

广东南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物区系研究

梁 胜, 王梦楠, 胡希军*, 陈存友, 韦宝婧

(中南林业科技大学 风景园林学院, 长沙 410004)

摘 要: 该研究在野外调查、搜集文献和整理植物数据库的基础上, 对广东南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物区系组成和分布区类型进行统计分析, 并比较与周边相邻 3 个研究区蕨类植物区系的相似性, 为研究区植物资源的合理开发利用提供依据。结果表明: (1) 广东南雄丹霞梧桐自然保护区共统计到蕨类植物 28 科 51 属 84 种, 科属结构单一, 分化水平不高, 以寡种科属居多, 但区系起源古老, 进化关系连贯。(2) 该区蕨类区系地理联系广泛, 在科、属水平上与热带亲缘程度较高, 以泛热带分布、亚热带分布为主, 在种水平上以热带亚洲分布和东亚分布为主, 区系地理成分呈热带向温带过渡渗透性质。(3) 在与邻近区亲缘关系上, 与观音寨联系最为紧密, 其次是冠豸山, 与丹霞山的关系较疏远。该研究区与观音寨的属、种相似性系数均在 0.83 以上, 区系同质性明显, 与两者现代自然条件相似的事实相吻合。该研究结果为探讨丹霞地貌地带蕨类植物的起源和发育提供了重要依据。

关键词: 丹霞地貌; 南雄丹霞梧桐自然保护区; 植物区系; 蕨类植物; 区系相似性

中图分类号: Q948.5

文献标志码: A

Fern Flora of *Firminana danxiaensis* Nature Reserve in Nanxiong City, Guangdong Province

LIANG Sheng, WANG Mengnan, HU Xijun*, CHEN Cunyou, WEI Baojing

(College of Landscape Architecture, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: Based on field investigations, collecting literature, and collating plant databases, we analyzed the flora composition and distribution types of *Firminana danxiaensis* Nature Reserve in Guangdong Province, and the similarities between three neighboring study areas. The results showed that: (1) there were 84 species of pteridophytes belonging to 51 genera and 28 families in Nanxiong *Firminana danxiaensis* Nature Reserve, with a single family structure and a low level of differentiation. Most of them belonged to oligo families, but the origin of the flora was ancient and the evolutionary relationship was coherent. (2) The fern flora in this area was widely geographically related, and had a high degree of kinship with the tropics at the family and genus levels. It was mainly distributed in the pan-tropical and sub-tropical regions, and at the species level in terms of tropical Asia and East Asia. Mainly, it had a permeable transition from tropical to temperate zones. (3) Geographically, the fern flora of *Firminana danxiaensis* Nature Reserve was closely related to the fern flora of Guanyindong, followed by Guanzhai Mountain, and distanced from Danxia Mountain. The similarity coefficient between this *Firminana danxiaensis* Nature Reserve and Guanyindong was above 0.83, and the floristic homogeneity was obvious, which consistent with the fact that

收稿日期: 2020-03-14; 修改稿收到日期: 2020-06-23

基金项目: 国家林业局野生植物保护项目(2016ZWZY06); 林业公益性行业科研专项(201404710); 湖南省高等学校“双一流”建设项目(湘教通[2018]469号)

作者简介: 梁 胜(1994—), 男, 硕士研究生, 研究方向为风景园林规划与设计。E-mail: 1161595684@qq.com

* 通信作者: 胡希军, 教授, 博士生导师, 主要从事风景园林规划与设计、景观生态规划、城乡规划研究。E-mail: 120795043@qq.com

the modern natural conditions of the two were similar. The results provide an important basis for discussing the origin and development of ferns in Danxia landform, and have reference significance for the rational development and utilization of plant resources in *Firminana danxiaens* Nature Reserve in Guangdong Province.

