

水位变动下的消落带湿地生态工程

—以三峡水库白夹溪为例*

袁兴中^{1,2,3}, 熊森⁴, 刘红^{1,3}, 李波^{1,3}, 王强^{1,3}

- (1. 重庆大学 资源及环境科学学院; 2. 煤矿灾害动力学与控制国家重点实验室;
3. 重庆大学 西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室, 重庆 400044;
4. 重庆市开县澎溪河湿地自然保护区管理局, 重庆 开县 405400)

摘要:三峡水库蓄水后形成的消落带,其生态环境既是严峻考验,也是生态机遇。大面积消落带植被在出露的生长季节所蓄积的碳及营养物质是非常宝贵的资源,如果能加以妥善利用,就可化害为利。针对三峡水库消落带现状及存在的问题,必须着眼于消落带的生态友好型利用。立足消落带向增加碳汇、生物生产、环境净化等多功能生态经济效益转变的需求,探索消落带资源可持续利用的生态工程模式。自2008年以来,在三峡库区澎溪河一级支流白夹溪消落带实施了包括基塘工程、林泽工程、鸟类生境再造等生态工程。本文论述了针对水位变动的消落带湿地生态工程设计原则、工程实施内容,简要分析了生态工程的效益。论文最后指出,三峡水库消落带湿地生态工程的未来努力方向是将基塘工程、林泽工程、生境再造工程与生态经济结合起来,开发消落带生态友好型利用的综合集成模式。

关键词:水位变动;消落带湿地;生态工程;澎溪河;三峡水库

中图分类号:X171.1;Q998

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2012)03-0024-03

由于防洪、清淤及航运等需求,三峡水库实行“蓄清排浑”的运行方式,即夏季低水位运行(145 m),冬季高水位运行(175 m)。因而,在海拔高程145~175 m的库区两岸,形成与天然河流涨落季节相反、涨落幅度高达30 m的水库消落带^[1]。三峡水库消落带面积348.93 km²,是我国面积最大的水库消落带。三峡水库消落带的形成,使蓄水前该区域生态环境条件发生剧变,导致一系列生态环境问题产生。国际上高度关注三峡水利枢纽工程,生态环境问题是最引人瞩目的方面,重点和关键又是消落带生态环境问题^[2-3]。过去相当长一段时间,人们对消落带的认识,总是关注其负面影响,认为消落带的形成会带来污染物集聚、景观污染、岸坡失稳等等。事实上,消落带出露季节正是植物的生长季节,大面积消落带植被所蓄积的碳及营养物质是非常宝贵的资源,如果能够加以妥善地利用,就能化害为利^[4]。着眼于消落带湿地的生态友好型利用,选择具有典型消落带湿地特征的开县澎溪河一级支流白夹溪,

自2008年以来实施了针对消落带湿地综合治理的生态工程。本文论述了基于水位变动的白夹溪消落带湿地生态工程的设计原则、工程实施内容,以期为大型水库消落带的综合治理提供借鉴。

1 研究区域概况

澎溪河位于三峡水库腹地,是长江重庆段主要支流之一,发源于重庆开县雪宝山,干流全长182.40 km,河道平均比降3.70‰,流域面积5 173.12 km²。澎溪河干流受三峡水库175 m蓄水影响河段长达108.00 km,其消落带面积为55.47 km²,占三峡水库消落带总面积的15.90%,消落带平均宽度1.06 km,是三峡水库消落带面积最大、消落带类型最多的次级河流,在三峡水库消落带的研究中具有典型性和代表性^[5]。研究区域位于澎溪河白夹溪河口,属亚热带湿润季风气候,温和湿润,多年平均气温18.6℃,多年降雨量1 100~1 500 mm。研究区域地势北高南低。土壤类型为砂土、紫色土、棕壤和水稻土。研究区域

* 收稿日期:2012-01-29 修回日期:2012-04-28 网络出版时间:2012-5-26 12:13

资助项目:科技部农业科技成果转化资金项目(No. 2011GB2F100010);重庆市科技攻关项目(国际科技合作基地建设/重点)(No. CSTC201120002)

作者简介:袁兴中,男,教授,博士生导师,研究方向为生态系统生态学。

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20120526.1213.201203.24_005.html

