

基于2017年森林资源连续清查样地的广东省典型植被 型植物多样性研究*

陈传国 薛春泉 汪求来 杨沅志 姜杰
陈倩倩 杨超裕 郑洁玮 张阳锋
(广东省林业调查规划院, 广东广州 510520)

摘要 为了揭示广东 7 种典型的植被型植物多样性的差异及其规律。从广东省森林资源连续清查固定样地中抽取 267 个有林地的固定样地开展植物多样性调查, 以 Margalef 指数作为物种丰富度指标、以 Shannon-Wiener 指数作为物种多样性指标、以 Pielou 指数作为均匀度指标对每种植被型的乔木层、灌木层和草本层进行植物多样性评价。结果显示: 乔木层的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数总体呈现出常绿阔叶林>常绿落叶阔叶混交林>暖性针阔混交林>热性针阔混交林>暖性针叶林>热性针叶林>阔叶林型(人工植被); 灌木层的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数总体表现为常绿落叶阔叶混交林>热性针阔混交林>暖性针叶林>暖性针阔混交林>常绿阔叶林>阔叶林型(人工植被)>热性针叶林; 草本层的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数总体趋势为热性针阔混交林>常绿落叶阔叶混交林>阔叶林型(人工植被)>热性针叶林>常绿阔叶林>暖性针叶林>暖性针阔混交林。

关键词 植被型; 多样性; 森林资源连续清查固定样地; 广东省

中图分类号: S718.5 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2020) 02-0060-06

Diversity of Typical Vegetation Types in Guangdong Province Based on Continuous Forest Inventory in 2017

CHEN Chuanguo XUE Chunquan WANG Qiulai YANG Yuanzhi
JIANG Jie CHEN Qianqian YANG Chaoyu ZHENG Jiewei
ZHANG Yangfeng

(Guangdong Forestry Survey and Planning Institute, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract In order to reveal the plant diversity difference and regularity of seven typical vegetation types in Guangdong province. A survey of plant diversity was conducted in 267 permanent sample plots with forest resources in Guangdong province. The Margalef index was used as the index of species richness, the Shannon-Wiener index as the index of species diversity, and the Pielou index as the index of evenness to evaluate the plant diversity of tree layer, shrub layer and herb layer of each vegetation type. The results showed that the richness index, diversity index and evenness index of tree layer showed evergreen broad-leaved forest > mixed evergreen and deciduous broadleaved forest > warm mixed plantation of coniferous and broadleaf > thermal mixed plantation of coniferous and broadleaf > warm coniferous forest > thermal coniferous forest > broad-leaved forest (artificial vegetation); the richness index, diversity index and evenness index of shrub layer showed mixed evergreen and deciduous broadleaved forest > thermal mixed plantation of coniferous and broadleaf > warm coniferous forest > warm mixed plantation of coniferous and broadleaf > evergreen broad-leaved forest > broad-leaved forest (artificial

* 第一作者: 陈传国 (1981—), 男, 主要从事森林资源监测和森林培育工作, E-mail: 76479670@qq.com。

vegetation) > thermal coniferous forest; the general trend of richness index, diversity index and evenness index of herb layer is thermal mixed plantation of coniferous and broadleaf > mixed evergreen and deciduous broadleaved forest > broad-leaved forest (artificial vegetation) > thermal coniferous forest > evergreen broad-leaved forest > warm coniferous forest > warm mixed plantation of coniferous and broadleaf.

Key words vegetation types; plant diversity; continuous forest inventory of permanent sample plots; Guangdong province

广东省位于亚洲大陆东南部，面临热带海洋，北回归线从本省中部横跨而过，受季风气候影响强烈，典型的地带性森林群落是亚热带常绿阔叶林、亚热带季风常绿阔叶林和季雨林。但是，由于受地形、土壤和人类活动等影响，广东森林群落和植物种类更加丰富和多样化^[1]，因此，广东也是植物多样性较为丰富的区域之一。目前，关于某种林分类型或局部地区的植物多样性研究报道较多^[2-4]，而对省域大尺度的植物多样性研究报道比较少见^[5-6]。本文对全省连续清查植物多样性样地进行定期调查和监测，分析各种植被型之间乔木层、灌木层和草本层的植物多样性，了解样地内植物种类分布、种群动态以及生境条件变化，为我省制定植物多样性保护对策、充实全国植物多样性地区基础资料提供科学依据。

