

## 高黎贡山百花岭片区中山湿性常绿阔叶林植物区系及多样性分析

唐宗英<sup>1</sup>, 乔璐<sup>1\*</sup>, 盛家舒<sup>1</sup>, 诸慧琴<sup>1</sup>, 李家华<sup>2</sup>, 杨昌级<sup>2</sup>

(1. 云南林业职业技术学院, 云南昆明 650224; 2. 高黎贡山国家级自然保护区保山管护局隆阳分局, 云南保山 678000)

**摘要** 高黎贡山是植物多样性的热点区域之一, 这里保育了多种珍稀植物和生态系统, 中山湿性常绿阔叶林是其中一类重要的植被类型。由于高黎贡山处于南北过渡、东西交汇地带, 中山湿性常绿阔叶林在高黎贡山不同纬度带、不同坡向上的物种组成、区系成分也呈现出复杂多变的特点。对百花岭片区的中山湿性常绿阔叶林群落进行系统调查, 共记录 55 属 62 种维管束植物, 其中山茶科 (Camelliaceae)、紫金牛科 (Myrsinaceae)、壳斗科 (Fagaceae)、杜鹃花科 (Ericaceae) 的植物优势明显。该片区植物地理成分复杂, 属的地理成分共涉及 12 个分区类型, 以泛热带分布、北温带分布、热带亚洲分布为主。

**关键词** 中山湿性常绿阔叶林; 高黎贡山; 百花岭; 区系; 多样性

**中图分类号** S718.54<sup>+2</sup> **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)05-0115-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.05.032



开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):

### Analysis of Flora and Plant Diversity in Mid-montane Moist Evergreen Broad-leaved Forest at Baihualing Area in Goligong Mountain

TANG Zong-ying, QIAO Lu, SHENG Jia-shu et al (Yunnan Forestry Technological College, Kunming, Yunnan 650224)

**Abstract** Gaoligong Mountains are one of plant diversity hotspots and have preserved quite a few precious plant species and ecosystems, which include mid-montane moist evergreen broad-leaved forest as the important section of the Nature Reserve. Due to Gaoligong Mountains are situated at both north-south and east-west transitions, plant species and floristic compositions are complex and various along latitudinal and altitudinal gradients. Plant species communities of mid-montane moist evergreen broad-leaved forest located at Baihualing area were investigated and analyzed in this study. The results revealed that 55 genera, 62 vascular have been recorded, and species from Camelliaceae, Myrsinaceae, Fagaceae and Ericaceae dominate in these plots. Furthermore, floristic compositions are complex and genera involved belong to 12 areal types, in which Pantropical distribution, North Temperate distribution and Tropical Asia distribution account for main proportion.

**Key words** Mid-montane moist evergreen broad-leaved forest; Gaoligong Mountains; Baihualing; Flora; Diversity

高黎贡山是生物多样性的热点区域之一, 也是植物学、生态学等多学科研究的关键区域。由于高黎贡山南北绵延长达 600 余 km, 是动物迁徙、植物分布扩散的南北过渡桥梁, 同时又西接印度与缅甸, 东连云贵高原至华中、华南, 所以也是动植物的东西过渡地带<sup>[1]</sup>, 高黎贡山的植物呈现出种类繁多、区系成分复杂的基本特征。

中山湿性常绿阔叶林是高黎贡山自然保护区中一类重要植被类型和森林生态系统, 保育着多种珍稀植物, 如红花木莲 [*Manglietia insignis* (Wall.) Bl.]、长蕊木兰 [*Alcimandra cathcardii* Dandy]、水青树 (*Tetracentron sinense* Oliv.) 等<sup>[1-2]</sup>。由于前文已提及的南北、东西交汇过渡区特征, 中山湿性常绿阔叶林在高黎贡山不同纬度带、不同坡向上的物种组成、区系成分也呈现出复杂多变的特点。就目前已有的研究来看, 对高黎贡山中山湿性常绿阔叶林的物种组成、群落结构、区系分析等的描述及分析还不全面。根据文献检索可以发现, 已有的研究较多地集中在高黎贡山北段<sup>[3-4]</sup>和高黎贡山南段的赧亢片区<sup>[5]</sup>或是某些特定的植物类群<sup>[6-7]</sup>。从纬向地带性的角度来看, 取样的空间分辨率偏低。在明确中山湿性

