

# 三峡库区消落带土地整理利用 ——以重庆市开县为例

涂建军<sup>1</sup>, 陈治谦<sup>1</sup>, 陈国阶<sup>1</sup>, 李德清<sup>2</sup>

(1. 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 重庆市开县国土资源和房屋管理局, 重庆 405400)

**摘要:**三峡工程建成后随水库年度运行将在库区两岸形成垂直落差 30m 的永久性消落带, 最大出露面积达 11000hm<sup>2</sup>, 通过各种途径开展土地整理, 合理利用消落区内土地资源不仅可在一定程度上缓解人地矛盾, 而且对于改善库区生态环境也有积极意义。重庆市开县消落带土地面积达 4250hm<sup>2</sup>, 利用潜力巨大, 且其开发利用模式极具代表性。在总结国内水库消落带利用的成功经验基础上, 结合开县实际, 提出 4 种消落带土地整理利用模式, 即工程防护模式、季节性农耕模式、生物工程模式、水产养殖模式。

**关键词:**消落带; 土地整理; 三峡库区; 开县/重庆

**中图分类号:**F33/37.11

**文献标识码:**A

## 1 对库区消落带的基本认识

### 1.1 库区消落带的形成

水库的消落带又称消落区或涨落带, 是指由于水库季节性水位涨落而使库区周边被淹土地周期性出露于水面的一段特殊区域<sup>[1,2]</sup>, 通常指水库死水位至土地征用线之间的地貌单元, 是在水生生态系统和陆生生态系统交替控制下的特殊的地域综合体。

根据三峡工程方案, 为了使水库长期保持绝大部分有效库容, 三峡水库将采取“蓄清排浑”的运行方式, 即在每年汛期(6~9月), 长江上游来沙量最大之前, 将水库水位降至 145 m, 并在汛期开闸放水排沙; 而在汛期后(10月开始)开始蓄水, 一般 10月底蓄水至正常高水位 175 m, 并保持至 11~12月; 1~4月为供水期, 水位逐步降至 156 m, 5月底降至防洪水位 145 m。这样, 库区水位冬季最高保持在 175m, 夏季最低保持在 145m, 从而在 1年内形成垂直落差 30 m(145 m~175 m)的消落带。据有关专家测算, 夏半年库区消落带出露陆地面积最大可达 11 000 hm<sup>2</sup>, 可利用的土地面积约 8 000 hm<sup>2</sup>~9 000 hm<sup>2</sup>, 即使在汛期发生较大洪水时, 也有近 7 000 hm<sup>2</sup>

的土地可供利用<sup>[2]</sup>。

通过各种途径开展土地整理, 合理利用消落区内土地资源是十分必要的。这对于扩大库区移民安置容量、提高粮食保障能力、减少库周水土流失、改善库区生态环境、推动库区社会经济发展具有重要意义。

开县作为三峡库区受淹面积最大的县, 消落带土地面积达 6 万余亩, 消落带土地的整理利用具有代表性。通过开展土地整理, 合理利用消落区土地资源, 不仅可以在一定程度上缓解人地矛盾, 同时也可作为消落带的利用提供成功的经验。

### 1.2 消落带的特性

#### 1.2.1 资源特性

消落带是一种具有多种功能的宝贵资源。作为水库的一部分, 消落带大量存在的持水性能良好的水生植物, 对抑制洪水, 防止暴雨及水流冲刷江岸造成的水土流失有巨大的保护作用; 而在退水成陆期间, 消落带又具有大农业开发利用价值<sup>[2]</sup>。受库区水位周期性涨落的影响, 消落带是库区生态系统中能量、物质的输移与转化的活跃地带, 它具有较强的截留来自农田径流和非点源污染(氮、磷、碳)的生态功能, 有利于对有机污染物的滞留、富集和降解, 对

收稿日期:2002-08-02; 改回日期:2002-11-02。

基金项目:中国科学院创新项目(KZCX2-316)、国务院三峡工程建设委员会办公室万县生态环境试验站联合资助。

作者简介:涂建军(1973-), 男, 博士生, 西南师范大学资源环境科学学院讲师。研究方向为区域环境与发展。电子邮件: tjz@sohu.com; 电话: 028-85223827; 023-68289620。