植被以草丛为主,仅在消落带上部区域零散分布一些乔木和灌木^[6]。

2 水位变动下的生态工程构想

2.1 原则

1) 适应性原则:根据三峡水库消落带水位变动特点,通过对地形地貌、水文、土壤、环境质量等生态因子的综合考虑,按照水位变动规律,开展消落带生态工程的适应性设计和工程实施、管理。2) 功能性原则:重形态结构,更重功能。消落带湿地生态工程的形态结构是为功能服务的,功能是通过科学地设计结构而表达出来的,满足库岸防护、防洪安全、水土流失治理、面源污染防治、生物多样性恢复等多功能需求。3) 自然性原则:尊崇“自然是母,时间为父”原则;自然界是最好的模板,是大家学习的对象;“时间为父”,则提醒大家关注生态系统随时间的演替、变化。4) 多样性原则:多样性导致稳定性,从生态工程的形态、结构、功能等方面,注重多样性的设计。5) 优先性原则:流域生态系统较复杂,自然和人为影响因子众多,各因子相互作用、相互制约,具有明显的迭加综合效应。消落带生态工程必须坚持生态优先原则,把实现生态环境目标放在首位。坚持生态效益优先,以生物措施为主,工程措施为辅,科学地配置工程措施、生物措施,形成多目标、多功能、高效益的综合工程体系。6) 整体性原则:从系统的观点规划、设计消落带湿地生态工程,强化整体生态系统理念,在做好单要素生态设计的同时,强化生态环境多要素、多系统的综合设计和生态结构与功能的管理维护。

2.2 目标

针对三峡水库消落带湿地的水位变动特点、生态环境现状、保护与合理开发,立足消落带湿地向生物生产、环境净化、增加碳汇、旅游休闲等多功能生态经济效益转变的科技需求,围绕消落带湿地生态保护与生态经济建设目标,研究消落带控源、减源、增汇途径和关键技术,探索消落带湿地生态友好型利用的综合模式,通过消落带基塘工程、林泽工程、鸟类生境再造工程,修复并构建健康的消落带湿地生态系统,增强消落带湿地的自我调节和维持功能,实现消落带生态友好型利用,为三峡水库消落带生态保护和建设提供技术支撑和示范。

3 生态工程设计内容

3.1 基塘工程

基塘工程是基于中国传统农业文化遗产中的基塘模式,如珠江三角洲的桑基鱼塘模式。适用于季节性水位变动的基塘工程模式,就是在三峡水库消落带的平缓区域,在坡面上构建水塘系统,塘的大小、深浅、形状根据自然地形和湿地生态特点确定,塘内筛选适应于消落带季节性水位变动,同时具有观赏价值、环境净化功能、经济价值的湿地作物、湿地蔬菜、湿地花卉等,充分利用消落带自身丰富的营养物质,构建消落带基塘系统^[7-8]。选择白夹溪河口地带的老土地湾,该区域是三峡水库蓄水的直接影响区,根据生态工程学原理,在该区域挖塘、堆基。根据自然地形,塘的平均大小约30~60 hm²,塘的深浅控制在0.3~1 m,2008—2010年共建设试验性基塘约10 hm²。塘基宽约0.8~1 m,塘基上种植桑树(*Morus alba*)、枸杞(*Lycium chinense*)。塘与塘之间通过传统的水堰连结。试验性种植茭白(*Zizania latifolia*)、普通莲藕(*Nelumbo nucifera*)、太空飞天荷花(专门针对消落带水位变动而定向培育的品种)、慈菇(*Sagittaria sagittifolia*)、荸荠(*Eleocharis dulcis*)、水生美人蕉(*Canna generalis*)、菱角(*trapa japonica*)、水芹(*Oenanthe javanica*)、蕹菜(*Ipomoea aquatica*)、水稻(*Oryza sativa*)等水生作物。对基塘系统内的水生作物采取近自然生态管理模式,禁止农药化肥的施用。根据植物的生长特性,于每年蓄水之前和退水之后测定各种水生作物的产出情况。

3.2 林泽工程

林泽工程是在消落带筛选种植耐淹且具有经济利用价值的乔木、灌木,形成在冬水夏陆逆境下的林木群落。根据三峡水库消落带的水位变动规律、高程、地形及土质条件等,选择白夹溪大湾,以海拔高程175 m为界,以海拔高程160~175 m作为林泽工程的实施范围。筛选种植耐淹的乔木(种类包括落羽杉*Taxodium distichum*、池杉*Taxodium ascendens*、水松*Glyptostrobus pensilis*、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、乌桕*Sapium sebiferum*等)、灌木(包括桑树、枸杞、长叶水麻*Debregeasia longifolia*、秋华柳*Salix variegata*等),通过乔、灌配置,营建消落带生态屏障带。林泽工程主要采用两种模式:

1) 湿生乔木+湿生灌草模式:该带的湿生灌草主要构建于海拔高程在170 m以下的区域,种植桑树、秋华柳、枸杞和狗牙根(*Cynodon dactylon*)等适生灌草。该带的湿生乔木主要构建于海拔高程170~175 m之间的区域,种植植物主要以池杉、落羽

杉、水松、水杉、乌桕等湿生乔木为主。

2) 灌木+湿生草本植物模式:该模式适用于坡度在 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 之间的消落带,主要构建草本植物带和湿生灌木林带。该带的湿生灌木主要构建于海拔高程在 $165 \sim 170 \text{ m}$ 之间的区域,种植植物有桑树、枸杞、长叶水麻、秋华柳等。该带的湿生草本植物主要构建于海拔高程在 165 m 以下的区域,草种选择狗牙根、牛筋草(*Eleusine indica*)等。

