

长江三峡库区森林生态系统研究系列

长江三峡库区退耕还林工程 生态效益监测与评价

Monitoring and Evaluation of Ecological Benefits of
National Land Conversion Program in three Gorges Reservoir Area

肖文发 黄志霖 唐万鹏 雷静品 曾立雄 等 著



科学出版社

内 容 简 介

本书是国家科技部“十一五”科技支撑课题“林业生态工程效益监测与碳汇计量技术”的研究成果之一。基于长江三峡(本书简称三峡)库区生态监测站(点)、试验区和系列样地的监测、调查与分析数据与应用模型模拟相结合,反映三峡库区生态环境演变过程,并总结三峡库区退耕还林生态模式,以水源涵养、水土保持、农业面源污染控制及土壤有机碳变化等指标,对三峡库区的退耕还林工程进行功能监测与评估。

本书可供从事森林植被建设、流域管理、水土保持、土地利用等专业的研究人员、大专院校师生和管理者、技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

长江三峡库区退耕还林工程生态效益监测与评价 / 肖文发等著.
—北京:科学出版社,2012

(长江三峡库区森林生态系统研究系列)

ISBN 978-7-03-034758-9

I. ①长… II. ①肖… III. ①三峡水利工程-退耕还林-生态效应-监测
②三峡水利工程-退耕还林-生态效应-评价 IV. ①S718.56

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第123359号

责任编辑:张会格 王 静 / 责任校对:林青梅

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

装 订 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年6月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2012年6月第一次印刷 印张:14 3/4 插页:2

字数:280 000

定价:75.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

为从根本上改善我国生态急剧恶化的状况,1998 年特大洪灾之后,党中央、国务院将“封山植树,退耕还林”作为灾后重建、整治江湖的重要措施。为了摸索经验,完善政策,从 1999 年开始选择若干具有代表性的地方进行了退耕还林试点。到 2001 年底,全国先后有 20 个省(区、市)和新疆生产建设兵团进行了试点。2002 年,在试点成功的基础上,退耕还林工程全面启动。退耕还林工程是我国乃至世界上投资最大、政策性最强、涉及面最广、群众参与程度最高的一项重大生态工程,为我国在世界生态建设史上写下绚烂的一笔。

退耕还林工程就是从保护和生态环境出发,在不影响我国基本农田建设和保护的情况下,将水土流失严重的耕地,沙化、盐碱化、石漠化严重的耕地以及粮食产量低而不稳的耕地,有计划,有步骤地停止耕种,因地制宜地造林种草,恢复植被。

三峡库区是一个特定的区域概念,它泛指三峡大坝以上 175m 正常蓄水位淹没范围所直接涉及的长江干流两岸的县、市、区。一方面,从退耕还林工程设计的通用原则上看,基于因害设防的指导思想,按照水土流失和风蚀沙化危害程度、水热条件和地形地貌特征,三峡库区属于退耕还林工程建设重点地区。另一方面,从地区的特殊区位看,三峡库区的土地利用、植被保护与恢复及水土流失状况,直接关系到三峡水库的寿命和库区生态安全,因此,三峡库区及长江上中游地区,又成为退耕还林工程的重中之重。

历史地看,三峡库区的土地利用变化是一幅色彩斑斓的动感画卷,是库区经济社会发展的直接体现。1955~1972 年,为了生存,三峡库区大量林地和草地被垦为耕地(大多为陡坡旱地),同时大量林地被毁为荒草地,建设用地的扩张占用了大量优质农田,先天脆弱的库区生态环境进一步恶化。由于 1955~1972 年开垦了大量的平坦土地,所以在 1972~1986 年,随着国家建设的需要,大量林地被砍伐变为荒草地,大量优质农田被占变为建设用地,新增耕地绝大多数是陡坡旱地,库区水土流失问题日趋严重,库区生态环境遭到进一步破坏。1986~2000 年,随着经济建设的恢复,长江流域重大生态环境问题的不断呈现,以及三峡工程和长江流域防护林体系建设工程的上马,与前两个时段相比,库区的土地利用/覆被变化的特征又发生了明显变化。此时段陡坡耕地开始向林地和草地转变,一部分草地开始恢复为林地,生态环境恶化的态势得到了一定程度遏制。但是,仍有林、草地被垦为陡坡耕地和林地被砍变为荒草地的现象,同时,建设用地的急剧增加占用了大量优质农田,库区人地矛盾仍在加深。总体来看,1955~2000 年,三峡库区的土地利用

变化总趋势是:①耕地面积先增加后减少,基本上从 80 年代末期开始减少;②林地面积持续减少;③草地面积总体趋势增加;④水域面积技术减少;⑤建设用地逐年增加;⑥其他用地呈减少趋势。直到 1999 年,国家退耕还林工程试点正式拉开人工植被恢复的序幕,三峡库区才真正进入植被快速恢复的阶段。

