

## ◆资源保护与利用◆

甘肃省石松类和蕨类植物多样性及其地理分布<sup>\*</sup>成海兰, 马酉璐, 张晓玮, 周晓雷, 鲁松松, 王旭虎, 杜维波<sup>\*\*</sup>

(甘肃农业大学林学院, 甘肃兰州 730070)

**摘要:**甘肃省地处中国西北部, 地理环境复杂, 气候条件多样, 为石松类(Lycophytes)和蕨类植物(Ferns)的生长提供了丰富的生境。本研究以标本馆馆藏标本信息和相关文献资料为依据, 基于蕨类植物系统发育研究组第一版(Pteridophyte Phylogeny Group I, PPG I)分类系统, 系统分析甘肃省石松类和蕨类植物的多样性及其空间格局。结果表明:(1)甘肃省共有野生石松类和蕨类植物 26 科 76 属 373 种(含变种和亚种, 下同)。其中石松类植物 2 科 5 属 21 种, 蕨类植物 24 科 71 属 352 种; 这些植物中, 中国特有种 95 种, 甘肃省特有种 2 种, 受威胁等级植物 13 种, 国家重点保护野生植物 3 种。(2)地理分布统计结果表明, 甘肃省石松类和蕨类植物水平分布存在显著地域差异, 绝大多数种类集中分布在东南部, 呈现由东南向西北递减的趋势。(3)从科、属的地理成分看, 泛热带分布占优势; 从种的地理成分看, 东亚分布占优势。(4)区系划分显示, 甘肃省石松类和蕨类植物主要集中分布在东亚地区, 其次是青藏高原地区, 泛北极地区和古地中海地区物种数量相对较少。本研究结果可为甘肃省石松类和蕨类植物的多样性提供基础数据。

**关键词:**甘肃省; 石松类和蕨类植物; 多样性; 地理分布

中图分类号: Q948.2 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2025)05-0911-09

DOI: 10.13656/j.cnki.gxkx.20251208.005

石松类和蕨类植物是一类以孢子繁殖的维管植物, 在陆地植物进化史上占据重要地位<sup>[1]</sup>。根据蕨类植物系统发育研究组第一版(Pteridophyte Phylogeny Group I, PPG I)分类系统, 传统意义上的蕨类植物(Pteridophytes)由石松类(Lycophytes)和蕨类植物(Ferns)两个不同的进化谱系构成<sup>[2]</sup>。目前, 全球现存石松类植物 3 科 18 属 1 338 种, 蕨类植物 48

科 319 属 10 578 种<sup>[3]</sup>。我国作为世界上植物多样性极其丰富的国家之一, 共有石松类植物 3 科 12 属 195 种, 蕨类植物 39 科 179 属 2 498 种<sup>[4]</sup>。石松类和蕨类植物不仅是植物界的重要组成部分, 在植物系统演化进程中发挥着关键作用, 还在固碳释氧<sup>[5]</sup>、净化空气<sup>[6]</sup>、积累有机物<sup>[7]</sup>、改善土壤理化性质<sup>[8]</sup>及促进森林养分循环<sup>[9]</sup>等方面发挥着重要的生态作用, 部分

收稿日期: 2025-06-05

修回日期: 2025-09-04

<sup>\*</sup> 甘肃农业大学人才引进科研启动基金项目(GAU-KYQD-2021-36)和国家自然科学基金项目(32460055)资助。

## 【第一作者简介】

成海兰(1998—), 女, 在读硕士研究生, 主要从事植物生态学研究, E-mail: 19968525536@163.com。

## 【\*\*通信作者简介】

杜维波(1985—), 男, 讲师, 主要从事植物分类研究, E-mail: dsjzxw1@163.com。

## 【引用本文】

成海兰, 马酉璐, 张晓玮, 等. 甘肃省石松类和蕨类植物多样性及其地理分布[J]. 广西科学, 2025, 32(5): 911-919.

CHENG H L, MA Y L, ZHANG X W, et al. Diversity and Geographical Distribution of Lycophytes and Ferns in Gansu Province [J]. Guangxi Sciences, 2025, 32(5): 911-919.

种类还具有药用、食用、观赏等经济价值。

甘肃省地处中国西北部,地理环境复杂,气候条件多样,为石松类和蕨类植物的生长提供了丰富的生境。尽管目前已有一些关于甘肃省植物资源的研究,但针对该省石松类和蕨类植物多样性和空间格局的研究相对较少,且多集中于特定自然保护区或局部区域。例如,贾贞等<sup>[10]</sup>研究了甘肃白水江国家级自然保护区蕨类植物区系,田晓娟等<sup>[11]</sup>研究了甘肃兴隆山国家级自然保护区蕨类植物区系,史静等<sup>[12]</sup>研究了甘肃省草原蕨类植物区系。这些研究的区域性特征明显,但甘肃省石松类和蕨类植物的多样性及空间分布情况尚未进行系统整理。

基于此,本研究利用大量已有文献资料和植物标本,全面分析石松类和蕨类植物的多样性和空间分布格局,为石松类和蕨类植物资源的科学保护与合理开发利用提供理论依据和数据支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域概况

