

# 长江三峡淹没区与移民安置区植物多样性 及其保护策略

田自强<sup>1,2</sup>, 陈伟烈<sup>2</sup>, 赵常明<sup>2</sup>, 陈玥<sup>3</sup>, 郑丙辉<sup>1,\*</sup>

1. 中国环境科学研究院河流与海岸带环境研究室, 北京 100012; 2. 中国科学院植物研究所植被数量生态学重点实验室, 北京 100093;  
3. 央视国际网络国家地理频道, 北京 100038)

**摘要** 随着三峡大坝的修建, 三峡地区淹没区和移民安置区的植物多样性调查与保护工作相继展开。从多年考察采集到的标本及历史资料补充确定, 两区高等植物为 170 科, 762 属, 1784 种。分别占到三峡地区高等植物科、属、种数的 85.85%、75.30% 和 59.19%。其中特有植物 27 种。而三峡地区的灌木和草丛群落基本分布在沿江两岸的低海拔地区, 受水库蓄水影响较大。对两区内 21 个马尾松 (*Pinus massoniana*) 群落物种多样性进行的 Shannon-Wiener 指数及 Pielou 均匀度指数的测定结果表明, 马尾松群落的多样性变化总体趋势为: 灌木层 > 草本层 > 乔木层。对该地区具有代表性的 11 种灌丛类型进行的物种多样性指数的测定结果表明, 盐肤木 (*Rhus chinensis*)、毛黄栌 (*Cotinus coggygia* var. *pubescens*)、荆条 (*Vitex negundo*)、马桑 (*Coriaria sinica*) 等 4 种群落的灌木层丰富度较高, 分别为 16、26、20 和 15。多样性指数分别为 1.791、3.427、2.949 和 1.718。对沿江分布的 9 种主要草丛群落进行的物种多样性指数的测定结果表明: 芒萁 (*Dicranopteris dichotoma*)、五节芒 (*Miscanthus floridulus*)、白茅 (*Imperata cylindrica* var. *major*)、荩草 (*Arthraxon hispidus*) 等 4 种海拔分布较高的群落物种多样性指数较高, 分别达到 1.697、1.354、1.144 和 1.018。另外, 对淹没区及移民安置区的物种调查结果显示, 受淹的自然植被类型共有 22 种。其中木本群落 4 种, 灌丛 9 种, 草丛 9 种。小鞍叶羊蹄甲 (*Bauhinia brachycarpa* var. *microphylla*)、中华蚊母树 (*Distylium chinensis*)、水杨梅 (*Geum aleppicum*)、小叶黄杨 (*Buxus sinica* var. *parvifolia*)、铁仔 (*Myrsine africana*)、疏花水柏枝 (*Myricaria laxiflora*) 等灌丛被全部淹没; 巫溪叶底珠 (*Securinea wuxiensis*)、宜昌黄杨 (*Buxus ichangensis*) 和荷叶铁线蕨 (*Adiantum reniforme* var. *sinense*) 大部分被淹没。目前, 已建立了库区植物物种保护站及监测站, 200 多种植物已得到迁地保护, 包括已列入中国植物红皮书的 37 种珍稀物种和 11 种三峡库区建群种。

**关键词** 长江三峡, 淹没区, 移民安置区, 植物多样性, 保护

文章编号: 1000-0933 (2007) 08-3110-09 中图分类号: Q143 文献标识码: A

## The plant biodiversity and its conservation in the submersion district and the immigration district of the Three-Gorges, China

TIAN Zi-Qiang<sup>1,2</sup>, CHEN Wei-Lie<sup>2</sup>, ZHAO Chang-Ming<sup>2</sup>, CHEN Yue<sup>3</sup>, ZHENG Bing-Hui<sup>1,\*</sup>

1 River and Coastal Environment Research Center, Chinese Research Academy of Environmental Sciences Beijing 100012, China

2 Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China

3 CCTV.com/National Geography Channel, Beijing 100038, China

*Acta Ecologica Sinica* 2007, 27 (8): 3110 ~ 3118.

基金项目: 国家自然科学基金重大资助项目 (39893360-1); 国家重点基础研究发展计划资助项目 (2002CB412409)

收稿日期: 2006-07-07; 修订日期: 2007-05-24

作者简介: 田自强 (1971 ~ ) 男, 河南省信阳市人, 博士, 副研究员, 主要从事植被生态学、景观生态学和湿地生态学的研究。

\* 通讯作者 Corresponding author: E-mail: zhengbh@eraes.org.cn

**Foundation item:** The project was financially supported by National Natural Science Foundation (No. 39893360-1); the National "973" Project (No. 2002CB412409)

**Received date** 2006-07-07; **Accepted date** 2007-05-24

**Biography:** TIAN Zi-Qiang, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in vegetation ecology, landscape ecology and wetland ecology.

