

Discussion on Aquatic Ecological Compensation Methods in the Middle-Lower Reaches of Hanjiang River, China

Lanjing Li¹, Ying Feng²

¹Department of Plant Science, Bonn University, Bonn

²School of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan Hubei

Email: 598005824@qq.com

Received: Apr. 21st, 2020; accepted: May 11th, 2020; published: May 18th, 2020

Abstract

As the source area of the middle route project of south-to-north water transfer, the middle-lower reaches of Hanjiang River are facing various problems caused by the decline of water resources in recent years. Therefore, an effective aquatic ecological compensation method should be established to reduce the contradictions between the ecology and economy in the middle-lower reaches of Hanjiang River. Based on the actual situation, the paper discussed the shortcomings and problems of the current ecological compensation mechanism, and proposes that we should build a better ecological compensation strategy. Following that a cross-range ecological compensation method was proposed in terms of basic framework, accounting model, environmental indicators and compensation parameters. Meanwhile a compensation coefficient was suggested more comprehensive by balancing the ecosystem service values, the location importance and the economic conditions. And suggestions were given to standardizing the assessment methods for water quality test in three issues namely the cross-border water quality, the water quality of tributaries and drinking water sources.

Keywords

Hanjiang River, Aquatic Ecological Compensation, Water Quality, South-to-North Water Diversion Middle Route Project

汉江中下游水生态补偿方法探讨

李岚晶¹, 封 瑛²

¹波恩大学植物学系, 波恩

²湖北大学资源环境学院, 湖北 武汉

Email: 598005824@qq.com

收稿日期: 2020年4月21日; 录用日期: 2020年5月11日; 发布日期: 2020年5月18日

摘要

汉江作为南水北调中线工程的水源区, 其中下游生态环境面临水资源减少而引发的各类问题。因此, 在汉江中下游必须建立起有效的水生态补偿方法来应对环境和经济的危机。文章从汉江中下游流域实际情况出发, 探讨了现行水生态补偿机制的不足与问题, 提出建立和完善汉江流域生态补偿的基本思路, 并初步设计了汉江流域水生态横向补偿的基本框架、核算模型、环境指标和补偿参数。建议依据各地区生态系统服务功能价值、流域区位和经济发展水平综合设定各地区补偿系数, 并从跨界断面水质, 支流水质和饮用水水源地水质三个方面规范水质考核方法。

关键词

汉江中下游, 水生态补偿, 水质, 南水北调中线工程

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生态补偿作为一种生态环境保护手段, 虽然在世界各地已经有了诸多实践, 但真正的环境服务商品化过程只有短短的三十多年时间, 与之相关的生态补偿理论也还远没有完善。总的来看, 近年来国外的研究主要集中于对生态补偿概念的辨析, 以及对包括利益相关者、补偿标准、补偿条件和补偿方式等在内的补偿机制设计和效应评估等关键问题的讨论。虽然这些问题的研究尚未取得一致结论, 但国外的大多数学者都强调政治、制度和背景在生态补偿计划实施中的重要作用, 强调在补偿机制设计中要重视相关微观个体的异质性问题, 重视补偿计划参与者决策对提升计划效果的影响。我国在生态补偿实践上是后起国家, 也是生态环境保护任务艰巨的国家, 如何加快完善我国生态补偿制度, 构建适合中国国情的生态补偿机制, 也是当前我国面临的重大改革之一。

南水北调工程是党中央、国务院为解决我国北方地区水资源严重短缺而实施的特大型、战略性基础设施项目。其中, 中线工程取水于水质优良的丹江口水库, 自2014年运行以来, 极大地缓解了京津地区及华北平原的水资源危机。然而, 跨流域调水是一项复杂的系统工程, 必须兼顾受水区、水源区和调水工程下游地区等相关方的利益。目前在世界范围内, 大规模调水基本上都是从人烟稀少地区向人口稠密地区调水, 而像我国南水北调中线工程这样, 从汉江这样一个人口众多而水资源并不丰富地区大规模调出水资源, 比较特殊, 所引发的社会和生态问题也比较突出。

