

## 大山峰沼泽湿地植物群落特征及物种多样性研究

曾岳明<sup>1</sup>, 黄玉洁<sup>2</sup>, 周文春<sup>1</sup>

(1. 浙江省丽水市莲都区林业局, 浙江 丽水 323000; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023)

**摘要:** 2014年采用样线法和样方法对浙江省丽水市大山峰沼泽湿地植物群落进行了调查, 利用植物分类学和生态学原理分析了其植物群落特征。结果表明: 大山峰湿地共有维管植物 180 种, 隶属于 70 个科 147 个属, 被子植物在科、属、种水平上均占有绝对优势, 其中又以草本植物为主; 湿地植物主要由小型科和单属科、少种属和单种属组成, 种系分化程度弱; 人工干扰形成的群落占 60%; 黄山松林、冻绿群落丰富度指数显著高于深山含笑林、牛鞭草群落, 黄山松林、杉木林的多样性指数显著低于枫香—鹅掌楸混交林、冻绿等群落, 而优势度指数则高于其它群落, 表明大山峰湿地的物种数量分布上差异显著。

**关键词:** 湿地植物; 群落特征; 多样性

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

## Plant Community Characteristics and Species Diversity in Marshland of Dashanfeng in Zhejiang

ZENG Yue-ming<sup>1</sup>, HUANG Yu-jie<sup>2</sup>, ZHOU Wen-chun<sup>1</sup>

(1. Lishui Liandu Forestry Bureau of Zhejiang, Lishui 323000, China; 2. Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** Investigations were conducted on plant communities in 2014 by line transect and quadrat method in Dashanfeng marshland of Lishui, Zhejiang province. The results showed that there are 180 species of vascular plants, belonging to 70 families and 147 genera, among them, angiosperm is absolutely dominant in term of families, genera and species. Plants are dominated by herbaceous and mainly composed by few or single family and few or single genus, indicating weak phylogenetic differentiation. Communities by artificial disturbance account for 60%. Richness index of *Pinus taiwanensis*, *Rhamnus utilis* community was significantly higher than that of *Michelia Maudiae* and *Hemarthria altissima* community, and diversity index of *P. taiwanensis* and *Cunninghamia lanceolata* was significantly lower than that of mixed forest of *Liquidambar formosana*-*Liriodendron chinense*, and of *R. utilis* community, meaning that species distribution has large difference in marshland.

**Key words:** marshland plant; community characteristics; diversity

沼泽湿地是浙江省十分稀缺的湿地资源, 仅占全省湿地总面积 2 467 775 hm<sup>2</sup> 的 0.02%, 多分布于中低山区, 为典型的溪源湿地<sup>[1-2]</sup>。由于人们对湿地保护意识不强, 许多沼泽湿地被挖沟排水, 开垦种植, 致使沼泽干化, 破坏了山地沼泽生态系统及珍稀的沼泽植被群落。近年来, 随着经济的快速发展和森林旅游的兴起, 对高山沼泽湿地的利用越来越频繁, 尤其处于城市周边的高山沼泽湿地, 人工干扰与破坏湿地现象越来越严重。目前, 我国对高山沼泽湿地植物群落研究相对较少, 远不如其它类型的湿地<sup>[3-5]</sup>。因此, 通过对大山峰沼泽湿地植物群落特征及物种多样性进行初步研究<sup>[6-8]</sup>, 以为此种类型的高山沼泽湿地的保护与建设提供一定的理论基础与科学依据。

收稿日期: 2015-03-15; 修回日期: 2015-05-20

作者简介: 曾岳明 (1969—), 男, 浙江丽水人, 工程师, 主要从事公益林管理和研究工作。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

大山峰沼泽湿地位于丽水市莲都区西南部第六高峰大山峰顶,  $119^{\circ} 41' 15'' \sim 119^{\circ} 52' 30''$  E,  $28^{\circ} 07' 30'' \sim 28^{\circ} 15' 15''$  N, 是一个稀有的山顶型沼泽草甸湿地, 属于 IV3 型湿地, 湿地面积为  $36 \text{ hm}^2$ , 已被《浙江省湿地保护利用规划 2006-2020》列为新建省级重要湿地自然保护区规划, 距丽水市区 46 km, 海拔 1 123 ~ 1 150 m。属中亚热带季风气候, 年均气温  $12^{\circ}\text{C}$ , 年均降水量 2 069.5 mm, 年均日照时数 1 098 h; 植被属中亚热带常绿阔叶林地带甜槠木荷林区, 原有植被现已被人工黄山松林、杉木林或次生林所替代, 地带性土壤为黄壤, 土壤肥沃。湿地生态系统较为封闭, 水文情况稳定, 生态环境多样, 生物种群丰富, 具有良好的森林沼泽及草甸生态系统, 适宜多种动植物繁衍生息。

