

# 三峡水库消落带湿地生态友好型利用探讨\*

袁兴中<sup>1,2</sup>,熊森<sup>3</sup>,李波<sup>1,2</sup>,徐静波<sup>1,2</sup>,刘红<sup>1,2</sup>,王强<sup>1,2</sup>

(1. 重庆大学资源及环境科学学院;2. 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 400030;  
3. 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湿地,其生态环境既是严峻考验,同时也是生态机遇。消落带冬季蓄水淹没期间,生长季节积累下来的有机物质在水下厌氧分解,成为二次污染源。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。针对三峡库区消落带湿地现状及存在的问题,必须着眼于消落带湿地的生态友好型利用,立足消落带湿地向增加碳汇、生物生产、环境净化等多功能生态经济效益转变的需求,探索消落带湿地资源生态友好型利用的多种模式,包括湿地基塘工程、林泽工程、植物浮床工程、消落带湿地农业产业功能耦合关键技术、消落带湿地生态保育和生态修复技术等。

**关键词:**消落带;湿地;生态友好;可持续利用;三峡水库

中图分类号:X171.1 Q988

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2011)04-0023-03

## 1 现状与困境

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,夏季低水位运行(145 m),冬季高水位运行(175 m)。因而,在145~175 m高程的库区两岸,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<sup>[1]</sup>。自2006年三峡水库156 m蓄水后,就已经形成了典型的消落带新生湿地。2010年10月26日三峡工程完成175 m蓄水后,三峡水库消落带面积已达到348.9 km<sup>2</sup>,是中国面积最大的水库消落带<sup>[2]</sup>。

三峡库区消落带形成后,由于库水淹没、水位每年季节性大幅度消涨并与自然雨旱洪枯季节规律相反,水流速度减慢,消落带陡坡地段泥沙被反复冲刷,基岩裸露,缓平地段泥沙淤积,浅水漫滩面积增加。消落带出露成陆期气候炎热潮湿,陆岸库区污染物在消落带阻滞积累转化和再溶入水库,使蓄水前消落带生态环境条件、生态系统、地理景观及格局发生剧变。这样,就导致一系列生态环境问题,具体体现为消落区原有生物减少与消失,陆岸库区污染物在消落带阻滞积累转化和再溶入水库导致水质污染,库岸失稳诱发次生地质灾害,库岸带居民与移民生存环境和景区旅游环境质量衰退,以及冬季淹没

季节植物在水下厌氧分解成为二次污染源,等等<sup>[3]</sup>。

## 2 挑战与机遇

在过去,人们多负面地看待消落带的生态环境问题,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<sup>[4-6]</sup>。然而通过笔者5年多的考察研究,发现长江水位消落后,在库区许多平缓的区域并没有形成荒凉裸露的景观。由于此时处于夏季出露期间,正值生长旺季,大多数平缓的土质库岸消落带被生长的植被所覆盖。特别是一年生和多年生宿根性的湿地植物此时更是很快覆盖了消落带区域,其中不乏具有经济价值的植物,如茭白(*Zizania latifolia*)等,而这些湿地植物也具有极强的环境净化功能。

有分析表明,三峡水库以坡度小于15°的平缓消落带为主,面积达到204.59 km<sup>2</sup>,占消落带总面积的66.79%。大面积的消落带植被吸收了大量CO<sub>2</sub>,其积累的生物质是宝贵的资源;但在冬季蓄水期间,由于其淹没在水下而发生厌氧分解,成为二次污染的排放源。该排放源具有明显的多源性,即消落带自身生长的植被、有机质分解排放,以及陆域集水区高地汇集到消落带的污染物质与生物质、通过冲沟等汇集到消落带的枯枝落叶和凋落物等有机物质分解排放<sup>[7]</sup>。

\* 收稿日期 2011-06-22 网络出版时间 2011-07-07 17:44:00

资助项目:重庆市科委科技攻关项目(No. CSTC2009AB1079),重庆市开县林业局项目(No. 1042012620101186)

作者简介:袁兴中,男,教授,博士生导师,研究方向为环境生态学。

网络出版地址: [http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20110707.1744.201104.23\\_006.html](http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20110707.1744.201104.23_006.html)