甘肃省地处中国西北内陆,介于北纬 32°31′—42°57′,东经 92°13′—108°46′之间。全省地域广阔,地理条件复杂,大致可划分为陇南山地、陇中黄土高原、甘南高原、河西走廊、祁连山地以及河西走廊以北地带 6 个区域<sup>[13]</sup>。该省地跨亚热带、暖温带、温带、高原高寒 4 类气候带,境内自然地理单元丰富多样,包括青藏高原、黄土高原、秦岭山脉、西南山地和蒙新荒漠区。同时,甘肃省是长江、黄河、内陆河三大水系的流经区域。作为我国东西区域的重要交汇地带,甘肃省独特的地理位置和复杂的自然环境造就了其丰富的植物多样性<sup>[14]</sup>。

### 1.2 数据收集

本研究通过查阅中国数字植物标本馆(<https://www.cvh.ac.cn>),并以《中国植物志》<sup>[15]</sup>、《中国维管植物科属志》<sup>[16]</sup>、*Flora of China*<sup>[17]</sup>为主要参考依据,同时结合甘肃省石松类和蕨类植物的相关文献<sup>[18-39]</sup>,系统分析甘肃省石松类和蕨类植物的多样性和空间格局特征。其中,科属界定依据最新的分子系统学成果<sup>[40]</sup>,物种界定参考《中国生物物种名录 2025 版》<sup>[4]</sup>。

### 1.3 数据分析

#### 1.3.1 科属分析

参照杜维波等<sup>[41]</sup>的研究,根据物种数量对科属进行等级划分,在此基础上,参照科属分布区类

型<sup>[42-43]</sup>,对科属划分等级进行验证。

#### 1.3.2 地理分布

根据石松类和蕨类植物在甘肃省的地理分布情况,汇总县域行政单元的石松类和蕨类植物多样性数据,在全国地理信息资源目录服务系统(<http://www.webmap.cn/>)下载甘肃省县域矢量图,使用 ArcGIS 10.8 软件绘制甘肃省石松类和蕨类植物属种水平分布图,并分析其空间格局。

#### 1.3.3 区系分析

依据《中国维管植物科属志》<sup>[16]</sup>对中国植物分布区类型的划分标准,结合陆树刚<sup>[43]</sup>和严岳鸿等<sup>[44]</sup>对中国蕨类植物区系及地理分布的研究,对甘肃省石松类和蕨类植物属种的分布区类型进行科学划分,深入探究其区系地理成分。

## 2 结果与分析

根据调查和统计,确定甘肃省共有野生石松类和蕨类植物 26 科 76 属 373 种,其中石松类植物 2 科 5 属 21 种,蕨类植物 24 科 71 属 352 种。

### 2.1 科属组成

经过对甘肃省石松类和蕨类植物物种数量的分析,参照《中国维管植物科属志》<sup>[16]</sup>对石松类和蕨类植物区系的划分,将 16 种及以上物种的科划定为大型科,6—15 种物种的科定义为中等科,2—5 种物种的科归为少种科,仅包含 1 种的科则为单种科。

#### 2.1.1 科的组成

甘肃省石松类和蕨类植物共计 26 科,占我国石松类和蕨类植物总科数的 61.90%,其中石松类植物 2 科,占我国石松类总科数的 66.67%;蕨类植物 24 科,占我国蕨类总科数的 61.54%。

依据物种数量,并结合甘肃省实际情况,将科内按种数大小划分为 4 个等级。单种科有乌毛蕨科(Blechnaceae)、海金沙科(Lygodiaceae)、肾蕨科(Nephrolepidaceae)等,共 6 科,占总科数的 23.08%,种数占总种数的 1.61%;少种科(2—5 种)有肿足蕨科(Hypodematiaceae)、紫萁科(Osmundaceae)、里白科(Gleicheniaceae)等,共 6 科 10 属 16 种,分别占总科数的 23.08%、总属数的 13.16%、总种数的 4.29%;中等科(6—15 种)有木贼科(Equisetaceae)、冷蕨科(Cystopteridaceae)、卷柏科(Selaginellaceae)等,共 8 科 20 属 74 种,分别占总科数的 30.77%、总属数的 26.32%、总种数的 19.84%;16 种以上的科有铁角蕨科(Aspleniaceae)、蹄盖蕨科

(Athyriaceae)、凤尾蕨科 (Pteridaceae)、水龙骨科 (Polypodiaceae)、鳞毛蕨科 (Dryopteridaceae)、金星蕨科 (Thelypteridaceae), 共 6 科 40 属 277 种, 分别占总科数的 23.08%、总属数的 52.63%、总种数的

表 1 甘肃省石松类和蕨类植物科分级统计

Table 1 Statistics of lycophytes and ferns at the family level in Gansu Province

等级 Grade	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比/% Proportion/%	数量 Number	占比/% Proportion/%	数量 Number	占比/% Proportion/%
Monotypic family (1 species)	6	23.08	6	7.89	6	1.61
Oligotypic family (2-5 species)	6	23.08	10	13.16	16	4.29
Medium family (6-15 species)	8	30.77	20	26.32	74	19.84
Large family ( $\geq 16$ species)	6	23.08	40	52.63	277	74.26
Total	26	100	76	100	373	100

### 2.1.2 属的组成

甘肃省石松类和蕨类植物共 76 属, 占我国石松类和蕨类植物总属数的 39.79%。其中, 石松类植物 5 属, 占我国石松类总属数的 41.67%; 蕨类植物 71 属, 占我国蕨类总属数的 39.66%。

