

文章编号:1001-4179(2010)23-0098-04

水库消落区景观生态安全格局模型初探

周 亮¹, 赵 珊²

(1. 长江水利委员会 长江工程监理咨询有限公司, 湖北 武汉 430010; 2. 湖北大学 资源环境学院, 湖北 武汉 430062)

摘要:如何评价和衡量消落区系统的安全和健康水平是水库消落区管理中的关键。在借鉴景观安全格局途径和景观阻力模型的基础上,综合分析消落区——这一复合系统可能存在的自然和人文过程,从景观生态学的角度确定消落区的生态安全风险源及其景观生态安全影响因子,构建消落区景观生态安全格局模型。通过该模型的计算可以得到相对量化的评价结果,继而进一步探讨该模型在消落区生态安全评价方面的应用价值,从而为水库消落区的管理提供方法参考。

关键词:消落区;景观;景观阻力模型;景观生态学;生态安全

中图分类号: X171.1 **文献标志码:** A

对于水库消落区管理,关键在于如何评价和衡量消落区的安全和健康水平,只有通过科学、有效的评价,才能对消落区开展合理且更有针对性的管理;而影响消落区安全和健康的因素又十分复杂多样,对科学而客观地评价带来比较大的困难。景观生态学则提供了科学的视角和方法,为解决消落区生态安全评价问题提供了一种新的思路。

本文通过基于景观生态学的理论和方法,并结合消落区生态系统本身的特点,构建消落区的景观生态安全模型,探讨该模型在消落区生态安全评价方面的应用方向和应用价值,从而为评价消落区的安全和健康程度探索新的方法和途径。

1 研究对象

消落带,又称为水位涨落带、消涨带,是指河流、湖泊、水库中由于季节性水位涨落,而使被水淹没的土地周期性出露水面,成为陆地一段特殊区域,属于湿地范畴^[1]。

消落区,是指水域——陆地交界处的两边,直至水域影响消失为止的区域。这一区域以外,并不直接受水文条件影响的植被,能给河漫滩或河道提供有机物,或为其提供庇荫条件,也被考虑为消落区的一部分。消落区强烈地影响着与水生态系统相联系的群落的组

成、多样性和动态。因此精确地描述消落区的空间范围是十分困难的^[1]。

由此可见,消落带和消落区意义相近,前者是严格意义上的水位涨落带,空间明确,而后者较前者空间范围广泛,包括了消落带。本文的研究对象并不局限于严格意义上的水位涨落带,而是考虑凡是水位涨落可能直接影响到的区域,即消落区,或者称之为消落区系统。不过在一些文献中,并没有严格区分消落带和消落区,有些研究者也用消落区来定义本文所指的消落带的区域,但即使是将研究对象限定在消落带,对于它的管理和研究依然要从系统的角度进行考虑,并要涉及到其附近的区域。为了体现研究对象的完整性,加之已经有学者做过相关的研究和定义,因此本文对消落带和消落区做了区分。

总体来说,消落区(系统)是一个“自然-经济-社会”复合系统,对消落区的生态安全评价,需要综合自然和人文的生态过程影响因素。

2 景观生态安全格局模型

生态安全是区域或国家其他安全的载体和基础,国家发布的《全国生态环境保护纲要》一文中首次明确提出“国家生态安全”的目标和实施措施。生态安全概念在国外的产生始于20世纪80年代出现的环境

收稿日期:2010-10-10

作者简介:周 亮,男,助理工程师,硕士,主要从事水库移民工程管理与监理工作。E-mail:416703735@qq.com

管理目标和环境管理观念的转变^[2]。生态安全有广义和狭义两种理解。前者以国际生态系统分析研究所提出的定义为代表:生态安全是指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态,它包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全;后者指的是自然和半自然生态系统的安全,即生态系统完整性和健康的整体水平^[3]。

景观安全格局的概念由我国学者俞孔坚最先提出,该概念即是判别和建立生态基础设施的一种途径^[4]。该途径以景观生态学理论和方法为基础,基于景观过程和格局的关系,通过景观过程的分析和模拟,来判断对这些过程的健康和安全具有关键意义的景观格局^[4]。

景观安全格局强调的是通过生态过程的空间分析,确定一些关键性的局部、点及位置关系所构成的空间格局,这种空间格局对维护和控制某种生态过程有着关键性的作用,通过判别和设计景观安全格局,从而实现了对生态过程的控制^[5]。然而在获取关键性部分的同时,这种途径同时获取了某一系统内的总体生态安全格局。对于这样一种途径,若以网格的形式进行表现,即是获知并分析每一个网格的生态过程并最终评价其生态安全状况。