1.1. 水环境问题

目前, 汉江干流水质还好, 但中下游支流水污染问题比较突出, 12%的水质断面只能达到IV类, 甚至V类水质标准, 并多次出现“水华”现象[1]。南水北调中线工程设计每年将从丹江口水库调水 $130 \times 10^8 \text{ m}^3$ (一期工程实际平均每年调水 $95 \times 10^8 \text{ m}^3$), 约占入库径流量的24.5%, 汉江中下游干流多年平均水位下降0.29~0.51 m, 由于流量减少, 自净能力减弱, “水华”出现概率进一步增加[2]。要解决调水引发的

各类问题, 必须建立生态补偿机制, 以便调整流域相关生态利益及其经济利益的分配关系, 促进生态环境保护和经济社会的协调发展。

1.2. 水生态补偿问题

在中央财政和北方受水区的支持下, 汉江上游有了一定的生态补偿。但汉江中下游流域生态补偿问题提出的时间并不长, 且提出的主要目的是为了比照上游地区争取国家经济补偿, 所以中下游各县市之间并没有形成良好的互动机制和水生态补偿协议[3]。

首先是补偿方式不足。湖北汉江流域水源涵养区主要集中在丹江口大坝以上, 如十堰、神农架等区域, 经济发展相对落后, 南水北调中线工程实施后, 国家层面上已经有了部分形式不同的生态补偿, 这些补偿对于上游和库区脱贫起到了举足轻重的作用。汉江中下游基本上属于湖北内河, 调水造成的明显的次生生态损失部分没有明确的外部或跨流域的生态补偿机制; 同时由于中下游地区各县市既是汉江保护的受益者, 也是汉江污染的受害者, 环境责任主体不清晰, 所以内部也还没有建立相应的横向生态补偿机制[4][5]。

其次是补偿政策不足。生态补偿的真正目的是为了全流域生态与社会的有序发展、和谐共存。因此, 如果把生态补偿看作是一种机制, 那么它必然要对此目标予以促进。但是, 当前的生态补偿政策大都是为了补偿而制订。从政策学的角度来看, 都是一种弥补性政策, 而非预见性政策。另外, 现阶段的补偿政策多是以短期的工程或者项目的形式展开的, 比如在汉江中下游先后修建的兴隆、崔家营等航电水枢纽工程[6]。尽管在环境影响评价报告中明确了环保的责任, 但是真正实施该项目后其生态保护的作用就会被逐渐忽视。

其三是监管还有待加强。目前监管主体主要是政府及其部门, 缺少社会组织、企业组织和公民等利益相关者; 同时方式上主要通过行政指令而非市场机制来监管; 另外监管缺乏有效的执行力。比如, 现有林业、农业、环保、水利等不同部门都有一定的部门补偿经费, 但这些条块分割的经费并没有形成生态补偿的合力, 更没有权威的监督部门监管经费的分解和使用。

针对上述问题, 汉江中下游生态补偿机制必须先从横向补偿开始, 解决“谁来补、补给谁、补多少、怎么管”的问题, 即资金来源、补偿渠道、基金分配、考核管理问题。

2. 汉江中下游流域生态补偿框架设计

2.1. 资金来源

资金来源涉及“谁来补”的问题。汉江上游丹江口大坝以上地区, 由于南水北调的原因, 中央财政和受益地区有一定的生态补偿[7]。但大坝以下的中下游地区, 流域范围内所有市、县(区)既是流域水生态的保护者, 也是受益者, 更是环境污染的受害者, 需要共同承担生态保护投入责任。当然, 由于调水导致了水量减少、水污染净化能力减弱、一些涵闸泵站功能丧失、湿地生态功能弱化、中小河流纳污能力减弱等也客观存在, 因而争取中央和北方受益区生态补偿资金也无可厚非, 但这是国家层面的事权, 需由国家统筹解决。因而汉江中下游生态补偿资金应该采取省里支持一块、市县集中一块、向国家争取一块的办法, 共同构建汉江中下游地区生态补偿资金。

