

• 研究报告 •

黄山亚热带常绿阔叶林的群落特征

丁 晖^{1*} 方炎明^{2*} 杨新虎³ 袁发银² 何立恒⁴ 姚剑飞³ 吴 俊³
迟 斌³ 李 垚² 陈水飞¹ 陈婷婷^{1,5} 徐海根^{1**}

1 (环境保护部南京环境科学研究所自然保护与生物多样性研究中心, 国家环境保护生物安全重点实验室, 南京 210042)

2 (南京林业大学南方现代林业协同创新中心, 生物与环境学院, 南京 210037)

3 (黄山风景区管理委员会园林局, 安徽黄山 245800)

4 (南京林业大学土木工程学院, 南京 210037)

5 (南京信息工程大学应用气象学院, 南京 210044)

摘要: 黄山是我国东部高山之一, 处于亚热带季风气候区, 属南北植物区系交替的过渡带, 是第四纪冰期动植物的避难所。其地带性植被为常绿阔叶林, 植被垂直分布明显, 是中国生物多样性保护优先区域, 也是世界文化与自然遗产地以及享誉全球的风景名胜区。2014年, 我们在黄山建立了10.24 ha的森林动态监测样地, 并完成了首次调查。本文从物种组成、区系特征、径级结构和空间分布格局等方面分析了样地中植物的群落特征。结果表明: 样地内有维管植物59科129属191种, 其中乔木层内胸径 ≥ 1 cm的木本植物46科97属153种; 热带性质的科、属分别占总科、属数的65.79%和45.36%, 温带性质的科、属分别占34.21%和51.55%。样地内珍稀濒危物种较多, 其中国家II级重点保护野生植物6种、《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》中的近危物种7种、《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)附录II物种1种以及64种中国特有种, 这些物种具有较高的保护和研究价值。当取样面积小于2,150 m²时, 物种数随着面积的增加而急剧增加; 其后增加速率明显降低; 但大于57,950 m²时, 增加速率又略变大。稀有种69种, 占总树种数的45.10%。壳斗科和杜鹃花科的重要值占一半以上。建群种甜槠(*Castanopsis eyrei*)的重要值达26.25%, 其次分别为细齿叶桉(*Eurya nitida*) (7.63%)、马银花(*Rhododendron ovatum*) (7.60%)、马尾松(*Pinus massoniana*) (6.29%)和榿木(*Loropetalum chinense*) (4.83%)。样地平均胸径为4.10 cm, 小径木的数量占较大优势。乔木层可分为两个亚层, 甜槠在两个亚层的个体数量均最多, 马尾松数量也比较多。甜槠、细齿叶桉、马银花、马尾松等均呈较显著的聚集分布。

关键词: 森林动态监测样地; 中亚热带常绿阔叶林; 物种组成; 区系特征; 稀有种

Community characteristics of a subtropical evergreen broad-leaved forest in Huangshan, Anhui Province, East China

Hui Ding^{1*}, Yanming Fang^{2*}, Xinhua Yang³, Fayin Yuan², Liheng He⁴, Jianfei Yao³, Jun Wu³, Bin Chi³, Yao Li², Shuifei Chen¹, Tingting Chen^{1,5}, Haigen Xu^{1**}

1 Research Center for Nature Conservation and Biodiversity/State Environmental Protection Key Laboratory on Biosafety, Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042

2 Southern Modern Forestry Collaborative Innovation Center/College of Biology and the Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037

3 Garden Bureau, Mount Huangshan Scenic Area Management Committee, Huangshan, Anhui 245800

4 School of Civil Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037

5 College of Applied Meteorology, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044

Abstract: Located in the subtropical monsoon climate zone, Huangshan is one of the high mountains in eastern China and lies in the transition zone of north-south flora. It is considered a refuge of flora and fauna during the Quaternary maximum glaciation. Zonal vegetation is classified as evergreen broad-leaved forest

收稿日期: 2016-04-19; 接受日期: 2016-08-10

基金项目: 中央级科学事业单位修缮购置专项“全国生物多样性野外监测示范基地修缮项目二期”和环境保护部事业费项目“生物多样性保护专项”

* 共同第一作者 Co-first authors

** 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: xhg@nies.org

with a vertical distribution pattern. It is not only one of China's Biodiversity Conservation Priority Areas, but also one of the World's Cultural and Natural Heritage Sites and a world famous scenic spot. In 2014, we established a large-scale forest dynamics plot with an area of 10.24 ha in Huangshan based on international protocols (Smithsonian Tropical Research Institute, Center for Tropical Forest Science, CTFS) and completed the first field survey. The investigation aimed at revealing community characteristics by analyzing species composition, flora characteristics, diameter class structure, and spatial distribution patterns. We recorded 191 species of vascular plants, belonging to 59 families and 129 genera, in the plot. Among these, trees (DBH \geq 1 cm) belonged to 46 families, 97 genera and 153 species. The number of family and genera with tropical distributions accounted for 65.79% and 45.36% of the total taxa, respectively, while those with temperate distributions accounted for 34.21% and 51.55%, respectively. A number of rare and endangered species occurred in the plots, including six species classified as Class II of State Key Protected Wild Plants, seven threatened species (VU) from the *China's Biodiversity Red List: Higher Plant*, one species defined in the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) (Appendix II), and 64 endemic species to China, indicating their values for protection and research. We also found that the number of species increased sharply with increasing scale when the scale was less than 2,150 m², while at a higher resolution its rate of increase decreased significantly. When the scale was larger than 57,950 m², the rate of increase declined slightly. Rare species ($N = 69$, less than 1 ind./ha) reached 45.10% of the total number of individuals. Members of Fagaceae and Ericaceae comprised more than half of the total importance values (IV). The IV of *Castanopsis eyrei*, a constructive species, was 26.25%, and followed by *Eurya nitida* (7.63%), *Rhododendron ovatum* (7.6%), *Pinus massoniana* (6.29%) and *Loropetalum chinense* (4.83%). The mean DBH for all the individuals was 4.10 cm, and small sized trees dominated the plot. The emergent layer was divided into two sub-layers, individuals of *C. eyrei* were dominant in both layers, while *P. massoniana* was a subdominant species. *Castanopsis eyrei*, *E. nitida*, *R. ovatum* and *P. massoniana* had a significant clustered distribution.

Key words: forest dynamics plot; mid-subtropical evergreen broad-leaved forest; species composition; floristic characteristics; rare species

常绿阔叶林主要分布在亚热带地区大陆的东岸。我国常绿阔叶林的分布区约250余万km², 在世界上分布面积最大, 发育最为典型(钟章成, 1992)。常绿阔叶林蕴含很高的物种多样性、丰富的生物资源和巨大的环境效应。但长期以来人们对它的重要性认识不足。由于人口密集、交通便利、农业发达、森林采伐以及自然胁迫, 一些地区的原生性常绿阔叶林已基本消失, 大部分森林处于人工管理或自然状态下的次生演替进程中, 退化严重, 或已被改造为农田和人工林。据报道, 其实际面积已不足分布区总面积的4% (丁圣彦, 1999; 宋永昌等, 2005, 2013; 宋永昌和陈小勇, 2007)。

黄山位于安徽省南部, 为我国东部地区高山之一。黄山地处亚热带季风气候区, 属南北植物区系交替过渡带, 地带性植被为常绿阔叶林, 植被垂直分布明显。在第四纪冰期, 黄山因其独特的地理位置和复杂的地形地貌曾成为动植物的避难所。该区已记录高等植物222科826属1,807种, 包括裸子植

物6科15属18种, 被子植物128科640属1,465种(胡嘉琪和梁师文, 1996)。拥有许多单型属和少型属, 且多为古老的孑遗种, 以黄山命名的种子植物就有22种之多(胡嘉琪和梁师文, 1996)。已记录高等动物323种, 包括鸟类176种、两栖类21种、爬行类48种、鱼类24种、兽类54种, 其中国家级重点保护野生动物28种(黄山风景区管理委员会, 2006)。1990年, 联合国教科文组织将黄山列入“世界文化与自然遗产名录”。在2010年颁布的《中国生物多样性保护战略与行动计划(2011–2030年)》中, 也将黄山–怀玉山区列为35个生物多样性保护优先区域之一。2015年, 世界自然保护联盟将黄山列入首批最佳管理自然保护地绿色名录。近年来, 黄山的生物多样性保护取得明显进展。但是, 旅游开发建设、游览活动等带来的环境污染和生态扰动以及自然灾害, 仍对当地植被造成了一定程度的威胁^①。

①田艳 (2010) 黄山风景区生态风险分析与评价研究. 硕士学位论文, 安徽师范大学, 芜湖.

