

## 笔架山森林群落植物多样性之垂直分布研究

陈智锐<sup>1</sup>, 王靖娴<sup>1,2</sup>, 牛红苹<sup>1,2</sup>, 郑晓钟<sup>1</sup>, 殷祚云<sup>1</sup>, 魏龙<sup>2</sup>

(1.仲恺农业工程学院, 广东 广州 510225; 2.广东省林业科学研究院/广东省森林培育与保护利用重点实验室/广东沿海防护林生态系统国家定位观测研究站, 广东 广州 510520)

**摘要:**为探讨海拔梯度对植物群落结构的影响,对设立在清远笔架山自然保护区的海拔100m、300m、500m等3个海拔梯度森林群落的样地进行比较分析。结果表明:(1)三个不同海拔样地总共有25科84属101种;(2)样方内物种的丰富度随着海拔的升高呈逐渐降低的变化趋势;(3)在物种多度分布方面,少数物种个体数很多,许多物种个体数很少。此研究对南亚热带退化林的植被恢复有重要意义,对垂直分布植物多样性研究有借鉴作用。

**关键词:**笔架山; 海拔梯度; 群落多样性; 垂直分布

## Study on Vertical Distribution of Plant Diversity in Forest Community in Bijiashan Mountain

CHEN Zhirui<sup>1</sup>, WANG Jingxian<sup>1,2</sup>, NIU Hongping<sup>1,2</sup>, Zheng Xiaozhong<sup>1</sup>, YIN Zuoyun<sup>1</sup>, WEI Long<sup>2</sup>

**Abstract:** In order to investigate the effect of elevation gradient on plant community structure, three forest community plots with elevation gradient of 100m, 300m and 500m were compared and analyzed in Bijiashan Nature Reserve, Qingyuan. The results showed as follows: (1) There were 101 species of 84 genera and 25 families in the three different elevations; (2) The species richness in the quadrat showed a decreasing trend with the increase of altitude; (3) In the distribution of species abundance, a few species have a large number of individuals, while many species have a small number of individuals. This study is of great significance to the vegetation restoration of degraded forests in South subtropical region, and can be used as reference for the study of vertical plant diversity.

**Keywords:** Bijiashan Mountain; elevation gradient; community comparison; diversity; vertical distribution.

天然林保护工程,属于国内实施的重大生态修复工程。清远笔架山地区是清远天然林的重要分布区。作为陆地生态系统的主体,森林生态系统内森林植物的多样性,是生物多样性的重要组成部分。天然林生态服务功能的维持与植物多样性的维护密切相关。在植物多样性表征方面,主要包括植物多样性特征、分布的均匀性和种类的丰富度,其中多样性指数包括基于信息论的 Shannon-Wiener 物种多样性 (Diversity) 指数  $D_{sw}$  和均匀性 (均匀度, Evenness, Equitability) 指数  $E_{sw}$ 、基于概率论的 Simpson 物种多样性  $D_{sim}$  和均匀性指数  $E_{sim}$ <sup>[1]</sup>。本文选取清远笔架山地区自然保护区森林群落为研究对象,通过对不同海拔植物多样性分布规律、林型间差异进行全面分析,更加全面地认识林分结构特征的重要性,亦有利于我们对森林保育提供理论依据<sup>[2]</sup>。

有研究表明,保护植物多样性的许多方面都涉及到群落结构的特点,包括个体大小及群落特性。常用的指标包括物种种类、个体数、多度、频度、优势度和重要值。本文通过对清远市清新区笔架山北坡海拔梯度分别为 100 m、300 m、500 m 的样地进行北坡方向抽样调查,分析了笔架山北坡森林群落结构的特征及其沿海拔梯度的变化。为当地资源保护提供科研依据,为进一步的深入调研提供参考依据。

# 1 研究区域与方法

## 1.1 研究区域概况

广东省北部清远市清新县笔架山自然保护区(113°02'E, 23°49'N)属于亚热带季风气候。年降雨量2225毫米,十分充沛。相对湿度在3月到8月间略高于80%,其余时候在70%左右,年平均达到78%。而风速极小,年平均风速仅1.6 m/s,不存在较大的月变化。南风主要是从五月到七月,每个月大部分都是北风。静风频率在每月最高,静风频率从3月到4月为41%,其余月份在24%到35%之间。除去6、8、10月,每月都有出现雾霾天气的可能性,平均有6天为雾天。全年可见雷暴,雷暴天数平均每年有93天,最多为120天。主要集中在发生月份为4~9月,尤其以8月最为常见。

## 2.2 研究方法

样地的设置采用梯度格局法,三个样地被设定在100 m、300 m和500 m的海拔梯度,每个海拔梯度选取北坡的沿直线从东往西分别编号1、2、3的三个样方,总共9个地块。每个地块面积为20 m×20 m,由16个5 m×5 m的地块组成<sup>[3]</sup>,总面积为3600 m<sup>2</sup>。记录每个地块的基本情况,如平均海拔、坡向、经纬度和植被类型等,并绘制出地块的地理位置图。植被调查基于小样本,对于高度<1.5 m的树木,树种和高度记录在分株中。对于高度≥1.5 m的每棵树,记录其树种,胸径,生长的状况(干燥或正常),目视观察其树高;对于样地内的灌木和草本植物,记录了它们的种类,多度,覆盖度,平均高度,各物种数量<sup>[4]</sup>。树种分为:主要森林层(大树,胸高直径≥8 cm),连续层(幼树,胸高直径<8 cm),更新层(幼苗,树高<1.5 m,无胸高直径)。

表1 样地信息

Table 1 Sample site information

样地 Sample plot	海拔/m Altitude	经度 longitude	纬度 latitude	平均海拔/m Mean altitude	坡向 Aspect of slope	植被类型 Vegetation type
500 m 样地	499.50					
样地 1	499.13	113°03'10.3"E	23°47'30.2"N	499.67	北坡	山顶矮林
样地 2	500.38					
样地 3	299.38					
300 m 样地	300.25	113°02'13.4"E	23°46'20.6"N	299.83	北坡	针叶林
样地 1	299.88					
样地 2	99.63					
100 m 样地	100	113°02'22.3"E	23°45'28.1"N	100.13	北坡	常绿阔叶林
样地 1	100.75					
样地 2						
样地 3						