**Abstract :** The investigation and conservation project of plant biodiversity in the submersion district and the immigration district of the Three-Gorges region was carried out , accompanying the ongoing construction of dam. Based on the first-hand specimens collected for last many years and historical records , we found that there were about 1784 higher plant species , belonging to 762 genera , 170 families , which accounted for 59. 19% , 75. 30% and 85. 85% of total amount of species , genera and families of the Three-Gorges region , including 27 species specific to these two districts. The shrub and grass communities were mostly distributed along the low altitude riparian zone of Yangzi River , largely influenced by dynamic water level of the Three-Gorges reservoir. The measurement of Shannon-Wiener and Pielou evenness indices on 21 Masson Pine communities distributed in the Three-Gorges reservoir area was carried out , and results showed that the biodiversity of shrub layer was the most higher , the grass layer middle , and the tree layer the lowest. Among the 11 typical shrub communities in this region , the abundance of shrub layers of *Form. Rhus chinensis* , *Form. Cotinus coggygia* var. *cinerea* , *Form. Vitex negundo* var. *cannabifolia* and *Form. Coriaria sinica* were relatively higher , which were 16 , 26 , 29 and 15 , respectively. These four shrubs also showed high biodiversity index (  $H'$  ) , which were 1. 791 , 3. 427 , 2. 949 and 1. 718 , respectively. While among the 9 grasslands mainly distributed along riparian zone , 4 grassland communities with higher altitude ( *Form. Dicranopteris dichotoma* , *Form. Miscanthus floridulus* , *Form. Imperata cylindrica* var. *major* and *Form. Arthraxon hispidus* ) showed higher abundance and biodiversity , which were 1. 697 , 1. 354 , 1. 144 and 1. 018 , respectively. Considering the submersion district and the immigration district , there were 22 vegetation types threatened by submersion , including 4 woody plant communities , 9 shrub communities and 9 grassland communities. The 6 shrub communities of *Form. Securinega wuxiensis* , *Form. Bauhinia brachycarpa* , *Form. Geum aleppicum* , *Form. Distylium chinense* , *Form. Buxus henryi* and *Form. Myrsine africana* would be fully submerged. and part of *Adiantum reniforme* var. *sinensis* and *Buxus ichangensis* would be submerged. At present , plant species conservation and monitoring stations in the Three-Gorges region have been constructed , and more than 200 plant species have already been transplanted and conserved , including 37 threatened species listed in the China Plant Red Data Book and 11 dominant species of local communities.

**Key Words :** the Three-Gorges Valley ; the submersion district ; the immigration district ; plant biodiversity ; conservation

长江流域大部分处在亚热带季风气候区 , 温暖湿润。高原、山地、丘陵和盆地面积占流域总面积的 84. 7% , 森林总面积  $4. 8 \times 10^8 \text{ hm}^2$  , 生物多样性高。19 世纪末期 , 国内外植物学者开始对长江三峡地区的植物多样性进行研究。20 世纪末期 , 随着三峡大坝工程的提出、调查、论证和实施 , 引起对三峡地区生态与环境前所未有的关注 , 相继开展了较为系统的研究。<sup>[1~3]</sup> 1994 年出版的《三峡库区的植物与复合农业生态系统》一书 , 第一次公布了较为详细的植物名录<sup>[4]</sup>。随后出版的《长江三峡库区陆生动植物生态》一书<sup>[5]</sup> , 对三峡植物进行了更为全面的论述。

几十年来 , 对三峡淹没区和移民安置区植物多样性开展的调查研究工作 , 基本查明了分布于该地区的植被类型、物种种类以及珍稀特有植物。为进一步了解和更好地保护三峡地区的植物多样性 , 积累了丰富资料<sup>[6~11]</sup>。该文在此基础上 , 对分布于该区域的基本植被类型及其物种多样性进行了探讨 , 为保存与发展三峡库区的植物物种资源提供了依据。特别是随着三峡库区相继蓄水到不同水位高度 , 也为该区域脆弱生态系统的恢复以及三峡水库生态屏障建设提供了基础数据。

## 1 研究区域与研究方法

### 1.1 研究区域自然概况

研究区为长江三峡水利枢纽工程的淹没区和移民安置区 (图 1)。两区的海拔高度上线为海拔 800 m , 三峡水库及其两侧丘陵、低山所组成的地理单元。淹没区指的是海拔 175 m 以下的谷地 , 移民区在三峡工程中没有绝对的界线 , 但一般均在海拔 800 m 以下。地理位置约为  $106^{\circ}56' \sim 118^{\circ}8'E$  ,  $29^{\circ}31' \sim 31^{\circ}40'N$ 。包括 19 个县市 , 面积达  $5. 32 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。地貌类型由川东平行岭谷、川东盆周山地和鄂西山组成 , 其中的丘陵和山地

占到 96% 以上。出露地层以石灰岩、紫色砂页岩为主,其中石灰岩面积占到 50% 以上<sup>[2]</sup>。地带性土壤以红壤、黄壤和山地黄壤为主,具有过渡性、复杂性和垂直分布的特点。受地形影响,库区气候复杂多变,年均温 15~19 °C,年降水量 1000~1200 mm。本区地带性植被是以栲 (*Castanopsis*)、楠 (*Phoebe*)、栎 (*Quercus*) 为主的常绿阔叶林。长期的垦殖已使库区地带性植被几乎荡然无存,广泛分布的是人工疏林、灌丛、草丛、农业植被和农田<sup>[3]</sup>。