各县市的集中资金可以由汉江中下游流域范围内的市、县政府每年按照上一年度地方公共财政收入一定比例向省级财政上解流域生态补偿金, 此外汉江中下游流域范围内的市、县政府每年按照上一年度工业用水、居民生活用水、城镇公共用水总量计算筹集流域生态补偿金。这些横向资金由市、县政府通过年终结算上解省财政。

2.2. 补偿渠道

补偿渠道涉及“补给谁”的问题。有鉴于国家目前生态补偿的法律制度还没有稳定建立, 而汉江中下游可能的资金来源会以地方横向和省级资金为主, 为了管理的方便, 生态补偿资金可以分配到各市、县, 由各市、县政府统筹安排, 主要用于饮用水源地保护、畜禽养殖业污染整治、城乡污水垃圾处理设施建设、企业环保搬迁改造、水土保持、水生态修复、造林防护等流域生态保护和污染治理工作。

2.3. 补偿分配

参考《福建省重点流域生态补偿办法》(<http://www.fujian.gov.cn>)中的基本思路[8], 设计汉江中下游各市、县所应得生态补偿金额用数学公式, 按公式计算各县市年度可从年度补偿资金总额中可分配得到的生态补偿资金。

$$S_i = S \times \left[70\% \times \frac{c_i w_i}{\sum_{j=1}^n c_j w_j} + 10\% \times \frac{a_i c_i (f_i - \bar{f})}{\sum_{j=1}^n a_j c_j (f_j - \bar{f})} + 10\% \times \frac{c_i l_i}{\sum_{j=1}^n c_j l_j} + 10\% \times \frac{c_i (\bar{t}_i - t_i)}{\sum_{j=1}^n a_j c_j (\bar{t}_j - t_j)} \right] \quad (1) [8]$$

式中:

S_i -i 汉江中下游各具体市、县可获得的年度生态补偿金;

S -汉江中下游流域生态补偿金总额;

C_i -i 汉江中下游各具体市、县地区补偿系数;

W_i -i 汉江中下游各具体市、县水环境综合评分;

f_i -i 汉江中下游各具体市、县森林覆盖率;

\bar{f} -汉江中下游流域森林覆盖率;

a_i -i 汉江中下游各具体市、县土地面积;

t_i -i 汉江中下游各具体市、县森林蓄积量;

\bar{t}_i -i 汉江中下游各具体市、县用水总量控制目标;

t_i -i 汉江中下游各具体市、县实际用水总量;

n -i 汉江中下游流域的市、县数量。

2.4. 补偿系数

设置生态补偿区域系数的方法很多, 目前还没有一个公认的办法[9] [10], 本文建议汉江中下游各市县地区生态补偿系数由其生态系统服务功能与区位重要性及经济发展水平等社会、经济、生态因素综合决定, 避免单一因子的片面性。根据汉江中下游地区的实际情况, 采用 Costanza 的生态系统服务功能价值计算公式[11], 按谢高地等人研究的“中国陆地生态系统单位面积服务价值表” [12] (表 1), 计算并分析汉江中下游地区生态系统服务价值, 估算结果见表 2。

Table 1. Unit ecological system service value for different landforms (CYN/hm²)

表 1. 中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值表(元/hm²)

	林地	草地	耕地	湿地	水体	未利用土地
气体调节	3097	707.9	442.4	1592.7	0	0
气候调节	2389.1	796.4	787.5	15,130.9	407	0
水源涵养	2831.5	707.9	530.9	13,715.2	18,033.2	26.5

Continued

土壤形成与保护	3450.9	1725.5	1291.9	1513.1	8.8	17.7
废物处理	1159.2	1159.2	1451.2	16,086.6	16,086.6	8.8
生物多样性保护	2884.6	964.5	628.2	2212.2	2203.3	300.8
食物生产	88.5	265.5	884.9	265.5	88.5	8.8
原材料	2300.6	44.2	88.5	61.9	8.8	0
娱乐文化	1132.6	35.4	8.8	4910.9	3840.2	8.8
总计	19,334	6406.5	6114.3	55,489	40,676.4	371.4

