

滇池流域生态补偿研究

彭普¹, 代启亮^{2*}

(1.昆明理工大学建筑工程学院, 云南昆明 650500; 2. 云南农业大学水利学院, 云南昆明 650500)

摘要 流域水质、水量对生态环境和社会经济效益的影响, 以及如何协调好保护和发展的关系是决策者及公民普遍关注的问题。通过对滇池流域的调研得出影响滇池流域水质、水量的主要原因有内源污染、工业污染、生活污水排放、农业面源污染等, 而导致这一系列原因很大程度在于没有建立完善的生态补偿机制, 即对损害(或保护)资源的行为进行收费(或补偿)。基于此在以往生态补偿的基础上提出了一种新的补偿标准。

关键词 生态补偿机制; 污染; 滇池

中图分类号 S 181.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)04-0079-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.04.021



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Ecological Compensation of Dianchi Lake Basin

PENG Pu¹, DAI Qi-liang² (School of Architecture and Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650500; 2. College of Water Conservancy, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650500)

Abstract The impact of water quality and water quantity on ecological environment and social and economic benefits, and how to coordinate the relationship between protection and development were issues of general concern for policy makers and citizens. Through the investigation of Dianchi Lake Basin, the main reasons that affect the water quality and quantity of Dianchi Lake Basin were: endogenous pollution, industrial pollution, domestic sewage discharge, agricultural non-point source pollution, etc., which led to the lack of perfection. The ecological compensation mechanism was to charge (or compensate) the behavior of damage (or protection) of resources. Based on this paper, a new compensation standard was proposed based on the previous ecological compensation, and the questionnaire was found to be widely recognized by the public.

Key words Ecological compensation mechanism; Pollution; Dianchi Lake

党的十八就明确提出大力推进生态文明建设, 努力建设美丽中国, 实现中华民族永续发展。生态文明的建设并不是一蹴而就的, 需要从各方面逐步推进, 水治理无疑是其中的一重大方面。水源地生态补偿机制是一种调动水源地生态保护的经济手段。国外水源地生态补偿的相关研究较早, 研究发展比较成熟, 国外关于生态补偿的原则 PGP (provider gets principle) 和 BPP (beneficiary pays principle)^[1], 即为我国当前水源地生态补偿中的“谁开发、谁保护, 谁破坏、谁恢复, 谁受益、谁补偿, 谁污染、谁付费”原则。

国内关于水源地生态补偿机制的研究逐渐受到广大研究者的关注, 许多学者从不同角度针对水源地生态补偿机制进行探讨。王淑云等^[2]研究了水源地保护的相关属性, 建立了基于不同补偿方式的饮用水水源地的生态补偿机制。葛颜祥等^[3-4]针对水源地生态补偿资金的筹集、补偿对象的确定、补偿标准以及补偿形式等问题进行探讨, 并结合案例分析了 4 种水源地生态补偿模式的优缺点及适用条件。刘晶等^[5]在总结水源地生态补偿研究的基础上阐明在水源地生态补偿过程中引入市场机制有利于解决生态环境保护资金不足的问题。薄玉洁等^[6]分析了水源地发展权损失生态补偿中的资金补偿、实物补偿、政策补偿和产业补偿的优劣势。王燕^[7]开展了关于水源地生态补偿理论与管理政策研究。李彩虹^[8]进行了关于水源地生态保护成本核算与外溢效益评估研究。国内水源地生态补偿机制和实践方面均有相应的探索, 但在形成成熟的机制、可靠的实践实施方案方面还

需不断探索, 特别是针对云南典型水源地的生态补偿研究鲜见报道, 在这方面的研究仍有较大的研究空间。

1 影响滇池水质和水量的因素

1.1 内源污染情况 随着云南省的不断发展, 生活中、工业中的废水进入湖泊, 其中的营养物质经过各种物理、化学和生物作用, 逐渐沉降至湖泊底质表层, 当累积到一定量后再向水体释放。内源污染导致滇池水中产生大量的蓝藻, 蓝藻发生水华反应反过来促进磷的产生, 进而形成恶性循环, 使得滇池水质不断地发生恶化。

