

银瓶山森林公园润楠属植物群落多样性研究*

古文强¹ 梁燕飞¹ 陈进¹ 邓智文²
温汉华¹ 吴惠兰¹ 陈国锋¹ 张中瑞²

(1. 东莞市银瓶山森林公园, 广东 东莞 523603; 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 广州 510520)

摘要 为了解银瓶山森林公园润楠属植物的群落组成、物种多样性及其与海拔因子的关系, 对森林公园内不同海拔的 12 块样地进行调查研究, 计算乔木层、灌木层和草本层的物种丰富度指数、Simpson 优势度指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数, 分析群落物种多样性与海拔之间的相关性, 结果表明: 银瓶山润楠属群落中共有 70 种植物, 隶属于 41 科 58 属。各植物群落的物种丰富度指数(S)、Simpson 优势度指数(D)、Shannon-Wiener 多样性指数(H') 整体表现为灌木层 > 草本层 > 乔木层, Pielou 均匀度指数(E) 表现为草本层 > 灌木层 > 乔木层。不同群落的乔木层植物物种多样性沿海拔梯度呈先上升后下降的单峰模式, 灌木层和草本层的物种丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数均表现为随着海拔的升高而逐渐下降的规律; Simpson 优势度指数、Pielou 均匀度指数未呈现明显规律。

关键词 润楠属; 群落结构; 物种多样性; 海拔

中图分类号: X176 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2021) 06-0176-06

Diversity of *Machilus* Plant Communities in Yinpingshan Forest Park

GU Wenqiang¹ LIANG Yanfei¹ CHEN Jin¹ DENG Zhiwen²
WEN Hanhua¹ WU Huilan¹ CHEN Guofeng¹ ZHANG Zhongrui²

(1. Dongguan Yinpingshan Forest Park, Dongguan, Guangdong 523603, China; 2. Guangdong Academy of Forestry / Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract With the aim of revealing the community composition, species diversity and relationship with elevation factors of the *Machilus* in Yinpingshan Forest Park, we calculated the species richness index, Simpson dominance index, Shannon-Wiener diversity index and Pielou evenness index for the tree, shrub and herbaceous layers of the community in 12 sample plots at different elevations in the forest park, and analysed the correlation between community species diversity and elevation. The results showed that there were 70 species of plants belonging to 41 families and 58 genera in the community of *Machilus* in Yinpingshan Mountain. The species richness index (S), Simpson dominance index (D) and Shannon-Wiener diversity index (H') of each plant community showed that shrub layer > herb layer > tree layer, and the Pielou evenness index (E) showed that herb layer > shrub layer > tree layer. The diversity of plant species in the tree layer of different communities showed a single-peaked pattern of increasing and then decreasing along the elevation gradient, and the species richness index and Shannon-Wiener diversity index of the shrub layer and herb layer showed a gradual decrease with increasing elevation; Simpson dominance index and Pielou evenness index showed no obvious pattern.

Key words *Machilus* genus; community structure; species diversity; elevation

第一作者: 古文强 (1968—), 男, 高级工程师, 主要从事森林公园建设与管理、森林资源管理等方面工作, E-mail: 879696335@qq.com。

通信作者: 张中瑞 (1987—), 男, 工程师, 主要从事林业经济研究, E-mail: zhangzhongrui126@126.com。

植被是区域环境的重要组成部分,在长时间的环境变化中通过自我调节和适应最终形成植物群落^[1-2]。物种组成是群落最基本的特征,是形成群落结构的基础^[3]。植物群落结构与物种多样性是反映植物群落内各物种在组成、结构和动态方面存在差异程度的指标^[4-5],与气候、海拔、地形等环境因子紧密相关^[6]。应用物种多样性指数可以更好地认识物种的组成、变化和发展,同时对物种多样性的测定也可以反映物种的生存环境状况^[7]。海拔梯度综合了温度、湿度、光照等多种环境因子,是影响物种多样性格局的重要因素。局域范围内的山地小气候造成植物群落物种多样性的海拔梯度格局的差异性,也反映物种的丰富度、多样性、均匀度与群落的相互关系^[8]。