1 研究地概况

广东省位于祖国大陆最南部，地处北纬 20°09′~25°31′ 和东经 109°45′~117°20′ 之间。陆域东邻福建，北接江西、湖南，西连广西，南临南海并在珠江三角洲东西两侧分别与香港、澳门特别行政区接壤，西南部隔琼州海峡与海南省相望，北回归线从南澳—从化—封开一线横贯全省。陆地面积为 17.97 万 km²，海洋面积约 41.9 万 km²。

2 研究方法

2.1 样地设置

广东省森林资源连续清查监测体系是国家森林资源连续清查体系的重要组成部分，全省按照 6 km × 8 km 布设 3 685 个面积为 0.066 7 hm² 的固定正方形样地，本文按 24 km × 16 km 间隔系统抽取 459 个固定样地（图 1），并针对其中 267 个有林地的固定样地开展植物多样性调查调查，同时在每个有林地固定样地的西南角向西 2 m 处设置 4 m × 4 m 的小样方，调查小样方内的灌木层和草本层。本次调查植物多样性固定样方面积达 17.81 hm²。

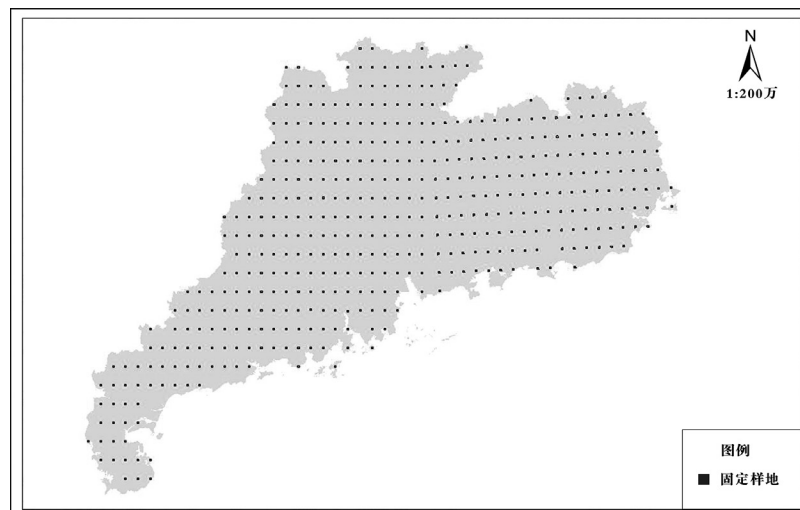


图 1 广东省固定样地分布

Fig.1 Distribution of permanent sample plots in Guangdong province

2.2 调查方法

2.2.1 乔木层 对固定样地内胸径 $\geq 2.5\text{ cm}$ 的乔木进行每木检尺，记录每株的种类、胸径和高度，胸径采用测树钢围尺实测，精确到 0.1 cm ，高度采用标尺实测，精确到 0.1 m 。

2.2.2 灌木层 调查小样方内灌木层的种类、株数、高度、地径、盖度。株数为实测株数；高度用标尺实测，精确到 0.1 m ；地径用测树钢围尺实测，精确到 0.1 cm ；盖度是指小样方内灌木层树冠垂直投影面积占样地面积的比例，采用目测方法调查，按百分比记载，精确到 5% 。

2.2.3 草本层 调查小样方内草本层种类、高度、株数、盖度。高度用标尺实测，精确到 0.1 m ；株数为实测株（丛）数；盖度采用目测方法调查，按百分比记载，精确到 5% 。

2.3 数据处理

物种多样性测度指数主要包括物种丰富度、物种多样性和均匀度等参数。本文采用 Margalef 指数（ F ）作为物种丰富度指标，以 Shannon-Wiener 指数（ H ）作为物种多样性指标，以 Pielou（ J ）指数作为均匀度指标进行植物多样性指标的评价。

