

梯级水电开发对生态地质环境 影响评价的思路与方法初探

许向宁^{1,3} 葛文彬² 黄润秋³ 唐 川³ 李胜伟¹

(1.四川省地矿局成都水文地质工程地质中心,四川 成都 610081;2.四川省人民政府参事室,四川
成都 610040;3.成都理工大学,四川 成都 610059)

摘要:笔者在充分调研和综合分析研究金沙江、雅砻江、大渡河水电工程区岸坡生态地质环境条件和主要生态环境地质问题及其环境演化效应的基础上,按照分类评价思想和原理,初步探讨了流域梯级水电工程开发对生态地质环境影响评价的思路与方法,初步提出以斜坡(岸坡)稳定性评价子系统、水土流失与水库淤积评价子系统、生态环境演化评价子系统和社会经济发展影响子系统等四大类子系统为主干的梯级水电开发对生态地质环境影响评价系统,初步建立了四大类评价指标体系,讨论了评价方法与成果表达方式,供大家讨论。

关键词:流域梯级水电开发;生态地质环境影响评价;评价指标体系;金沙江

中图分类号:P66 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2008)02-0351-06

1 引言

关于生态地质环境的研究,前人已有较多的报道^[1-10]。金沙江、雅砻江、大渡河等流域水能资源丰富,是中国拟开发建设的最大水电基地,也是保证中国“西电东送”项目顺利实施的重要水电基地,对供应东部能源、促进东部发展具有重要意义。目前在金沙江干流规划了上虎跳峡、两家人、梨园、阿海、金安桥(梓里)、龙开口、鲁地拉、观音岩、乌东德、白鹤滩、溪落渡、向家坝等 12 个梯级水电站(图 1),这些水库首尾相连(图 2),总库容为 $668.143 \times 10^8 \text{ m}^3$,规划装机容量 $5958 \times 10^4 \text{ kW}$;在雅砻江上规划了桐子林、二滩、官地、锦屏二级、锦屏一级、卡拉乡、杨房沟、大空、蒙古山、牙根、两河口等 21 座梯级水电站;在大渡河上规划了铜街子、龚嘴、沙坪、枕头坝、深溪沟、瀑布沟、老鹰岩、龙头石、大岗山、硬梁包、泸定、黄金坪、长河坝等 22 座梯级水电站。

其中金沙江上的向家坝、溪洛渡、金安桥水电站、雅砻江上官地、锦屏二级、锦屏一级水电站、大渡河上的铜街子、龚嘴、深溪沟、瀑布沟、大岗山、长河坝等水电站已相继在建,其余的在未来 10~15 年内将纷纷上马,这些浩大的工程建设以及建成后形成巨大的水域,必将对生态地质环境造成正面或负面的影响和改变。为落实科学发展观,坚持可持续发展的理念,有必要开展水电工程开发区的生态地质环境评价工作,以有利于在开发水电资源的同时做好生态地质环境保护工作,使水电开发对环境的不利影响减至最小,并朝着有利于生态环境保护、生态环境改善的方向发展。笔者以金沙江、雅砻江、大渡河水电工程开发区为例,初步探讨水电工程开发对生态地质环境影响评价的思路方法,初步建立了梯级水电开发对生态地质环境影响评价指标体系,提出了评价方法和成果表达方式,以起到抛砖引玉的作用,供大家讨论。