为了科学实施退耕还林工程,国家提供了一系列保障政策,例如,国家无偿向退耕农户提供粮食、生活费补助、种苗造林补助费。退耕还林必须坚持生态优先。国家保护退耕还林者享有退耕地上的林木(草)所有权。退耕地还林后的承包经营权期限可以延长到 70 年。资金和粮食补助期满后,在不破坏整体生态功能的前提下,经有关主管部门批准,退耕还林者可以依法对其所有的林木进行采伐。退耕还林所需前期工作和科技支撑等费用,国家按照退耕还林基本建设投资的一定比例给予补助,由国务院发展计划部门根据工程情况在年度计划中安排。

退耕还林工程的实施,改变了农民祖祖辈辈垦荒种粮的传统耕作习惯,实现了由毁林开垦向退耕还林的历史性转变,有效地改善了生态状况,促进了中西部地区“三农”问题的解决。退耕还林使我国水土流失和土地沙化治理步伐加快,生态状况得到明显改善;大大加快了农村产业结构调整的步伐;保障和提高了粮食综合生产能力;较大幅度增加了农民收入;促进了基层干部和广大群众思想意识的根本转变,极大地增强了基层干部和群众的生态意识,特别是西部地区的干部群众更加认识到,生态恶劣是其贫困的主要根源,改善生态是改变自身生存和生活条件的根本出路,是发展和进步的前提。同时,通过实施退耕还林,各级政府加强了农田水利、农村能源、生态移民、舍饲圈养等配套措施建设,引导和鼓励退耕农户发展生态经济型后续产业以及进城务工,农民生产、生活条件得到明显改善,工程区干部群众看到了改变现状的希望和契机,使其生存、生活和发展的观念发生了根本性的变化,对我国的生态建设以及国民经济和社会发展产生了深远的影响。

因此,退耕还林工程的效益监测和评价,一直是社会各界十分关注的社会问题、科学问题和管理问题。但是,由于设计、管理、技术等各方面的原因,无论是从理论、方法、技术,还是数据基础和管理等方面,我国规模宏大的退耕还林工程的效益监测和评价,仍然面临巨大的科学挑战。

本书以三峡库区这一特殊的地理区域的退耕还林工程为对象,力图以生态效益为突破点,探索典型区域退耕还林工程的效益评价方法和特征,为从科学上准确评估大型植被恢复工程的生态效益积累经验。本书从长江三峡库区生态环境状况(第一章,肖文发、黄志霖、唐万鹏)分析出发,总结了三峡库区生态林业及退耕还林模式(第二章,史玉虎、肖文发、雷静品),探讨了三峡库区退耕还林生态监测的基本方法(第三章,肖文发、黄志霖、唐万鹏),基于不同的退耕还林模式的长期观测数据,分析了三峡库区退耕还林水土保持功能(第四章,王鹏程、肖文发、潘磊)和三峡库区退耕还林与土壤养分流失控制(第五章,曾立雄、黄志霖、肖文发、潘磊),以及

GIS 支持下的退耕还林小流域的生态环境效应(第六章,田耀武、黄志霖、肖文发)和不同退耕还林模式的土壤有机碳变化(第七章,陈亮中、肖文发、王鹏程、唐万鹏、潘磊),最后综合计算并分析了三峡库区退耕还林工程生态效益评价(第八章,郭明春、肖文发、黄志霖)。

本书是国家科学技术部“十一五”科技支撑计划、国家林业局退耕还林工程科技支撑计划等项目的研究成果,为三峡库区森林恢复及其生态效益的评估提供了重要依据,并对类似地区退耕还林工程生态效益的评估研究具有重要的参考价值。

在野外调查中,得到了中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所葛晓改,秭归县林业局姜焱、王佐庆、马德举、谭本旺,巫山林业局聂必红、杨永明,云阳林业局王怀清,湖北省林业科学研究院崔鸿侠、王晓荣,华中农业大学园林林学院周志翔等的积极配合和帮助;重庆市林业科学研究院谭名照、杨清钰、韩建文等对数据收集与获取给予极大帮助,在此一并深表谢意!

作 者

2012 年 2 月

目 录

前言

第一章 长江三峡库区生态环境状况	1
第一节 自然地理概况	1
一、区域位置	1
二、地质地貌	2
三、气候	3
四、土壤	3
五、动植物分布	4
第二节 森林植被类型与分布	6
一、植被型	6
二、主要群系组	8
第三节 土地利用变化	9
一、土地利用的时间变化	10
二、三峡工程建设期间土地利用类型的变化	12
三、土地利用变化驱动力分析	15
第二章 三峡库区生态林业及退耕还林模式	17
第一节 三峡库区生态林业模式	17
一、生态防护林模式	18
二、林农复合模式	25
三、植物篱(生物篱)模式	29
四、庭院生态模式	30
第二节 三峡库区退耕还林工程的历史沿革及现状	32
第三节 三峡库区退耕还林树种与生态模式	34
一、退耕还林树种	34
二、退耕还林生态治理模式	41
第三章 三峡库区退耕还林生态监测	47
第一节 监测目标	47
第二节 监测内容与指标	47
一、监测内容	48
二、监测指标	49