马尾松林是三峡库区分布面积最大的次生森林植被类型,在海拔 100~1500 m 的山地广泛分布,集中分布于 1200 m 以下山坡的中、下部或沿江的丘陵低山的上部。该地区马尾松林多为疏林,群落层次单一,郁闭度 < 0.5。在亚热带地区,灌丛是植被演替中难以逾越的阶段。特别是在石灰岩地区,许多顶级植物群落的建群种,难以直接在石灰岩的石隙中生长形成森林群落。因此,长江三峡石灰岩地区的灌丛是分布面积最广的植被类型,主要分布于 100~500 m 的低海拔地区。该地区灌丛具有极强的次生性,除中华蚊母树灌丛、黄杨和疏花水柏枝灌丛为原生性植被外,其它灌丛多为森林植被破坏后,环境条件恶化,乔木树种难以生存而由多种阳性灌木组成。因此,处在植被演替速度较慢的初级阶段。其中以落叶阔叶成分为主,常绿阔叶灌丛具有独特的地位,在三峡长江边洪水线以上有规律的呈带状分布。对沿岸的水土保持及景观美化具有独特价值。三峡淹没区和移民区的草丛是以中生多年生草本植物为主要建群种的群落,其中散生少量灌木。基本上是由森林和灌丛被反复砍伐、火烧后,导致水土流失,土壤日益瘠薄,生境恶化所形成的次生植被类型。主要集中在海拔 100~600 m 的江滩和沿江的低山及丘陵地区。

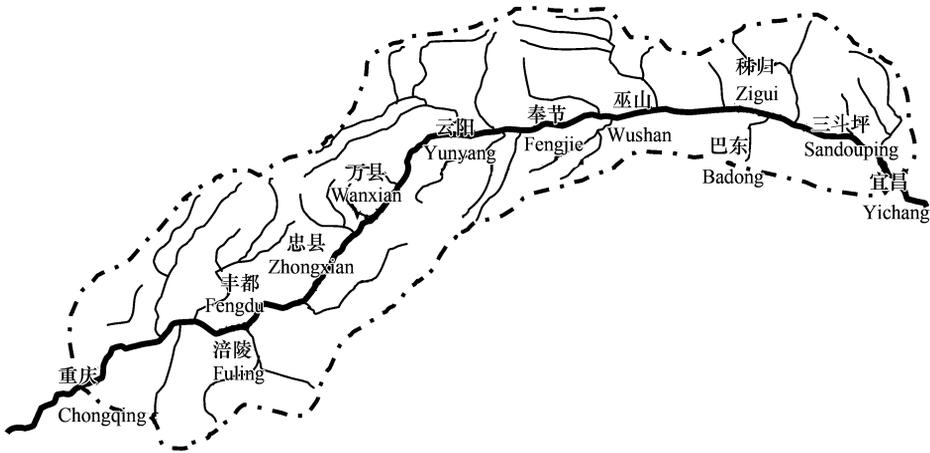


图 1 野外调查区域

Fig. 1 The field work region

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 野外调查

样地的设置采用典型取样法,在秭归、巫山、泄滩、茅坪、奉节、万县、丰都、涪陵、重庆市的巴南区和大渡口区 10 个典型地段的长江两岸淹没区和移民安置区共设置了 20 条样带,1299 个样方,其中马尾松群落 21 个,总面积达 28,150 m<sup>2</sup>。对区域内的植物物种种类、数量和生长状况等进行了样方调查。取样面积为:乔木样方 20 m × 20 m,灌木和草丛样方均为 10 m × 10 m。另外,林地样方内设置 4 个 10 m × 10 m 小样方,4 个 10 m × 10 m 灌木样方,4 个 10 m × 10 m 草本样方。记录项目主要包括:①乔木的高度、枝下高、胸径、冠幅;②灌木和草本的高度、盖度、株数;③生境因子如海拔、坡向、坡度、坡位、土壤类型等。

### 1.2.2 室内工作

对各样方内的植物物种及历史资料进行了广泛收集和标本的鉴定,建立了三峡库区植物物种名录和国家保护植物名录数据库。

### 1.2.3 植物多样性测度方法

采用物种数、相对盖度作为多样性指数的测度指标 ,对马尾松疏林、11 种灌丛和 9 种草丛群落分别进行了物种丰富度、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数的测定<sup>[4]</sup>。

①物种丰富度指数 : $R =$  出现在样方内的物种数 ;②Shannon-Wiener 物种多样性指数 : $H' = - \sum_{i=1}^s (P_i \ln P_i)$

③Pielou 均匀度指数 : $J = (- \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i) / \ln s$  式中  $P_i$  为  $n_i/N$  ; $n_i$  为第  $i$  种生物的个体数 ; $S$  为总个体数。

## 3 结果与分析

### 3.1 马尾松群落物种多样性

调查结果表明 ,马尾松林内的植物种类共有 195 种。其中乔木 17 种 ,灌木 37 种 ,草本 97 种 ,藤本植物 8 种 ,幼树 26 种 (其中 10 种为与乔木层共有种)。这种现象既反映了马尾松林不同演替阶段群落组成的复杂性 ,也反映了其环境巨大的包容性。

在乔木层中 ,经常混生有短柄栎 (*Quercus glandulifera* var. *brevipetiolata*)、栓皮栎 (*Q. variabilis*)、槲栎 (*Q. aliena*)、山合欢 (*Albizia kalkora*)、化香 (*Platycarya strobilacea*)、茅栗 (*Castanea sequinii*)、猴樟 (*Cinnamomum bodinieri*)、柏木 (*Cupressus funebris*)、铁坚油杉 (*Keteleeria davidiana*)等落叶和常绿树种。