于改善水质、净化污水、提高鱼类和野生动物栖息地、保护生物多样性及发展渔业生产具有重要作用。而且消落带还是交通港口、淡水资源、旅游目的地的场所,是库区人民重要的生存环境。所以,消落带不仅是一种具有多种功能的土地资源,而且是一种具有较高缓冲容量和环境净化和保护功能的资源,可以为库区中小城镇污水处理的复合生态环境工程提供土地资源和水资源。

### 1.2.2 水土活动特性

三峡水库是年调节水库,水位消落期为一个月,水位从 175m 降到 145m,水位上升期也是一个月,水位从 175m 降到 145m。水位在短时间内的涨落变化使消落带产生较为强烈的土壤侵蚀。在土质坡面或土石坡面,当水位降落时会发生溯源侵蚀,土壤颗粒向下移动,并在一定范围沉积,使局部侵蚀基准升高;当水位上升时,坡面受到水的浸泡,土壤内摩擦角减小,抗蚀性降低,被冲刷剥离。在正常蓄水位时,由于来水、来沙和边界条件变化不大,泥沙在消落带发生落淤,并且泥沙颗粒沿坡面出现较明显的分选作用。如果上游的植被好,淤积物中的有机质含量就高,有利于耕种;如果上游植被盖度较低,则水土流失严重,淤积物多为砂质,可耕性较差<sup>[3]</sup>。

### 1.2.3 景观特性

消落带介于陆生生态系统(水库征用线以上)和水生生态系统(水库死水位以下)之间,按照景观分类,消落带应属于湿地景观,其景观格局在水平方向表现为较为明显的水平层次性<sup>[3]</sup>。相邻两个景观之间的界面因水库水位的变化而发生周期性移动,但库岸陆地景观的底部边界则相对比较稳定。交错带的景观变化较大,其尺度、要素以及结构都会随水位的变动而变动。水体景观与交错带景观在年际内相互渗透、相互交错,在不稳定边界的影响下,形成一种不稳定的景观格局。

### 1.2.4 生态特性

消落带是水陆交错带的一种,是最典型的生态过度带。由于水库水位在一年中周期性的涨落,消落带受到水生生态系统和陆生生态系统的交替控

制,使得液相物质与固相物质相互交接,出现了一个既不同于水体,也不同于土体的特殊过渡带,其受力方式及强度,以及频繁的侵蚀与堆积等,使得这一交界带呈现不稳定的特征,属于生态环境脆弱带(ECOTONE)<sup>[4]</sup>。由于遭受水陆交替的高度干扰,使其生态功能极不稳定,难以形成边际效益<sup>[5]</sup>,生物群落的潜入和发育较为困难,生物多样性指数降低,是一种脆弱的水陆交错带。因此,在对其开发利用时,一定要因势利导、因地制宜、因时制宜,避免生态环境功能退化。

## 2 开县消落带概况

开县位于三峡水库小江支流尾端,由于三里河谷河床平坦、地势开阔,致使开县受淹严重。根据水库淹没实物指标调查结果,三峡水库坝前 175m 蓄水位将淹没开县陆地面积 4 640 hm<sup>2</sup> (其中耕地 2 618.73 hm<sup>2</sup>、河滩地 71.07hm<sup>2</sup>、园地 555.6 hm<sup>2</sup>、林地 56.27 hm<sup>2</sup>),水域面积 910hm<sup>2</sup>,位居库区 22 个区、市、县之首。水库建成后开县库面总面积达到 55.5 km<sup>2</sup>,库岸总长度 401.2 km。

消落带成陆的时期和范围随着水库的调度运行而呈有规律的变化。开县消落带出露面积和变化规律一方面受三峡库区消落带总体变化的制约,同时还受到来自小江的影响。根据有关研究结果,开县消落带不同月份成陆面积如表 1 所示<sup>[6]</sup>。

从表 1 分析,成陆期间消落带出露的土地面积最大可达 4250hm<sup>2</sup>。根据消落带水位变化规律,可将开县消落带土地资源分为三个区域(见图 1)。