综上所述调查数据可见,按树种分别记录立木因子,计算乔木平均树高、胸径、胸高断面积,计算每个树种相对多度、相对显著度、相对频度和重要值,按重要值大小确定群落中的优势种或共同拥有的优势种,作为群落分析和判断群落类型的重要依据。

### 2.3 数据处理

采用调查样方得到的植物群落数据,而基于信息论的 Shannon-Wiener 物种多样性 (Diversity) 指数和均匀性 (均匀度, Evenness, Equitability) 指数、基于概率论的 Simpson 物种多样性指数和均匀性指数的计算公式如下<sup>[1]</sup>,计算所有物种丰富度  $S$  (样方内物种总数)、多度  $N$  (样方内植物个体总株数)。

$$D_{sw} = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

$$E_{sw} = \frac{D_{sw}}{\log_2 S} \quad (2)$$

$$D_{sim} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad (3)$$

$$E_{sim} = \frac{D_{sim}}{1 - 1/S} \quad (4)$$

式 (1) ~ (4) 中,  $D_{sw}$ 、 $D_{sim}$  分别表示 Shannon-Wiener 物种多样性 (Diversity) 指数和 Simpson 物种多样性指数,  $E_{sw}$ 、 $E_{sim}$  分别为 Shannon-Wiener 物种均匀性 (均匀度, Evenness, Equitability) 指数和 Simpson 物种均匀性指数;  $S$  为样方中物种总数,  $p_i$  为第  $i$  个物种多度 (个体数) 占有物种多度的比例<sup>[1]</sup>。

重要值计算如下:

重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对显著度) / 3。<sup>[5]</sup>

乔木: 重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对显著度) / 3。

灌木: 重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对盖度) / 3。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同海拔群落植被类型、主要种类组成的对比

广东清远笔架山的风景保护区植被类型繁多复杂,共有 3 个植被型组。其中以常绿阔叶林最为主要,优势种主要为禾本科的刚竹、松科的松树、茶科的银木荷、山茶科的木荷、槭树科的飞蛾树等等。这些植物均为地带性植物,其植被也为典型的南亚热带常绿阔叶林。3 个样地之间灌木、草本层和乔木层的主要种类组成不相近<sup>[6]</sup>。

### 3.2 不同海拔的森林群落物种组成的对比

物种组成,是植物群落的主要特征之一。透过数量的统计分析,能系统地分析植物群落中的种属关系,此为判断种群类型的重要支撑。科的大小,属的大小和所包括的物种数量是群落结构的具体表现形式<sup>[7]</sup>。根据《中国植物志》和《中国高等植物图鉴》等相关文献,对所有物种进行确定<sup>[8]</sup>。经调查统计,海拔为 500 m 的样地内有 25 科 32 属 34 种,海拔 300 m 的样地内有 32 科 34 属 41 种,海拔 100 m 样地内有 29 科 39 属 45 种,三个样地科-属-种的数量共有 25 科 84 属 101 种。科-属-种三个分类等级的丰富度为海拔 100 m 样地最高,海拔 300 m 样地次之,海拔 500 m 样地最低,呈现出不同海拔森林群落物种丰富度随着海拔的升高而逐渐减少的趋势。

表 2 样地主要种类组成

Table 2 Main species composition of plots

样地 Sample plot	乔木层 Tree layer	灌木、草本层 Shrub、herbaceous layer
海拔 500 m 样地	刚竹 <i>Phyllostachys Viridis</i> 、大叶桂樱 <i>Laurocerasus zippeliana</i> (Miq.) Yu et Lu、革叶铁榄 <i>Sinosideroxylon wightianum</i> (Hook.et Arn.)Aubr、亮叶猴耳环 <i>Archidendron lucidum</i> (Benth.) Nielsen	阔鳞鳞毛蕨 <i>Dryopteris championii</i> (Benth.)C. Chr、苏铁蕨 <i>Braineainsignis</i> (Hook.)J.Sm、榕叶冬青 <i>Ilex ficoidea</i> Hemsl、乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i>
海拔 300 m 样地	马尾松 <i>Pinus massoniana</i> Lamb、松树 <i>Pinus</i> 、杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook、三桠苦 <i>Evodia lepta</i>	金毛狗 <i>Cibotium barometz</i> (L.) J. Sm、石松 <i>Diaphasiastrum veitchii</i> 、双盖蕨 <i>Diplazium donianum</i> 、乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i>
海拔 100 m 样地	飞蛾树 <i>Acer grosseri</i> Pax var.hersii (Rehd.) Rehd. [A.hersii Rehd.]、银木荷 <i>Schima argentea</i> E. Pritz. ex Diels、大叶新木姜子 <i>Neolitsea levinei</i> Merr	乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i> 、鬼针草 <i>Bidens pilosa</i> L、双盖蕨 <i>Diplazium donianum</i> 、粽叶芦 <i>Thysanolaena maxima</i> (Roxb.) Kuntze

三个大地块中，物种主要集中于大科之中。表明优势种明显、茶科、山茶科、樟科在三个样地均为优势科。在三个大地块里曾出现的 25 科中，包含了 6 科，为三个样地共有科。同时，地块中物种的科-属-种的数量也随海拔升高而逐渐减少。随着海拔的不断变化，不同科别的属种呈现以下五种变化类型：海拔不断增加，属的数量随之增加；海拔升高，属的数量降低；属数不反映高度梯度的变化。属中物种的数量在海拔 100 m 地块中最高；属于海拔 500 m 的属种数最低。不同的趋势可能是物种的性质和适应环境的能力相结合的结果。