### 1.2 调查方法

采用常规样线法和样方法, 于 2014 年 8 月进行野外调查。在湿地中由北向南设置 5 条样带, 依据植被类型的变化情况设置样方, 共设  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  样方 48 个, 详细记录样地海拔、坡度、土壤类型、水文等生境因子, 对乔木树种调查种类、郁闭度、株数、高度和胸径; 在大样方中, 各设 5 个  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$  灌木样方和  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  草本样方, 分别调查灌木和草本的种类、数量、盖度和高度。

### 1.3 数据分析

1.3.1 植物群落类型划分 植物群落类型分类使用 Excel 2007 和 Twinspan 2.3 软件, 结合样地地理环境信息进行。

1.3.2 重要值计算 在群落的分析中, 重要值 ( $I_V$ ) (Importance value) 的数值大小可作为群落中植物种优势度的一个度量标志, 是由 Curtis 于 1951 年提出, 其计算公式如下:

乔木层重要值:

$$I_V = (\text{相对显著度} + \text{相对密度} + \text{相对频度}) / 3$$

$$\text{相对显著度} = \text{某物种的胸径断面积} / \text{所有种胸径断面积之和} \times 100\%$$

$$\text{相对密度} = \text{某物种的密度} / \text{所有种密度之和} \times 100\%$$

$$\text{相对频度} = \text{某物种频度} / \text{所有种频度之和} \times 100\%$$

灌木层、草本层重要值:

$$I_V = (\text{相对盖度} + \text{相对密度} + \text{相对频度}) / 3$$

$$\text{相对盖度} = \text{某物种盖度} / \text{所有种的总盖度} \times 100\%$$

$$\text{相对密度} = \text{某物种的密度} / \text{所有种密度之和} \times 100\%$$

$$\text{相对频度} = \text{某物种频度} / \text{所有种频度之和} \times 100\%$$

1.3.3 物种多样性分析 物种多样性指数, 分别采用 Margalef 丰富度指数 ( $D_{MA}$ )、Simpson 优势度指数 ( $C$ )、Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H'$ )、Pielou 均匀度指数 ( $E$ ) 分别统计:

$$D_{MA} = (S - 1) / \ln N$$

$$C = \sum_{i=1}^n p_i^2$$

$$H' = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

$$E = H' / \ln S$$

式中,  $S$  为样方内出现的物种数,  $N$  为样方内出现的物种总株数,  $P_i$  为样方内第  $i$  种物种的重要值。

2 结果与分析

2.1 大山峰湿地维管植物组成分析

2.1.1 科、属、种组成分析 从表 1 可知, 大山峰沼泽湿地共有维管植物 180 种, 隶属于 70 个科 147 个属, 其中蕨类植物 6 科 6 属 6 种, 裸子植物 3 科 9 属 11 种, 被子植物 61 科 132 属 163 种。被子植物中双子叶植物有 52 科 99 属 121 种, 单子叶植物有 9 科 33 属 42 种。被子植物在科、属、种水平上均占有绝对优势, 分别为总数的 87.14%、89.80%和 90.56%; 蕨类植物和裸子植物种类较少, 分别占 8.57%、4.08%、3.33%和 4.29%、6.12%、6.11%。

以科内含属分, 含 6 属以上的科有 5 科, 共含 46 属, 占总科数的 7.14%和总属数的 31.29%, 其中禾本科最多, 含有 11 属; 含 2 ~ 5 属的科有 20 科, 共含 56 属, 占总科数的 28.57%和总属数的 38.10%; 仅包含 1 属的科有 45 科, 占绝对优势, 共含 45 属, 占总科数的 64.29%和总属数的 30.61%。以科内含种分, 含 6 种以上的科有 8 科, 共含种 79 种, 占总科数的 11.43%和总种数的 33.89%, 其中禾本科 16 种、蔷薇科 13 种、莎草科 10 种居前三位; 含 2 ~ 5 种的科有 23 科, 共含种 62 种, 占总科数的 32.86%和总种数的 34.44%; 单种科有 39 科, 在科数量上占有绝对优势, 共含种 39 种, 占总科数的 55.71%和总种数的 21.67%。以属内含种分, 6 种以的属只有 1 属, 即蓼属, 共包含 7 种, 占总属数的 0.68%和总种数的 3.89%; 含 2 ~ 5 种的属共有 22 属, 包含 49 种, 占总属数的 15.54%和总种数的 37.22%; 单种属占主要地位, 共有 124 属, 占总属数的 83.78%, 并且在种的水平上比例也较高, 占 68.89%。