常绿阔叶林重要地位的前提下, 对高黎贡山该类森林植被在不同纬向及径向的群落进行多样性格局及区系成分分析, 这对于进一步阐释物种共存及多样性维持机制、森林的演替动态、植物资源的保育与利用都具有夯实研究基础的意义。

## 1 研究方法

**1.1 研究地概况** 高黎贡山南段东坡的百花岭片区位于云南保山市芒宽境内, 处于高黎贡山国家级自然保护区保山管护局隆阳分局管辖区域的中心地带, 此片区的中山湿性常绿阔叶林分布在海拔 1 800~2 800 m, 物种丰富, 保存完好。该片区属于西南季风气候, 干湿季明显。取样地位于 25°17'50"~25°18'11"N, 98°46'52"~98°47'12"E, 海拔为 1 981~2 021 m。

**1.2 样地设置及调查方法** 采用典型取样法, 在研究地设置 3 块 50 m×50 m 样方, 在样方中随机选取 3 个 10 m×10 m 的小样方进行全面调查, 对胸径 1 cm 以上的乔木进行编号, 并按编号记录物种名称、树高、胸径、冠幅、枝下高等数据。同时对灌木、草本、藤本进行调查, 记录物种名称、平均高度、盖度、株数等数据。

**1.3 标本采集与物种鉴定** 主要依据《中国植物志》《云南植物志》专著对样方内采集的植物标本进行科、属、种鉴定<sup>[8-9]</sup>。

**1.4 分析方法** 参考目前国内外植物群落物种多样性研究中常用的指标<sup>[10-12]</sup>, 选取  $\alpha$  多样性测度指标中的 Margalef's 物种丰富度指数 (Diversity)、Shannon-Wiener 指数 ( $H'$ )、Simpson's Diversity ( $D$ )、均匀度指数 ( $J$ ) 指标作为评价指标, 公式及描述见表 1。

**基金项目** 云南省教育厅科学研究基金项目“高黎贡山南段东坡中山湿性常绿阔叶林不同空间尺度植物多样性的研究” (2017ZZX181); 云南林业职业技术学院科研项目“高黎贡山植物多样性对土壤生态系统功能的影响” [KY (BS) 201403]; 云南林业职业技术学院科研项目“高黎贡山自然保护区怒江段种子植物区系研究” [KY (ZD) 201903]。

**作者简介** 唐宗英 (1979—), 女, 云南永胜人, 讲师, 硕士, 从事植物分类研究。\* 通信作者, 副教授, 博士, 从事森林生态学研究所。

**收稿日期** 2019-11-26; **修回日期** 2020-07-29

表1 物种多样性指数  
Table 1 Species diversity indexes

评价指标 Indexes	公式 Formulas	描述 Description
Margalef's (Diversity)	$Diversity = \frac{S-1}{\ln N}$	S为样地内的物种总数;N为种数
Shannon-Wiener ( $H'$ )	$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$	$P_i$ :对乔木层而言,为第 <i>i</i> 个物种的相对多度;对灌木层和草本层而言,为第 <i>i</i> 个物种的相对盖度
Simpson's Diversity ( $D$ )	$D = \sum_{i=1}^S P_i^2$	
均匀度指数 Evenness ( $J$ )	$J = \frac{H'}{H'_{max}}$	$H'$ 为实际观察的物种多样性指数, $H'_{max}$ 为最大的物种多样性指数, $H'_{max} = \ln S$

2 结果与分析

2.1 物种组成分析 调查收集维管植物 47 科 55 属 62 种 (表 2),其中蕨类植物 3 科 3 属 3 种,占总种数的 4.8%,种子

植物中双子叶植物 41 科 49 属 56 种,占总种数的 90.4%,单子叶植物 3 科 3 属 3 种,占总种数的 4.8%。在此次调查中,种子植物种类占有绝对优势,达 95.2%。

表2 物种组成基本情况  
Table 2 Status of species compositions

分类群 Taxa	科 Family		属 Genera		种 Species	
	数量 Number	占总数量比例 Ratio/%	数量 Number	占总数量比例 Ratio/%	数量 Number	占总数量比例 Ratio/%
蕨类植物 Fern	3	6.4	3	5.4	3	4.8
双子叶植物 Dicotyledon	41	87.2	49	89.2	56	90.4
单子叶植物 Monocotyledon	3	6.4	3	5.4	3	4.8
合计 Total	47	100	55	100	62	100

从表 3 可以看出,在调查到的所有植物中,山茶科 Camelliaceae(5 属 6 种)、紫金牛科 Myrsinaceae(3 属 3 种)、壳斗科 Fagaceae(2 属 3 种)、杜鹃花科 Ericaceae(2 属 3 种)的植物种类较多,在该片区种子植物组成中占有明显优势,符