甘肃省石松类和蕨类植物属分级统计见表 2。单种属(仅 1 种)有 27 属, 占甘肃省石松类和蕨类植物总属数的 35.53%、总种数的 7.24%, 这些单种属包括狗脊属 (*Woodwardia*)、芒萁属 (*Dicranopteris*)、舌蕨属 (*Elaphoglossum*) 等。2-5 种的少种属共 31 属 88 种, 分别占总属数的 40.79%、总种数的 23.59%, 包括羽节蕨属 (*Gymnocarpium*)、榭蕨属 (*Drynaria*)、卵果蕨属 (*Phegopteris*) 等。6-15 种的中等属共 14 属 140 种, 分别占总属数的 18.42%、

表 2 甘肃省石松类和蕨类植物属分级统计

Table 2 Statistics of lycophytes and ferns at the genus level in Gansu Province

等级 Grade	属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比/% Proportion/%	数量 Number	占比/% Proportion/%
Monotypic genus (1 species)	27	35.53	27	7.24
Oligotypic genus (2-5 species)	31	40.79	88	23.59
Medium genus (6-15 species)	14	18.42	140	37.53
Large genus ( $\geq 16$ species)	4	5.26	118	31.64
Total	76	100	373	100

74.26% (表 1)。从上述分析可以看出, 鳞毛蕨科、水龙骨科、凤尾蕨科、蹄盖蕨科、金星蕨科和铁角蕨科在甘肃省石松类和蕨类植物中占据较大比例, 是该省石松类和蕨类植物的主要类群。

总种数的 37.53%, 包含蹄盖蕨属 (*Athyrium*)、对囊蕨属 (*Deparia*)、贯众属 (*Cyrtomium*) 等。16 种以上的大属数量较少, 仅有 4 属 118 种, 分别占总属数的 5.26%、总种数的 31.64%, 其中鳞毛蕨属 (*Dryopteris*) 所含种数最多, 有 36 种, 占总种数的 9.65%; 其次是耳蕨属 (*Polystichum*), 有 34 种, 占总种数的 9.12%; 再次是瓦韦属 (*Lepisorus*), 有 26 种; 最后是铁角蕨属 (*Asplenium*), 有 22 种。

### 2.2 特有类群

统计数据显示, 甘肃省石松类和蕨类植物无中国特有科和中国特有属, 特有性主要体现在种级水平。全省共记录中国特有种 95 种, 隶属于 13 科 34 属, 占甘肃省石松类和蕨类植物总种数的 25.47%。其中, 鳞毛蕨科 (85 种) 特有种数量最多, 达 26 种, 占甘肃省该科总种数的 30.59%; 凤尾蕨科 (55 种) 特有比例最高, 有 18 种, 特有比例达 32.73%; 水龙骨科 (60 种) 有 19 种特有种, 特有比例为 31.67%; 蹄盖蕨科 (37 种) 有 12 种特有种, 特有比例为 32.43%。从属级水平来看, 中国特有种分属于 34 属, 其中耳蕨属 (34 种) 的特有种最多, 达 14 种, 占甘肃省该属总种数的 41.18%; 特有比例最高的属为伏石蕨属 (*Lemmaphyllum*, 2 种), 特有比例达 100%。此外, 这些中国特有种中, 有 2 种为甘肃省特有种, 分别为甘肃短肠蕨 (*Diplazium kansuense*) 和甘南岩蕨 (*Woodsia macrospora*), 甘肃短肠蕨仅在陇南市文县有分布, 甘南岩蕨仅在甘南藏族自治州卓尼县有分布。这些特有种是甘肃省植物多样性的重要组成部分, 对于研究植物的演化、地理分布以及生态适应性等方面具有

重要的科学价值。

### 2.3 珍稀濒危物种

#### 2.3.1 国家重点保护野生植物

查阅《国家重点保护野生植物名录》<sup>[45]</sup>和相关文献<sup>[31,46-47]</sup>,甘肃省分布有3种国家Ⅱ级重点保护石松类和蕨类植物,即锡金石杉(*Huperzia herteriana*)、长柄石杉(*H. javanica*)、美丽马尾杉(*Phlegmaria pulcherrimus*)。

#### 2.3.2 受威胁等级植物

根据中国生态环境部和中国科学院于2023年联合发布的《中国生物多样性红色名录——高等植物卷(2020)》<sup>[48]</sup>,甘肃省分布有1种濒危石松类和蕨类植物,即长柄石杉;分布有4种易危石松类和蕨类植物,分别是玉龙蕨(*Polystichum glaciale*)、全缘贯众(*Cyrtomium falcatum*)、脉纹鳞毛蕨(*Dryopteris lachongensis*)和川滇槲蕨(*Drynaria delavayi*);分布有近危石松类和蕨类植物8种;数据缺乏物种46种;无危物种314种。这些珍稀濒危物种面临着生存威胁,其种群数量相对较少,分布范围较为狭窄。人类活动干扰、生态环境变化等因素都可能对它们的生存造成不利影响,因此对这些物种的保护工作迫在眉睫。