收稿日期:2007-05-21;改回日期:2007-10-08

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(200312300003)资助。

作者简介:许向宁,男,1971 年生,博士,主要从事环境地质、边坡及地质灾害整治工程方面的生产科研工作;E-mail:xiangning@263.net。

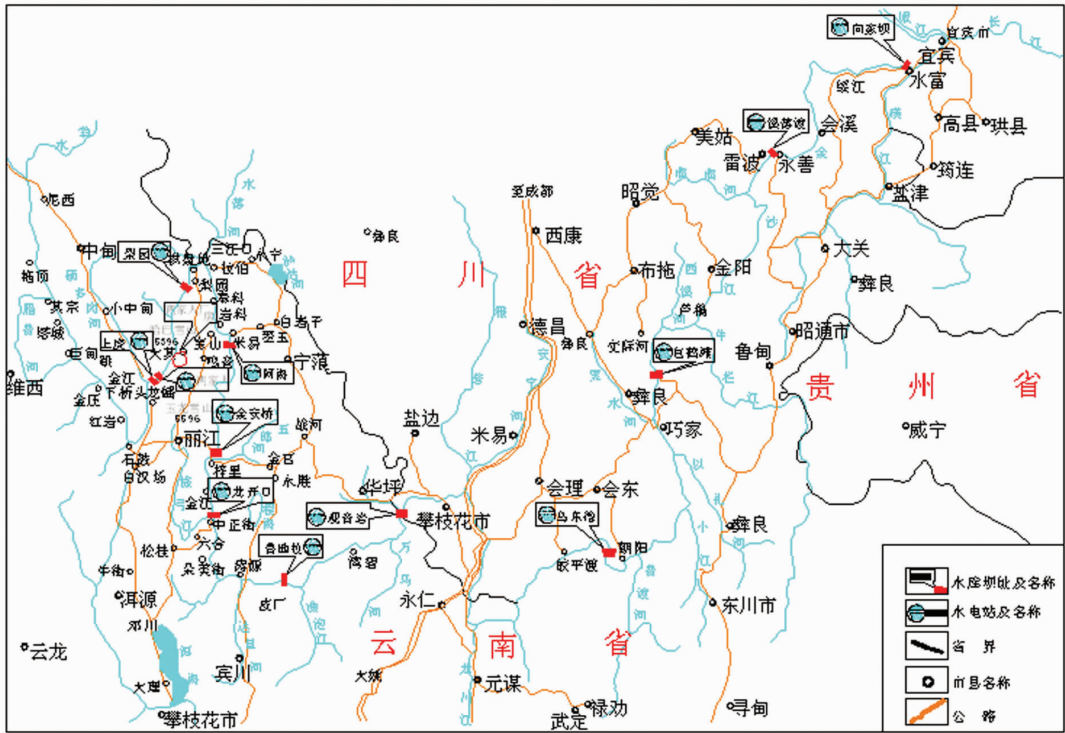


图 1 金沙江干流梯级水电站规划分布图

Fig. 1 Map of planning of the cascade hydropower station on the trunk stream of the Jinsha River

