

车八岭20 hm²中亚热带常绿阔叶林监测样地群落物种组成和区系特征*

吴智宏¹ 王梓² 栾福臣¹ 束祖飞¹ 李步杭²

(1. 广东车八岭国家级自然保护区, 广东 韶关 512500; 2. 中山大学 生命科学学院, 广东 广州 510275)

摘要 研究参照 CTFS 森林监测技术规范, 在车八岭国家级自然保护区内建立 20 hm² 森林监测样地。2017 年第一次调查结果显示: 样地内共调查到 DBH ≥ 1 cm 含分枝的乔木、灌木和木质藤本植物存活个体有 100 129 个; 其中, 独立个体有 85 501 株, 隶属于 64 科, 140 属, 230 种。不同物种的独立个体数存在明显差异, 排序在前面 8 个物种独立个体数为 41 815 棵, 约占总数的 50%。样地内单种属有 112 个, 占总属数的 80%, 包含两个种的次之, 其属数为 19 个。从植物区系组成分析表明, 样地群落调查到的 230 个物种中, 有 5 个物种属于世界分布种。样地内广义热带种为 170 个, 隶属于 95 个属; 广义温带种 51 个。结果表明, 车八岭处在由热带向温带过渡的森林生态系统, 属于典型的中亚热带森林生态系统。

关键词 车八岭; 中亚热带; 物种组成; 区系特征; 森林监测样地

中图分类号: S718.5 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2021) 03-0086-06

Community Composition and Floral Characteristics of the Chebaling 20 hm² Forest Dynamic Plot in A Mid-subtropical Evergreen Broad-leaved Forest

WU Zhihong¹ WANG Zi² LUAN Fuchen¹ SHU Zufei¹ LI Buhang²

(1. Guangdong Chebaling National Nature Reserve, Shaoguan, Guangdong 512500, China ; 2. School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong 510275, China)

Abstract Following the CTFS forest monitoring protocol, a 20 hm² forest dynamic plot was established in the Guangdong Chebaling National Nature Reserve. The first survey was completed in 2017. A total of 100 129 stems (including branches) with diameter at breast height (DBH) ≥ 1 cm were recorded, including trees, shrubs and lianas. Among them, there are 85 501 independent individuals, belonging to 64 families, 140 genera, and 230 species. There were significant differences in the number of independent individuals among species. The eight most abundant species had a total of 41 815 individuals, accounting for 50% of the total number of individuals in the plot. There were 112 genera with only one species in the plot, making up 80% of total number of genera. The second largest proportion of genera was made up by genera (19) with two species. From the analysis of flora composition, of the 230 species in the plot, five species are cosmopolitan distribution, 170 species in 95 genera are distributed in the tropics; 51 species are distributed in temperate areas. The analysis above shows that Chebaling is transitional from tropical to temperate belonging to the typical mid-subtropical forest ecosystem.

Key words Chebaling; mid-subtropical; community composition; floral characteristics; forest dynamic plot

* 基金项目: 广东车八岭国家级自然保护区森林资源监测数据采集项目 (2018-0203)。

第一作者: 吴智宏 (1962—), 男, 工程师, 主要从事森林学、国家级自然保护区资源与社区管理、森林管理学研究, E-mail: cblbhq@163.com。
通信作者: 李步杭 (1979—), 男, 工程师, 主要从事森林生态学研究, E-mail: libuhang@mail.sysu.edu.cn。

森林作为一类生态系统，是天然的物种基因库、碳贮库、蓄水库和能源库，对维系整个地球的生态平衡起着至关重要的作用，也是人类赖以生存和发展的资源^[1]。然而，我国南方中亚热带山地森林质量不高，区域经济相对发达，潜在较大挤占生态空间的威胁，部分地区生态功能的退化、水土流失和石漠化问题仍很突出。因此，深入了解南方山地森林生态系统的物种组成、区系特征，以及生物多样性的格局及其维持机制具有重要的现实意义^[2-3]。

群落的物种组成与结构特征是生态系统功能和过程的基础，对群落物种组成与结构的分析可以进一步揭示物种多样性的形成和维持机制^[4]。深入了解一个群落的物种多样性、区系特征以及不同物种的多度分布不仅具有重要的理论意义，而且在保护生物学中有重要的应用价值^[5]。