### 2.4 地理分布

#### 2.4.1 属的水平分布

甘肃省石松类和蕨类植物属的水平分布呈现明显的地域差异。将甘肃省石松类和蕨类植物属的数量划分为6个等级:1-6、7-13、14-19、20-27、28-53、54-66属,结果显示,1-6属的县级行政单元有6个、7-13属的有17个、14-19属的有38个、20-27属的有14个、28-53属的有10个、54-66属的有2个(图1)。整体上,甘肃省石松类和蕨类植物属的水平分布呈现由东南向西北逐渐减少的趋势。

#### 2.4.2 种的水平分布

甘肃省石松类和蕨类植物种的分布同样呈现不均衡的特点。将甘肃省石松类和蕨类植物种的数量划分为6个等级:1-14、15-28、29-42、43-70、71-135、136-263种,结果显示,1-14种的县级行政单元有13个、15-28种的有36个、29-42种的有19个、43-70种的有7个、71-135种的有10个、136-263种的有2个(图2)。从全省范围来看,石松类和蕨类植物种的数量由东南向西北逐渐减少,与属的水平分布一致。这种分布差异与生态环境、地理气候等多种因素密切相关。甘肃省东南部的陇南山地、

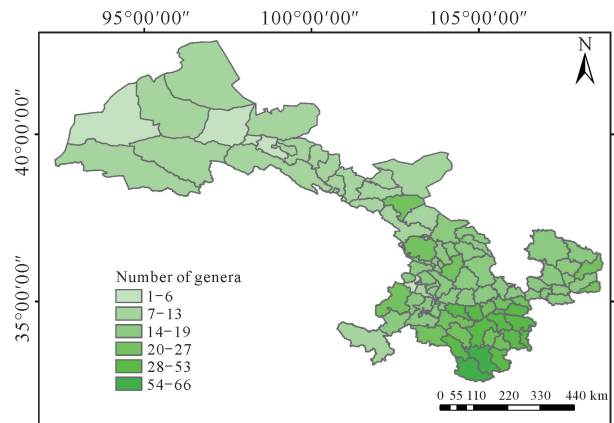


图1 甘肃省石松类和蕨类植物属水平分布

Fig. 1 Horizontal distribution of lycophytes and ferns at the genus level in Gansu Province

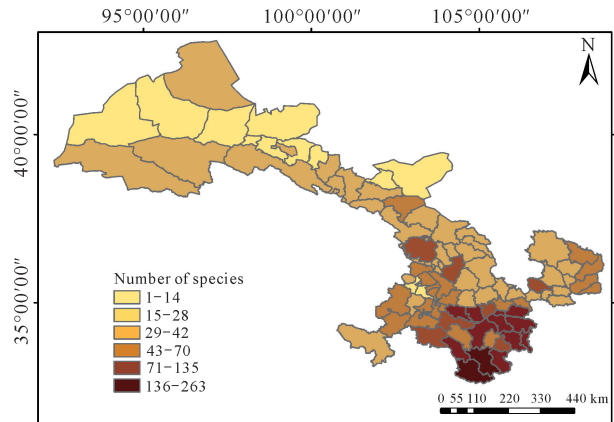


图2 甘肃省石松类和蕨类植物种水平分布图

Fig. 2 Horizontal distribution of lycophytes and ferns at the species level in Gansu Province

西部秦岭等区域,地处亚热带向暖温带过渡带,受东亚季风影响显著,年降水量可达600-800 mm,年平均气温维持在15-18℃,充足的水热条件不仅能满足石松类和蕨类植物孢子萌发对高湿度的需求,还能为其配子体发育与孢子体生长提供稳定的温湿环境<sup>[39]</sup>,因此成为物种富集的核心区域,如陇南市文县、康县等县域,物种数均超过136种;而西北部的河西走廊区域,深居内陆且受青藏高原与祁连山地形阻挡,水汽难以抵达,年降水量普遍不足200 mm,部分区域甚至低于50 mm,年平均气温仅5-8℃,且昼夜温差大、蒸发强烈,干旱少雨的气候条件限制石松类和蕨类植物生存,使得少数耐旱种类在此零星分布。

### 2.5 区系分析

#### 2.5.1 科的地理成分

根据科的区系地理成分统计<sup>[42]</sup>,甘肃省石松类和蕨类植物的地理分布区类型有5种(表3)。其中,

世界分布有 9 科,包括蹄盖蕨科、鳞毛蕨科等;泛热带分布有 11 科,包括膜蕨科(Hymenophyllaceae)、里白科等;北温带分布有 4 科,包括木贼科、球子蕨科(Onocleaceae)等;热带亚洲至热带非洲分布、东亚分布各有 1 科,分别为肿足蕨科、瘤足蕨科(Plagiogyriaceae)。从科的地理分布角度分析,甘肃省石松类和蕨类植物区系以泛热带分布为主,世界分布和北温带分布次之。

### 2.5.2 属的地理成分

根据属的地理成分划分<sup>[43]</sup>,甘肃省 76 属石松类和蕨类植物可分为 11 个分布区类型(表 3)。其中泛热带分布最多,有 23 属,包括复叶耳蕨属、马尾杉属(*Phlegmariurus*)等;其次是世界分布,有 12 属,包括蹄盖蕨属、石松属(*Lycopodium*)等;接着是北温带分布,有 10 属,包括沼泽蕨属(*Thelypteris*)、岩蕨属(*Woodsia*)等;其余分布类型较少。从属的地理分布角度分析,甘肃省石松类和蕨类植物区系以泛热带分布为主,世界分布和北温带分布次之,与科的分析结果一致。