三、指标监测方法	50
第三节 监测方法与技术	51
一、水源涵养与水土保持	51
二、土壤养分流失控制	53
三、碳固持	59
第四节 三峡库区退耕还林生态效益监测	62
一、监测站点分布	62
二、站点监测结果	62
三、监测站运行措施	63
第四章 三峡库区退耕还林水土保持功能	65
第一节 小流域基本特征	65
一、地质地貌	65
二、气候特征	65
三、植被分布	65
四、土壤特征	65
五、土地利用	66
第二节 退耕还林水源涵养功能	66
一、林冠截留	67
二、枯落物持水性能	67
三、土壤渗透	68
第三节 水质净化功能	69
一、大气降水水质特征	69
二、森林对水质影响	71
第四节 退耕还林固持土壤功能	79
一、森林植被作用机理	79
二、退耕还林对土壤侵蚀影响	79
第五章 三峡库区退耕还林与土壤养分流失控制	82
第一节 植被恢复模式与土壤养分	82
一、土壤 pH	82
二、土壤有机质含量	82
三、土壤全氮、全磷含量	82
四、土壤水解氮、速效磷和速效钾的含量	84
五、土壤交换性 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 量	84
六、土壤理化性质间的相关关系	85
第二节 退耕还林模式土壤养分输出	86

一、产流特征	86
二、地表径流的养分浓度和形态特征	90
三、养分流失负荷	94
四、影响养分流失的因子分析	97
第三节 小流域的土壤养分空间分布	99
一、土壤理化性质的空间变异特征	99
二、小流域土壤理化性质的时空分布	100
三、土壤养分的剖面分布特征	109
四、坡面土壤养分的空间分布	119
五、坡面土壤养分的季节动态	123
第四节 退耕还林配置格局与养分运移	130
一、典型降雨条件下小流域养分流失特征	130
二、小流域河道地表径流养分来源	135
三、小流域养分流失负荷与径流量的回归分析	138
第六章 GIS 支持下的退耕还林小流域的生态环境效应评价	140
第一节 实验区小流域的基本特征及其变化	140
一、小流域概况	140
二、数据源与数据平台	141
三、数据预处理	141
四、土地利用/覆盖信息的提取	143
第二节 退耕还林小流域土地利用格局变化	150
一、退耕还林小流域土地利用格局变化的原因	150
二、退耕还林小流域土地利用格局变化特点与环境问题	152
三、土地利用空间格局及其变化	152
第三节 评价方法	155
一、GIS 数据库的构建	156
二、AnnAGNPS 模型简介	158
三、AnnAGNPS 模型模拟偏差	159
四、AnnAGNPS 模型在退耕还林小流域的校正与验证	164
五、退耕还林情景模式	169
第四节 退耕还林小流域生态效益分析	171
一、退耕还林小流域径流、泥沙等面源污染物输出的变化	171
二、退耕还林小流域生态效益的变化	172
三、小流域退耕还林生态效益情景分析	172

第七章 不同退耕还林模式的土壤有机碳变化	175
第一节 土壤有机碳研究与分析方法	175
一、研究内容和目标	175
二、研究方法	176
第二节 主要土壤类型背景碳库及其分配	177
一、土壤碳密度估算方法	178
二、土壤类型有机碳密度	179
三、土壤类型碳库及其分配	180
第三节 主要植被类型土壤碳库及其组分	182
一、植被类型划分	182
二、土壤有机碳含量	183
三、土壤有机碳密度	185
四、土壤碳库组分	187
第四节 退耕还林对土壤有机碳的影响	189
一、研究区概况	189
二、研究方法	190
三、结果与分析	190
四、讨论	192
第五节 小结	194
第八章 三峡库区退耕还林工程生态效益评价	196
第一节 三峡库区退耕还林工程实施情况与模式分析	196
一、三峡库区退耕还林工程实施情况	196
二、三峡库区退耕还林工程模式	197
第二节 森林生态系统生态效益与评价	206
一、森林生态系统生态效益及其内涵	206
二、森林生态系统生态效益评价	207
三、生态效益评价研究的问题与建议	207
第三节 三峡库区退耕还林工程生态效益评价	208
一、三峡库区退耕还林工程涵养水源效益评价	209
二、三峡库区退耕还林工程水土保持效益评价	210
三、三峡库区退耕还林工程固碳释氧效益评价	212
参考文献	215
图版	

第一章 长江三峡库区生态环境状况

第一节 自然地理概况

一、区域位置

三峡库区(Three Gorges Reservoir Area)是一个特定的区域概念,它泛指三峡大坝以上 175m 正常蓄水位淹没范围所直接涉及的长江干流两岸的县、市、区。包括湖北省的宜昌、兴山、秭归、巴东 4 个县和重庆市的巫山、巫溪、奉节、云阳、开县、万州、忠县、石柱、丰都、武隆、涪陵、长寿、渝北、巴南、重庆市主城区(渝中、大渡口、江北、沙坪坝、九龙坡、南岸和北碚区)、江津等 22 个县、市、区(图 1-1)。三峡库区位于北纬 $29^{\circ}16' \sim 31^{\circ}25'$,东经 $106^{\circ}50' \sim 110^{\circ}50'$,横跨渝鄂,是中西部的结合部,面积 5.8 万 km^2 ,其中重庆 4.62 万 km^2 ,湖北 1.18 万 km^2 。