生物多样性长期观测作为一项基础工作得到了普遍重视(徐海根等, 2015)。具有代表性的是, 参照美国史密森热带研究所热带森林研究中心(Smithsonian Tropical Research Institute, Center for Tropical Forest Science, CTFS)的调查技术规范(Condit, 1998), 我国已建成了一批大型森林动态监测样地(马克平, 2015)。其中, 以常绿阔叶林生态系统为监测对象的大型森林动态监测样地主要分布在广东鼎湖山(叶万辉等, 2008), 浙江古田山(祝燕等, 2008)、天童(杨庆松等, 2011)、百山祖(徐敏等, 2007)、乌岩岭(仲磊等, 2015), 云南哀牢山(巩合德等, 2011), 福建武夷山(丁晖等, 2015)等地区。这些样地不仅保证了常绿阔叶林动态的长期监测, 使得植物区系分析快速且可靠, 还为森林生态系统结构、功能等比较研究提供了理想的平台(裴男才, 2011; 宋永昌等, 2015)。但是, 我国常绿阔叶林类型十分复杂, 样地调查资料十分有限, 并且一些样地记录不完整(宋永昌, 2004), 这些平台的数据覆盖面仍然有限, 有必要继续加强对常绿阔叶林的监测。

黄山是黄山-怀玉山生物多样性保护优先区域的核心地区, 与华东其他地区植物区系在物种组成上具很高的一致性, 不少孑遗种起源相同, 具有很高的代表性; 植被垂直分布十分明显, 许多常绿树种是建群种, 特别是甜槠(*Castanopsis eyrei*)林等是主要常绿阔叶林类型, 自成特色(郑师章, 1983; 胡嘉琪和梁师文, 1996)。因此, 对黄山生物多样性的研究对华东地区乃至全国生物多样性保护具有重要意义。

对黄山植物的研究可以追溯到20世纪二、三十年代, 钟观光、A. N. Setward、秦仁昌、钱崇澍、陈谋、郑万钧、刘慎谔和钟补求等著名学者均曾在此采集植物。20世纪80年代以来, 对物种组成(胡嘉琪和梁师文, 1996)、区系特征(张光富, 2003; 师雪芹等, 2009; 吴明开等, 2010)、植被类型(钱啸虎, 1987)、群落结构(蔡飞和钱啸虎, 1993; 张庆费等, 1997; 黄成林等, 1999; 于明坚, 1999)、资源利用(郁书君, 1991; 王立龙等, 2006)、旅游干扰等(巩劼等, 2009a, b)研究取得了不同程度的进展。但以往研究时间和空间尺度较小, 方法不统一, 缺乏系统性和连续性。因此, 应通过大型、规范的森林生物多样性综合性观测平台开展连续监测和系统研究。2014年, 作者在黄山建立了1个10.24 ha和2个1 ha的森林

动态监测样地, 监测其生物多样性的变化趋势。本文根据10.24 ha样地的首次调查结果, 从物种组成、区系特征、径级结构和空间分布格局等方面分析了其群落特征。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究地点位于安徽省黄山风景区西大门小岭脚附近。黄山气候随海拔高度变化明显, 半山寺、云谷寺一线之下四季分明, 其上, 冬季长达220多天。全年年均气温7.8℃, 7月平均气温17.7℃, 1月平均气温3.1℃。年均降水量2,394.5 mm, 年均降水日数182 d。在低山丘陵坡度较小、植被保护良好的地带主要为黄红壤, 而地势较陡、植物破坏较为严重的地带多为侵蚀性的黄红土。土壤物理性状近中性, pH值5.5–5.9。常绿阔叶林分布在南坡温泉至慈光寺、半山寺、天门坎; 东坡自云谷寺至九龙瀑、喜鹊登梅; 北坡自松谷庵至三道亭, 海拔600–1,100 m的地带(胡嘉琪和梁师文, 1996)。

1.2 样地概况及调查方法

2014年9–11月, 参照CTFS调查技术规范设置10.24 ha (320 m × 320 m)的动态监测样地。样地基准点地理坐标为30°8'26" N, 118°6'38" E, 海拔约430–565 m, 方位角为北偏西约20°(图1)。样地所在的主山脊和主沟谷大致呈东西走向, 此外, 还有多条较小的南北向的山脊和沟谷。阳坡面积约占样地总面积的1/3, 其余为阴坡。

调查时, 先用全站仪结合实时动态控制系统(Real-Time Kinematic, RTK)将整个样地划分成256个20 m × 20 m的样方, 再将每个样方细分为16个5 m × 5 m的小样方, 并测绘地形图(图1)。以样地西南角为原点, 横轴(X)大致为东西向, 纵轴(Y)大致为南北向, 对植物群落进行全面调查。对样方内胸径(DBH) ≥ 1 cm的乔木个体及其分枝和萌枝挂金属牌标记, 并记录其种类、相对位置、胸径、树高、枝下高等。相对位置以坐标值表示, 距离(m)即坐标值。采取系统抽样法, 对样地出现的灌木、草本和层间植物进行调查。即在每个样方分别抽取1个小样方, 调查灌木种类、株数、平均高度和盖度, 草本植物种类、株数或丛数、平均高度和盖度, 层间植物的种类、基径、粗度和长度。植物调查结束后, 在每个样方的四个角和中心点分别埋设钢筋混凝

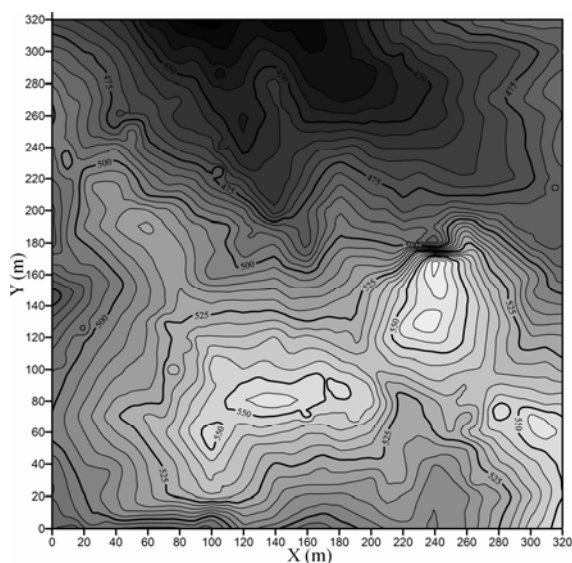


图1 黄山森林动态监测样地的地形图

Fig. 1 Contour map of the Huangshan forest dynamics plot

土角桩和中心桩,并挂金属牌标记。

1.3 数据分析方法

检索 *Flora of China* (<http://www.floraofchina.org/>)和《中国植物志》(<http://frps.eflora.cn/>)在线数据库,核对样地出现的物种及其分类地位。计算物种丰富度、密度、频度和显著度,进而得到各物种的重要值(孙儒泳等, 2002)。用Shannon-Wiener多样性指数(H')、Margalef丰富度指数(D)和Pielou均匀度指数(J)测度样地的群落多样性(张金屯, 2011)。按世界种子植物科和中国种子植物属的分布区类型划分标准统计样地内乔木层科、属的分布区类型(吴征镒, 2003; 吴征镒等, 2003, 2011)。将每公顷个体数不多于1株的物种定义为稀有种, 1–10株的为偶见种, 多于10株的为常见种(Hubbell & Foster, 1986; He et al, 1997)。分析种–面积关系时, 在第1次抽样中, 随机选取1个小样方, 统计出现的乔木种数; 在第2次抽样中, 选取2个小样方, 第1次抽样选中的小样方仍然纳入统计, 新增的小样方为随机选取。抽样面积按25 m²或其倍数递增, 以此类推。用对数函数模型、幂函数模型以及多项式函数模型拟合种–面积曲线。定义所有个体中胸径值处于中间位置的数为径级中位数, 即群落中有一半个体大于此值, 另一半个体小于此值, 对DBH ≥ 1 cm的立木株数和径级中位数的关系作回归(徐敏等, 2007)。用winkelmass1.0计算样地中所有树种的空间结构参

数, 通过R软件分析优势树种角尺度的一元分布及其均值(胡艳波等, 2014; 张岗岗等, 2015)。用Microsoft Excel 2013和SigmaPlot 10.0统计和作图。