### 2.5.3 种的地理成分

根据种的地理成分划分<sup>[44]</sup>,甘肃省 373 种石松类和蕨类植物可划分为 13 个分布区类型(表 3)。其中,东亚分布占据主导地位,共有 113 种,占甘肃省石松类和蕨类植物总种数的 30.29%,包括兖州卷柏(*Selaginella involvens*)、瓦韦(*Lepisorus thunbergianus*)等,是区系的核心组成部分。该类型可进一步划分为中国—喜马拉雅分布(46 种,12.33%)和中国—日本分布(29 种,7.77%)两个亚型,反映出中国与喜马拉雅、日本植物区系联系密切。其次为中国特有分布,共 95 种,占甘肃省石松类和蕨类植物总种数的 25.47%,包括披针骨牌蕨(*Lemmaphyllum diversum*)、狭叶凤尾蕨(*Pteris henryi*)等,凸显了甘肃省在中国蕨类植物特有性中的重要地位。其他分布类型如北温带分布(26 种,6.97%)、世界分布(21 种,5.63%)和热带亚洲分布(21 种,5.63%)也占有一定比例,而热带间断分布、旧世界热带分布等类型占比较低。整体来看,甘肃省石松类和蕨类植物区系以温带性质的东亚成分与中国特有成分为主,体现了其过渡性与地域特色。

表 3 甘肃省石松类和蕨类植物区系分布型

Table 3 Floristic distribution patterns of lycophytes and ferns in Gansu Province

分布区类型 Areal-type	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比/% Proportion/%	数量 Number	占比/% Proportion/%	数量 Number	占比/% Proportion/%
1. Cosmopolitan	9	34.62	12	15.79	21	5.63
2. Pantropic	11	42.31	23	30.26	8	2.15
3. Tropical Asia & Tropical America disjunctive	—	—	—	—	1	0.27
4. Old World Tropics	—	—	3	3.95	4	1.07
5. Tropical Asia to Tropical Australasia	—	—	4	5.26	4	1.07
6. Tropical Asia to Tropical Africa	1	3.85	6	7.89	2	0.54
7. Tropical Asia	—	—	4	5.26	21	5.63
8. North Temperate	4	15.38	10	13.16	26	6.97
9. East Asia & North America disjunctive	—	—	3	3.95	3	0.81
10. Old World Temperate	—	—	3	3.95	—	—
11. Temperate Asia	—	—	3	3.95	—	—
12. Mediterranean, West Asia to Central Asia	—	—	—	—	—	—
13. Central Asia	—	—	—	—	—	—
14. East Asia	1	3.85	5	6.58	113	30.29
14.1 Sino-Japan	—	—	—	—	29	7.77
14.2 Sino-Himalaya	—	—	—	—	46	12.33
15. Endemic to China	—	—	—	—	95	25.47

## 2.6 区系划分

甘肃省的植物地理组成可划分为4个地理大区 and 9个地理小区, 4个地理大区分别为东亚地区(East Asiatic)、泛北极地区(Holarctic)、古地中海地区(Tethyan)和青藏高原地区(Qinghai-Xizang Plateau)<sup>[49]</sup>。

依据每个地理大区的分布数量, 物种丰富度最高的地区是东亚地区, 有315种, 占甘肃省石松类和蕨类植物

总种数的84.45%; 其次是青藏高原地区, 有180种, 占48.26%; 接下来是泛北极地区, 有153种, 占41.02%; 最低的是古地中海地区。整体上, 物种丰富度呈现由东南向西北递减的趋势。

依据每个地理小区的分布数量, 物种丰富度最高的地区是陇南山地地区, 其次是甘南高原向陇南山地过渡带, 接下来是西部秦岭地区, 其他地区物种丰富度均极低(表4)。

表4 甘肃省石松类和蕨类植物区系分区

Table 4 Floristic regions of lycophytes and ferns in Gansu Province

分布区类型 Areal-type	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比/% Proportion/%	数量 Number	占比/% Proportion/%	数量 Number	占比/% Proportion/%
1. Qinghai-Xizang Plateau	21	80.77	56	73.68	180	48.26
I. the northern foothills of the Qilian Mountains	11	42.31	21	27.63	35	9.38
Ⅶ. the transitional zone from Gannan Plateau to Longnan Mountainous Region	22	84.62	57	75.00	171	45.84
Ⅷ. the Gannan Plateau	11	42.31	22	28.95	45	12.06
2. Tethyan	7	26.92	14	18.42	26	6.97
II. the hinterland of the Hexi Corridor	7	26.92	14	18.42	26	6.97
3. Holarctic	19	73.08	49	64.47	153	41.02
III. the Lanzhou-Baiyin wilderness region	12	46.15	24	31.58	65	17.43
IV. the Loess Plateau in the center region	12	46.15	21	27.63	37	9.92
V. the Loess Plateau in the east region	12	46.15	21	27.63	40	10.72
VI. the western Qinling Mountains	20	76.92	49	64.47	131	35.12
4. East Asiatic	25	96.15	71	93.42	315	84.45
IX. the Longnan Mountainous Region	25	96.15	71	93.42	315	84.45