车八岭保护区内森林生态系统以及地质地貌特征是中亚热带山地森林生态系统典型代表，尽管研究人员对该地区森林群落的组成与结构的相关问题已经做了大量的研究，但由于森林生态过程的长期性和复杂性，对其中的许多问题至今依然无法给予较全面的解释。因而建立较大面积的固定样地以进行长期的动态监测是解答诸多问题的有效途径^[6-7]。鉴于上述原因，由广东车八岭国家级自然保护区管理局联合中山大学于2016年开始在车八岭国家级自然保护区内建立20 hm²森林监测样地，并于2017年完成第一次调查。本文基于第一次调查数据，对森林监测样地群落的物种组成和区系特征进行了初步分析。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

广东车八岭国家级自然保护区位于始兴县东南部，地理位置为东经114°09'04"~114°16'46"，北纬24°40'29"~24°46'21"。车八岭地区属亚热带湿润型季风气候，全年热量充足，冷暖交替明显，水热资源丰富^[8]。太阳辐射总量427.47 KJ/cm³，保护区年均温度19.6℃，最高温度38.4℃，最低温度-5.5℃，全年≥10℃积温7187.2℃。年平均日照1582.8 h，日照率为36%。年降水量为1150~2126 mm，年平均降水量为1468 mm。3—8月为雨季，9—2月为旱季；年蒸发量1530 mm，年均相对湿度79%^[9]。保护区内的土壤是由在中亚

热带及常绿阔叶林的生物气候条件下发育而成的红壤和黄壤^[10]。

保护区地处中亚热带向亚热带过渡地带，在植物区系上属亚热带过渡的区系类型，为华南植物亚区系的一部分。陈北光等^[11]认为中亚热带常绿阔叶林是车八岭保护区的地带性植被，也是主要森林类型，分布于海拔300~900 m的丘陵山地，面积3075 hm²，占保护区总面积的41%。群落外貌终年常绿，物种组成多样，层次结构复杂，以壳斗科Fagaceae、樟科Lauraceae、山茶科Theaceae、金缕梅科Hamamelidaceae和木兰科Magnoliaceae的常绿阔叶树种为主要建群种和优势种。

1.2 研究方法

车八岭森林监测样地位于东经114°15'，北纬24°43'。样地按正北设置，投影东西长500 m，南北宽400 m。参照CTFS森林监测技术规范^[12]，用全站仪精确定位，把样地分成500个投影面积20 m×20 m的样方，每个20 m×20 m的样方分为16个5 m×5 m的小样方。准确测量样方内所有胸径≥1 cm的木本植物的种名、胸径、坐标并挂牌。地形测绘显示样地谷幽涧深，地形复杂，样地坡度变化范围为4°~53°，46.6%的坡度集中在30°~45°之间（图1）；10 m×10 m尺度的凹凸度范围为-38.27至58.78，样地最高海拔560.14 m，最低海拔429.14 m，高差131 m。

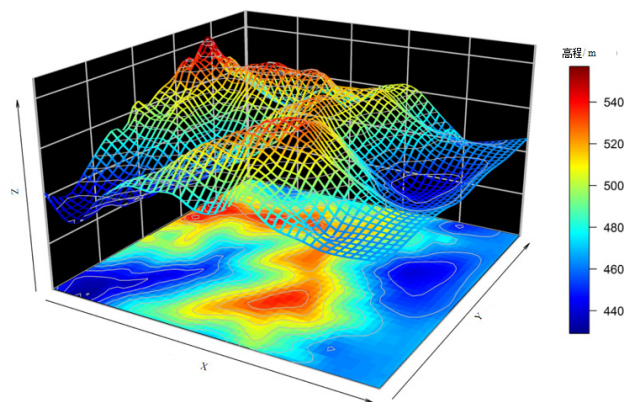


图1 车八岭森林监测样地三维地形

Fig. 1 Three-dimensional topography of the Chebaling forest dynamic plot

1.3 数据分析

1.3.1 稀有种和偶见种划分标准 根据Hubell和Foster^[13]分析方法，将单位公顷的个体数少于或等于1的种定义为稀有种，1~10的为偶见种。

1.3.2 物种重要值 物种重要值是体现群落内物种优势度的一项重要指标,在分析中采用张金屯^[14]的统计方法,计算公式如下:

重要值 = (相对胸高断面面积 + 相对密度 + 相对频度) / 3

1.3.3 区系组成划分 参照吴征镒等^[15]关于中国种子植物科区系归类,划分车八岭森林监测样地植物区系。计算样地内广义热带区系成分(Trop.)与广义温带区系成分(Temp.)之比,即得到相应的R/T值。