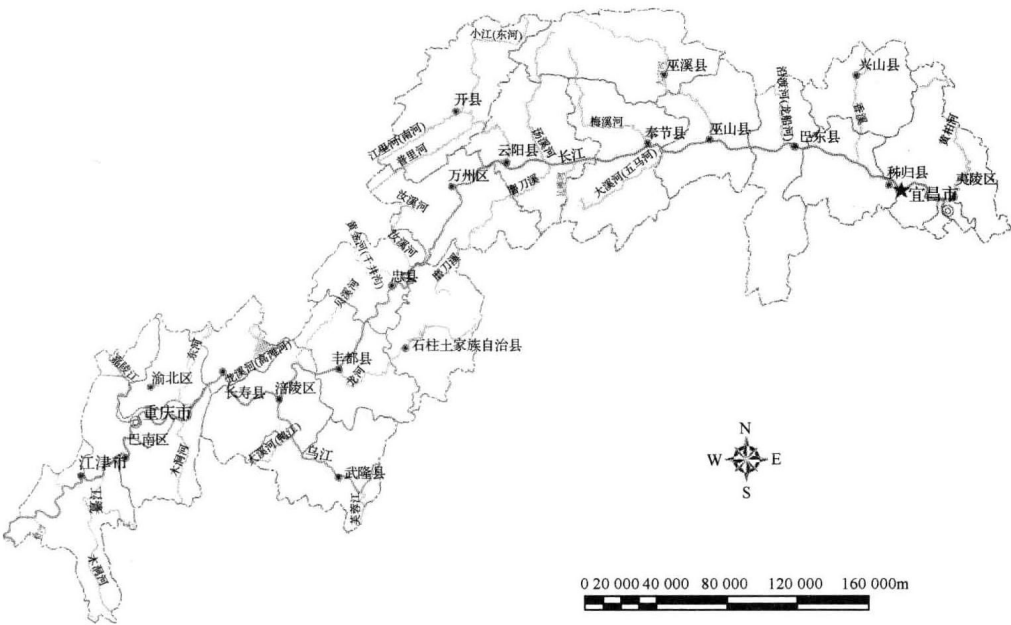


图 1-1 三峡库区行政分布图

二、地质地貌

在地质构造上,三峡库区由大巴山褶皱带、川东褶皱带和渝鄂湘黔隆起褶皱带三大地质构造单元构成,大巴山褶皱带自西向东蜿蜒于库区北部,北部主要出露震旦系及下古生界石灰岩,南部由震旦系、二叠系和三叠系的石灰岩、板页岩组成。褶皱北紧南松,呈明显层状结构,由北向南层层下降,山脉海拔均在 1000~2000m 以上。中部的川东褶皱带,由 20 多条北东平行排列的阻挡式构造组成,背斜形成低山,向斜多为丘陵谷地,岭谷相间,平行排列,向西南逐渐散开,形成“川东平行岭谷区”。背斜山地由三叠系石灰岩、泥灰岩、泥岩和砂岩组成,一般海拔 500~800m,少数 1200~1400m,具有“一山二岭一槽”或“一山三岭二槽”的形态。向斜丘陵谷地由侏罗系紫色砂泥岩组成,海拔 200~500m,以单斜丘陵和台地为主。渝鄂湘黔隆起褶皱带位于库区南部,以古生界和下中三叠系的石灰岩、千枚岩、页岩为主,形成北东走向的巫山和七曜山,海拔 1000~1500m。长江由西向东横切巫山,形成举世闻名的长江三峡(图 1-2,详见书后彩图)。