（1）丰富度指数：指一个群落或生境中种数目的多少。

Magalef 指数（ F ）：按公式 $F = (S - 1)/\ln N$ 计算，式中 S 为物种数， N 为个体总数。

（2）多样性指数：指丰富度和均匀度两种涵义的综合。

Shannon-Wiener 指数：
$$H = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i$$

式中 p_i 为物种 i 的相对多度， $i=1, 2, 3, \dots, S$ 。

（3）均匀度指数：指样方中各个物种多度的均匀度；这里主要采用以 Shannon-Wiener 指数为基础的 Pielou 均匀度指数（ J ）： $J = H / \ln S$

式中 H 为 Shannon-Wiener 指数， S 为物种数。以上数据处理利用软件 R3.4.3 完成。

2.4 植被类型划分

广东省从南向北，地域上跨越了热带北缘、南亚热带和中亚热带，地貌复杂，孕育了丰富多样的森林群落。根据吴征镒^[7]的植物群落学分类原则，参考相关文献资料^[8-12]，结合植被外貌、结构、种类组成和生境差异，将所调查的森林植被细分为 14 个植被型（表 1），由于常绿阔叶灌丛、灌草（草）丛、灌木林型（人工植被）、毛竹林、大田作物型、蔬菜作物型和草木绿化型的样地数量较少，且植物多样性相对

表 1 广东省主要植被类型及调查样地数量
Tab.1 Main vegetation types and number of investigation sample plots in Guangdong province

序号 Serial number	植被型 Vegetation Types	主要分布区域 Main distribution area	样地个数 Number of plots
1	暖性针叶林	粤北、粤东、珠三角	50
2	热性针叶林	粤西	9
3	暖性针阔混交林	粤北、粤东、珠三角	12
4	热性针阔混交林	粤西	17
5	常绿落叶阔叶混交林	粤北	13
6	常绿阔叶林	粤北、粤东、珠三角、粤西	60
7	阔叶林型（人工植被）	粤北、粤东、珠三角、粤西	66
8	常绿阔叶灌丛	粤东、粤西	8
9	灌草（草）丛	粤东、粤西	4
10	灌木林型（人工植被）	粤北、粤东、珠三角、粤西	15
11	毛竹林	粤北	1
12	大田作物型	粤北、粤东、珠三角、粤西	8
13	蔬菜作物型	粤北	1
14	草木绿化型	珠三角	3
合计			267

较简单，因此，本文只对暖性针叶林、热性针叶林、暖性针阔混交林、热性针阔混交林、常绿落叶阔叶混交林、常绿阔叶林和阔叶林型（人工植被）7 种广东典型的植被型进行植物多样性分析。

3 结果与分析

3.1 乔木层植物多样性

由于不同植被型的自然条件和管理强度不同，其乔木树种多样性也存在差异，广东 7 种典型植被型的乔木层树种的物种丰富度、物种多样性和均匀度等指数详见表 2。

表 2 乔木层植物多样性
Tab.2 Plant diversity in tree layer

序号 Serial number	植被型 Vegetation Types	样地个数 Number of plots	丰富度指数 (F) Richness index	多样性指数 (H) Diversity index	均匀度指数 (J) Evenness index
1	暖性针叶林	50	1.53 ± 0.67b	1.36 ± 0.45bc	0.66 ± 0.15ab
2	热性针叶林	9	1.33 ± 0.75b	0.97 ± 0.49c	0.51 ± 0.20b
3	暖性针阔混交林	12	2.92 ± 1.40a	2.00 ± 0.55a	0.76 ± 0.12a
4	热性针阔混交林	17	2.65 ± 1.33a	1.85 ± 0.55ab	0.74 ± 0.10a
5	常绿落叶阔叶混交林	13	3.34 ± 1.16a	2.11 ± 0.52a	0.75 ± 0.12a
6	常绿阔叶林	60	3.35 ± 0.87a	2.21 ± 0.39a	0.79 ± 0.07a
7	阔叶林型（人工植被）	66	1.16 ± 1.04b	0.91 ± 0.62c	0.55 ± 0.27b

注：表中数值表示平均值 ± 标准差，同列数据后小写英文字母不同者表示在 α=0.05 水平上差异显著。
Note:The values in the table indicate average ± standard error, the different lowercase letters in the same column represent significant differences at the level of 0.05.