合常绿阔叶林的植物组成特征。在这些科中,个体数量最多的是印度木荷 (*Schima khasiana*)、短刺栲 (*Castanopsis echidnocarpa*)、龙陵新木姜子 (*Neolitsea unglingsensis*)、多花山矾 (*Symplocos ramosissima*)、硬斗石栎 (*Lithocarpus hancei*)。

表3 种子植物科、属的组成  
Table 3 Compositions of families and genera of spermatophyte

科名 Family name	属数 Genera number	种数 Species number	科名 Family name	属数 Genera number	种数 Species number
山茶科 Camelliaceae	5	6	菊科 Asteraceae	1	1
紫金牛科 Myrsinaceae	3	3	省沽油科 Staphyleaceae	1	1
杜鹃花科 Ericaceae	2	3	山龙眼科 Proteaceae	1	1
壳斗科 Fagaceae	2	3	桑科 Moraceae	1	1
樟科 Lauraceae	2	2	玄参科 Scrophulariaceae	1	1
茜草科 Rubiaceae	2	2	越桔科 Vacciniaceae	1	1
禾本科 Gramineae	2	2	胡椒科 Piperaceae	1	1
杉科 Taxodiaceae	1	2	卫矛科 Celastraceae	1	1
杜英科 Elaeocarpaceae	1	1	虎耳草科 Saxifragaceae	1	1
山矾科 Symplocaceae	1	1	五味子科 Schisandraceae	1	1
忍冬科 Caprifoliaceae	1	1	蝶形花科 Papilionaceae	1	1
百合科 Liliaceae	1	1	马兜铃科 Aristolochiaceae	1	1
木兰科 Magnoliaceae	1	1	苋科 Amaranthaceae	1	1
蔷薇科 Rosaceae	1	1	麻黄科 Ephedraceae	1	1
荨麻科 Urticaceae	1	1	马钱科 Loganiaceae	1	1
菝葜科 Smilacaceae	1	1	胡桃科 Juglandaceae	1	1
金缕梅科 Hamamelidaceae	1	1	马鞭草科 Verbenaceae	1	1
桦木科 Betulaceae	1	1	秋海棠科 Begoniaceae	1	1
唇形科 Labiatae	1	1	兰科 Orchidaceae	1	1
毛茛科 Ranunculaceae	1	1	五加科 Araliaceae	1	1
葫芦科 Cucurbitaceae	1	1			

2.2 植物生活型分析 在已调查的样方中,乔木层基本为 2~3 层,高度为 8~25 m,层盖度为 35%~55%,由印度木荷、短刺栲、龙陵新木姜子、多花山矾、硬斗石栎等组成,乔木胸

径为 6~30 cm,其中最大胸径为 45.5 cm;灌木层高度为 0.2~4.5 m,层盖度为 5%~15%,以多种乔木幼苗组成;草本层高度为 0.2~3.0 cm,层盖度为 1%~30%,由冷水花 (*Pilea*

*notata* C. H. Wright)、酸浆草(*Oxalis corniculata* L.)、苘草[*Arthraxon hispidus* (Thunb.) Makino]等组成。层间植物盖度为1%~15%,树干苔藓和附生植物遍布是该森林的一大特点,常见种有菝葜(*Smilax china* L.)、绞股蓝[*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino]、攀援耳草(*Hedyotis scandens* Roxb)。

群落的生活型盖度和分层情况等是群落结构的重要指标,其对研究植物多样性起着重要的作用<sup>[13]</sup>。对植物不同生活型的研究可以为群落分类、揭示群落结构特征提供重要依据<sup>[14]</sup>。根据生活型<sup>[15]</sup>,即将植物按照乔木、灌木、中间层和草本进行统计分析。统计结果显示(图1),该区群落中植物各类生活型齐全,以常绿中高位芽植物和地面芽植物为主。乔木层样方3(23种)>样方1(21种)>样方2(7种);灌木层3个样方差别不大;层间植物样方3最少;草本植物则是样方2(17种)>样方3(4种)>样方1(3种)。样方2的乔木种数明显低于其他2个样方,而草本种数又明显高于其他2个样方。说明乔木或草本的空间分布有较高的空间异质性。

