

南京将军山种子植物区系多样性及基本特征

辛建攀¹, 孙欣欣², 田如男¹

(1. 南京林业大学 风景园林学院, 江苏 南京 210037; 2. 南京大学 金陵学院, 江苏 南京 210089)

摘要: 为了给南京将军山植物资源的保护和管理等提供基础资料和理论依据, 探究了将军山种子植物区系多样性及基本特征。根据野外实地调查, 初步统计到南京将军山种子植物共有 95 科 274 属 394 种, 其中裸子植物 2 科 2 属 2 种, 被子植物 93 科 272 属 392 种。在被子植物中, 单子叶植物 16 科 63 属 84 种, 双子叶植物 77 科 209 属 308 种; 离瓣花植物 20 科 67 属 110 种, 合瓣花植物 57 科 142 属 189 种。该区种子植物以寡种科(属)、单种科(属)为主, 缺乏大科(属)、较大科(属)。对种子植物表征科、热带亚热带属与温带属的比值(R/T)以及科属区系地理成分的分析表明: ①种子植物区系组成比较丰富; ②区系具有明显的热带性质, 同时受温带成分的影响; ③地理成分复杂, 区系联系广泛; ④特有程度较低。该区种子植物以高位芽植物和地上芽植物种类为主, 地下芽植物种类最少。表 6 参 23

关键词: 植物学; 种子植物; 区系多样性; 基本特征; 生活型; 将军山; 南京

中图分类号: S718.3; Q948.2 **文章标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2017)04-0629-08

Floristic diversity and fundamental characteristics of seed plants on Mount Jiangjun, Nanjing

XIN Jianpan¹, SUN Xinxin², TIAN Runan¹

(1. College of Landscape Architecture, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. Jinling College, Nanjing University, Nanjing 210089, Jiangsu, China)

Abstract: To provide fundamental information and a theoretical basis for protection and management of plant resources on Mount Jiangjun, floristic diversity and fundamental characteristics of seed plants were determined. Results showed 394 species of seed plants belonging to 95 families and 274 genera. Gymnosperms accounted for two species distributed in two genera and two families. Angiosperms consisted of the other 93 families, 272 genera, and 392 species with monocotyledons accounting for 16 families, 63 genera, and 84 species, and dicotyledons consisting of the remaining 77 families, 209 genera, and 308 species. Dicotyledons had 110 species of epipetalousb elonging to 20 families and 67 genera, and 189 species of sympetalous belonging to 57 families and 142 genera. The depauperate family (genus) and single species family (genus) occupied a relatively large proportion of the flora; whereas, large families (genera) and less larger families (genera) were absent. Analysis of characterized families, R/T, and floristic compositions of families and genera demonstrated: 1) an abundance of floristic compositions, 2) obvious tropical elements influenced by temperate elements, 3) complex geographical components with flora being extensively connected to most floras of the world, and 4) existence of few endemic plants. Thus, phanerophytes and chamaephytes most likely took up a dominant position with therophytes occupying the lowest percentage of the flora. [Ch, 6 tab. 23 ref.]

收稿日期: 2016-10-17; 修回日期: 2016-12-26

基金项目: 国家林业局引进国际先进农业科学技术计划(“948”计划)项目(2012-4-33); 江苏省“六大人才高峰”项目(2014-NY-014); 江苏高校品牌专业建设工程项目(PPZY2015A063)

作者简介: 辛建攀, 从事风景园林植物学研究。E-mail: jianpanxin@yeah.net。通信作者: 田如男, 教授, 博士生导师, 从事园林植物种质资源、园林植物应用、园林植物生理生态、园林植物繁殖与栽培等研究。E-mail: beike0607@aliyun.com

Key words: botany; seed plants; floristic diversity; fundamental characteristics; life-form; Mount Jiangjun; Nanjing

物种多样性是遗传多样性的中心内容,它是指某一地区不同物种的数量及丰富程度,物种丰富度及物种组成能够反映不同森林群落类型和地区环境条件等方面的差异^[1]。研究物种多样性对于掌握物种的经济价值、生态价值、科研价值等都具有重要的理论意义。近年来,对南京紫金山、幕府山、栖霞山、老山、牛首山以及宝华山等区系的种子植物以及某些类群进行的研究^[2-7],初步揭示了研究区系植物组成及基本特征。对南京将军山种子植物的区系组成、性质以及基本特征等调查尚未开展。本研究旨在通过野外实地调查南京将军山种子植物区系并进行鉴定与分类,初步掌握该区种子植物资源家底,分析该区种子植物区系的基本组成、地理成分、优势科属以及生活型等,以期揭示该区种子植物区系多样性及其基本特征,为该区生物多样性保护、资源开发利用以及生态旅游等提供基础资料。