1.2 工业污染情况 云南省作为工业较为发达的城市, 工业用地较多, 企业环保治理主体责任落实不到位导致工业污水不能达到 100% 达标排放, 其中 2016 年第三季度国控废水、废气企业、污水处理厂达标情况分别为 80% 以上、60% ~ 80%、60% ~ 80%, 差异较大; 快速准确发现超标排污仍有困难, 虽然超标排污监测点多但是监测力度不够不能实现 24 h 连续监测; 工厂较为分散, 偏远地区管理疏松导致流域污染不断地累积。

1.3 生活污水排放 居民日常生活中的废水大多未经处理直接排放, 虽然污染程度不及工业污染那么严重, 不过由于居民数较多且呈现不断增加的趋势, 排放的污水自然也不断增多, 量变必然导致质变, 污水的不断累积最终也必将对滇池流域水质造成重大影响。

1.4 农业面源污染 农业对水体的污染主要是由于农作物种植所施用过量的农药、化肥等通过地表水及地下径流汇入滇池, 对滇池水质造成极大影响^[9]。

2 研究生态补偿的意义

2.1 贯彻落实《生态文明体制改革总体方案》的需求 2015

基金项目 云南省教育厅科学研究基金项目(2017ZZX039)。

作者简介 彭普(1995—), 男, 湖北孝感人, 硕士研究生, 研究方向: 生态补偿。* 通信作者, 讲师, 硕士, 从事水土资源与环境研究。

收稿日期 2018-09-17

年9月中共中央发布《生态文明体制改革总体方案》，明确提出“健全资源有偿使用和生态补偿制度”，其中第三十一条“加快资源环境税费改革”、第三十二条“完善生态补偿机制”、第三十三条“完善生态保护修复资金使用机制”分别从资金来源、生态补偿机制建设、资金使用方面对生态补偿提出了明确的改革要求。《方案》提出鼓励各地区开展生态补偿试点，推进水源涵养区、跨区域生态补偿，推进国家生态安全屏障的保护修复，建立耕地草原河湖休养生息制度等。因此，研究制定水源地生态补偿机制实施方案是贯彻落实《生态文明体制改革总体方案》中关于生态补偿改革的一个系统的细胞工程。

2.2 有助于解决我国水源地资金短缺的难题 我国水源地保护区很多都处于较为偏远贫困的地区，多数地方政府不能保证对水源地最基本的投入，经费短缺是其发展的最大障碍，而生态补偿机制正是通过经济激励手段解决资金问题的重要途径。水源地生态补偿机制的建立，可通过受益区域、企业提供补偿的方式，或国家层面整体调控等措施为保护区提供一定的资金补偿，从而缓解水源地管理资金困难、社区居民生活困难等问题，促进水源地保护与管理可持续发展。

2.3 有助于协调水源地保护与周边地区发展的矛盾 我国水源地保护区面临的人口压力和强烈的经济发展需求是极为特殊的，这极大地增加了保护区管理的难度。以往的政策往往只注意当地社区生产生活对保护区的生态环境影响而忽视保护区的建立给社区带来的社会经济影响，在对当地社区不合理的资源利用方式实行禁止时，忽视为其找到可持续的替代发展途径，致使保护与发展总是处在不断的冲突之中。对保护区居民的利益损失做出补偿，也可以提高其积极性，保证其有较为充足的财力、物力开展相关活动，从而有利于水源地建设目的的实现。

3 建立滇池生态补偿标准

生态保护补偿的核心是让生态受益者付费、让生态保护者获偿。生态受益者付费标准以及生态保护者获偿标准的确定正是建立生态补偿机制的重难点。国内外研究生态补偿标准有一定的探索，但始终未能形成统一的标准，其中生态补偿标准的主要计算方法有支付意愿法、机会成本法、收入损失法、总成本修正法、费用分析法、水资源价值法等^[10]，这些方法从不同的角度分析了生态补偿标准，未能综合考量，生态补偿应针对不同的个体、企业给予不同的标准。

