

南雄青嶂山常绿阔叶林优势物种组成与结构分析^{*}

戴文坛¹ 陈伟霖¹ 缪绅裕¹ 陶文琴¹
胡 辉² 张英宏² 陈志红²

(1. 广州大学 生命科学学院, 广东 广州 510006; 2. 广东南雄小流坑—青嶂山省级自然保护区, 广东 南雄 512421)

摘要 基于1 hm²的固定样地数据, 对粤北南雄小流坑—青嶂山保护区亚热带常绿阔叶林的物种多样性及优势植物种群的年龄、高度结构等特征进行了分析, 以探讨森林群落的稳定性与演替进程。结果表明, 样地中出现胸径≥1.0 cm的植物38科58属74种, 个体总数1 621株, 建群种为木荷(*Schima superba*)和红锥(*Castanopsis hystrix*), 重要值分别为16.56和12.00; 优势种为赤皮青冈(*Cyclobalanopsis gilva*)、黄樟(*Cinnamomum porrectum*)、华润楠(*Machilus chinensis*)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*); 群落优势科为山茶科、壳斗科、樟科、茜草科; 群落整体上处于稳定阶段, 其中木荷和青冈为稳定至早衰种群, 红锥和赤皮青冈为基本稳定种群, 华润楠为稳定种群, 黄樟为衰老种群; 各植物种群高度结构各具特色, 其中木荷、华润楠和青冈对整个群落的高度结构影响较大。

关键词 常绿阔叶林; 优势植物种群; 年龄结构; 高度结构; 青嶂山

中图分类号: S796 文献标识码: A 文章编号: 2096-2053 (2017) 02-0008-06

Analysis on the Composition and Structure of Dominant Species within an Evergreen Broadleaved Forest in Qingzhangshan, Nanxiong

DAI Wentan¹ CHEN Weilin¹ MIAO Shenyu¹ TAO Wenqin¹
HU Hui² ZHANG Yinghong² CHEN Zhihong²

(1. School of Life Sciences, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong 510006, China;

2. Xiaoliukeng-Qingzhangshan Provincial Nature Reserves, Nanxiong, Guangdong 512421, China)

Abstract Based on the data of one square hectometer permanent plot, the species diversity, age structure and height structure of dominant species populations within a evergreen broadleaved forest at Xiaoliukeng-Qingzhangshan Provincial Nature Reserve of northern Guangdong were analyzed, so as to study the stability and process of community succession. The results showed that there were 74 species belong to 38 families and 58 genera with diameter of breast height more than 1.0 cm and the total individual number was 1 621. The constructive species were *Schima superba* and *Castanopsis hystrix*, the important values were 16.56 and 12.00, respectively. Meanwhile, the dominant species were *Cyclobalanopsis gilva*, *Cinnamomum porrectum*, *Machilus chinensis*, and *Cyclobalanopsis glauca*. The dominant families were Theaceae, Fagaceae, Lauraceae, and Rubiaceae. The community was basically of stable stage, the populations of *Schima superba* and *Cyclobalanopsis glauca* were stable to early declined stage; the populations of *Castanopsis hystrix* and *Cyclobalanopsis gilva* were basically stable stage; the *Machilus chinensis* population was stable stage, while the *Cinnamomum porrectum* population was typical declined. The height struc-

^{*} 基金项目: 广东省自然保护区专项基金“广东南雄小流坑—青嶂山省级自然保护区珍稀濒危动植物生态监测与评估项目”(GDHS15SGFG10122)。

第一作者: 戴文坛(1993—), 男, 在读硕士研究生, 研究方向为植物生态, E-mail: 704187475@qq.com。

通信作者: 缪绅裕(1965—), 男, 教授, 主要从事植物多样性研究, E-mail: 272118197@qq.com。

tures of each plant were various and among all plants in the plot, *Schima superba*, *Machilus chinensis* and *Cyclobalanopsis glauca* made a strong impact on the height structure of the whole community.