三个群落结构构成存在差别，物种的丰富程度随海拔的升高而逐渐减少，该现象应为多方综合发展的结果，其主成因能够总结为：第一，均会被海拔的变化所影响的是光照、竞争、生产力等，在各因子的集合作用下，其也进一步影响了群落的物种多样性；第二，动物和人类的频繁活动，会对其造成干扰。例如，在海拔 500 m 样地中，因为离人类活动区域比较远，物种也较少地被人干扰，而物种的传播也受其影响，外部物种没有办法进入人的群落，导致物种丰富度不够。而海拔 100 m 样地中，人类的活动频率较高，更容易为群落引入别的物种，所以海拔 100 m 样地的发展则更加稳定，物种丰富度也因此最高。

### 3. 3不同海拔植物群落生物多样性指数对比

根据调查植物群落的相对多度得出 Shannon-Wiener 物种多样性 (Diversity) 指数  $D_{sw}$  和均匀性 (均匀度, Evenness, Equitability) 指数  $E_{sw}$ , Simpson 物种多样性指数  $D_{sim}$  和均匀性指数  $E_{sim}$  (见表 3) [1]。

表 3 不同海拔样地多样性系数

Table 3 Diversity coefficient of plots at different elevations

样地 Sample plot	丰富度 Richness	多度 Abundance	$D_{sw}$	$D_{sim}$	$E_{sw}$	$E_{sim}$
海拔 500 m 样地	34	112.5	2.353	0.783	0.924	0.945
海拔 300 m 样地	41	114.7	2.454	0.706	0.962	0.853

海拔 100 m 样地	45	124.5	2.450	0.656	0.986	0.806
-------------	----	-------	-------	-------	-------	-------

根据物种丰富度  $S$  (见图 1), 海拔 100 m 样地物种丰富度最高, 与海拔 300 m 样地物种丰富度明显高于海拔 500 m 样地, 但海拔 100 m 样地的多度  $N$  略高于海拔 300 m 样地的多度  $N$ , 说明海拔 300 m 样地的物种个体数明显高于海拔 100 m 的物种个体数。表明: 森林群落的物种丰富度, 会随海拔增加而逐渐降低。

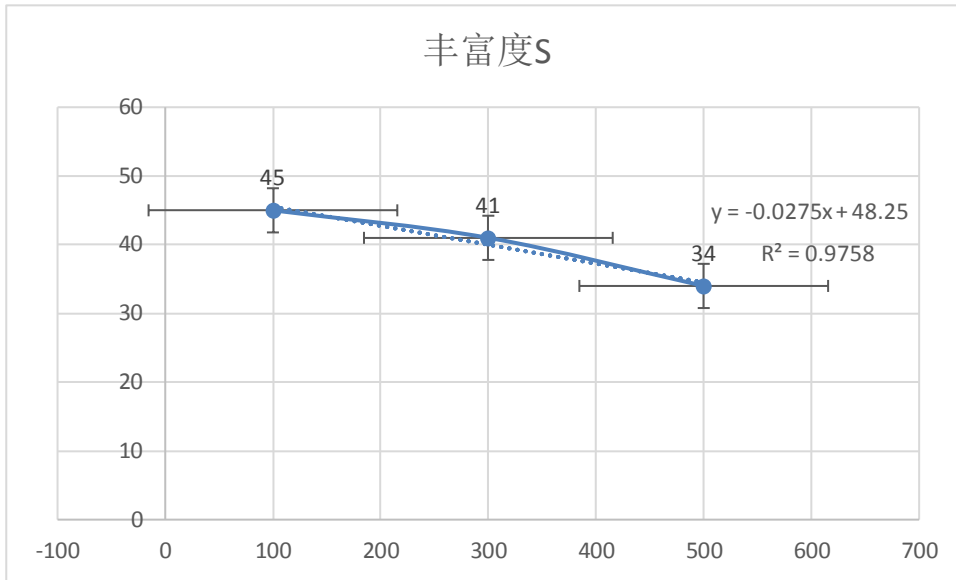


图 1 不同海拔森林群落物种丰富度趋势图

FIG. 1 Species richness trends of forest communities at different elevations

从物种多度来看 (见图 2), 海拔 100 m 样地物种平均多度最高, 明显高于海拔 300 m 样地和海拔 500 m 样地, 表明不同海拔群落物种多度也是随着海拔的升高而逐渐降低。

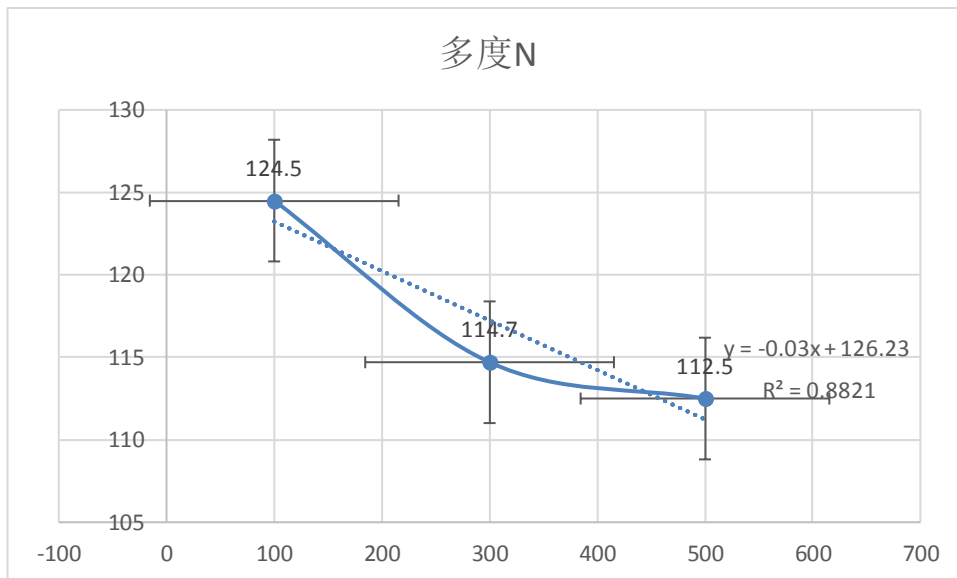


图 2 不同海拔群落物种多度趋势图

FIG. 2 Species abundance trends at different elevations

海拔 300 m 样地的 Shannon-Wiener 物种多样性指数  $D_{sw}$  均大于海拔 500 m 样地和海拔 100 m 样地 (见图 3), 说明海拔 300m 样地的生物多样性最高, 但由于受到各物种多度的影响, 海拔 300 m 样地的 Simpson 物种多样性指数  $D_{sim}$  比于海拔 500 m 样地的 Simpson 物种多样性指数  $D_{sim}$  低。海拔 100 m 样方的 Shannon-

