

三峡库区开县前置库植物多样性 及其消落带的生态恢复原则

张光富,王剑伟

(南京师范大学生命科学学院,江苏 南京 210097)

[摘要] 根据实地调查,三峡库区开县前置库有维管植物 116 科 307 属 410 种(包括亚种、变种和变型),其中野生植物 96 科 239 属 312 种,国家保护植物 5 科 5 属 5 种。根据植物群落学-生态学原则,该区植被可划分为 6 个植被型,8 个群系组,18 个群系。因此该区的植物种类较贫乏,但栽培种类较多,约占总种数的 1/4;植被的次生性质明显,主要为草丛和少量灌丛群落。根据该区的具体特征,提出开县前置库消落带的生态恢复应遵循工程措施与生物措施相结合、植被恢复为先导和生态位分化的原则。

[关键词] 三峡库区,植物多样性,恢复,消落带,开县

[中图分类号] Q948 [文献标识码] A [文章编号] 1001-4616(2007)03-0087-06

Studies on Plant Diversity of Pre-dam of Kai County Within Three Gorges Reservoir and its Rehabilitation Principles

Zhang Guangfu, Wang Jianwei

(School of Life Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: By field survey, there are 410 species (including subspecies, varieties, and forms) of vascular plants in pre-dam of Kai County within Three Gorges Reservoir. Among them, wild plants are 312 species in 239 genera of 96 families, and five of these species are the rare and endangered plants protected by the law in China. Its main vegetation types are classified into 18 formations, belonging to 8 formation groups and 6 vegetation types based on the plant community-ecology principle. Therefore, its plant species are relatively poor although the cultivated plants approximately account for a quarter of total species in this area; those vegetations, which are mainly composed of grasslands and a few shrublands, have markedly secondary characteristics because of man-made disturbance. In addition, the ecological rehabilitation about water-level-fluctuating zone in this area should be on the principles such as combination of engineering measures with biological ones, vegetation recovery as priority, and niche differentiation based on its characters of plant diversity.

Key words: Three Gorges Reservoir, plant diversity, rehabilitation, water-level-fluctuating zone, Kai County

0 引言

开县地处大巴山南坡与川东平行岭谷的结合地带,位于重庆市的东北地区,属于三峡库区腹地。由于该县地势低洼,将成为三峡库区受淹面积最大的县,开县消落带的土地面积将达 4 000 hm²^[1]。近年来,关于库区消落带的植被功能、土地利用和珍稀植物保护等已有报道^[1-3],但对库区的植物多样性研究较少^[4],本文对开县拟建中前置库的植物多样性进行实地调查和分析,接着讨论其消落带的生态恢复原则。

收稿日期: 2006-09-18. 修回日期: 2006-12-16.
基金项目: 国家自然科学基金(30370003)、江苏省教育厅基金(04KJD180105)资助项目。
作者简介: 张光富(1970—),博士,副教授,主要从事植物学、生态学的教学与研究. E-mail: zhangguangfu@njnu.edu.cn

1 研究地区与研究方法

1.1 自然环境概况

开县地理位置为 N30°49′30″~31°41′30″,E107°55′48″~108°54′36″.呈北东-南西走向,东西宽 60 km,南北长 120 km,面积约 3 974 km².调查区域 (前置库)位于该县中部区域,即南自临江镇上游 5 km起,沿南河 (又名彭溪河),经镇安;北至汉丰镇,达东河,直至拟建 (生态保护工程坝)的坝址下游 5 km处.沿途两岸的东西宽约 2.5 km.因此调查范围主要包括东河、南河及桃溪河水体及其两岸的陆地面积.

开县气候属于亚热带湿润季风气候.年平均气温 17.3℃,年极端最高气温 42℃,年极端最低气温 -1.5℃.夏季 7月平均气温 29.4℃,冬季 1月平均气温 7.0℃.10℃的年活动积温为 6 366℃.全年无霜期 321 d.多年平均年降水量为 1 006 mm.该区云雾较多,日照偏少,全年平均日照总时数为 1 316 h.相对湿度 84%.由于地质构造复杂,土壤母质多样,土壤类型主要有紫色土、黄壤和山地黄棕壤等.该区地带性植被为中亚热带常绿阔叶林,但主要分布于开县北部的大巴山,调查区域内仅残存少量的次生灌丛和草丛.