本文数据采用国际通用软件 R4.0.3^[16](<https://www.r-project.org>)进行相关统计分析。

2 结果与分析

2.1 物种组成与多度

车八岭森林监测样地内第一次共调查到 DBH ≥ 1 cm 含分枝的乔木、灌木和木质藤本植物存活个体有 100 129 个。DBH ≥ 1 cm 的存活植物个体中有 85 501 个独立个体,隶属于 64 个科, 140 个属, 230 个物种。其中 10 812 个植物个体存在分枝和萌条,共有分枝和萌条 14 628 个。DBH ≥ 1 cm 植物个体中独立个体平均多度为 4 275.05 株 /hm²; 含分枝个体平均多度为 5 302.45 株 /hm²。

车八岭森林监测样地内不同物种的个体数(按独立个体计算)存在明显差异。排序在前面 8 个物种独立个体数为 41 815 株,约占总数的 50%(表 1,图 2)。其中,米楮 *Castanopsis carlesii* 个

体数最多,达 13 793 株,占总个体数的 16.5%,其余依次为鸭公树 *Neolitsea chuii*、华润楠 *Machilus chinensis*、短梗大参 *Macropanax rosthornii* 和细枝柃 *Eurya loquaiana*,个体数大于 1 000 株的物种有 21 个。排序在前面的 49 个物种的独立个体数达 75 513,占到总数的 90%;有 111 个物种其个体数小于等于 30,约占总物种数的 48%,其个体数总和仅为 1%。

统计结果表明,样地内稀有种达 101 个,占总物种数的 43.91%,个体数只占 0.67%。偶见种有 67 个,占总物种数的 29.13%,个体数占 6.72%。

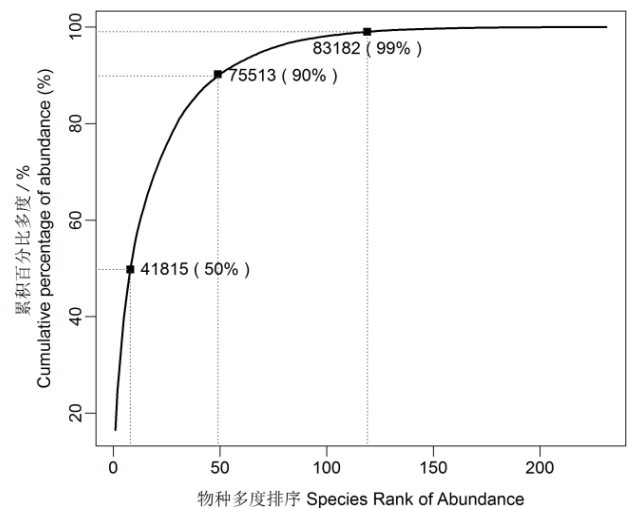


图 2 物种多度累积分布

Fig. 2 The distribution for cumulative species abundance

表 1 车八岭森林监测样地独立个体数前十的物种种类组成

Tab. 1 The top ten species with the most individuals in the Chebaling forest dynamic plot

物种名 Species	科名 Family	独立个体数 Individuals with branch	含分枝个体数 Individuals without branch
米楮 <i>Castanopsis carlesii</i>	壳斗科 Fagaceae	13 793	16 077
鸭公树 <i>Neolitsea chuii</i>	樟科 Lauraceae	6 851	8 029
华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	樟科 Lauraceae	4 575	4 848
短梗大参 <i>Macropanax rosthornii</i>	五加科 Araliaceae	4 120	4 885
细枝柃 <i>Eurya loquaiana</i>	五列木科 Pentaphylacaceae	3 986	4 573
越南山矾 <i>Symplocos cochinchinensis</i>	山矾科 Smyplacaceae	3 293	3 366
木荷 <i>Schima superba</i>	山茶科 Theaceae	2 636	2 754
罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	柿树科 Ebenaceae	2 561	2 686
弯蒴杜鹃 <i>Rhododendron henryi</i>	杜鹃花科 Ericaceae	2 141	2 817
香皮树 <i>Meliosma fordii</i>	清风藤科 Sabiaceae	2 078	2 790

2.2 科、属组成

对属的组成统计发现(图3),样地内共有112个单种属,占总属数的80%,包含两个种的次之,其属数为19。冬青属 *Ilex* 所包含的物种最多,共有13个物种,山矾属 *Symplocos* 的物种数次之,为10个物种。在科水平上,含有10个物种以上的科有6个,依次为樟科 Lauraceae 27个、冬青科 Aquifoliaceae 13个、蔷薇科 Rosaceae 11个、豆科 Fabaceae 10个和山矾科 Smyplocaceae 10个。单种单属科有25个,占总科数的39.06%。