Key words: Danxia landform; *Firminana danxiaens* Nature Reserve; pteridophyte; flora; flora similarity

广东南雄丹霞梧桐县级自然保护区(简称南雄丹霞梧桐自然保护区)地处广东省东北部南雄市境内,位于南岭南缘,地理坐标为 E114°9′50″~114°14′17″, N25°05′40″~25°07′30″,土地总面积约 2 363 hm²,是世界同纬度地区森林植被的典型代表。该区为亚热带季风湿润气候,四季分明,年平均气温在 19.6℃,冬季寒冷少雨多霜冻,月平均气温 5.2℃,霜冻期历年平均 18 d。夏季气温高雨量充沛,年均太阳辐射量为 111.67 kcal/m²,年平均降雨量 1 551.1 mm,为蕨类植物繁衍创造了良好的生存环境。研究区地质属于燕山期花岗岩体及寒武纪震旦纪变质岩体,由顶平、身陡、麓缓的红色砂砾岩石构成特殊形态,呈现独特的丹霞地貌,为国家珍稀濒危植物和二级重点保护野生植物丹霞梧桐(*Firmiana danxiaensis*)发现地,在生物进化史上具有特殊的地位和作用。

因丹霞独特的地貌形态产生的特殊生态分异现象^[1],出现了一系列关于丹霞地貌地质和生境的研究报道^[2-6],随着当今生物多样性研究的不断深入,特殊生境植物区系的研究也逐渐成为当今植物学领域的一个新热点^[7]。蕨类植物对自然条件具有高度的敏感性,因环境因子的异质性,特殊生境下蕨类植物区系的组成以及区系植物的适应性特征必然有别于普通生境^[8]。国内关于蕨类植物区系的研究还远远不如种子植物的相关研究广泛和深入^[9],能收集到的关于蕨类植物区系研究报道有限,蕨类植物区系研究有待进一步探索。目前关于特殊生境蕨类植物区系的研究依然很少见,这更增加了丹霞地貌蕨类植物区系研究的特殊研究价值。当前丹霞地貌植物研究多以种子植物群落物种多样性、群落结构和物种空间分布为主^[10-12],缺乏对其蕨类植物区系的研究报道。为此,本研究通过野外调查及文献查阅对广东南雄丹霞梧桐县级自然保护区蕨类区系特征进行统计分析,为当地合理利用开发该保护区蕨类植物提供科学参考,以期丰富丹霞地貌地带蕨类区系研究。

1 研究方法

以南雄丹霞梧桐自然保护区红线范围为调查范

围,通过采取样线样方相结合的野外调查方法,分别于 2016 年 11 月至 2017 年 6 月对具有代表性的典型区域蕨类植物(苍石寨后山、水坝电站、柴岭、鸳鸯湖、四脑村公路、七彩锦鸡养殖基地等地)进行标本采集和鉴定,结合科学考察报告并依照《中国植物志》、《Flora of China》^[13-14]等进行鉴定分类,消除异名产生的影响,以秦仁昌系统为依据基于现代蕨类最新分类系统^[15]整理出南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物名录,根据臧得奎等^[16-17]的原则,参考吴征镒^[18]对分布区类型的划分方法进行区系统计分析。

2 南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物区系组成

2.1 科的统计分析

2.1.1 科的数量结构 南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物共有 84 种,隶属于 28 科 51 属。表 1 显示,根据科内种数的大小,划分为 5 个等级,其中较大科(≥10 种)仅有 1 科,为水龙骨科(Polypodiaceae: 11/8,种数/属数,下同),分别占区系总科、属、种的 3.57%、15.69%、13.10%。中等科(5~9 种)4 科 15 属 33 种,分别为金星蕨科(Thelypteridaceae: 9/7)、鳞毛蕨科(Dryopteridaceae: 9/4)、蹄盖蕨科(Athyriaceae: 7/3)、凤尾蕨科(Pteridaceae: 8/2),分别占区系总科、属、种的 14.29%、29.41%、39.29%。单种科和寡种科两者合计 23 科 28 属 40 种,分别占区系总科、属的 82.14%、54.90%、47.62%,构成了该保护区蕨类区系的主体,说明南雄梧桐自然保护区蕨类植物科属结构单一,分化水平不高。

从历史成分来看,在整理植物名录时统计到较原始的海金沙科(Lygodiaceae)、膜蕨科(Hymenophyllaceae)等类群,说明研究区蕨类植物起源古老,以及水龙骨科(Polypodiaceae)、蘋科(Marsileaceae)、槐叶蘋科(Salviniaceae)、满江红科(Azollaceae)等比较进化的类群,也有两者之间的蹄盖蕨科(Athyriaceae)、金星蕨科、凤尾蕨科、鳞始蕨科(Lindsaeaceae)、铁线蕨科(Adiantaceae)等类群,这表明研究区蕨类植物在系统发育进化上有着较强的连贯性。