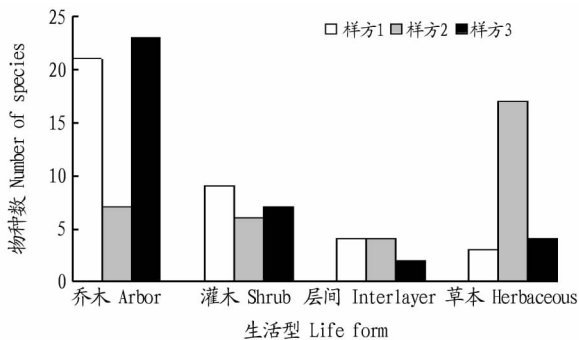


图1 3个样方植物生活型分析

Fig. 1 Analysis of life form in three plots

**2.3 科属的区系成分分析** 已调查的区域分布有55个属,根据吴征镒等<sup>[16]</sup>种子植物分布区科分布型划分原则以及蕨类植物的区系分布特征,可将已调查区域的中山湿性常绿阔叶林维管束植物划分为12个分布区类型。通过属的区系分析(表4)可以看出,该区域属的地理成分复杂。涉及的12个分区类型中,以泛热带分布、北温带分布、热带亚洲分布为主。泛热带分布型共计15属,占全部科数的28.84%,位居各分布区类型之首。其中包含物种数较多的属有樟科木姜子属、山茶科木荷属。樟科是较为古老的科,可在一定程度上说明该地区植物区系具有古老性。位居第2、第3的分布区类型为9、8个属,分别占比为17.31%、15.38%。泛热带分布、热带亚洲分布与北温带分布同时在该片区占据优势,与高黎贡山南北走廊属性吻合。该区中有1个特有属,进一步反映了植物区系的古老性,特有种的多少往往是生物多样性的标志,同时特有种的存在表明了物种多样性的增强<sup>[18]</sup>。

与高黎贡山植物区系研究资料<sup>[19]</sup>对比(图2)可以看出,百花岭片区在属分类级上的区系类型比例变化趋势与高黎贡山已有研究中的区系类型非常接近。该研究的取样范围仅在百花岭片区,这里属于高黎贡山南段的一部分;而前人

研究基本涵盖了整个高黎贡山,这可能是该研究中世界分布的比例较低,而泛热带分布、热带亚洲和热带美洲间断分布比例较高的原因。

表4 种子植物属的分布区类型

Table 4 Areal types of spermatophyte genus

分布区类型 Areal types	属数 Genera number	占全部属 的比例 Ratio/%
1 世界广布 Cosmopolitan distribution	2	3.85
2 泛热带分布 Pantropic distribution	15	28.84
3 热带亚洲和热带美洲间断分布 Tropical Asia to tropical America discontinuous distribution	5	9.61
4 旧世界热带分布 Old world Tropical distribution	2	3.85
5 热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia to tropical Oceania distribution	3	5.77
6 热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to tropical Africa distribution	2	3.85
7 热带亚洲分布 Tropical Asia distribution	9	17.31
8 北温带分布 North Temperate distribution	8	15.38
9 东亚和北美间断分布 East Asia and North America discontinuous distribution	2	3.85
12 地中海、西亚、中亚分布 Distribution of Mediterranean, Western and Central Asia	1	1.92
14 东亚分布 East Asia distribution	2	3.85
15 中国特有分布 Chinese unique distribution	1	1.92
合计 Total	52	100

注:分布区类型的序号引自《中国种子植物区系地理》<sup>[17]</sup>

Note: The order numbers of these areal types were cited from *Floristics of Seed Plants from China*

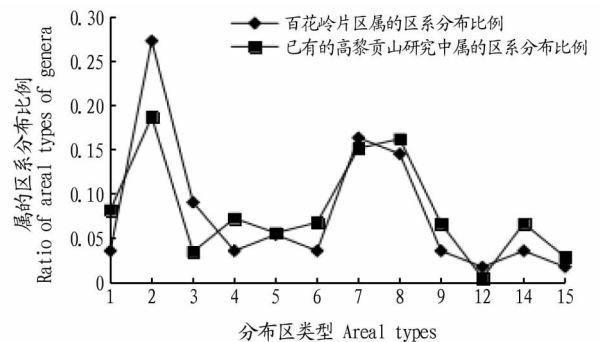


图2 百花岭片区区系分布比例与已有的高黎贡山植物对比

Fig. 2 Contrast of ratio of areal types between the present study and previous studies in Gaoligong Mountains