Wiener 物种均匀性指数  $E_{sw}$  都略高于海拔 300 m 样地和海拔 500 m 样地, 这说明海拔 100 m 样地的森林群落植物分布较为均匀。

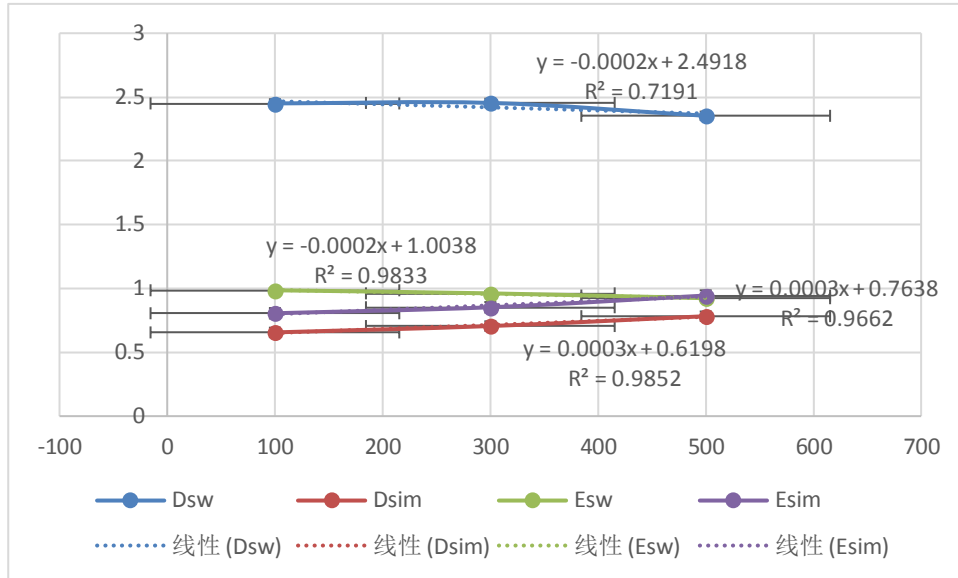


图 3 不同海拔群落多样性指数趋势图

FIG. 3 Trend of community diversity index at different elevations

### 3.4 不同海拔植物群落物种多度分布对比

根据物种总数建立物种多度分布图, 从不同海拔样地物种多度分布图可看出 (图 4, 图 5, 图 6), 三个不同海拔样地中物种个体数量较大的物种都具有较高的多度值, 具体表现为海拔 500 m 样地中, 优势种中阔鳞鳞毛蕨 (*Dryopteris championii* (Benth.) C. Chr) 和苏铁蕨 (*Brainea insignis* (Hook.) J.Sm) 无论是物种个体数还是多度均占前两位, 但优势种中有团叶陵齿蕨 (*Lindasea orbiculata* (Lam.) Mett) 和九节 (*Psychotria rubra*) 的多度值明显高于数量值比它高的物种; 海拔 300 m 样地中, 金毛狗 (*Cibotium barometz* (L.) J. Sm)、石松 (*Diaphasiastrum veitchii*) 和双盖蕨 (*Diplazium donianum*) 的多度值都在该样地中的三位, 海拔 300 m 样地中则有粽叶芦 (*Thysanolaena maxima* (Roxb.) Kuntze) 和冬青 (*Ilex chinensis* Sims) 两个物种的多度值明显高于个体数量排在其前面的物种; 而在海拔 100 m 样地中, 乌毛蕨 (*Blechnum orientale*) 的个体数量和多样度值都是该样地中的第一位, 但尽管双盖蕨 (*Diplazium donianum*) 的个体数量在海拔 100 m 样地中的第二位, 其多度值也远小于海拔 100 m 样地中个体数量排在第二位的九节 (*Psychotria rubra*), 同是优势种的苧麻 (*Boehmeria nivea* (L.) Gaudich) 和飞蛾树 (*Acer grosseri* Pax var. *hersii* (Rehd.) Rehd) 也出现多度与个体数量成反比的情况。