Key words evergreen broadleaved forest; dominant plant population; age structure; height structure; Qingzhangshan

广东南雄小流坑—青嶂山省级自然保护区位于广东北部南雄市, 重点保护亚热带森林生态系统及珍稀动植物资源, 由小流坑 (面积 873.8 hm²) 和青嶂山 (面积 7 000.2 hm²) 两部分组成, 总面积 7 874 hm², 其中核心区面积 3 844.5 hm², 缓冲区面积 1 699.9 hm², 实验区面积 2 329.6 hm², 森林覆盖率 89.1%^[1]。近年来, 对中国常绿阔叶林的研究涉及生物量的异速生长^[2]、地形和土壤因素对本植物种类组合的影响^[3]、碳存储^[4]、倒木的呼吸作用^[5]等方面。2016年8月, 为深入了解保护区内的森林植被的植物多样性及群落结构, 笔者等在青嶂山保存较完好的亚热带常绿阔叶林中, 设置了1个1 hm²的固定监测样地, 对样地内的植物多样性进行详细调查, 以期揭示该地区植被的物种组成、结构特征及演替规律, 为区域生态环境的恢复、植物多样性保护、资源可持续利用提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 自然概况

青嶂山地处北回归线北侧, 大庾岭南麓, 主峰海拔 917 m, 属亚热带季风湿润气候区。年均气温 19.6 °C; 极端最低气温 -6.2 °C, 极端最高气温 39.5 °C。年均太阳辐射 111.7 kcal · m⁻², ≥ 10 °C 的有效积温 7 177.9 °C, 降雨量 1 551.1 mm, 蒸发量 1 678.7 mm。区内以红壤为主, 分布于海拔 250~700 m 低山、中高丘陵及中低山麓地带^[6]。

1.2 研究方法

于 2016 年 8 月下旬, 在青嶂山黄坑下屋的常绿阔叶林中 (GPS 坐标为 114° 25' 43.7" E, 25° 03' 25.8" N, 海拔 300 m) 设置 1 个 1 hm² 固定样地 (划分为 100 个 10 m × 10 m 样方), 乔木、灌木草本层的具体调查测定法均参照《广东省自然保护区植物多样性调查技术规范 (报审稿)》^[7], 其中乔木层个体的起测胸径为 1.0 cm。按照该技术规范, 传统意义上的藤本植物也纳入了测定范围。年龄结构调查采用胸径替代的 5 级分类法^[8] (高度 < 33 cm 为 I 级幼苗、高度 ≥ 33 cm 且胸径

< 2.5 cm 为 II 级幼苗、胸径在 2.5~7.4 cm 之间为小树、胸径在 7.5~22.4 cm 为中树、胸径 ≥ 22.5 cm 为大树)。根据对灌木草本层 100 个 2 m × 2 m 小样方的调查结果统计各种群中胸径 < 1.0 cm 的 I 级幼苗数量。

重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对显著度) / 3^[8]

高度结构中, 各植物种群均以 2 m 为 1 个等级。

2 结果与分析

2.1 种类组成及其重要值

对样地中胸径 ≥ 1.0 cm 植物进行每木检测的结果见表 1。表 1 中可见, 样地中共出现 74 种植物, 其中木荷 (*Schima superba*)、红锥 (*Castanopsis hystrix*) 的重要值最大, 可看作是该群落的建群种; 其它优势种包括赤皮青冈 (*Cyclobalanopsis gilva*)、黄樟 (*Cinnamomum porrectum*)、华润楠 (*Machilus chinensis*)、青冈 (*Cyclobalanopsis glauca*) 等。这些建群种及优势种分别属于山茶科、壳斗科和樟科。

2.2 科的组成及其重要值

对表 1 中所有种类所属的科进行统计, 结果见表 2。表 2 中共出现 38 科 58 属, 以润楠属 (*Michilus*) (4 种)、青冈属 (*Cyclobalanopsis*) (3 种) 和柃木属 (*Eurya*) (3 种) 的种数为最多, 以壳斗科 (Fagaceae)、山茶科 (Theaceae)、樟科 (Lauraceae) 和茜草科 (Rubiaceae) 所含种数最多, 重要值最大, 它们合计有 22 种, 占全部 74 种的 29.73%, 但 4 个科仅占全部 38 科的 10.53%; 4 个科重要值之和为 74.20, 接近总数的 3/4, 因而是该地区的植被优势科。从地理位置看, 亚热带地带性植被常绿阔叶林优势科为壳斗科、山茶科、樟科、木兰科 (Magnoliaceae) 和金缕梅科 (Hamamelidaceae), 保护区优势科类型基本符合, 但木兰科植物在样地中未出现, 而茜草科植物种类 (如钩藤 *Uncaria rhynchophylla*、茜树 *Aidia cochinchinensis*、白花苦灯笼

