

重庆三峡水库消落区 生态治理及苗木繁育技术研究

王正春 等◎著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

重庆三峡水库消落区 生态治理及苗木繁育技术研究

王正春 罗 韧 娄利华 吕圣富 陈桂芳 著
周 恺 王轶浩 蒋海艳 任 立

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

重庆三峡水库消落区生态治理及苗木繁育技术研究/王正春,等著. —武汉:华中科技大学出版社,2016.9

ISBN 978-7-5680-2086-2

I. ①重… II. ①王… III. ①三峡水利工程-水库环境-环境管理-研究-重庆市 ②苗木-育苗-研究-重庆市 IV. ①X143 ②S723.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 183255 号

重庆三峡水库消落区生态治理及苗木繁育技术研究

王正春 等著

Chongqing Sanxia Shuiqu Xiaoluoqu Shengtai Zhili Ji Miaomu Fanyu Jishu Yanjiu

策划编辑:金 紫

责任编辑:叶向荣

封面设计:原色设计

责任校对:刘 竣

责任监印:张贵君

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:6.5 插页:20

字 数:144千字

版 次:2016年9月第1版第1次印刷

定 价:68.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

内容提要

本文系统介绍了重庆三峡水库消落区生态环境的基本情况,并从美国引进已成熟的消落区生态治理技术体系及适宜植物物种,在重庆开州区和万州库区消落区充分利用消落区湿地的自然资源,建设成良好的生态防护体系示范,推广造林树种及栽培技术,丰富了消落区生物多样性,消除消落区湿地带来的负面影响。既保证库区经济发展,又能有效改善环境,充分体现修复长江生态环境的重要性,为在三峡水库消落区全面推行生态治理提供理论和技术支撑。

前 言

消落区,又称消落带,是指因河流、水库、湖泊季节性或周期性水位涨落而形成的交替性淹没和出露地带,是一种特殊的干湿交替性湿地或沼泽地。三峡库区位于长江中上游结合部位,是长江流域经济发展由东向西推进的重点开发地带。三峡水库消落区包含坝前正常蓄水位 175 m 和防洪限制水位 145 m 之间的区域,以及新增的淤积陆地和孤岛。长江三峡水库消落区是三峡库区的重要组成部分,总面积 348.93 km²,175 m 库岸线总长 5578 km,分布在重庆市 22 个区县和湖北省 4 个县之中。

三峡工程全面蓄水消落区形成后,消落区内原来的陆生环境改变为冬水夏陆交替环境,出现的生态变化有:每年水位大幅度消涨,陡坡土层流失而基岩裸露;大多数原陆生动植物不适应新的环境难以继续生存而死亡或迁移,消落区植被稀少;“似荒漠化”趋势逐步显现。因此,消落区是三峡水库重要生态敏感区,消落区生态治理是三峡水库综合管理的重要任务。

重庆市林业科学研究院在完成国家林业局 948 项目“库区消落带生态治理关键技术引进”(2008-4-45)和重庆市集成示范计划项目“库区消落带植被恢复良种水桦树应用示范”(cstc2014jcsf-kjfp80002)的过程中,从美国引进成熟的消落区生态治理技术体系及适宜的植物物种,在重庆开州区和万州库区消落区充分利用湿地的自然资源,建设良好的生态防护示范体系,推广造林树种及栽培技术,丰富消落区生物多样性,消除消落区湿地带来的负面影响,既保证库区经济发展,又能有效改善环境,充分体现了修复长江生态环境的重要性。

本书是实施以上项目成果的总结,并为今后在三峡水库消落区全面推行生态治理提供理论和技术支持。

本书由王正春等承担主要撰写工作,重庆市林业科学研究院耿养会正高级工程师、蒋宣斌正高级工程师、重庆生产力促进中心范守城研究员、西南大学刘芸教授、彭水县林业科技推广站李继晖正高级工程师、重庆新开源农业开发有限公司刘勇等,对本书的撰写也作出了重要贡献,在此一并致谢。

本书由重庆市科学技术委员会集成示范计划项目“库区消落带植被恢复良种水桦树应用示范”(cstc 2014 jcsf—kjfp 80002)资助出版。

由于作者水平有限,书中难免有遗漏和不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2016 年 05 月