2.3 物种重要值

分析结果表明,样地内物种重要值差异极大,有104个物种重要值小于等于0.05;有28个物种重要值在0.05~0.10之间;在0.10~1.00之间的物

种有73个。重要值大于1的物种共有25个,其中有11个物种重要值大于2(表2)。

2.4 区系组成

样地群落所调查到的230个物种中,有5个物种属于世界分布种(表3),分别隶属于猴耳环属 *Archidendron*、远志属 *Polygala*、鼠李属 *Rhamnus*、柘属 *Cudrania* 和青冈属 *Cyclobalanopsis* 5个属。从样地各分布区类型所占的比例来看,为2~7项的广义热带种为170个,隶属于95个属;8~14项的广义温带种51个,隶属于36个属(表3)。R/T值可反映某地植物区系的性质,其值越大热带性质越强,反之则温带性质越强^[17]。通过计算,样地种属的R/T比值分别为3.33和2.64。

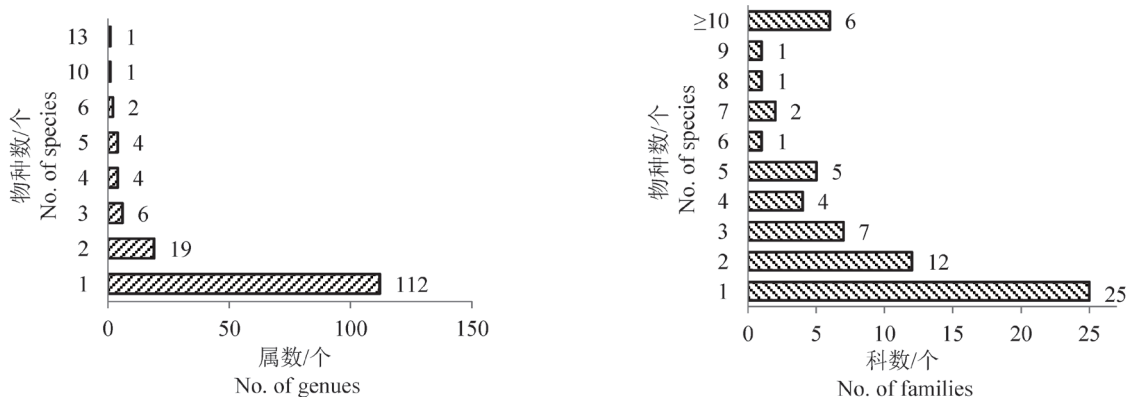


图3 车八岭森林监测样地物种科属组成

Fig. 3 Family and genus composition in the Chebaling forest dynamic plot

表2 广东车八岭 20 hm² 中亚热带森林群落监测样地物种重要值大于等于2的物种种类组成

Tab.2 The species with the importance value ≥ 2 in the CBLFDP

序号 Number	物种名 Species	科名 Family	重要值 Important value
1	米槠 <i>Castanopsis carlesii</i>	壳斗科 Fagaceae	15.938
2	木荷 <i>Schima superba</i>	山茶科 Theaceae	5.532
3	鸭公树 <i>Neolitsea chuii</i>	樟科 Lauraceae	4.094
4	罗浮锥 <i>Castanopsis faberi</i>	壳斗科 Fagaceae	3.855
5	华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	樟科 Lauraceae	3.761
6	栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	壳斗科 Fagaceae	3.719
7	细枝柃 <i>Eurya loquaiana</i>	五列木科 Pentaphylacaceae	2.466
8	越南山矾 <i>Symplocos cochinchinensis</i>	山矾科 Smyplocaceae	2.384
9	罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	柿树科 Ebenaceae	2.383
10	香皮树 <i>Meliosma fordii</i>	清风藤科 Sabiaceae	2.180
11	短梗大参 <i>Macropanax rosthornii</i>	五加科 Araliaceae	2.130

表3 广东车八岭森林监测样地植物属和种的植物区系分布类型统计
Table 3 The floral types at the levels of genus and species in Chebaling forest dynamic plot