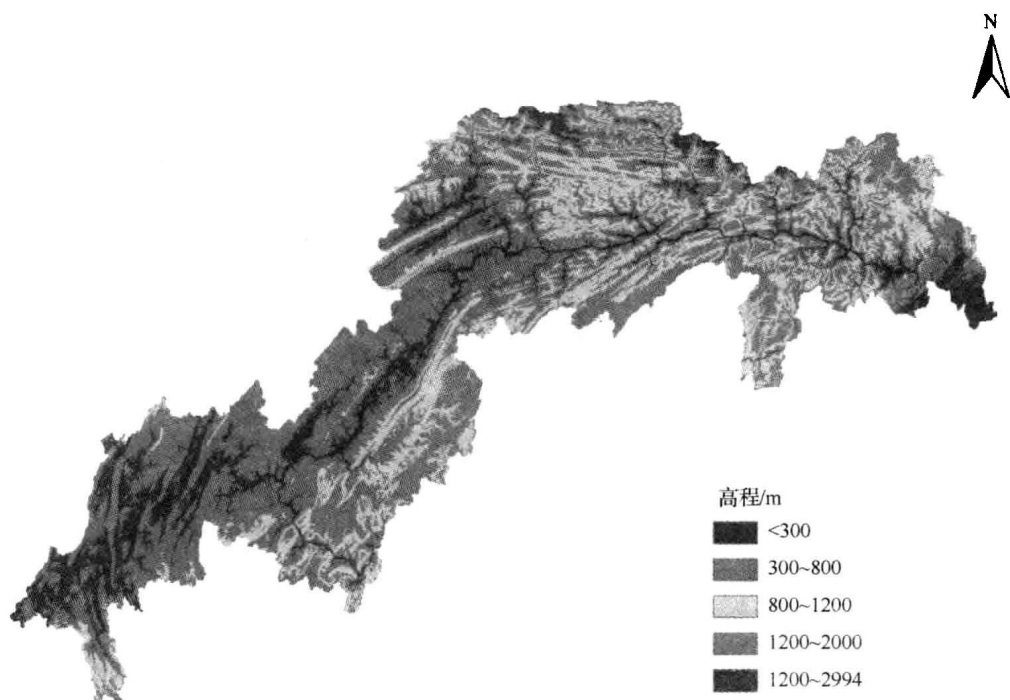


图 1-2 三峡库区高程等级分布图

三、气候

三峡库区属中亚热带湿润季风气候,冬暖夏热,湿润多阴、水热丰富、光热水同季,四季分明。由于受季风的影响,冬季降水少而夏季降水集中,但盛夏降水不多,常有伏旱。年平均气温 14.0~18.8℃,平均降水量 1000~1400mm,年日照平均时数 1200~1640h。气候的区域变化较大。沿江两岸年平均气温达 18.8℃;边缘山地年平均气温 10~14℃,年平均气温垂直递变率为 0.63℃/100m。三峡库区由于四面环山,地形封闭,空气流动受阻,风速小,年平均风速仅有 0.9~2.0m/s。空气相对湿度大,年平均相对湿度 60%~80%,沿江一带相对较小。总之,三峡库区因其特殊地形、地貌的影响,与同纬度的长江中下游地区相比,独具云雾多、日照少、风力小、河谷低而炎热、山地高而凉爽、多伏旱的特点。三峡库区相对高差达 2724m,立体气候极为显著,构成了多种动植物生长的适宜区和最适区。

四、土壤

库区由于地质、地貌、气候条件复杂,加之农业开发利用历史悠久,因而形成了种类繁多的土壤类型和独特的空间分布格局。本区共包括 5 个土纲、8 个亚纲、15 个土类和 28 个亚类(图 1-3,详见书后彩图)。主要土壤类型有紫色土、水稻土、黄

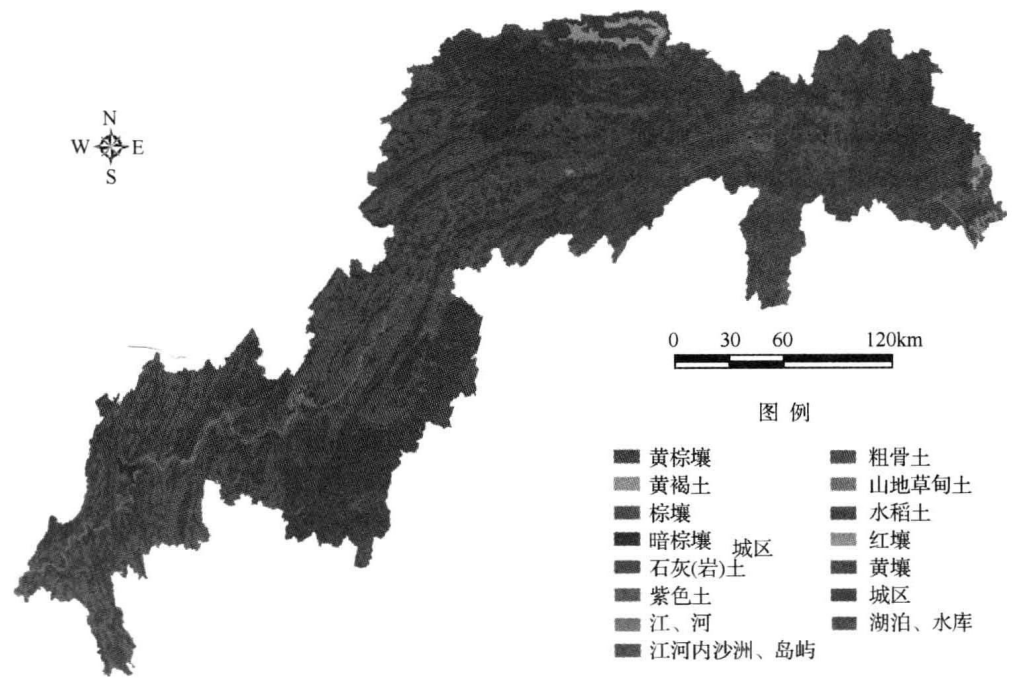


图 1-3 三峡库区土壤分布图

壤、黄棕壤、石灰土、山地草甸土等。紫色母质分布面积广, 占总土地面积的 40%, 但紫色土和水稻土主要分布在川东平行岭谷区的向斜丘陵谷地和秭归向斜盆地。黄色石灰土、棕色石灰土、黄壤、黄棕壤和棕壤集中分布于长江两侧中、高山及川东平行岭谷区的背斜低山。山地草甸土集中分布在中、高山灰岩槽谷。多种多样的土壤种类为因地制宜地发展农、林、牧业生产提供了优越的环境。