灌木层盖度 40% ~ 60% ,主要种类有柃木 (*Eurya* spp.)、山茶 (*Camellia shensinensis*)、山胡椒 (*Lindra glauca*)、针齿冬青 (*Ilex centrochinensis*)、马桑、映山红 (*Rhododendron simsii*)、继木 (*Loropetalum chinensis*)、毛黄栌、铁仔、火棘 (*Pyranthus fortuneana*)、湖北算盘子 (*Glochidion wilsonii*)、毛桐 (*Mallotus barbatus*)、盐肤木等。

草本层盖度 10% ~ 30% ,有些地段达 80% ,主要种类有菅草 (*Themeda gigantea* var. *villosa*)、白茅、荩草、细柄黍 (*Panicum psilopodium*)、芒草 (*Miscanthus sinensis*)、扭黄茅 (*Heteropogon contortus*)、芒箕、狗脊 (*Woodwardia japonica*)、紫箕 (*Osmunda japonica*)、苔草 (*Cerex* spp.)、酢浆草 (*Oxalis corniculata*)等。

马尾松群落的多样性总趋势为 灌木层 > 草本层 > 乔木层。这与亚热带常绿阔叶林表现出的乔木层 > 灌木层 > 草本层的格局不同。三峡地区人口密度大 ,对自然资源的长期开发 ,使得天然林破坏殆尽。现有的马尾松林均为次生林。乔木层盖度低 ,林下的灌木和草本物种得以较好的生长 ,物种多样性均较高。在样方中 ,灌木物种数基本在 10 ~ 25 之间。物种多样性指数在 1 ~ 3 之间 ,均匀度指数在 0.5 ~ 1 之间波动。草本层物种多样性随灌木层物种数及盖度的变化波动较大 ,在灌木物种数及盖度大的群落中 ,草本层物种多样性相对较低 ,物种多样性指数在 0.5 上下波动 ;在灌木物种数及盖度小的群落中 ,则相对较高 ,一般在 1.0 ~ 1.5 之间波动 ;个别样方的物种多样性指数可达 2.606。(图 2 ,图 3)。

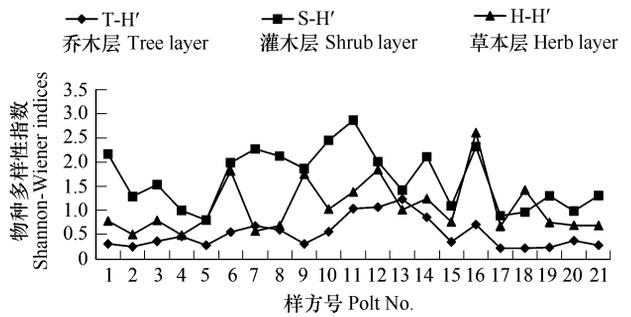


图2 三峡谷地 21 个马尾松样方 Shannon-Wiener 物种多样性指数特征  
Fig. 2 The characteristic of Shannon-Wiener indices of the 21 *Pinus massoniana* plots in the Three-Gorges Valley

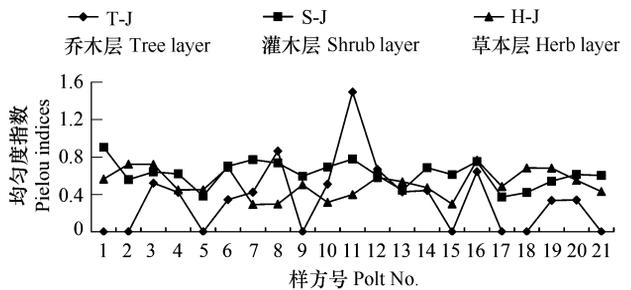


图3 三峡谷地 21 个马尾松群落 Pielou 物种均匀度指数特征  
Fig.3 The characteristic of Pielou evenness indices of the 21 *Pinus massoniana* plots in the Three-Gorges Valley

T-H' :乔木层 Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener indices of tree layer ;S-H' :灌木层 Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener indices of shrub layer ;H-H' :草本层 ;Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener indices of herb layer ;下同 the same below

### 3.2 灌丛群落多样性特征

灌丛群落的植物种类近 40 种。其中灌木 10 ~ 15 种,草本 15 ~ 24 种。灌丛中藤本和有刺植物特别发达,在调查样方中达 5 ~ 10 种,有的类型高达 20 种,占群落种群数量 20% 以上。

物种多样性指数的测定结果表明,盐肤木灌丛、毛黄栌灌丛、黄荆灌丛和马桑灌丛的灌木层丰富度较高,分别为 16、26、20 和 15。多样性指数值较高,分别为 1.791、3.427、2.949 和 1.718。草本层物种丰富度相对较低,分别为 8、9、7 和 5;多样性指数分别为 0.627、1.133、0.927 和 0.807。在灌木层物种数较少的群落中,草本层物种丰富度及多样性较高,如白背叶灌丛、英蒾灌丛和继木灌丛的群落中,草本层丰富度分别为 24、23 和 23,物种多样性指数分别达到 5.693、2.789 和 2.76。毛黄栌灌丛、黄荆灌丛和铁仔灌丛的灌木层及草本层物种分布较均匀,没有明显的偶见种和特异种。另外,白背叶灌丛中的草本层物种数达到 24 种,且各物种分布均匀,物种多样性指数均高于其他样方的草本层物种;小果蔷薇灌丛、白背叶灌丛、英蒾灌丛和巫溪叶底珠灌丛中的灌木层物种较为单一,分布集中,均匀度指数 J 较低(图 4、图 5)。

