

水利工程建设生态风险评估模型探析

宋景峰

(辽宁省鞍山水文局, 辽宁 鞍山 114000)

【摘要】 本文针对我国水能资源理性有序开发问题,采用专家组评分与本底资料查阅等方式,探索构建水利工程建设生态风险评估模型。该模型可定量与定性分析水利工程建设中对生态系统产生的危害与事故发生的概率,模型对水能资源开发生态评估具有较强适用性。本研究可对水利工程建设与水能资源开发决策提供有益借鉴。

【关键词】 水能资源;生态风险评估模型;水利工程建设

中图分类号: TV11

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)01-0052-03

Discussion on ecological risk assessment model in water conservancy project construction

SONG Jingfeng

(Liaoning Anshan Hydrographic Bureau, Anshan 114000, China)

Abstract: In the paper, expert group scoring, background information consulting and other modes are adopted to explore ecological risk assessment model for water conservancy project construction in view of the rational and orderly development of hydropower resources in China. The model can be used for analyzing harm on ecological system and accident probability in water conservancy project construction quantitatively and qualitatively. The model has stronger applicability to ecological evaluation of hydropower resources development. The study can provide beneficial reference for decision-making in water conservancy project construction and hydropower resources development.

Key words: hydropower resources; ecological risk assessment model; water conservancy project construction

我国水能资源主要集中于长江、黄河、雅鲁藏布江等流域,科学有序开发水能资源符合现阶段我国经济社会发展与发展的必然需求。然而,在水利工程建设实施过程中,隧洞施工、水电站建设、库区移民以及航道设置等水利工程建设活动,均将直接或间接影响土壤盐碱度、水文环境以及生物多样性等区域生态环境,进而扰动开发区域的生态系统稳定性。因此,如何合理有序开发我国水能资源,实现对水利工程生态风险的定量与定性分析,已成为水利工程建设实施过程的重要环节。有鉴于此,本文通过构建水利工程生态风险评

估体系与模型,实现对水利工程实施生态风险客观评估的目的,以期对水能资源前期规划及合理开发提供有益参考。

1 水利工程建设生态风险评估概述

水利工程建设生态风险评估是基于水文学、生物学、数学等多门学科,分析与评估未来不确定性自然灾害或事件可能造成的生态系统破坏与损害。其实质是评估风险源暴露在自然条件下,可能对生态系统产生的负面影响和破坏程度,根据分析结果,更好地提供生

态风险管理的经验、技术和理论。当前我国越来越注重水利工程建设生态风险评估,生态风险评估结合生态管理、水文模型、地质条件、河流特性和工程主要内容,可有效解决实际工程中的工程问题,有利于缓解人与自然之间的矛盾,符合新时期我国水利事业发展的需要。

随着我国水利事业的持续发展,水利工程建设生态风险评估从过去单一风险源的评估模式逐步发展为多种风险源评估模式;风险源主体从单一主体向多种主体扩展;其评估尺度发展为流域生态系统,不仅局限于地区生态系统。20世纪末,国内外学者开始研究如何将生态风险评估在区域景观中应用,同时对生态风险评估的概念进行重新定义,大胆预测水利工程建设生态风险评估未来趋势和应用前景。但因受历史条件限制,国外多数学者对生态风险评估仅仅应用于生物学层面,没有进一步深入研究。伴随着水文学、地理学和水利工程技术的发展,各门学科之间理论相互渗透,相互联系,生态风险评估逐步开始应用于水利工程建设与规划阶段。

2 水利工程建设生态风险评估内涵及效用

2.1 生态风险评估内涵

生态风险评估根据不同定义的角度有着不同表述,但其本质内涵是基本相同的。依据研究内容不同可简单归结为环境评估类型、人类与自然评估类型、自然灾害事件对生态系统负面作用和危害类型。水利工程生态风险评估模型主要考虑多种工程风险源通过不同途径对生态系统产生的负面作用和危害,其目的是研究风险源作用的方式、承受风险源个体敏感度以及风险可能性大小。因此,其属于自然灾害事件对生态系统负面作用和危害类型。水利工程中,库区移民与安置、库区土地淹没面积和水电站运行方式等是影响生态系统的主要因素。根据水利工程对流域生态系统间接或直接不利影响的途径,评估水利工程产生不利影响的可能性与危害程度,其主要目的是为生态风险