3.1.1 丰富度指数 物种丰富度指数是指一个群落或生境中种数目的多少，本文采用 Magalef 指数表示。7 种植被型乔木层的丰富度指数存在显著差异，表现为：常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、暖性针阔混交林和热性针阔混交林的丰富度指数显著大于暖性针叶林、热性针叶林和阔叶林型（人工植被）。总体看来，常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、暖性针阔混交林和热性针阔混交林具有较高的乔木树种丰富度，由传统经营型的松树林和杉木林组成的针叶林次之，集约经营型的人工用材林和经济林（人工阔叶林）最低。

3.1.2 多样性指数 Shannon-Wiener 指数反映群落中物种种类增多代表了群落的复杂程度增高，即 H 值愈大，群落所含的信息量愈大。7 种植被型乔木层的多样性指数存在显著差异，表现为：常绿阔叶林 > 常绿落叶阔叶混交林 > 暖性针阔混交林 > 热性针阔混交林 > 暖性针叶林 > 热性针叶林 > 阔叶林型（人工植被）。7 种植被型的多样性指数呈现出与丰富度指数一致的规律，即常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、暖性针阔混交林和热性针阔混交林具有较高的指数值，高于暖性针叶林和热性针叶林，阔叶林型（人工植被）的指数值最小。

3.1.3 均匀度指数 群落均匀度指数 J 是种间个体数的分配状况，当所有种的个体数相等时，均匀度最大。7 种植被型乔木层的均匀度指数存在显著差异，具体表现为：常绿阔叶林 > 暖性针阔混交林 > 常绿落叶阔叶混交林 > 热性针阔混交林 > 暖性针叶林 > 阔叶林型（人工植被） > 热性针叶林。均匀度指数呈现的规律与丰富度指数和多样性指数不完全一致。

3.2 灌木层植物多样性

灌木层树种的物种丰富度、物种多样性和均匀度等指数详见表 3。

3.2.1 丰富度指数 7 种植被型灌木层的丰富度指数无显著差异，常绿落叶阔叶混交林最大，指数值为 1.54，热性针叶林最小，指数值为 1.00，具体表现为：常绿落叶阔叶混交林 > 热性针阔混交林 > 暖性针叶林 > 暖性针阔混交林 > 常绿阔叶林 > 阔叶林型（人工植被） > 热性针叶林。

3.2.2 多样性指数 7 种植被型灌木层的多样性指数无显著差异，介于 1.06-1.32 之间，常绿落叶阔叶混交林最大，阔叶林型（人工植被）和热性针叶林最小，具体表现为：常绿落叶阔叶混交林 > 暖性针阔混交林 > 热性针阔混交林 > 暖性针叶林 > 常绿阔叶林 > 热性针叶林 = 阔叶林型（人工植被）。

表 3 灌木层植物多样性
Tab. 3 Plant diversity in shrub layer

序号 Serial number	植被型 Vegetation Types	样地个数 Number of plots	丰富度指数 (F) Richness index	多样性指数 (H) Diversity index	均匀度指数 (J) Evenness index
1	暖性针叶林	50	$1.25 \pm 0.51a$	$1.19 \pm 0.41a$	$0.91 \pm 0.06a$
2	热性针叶林	9	$1.00 \pm 0.65a$	$1.06 \pm 0.42a$	$0.91 \pm 0.08a$
3	暖性针阔混交林	12	$1.19 \pm 0.36a$	$1.30 \pm 0.33a$	$0.95 \pm 0.04a$
4	热性针阔混交林	17	$1.32 \pm 0.52a$	$1.22 \pm 0.34a$	$0.91 \pm 0.09a$
5	常绿落叶阔叶混交林	13	$1.54 \pm 0.95a$	$1.32 \pm 0.54a$	$0.92 \pm 0.07a$
6	常绿阔叶林	60	$1.12 \pm 0.62a$	$1.10 \pm 0.45a$	$0.88 \pm 0.14ab$
7	阔叶林型 (人工植被)	66	$1.11 \pm 0.68a$	$1.06 \pm 0.52a$	$0.83 \pm 0.13b$

注:表中数值表示平均值 $\pm$ 标准差,同列数据后小写英文字母不同者表示在 $\alpha=0.05$ 水平上差异显著。

Note: The values in the table indicate average $\pm$ standard error, The different lowercase letters in the same column represent significant differences at the level of 0.05.