1.2 取样方法

在查阅资料以及野外勘查的基础之上,以 1/50 000比例尺地形图为基础工作图,在图上根据生境特点确定调查样带的起点.以 GPS测定调查区域的空间范围,并根据植被类型、地貌特征等,选择不同类型植物群落片断设置样地,每个样方面积大于或等于群落的表现面积.草本样方为 1 m×1 m,灌木样方为 4 m×4 m.记录样方内的盖度、植物种类和相对数量,相对数量采用改进的 Braun-Blauquet多盖度等级法^[5,6].

2 开县前置库植物多样性现状

库区的植物多样性调查主要包括种类组成和植被现状两个部分.本次调查集中在 2005年 10月进行,因此调查结果主要反映本调查区在秋季的植物多样性状况.据调查,开县前置库共有维管植物 116科 307属 410种 (包括亚种、变种和变型),其中野生植物 96科 239属 312种 (见表 1).

表 1 开县前置库维管植物统计

Table 1 Statistics of vascular plants of pre-dam of Kai County

植物类群		科			属			种		
		野生	栽培	小计	野生	栽培	小计	野生	栽培	小计
蕨类植物		16	0	16	18	0	18	22	0	22
裸子植物		2	6	6	2	8	10	2	8	10
被子植物	双子叶植物	66	25	75	160	52	205	217	62	279
	单子叶植物	12	13	19	55	23	74	71	28	99
合计		96	44	116	235	83	307	312	98	410

2.1 开县前置库的蕨类植物

据调查,开县前置库现有蕨类植物为 16科 18属 22种,全部为野生种.与种子植物相比,可见该区蕨类植物明显偏少,种类不够丰富.该库区蕨类植物中,所含种类最多的科为鳞毛蕨科 (Dryopteridaceae)和凤尾蕨科 (Pteridaceae),均有 3种;所含种类最多的属为凤尾蕨属 (*Pteris*),共有 3种.本区蕨类植物均为草本,如贯众 (*Cyrtomium fortunei*)、蕨 (*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)、海金沙 (*Lygodium japonicum*)等,大多为广布长江流域的亚热带低山丘陵的喜光种类.

2.2 开县前置库的裸子植物

开县前置库现有裸子植物 6科 10属 10种.但裸子植物中野生种仅 2种,均为逸生,即马尾松 (*Pinus massoniana*)和杉木 (*Cunninghamia lanceolata*),隶属于 2科 2属;栽培种有 8种,隶属于 6科 8属.因此该区裸子植物较贫乏,并以栽培种类为主.

2.3 开县前置库的被子植物

据调查,开县前置库现有被子植物 94科 279属 378种,其中野生植物 78科 215属 288种;栽培植物有 38科 75属 90种,可见本区被子植物以野生种类为主.与蕨类植物、裸子植物相比 (表 1),本区的被子植物在维管植物的组成中占据主要地位.

2.3.1 双子叶植物

据统计,开县前置库现有双子叶植物 75 科 205 属 279 种,其中野生植物 66 科 160 属 217 种;栽培植物有 25 科 52 属 62 种.栽培植物中有些是蔬菜品种,如中华冬葵(又名冬寒菜)(*Malva verticillata* var. *sinensis*)、马铃薯(*Solanum tuberosum*)、紫背天葵(*Gynura pseudochina*)等,或药用植物,如通脱木(*Tetrapanax papyrifens*)、土人參(*Talinum paniculatum*)等.双子叶植物野生种占该区野生维管植物总种数的 69.55%.可见双子叶植物是库区维管植物的重要组成部分.

该区双子叶植物中,所含种类最多的科为菊科(Compositae),共有 36 种;其次为豆科(Leguminosae),有 19 种;再次为蔷薇科(Rosaceae),有 17 种.所含种类最多的属为蓼属(*Polygonum*),共有 9 种;其次为茄属(*Solanum*),有 6 种;再次为蒿属(*Artemisia*)和悬钩子属(*Rubus*),均为 5 种.这些优势科属均为世界广泛分布类型.木本双子叶植物中,以落叶种类居多,它们往往是构成本区次生灌丛的建群种或优势种,如黄连木(*Pistacia chinensis*)、白栎(*Quercus fabri*)、化香(*Platycarya strobilacea*)、插田泡(*Rubus coreanus*)等,而常绿种类则较少,如火棘(*Pyracantha fortuneana*)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*).