从大山峰沼泽湿地各科植物主要由小于 5 属的小型科和单属科组成、各属植物主要由小于 5 种的少种属和单种属组成的特点可以看出, 大山峰湿地植物分化程度低, 种/属系数只有 1.22, 具体原因可能是由于大山峰湿地面积相对较小, 并处于相对封闭的山顶环境, 导致各科或属的种类比较单一。

表 1 大山峰沼泽湿地维管植物组成  
Table 1 Vascular plants in Dashanfeng marshland

植物门类	科数	科内含属数量			科内含种数量			属数	属内含种数量			种数
		>6 属	2~5 属	1 属	>6 种	2~5 种	1 种		>6 种	2~5 种	1 种	
蕨类植物	6			6			6	6			6	6
裸子植物	3		3			3		9		1	8	11
被子植物	61	5	17	39	8	20	33	132	1	21	110	163
总计	70	5	20	45	8	23	39	147	1	22	124	180

2.1.2 生活型组成分析 从表 2 可知, 大山峰沼泽湿地植物按生活型分为木本、草本、藤本三类。木本植物 65 种, 占总种数的 36.11%, 其中乔木 35 种、灌木 30 种, 分别占总种数的 19.44%和 16.67%; 草本植物 95 种, 占总种数的 52.78%, 其中一年生草本 29 种、多年生草本 66 种, 分别占总种数的 16.11%和 36.67%; 藤本植物 20 种, 占总种数的 11.11%, 其中草质藤本 7 种、木质藤本 13 种, 分别占种数的 3.89%和 7.22%。可见, 大山峰沼泽湿地植物种类以草本植物占绝对优势。

表 2 大山峰沼泽湿地维管植物生活型组成  
Table 2 Life form of vascular plants in Dashanfeng marshland

	木本		草本		藤本	
	乔木	灌木	一年生	多年生	草质藤本	木质藤本
蕨类植物				6		
裸子植物	11					
被子植物	24	30	29	60	7	13
总计	35	30	29	66	7	13
比例/%	19.44	16.67	16.11	36.67	3.89	7.22

2.2 植物群落特征分析

2.2.1 植物群落类型划分 从表 3 可知, 大山峰沼泽湿地植物通过 Twinspa 软件系统结合实际地理信息, 共划分为 8 个植被型和 15 个群落类型, 其中针叶林和阔叶林植被型组包含了共 5 个植被型, 7 个群落, 分别占总数的 62.50%和 46.67%, 灌丛和草本植被型组有 3 个植被型和 8 个群系。其中, 人工种植形成的群落有 9 个, 包括 5 个针叶林群落、2 个阔叶林群落及水竹林群落、茶灌丛群落, 占群落总数的 60%。

表 3 大山峰沼泽湿地植被分类  
Table 3 Vegetation types in Dashanfeng marshland

植被类型	群落类型	分布样地	水文情况
常绿针叶林	黄山松林	A2、A6、B3、C2、D2、D11	地表无积水
	扁柏林	C8、D3、D7、D8	季节性积水, 平均水深 1.2 cm
	柳杉林	B7、B8、D10、E9	地表无积水
	杉木林	A5、E10	季节性积水, 平均水深 7 cm
落叶针叶林	水杉林	C9、C10、E2、E3、E6、E7	季节性积水, 平均水深 5 cm
落叶阔叶林	枫香-鹅掌楸混交林	B9、B10、D1	地表无积水
常绿阔叶林	深山含笑林	D9	地表无积水
竹林湿地	水竹林	C6、C7、E1、E4	季节性积水, 平均水深 9.5 cm
低草湿地	牛鞭草群落	A7	季节性积水, 平均水深 20 cm
	升马唐群落	B1	季节性积水, 平均水深 10 cm
	柳叶牛膝群落	C1、C3	地表无积水
	白茅群落	B2	永久性积水, 平均水深 26 cm
高草湿地	芒群落	A4	季节性积水, 平均水深 10 cm
	茶灌丛	A1、A3、E8	地表无积水
	冻绿灌丛	B4、B5、B6、C4、C5、D4、D5、D6、E5	季节性积水, 平均水深 10 cm