2 结果

2.1 物种组成

样地内有维管植物59科129属191种(含变种, 下同, 另有2种草本植物未鉴定到种), 其中裸子植物5科6属6种, 被子植物54科123属185种。乔木层内胸径 ≥ 1 cm的木本植物独立个体(包括分枝、萌枝)89,307株, 隶属于46科97属153种(附录1); 灌木层植物(包括乔木的幼苗和幼树) 60种, 隶属于27科42属; 草本层植物31种, 隶属于20科27属; 层间植物12种, 隶属于7科10属。从乔木层科的组成来看, 含有属数较多的为壳斗科(6属)、樟科(6属)、蔷薇科(6属)、金缕梅科(5属)和大戟科(5属)。从属的组成来看, 含有种数较多的为冬青属(*Ilex*, 12种)、柃木属(*Eurya*, 6种)、山矾属(*Symplocos*, 5种)、栎属(*Quercus*, 4种)和山胡椒属(*Lindera*, 4种)。在科的水平上, 含物种数较多的有壳斗科(13种)、冬青科(12种)、樟科(12种)、山茶科(9种)和蔷薇科(8种)。乔木层Shannon-Wiener多样性指数为3.13, Margalef丰富度指数为13.33, Pielou均匀度指数为0.62。

样地内常见树种52种, 占总树种数的33.99%。其个体数达88,038株, 占总个体数的98.58%。个体数大于1,000株的共有17种, 其中, 甜槠、细齿叶柃(*Eurya nitida*)和马银花(*Rhododendron ovatum*)居前3位, 个体数分别为15,246、12,267和10,765株, 占总个体数的比例分别为17.07%、13.74%和12.05%。偶见种32种, 占总树种数的20.92%; 其个体数为1,053株, 占总个体数的1.18%。稀有种69种, 占总树种数的45.10%; 其个体数仅216株, 占总个体数的0.24%。其中, 三尖杉(*Cephalotaxus fortunei*)、铁杉(*Tsuga chinensis*)、宜昌莢蒾(*Viburnum erosum*)、半边月(*Weigela japonica*)、白花泡桐(*Paulownia fortunei*)等26种乔木均为1株。

2.2 区系特征和受威胁状况

样地内乔木植物的科属分别可分为10个和11个分布型(表1)。在世界广布型科属未统计的情况下, 热带性质的科占总科数的65.79%, 其中泛热带分布型科数最多, 占32.61%; 温带性质的科占总科数的34.21%, 其中北温带分布型科数最多, 占21.74%。

表1 黄山森林动态监测样地乔木植物的科属分布类型
Table 1 The areal-types of families and genera of trees in the Huangshan forest dynamics plot

分布类型 Areal-types	科数 No. of families	科的百分比 Percentage of families (%)	属数 No. of genera	属的百分比 Percentage of genera (%)
1. 广布 Cosmopolitan	8	—	0	—
2. 泛热带 Pantropic	15	32.61	19	19.59
3. 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断 Tropical and Subtropical East Asia, (South) Tropical America disjuncted	4	8.70	5	5.15
4. 旧世界热带 Old World Tropic	2	4.35	5	5.15
5. 热带亚洲至热带大洋洲 Tropical Asia to Tropical Australasia Oceania	2	4.35	3	3.09
6. 热带亚洲至热带非洲 Tropical Asia to Tropical Africa	1	2.17	1	1.03
7. 热带亚洲 Tropical Asia	1	2.17	11	11.34
热带小计 Subtotal of Tropical (2–7)	25	65.79	44	45.36
8. 北温带 North Temperate	10	21.74	21	21.65
9. 东亚及北美间断 East Asia and North America disjuncted	1	2.17	15	15.46
10. 旧世界温带 Old World Temperate	0	0.00	3	3.09
14. 东亚 East Asia	2	4.35	11	11.34
温带小计 Subtotal of Temperate (8–14)	13	34.21	50	51.55
15. 中国特有 Endemic to China	0	0.00	3	3.09
合计 Total	46	100.00	97	100.00

热带性质的属占总属数的45.36%，其中泛热带分布型属数最多，占19.59%；温带性质的属占总属数的51.55%，其中北温带最多，占21.65%。另外，中国特有属占总属数的3.09%。

样地内珍稀濒危物种较多，其中榿树(*Torreya grandis*)、香果树(*Emmenopterys henryi*)、厚朴(*Houpoëa officinalis*)、大叶榉树(*Zelkova schneideriana*)、樟(*Cinnamomum camphora*)和浙江桂(*C. chekiangense*)等6种为国家Ⅱ级重点保护野生植物。列入《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》(http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201309/t20130912_260061.htm/)中的易危(VU)物种为建兰(*Cymbidium ensifolium*)、牛鼻栓(*Fortunearia sinensis*)、吴茱萸五加(*Gamblea ciliata* var. *evodiifolia*)和浙江桂等4种，近危(NT)物种包括香果树、大叶榉树、迎春樱桃(*Cerasus discoidea*)、黄檀(*Dalbergia hupeana*)、玉兰(*Yulania denudata*)、三枝九叶草(*Epimedium sagittatum*)和南烛(*Vaccinium bracteatum*)等7种。建兰还被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)附录Ⅱ。样地内有香果树、大叶榉树、迎春樱桃和玉兰等64种中国特有种。

2.3 种-面积格局

种-面积分析结果表明，当取样面积小于2,150 m²时，物种数随着面积的增加而急剧增加；取样面

积为2,150–12,200 m²时，物种数增加速率明显降低；取样面积为12,200–57,950 m²时，物种数增加速率逐步趋于0；但取样面积大于57,950 m²时，物种数增加速率又略有变大(图2)。当取样面积为9,875 m²时，60%的物种出现；当取样面积为58,000 m²时，80%的物种出现；当取样面积为72,750 m²时，90%的物种出现；当取样面积为99,825 m²时，全部物种出现。用3种模型分别拟合种-面积曲线，对数函数模型为 $S = 19.188\ln(A) - 82.396$ ($R^2 = 0.9744$)，幂函数模型为 $S = 8.6131A^{0.2548}$ ($R^2 = 0.9007$)，多项式函数模型 $S = 5E - 13A^3 - 8E - 8A^2 + 0.0044A + 54.515$ ($R^2 = 0.9057$)。

2.4 优势科和优势种

壳斗科、杜鹃花科、山茶科、山矾科、松科、金缕梅科、冬青科、樟科和杉科的重要值之和大于90.00%。其中壳斗科最大，为33.66%，其次为杜鹃花科(17.59%)、山茶科(12.91%)等(表2)。20种乔木的重要值大于1.00%，其和为85.10% (表3)。甜槠的重要值最大，达26.25%，其相对显著度达51.50%，是样地中的建群种，其次分别为细齿叶桉(7.63%)、马银花(7.60%)、马尾松(*Pinus massoniana*) (6.29%)、欆木(4.83%)，这5种乔木的重要值之和超过了50%。

2.5 径级结构

样地内所有乔木个体的平均胸径为4.10 cm，

胸径最大的1株乔木为甜槠, 达82.00 cm。小径木的数量占较大优势, 胸径1–3 cm的个体为54,427株, 占总株数的60.94%; 3–5 cm的个体为18,059株, 占总株数的20.22%; 胸径 ≥ 10 cm的大径木共6,439株, 占7.21%; ≥ 20 cm的共2,196株, 占2.46%; ≥ 30 cm的共859株, 占0.96% (图3)。在重要值居前10位的物种中, 短柄枹栎(*Quercus serrata* var. *brevipetiolata*)、马尾松、甜槠和青冈(*Cyclobalanopsis*

glauca)的大径木较多, 大径木占其总个体数的比例分别为40.63%、33.67%、21.34%和13.06%; 其余树种均以小径木为主, 细齿叶柃、珍珠花(*Lyonia ovalifolia*)、满山红(*Rhododendron mariesii*)中胸径1–5 cm个体的比例都超过了94%。立木株数(*N*)的自然对数与径级中位数(*DBH_m*)呈线性关系, 其关系式可表示为 $\ln N = -0.1149DBH_m + 8.8598$ ($R^2 = 0.9578$, $P < 0.001$)。

2.6 垂直结构

该群落乔木层可分为两个亚层。第一亚层高11–21 m, 平均高13.57 m; 第二亚层高5–11 m, 平均高6.36 m (图4; 表4)。甜槠在两个亚层的个体数均最多, 马尾松在两个亚层的数量都比较多。杉木

