

水利水电项目的环境经济损益分析方法

王建强¹, 张承龙², 赵 琪³

(1. 浙江贝斯特节能环保科技有限公司, 杭州 310027; 2. 上海第二工业大学 电子废弃物研究中心, 上海 201209; 3. 中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司, 昆明 650051)

摘 要: 作为提供可再生能源的水利水电项目, 在获得综合效益的同时也会对生态环境带来负面影响, 需要对其进行环境经济损益评价。采用环境经济损益分析的理论原则, 结合水利水电项目特点, 以糯扎渡水电站为例, 初步探讨了水利水电项目环境经济损益分析的方法。分析结果表明: 糯扎渡水电站的工程生态环境总效益为 35.65 亿元/a, 环境资源的总损失约为 8.1 亿元/a, 项目建设在环境经济方面完全可行; 并就水电工程建设项目环境质量损益的经济评价提出了笔者的看法, 供同行参考与借鉴。

关键词: 水利水电工程; 环境经济; 损益分析

中图分类号: X196

文献标志码: A

Environmental Economic Profit and Loss Analysis Method for Water Conservancy and Hydropower Projects

WANG Jianqiang¹, ZHANG Chenglong², ZHAO Qi³

(1. Zhejiang Best Energy Conservation and Environmental Protection Technology Co., Ltd., Hangzhou 310027, China; 2. WEEE Research Center, Shanghai Polytechnic University, Shanghai 201209, China; 3. Power China Kunming Engineering Corporation Limited, Kunming 650051, China)

Abstract: Water conservancy and hydropower projects which can provide renewable energy source would bring about comprehensive effect and would also have negative impact on the ecological environment. It is necessary to conduct environmental economic profit and loss evaluation. Based on the theoretical and principles of environmental economic profit and loss analysis, combined with the characteristics of water conservancy and hydropower projects, the method of environmental economic profit and loss analysis of water conservancy and hydropower projects was preliminarily discussed taking Nuozhadu Hydropower Station as an example. The analysis results show that the ecological environment total benefit of Nuozhadu Hydropower Station is 3.565 billion yuan per year, and the total loss of environmental resources is 810 million yuan per year. The project construction is completely feasible in the environmental economy. And the authors put forward their own views on the economic evaluation of environmental quality loss and benefit of hydropower project construction, for peer reference.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; environmental economy; profit and loss analysis

0 引言

水电资源是清洁能源,水利水电项目可以带来发电、灌溉、防洪及航运等综合效益,但同时也对生态环境带来负面影响。因此,需要对水利水电工程项目的生态环境影响进行环境经济损益评价,并将评价结果纳入工程项目的经济分析之中,可以为环境与水利水电项目发展的综合平衡决策提供参考。《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月修订)中明确规定了在建设项目环境影响评价报告中需进行环境影响经济损益分析,这为我国的环境影响经济评价工作提供了法律依据。

建设项目环境影响经济损益分析以货币的形式定量客观地反映工程兴建对环境影响的经济效益值和损失值,但水利水电工程项目涉及面广,涵盖的环境因子较多,部分环境因子的影响难以定量。因此在进行环境影响经济损益分析时,要求从主要环境影响因素着眼,深入研究,以求得到较为合乎客观实际的结果。

1 环境经济损益分析的原理及主要方法

环境经济损益分析的理论依据主要是环境资源价值论^[1]。环境经济损益分析最常用的方法是费用效益分析法^[2],费用效益分析法的基本假定是可按照人们为消费商品或劳务准备支付的价格来计量消费者的满意程度(即效用)或经济福利的水平。一般可以把环境损失与效益的价值评估方法划分为3种类型^[3]:直接市场评价法、揭示偏好法、陈述偏好法^[3-5]。

在进行水利水电工程项目环境影响经济损益分析时,主要可选用市场价值法、接受补偿法、防护费用法和影子工程法等分别进行估算。因水利水电工程项目涉及的环境因素众多,不少生态因子和环境因素难以用货币衡量定值。其中,市场价值法适用于有市场价格、便于计算的影响项目,例如水库的防洪效益及对渔业的影响;防护及恢复费用法适用于采取合理措施,适当投资可以减免不利影响的项目,如水库淹没与移民的影响;对于无法估价又极珍贵或重要的对象也可采用防护费用法进行转换计算,如工程对生物物种、自然保护区及水土流失的影响等;据国际筑坝与环境委员会的规定,水利水电