樟科润楠属植物在中国约有 70 种,集中分布于长江以南各省(区)^[9],广东约有润楠属植物 25 种,代表性的种有红楠 *Machilus thunbergii*、短序润楠 *M. breviflora*、浙江润楠 *M. chekiangensis* 等^[10]。近年来,许多学者对不同自然保护区的润楠属植物群落开展了相关研究,例如刘福权等^[11]对粤北次生常绿阔叶林刨花润楠、华润楠的优势种群结构及分布格局进行了研究;陈纯秀等^[12]对茂名林洲顶自然保护区内的华润楠种群进行了生态位的计测与分析;戴文坛等^[13]研究分析了南雄青嶂山常绿阔叶林的物种多样性及种群的年龄、高度结构特征。

润楠群落作为银瓶山森林植被的主体和核心,分布面积大,林相保存完整,种质资源丰富。有关银瓶山润楠属植物群落多样性的相关研究少见报道。因此,本文以银瓶山天然润楠林为研究对象,运用群落丰富度指数、多样性指数、均匀度指数、优势度指数等研究各群落不同层次物种多样性及其与海拔因子之间的关系,以为银瓶山森林公园生物多样性保护和自然资源的可持续利用提供科学的依据。

1 研究区域概况

东莞市银瓶山森林公园位于广东省东莞市东部,谢岗镇境内,属低山丘陵,地势为东北高,西部略低,海拔平均在 200~800 m,总面积为 2 518.3 hm²。银瓶山森林公园地处北回归线以南,属亚热带季风气候,年平均气温在 21~22 ℃ 之间。一年中以 1 月份气温最低,平均在 13~14 ℃

之间。7 月份平均气温最高,在 27~28 ℃ 之间,年降雨量 1 767.8 mm,多集中在 4—9 月;年平均相对湿度 79%。土壤成土母质为第四纪近代砂页岩、花岗岩,地带性土壤为南亚热带赤红壤。山上普遍可见裸露岩石,土层浅薄,大部分土壤土层为 30~60 cm,表土层多为 5~15 cm,质地为轻粘中壤土,结构为粒状或块状。

2 研究方法

2.1 样地设置

银瓶山森林公园润楠属森林群落主要分布在海拔 300~800 m 的爆石山一带,经过多次路线调查后,在不同海拔区域的不同群落类型中选择代表性地块设置样地,样地面积为 20 m×20 m,每个海拔梯度设置 3 块样地,共计 12 块样地,将每块样地分成 6 个 10 m×10 m 的样方,用于乔木调查,再于每个 10×10 m 样方中选取一个 2 m×2 m 的小样方用于灌木及草本类植物调查。记录样地基本信息。

表 1 银瓶山润楠属植物群落研究样地概况

Table 1 Characteristics of the sample sites for the study of the *Machilus* community in Yinping mountain

群落类型 Type of community	中心经度 Central longitudes	中心纬度 Central latitude	海拔 /m Central altitude
群落 I	114°08'7.30"E	22°53'9.60"N	517
群落 II	114°08'2.66"E	22°53'29.12"N	567
群落 III	114°08'10.29"E	22°53'42.33"N	646
群落 IV	114°08'19.75"E	22°53'19.22"N	712

2.2 植物调查

调查记录样方内乔木层、灌木层、草本层植物名称、数量等。

2.3 数据处理

2.3.1 物种多样性计算 本研究选取 4 种测度指标来分析群落物种多样性特征,分别是:物种丰富度指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数、Pielou 均匀度指数^[14-16]。计算方法分别为:

物种丰富度指数 (S): $S = N$

Simpson 优势度指数 (D): $D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$

Shannon-Wiener 多样性指数 (H'):

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Pielou 指数 (E): $E=H'/\ln S$

其中: S 是出现在样地中的物种总数, N 为群落(样地)中所有物种个体总数, P_i 是种 i 的个体数占所有种个体数的比率。

2.3.2 数据分析 采用多项式曲线拟合的方法, 以森林群落乔、灌、草 3 层的物种多样性指数为纵坐标, 海拔梯度为横坐标进行趋势曲线拟合。以上数据处理和曲线拟合均在 Excel 2016 软件中完成。

3 结果与分析

3.1 银瓶山润楠属植物群落物种组成

本次样点调查共记录乔灌草植物 70 种, 隶属 41 科 58 属。其中群落 I 有 46 种植物, 隶属 29 科 41 属, 群落 II 有 41 种植物, 隶属 26 科 36 属, 群落 III 有 37 种植物, 隶属 26 科 32 属, 群落 IV 有 33 种植物, 隶属 23 科 29 属。调查区域植物种类较多的科有茜草科(5 属 6 种)、樟科(4 属 6 种)、禾本科(3 属 4 种)、紫金牛科(2 属 4 种)和桑科(1 属 4 种); 单属单种植物有 47 种, 约占总物种数的 67%。随着海拔的升高, 群落的科、属、种数逐渐降低。