五、动植物分布

三峡库区共有植物资源 4000 多种, 其中栽培植物近 1000 种, 亚热带森林及一批全国罕见的珍稀名贵树种 1700 余种, 中药材 1500 多种。这些植物资源可以分为 77 种植被类型, 其中主要植被类型有针叶林、落叶阔叶林、针阔叶混交林、常绿阔叶林、常绿和落叶阔叶混交林、竹林、灌丛、草地(草丛)、农业植被等。

针叶林所占森林面积最大, 包括马尾松(*Pinus massoniana*)林、巴山松(*P. henryi*)林、华山松(*P. armandii*)林、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)林、柏木(*Cupressus funebris*)林、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)林、银杉(*Cathaya argyrophylla*)林、云杉(*Picea asperata*)林和巴山冷杉(*Abies fargesii*)林。马尾松林主要分布在库区酸性或中性土壤上, 柏木林是钙质土上的森林植被类型, 这两类森林群落在库区森林中面积最大, 为次生的人工林或半人工林。

落叶阔叶林有栎林, 包括锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acutiserrata*)林、麻栎(*Q. acutissima*)林、栓皮栎(*Q. variabilis*)林; 栗林, 包括茅栗(*Castanea seguinii*)林、锥栗(*C. henryi*)林; 桦木林, 包括糙皮桦(*Betula utilis*)林、红桦(*B. albo-sinensis*)林、亮叶桦(*B. luminiifera*)林; 桤木(*Alnus cremastogyne*)林; 山杨(*Populus davidiana*)林; 黄连木(*Pistacia chinensis*)林; 水青冈林, 包括水青冈(*Fagus longipetiolata*)林和亮叶水青冈(*F. lucida*)林等。落叶阔叶林中, 大多具有常绿阔叶乔木或灌木成分, 群落的组成和结构, 表现出该类型的次生性和过渡性。但落叶的水青冈林是一类亚热带中山地带的自然植被类型, 有较好的原始性。

针阔叶混交林分布在库区的丘陵和低山地区, 主要为马尾松、栓皮栎混交林或柏木、栓皮栎混交林, 它们是一种演替过程中的类型。库区的中山, 则有铁杉(*Tsuga chinensis*)、锐齿槲栎混交林; 华山松、杨桦混交林及巴山冷杉、红桦混交林, 它们也具有较强的次生性或过渡性。

常绿阔叶林在库区的地带性植被类型, 主要有栲林, 包括丝栗栲(*Castanopsis fargesii*)林、甜槠(*C. eyrei*)林、苦槠(*C. sclerophylla*)林、扁刺栲(*C. platyacantha*)林; 青冈栎林, 包括青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca*)林、巴东栎(*Quercus engleriana*)林; 硬叶栎林, 包括刺叶栎(*Quercus spinosa*)林、匙叶栎(*Q. dolicholepis*)林、岩栎(*Q. acrodonta*)林; 局部地段出现有桢楠(*Machilus*)和楠木(*Phoebe*)林。在常绿阔叶林类型中, 青冈栎林、硬叶栎林则是分布在中山带的植

被类型。

常绿和落叶阔叶混交林,包括水青冈与石栎(*Lithocarpus glabra*)或巴东栎组成的混交林、小叶青冈(*Cyclobalanopsis myrsiniifolia*)与锐齿槲栎组成的混交林及刺叶栎与野核桃(*Juglans cathayensis*)组成的混交林等,大都具有过渡性。

竹林是东亚的热带、亚热带地区植被中的特殊类型。库区主要有两类竹林,即乔木型的楠竹(毛竹)(*Phyllostachys pubescens*)林、刚竹(*Ph. bambusoides*)林、慈竹(*Neosinocalamus affinis*)林、车筒竹(*Bambusa sinospinosa*)林,以及灌木型的水竹(*Phyllostachys heteroclada*)、拐棍竹(*Fargesia robusta*)、箭竹(*Fargesia spathacea*)林。

灌丛是库区重要的植被类型,它的分布面积几乎与森林面积相等,尤其在长江干流两侧,灌丛比森林面积要大得多。在整个库区的石灰岩上,灌丛是主要植被类型,是该地段维持目前生态环境的主要支柱。三峡库区的灌丛,常绿的有蚊母树(*Distylium racemosum*)与黄杨(*Buxus sinica*)灌丛、杜鹃(*Rhododendron simsii*)灌丛,落叶的有雀梅藤(*Sageretia thea*)与铁仔(*Myrsine africana*)灌丛、马桑(*Coriaria nepalensis*)灌丛、火棘(*Pyracantha fortuneana*)灌丛、黄栌(*Cotinus coggygria*)灌丛、黄荆(*Vitex negundo*)灌丛、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)灌丛等。在这些灌丛中,火棘、马桑、黄荆灌丛是森林破坏后的次生类型,而蚊母树、黄杨灌丛、雀梅藤、铁仔灌丛及山脊的杜鹃灌丛则是原生类型。