因此,三峡水库蓄水后形成的消落带湿地,其生态环境既是一个严峻考验,同时也是一个生态机遇<sup>[8-9]</sup>。一方面,要正视其潜在问题,重视消落带环境质量的变化,因为水库消落带湿地的生态脆弱性需要人们加强保护和慎重选择发展模式;另一方面,消落带湿地的形成,以及随之增加的丰富的湿地资源,为该区域发展湿地生态经济提供了良好的资源基础——尤其是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,如果能够加以妥善的利用,就能化害为利。而要真正维持消落带生态系统健康、达到该区域可持续发展,必须将污染控制与生态经济结合起来,走生态友好型利用之路,只有能够产生生态、经济、社会综合效益的模式,才是可持续、可复制和可推广的。

### 3 生态友好型利用模式

#### 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湿地具有观赏价值、环境净化功能、经济价值的湿地作物、湿地蔬菜、水生花卉,如莲(*Nelumbo nucifera*)、慈姑(*Sagittaria sagittifolia*)、茭白、荸荠(*Eleocharis dulcis*)、水生美人蕉(*Canna glauca*)、菱角(*Trapa bicornis*)等(封三彩图1),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<sup>[10]</sup>。基塘系统中的植物在生长季节能够发挥环境净化、景观美化及碳汇功能,在其生长季节结束时,正值三峡水库开始蓄水,此时收割后既能对其进行充分的经济利用,又避免了其冬季淹没在水下厌氧分解产生的碳排放及二次污染。基塘工程可以运用于三峡水库坡度小于15°的平缓消落带,如湖北省秭归县的香溪河、重庆开县澎溪河、忠县东溪河、丰都县丰稳坝等。如能大面积推广,其产生的生态效益、经济效益和社会效益将是十分巨大的。

#### 3.2 林泽工程

林泽工程是在消落带筛选种植耐淹而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,以高程175 m为界,在175 m高程上下各6 m作为林泽工程的实施范围,形成宽约10 m的生态屏障。通过笔者近几年在三

峡水库开县澎溪河的试验研究(封三彩图2),池杉(*Taxodium ascendens*)、落羽杉(*Taxodium distichum*)、水松(*Glyptostrobus pensilis*)、乌桕(*Sapium sebiferum*)等都是能够耐受冬季淹没、夏季出露的乔木种类,而桑树(*Morus alba*)、枸杞(*Lycium chinense*)、长叶水麻(*Debregeasia longifolia*)、秋华柳(*Salix variegata*)等则是能够耐淹的灌木种类<sup>[11-12]</sup>。在175 m高程上下各6 m的范围内实施林泽工程,栽种以上耐淹林木种类,形成林木群落,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。

#### 3.3 消落带湿地生态浮床工程

在三峡水库的库湾、湖汊等水流相对平缓的区域,实施生态浮床工程(封三彩图3)。生态浮床又称人工浮岛、生态浮岛<sup>[13]</sup>,是绿化技术与漂浮技术的结合体,由浮岛框架、植物浮床、水下固定装置以及水生植被组成。浮岛上植物可以选择各类适生湿地植物,如菖蒲(*Acorus calamus*)、千曲菜(*Spiked Loosestrife*)、海寿花(*Pontederia cordata*)等。生态浮床适应于具有季节性水位变动的消落带,浮床上的水生植被通过植物根部的吸收和吸附作用,削减富集于水体中的N、P及有机物质,从而达到净化水质的效果,创造适宜多种生物生息繁衍的环境条件,在有限区域重建并恢复水生生态系统,同时创建独特的水上花园立体景观。

#### 3.4 生态友好型利用综合模式

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。消落带多功能湿地农业便是生态友好型利用的综合模式之一,即以发展湿地特色农业并形成产业化为目标,进行消落带湿地空间优化配置、湿地作物近自然管理(不施用农药、化肥)集成消落带湿地农业多功能耦合关键技术、湿地农业生态保育和生态环境修复技术,形成以多功能生态友好型农业为基础的消落带湿地农业模式及其技术体系。

### 4 结语

国际上高度关注三峡水利枢纽工程,生态环境问题是其中最引人瞩目的方面,重点和关键又是消落带生态环境问题。面对三峡水库这样一个特大型水库以及由此产生的大面积的消落带区域,人们需要转变观念,在正视其潜在问题的同时,更应看到其