1 研究区概况

将军山位于江苏省南京市江宁区铁心桥境内(31°55′42.03″N, 118°45′39.45″E),平均海拔约为150.0 m,总体呈南北走向;正北面是秦淮新河,西南方与牛首山、大石头观光休闲区相銜。境内山地、河流、平原交错汇集,雨水充沛,光照充足,生物资源丰富。该区属于北亚热带季风气候区,四季分明,春秋短暂,夏季炎热,冬季寒冷,年平均气温为16.0℃;6月至7月为梅雨季节,雨水集中,年均降水量为700.0~1 200.0 mm;无霜期237.0 d;夏半年主导风向为西南风,冬半年为东北风;主要土壤类型为黄棕壤;主要森林群落为黑松 *Pinus thunbergii* 林、毛竹 *Phyllostachys edulis* 林以及短柄枹 *Quercus glandulifera* 灌丛等^[8]。

2 研究内容与方法

于2014年4月至2015年3月,以样线法为主并结合部分样方法对南京将军山种子植物资源共进行了12次实地调查,拍摄植物照片,并采集标本;查阅《江苏植物志》《中国植物志》《中国高等植物图鉴》《华东种子植物检索手册》等书籍资料对标本进行鉴定,初步整理出将军山种子植物名录。其中,样线法是通过在群落中设置20条长度为150 m的样线对其两侧1 m范围的植物进行统计与调查,样方法是通过在该区群落中设置5个20 m×20 m的样方对群落中的乔木、灌木、草本以及藤本植物进行统计与调查。根据吴征镒^[9]对中国种子植物科属分布区类型的划分原则,对该区种子植物的分布区类型进行划分;以种属系数(S)作为衡量植物区系丰富程度的重要指标^[10]用以说明研究区种子植物区系的丰富程度。 $S = (\text{某地植物区系总属数} / \text{该地植物区系总种数}) \times 100\%$ 。

根据 RAUNKIER 植物生活型分类系统^[11]对南京将军山种子植物生活型进行统计,以植物在度过生活不利时期对恶劣条件的适应方式为基础,依据植物休眠芽或复苏芽所处位置的高低和保护的方式,将植物的生活型分为高位芽植物、地上芽植物、地面芽植物、地下芽植物及1年生植物共5个类型。

3 结果分析

3.1 将军山种子植物的基本组成

据初步统计:研究区共有种子植物95科274属394种,其中裸子植物2科2属2种,被子植物93科272属392种。由表1可知:被子植物在将军山种子植物区系中占有绝对优势,占该区种子植物科、属、种总数的比例分别为97.89%,92.52%,99.49%。该区草本植物种类最多,占总数的65.48%;藤本植物共有52种,占总数的13.20%;灌木植物种类最少,占总数的10.15%。

对研究区内被子植物组成作统计(表2)可知:该区系被子植物中,单子叶植物科、属、种所占的比例分别为17.20%,23.16%和21.43%,双子叶植物种类相对较多;离瓣花植物占双子叶植物科、属、种总数的比例分别为25.97%,32.06%和38.64%,合瓣花植物种类相对较多,比离瓣花科、属、种所占比例分别高48.65%,35.88%,22.72%。从生长型来看,单子叶植物中缺乏乔木,草本植物占有绝对优势,其所占比例为88.10%,灌木以及藤本植物种类相对较少;双子叶植物中,离瓣花亚纲、合瓣花亚纲均

表 1 将军山种子植物的基本组成

Table 1 Compositions of seed plants in Mount Jiangjun

分类群	组成统计			生长型统计/种数			
	科数	属数	种数	乔木	灌木	草本	藤本
裸子植物	2	2	2	2	0	0	0
被子植物	93	272	392	42	40	258	52
总计	95	274	394	44	40	258	52

以草本植物种类为主，其中以合瓣花所含植物种类最多，占草本植物总数的比例约为 66.30%。

表 2 将军山被子植物的基本组成

Table 2 Compositions of angiosperm in Mount Jiangjun

分类群	组成统计			生长型统计/种			
	科数/科	属数/属	种数/种	乔木	灌木	草本	藤本
单子叶植物	16	63	84	0	1	74	9
双子叶植物	77	209	308	36	42	184	46
离瓣花亚纲	20	67	119	14	15	62	28
合瓣花亚纲	57	142	189	22	27	122	18