2.3.2 单子叶植物

本次调查结果表明,开县前置库现有单子叶植物 19 科 74 属 99 种,其中野生植物 12 科 55 属 71 种;栽培植物有 13 科 23 属 28 种.栽培种类约占单子叶植物总数的 30%,它们主要是一些栽培的经济植物.如农作物品种,稻(*Oryza sativa*)、小麦(*Triticum aestivum*)、玉米(*Zea mays*);蔬菜品种,如芋(*Colocasia esculenta*)、薯蓣(*Dioscorea oppositifolia*)、蒜(*Allium sativum*)、蕉芋(*Canna edulis*)等;花卉园艺植物,如芭蕉(*Musa basjoo*)、美人蕉(*Canna indica*)、葱兰(*Zephyranthes candida*);竹类植物,如慈竹(*Sinocalamus affinis*)、毛竹(楠竹)(*Phyllostachys heterocycla*)、斑竹(*Phyllostachys bambusoides* f. *lacrimatae*)等.从科的分布看,这些栽培经济植物主要为禾本科(Gramineae)的种类.

该区单子叶植物中,所含种类最多的科为禾本科,共有 51 种,其次为百合科,有 13 种,再次为莎草科,有 8 种.所含种类最多的属为葱属(*Allium*),共有 5 种,其中大多为栽培的蔬菜种类;其次为苔草属(*Carex*)、芒属(*Miscanthus*)和马唐属(*Digitaria*),均为 3 种.该区野生单子叶植物中除慈竹、斑竹和毛竹 3 种为木本外,其余 96 种均为草本植物.因此该调查区域内的单子叶植物以草本为主.

2.4 开县前置库珍稀濒危保护植物

调查表明,根据《国家重点保护野生植物名录(第一批)》,开县前置库现有国家级珍稀濒危保护植物 9 科 9 属 9 种,属于国家一级保护的有 3 种,国家二级保护的有 6 种.在这 9 种植物中,栽培植物有 4 科 4 属 4 种,即苏铁(*Cycas revoluta*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)和莲(*Nelumbo nucifera*).其中除莲外,其余 3 种栽培范围均较窄,苏铁仅见于县城郊区居民的庭院中,仅有零星栽培;水杉仅见于南河大桥北岸的蔬菜地旁;而银杏在东河和南河沿岸、村落附近都有少量栽培,长势良好.

而本区的野生保护植物有 5 科 5 属 5 种,即金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)、野大豆(*Glycine soja*)、喜树(*Camptotheca acuminata*)、黄皮树(*Phellodendron chinense*)和野菱(*Trapa incisa*).其中,金荞麦在丰乐镇四环环治农场旁的山坡上、南河岸边、东河采石场的路旁均有成片分布.野菱见于库区的静水池塘中.野大豆见于东河沿岸灌木林下和灌草丛中.喜树见于渠口镇中原收费站附近向阳山坡的灌草丛中;黄皮树见于本区东河拟建坝址下游约 5 km 处的山涧河谷中,与盐肤木(*Rhus chinensis*)、插田泡、落葵薯(*Anredera cordifolia*)等混生于向阳灌木丛中,土壤腐殖质较厚.因此,除金荞麦在一些地段有成片分布外,其余 4 种植物数量均较为稀少.这可能与当地的耕作历史悠久,对自然植被的开垦力度过大有关.如当地少数群众常在溪边、河岸或路旁成丛成地挖取金荞麦的块根,并拿到集市上出售.

2.5 开县前置库植被分类方案

根据植物群落学-生态学原则^[7],开县前置库的植被可划分为 6 个植被型(以 A、B、C、D、E 和 F 表示),8 个群系组(以 Ⅰ、Ⅱ和 Ⅲ表示),18 个群系,名称前有“*”者为栽培植被.其植被分类方案如下:

A. 针叶林

Ⅰ. 暖温带针叶林

* 柏木(*Cupressus funebris*)林

Ⅱ. 亚热带针叶林

* 马尾松林

B. 阔叶林

. 落叶阔叶林

化香、黄檀 (*Dahbergia hupeana*) 林

* 刺槐 (*Robinia pseudoacacia*) 林

C. 竹林

. 单轴 (散生) 型竹林

* 毛竹林

. 合轴 (丛生) 型竹林

* 慈竹林

D. 灌丛

黄荆 (*Viex negundo*)、盐肤木灌丛

小果蔷薇、火棘灌丛

E. 草丛

斑茅 (*Saccharum arundinaceum*) 群落

白茅 (*Imperata cylindrical* var *major*) 群落

画眉草 (*Eragrostis pilosa*) 群落

狗尾草 (*Setaria viridis*) 群落

F. 水生植被

. 沉水水生植被

黑藻 (*Hydrilla verticillata*) 群落

. 浮水水生植被

浮萍 (*Lemna minor*)、紫萍 (*Spirodela polyrrhiza*) 群落

满江红 (*Azolla imbricata*) 群落

水花生 (*Alternanthera philoxeroides*) 群落

. 挺水水生植被

* 莲群落

芦苇 (*Phragmites australis*) 群落

2.6 开县前置库植被分布概况

2.6.1 针叶林

柏木林主要分布于拟建坝址下游 5 km 东河北岸的低山丘陵的中上部。此为人工群落,栽种不久,分层不明显。乔木层稀疏,主要为柏木,偶有黄檀、盐肤木,高度一般不超过 3 m。马尾松林分布于丰乐镇、镇安镇山坡的中上部,主要为 20 世纪 70 年代造林时留下。乔木层高 7~9 m,在生境条件优越的地方,马尾松林中往往混生白栎、化香、黄连木等阔叶树种。

2.6.2 阔叶林

化香、黄檀林主要见于开县渠口、镇安等地,在拟建坝址下游约 3 km 处的一些山地也有少量分布。乔木层高约 7~9 m,优势种有化香、黄檀、盐肤木等。灌木层高 2 m 左右,有腺叶石岩枫 (*Mallotus contubernalis*)、山乌桕 (*Sapium discolor*)、白栎等。草本层有野菊 (*Dendranthema indicum*)、黄泡子 (*Rubus ichangensis*)、野艾蒿 (*Artemisia lavandulaefolia*) 等。藤本植物有菝葜 (*Smilax china*)、秋葡萄 (*Vitis rotundifolia*)、羊角藤 (*Morinda umbellata*) 等。刺槐林见于开县临江至镇安段南河沿岸、山坡路旁等地,属人工林。因刺槐通常以根蘖繁殖,林内其它乔木不易生长。

2.6.3 竹林

竹林通常是由竹类植物组成的单优群落。调查区域仅有竹类植物 2 属 3 种,其中大多为引种栽培。

毛竹林见于开县镇安的丘陵山地,属于人工竹林。毛竹适合于气候温暖湿润、土层深厚、肥沃和排水良好的环境中生长。毛竹林在本区呈小片分布,乔木层主要为毛竹,高 6~8 m。灌木层高 1.2~3 m,主要有绿

叶胡枝子 (*Lespedeza buergeri*)、黄檀、化香等。草本层稀疏,高 0.4 ~ 0.7 m,有天名精 (*Carpesium abrotanoides*)、求米草 (*Oplismenus undulatifolius*)、三脉叶马兰 (*Aster ageratoides*)、蕨等。藤本植物有海金沙、何首乌 (*Polygonum multiflorum*) 等。慈竹主要见于调查区域内的田园、村落、沟谷附近。因栽培历史悠久在本区分布普遍。一般高 5 ~ 9 m,常呈丛生的灌木状,秆茎较粗,达 4 ~ 7 cm,枝叶稠密。林下灌木和草本植物较少。

2.6.4 灌丛

本区灌丛为原有的阔叶林遭到人为破坏后经逆行演替而形成的一类不稳定的次生植被类型。通常群落外貌多变,灌木种类较多,群落结构较为杂乱,分层不够明显。

黄荆、盐肤木灌丛分布于开县南河沿岸临江、镇安等地的低山缓坡。灌木层高约 2 m,主要由黄荆、盐肤木、化香、野蔷薇等组成。草本层有荇草 (*Athyrium hispidum*)、野艾蒿、白花败酱 (*Patrinia villosa*) 等。藤本植物有地瓜 (*Ficus tikoua*)、鸡矢藤 (*Paederia scandens*)、羊角藤等。小果蔷薇、火棘灌丛主要分布于南河、东河沿岸的山坡、路旁,以及丰乐镇的低山缓坡等地。群落中灌木多具刺,外貌绿色,呈团块状。盖度 60% 左右,高 1 ~ 2 m,结构零乱,分层不明显,常见的灌木有小果蔷薇、火棘、野桐 (*Mallotus apelta*)、盐肤木、绿叶胡枝子等。草本层有蜈蚣草 (*Pteris vittata*)、爵床 (*Rostellaria procumbens*)、野艾蒿、狗尾草 (*Setaria viridis*) 等。