带来的生态机遇。本文针对三峡库区消落带湿地现状及存在的问题,着眼于消落带湿地的生态友好型利用,立足消落带湿地向增汇减排、生物生产、环境净化、旅游休闲等多功能生态经济效益转变的需求,围绕消落带湿地生态保护与生态经济建设,探索了消落带湿地资源生态友好型利用的多种模式,包括湿地基塘工程、林泽工程、植物浮床工程、消落带湿地农业产业功能耦合关键技术、消落带湿地生态保育和生态修复技术等,形成以减源(减少碳源、污染源)、增汇(增强碳汇、生态经济汇)为基础的消落带生态友好型利用模式及其技术体系,为三峡库区消落带湿地生态保护和建设提供示范。消落带湿地生态友好型利用不仅适用于三峡水库,也可在国内其它大型水库及其它类型的湿地推广应用。

#### 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] 张虹. 三峡库区消落带土地资源特征分析[J]. 水土保持通报, 2008, 28(1): 46-49.  
 [3] 苏维词, 杨华, 罗有贤, 等. 长江三峡库区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] 周永娟, 仇江啸, 王效科, 等. 三峡库区消落带崩塌滑坡脆弱性评价[J]. 资源科学, 2010, 32(7): 1301-1307.  
 [5] Li Y C, Liu C X, Yuan X Z. Spatio temporal features of soil and water loss in Three Gorges reservoir area of Chongqing [J]. Journal of Geographical Sciences, 2009, 19: 81-94.  
 [6] 刘云峰. 三峡水库库岸生态环境治理对策初探[J]. 重庆工学院学报, 2005, 19(11): 79-82.  
 [7] 袁兴中, 刘红, 王建修, 等. 三峡水库消落带湿地碳排放生态调控的科学思考[J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2010, 27(2): 23-25.  
 [8] Shen G Z, Xie Z Q. Three gorges project: chance and challenge [J]. Science, 2004, 304: 681.  
 [9] Mitsch W J, Lu J J, Yuan X Z, et al. Optimizing ecosystem services in china [J]. Science, 2008, 322: 528.  
 [10] 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.  
 [11] 王强, 袁兴中, 刘红. 三峡水库 156 m 蓄水后消落带新生湿地植物群落[J]. 生态学杂志, 2009, 28(11): 2183-2188.  
 [12] 孙荣, 袁兴中, 刘红, 等. 三峡水库消落带植物群落组成及物种多样性[J]. 生态学杂志, 2011, 30(2): 208-214.  
 [13] 王劫, 刘阳, 王泽民, 等. 人工浮岛技术应用前景[J]. 环境保护科学, 2008, 34(5): 23-25.

## Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

### On the Eco-friendly Utilization of Littoral Wetland of Three Gorges Reservoir

YUAN Xing-zhong<sup>1, 2</sup>, XIONG Sen<sup>3</sup>, LI Bo<sup>1, 2</sup>, XU Jing-bo<sup>1, 2</sup>, LIU Hong<sup>1, 2</sup>, WANG Qiang<sup>1, 2</sup>

(1. College of Resource and Environmental science; 2. Key Laboratory of Southwest Resource Exploitation and Environmental Disaster Controlling Project of Educational Ministry, Chongqing University, Chongqing 400030;

3. Pengxi River Wetland Nature Reserve Management Bureau, Kaixian Chongqing 405400, China)

**Abstract:** The littoral wetland, which was formed after impounded by Three Gorges reservoir, is not only the crucible to us, but also the ecological opportunity. On the one hand, organic material of the littoral wetlands accumulated during the growing season decompose anaerobic underwater and become the second pollutant sources in winter inundating season of Three Gorges reservoir. On the other hand, we should know the carbon and nutrients accumulated by the vegetation of large-scale hydro-fluctuation belt is a very valuable resource, if properly used, can turn harm into advantage. In view of the current status and existing problems of the littoral wetland in Three Gorges reservoir, we should focus on utilizing resources of the littoral wetland eco-friendly. Based on the needs for the littoral wetland transforming into the multifunctional ecological economic benefit such as increasing carbon sources, biological production, and environmental purification, we must develop the integrated model of utilizing the wetland resources of the littoral zone eco-friendly, include dike-pond engineering, wetland woods engineering, floating-bed engineering, multifunctional wetland agriculture, wetland conservation and restoration, and so on.

**Key words:** water-level-fluctuation zone; wetland; eco-friendliness; sustainable utilization; Three Gorges reservoir