Table 2. Value assessment on ecological system service for counties in the middle and down basin of Hanjing River

表 2. 汉江中下游各区县生态系统服务功能价值估算(单位: 万元)

	林地	草地	耕地	湿地	水体	合计
神农架林区	4,417,954	172,189	52,058	91,279	343,980	5,077,461
襄城区	250,698	3331	92,326	142,422	11,930,916	12,419,694
樊城区	123,028	17,765	83,562	184,778	3,521,152	3,930,285
襄州区	224,000	18,636	1,035,779	56,349	100,584,542	101,919,305
南漳县	2,787,208	36,810	477,559	6389	8,578,196	11,886,162
谷城县	2,382,288	42,708	169,723	47,101	15,897,245	18,539,065
保康县	3,073,790	103,785	146,576	6116	568,094	3,898,361
老河口市	104,501	9258	446,675	247,697	23,788,416	24,596,546
枣阳市	996,193	21,212	1,342,438	92,585	40,438,537	42,890,965
宜城市	868,812	3979	746,299	152,353	41,548,003	43,319,446
东宝区	1,756,377	75,695	162,999	147,893	89,517,136	91,660,099
掇刀区	220,275	0	96,667	8323	3,574,516	3,899,781
沙阳县	476,079	0	490,966	21,563	61,845,976	62,834,584
京山县	2,389,121	3605	977,990	35,739	47,188,028	50,594,483
钟祥市	2,180,339	6628	1,440,693	338,501	124,834,771	128,800,933
曾都区	1,148,352	0	181,411	534,692	2,440,442	4,304,898
随县	6,276,022	51,946	701,474	0	52,876,252	59,905,694
孝南区	12,513	16	493,786	196,955	42,985,546	43,688,816
云梦县	7880	0	317,784	10,929	10,712,403	11,048,996
汉川市	16,070	0	745,454	137,931	83,651,654	84,551,109
安陆市	381,870	57	631,192	20,923	19,648,815	20,682,858
应城市	44,096	2297	529,519	70,841	35,159,657	35,806,409
潜江市	34,714	42	945,041	153,802	68,562,765	69,696,364
天门市	43,808	359	1,270,484	141,964	62,573,309	64,029,924
仙桃市	12,452	0	1,116,567	290,914	138,898,023	140,317,956
江汉区	14,501	0	0	0	211,708	226,209
硚口区	6463	0	1443	0	125,683	133,589
汉阳区	32,382	0	591	0	2,568,932	2,601,905
东西湖区	27,426	0	117,771	74,748	8,320,404	8,540,349
蔡甸区	70,349	5021	390,069	445,908	78,328,643	79,239,990
汉南区	7063	40	123,389	53,201	26,989,219	27,172,912
	30,386,624	575,378	15,328,286	3,711,897	1,208,212,962	1,258,215,147

然后, 根据汉江中下游流域各县市生态服务重要性(生态系统服务功能价值占比和服务重要性)、区位重要性(直接入河的核心区和间接入河的外围区)、流域区位(中游和下游)、经济形态(主城区、城区、普通县市、山区等)综合考虑, 然后对数据进行归一化处理, 按照公式 2 确定补偿级别:

$$\text{补偿等次}(P) = [\text{生态价值}(V_1) + \text{生态重要性}(V_2) + \text{区位重要性}(V_3) + \text{流域区位}(V_4)] - \text{经济形态}(V_5) \quad (2)$$