3.3 鸟类生境再造工程

根据鸟类生态学和生态工程学原理,采取生物措施为主,工程措施为辅,进行湿地鸟类栖息地修复和重建。通过湿地地形重塑,生境修复和再造,构建近自然湿地生态体系,增加区域内群落多样性、物种多样性和景观多样性^[9-10]。

地形重塑:选择老土地湾与白夹溪交汇口以下至白夹溪河口,基于河流-湿地复合体理念,通过挖塘、浅滩开挖、开拓沟渠、土堤建设等,构筑河岸洼地、水塘,以及将洼地、水塘与河流相连的沟渠系统,形成适于水鸟栖息的湿地生境。

底质改造:根据鸟类生态学原理,在原有细沙和粘土底质基础上,在局部区域铺沙、铺设细卵石,形成细沙、卵石、水体镶嵌的异质性斑块,满足鸟类生境的需求。

植物配置:根据不同区域消落带的水位特征,按照各种植物的生态习性进行合理配置,在湿地物种的选择上,既要考虑易栽培,易繁殖,又具有一定的景观和经济价值,尽量把库岸的乔、灌、草和水体的挺水、浮叶和沉水植物进行合理搭配,在短期淹没区和淹没区边缘种植湿生植物,形成适于鸟类生存需求的多种湿地植物群落共存的生境格局。

4 效益分析

大面积的消落带植被所蓄积的碳及营养物质是宝贵的资源,如果能够加以妥善利用,就能化害为利。基塘系统中的湿地作物、湿地蔬菜、湿地花卉在生长季节能够发挥环境净化、景观美化及碳汇功能。生长季节结束正值三峡水库开始蓄水,收割后能够进行充分的经济利用,同时避免冬季淹没在水下厌氧分解的碳排放及二次污染。基塘工程可以运用于三峡水库小于 15° 的平缓消落带(如重庆开县澎溪河,忠县东溪河,丰都县丰稳坝等),面积达 204.59 km^2 ,占消落带总面积的 66.79% ,其产生的生态效益、经济效益和社会效益是巨大的。林泽工程可以充分发挥其生态缓

冲带和景观美化功能。此外,在冬季蓄水前,收获其可以经济利用的枝叶部分,在产生经济效益的同时,避免了淹没期厌氧分解的二次污染。鸟类生境再造工程在增加消落带区域鸟类多样性的同时,使得生态系统结构和功能完整性进一步提高;鸟类种类和数量的增加也为湿地观鸟旅游提供了机会,其经济和社会效益也是十分明显的。

5 结语

本研究旨在探索大型水库消落带湿地生态恢复和可持续利用的生态途径,构建周期性水位变化条件下消落带湿地生态工程,为三峡水库消落带湿地生态保护和合理利用提供科学、可操作的模式和范例。未来的努力方向是将基塘工程、林泽工程、生境再造工程与循环经济结合起来,研究开发消落带生态友好型利用的综合集成模式,既达到控制碳源、增加碳汇,又达到经济利用目的,同时兼顾景观效益。

参考文献:

- [1] 刁承泰. 三峡水库水位消落带土地资源的初步研究[J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(1): 75-79.
- [2] Shen G Z, Xie Z Q. Three gorges project: chance and challenge [J]. Science, 2004. 304: 681.
- [3] 苏维词, 杨华, 罗有贤, 等. 长江三峡水库消落带的主要生态环境问题及其调控途径[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 191-195.
- [4] William J M, Lu J J, Yuan X Z, et al. Optimizing Ecosystem Services in China [J]. Science, 2008, 322: 528.
- [5] 雷亨顺, 林建, 袁兴中, 等. 可持续: 中国三峡库区[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2009: 113-119.
- [6] 孙荣, 袁兴中, 丁佳佳. 三峡水库蓄水至 156 m 水位后白夹溪消落带植物群落生态学研究[J]. 湿地科学, 2010, 8(1): 1-7.
- [7] 熊森, 李波, 肖红艳, 等. 三峡水库消落带生态友好型利用途径探索—以基塘工程为例[J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2010, 27(6): 1-4.
- [8] Li B, Yuan X Z, Xiao H Y, et al. Design of the dike-pond system in the Three Gorges Reservoir, China [J]. Ecological Engineering, 2011, 37: 1718-1725.
- [9] 高伟, 陆健健. 长江口潮滩湿地鸟类适栖地营造实验及短期效应[J]. 生态学报, 2008, 28(5): 2080-2089.
- [10] McKinstry M C, Stanley H. Anderson. Creating wetlands for waterfowl in Wyoming [J]. Ecological Engineering, 2002, 18: 293-304.