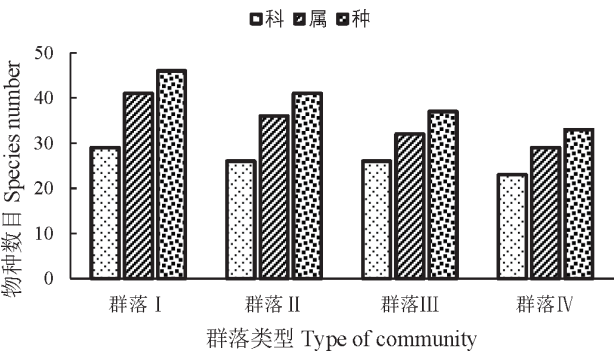


图 1 银瓶山不同群落科、属、种分布

Fig.1 The distribution of families, genera and species for different communities in Yinping mountain

3.2 银瓶山润楠属植物群落物种多样性

植物群落物种多样性不仅是度量一个群落结构和功能复杂性的重要指标, 而且是植物分布均匀度与丰富度的综合体现^[17]。由表 2 可知, 银瓶山各润楠属植物群落不同层次的物种丰富度指数(S)、Simpson 优势度指数(D)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')的变化趋势一致, 表现为灌木层 > 草本层 > 乔木层; 群落 II、群落 III、群落 IV 中 Pielou 均匀度指数(E)的变化趋势一致, 表现为草本层 > 灌木层 > 乔木层。在乔木层中, Simpson 优势度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数均以群落 II 的最大, 多样性程度最高, 各指数大小分别为 0.73、1.50 和 0.84; 群落 IV 的多样性指数均最小, 乔木层多样性程度最低, 各指数大小分别为 5、0.26、0.59 和 0.37。在灌木层中, 群落 I、群落 II 的物种丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数较高, 分别为 28、26 和 3.24、3.12; 4 种群落的 Simpson 优势度指数和 Pielou 均匀度指数差异不大。在草本层, 群落 I 的物种丰富度指数、Simpson 优势度指数、Shannon-Wiener 多样性指数最大, 分别为 18、0.93 和 2.78。

3.3 银瓶山润楠属植物群落物种多样性与海拔因子的关系分析

通过对银瓶山润楠属植物群落不同层次的物种多样性与海拔做多项式曲线拟合, 结果如表 3 所示。乔木层物种丰富度指数、Simpson 优势度指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数均表现出随着海拔的升高呈先上升后下降的单峰趋势, 最高值出现在 550~650 m 的中海拔地段(图 2)。

灌木层物种丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数均表现为随着海拔的升高而逐渐下降的

表 2 银瓶山各群落类型乔木层、灌木层和草本层的物种多样性指数

Table 2 Species diversity indices of tree layer, shrub layer and herb layer of various communities types in Yinping mountain

群落类型 Type of community	海拔 /m Altitude	乔木层 Tree layer				灌木层 Shrub layer				草本层 Herb layer			
		S	D	H'	E	S	D	H'	E	S	D	H'	E
群落 I	517	6	0.39	0.89	0.49	28	0.96	3.24	0.97	18	0.93	2.78	0.96
群落 II	567	6	0.73	1.50	0.84	26	0.95	3.12	0.96	13	0.91	2.48	0.97
群落 III	646	8	0.46	1.04	0.50	18	0.92	2.70	0.93	15	0.92	2.61	0.97
群落 IV	712	5	0.26	0.59	0.37	17	0.93	2.75	0.97	13	0.91	2.50	0.97

规律, Simpson 优势度指数、Pielou 均匀度指数未呈现明显规律 (图 3)。

草本层物种丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数均表现为随着海拔的升高而逐渐下降, Simpson 优势度指数、Pielou 均匀度指数未呈现明显规律 (图 4)。

4 结论与讨论

群落结构和物种组成不仅反映群落中物种间的关系, 也反映环境对物种生存和生长的影响^[18-19]。银瓶山润楠属群落中有 70 种植物, 隶属于 41 科 58 属, 以茜草科、樟科、禾本科、紫金牛科和桑科种类较多, 常绿阔叶树种占绝对优势, 反映出亚热带地区雨水充沛、光照足的气候特征。研究