库区的草地(丛),基本上都由火烧、农田弃耕而成,除了农耕地废弃不久的之外,一般都混生有一定数量的灌木。主要有扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)、拟金茅(龙须草)(*Eulaliopsis binata*)、荩草(*Arthraxon hispidus*)、野古草(*Arundinella anomala*)、金发草(*Pogonatherum paniceum*)、斑茅(*Saccharum arundinaceum*)、蕨菜(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)等群落所组成。

栽培的农业植被包括粮食、油料和经济植被类型,木本的主要有油桐林、乌柏林、桑园、茶园、核桃林、板栗林、油茶林、柑橘林、苹果园、龙眼林和半人工的漆树林等;粮食、油料、蔬菜类则有水稻、玉米、小麦、马铃薯、红薯、荞麦、油菜、榨菜等;经济作物较重要者有苎麻、烤烟等。蚕丝、桐油、生漆、白蜡、黄连产量较大,在国内有重要地位和影响,一些资源如烟叶、榨菜、柑橘、柚、橙、黄连等开发利用已初具规模,已成为全国重要的柑橘、蚕桑、烟叶、药材、油桐、榨菜等农产品生产基地。

植被的水平和垂直分布主要受控于水热条件的差异。库区植被水平分布差别不大,但垂直分布差异显著。海拔 1300m 以下,是低山常绿阔叶林带,但在 800m 以下主要是农耕带,地带性的常绿阔叶林多被破坏,仅在一些河谷、陡坡有小片残存;1300~1700m,是中山常绿阔叶或落叶阔叶、针叶混交林带;1700~2200m,是山地含针叶林的落叶阔叶林带;高于 2200m,是亚高山针叶林带。

三峡库区动物资源种类繁多,有各种动物 800 多种。属国家保护的珍稀动物有数十种,其中有国家一级保护的金丝猴、梅花鹿等,二级保护的鹰、毛冠鹿等,三级保护的猿、岩羊、灵猫、云豹、猕猴等。有名贵水产大鲵、江团等十多种。除野生动物外,饲养动物有猪、牛、羊、鸡、鸭、兔等 40 多种,其中猪、牛、羊、兔在全国有一定优势。云阳县和石柱县已分别成为全国的山羊和长毛兔生产基地。

第二节 森林植被类型与分布

一、植被型

现有样地数据统计表明,三峡库区森林植被物种主要集中在松科(Pinaceae)、柏科(Cupressaceae)、胡桃科(Juglandaceae)、壳斗科(Fagaceae)、金缕梅科(Hamamelidaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、芸香科(Rutaceae)、漆树科(Anacardiaceae)、山茶科(Theaceae)、山茱萸科(Cornaceae)、杜鹃花科(Ericaceae)、桦木科(Betulaceae)、豆科(Leguminosae)、禾本科(Gramineae)和蕨类植物(Pteridophyta),就单从物种的数量而言是十分丰富的。根据 173 块样地的调查结果,将库区植被归并为 7 个植被型,并将各个植被型的基本特征列入表 1-1。

表 1-1 三峡库区森林不同植被型主要样地特征

代号	植被型	样地数目	海拔/m	盖度/%	坡度/°	坡位	坡向
1	常绿、落叶阔叶混交林	9	790~1610	70~95	5~40	上中下	北、南
2	落叶阔叶林	23	150~1720	65~95	5~45	上中下	东南西北
3	暖温性针叶林	22	360~1680	45~95	5~40	上中下	北、南、东
4	温性针叶林	51	220~1630	45~98	5~37	上中下	东南西北
5	温性针叶林	6	540~1720	50~80	2~35	中上	东南西北
6	竹林	19	150~925	30~95	0~31	中下	西、东
7	灌丛	43	150~1567	40~95	0~55	上中下	东南西北

1) 常绿、落叶阔叶混交林。该植被型主要分布在海拔 790~1610m 范围内,在 5°~40°坡度内的北向和南向的各个坡位零星块状分布,盖度在 70%~95%,生长于山沟地带,人为干扰一般,主要群落包括多脉青冈林、青冈林。乔木种以青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、多脉青冈(*Cyclobalanopsis multiervis*)为主,伴生种包括虎皮楠(*Daphniphyllum oldhami*)、四照花(*Dendrobenthamia japonica* var. *chinensis*)、灌木层主要物种为冬青(*Ilex chinensis*)、黄荆、青冈幼苗、而草本层主要集中物种为三穗草(*Carex tristachya*)、铁芒萁(*Dicranopteris linearis*)。

2) 落叶阔叶林。该植被型主要分布在海拔 150~1720m 范围内的各个坡向坡位,分布坡度范围在 $5^{\circ}\sim 45^{\circ}$,盖度为 65%~95%。主要群落包括栓皮栎林、短柄枹林、白栎林、枫香林、槲栎林,多条块状分布,受人为干扰较为严重。乔木层主要物种为栓皮栎、短柄枹(*Quercus glauca* var. *brevipetiolata*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、白栎(*Quercus fabri*)、槲栎(*Quercus aliena*)以及刺槐(*Robinia pseudoacacia*),伴生种有鹅耳枥(*Carpinus turczaninowii*)、亮叶水青冈;灌木层主要包括各种乔木幼苗,此外还有杜鹃、檵木(*Loropetalum chinense*)、四照花、宜昌茱萸(*Viburnum erosum*)等;草本层则以各种蕨类(Pteridophyta)、鸢尾(*Iris tectorum*)、草为主要构成种。