表1 小流坑—青嶂山样地中胸径 ≥ 1.0 cm的植物种类及其重要值

种名	个体数	相对密度	相对频度	相对显著度	重要值
木荷	286	17.64	8.87	23.16	16.56
红锥	111	6.85	7.23	21.91	12.00
赤皮青冈	90	5.55	6.53	11.93	8.01
黄樟	41	2.53	3.62	15.29	7.15
华润楠	77	4.75	5.13	5.58	5.16
青冈	70	4.32	3.73	6.44	4.83
钩藤 (<i>Uncaria rhynchophylla</i>)	104	6.42	4.67	0.58	3.89
茜树 (<i>Aidia cochinchinensis</i>)	86	5.31	5.02	0.56	3.63
细齿叶柃 (<i>Eurya nitida</i>)	91	5.61	4.55	0.35	3.51
白花苦灯笼 (<i>Tarenna mollissima</i>)	66	4.07	3.62	0.08	2.59
栓叶安息香 (<i>Styrax suberifolius</i>)	32	1.97	2.10	2.98	2.35
光叶山矾 (<i>Symplocos lancifolia</i>)	42	2.59	3.62	0.38	2.20
赤杨叶 (<i>Alniphyllum fortunei</i>)	28	1.73	2.57	1.15	1.82
油茶 (<i>Camellia oleifera</i>)	37	2.28	2.80	0.24	1.78
绒楠 (<i>Machilus velutina</i>)	39	2.41	2.80	0.04	1.75
鼠刺 (<i>Itea chinensis</i>)	36	2.22	2.57	0.10	1.63
粗糠柴 (<i>Mallotus philippensis</i>)	38	2.34	1.98	0.14	1.49
酸味子 (<i>Antidesma japonicum</i>)	30	1.85	2.45	0.05	1.45
毛冬青 (<i>Ilex pubescens</i>)	27	1.67	2.10	0.03	1.27
云山青冈 (<i>Cyclobalanopsis sessilifolia</i>)	22	1.36	1.05	1.16	1.19
椴木石楠 (<i>Photinia davidsoniae</i>)	21	1.30	1.52	0.67	1.16
枫香树 (<i>Liquidambar formosana</i>)	5	0.31	0.58	2.18	1.02
红枝蒲桃 (<i>Syzygium rehderianum</i>)	17	1.05	1.40	0.04	0.83
薊柃 (<i>Scolopia chinensis</i>)	13	0.80	0.70	0.77	0.76
毛竹 (<i>Phyllostachys heterocycla</i> 'Pubescens')	19	1.17	0.70	0.36	0.74
树参 (<i>Dendropanax dentigerus</i>)	16	0.99	1.05	0.03	0.69
山杜英 (<i>Elaeocarpus sylvestris</i>)	6	0.37	0.58	0.82	0.59
黑老虎 (<i>Kadsura coccinea</i>)	14	0.86	0.82	0.04	0.57
天香藤 (<i>Albizia corniculata</i>)	11	0.68	0.93	0.05	0.55
红楠 (<i>Machilus thunbergii</i>)	9	0.56	0.70	0.34	0.53
杨梅 (<i>Myrica rubra</i>)	6	0.37	0.70	0.52	0.53
狗骨柴 (<i>Diplospora dubia</i>)	8	0.49	0.93	0.01	0.48
白花龙 (<i>Styrax faberi</i>)	9	0.56	0.82	0.04	0.47
罗浮柿 (<i>Diospyros morrisiana</i>)	1	0.06	1.28	0.06	0.47
杨桐 (<i>Adinandra millettii</i>)	8	0.49	0.82	0.04	0.45
羽叶蛇葡萄 (<i>Ampelopsis chaffanjonii</i>)	8	0.49	0.70	0.02	0.40
杉木 (<i>Cunninghamia lanceolata</i>)	4	0.25	0.47	0.47	0.39
牛耳枫 (<i>Daphniphyllum calycinum</i>)	7	0.43	0.70	0.01	0.38
南岭黄檀 (<i>Dalbergia balansae</i>)	5	0.31	0.58	0.23	0.37
欒木 (<i>Loropetalum chinense</i>)	4	0.25	0.47	0.15	0.29
细枝柃 (<i>Eurya loquaiana</i>)	8	0.49	0.35	0.01	0.28
野柿 (<i>Diospyros kaki</i>)	5	0.31	0.35	0.17	0.28
光皮楝木 (<i>Swida wilsoniana</i>)	4	0.25	0.47	0.06	0.26
猴欢喜 (<i>Sloanea sinensis</i>)	6	0.37	0.35	0.02	0.25
山桂花 (<i>Paramichelia baillonii</i>)	5	0.31	0.35	0.02	0.22
广东薊柃 (<i>Scolopia saeva</i>)	4	0.25	0.35	0.04	0.21
锐尖山香圆 (<i>Turpinia arguta</i>)	3	0.19	0.35	0.00	0.18
未定 Unknown species	2	0.12	0.23	0.10	0.15