规划和管理研究提供经验、理论和技术,避免不可预估的事件发生。

2.2 生态风险评估效用

自新中国成立以来,我国修建了许多水利工程,其中,部分水利工程受制于历史条件,未能在规划和决策阶段有效评估水利工程对生态环境的不利影响,导致因水利工程修建生态系统遭受严重的损害。如何修建水利工程且能保持生态系统的稳定性,已经成为当代水利工程建设者需要考虑的重要因素。水利工程修建对生态环境的影响来自多方面的因素,例如:地质条件、库区淹没永久占地面积、人类活动以及水质变化等。若工程建设中对这些主要因素考虑不全,则水利工程修建后,事故发生的概率较高,事故产生的负面影响深远,后果严重,代价不可估计。工程规划阶段通常结合这些主要因素,综合考虑降低水利工程修建对生态系统的不利影响。构建水利工程建设生态模型是避免不利影响的有效途径之一,模型具有适应性和可操作性强、考虑问题全面、评估准确和投资成本低等优点,能为决策部门提供方案优选的可行方法。

3 水利工程建设生态风险评估模型构建

基于流域生态系统主要特征,综合考虑风险源影响途径与作用方式,构建水利工程生态风险评估体系,如下图所示。

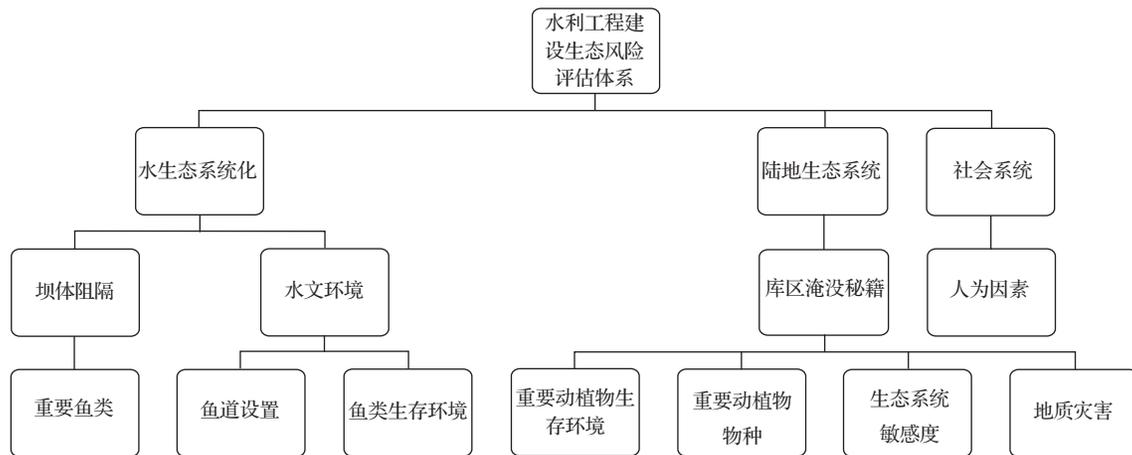
用生态系统风险源承受体表现特征表示事故发生时生态系统的损失与危害,若生态系统敏感度较高,则事故发生时对生态系统造成的损失严重;用水利工程对生态系统影响度来表示事故概率,若影响度较大,则事故发生概率也较大。因此,水利工程建设生态风险评估风险等于生态系统事故发生概率大小与事故损失的乘积,即

$$R = qh \quad (1)$$

式中 R ——水利工程建设风险度;

q ——水利工程建设影响度;

h ——生态系统风险源承受体敏感度。



水利工程建设生态风险评估体系框图

4 生态风险评估模型应用思路

4.1 生态系统影响分析

本文用水利工程对生态系统影响度表示事故概率,通过咨询专家组意见和查阅相关文献的途径获得事故发生概率。例如:坝体修建后库区水温发生变化,则应用专家组评分的方式确定事故发生的概率,水温变化高于6℃事故发生的概率为0.9;水温变化高于5℃事故发生的概率为0.8;水温变化高于4℃事故发生的概率为0.7;水温变化高于3℃事故发生的概率为0.6;水温变化高于2℃事故发生的概率为0.5;水温变化高于1℃事故发生的概率为0.4;水温无变化事故发生的概率为0。其他评估项以此类推。

4.2 生态系统风险源承受体敏感度分析

用生态系统风险源承受体表现特征表示发生事故时生态系统的损失与危害,也可通过咨询专家组意见和查阅相关文献的途径获得事故发生概率。例如:库区周围存在珍稀动植物,则事故损失代价严重,反之,损失代价较轻。

4.3 建立模型风险评估矩阵

假设水利工程中相互之间风险源不会互相影响和作用,根据上图中水利工程建设生态风险模型评估体系,结合水利工程建设评估区内风险源受体,建立模型风险评估矩阵A。

$$A = \begin{bmatrix} s_1 d_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_2 d_2 & s_3 d_2 & s_5 d_2 & 0 \\ 0 & s_2 d_3 & s_3 d_3 & s_5 d_3 & s_6 d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_6 d_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_6 d_5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_6 d_6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_6 d_7 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_6 d_8 \end{bmatrix}$$