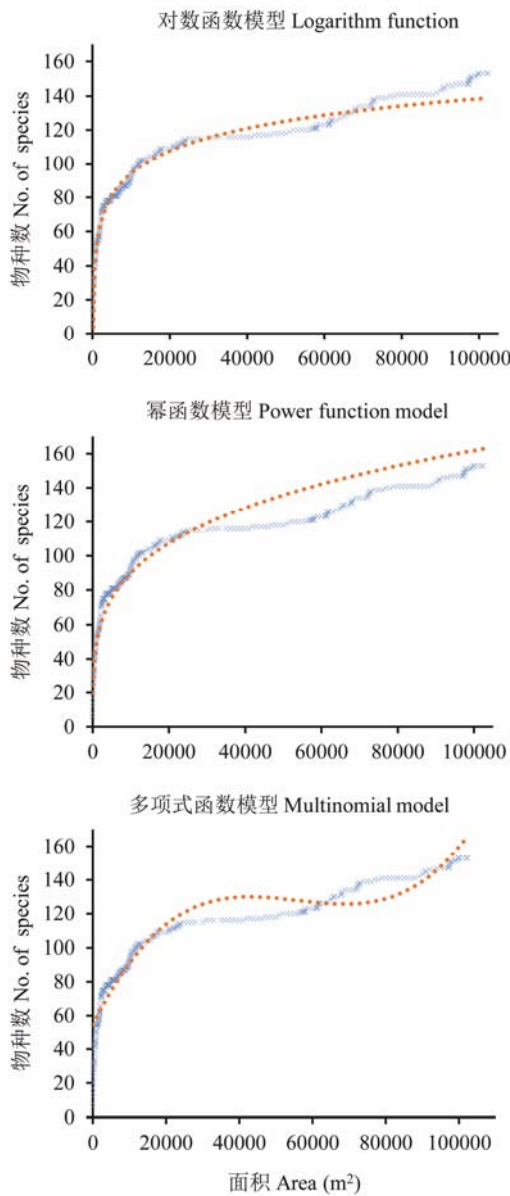


图2 黄山森林动态监测样地的种–面积曲线。×: 实测值; -: 模拟值。
Fig. 2 Species–area curve in the Huangshan forest dynamics plot. ×, Measured values; -, Simulated values.

表2 黄山森林动态监测样地重要值排名前10位的科
Table 2 Top 10 families with high importance values in the Huangshan forest dynamics plot

科 Family	重要值 Importance values (%)	胸高断面积 Basal area (m ²)
壳斗科 Fagaceae	33.66	188.41
杜鹃花科 Ericaceae	17.59	19.17
山茶科 Theaceae	12.91	9.70
山矾科 Symplocaceae	6.59	5.72
松科 Pinaceae	6.29	39.12
金缕梅科 Hamamelidaceae	5.46	10.96
冬青科 Aquifoliaceae	3.77	7.74
樟科 Lauraceae	3.10	4.21
杉科 Taxodiaceae	2.36	15.15
安息香科 Styracaceae	1.84	2.45

表3 黄山森林动态监测样地重要值排位名前10位的物种
Table 3 Top 10 species with high importance values in the Huangshan forest dynamics plot

种名 Species	重要值 Importance values (%)	胸高断面积 Basal area (m ²)
甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	26.25	161.02
细齿叶柃 <i>Eurya nitida</i>	7.63	4.79
马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	7.60	11.38
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	6.29	39.12
榿木 <i>Loropetalum chinense</i>	4.83	7.10
青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	4.11	13.16
珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i>	3.45	2.75
老鼠矢 <i>Symplocos stellaris</i>	2.55	2.31
短柄枹栎 <i>Quercus serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i>	2.46	12.21
满山红 <i>Rhododendron mariesii</i>	2.38	1.61

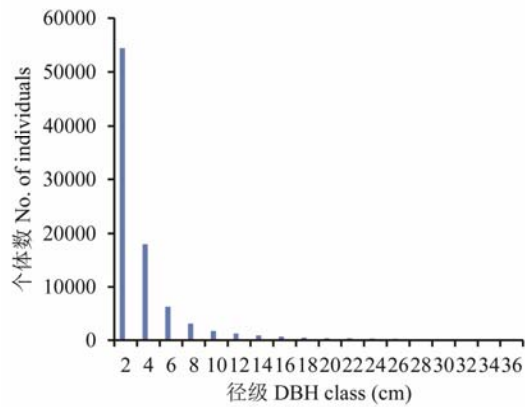


图3 黄山森林动态监测样地不同径级(1–37 cm)个体分布
Fig. 3 Distribution of individuals with different DBH-classes (1–37 cm) in the Huangshan forest dynamics plot

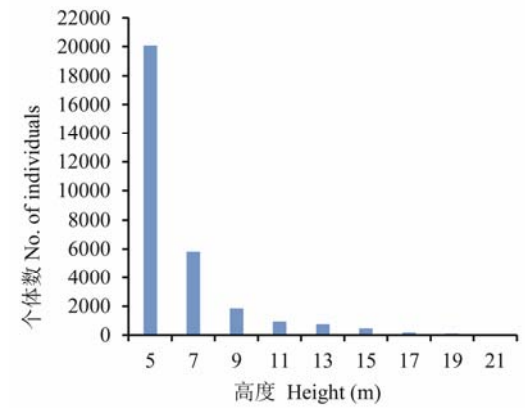


图4 黄山森林动态监测样地物种的高度分布(≤ 22 m)
Fig. 4 Distribution of individuals with different height classes (≤ 22 m) in the Huangshan forest dynamics plot

(*Cunninghamia lanceolata*)在第一亚层的数量较多,但在第二亚层较少;青冈、短柄枹栎、细齿叶柃、珍珠花等主要分布在第二亚层。

2.7 空间分布格局

甜槠、细齿叶柃和马银花等优势树种的个体数明显高于其他树种,它们在不同的坡向和坡位都有分布。甜槠、马银花、马尾松多分布于西南方向,细齿叶柃多分布于东北方向(附录2)。甜槠、细齿叶柃、马银花等重要值排名前10位的优势树种平均角尺度介于0.607和0.689,说明其在样地中均呈较显著的聚集分布。

3 讨论

3.1 物种组成和区系特征

在已报道的常绿阔叶林动态监测样地中,黄山样地与古田山、天童样地的距离、纬度和海拔最为接近。古田山样地的树种共有49科104属159种(祝燕等, 2008),天童样地有51科94属152种(杨庆松等, 2011)。尽管黄山样地的面积仅为上述2个样地的1/2甚至更少,但三者 in 科、属、种等不同分类单元上的数量都比较相近。黄山样地中的甜槠、马银花、马尾松、欒木、青冈、短柄枹栎等优势种,也是古田山样地的主要物种。黄山与天童样地的优势种区别较大,在天童样地重要值排名前10位的乔木中,只有红楠(*Machilus thunbergii*)在黄山样地较为常见,但不是优势种。虽然没有共有的优势种,但一

表4 黄山森林动态监测样地不同乔木亚层中个体数排名前10位的物种
Table 4 Top 10 species with individuals at different tree layers in the Huangshan forest dynamics plot

第一亚层 The first sub-layer		第二亚层 The second sub-layer	
物种 Species	个体数 No. of individuals	物种 Species	个体数 No. of individuals
甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	995	甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	3,918
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	231	马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	1,435
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	209	欒木 <i>Loropetalum chinense</i>	1,175
短柄枹栎 <i>Quercus serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i>	56	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	1,132
青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	52	青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	984
枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	41	短柄枹栎 <i>Quercus serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i>	536
山槐 <i>Albizia kalkora</i>	30	香冬青 <i>Ilex suaveolens</i>	480
赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i>	27	细齿叶柃 <i>Eurya nitida</i>	404
欒木 <i>Loropetalum chinense</i>	27	珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i>	354
马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	15	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	290

些优势种的亲缘关系或分布特征接近。黄山样地的细齿叶柃与天童样地的细枝柃(*Eurya loquaiana*)同为真柃组(Sect. *Eurya*)。云山青冈(*Cyclobalanopsis sessilifolia*)是天童的优势种, 黄山样地则为青冈, 另外小叶青冈(*C. myrsinifolia*)也是常见种, 这3个物种在长江以南各省区的低海拔地带组成常绿阔叶混交林(中国科学院中国植物志编辑委员会, 1998), 黄山与天童样地物种的相关性值得进一步探讨。

古田山样地中热带区系和温带区系的科分别占总科数的64.86%和35.13%, 相应的属分别占总属数的53.00%和44.00% (祝燕等, 2008); 天童样地分别为61.90%和35.71%, 以及52.69%和43.01% (杨庆松等, 2011)。3个样地在科的水平上, 热带性质和温带性质的比例都相近, 但在属的水平上, 古田山、天童样地热带性质似高于黄山样地。武夷山样地(地理坐标为27°35'24" N, 117°45'55" E)是典型的中亚热带常绿阔叶林, 其热带性质和温带性质的科分别占总科数的68.58%和31.42%, 相应的属分别占总属数的58.83%和36.47% (丁晖等, 2015)。黄山与武夷山样地在区系特征上的区别也主要表现为在属的水平上相差较大。尽管黄山、古田山、天童样地地理位置接近、生境相似, 但它们的物种组成和区系特征还是存在或多或少的差异, 说明我国常绿阔叶林物种丰富、类型多样, 有必要针对不同类型的常绿阔叶林群落开展观测。