### 3.3 草本群落多样性特征

物种多样性测定表明,铁芒萁、五节芒、白茅和荩草等四种海拔分布较高的草丛群落,物种多样性指数较高,分别达到 1.697、1.354、1.144 和 1.018;分布于江滩和低海拔丘陵地区的狗牙根、斑茅和金发草等 3 种草丛群落物种较少,物种多样性指数基本在 0.5 以下;物种分布较均匀,一般在 0.3 ~ 0.5 之间波动(表 1)。

### 3.4 淹没区与移民安置区珍稀特有植物及分布

中国是植物物种丰富的国家,特有现象也较<sup>[5]</sup>。中国特有属在三峡的淹没区和移民安置区分布也较为普遍。除明显被引种进入的外,特有种类达到 24 种(图 6)。其中,北碚槭、缙云槭、缙云瑞香、缙云冬青、凹脉新木姜子、缙云瘤足蕨分布于重庆缙云山等海拔 600 m 以上的阔叶林中;北碚紫金牛、缙云紫金牛、窝竹则分布于海拔 300 ~ 400 m 的山间林下或竹林下;荷叶铁钱蕨作为群落伴生种,主要集中分布于万县、石柱海拔 80 ~ 600 m 的河谷陡岸两侧的灌丛或草丛中;高山杜鹃则仅在石柱县海拔 300 ~ 400 m 的疏林中有一定分布;武隆细辛、小飞龙掌血分布于武隆镇海拔 300 ~ 500 m 和 700 m 左右的林下溪旁阴湿处或山坡灌丛中;中华蚊母树主要分布于奉节、巴东、巫山、巫溪、涪陵海拔 150 ~ 500 m 的山谷、河边;疏花水柏枝在巴东、巫山以及奉节至重庆的江滩呈小片状分布,群落结构单一;粉叶新木姜子主要集中分布于奉节海拔 800 m 的山坡阔叶林中;巫山类芦、巫溪叶底珠、纤毛淫羊藿和长芒耳蕨主要分布于巫山和巫溪 60 ~ 800 m 的山坡河边草丛或阴湿岩缝中;宜昌黄杨、楔叶南蛇藤、三出花白蜡树和毛叶雀儿舌头分布于宜昌海拔 30 ~ 700 m 的江河岸边或山坡灌木林中,其中毛叶雀儿舌头在兴山县也有一定分布。

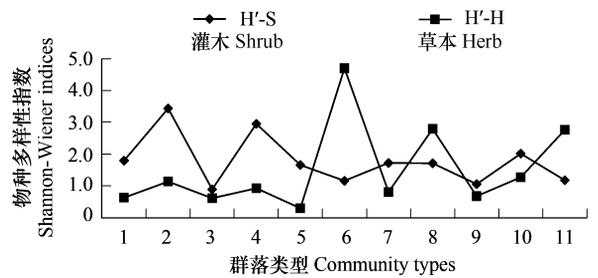


图 4 淹没区和移民安置区 11 种主要灌木群落 Shannon-Wiener indices 物种多样性指数特征

Fig. 4 The characteristic of Shannon-Wiener indices of the 11 main shrub communities in the submersion district and the immigration district of the Three-Gorges Valley

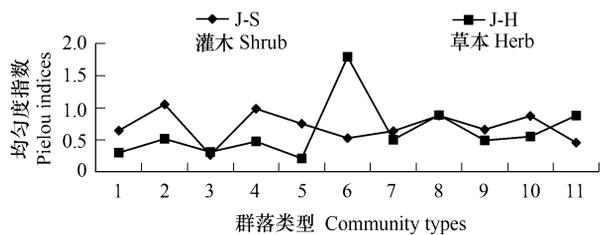


图 5 淹没区和移民安置区 11 种主要灌木群落 Pielou evenness indices 物种均匀度指数特征

Fig. 5 The characteristic of Pielou evenness indices of the 11 main shrub plots in the submersion district and the immigration district of the Three-Gorges Valley

1. 盐肤木灌丛 Form. *Rhus chinensis* 2. 毛黄栌灌丛 Form. *coggygia* var. *pubescens* 3. 中华蚊母树灌丛 Form. *Distylium chinensis* 4. 黄荆灌丛 Form. *Vitex negundo* var. *cannabifolia* 5. 小果蔷薇灌丛 Form. *Rosa cymosa* 6. 白背叶灌丛 Form. *Mallotus apelta* 7. 马桑灌丛 Form. *Coriaria sinica* 8. 英蒾灌丛 Form. *Viburnum dilatatum* 9. 巫溪叶底珠灌丛 Form. *Securiniga wuxiensis* 10. 铁仔灌丛 Form. *Myrsine africana* 11. 继木灌丛 Form. *Loropetalum chinensis*

表 1 淹没区和移民安置区 9 种主要草本群落物种多样性指数分析

Table 1 Analysis of biodiversity indices of the 9 main shrub communities in the submersion district and the immigration district of the Three-Gorges Valley