2.1.2 科的分布区类型 南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物 31 科划分为 9 个分布区类型(表 2),其中世界分布有蘋科、水龙骨科、满江红科(Azollaceae)、铁角蕨科(Aspleniaceae)、铁线蕨科、紫萁科(Osmundaceae)等 8 科;泛热带分布有凤尾蕨科、姬蕨科(Hypolepidaceae)、里白科(Gleicheniaceae)、膜蕨科、碗蕨科(Dennstaedtiaceae)、海金沙科等 8 科,占科总数(除去世界分布,下同)的 40.00%;旧大陆

热带分布有观音座莲科(Angiopteridaceae)1 科,热带亚洲至热带美洲分布有瘤足蕨科(Plagiogyriaceae)1 科,热带亚洲至热带大洋洲分布有槲蕨科(Drynariaceae)1 科,北温带分布有木贼科(Equisetaceae)1 科,这 4 个单型科占科总数的 5.00%;热带亚洲分布有裸子蕨科(Hemionitidaceae)、骨碎补科(Davalliaceae)、鳞始蕨科、肾蕨科(Nephrolepidaceae)等 6 科,占科总数的 30.00%;中国特有分布

表 1 南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物科数统计

Table 1 Statistics of pteridophyte families in <i>Firminana danxiaens</i> Nature Reserves in Nanxiong			
等级 Grade	科数(占比/%) No. of family (Percentage/%)	所含属数(占比/%) No. of genus (Percentage/%)	所含种数(占比/%) No. of species (Percentage/%)
单种科(1 种)Monotypic family(Species number 1)	12(42.86)	12(23.53)	12(14.29)
寡种科(2~4 种)Oligtypic family(Species number 2-4)	11(39.29)	16(31.37)	2(33.33)
中等科(5~9 种)Mesotypic family(Species number 5-9)	4(14.29)	15(29.41)	33(39.29)
较大科(≥10 种)Plurimotypic family(Species number ≥10)	1(3.57)	8(15.69)	11(13.10)

表 2 南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物科属种分布区类型

Table 2 Pteridophytes areal-types of families, genera and species in <i>Firminana danxiaens</i> Nature Reserves in Nanxiong						
分布型类型 Areal type	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比 Percentage /%	数量 Number	占比 Percentage /%	数量 Number	占比 Percentage /%
1. 世界分布 Cosmopolitan	8	—	5	—	1	—
2. 泛热带分布 Pantropic	8	0.40	19	0.42	1	0.03
3. 旧大陆热带分布 Old World Tropics	1	0.05	6	0.12	5	0.05
4. 热带亚洲至热带美洲分布 Trop. Asia & Trop. Amer. Disjuncted	1	0.05	2	0.04	—	0
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia to Trop. Australasia	1	0.05	4	0.08	3	0.04
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	0	0	4	0.08	4	0.04
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia	6	0.30	5	0.12	42	0.49
热带成分小计 Subtotal	17	0.85	39	0.86	55	0.66
8. 北温带分布 North temperate	1	0.05	4	0.08	0	0
9 东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. Disjuncted	0	0	0	0	0	0
10 旧大陆温带分布 Old World Temperate	0	0	0	0	0	0
11 温带亚洲分布 Temperate Asia	0	0	0	0	0	0
12. 东亚分布 East Asia	0	0	(3)	0	(24)	0
12-1. 东亚广布(H-S-J)	0	0	3	0.06	2	0.02
12-2. 中国-喜马拉雅(S-H)	0	0	0	0	3	0.04
12-3. 中国-日本(S-J)	0	0	0	0	19	0.23
13. 中国特有分布 Endemic to Chi	2	0.10	0	0	4	0.05
温带成分小计 Subtotal	3	0.15	7	0.14	28	0.34
总计 Total	28	—	51	—	84	—