许多古近纪和新近纪植物是常绿阔叶林的优势种或常见种(宋永昌等, 2013)。样地中有很多这些常见种, 如冬青属、柃木属、山胡椒属、杜鹃属(*Rhododendron*)、樟属(*Cinnamomum*)等。也有一些稀有种或偶见种起源古老, 如莢蒾属(*Viburnum*)、泡花树属(*Meliosma*)、榧树属(*Torreya*)等。

3.2 稀有种

黄山样地稀有种比例(45.10%)较高, 高于温带的长白山样地(34.6%) (郝占庆等, 2008), 亚热带的古田山(37.1%) (祝燕等, 2008)、天童(36.2%) (杨庆松等, 2011)、武夷山(16.96%) (丁晖等, 2015)、乌岩岭(29.5%) (仲磊等, 2015)、百山祖(39.3%) (徐敏等, 2007)、八大公山样地(43.28%) (卢志军等, 2013), 热带的弄岗(33.63%) (王斌等, 2014)、尖峰岭样地(20.7%) (许涵等, 2015), 低于亚热带的鼎湖山(52.38%) (叶万辉等, 2008)和热带的西双版纳样地(49.14%) (兰国玉等, 2008)。影响稀有种比例的原因

可能有物种本身的种群特征与分布特性、生境异质性、森林类型镶嵌、干扰造成的镶嵌结构和区系的交汇、地形限制、与大陆隔离后具有的岛屿属性等(Bunyavejchewin et al, 2004; 叶万辉等, 2008; 杨庆松等, 2011; 王斌等, 2014; 许涵等, 2015)。黄山样地树种较高的稀有性可能与区系交汇及干扰有关。黄山样地的纬度均高于上述亚热带样地, 且位于黄山北坡。在属和种的水平上, 温带性质较明显(张光富, 2003); 在属的水平上, 热带性质不及古田山和天童样地, 热带和温带交汇的特点更加明显。所有乔木个体的平均胸径仅为4.10 cm, 小径木比例很高。马尾松和杉木等针叶树种是黄山的常见种, 也都为样地优势种。黄山松(*P. taiwanensis*)是海拔800 m以下的优势种, 在低海拔常绿阔叶林受破坏后, 成为天然更新的先锋树种(胡嘉琪和梁师文, 1996)。这些特征都显示出黄山样地受到了一定程度的干扰, 导致了稀有性的增高。

3.3 种-面积格局

当黄山样地取样面积是2,150 m²时, 物种数为71, 为总树种数的46.41%。当60%的物种出现时, 取样面积占总面积的9.64%; 80%的物种出现时, 为56.64%; 90%的物种出现时, 为71.04%。当60%的物种出现时, 武夷山(丁晖等, 2015)、天童(杨庆松等, 2011)、鼎湖山(叶万辉等, 2008)样地的取样面积分别为总面积的1.98%、3.38%、15.42%; 80%的物种出现时, 分别为6.80%、17.86%、42.48%; 90%的物种出现时, 分别为13.54%、41.07%、64.31%。黄山样地种-面积曲线出现拐点时, 出现的物种并不多。随着取样面积的进一步增大, 物种数仍保持一定速率的增加, 这个特征和武夷山样地差异最大, 和天童样地也有较大区别, 与鼎湖山样地比较接近。这种现象可能与稀有种的种数、个体数以及分布有关。虽然稀有种在样地个体总数中比例不大, 对群落的重要值贡献较小, 但对树种多样性的贡献较大(王相华等, 2004; 兰国玉, 2007; 兰国玉等, 2008)。常见种因其密度的优势, 频度也往往较大, 被抽样的可能性大大高于稀有种。反之, 需要更大的抽样强度才能统计到较多的稀有种, 这样稀有种就成为影响种-面积格局的“关键少数”。武夷山样地的稀有种比例最小, 稀有种对种-面积格局的影响也最小。天童的稀有种比例较武夷山大, 其影响也较大。在上述12个不同植被类型的森林大样地中, 稀有种的

比例大是黄山和鼎湖山样地的共同特征, 其对种-面积格局的影响也明显大于其他样地。

3.4 群落演替

由于当前还缺少连续观测数据, 对群落演替进程的解释尚不能给出直接的证据, 但群落结构特征可以为此提供一些旁证。同龄林乔木径级一般呈正态分布, 异龄林则服从指数分布。百山祖的短尾柯-多脉青冈(*Lithocarpus brevipendulus*-*Cyclobalanopsis multinervis*)群落乔木直径频度分布呈指数关系, 说明已经处于群落演替的成熟阶段(徐敏等, 2007)。黄山样地立木株数的自然对数与径级中位数呈线性关系, 似乎符合异龄林及群落演替成熟阶段的特点。

张家城和陈力(2000)根据第1优势种的耐阴、喜湿特性, 将江西分宜亚热带多优势种常绿阔叶林的演替过程划分为6个阶段。甜槠是黄山样地的建群种。据报道, 在林冠下弱光照环境中, 甜槠也存在幼苗。在车八岭中亚热带常绿阔叶林群落, 甜槠幼树的成长比米槠(*Castanopsis carlesii*)幼树需要的光照强度大, 但比木荷(*Schima superba*)小, 从幼树到成树的过程中死亡率最低(常勇和陈北光, 2008)。甜槠作为中生性树种在群落中的优势地位似乎表明该群落处于顶级阶段, 但强阳性速生树种马尾松也是优势种, 则应解释为群落处于未发育完善的演替顶级阶段或遭受干扰后的恢复演替阶段。

对不同胸径、树高的乔木层组成的分析可提供更多证据。在乔木第一亚层共有55个物种, 甜槠的个体数占有个体总数的54.05%, 排第1位, 马尾松为12.55%, 排第2位; 第二亚层共有122个物种, 甜槠和马尾松的个体数比例(排位)分别是26.51% (1)、7.66% (4); 在高度5 m以下的灌木层共有142个物种, 两者的个体数比例(排位)分别是14.17% (2)、1.75% (11)。随着光照从冠层到灌木层的逐步减弱, 甜槠的密度仍然保持较大的优势, 但马尾松呈现明显下降趋势。光照的限制成为马尾松幼树成长的障碍, 可能预示马尾松出现了衰退。如将乔木按胸径分为3个等级, 即大径木(≥ 10 cm)、中径木(5-10 cm)和小径木(1-5 cm), 则大径木有81个物种, 甜槠和马尾松的个体数比例(排位)分别是50.52% (1)、13.85% (2); 中径木有106个物种, 两者分别是24.44% (1)、8.90% (3); 小径木143种, 两者分别是13.05% (3)、1.15% (17)。马尾松在大、中径木中尚

有较大密度, 但其小径木数量较小, 已远不及甜槠。胸径常与树龄正相关。这说明马尾松幼树的更新出现困难, 与树高反映出的演替趋势基本相同。

历史上, 常绿阔叶林遭受的人为干扰主要有开垦种植、过度采伐、发展经济林、采樵薪炭、战争、城市化等(宋永昌等, 2013)。近年来, 由于样地所处区域受到较为严格的保护, 上述人为干扰基本可以排除, 但历史上的人为干扰造成的长期影响以及旅游开发带来的潜在风险依然存在。2008年冰冻雪灾也对常绿阔叶林造成了不同程度的影响。雪灾对古田山中亚热带常绿阔叶林群落的短期动态产生了较大的负面影响, 且常绿物种较落叶物种受损更重, 影响程度与植物胸径和地形等因素密切相关(曼兴兴等, 2011; 金毅等, 2015)。雪灾对神农架山地米心水青冈-多脉青冈(*Fagus engleriana*-*Cyclobalanopsis multinervis*)混交林群落结构虽造成了一定的影响, 但该群落的物种组成和结构变化较小, 表现出较强的抵抗力(葛结林等, 2012)。黄山样地内有较多倒木, 并出现大量小径级个体, 显然是这场灾害造成的后果。此外, 作者在江西齐云山等地也观察到类似现象。所以推测群落发育的不完善是历史上的人为干扰和近期自然灾害共同作用的结果。为此, 基于大样地对该群落的恢复动态开展长期定位观测和研究, 将能为科学保护黄山生物多样性提供科学参考。

致谢 黄山风景区管委会政治处主任林辉, 南京林业大学副校长薛建辉教授等相关领导给予指导, 环境保护部南京环境科学研究所胡飞龙、马方舟博士, 卢晓强、吴军副研究员, 黄山风景区管委会叶要清高级工程师, 王旭助理工程师, 南京林业大学王贤荣教授, 许晓岗、陈昕副教授, 伊贤贵、李雪霞、夏涛、王志杰、陈林、段一凡、乔绪强、张开梅、邱靖老师, 夏文娟、赵青、左云、李瑾瑾、杨余彬、谢梦梦、李顺梅、赵盼、陈云、徐丹丹、段军军、石凯、孙李勇、伍振镭、杨欣欣、张开文、魏雅男等100多位同学, 南京泛享信息技术有限公司黄红亮和于洪工程师, 汪陈等当地民工参加野外调查, 两位匿名审稿专家提供很好的意见, 在此谨表衷心感谢!