目 录

1 总体要求	1
1.1 指导思想	1
1.2 基本原则	1
1.3 主要目标	1
1.4 技术路线	1
2 长江三峡水库消落带基本情况	2
2.1 消落带概念	2
2.2 三峡水库消落带基本情况	2
2.3 治理消落带的原因	4
3 消落带生态治理的理论和实践	6
3.1 消落带是三峡库区的生态安全保障体系	6
3.2 土壤侵蚀作用	7
3.3 森林植被的防护功能	7
3.4 国内外大型水库生态治理情况	10
3.5 美国河岸消落带湿地生态治理技术简介	11
4 消落带生态区域的立地类型	19
4.1 生态适宜性划分和立地类型调查	19
4.2 消落带植被布局与垂直结构	21
5 消落带湿地植被功能及繁育技术	23
5.1 植物在湿地中的作用	23

5.2	湿地植物的选择原则	25
5.3	湿地植物繁育技术要点	28
5.4	湿地植物区域化栽培	29
6	消落带适宜树种调查及筛选	32
6.1	国内其他大型水库林木树种生长试验调查	32
6.2	适宜消落带生长的耐淹树种(灌木)调查、筛选	33
6.3	耐瘠薄、耐水淹等抗逆境植物的适应性	34
6.4	消落带拟选树种(灌木)	39
7	消落带湿地树种栽培技术的引进及试验研究	47
7.1	水桦树育苗及栽培技术	47
7.2	水紫树育苗技术	50
7.3	多花蓝果树育苗技术	52
7.4	弗吉尼亚栎育苗技术	53
7.5	竹柳栽培技术	54
7.6	水桦引种育苗试验	56
7.7	水紫树、多花蓝果树育苗试验	59
7.8	水桦、水紫树三峡库区消落带栽植试验研究	63
7.9	水紫树的光响应特征研究	67
8	消落带森林植被生态防护体系建设及配套技术	72
8.1	目的、意义和技术原则	72
8.2	森林植被防护体系的建设	72
8.3	森林植被的景观结构配置	76
8.4	整地、配置、栽植和幼林管护措施	77
8.5	实施方案和作业设计(提纲)	81
9	消落带湿地生态系统的分类	85

9.1 分类的必要性	85
9.2 分类的可行性	85
9.3 分类方法	85
9.4 分类途径	86
参考文献	89
附录 A 水桦树栽培技术规程	95
附录 B 一种灌溉系统及应用该灌溉系统浇灌水紫树幼苗的方法	104
附录 C 一种空气切根育苗器	108
附录 D 一种树木防倒伏支撑架	110
附录 E 一种新型供水花盆和育苗杯	113
附录 F 消落区造林与育苗图集	117

1 总体要求

本文研究响应国家实现重庆三峡水库可持续发展的号召,总体要求如下。

1.1 指导思想

本文研究以科学发展观为指导,以人为本,保护优先,综合整治,强化管理,维护消落带生态环境安全,实现三峡水库安全运行和可持续利用,把修复长江生态环境摆在首要位置。

1.2 基本原则

坚持保障水库运行安全,生态环境保护优先;坚持自然保护和生态修复为主,工程治理措施为辅;坚持水库资源在科学保护的前提下合理利用,综合管理与部门监督指导相结合。

1.3 主要目标

本文研究的主要目标是使消落带环境保护措施得到有效落实,水库防洪库容得到严格保护,卫生防疫水平不断提高,生态修复取得明显成效,生态景观逐步改善,土地和岸线等资源利用规范有序,为水库运行安全和水质安全提供保障。

1.4 技术路线

对消落带进行立地条件类型划分,筛选耐水淹植物(主要是林木),开展典型植被恢复模式试验,采用科学合理的栽培和管护技术措施,实现消落带土壤-植被-水体协调消涨,建立稳定的消落带绿色生态保障体系。

2 长江三峡水库消落带基本情况

2.1 消落带概念

三峡工程建成以后,根据拟订的“蓄清排浑”的运行方案,长江三峡工程冬季蓄水发电、夏季防洪放水,水库将在长江输沙量较高的汛期开闸放水、冲沙,在输沙量和径流量较小的枯水期蓄水,以尽量减少泥沙在库内的淤积。

一般情况,在汛后 9 月 10 日—9 月 15 日期间水库开始蓄水,水位逐步升高至 175 m,枯水期水库维持在高水位运行。进入汛期 5 月末降至最低水位 145 m。6 月—9 月水库维持防洪限制水位 145 m,形成与天然河流涨落季节规律相反、涨落水位差高达 30 m 的季节性水位消涨区域,即为三峡水库消落带。