注:计算比例(%)时不包括世界分布类型
Note:Excluding cosmopolitan in percentage

有金星蕨科、鳞毛蕨科 2 科,占科总数的 10.00%。

从科的地理成分来看,该区蕨类区系以世界分布、泛热带分布为主,热带亚洲分布次之。除世界分布类型外,热带性质科有 17 科,温带性质科有 3 科,分别占总科数的 85.00%、15.00%,说明南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物科的区系热带性质明显。

2.2 属的统计分析

2.2.1 属的数量结构 南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物区系 51 属分为 3 个等级(表 3),没有出现较大属,其中中等属(5~9 种)有 2 属 14 种,分别为双盖蕨属(*Diplazium*, 7 种)、凤尾蕨属(*Pteris*, 7 种),占总属、种数的 3.92%、16.66%。寡种属(2~4 种)共计 15 属 36 种,分别为鳞毛蕨属(*Dryopteris*, 4 种)、铁角蕨属(*Asplenium*, 4 种)、毛蕨属(*Cyclosorus*, 3 种)、鳞盖蕨属(*Microlepia*, 3 种)、瓦韦属(*Lepisorus*, 2 种)、金粉蕨属(*Onychium*, 2 种)、海金沙属(*Lygodium*, 2 种)、复叶耳蕨属(*Arachniodes*, 2 种)、狗脊属(*Woodwardia*, 2 种)、薄唇蕨属(*Leptochilus*, 2 种)、盾蕨属(*Neolepisorus*, 2 种)、耳蕨属(*Polystichum*, 2 种)、蕨属(*Pteridium*, 2 种)、鳞始蕨属(*Lindsaea*, 2 种)、铁线蕨属(*Adiantum*, 2 种),占总属、种数的 29.41%、42.86%。该区单种属(1 种)最为丰富,共计 34 属 34 种,占总属、种数的 66.67%、40.48%,是该保护区蕨类属种的主要组成成分,这说明南雄丹霞梧桐自然保护区属内种系较为贫乏。

2.2.2 属的分布区类型 南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物 51 属划分为 9 个分布区类型(表 2),其中世界分布的属有鳞毛蕨属、木贼属(*Equisetum*)等 5 属;泛热带分布有凤尾蕨属、凤丫蕨属(*Coniogramme*)、复叶耳蕨属、海金沙属、里白属(*Hicriopteris*)、鳞始蕨属、满江红属(*Azolla*)、肾蕨属(*Nephrolepis*)等 19 属,占总属数的(除去世界分布,下同)的 41.30%;旧大陆热带分布有观音座莲属(*Angiopteris*)、鳞盖蕨属、芒萁属(*Dicranopteris*)、石韦属(*Pyrrosia*)、阴石蕨属(*Humata*)等 6 属,占总属数的 13.04%;热带亚洲分布有圣蕨属(*Dic-*

tyocline)、桫欏属(*Alsophila*)、骨碎补属(*Davallia*)等 5 属,同占总属数的 10.87%;热带亚洲至热带大洋洲分布有槲蕨属(*Drynaria*)、针毛蕨属(*Macrothelypteris*)、对囊蕨属(*Deparia*)3 属,占总属数的 6.52%;热带亚洲至热带非洲分布、北温带分布均有 4 属,占总属数的 8.70%,分别为贯众属(*Cyrtomium*)、瓦韦属等,耳蕨属、紫萁属(*Osmunda*)、卵果蕨属(*Phegopteris*)等;热带亚洲至热带美洲分布有双盖蕨属、金毛狗属(*Cibotium*)2 属,占总属数的 4.35%;东亚广布有伏石蕨属(*Lemmaphyllum*)、凸轴蕨属(*Metathelypteris*)、修蕨属(*Selliguea*)3 属,占总属数的 6.52%。

在南雄丹霞梧桐自然保护区属级水平区系中,泛热带分布占比最高,旧大陆热带分布以及东亚广布次之,没有中国特有分布。除世界分布类型外,热带性质的属有 43 属,占总属数的 86%,温带性质的属有 7 属,占总属数的 14%,与科相比无较大差异。这表明,属的区系与热带具有明显的亲缘关系,以热带和亚热带占主要优势。

