

# 大围山高山湿地植物多样性与区系组成研究

李阳<sup>1,3</sup>, 侯志勇<sup>3\*</sup>, 陈薇<sup>2,3</sup>, 于晓英<sup>1</sup>, 谢永宏<sup>3</sup>, 黄鑫<sup>1</sup>,  
谭佩阳<sup>3</sup>, 李继承<sup>4</sup>, 黎尚林<sup>4</sup>, 杨辉<sup>5</sup>

1. 湖南农业大学园艺学院, 湖南 长沙 410128; 2. 湖南农业大学风景园林与艺术设计学院, 湖南 长沙 410128;  
3. 中国科学院亚热带农业生态研究所农业生态过程重点实验室/中国科学院洞庭湖湿地生态系统观测研究站, 湖南 长沙 410125;  
4. 浏阳市大围山自然保护区管理所, 湖南 浏阳 410309; 5. 湖南华容东洞庭湖国家湿地公园管理所, 湖南 岳阳 414200

**摘要:** 高山湿地在水源涵养、固碳、碳循环、保护生物多样性、生态系统恢复与重建等方面, 具有重要的生态价值。湖南大围山国家森林公园具有丰富的高山湿地资源, 具有较高的研究价值, 但目前关于大围山高山湿地的相关研究还鲜有报道。通过实地调查, 对大围山高山湿地植物的多样性和区系组成进行分析。结果表明, (1) 大围山高山湿地植物共有 59 科 103 属 126 种, 其中被子植物共计 51 科 94 属 115 种, 优势科为禾本科、菊科、蓼科、蔷薇科、莎草科。(2) 植物群落共计 24 个, Simpson 多样性指数 ( $D$ ) 值为 0.331-1, Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H$ ) 值为 0-1.25, Pielou 均匀度指数 ( $E$ ) 值为 0-0.998, 物种丰富度 ( $R$ ) 指数为 1-6。(3) 湿地植物物种丰富度与海拔呈单峰分布格局, 即植物多样性随海拔的升高先增加后减小。(4) 大围山高山湿地植物在科、属的区系组成上存在差异。从科的总体结构上看, 世界广布类型具有 26 科, 占总科数的 49.1%; 温带成分共计 12 科, 占总科数的 22.6%。从属的总体结构上看, 世界广布共计 24 属, 占总属数的 24.7%; 温带成分共计 47 属, 占总属数的 48.5%。总的来说, 大围山高山湿地资源丰富, 但由于人类活动干扰, 如旅游活动等, 部分湿地未得到有效保护, 导致湿地部分旱化, 面积萎缩等现象的出现。研究结果可为大围山高山湿地的生态恢复和保护提供基础数据支撑和科学依据。

**关键词:** 高山湿地; 植物多样性; 区系; 大围山国家森林公园

**DOI:** 10.16258/j.cnki.1674-5906.2023.04.001

**中图分类号:** Q948; X173; X175

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-5906 (2023) 04-0643-08

**引用格式:** 李阳, 侯志勇, 陈薇, 于晓英, 谢永宏, 黄鑫, 谭佩阳, 李继承, 黎尚林, 杨辉, 2023. 大围山高山湿地植物多样性与区系组成研究[J]. 生态环境学报, 32(4): 643-650.

LI Yang, HOU Zhiyong, CHEN Wei, YU Xiaoying, XIE Yonghong, HUANG Xin, TAN Peiyang, LI Jicheng, LI Shanglin, YANG Hui, 2023. Plant diversity and systematic composition of alpine wetlands in Dawei Mountain [J]. Ecology and Environmental Sciences, 32(4): 643-650.

湿地是由水陆相互作用形成的独特生态系统, 是全球三大生态系统之一(杨永兴, 2002; 陈宜瑜等, 2003), 被誉为“地球之肾”、“生物基因库”和“生命摇篮”。湿地具有净化水质、蓄水调洪(李景保等, 2013)、调节气候(王继国, 2007)、固碳释氧(段晓男等, 2008)、保护生物多样性(傅娇艳等, 2007)等生态功能, 具有极其重要的生态价值(顾延生等, 2016)。高山沼泽湿地是湿地的一种类型, 是由特定地质历史时期沉积演化而来, 同时还与地形, 气候, 地貌等因素密不可分(彭凤姣等, 2017)。高山沼泽湿地在水源涵养、固碳、碳循环、保护生物多样性、生态系统恢复与重建等方面发挥着不可替代的作用(马维伟等, 2014, 2017; 牟利等, 2021)。

本研究以湖南大围山国家森林公园区域内典型高山湿地群为研究对象, 研究大围山高山湿地植物多样性和植物区系组成。湿地植物多样性可以反映湿地的健康状况和稳定湿地生态系统服务功能(Engelhardt et al., 2001; Rheault et al., 2021), 植物区系是一个地区植物在特定环境条件下长期发展演化的结果, 能够反映该地区植物的起源和发展, 对植物多样性及生态系统的保护和恢复提供重要依据(王荷生, 2000; 吴征镒等, 2011; 刘欣艳等, 2020)。笔者通过调查发现湖南大围山国家森林公园具有丰富的高山湿地资源, 但由于人类活动干扰, 如旅游活动等, 部分湿地未得到有效保护, 表现为湿地部分旱化, 面积萎缩。本研究以大围山高山湿地植物研究对

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(41601106); 国家科技基础资源调查专项(2019FY100600); 湖南省自然科学基金项目(2017JJ3374)

**作者简介:** 李阳(1996年生), 男, 硕士研究生, 主要从事湿地生态研究。E-mail: 1304990057@qq.com

\*通讯作者: 侯志勇(1982年生), 男, 高级工程师, 主要从事湿地生态研究。E-mail: hzy2005@isa.ac.cn

**收稿日期:** 2022-09-19

象,开展高山湿地物种组成,物种类型、区系地理组成等方面的研究,分析大围山高山湿地植物物种的组成以及分布,以期为大围山高山湿地的生态恢复和保护提供基础数据支撑和科学依据。