2.6.5 草丛

斑茅 (巴茅) 群落主要分布于丘陵山地的中下部、南河和东河的滩地、河岸。通常为单优群落,斑茅高 1.0 ~ 2.5 m。下层的草本植物株高一般为 0.5 m 左右,主要有水蓼 (*Polygonum hydropiper*)、酸模叶蓼 (*Rumex crispus*)、醴肠 (*Eclipta prostrata*) 等组成。藤本植物有鸡矢藤、杠板归 (*P. perfoliatum*)、乌莓 (*Cayratia japonica*) 等。

白茅群落广泛分布于调查区域内的丘陵、山地、河谷、坡地。草丛高度 0.7 ~ 1 m。由于白茅的生活力强,地下茎四处延伸,所以往往形成单优群落。伴生种类较少,主要有鸡眼草 (*Commersonia striata*)、龙牙草 (*Agrimonia pilosa*)、马兰 (*Kalimeris indica*)、狗尾草、野菊、白莲蒿 (*Artemisia sacronum*) 等。

画眉草群落在调查区域内分布面积较小,见于南河湿地和临江废弃的农田内。草丛高约 0.6 m,优势种有画眉草 (*Eragrostis pilosa*)、旱稗 (*Echinochloa hispidula*)、伴生种有艾蒿 (*Artemisia argyi*)、铁苋菜 (*Acalypha australis*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*) 等。

狗尾草群落分布面积较小,散见于山坡、道旁。草丛高约 0.6 ~ 1 m,优势种为狗尾草,有时伴生野菊、野艾蒿、夏枯草 (*Ajuga decumbens*) 等。

2.6.6 水生植被

根据生活型的不同,调查区域内的水生植被主要有:沉水水生植被、浮水水生植被和挺水水生植被。

黑藻群落分布于开县丰乐镇四环环治农场附近水沟旁。黑藻为多年生沉水草本,适于在静水池塘或流速较缓的水沟中生长,因调查区域沟浅水急,黑藻生长不良,仅在水沟弯曲处呈丛生长。水深约 0.3 ~ 0.6 m,水体透明度大。盖度约 20% ~ 30%,并常伴生有稗 (*Echinochloa crusgalli*)、水蓼、水花生等植物。

浮萍、紫萍群落和满江红群落分布于开县临江镇蔬菜地旁的池塘中,以及丰乐镇低山缓坡的池塘内。因优势种浮萍、紫萍和满江红的无性繁殖发达,所以常常布满池塘,盖度可达 90% 以上。水花生群落见于调查区域内的一些池塘及静水河流的岸边,常为单优群落,水花生互相缠绕在一起,蔓延漂浮于水中。此外,该种为水陆两栖植物,在库区的部分撂荒地中也可形成单优群落。

莲群落见于开县丰乐镇低山缓坡的池塘内,以及村落边地势低洼的农田内。属人工栽植的单优群落。芦苇群落见于南河、东河、桃溪河的滩地或浅水中,以及库区部分池塘及河岸上。因地下茎发达,常形成单优势种的群落。群落高度一般 1.5 ~ 3 m,盖度可达 60% ~ 80%。

可见开县前置库的植被类型多样,植被的次生性质明显,主要为草丛和少量灌丛群落。

3 开县前置库消落带植物多样性的恢复原则

前置库建成蓄水后,由于存在季节性的水位变化,在 168.5 m 与 175 m 之间将会出现面积近数 10 km² 的消落区。消落区的形成可能产生一系列严峻的生态与环境问题,如岸边污染带的形成、可能诱发流行性

病情和疫情的发生、消落区的环境地质灾害加剧、消落区植物多样性受损、生态系统更为脆弱等等,因此必须重视库区消落带的生态重建工作。为了更好地达到“以水治害”、“以水兴利”和综合利用的目的,消落区的生态重建工作应该遵循以下原则:

(1)工程措施与生物措施相结合原则^[8]。首先,构建“库中库”的方案,即在小江彭溪河渠口段地质结构较好的地段修闸建坝^[11]。其次,为了加快消落区的生态恢复进程,可以考虑在蓄水前对易于冲刷坍塌的山体地段,事先采取陡改坡或平地。在消落区的关键地段,采取工程手段改变坡地地形,并与生物措施相结合,构建生态防护坡面。

(2)植被恢复为先导的原则。由于季节性裸露和淹没,流水的反复冲刷,人类的频繁活动,消落区将成为生态脆弱区,极易发生自然灾害、泥沙淤积及水体污染等。而生态重建是一个复杂的系统工程,它涉及到土壤、水分、生物等诸多因子的变化与机理。根据植被恢复为先导的原则,应该优先考虑构建消落区的植被恢复。因为植物多样性的发展,将为昆虫、鸟类等提供食物;多样的植被具有多层的根系,将为土壤动物和微生物提供生境;不同生活型的植物将为生态系统创造更多的异质性空间,从而容纳更多的生物种类。而生物多样性的增加,将有助于生态系统稳定性的增加。