3.2.3 均匀度指数 7种植被型灌木层的均匀度指数存在显著差异,具体表现为:暖性针阔混交林 > 常绿落叶阔叶混交林 > 暖性针叶林 = 热性针叶林 = 热性针阔混交林 > 常绿阔叶林 > 阔叶林型 (人工植被)。

3.3 草本层植物多样性

草本层树种的物种丰富度、物种多样性和均匀度等指数详见表 4。

表 4 草本层植物多样性
Tab. 4 Plant diversity in herb layer

序号 Serial number	植被型 Vegetation Types	样地个数 Number of plots	丰富度指数 (F) Richness index	多样性指数 (H) Diversity index	均匀度指数 (J) Evenness index
1	暖性针叶林	50	$0.38 \pm 0.22a$	$1.01 \pm 0.37a$	$0.97 \pm 0.02a$
2	热性针叶林	9	$0.47 \pm 0.28a$	$1.11 \pm 0.39a$	$0.93 \pm 0.09a$
3	暖性针阔混交林	12	$0.29 \pm 0.14a$	$0.88 \pm 0.26a$	$0.97 \pm 0.02a$
4	热性针阔混交林	17	$0.53 \pm 0.37a$	$1.22 \pm 0.44a$	$0.95 \pm 0.06a$
5	常绿落叶阔叶混交林	13	$0.48 \pm 0.16a$	$1.21 \pm 0.28a$	$0.95 \pm 0.06a$
6	常绿阔叶林	60	$0.47 \pm 0.33a$	$1.05 \pm 0.47a$	$0.92 \pm 0.12a$
7	阔叶林型 (人工植被)	66	$0.49 \pm 0.42a$	$1.05 \pm 0.51a$	$0.91 \pm 0.08a$

注:表中数值表示平均值 $\pm$ 标准差,同列数据后小写英文字母不同者表示在 $\alpha=0.05$ 水平上差异显著。

Note: The values in the table indicate average $\pm$ standard error, The different lowercase letters in the same column represent significant differences at the level of 0.05.

3.3.1 丰富度指数 7种植被型草本层的丰富度指数无显著差异,但总体表现为:热性针阔混交林 > 阔叶林型 (人工植被) > 常绿落叶阔叶混交林 > 热性针叶林 = 常绿阔叶林 > 暖性针叶林 > 暖性针阔混交林。说明分布于北热带丘陵和台地的热性针阔混交林的草本植物比分布在亚热带低山和丘陵的暖性针阔混交林丰富。

3.3.2 多样性指数 7种植被型草本层的多样性指数无显著差异,但总体表现为:热性针阔混交林 > 常绿落叶阔叶混交林 > 热性针叶林 > 常绿阔叶林 = 阔叶林型 (人工植被) > 暖性针叶林 > 暖性针阔混交林。

3.3.3 均匀度指数 7种植被型草本层的均匀度指数无显著差异,介于 0.91-0.97 之间,具体表现为:暖性针叶林 = 暖性针阔混交林 > 热性针阔混交林 = 常绿落叶阔叶混交林 > 热性针叶林 > 常绿阔叶林 > 阔叶林型 (人工植被)。

4 结论与讨论

4.1 乔木层的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数总体呈现出常绿阔叶林最高,常绿落叶阔叶混交林、暖性针阔混交林和热性针阔混交林其次,暖性针叶林和热性针叶林次之,阔叶林型 (人工植被) 最低。

灌木层的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数总体表现为常绿落叶阔叶混交林最高, 热性针阔混交林、暖性针叶林、暖性针阔混交林和常绿阔叶林其次, 阔叶林型(人工植被)和热性针叶林最低。草本层的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数总体趋势为热性针阔混交林和常绿落叶阔叶混交林最高, 阔叶林型(人工植被)、热性针叶林和常绿阔叶林其次, 暖性针叶林和暖性针阔混交林最低。综合乔木层、灌木层和草本层的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数, 常绿落叶阔叶混交林和常绿阔叶林的植物多样性最丰富, 热性针阔混交林和暖性针阔混交林的植物多样性其次, 热性针叶林、暖性针叶林和阔叶林型(人工植被)的植物多样性较低。在广东地区, 常绿落叶阔叶混交林和常绿阔叶林的植物多样性较丰富, 而阔叶林型(人工植被)的植物多样性较低, 这一结论与有关研究^[13]结论一致。