## 1 研究方法

### 1.1 研究区域地理概况

大围山国家森林公园于湖南省浏阳市东北部,属湘东幕阜山至罗霄山接壤地带的大围山支脉,地理位置为  $28^{\circ}20'54''-28^{\circ}28'47''\text{N}$ ,  $114^{\circ}01'51''-114^{\circ}12'52''\text{E}$ 。坡度在  $15^{\circ}-35^{\circ}$ ,总面积达  $4\ 666\ \text{hm}^2$ 。大围山属典型亚热带季风湿润气候,年平均气温  $11-16\ ^{\circ}\text{C}$ ,1月平均气温  $-4-2.5\ ^{\circ}\text{C}$ ,7月平均气温  $20-28\ ^{\circ}\text{C}$ ,极端低温  $-13\ ^{\circ}\text{C}$ ,年降水量  $1\ 200-2\ 000\ \text{mm}$ ,无霜期  $243\ \text{d}$ 。海拔高度变化,土壤的类型也有所不同,海拔  $600-800\ \text{m}$  为红壤,  $800-1\ 100\ \text{m}$  为黄壤,  $1\ 100-1\ 300\ \text{m}$  为黄棕壤,  $1\ 300\ \text{m}$  以上为灌丛草甸土(柏文富等, 2021; 马欣等, 2016)。本研究选取海拔  $1\ 300\ \text{m}$  以上的4个典型湿地,分别为浏阳河源头(I)、玉泉湖(II)、拐子湖(III)、船底窝湿地(IV)为研究对象(见图1)。

### 1.2 调查方法

植物调查主要采用样线法和样方法相结合的

调查方法。调查样地共4个,样线的设定是根据湿地植被类型、分布范围以及湿地面积大小设定,尽量覆盖整个区域的植被,沿线记录样线所遇到的所有植物。植物样方的设定分别以草本  $1\ \text{m}\times 1\ \text{m}$ ,灌木  $5\ \text{m}\times 5\ \text{m}$ ,乔木  $20\ \text{m}\times 20\ \text{m}$  为标准,共计24个群落样方,分别为:样地I(1-6号样方)、样地II(7-14号样方)、样地III(15-20号样方),样地IV(21-24号样方)(见图1)。

### 1.3 数据分析

植物区系分析主要参考《世界种子植物科的分布区系类型系统》(吴征镒等, 2003)以及《中国种子植物属的分布区类型》(Wu, 1991)。

多样性指数选取 Patrick 丰富度指数 ( $R$ ), Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H$ ), Simpson 多样性指数 ( $D$ ) 和 Pielou 均匀度指数 ( $E$ ) 来计量物种多样性,各指数计算公式(张奇奇等, 2022)如下:

Patrick 丰富度指数 ( $R$ ):

$$R=S \quad (1)$$

Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H$ ):

$$H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i) \quad (2)$$

Simpson 多样性指数 ( $D$ ):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2, P_i = N_i / N \quad (3)$$

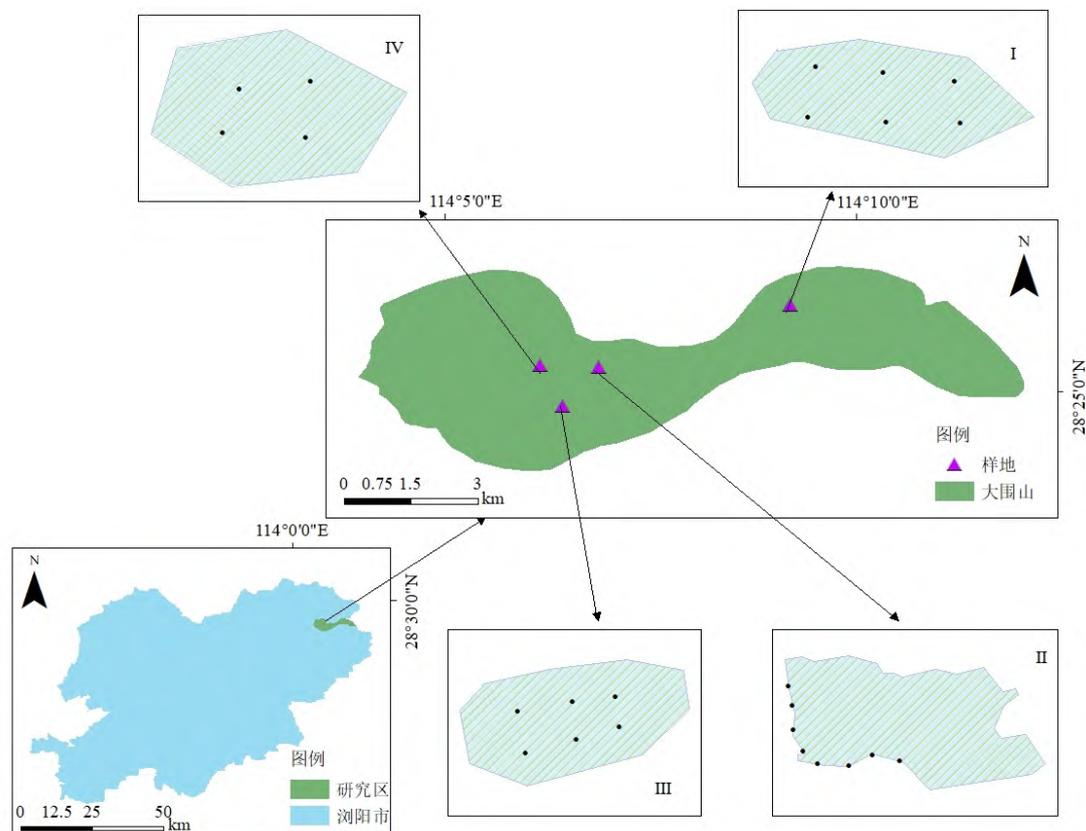


图1 研究区域图

Figure 1 Map of the study area

Pielou 均匀度指数 ( $E$ ):

$$E = H / \ln S \quad (4)$$

式中:

$S$ ——样方内出现的物种总数;

$N_i$ ——样方内第  $i$  个种的重要值;

