

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2014.03.003

西藏水电开发对河流生态环境影响评价

李朝霞,吕琳莉,李 萍

(西藏大学农牧学院,西藏 林芝 860000)

摘要:为评价西藏水电开发对河流生态环境的影响,根据西藏地区独特的地理气候条件,结合当地社会经济发展特点,构建包含水环境、生态环境和社会环境3个方面22个要素的水电开发对河流生态环境影响评价指标体系。综合考虑多方面因素确定指标的分级标准;采用综合指数方法构建评价模型,将评价结果分为影响很小、影响较小、一定影响、影响较大、影响很大5个级别。满拉电站实例分析结果表明,水电开发对该电站影响很小,符合实际情况。

关键词:河流生态环境;评价指标体系;西藏满拉电站;水电开发

中图分类号:TV741;X522;X826 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-1980(2014)03-0200-05

Evaluation of impact of hydropower exploitation on river ecological environment in Tibet

LI Zhaoxia, LYU Linli, LI Ping

(College of Agriculture and Animal Husbandry, Tibet University, Linzhi 860000, China)

Abstract: In order to evaluate the impact of hydropower exploitation on a river's ecological environment, we established an evaluation index system, which includes 22 factors falling within the scopes of the water environment, ecological environment, and social environment, based on the unique geographical and climatic conditions and social and economic development in Tibet. With comprehensive consideration of various factors, we determined the standards for classification of the indices. We used the comprehensive index method to construct the evaluation model, and classified the evaluation results into five categories: insignificant influence, less insignificant influence, moderate influence, less significant influence, and significant influence. A case study at the Manla Hydropower Station showed that the exploitation of hydropower had little impact on the station, and the application results were consistent with the actual situation.

Key words: river ecological environment; evaluation index system; Tibet Manla Hydropower Station; hydropower exploitation

西藏河流众多,水能资源丰富。近20a,随着经济的快速发展,西藏对能源的需求不断加大,水电站建设取得了较大进展。西藏位于平均海拔高、气候寒冷、经济社会欠发达的青藏高原,由于其对水电的开发处在兴起阶段,因此对河流相关参数的监测基本处于空白,这给研究河流生态环境带来较大困难。笔者通过调研近20a已建的分布在西藏不同气候、不同地理位置较大电站的情况(那曲查龙电站、日喀则满拉电站、山南沃卡电站、拉萨直孔电站、羊湖电站、林芝雪卡电站),结合西藏河流生态环境特点,同时考虑电站建设对当地经济、社会、民俗宗教的影响,构建评价指标体系,制定指标标准,采用综合指数评价模型评价西藏水电开发对河流生态环境的影响。

收稿日期: 2013-03-04
基金项目: 国家自然科学基金(51069014)
作者简介: 李朝霞(1969—),女,四川德阳人,教授,博士,主要从事水电资源可持续开发利用研究。E-mail: xzlx69@tom.com

1 评价指标体系

建设项目自然环境影响评价的内容主要包括水、大气、噪声、固体废物等环境要素;生态影响在直观上则直接体现在“水土”和“生物”2 个方面^[1];社会影响的主要评价内容包括社会环境影响和社会经济影响。西藏地区的气候、地理条件具有特殊性,因此水电开发对河流生态环境影响指标的建立要综合考虑河流水文生态、水生物和社会环境 3 个方面的若干环境要素。笔者构建的指标体系分为系统层、要素层。系统层为开展评价的主要环境要素,包括水文生态、水生物和社会环境 3 个方面;要素层是针对各环境因子提出的描述性要素,它是各环境因子的体现,通过对这些要素的评价,基本能如实地反映流域水电开发对河流生态环境的影响,以及产生影响的程度。通过对西藏已建的分布于不同地理位置、气候条件、自然环境的几个电站的调研,结合西藏河流特点、人文社会特点、参考相关文献^[2-17]及咨询专家,最后选择了 25 个指标作为要素层指标,即最终开展水电开发对河流生态环境影响评价的指标(表 1)。