群落类型 Community types	分布海拔 Altitude (m)	R	H'	J
扭黄茅草丛 Form. <i>Heteropogon contortus</i>	100 ~ 1000	10	0.782	0.34
白茅草丛 Form. <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>major</i>	600 ~ 1500	13	1.144	0.447
野古草草丛 Form. <i>Arundinella hirta</i>	100	10	0.803	0.349
荻草草丛 Form. <i>Arthraxon hispidus</i>	100 ~ 600	25	1.018	0.316
铁芒萁草丛 Form. <i>Dicranopteris dichotoma</i>	1000	14	1.697	0.537
五节芒草丛 Form. <i>Miscanthus floridulus</i>	170	11	1.354	0.564
狗牙根草丛 Form. <i>Cynodon dactylon</i>	100	1	0.049	0
斑茅草丛 Form. <i>Saccharum arundinaceum</i>	120	3	0.479	0.435
金发草草丛 Form. <i>Pogonatherum paniceum</i>	150	3	0.567	0.515

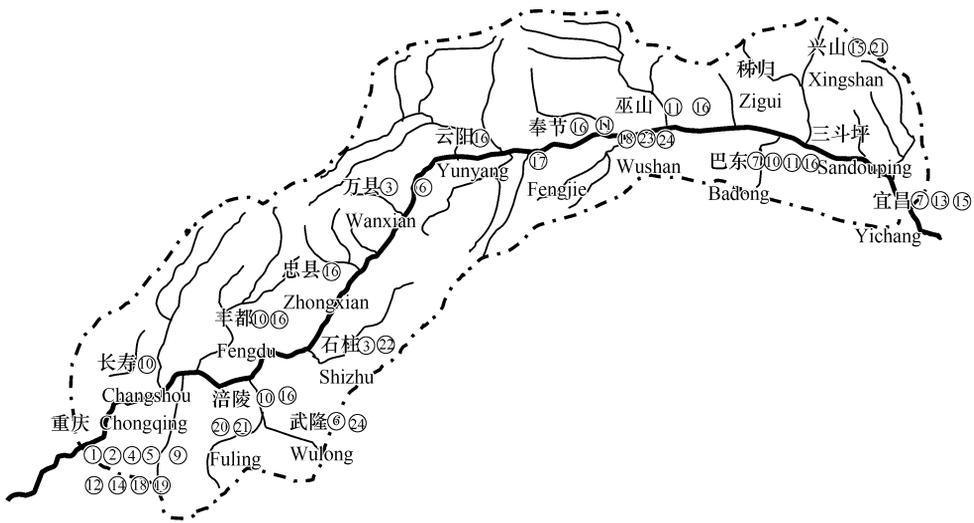


图 6 淹没区和移民安置区珍稀特有植物地理分布

Fig. 6 The geographical distribution of the endangered and endemic species in the submersion district and the immigration district of the Three-Gorges Valley

- ①北碚槭 *Acer pehpeiense* ; ②缙云槭 *A. wangchii* ; ③荷叶铁线蕨 *Adiantum reniforme* var. *sinense* ; ④北碚紫金牛 *Ardisia beipeiensis* ; ⑤缙云紫金牛 *A. jingyunensis* ; ⑥武隆细辛 *Asarum wulongense* ; ⑦宜昌黄杨 *Buxus ichangensis* ; ⑧楔叶南蛇藤 *Celastrus orbiculatus* var. *cuneatus* ; ⑨缙云瑞香 *Daphne jinyunensis* ; ⑩中华蚊母树 *Distylium chinensis* ; ⑪窝竹 *Fargesia brevissima* ; ⑫三出花白蜡树 *Fraxinus floribunda* var. *ternata* ; ⑬缙云冬青 *Ilex jinyunensis* ; ⑭毛叶雀儿舌头 *Leptopus chinensis* var. *pubescens* ; ⑮疏花水柏枝 *Myricaria laxiflora* ; ⑯粉叶新木姜子 *Neolitsea aurata* var. *glauca* ; ⑰凹脉新木姜子 *N. impressa* ; ⑱巫山类芦 *Neyraudia wushanica* ; ⑲缙云瘤足蕨 *Playlogyria caudifolia* ; ⑳长芒耳蕨 *Polystichum longiaristatum* ; ㉑高山杜鹃 *Rhododendron chienianum* ; ㉒巫溪叶底珠 *Securinega wuxiensis* ; ㉓纤毛淫羊藿 *Epimedium glandulosopilosum* ; ㉔小飞龙掌血 *Toddalia asiatica* var. *parva*

### 3.5 三峡工程对库区植被的影响

三峡水库蓄水使长江三峡地段海拔 175 m 以下的植物几乎全部被淹没。根据野外调查,海拔 200 m 以下分布的高等植物约 550 余种,其中有 3 种三峡特有植物受影响较大。全部淹没的植物是仅分布于长江奉节至秭归县段,在沙泥质江边滩地生长的疏花水柏枝。巫溪叶底珠、荷叶铁线蕨和宜昌黄杨集中分布在海拔 30 ~ 300 m 的狭窄区域,部分或大部分被淹没。川明参因产于大坝下的莲沱,自然分布较广,且早已作为药材广为

栽培,因此影响不大。裸芸香因发现有更大的种群分布在淹没线以上,而未被列入抢救对象。通过对淹没区 18 条样带的调查,受淹的自然植被类型共有 22 种,其中木本群落 4 种,灌丛 9 种,草丛 9 种(表 2)。此外,常见的在淹没线以下的还有小鞍叶羊蹄甲和水杨梅等灌丛。特别是分布于沿江消落线以上 15~20 m 的中华蚊母树、小叶黄杨和铁仔等常绿灌丛被全部淹没。

表 2 三峡谷地受淹植物群落类型

Table 2 The affected vegetation types that were submerged by the sluice in the Three-Gorges Valley