景观生态安全格局模型,正是借鉴了景观安全格局途径的分析模式,将研究对象进行网格化,通过确定风险源,分析系统内风险源对每个网格的相对影响程度,最终通过对不同风险源的影响进行叠加计算,从而获得该系统内每个网格的相对生态安全状况。通过模型计算得到的相对量化结果,可以判断系统内生态安全状况相对薄弱的部分,继而可以在此基础上进行更有针对性的生态基础设施规划以及生态安全的管理。

3 评价模型的构建

3.1 风险源

通过综合分析消落区可能存在的自然和人文过程,确定邻接的水域、地质灾害点、人工区域等风险源,这些风险源通过一系列的景观生态过程对消落区系统的生态安全产生影响。

(1) 邻接的水域对于水岸线以外的消落区区域的影响有明显的距离相关性,即距离水岸线越远受到的影响越小。

(2) 邻接的地质灾害点,即邻接消落区或处于消落区内部的诸如滑坡等地质灾害点。邻接的地质灾害点对于消落区区域的影响有明显的距离相关性,即距离相关风险源越远受到的影响越小。

(3) 邻接的人工区域,即邻接消落区的居民点以及延伸到消落区的排污口等显著的人类活动区域。邻接的人工区域对于消落区区域的影响有明显的距离相关性,即距离相关风险源越远受到的影响越小。

3.2 景观生态安全影响因子

按照景观生态学的观点,一个特定的区域中,各种景观类型的嵌块交错分布,有机地结合在一起,形成了一个景观镶嵌体,它是具有明显的形态特征与功能联系的地理实体,即具有结构与功能的相关性。景观镶嵌结构,反映了各种景观类型在地域空间上的镶嵌格局。各种景观类型在区域内所处的位置不同,所受外界干扰和危害强度也有所差异。因此,不同生境类型在完善生态系统的结构和功能,促进景观结构自然演替等方面的作用是有差别的。相同强度的同一风险源作用于不同的景观类型,可能对整个区域的生态结构和功能产生不同强度的危害。同时,不同景观类型对外界干扰的抵抗能力是不同的,有些景观类型较为脆弱,对外界干扰敏感,在风险源的作用下极易受到损害;而另一些景观类型抗逆能力强,在相同的风险源作用下仍能够保持其基本的功能。

在景观生态安全格局模型中,通过对不同景观生态安全影响因子的叠加来反映不同景观类型受到的干扰程度,对于消落区,在景观生态学的范畴内,可以采取以下因素作为其相关的景观生态安全影响因子。

(1) 坡度(G)。坡度越大,水土流失的风险程度越高,受自然影响的稳定程度越低,即总体上生态安全越不稳定,可能受到风险源的影响越强烈。

(2) 植被覆盖度(V)。植被覆盖度越低,生态系统抵御调节洪水、控制污染和降解污染物等方面的能力就越弱,即总体上生态安全越不稳定,可能受到风险源的影响越强烈。

(3) 生态弹性指数(ECO)。系统组成越复杂、多样化,各构成类型的健康与安全状况就越好,系统的弹性范围就越大。一种景观类型的生态弹性指数越大,说明这种景观对干扰的抵抗能力越大,遭受损害后恢复能力越强,从而其受风险源的影响越小。 $ECO = V_i \cdot S_i \cdot P_i$,其中, V_i 为*i*类生态系统的生物多样性指数; S_i 为每种景观的面积比例; P_i 为弹性分值,由专家打分^[6]。

(4) 景观脆弱度指数(Fi)。景观脆弱度指数通常用来描述景观组分在外界风险作用下偏离其稳定状态或遭受巨大破坏的难易程度的指标,同各种景观生态风险与景观组分之间的作用方式以及景观组分的自身属性密切相关。一般情况下,处于景观自然演替过

程中的初级演替阶段、食物链结构简单、生物多样性指数小的生态系统较为脆弱。一种景观类型的景观脆弱度越小,其抗干扰能力越强,从而受风险源的影响也越小。景观脆弱度指数通过打分法获得^[6]。

(5) 生态损失度指数 (Di)。生态损失度指数是某景观生态系统的生态弹性度指数、景观破碎度指数和景观脆弱度指数的综合。不同景观生态系统由于生态弹性限度大小不同,受人类干扰的强度不同以及脆弱程度不同,在相同风险下,生态损失度是不相同的。一种景观类型的生态损失度越小,其抗干扰能力越强,从而受风险源的影响也越小^[6]。