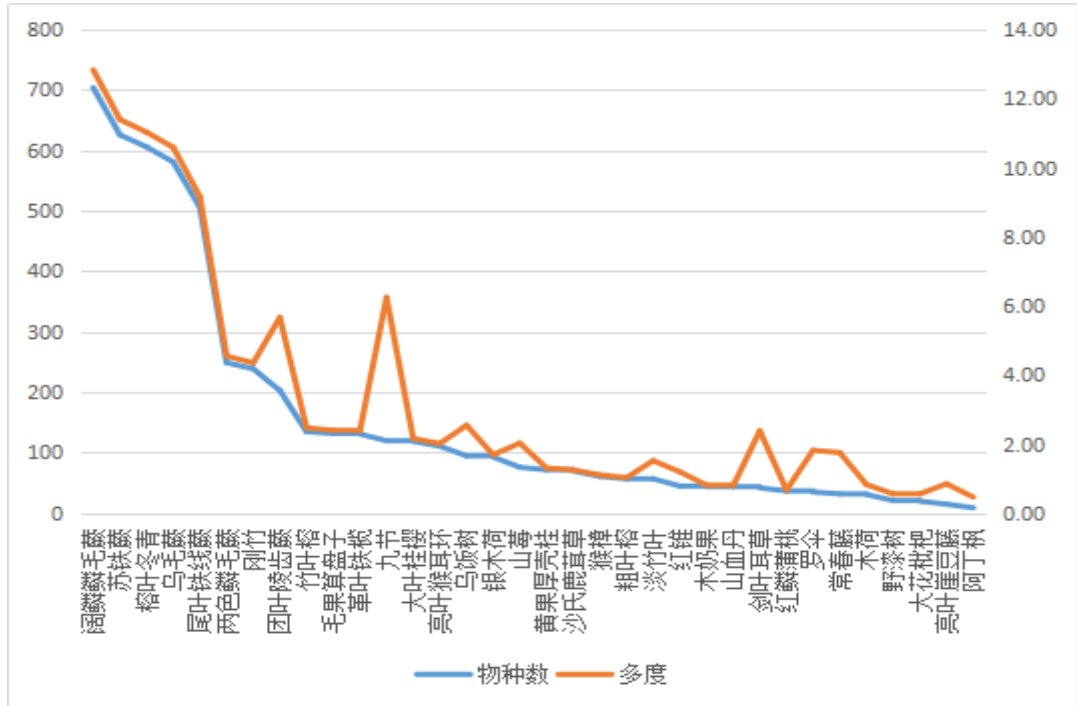


图 4 海拔 500 m 样地物种多度分布图

FIG. 4 Distribution map of species abundance in a plot 500m above sea level

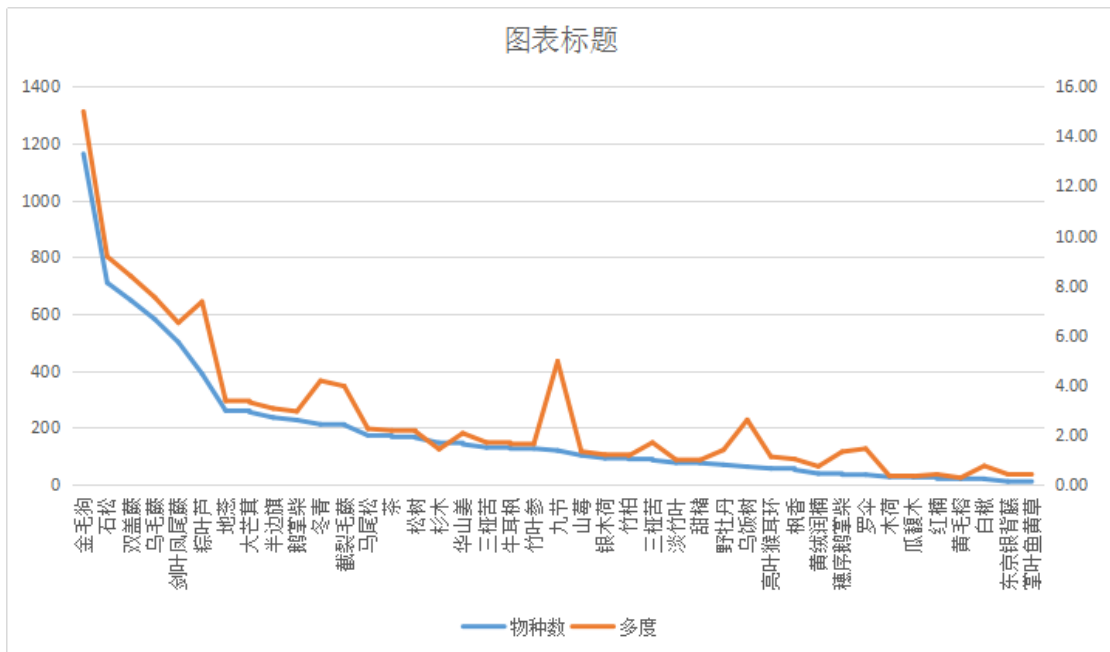


图 5 海拔 300m 样地物种多度分布图

FIG. 5 Species abundance distribution map of 300m above sea level

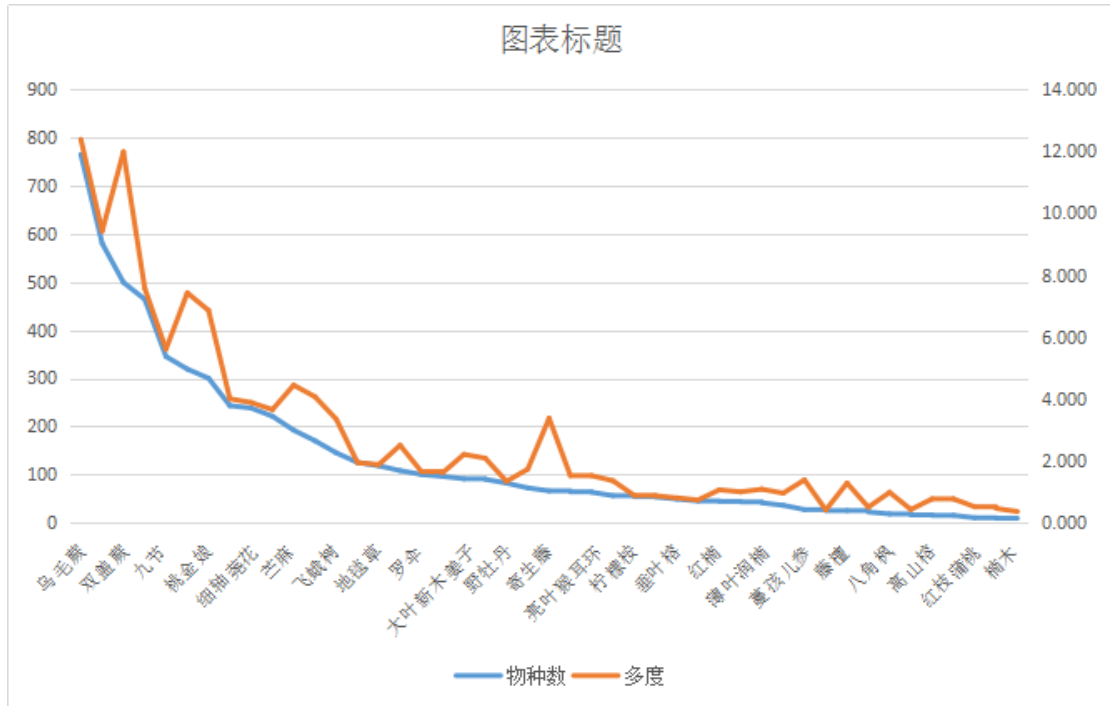


图 6 海拔 100m 样地物种多度分布图

FIG. 6 Distribution map of species abundance in 100m above sea level plots

3.5 不同海拔植物群落优势种对比

从表格中展示的物种能够看到，海拔 500 m 的样地中刚竹 (*Phyllostachys Viridis*) 所占重要值最大 (见表 4)，虽然单个的物种很小，但频度较高，所以在整个区域中仍然占有很大的重要价值;而亮叶猴耳环 (*Archidendron lucidum* (Benth.) Nielsen) 虽然相对于大叶桂樱 (*Laurocerasus zippeliana* (Miq.) Yu et Lu) 数量较少,但个体较大,相对显著度较高,而革叶铁榄 (*Sinosideroxylon wightianum*(Hook.et Arn.)Aubr) 胸径较小,相对优势度较低,但数目更多,相对多度对重要值的影响也较大,因此,在整个群落中的重要值仍旧占比较大。大叶桂樱 (*Laurocerasus zippeliana* (Miq.) Yu et Lu) 由于数量较多,相对密度对重要值的影响较大,也占有较高的重要值。灌木草本方面则以蕨类植物为主 (见表 5), 其中阔鳞鳞毛蕨 (*Dryopteris championii* (Benth.) C. Chr) 由于数量较多,所以占了海拔 500 m 样地重要值的首位。重要值排在第二位的也是蕨类植物苏铁蕨 (*Braineainsignis* (Hook.) J.Sm), 由于数量关系,重要值对比于阔鳞鳞毛蕨 (*Dryopteris championii* (Benth.) C. Chr) 的重要值差异较大。而大花枇杷 (*Eriobotrya cavaleriei* (Levl.) Rehd) 由于个体幼小,个体数量也不大,所以重要值排在较后,不同的是山血丹 (*Ardisia punctata* Lindl) 虽然个体较大,但由于个体数量不多,对重要值贡献不大,所以其重要值也较为落后。

表 4 海拔 500 m 样地乔木概况

Table 4 Overview of trees at 500m above sea level

种 Species	个体数 Individual number	平均相对密度 (%) Mean relative density	平均重要值 (%) Mean importance
红鳞蒲桃	37	0.67	0.45
刚竹	239	4.35	2.93
大叶桂樱	119	2.17	1.44
革叶铁榄	131	2.38	1.59
亮叶猴耳环	111	2.02	1.56



木奶果	44	0.82	0.55