表 1 水电开发对河流生态环境影响评价指标体系

Table 1 Evaluation index system for impact of hydropower exploitation on river ecological environment	
系统层	要素层
河流生态环境影响评价指标体系	年平均输沙量变化率=(建站前输沙量-建站后输沙量)/建站前输沙量×100%
	年径流量变化率=(建站前年径流量-建站后年径流量)/建站前年径流量×100%
	水温变化率=(建站前年平均水温-建站后年平均水温)/建站前年平均水温×100%
	水质达标程度分为 I、II、III、IV、V 共 5 个级别
	河流连续性=河流上所建水库库容/河流年平均径流量×100% ^[18]
	水面面积变化率=(建站前水面面积-建站后水面面积)/建站前水面面积×100%
	河道断流天数变化率=(建站前河道断流天数-建站后河道断流天数)/全年天数×100%
	河流冰情变化率=(建站前河流结冰天数-建站后河流结冰天数)/全年天数×100%
	河岸缓冲区植被变化
	河岸稳定性(实地调查河岸的侵蚀情况)
	河道改变程度(实地调查河道受人为干扰的程度)
	浮游植物多样性指数或平均生物量
	浮游动物多样性指数或平均生物量
	鱼类影响(实地调查鱼类种类、数量的大致变化)
	河岸(湖岸)野生动物影响(水电站建设后,河岸(湖岸)野生动物种类、数量的变化)
	对当地人民风俗习惯和宗教信仰的影响
	对文物及景区的影响
	对当地人民生活水平的影响=(建站后当地人民人均收入-建站前当地人民人均收入)/建站前当地人民人均收入×100%
	对当地人民娱乐和教育的影响=建站后家庭平均拥有家用电器数量-建站前家庭平均拥有家用电器数量
	防洪能力变化=建站后防洪能力-建站前防洪能力
	社会就业的影响=建站带来的就业机会/地方农牧业劳动人口×100%
	对当地经济发展的影响=(建站后当地经济 GDP-建站前当地经济 GDP)/建站前当地经济 GDP×100%
	水能资源开发率=已开发水能资源/可开发水能资源×100%
	水资源利用变化率=(新增灌溉面积-原灌溉面积)/原灌溉面积×100%
	节约其他资源(以电代柴减少的森林砍伐量或节约的煤炭、柴油效益)

为反映评价指标的变化程度,指标大多以变化率的形式表达。由于西藏河流研究基础薄弱,基础数据极少或获得困难,因此部分指标只能通过实地调查后进行定性分析。评价指标体系综合考虑了西藏那曲、山南、日喀则、拉萨、林芝等不同地理条件、气候环境下的各类因素,因此可普遍适用于西藏水电开发对河流生态环境影响的评价。但是在具体开展某一个河流的评价时,应根据河流所处的地理位置、现状、水电开发的特点及当地经济发展状况,同时结合拥有资料的情况对指标进行选择,最终确定合适的评价指标,并对指标的分级标准做相应调整。

2 评价指标的量化和分级

根据各要素定量计算值或定性表述进行评价指标的量化和分级,并给出各分级应赋予的分值。一般定量计算分为 5 个级别,由低到高各级别的对应分值分别为 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0,定性描述也分为 5 个级别,各级别的对应分值分别为 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0(表 2)。

评价指标的量化、等级的划分是在对已建电站调研的基础上,考虑西藏河流特点和社会经济发展程度,同时参考相关行业标准及其他地区的情况下制定的,基本能适用于西藏各地的情况。如浮游动、植物的多样性指数及生物量的分级和量化,是在考虑西藏河流人为影响小、开发程度低,根据调研中测得的河流数据制定的,这与内地河流的数据有较大差异;对西藏水能资源的开发利用是在保证河流健康的前提下(一般认为

30%~40%的开发程度),尽可能提高开发程度,因此水能资源开发率以此为基础进行制定;由于西藏气候寒冷,冬季取暖及日常薪柴消耗大量的木材,燃油发电的费用巨大,水电开发提供的电能可以消除这些影响,根据测算制定了此项指标的分级标准。指标的分级可随发展做相应调整。

表2 评价指标量化及分级
Table 2 Evaluation index quantification and classification

水文形态分级											
量化值	年平均 输沙量 变化率/%	年径 流量 变化率/%	水温 变化率/%	水质 达标 程度	河流 连续性/%	水面 面积 变化率/%	河道断流 天数 变化率/%	河流 冰情 变化率/%	河岸 缓冲区 植被变化	河岸 稳定性	河道 改变 程度
1.0	≤3	≤3	≤5	I	≤9	≤5	≤2	0	无	极强	极小
0.8	4~7	4~7	6~10	II	10~15	6~10	3~6	1~2	很小	强	小
0.6	8~11	8~11	11~15	III	16~40	11~15	7~9	3~4	较小	一般	一般
0.4	12~15	12~15	16~20	IV	41~90	16~20	10~12	5~6	较大	弱	大
0.2	>15	>15	>20	V	>90	>20	>12	>6	很大	极弱	极大