$N$ ——样方内所有物种重要值之和。

## 2 结果与分析

### 2.1 湿地物种组成

通过对调查数据统计分析可知: 大围山高山湿地共有植物 59 科 103 属 126 种, 其中裸子植物 2 科 3 属 5 种; 被子植物 51 科 94 属 115 种; 蕨类植物 4 科 4 属 4 种; 藓类植物 2 科 2 属 2 种 (见表 1)。其中被子植物所占比例最高, 分别占科、属、

表 1 大围山高山湿地植物科属种类群构成

Table 1 Species group composition of plant families and genera in the subalpine swamp wetlands of Dawei Mountain

类型	科	占比/%	属	占比/%	种	占比/%
裸子植物	2	3.39	3	2.92	5	3.97
被子植物	51	86.4	94	91.2	115	91.3
蕨类植物	4	6.78	4	3.88	4	3.17
藓类植物	2	3.39	2	1.94	2	1.59
总计	59	100	103	100	126	100

种总数的 86.4%、91.2%、91.3%, 被子植物在大围山高山湿地植被组成中占绝对优势地位。藓类植物主要为泥炭藓 (*Sphagnum palustre*), 金发藓 (*Polytrichum commune*) 且分布广泛。

### 2.2 湿地植物多样性分析

#### 2.2.1 植物科的分析

大围山高山湿地的独特地势, 湿地植物的物种组成比较复杂, 不同的科所含的属和种存在较大差异。大围山高山湿地植物共有 59 科 103 属 126 种 (见表 2)。

从科内属一级分析来看, 在大围山高山湿地中 1 属的科有 42 科, 占总科数的 71.2%, 42 属, 占总属的 40.8%; 含有 2 属的科有 8 科, 占总科数的 13.5%, 16 属, 占总属数的 15.5%; 具有 2 属以上的科有 9 科, 占总科数的 15.3%, 45 属, 占总属数的 43.7%, 优势科主要为禾本科 (Gramineae)、菊科 (Compositae)、蓼科 (Polygonaceae)、蔷薇科 (Rosaceae)、莎草科 (Cyperaceae) 5 科, 占总科数的 8.47%, 33 属, 占总属的 32.1% (见表 3)。大围山高山湿地植物的组成主要是以单科单属的植物物种为主, 其余两种类型占比少。

#### 2.2.2 植物属的分析

大围山高山湿地植物共有 103 属, 根据每个属

表 2 植物科属种统计

Table 2 Statistics of plant families and species

科名	拉丁名	属	种	科名	拉丁名	属	种
阿福花科	Asphodelaceae	1	1	牻牛儿苗科	Geraniaceae	1	1
百合科	Liliaceae	2	2	毛茛科	Ranunculaceae	2	2
报春花科	Primulaceae	1	3	猕猴桃科	Actinidiaceae	1	1
唇形科	Labiatae	3	3	木通科	Lardizabalaceae	1	1
灯心草科	Juncaceae	1	2	泥炭藓科	Sphagnaceae	1	1
冬青科	Aquifoliaceae	1	3	葡萄科	Vitaceae	2	2
豆科	Leguminosae	1	1	茜草科	Rubiaceae	1	1
杜鹃花科	Ericaceae	2	4	蔷薇科	Rosaceae	8	10
凤尾蕨科	Pteridaceae	1	1	茄科	Solanaceae	1	1
凤仙花科	Balsaminaceae	1	1	忍冬科	Caprifoliaceae	1	1
谷精草科	Eriocaulaceae	1	1	伞形科	Umbelliferae	3	4
禾本科	Gramineae	6	7	莎草科	Cyperaceae	4	5
红豆杉科	Taxaceae	1	1	山茶科	Theaceae	1	1
胡颓子科	Elaeagnaceae	1	1	山矾科	Symplocaceae	1	1
虎耳草科	Saxifragaceae	3	3	山茱萸科	Cornaceae	1	1
黄杨科	Buxaceae	1	1	松科	Pinaceae	2	4
姜科	Zingiberaceae	1	1	藤黄科	Guttiferae	1	3
金发藓科	Polytrichaceae	1	1	五福花科	Adoxaceae	1	1
金星蕨科	Thelypteridaceae	1	1	五加科	Araliaceae	1	1
堇菜科	Violaceae	1	2	苋科	Amaranthaceae	2	2
景天科	Crassulaceae	1	1	香蒲科	Typhaceae	1	1
桔梗科	Campanulaceae	1	1	小檗科	Berberidaceae	1	1
菊科	Compositae	11	12	荨麻科	Urticaceae	2	2
卷柏科	Selaginellaceae	1	1	鸭跖草科	Commelinaceae	1	1
苦苣苔科	Gesneriaceae	1	1	眼子菜科	Potamogetonaceae	1	1
兰科	Orchidaceae	1	1	鸢尾科	Iridaceae	1	1
狸藻科	Lentibulariaceae	1	1	芸香科	Rutaceae	1	1
蓼科	Polygonaceae	4	9	泽泻科	Alismataceae	2	2
列当科	Orobanchaceae	1	1	紫萁科	Osmundaceae	1	1
龙胆科	Gentianaceae	3	3				

表3 大围山湿地植物科的数量结构

Table 3 Number structure of plant families in Dawei Mountain wetland

类型	科	占比/%	属	占比/%
1 属的科	42	71.2	42	40.8
2 属的科	8	13.5	16	15.5
2 属以上的科	9	15.3	45	43.7
合计	59	100	103	100

物种数的多少, 将其分为 3 个等级 (见表 4): 1 种的属, 89 个, 占总属数的 86.4%, 占总种数的 70.6%; 2 种的属, 8 个, 占总属数的 7.77%, 有 16 种, 占总种数的 12.7%; 2 种以上的属, 6 个, 占总属数的 5.83%, 有 21 种, 占总种数的 16.8%。3 种分类中以 1 种的属为主, 占绝对优势, 表明的大围山高山湿地的湿地植物分布主要以单属单种为主。

表4 大围山湿地植物属的数量结构

Table 4 Number structure of plant genera in Dawei Mountain wetland

类型	属	占比/%	种	占比/%
1 种的属	89	86.4	89	70.6
2 种的属	8	7.77	16	12.7
2 种以上的属	6	5.83	21	16.7
合计	103	100	126	100