工程发电的生态与环境效益亦列作经济损益分析的重要内容。在计算水电站发电的环境效益时可采用影子工程法进行转换计算,即以相同规模的火力发电工程项目为替代方案,进行环境影响损益的比较分析计算。

2 水利水电项目环境经济损益分析的主要内容和原则

2.1 水利水电项目环境经济损益分析的主要内容

根据《水利水电工程环境影响评价技术导则》(HJ/T88—2003)^[6]的要求,水利水电工程项目的环境经济损益分析应主要包括环境影响经济损失分析、环境影响经济效益分析及主要结论。其中,环境影响经济损失包括水利水电工程造成的资源、环境损失及减免不利环境影响的环境保护投资;环境影响经济效益包括由于水利水电工程的有利环境影响所取得的社会、经济、环境效益及采取环境保护措施后取得的效益。环境影响经济损益分析宜采用货币量化的方法进行,不易量化的可采取定性分析方法。

2.2 水利水电项目环境经济损益分析的原则

借鉴国内外的经验,水利水电工程的生态与环境经济损益分析可依照以下原则^[7-8]:

(1) 终极影响原则。鉴于各生态与环境因子之间的关系十分复杂,在进行经济损益分析时,只考虑与人类经济活动或生态环境直接相关的最终影响后果。

(2) 重点突出,兼顾一般原则。由于水利水电工程对生态与环境的影响复杂,涉及面广,因此需突出对环境影响较大的影响因素,对一般影响因素进行适当地归并综合。

(3) 一次性估价原则。为使经济损益分析中各环境因子的经济货币量之间有可比性,统一以评价年现值为计算标准,对各年的费用和效益须以确定的贴现率贴现计算,进行一次性估价。

(4) 减免不利影响的补偿投资原则。对生态与环境的不利影响,着眼于预防、保护和挽救,以减免不利影响。在环境经济损益分析中,尽量采用补救措施和防护措施,将其费用作为反映工程环境影响效应大小的尺度,而不是消极地计算损失值(生物资源有时是不能用价值来衡量的)。

3 实例分析

3.1 工程概况

以澜沧江糯扎渡水电站为例, 对该工程进行环境经济损益分析。糯扎渡水电站坝址位于云南省普洱市翠云区思茅港镇(左岸)与澜沧县糯扎渡乡(右岸)的交界处。糯扎渡水电站水库正常蓄水位为 812 m, 死水位为 765 m, 汛限制水位为 804 m, 装机容量为 5 850 MW, 保证出力为 2 406 MW, 年发电量为 $239.12 \times 10^8 \text{ kW}\cdot\text{h}$ 。最大坝高约 261.5 m, 总库容 $237.03 \times 10^8 \text{ m}^3$, 调节库容 $113.35 \times 10^8 \text{ m}^3$, 为多年调节水库。工程于 2004 年 4 月开始筹建, 2007 年 11 月实现大江截流, 2011 年 11 月下闸蓄水, 2012 年 8 月首台机组投产发电, 2014 年 6 月 9 台机组全部投产发电。

3.2 工程环境影响经济效益评价

3.2.1 替代火电项目减少的环境损失

以相同规模的火力发电工程项目为替代方案, 采用影子工程计算法, 将火电带来的环境损失作为糯扎渡水电站的环境效益。

(1) 减少煤炭资源消耗。煤炭是重要的能源和化工原料, 直接燃烧既浪费资源又污染环境, 同时煤炭在开采过程中易破坏生态环境, 因此节约煤炭资源, 可以减缓煤炭资源开采速度, 有利于煤炭资源的可持续利用和生态环境的保护。此外, 节约煤炭资源, 对于减缓煤炭供应压力, 减少矿难, 促进国家安全生产等都具有重要意义。

糯扎渡水电站多年平均发电量为 239.12 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$, 则每年可节约宝贵的煤炭资源 $860.80 \times 10^4 \text{ t}$ (按煤耗 360 $\text{g}/\text{kW}\cdot\text{h}$ 计), 可减少煤炭资源消耗的经济价值为 27.72 亿元 (煤炭价格按 322 元/t 计算)^[9,12]。