然后将级别加权成补偿系数, 为了方便操作, 补偿系数归纳为 5 个档次: 1.4 (优先补偿)、1.0 (重点补偿)、0.8 (一般补偿)、0.4 (城市补偿)、0.2 (中心城区补偿)。结果为: 汉江中游核心区襄阳市所辖县市区南漳县、谷城县、保康县、老河口市、枣阳市、宜城市补偿系数 1.4, 襄城区、樊城区、襄州区和中游外围区神农架林区补偿系数 1.0; 汉江下游核心区沙洋县、京山县、钟祥市、汉川市、应城市、潜江市、天门市、仙桃市、东西湖区、蔡甸区补偿系数 0.8; 东宝区、掇刀区和外围区曾都区、随县、孝南区、云梦县、安陆市补偿系数 0.4; 江汉区、硚口区、汉阳区补偿系数 0.2 (表 3)。

Table 3. Ecological compensation coefficient for counties in the middle and down basin of Hanjiang River
表 3. 汉江中下游各区县生态补偿系数

	生态价值占比%	生态服务重要性	区位重要性	流域区位	经济形态	补偿级别	补偿系数
神农架林区	0.4	一般	外围区	中游	林区	2 级	1.0
襄城区	1.0	一般	核心区	中游	主城区	2 级	1.0
樊城区	0.3	一般	核心区	中游	主城区	2 级	1.0
襄州区	8.1	很重要	核心区	中游	城区	2 级	1.0
南漳县	0.9	一般	核心区	中游	山区	1 级	1.4
谷城县	1.5	一般	核心区	中游	山区	1 级	1.4
保康县	0.3	一般	核心区	中游	山区	1 级	1.4
老河口市	2.0	一般	核心区	中游	山区	1 级	1.4
枣阳市	3.4	重要	核心区	中游	县市	1 级	1.4
宜城市	3.4	重要	核心区	中游	县市	1 级	1.4
东宝区	7.3	很重要	核心区	下游	主城区	4 级	0.4
掇刀区	0.3	一般	核心区	下游	城区	4 级	0.4
沙洋县	5.0	很重要	核心区	下游	县市	3 级	0.8
京山县	4.0	重要	核心区	下游	县市	3 级	0.8
钟祥市	10.2	很重要	核心区	下游	县市	3 级	0.8
曾都区	0.3	一般	外围区	下游	主城区	4 级	0.4
随县	4.8	很重要	外围区	下游	城区	4 级	0.4
孝南区	3.5	很重要	外围区	下游	城区	4 级	0.4
云梦县	0.9	一般	外围区	下游	县市	4 级	0.4
汉川市	6.7	很重要	核心区	下游	县市	3 级	0.8
安陆市	1.6	一般	外围区	下游	县市	4 级	0.8
应城市	2.8	一般	核心区	下游	县市	3 级	0.8
潜江市	5.5	很重要	核心区	下游	县市	3 级	0.8
天门市	5.1	很重要	核心区	下游	县市	3 级	0.8

Continued

仙桃市	11.2	很重要	核心区	下游	县市	3级	0.8
江汉区	0	一般	核心区	下游	主城区	5级	0.2
硚口区	0	一般	核心区	下游	主城区	5级	0.2
汉阳区	0.2	一般	核心区	下游	主城区	5级	0.2
东西湖区	0.7	一般	核心区	下游	城区	3级	0.8
蔡甸区	6.3	很重要	核心区	下游	城区	3级	0.8
汉南区	2.2	一般	核心区	下游	城区	3级	0.8

2.5. 水环境综合评分

1) 交界段面考核。汉江干流跨界断面水质控制目标依据省人民政府批准的《湖北省地表水环境功能区类别》(鄂政办法[2010]10号)规定执行。跨界断面水质考核指标主要为高锰酸盐指数(COD)、氨氮(NH₃-N)、总氮(TN)、总磷(TP)。湖北省生态环境厅负责组织实施跨界断面水质考核工作,并负责组织考核断面设置、水质监测、数据质量保证等工作。

设有水质自动监测站的考核断面,采用经省生态环境厅核准的水质自动监测数据作为该断面当月水质监测结果。未设自动监测站的考核断面,由省生态环境厅组织人工监测,每月至少1次。跨界断面水质监测结果由省生态环境厅按月进行通报。跨界断面水质实行按月监测评估、按年度进行考核。单次监测的全部考核指标达到该断面水质目标时,视为达标。单次监测评价结果劣于该断面水质目标时,将各考核指标浓度与入境(上游,对照)断面对比,若各指标浓度均下降或保持不变,视为达标;若其中任一指标浓度上升,视为不达标。考核总分40分,达标率100%得满分(40分),每降低一个百分点扣一分,60%以下得零分。