## 3 讨论

### 3.1 甘肃省石松类和蕨类植物的物种多样性

本研究明确了甘肃省共有石松类和蕨类植物26科76属373种, 其中石松类植物2科5属21种, 蕨类植物24科71属352种。在科级水平上, 鳞毛蕨科、水龙骨科等大科在甘肃省石松类和蕨类植物群落中占据重要地位, 具有广泛的生态适应性, 能够在多种环境中生存繁衍。在属级水平上, 耳蕨属、铁角蕨属等大属种类丰富, 对维持区域植物多样性具有重要意义。同时, 研究发现甘肃省有95种中国特有种和2种甘肃省特有种。这些特有种是在特定地质历史和生态环境下形成的, 对于研究植物的地理分布、生态适应和进化历程具有不可替代的作用。此外, 甘肃省还分布着13种受威胁等级植物和3种国家重点保

护野生植物, 这些物种是生物多样性保护的核心, 对维护生态平衡、推进生物进化研究具有重要意义。

### 3.2 甘肃省石松类和蕨类植物的地理分布

甘肃省石松类和蕨类植物的地理分布呈现显著的不均衡性。东南部的陇南地区有71属315种, 属数占甘肃省石松类和蕨类植物总属数的93.42%, 物种数占比达84.45%, 无论是属的数量还是种的数量, 都远超省内其他地区, 是甘肃省植物多样性的核心区域。这一分布特征与前人的研究结论<sup>[13, 49]</sup>相符, 彰显陇南地区生态环境的优越性。该地区处于亚热带向暖温带的过渡地带, 气候温暖湿润, 为植物生长提供了适宜的温度和充足的水分条件。同时, 该区域地形复杂多样, 山地、峡谷、森林等多种生态环境并存, 能够满足不同石松类和蕨类植物的生存需求。与之相比, 甘肃省西北部地区气候干旱, 年降水量稀少,

土壤贫瘠,水分和养分供应不足,这种恶劣的环境条件限制了石松类和蕨类植物的生长与繁殖,导致该地区物种丰富度极低。

### 3.3 甘肃省石松类和蕨类植物的区系结构

通过对甘肃省石松类和蕨类植物区系类型的分析,发现其呈现显著的复杂性与过渡性。从科属地理成分来看,泛热带分布占主导,分别占甘肃省石松类和蕨类植物总科数的 42.31% 和总属数的 30.26%,表明甘肃省石松类和蕨类植物在高级分类单元上具有显著的热带性质。这一特征与甘肃省石松类和蕨类植物多数集中在陇南地区有关。陇南地区年平均气温适宜,降水丰富,这种气候条件与泛热带地区的环境相似,为石松类和蕨类植物的生长提供了适宜的气候基础。从种的地理成分来看,区系性质表现出明显的温带特征。东亚分布占据绝对优势,有 113 种,占总种数的 30.29%,构成区系的主体成分。中国特有种也极为丰富,达 95 种,占总种数的 25.47%,进一步强化了区系的温带性质。此外,北温带分布有 26 种,占总种数的 6.97%,而各种热带分布的比例相对较低。此现象与甘肃省特殊的气候条件有关。甘肃省地跨亚热带、暖温带、温带和高原高寒气候区,特别是东南部地区属于亚热带向暖温带过渡区域,夏季温暖多雨,冬季寒冷干燥,水热条件在时间和空间上差异显著。这种复杂的气候格局为不同地理成分的石松类和蕨类植物提供了多样的生态位,既保留了部分热带成分,又促进了温带成分的发展和特有种物的形成,从而形成了当前热带性质与温带性质并存且以温带性质为主的区系特征。

在区系分区中,甘肃省石松类和蕨类植物物种丰富度最高的地区是东亚地区,物种丰富度较高的地区是青藏高原地区,接下来是泛北极地区,古地中海地区物种丰富度最低,物种丰富度呈现由东南向西北递减的趋势,这与黄土高原石松类和蕨类的分布格局<sup>[41]</sup>基本一致。郭延秀等<sup>[50]</sup>对甘肃省药用植物的资源空间分布格局进行研究,结果显示甘肃省药用植物表现出从东南向西北逐渐减少的空间分布格局,与本研究甘肃省石松类和蕨类植物的空间分布格局类似。东亚地区物种丰富度最高,得益于东亚地区优越的自然环境和独特的地理位置,该地区气候适宜,生态类型多样,且处于多个植物区系的交汇地带,大量植物种类在此汇聚。青藏高原地区物种丰富度也较高,其独特的高原生态环境,塑造了特殊的植物适应机制,为许多特有植物提供了生存条件。相比之

下,泛北极地区和古地中海地区物种丰富度较低。这种分布差异与各地区的地理环境、气候条件等紧密相关,进一步揭示了甘肃省植物区系的复杂性和多元性,为深入探究植物区系的演化和形成机制提供了线索,有助于理解植物在不同地理区域的演化路径和适应策略,以及环境变化对植物分布和演化的驱动作用。