水生生物分级						
量化值	浮游植物 多样性指数	浮游植物生物量/ (mg·L ⁻¹)	浮游动物 多样性指数	浮游动物生物量/ (mg·L ⁻¹)	鱼类影响	河岸(湖岸) 野生动物影响
1.0	≥3	≤0.2	≥3	≤0.1	无	无
0.8	[2,3)	(0.2,0.5]	[2,3)	(0.1,0.3]	很小	很小
0.6	[1,2)	(0.5,0.8]	[1,2)	(0.3,0.5]	较小	较小
0.4	(0,1)	(0.8,1.0]	[0,1)	(0.5,0.6]	较大	较大
0.2	0	>1.0	0	>0.6	很大	很大

社会环境分级										
量化值	对当地人民 风俗习惯和 宗教信仰的 影响	对文物及 景区的 影响	对当地人民 生活水平 的影响/%	对当地人民 娱乐和教育 的影响	防洪能力 变化	社会 就业的 影响/%	对当地 经济发展的 影响/%	水能资源 开发率/%	水资源 利用 变化率/%	节约其他 资源/万元
1.0	无	无	≥50	≥5	≥50	≥15	≥20	[30,40)	≥30	≥800
0.8	很小	很小	[40,50)	4	[40,50)	[10,15)	[15,20)	[25,30)	[25,30)	[600,800)
0.6	较小	较小	[30,40)	3	[30,40)	[5,10)	[10,15)	[20,25)	[20,25)	[400,600)
0.4	较大	较大	[20,30)	2	[20,30)	[1,5)	[5,10)	[15,20)	[15,20)	[200,400)
0.2	很大	很大	<20	1	<20	<1	<5	<15	<15	<200

3 评价模型

水电开发对河流生态环境的影响有许多方面,综合指数法能较好地反映河流生态环境的优劣程度,是河流生态环境综合评价的重要手段。综合指数法是根据各评价指标的分值情况,结合评价标准并考虑其权重得出的一个具体的分值结果,具有定量描述河流生态环境状况的功能。河流生态环境综合指数为

$$E = \sum_{i=1}^k w_i \left(\sum_{j=1}^n w_{ij} C_{ij} \right) \tag{1}$$

式中: w_i ——各环境要素权重值; w_{ij} ——各评价指标的权重值; C_{ij} ——各评价指标的量化值; k ——系统层指标数; n ——评价指标数。

水电开发对河流生态环境影响综合指数分为5个级别, $E \geq 0.8$ 为一级,即水电开发实施后对河流生态环境影响很小; $[0.6,0.8)$ 范围为二级,即水电开发实施后对河流生态环境影响较小;在 $[0.4,0.6)$ 范围的为三级,即水电开发实施后对河流生态环境有一定影响; $[0.2,0.4)$ 范围为四级,即水电开发实施后对河流生态环境影响较大;综合评分值 <0.2 的为五级,即对河流生态环境影响很大。

模型中各环境要素权重值和各评价指标的权重值采用 G_1 法确定。由于不同的河流具有不同的特点,因此指标在不同河流中的重要程度不同,进而权重不同。

4 应用

满拉电站是“八五”期间国家62个援藏项目中投资规模最大、经济效益最为显著的工程,是年楚河流域农业开发的骨干工程,也是以灌溉、发电为主,兼有防洪、水土保持、水利旅游等综合效益的大型水利工程。该工程位于西藏日喀则地区江孜县龙马乡境内的年楚河上游,坝址距江孜县城28 km,距日喀则市118 km。

满拉电站规模为大(Ⅱ)型,水库总库容为 1.55 亿 m³,兴利库容 0.83 亿 m³,建成后增加灌溉面积 116.7 km²,有效灌溉面积达到 300 km²,水电站装机容量为 2 万 kW,设计年平均发电量为 0.61 亿 kW·h。

年楚河流域是西藏重要的粮食产区,满拉电站工程建成前该地区长年缺水、缺电,干旱严重,极大影响和限制了当地的经济的发展。满拉水利枢纽工程解决了年楚河流域农田、林草地的灌溉及人畜饮用水问题,对缓解藏中电网覆盖地区能源紧张、提高年楚河防洪标准、改善流域气候条件、保护流域生态环境、促进当地社会经济发展、稳定社会局势发挥了很大的作用。