### 2.2.3 植物种分析

#### 2.2.3.1 植物生活型分析

大围山高山湿地植物共 59 科 103 属 126 种, 其中有 2 科为藓类植物, 泥炭藓 (*Sphagnum palustre*), 金发藓 (*Polytrichum commune*), 不具备生活型特点。按植物的生活型分类, 分为: 乔木、灌木、藤本、草本四类进行种的数量结构分析, 共计植物 57 科 101 属 124 种, (见表 5)。乔木 2 科, 占总科、属、种数的 3.51%、2.97%、4.03%; 灌木 8 科, 占总科、属、种数的 14.1%、8.91%、10.5%; 藤本 5 科, 占总科、属、种数的 8.77%、5.94%、4.84%; 草本 42 科, 占总科、属、种数的 73.7%、82.2%、80.7%。结果表明, 湿地内的植物分布主要以草本为主, 分布最广的灯心草物种为长箭叶蓼 (*Polygonum hastatosagittatum*)、蕨状苔草 (*Carex filicina*)、橐吾 (*Ligularia sibirica*)、灯心草 (*Juncus*

表5 植物生活型组成

Table 5 Plant life-type composition

类型	科	占比/%	属	占比/%	种	占比/%
乔木	2	3.51	3	2.97	5	4.03
灌木	8	14.1	9	8.91	13	10.5
藤本	5	8.77	6	5.94	6	4.84
草本	42	73.68	83	82.2	100	80.7

*effusus*), 乔木、灌木极少。

#### 2.2.3.2 植物生态型分析

大围山高山湿地植物共 59 科 103 属 126 种。按植物对水分的需求进行生态型分类, 分为: 旱生、湿生、水生三类 (见表 6)。旱生型具 27 种, 占比 21.4%, 湿生型 98 种, 占比 77.8%, 水生型 8 种, 占比 0.06%。水生型物种较少, 湿生型占主要类型, 旱生型位于两者之间, 表明湿地中物种的生态型分布主要以湿生型为主, 但旱生型植物的占比较大, 表明了湿地植物正面临着水生到湿生再到旱生的演化趋势, 揭示湿地正趋于退化的趋势。

表6 植物生态型组成

Table 6 Plant ecotype composition

类别	种	占比/%
旱生	27	21.4
湿生	98	77.8
水生	8	0.06

### 2.3 植物群落物种多样性特征

#### 2.3.1 群落的物种多样性

通过对调查数据统计分析可得出: 24 个植物群落各自的 Simpson 多样性指数 ( $D$ ), Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H$ ), 物种丰富度 ( $R$ ) 和 Pielou 均匀度指数 ( $E$ ) (见图 2)。植物群落 Simpson 多样性指数 ( $D$ ) 值在 0.331—1 之间,  $D$  值最高为群落 7, 为 1, 最低的为群落 4, 为 0.331。群落 Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H$ ) 值在 0—1.25 之间,  $H$  值最高为群落 1, 为 1.25, 最低为群落 7, 为 0。群落 Pielou 均匀度指数 ( $E$ ) 值在 0—0.998 变化范围在之间,  $E$  值最高为群落 11, 为 0.998, 最低为群落 7, 为 0。群落物种丰富度 ( $R$ ) 值在 1—6,  $R$  值最高为群落 1, 为 6,  $R$  最低为群落 7, 为 1。Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数的变化趋于相同, Simpson 多样性指数的变化则相反。

#### 2.3.2 海拔对植物丰富度的影响

本研究共选取 4 个调查地点。I 样地, 海拔为 1482 m, 物种数 84; II 样地, 海拔 1397 m, 物种数 66; III 样地, 海拔 1502 m, 物种数 24; IV 样地, 海拔 1335 m, 物种数 17 (见表 7)。

物种丰富度与海拔有密切相关性, 即: 海拔高低:  $IV < II < I < III$ , 物种组成:  $IV < III < II < I$ 。沼泽湿地物种丰富度随海拔的升高先增加后下降的趋势 (见图 3, 图中样地排序按照海拔由低到高)。

### 2.4 植物区系组成

#### 2.4.1 湿地植物科的区系组成

大围山高山湿地种子植物 53 科可划分为 6 个分布区类型和 4 个变型 (见表 8)。将其归并为三

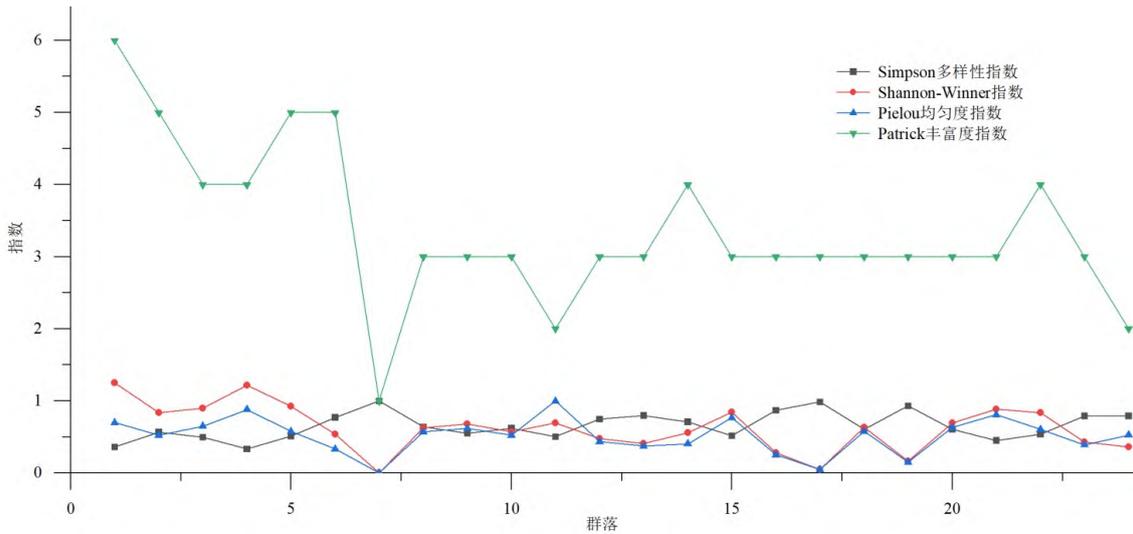


图2 群落多样性指数  
Figure 2 Community Diversity Index

表7 不同海拔的物种数量  
Table 7 Number of species at different elevations

类别	地理位置	海拔/m	种数
I	114°9'32"E, 28°25'51"N	1 482	84
II	114°7'12"E, 28°25'7"N	1 397	66
III	114°6'47"E, 28°24'38"N	1 502	24
IV	114°6'30"E, 28°25'7"N	1 335	17