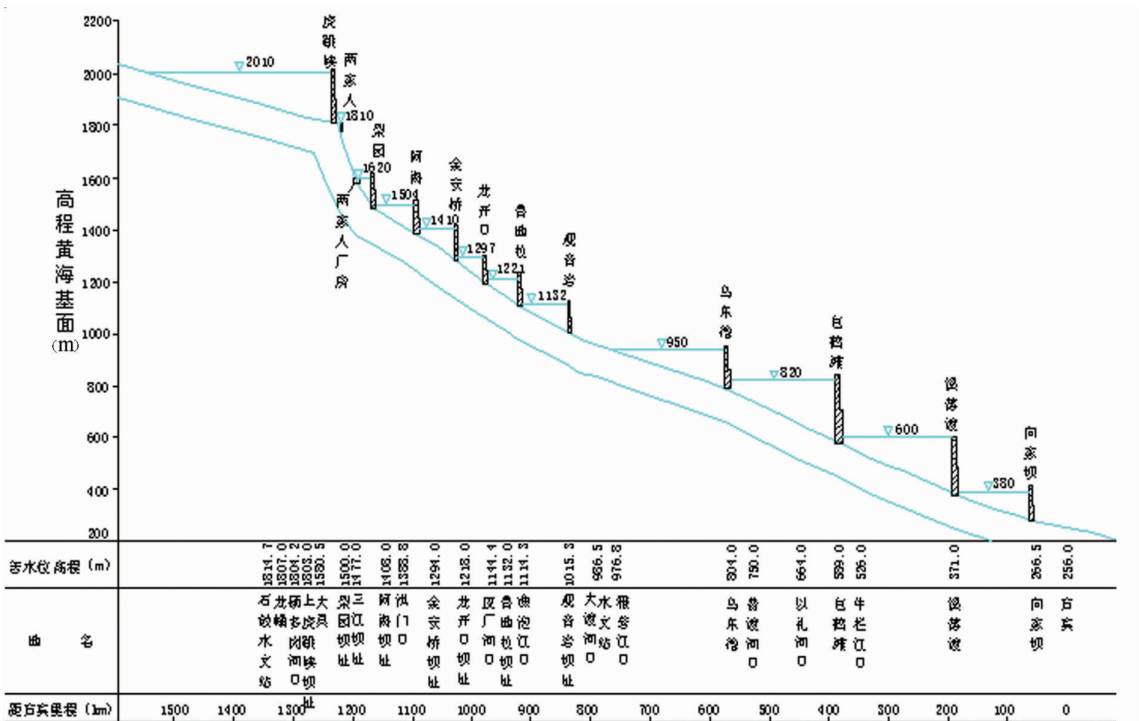


图 2 金沙江干流梯级水电站规划剖面图

Fig.2 Section of planning of the cascade hydropower station on the trunk stream of the Jinsha River

2 评价的目标任务

(1) 流域梯级水电开发对生态地质环境影响评价目标就是要实现梯级水电开发对生态地质环境正面或负面影响及其程度的分级区划。区域的划分方式, 可以划分为两种:

① 区划区域(段), 也称区划单位, 其中每一个具体单位都具有空间的连续完整性, 不能存在于该区之外又从属于该区域的单位, 即区划区域遵循区域共轭性原则。

② 类型区域, 也称类型单位, 每一个单位在地域上表现为离散分布区, 也可以重复出现, 穿插组合。它主要反映出某些地段的共性特征, 而不是完整的或带有群体联系的个体特征。类型区域在区划区域的每个层次上都可以出现, 并且表现出一定的分布规律, 成为区域区划的基础。

(2) 生态地质环境影响评价采取定性和定量评价相结合的方式。对生态地质环境影响的“区域”以定性评价为主, 定量评价为辅; 对具体的生态地质环境“类型”主要以定量评价为主的方式进行。

(3) 充分收集已有前人资料, 综合应用 3S 技术与传统方法, 通过已建或在建的水电站重点研究、类比、典型地段解剖, 找出控制因子, 初步建立类比评价指标体系, 经验证后类比后推广到全区, 最终建立一套可靠的影响评价指标及方法体系。

3 评价的思路方法

水电工程开发对生态地质环境影响评价, 具体来说, 就是对评价区范围内生态地质环境条件及特征、存在的环境地质问题进行综合分析, 考虑水电工程开发活动的叠加控制影响, 预测水库蓄水后在评价区范围内产生的系列改变和影响, 如对评价区气候、植被、生物种类、地质灾害等多方面的正负面效应和有利不利影响。

影响评价中重点强调对地质原型研究和对地质成因控制角度的把握, 以定性分析为主, 辅以定量验证的评价思路, 对流域的地质地貌、岸坡稳定、地质灾害发育强弱、水土流失与水库淤积、生态环境特征和人类活动程度等进行生态环境地质现状特征和问题进行归纳总结, 然后确定影响评价的分类和分区(段)。

分类——以评价对象的生态环境地质问题和产生效应类型为核心, 就是选择能够控制不同类型生

态环境地质问题及效应发生和发展的主要控制因子, 建立评价指标对该类型生态环境地质问题及效应发生和发展比较突出的区段进行评价。

分区分段——是为了实现分类评价, 以受某类评价子系统因子主要控制的区域来划分的区段, 或以受某类评价子系统中某个主要因子影响控制的典型区域划分的区段(在划分区段的定性分析中实际考虑了权重的分配)。

划分区段主要根据某类评价子系统中的一个主要因子影响控制来划分区段。如生态环境演化评价子系统中可按照不同因子在某个区段所起的主要控制作用划分成若干评价区段, 如以湿地形成适宜性为主的区段、易造成水土污染的区段、对敏感区域(自然保护区/景区/地质遗迹景观)影响严重的区段、对水生生物影响严重的区段、对植被影响严重的区段、对气候影响严重的区段等。