表 3 满拉电站对年楚河生态环境影响评价

Table 3 Evaluation of impact of Manla Hydropower Station on ecological environment of Nianchu River				
环境要素	环境要素权重	评价指标	评价指标权重	评价得分
水文形态	0.4149	年径流量变化率	0.1887	0.1510
		年平均输沙量变化率	0.1348	0.0269
		河流冰情变化率	0.1037	0.1307
		水质达标程度	0.0943	0.0754
		河流连续性	0.0857	0.0514
		河道断流天数变化率	0.0779	0.0779
		水温变化率	0.0779	0.0623
		水面面积变化率	0.0708	0.0708
		河岸缓冲区植被变化	0.0590	0.0590
		河岸稳定性	0.0536	0.0322
		河道改变程度	0.0536	0.0322
水生物	0.3192	浮游动物生物量	0.4231	0.4231
		浮游植物生物量	0.3022	0.3022
		鱼类影响	0.2747	0.1648
社会环境	0.2660	水资源利用变化率	0.2358	0.2358
		防洪能力变化	0.1684	0.1684
		水能资源开发率	0.1296	0.1037
		对当地经济发展的影响	0.1080	0.0864
		对当地人民生活水平的影响	0.0900	0.0900
		社会就业的影响	0.0818	0.0654
		对当地人民风俗习惯和宗教信仰的影响	0.0682	0.0682
		对当地人民娱乐和教育的影响	0.0620	0.0620
		对文物及景区的影响	0.0563	0.0563

由表 3 可知, $E=0.8525$,因此满拉电站的建设对河流生态环境影响程度很小。由于满拉电站的社会环境各评价因子取值较高,即电站的建设对当地社会环境产生了较好的影响;同时由于电站所在河流段浮游植物、浮游动物、鱼类资源较为贫乏,水电开发基本未对水生生物环境产生大的影响。

5 结 论

西藏地理位置的特殊性使其水电开发对河流生态环境影响与其他地区有不同之处,为客观正确地评价水电开发带来的影响,笔者构建符合西藏地理、气候、社会、经济、民俗特点的水电开发对河流生态环境影响评价指标体系。指标体系的多数指标以变化率的形式表述,可以较好地反映指标的变化程度;指标的分级是在充分考虑西藏河流、社会经济的特点,并结合行业标准的基础上进行划分的;对位于日喀则的满拉电站进行了评价,所得到的评价结果与实地考察的结果一致;实例验证表明建立的评价指标体系和方法具有较强的可操作性,可以适用于西藏水电开对河流生态环境影响的评价。

参考文献:

[1] 李锦育.生态工法评估指标的建立[J].水科学进展,2005,16(3):361-367. (LI Jingyu. The establishment of evaluation index of ecological method[J]. Advance in Water Science, 2005, 16(3): 361-367. (in Chinese))

[2] 付鹏,陈凯麒,谢悦波,等.考虑社会影响的水利水电开发环境影响评价方法[J].水利学报,2009,40(8):1012-1018. (FU Peng, CHEN Kaiqi, XIE Yuebo, et al. Method for environment impact assessment of hydropower development considering social factors[J]. Journal of Water Conservancy, 2009, 40(8):1012-1018. (in Chinese))