类:世界分布(第1类)、热带分布(第2-6类)、温带分布(第7-10类),其中世界广布分布类型具有26科,占总科数的49.1%,代表科有百合科(Liliaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、禾本科(Gramineae)等。热带分布一共15科,占总科数的28.3%,代表科有芸香科(Rutaceae)、山茶科(Theaceae)、山矾科(Symplocaceae)等,其中泛热带分布具8科,占总科数的15.1%。温带成分共计12科,占总科数的22.6%,代表科有送松科(Pinaceae)五福花科(Adoxaceae)、灯心草科(Juncaceae)等,其中北温带分布占4科,北温带和南温带间断分布6科,分别占总科的7.54%,11.3%。从科的区系分布来看,大围山高山湿地植物中,世界广布型科占主导地位,并且与热带成分和温带成分具有广泛联系。

表8 大围山湿地种子植物科的区系分布  
Table 8 Zonal distribution of seed plant families in the Dawei Mountain wetlands

区系组	类型及变型	科数	占比/%
世界广布	1.世界广布	26	49.1
	2.泛热带分布	8	15.1
	2-1. 热带亚洲、大洋洲和南美洲间断	1	1.89
	2-2. 热带亚洲-热带非洲-热带美洲(南美洲)	1	1.89
	3. 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断	4	7.54
热带成分	5. 热带亚洲至热带大洋洲	1	1.89
	8. 北温带	4	7.54
	8-4. 北温带和南温带间断分布	6	11.3
	8-5. 欧亚和南美洲温带间断	1	1.89
	14. 东亚	1	1.89
合计		53	100

2.4.2 湿地植物属的区系组成

大围山高山湿地种子植物97属可划分为12个分布区类型和4个变型,将其归并为四类:世界分布(第1类)、热带分布(第2-7类)、温带分布(第8-14类)、中国特有(第15类)(见表9)。世界广布共计24属,占总属数的24.7%,代表属有鬼针草属(Bidens)、藁草属(Carex)、莎草属(Cyperus);热带成分共计25种属,占总属数的25.7%,代表属

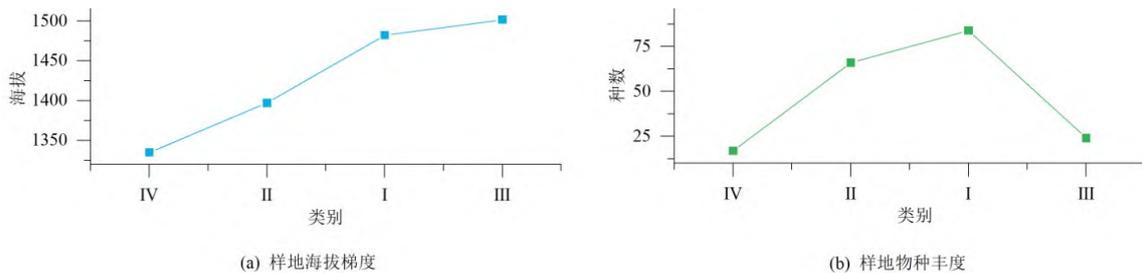


图3 物种丰富度在不同海拔下的变化  
Figure 3 Changes in species richness at different elevations

表9 大围山湿地种子植物属的区系分布  
Table 9 Zonal distribution of seed plant genera  
in the Dawei Mountain wetlands

区系组	类型及变型	属数	占比/%
世界 广布	1. 世界广布	24	24.7
	2. 泛热带分布	12	12.4
	4. 旧世界热带	1	1.03
	5. 热带亚洲至热带大洋洲	2	2.06
热带 成分	6. 热带亚洲至热带非洲	5	5.15
	7. 热带亚洲 (即热带东南亚至 印度-马来, 太平洋诸岛)	5	5.15
	8. 北温带	19	19.6
温带 成分	8-4. 北温带和南温带间断分布	5	5.15
	9. 东亚及北美间断	5	5.15
	10. 旧世界温带	6	6.19
	10-2. 地中海区和喜马拉雅间断	1	1.03
	14. 东亚 (东喜马拉雅-日本)	6	6.19
	14-1. 中国-喜马拉雅 (SH)	4	4.12
	14-2. 中国-日本 (SJ)	1	1.03
特有 成分	15. 中国特有	1	1.03
合计		97	100

有菖草属 (*Arthraxon*)、山茶属 (*Camellia*)、芒属 (*Miscanthus*), 其中泛热带分布类型计 12 属, 占总属数的 12.4%; 温带成分共计 47 属, 占总属数的 48.5%, 代表属有泽泻属 (*Alisma*)、蓟属 (*Cirsium*)、野古草属 (*Arundinella*), 其中北温带类型计 19 属, 占总属数的 19.6%; 特有成分共计 1 种, 为中国特有分布类型, 为紫菊属 (*Notoseris*), 占总属的 1.03%。从属的分布区类型来看, 大围山湿地植物属的主要分布具有 12 个分布类型和 4 个变型, 表明大围山该地区植物区系的丰富性和复杂性。属的分布主要以温带成分为主, 热带成分次之, 表明大围山湿地植物区系既有温带特征, 也有热带特征, 符合其所处的亚热带地域特征。