4 评价指标体系

金沙江、雅砻江、大渡河流域水电工程开发对生态地质环境影响评价中涉及因素很多, 根据上述原则, 采用目标分析方法建立评价指标体系, 即目标分解, 直到子目标能够用定量或定性的独立指标衡量为止, 可采用三层结构: 第一层为基础指标层(C), 第二层为类指标层(B), 第三层为目标层(A)。本文选取 24 个评价指标, 构造了综合评价指标体系(图 3)。

笔者在归纳总结金沙江、雅砻江、大渡河流域与水电工程建设有关的生态环境地质问题和效应的基础上, 分别从斜坡(岸坡)稳定性、水土流失与水库淤积、生态环境与人类工程经济活动等方面进行分类评价, 分为斜坡(岸坡)稳定性评价子系统、水土流失与水库淤积评价子系统、生态环境演化评价子系统, 以及社会经济发展影响子系统。各子系统确定指标见图 3。

5 评价方法与成果表达

按照上述评价指标体系和分区分段方法, 根据评价子系统分别采用模糊综合评判的方法分别进行分类分区段评价。如针对岸坡(斜坡)稳定性、水土流失与水库淤积、生态环境演化等问题(类型)分别采用不同评价因子集, 各评价因子的权重依靠专家打分法、层次分析法确定, 然后应用模糊综合评判分析方法进行半定量计算, 结合定性综合分析得到每种

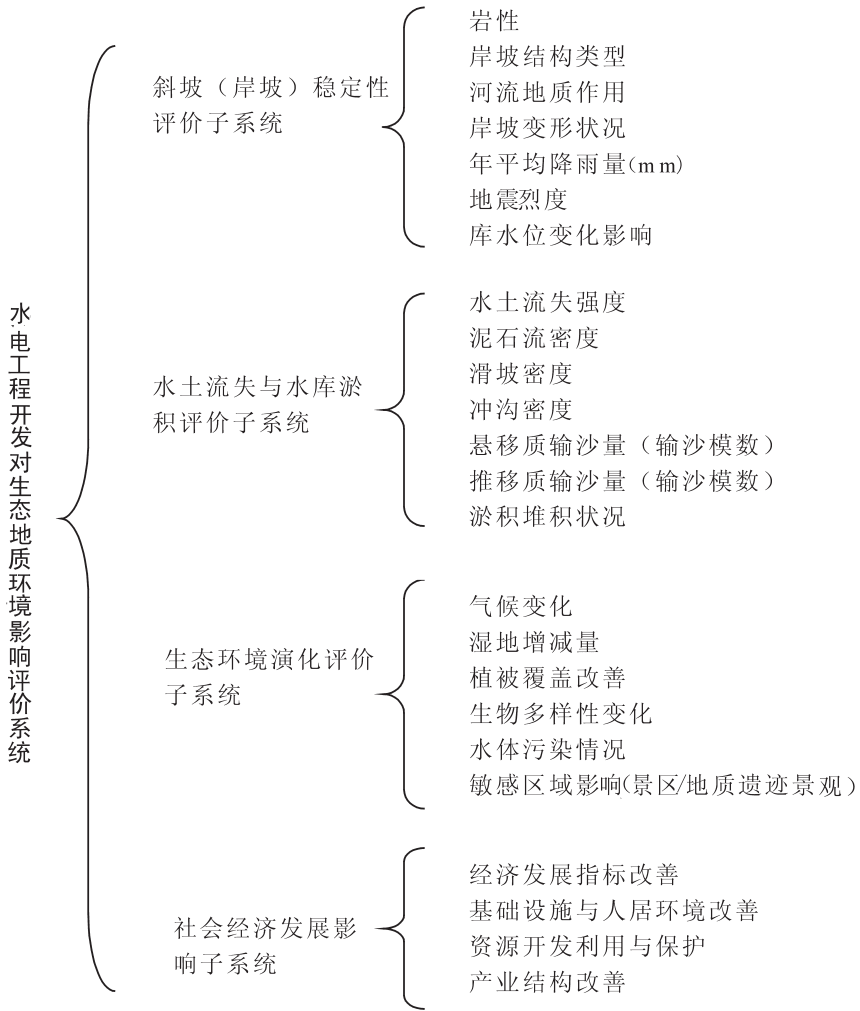


图 3 生态环境地质评价系统及评价因子

Fig.3 Eco-environmental geological assessment system and assessment factor

类型分区段的评价结果等级。

为了使评价成果清晰直观和具有实用性,结合金沙江、雅砻江、大渡河流域分布广、问题类型多样和分散的特点,评价结果采取各子系统指标分类评价结果和分类表达的方式,即分别对岸坡稳定性问题、水土流失与水库淤积问题、生态环境影响改变问题等类型进行分类评价,其中对每一类型中按照主控影响因子划分区段进行评价。同时,评价成果分别编制成岸坡稳定性评价图、水土流失与水库淤积评价图、生态环境影响评价图。