**2.4 物种多样性分析** 植物多样性在一定程度上反映了森林群落结构和功能的复杂性水平,能比较系统和清晰地反映群落的生态学特征。多样性分析采用 $\alpha$ 多样性测度的常用指标。Shannon-Wiener指数用来描述树种个体出现的紊乱和不确定性,均匀度指数用来描述群落中不同树种分布的均匀程度。

通过图3可以看出,物种的Simpson's Diversity、Margalef's丰富度指数、Shannon-Wiener指数和均匀度指数表明调查区域具有较高的 $\alpha$ 多样性水平。3个样方的多样性指数基本一致,但样方3的4个指标均略高于其余2块样方。在样方3中,印度木荷、短刺楸数量最多,在局部地段上占有优势;在样方1中柳叶金叶子(*Craibiodendron henryi* W. W. Smith)、瑞丽山龙眼(*Helicia shweliensis* W. W. Smith)、栓瓣柏那参(*Brassaiopiss suberipetala*)等也具有重要地位,这些特征

说明稳定的群落中分化出较多的生态位,使得较多的物种可以共存,这可能是由于中山湿性常绿阔叶林水分条件较为优越以及环境异质性较高所致。在3个样方中出现了短刺栲,说明该区植被类型处于中亚热带湿性常绿阔叶林与南亚热带季风常绿阔叶林的分布交错边缘地域,各种成分相互交错,使物种多样性大为增加<sup>[12]</sup>。

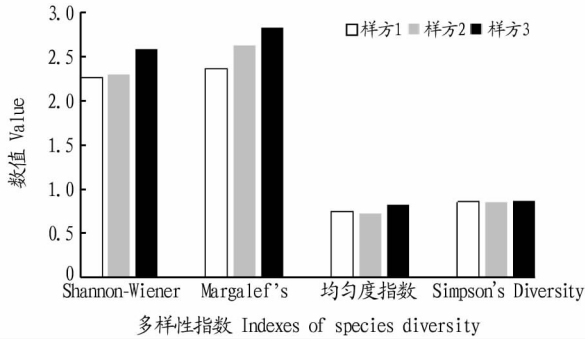


图3 3个样方物种多样性分析

Fig. 3 Analysis of species diversity in three plots

### 3 讨论

中山湿性常绿阔叶林是亚热带山地区域重要的垂直地带性植被,具有很高的植物多样性,在Wang等<sup>[20]</sup>研究中,可以看到“物种”分类级的多样性在海拔2000m达到峰值,而高黎贡山海拔2000m左右的区域已经进入了中山湿性常绿阔叶林的分布区域。因此,此类森林对于维持多物种共存、保育珍稀植物起到关键的作用。

树种种间联结的研究表明<sup>[21]</sup>,高黎贡山中山湿性常绿阔叶林树种间总体表现为正联结关系,且从较大的取样尺度来看,种间联结的程度较弱,因此群落内物种间处于比较和谐的共存状态。这对于长期保持稳定、丰富的生物多样性有着积极意义,进一步说明了该类森林在维系生态系统功能方面的独特地位。

与赧元片区多样性<sup>[22]</sup>对比来看,百花岭片区物种科、属、种的数量以及多样性指数均低于前者。这可能是由于环境梯度异质性带来的群落空间分布的异质性所致,而我们的取样面积有限。同时,百花岭片区相比较赧元片区纬度偏北约30',水热条件的差异也不能完全排除。与赧元片区的区系分析对比可以发现,百花岭片区的世界分布比例明显低于赧元,但两者热带分布的属的比例都达2/3甚至更高,与已有的研究<sup>[23]</sup>略有不同,这仍可能与取样的尺度和具体地点有关,再次说明了物种分布、区系格局的高度空间异质性。要更为全面地掌握高黎贡山的森林群落物种构成、区系特征,提高取样的“分辨率”是必要的。

高黎贡山南段有较多的特有种<sup>[24]</sup>,赧元片区和百花岭片区较小的取样尺度上仍发现了不同的特有种,说明特有种的分布在空间上是相对比较分散的。不同的特有种适应于不同的生境条件。这可能和纵向岭谷区的“通道-阻隔”作用<sup>[25]</sup>有关。南北走向的山脉,既是居群迁徙、基因交流的通道,同时高山峡谷又形成了物种交流的天然障碍,造成了“地理隔离”,从而为特有种的形成创造了地理条件。