3.3 模型表达

要获得景观生态安全状况 (BS),即要将所得到的所有风险源对不同景观类型可能会产生的综合干扰程度进行叠加。根据对风险源的分析 and 分类,确定了邻接的水域、地质灾害点、人工区域 3 种风险源,因此针对不同的风险源需要进行水域影响安全程度分析 (Sw)、地灾影响安全程度分析 (Sd) 和人为影响安全程度分析 (Sp)。公式表达如下:

$$BS = Sw \oplus Sd \oplus Sp \quad (1)$$

式中,符号 \oplus 是一种二元操作符号,且满足如下条件:

- ① 可交换性,即 $a \oplus b = b \oplus a$;
- ② 单调性;
- ③ $a \oplus 0 = 0 \oplus a = a$;
- ④ 可结合性,即 $(a \oplus b) \oplus c = a \oplus (b \oplus c)$ 。

当数据的计算为简单的叠加的时候,标准二元操作符号 \oplus 取+号,公式表达如下:

$$BS = Sw + Sd + Sp \quad (2)$$

然后需要对于每种风险源进行风险影响安全程度分析 (S),因为风险源作用于不同的景观类型的时候会受到距“源”欧式距离的影响,同时也会因为“源”本身的质量状况,使得产生的干扰程度因“源”而异,这种风险源作用于不同景观类型的干扰方式,与景观阻力模型中“源”到“汇”的影响路径极其相似^[7],因此可以依据景观阻力模型,构建风险影响安全程度的公式:

$$S_{ab} = fmin \sum (Q_b \times (u(G_a) \oplus v(V_a) \oplus w(ECO_a) \oplus x(Fi_a) \oplus y(Di_a)) / D_{ab}) \quad (3)$$

式中,函数 $f(\cdot)$ 表示成本函数; D_{ab} 代表 a 和 b 两点之间的欧式距离; Q_b 代表源 (b 处) 自身的质量状况;当数据的计算为简单叠加的时候,标准二元操作符号 \oplus 取+号。

可以将式(3)的表达分别代进对 Sw 、 Sd 和 Sp 的计算中。

同时由于需要对研究对象网格化(即实现数据栅格化),因此需要构建相应的分布矩阵:① 风险源的空

间分布 $S_{ij} = [s_{ij}]_{m \times n}$, s_{ij} 表示第 ij 单元的风险影响安全程度;② 坡度空间分布 $G_{ij} = [g_{ij}]_{m \times n}$, g_{ij} 表示第 ij 单元的坡度级别;③ 植被覆盖度空间分布 $V_{ij} = [v_{ij}]_{m \times n}$, v_{ij} 表示第 ij 单元的植被覆盖程度;④ 生态弹性指数空间分布 $ECO_{ij} = [e_{ij}]_{m \times n}$, e_{ij} 表示第 ij 单元的生态弹性指数;⑤ 景观脆弱度指数空间分布 $Fi_{ij} = [fi_{ij}]_{m \times n}$, fi_{ij} 表示第 ij 单元的景观脆弱度指数;⑥ 生态损失度指数空间分布 $Di_{ij} = [di_{ij}]_{m \times n}$, di_{ij} 表示第 ij 单元的生态损失度指数;⑦ “汇”距“源”距离的空间分布 $D_{ij} = [d_{ij}]_{m \times n}$, d_{ij} 表示第 ij 单元距“源”的欧式距离;⑧ 景观生态安全状况的空间分布 $BS_{ij} = [b_{ij}]_{m \times n}$, b_{ij} 表示第 ij 单元的景观生态安全状况。

在实际计算的过程中,将相应的分布矩阵代入式(1)或式(2)中即可。

3.4 模型实现构想

一般情况下对于以矩阵类型表现的模型,在 GIS 软件中通常以栅格数据类型进行存储和计算,同时为了使结果更直观,通常以栅格表现方式呈现计算结果。

鉴于此,可以通过解译研究对象的影像,对不同的景观类型进行分类,并进行栅格化。对于栅格化的图层,在 ArcGIS 软件中对各栅格根据不同影响因子的影响赋以权重。在此基础上运用 ArcGIS 的二次开发功能以及软件自身提供的运算模块,根据模型的计算要求对栅格模型进行计算,最终得出直观的栅格化结果。