3.2 将军山种子植物的科、属组成

3.2.1 科的组成 根据各科所含种的数量多少，可将研究区内统计到的 95 科种子植物分为 5 个等级，即大科(31 种以上)、较大科(11~30 种)、中型科(6~10 种)、寡种科(2~5 种)和单种科(1 种)(表 4)。由表 4 可知：2 个大科为禾本科 Gramineae 和菊科 Asteraceae，共 80 种，占总种数的比例约为 20.31%。禾本科、菊科也是世界分布类型的大科，在研究区分布非常广泛。较大科 6 科共 98 种，占总种数的比例约为 24.87%，分别为豆科 Leguminosae，蔷薇科 Rosaceae，百合科 Liliaceae，唇形科 Lamiaceae，毛茛科 Ranunculaceae 和蓼科 Polygonaceae，其中豆科、百合科、蓼科主要分布于林窗或者空旷地带。中型科有 8 科共 58 种，占总种数的比例约为 14.72%，除壳斗科 Fagaceae 和桑科 Moraceae 外，其他科均为草本植物，如茜草科 Rubiaceae，堇菜科 Violaceae 和伞形科 Umbelliferae 等。寡种科和单种科在该区种子植物科的组成中占有主要优势，其中寡种科有 37 科，共 116 种，约占该区总种数的 29.44%；单种科有 42 科，其中单子叶植物主要包括灯心草科 Juncaceae，石蒜科 Amaryllidaceae，鸢尾科 Iridaceae 和兰科 Orchidaceae 等，双子叶植物主要包括三白草科 Saururaceae，檀香科 Santalaceae，藤黄科 Guttiferae 和虎耳草科 Saxifragaceae 等。

3.2.2 属的组成 根据各属所含种数的多少，可将研究区内 274 属种子植物划分为中等属(6~10 属)、寡种属(2~5 属)以及单种属(1 属)3 个等级(表 3)。由表 3 可知：该区种子植物缺乏大属和较大属。中等属有 9 属，共有 58 种，约占总种数的 14.72%，其中菝葜属 *Smilax*，蔷薇属 *Rosa* 和铁线莲属 *Clematis* 均为落叶木质藤本，主要分布于林下；毛茛属 *Ranunculus*，蓼属 *Polygonum*，大戟属 *Euphorbia* 和堇菜属 *Viola* 均为草本植物，主要分布于林缘。寡种属有 50 属，共有 121 种，比中等属所占比例高 16.0%，如山胡椒属 *Lindera*，景天属 *Sedum*，马兜铃属 *Aristolochia* 等。单种属在该区种子植物组成中占有主体地位，如粉条儿菜属 *Aletris*，白鹃梅属 *Exochorda*，马松子属 *Melochia*，菘子梢属 *Campylotropis*，细辛属

表 3 将军山种子植物科、属级别统计

Table 3 Rank statistics of family and genera of seed plants in Mount Jiangjun

级别	科数/科	占总科数比例/%	级别	属数/属	占总属数的比例/%
大科	2	2.11	大属		
较大科	6	6.32	较大属		
中型科	8	8.42	中等属	9	2.92
寡种科	37	38.94	寡种属	50	18.25
单种科	42	43.21	单种属	215	78.83
合计	95	100.00	合计	274	100.00

Asarum, 小二仙草属 *Haloragis* 和百蕊草属 *Thesium* 等, 共有 215 种, 占总种数的比例约为 54.57%, 其中草本植物比木本植物所占比例约高 44.18%, 对于丰富该区种子植物多样性具有重要的作用。

3.3 将军山种子植物区系地理成分分析

3.3.1 科的地理成分分析 将军山种子植物 95 科可划分为 8 个分布区类型(表 4)。该区世界分布科共有 41 科, 主要包括禾本科、蔷薇科、菊科、毛茛科、十字花科 Brassicaceae 和玄参科 Scrophulariaceae 等。其中, 蔷薇科、桑科、毛茛科及瑞香科 Thymelaeaceae 等均为落叶木本植物; 千屈菜科 Lythraceae, 香蒲科 Typhaceae, 眼子菜科 Potamogetonaceae 及莎草科 Cyperaceae 等以水生植物为主; 茜草科, 报春花科 Primulaceae, 旋花科 Convolvulaceae, 堇菜科及败酱科 Valerianaceae 等均为陆生草本植物, 常分布于路旁、林缘以及林下。该区热带分布科共有 38 科, 占总科数的 53.70%。其中, 泛热带分布类型及变型共有 22 科, 占该区总科数的 53.70%, 如葡萄科 Vitaceae, 夹竹桃科 Apocynaceae, 天南星科 Araceae, 马兜铃科 Aristolochiaceae, 檀香科及葫芦科 Cucurbitaceae 等。东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布类型共有 7 科, 占该区总科数的 13.21%, 如省沽油科 Staphleaceae, 安息香科 Styracaceae, 木通科 Lardizabalaceae 及五加科 Araliaceae 等; 其中冬青科 Aquifoliaceae 为该区群落乔木层的代表科, 安息香科是典型的亚热带区系成分。此外, 热带亚洲至热带大洋洲分布、热带亚洲至热带非洲分布和热带亚洲—热带非洲—热带美洲(南美洲)分布均各有 1 科, 分别为百部科 Stemonaceae, 杜鹃花科 Ericaceae 及鸢尾科, 且均为单种科。该区温带分布科共有 16 科, 占总科数的 29.63%。其中, 北温带分布类型共有 13 科, 占该区总科数的 24.08%, 如杉科 Taxodiaceae, 胡桃科 Juglandaceae, 金缕梅科 Hamamelidaceae, 胡颓子科 Elaeagnaceae 及壳斗科等均由木本植物组成, 其中壳斗科在该区群落结构以及物种组成中具有