水是万物生存之标准，可以说每个人都应该是生态受益者，作为受益者理应付费，参考我国针对不同的薪资收入的公民有着不同的税率标准，对不同收入的公民采用不同的收费标准^[11]，并利用公式(1)进行确定：

$$T = A \times i \quad (1)$$

式中， T 为个人年需付费总额； A 为个人年收入； i 为费率， i 根据个人年收入的不同而不同，与个人收入相应税率成比例。如A公民收入税率为 a ，费率为 i_1 ，B公民收入税率为 b ，费率为 i_2 ，其中 $i_2 = b \times i_1 / a$ 。

对于使用者的付费标准应综合考虑公司年用水量、当

地水资源的稀缺程度以及排放的污水对生态系统的影响程度等综合确定^[12]。对于年用水量总量付费标准采用现普遍接受的阶梯水价，参考《水利工程供水价格管理办法》和《水利工程供水定价成本监审办法(试行)》进行确定，用水少少交费，用水多多交费，进而确定公司年用水量所需缴纳费用 $Q^{[13-15]}$ ；对于水资源的稀缺程度以及排放的污水对生态系统的影响程度分别制定水资源稀缺程度与稀缺程度因子 α 以及污水对生态系统的影响程度与影响程度因子 β ，再利用公式(2)确定公司年需缴纳水费 F 。

$$F = Q \times \alpha \times \beta \quad (2)$$

对于水电开发的业主应着重考虑水资源给其带来的收益进行确定，水电开发业主的收益很大一部分是由于使用或利用水资源带来的，将其收益 Z 按照一定的比例 γ 进行收取，即：

$$N = Z \times \gamma \quad (3)$$

对于生态保护者，他们为生态做出巨大贡献，理应获偿；对于退耕还林的农民应综合考虑退耕面积、退耕还林所带来的生态贡献以及原耕地所带来的经济效益；对于种植优质水稻、玉米、土豆等应着重考虑其生态贡献；对于平衡施肥应着重考虑减少污染量及其生态贡献，给予农民一定的补偿，让更多的农民参与到生态保护中来，也让生态补偿建设的核心“让生态受益者付费、让生态保护者获偿”深入人心。对于使用新能源的群体他们积极响应政府号召，减少污染，也为生态做出一定贡献，应给予一定的补偿。补偿标准应根据各地政策进行综合确定，并在此基础上不断地完善，进而制定最符合当地的补偿制度^[16-18]。

4 结论及建议

该研究基于生态资源受益者、利用者和保护者的角度提出一种综合性的补偿标准，具有一定的可操作性，但生态补偿机制的确定是一个长期不断探索的过程，滇池流域生态补偿机制的确定需要明确补偿基准、科学选择补偿机制、合理确定补偿标准、建立联防联控机制^[19]，需要当地政府及相关部门通力合作为生态补偿机制的建立贡献力量；当地企业、居民也应积极响应政府及相关部门号召，从而使滇池流域建立完善且适宜的生态补偿机制，使滇池水质、水量逐渐得到改善。

参考文献

- [1] HANLEY N, KIRKPATRICK H, SIMPSON I, et al. Principles for the provision of public goods from agriculture: Modeling moorland conservation in Scotland[J]. Land economics, 1998, 74(1): 102-113.
- [2] 王淑云, 耿雷华, 黄勇, 等. 饮用水水源地生态补偿机制研究[J]. 中国水土保持, 2009(9): 5-7.
- [3] 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[J]. 农业经济问题, 2006(9): 22-27.
- [4] 葛颜祥, 王蓓蓓, 王燕. 水源地生态补偿模式及其适用性分析[J]. 山东农业大学学报(社会科学版), 2011(2): 1-6, 118.
- [5] 刘晶, 葛颜祥. 我国水源地生态补偿模式的实践与市场机制的构建及政策建议[J]. 农业现代化研究, 2011(5): 596-600.
- [6] 薄玉洁, 葛颜祥, 李彩虹. 水源地生态保护中发展权损失补偿研究[J]. 水利经济, 2011, 29(3): 38-41, 52.
- [7] 王燕. 水源地生态补偿理论与管理政策研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2011.