参考文献

- Bunyavejchewin S, Baker PJ, Lafrankie JV, Ashton PS (2004) Structure, history, and rarity in a seasonal evergreen forest

- in western Thailand. In: Forest Diversity and Dynamism: Findings from a Network of Large-scale Tropical Forest Plots (eds Losos EC, Leigh EG), pp. 145–158. University of Chicago Press, Chicago.
- Cai F, Qian XH (1993) Characteristic analysis of the evergreen broad-leaved forest on the north slope of Huangshan Mountain. *Acta Botanica Sinica*, 35, 799–806. (in Chinese with English abstract) [蔡飞, 钱嘯虎 (1993) 黄山北坡常绿阔叶林的特征分析. *植物学报*, 35, 799–806.]
- Chang Y, Chen BG (2008) Study on recovery of *Castanopsis eyrei* community in Chebaling National Reserve. *Journal of South China Agricultural University*, 29(1), 63–67. (in Chinese with English abstract) [常勇, 陈北光 (2008) 车八岭国家级自然保护区甜槠林群落恢复的研究. *华南农业大学学报*, 29(1), 63–67.]
- Condit R (1998) Tropical Forest Census Plots: Methods and Results from Barro Colorado Island, Panama and a Comparison with Other Plots. Springer Science & Business Media, Berlin.
- Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita (1998) Flora Reipublicae Popularis Sinicae, Tomus 22. Science Press, Beijing. [中国科学院中国植物志编辑委员会 (1998) 中国植物志, 第二十二卷. 科学出版社, 北京.]
- Ding H, Fang YM, Yang Q, Chen X, Yuan FY, Xu H, He LH, Yan J, Chen TT, Yu CJ, Xu HG (2015) Community characteristics of a mid-subtropical evergreen broad-leaved forest plot in the Wuyi Mountains, Fujian Province, southeastern China. *Biodiversity Science*, 23, 479–492. (in Chinese with English abstract) [丁晖, 方炎明, 杨青, 陈晓, 袁发银, 徐辉, 何立恒, 严靖, 陈婷婷, 余朝健, 徐海根 (2015) 武夷山中亚热带常绿阔叶林样地的群落特征. *生物多样性*, 23, 479–492.]
- Ding SY (1999) Comparative ecology of successive serial of evergreen broad-leaved forest. Henan University Press, Kaifeng. (in Chinese with English abstract) [丁圣彦 (1999) 常绿阔叶林演替系列比较生态学. 河南大学出版社, 开封.]
- Ge JL, Xiong GM, Deng LQ, Zhao CM, Shen GZ, Xie ZQ (2012) Community dynamics of a montane *Fagus engleriana* - *Cyclobalanopsis multiervis* mixed forest in Shennongjia, Hubei, China. *Biodiversity Science*, 20, 643–653. (in Chinese with English abstract) [葛结林, 熊高明, 邓龙强, 赵常明, 申国珍, 谢宗强 (2012) 湖北神农架山地米心水青冈-多脉青冈混交林的群落动态. *生物多样性*, 20, 643–653.]
- Gong HD, Yang GP, Lu ZY, Liu YH (2011) Diversity and spatial distribution patterns of trees in an evergreen broad-leaved forest in the Ailao Mountains, Yunnan. *Biodiversity Science*, 19, 143–150. (in Chinese with English abstract) [巩合德, 杨国平, 鲁志云, 刘玉洪 (2011) 哀牢山常绿阔叶林树种多样性及空间分布格局. *生物多样性*, 19, 143–150.]
- Gong J, Lu L, Jin XL, Nan W, Liu F (2009a) Impacts of tourist disturbance on plant communities and soil properties in Huangshan Mountain Scenic Area. *Acta Ecologica Sinica*, 29, 2239–2251. (in Chinese with English abstract) [巩劫, 陆林, 晋秀龙, 南伟, 刘飞 (2009a) 黄山风景区旅游干扰对植物群落及其土壤性质的影响. *生态学报*, 29, 2239–2251.]
- Gong J, Lu L, Jin XL, Nan W, Xing HM (2009b) Effects on herb layer in plant community of tourism disturbance in Huangshan Mountain Scenic Area. *Scientia Geographica Sinica*, 29, 607–612. (in Chinese with English abstract) [巩劫, 陆林, 晋秀龙, 南伟, 邢慧敏 (2009b) 黄山风景区旅游干扰对植物群落草本层的影响. *地理科学*, 29, 607–612.]
- Hao ZQ, Li BH, Zhang J, Wang XG, Ye J, Yao XL (2008) Broad-leaved Korean pine (*Pinus koraiensis*) mixed forest plot in Changbaishan (CBS) of China: community composition and structure. *Journal of Plant Ecology (Chinese Version)*, 32, 238–250. (in Chinese with English abstract) [郝占庆, 李步杭, 张健, 王绪高, 叶吉, 姚晓琳 (2008) 长白山阔叶红松林样地(CBS): 群落组成与结构. *植物生态学报*, 32, 238–250.]
- He FL, Legendre P, Lafrankie JV (1997) Distribution patterns of tree species in a Malaysian tropical rain forest. *Journal of Vegetation Science*, 8, 105–114.
- Hu JQ, Liang SW (1996) Huangshan Plants. Fudan University Press, Shanghai. (in Chinese) [胡嘉琪, 梁师文 (1996) 黄山植物. 复旦大学出版社, 上海.]
- Hu YB, Hui GY, Wang HX, Li YF, Zhao ZH, Liu WZ (2014) Uniform angle index (W) confidence interval of the random distribution and its application. *Forest Research*, 27, 302–308. (in Chinese with English abstract) [胡艳波, 惠刚盈, 王宏翔, 李远发, 赵中华, 刘文楨 (2014) 随机分布的角尺度置信区间及其应用. *林业科学研究*, 27, 302–308.]
- Huang CL, Wu ZM, Chen XH (1999) Study on major plant community types and successional rules of *Pinus taiwanensis* community in Mt. Huangshan, China. *Journal of Anhui Agricultural University*, 26, 388–393. (in Chinese with English abstract) [黄成林, 吴泽民, 陈晓红 (1999) 黄山山顶面区主要植物群落类型及黄山松群落演替规律的探讨. *安徽农业大学学报*, 26, 388–393.]
- Huangshan Mountain Scenic Area Administrative Committee (2006) Rare Animals in Huangshan. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [黄山风景区管理委员会 (2006) 黄山珍稀动物. 中国林业出版社, 北京.]
- Hubbell S, Foster R (1986) Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation. In: Conservation Biology: the Science of Scarcity and Diversity (ed. Soulé M), pp. 205–231. Sinauer Associates, Sunderland.
- Jin Y, Chen JH, Mi XC, Ren HB, Ma KP, Yu MJ (2015) Impacts of the 2008 ice storm on structure and composition of