2.2.2 植物群落特征

2.2.2.1 黄山松林群落 人工林群落, 分布于湿地周边坡地, 海拔 1 137~1 143 m, 坡度 5~12°, 地表无积水。群落乔、灌、草层次完整, 物种 91 种, 黄山松郁闭度 0.75, 灌木层优势种为杜鹃, 盖度 50%, 重要值 0.22, 主要伴生种有格药枏、茶、山鸡椒等。

2.2.2.2 扁柏林群落 人工林群落, 分布于草本沼泽与森林沼泽交叉地带, 海拔 1 134~1 136 m, 坡度 5~10°。群落乔、灌、草层次完整, 有物种 37 种, 扁柏郁闭度 0.62, 灌木层优势种为茶, 盖度 30%, 重要值 0.31, 草本以蕨、芒为主, 盖度 39%、20%, 重要值 0.27、0.18。

2.2.2.3 柳杉林群落 人工林群落, 分布湿地水域周边, 海拔 1 135~1 150 m, 坡度 5~8°, 地表无积水。群落乔、灌、草层次完整, 有物种 59 种, 柳杉郁闭度 0.68, 主要伴生种有格药枏、拔葵、芒等。

2.2.2.4 杉木林群落 人工林群落, 海拔 1 123~1 135 m, 坡度 5~7°, 季节性积水。群落乔、灌、草层次完整, 有物种 51 种, 杉木郁闭度 0.6, 灌木层优势种为格药枏、盐肤木, 盖度 10%、7%, 重要值 0.15、0.11, 草本优势种为斑茅, 重要值 0.26。

2.2.2.5 水杉林群落 人工林群落, 位于水域东面低洼地, 海拔 1 133~1 137 m, 坡度 0~5°, 常年积水, 平均水深约 5 cm。群落乔、灌、草层次完整, 有物种 53 种, 水杉郁闭度 0.65, 零星分布柳杉、玉兰等乔木, 郁闭度 0.1 左右, 主要伴生种有戟叶堇菜、拂子茅、水竹等。

2.2.2.6 枫香-鹅掌楸混交林群落 人工林群落, 位于湿地北面坡地, 枫香、鹅掌楸为行状混交, 海拔 1 132~1 141 m, 坡度 6~25°, 地表无积水。群落乔、灌、草层次完整, 有物种 44 种, 鹅掌和楸枫香的郁闭度均为 0.4, 少量分布乐东拟单性木兰、柳杉等, 灌木层优势种为茶, 盖度 40%, 重要值 0.25, 草本层优势种为蕨和芒, 盖度 30%、26%, 重要值 0.25、0.18。

2.2.2.7 深山含笑林群落 人工林群落, 位于湿地南草丛与山坡林地处, 海拔 1 137 m, 坡度 6°, 地表无积水。群落乔、灌、草层次完整, 有物种 22 种, 深山含笑郁闭度 0.4, 另有扁柏分布, 郁闭度 0.2。草本优势种为石松, 盖度 22%, 重要值为 0.17, 其他伴生种有格药枏、芒、蕨等。

2.2.2.8 水竹林群落 人工林群落, 位于湿地水域东低洼草甸处, 海拔 1 131~1 138 m, 坡度 0~4°, 季节性积水。群落物种 44 种, 水竹盖度 60%, 重要值 0.61, 伴生优势种为冻绿, 盖度 35%, 重要值 0.3, 其它伴生种主要有芒、马兰、蕨等。

2.2.2.9 牛鞭草群落 位于湿地水域旁低洼地, 海拔 1 134 m, 坡度 0°, 季节性积水。群落物种 15 种, 优势种为牛鞭草、拂子茅和升马唐, 盖度和重要值分别为 38%、23%、20%和 0.35、0.22 和 0.25, 其它伴生种主要有戟叶堇菜、冻绿、画眉草等。