消落带夏季出露为陆域,秋季由陆域迅速向水域转变,冬季全部成为水域,春季由水域逐渐转变为陆域。

2.2 三峡水库消落带基本情况

2.2.1 消落带范围、面积

长江三峡水库消落带是三峡库区的重要组成部分,总面积 348.93 km²,175 m 库岸线总长 5578 km,分布在重庆市 22 个区县和湖北省 4 个县之中。

长江干流消落带面积占总面积的 45.9%,其他大小支流消落带面积占总面积的 54.1%。

海拔 145~160 m 的消落带面积占总面积的 43.5%;海拔 160~170 m 的消落带面积占 37.9%;海拔 170~175 m 的消落带面积占 18.6%。

坡度小于 15° 的平缓消落带面积占总面积的 66.8%；坡度 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 的消落带面积占 21.3%；坡度大于 25° 的陡峭消落带面积占 11.9%。

重庆各区县消落带面积差异大。涪陵以下区县消落带面积占总面积的 81.8%，其中涪陵、开州区、云阳消落带面积占总面积的 38.7%。而开州区消落带面积最大，多达 42.78 km^2 ，占三峡库区消落带总面积的 13.79%，是三峡库区消落带面积最大且分布最集中的县。江津消落带面积最小，为 0.09 km^2 。

不同水深消落带面积与地表坡度、宽度呈函数关系。175 m 蓄水位，消落带面积 2 km^2 及以上的库湾、湖盆 12 个，总消落带面积为 36.09 km^2 。大小岛屿 152 个，其中较大岛屿 18 个，其岛屿消落带面积为 13.4 km^2 。

2.2.2 植物资源

钟章成教授领衔的西南师范大学和重庆市林业科学研究院课题组的研究结果表明：三峡库区消落带共计有维管植物 88 科 215 属 392 种，其中蕨类植物 13 科 15 属 28 种，裸子植物 2 科 4 属 5 种，被子植物 73 科 196 属 359 种。土地面积仅占库区总面积 2% 的消落带，其植物科、属、种分别占库区植物科、属、种总数的 42.3%、15.1% 和 6.4%^[1]（见表 2-1）。

表 2-1 消落带与三峡库区维管植物统计对照表

项目	蕨类植物	裸子植物	被子植物	合计
消落带科数	13	2	73	88
三峡库区科数	38	9	161	208
科数占库区比例/(%)	34.2	22.2	45.3	42.3
消落带属数	15	4	196	215
三峡库区属数	100	30	1298	1428
属数占库区比例/(%)	15.0	13.3	15.1	15.1
消落带种数	28	5	359	392
三峡库区种数	400	88	5600	6088
种数占库区比例/(%)	7.0	5.7	6.4	6.4

消落带植物多样性相对丰富，多年生和一年生草本植物及灌木构成了

本地的优势植被类型。在 145~155 m 区段,草本植物主要有细柄草、青蒿、斑茅、狗牙根、金花草等;在 155~165 m 区段,草本植物优势种为糯米条、细柄草、扭黄茅、商陆、小白酒草、鬼针草等,灌木优势种为黄栌、马桑、黄荆等;在 165~175 m 区段,草本植物主要有狗尾草、鬼针草、青蒿、小白酒草、商陆、野棉花等,灌木为黄栌、小果蔷薇等。在整个消落带乔木树种较少,主要优势种有羽叶山黄麻、栎树、刺槐、接骨木、柏木、广柑等。

三峡水库建设工程完工后,将在 145~175 m 区段形成一个永久性的消落带——水陆过渡地带,由于消落带不同高程地段每年至少要被水淹 2 个月,导致许多在未成库前适合在消落带地段生长的陆生植物难以存活,如栎树、刺槐、黄栌等乔灌木种和大多数多年生草本植物,消落带适生的植物物种总数减少。

2.3 治理消落带的原因

2.3.1 消落带存在的生态问题

中国环境监测总站对三峡库区生态环境质量评价的结果显示,三峡水库消落带湿地是海拔小于 200 m 的平缓河谷区的主要部分,是库区生态环境质量最好的区域。三峡工程全面蓄水消落带形成后,每年水位大幅度消涨,陡坡土层流失而基岩裸露,大多数原陆生动植物不适应新的环境难以继续生存而死亡或迁移。消落带植被稀少,“似荒漠化”趋势逐步显现。