4.2 从 7 种典型植被型的主要分布区域来看, 粤北以常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林和暖性针阔混交林为主的群落具有最高的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数; 珠三角以常绿阔叶林和暖性针阔混交林为主的群落具有较高的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数; 粤西以热性针叶林和阔叶林型(人工植被)的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数最低。

4.3 广东 7 种典型植被型的植物多样性在乔木层、灌木层和草本层表现为不同步性, 即常绿阔叶林的乔木层植物多样性最丰富, 但是, 灌木层和草本层的植物多样性均较低; 常绿落叶阔叶混交林的灌木层植物多样性最丰富, 然而, 乔木层和草本层的植物多样性都不是最高; 热性针阔混交林的草本层植物多样性最丰富, 但是, 乔木层和灌木层的植物多样性都不是最高。乔木层、灌木层和草本层处在不同的生态位, 他们之间存在竞争关系^[14]。

4.4 影响植物多样性的因素很多, 不同植被型之间的植物多样性存在差异, 此外, 除了植被型本身对自然环境适应的自然选择与进化发展外, 群落演替的时间、空间的异质性、气候的稳定性、生物竞争性以及人为干扰均对森林群落植物多样性发展具有重要的影响^[15-19]。

参考文献

- [1] 徐燕千. 广东森林[M]. 广州: 广东科技出版社, 1990: 57-67.
- [2] 张宁南, 许涵, 徐大平, 等. 广东省尾巨桉和马占相思人工林林下植物多样性动态变化[J]. 林业科学研究, 2009, 22(2): 262-268.
- [3] 曾丽梅, 黄安, 黄彩萍. 广东省竹类植物多样性的特点及其应用与保护策略的初步探讨[J]. 热带林业, 2005, 33(4): 31-34.
- [4] 李芳华, 孔祥楠, 刘志发, 等. 粤北冰灾受损杉木林 6 种人工套种模式的植物多样性研究[J]. 广东林业科技, 2015, 31(1): 38-44.
- [5] 罗勇, 陈富强, 薛春泉, 等. 广东省森林群落灌木层物种多样性研究[J]. 广东林业科技, 2014, 30(2): 8-14.
- [6] 杨海燕, 罗勇. 广东省森林群落草本多样性研究[J]. 广东林业科技, 2014, 30(4): 1-7.
- [7] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 143-429.
- [8] 广东省林业厅. 国家森林资源动态监测试点暨广东省森林资源连续清查第八次复查操作细则[R]. 广州, 2017.
- [9] 广东省植物研究所. 广东植被[M]. 北京: 科学出版社, 1976: 166-294.
- [10] 余世孝, 练琚漪. 广东省自然植被分类纲要: 竹林、灌丛与草丛[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2003(2): 82-85.
- [11] 余世孝. 广东省自然植被类型划分的探讨 I 针叶林[J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 17(1): 19-27.
- [12] 余世孝, 练琚漪. 广东省自然植被分类纲要 II 针叶林与阔叶林[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2003(1): 70-74.
- [13] 廖宇红, 陈传国, 陈红跃, 等. 广州市莲塘村风水林群落特征及植物多样性[J]. 生态环境, 2008, 17(2): 812-817.
- [14] 项华均, 安树青, 王中生, 等. 热带森林植物多样性及其维持机制[J]. 生物多样性, 2004, 12(2): 290-300.
- [15] 陈北光, 苏志尧. 广东八宝山常绿阔叶林物种多样性分析[J]. 华南农业大学学报, 1995, 16(4): 32-36.
- [16] 李林, 周小勇, 黄忠良, 等. 鼎湖山植物群落 α 多样性与环境的关系[J]. 生态学报, 2006, 26(7): 2301-2307.
- [17] 彭闪江, 黄忠良, 徐国良等. 生境异质性对鼎湖山植物群落多样性的影响[J]. 广西植物, 2003, 23(5): 391-398.
- [18] 彭少麟, 周厚诚, 陈天杏, 等. 广东森林群落的组成结构数量特征[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1989, 13(1): 10-17.
- [19] ZHUANG X, CORLETT RT. Forest and forest succession in Hong Kong, China[J]. Trop. Ecol, 1997, 14: 857-866.