### 3 讨论

大围山高山湿地共有植物 59 科 103 属 126 种, 优势科主要为禾本科、菊科、蓼科、蔷薇科、莎草科 5 科, 这是由于这五科植物的种子小、结实量多、生活力强、对环境变化能力强 (王哲等, 2022), 这些生物学特征使得这 5 科在湿地植物中成为优势科, 另外湿地中泥炭藓, 金发藓分布广泛, 其中泥炭藓覆盖度高达 70%—90%, 且具泥炭层, 因此大围山高山湿地为典型的泥炭藓湿地 (刘欣艳等, 2020)。调查发现湿地植物主要以湿生植物为主, 主要有长箭叶蓼、蕨状苔草、灯心草、橐吾等且分布最广, 为主要的植物群落建群种, 靠近湿地两侧主要以长箭叶蓼为主要建群种, 水生植物缺乏。另外通过调查数据分析得出湿地两侧旱生植物比例加

大, 且该地段无明显水位, 中心区域水位分布明显, 生境差异显著, 导致两区域的群落物种组成和群落结构具有明显差异 (韩大勇等, 2020; 贺国宝, 2021; 郭二辉等, 2021)。从科属区系特征上看, 大围山湿地植物为热带、温带交叉分布, 符合其所处的亚热带地域特征。

本文对 24 个样方群落的多样性指数分析, 结果表明, 总体上 Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数的变化呈正相关性, Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数与 Simpson 多样性指数的变化都呈负相关性。群落 1 ( $R=6$ ,  $H=1.25$ )  $R$ ,  $H$  两值最高, 这个由于该群落所处的环境复杂, 位于湿地边土壤湿润地带, 群落结构稳定, 因此物种数量最多, 植物多样性最高。群落 7 ( $D=1$ ,  $R=1$ ,  $H=0$ ,  $E=0$ )  $D$  最高,  $R$ 、 $H$ 、 $E$  最低, 这是由于该群落为单一优势种群落, 无伴生种存在。群落 11 ( $D=0.501$ ,  $E=0.998$ ), 群落 4 ( $D=0.331$ ,  $E=0.878$ ), 这两个群落的 Pielou 均匀度指数较高, Simpson 多样性指数较低, 物种分布均匀。

调查的 4 个样地之间存在明显的海拔差, 海拔梯度是影响生境差异性的主导因子, 也是限制植物物种和群落分布的重要因子 (左永令等, 2021), 本文对 4 个样地物种丰富度随海拔梯度变化得出, 物种丰富度随海拔的升高先增加后下降的趋势, 呈单峰分布格局, 这与徐鹏彬等 (2012) 对尕斯库勒湖海拔梯度与物种丰富度研究结果一致, 都符合“中间膨胀效应”理论 (贺金生等, 1997; 冯建孟等, 2008)。另外样地 I 对比于其余 3 个样地, 存在一定程度的旅游干扰, 不同程度的旅游干扰对植物群落物种的组成和结构有着很大影响 (贾真真等, 2021), 其结果表明, 物种丰富度指数和 Shannon-Wiener 多样性指数在中度旅游干扰下会达到最大值, 样地 I 中群落 1 的这两个指数都为最大值, 研究结果与贾真真的研究结果一致, 样地 I 的干扰为中度旅游干扰。另外地形、土壤化学、水文, 气候等因素对植物物种组成和群落结构起着决定性作用 (梁道省等, 2023)。

### 4 结论

(1) 大围山高山湿地植物共 59 科 103 属 126 种, 优势科主要为禾本科、菊科、蓼科、蔷薇科、莎草科为主。物种生活型主要以草本植物为主, 生态型以湿生型为主。

(2) 植物群落物种组成以多物种组成为主, 群落优势物种突显。

(3) 植物丰富度与海拔呈单峰分布格局, 即植物多样性随海拔的升高先增加后减小。

(4) 植物区系组成中, 科的分布以世界广布型为主导, 与热带成分和温带成分具有广泛联系; 属的分布以温带成分为主导, 既有温带特征, 也有热带特征, 属热带。温带交叉分布, 符合其所处的亚热带地域特征。