生态问题主要表现为:生物多样性水平降低,生态系统结构趋向简单,功能逐步退化;三峡库区生态景观和城乡环境条件恶化(漂浮物淤落、泥沙沉积);农村水源污染,城镇库岸废水污染,支流回水及河口区域富营养化等使水库水质恶化。

2.3.2 消落带生态治理研究的目的和意义

研究、引进成熟的消落带治理技术体系及适宜的植物物种,并在三峡水库消落带推广利用,尽快建设良好的生态防护体系,丰富消落带生物多样性,使对消落带产生不利影响的因素得到有效控制。

三峡水库蓄水后,水位将保持为 145~175 m,形成高度 30 m、面积

349 km² 的消落带湿地。开州区消落带湿地面积高达 42.78 km², 占三峡库区消落带总面积的 13.79%, 是三峡库区消落带面积最大的区县, 分布在澎溪河流域。消落带湿地保护对保持三峡库区生态环境稳定至关重要, 尤其是开州区消落带湿地的保护。国内湿地生态领域知名专家陆健健教授在考察时表示, 由于水位的涨落产生了消落带, 水退去后原来生长在水里的藻类植物因阳光和雨水的作用会受到二次污染, 导致疫病源的产生, 并对水库水质造成污染, 从而影响库区的生态环境和人们的身体健康。因此, 湿地的保护及科学有效利用尤为重要。

三峡库区消落带湿地是一种新类型的湿地。一般情况下, 湖泊的水位在冬天属于消落期, 而三峡库区冬天蓄水, 夏天退水, 形成反季节的水位涨落, 即夏天为消落期, 其消落带湿地保护对库区的生态环境和人居环境至关重要。尤其是在库区腹心区域的开州区, 人口多, 消落带面积大, 消落带湿地的生态保护和治理是关乎民生民计的一件大事, 而开州区消落带湿地保护和利用的成功经验将为整个三峡库区消落带湿地保护和利用提供示范, 意义重大。

消除消落带湿地带来的负面影响, 充分利用消落带湿地的自然资源发挥经济效益, 既要保证发展, 又要有效改善环境。湿地生态保护治理和旅游开发两者的关系相辅相成, 但应有先后顺序: 应先做好湿地生态保护, 建设“绿色湖泊”, 之后才进行旅游开发。如果在没有保护和治理好生态环境之前就进行旅游开发, 那就是本末倒置了。生态环境好转也是带动旅游发展的一个关键因素。总之, 开州区湿地保护治理有三大目的: 保护生态环境、推动经济社会转型、吸引各界人士来开投资兴业和参观旅游。

3 消落带生态治理的理论和实践

3.1 消落带是三峡库区的生态安全保障体系

世界《湿地公约》对湿地的定义为：天然或人工，长久或临时性的沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带，静止或流动的淡水、半咸水、咸水体，包括低潮时水深不超过 6 m 的水域。显然，三峡水库消落带为湿地，消落带的湿地价值对水资源保护、库区农业发展有十分重要的作用。特别是消落带湿地对调节区域气候、调蓄洪水、防止自然灾害、保护野生动植物和降解污染有明显的作用。因此，必须对消落带进行保护和治理。

消落带植物的蒸腾作用可以诱发水平降水和增加地下水供应，具有调节地方小气候的功能。消落带沼泽产生的晨雾，可以减少附近土壤的水分丧失。

消落带在控制洪水、蓄水、调节河川径流、补给地下水和维持区域水位方面发挥着重要作用，是蓄水防洪的天然“海绵”。三峡库区降水的季节分配和年度分配不均匀，需要通过天然和人工湿地及森林植被的调节，储存过多的水量，从而避免发生洪水灾害。

消落带对水质的净化作用是通过发挥湿地生态系统的三大功能而产生作用的，即移出和固定营养物质、移出和固定有毒物质、移出和沉淀沉积物。净化作用通过物理作用、化学作用和生物作用组合完成。如今，许多自然湿地和人工湿地被用来进行废水处理。

因此，加强消落带森林植被体系的保护和建设，维持消落带生态功能的正常发挥，科学管理和合理利用消落带，对改善长江三峡水库生态条件、确保水资源安全、促进经济社会可持续发展具有重要意义。