种名	个体数	相对密度	相对频度	相对显著度	重要值
赤楠 (<i>Syzygium buxifolium</i>)	2	0.12	0.23	0.09	0.15
大叶桂樱 (<i>Laurocerasus zippeliana</i>)	2	0.12	0.23	0.05	0.14
胭脂 (<i>Artocarpus tonkinensis</i>)	2	0.12	0.23	0.04	0.13
钟花樱桃 (<i>Cerasus campanulata</i>)	2	0.12	0.23	0.02	0.13
广东润楠 (<i>Machilus kwangtungensis</i>)	4	0.25	0.12	0.00	0.12
三叶崖爬藤 (<i>Tetrastigma hemsleyanum</i>)	2	0.12	0.23	0.01	0.12
蕙蒴锥 (<i>Castanopsis fissa</i>)	2	0.12	0.23	0.00	0.12
华南青皮木 (<i>Schoepfia chinensis</i>)	2	0.12	0.12	0.11	0.12
冬青 (<i>Ilex chinensis</i>)	3	0.19	0.12	0.04	0.11
杖藤 (<i>Calamus rhabdocladus</i>)	2	0.12	0.12	0.02	0.09
木油桐 (<i>Vernicia montana</i>)	1	0.06	0.12	0.07	0.08
虎皮楠 (<i>Daphniphyllum oldhami</i>)	2	0.12	0.12	0.00	0.08
香叶树 (<i>Lindera communis</i>)	1	0.06	0.12	0.06	0.08
格药铃 (<i>Eurya muricata</i>)	1	0.06	0.12	0.02	0.07
破布叶 (<i>Microcos paniculata</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
大青 (<i>Clerodendrum cyrtophyllum</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
华南忍冬 (<i>Lonicera confusa</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
三尖杉 (<i>Cephalotaxus fortunei</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
小叶猕猴桃 (<i>Actinidia lanceolata</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
越南山龙眼 (<i>Helicia cochinchinensis</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
羊角藤 (<i>Morinda umbellata</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
小叶买麻藤 (<i>Gnetum parvifolium</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
轮环藤 (<i>Cyclea racemosa</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
粗叶榕 (<i>Ficus hirta</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
细叶台湾榕 (<i>Ficus formosana</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
蓝果蛇葡萄 (<i>Ampelopsis bodinieri</i>)	1	0.06	0.12	0.00	0.06
合计 74 种	1 621	100	100	100	100