3) 暖温性针阔叶混交林。该植被型主要分布在海拔 360~1680m,除西坡外;各个坡位都有分布,生长坡度在 $5^{\circ}\sim 40^{\circ}$,盖度范围在 45%~95%。主要群落包括马尾松针阔混交林、杉木针阔混交林、柏木针阔混交林。乔木层主要物种除马尾松、杉木、柏木外,还包括栓皮栎、槲栎、大头茶(*Gordonia axillaris*)、栲(*Castanopsis fargesii*);灌木层主要物种包括檵木、尾叶山茶(*Camellia caudata*)、甜槠及一些乔木幼苗;草本层以各种蕨类和苔草占主要优势。

4) 暖温性针叶林。该植被型主要分布在海拔 220~1630m 范围内的各个坡位和坡向,坡度主要集中在 $5^{\circ}\sim 37^{\circ}$,盖度则在 45%~98%,在整个库区所占比重最大,在低海拔地区该植被型由于当地一些人为生活活动,使其下层植被受人为干扰较其他植被型严重,多为人工林和次生林。主要群落包括马尾松林、柏木林、杉木林。乔木层分别以马尾松、柏木、杉木为主要建群种;灌木层以杉木、柏木以及一些壳斗科植物幼苗为主,加之檵木、毛黄栌(*Cotinus coggygria* var. *pubescens*)等灌木种;草本层以铁芒箕、苔草以及其他各类蕨为构成物种。

5) 温性针叶林。该植被型主要分布在海拔 540~1720m 的各坡向的中坡和上坡,坡度在 $2^{\circ}\sim 35^{\circ}$,盖度 50%~80%,零星分布,多为人工林。主要群落包括华山松林、巴山松林。乔木层以华山松、巴山松两种物种组成,灌木层包括胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、化香(*Platycarya strobilacea*)、槲栎等;草本层以各种蕨类为主要优势种。

6) 竹林。该植被型主要分布于海拔 150~925m,主要在东、西坡向的下坡和中坡,坡度范围集中在 $0^{\circ}\sim 31^{\circ}$,盖度在 30%~95%,由实际调查看来,竹林多为人工林竹林,生长在村庄附近,因而受人为干扰较大。竹林主要以毛竹(*Phyllostachys heterocycla*)林和硬头黄竹(*Bambusa rigida*)林、慈竹林为主,林下物种丰富,没有绝对的优势种,各样地中林下物种也有所不同。

7) 灌丛。该植被型在海拔 150~1567m 的各个坡向、坡位都有分布,坡度在 $0^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 范围内,相较其他植被型,其在山间一些陡峭地带也能生长,这与实际看到的情况相吻合,盖度主要为 40%~95%;主要群落包括毛黄栌群落、盐肤木群落、

水马桑(*Weigela japonica* var. *sinica*)群落等,其中以毛黄栌群落所占比例最大;灌丛中以毛黄栌、盐肤木(*Rhus chinensis*)水马桑为主要物种,伴生黄荆、白栎幼苗等,草本层主要以芭茅(*Miscanthus floridulus*)、铁芒萁、菴草(*Arthraxon hispidus*)为主;在其他灌丛群落中也包括一些火棘、檵木等物种。

二、主要群系组

(一) 森林植被主要群系组

通过对 2003 年三峡库区 26 个县(区、市)森林资源连续清查小班数据统计分析,表明库区森林植被主要群系组包括以华山松、巴山松为主的温性松林;以马尾松为主的暖性松林、杉木林、柏木林、落叶阔叶栎林;以石栎和青冈等为主的常绿阔叶林、竹林;以柑橘为主的经济林;以马尾松、栎类为主的针阔混交林、松杉或松柏等针叶混交林、灌丛等,总面积占森林面积的 95%以上。

(二) 森林植被类型及其分布

根据各群系组的数量和分布面积,考虑各树种的生物学和生态学特性,将三峡库区的森林植被分为十一大类研究单元,分别为马尾松林、杉木林、柏木林、温性松林、针叶混交林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、针阔混交林、竹林、灌木林和经济林,其他少量群系组合并到相近的类型中,见表 1-2。

表 1-2 植被研究单元分类信息

植被类型	主要树种
马尾松林	马尾松、湿地松等
柏木林	柏木、侧柏、圆柏、刺柏等
杉木林	杉木、水杉、池杉等
温性松林	巴山松、华山松等
针叶混交林	马尾松、杉木、柏木等
针阔混交林	马尾松、柏木、杉木、栓皮栎等
常绿阔叶林	石栎、青冈、丝栗、香樟等
落叶阔叶林	栎类、刺槐、枫香、杨树等
灌木林	毛黄栌、水马桑、胡枝子等
经济林	板栗、茶叶、柑橘等
竹林	毛竹、刚竹、慈竹、水竹等

马尾松是库区主要的暖性针叶常绿树种,面积最大,分布最为广泛(图 1-4,详见书后彩图)。杉木林是库区重要用材林种,受人为活动的影响程度较重,因此零