(3)生态位分化原则。每种生物在生态系统中总占有一定的资源和空间,因此恢复和重建消落带这样的退化生态系统,可以构建较高物种多样性的复合生态系统,使得不同物种在水平空间、垂直空间和地下根系的生态位上分化,在180 m以上构建复合农林生态系统带(A);在175 m~180 m之间构建防护林带(B);在174 m~175 m之间构建耐水湿植物带(C);在172 m~174 m之间构建水生植物带(D)。为此应分别选用不同生活型的植物,进行乔、灌、草、藤的合理搭配,在大力选用乡土植物的同时,考虑到恢复的时效性,采用乡土植物与外来植物的有机结合,合理选用耐污抗逆种类。如A带可以种植柑(*Citrus reticulata*)、桔(*C. sp.*)等经济树种和马尾松、柏木、全缘叶栎树(*Koelreuteria bipinnata* var. *integrifolia*)、刺桐属(*Erythrina*)等材用树种。B带可种植池杉(*Taxodium distichum* var. *imbricarium*)、落羽杉(*T. distichum*)、水杉、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、垂柳(*Salix babylonica*)、意杨(*Populus × canadensis*)等耐水湿乔木,或刺槐、黄葛树(*Ficus lacor*)、构树(*Broussonetia papyrifera*)等在当地适应性强的树种,以及水麻(*Debregeasia edulis*)、插田泡、地桃花(*Urena lobata*)、红花锦鸡儿(*Caragana rosea*)等灌木或慈竹等竹类。草本可种植斑茅、拂子茅(*Calamagrostis epigejos*)、荻(*Miscanthus sacchariflorus*)、水芹(*Oenanthe javanica*)、野芋(*Colocasia antiquorum*)等根系发达并耐水湿的种类。藤本可种野葛(*Pueraria lobata*)、过江藤(*Phylla nodiflora*)、地瓜、爬山虎(*Parthenocissus tricuspidata*)、中华常春藤(*Hedera helix* var. *sinensis*)等种类。C带可种植香根草(*Vetiveria zizanioides*)、菖蒲(*Acorus calamus*)、芦苇(*Phragmites australis*)、香蒲(*Typha orientalis*)、灯心草(*Juncus effusus*)、荻等种类。在恢复的早期阶段,B、C带可考虑采用生物浮床。D带可种植黑藻、伊乐藻(*Elodea nuttallii*)等沉水植物;莲、水鳖(*Hydrocharis dubia*)、菱(*Trapa sp.*)等浮水植物;芦苇、香蒲等挺水植物种类。

此外,为了更好地保育当地的植物多样性,应该加大宣传教育力度,进一步增强当地群众的环境保护意识;积极开展消落带的生态重建机理研究,科学进行生态规划,并且加强管理,健全各项制度,正确处理好开发与保护的关系,真正做到兴利除弊,以水兴利,构建人与自然的和谐关系,走可持续发展的道路。

致谢:感谢开县政府和操家顺、李建宏教授对野外工作的大力支持!

[参考文献]

- [1] 涂建军,陈治谏,陈国阶,等. 三峡库区消落带土地整理利用[J]. 山地学报, 2002, 20(6): 712-717.
- [2] 任雪梅,杨达源,徐永辉,等. 三峡库区消落带的植被生态工程[J]. 水土保持通报, 2006, 26(1): 42-44.
- [3] 翟洪波,赵义廷,魏晓霞. 三峡库区珍稀植物资源保护对策[J]. 生态学杂志, 2006, 25(3): 323-326.
- [4] 彭镇华. 中国长江三峡植物大全[M]. 北京:科学出版社, 2005.
- [5] 宋永昌. 植被生态学[M]. 上海:华东师范大学出版社, 2001.
- [6] 张光富,陈会艳,陈瑞冰,等. 南京近郊自然湿地维管植物群落特征[J]. 生态学杂志, 2007, 26(2): 120-126.
- [7] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京:科学出版社, 1980.
- [8] Bain M B, Harig A L, Loucks D P, et al. Aquatic ecosystem protection and restoration: advances in methods for assessment and evaluation[J]. Environmental Science & Policy, 2000, 3: 89-98.

[责任编辑:孙德泉]