3.2 土壤侵蚀作用

3.2.1 水库蓄水前的水土流失

三峡库区山地和丘陵占总面积的 95.7%，地形破碎，地面切割强烈，水土流失严重，25°以上陡坡地面积为 2300 km²，占库区旱坡地面积的 33%，占库区 25°以上坡耕地面积的 92.1%。据统计，三峡库区水土流失面积为 34600 km²，库区年产沙量为 1.57 亿吨，年入江泥沙量达 4000 万吨。侵蚀类型以农耕地侵蚀为主，平均年侵蚀模数 7500 t/(km²·a)，其中 25°以上坡耕地年侵蚀量占库区总侵蚀量的 60%，年入库泥沙量占总入江泥沙量的 46.17%^[2]。

3.2.2 水库形成后的水土流失

由于水位的上涨导致大量的移民产生，仅重庆范围内移民就达 107 万人。移民的安置措施主要包含两方面：一是外迁移民；二是移民后靠。

移民城市会出现大量的施工工地，比如重庆市内新建县城 4 座，其中云阳县新建集镇 14 个。由于工程会就近采集石块、土料，施工过程中产生弃土弃渣使植被也遭到破坏，因此造成了水土流失的恶化。工程破坏了山体的稳定性，加上水位上涨，在水的浸泡下潜伏的滑坡、崩塌等重力侵蚀现象可能受到激发，也会造成大量的水土流失。

移民农村需要增加耕地。目前，为了解决移民的耕地问题，推行坡改梯方式，免不了要新开垦土地，又会造成新的水土流失。

3.3 森林植被的防护功能

3.3.1 涵养水源功能

森林是全球生态系统的主体，它在涵养水源、水土保持等方面的作用越来越受到人们的重视。它具有截留雨水、增强雨水入渗能力、抑制林地地表水分蒸发、缓和地表径流等功能，并通过这些功能的综合作用，发挥森林涵

养水源和调节径流的效能。

森林的涵养水源功能主要表现在以下几个方面。

1) 森林截留降水效应

降落到森林中的雨水,受到林冠的阻挡即林冠截留,引起降雨量的再分配。一部分雨水首先到达树冠的叶、枝、干表面,由于表面张力和重力的均衡作用而被吸附或积蓄在枝、叶的分叉处,形成附加截留量、林冠滴下雨量和干流量。

① 林冠截留。林冠对降雨的截留作用,一方面能够使降雨滞后,据张增哲(1987)等人^[3]研究,降雨量小于 1.5 mm 时林下几乎不产生降雨,降雨量超过 1.5 mm 以后,林下才会出现降雨。降雨滞后的时间与降雨强度有关。在降雨量相同或相似的情况下,连续降雨的平均强度如果达到或超过 0.1 mm/min 时,林内林外降雨的时间非常接近,一般滞后时间不超过 10 min;但当其小于 0.1 mm/min 时,林下降雨开始时间大为推迟,一般滞后时间为 10~30 min。另一方面,林冠截留可使降雨历时延长,据观测统计,杉木林下降雨的持续时间比林外降雨要长 20~30 min。由于截留在林冠上的雨水最终被蒸发到大气中,因而降水总量减少;林下降雨强度因林冠截留而显著低于林外,一般比林外降雨强度要小 10%~30%。

② 下层植被截留。穿过林冠或从林冠滴下的雨水,一部分与林下植被(灌木、草本等)接触,出现了类似林冠截留的下层植被截留。据统计,下层植被截留雨水量占降水总量的 1.7%~17.2%^[4]。

③ 林地枯枝落叶层截留。经过林冠和下层植被的截留作用后落到地面的雨水,一部分被枯枝落叶层截留吸收,随即蒸发到大气层中,此过程即为林地枯枝落叶层截留。由于受林内蒸发的限制,该部分水量一般小于 10 mm。

总之,森林截留降水对维护森林水量平衡产生较大的影响。首先,截留减少了林地土壤水分的输入并增加了蒸发量;其次,截留减少了降水动能,防止雨滴飞溅并加强水分入渗能力,减少了径流损失。如果不能有效地控制土壤水分蒸发和增加雨水入渗量,林地土壤的干燥化会进一步加剧。而无林地虽然没有截留降水损失,但随着侵蚀性降水的次数增多,会出现地面径流损失增加及大量的水土流失情况。

2) 森林土壤的水文效应

降水通过林冠、下层植被、枯枝落叶层的截留作用,到达林地土壤表层,