(2) 减少水资源消耗。火力发电需要消耗大量的水资源, 我国水资源非常短缺, 人均占有量不足 2 200 m^3 , 约为世界人均水资源占有量的 1/4。除生活区用水外, 糯扎渡水电站基本不消耗水资源, 而按火电机组耗水指标 0.5 $\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{GW})$ 计算, 同等规模的火电站年耗水量为 9 224 万 m^3 , 按取用水价格 1 元/t (两广地区综合水价) 计算, 则糯扎渡水电站替代火电, 每年节约用水的经济价值为 9 224 万元。

(3) 减少 CO_2 等温室气体排放。以火电为替代方案会产生 CO_2 等大量温室气体, 引起温室效应。

严重的温室效应会导致海平面上升、气候灾害、土地干旱和沙漠化面积增大、病虫害增加、生态系统的改变等严重恶果。

火电燃烧燃料过程中产生的 CO_2 按每吨煤燃烧排放 2.2 t 计, 则每年减少 CO_2 排放量为 1 893.8 万 t, 减少碳排放量为 516.5 万 t。参照 ADB (Asia Development Bank) 给出的吨碳排放量损害估计值: 2011—2020 年为 8.90~20.30 美元 (10 年间)^[9-11]。每年的平均值为 1.46 美元, 折合人民币为 12.1 元。由此可得出糯扎渡水电开发每年减少碳排放的年生态经济价值为 6 249.7 万元。

(4) 减少 SO_2 排放, 减缓酸雨沉降。 SO_2 是导致我国酸雨危害加剧的重要原因之一。我国 SO_2 排放量已远远高于环境承载能力, 酸雨污染已对我国生态环境和建筑物等造成了显著的经济损失。

据估算, 糯扎渡水电开发替代火电, 可以减少排放 SO_2 23.3 万 t, 减排 NO_x 8.78 万 t, 可有效较少因电力供应增加导致的 SO_2 、 NO_x 排放量。根据《燃煤发电机组环保电价及环保设施运行监管办法》规定, 脱硫、脱硝电价加价分别为 0.015 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ 和 0.01 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ^[12-13]。所以, 火电替代方案产生的 SO_2 和 NO_x 每年带来的损失值至少为 6.0 亿元/a。

3.2.2 以电代柴

云南省从 1998 年开始全面启动澜沧江流域防护林体系建设工程, 其目的是通过建设防护林体系, 恢复和增加森林植被, 控制水土流失, 提高防御自然灾害的能力, 促进澜沧江流域生态环境良性循环, 改善山区人民的生活条件。但另一方面, 糯扎渡库区居民由于能源缺乏, 电力供应紧张, 又在不断地砍伐森林植被。糯扎渡水电站建成发电后, 当地居民搬迁并以用电代替用柴, 大幅减少当地居民因薪柴使用而砍伐森林的面积。

经实地调查, 糯扎渡库区居民人均薪柴用量约为 1.5 m^3/a , 至设计水平年, 库区和施工占地区的农业移民动迁人数为 44 299 人, 则年均用柴量为 66 448.5 m^3 。根据库区居民使用薪柴的特点和库区当地的薪柴林木蓄积情况, 计算结果说明因糯扎渡水电站建设库区可减少砍伐薪柴林地面积约 2 600 hm^2/a (按林木单位面积蓄积量 25.5 m^3/hm^2 计算)^[9,13]。

根据林地生态效益计算结果表明该区林地单位面积平均生态经济价值约为 1.5 万元/ hm^2 ^[9]。因

此,糯扎渡水电站建成后,因居民搬迁和以电代柴减少薪柴用林砍伐产生的生态经济价值约为 3 900 万元/a。

3.2.3 生态环境效益总体评价

综合上述计算结果,得出糯扎渡水电开发中以电代柴的直接环境效益为 0.39 亿元,以火电作为替代方案的环境效益为 35.26 亿元,总的环境效益为 35.65 亿元。