黄果厚壳桂	72	1.31	0.87
猴樟	61	1.11	0.90
银木荷	93	1.69	1.16
红锥	45	1.20	0.85
野漆树	21	0.56	0.39
木荷	31	0.83	0.56
阿丁枫	9	0.47	0.32

表 5 海拔 500m 样地灌木、草本概况

Table 5 Overview of shrubs and herbs in the 500m elevation sample land

种 Species	个体数 Individual number	平均相对密度 (%) Mean relative density	平均重要值 (%) Mean importance
沙氏鹿茸草	70	1.25	1.34
阔鳞鳞毛蕨	704	12.84	13.73
苏铁蕨	626	11.40	12.19
榕叶冬青	606	11.03	11.79
尾叶铁线蕨	506	9.17	9.80
乌毛蕨	581	10.59	11.33
团叶陵齿蕨	203	5.66	6.06
两色鳞毛蕨	249	4.55	4.87
山血丹	44	0.79	0.85
大花枇杷	20	0.56	0.60
竹叶榕	135	2.47	2.64
毛果算盘子	132	2.40	2.57
剑叶耳草	42	2.39	2.55
粗叶榕	57	1.03	1.10
亮叶崖豆藤	15	0.85	0.91
常春藤	32	1.76	1.88
乌饭树	95	2.55	2.72
淡竹叶	57	1.52	1.63
山莓	76	2.03	2.17
九节	120	6.25	6.68
罗伞	35	1.82	1.95

海拔 300 m 样地中重要值前五的乔木占中海拔 300 m 样地乔木重要值的 49.18%。在海拔 300 m 样地中, 松树 (*Pinus*) 虽然个体数 (165 株) 比马尾松 (*Pinus massoniana Lamb*) (173 株) 少, 但由于松树个体较大, 在重要值方面仍然比马尾松 (*Pinus massoniana Lamb*) 略占优势, 说明优势度对物种占群落重要值的影响较大。而红楠 (*Machilus thunbergii Sieb.et Zucc*) 和黄绒润楠 (*Machilus grijsii Hance*) 个体数量较少, 重要值排在第十四、第十三位, 说明这两个物种较早进入该群落。杉木 (*Cunninghamia lanceolata (Lamb.) Hook*) 单个个体较大, 数量也较多, 证明该物种在样地区域中发展的比较稳定, 但由于存在杉木 (*Cunninghamia lanceolata (Lamb.) Hook*) 幼苗, 可能导致杉木 (*Cunninghamia lanceolata (Lamb.) Hook*) 在群落重要值中占比较小。在灌木草本方面则以金毛狗 (*Cibotium barometz (L.) J. Sm*)、石松 (*Diaphasiastrum veitchii*)、双盖蕨 (*Diplazium*

*donianum*) 无论在数量、多度和盖度都很高, 反映了它们在群落演替中较强的自然更新能力, 对重要值影响很大。重要值排在后面的东京银背藤 (*Argyreia pierreana*) 和瓜馥木 (*Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr) 在个体大小和数量上都不占优势, 说明这两个物种都在该群落刚刚兴起。