I 区:高程在 175 m ~ 162 m 间,该区土地出露时段为 3 ~ 10 月中旬左右,历时 220 d 左右,共出露土地 2 090 hm<sup>2</sup>;

II 区:高程在 162 m ~ 155m 之间,该区土地出露时段为 4 ~ 10 月上旬,历时 190 d 左右,出露的土地面积为 1 700 hm<sup>2</sup>;

III 区:高程在 155 m ~ 145 m 之间,该区土地出露时段为 5 ~ 10 月初,历时 150 d,出露的土地面积为 500 hm<sup>2</sup>。

表 1 开县消落带各月成陆面积

Table 1 The Land Area of the Water-level-fluctuating Zone in Kaixian County in Different Month

月份	1	2	3-4	5	6-9	10
水位(m)	175 ~ 170	170 ~ 165	165 ~ 160	155	145	145 ~ 175
面积(hm <sup>2</sup> )	1,000	1,980	3,020	3,750	4,250	

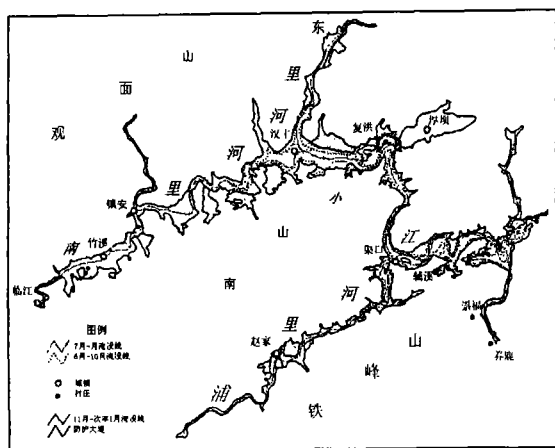


图1 开县库区土地淹没图

Fig.1 The Inundated Land of the TGP in Kaixian County

根据开县消落带地质、坡度条件,以及开发整理的难易程度,可将开县消落带划分为两大区域。

I区:开县平行岭谷地带,该区消落带坡度较为平缓,开发整理过程中不易造成严重的生态环境破坏,主要分布在江里河、浦里河和东里河三条较为开阔的河谷平坝地区,面积大约 3 500  $\text{hm}^2$ ;

II区:小江横切川东平行岭谷地段,即开县境内小江横切东北向的铁峰南山区,该区的消落带坡度较大,对其开发整理容易造成新的水土流失,范围大致在渠口镇——复洪之间即崇福的小江地段,面积约为 700  $\text{hm}^2$  左右。

### 3 消落带土地整理模式

消落带土地整理,一方面可采取工程防护措施,使土地免受淹没,从而得到永续利用;另一方面可采取农耕农艺及生物措施,因地、因时制宜利用消落带内的土地资源。

#### 3.1 工程防护模式

根据三峡工程初步设计水库淹没处理及移民安置规划,库区共设置 19 片农田农庄防护,除茅坪溪防护的土地不完全处在消落带外,其余 18 片防护均属消落带土地的防护利用,共计防护土地 19.31  $\text{km}^2$ ,耕园地 1 397.7  $\text{hm}^2$ <sup>[7]</sup>。其中开县规划设置 15 片防护区,防护总面积 1 320  $\text{hm}^2$ ,保护淹没人口 2.6 万人、耕园地 908.33  $\text{hm}^2$ ,防护区涉及 8 个乡镇,50 个行政村。防护区内农业生产条件优越,土层深厚、土壤肥沃,光热水资源组合条件好,复种指数高,农作物大多一年三熟,是开县的主要农业生产基地。除三皇庙采取低地回填外,其它防护区均采用在河漫

滩或一级阶地修建防护堤,汛期防护区内来水利用排水闸自排,汛后来水通过泵站抽排。防护方案是分片防护,对三峡库容影响较小,当遇超标准洪水时,操作灵活,措施可靠,而且投资较省,运行费用低,经济上可行。