表 2 小流坑—青嶂山样地中胸径≥ 1.0 cm 的种所属科及其重要值

科名	种数	重要值	科名	种数	重要值
壳斗科 (<i>Fagaceae</i>)	5	26.14	杨梅科 (<i>Myricaceae</i>)	1	0.53
山茶科 (<i>Theaceae</i>)	6	22.64	交让木科 (<i>Daphniphyllaceae</i>)	2	0.46
樟科 (<i>Lauraceae</i>)	6	14.78	杉科 (<i>Taxodiaceae</i>)	1	0.39
茜草科 (<i>Rubiaceae</i>)	5	10.64	蝶形花科 (<i>Papilionaceae</i>)	1	0.37
安息香科 (<i>Styracaceae</i>)	3	4.64	山茱萸科 (<i>Cornaceae</i>)	1	0.26
大戟科 (<i>Euphorbiaceae</i>)	3	3.03	桑科 (<i>Moraceae</i>)	3	0.25
山矾科 (<i>Symplocaceae</i>)	1	2.20	省沽油科 (<i>Staphyleaceae</i>)	1	0.18
鼠刺科 (<i>Esacalloniaceae</i>)	1	1.63	未定科 Unknown family	1	0.15
蔷薇科 (<i>Rosaceae</i>)	3	1.43	铁青树科 (<i>Olacaceae</i>)	1	0.12
冬青科 (<i>Aquifoliaceae</i>)	2	1.38	棕榈科 (<i>Palmae</i>)	1	0.09
金缕梅科 (<i>Hamamelidaceae</i>)	2	1.31	椴树科 (<i>Tiliaceae</i>)	1	0.06
大风子科 (<i>Flacourtiaceae</i>)	3	1.20	马鞭草科 (<i>Verbenaceae</i>)	1	0.06
桃金娘科 (<i>Myrtaceae</i>)	2	0.98	忍冬科 (<i>Caprifoliaceae</i>)	1	0.06
杜英科 (<i>Elaeocarpaceae</i>)	2	0.84	三尖杉科 (<i>Cephalotaxaceae</i>)	1	0.06
柿树科 (<i>Ebenaceae</i>)	2	0.75	猕猴桃科 (<i>Actinidiaceae</i>)	1	0.06
禾本科 (<i>Gramineae</i>)	1	0.74	山龙眼科 (<i>Proteaceae</i>)	1	0.06
五加科 (<i>Araliaceae</i>)	1	0.69	买麻藤科 (<i>Gnetaceae</i>)	1	0.06
葡萄科 (<i>Vitaceae</i>)	3	0.58	防己科 (<i>Menispermaceae</i>)	1	0.06
五味子科 (<i>Schizandraceae</i>)	1	0.57	含羞草科 (<i>Mimosaceae</i>)	1	0.55

Tarenna mollissima 等) 及其重要值所占比例较大。

2.3 优势植物种群的年龄结构

对样地中的最具优势植物种群的年龄(径级)结构分析结果见图1。其中,木荷和青冈的I级幼苗均较少,为稳定至早衰种群;红锥和赤皮青冈的I级幼苗相对较多,但幼树和小树阶段个体较少,为基本稳定种群;华润楠各年龄级的个体数量相当,为稳定种群;黄樟则以大树阶段的个体最多,幼苗数量少,为典型的衰老种群。比较种群中个体的平均胸径可知,黄樟(32.50 cm) > 红锥(22.44 cm) > 木荷(12.58 cm) > 青冈(12.22 cm) > 华润楠(10.46 cm) > 群落个体平均(9.29 cm)。

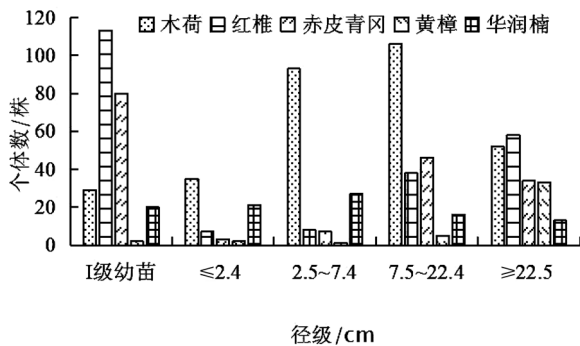


图1 小流坑—青嶂山样地优势种群年龄结构

2.4 优势植物种群的高度结构

图2中可见,整个群落以树高2.0~3.9 m高度级的个体数占绝对优势。图3显示木荷、华润楠和青冈均以树高2.0~3.9 m的个体数最多,可能是构成整个群落高度结构特点的主要因素。比较种群的平均高度可知,黄樟(15.70 m) > 红锥(13.28 m) > 赤皮青冈(12.02 m) > 木荷(9.78 m) > 华润楠(7.78 m) > 样地个体平均(7.56 m) > 青冈(6.52 m)。