表 6 海拔 300 m 样地乔木概况

Table 6 Tree profile of 300 m sample site at altitude

种 Species	个体数 Individual number	平均相对密度 (%) Mean relative density	平均重要值 (%) Mean importance
松树	165	2.14	1.67
马尾松	173	2.25	1.58
穗序鹅掌柴	35	1.32	1.06
三桠苦	131	1.69	1.13
杉木	147	1.42	0.97
竹柏	90	1.16	0.97
银木荷	93	1.20	0.84
甜楮	76	0.99	0.81
黄绒润楠	39	0.74	0.49
白楸	20	0.75	0.52
木荷	27	0.35	0.23
亮叶猴耳环	57	1.12	0.90
三桠苦	86	1.69	1.13
枫香	52	1.03	0.75
红楠	21	0.41	0.30

表 7 海拔 300 m 样地灌木、草本概况

Table 7 Summary of shrubs and herbs in 300m sample land at altitude

种 Species	个体数 Individual number	平均相对密度 (%) Mean relative density	平均重要值 (%) Mean importance
金毛狗	1163	14.99	15.16
石松	710	9.17	9.27
双盖蕨	648	8.38	8.45
乌毛蕨	582	7.53	7.62
粽叶芦	390	7.35	7.32
剑叶凤尾蕨	501	6.50	6.60
截裂毛蕨	210	3.96	3.96
地菴	260	3.37	3.41

大芒萁	255	3.31	3.36
半边旗	236	3.06	3.11
鹅掌柴	227	2.94	2.99
牛耳枫	127	1.63	1.64
茶	168	2.18	2.21
竹叶参	127	1.65	1.67
华山姜	142	2.07	1.88
山莓	103	1.33	1.35
野牡丹	70	1.40	1.41
淡竹叶	77	1.00	1.01
东京银背藤	11	0.42	0.39
掌叶鱼黄草	10	0.38	0.36
瓜馥木	26	0.34	0.35
黄毛榕	21	0.28	0.28
冬青	212	4.18	4.37
乌饭树	63	2.60	2.73
九节	120	4.96	5.19

种	个体数	平均相对密度 (%)	平均重要值 (%)
Species	Individual number	Mean relative density	Mean importance
罗伞	35	1.45	1.51

海拔 100 m 样地中重要值前五的物种占海拔 100 m 样地重要值的 54.13%。海拔 100 m 样地的优势种中, 除飞蛾树 (*Acer grosseri* Pax var. *hersii* (Rehd.) Rehd. [A. *hersii* Rehd.]) 为聚集分布外, 其他物种分布比较均匀。可以看出, 飞蛾树 (*Acer grosseri* Pax var. *hersii* (Rehd.) Rehd. [A. *hersii* Rehd.]) 和银木荷 (*Schima argentea* E. Pritz. ex Diels) 个体数最多, 重要值也是群落中物种重要值的前五位。穗序鹅掌柴 (*Schefflera delavayi* (Franch.) Harms ex Diels) 和亮叶猴耳环 (*Archidendron lucidum* (Benth.) Nielsen.) 的个体数不高, 虽则仅具 56 株和 63 株, 但是重要值仍旧较大, 表明在群落的建立初期, 这两个物种就已加入了该群落, 其个体相对较大。而银木荷 (*Schima argentea* E. Pritz. ex Diels) 有 125 株, 但是, 它的重要值依旧居于大叶新木姜子之下, 可以看出, 大叶新木姜子属于海拔 100 m 样地的建群种, 该种群的形成大多数来源于老树, 因而尽管个体数量是较少的, 其相对显著度仍旧呈现较高的比例。此外在木本层中也有银木荷 (*Schima argentea* E. Pritz. ex Diels) 和飞蛾树 (*Acer grosseri* Pax var. *hersii* (Rehd.) Rehd. [A. *hersii* Rehd.]) 的小苗, 反映出它们的种子可在群落中自然萌发和生长。在灌木、草本层方面重要值占海拔 100 m 样地中最大的是乌毛蕨 (*Blechnum orientale*)。鬼针草虽然数量显著高于双盖蕨, 但重要值依然比双盖蕨小得多, 说明其频度, 盖度都不占优势。

表 8 海拔 100 m 样地乔木概况

Table 8 Overview of trees in the 100 m elevation plot

种 Species	个体数 Individual number	平均相对密度 (%) Mean relative density	平均重要值 (%) Mean importance
飞蛾树	145	3.342	2.24
银木荷	125	1.936	1.32
薄叶润楠	41	1.081	0.76
柠檬桉	54	0.880	0.69
假苹婆	53	0.868	0.60
高山榕	15	0.766	0.56
木荷	36	0.951	0.64

续表:

种 Species	个体数 Individual number	平均相对密度 (%) Mean relative density	平均重要值 (%) Mean importance
水翁蒲桃	15	0.766	0.51
楠木	7	0.358	0.44
垂叶榕	49	0.798	0.64
桉	45	0.733	0.51
红枝蒲桃	10	0.511	0.39
刺栲	9	0.460	0.36
红鳞蒲桃	22	0.499	0.38
木奶果	16	0.423	0.32
黄桐	25	0.408	0.28
穗序鹅掌柴	56	1.35	1.07
白楸	64	1.52	1.05
亮叶猴耳环	63	1.52	1.22
大叶新木姜子	91	2.21	1.70
白锥	72	1.73	1.29
红楠	44	1.06	0.80
八角枫	18	0.98	0.65