#### 3.2 季节性农耕模式

在充分考虑考虑消落带水位消涨规律、汛期洪水、当地农事活动等因素的基础上,以满足农作物生长期所要求的最短时间为前提,对消落带不同海拔高程的土地进行季节性整理利用<sup>[2,6,8,9]</sup>。

消落带上部海拔高度在 165 m 以上,每年 2 月三峡水库水位 95% 的时间在海拔 165 m 以上,而三、四月份正值开县大春作物开始播种时期,因此,位于海拔 165 m 以上地区进行大春作物的生产是可行的;同时海拔 165 m 以上的消落带也是防护工程的集中分布地区,在未被防护的高海拔消落带内,如海拔 173 m 以上的地段可进行简单的土地整理就可以常年利用,如可将农田挖沟填高,高处作农田,低处作池塘,蓄水养鱼,也可作为七八月伏旱时的水源。

消落带中部位于海拔 165 m ~ 155 m 间,受淹土地出露时间为 5 ~ 10 月上旬,大约有 150 d 左右。因三峡水库枯水期消落最低水位是 155 m,该区出露土地位置较高,不易被汛期洪水淹没,利用保证率高,可利用时间较长,基本可以保证大春作物的生长,在利用上可以考虑种植生长期 150 d 左右的作物。消落带中部土地整理主要是采用农耕措施深挖土,降低土壤容重,使下层土壤松软,有助于保水和土壤好气性微生物活动,并通过晒田,促进还原物质的氧化,有效利用淹没期淤积的有机质等营养元素。

消落带下部地区位于海拔 145 m ~ 155 m 间,每年有 8 个月的时间被水淹没,仅在 6 ~ 9 月出露水面。该区海拔高程较低,易受汛期洪水的短期淹没,利用保证率差,因此水文预报是该区利用土地必不可少的条件。可根据水库水量的预报,在有限时间内栽种短季农作物,也可考虑湿生植物和水生蔬菜的种植。消落带下部的土地整理重点是在作物生长期内防止土地被淹而积水,短期内可采用抽排的方式,排干部分积水,若淹没时间过长,应积极抢收作物,避免损失。由于这一地区土地受淹时间长,各种淤积物较多,故在栽植作物前需进行一定的清淤工作。

#### 3.3 生物工程模式

采用生物措施整理消落带土地主要是指通过发

展林业和牧草业保护库岸,减少水土流失,保护生态环境。

### 3.3.1 林业模式

由于开县消落带消涨高差大约 30 m,在海拔低的消落带由于冬季水深达 20~30 m,树木无法存活,因此栽种树木的主要区域是消落带上部海拔 175m 以上地区。根据树种功能不同,可分为库岸防护林和经济防护林两类<sup>[2,10]</sup>。

#### 1. 库岸防护林

库岸防护林可布置在库岸下部容易遭受冲击破坏的地带,林带宽度应能充分保障岸堤稳定,一般为 10 m~20 m 宽。在质地疏松及受风浪冲击强烈的迎风岸坡,应加大林带宽度和造林密度。在坡度缓、浸水浅、冲蚀弱的库岸地带,可采用乔、灌、草结合的紧密结构林带。在岸坡陡、浸水深、侵蚀严重的库岸地带,为减缓岸坡坍塌速度,可以结合工程措施,全部栽植灌木或待水库运行几年,待形成稳定的岸滩后再造林。如正常蓄水位以上的集水区为荒坡,应结合营造护坡林从岸边到库坡进行全面造林,以增强拦截径流泥沙的效果。对于进入水库的支流和冲沟,为截留拦截来自河沟集水区的径流泥沙,可在河沟回水线以上正常水道两侧缓坡滩地上营造过滤林,一般采用多带式紧密结构。

#### 2. 经济防护林

经济防护林的建设能同时兼顾经济效益和生态效益。三峡水库形成后,由于大面积水域环境,必然影响到库区小气候的变化,主要表现为冬春气温升高,夏秋气温降低,气温年较差缩小,相对湿度增大<sup>[11]</sup>。针对这一变化,可选择适宜的特产水果或其他经济林木进行栽种(如桃、梨、柑桔、荔枝等水果以及油橄榄、油桐等经济林木),将经济林带建设与防护性水土保持林的构建结合起来,促进库区特色经济的发展。