4.4 权重列向量

水利工程中水电站的建设对水文环境、库区水位等都有不同程度的影响。为了在水利工程生态风险评估模型中更好地反映水电站建设的影响,引入水电站权重向量为 $X = [s_1 \ s_2 \ s_3 \ s_4 \ s_5 \ s_6]^T$, $\sum_{i=1}^6 s_i = 1$ 。水工建筑等其他影响因素的权重向量同理构建。根据构建的影响因素矩阵,设置模型生态效应权重。

根据水利工程建设评估区间生态系统内部结构(含有鱼类、鱼道设置、重要动植物生存环境、生态系统敏感度、地质灾害和文化古迹等8项生态系统风险源承受体),设置模型生态效应权重向量 $X = [d_1 \ d_2 \ d_3 \ \dots \ d_8]^T$, $\sum_{i=1}^8 d_i = 1$ 。

4.5 生态系统风险值

如上所述,水利工程建设评估区 (下转第45页)

7.4 白石水库供水合理性和可靠性

a. 白石水库供水可靠性。白石水库是多年调节水库,经过长系列调节计算,2010年白石水库可供水量为4.5813亿 m^3 ,水库损失为0.8123亿 m^3 ,供水保证率城市工业、生活为97%,水田为75%,旱田为50%,满足需水要求。因此,白石水库供水量是可靠的。

b. 白石水库供水合理性。经本次调节计算,白石水库2010年(15年淤积)可直供城市生活、工业1.4693亿 m^3 ,区间补水2.9772亿 m^3 ,河道环境水量0.1348亿 m^3 。与已有成果比较相差不大,也符合原设计要求,认为白石水库径流调节成果是合理的。

8 结 语

从全年平均的水质状况看,白石水库的水质满足《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中的Ⅲ类用水水质要求,可以作为集中式生活饮用水水源地和工业用水水源地。但是,水库的水质污染问题不容忽视,2003年6月其水质达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中的Ⅳ类标准,出现高锰酸盐指数超标情

(上接第54页)内生生态风险值的计算公式为

$$AX = W(X \cdot A) \quad (2)$$

水利工程建设生态风险值 AX 用于评估工程的生态风险,决策部门可根据其大小,优选工程方案,达到降低工程生态风险的目的。

5 结 论

水能资源开发以水利工程建设实施为载体,构建水利工程建设生态风险评估模型有助于实现水能资源有序理性开发、环境保护与可持续发展的综合目标。本文遵循水利工程建设对生态环境的作用机理,在阐明水能开发生态风险评估内涵的基础上,构建了水利工程建设生态风险评估体系与指标模型,对工程建设对生态系统风险源以及承受体敏感度进行了分析,同时给出了风险评估矩阵、权重列向量以及生态系统风险值的推求思路。当前我国涉及水利工程建设生态风险评估模型的研究尚处于探索阶段,相关计算理论与

况,超标倍数为0.1倍。

在白石水库水资源论证过程中,依照白石水库的设计原则,遵循已有的流域和城市规划,符合水功能区管理要求,并充分考虑了环境生态用水,因此白石水库供水对区域水资源没有影响。白石水库供水充分考虑了下游干流工农业和生活补水,以及大小凌河扇地、区间径流负值、盘锦水田、苇田补水,对其他用户无影响。

参考文献

- [1] 邱林,冯晓波,冯丽云,等.集对分析法在湖泊水质富营养化评价中的应用[J].人民长江,2008(5).
- [2] 成必新,郭萧,朱雪诞,等.盐龙湖富营养化防治关键技术探讨[J].中国水利,2013(14).
- [3] 刘浩,刘玉华,崔群.棘洪滩水库水质现状分析及富营养化防治对策[J].山东水利,2006(7).
- [4] 李锦秀,廖文根.富营养化综合防治调控指标探讨[J].水资源保护,2002(2).
- [5] 陈吉江,宋立松.余姚市饮用水水源地安全评价[J].中国农村水利水电,2011(2).

方法尚未成熟,本研究可为水利工程规划论证与建设评估提供决策依据。

参考文献

- [1] 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(1):14-19,48.
- [2] 袁剑军.土石坝防渗墙黏土混凝土材料的工程应用初探[J].水利建设与管理,2013(2):33-35.
- [3] 姜昀,陈帆,连煜,等.保护流域生态环境加强水利规划环评[J].环境保护,2014(9):26-28.
- [4] 徐飞.沈阳地区水资源短缺原因分析及对策研究[J].水资源开发与管理,2015(1):24-26.
- [5] 杨永江.夯实水利基础建设生态文明[J].宏观经济管理,2014(4):1.
- [6] 段家贵.水利工程生态环境影响评价的指标体系研究[J].水利规划与设计,2014(5):51-52,60.
- [7] 夏萍娟,陈芳清.大型水利水电工程扰动区景观生态恢复与建设的探讨[J].长江流域资源与环境,2013(S1):103-107.
- [8] 夏建军.胶结材料筑坝技术在白土岭水电站的应用[J].中国水能及电气化,2014(11):14-16.