2.2.2.10 升马唐群落 位于湿地水域与陆地过渡带, 海拔 1 130 m, 坡度 5°, 靠水域边区域常年积水, 平均水深 10 cm。群落物种 32 种, 优势种升马唐、白茅, 盖度和重要值分别为 25%、20%和 0.26、0.2, 其它伴生种有

荇草、画眉草、芒等。

2.2.2.11 柳叶牛膝群落 位于湿地水域岸边, 海拔 1 130 m, 坡度 5~6°, 地表无积水。群落物种 54 种, 优势种柳叶牛膝和芒, 盖度和重要值分别为 25%、15%和 0.3、0.23, 其它伴生种有戟叶堇菜、杠板归、升马唐等。

2.2.2.12 白茅群落 位于湿地水域浅水区, 海拔 1 139 m, 坡度 0°, 永久性积水, 平均水深 26 cm。群落物种 30 种, 优势种白茅和画眉草, 盖度和重要值分别为 40%、20%和 0.28、0.23, 其它伴生种有蕨、三穗薹草、芒等。

2.2.2.13 芒群落 位于湿地水域边低洼地, 海拔 1 123 m, 坡度 5°, 季节性积水。群落物种 39 种, 优势种为芒、牛鞭草、升马唐, 盖度和重要值分别为 30%、21%、18%和 0.26、0.20、0.16, 其它伴生种有拂子茅、画眉草、戟叶堇菜等。

2.2.2.14 茶灌丛 人工灌丛群落, 位于湿地水域南北面坡地, 海拔 1 133~1 145 m, 坡度 5~6°, 地表无积水。群落物种 57 种, 茶盖度 56%, 重要值 0.45, 主要伴生种有菝葜、蕨、升马唐等。

2.2.2.15 冻绿灌丛 分布于浅水过渡地带, 海拔 1 127~1 135 m, 坡度 0~5°, 部分季节性积水, 平均水深 10 cm。群落物种 44 种, 优势种为冻绿、牛鞭草、虎杖, 盖度和重要值分别为 60%、36%、26%和 0.65、0.31、0.26; 零星分布水杉、柳杉等乔木, 盖度约 7%, 伴生种有芒、蕨、画眉草等。

2.3 物种多样性分析

从表 4 可知, Margalef 丰富度指数与优势度指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度指数间没有相关关系。按生活型分, 灌丛群落 (8.74) 与乔木林群落 (7.61) 的平均丰富度指数明显高于草本群落 (5.32); 具体群落中, 黄山松林、冻绿灌丛的丰富度指数最高, 分别为 12.64 和 11.2, 牛鞭草和深山含笑林群落最低, 分别只有 2.38 和 3.86。黄山松林与冻绿灌丛的丰富度指数高的原因是优势种为阳性植物, 且处于山坡处有关; 而深山含笑群落丰富度低的原因可能与其群落处在北向山谷比较阴有关, 这从其群落草本优势种为石松可以看出, 牛鞭草群落则可能与处于低洼地段且生长茂盛、根部分泌物能抑制其它植物生长有关。丰富度指数的表明, 大山峰湿地植物各群落组成的物种数差别极其显著。

表 4 大山峰沼泽湿地植物群落多样性指数

Table 4 Diversity index of plant communities in Dashanfeng marshland

群落类型	Margalef 丰富度指数	优势度指数	Shannon-Wiener 指数	Pielou 均匀度指数
深山含笑林	3.86	0.22	1.78	0.82
黄山松林	12.64	0.33	1.30	0.83
柳杉林	8.68	0.21	1.75	0.87
枫香-鹅掌楸混交林	6.88	0.12	2.40	0.93
扁柏林	5.64	0.14	2.14	0.93
杉木林	8.15	0.40	1.35	0.83
水杉林	7.45	0.21	1.70	0.88
茶灌丛	8.47	0.16	2.06	0.90
水竹林	6.55	0.14	2.14	0.93
冻绿灌丛	11.20	0.11	2.39	0.92
柳叶牛膝群落	8.26	0.15	2.05	0.93
升马唐群落	5.23	0.14	2.20	0.91
芒群落	6.07	0.19	1.90	0.84
牛鞭草群落	2.38	0.19	1.98	0.89
白茅群落	4.66	0.31	1.61	0.87