植被类型 Vegetation types	受淹植物群落 Submerged communities
林地 Forest	马尾松林 Form. <i>Pinus massoniana</i> ; 柏木林 Form. <i>Cupressus funebris</i> ; 刺槐林 Form. <i>Robinia pseudoacacia</i> ; 慈竹林 Form. <i>Sinocalamus affinis</i>
灌丛 Shrub	小果蔷薇灌丛 Form. <i>Rosa cymosa</i> ; Form. 荆条-黄栌灌丛 <i>Vitex negundo-Cotinus coggygria</i> ; 黄栌灌丛 Form. <i>Cotinus coggygria</i> ; 中华蚊母树-宜昌黄杨灌丛 Form. <i>Distylium chinensis-Buxus ichangensis</i> ; 华中木兰灌丛 Form. <i>Magnolia biondii</i> ; 马桑灌丛 Form. <i>Coriaria sinica</i> ; 荆条灌丛 Form. <i>Vitex negundo</i> ; 铺地榕灌丛 Form. <i>Ficus tikoua</i> ; 槲栎灌丛 Form. <i>Quercus aliena</i>
草丛 Herb	香附子草丛 Form. <i>Cyperus rotundus</i> ; 拟金茅草丛 Form. <i>Eulaliopsis binata</i> ; 白茅草丛 Form. <i>Imperata cylindrical</i> var. <i>major</i> ; 野古草草丛 Form. <i>Arundinella hirta</i> ; 芒草草丛 Form. <i>Miscanthus sinensis</i> ; 斑茅草丛 Form. <i>Saccharum arundinaceum</i> ; 荻草丛 Form. <i>Miscanthus sacchariflorus</i> ; 芦草草丛 Form. <i>Arundo donax</i> ; 荩草草丛 Form. <i>Arthraxon hispidus</i>

### 3.6 植物多样性的保护

随着三峡库区相继蓄水到不同水位高度,三峡工程对淹没区和移民安置区植物物种和珍稀特种类赖以生存的环境乃至其自身的存在和发展均产生了负面影响。更为严重地是,淹没将毁灭部分物种的原产地,导致物种在原产地的消失。而移民开发、工地建设和农田的开垦,又将进一步破坏本已脆弱的生态系统。

通过就地(或迁地)保护,建立物种引种保存基地,将一些有价值的、特别是将生存受到威胁的物种引到基地保存,以确保三峡库区植物物种资源得到保存与发展。如已在库区组建的有关农业、水域和陆生植物的生态系统观察站<sup>[16]</sup>。

其次,鉴于三峡地区特殊的地质地貌条件,以及灌丛在长江沿岸分布和演替上的特殊意义,可建立以石灰岩灌丛为主的若干处封山区,确保北部大巴山—神农架山系—金佛山—七曜山—星斗山—川鄂边境山地的残存原始植被及其演替阶段。

第三,建立自然保护区。不仅起到保护自然历史遗产的作用,而且在保护区内对物种进行的各种实验,可为库区的生态环境治理,经济发展提供依据。如荷叶铁线蕨的孢子繁殖实验,以及人工播种试验<sup>[17]</sup>。

另外,在不破坏现有植被和注重水土保持的基础上,依靠科学技术,发展经济效益高,社会效益好的人工经济植物群落,发展库区的综合农业,维持较好的库区生态环境<sup>[18]</sup>。

## 4 结论

共统计到淹没区和移民安置区的高等植物 170 科,762 属,1784 种。分别占到三峡地区高等植物科、属、种数的 85.85%, 75.30% 和 59.19%。地带性常绿阔叶林类型 8 种,由于数千年的耕作历史,仅在局部地区残存有极少面积的,且受人为活动干扰的地带性植物群落片段。一般是以人工马尾松疏林分布面积最大,群落层次单一。

灌丛在长江三峡石灰岩地区分布面积最广,占到库区总面积的 13.43%。主要有 11 种类型,它们是森林破坏后的次生类型,是该地段维持生态环境现状的主要支柱。11 种灌丛类型中,盐肤木灌丛,毛黄栌灌丛,黄荆灌丛和马桑灌丛的灌木层丰富度较高,多样性指数  $H'$  较高,分别为 1.791, 3.427, 2.949 和 1.718。

与灌丛生境相似,三峡地区的草丛主要分布在长江两侧的低海拔区域,多为退化的生态系统,主要有 9 种植物类型。其中分布于较高海拔的草丛物种丰富度和物种多样性指数较高,如铁芒萁草丛,五节芒草丛,白茅

草丛和荩草草丛,而分布于江滩和低海拔的丘陵地区的群落物种较少,物种多样性指数基本在 0.5 以下;库区内草丛物种分布较均匀。

三峡大坝蓄水后,有 4 种木本群落、9 种灌丛和 9 种草丛受到不同程度的影响。灌木和草丛群落基本分布在沿江两岸的低海拔地区,受水库蓄水影响较大。在植物物种多样性保护方面,建立了陆生植物物种保护基地,已对库区 200 余种植物进行了迁地保护,其中 37 种为珍稀物种,11 种为当地建群种。