加直观地反映重金属形态的含量特征,以此分析得出派河采样点最下游点中间重金属污染的潜在风险最强,中间河段次之,上游和下游潜在生态风险最低。

表4 派河沉积物重金属次生相与原生相比值

Table 4 The ratios of secondary phase and primary phase of heavy metals in sediments from Pai River

采样点 Sampling sites	Cr	Cd	As	Cu	Ni	Pb
P ₀₁	0.58	*	0.38	2.57	1.42	3.07
P ₀₂	0.75	*	0.59	3.28	2.28	5.10
P ₀₃	1.02	*	0.61	3.71	2.50	*
P ₀₄	1.67	—	0.63	3.80	4.80	—
P ₀₅	2.98	*	0.80	6.90	8.51	*
P ₀₆	3.78	*	0.70	6.72	10.61	—
P ₀₇	2.18	*	0.70	4.21	7.95	—
P ₀₈	1.24	*	0.38	2.08	3.99	—
P ₀₉	0.81	4.62	0.29	1.77	0.87	1.57
P ₁₀	0.55	—	0.24	1.49	1.32	—
P ₁₁	62.87	*	40.76	2.39	*	—

注:“—”代表次生相与原生相数值均为0,“*”代表原生相为0,而次生相非0

Note:— stands for ratios of secondary phase and primary phase were both 0; * stands for ratio of primary phase was 0, but ratio of secondary phase wasn't 0

3 结论

以“引江济淮”工程中“江淮沟通”唯一水道——派河为研究对象,从沉积物重金属总量和形态层面综合分析其污染程度,科学评价了沉积物重金属的潜在生态风险为“引江济淮”工程水生态安全和潜在生态风险科学评价提供参考。

(1)基于沉积物重金属总量分析和地积累指数评价法,派河河段除了下游P₀₉、P₁₀、P₁₁采样点沉积物中Cd和Cu以及P₀₄点的Cd浓度低于背景值之外,其余各点的Cd和Cu浓度值均超出背景值(I_{geo} 值 ≥ 1),对环境存在不同程度的污染风险;而Cr与Cd、Cu的相同点在于仅在派河中间河段的浓度值超出背景值,但Cr的污染程度较低(I_{geo} 值=1);派河沉积物中虽然含有As、Ni和Pb元素,但是其含量均低于背景值(I_{geo} 值=0),无污染风险。

(2)基于重金属形态特征和次生相与原生相比值(RSP)法分析可知,派河沉积物中中游河段Cr、Cu、Ni、As 4种元素的次生相(有效态)值含量明显高于上游和下游(下游P₁₁点除外),中间河段次之,上游河段及下游河段最少,但除As及Cr上下游的RSP<1之外,其余河段及元素均有不同程度潜在生态风险;除了P₀₄和P₁₀点位未检测出Cd之外,其