由表 4 可知, 不同植物群落的均匀度指数处于同一水平, 说明大山峰各植物群落的物种个体间分布接近一致。生态优势度指数与 Shannon-Wiener 多样性指数明显呈负相关关系, 且差异较为显著, 当群落中优势种较为明显且个体数显著高于其他种时, 能降低群落多样性指数。其中, 黄山松林和杉木林优势度指数则相对较高, 而多样性指数显著低于其他群落, 说明黄山松及杉木在群落中优势度明显, 郁闭度分别达到 0.75 和 0.6, 且下木层均有显著优势种, 导致草本层物种数及盖度都有减少, 整体物种多样性下降, 且物种分布极不均匀。枫香-鹅掌楸混交林和冻绿群落的多样性指数最高, 说明物种数量分布相对均匀。

### 3 结论

(1) 大山峰沼泽湿地共有维管植物 180 种, 隶属于 70 个科 147 个属, 其中蕨类植物 6 科 6 属 6 种, 裸子植物 3 科 9 属 11 种, 被子植物 61 科 132 属 163 种。

(2) 在科数量组成上, 单属科与单种科构成了大山峰沼泽湿地维管植物区系的主要组成部分; 在属数量组成上, 少种属、单种属占主要地位, 种/属系数只有 1.22, 表明大山峰湿地植物种系分化程度弱, 各科或属的种类较为单一。

(3) 大山峰沼泽湿地植物种类以草本植物占绝对优势。草本种类共有 95 种, 占总种数的 52.78%, 其中一年生草本 29 种、多年生草本 66 种, 分别占总种数的 16.11% 和 36.67%; 乔木 35 种、灌木 30 种, 分别占总种数的 19.44% 和 16.67%。

(4) 研究区共有 8 个植被型和 15 个群系。植被型主要有常绿针叶林、落叶针叶林、落叶阔叶林、常绿阔叶林、竹林湿地、低草湿地、高草湿地、灌丛湿地等 8 个植被型, 群落主要有黄山松林、扁柏林、柳杉林、杉木林、水杉林、枫香-鹅掌楸混交林、深山含笑林、水竹林、牛鞭草群落、升马唐群落、柳叶牛膝群落、白茅群落、芒群落、茶灌丛、冻绿灌丛等 15 个。

(5) 人工干扰形成的群落占有绝对优势。共包括 5 个针叶林群落、2 个阔叶林群落及水竹林群落、茶灌丛群落等 9 个群落, 占群落总数的 60%。

(6) 各群落间丰富度指数差别极其显著。灌丛群落 (8.74) 与乔木林群落 (7.61) 的平均丰富度指数明显高于草本群落 (5.32); 黄山松林、冻绿灌丛的丰富度指数最高, 分别为 12.64 和 11.2, 牛鞭草和深山含笑林群落最低, 分别只有 2.38 和 3.86。

(7) 同一群落的生态优势度指数与 Shannon-Wiener 多样性指数呈负相关。黄山松林和杉木林的多样性指数显著低于其他群落, 优势度指数则相对较高, 而枫香—鹅掌楸混交林和冻绿群落的多样性指数最高而优势度指数最低, 表明物种数量分布均匀度上, 黄山松林、杉木林显著低于枫香—鹅掌楸混交林和冻绿群落, 也不如其它群落。

#### 参考文献:

- [1] 浙江省林业厅. 浙江省湿地保护规划 (2006—2020) [R]. 2006.
- [2] 丽水市林业局. 丽水市湿地保护与利用规划 (2006—2020 年) [R]. 2008.
- [3] 程志, 郭亮华, 王东清, 等. 我国湿地植物多样性研究进展[J]. 湿地科学与管理, 2010, 6 (2): 53—56.
- [4] 杨忠兴, 华朝朗, 余昌元, 等. 云南玉龙县亚高山沼泽湿地植被研究[J]. 林业资源管理, 2014, 2 (1): 131—139.
- [5] 付为国, 李萍萍, 吴沿友, 等. 北固山湿地植物群落特征及物种多样性研究[J]. 湿地科学, 2006, 4 (1): 42—47.
- [6] 彭少麟, 周厚诚, 陈天杏, 等. 广州森林群落的组成结构数量特征[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1989, 13 (1): 10—17.
- [7] 陈廷贵, 张金屯. 十五个物种多样性指数的比较研究[J]. 河南科学, 1999 (17): 55—57.
- [8] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I.  $\alpha$  多样性的测度方法 (下) [J]. 生物多样性, 1994, 2 (4): 231—239.