表 4 将军山种子植物科、属的分布区类型

Table 4 Areal-types of seed plant families, genera in Mount Jiangjun

分布区类型	科数/科	占总科数比例/%	属数/属	占总属数比例/%
1 世界分布	41		44	
2 泛热带分布	29	53.70	48	20.87
2-1 热带亚洲、大洋洲及南美洲间断分布			3	1.30
2-2 热带亚洲、非洲及南美洲间断分布			1	0.43
3 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布	7	12.97	6	2.61
4 旧世界热带分布			13	5.65
4-1 热带亚洲、非洲及大洋洲间断或星散分布			2	0.87
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	1	1.85	9	3.91
6 热带亚洲热带非洲分布	1	1.85	1	0.43
7 热带亚洲分布			5	2.17
7a 西马来分布			2	0.87
7e 全分布区东南达太平洋诸岛弧			1	0.43
8 北温带分布	13	24.08	27	11.74
8-4 北温带和南温带间断分布			25	10.87
8-5 欧亚和南美洲间断分布			3	1.30
9 东亚及北美间断分布	2	3.70	14	6.09
10 旧世界温带分布			18	7.83
10-1 地中海、西亚(或中亚)和东亚间断分布			5	2.17
10-3 欧亚和南部非洲间断分布			6	2.61
11 温带亚洲分布			6	2.61
12-3 地中海至温带、热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布			1	0.43
13 东亚分布	1	1.85	16	7.08
13-1 中国和喜马拉雅分布			1	0.43
13-2 中国—日本分布			13	5.56
14 中国特有分布			4	1.74
合计	95	100.00	274	100.00

说明: 百分比(%)不包括世界分布属。

重要作用, 为该种子植物区系最基本的成分。东亚及南美间断分布类型仅有 2 科, 分别为三白草科和木兰科 Magnoliaceae。东亚分布类型也有 1 科, 为猕猴桃科 Actinidiaceae, 在该区系中极为少见。