(1)岸坡稳定性评价图:以 1:10 万地形图为底图,按岸坡类型划分岸段,分别评价各段岸坡稳定性现状和预测蓄水后岸坡状况,结果分为好、较好、较差、差。

(2)水土流失与水库淤积评价图:以 1:25 万地形图为底图,以各水电站库区所在区域为单元,按水土流失强度和水库淤积严重程度来划分区段,分别评价各水电站库区不同区段水库淤积严重程度。

(3)梯级水电站建设对周边生态环境影响评价图:以 1:25 万地形图为底图,以该评价子系统中某个主要因子影响控制的典型区域来划分区段,如以湿地形成适宜性为主的区段、易造成水土污染的区段、对敏感区域(自然保护区/景区/地质遗迹景观)影响严重的区段、对水生生物影响严重的区段、对植被影响严重的区段、对气候影响严重的区段等。分别评价各区段有利或不利影响,即正负效应,分为两种颜色表达,用色系深浅表达影响程度,辅以花纹符号补充表达对该区段影响起控制作用的因子。

(4) 社会经济发展影响方面,由于考虑到其图面表达和资料获取的难度,可进行定性分析,列出评价指标,用表格形式半定量表达评价结果。

6 结 语

本文是在中国地质调查局下达的金沙江干流主要环境地质问题调查项目成果基础上整理形成的。笔者在充分调研和综合分析研究金沙江、雅砻江、大渡河水电工程区岸坡生态地质环境条件和主要生态环境地质问题及其环境演化效应的基础上,以科学发展观为指导,强调“流域梯级水电工程开发中做好生态地质环境保护”,倡导在“在开发中保护,在保护中开发”,按照分类评价的原理,探讨了水电工程开发对生态地质环境影响评价的思路与方法,初步提出了以斜坡(岸坡)稳定性评价子系统、水土流失与水库淤积评价子系统、生态环境演化评价子系统和社会经济发展影响子系统等四大类子系统为主干的梯级水电开发对生态地质环境影响评价系统,并对各类评价子系统初步建立了评价指标体系,以起到抛砖引玉的作用。在金沙江干流主要环境地质问题调查项目成果中分别对斜坡(岸坡)稳定性评价、水土流失与水库淤积评价、生态环境演化评价和社会经济发展影响评价等四大类型进行了分类分区段评价,由于篇幅的限制,未对其具体评价进行论述。

参考文献(References):