结果表明, 群落的科、属、种数量表现出随着海拔的升高而逐渐降低的趋势。

物种多样性作为植物群落功能结构的基本特征, 能够客观地表征群落组成状况^[20]。通过分析物种多样性指标, 研究发现银瓶山润楠属 4 种群落中各层次间的多样性指数整体表现为灌木层 > 草本层 > 乔木层, 这是因为灌木层中分布大量的乔木幼苗和灌丛, 植物种类丰富且分布均匀, 使得灌木层的多样性指数最高, 这与伊贤贵^[21]对黄山不同海拔森林群落的研究结果灌木层 > 乔木层 > 草本层相一致, 两者均表现出灌木层多样性指数最高的特征, 区别在于本研究中乔木层的多样性指数最低, 这是因为银瓶山群落中润楠属乔木为优势建群种, 物种数单一, 所以乔木层多样性指

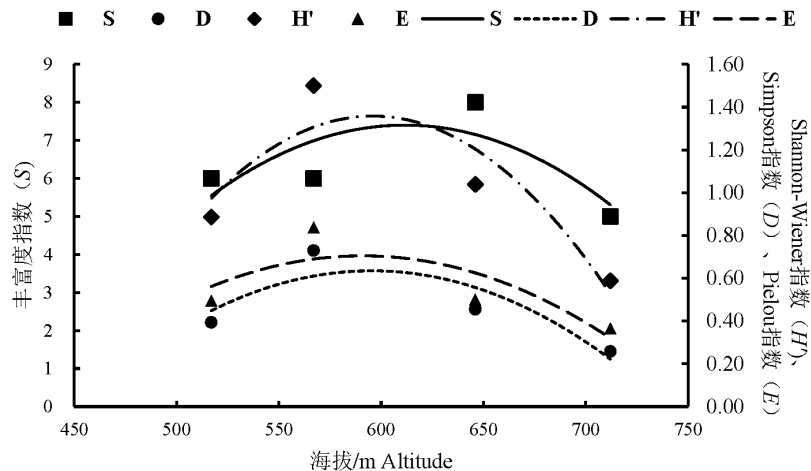


图 2 银瓶山不同群落类型的乔木层物种多样性指数沿海拔的变化趋势

Fig.2 Trends of species diversity indices of tree layer along altitude for different community types in Yinping mountain

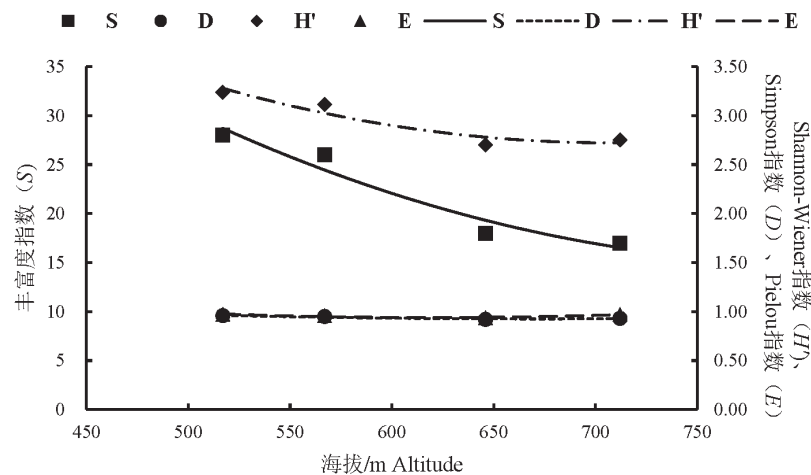


图 3 银瓶山不同群落类型的灌木层物种多样性指数沿海拔的变化趋势

Fig.3 Trends of species diversity indices of shrub layer along altitude for different community types in Yinping mountain