### 3.3.2 牧草模式

利用消落带水位消退后所形成的水肥较好的土地可发展具有保土固沙、防止水土流失的牧草。低海拔地区消落带由于夏季出露时间短,且经常受到洪水威胁,进行种植业生产往往损失较大。而在这些低海拔消落区容易生长禾本科、莎草科等为主的草丛或沼泽植物。有些草类地上部分在高水位时被淹死,但地下营养器官仍能存活,并于次年春夏萌生新的植株,其在未淹时是牛羊等草食牲畜的优质饲料,被水淹时可成为草食性鱼类的饲料。而且,草类

植物一般具有发达的根系,纵横交织成紧密的根网,固土能力强,在水消退之后可迅速覆盖地面、减少径流冲刷和库岸风浪的侵蚀,具有良好的水土保持功能。因此,在适宜种草的消落带引进优良草种,推广科学管理方法,使防止水土流失、护岸固坡与发展多种经营相结合,充分发挥土地的经济价值和生态价值。

### 3.4 水产养殖模式

依消落带水陆交替的时期、频率和区域范围,水产养殖可采取坝拦或网拦、种植饲草和草—鱼轮作等模式<sup>[12]</sup>。

#### 3.4.1 坝拦或网拦

在消落带中选择入口窄、腹地宽、底质平、库周集雨面积较小、高程 165 m~175 m 间的库湾或库汉,利用泥土、条石等材料筑坝或网片拦截将局部区域与大库隔离,形成养殖环境条件较为稳定、生产管理更加方便的全年或阶段性养殖区域。借助库周集雨、溪流注入或随水库水位涨落而自流交换养殖水体,实现全年或阶段性养殖,但要求堤坝必须具有良好的保水性能。在一些有溪流注入、坡度平缓的库湾,可依地形梯度在不同高程处修筑梯级堤坝,下级库湾以鱼种培育为主,生产周期为每年 5~10 月,上级库湾以成鱼养殖为主,形成鱼种基地与成鱼养殖基地的“串联库湾”<sup>[13]</sup>。此外,坝基高程接近水库正常高水位的坝拦库湾除用于养殖外,尚有蓄水功能,可为消落带种植业和畜禽养殖提供生产用水。另外,还可在消落带内较低高程处采取坝拦与网拦相结合的方式,具体做法是先修筑数米高的土、石坝,坝上再设置拦网或竹栅形成相对封闭的养殖水域。水位低时通过坝拦蓄水,确保养殖安全;水位升高超过坝高时网拦可以阻止鱼类外逃,避免造成损失。

#### 3.4.2 种植饲草

消落带淤积层适合饲草种植。从目前主要饲草种类的种植季节来看,在水库正常低水位的 5~9 月,至少有苏丹草、稗草、小米草、黄豆等饲草可供种植,尚有许多草种可用于正常高水位高程以上区域的全年种植。饲草种植应与库岸保护、水土流失防治结合起来,将种植区域布置在坡度较陡、水土流失严重的消落带。为防止草还未长密就遇到大雨或被河水淹没冲刷,在种植技术上建议采用培土移栽的方法种植<sup>[14]</sup>,让草根扎稳,避免产生新的水土流失。同时还可选择水深 5 m~6 m、水流缓慢处,特别是有河流注入的库湾上游处,种植香蒲、芦苇、芡实等挺

水植物以及眼子菜、苦草、金鱼藻等沉水植物,为产粘性卵鱼类提供良好的自然产卵场所<sup>[13]</sup>。

#### 3.4.3 草—鱼轮作

草—鱼轮作是指在消落带内同一区域退水成陆时种植饲草,蓄水淹没后放养鱼类从事养殖。草—鱼轮作的基本方法是采用土、石坝围拦坡度较缓、底形平坦的库湾,库底干涸的冬春季种植饲草,6~10月鱼类生长旺季淹水放养鱼类。饲草除用作饲料外,而且被水淹没后可肥水为养殖鱼类培育天然饵料来源。该模式对消落带水位变幅、地形条件等有较高要求。