2) 主要支流考核。支流水质控制目标依据省人民政府批准的《湖北省地表水环境功能区类别》规定执行,没有规定类别的支流的按汉江流域水污染防治规划等相关规定执行。支流水质考核指标主要为高锰酸盐指数、氨氮、总磷。湖北省环境保护厅负责组织实施跨界断面水质考核工作。考核总分10分,达标率100%得满分(10分),每下降5个百分点扣一分,50%以下得零分。没有支流点位的县市统一给5分。

3) 饮用水源达标率考核。饮用水源达标率考核指标主要为集中式饮用水水源地水质达到《地表水环境质量标准 GB3838-2002》III类标准和地下水水质达到《地下水质量标准》(GB/T14848-93)III类标准的水量占取水总量的百分比。城区(县、市、区政府所在地)集中式饮用水水源地及乡(镇)集中式饮用水水源地(以湖北省人民政府公布为准)监测项目和频次按照《全国集中式生活饮用水水源地水质监测实施方案》要求执行。未监测项目视为未达标。考核总分20分,达标率100%得满分(20分),每降低一个百分点扣一分,80%以下得零分。

3. 结论

1) 汉江中下游作为一个人口众多、经济发达而水资源并不丰富地区,南水北调中线工程实施后,由于水量减少,水生态环境前景不容乐观,建立完善的水生态补偿方法迫在眉睫。

2) 现阶段汉江中下游地区水生态补偿措施在方式、政策、监管三个方面都有所不足,不能行之有效的达到全面保护汉江中下游水生态环境的目的。

3) 构建完善的生态补偿框架统一规划从各市、县筹集的补偿金及省和中央的财政补贴。根据各地实际情况来综合决定补偿系数并加以分配。同时应完善考核机制,以水质为标准制定考核指标,落实水环境保护责任。

基金项目

湖北省技术创新重大专项(CXZD2018000172)资助。

参考文献

- [1] 王俊, 汪金成, 徐剑秋, 钱宝. 2018年汉江中下游水华成因分析与治理对策[J]. 人民长江, 2018, 49(17): 7-11.
- [2] 朱焯, 李杰, 潘红忠. 南水北调中线调水对汉江中下游水文情势的影响[J]. 人民长江, 2019, 50(1): 79-83.
- [3] 吴传清. 跨流域生态补偿的“汉江模式”设计——“汉江模式: 跨流域生态补偿新机制”评介[J]. 学习月刊, 2012(24): 66.
- [4] 曹俊, 李莉. 汉江生态保护与生态补偿探究[J]. 农业与技术, 2019, 39(23): 102-104.
- [5] 唐萍萍, 唐士梅, 胡仪元. 汉江水源地生态补偿资金分配的优化路径探究[J]. 陕西理工大学学报(社会科学版), 2019, 37(4): 1-6.
- [6] 马荣辉. 汉江中下游治理建设管理问题探讨[J]. 水政水资源, 2019(5): 56-70.
- [7] 杜尚景. 汉江上游生态保护补偿机制探讨[J]. 陕西水利, 2007(6): 45-46.
- [8] 孔凡斌, 许正松, 刘芳, 吴雄平. 建立江西省赣江流域生态补偿机制的整体构想——基于福建省实践经验的考察[J]. 鄱阳湖学刊, 2015(4): 53-63.
- [9] 朱九龙. 南水北调中线工程水源区生态补偿优先系数研究[J]. 水电能源科学, 2017, 35(7): 113-116+100.
- [10] 张红举. 路在前方——珊溪水库水源地生态补偿理论与实践与政策设计[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [11] Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttonk, P. and van den Belt, M. (1997) The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, **387**, 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- [12] 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[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243-1254.