## 4 结论

本研究系统分析了甘肃省石松类和蕨类植物的多样性及其地理分布特征,结果显示甘肃省共有野生石松类和蕨类植物 26 科 76 属 373 种(含变种和亚种),其中中国特有种 95 种,甘肃省特有种 2 种,国家重点保护野生植物 3 种,受威胁等级植物 13 种。在地理分布上,物种丰富度自东南向西北递减,东南部陇南地区为物种多样性核心区域。区系地理成分上,科属地理成分以泛热带分布为主,种的地理成分以东亚成分和中国特有成分为主,呈现热带与温带成分交汇的过渡性特征。区系划分进一步显示,物种集中分布于东亚地区,其次为青藏高原地区,泛北极和古地中海地区物种较少。本研究为甘肃省石松类和蕨类植物资源的科学保护、合理利用及生物多样性管理提供了基础数据和理论依据。

### 参考文献

- [1] 张宪春,卫然,刘红梅,等. 中国现代石松类和蕨类的系统发育与分类系统[J]. 植物学报,2013,48(2):119-137.
- [2] 王婷,舒江平,顾钰峰,等. 中国石松类和蕨类植物多样性研究进展[J]. 生物多样性,2022,30(7):22381.
- [3] PPG I. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns [J]. Journal of Systematics and Evolution,2016,54(6):563-603.
- [4] The Biodiversity Committee of Chinese Academy of Sciences. Catalogue of life China:2025 annual checklist [Z/OL]. [2025-09-02]. <https://www.catalogueoflife.org/data/dataset/312616>.
- [5] 崔洁. 成都市屋顶绿化植物及不同配置模式的生态效益比较研究[D]. 雅安:四川农业大学,2011.
- [6] 李浩亭,刘艳红,方戌元,等. 几种观赏蕨类植物对室内环境中甲醛及 TVOC 的净化研究[J]. 中国园艺文摘,2016(12):34-36,41.
- [7] 夏娟. 9 种鳞毛蕨科植物总黄酮活性研究及红盖鳞毛蕨黄酮成分鉴定[D]. 上海:上海师范大学,2014.
- [8] 张雅洁,刘云根,王妍,等. 岩溶地区典型蕨类植物卷柏根系分泌有机酸特征[J]. 东北林业大学学报,2021,

- 49(4):52-55,61.
- [9] 伍小刚. 缙云山三种蕨类植物凋落叶分解研究[D]. 重庆:西南大学, 2015.
- [10] 贾贞, 郑宝军, 高士标, 等. 甘肃白水江自然保护区蕨类植物区系的研究[J]. 天水师范学院学报, 2006(2):67-69.
- [11] 田晓娟, 张珊, 陶继新, 等. 甘肃兴隆山国家级自然保护区的蕨类植物区系[J]. 甘肃农业大学学报, 2022, 57(5):164-170, 180.
- [12] 史静, 韩天虎, 金加明, 等. 甘肃省草原蕨类植物区系的研究[J]. 草业科学, 2016, 33(9):1696-1701.
- [13] 张志达, 于应文, 花立民, 等. 甘肃省野生维管植物多样性分布格局分析[J]. 草业学报, 2014, 23(1):22-30.
- [14] 冯绳武. 甘肃地理概论[M]. 兰州:甘肃教育出版社, 1989.
- [15] 中国科学院植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社, 1959-2004.
- [16] 李德铎, 陈之端, 王红, 等. 中国维管植物科属志[M]. 北京:科学出版社, 2020.
- [17] WU Z Y, RAVEN P, HONG D Y. Flora of China [M]. Beijing & St. Louis: Science Press and Missouri Botanical Garden Press, 2013.
- [18] 安定国. 甘肃省小陇山高等植物志[M]. 兰州:甘肃民族出版社, 2002.
- [19] 马世荣. 子午岭维管植物名录及检索表[M]. 杨凌:西北农林科技大学出版社, 2022.
- [20] 高维衡. 崆峒山植物志[M]. 兰州:甘肃文化出版社, 1998.
- [21] 李良千. 甘肃白水江国家级自然保护区植物[M]. 北京:科学出版社, 2014.
- [22] 西北植物研究所. 黄土高原植物志:第一卷[M]. 北京:科学出版社, 2000.
- [23] 张勇, 刘贤德, 李鹏, 等. 甘肃河西地区维管植物检索表[M]. 兰州:兰州大学出版社, 2001.
- [24] 杨映, 刘晓娟, 李改香. 甘肃洮河国家级自然保护区维管植物[M]. 北京:中国林业出版社, 2024.
- [25] 鲁明耀, 蒋震. 甘肃多儿国家级自然保护区科学考察报告[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社, 2020.
- [26] 张承芸. 景泰高等植物资源[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社, 2008.
- [27] 白永兴, 刘建军, 马小强. 甘肃裕河自然保护区综合科学考察报告[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社, 2017.
- [28] 刘迺发. 甘肃敦煌自然保护区科学考察[M]. 北京:中国林业出版社, 2001.
- [29] 张耀甲. 甘肃蕨类植物的地理分布及区系特点[J]. 兰州大学学报, 1989, 25(2):87-92.
- [30] 白增福, 张志华, 陈学林, 等. 甘肃省石松类和蕨类植物新记录9种1变种[J]. 生物资源, 2025, 47(2):207-211.
- [31] 白增福, 张志华, 陈学林. 甘肃石松类和蕨类植物分布新记录[J]. 生物资源, 2022, 44(2):213-218.
- [32] 徐文斌. 甘肃省东南部植物分布新纪录[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2014, 38(S1):65-66.
- [33] YANG J, XIANG Q P, ZHANG X C. Uncovering the hidden diversity of the rosette-forming *Selaginella tamariscina* group based on morphological and molecular data [J]. TAXON, 2023, 72(1):8-19.
- [34] 陈永怡, 谢梅, 何选泽, 等. 仁怀市石松类和蕨类植物多样性[J]. 山地农业生物学报, 2024, 43(1):8-17.
- [35] 张坤, 张宏伟, 张豪, 等. 浙江省石松类和蕨类植物的物种多样性研究[J]. 浙江大学学报(理学版), 2023, 50(2):195-203, 224.
- [36] 陈春发, 刘剑锋, 王文彬, 等. 江西羊狮慕石松类和蕨类植物区系研究[J]. 中国野生植物资源, 2025, 44(2):130-136.
- [37] 沙莎, 张光富, 邵丽鹭. 江苏石松类和蕨类植物多样性及生物地理学特征分析[J]. 生态与农村环境学报, 2022, 38(2):194-200.
- [38] 黄钟宣, 施歆怡, 孟祎晨, 等. 凉山山系地区石松类和蕨类植物多样性及区系分析[J]. 高原科学研究, 2024, 8(3):24-33.
- [39] 陆树刚. 蕨类植物学[M]. 北京:高等教育出版社, 2007.
- [40] 张宪春, 孙久琼. 石松类和蕨类名词及名称[M]. 北京:中国林业出版社, 2015.
- [41] 杜维波, 卢元. 黄土高原石松类和蕨类植物的多样性与地理分布[J]. 生物多样性, 2019, 27(11):1260-1267.
- [42] 臧得奎. 中国蕨类植物区系的初步研究[J]. 西北植物学报, 1998, 18(3):459-465.
- [43] 陆树刚. 中国蕨类植物区系概论[M]//李承森. 植物科学进展:第六卷. 北京:高等教育出版社, 2004:29-40.
- [44] 严岳鸿, 张宪春, 马克平. 中国蕨类植物多样性与地理分布[M]. 北京:科学出版社, 2013.
- [45] 国家林业和草原局, 农业农村部. 国家林业和草原局农业农村部公告(2021年第15号)(国家重点保护野生植物名录)[EB/OL]. (2021-09-07)[2025-06-01]. <http://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210908/162515850572900.html>.
- [46] 潘建斌, 杜维波, 冯虎元. 图说甘肃省国家重点保护植物(2021版)[M]. 兰州:兰州大学出版社, 2023.
- [47] 陈思思, 张梦华, 王锦秀, 等. 药用植物千层塔的基原物种及研究进展[J]. 广西植物, 2021, 41(11):1794-1809.
- [48] 生态环境部, 中国科学院. 关于发布《中国生物多样性红色名录:脊椎动物卷(2020)》和《中国生物多样性红