2.3 种的统计分析

根据蕨类植物的现代地理分布,南雄丹霞梧桐自然保护区 96 种蕨类植物划分为 10 个分布区类型(表 2),其中世界分布的种有紫萁(*Osmunda japonica*)1 种;泛热带分布有肾蕨(*Nephrolepis cordifolia*)1 种,占总种数的(除去世界分布,下同)的 1.20%;旧大陆热带分布有倒挂铁角蕨(*Asplenium normale*)、小叶海金沙(*Lygodium microphyllum*)、欧洲凤尾蕨(*Pteris cretica*)等 5 种,占总种数的 6.02%;热带亚洲至热带大洋洲分布有剑叶凤尾蕨(*Pteris ensiformis*)、阴石蕨(*Humata repens*)、乌毛蕨(*Blechnum orientale*)等 4 种,占总种数的 4.82%。热带亚洲至热带非洲分布有团羽鳞盖蕨(*Microlepia obtusiloba*)、团叶陵齿蕨(*Lindsaea orbiculata*)、乌蕨(*Odontosoria chinensis*)3 种,占总种数的 3.61%;热带亚洲分布有半边旗(*Pteris semipinnata*)、贯众(*Cyrtomium fortunei*)、槲蕨(*Drynaria roosii*)、金毛狗(*Cibotium barometz*)、阔

表 3 南雄丹霞梧桐自然保护区蕨类植物属数统计
Table 3 Statistics of pteridophyte genera in *Firminana danxiaens* Nature Reserves in Nanxiong

等级 Grade	属数(占比/%) No. of genus(Percentage/%)	所含种数(占比/%) No. of species(Percentage/%)
单种属(1 种)Monotypic genus(Species number 1)	34(66.67)	34(40.48)
寡种属(2~4 种)Oligtypic genus(Species number 2-4)	15(29.41)	36(42.86)
中等属(5~9 种)Mesotypic genus(Species number 5-9)	2(3.92)	14(16.66)

鳞鳞毛蕨 (*Dryopteris championii*)、普通针毛蕨 (*Macrothelypteris torresiana*) 等 42 种, 占总种数的 50.60%; 东亚分布有 28 种, 占总种数的 33.73%, 其中东亚广布有书带蕨 (*Haplopteris flexuosa*)、稀羽鳞毛蕨 (*Dryopteris sparsa*) 2 种, 中国-喜马拉雅分布有华南紫萁 (*Osmunda vachellii*)、斜方复叶耳蕨 (*Arachniodes amabilis*) 等 3 种, 中国-日本分布有凤丫蕨 (*Coniogramme japonica*)、伏石蕨 (*Lemmaphyllum microphyllum*)、福建观音座莲 (*Angiopteris fokiensis*)、狗脊 (*Woodwardia japonica*)、石韦 (*Pyrrosia lingua*)、野雉尾金粉蕨 (*Onychium japonicum*)、粤瓦韦 (*Lepisorus obscurevenulosus*) 等 19 种, 占总种数的 22.89%; 中国特有分布有卵叶盾蕨 (*Neolepisorus ovatus*)、圆盖阴石 (*Davallia teyermannii*)、华南鳞盖蕨 (*Microlepia hancei*)、长柄落蕨 (*Hymenophyllum polyanthos*) 4 种, 占总种数的 4.82%。

从种的区系地理成分来看, 该区地理成分以热带成分和东亚成分为主体, 其中热带亚洲分布占主要优势, 中国-日本分布次之。除世界分布类型外, 热带性质成分有 55 种, 温带性质成分有 28 种, 分别占总种数的 66.27%、33.73%, 呈热带向温带过渡性质。东亚成分与中国-日本分布成分占主体, 说明该区系与中国-日本分布联系紧密。

3 与邻近地区蕨类植物区系的比较

选择相似性系数作为度量相似性程度的指标, 不仅可以判定两地区或多地间植物区系的相关程度, 同时也是分析植物区系分区以及过渡地区植物区系地理属性的重要手段。通常, 相似性系数越大, 植物区系起源和演化关系就越密切。蕨类植物区系的相似程度选用 Czeha-nowski 系数^[19]进行计算, 该公式被论证更符合统计概率理论。相似性系数 $S_c = 2C / (A + B) \times 100\%$, 式中 A、B 分别为甲乙两地植物科、属、种数目, C 为两地共有的植物科、属、种数目。将南雄丹霞梧桐自然保护区与以下 3 个相