海拔 500 m 样地和海拔 100 m 样地之间有红鳞蒲桃、亮叶猴耳环、木奶果猴樟、银木荷、木荷、乌毛蕨、罗伞、淡叶竹为两群落共有种。而海拔 300 m 样地的重要种中, 银木荷、乌毛蕨、野牡丹、粽叶芦、穗序鹅掌柴、木荷、亮叶猴耳环、白楸、红楠、九节、粽叶芦、罗伞、野牡丹、淡叶竹、双盖蕨几种与海拔 100 m 样地的重要种相同, 亮叶猴耳环、乌毛蕨、银木荷与海拔 500 m 样地相同, 亮叶猴耳环、银木荷、木荷、淡叶竹、罗伞是 3 个不同海拔样地中的共有优势种。这一现象与几个样地的海拔梯度情况有关, 海拔 300 m 样地位于海拔 500 m 样地与海拔 100 m 样地的中间, 所以, 两个样地与优势种各自存有部分类同, 展现出趋势: 即随海拔升高, 群落物种的组成也会呈现逐渐减少的变更趋向。

表 9 海拔 100 m 样地灌木、草本概况

Table 9 General situation of shrubs and herbs in 100 m above sea level plots

种	个体数	平均相对密度 (%)	平均重要值 (%)
Species	Individual number	Mean relative density	Mean importance
乌毛蕨	765	12.387	13.13
鬼针草	580	9.425	10.00
红背山麻杆	319	7.425	7.84
粽叶芦	464	7.575	8.04
阔叶箬竹	243	4.002	4.24
九节	345	5.606	5.95
苎麻	192	4.442	4.69
杜英	221	3.652	3.88
细轴堇花	238	3.881	4.12
光叶海桐	108	2.498	2.64
朱砂根	90	2.082	2.20
罗伞	100	1.649	1.75
野牡丹	82	1.333	1.42
三叶地锦	96	1.610	1.71
种	个体数	平均相对密度 (%)	平均重要值 (%)
寄生藤	66	3.372	3.56
藤檀	25	1.277	1.35
地毯草	118	1.876	1.99
蔓孩儿参	27	1.380	1.46
大芒萁	170	4.07	4.33
淡竹叶	43	0.99	1.06
双盖蕨	499	11.98	12.75

从调查中的 3 个样地能看到, 森林群落在不同海拔上的结构形成具有一定差别, 源于海拔对物种群落的作用。3 个样地间具有相对的海拔梯度, 而海拔与地理位置的不同也作用于样地内水分、温度、土壤、气候, 等数个方面, 上述因子又从而不同程度上对影响了群落的物种。

## 4 结论

对于物种组成而言, 广东清远笔架山风景保护区植被类型复杂多样, 共 3 个植被型组。3 个样地之间灌木、草本层和乔木层的主要种类组成不相近。物种组成可以说是植物群落最重要的特征之一。通过数量统计分析系统地研究植物群落中的种属关系, 这是判断种群类型的重要依据。科的大小, 属的大小和所包括的物种数量是群落结构的具体表现形式。海拔 500 m 样地内有 25 科 32 属 34 种, 海拔 300 m 样地内有 32 科 34 属 41 种, 海拔 100 m 样地内有 29 科 39 属 45 种, 森林群落物种丰富度, 据海拔升高, 从而呈现出逐渐减少的变化趋势。而从重要值上了解, 在海拔 300 m 样地的物种里面, 分别有 15 种与 3 种同其他两个样地一样, 体现在不同的样地间, 其优势种的过渡情况, 3 个样地具有同样的共有优势种, 表明笔架山自然保护区的森林群落物种变化受到海拔的垂直方向上的影响。

从物种丰富度 S 来看, 海拔 100 m 样地物种丰富度最高, 与海拔 300 m 样地物种丰富度明显高于海拔 500 m 样地, 但海拔 100 m 样地的多度 N 略高于海拔 300 m 样地的多度 N, 说明海拔 300 m 样地的物种个

体数明显高于海拔 100 m 的物种个体数。表明：森林群落的物种丰富度，会随海拔增加而逐渐降低，基本符合了山地植物群落垂直梯度的变化规律，与参考文献中《岑王老山不同海拔森林群落结构比较》的群落结构变化大致相同，说明广东与广西森林群落受到海拔梯度影响的变化都是随海拔的升高，物种丰富度逐渐下降的趋势。

在本文研究中，物种多样性随海拔的变化而变化。这说明海拔因子在地形因子中有极为重要的作用，海拔每升高 100 m，气温下降 0.5 摄氏度，温度的下降也是海拔对群落结构产生影响的一个体现<sup>[9]</sup>。而以后，即将可以开展对于土壤因子、气象因子等其他环境因子的研究，以期更完善地对该地区森林群落结构的变化机制进行解释。

在物种多度分布方面，三个不同海拔样方随着海拔逐渐升高呈现出多度值与个体数量成反比的物种逐渐减少的趋势。而物种多度是指一定位置区域的森林群落里面不同物种存在的数量，反映了一个物种占用资源的能力<sup>[10]</sup>。物种多度分布格局是群落中不同物种之间互相影响的结果，也是描述植物群落生物多样性的基本指标之一<sup>[11]</sup>。和传统生物多样性指数进行比较，它可以更真实地反映出物种在时空上的分布，有助于进一步知悉植物群落物种多样性的构成和保持机制，在探索群落结构和生态学过程中不可或缺，拥有的重要意义。

本文上述研究所使用的方法和数据的处理均来源于权威学家所使用研究方法和数据处理手段。但为适应实际的场地情况而有所改良，在物种调查中若能将木本层，灌木、草本层两个多样性指数分开调查和计算，所得的多样性指数可能更加简单、直观的分析出不同海拔梯度对森林群落物种的影响。

随着生态文明建设大力推进，绿水青山就是金山银山的理念深入人心。保护生态环境就是保护自然价值和增值自然资本，就是保护经济社会发展潜力和后劲，使绿水青山持续发挥生态效益和经济社会效益。保护绿水青山、蓝天白云，我们每个人都应该是生态环境的保护者、建设者、受益者。让我们尽情享受美丽春光，积极踊跃行动起来，呵护一草一木、一虫一鱼，减少能源资源消耗和污染排放，为保护生态环境、建设美丽中国做出自己的贡献。本研究通过对不同海拔森林群落结构的差异研究，能有效发现笔架山自然保护区存在的生态及养护问题，为笔架山自然保护区的保护和建设工作提供一定参考。