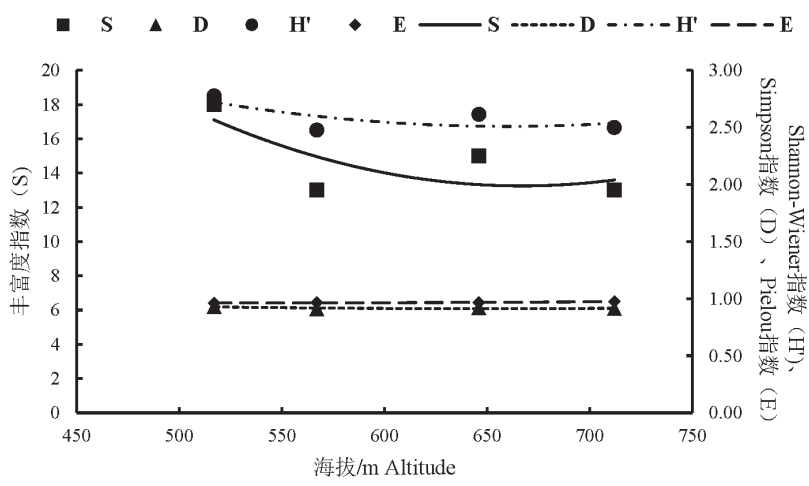


图 4 银瓶山不同群落类型的草本层物种多样性指数沿海拔的变化趋势

Fig.4 Trends of species diversity indices of herb layer along altitude for different community types in Yinping mountain

表 3 银瓶山不同群落类型各层次物种多样性拟合曲线

Table 3 Fitting curves of species diversity indices at various layers of different community types in Yinping mountain

层次 Layers	物种多样性指数 Species diversity indices	拟合曲线方程 Fitting curves	拟合优度 Goodness of fit
乔木层	<i>S</i>	$y = -2.0 \times 10^{-4}x^2 + 0.254x - 70.266$	$R^2 = 0.580\ 3$
	<i>D</i>	$y = -3.0 \times 10^{-5}x^2 + 0.036\ 1x - 10.125$	$R^2 = 0.754\ 5$
	<i>H'</i>	$y = -6.0 \times 10^{-5}x^2 + 0.073\ 5x - 20.529$	$R^2 = 0.824\ 9$
	<i>E</i>	$y = -3.0 \times 10^{-5}x^2 + 0.031x - 8.459\ 4$	$R^2 = 0.639\ 7$
灌木层	<i>S</i>	$y = 2.0 \times 10^{-4}x^2 - 0.254\ 2x + 118.43$	$R^2 = 0.947\ 6$
	<i>D</i>	$y = 2.0 \times 10^{-6}x^2 - 0.002x + 1.606\ 2$	$R^2 = 0.870\ 2$
	<i>H'</i>	$y = 2.0 \times 10^{-5}x^2 - 0.021\ 8x + 10.426$	$R^2 = 0.919\ 7$
	<i>E</i>	$y = 3.0 \times 10^{-6}x^2 - 0.004\ 3x + 2.256\ 2$	$R^2 = 0.857\ 9$
草本层	<i>S</i>	$y = 2.0 \times 10^{-4}x^2 - 0.228\ 8x + 89.542$	$R^2 = 0.533\ 4$
	<i>D</i>	$y = 9.0 \times 10^{-7}x^2 - 0.001\ 1x + 1.282$	$R^2 = 0.453$
	<i>H'</i>	$y = 1.0 \times 10^{-5}x^2 - 0.013\ 7x + 7.039$	$R^2 = 0.467\ 8$
	<i>E</i>	$y = 2.0 \times 10^{-7}x^2 - 0.000\ 2x + 1.021\ 2$	$R^2 = 0.862\ 8$

数较低。

海拔作为植物群落物种多样性的主要生态因子，直接影响着区域中的水热条件，从而改变林下植物的分布、组成和结构，形成了物种多样性的海拔梯度格局^[22-23]。有研究表明甘肃莲花山保护区^[8]、秦岭中段太白山^[23]、石门森林公园^[24]森林植物群落乔木层的物种多样性均呈现出随着海拔升高先升后降的趋势。通过对银瓶山润楠属植物群落物种多样性调查，研究表明乔木层物种多样性指数也表现出相同的海拔梯度格局，即随着

海拔的升高呈先升后降的单峰模式。

本研究中灌木层、草本层的物种丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数表现为随着海拔的升高而逐渐下降，Simpson 优势度指数、Pielou 均匀度指数未呈现明显规律。与张恒庆等^[25]关于步云山森林植物群落物种多样性在海拔梯度上变化的研究结果不一致，出现这种差异的原因是随着海拔高度的增加，银瓶山润楠群落林内温度降低，郁闭度增大^[24]，抑制了灌木和草本植物的生长。银瓶山的海拔梯度在 450~850 m，比步云山的