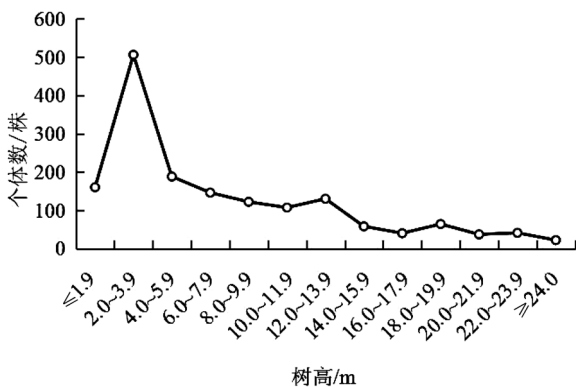


图2 小流坑—青嶂山样地中胸径≥1.0 cm的种类所有个体的高度结构

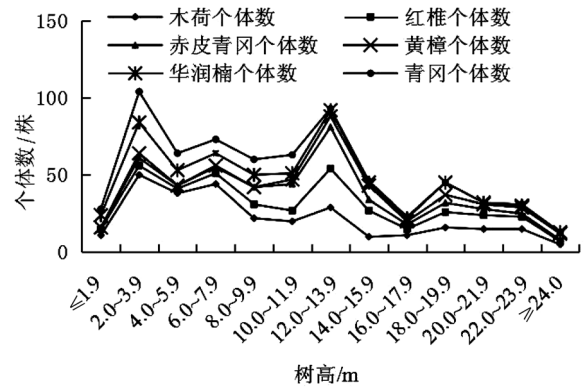


图3 小流坑—青嶂山样地中优势种群高度结构

3 结论与讨论

3.1 青嶂山常绿阔叶林1 hm²样地中已发现74种子植物,隶属于38科58属,共1 621个体;优势科为壳斗科、山茶科、樟科和茜草科;优势种为木荷、红锥、赤皮青冈、黄樟、华润楠、青冈,均为青嶂山地带性植被典型的常绿阔叶林成分,与其所处的亚热带地理位置相适应。湖南长沙大山冲(113°18'27"E, 28°24'29"N)1 hm²的中亚热带石栎—青冈群落中有胸径≥1 cm的木本植物38科55属73种^[9],青嶂山与之相比,科属种数几乎相等,说明不同地区的常绿阔叶林在数量组成上相似。马旭东等^[8]调查粤北车八岭(114°12'40"E, 24°43'25"N)5个0.4 hm²样带,结果显示其常绿阔叶林树种的平均密度为2 289株·hm⁻²,物种数24.5种,胸径8.16 cm、高度7.26 m,与车八岭相比,青嶂山样地个体密度(1 621株·hm⁻²)较低,但物种数(74)、胸径(9.29 cm)、高度(7.56 m)均明显高于车八岭相应值,可见青嶂山固定样地的群落发育时间较长,稳定性更高。

3.2 青嶂山样地植郁闭度在0.90~0.95之间,优势种的年龄结构稳定,但木荷和青冈为稳定至早衰种群,黄樟为典型的衰退种群。木荷作为亚热带常绿阔叶林成熟稳定阶段的优势种之一,在粤北山区很常见,例如在车八岭常绿阔叶林也占明显优势,但青嶂山的木荷种群处于早衰阶段,说明该群落的发育已经历了较长时间,进一步演替有可能被耐荫的红锥和赤皮青冈所取代,有研究表明在郁闭度相对较高的林下植被,鲜有木荷小苗,表明木荷是一种喜光树种^[10],而红锥幼苗幼林不耐强光,需一定的庇荫^[11],遮荫条件下红锥幼苗较全光照下生长迅速,进行适当遮荫或者让

其在林下生长对其有利^[12]。青冈从幼树进入小树阶段,随着植株冠幅不断增大,为争夺空间和阳光,种群内部竞争激烈,自疏现象明显,死亡率不断增高,在小树阶段出现了死亡高峰^[13]。青嶂山青冈种群在幼苗阶段个体数最少,可能反映其在竞争处于不利位置。赤皮青冈种子雨密集,幼龄期个体间存在较激烈的竞争^[14],这可能导致青嶂山的赤皮青冈种群幼苗数量较多,但进入幼树和小树阶段的个体数不多。在经历了幼龄期的环境筛选后,在没有人为砍伐等强烈干扰的条件下,种群能够维持一定的稳定性^[14],因此,青嶂山的赤皮青冈种群在中树和大树阶段生存的个体较多。黄樟为较喜光的中性树种,幼苗能在适当庇荫的环境中生长,树高 2~3 m 时至壮年需光量逐渐增加^[15],因此随着群落郁闭度的增加,更新幼苗和小树的生长出现困难,可能是导致该种群出现衰退的重要原因。广东南澳的华润楠群落处于阳性群落向中生群落演替阶段,将恢复成为中生性和耐荫树种占主导的南亚热带常绿阔叶林^[16];与之相比,青嶂山的华润楠属于稳定期,说明该森林植被的演替历史相对较长。