3.3.2 属的地理成分分析 将军山种子植物 274 属可划分为 15 个类型和 11 个变型。该区世界分布属共有 44 属, 其中茄属 *Solanum*, 黄芩属 *Scutellaria*, 鼠尾草属 *Salvia*, 苍耳属 *Xanthium* 及老鹳草属 *Geranium* 等均由草本植物组成, 灯心草属 *Juncus*, 浮萍属 *Lemna*, 眼子菜属 *Potamogeton* 及香蒲属 *Typha* 等为水生植物; 悬钩子属 *Rubus*, 铁线莲属及卫矛属 *Euonymus* 均以木质藤本植物为主。该区热带分布属共有 91 属, 占总数的比例为 39.57%。其中, 以泛热带分布及其变型最多, 共有 52 属, 占总属数的比例为 22.60%。该类型以木本属为主, 如黄檀属 *Dalbergia*, 木蓝属 *Indigofera*, 山矾属 *Symplocos*, 冬青属 *Ilex* 以及算盘子属 *Glochidion* 等。同时, 木防己属 *Cocculus*, 榕属 *Ficus*, 薯蓣属 *Dioscorea* 及马兜铃属等是该区森林群落中重要的层间植物; 鼠尾粟属 *Sporobolus*, 雀稗属 *Paspalum*, 白酒草属 *Conyza* 以及白茅属 *Imperata* 等为该区主要的草本地被。其次, 旧世界热带分布属共有 15 属, 占总数的比例为 6.52%。该分布类型中属内植物种类组成比较匮乏, 均为单种属, 如千金藤属 *Stephania*, 荩草属 *Arthraxon*, 天门冬属 *Asparagus*, 一点红属 *Emilia* 以及百蕊草属等。第三为热带亚洲至热带大洋洲分布, 共有 9 属, 占总数的比例为 3.91%。该类型多分布林下或林缘坡地, 如通泉草属 *Mazus*, 淡竹叶属 *Lophatherum* 以及百部属 *Angiospermae* 等。第四为热带亚洲分布, 共有 8 属, 占总数的比例为 3.47%, 如葛属 *Pueraria*, 绞股蓝属 *Gynostemma*, 鸡矢藤属 *Paederia*, 蛇莓属 *Duchesnea* 等, 其中葛属为该区最为常见、分布最广的藤本植物, 常攀援于群落乔木层, 在一定程度上对乔木及林下植物的生存、生长产生了不利影响。第五为东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布, 共有 6 属, 占总数的比例为 2.61%。该分布类型中, 除紫茉莉属 *Mirabilis*, 地榆属 *Sanguisorba* 为草本植物外, 其余均为木本植物。第六为热带亚洲热带非洲分布, 仅有 1 属, 为芒属 *Miscanthus*, 主要分布于空旷地带。该区温带分布属共有 139 属, 占总数的比例为 60.43%。其中以北温带分布及其变型最多, 共有 55 属, 占总数的比例为 23.91%, 为该区的第一大分布类型, 主要类型为落叶木本和草本植物, 其中落叶木本如葡萄属 *Vitis*, 瑞香属 *Daphne*, 蔷薇属以及榆属 *Ulmus* 等, 草本植物如夏枯草属 *Prunella*, 鸢尾属 *Iris*, 天南星属 *Arisaema*, 黄精属 *Polygonatum* 以及蚤缀属 *Arenaria* 等。其次为东亚分布及其变型, 共有 30 属, 占总数的比例为 13.07%, 其中白芨属 *Bletilla*, 兔耳风属 *Ainsliaea*, 蕺菜属 *Houttuynia*, 白马骨属 *Serissa* 以及野鸦椿属 *Euscaphis* 等主要分布于林缘或林下。再次为旧世界温带分布, 共有 29 属, 占总数的比例为 12.61%。该类型以草本植物为主, 主要有沙参属 *Adenophora*, 鹅肠菜属 *Myosoton*, 瓦松属 *Orostachys*, 窃衣属 *Torilis*, 野芝麻属 *Lamium* 及绵枣儿属 *Scilla* 等。第四为东亚及北美间断分布, 共有 14 属, 占总数的比例为 6.09%, 其中山胡椒属, 地锦属 *Parthenocissus*, 络石属 *Trachelospermum* 及石楠属 *Photinia* 等常见于林下, 粉条儿菜属和鸡眼草属 *Kummerowia* 等常见于空旷草地, 胡枝子属 *Lespedeza*, 枫香属 *Liquidambar*, 盐肤木属 *Rhus* 及漆树属 *Toxicodendron* 等则多见于林缘向阳处。第五为温带亚洲分布, 属的数量相对较少, 分别为枫杨属 *Pterocarya*, 黄鹌菜属 *Youngia*, 白鹃梅属以及菘子梢属等, 除菘子梢属外, 其他属均为单种属。第六为地中海、西亚至中亚分布, 有 1 个变型, 仅有 1 属, 为黄连木属 *Pistacia*。中国特有分布共有 4 属, 占该区总属数的 1.77%, 其中裸子植物特有属仅有 1 属, 为杉木属 *Cunninghamia*; 被子植物特有属分别为牛鼻栓属 *Fortunearia*, 盾果草属 *Thyrocarpu* 及栲树属 *Koelreuteri*, 且均为单种属。

3.4 与邻近地区种子植物区系的比较

3.4.1 与邻近地区种子植物区系数量的比较 由表 5 可知: 在上述 9 个种子植物区系中, 将军山种子植物种数最少, 但种属系数最高, 为 69.54%, 比其他地区种子植物区系的种属系数高 0.65% ~ 25.84%, 表明将军山种子植物区系组成较为丰富。

3.4.2 与邻近地区种子植物区系 R/T 的比较 植物区系中热带亚热带属与温带属的比值(R/T)是衡量区系性质的指标之一。R/T 比值越大, 表明植物区系热带性质越强。各植物区系的 R/T 比值见表 6。由表 6 可知: 在所比较的 9 个种子植物区系中, 幕府山种子植物区系 R/T 比值最高为 70.83%, 表明其所具有的热带性质最为明显。将军山、牛首山及栖霞山种子植物区系 R/T 比值相差微小, 表明这 3 个种子植物区系具有较强的热带性质。老山、紫金山种子植物区系 R/T 比值分别为 50.69%, 57.52%, 表明其具有一定的热带亲缘性。安徽鹞落坪种子植物区系 R/T 比值为 48.03%, 已经表现出一定的温带性质。泰山、

表5 与邻近区系数量以及种属系数的比较

Table 5 Comparisons of quantity and coefficient between Mount Jiangjun and its adjacent floras