色名录:高等植物卷(2020)》的公告[EB/OL]. (2023-05-18) [2025-06-01]. [https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202305/t20230522\\_1030745.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202305/t20230522_1030745.html).

[49] LI Z Z, TIAN Q, CHONG P F, et al. Phylogenetic par-

titoning of Gansu Flora; unveiling the core transitional zone of Chinese flora [J]. *Plants*, 2023, 12(17): 3060.

[50] 郭延秀, 曹后康, 席少阳, 等. 甘肃省药用植物资源空间分布格局及其驱动因子[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2022, 28(17): 140-149.

## Diversity and Geographical Distribution of Lycophytes and Ferns in Gansu Province

CHENG Hailan, MA Youlu, ZHANG Xiaowei, ZHOU Xiaolei, LU Songsong, WANG Xuhu, DU Weibo<sup>\*\*</sup>

(College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu, 730070, China)

**Abstract:** Gansu Province, located in northwestern China, possesses a complex geographic environment and diverse climatic conditions, providing rich habitats for lycophytes and ferns. Basing on herbarium records, literature, and the Pteridophyte Phylogeny Group I (PPG I) classification, this study systematically analyzed the diversity and spatial patterns of lycophytes and ferns in Gansu province. The key results are as follows: (1) There were 373 species of lycophytes and ferns, belonging to 76 genera of 26 families. Specifically, 21 lycophyte species (5 genera of 2 families) and 352 fern species (71 genera of 24 families) were identified. These plants included 95 species endemic to China, 2 species endemic to Gansu, 13 threatened species, and 3 wild key plant species under national protection. (2) The horizontal distribution of lycophytes and ferns in Gansu Province exhibited significant spatial heterogeneity. Most species were concentrated in the southeast, with diversity decreasing markedly towards the northwest. (3) At the family and genus levels, the pantropical distribution was dominant. At the species level, the East Asian distribution was dominant. (4) Regarding floristic regions, lycophytes and ferns in Gansu were primarily concentrated in East Asia region, secondly concentrated in the Tibetan Plateau, with few species in the Pan-Arctic region and the ancient Mediterranean region. The findings provide basic data for understanding the diversity of lycophyte and fern resources in Gansu Province.

**Key words:** Gansu Province; lycophytes and ferns; diversity; geographical distribution

责任编辑: 陆媛峰



微信公众号投稿更便捷

联系电话: 0771-2503923

邮箱: gxkx@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>