#### 参考文献:

- ENGELHARDT K A, RITCHIE M E, 2001. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services [J]. *Nature*, 411(6838): 687-689.
- RHEAULT G, LÉVESQUE E, PROULX R, 2021. Diversity of plant assemblages dampens the variability of the growing season phenology in wetland landscapes [J]. *BioMed Central Ecology and Evolution*, 21(1): 91.
- WU Z Y, 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Plant Diversity*, 13(S4): 1-3.
- 柏文富, 禹霖, 李建挥, 等, 2021. 大围山樱属植物群落结构及物种多样性[J]. *应用生态学报*, 32(4): 1201-1212.
- BAI W F, YU L, LI J W, et al., 2021. Community structure and species diversity of the genus *Primula* in Dawei Mountain [J]. *Journal of Applied Ecology*, 32(4): 1201-1212.
- 陈宜瑜, 吕宪国, 2003. 湿地功能与湿地科学的研究方向[J]. *湿地科学*, 1(1): 7-11.
- CHEN Y Y, LÜ X G, 2003. Wetland functions and research directions in wetland science [J]. *Wetland Science*, 1(1): 7-11.
- 段晓男, 王效科, 逯非, 等, 2008. 中国湿地生态系统固碳现状和潜力[J]. *生态学报*, 28(2): 463-469.
- DUAN X N, WANG X K, LU F, et al., 2008. Status and potential of carbon sequestration in Chinese wetland ecosystems [J]. *Journal of Ecology*, 28(2): 463-469.
- 冯建孟, 徐成东, 杨丽芬, 等, 2008. 物种分布宽度对种子植物物种丰富度垂直分布格局及“中间膨胀效应”的影响[J]. *生态环境*, 17(1): 290-295.
- FENG J M, XU C D, YANG L F, et al., 2008. Effects of species distribution width on the vertical distribution pattern of seed plant species richness and the “intermediate expansion effect” [J]. *Ecology and Environment*, 17(1): 290-295.
- 冯建孟, 徐成东, 2009. 植物区系过渡性及其生物地理意义[J]. *生态学杂志*, 28(1): 108-112.
- FENG J M, XU C D, 2009. Flora transitions and their biogeographic significance [J]. *Journal of Ecology*, 28(1): 108-112.
- 傅娇艳, 丁振华, 2007. 湿地生态系统服务、功能和价值评价研究进展[J]. *应用生态学报*, 18(3): 681-686.
- FU J Y, DING Z H, 2007. Progress in the evaluation of wetland ecosystem services, functions and values [J]. *Journal of Applied Ecology*, 18(3): 681-686.
- 顾延生, 唐倩倩, 刘红叶, 等, 2016. 浙江景宁亚高山湿地群形成环境探究[J]. *湿地科学*, 14(3): 302-310.
- GU Y S, TANG Q Q, LIU H Y, et al., 2016. Exploring the formation environment of subalpine wetland complex in Jingning, Zhejiang [J]. *Wetland Science*, 14(3): 302-310.
- 郭二辉, 樊子豪, 张瑞香, 等, 2021. 河岸带生态系统植被与土壤对水文变化的响应研究进展[J]. *生态学报*, 41(23): 9164-9173.
- GUO E H, FAN Z H, ZHANG R X, et al., 2021. Progress of research on vegetation and soil response to hydrological changes in riparian zone ecosystems [J]. *Journal of Ecology*, 41(23): 9164-9173.
- 韩大勇, 杨永兴, 2020. 若尔盖高原沙化沼泽区植物群落物种组成及其驱动因素[J]. *生态学报*, 40(16): 5602-5610.
- HAN D Y, YANG Y X, 2020. Species composition of plant communities and their drivers in the sandy swamp area of the Ruorge Plateau [J]. *Journal of Ecology*, 40(16): 5602-5610.
- 贺国宝, 2021. 祁连山北坡植物群落空间分布格局与多样性研究[J]. *草业学报*, 30(12): 194-201.
- HE G B, 2021. Spatial distribution pattern and diversity of plant communities on the northern slopes of Qilian Mountains [J]. *Journal of Grass Industry*, 30(12): 194-201.
- 贺金生, 陈伟烈, 1997. 陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征[J]. *生态学报*, 17(1): 93-101.
- HE J S, CHEN W L, 1997. Characteristics of gradient changes in species diversity in terrestrial plant communities [J]. *Journal of Ecology*, 17(1): 93-101.
- 贾真真, 李苇洁, 田奥, 等, 2021. 贵州百里杜鹃风景区旅游干扰对杜鹃群落特征的影响[J]. *生态学报*, 41(11): 4641-4649.
- JIA Z Z, LI W J, TIAN A, et al., 2021. Effects of tourism disturbance on *Rhododendron* community characteristics in the Baili *Rhododendron* Scenic Area, Guizhou [J]. *Journal of Ecology*, 41(11): 4641-4649.
- 梁道省, 牟长城, 高旭, 等, 2023. 松嫩平原湿地植物群落多样性的环境梯度分布格局及控制因子[J]. *生态学报*, 43(1): 339-351.
- LIANG D S, MOU C C, GAO X, et al., 2023. Environmental gradient distribution patterns and control factors of plant community diversity in the wetlands of the Songnen Plain [J]. *Journal of Ecology*, 43(1): 339-351.
- 李景保, 代勇, 殷日新, 等, 2013. 三峡水库蓄水对洞庭湖湿地生态系统服务价值的影响[J]. *应用生态学报*, 24(3): 809-817.
- LI J B, DAI Y, YIN R X, et al., 2013. Effects of three gorges reservoir storage on the ecosystem service value of Dongting Lake wetlands [J]. *Journal of Applied Ecology*, 24(3): 809-817.
- 刘欣艳, 郭子良, 张曼胤, 等, 2020. 神农架大九湖湿地维管束植物多样性及区系研究[J]. *湿地科学与管理*, 16(3): 58-62.
- LIU X Y, GUO Z L, ZHANG M Y, et al., 2020. Vascular plant diversity and zonation in the wetlands of Dajiu Lake, Shennongjia [J]. *Wetland Science and Management*, 16(3): 58-62.
- 马维伟, 王辉, 黄蓉, 等, 2014. 杂海湿地生态系统土壤有机碳储量和碳密度分布[J]. *应用生态学报*, 25(3): 738-744.
- MA W W, WANG H, HUANG R, et al., 2014. Distribution of soil organic carbon stocks and carbon density in Gahai wetland ecosystem [J]. *Journal of Applied Ecology*, 25(3): 738-744.
- 马维伟, 王辉, 李广, 等, 2017. 甘南杂海湿地退化过程中植被生物量变化及其季节动态[J]. *生态学报*, 37(15): 5091-5101.
- MA W W, WANG H, LI G, et al., 2017. Changes in vegetation biomass and its seasonal dynamics during wetland degradation in Gahai, Gannan [J]. *Journal of Ecology*, 37(15): 5091-5101.
- 马欣, 盛浩, 魏亮, 等, 2016. 湘东大围山不同海拔带土壤溶解性有机碳含量[J]. *生态学杂志*, 35(3): 641-646.
- MA X, SHENG H, WEI L, et al., 2016. Soil dissolved organic carbon content in different elevation zones of Dawei Mountain, Xiangdong, China [J]. *Journal of Ecology*, 35(3): 641-646.
- 牟利, 吴林, 刘雪飞, 等, 2021. 鄂西南高山不同覆被类型泥炭藓沼泽湿地甲烷排放特征及其环境影响因子[J]. *植物生态学报*, 45(2): 131-143.
- MOU L, WU L, LIU X F, et al., 2021. Characteristics of methane emissions from peat moss bog wetlands of different cover types and their environmental impact factors in the high mountains of South Asia, West China [J]. *Journal of Plant Ecology*, 45(2): 131-143.
- 彭凤姣, 葛继稳, 李艳元, 等, 2017. 神农架大九湖泥炭湿地 CO<sub>2</sub> 通量特征及其影响因子[J]. *生态环境学报*, 26(3): 453-460.
- PENG F J, GE J W, LI Y Y, et al., 2017. Characteristics of CO<sub>2</sub> flux and their effect factors in Dajiuhu Peat Wetland of Shennongjia [J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 26(3): 453-460.
- 王荷生, 2000. 中国植物区系的性质和各成分间的关系[J]. *云南植物研究*, 22(2): 119-126.
- WANG H S, 2000. The nature of the Chinese flora and the relationship among its components [J]. *Yunnan Botanical Research*, 22(2): 119-126.
- 王继国, 2007. 艾比湖湿地调节气候生态服务价值评价[J]. *湿地科学与管理*, 16(2): 38-41.
- WANG J G, 2007. Evaluation of the value of climate regulation