区系名称	纬度 N	经度 E	属数/属	种数/种	种属系数/%
将军山	31°92'	118°76'	274	394	69.54
老山 ^[12]	32°06'	118°32'	472	842	56.06
幕府山 ^[3]	32°08'	118°47'	324	487	66.53
紫金山 ^[13]	32°03'	118°50'	427	778	54.89
牛首山 ^[14]	32°26'	118°18'	321	466	68.89
栖霞山 ^[15]	32°09'	118°18'	328	481	68.19
泰山 ^[16]	36°02'	116°81'	407	757	53.76
安徽鹞落坪 ^[17]	30°16'	116°06'	445	888	50.11
庐山 ^[18]	29°37'	115°30'	936	2114	44.27

庐山种子植物区系 R/T 比值均低于 40.00%，表明这 2 个区系的温带性质已经比较明显。

3.5 种子植物的生活型谱

该区系种子植物生活型组成以高位芽植物为主，共有 110 种，占该区系总种数的比例为 27.92%，如野鸭椿 *Euscaphis japonica*，枸骨 *Ilex cornuta*，冬青 *Ilex chinensis*，梧桐 *Firmiana platanifolia* 以及牛鼻栓 *Fortunearia sinensis* 等。地上芽植物次之，共有 100 种，占该区系总种数的比例为 25.38%，如马松子 *Melochia*

corchorifolia，苕麻 *Boehmeria nivea* 以及蓬蘽 *Rubus hirsutus* 等。地面芽植物共有 67 种，占该区系总种数的比例为 17.01%，如地榆 *Sanguisorba officinalis*，紫花地丁 *Viola philippica*，心叶堇菜 *Viola concordifolia*，垂穗藎草 *Carex brachyanthera* 以及翅囊藎草 *Carex maackii* 等。地下芽植物共有 50 种，占该区系总种数的比例为 12.68%，如白芨 *Bletilla striata*，小鸢尾 *Iris pseudorosii*，绵枣儿 *Scilla scilloides*，杜衡 *Asarum forbesii*，轮叶沙参 *Adenophora tetraphylla*，黄独 *Dioscorea bulbifera* 以及绵毛马兜铃 *Aristolochia mollissima* 等。1 年生草本植物共有 67 种，比地下芽植物所占比例高 4.33%，主要植物种类有苘麻 *Abutilon theophrasti*，爵床 *Rostellularia procumbens*，窃衣 *Torilis scabra*，通泉草 *Mazus japonicus*，弹刀子菜 *Mazus stachydifolius* 以及龙葵 *Solanum nigrum* 等。

4 结论与讨论

种属系数结果分析表明：南京将军山种子植物区系组成比较丰富。该区系共有种子植物 95 科 274 属 394 种，占南京种子植物科、属、种^[19]总数的比例分别为 75.40%，50.46%，32.72%，其中裸子植物所占比例较低，被子植物科、属、种所占比例分别为 76.23%，50.65%，32.91%，在该区系组成中占有绝对优势；单子叶植物种类相对较少，双子叶植物科、属、种所占比例分别为 76.24%，50.48%，33.96%。从生长类型来看，该区系草本植物共有 258 种，为该区系种子植物区系的主要组成部分。

从科、属的组成来看，该区系前 16 个科(大科、较大科及中型科)共有种子植物 236 种，占该区系总种数的比例约为 59.90%，对于丰富该种子植物区系具有主要的作用。另外，该种子植物区系中寡种科的数量比大科、较大科、中型科以及单种科的数量分别高 36.83%，32.62%，30.52%，寡种科所含种的数量比大科、较大科、中型科以及单种科的所含种的数量分别高 9.13%，14.72%，4.57%和 18.78%，同时该区系单种属、寡种属的数量及其所含种数比中等属分别高 95.81%，82.00%和 73.02%，52.07%。因此，寡种科(属)和单种科(属)在该种子植物区系组成中占有主要地位。

从科的分布区类型，该区系热带分布科比温带分布科所占比例约高 46.0%；从属的分布区类型来

表6 各种种子植物区系 R/T 比值的比较

Table 6 Comparisons of R/T between Mount Jiangjun and other adjacent floras

区系名称	热带、亚热带属数/属	温带属数/属	R/T(%)
将军山	91	139	65.34
老山 ^[12]	146	288	50.69
幕府山 ^[3]	119	168	70.83
紫金山 ^[13]	153	266	57.52
牛首山 ^[14]	109	166	65.66
栖霞山 ^[15]	112	170	65.88
泰山 ^[16]	99	257	38.52
安徽鹞落坪 ^[17]	134	279	48.03
庐山 ^[18]	289	895	32.29