- an evergreen broad-leaved forest community in eastern China. *Biodiversity Science*, 23, 610–618. (in Chinese with English abstract) [金毅, 陈建华, 米湘成, 任海保, 马克平, 于明坚 (2015) 古田山24 ha森林动态监测样地常绿阔叶林群落结构和组成动态: 探讨2008年冰雪灾害的影响. *生物多样性*, 23, 610–618.]
- Lan GY (2007) Research progress on large, long-term plot of tropical forest ecosystem in the world. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 27, 2140–2145. (in Chinese with English abstract) [兰国玉 (2007) 世界热带森林生态系统大样地定位研究进展. *西北植物学报*, 27, 2140–2145.]
- Lan GY, Hu YH, Cao M, Zhu H, Wang H, Zhou SS, Deng XB, Cui JY, Huang JG, Liu LY, Xu HL, Song JP, He YC (2008) Establishment of Xishuangbanna tropical forest dynamics plot: species compositions and spatial distribution patterns. *Journal of Plant Ecology (Chinese Version)*, 32, 287–298. (in Chinese with English abstract) [兰国玉, 胡跃华, 曹敏, 朱华, 王洪, 周仕顺, 邓晓保, 崔景云, 黄建国, 刘林云, 许海龙, 宋军平, 何有才 (2008) 西双版纳热带森林动态监测样地——树种组成与空间分布格局. *植物生态学报*, 32, 287–298.]
- Lu ZJ, Bao DC, Guo YL, Lu JM, Wang QG, He D, Zhang KH, Xu YZ, Liu HB, Meng HJ, Huang HD, Wei XZ, Liao JX, Qiao XJ, Jiang MX, Gu ZR, Liao CL (2013) Community composition and structure of Badagongshan (BDGS) forest dynamic plot in a mid-subtropical mountain evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest, Central China. *Plant Science Journal*, 31, 336–344. (in Chinese with English abstract) [卢志军, 鲍大川, 郭屹立, 路俊盟, 王庆刚, 何东, 张奎汉, 徐耀粘, 刘海波, 孟红杰, 黄汉东, 魏新增, 廖建雄, 乔秀娟, 江明喜, 谷志容, 廖春林 (2013) 八大公山中亚热带山地常绿落叶阔叶混交林物种组成与结构. *植物科学学报*, 31, 336–344.]
- Ma KP (2015) Biodiversity monitoring in China: from CForBio to Sino BON. *Biodiversity Science*, 23, 1–2. (in Chinese) [马克平 (2015) 中国生物多样性监测网络建设: 从CForBio到Sino BON. *生物多样性*, 23, 1–2.]
- Man XX, Mi XC, Ma KP (2011) Effects of an ice storm on community structure of an evergreen broad-leaved forest in Gutianshan National Nature Reserve, Zhejiang Province. *Biodiversity Science*, 19, 197–205. (in Chinese with English abstract) [曼兴兴, 米湘成, 马克平 (2011) 雪灾对古田山常绿阔叶林群落结构的影响. *生物多样性*, 19, 197–205.]
- Pei NC (2011) Large scale permanent plot can do well for the floristic study of seed plants. *Plant Diversity and Resources*, 33, 615–621. (in Chinese with English abstract) [裴男才 (2011) 利用大样地平台研究种子植物区系. *植物分类与资源学报*, 33, 615–621.]
- Qian XH (1987) Study on the vertical zonation of the mountainous vegetation in Anhui Province. *Journal of Anhui Normal University (Natural Science)*, (2), 47–49. (in Chinese with English abstract) [钱啸虎 (1987) 安徽省山地植被垂直分布. *安徽师大学报(自然科学版)*, (2), 47–49.]
- Shi XQ, Wu MK, Zhang XP (2009) Studies on liverwort flora in Huangshan Mountain. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 27, 368–372. (in Chinese with English abstract) [师雪芹, 吴明开, 张小平 (2009) 黄山苔类植物区系研究. *武汉植物学研究*, 27, 368–372.]
- Song YC (2004) Tentative classification scheme of evergreen broad-leaved forests of China. *Acta Phytocologica Sinica*, 28, 435–448. (in Chinese with English abstract) [宋永昌 (2004) 中国常绿阔叶林分类试行方案. *植物生态学报*, 28, 435–448.]
- Song YC, Chen XY (2007) Degradation Mechanism and Ecological Restoration of Evergreen Broad-leaved Forest Ecosystem in East China. Science Press, Beijing. (in Chinese) [宋永昌, 陈小勇 (2007) 中国东部常绿阔叶林生态系统退化机制与生态恢复. 科学出版社, 北京.]
- Song YC, Chen XY, Wang XH (2005) Studies on evergreen broad-leaved forests of China: a retrospect and prospect. *Journal of East China Normal University (Natural Science)*, 119(1), 1–8. (in Chinese with English abstract) [宋永昌, 陈小勇, 王希华 (2005) 中国常绿阔叶林研究的回顾与展望. *华东师范大学学报(自然科学版)*, 119(1), 1–8.]
- Song YC, Wang XH, Yan ER (2013) Evergreen Broad-leaved Forest in China: Classification, Ecology, Conservation. Science Press, Beijing. (in Chinese) [宋永昌, 王希华, 阎恩荣 (2013) 中国常绿阔叶林: 分类·生态·保育. 科学出版社, 北京.]
- Song YC, Yan ER, Song K (2015) Synthetic comparison of eight dynamics plots in evergreen broadleaf forests, China. *Biodiversity Science*, 23, 139–148. (in Chinese with English abstract) [宋永昌, 阎恩荣, 宋坤 (2015) 中国常绿阔叶林8大动态监测样地植被的综合比较. *生物多样性*, 23, 139–148.]
- Sun RY, Li QF, Niu CJ, Lou AR (2002) Basic Ecology. Higher Education Press, Beijing. (in Chinese) [孙儒泳, 李庆芬, 牛翠娟, 娄安如 (2002) 基础生态学, 高等教育出版社, 北京.]
- Wang B, Huang YS, Li XK, Xiang WS, Ding T, Huang FZ, Lu SH, Han WH, Wen SJ, He LJ (2014) Species composition and spatial distribution of a 15 ha northern tropical karst seasonal rain forest dynamics study plot in Nonggang, Guangxi, southern China. *Biodiversity Science*, 22, 141–156. (in Chinese with English abstract) [王斌, 黄俞淞, 李先琨, 向悟生, 丁涛, 黄甫昭, 陆树华, 韩文衡, 文淑均, 何兰军 (2014) 弄岗北热带喀斯特季节性雨林15 ha监测样地的树种组成与空间分布. *生物多样性*, 22, 141–156.]
- Wang LL, Wang GL, Huang YJ, Li J, Liu DY (2006) Age structure and niche of the endangered *Magnolia sieboldii* in Huangshan Mountain. *Acta Ecologica Sinica*, 26, 1862–1871. (in Chinese with English abstract) [王立龙, 王广林, 黄永杰, 李晶, 刘登义 (2006) 黄山濒危植物小花

