North Water Diversion[J]. Economic Geography, 2010, (4): 657-661. (in Chinese))
- [15] 段靖, 严岩, 王丹寅, 等. 流域生态补偿标准中成本核算的原理分析与方法改进[J]. 生态学报, 2010, (1): 221-227. (DUAN Jing, YAN Yan, WANG Dan-yin, et al. Principle Analysis and Method Improvement on Cost Calculation in Watershed Ecological Compensation[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, (1): 221-227. (in Chinese))
- [16] 李金昌. 价值核算是环境核算的关键[J]. 中国人口资源与环境, 2002(03): 11-17. (LI Jin-chang. Value Assessment is the Key of Environmental Assessment[J]. China Population, Resources and Environment, 2002, (3): 11-17. (in Chinese))