看, 该区系热带分布属比温带分布属所占比例低 34.52%; 从 R/T 值来看, 该区系热带、亚热带成分与温带成分的比例为 65.47%, 表明该区种子植物区系具有较强的热带亲缘性, 同时又在一定程度上受到温带成分的影响, 基本上符合了该区所处的亚热带北缘的地理位置, 与童丽丽等^[14]的研究结果较为一致。另外, 该区种子植物特有属仅有 4 属, 占江苏省和中国种子植物特有属的比例分别为 20.00% 和 1.25%, 表明该区种子植物属的特有程度较低。

每个生物群区都具有明确的植物生活型谱。本研究中高位芽植物、地上芽植物、地面芽植物、地下芽植物以及 1 年生草本植物在该区生活型谱中所占比例分别为 27.92%, 25.38%, 17.01%, 12.68%, 17.01%, 构成了该区种子植物生活型谱的基本特征, 这与当地的小气候条件、土壤营养状况、土壤类型和土壤水分等因素有关^[20-22]。生活型反映了植物对环境条件的要求或者适应能力, 该种子植物区系中年生草本植物所占比例较少, 反映出该区系具有一定的温带植物区系特征。同时, 该区高位芽植物种类最多, 表明该区域气候条件比较温和, 但很难出现超过 30 m 高度的大高位芽植物, 这可能与该区域水热条件不足或者人为活动等因素有关^[23]。另外, 该区地上芽植物占有相对较高的比例, 表明其能够在冬季低温时期充分利用地表以及近地面层气温相对较高的条件。然而, 在对植物生活型进行研究时, 往往容易忽视全球气候变暖对植物生理活动的影响, 温度升高会导致植物休眠期较早结束而提前开始活动, 使植物的生长期变长从而延长其生长周期^[22]。这很可能会改变某一生物群区中植物各生活型的比例。

5 参考文献

- [1] OHSAWA M. Species richness and composition of Curculionidae (Coleoptera) in a conifer plantation, secondary forest, and old-growth forest in the central mountainous region of Japan [J]. *Ecol Res*, 2005, **20**(6): 632 – 645.
- [2] 程澄, 田如男. 南京紫金山风景区紫堇属观赏植物调查及开发应用前景[J]. 中国野生植物资源, 2010, **29**(4): 13 – 16.
CHENG Cheng, TIAN Runan. Survey and analysis of *Corydalis* plants prospects in the Nanjing Purple Mountain [J]. *Chin Wild Plant Resour*, 2010, **29**(4): 13 – 16.
- [3] 李林, 汤庚国, 许晓岗. 南京幕府山植物区系研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2006, **30**(2): 38 – 42.
LI Lin, TANG Gengguo, XU Xiaogang. Studies of flora of Mountain Mufu Nanjing [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2006, **30**(2): 38 – 42.
- [4] 赵永艳, 苏继申. 栖霞山风景林群落结构特征与土壤特性研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2006, **30**(6): 141 – 144.
ZHAO Yongyan, SU Jishen. Study on the characteristic of community structure and soil of aesthetic forest in Qixia Mountain [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2006, **30**(6): 141 – 144.
- [5] 高邦权, 张光富. 南京老山国家森林公园朴树种群结构与分布格局研究[J]. 广西植物, 2005, **25**(5): 406 – 412.
GAO Bangquan, ZHANG Guangfu. Studies on population structure and distribution pattern of *Celtis sinensis* in Laoshan National Forest Park of Nanjing [J]. *Guihaia*, 2005, **25**(5): 406 – 412.
- [6] 童丽丽, 许晓岗, 关庆伟, 等. 南京牛首山森林公园苦槠群落的结构分析[J]. 东北林业大学学报, 2007, **35**(3): 23 – 26.
TONG Lili, XU Xiaogang, GUAN Qingwei, et al. Community structure analysis of *Castanopsis sclerophylla* forest in Mount Niushou Forest Park of Nanjing City [J]. *J Northeast For Univ*, 2007, **35**(3): 23 – 26.
- [7] 汤诗杰, 彭志, 汤庚国. 宝华山南京椴群落的特征分析[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2008, **29**(3): 90 – 94.
TANG Shijie, PENG Zhi, TANG Gengguo. A community characteristics analysis on *Tilia miqueliana* in Baohua Mt [J]. *J Yangzhou Univ Agric Life Sci Ed*, 2008, **29**(3): 90 – 94.
- [8] 辛建攀, 田如男. 南京将军山百合科野生植物资源调查与分析[J]. 中国野生植物资源, 2015, **34**(2): 49 – 53.
XIN Jianpan, TIAN Runan. The investigation and analysis of wild plants resources of Liliaceae in Nanjing General Mountain [J]. *Chin Wild Plant Resour*, 2015, **34**(2): 49 – 53.
- [9] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006.