邻的植物区系^[20]相似性进行比较: 广东韶关丹霞山国家级自然保护区 (简称丹霞山, 有丹霞地貌), 南雄观音寨县级自然保护区 (简称观音寨, 无丹霞地貌), 连城冠豸山国家森林公园 (简称冠豸山, 有丹霞地貌), 各研究区蕨类植物科属均采用同一分类系统, 计算结果见表 4。

从表 4 可知, 在科级水平上南雄丹霞梧桐自然保护区与其他研究区差异不明显, 均表现出一致的相似性, 这与各研究区较近的地理位置有关, 表明与这 3 个地区在蕨类植物区系上有着密切联系。属的相似性系数与观音寨的最高, 为 97.29%, 明显高于与丹霞山 (70.49%) 和冠豸山 (75.47%)。种的相似性系数与观音寨最高 (82.58%), 与冠豸山次之 (56.00%), 与丹霞山为最低 (47.66%)。在属、种水平上南雄丹霞梧桐自然保护区与观音寨均表现出较高的相似性, 说明两地亲缘关系明显, 有着共同的起源, 现代区系有着较高的同质性, 这也与两者的现代自然条件相吻合。

4 结论与讨论

对于不同地区植物各级分类单位的统计是植物区系分析的最基本方式。基于新的分类系统, 南雄丹霞梧桐自然保护区共有蕨类 28 科 51 属 84 种, 与中国蕨类植物 37 科, 约 140 属, 近 2 000 种^[21]相比, 分别占科数的 75.68%、属数的 36.43%、种数的 4.20%。该区蕨类植物科属结构单一, 分化水平不高, 属内种系较为贫乏。较大科仅有水龙骨科 (1 科 8 属 11 种), 单种科和寡种科 (共 25 科 32 属 44 种, 占总种数 45.4%) 如鳞毛蕨科、凤尾蕨科、蹄盖蕨科等占主体。没有出现较大属, 单种属和寡种属如鳞盖蕨属、铁角蕨属、鳞始蕨属、狗脊属、阴石蕨属、芒萁属等为属的主要组成部分 (共 54 属 75 种, 占总种数 77%)。

在地理成分组成上, 28 科划分为 9 个分布区类型, 51 属划分为 9 个分布区类型, 84 种划分为 10 个分布区类型, 区系地理联系广泛。科属水平上与热

表 4 南雄丹霞梧桐自然保护区与其他 3 个研究区蕨类植物区系相似性系数
Table 4 Similarity coefficient of pteridophyte among *Firminana danxiaens* Nature Reserves in Nanxiong with three areas

比较地区 Compare area	地理坐标 Geographical coordinate		相似性系数 Similarity coefficient		
			科 Families	属 Genera	种 Species
丹霞山 Danxia Mountain	113°36'~113°47'E	24°51'~25°04'N	87.89	70.49	47.66
观音寨 Guanyindong	114°0'~114°8'E	25°06'~25°10'N	87.89	97.29	82.58
冠豸山 Guanzhai Mountain	116°32'~117°09'E	25°13'~25°56'N	87.10	75.47	56.00

带亲缘程度较高,热带成分占总科、属数的 85% 左右,主要以泛热带分布成分、亚热带分布成分为主,种水平上以热带成分和东亚成分为主体,分别占总种数的 66% 和 29%。该区蕨类区系呈现从热带成分向温带成分渗透和过渡的特征,其中中国-日本分布为东亚成分的主要构成部分,反映了东亚与热带亚洲的蕨类植物区系的统一性和紧密联系,在一定程度上支持张宏达^[22]学者的华夏植物区系理论。

与邻近地区亲缘关系上,该区与丹霞山、观音崇、冠豸山在科水平联系密切,相似性系数均在 87% 以上,显示出该区蕨类植物区系独立性不强,与周围地区的关系密切,这是由于上述地区位于中国东西走向的南岭山脉,为中国自然地理和植物区系的主要分界线,蕨类区系与周边其他地区存在着长