分布区类型 Area type	属数目 No. of genera	种数目 No. of species
世界分布 Cosmopolitan	5	5
泛热带分布 Pantropic	36	74
热带亚热带和热带美洲间断分布 Tropical Asia and tropical America disjuncted	6	15
旧热带分布 Old world tropics	15	21
热带亚洲至热带澳大利亚分布 Tropical asia and tropical Austrasia	6	9
热带亚洲至热带非洲分布 Tropical asia to tropical Africa	6	7
热带亚洲分布 Tropical asia (Indo-Malaysia)	26	44
北温带分布 North temperate	10	13
东亚和北美间断分布 East asia and north America disjuncted	11	21
旧世界温带分布 Old world temperate	2	2
温带亚洲分布 Temperate Asia	-	-
地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, West Asia to Central Asia	1	1
中亚分布 Central Asian	-	-
东亚分布 East Asia	12	14
广义的温带分布成分(分布型 8~14)	36 (25.71%)	51 (22.17%)
中国特有分布 Endemic to China	4	4
总计 Total	141	230

注: 文中“-”表示样地内无该地理区域的种子植物分布记录。

Note: “-” indicated that these floral type is not found in Chebaling forest dynamic plot.

3 结论与讨论

通过对车八岭 20 hm² 森林监测样地物种组成与区系特征的分析, 可以发现: 车八岭森林监测样地物种组成丰富, 共调查到 230 个物种, 隶属于 64 个科, 140 个属。其中样地内稀有种达 101 个, 偶见种有 67 个, 占总物种数的 29.13%。具体分析可以发现样地内确实存在一些稀有种和偶见种, 如伯乐树 *Bretschneidera sinensis* 和三尖杉 *Cephalotaxus fortunei* 等, 但某些稀有种或者偶见种并非真正意义上的稀有或者偶见。有些物种如山血丹 *Ardisia punctata* 和柳叶杜茎山 *Maesa salicifolia* 等属于矮小灌木, 虽然样地内分布着较多的个体, 但很少个体的胸径可以达到 1 cm 以上而进入起测和统计范围。另外, 由于环境过滤^[18] 或者相似性限制^[19] 等原因, 一些个体虽然在样地群落内较少分布, 但在样地附近的其他类型群落则有大量的个体, 如二色波罗蜜 *Artocarpus styracifolius* 和杉木 *Cunninghamia lanceolata* 等。

样地内物种重要值差异极大, 介于 0.001 到 15.937 7 之间, 且有 205 个物种的重要值小于 1,

表明样地内存在明显的优势种, 与温带森林类似^[20]。共有 11 个物种重要值大于 2, 且大部分物种属于主林层物种, 如米楮、木荷 *Schima superba*、罗浮锥 *Castanopsis faberi* 和华润楠等, 其中米楮的重要值为 15.937 7, 接近排序在第二的物种木荷 3 倍。这些物种植物个体的胸径较大, 同时植物个体数也在 2 500 以上。林下层只有一个物种即短梗大参的重要值大于 2, 该物种虽然植株较小, 但其个体数为 4 885, 占总个体数的 5%, 在样地群落中其重要值也大, 这些物种的存在为林下动物提供了大量的栖息和觅食场所^[21]。

数据分析结果显示车八岭森林监测样地, 与肇庆鼎湖山和封开黑石顶森林监测样地类似, 其植物区系特征均以热带和亚热带种类占优势。如 3 个森林监测样地内物种共有成分比例较高, 均以热带和亚热带种类占优势, 山茶科、樟科为样地内优势科, 均含有大量的木荷及黄果厚壳桂 *Cryptocarya concinna* 等优势种。在植物区系上, 鼎湖山的热带成分在种和属的角度上更占有一定优势, 表现出热带向中亚热带的过渡特征^[22], 而车八岭则为典型的中亚热带特征, 这表明植物区系在由

鼎湖山至车八岭的地域上进行了过渡。黑石顶森林群落的物种多样性则显略高,可能由于黑石顶保护区是广东植物区系和广西植物区系的交汇地带,同时也是中国热带和亚热带植物区系过渡地区之一^[23]。

车八岭森林监测样地的植物区系热带分布成分占优势的现象是由于广东所处的热带北缘位置所决定的,并不能表现广东植物区系本质^[24]。而且这些现在主产热带的科,如:大戟科、茜草科 Rubiaceae、桃金娘科 Myrtaceae、无患子科 Sapindaceae、豆科、夹竹桃科 Apocynaceae 等在晚白垩世时就在广东山地中存在。同时,车八岭森林监测样地群落的种属的 R/T 比值(3.33 和 2.64)远低于黑石顶南亚热带森林群落(5.57 和 3.9,黑石顶 50 hm² 森林监测样地调查数据)和尖峰岭热带森林群落(7.55 和 14.16)^[25]。因此,根据植物区系成分,车八岭森林动态监测样地群落属于典型的中亚热带森林群落。