### 4 消落区土地整理应注意的问题

#### 1. 避免产生地质灾害

消落带土地整理过程中可能出现的地质灾害主要有崩塌、滑坡、错落、剥落、冲刷磨蚀,其中以崩塌最为普遍。影响滑坡、崩塌的因素有降雨强度、累积降雨量、堤岸岩土性质、堤岸坡度和风浪等。开县消落带大部分地段为河洪冲积物,多数以次生紫色岩土堆积为主,结构松散、破碎,整体持续性差,因此,在对以浅层堆积物为主的消落带土地进行整理利用时,必须考虑到滑坡、崩塌以及造成的消落带变形,从而因地制宜地加以改造利用。在坡度大于15°的消落带土地上,必须经过必要的整理后才能利用,以避免造成新的水土流失和地质灾害,影响三峡工程的使用寿命。开县消落带中应加以防护的地段比较集中于渠口镇附近,该处由于小江横切川东平行岭谷,消落带坡度较大,一般为20°~30°,很容易造成塌岸滑坡,因此,应尽量避免在此区域开发利用土地,应采取工程和生物措施积极加以预防。

#### 2. 防止水体污染

由于库区水位周期性涨落,消落带成为库区生态系统中能量、物质输移和转化最活跃的地带,对外界变化反应十分敏感,属于生态脆弱带,表现为消落带生态系统中灾变承受阈值弹性小,可能受到来自水陆的交叉污染。今后,造成消落带土地及水体污染的主要污染源有工业生产产生的废水废渣、农业生产造成的面源污染以及城镇居民生活产生的生活污水和固体垃圾等。因此,在对消落带土地进行整理利用过程中,应尽量不使用化肥和农药,避免造成面源污染;同时要将土地整理与土壤改良结合起来,逐步将土壤中的污染物置换出来;对畜牧业和水产养殖业要严格控制规模,防止水体富营养化;在水位

上涨前应及时清理各种固体污染物,严防各种污物进入水体。要注重构建良好的湿地生态系统,通过系统的自我调节,增强自净能力,控制污染。

#### 3. 保水和排水相结合,避免伏旱与湿害影响

三峡库区是我国著名的伏旱区。根据近30a来的气象统计资料,开县伏旱的发生频率达57%,这对当地的大春作物构成巨大威胁。因此,消落带土地整理应与保水抗旱结合,要采取一些水利工程措施,在水位下降时拦蓄一定水量,抵御旱灾。另外,水库蓄水后,由于潜水面提高,部分地区会受到湿害威胁<sup>[11]</sup>,造成土壤水分过多,早春土温低,微生物活动弱,养分释放慢,土壤中还原物质增多,如无有效排水措施,将会影响农作物生产,甚至造成土地退化。因此,必须在消落带土地整理过程中,安排好排水设施。

#### 4. 防治各种疾病

三峡工程建成后对人群健康影响主要表现在自然疫源疾病的发生<sup>[15]</sup>。水库蓄水后将迫使鼠类等疫源体和传播媒介向高处迁移,而汛期水位下降后它们又会在消落区活动,这种有规律的季节性迁徙,可能引起流行性出血热和钩端螺旋体病的自然疫源地扩大,强化这些病在消落带及周边地区扩散;另外,由于开县大部分消落带地势平坦,极易集水成塘,有利于按蚊孳生,如不采取措施,有可能导致疟疾流行加剧<sup>[11]</sup>。加之在土地整理过程中,人们要直接接触消落带内的土地,可能会引发各种疾病的发生,必须引起各方面的足够重视。

#### 5. 科学规划,加强管理和引导

根据国家有关规定,水库征用线以下土地属国家所有。目前已有的一些水库消落带土地尚处于当地民众自发开发利用状态,存在着盲目开发、粗放经营、生态环境恶化等问题<sup>[1]</sup>。因此,为最大限度地发挥三峡库区消落带的经济和生态功能,必须对消落带的土地利用进行科学的规划,消落带土地利用规划要服从三峡水库的防洪、发电、航运等要求,服务于库区经济社会的可持续发展。要打破行政地域界限,统一开发和保护,切不可为了局部的、暂时的利益而损失水库的整体利益。要积极探索消落带土地经营的新模式,建议由相关部门组建三峡库区消落带综合开发总公司,享有对这一特殊土地的统一开发经营权,并承担土地增值的职责。同时,也可采取出让土地使用权的形式,鼓励社会各界投资开发消落带丰富的土地资源,并出台相应的优惠政策。要