- [10] 陈锡沐, 张常路, 李秉涛. 广东车八岭国家级自然保护区种子植物区系研究[J]. 广西植物, 1994, **14**(4): 321 - 333.
CHEN Ximu, ZHANG Changlu, LI Pingtao. A study on the spermatophyta in the National Chebaling Nature Reserve of Guangdong [J]. *Guihaia*, 1994, **14**(1): 321 - 333.
- [11] 王伯荪. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987.
- [12] 黄致远, 程翔, 杨开红, 等. 南京老山森林公园植被资源的利用与保护[J]. 植物资源与环境, 1993, **2**(2): 21 - 24.
HUANG Zhiyuan, CHENG Xiang, YANG Kaihong, *et al.* Utilization and conservation of vegetation resources in Nanjing Laoshan Mountain Forest Park [J]. *J Plant Resour Environ*, 1993, **2**(2): 21 - 24.
- [13] 董丽娜, 徐海兵, 居峰, 等. 南京紫金山国家森林公园植物多样性现状及保护对策[J]. 江苏林业科技, 2011, **38**(1): 30 - 35.
DONG Lina, XU Haibing, JU Feng, *et al.* Plant diversity and its conservation strategies in Zijin Mountain National Forest Park in Nanjing [J]. *J Jiangsu For Sci Technol*, 2011, **38**(1): 30 - 35.
- [14] 童丽丽, 汤庚国, 许晓岗. 南京牛首山地区植物区系的特点及与邻近植物区系的关系[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2005, **29**(4): 78 - 82.
TONG Lili, TANG Gengguo, XU Xiaogang. Floristic characteristic of Mt. Niushou, Nanjing and relationship with its circumferential floras [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2005, **29**(4): 78 - 82.
- [15] 王会宁. 南京栖霞山植物区系地理及野生植物资源研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2006.
WANG Huining. *Studies on Flora of Mt. Qixia Vascular Plants & Studies of Wild Resource Plants* [D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2006.
- [16] 李珍, 周忠泽, 汪文革, 等. 安徽鹞落坪自然保护区维管植物区系分析[J]. 生物学杂志, 2008, **25**(6): 26 - 30.
LI Zhen, ZHOU Zhongze, WANG Wenge, *et al.* The floristic analysis of vascular plants in Yaoluoping Nature Reserve from Anhui Province [J]. *J Biol*, 2008, **25**(6): 26 - 30.
- [17] 臧德奎, 刘玉峰, 亓爱收, 等. 山东泰山种子植物区系的研究[J]. 武汉植物学研究, 1994, **12**(3): 233 - 239.
ZANG Dekui, LIU Yufeng, QI Aishou, *et al.* Studies on the seed plants flora of Taishan Mountain in Shandong Province [J]. *J Wuhan Bot Res*, 1994, **12**(3): 233 - 239.
- [18] 陈德懋, 赵保惠. 庐山植物[M]. 武汉: 湖北教育出版社, 1989.
- [19] 赵凯, 张保卫, 许远, 等. 南京种子植物区系的初步分析[J]. 安庆师范学院学报(自然科学版), 2009, **15**(2): 81 - 84.
ZHAO Kai, ZHANG Baowei, XU Yuan, *et al.* A preliminary analysis on the seed plants flora of Nanjing [J]. *J Anqing Teach Coll Nat Sci Ed*, 2009, **15**(2): 81 - 84.
- [20] de MENESES COSTAL A C, MORO M F, MARTINS F R. Raunkiaerian life-forms in the Atlantic forest and comparisons of life-form spectra among Brazilian main biomes [J]. *Braz J Bot*, 2016, **39**(3): 833 - 844.
- [21] CHEN Shiping, BAI Yongfei, LIN Guanghui, *et al.* Variations in life-form composition and foliar carbon isotope discrimination among eight plant communities under different soil moisture conditions in the Xilin River Basin, Inner Mongolia, China [J]. *Ecol Res*, 2005, **20**(2): 167 - 176.
- [22] NEVES S P, FUNCH R, CONCEIÇÃO A A, *et al.* What are the most important factors determining different vegetation types in the Chapada Diamantina, Brazil? [J]. *Braz J Biol*, 2016, **76**(2): 315 - 333.
- [23] 高贤明, 陈灵芝. 植物生活型分类系统的修订及中国暖温带森林植物生活型谱分析[J]. 植物学报, 1998, **40**(6): 553 - 559.
GAO Xianming, CHEN Lingzhi. The revision of plant life-form system and an analysis of the life-form spectrum of forest plants in the warm temperate zone of China [J]. *Acta Bot Sin*, 1998, **40**(6): 553 - 559.