- ecological services in Lake Abbey wetlands [J]. *Wetland Science and Management*, 16(2): 38-41.
- 王哲, 田胜尼, 张永梅, 等, 2022. 巢湖派河口滩涂植物群落特征研究 [J]. *生态环境学报*, 31(9): 1823-1831.
- WANG Z, TIAN S N, ZHANG Y M, et al., 2022. Study on the plant community characteristics of the estuary of Pai River in Chaohu Lake [J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 31(9): 1823-1831.
- 吴征镒, 孙航, 周浙昆, 等, 2011. 中国种子植物区系地理 [J]. *生物多样性*, 19(1): 148.
- WU Z Y, SUN H, ZHOU Z K, et al., 2011. Geography of the seed flora of China [J]. *Biodiversity*, 19(1): 148.
- 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等, 2003. 世界种子植物科的分布区类型系统 [J]. *云南植物研究*, 25(3): 245-257.
- WU Z Y, ZHOU Z K, LI D Z, et al., 2003. Distribution area type system of the seed plant families of the world [J]. *Yunnan Botanical Research*, 25(3): 245-257.
- 徐鹏彬, 邓建明, 赵长明, 2012. 甘肃尕斯湖湿地不同海拔草地群落组分及物种多样性研究 [J]. *草业学报*, 21(2): 219-226.
- XU P B, DENG J M, ZHAO C M, 2012. Study on community components and species diversity of grassland at different elevations in Gahai Wetland, Gansu [J]. *Journal of Grassland*, 21(2): 219-226.
- 杨永兴, 2002. 国际湿地科学研究的主要特点、进展与展望 [J]. *地理科学进展*, 21(2): 111-120.
- YANG Y X, 2002. Main features, progress and prospects of international wetland science research [J]. *Advances in Geographical Sciences*, 21(2): 11-120.
- 张奇奇, 韩广轩, 路峰, 等, 2022. 不同修复年限对黄河三角洲湿地植物多样性和群落稳定性的影响 [J]. *生态学杂志*, 31(7): 1249-1257.
- ZHANG Q Q, HAN G X, LU F, et al., 2022. Effects of different restoration years on plant diversity and community stability of wetlands in the Yellow River Delta [J]. *Journal of Ecology*, 31(7): 1249-1257.
- 左永令, 杨小波, 李东海, 等, 2021. 环境因子对海南岛野生兰科植物物种组成与分布格局的影响 [J]. *植物生态学报*, 45(12): 1341-1349.
- ZUO Y L, YANG X B, LI D H, et al., 2021. Effects of environmental factors on species composition and distribution patterns of wild orchids on Hainan Island [J]. *Journal of Plant Ecology*, 45(12): 1341-1349.

## Plant Diversity and Systematic Composition of Alpine Wetlands in Dawei Mountain

LI Yang<sup>1,3</sup>, HOU Zhiyong<sup>3\*</sup>, CHEN Wei<sup>2,3</sup>, YU Xiaoying<sup>1</sup>, XIE Yonghong<sup>3</sup>, HUANG Xin<sup>1</sup>, TAN Peiyang<sup>3</sup>, LI Jicheng<sup>4</sup>, LI Shanglin<sup>4</sup>, YANG Hui<sup>5</sup>

1. College of Horticulture, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, P. R. China;

2. College of Landscape Architecture and Art Design, Hunan Agricultural University, Changsha 4101288, P. R. China;

3. Key Laboratory of Agro-ecological Processes in Subtropical Region, The Chinese Academy of Sciences/Dongting Lake Station for Wetland Ecosystem Research, Institute of Subtropical Agriculture, The Chinese Academy of Sciences, Changsha 4101258, P. R. China;

4. Liuyang Dawei Mountain Nature Reserve Management Centre, Liuyang 410309, P. R. China;

5. Hunan Huarong East Lake National Wetland Park Management Centre, Yueyang 414200, P. R. China

**Abstract:** Alpine Wetlands play an important role in maintaining water source, carbon storage, carbon cycle, biodiversity preservation and reconstruction of ecosystem. The Dawei mountain national forest park, located in Hunan province, is famous for its mountain wetland and resource, making it worthy to be investigated. However, studies about Dawei mountain wetland are still lacking. Therefore, we conducted a research to analyze the composition and diversity of the plants in the wetland. The result showed that (1) plants in the wetland consisted of 59 families, 103 genus and 126 species, with 51, 94 and 115 of them belonging to angiosperm. Gramineous, Asteraceae, Polygonaceae, Rosaceae and Cyperaceae plants predominated in this area. (2) This survey included 24 communities. The Simpson Diversity Index ( $D$ ) was 0.331–1; Shannon-Wiener Diversity Index ( $H$ ) was 0–1.25; Pielou Uniformity Index ( $E$ ) was 0–0.998; Specie Richness Index was 1–6. (3) We found that the relationship between plants and altitudinal gradients displayed a unimodal pattern, which rose and then decreased with the increase of altitudinal gradients. (4) We observed that families and genus of the plants were different. A total of 26 families spread around the world, accounting for 49.1% of all the families; 12 families belonged to temperate zone, accounting for 22.6% of all the families; 24 genera spread around the world, accounting for 24.7% of all the genera; 47 families belonged to temperate zone, accounting for 48.5% of all the families. In all, the Dawei mountain wetland is rich in natural resources. Still, it is now being influenced by drought and some other climate change scenarios due to anthropogenic activities. Results of this study may thus pave a way for reconstruction and preservation of Dawei mountain wetland.

**Keywords:** alpine wetlands; plant diversity; district system; Dawei Mountain National Forest Park