加大监管力度,杜绝在消落带布置有污染的产业和企业。

### 参考文献:

- [1] 丹江口水库移民系统研究课题组.丹江口水库移民系统研究[M].北京:科学出版社,1993.475.
- [2] 刁承泰,黄京鸿.三峡水库水位涨落带土地资源的初步研究[J].长江流域资源与环境,1999,8(1):75~80.
- [3] 牛志明,解明曙.三峡库区水库消落区水土资源开发利用的前期思考[J].科技导报,1998,4:61~62,6.
- [4] 牛文元.生态环境脆弱带(ECOTONE)的基础判定[A].见:马世骏主编.现代生态学透视[M].北京:科学出版社,1990,46~53.
- [5] 马世骏.边际效应与边际生态学[A].见:马世骏主编.现代生态学透视[M].北京:科学出版社,1990,43~45.
- [6] 刘宏伟.三峡工程库区消落带开发利用研究——以开县为例[学位论文][D].重庆:西南师范大学,1998.
- [7] 李殿球,孙春霞,蒋建东.三峡水库消落区土地防护利用规划及其评价[J].人民长江,1999,30(11):18~20.
- [8] 邱锡成.小浪底水库消落区土地利用研究[J].河海科技进展,1993,13(3):63~67.
- [9] 谢会兰,张学勇.黄壁庄水库消落区土地资源的合理利用[J].资源开发与保护,1991,7(2).
- [10] 江刘其,陈煜初.新安江水库消落区种植挺水树木林研究初报[J].浙江林业科技,1992,12(1).
- [11] 长江水利委员会编.三峡工程生态环境影响研究[M].武汉:湖北科学技术出版社,1997.170~191.
- [12] 陈昌齐,叶元土,刘方贵,等.三峡水库重庆库区消落带渔业利用初步研究[J].国土与自然资源研究,2000,1,51~54.
- [13] 曹克驹,郑光明,周模楷,等.丹江口水库消落区的变动特点及其渔业利用的探讨[J].水利渔业,1999,2,17~20.
- [14] 林清娣,李铭侃.水库消落区种草养鱼试验[J].水利渔业,1997,6,36~37.
- [15] 刘邵权,陈国阶,陈治谏.三峡库区山地生态系统预警[J].山地学报,2002,20(3):302~306.

## A Study on Land Consolidation and Utilization of the Water-level-Fluctuating Zone in the Three Gorges Reservoir ——A Case Study of Kaixian County, Chongqing City

TU Jian-jun<sup>1</sup>, CHEN Zhi-jian<sup>1</sup>, CHEN Guo-jie<sup>1</sup>, and LI De-qing<sup>2</sup>

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS and Ministry of Water Conservancy, Sichuan Chengdu 610041 China;

2. Kaixian County Bureau of the Land Resources and Houses Management, Chongqing, 405400 China)

**Abstract:** After the Three-gorges Project is completed, a 30 meters high water-level-fluctuating zone(WLFZ) will appear along with the both banks, the largest area of which is about 11,000hm<sup>2</sup>. Rationally exploiting the land in the WLFZ not only will allay the contradiction between man and land, but also is very useful for improving the condition of ecological environment in the Three gorges Reservoir. The area of the WLFZ is 4250hm<sup>2</sup> in Kaixian county, Chongqing City, which is a typical case of the land consolidation use in WLFZ. On the basis of summing up the experience of exploiting the WLFZ in China and the practical work in Kaixian county, four kinds of land use models in the WLFZ are presented, which are the integrated sheltering of farm land, the seasonal using model, the biological engineering model, and the aquatic cultivation model.

**Key words:** the water-level-fluctuating zone(WLFZ), land consolidation, three gorges reservoir, Kaixian county Chongqing