3.3 工程环境影响经济损失评价

3.3.1 电站建设水库淹没和施工占地导致的土地资源经济损失

根据研究报告确定的因水库淹没和施工占地而损失的耕地、园地、林地、草地、未利用土地资源量(见表 1),进行环境经济损失分析。

表 1 糯扎渡水电站水库淹没和施工占地情况(单位:亩)

Tab. 1 Reservoir inundation and construction area of Nuozhadu Hydropower Station (Unit: acre)

序号	项目	淹没区	施工区	合计
1	耕地	87 241	2 167	89 408
	其中: 水田	28 092	490	28 582
	旱地	58 472	1 664	60 136
	菜地	677	13	690
2	园地	39 202	879	40 081
3	林地	269 911	11 570	281 481
4	牧草地	9 322	132	9 454
5	未利用土地	76 049	1 059	77 108

(1) 耕地经济损失。根据对糯扎渡库区耕地的单位面积产量、品种及其价格分析,每年水田、旱地、菜地平均产值分别为 1 210 元/亩、681 元/亩和 1 865 元/亩(1 亩 $\approx$ 666.67 m²),所以每年水田、旱地、菜地分别为 3 458.4 万元、4 095.3 万元和 128.7 万元,共计 7 682.4 万元。

(2) 林地经济损失。根据糯扎渡库区林产品产量及价格分析,其年产值为平均 1 000 元/亩,则林地的年直接经济损失为 28 148.1 万元。

除直接经济损失外,根据环境成本计算林地生态效益的计算结果,该区林地单位面积平均生态经济价值约为 1.5 万元/hm²,则水库淹没和施工占用林地的年间接经济损失为 28 148.1 万元,所以糯扎渡水库淹没和施工占用林地的总经济价值为 56 296.2 万元/a。

(3) 园地经济损失。根据对园地的产品产量及其价格进行分析,其年产值为 950 元/亩,则园地的年经济损失为 3 807.7 万元。

(4) 牧草地经济损失。根据分析,牧草地的年产值约为 600 元/亩,则牧草地的年经济损失为 567.2 万元。

(5) 未利用土地经济损失。根据 2003 年云南省人民政府云政复(2003) 53 号文的规定,未利用土地补偿单价按旱地的 1/2 计算,则未利用土地的年产值按旱地的 1/2 计算,即 340 元/亩,则未利用土地的年经济损失为 2 621.7 万元。

3.3.2 移民安置导致的生态环境损失

因水电工程建设和水库淹没,移民搬迁将对新定居点地区的生态环境产生不利影响,其水库淹没和移民安置费用已列入工程总费用。移民搬迁后,其生态环境的年损失主要表现为环境治理的费用和卫生防疫所增加的费用。

(1) 环境治理费用。至设计水平年,水库淹没区和施工区移民动迁人口为 48 364 人,按每人每天排放生活垃圾 1 kg,生活污水 0.12 m³ 计算,则移民安置区每年新增生活污水处理量为 211.8 万 m³,新增垃圾处理量 17 652 t。按生活污水处理成本 0.5 元/m³,每吨生活垃圾处理成本取 150 元计,则移民安置区每年新增环境治理成本为 370.7 万元。

(2) 卫生防疫费用。因水电站建设移民搬迁后,移民安置区的传染性疾病爆发流行的可能会因人口密度的增大而增加,造成卫生防疫的费用增加。根据当地的卫生防疫现状估算,卫生防疫费用按每年平均增加 30 元/人计,则糯扎渡水电站建设因移民安置而新增的卫生防疫费用为 145.1 万元。

(3) 环境保护措施运行费用。糯扎渡水电站枢纽工程区环境保护工程的总费用为 47 094.7 万元,包括了水土保持工程、水环境保护工程、陆生动植物保护工程、水生生物保护工程、大气环境保护工程、声环境保护工程、生活垃圾处理工程、人群健康保护以及环境监测工程。工程竣工后,水库运行期间,部分设备将不再运行,比如生产废水处理工程,但仍有大部分工程将运行、维护,如环境监测工程、水生生物保护工程等,其运行费用按环境工程总投资的 20% 计,则环境保护措施的年运行费用为 9 418.9 万元。