#### References :

- [1] The Leader Group of the Research on the Impacts of the Three Gorge Project Ecosystems and Environments of CAS. The Collected Papers of Impacts of the Three Gorge Project on Ecosystems and Environments along the Changjiang River and Possible Countermeasures. Beijing: Science Press, 1987.
- [2] Yang Q X. The Effect of the Three-Gorges Valley Project to the plant resources and its Countermeasure. Beijing: Science Press, 96—108.
- [3] Chen G J. Effect of the Three-Gorges Valley Project to the Ecosystems and Environments and its Countermeasure. Beijing: Science Press, 1995.
- [4] Chen W L, Zhang X Q, Liang J S, et al. The vegetation and the multiple agriculture ecosystem in the Three-Gorges Valley. Beijing: Science Press, 1994.
- [5] Xiao W F, Li J W, Yu C Q, et al. The bionomics of the terrestrial animal and the plant in the Three-Gorges Valley. Chongqing: Southwest China Normal University Press, 2000.
- [6] Fu L K. China Plant Red Data Book. Beijing: Science Press, 1992.
- [7] Xu T Q, Wu J Q, Ye Q G, et al. A Study on the Endemic Vascular Plant Species of the Three Gorges Reservoir Area of Changjiang River. Journal of Wuhan Botanical Research, 2000, 18 (3) 253—256.
- [8] Tian Z Q, Chen Y, Chen W L, et al. Vegetation mapping and analysis at Longmenhe region, Shennongjia, China. Acta Phytocologica Sinica, 2002, 26 (Suppl) 36—39.
- [9] Tian Z Q, Chen Y, Chen W L, et al. Gap analysis of vegetation in Longmenhe region, Shennongjia, China. Acta Phytocologica Sinica, 2002, 26 (Suppl) 40—45.
- [10] Xie Z Q. Characteristics and conservation priority of threatened plants in the Yangtze valley. Biodiversity and Conservation, 2003, 12 65—72.
- [11] Zhao C M, Chen W L, Tian Z Q. Altitudinal pattern of plant species diversity in Shennongjia mountains, Central China. Journal of Integrative Plant Biology, 2005, 47 (12) 1431—1449.
- [12] Jin Y X, Chen Z L, Zheng Z, et al. A Report on the Expedition of Vegetation and Environment in Changjiang Sanxia (Gorge of Yangtze River) Reservoir Region. Wuhan Botanical Research, 1984, 2 (Suppl) 1—100.
- [13] Editoria Committee of Chinese Vegetation 1980. China Vegetation. Beijing: Science Press, 1980. 96—108.
- [14] The Biodiversity Committee of the Chinese Academy of Sciences. Principles and Methodologies of Biodiversity Research. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 1994.
- [15] Ying J S, Ma C G, Zhang Z S. Observations of the Flora and Vegetation of MT. Shennongjia in Western Hupei, China. Acta Phytotaxonomica Sinica, 17 (3) 41—59.
- [16] Huang Z L, Fu B J, Yang Z F. Ecological and Environmental Conservation in Huge Hydroelectric Projects of the Yangtze Valley in China 21st Century. Beijing: China Environment Science Press, 1998.
- [17] Xie Z Q. Characteristics and Conservation Priority of Threatened Plants in the Yangtze Valley. 2003. Biodiversity and Conservation, 2003, 12 65—72.
- [18] Wang W J, Wang Q. The ecosystem of the threat characteristics and ecological restoration research of Kaixian County in the Three Gorges reservoir area. Beijing: China Environment Science Press, 2007.

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院三峡工程生态与环境科研项目领导小组. 长江三峡工程对生态环境影响及对策研究论文集. 科学出版社, 1987.
- [2] 杨启修. 三峡工程对库区植被资源的影响与对策问题. 北京: 科学出版社, 1987. 96~108.

- [3] 陈国阶. 三峡工程对生态与环境的影响及对策研究. 科学出版社, 1995.
- [4] 陈伟烈等. 三峡库区的植物与复合农业生态系统. 北京: 科学出版社, 1994.
- [5] 肖文发, 李建文, 于长青, 等. 长江三峡库区陆生动植物生态. 重庆: 西南师范大学出版社, 2000.
- [6] 傅立国. 中国植物红皮书, 第一册. 北京: 科学出版社, 1992.
- [7] 许天全, 吴金清, 叶其刚等. 长江三峡库区特有维管束植物研究. 武汉植物学研究, 2000, 18 (3): 53 ~ 256.
- [8] 田自强, 陈玥, 陈伟烈, 等. 神农架龙门河地区的植被制图及植被现状分析. 植物生态学报, 2002, 26 (增刊): 36 ~ 39.
- [9] 田自强, 陈玥, 陈伟烈, 等. 神农架龙门河地区基于植被的 GAP 分析. 植物生态学报, 2002, 26 (增刊): 40 ~ 45.
- [12] 金义兴, 卓良, 郑重, 等. 长江三峡库区植被及环境考察报告. 武汉植物学研究, 1984 (第 2 卷增刊): 1 ~ 100.
- [13] 中国植被编辑委员会. 中国的植被. 北京: 科学出版社, 1980.
- [14] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
- [15] 应俊生等. 鄂西神农架地区的植物和植物区系. 植物分类学报, 1979, 17 (3): 41 ~ 59.
- [16] 黄真理, 傅伯杰, 杨志峰. 21 世纪长江大型水利工程中的生态环境保护. 中国环境科学出版社, 1998.
- [17] 谢宗强. 长江三峡地区濒危植物的特征与保护. 生物多样性与保护, 2003, 12: 65 ~ 72.
- [18] 王文杰, 王桥, 等著. 三峡库区生态系统胁迫特征与生态恢复研究——以重庆开县为例. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.