3.3 嶂山常绿阔叶林的高度结构较明显,分为乔木层、灌木层、草本层和层外植物 4 个层次。构成乔木层的种类较多,灌木和藤本植物种类较多且藤本植物的藤茎发达,草本种类也有一定数量。植被优势种间高度结构差异明显,但木荷、华润楠和青冈种群的高度结构与整体群落的高度结构有一定的相似性,是构成整体群落高度结构的主要种群,反映了它们在群落中的主导地位。

致谢:感谢广东生物资源应用研究所提供科研合作的机会。野外调查工作得到了广东南雄小流坑—青嶂山自然保护区各位领导和工作人员的大力支持和帮助。广州大学生命科学学院曾志峰、姚世健、梁鸣政、陆海坤同学参加了固定样地的建设工作,特致谢意。

参考文献

- [1] 陈志红. 南雄小流坑—青嶂山保护区动物种群数量变化分析[J]. 中国林业产业, 2016 (7): 258-259.
- [2] ZUO SD, REN Y, WENG X, et al. Biomass allometric equations of nine common tree species in an evergreen broadleaved forest of subtropical China[J]. The Journal of Applied Ecology, 2015, 26(2): 356-362.
- [3] ZHAO L J, XIANG W H, LI J X, et al. Effects of topographic and soil factors on woody species assembly in a Chinese subtropical evergreen broadleaved forest[J]. Forests, 2015, 6(3): 650-669.
- [4] SUN L, GUAN D S. Carbon stock of the ecosystem of lower subtropical broadleaved evergreen forests of different ages in Pearl River delta, China[J]. Journal of Tropical Forest Science, 2014, 26(2): 249-258.
- [5] GUO J F, CHEN G S, XIE J S, et al. Respiration of downed logs in four natural evergreen broad-leaved forests in subtropical China[J]. Plant and Soil, 2014, 385(1/2): 149-163.
- [6] 南雄县地方志编撰委员会. 南雄县志[M]. 广州: 广东人民出版社, 1991: 57-240.
- [7] 李意德, 何克军, 许涵, 等. 广东省自然保护区生物多样性调查与监测技术规范(维管植物部分)(报审稿)[Z]. 2015.
- [8] 马旭东, 张苏峻, 苏志尧, 等. 车八岭山地常绿阔叶林群落结构特征与微地形条件的关系[J]. 生态学报, 2010, 30(19): 5151-5160.
- [9] 赵丽娟, 项文化, 李家湘, 等. 中亚热带石栎—青冈群落物种组成、结构及区系特征[J]. 林业科学, 2013, 49(12): 10-17.
- [10] 钟文斌, 谭新建, 王财英, 等. 江西大岗山木荷天然林群落物种多样性分析[J]. 绿色科技, 2016(21): 63-64.
- [11] 丘小军, 朱积余, 蒋宜, 等. 红锥的天然分布与适生条件研究[J]. 广西农业生物科学, 2006, 25(2): 175-179.
- [12] 姜英, 郝海坤, 黄志玲, 等. 红锥苗期生长特性和叶绿素荧光对不同光强的响应[J]. 中南林业科技大学学报, 2013, 33(10): 61-65.
- [13] 赵丽娟, 项文化. 常绿阔叶林石栎和青冈种群生活史特征与空间分布格局[J]. 西北植物学报, 2014, 34(6): 1259-1268.
- [14] 谢健. 赤皮青冈种群的生存分析[J]. 福建林学院学报, 2011, 31(3): 254-256.
- [15] 王应君. 黄樟的生物学特性及大苗培植技术[J]. 贵州林业科技, 2003, 31(3): 52-53.
- [16] 谭一波, 詹潮安, 杨海东, 等. 广东南澳岛华润楠群落主要树种种间联结性[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(11): 92-99.