参考文献

- [1] 马克平. 中国森林生物多样性监测网络十年发展[J]. 科学通报, 2014, 59(24): 2331-2332.
- [2] 万雁华, 周宏, 柳丽杰, 等. 粤北生态特别保护区(韶关市范围)优势树种组生态系统服务功能价值评估[J]. 林业与环境科学, 2020, 36(6): 96-102.
- [3] 陈春如, 安伟莉, 高艳芳, 等. 粤北不同密度杉木林下植被的物种多样性比较[J]. 林业与环境科学, 2020, 36(5): 73-78.
- [4] LOREAU M, NAEEM S, INCHAUSTI P, et al. Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges[J]. Science, 2001, 294, 804-808.
- [5] 何芳良, 胡新生. 生物多样性的中性理论与多样性格局[C]//国家自然科学基金委员会. 第三届现代生态学讲座暨国际学术研讨会论文集.[出版单位不详] 2005: 29-44.
- [6] CONDIT R. Research in large, long-term tropical forest plots[J]. Trends in Ecology & Evolution, 1995, 10: 18-22.
- [7] 马克平. 中国生物多样性监测网络建设: 从CForBio到Sino BON[J]. 生物多样性, 2015, 23(1): 1-2.
- [8] 徐燕千. 车八岭国家级自然保护区调查研究综合报告[M]//徐燕千. 车八岭国家级自然保护区调查研究论文集. 广州: 广东科技出版社, 1992: 1-8.
- [9] 肖治术. 自然保护地野生动物及栖息地的调查与评估研究: 广东车八岭国家级自然保护区案例分析[M]. 北京: 中国林业出版社, 2019.
- [10] 刘有美, 黄锦龙. 车八岭国家级自然保护区森林土壤[M]//徐燕千. 车八岭国家级自然保护区调查研究论文集. 广州: 广东科技出版社, 1992: 23-44.
- [11] 陈北光, 曾天勋, 谢正生. 车八岭国家级自然保护区主要森林植被类型及其结构特征[M]//徐燕千. 车八岭国家级自然保护区调查研究论文集. 广州: 广东科技出版社, 1992: 123-150.
- [12] CONDIT R. Tropical forest census plots - methods and results from Barro Colorado Island, Panama and a comparison with other plots[M]. Springer-Verlag and R G. Landes Company, Berlin and George town, TX. 1998.
- [13] HUBELL S P, FORSTER R B. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation[M]//Soulé ME. Conservation Biology: the Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Press, Sunderland, 1986: 205-231.
- [14] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [15] 吴征镒, 路安民, 汤彦承. 中国种子植物科区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [16] R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing[EB/OL]. 2020. Retrieved from <https://www.R-project.org>.
- [17] 赵明飞, 王宇航, 邢开雄, 等. 黄土高原山地森林群落植物区系特征与地理格局[J]. 地理学报, 2014, 69(7): 916-925.
- [18] 黄建雄, 郑凤英, 米湘成. 不同尺度上环境因子对常绿阔叶林群落的谱系结构的影响[J]. 植物生态学报, 2010, 34(3): 309-315.
- [19] NATHAN J B, KRAFT B, ACKERLY D D. Functional traits and niche-based tree community assembly in an Amazonian forest[J]. Science, 2008, 322: 580-582.
- [20] 李步杭, 王绪高, 张健, 等. 长白山温带森林阔叶红松林及其次生杨桦林的物种组成及其分布格局[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010.
- [21] 姚晓琳, 朴正吉, 李步杭, 等. 啮齿动物和鸟类对红松种子的消耗[J]. 应用生态学报, 2008(19): 1759-1763.
- [22] 叶万辉, 曹洪麟, 黄忠良, 等. 鼎湖山南亚热带常绿阔叶林20公顷样地群落特征研究[J]. 植物生态学报, 2008(2): 274-286.
- [23] 杨宁. 广东黑石顶自然保护区植物区系初步研究[J]. 中南林业调查规划, 2005(1): 57-59.
- [24] 廖文波, 苏志尧, 金建华, 等. 广东地质发展简史及植物区系溯源[J]. 华南农业大学学报, 1997, 18(1): 45-51.
- [25] 许涵, 李意德, 骆土寿. 海南尖峰岭热带山地雨林群落特征树种及其分布格局[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015.