- [1] 许向宁, 李胜伟. 金沙江干流水电工程区岸坡失稳危险性预测及防治对策[J]. 中国地质, 2005, 32(1):155-161.
Xu Xiangning, Li Shengwei. Risk evaluation and precautionary measures for bank slope instability in the hydroelectric project area on the mainstream of the Jinsha River [J]. Geology in China, 2005, 32(1):155-161(in Chinese with English abstract).
- [2] 许向宁, 黄润秋. 金沙江下游宜宾—白鹤滩段岸坡稳定性评价与预测[J]. 水文地质工程地质学报, 2006, 33(1):31-36.
Xu Xiangning, Huang Runqiu. Evaluation and forecast of bank slopes stability from Yibin to Baihetan of the reaches of the Jinshajiang River [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2006, 33(1):31-36(in Chinese with English abstract).
- [3] 徐志文, 许向宁. 金沙江宜宾—白鹤滩段岸坡类型与稳定性[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2006, (7):128-133.
Xu Zhiwen, Xu Xiangning. Types of bank slope and its stability from Yibin to Baihetan on Jinsha River [J]. Journal of Chongqing University(Natural Science Edition), 2006, (7):128-133(in Chinese with English abstract).
- [4] 黄润秋. 生态地质环境调查与评价的技术方法 [M]. 成都理工大学出版社, 2001.
Huang Runqiu. Technology of Ecologic Environmental Geologic Survey and Assessment [M]. Chengdu University of Technology Press, 2001(in Chinese with English abstract).
- [5] 许向宁, 王文俊, 黄润秋. 基于 GIS 的安宁河流域生态环境地质质量评价[J]. 成都理工大学学报, 2004, 31(3):243-248.
Xu Xiangning, Wang Wenjun, Huang Runqiu. Eco-environmental geological quality evaluating in Anning River based on GIS technology [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2004, 31(3):243-248(in Chinese with English abstract).
- [6] 中国科学院三峡工程生态与环境科研项目领导小组. 长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集 [R]. 1987. Chinese Academy of Science, Three Gorges Project Ecology and Environment Scientific Research Item Leading Group. Articles Collection about Three Gorges of the Jinsha River Project Effects on Ecology and Environmental Effect and Countermeasure Research [R]. 1987(in Chinese).
- [7] 温守钦, 李仁锋, 任群智, 等. GIS 技术在地质灾害区划中的应用 [J]. 中国地质, 2005, 32(3):512-517.
Wen Shouqin, Li Renfeng, Ren Qunzhi, et al. Application of GIS technology in the regionalization of geological hazards[J]. Geology in China, 2005, 32(3):512-517 (in Chinese with English abstract).
- [8] 林军. 海峡西岸城市群地质环境特征研究 [J]. 中国地质, 2006, 33(2):444-450.
Lin Jun. Geo-environmental characteristics in cities of southern Fujian at the west coast of the Taiwan Strait [J]. Geology in China, 2006, 33(2):444-450(in Chinese with English abstract).
- [9] 夏真, 郑志昌, 林进清. 大鹏湾海洋地质环境与地质灾害综合分析[J]. 中国地质, 2005, 32(1):148-154.
Xia Zhen, Zheng Zhichang, Lin Jinqing. Integrated analysis of the marine geological environment and hazards in the Dapeng Bay [J]. Geology in China, 2005, 32 (1):148-154 (in Chinese with English abstract).
- [10] 孟晖, 张岳桥, 杨农. 青藏高原东缘中段地质灾害空间分布特征分析[J]. 中国地质, 2004, 31(2):218-224.
Meng hui, Zhang Yueqiao, Yang Nong. Analysis of the spatial distribution of geohazards along the middle segment of the eastern margin of the Qinghai-Tibet Plateau[J]. Geology in China, 2004, 31(2):218-224(in Chinese with English abstract).

Concept and method of assessment of the effect of cascade hydropower development on the ecological geo-environment

XU Xiang-ning^{1,2}, GE Wen-bin³, HUANG Run-qiu², TANG Chuan³, LI Sheng-wei¹

(1. *Chengdu Center of Hydrogeology and Engineering Geology, Sichuan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Chengdu 610081, Sichuan, China;*

2. *Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China;*

3. *Advisory Office of the People's Government of Sichuan Province, Chengdu 610040, Sichuan, China)*

Abstract: Full investigation and comprehensive analysis have been conducted on the bank slope ecological geo-environment in the Jinsha River, Yalong River and Dadu River hydroelectric project areas and main problems in the eco-environmental geology and environmental evolution effect. On that basis and according to the classification assessment concept and principle, the authors have explored the concept and method of assessment of the effect of cascade hydropower development on the ecological geo-environment in the drainage basin, established an assessment system of the effect of cascade hydropower development on the ecological geo-environment, which consists dominantly of four major subsystems, namely, the assessment subsystem of slope (bank slope) stability, assessment subsystem of soil erosion and reservoir sedimentation, assessment subsystem of the eco-environmental evolution and subsystem of the influence of social economic development, initially established four major assessment index systems and discussed the assessment method and expression way of assessment results for discussion.

Key words: cascade hydropower development in the drainage basin; ecological geo-environment impact assessment; assessment index system; Jinsha River

About the first author: XU Xiang-ning, male, born in 1971, mainly engages in the study of environmental geology and slope and geological hazard control; E-mail: xuxiangning@263.net.