期交汇和渗透。探讨地区间植物区系的相关程度,可反映不同地区环境和自然演化史的共同性程度或者关联的密切程度。科、属水平的相似性能反映出各区系间的历史联系,种水平的相似性能反映出各区系间的近代自然地理联系^[23]。该区与观音崇表现出较强的亲缘关系,两者联系紧密,科属种水平的相似性系数均在 83% 以上,其中属相似性系数达到 97%,明显区别于其他区域,这表明它们不仅具有共同的起源而且现代区系也有较高的同质性,这也与两者现代自然条件相似的事实相吻合。此外,通过南雄丹霞梧桐自然保护区(丹霞地貌)与观音崇(非丹霞地貌)的强相似性表明,丹霞地貌对于亚热带上纬度相近的蕨类区系影响有限,其区系成分与周边联系更为密切。

致谢:感谢南雄林业局钟平生主任、中南林业科技大学风景园林学院谢禄山副教授在野外植物调查中给予的帮助,感谢中南林业科技大学风景园林学院研究生周冬梅、王明佳同学在植物数据库资料整理提供的帮助

参考文献:

[1] 欧阳杰,朱 诚,彭 华,等. 湖南崑山丹霞地貌岩体抗酸脆弱性的实验研究[J]. 地球科学进展, 2011, **26**(9): 965-970.
OUYANG J, ZHU C, PENG H, *et al.* Experimental research on vulnerability of Danxia rocks to resistance against acid erosion in Langshan, Hunan Province[J]. *Advances in Earth Science*, 2011, **26**(9): 965-970.

[2] 彭 华,邱卓伟,潘志新. 丹霞山顺层洞穴风化特征的试验研究[J]. 地理科学, 2014, **34**(4): 3 454-3 463.
PENG H, QIU Z W, PAN Z X. Experimental study on the weathering features of bedding caves at Mt. Danxiashan [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, **34**(4): 3 454-3 463.

[3] 欧阳杰. 广东丹霞山丹霞地貌类型空间分布初探[J]. 城市地理, 2015, (1): 16-17.
OUYANG J. Spatial distribution of types of Danxia landforms in Danxiashan, Guangdong Province[J]. *Global City Geograpy*, 2015, (1): 16-17.

[4] 欧阳杰,黄 进. 中国丹霞地貌空间分布探讨[J]. 地理空间信息, 2011, **9**(6): 55-59.
OUYANG J. HUANG J. Spatial distribution of Danxia landforms in China [J]. *Geospatial Information*, 2011, **9**(6): 55-59.

[5] 彭少麟,李富荣,周 婷,等. 丹霞地貌沟谷生态效应[J]. 生态学报, 2008, **28**(7): 2 947-2 953.
PENG S L, LI F R, ZHOU T, *et al.* The ecological ravine effects of Danxia Landform[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, **28**(7): 2 947-2 953.

[6] 吴 瑾,彭少麟,林真光,等. 丹霞地貌山顶生态效应[J]. 生态学报, 2008, **28**(7): 3 390-3 400.
WU J, PENG S L, LIN Z G, *et al.* The ecological effect on the hilltop of Danxia Landform[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, **28**(7): 3 390-3 400.

[7] 吴征镒,孙 航,周浙昆,等. 中国种子植物区系地理[J]. 生物多样性, 2011, **19**(1): 124.

[8] 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: 29-75.

[9] 陈功锡,杨 斌,邓 涛,等. 中国蕨类植物区系地理若干问题研究进展[J]. 西北植物学报, 2014, **34**(10): 2 130-2 136.
CHEN G X, YANG B, DENG T, *et al.* Progress in understanding several issues of the floristic geography of the pteridophytes in China[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2014, **34**(10): 2 130-2 136.

[10] 罗开文,喻勋林,邓园艺. 湖南平江石牛寨地质公园丹霞地貌植物研究[J]. 中南林业科技大学学报(自然科学版), 2009, **29**(2): 93-97.
LUO K W, YU X L, DENG Y Y. A floral study of Danxia landform in Shiniuzhai, Pingjiang County Hunan Province [J]. *Journal of Central South Forestry University*, 2009, **29**(2): 93-97.

[11] 彭 华,刘 盼,张桂花. 中国东南部丹霞地貌区小尺度植被分异结构研究[J]. 地理科学, 2018, **38**(6): 944-953.
PENG H, LIU P, ZHANG G H. Small scale vegetation differentiation structure in Danxia landforms, southeast China [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, **38**(6): 944-953.