4 讨论与展望

(1) 对研究对象进行网格划分后,该评价模型能够相对量化地评价消落区内不同网格内的景观类型的生态安全状况,在此基础上可以判断各景观类型受到的干扰途径以及区域内安全状况薄弱的部分,从而可以进行更有针对性的生态基础设施规划以及生态安全的管理。

(2) 由于已经形成了景观阻力模型的算法并且通过计算机程序实现了模型核心功能计算^[7],因此消落区景观安全生态格局模型的实现,只需在实际应用中对景观阻力模型的计算程序稍作修改即可。

(3) 不同的景观生态安全影响因子在计算过程中,其量纲也可能会不同,因此在实际应用中需要对因子参与计算的量纲予以统一。

(4) 通过相关研究发现,本评价模型使用的部分景观生态安全影响因子通常是以相对数值(即类似专家打分法)获得的,因此最终计算的景观生态安全状态也是一个相对量。虽然计算的结果没有绝对量化,但是只要因子数值的相对关系正确,对研究判断区域内不同景观类型的安全程度就没有影响。不过当将模

型运用到不同研究范围时,其之间没有横向可比性,是否需要绝对量化计算、如何绝对量化计算,是本模型和研究方法下一步改进的方向。

(5)在实际情况中,对于景观生态安全影响因子的选择可能远不止本文列举的几种,对于其他各因素的量化方法及其与景观生态安全状况之间的相互关系需要进一步研究,并且对于本文列举的影响因子的适用性也需要进一步在实践中研究证实。

(6)数据及资料的缺乏导致本文并没有对评价模型做进一步的实证研究,因此可能在实际使用中,需要根据实证研究的需要,对模型进行进一步验证并做出相应的修改调整。

参考文献:

[1] 张竞贤. 消落区景观生态规划研究[D]. 雅安:四川农业大学,

2007.

[2] Barnthouse L W. The role of models in ecological risk assessment [J]. *Environ. Toxic Chem.*, 1992, (11): 1751 - 1760.

[3] Xiao D N, Chen W B, Guo F L. Study on the basic concepts and contents of ecological security [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(3): 354 - 358.

[4] 俞孔坚,李迪华,刘海龙.“反规划”途径[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.

[5] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局[J]. *生态学报*, 1999, 19(1): 8 - 15.

[6] 巫丽芸. 区域景观生态风险评价及生态风险管理研究[D]. 福州:福建师范大学,2004.

[7] 周亮. 基于 GIS 的城市绿色公共开放空间景观阻力模型研究[D]. 武汉:湖北大学,2009.

(编辑:郑毅)

Discussion on landscape ecological security pattern of reservoir drawdown area

ZHOU Liang¹, ZHAO Shan²

(1. *Changjiang Project Supervision and Consultant Company, Ltd, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China*; 2. *Faculty of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan 430062, China*)

Abstract: Assessing the security and healthy level of reservoir drawdown area is a key issue for reservoir drawdown area management. By referencing thoughts of landscape security pattern and landscape resistance model, we analyze the natural and humanity process which is a compound system existed in reservoir drawdown area, and determine the risk sources of ecological security of drawdown area and influencing factors of landscape ecology. Therefore, the landscape ecological security pattern model of drawdown area is built. By this model, quantitative assessing results can be obtained, then the application values of this model to security evaluation in drawdown area is discussed, which could give references to reservoir drawdown area management.

Key words: drawdown area; landscape; landscape resistance model; landscape ecology; ecological security

(上接第 78 页)

Treatment scheme for state - owned land regularly cultivated by farmers in water resources project construction

WU Yingzhen, JING Song

(1. *Changjiang Project Supervision and Consultant Company, Ltd, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China*; 2. *Sichuan Resettlement and Planning Center, Chengdu 640010, China*)

Abstract: Within the scope of land requisition for construction of a water resources and hydroelectric project, local rural residents are regularly cultivating the state - owned land or river - beach land. The land output is a portion or even a large portion of their income. The treatment measures in land requisition for construction in various areas are different, and improper treatment in some areas influences the smooth resettlement and construction, or even endangers the social stability. Based on correlative laws and regulations and under the guidance of scientific development and human - oriented concept, we put forward the treatment scheme of determining land ownership in property investigation, giving fund compensation to property owners, treating disputes according to the "Investigation and Treatment Method for Dispute in Land Property". The suggested scheme has a well - founded legal basis and is prospective, and can safeguard the lawful rights and interests of relative parties and make a clear distinction of right and responsibility.

Key words: land requisition; farmer; cultivation; research; water resources and hydroelectric project; state - owned land