450~1 050 m 海拔梯度低, 形成不同的地理环境, 进而影响了不同山体间的群落多样性。

参考文献

- [1] LIETH H. Primary production of the major vegetation units of the world [J]. Springer Berlin Heidelberg, 1985(14): 237-263.
- [2] 余娇娥, 司宏敏, 吴雪涛, 等. 海拔梯度下元谋干热河谷植物群落特征[J]. 生态环境学报, 2018, 27(11): 2017-2022.
- [3] 仲磊, 张杨家豪, 卢品, 等. 次生常绿阔叶林的群落结构与物种组成: 基于浙江乌岩岭9 ha森林动态样地[J]. 生物多样性, 2015, 23(5): 619-629.
- [4] 任青山. 西藏冷杉原始林群落物种多样性初步研究[J]. 生态学杂志, 2002(2): 67-70.
- [5] 黄梅, 戴晓勇, 杨成华, 等. 阔柄杜鵑典型植物群落的结构及其多样性特征分析[J]. 西部林业科学, 2020, 49(2): 113-120;136.
- [6] 刘庆福, 刘洋, 孙小丽, 等. 气候假说对内蒙古草原群落物种多样性格局的解释[J]. 生物多样性, 2015, 23(4): 463-470.
- [7] 周本智, 傅懋毅, 李正才, 等. 浙西北天然次生林群落物种多样性研究[J]. 林业科学研究, 2005(4): 406-411.
- [8] 王德君, 韩国君, 高智辉, 等. 甘肃莲花山植物群落物种多样性对海拔梯度的响应[J]. 西北林学院学报, 2020, 35(6): 96-102.
- [9] 林夏珍. 浙江润楠属植物的数量分类[J]. 林业科学, 2007(11): 151-156.
- [10] 戴磊, 冯志坚, 李文峰. 4种润楠属植物精油成分分析[J]. 福建林业科技, 2013, 40(1): 49-51.
- [11] 刘福权, 郭乐东, 马旭东. 粤北次生常绿阔叶林优势种群结构及分布格局研究[J]. 林业与环境科学, 2011, 27(4): 12-18.
- [12] 陈纯秀, 冯志坚, 李镇魁. 茂名林洲顶自然保护区主要森林群落优势种群生态位研究[J]. 林业与环境科学, 2015, 31(5): 35-40.
- [13] 戴文坛, 陈伟霖, 缪绅裕, 等. 南雄青嶂山常绿阔叶林优势物种组成与结构分析[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(2): 8-13.
- [14] 李博. 普通生态学[M]. 2版. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1993: 111-114.
- [15] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995(3): 268-277.
- [16] 宋相金, 束祖飞, 戴文坛, 等. 粤北车八岭杉木人工林物种多样性及优势植物种群结构[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(1): 1-8.
- [17] 司瑞, 刘冰, 赵文智, 等. 黑河下游尾间区植物群落物种多样性与稳定性格局[J]. 中国沙漠, 2021, 41(3): 174-184.
- [18] TILMAN D, REICH PB, KNOPS JMH. Biodiversity and ecosystem stability in a decade long grassland experiment[J]. Nature, 2006, 441(7093): 629-632.
- [19] 韩路, 陈家力, 王家强, 等. 塔河源荒漠河岸林群落物种组成、结构与植物区系特征[J]. 植物科学学报, 2019, 37(3): 324-336.
- [20] 张晓龙, 周继华, 蔡文涛, 等. 水分梯度下黑河流域荒漠植物群落多样性特征[J]. 生态学报, 2017, 37(14): 4627-4635.
- [21] 伊贤贵, 丁晖, 方炎明, 等. 基于固定样地的黄山不同海拔森林群落物种多样性分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, 42(1): 149-155.
- [22] 唐志尧, 方精云. 植物物种多样性的垂直分布格局[J]. 生物多样性, 2004(1): 20-28.
- [23] 仝玉琴, 王军利, 韩振江. 秦岭中段锐齿槲栎天然次生林群落的物种多样性研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2019, 47(2): 69-78.
- [24] 邹文涛, 姜艳, 尹光天, 等. 石门森林公园不同海拔或坡向林地物种多样性的比较[J]. 中南林业科技大学学报, 2014, 34(4): 77-81.
- [25] 张恒庆, 王海双, 焦悦, 等. 步云山森林植物群落物种多样性及其与海拔因子的关系[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2021, 44(1): 57-65.