[12] 刘蔚秋, 李植华, 刘兰芳. 丹霞山风景地貌的植物区系研究[J]. 广西植物, 1999, **19**(1): 15-21.
LIU W Q, LI Z H, LIU L F. A preliminary on the flora of the tourist landform of Danxiashan, Guangdong, China[J]. *Guihaia*, 1999, **19**(1): 15-21.

[13] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志-第一卷-总论[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[14] 曾宪锋, 邱贺媛, 钱会莲, 等. 粤东蕨类植物区系初步研究[J]. 广西植物, 2009, **29**(4): 466-470, 480.
ZENG X F, QIU H Y, QIAN H L, *et al.* Preliminary study on the pteridophyte flora of East Guangdong, China[J]. *Guihaia*, 2009, **29**(4): 466-470, 480.

[15] 张丽兵. 蕨类植物 PPGI 系统与中国石松类和蕨类植物分类[J]. 生物多样性, 2017, **25**(3): 340-342.
ZHANG L B. The PPG I classification and pteridophytes of China[J]. *Biodiversity Science*, 2017, **25**(3): 340-342.

[16] 陆树刚. 中国蕨类植物区系概论[C]// 李承森. 植物科学进展 (第六卷). 北京: 高等教育出版社, 2004: 29-40.

[17] 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.
ZANG D K. A preliminary study on the ferns flora in China[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 1998, **18**(3): 459-465.

[18] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, **13**(增刊Ⅳ): 1-139.

[19] 吴征镒, 周浙昆, 孙 航, 等. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006: 1-80.

[20] 彭少麟, 廖文波, 李 贞. 广东丹霞山动植物资源综合科学考察[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 29-80.

[21] 张宪春. 中国现代石松类和蕨类植物分类系统概览[J]. 生物学通报, 2015, **50**(10): 1-3.
ZHANG X C. Overview of modern Chinese pine and fern classification system[J]. *Bulletin of Biology*, 2015, **50**(10): 1-3.

[22] 张宏达. 华夏植物区系的起源与发展[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1980, (1): 89-98.
ZHANG H D. The origin and development of Huaxia flora[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1980, (1): 89-98.

[23] 张德铨. 植物区系地理研究中的重要参数[J]. 地理研究, 1998, **17**(4): 429-434.
ZHANG Y L. Coefficient of similarity — an important parameter in floristic geography[J]. *Geographical Research*, 1998, **17**(4): 429-434.

(编辑: 潘新社)

《西北植物学报》2019 年审稿专家名单

(以姓氏笔画为序)

于 卓	于澄宇	马锋旺	王全喜	王军辉	王俊儒	王彦荣	王得祥	王喆之	尤庆敏	甘立军
叶绍明	田惠桥	巩振辉	吕俊平	朱仁斌	朱志红	朱相云	乔玉山	庄 静	刘文哲	刘巧泉
刘占林	刘西平	刘全儒	刘保东	刘培亮	刘德兵	孙广玉	杜 诚	杜 峰	杨洪强	杨 清
李玉红	李世清	李 英	李忠虎	李周岐	李宽意	李得孝	李登科	李 韬	吴 卫	吴振海
邱全胜	沈宗根	宋玉霞	宋献军	初庆刚	张飞雄	张文辉	张延龙	张宏利	张恩慧	张硕新
张鲁刚	张福生	张镔铨	陈兴福	陈贵林	陈 鹏	范亚文	林金水	林雁冰	罗 建	罗毅波
岳 明	於丙军	房经贵	赵世伟	赵继新	郝建锋	胡小文	胡银岗	洪棋斌	贾海锋	贾 渝
钱 前	徐子勤	徐辰武	徐 炎	高志奎	郭世荣	郭守玉	郭晓思	唐 明	曹光球	曹建国
常朝阳	梁国华	彭仁海	程金凤	程智慧	谢辰武	谢树莲	赖钟雄	蔡 霞	廖文波	黎 斌
魏安智	上官周平									

以上为《西北植物学报》2019 年的审稿专家,感谢一年来在百忙之中为本刊把好学术质量关,在此特向专家们致以最诚挚的谢意,还望在今后的岁月中继续支持学报的工作。