- [3] 薛联芳,邱进生,戴向荣. 流域水电开发规划环境影响评价指标体系的初步探讨[J]. 水电站设计, 2007, 23(3): 12-15. (XUE Lianfang, QIU Jinsheng, DAI Xiangrong. Tentative enquiry into environmental impacts assessment index system for river valley hydropower exploitation planning[J]. Design of Hydropower Station, 2007, 23(3): 12-15. (in Chinese))
- [4] 朱国宇,熊伟. 模糊评价法与综合指数法在生态影响后评价中的应用比较研究[J]. 东北农业大学学报, 2011, 42(2): 54-58. (ZHU Guoyu, XIONG Wei. Comparison research on application of the fuzzy assessment method's and comprehensive index method's in the post ecology assessment[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2011, 42(2): 54-58. (in Chinese))
- [5] 范国福,杨桃萍,孙卓,等. AHP在西藏扎曲水电规划环评中的应用[J]. 水力发电学报, 2008, 27(3): 88-93. (FAN Guofu, YANG Taoping, SUN Zhuo, et al. The application of AHP in hydropower planning EIA of Zhaqu river in Tibet[J]. Journal of Hydroelectric Engineering, 2008, 27(3): 88-93. (in Chinese))
- [6] 徐巧,陈伟琪,方秦华. 流域水电规划环境影响的经济评价指标与方法探讨[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(9): 164-168. (XU Qiao, CHEN Weiqi, FANG Qinhu. Economic appraisal indexes and methods of the environmental impacts of river basin hydroelectric planning[J]. Environmental Science and Management, 2008, 33(9): 164-168. (in Chinese))
- [7] 吴佳鹏,陈凯麒. 水电规划环境影响评价指标体系的构建[J]. 水力发电, 2008, 34(6): 10-13. (WU Jiapeng, CHEN Kaiqi. Construction of index system of river basin hydropower planning EIA based on value model[J]. Hydroelectric Engineering, 2008, 34(6): 10-13. (in Chinese))
- [8] 孟冬梅. 新疆少数民族地区水利水电工程环境影响评价的公众参与探讨:以新疆提孜那甫河莫莫克水利枢纽工程为例[J]. 西北水电, 2011(4): 8-11. (MENG Dongmei. Discussion on public participation in environmental impact assessment of water conservation and hydropower projects in Xinjiang minority areas; case study of Momoke Water Control Project on the Tizinapu River[J]. Northwest Hydropower, 2011(4): 8-11. (in Chinese))
- [9] 殷大聪,刘强,桑连海. 长江上游水电开发生态环境制约的协调对策探讨[J]. 长江科学院院报, 2011, 28(12): 43-47. (YIN Dacong, LIU Qiang, SANG Lianhai. Coordination between hydropower exploitation and its eco-environmental restrictions in upper Yangtze River[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2011, 28(12): 43-47. (in Chinese))
- [10] 李华鹏,贺玉龙,王婷皓. 绿色水电的评价指标体系研究[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(9): 173-177. (LI Huapeng, HE Yulong, WANG Tinghao. Research on evaluation index system for green hydropower[J]. Environmental Science and Management, 2008, 33(9): 173-177. (in Chinese))
- [11] 李朝霞,岳彩云. 西藏河流健康评价体系与标准[J]. 兰州大学学报:自然科学版, 2012, 48(6): 26-31. (LI Zhaoxia, YUE Caiyun. Health assessment system and standards for rivers in Tibet[J]. Journal of Lanzhou University: Natural Sciences, 2012, 48(6): 26-31 (in Chinese))
- [12] 杨永红,阮新建,邓欣. 巴河水电开发对尼洋河流域生态环境的影响分析[J]. 水资源保护, 2010, 26(1): 91-94. (YANG Yonghong, RUAN Xinjian, DENG Xin. Analysis of effect of Bahe River hydropower development on eco-environment of Niyang River Basin[J]. Water Resources Protection, 2010, 26(1): 91-94. (in Chinese))
- [13] 陈瑾,霍文冕,窦立宝,等. 流域水电开发规划环评生态指标体系探讨[J]. 德州学院学报, 2010, 26(4): 71-76. (CHEN Jin, HUO Wenmian, DOU Libao, et al. Study of the eco-environment impact assessment of cascade hydropower development[J]. Journal of Dezhou University, 2010, 26(4): 71-76. (in Chinese))
- [14] 牛天祥,万帆. 梯级电站规划环境评价中生态指标体系的建立和量化[J]. 西北水电, 2010(1): 5-10. (NIU Tianxiang, WAN Fan. Quantization and establishment of ecological indicator system for environmental assessment of cascade hydropower station planning[J]. Northwest Hydropower, 2010(1): 5-10. (in Chinese))
- [15] 尚淑丽,顾正华,曹晓萌. 水利工程生态环境效应研究综述[J]. 水利水电科技进展, 2014, 34(1): 14-19. (SHANG Shuli, GU Zhenghua, CAO Xiaomeng. Review of research on ecological and environmental effects of water conservancy projects[J]. Advances in Science and Technology of Water resources, 2014, 34(1): 14-19. (in Chinese))
- [16] 任黎,杨金艳,相欣奕. 湖泊生态系统健康评价指标体系[J]. 河海大学学报:自然科学版, 2012, 40(1): 100-103. (REN Li, YANG Jinyan, XIANG Xinyi. Evaluation index system for lake ecosystem health[J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2012, 40(1): 100-103. (in Chinese))
- [17] 王薇,陈为峰,李其光,等. 黄河三角洲湿地生态系统健康评价指标体系[J]. 水资源保护, 2012, 28(1): 13-16. (WANG Wei, CHEN Weifeng, LI Qiguang, et al. Assessment indicator system for ecosystem health of wetlands in Yellow River Delta[J]. Water Resources Protection, 2012, 28(1): 13-16. (in Chinese))
- [18] 熊文,黄思平,杨轩. 河流生态系统健康评价关键指标研究[J]. 人民长江, 2010, 41(12): 7-12. (XIONG Wen, HUANG Siping, YANG Xuan. Research on key evaluation indexes of healthy river ecological system[J]. Yangtze River, 2010, 41(12): 7-12. (in Chinese))