### 4 结论

百花岭片区的调查样地内共收集维管植物47科55属62种,其中种子植物44科52属59种,种数达95.2%,占有绝对优势。植物地理成分复杂,属的地理成分共涉及12个分区类型,与高黎贡山已有植物研究中的分布类型基本一致;以泛热带分布、北温带分布、热带亚洲分布占明显优势,仅3种分布类型的属数就达61.53%。百花岭片区属于高黎贡山南段,与已有研究相比,泛热带分布、热带亚洲和热带美洲间断分布比例较高,热带类型更趋明显。该区群落中植物各类生活型种类齐全,以常绿中高位芽植物和地面芽植物为主,乔木、草本分布的空间异质性较高。

### 参考文献

- [1] 西南林学院,云南省林业调查规划设计院,云南省林业厅.高黎贡山国家自然保护区[M].北京:中国林业出版社,1995:12-25.
- [2] 尹五元.高黎贡山自然保护区珍稀保护植物[J].西南林学院学报,1994,14(1):6-12.
- [3] 柴勇,李贵祥,袁春明,等.高黎贡山中山湿性常绿阔叶林树种的种间联结性研究[J].西南林业大学学报,2018,38(2):1-9.
- [4] 李嵘,纪运恒,刀志灵,等.高黎贡山北段东西坡种子植物区系的比较研究[J].云南植物研究,2008,30(2):129-138.
- [5] 王雪丽.高黎贡山北段森林群落学研究——兼论山峰阻隔效应[D].昆明:西南林业大学,2008:55-127.
- [6] HE L Y, TANG C Q, WU Z L, et al. Forest structure and regeneration of the Tertiary relict *Taiwania cryptomerioides* in the Gaoligong Mountains, Yunnan, southwestern China [J]. Phytocoenologia, 2015, 45 (1/2): 135-155.
- [7] 汪建云,母其爱,刘经伦,等.高黎贡山云南黄连生境的群落学研究[J].安徽农业科学,2013,41(2):739-744,747.
- [8] 马克平.生物群落多样性的测度方法I α多样性的测度方法(上)[J].生物多样性,1994,2(3):162-168.
- [9] 马克平,刘玉明.生物群落多样性的测度方法I α多样性的测度方法(下)[J].生物多样性,1994,2(3):231-239.
- [10] 喻庆国.生物多样性调查与评价[M].昆明:云南科技出版社,2007:47-69.
- [11] 马克平.生物群落多样性的测度方法I α多样性的测度方法(上)[J].生物多样性,1994,2(3):162-168.
- [12] 马克平,刘玉明.生物群落多样性的测度方法I α多样性的测度方法(下)[J].生物多样性,1994,2(4):231-239.
- [13] 汪建云.高黎贡山植物研究[M].昆明:云南大学出版社,2007:66-102.
- [14] 蒋有绪,郭泉水,马娟.中国森林群落分类及其群落学特征[M].北京:科学出版社,1998:96-133.
- [15] 孟广涛,柴勇,袁春明,等.云南高黎贡山中山湿性常绿阔叶林的群落特征[J].林业科学,2013,49(3):144-151.
- [16] 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,2006:102-125.
- [17] 吴征镒,孙航,周浙昆,等.中国种子植物区系地理[M].北京:科学出版社,2010:110-113.
- [18] 宋延龄,杨宗二,黄永青.物种多样性研究与保护[M].杭州:浙江科学技术出版社,1998:48-78.
- [19] 李恒,郭辉军,刀志灵.高黎贡山植物[M].北京:科学出版社,2000:49-178.
- [20] WANG Z H, TANG Z Y, FANG J Y. Altitudinal patterns of seed plant richness in the Gaoligong Mountains, south-east Tibet, China [J]. Diversity and distributions, 2007, 13 (6): 845-854.
- [21] 柴勇,李贵祥,袁春明,等.高黎贡山中山湿性常绿阔叶林树种的种间联结性研究[J].西南林业大学学报,2018,38(2):1-9.
- [22] 唐宗英,乔璐,盛家舒,等.高黎贡山赧元片区中山湿性常绿阔叶林植物区系及多样性分析[J].林业调查规划,2018,43(3):59-62,74.
- [23] 苏文萃,杜凡,杨宇明,等.高黎贡山南段中山湿性常绿阔叶林植物区系研究[J].云南农业大学学报,2014,29(6):792-798.
- [24] 刘经伦,崔明昆,汪建云,等.高黎贡山南段种子植物区系的特有现象[J].广西植物,2013,33(2):269-274.
- [25] 刘洋.纵向岭谷区山地气候时空变化及其生态效应[D].北京:中国科学院研究生院,2008:23-35.