(4) 环境资源损失总体评价。综上所述,环境资

源导致的损失为 8.1 亿元。当然, 此损失并非环境资源的真实价值, 环境保护措施也并不能完全消除工程建设带来的不利环境影响。

3.4 工程环境经济损益分析结论

糯扎渡水电站工程生态环境总效益为 35.65 亿元/a, 环境资源的总损失约为 8.1 亿元/a, 总的益损比为 4.40:1, 说明项目建设在环境经济上是完全可行的。

4 结 语

建设项目环境影响经济损益分析已是建设项目环境影响评价的主要手段之一, 目前水利水电建设项目的环境影响经济损益分析更多考虑的是建设项目的环保措施经济损益分析, 难以从环境经济的角度为整个工程项目的最终决策提供有力支撑。相对于环境污染经济损失的货币化定量研究, 生态环境影响的货币化定量研究相对较少, 缺少成熟的模型和方法, 主要是因为生态系统具有复杂性、开放性、区域异质性等特点。因此, 对主要是非污染生态环境影响的水利水电项目进行环境损益分析, 实施起来较困难。

本文以糯扎渡电站为例采用市场价值法、接受补偿法、防护费用法和影子工程法等分别进行了环境影响经济损益估算, 针对水电开发的环境影响中一些难以量化的问题, 采用定性分析方法进行处理。例如, 对稀有濒危物种的价值通过直接价值和间接成本进行量化, 从经济学角度看能反映物种的一部分价值, 但是并不能准确反应其对生态系统的能流、物流、价值流、信息流的贡献值, 物种的价值难以用货币估量, 定价可能反而为非法市场交易提供依据, 助长对濒危物种的破坏。因此, 水利水电建设项目涉及到的类似问题时, 应避免采取货币化形式对受影响的濒危物种进行定量化评估, 应尽可能采取补救保护措施, 并将费用计入环保措施费用中, 对于采取措施仍然威胁到或无法达到保护濒危物种的项目, 应坚决予以否定, 避免造成生物基因库的巨大损

失及对人类生产、生活和自然界的生态平衡的不可逆影响。

因此, 对于水利水电建设项目来说, 需要根据项目特点开发更为完善可行的环境影响经济损益分析方法体系, 建立相应的分析评估标准, 使环境影响经济损益分析在水利水电及其他建设项目总体决策评估中起到越来越重要的作用, 为践行生态文明建设提供有力的决策参考工具。

参考文献:

- [1] 王超. 水利建设项目环境影响经济损益分析 [J]. 水利经济, 1994(1): 29-33.
- [2] 程福祐. 环境经济学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1993.
- [3] 马中. 环境与资源经济学概论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [4] 吴伟勇. 水利工程环境经济损益分析评价 [J]. 环境与发展, 2018(2): 241-243.
- [5] 张枢, 谭华锋, 罗政, 等. 水利建设项目生态环境影响经济损益分析: 以黔中水利枢纽一期工程为例 [J]. 资源节约与环保, 2015(3): 167-169.
- [6] HJ/T88—2003 水利水电工程环境影响评价技术导则 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2003.
- [7] 曹红军. 建设项目环境影响经济损益分析研究 [J]. 电力环境保护, 2006, 22(3): 45-47.
- [8] 柴西龙. 水电开发生态环境资源价值核算及对策研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2005.
- [9] 国家电力公司昆明勘测设计研究院. 云南省澜沧江糯扎渡水电站环境影响报告书(送审稿) [R]. 北京: 国家环境保护总局环境工程评估中心, 2003.
- [10] 陈晓舒, 赵同谦, 李聪, 等. 基于不同利益相关者的水电能源基地建设经济损益研究: 以澜沧江干流为例 [J]. 生态环境, 2017, 37(13): 4495-4504.
- [11] ASIA DEVELOPMENT BANK. Economic Evaluation of Environmental Impact: A Work Book [M/OL]. [2019-02-01]. <https://www.adb.org/publications/economic-valuation-environmental-impacts-workbook>.
- [12] 张泽中, 李小龙, 赵明冬, 等. 同一电网中水电站对火电站的减排补偿效益 [J]. 人民黄河, 2017, 39(1): 125-129.
- [13] 赵同谦, 欧阳志云, 郑华, 等. 水电开发的生态环境影响经济损益分析: 以怒江中下游为例 [J]. 生态学报, 2006, 26(9): 2979-2988.