余各点Cd的RSP均远大于3,潜在生态风险极高;Pb元素则在上中游河段存在一定的生态风险。

参考文献

- ADAMS W J, KIMERLE R A, BARNETT J W, Jr. Sediment quality and aquatic life assessment [J]. Environmental science and technology, 1992, 26 (10): 1864-1875.
- 胡宁静, 石学法, 黄朋, 等. 渤海辽东湾表层沉积物中金属元素分布特征 [J]. 中国环境科学, 2010, 30(3): 380-388.
- 栢建坤, 李潮流, 康世昌, 等. 雅鲁藏布江中段表层沉积物重金属形态分布及风险评价 [J]. 环境科学, 2014, 35(9): 3346-3351.
- PARWEEN M, RAMANATHAN A L, RAJU N J. Waste water management and water quality of river Yamuna in the megacity of Delhi [J]. International journal of environmental science & technology, 2017, 14(1): 2109-2124.
- XIAO L, GUAN D S, PEART M R, et al. The respective effects of soil heavy metal fractions by sequential extraction procedure and soil properties on the accumulation of heavy metals in rice grains and brassicas [J]. Environmental science & pollution research, 2017, 24(3): 2558-2571.
- SHIKAZONO N, TATEWAKI K, MOHIUDDIN K M, et al. Sources, spatial variation, and speciation of heavy metals in sediment of the Tamagawa River in Central Japan [J]. Environmental geochemistry & health, 2012, 34 (1): 13-26.
- 杨长明, 张芬, 徐琛. 巢湖市环城河沉积物重金属形态及垂直分布特征 [J]. 同济大学学报(自然科学版), 2013, 41(9): 1404-1410.
- 黄莹, 李永霞, 高甫威, 等. 小清河表层沉积物重污染区重金属赋存形态及风险评价 [J]. 环境科学, 2015, 36(6): 2046-2053.
- 陈明, 蔡青云, 徐慧, 等. 水体沉积物重金属污染风险评价研究进展 [J]. 生态环境学报, 2015, 24(6): 1069-1074.
- 毕斌, 卢少勇, 于亚军, 等. 湖泊沉积物重金属赋存形态研究进展 [J]. 科技导报, 2016, 34(18): 162-169.
- 李飞鹏, 陈玲, 张海平, 等. 巢湖市河流表层沉积物重金属污染和风险评价 [J]. 同济大学学报(自然科学版), 2012, 40(12): 1852-1856.
- MULLER G. The heavy metal pollution in the sediment of the Neckar river and its tributaries: A review [J]. Chem. Zeit., 1981, 105: 157-164.
- SULIEMAN M M, ELFAKI J T, ADAM M M, et al. Assessment of heavy metals contamination in the Nile River water and adjacent sediments: A case study from Khartoum City and Nile River State, Sudan [J]. Eurasian journal of soil science, 2017, 6(3): 285-294.
- 陈春霄, 姜霞, 战玉柱, 等. 太湖表层沉积物中重金属形态分布及其潜在生态风险分析 [J]. 中国环境科学, 2011, 31(11): 1842-1848.
- LIU H Q, LIU G J, WANG J, et al. Fractional distribution and risk assessment of heavy metals in sediments collected from the Yellow River, China [J]. Environmental science & pollution research, 2016, 23(11): 11076-11084.
- 张鹏岩, 康国华, 庞博, 等. 宿鸭湖沉积物重金属空间分布及潜在生态风险评价 [J]. 环境科学, 2017, 38(5): 2125-2135.
- 宁增平, 肖青相, 蓝小龙, 等. 都柳江水系沉积物镉等重金属空间分布特征及生态风险 [J]. 环境科学, 2017, 38(7): 2784-2792.
- CANUTO F A B, GARCIA C A B, ALVES J P H, et al. Mobility and ecological risk assessment of trace metals in polluted estuarine sediments using a sequential extraction scheme [J]. Environmental monitoring & assessment, 2013, 185(7): 6173-6185.
- 张菊, 陈明文, 鲁长娟, 等. 东平湖表层沉积物重金属形态分布特征及环境风险评价 [J]. 生态环境学报, 2017, 26(5): 850-856.
- 曹金萍, 宫永波, 黄乾. 山东省基于财政补贴的农业阶梯水价改革探讨 [J]. 中国水利, 2014(14): 54-58.
- 葛丽燕. 流域阶梯式生态补偿标准研究及应用 [D]. 郑州: 郑州大学, 2012.
- 张婷, 曾维华. 构建滇池流域生态补偿机制探讨 [C] // 中国环境科学学会, 环境保护部环境规划院, 哈尔滨工业大学, 等. 2013年水资源生态保护与水污染控制研讨会论文集. 北京: 中国环境科学学会, 2013: 4.
- 张守平. 国内外涉水生态补偿机制研究综述 [J]. 人民黄河, 2011(5): 54-56, 59.
- 毛显强, 钟瑜, 张胜. 生态补偿的理论探讨 [J]. 中国人口·资源与环境, 2002, 12(4): 38-41.
- 如何加快建立生态补偿机制? [J]. 中国生态文明, 2016(6): 86.

(上接第80页)

- 李彩虹. 水源地生态保护成本核算与外溢效益评估研究 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2014.
- 邓明翔. 滇池流域生态补偿机制研究 [D]. 昆明: 云南财经大学, 2012.
- LAZARUS R J. The making of environmental law [M]. Chicago: The University of Chicago Press, 2004: 199-215.
- 陈迅, 魏世红. 中国个人所得税税率的优化 [J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2002, 25(11): 19-21.
- 王淑云, 耿雷华, 黄勇, 等. 饮用水水源地生态补偿机制研究 [J]. 中国水土保持, 2009(9): 5-7.
- 姜文来. 农业水价合理分担研究 [J]. 中国市场, 2012(16): 45-51.