- 木兰生态位与年龄结构研究. 生态学报, 26, 1862–1871.]
- Wang HH, Sun IF, Chien CT, Pan FJ, Kuo CF, Yu MH, Wu SH, Ku HL, Cheng YP, Chen SY, Kao YC (2004) Tree species composition and habitat types of a karst forest in Kenting, Southern Taiwan. *Taiwan Journal of Forest Science*, 19, 323–335. (in Chinese with English abstract) [王相华, 孙义方, 简庆德, 潘富俊, 郭纪凡, 游孟雪, 伍淑惠, 古心兰, 郑育斌, 陈舜英, 高瑞卿 (2004) 垦丁喀斯勒森林永久样区之树种组成及生育地类型. 台湾林业科学, 19, 323–335.]
- Wu MK, Zhang XP, Cao T (2010) Moss flora of Huangshan Mountain in Anhui Province, China. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 28, 365–375. (in Chinese with English abstract) [吴明开, 张小平, 曹同 (2010) 黄山藓类植物区系. 武汉植物学研究, 28, 365–375.]
- Wu ZY (2003) Revision of the areal-types of the world families of seed plants. *Acta Botanica Yunnanica*, 25, 535–538. (in Chinese with English abstract) [吴征镒 (2003) 《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订. 云南植物研究, 25, 535–538.]
- Wu ZY, Sun H, Zhou ZK, Li DZ, Peng H (2011) Floristics of Seed Plants from China. Science Press, Beijing. (in Chinese) [吴征镒, 孙航, 周浙昆, 李德铎, 彭华 (2011) 中国种子植物区系地理. 科学出版社, 北京.]
- Wu ZY, Zhou ZK, Li DZ, Peng H, Sun H (2003) The areal-types of the world families of seed plants. *Acta Botanica Yunnanica*, 25, 245–257. (in Chinese with English abstract) [吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 彭华, 孙航 (2003) 世界种子植物科的分布区类型系统. 云南植物研究, 25, 245–257.]
- Xu H, Li YD, Lin MX, Wu JH, Luo TS, Zhou Z, Chen DX, Yang H, Li GJ, Liu SR (2015) Community characteristics of a 60 ha dynamics plot in the tropical montane rain forest in Jianfengling, Hainan Island. *Biodiversity Science*, 23, 192–201. (in Chinese with English abstract) [许涵, 李意德, 林明献, 吴建辉, 骆士寿, 周璋, 陈德祥, 杨怀, 李广建, 刘世荣 (2015) 海南尖峰岭热带山地雨林60 ha动态监测样地群落结构特征. 生物多样性, 23, 192–201.]
- Xu HG, Ding H, Cui P, Lu XQ, Liu L (2015) Innovative measures to improve the capabilities for conservation of biodiversity. *China Environment News*, 2015-09-01(2). (in Chinese) [徐海根, 丁晖, 崔鹏, 卢晓强, 刘立 (2015) 创新举措提高生物多样性保护能力. 中国环境报, 2015-09-01(2).]
- Xu M, Luo ZR, Yu MJ, Ding BY, Wu YG (2007) Floristic composition and community structure of mid-montane evergreen broad-leaved forest in north slope of Baishanzu Mountain. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)*, 33, 450–457. (in Chinese with English abstract) [徐敏, 骆争荣, 于明坚, 丁炳扬, 吴友贵 (2007) 百山祖北坡中山常绿阔叶林的物种组成和群落结构. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 33, 450–457.]
- Yang QS, Ma ZP, Xie YB, Zhang ZG, Wang ZH, Liu HM, Li P, Zhang N, Wang DL, Yang HB, Fang XF, Yan ER, Wang XH (2011) Community structure and species composition of an evergreen broadleaved forest in Tiantong's 20 ha dynamic plot, Zhejiang Province, eastern China. *Biodiversity Science*, 19, 215–223. (in Chinese with English abstract) [杨庆松, 马遵平, 谢玉彬, 张志国, 王樟华, 刘何铭, 李萍, 张娜, 王达力, 杨海波, 方晓峰, 阎恩荣, 王希华 (2011) 浙江天童20 ha常绿阔叶林动态监测样地的群落特征. 生物多样性, 19, 215–223.]
- Ye WH, Cao HL, Huang ZL, Lian JY, Wang ZG, Li L, Wei SG, Wang ZM (2008) Community structure of a 20 hm² lower subtropical evergreen broadleaved forest plot in Dinghushan, China. *Journal of Plant Ecology (Chinese Version)*, 32, 274–286. (in Chinese with English abstract) [叶万辉, 曹洪麟, 黄忠良, 练琚愉, 王志高, 李林, 魏识广, 王章明 (2008) 鼎湖山亚热带常绿阔叶林20公顷样地群落特征研究. 植物生态学报, 32, 274–286.]
- Yu MJ (1999) Dynamics of an evergreen broad-leaved forest dominated by *Cyclobalanopsis glauca* in Southeast China. *Scientia Silvae Sinicae*, 35(6), 42–51. (in Chinese with English abstract) [于明坚 (1999) 青冈常绿阔叶林群落动态研究. 林业科学, 35(6), 42–51.]
- Yu SJ (1991) Investigation of wild ornamental resources in Mount Huangshan. *Journal of Beijing Forestry University*, 13(3), 21–28. (in Chinese with English abstract) [郁书君 (1991) 黄山观赏植物资源调查. 北京林业大学学报, 13(3), 21–28.]
- Zhang GF (2003) Analysis of the floristic elements of seed plants in Huangshan Mountain. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 21, 390–394. (in Chinese with English abstract) [张光富 (2003) 黄山种子植物区系成分分析. 武汉植物学研究, 21, 390–394.]
- Zhang GG, Wang DX, Chai ZZ, Zhang CS, Liu WZ, Zhang SZ (2015) Distribution characteristics of two typical natural forest spatial structure parameters in Xiaolongshan. *Forest Research*, 28, 531–537. (in Chinese with English abstract) [张岗岗, 王得祥, 柴宗政, 张丛珊, 刘文桢, 张宋智 (2015) 小陇山2种典型天然林空间结构参数分布特征. 林业科学研究, 28, 531–537.]
- Zhang JC, Chen L (2000) A study on judgment and evaluation of succession situation for forest community with several dominant tree species in subtropical zone in China. *Scientia Silvae Sinicae*, 36(2), 116–121. (in Chinese with English abstract) [张家城, 陈力 (2000) 亚热带多优势种森林群落演替现状评判研究. 林业科学, 36(2), 116–121.]
- Zhang JT (2011) Quantitative Ecology. Science Press, Beijing. (in Chinese) [张金屯 (2011) 数量生态学. 科学出版社, 北京.]
- Zhang QF, Chen XY, Wu HQ, Song YC (1997) Structure and distribution pattern of *Castanopsis eyrei* population in Huangshan Mountain, Anhui Province. *Journal of Plant Resources and Environment*, 6(4), 36–40. (in Chinese with English abstract) [张庆费, 陈小勇, 吴化前, 宋永昌

- (1997) 安徽黄山甜槠种群的结构与分布格局. 植物资源与环境, 6(4), 36–40.]
- Zheng SZ (1983) The vegetation of Mt. Huangshan in Anhui. *Journal of Ecology*, (4), 8–11. (in Chinese with English abstract) [郑师章 (1983) 黄山植被——兼谈发展旅游事业必须重视植被保护. 生态学杂志, (4), 8–11.]
- Zhong ZC (1992) The Study on Broad-Leaved Forest Ecosystem. Southwest China Normal University Press, Chongqing. (in Chinese) [钟章成 (1992) 常绿阔叶林生态系统研究. 西南师范大学出版社, 重庆.]
- Zhong L, Chang-Yang CH, Lu P, Gu XP, Lei ZP, Cai YB, Zheng FD, Sun IF, Yu MJ (2015) Community structure and species composition of the secondary evergreen broad-leaved forest: the analyses for a 9 ha forest dynamics plot in Wuyanling Nature Reserve, Zhejiang Province, East China. *Biodiversity Science*, 23, 619–629. (in Chinese with English abstract) [仲磊, 张杨家豪, 卢品, 顾雪萍, 雷祖培, 蔡延奔, 郑方东, 孙义方, 于明坚 (2015) 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. 生物多样性, 23, 619–629.]
- Zhu Y, Zhao GF, Zhang LW, Shen GC, Mi XC, Ren HB, Yu MJ, Chen JH, Chen SW, Fang T, Ma KP (2008) Community composition and structure of Gutianshan forest dynamic plot in a mid-subtropical evergreen broad-leaved forest, East China. *Journal of Plant Ecology (Chinese Version)*, 32, 262–273. (in Chinese with English abstract) [祝燕, 赵谷风, 张俐文, 沈国春, 米湘成, 任海保, 于明坚, 陈建华, 陈声文, 方腾, 马克平 (2008) 古田山中亚热带常绿阔叶林动态监测样地——群落组成与结构. 植物生态学报, 32, 262–273.]

(责任编辑: 王希华 责任编辑: 黄祥忠)

附录 Supplementary Material

附录1 黄山森林动态监测样地乔木植物名录

Appendix 1 The list of the tree species in the Huangshan forest dynamics plot
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2016108-1.pdf>

附录2 黄山森林动态监测样地重要值排名前10位的物种空间分布

Appendix 2 Spatial distribution of top 10 species with high Importance Values in the Huangshan forest dynamics plot
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2016108-2.pdf>

附录 1 黄山森林动态监测样地乔木植物名录

Appendix 1 The list of the tree species in the Huangshan forest dynamics plot

序号 No.	科名 Family	种名 Species	多度 Abundance
1	松科 Pinaceae	铁杉 <i>Tsugachinensis</i>	稀有种 Rare species
2	松科 Pinaceae	马尾松 <i>Pinusmassoniana</i>	常见种 Common species
3	杉科 Taxodiaceae	杉木 <i>Cunninghamialanceolata</i>	常见种 Common species
4	柏科 Cupressaceae	刺柏 <i>Juniperusformosana</i>	常见种 Common species
5	三尖杉科 Cephalotaxaceae	三尖杉 <i>Cephalotaxusfortunei</i>	稀有种 Rare species
6	红豆杉科 Taxaceae	榧树 <i>Torreayagrandis</i>	偶见种 Occasional species
7	胡桃科 Juglandaceae	化香树 <i>Platycaryastrobilacea</i>	稀有种 Rare species
8	桦木科 Betulaceae	亮叶桦 <i>Betulaluminifera</i>	偶见种 Occasional species
9	桦木科 Betulaceae	雷公鹅耳枥 <i>Carpinusviminea</i>	稀有种 Rare species
10	壳斗科 Fagaceae	褐叶青冈 <i>Cyclobalanopsisstewardiana</i>	常见种 Common species
11	壳斗科 Fagaceae	青冈 <i>Cyclobalanopsisglauca</i>	常见种 Common species
12	壳斗科 Fagaceae	小叶青冈 <i>Cyclobalanopsismyrsinifolia</i>	常见种 Common species
13	壳斗科 Fagaceae	白栎 <i>Quercusfabri</i>	偶见种 Occasional species
14	壳斗科 Fagaceae	短柄枹栎 <i>Quercusserrata</i> var. <i>brevipetiolata</i>	常见种 Common species
15	壳斗科 Fagaceae	槲栎 <i>Quercusaliena</i>	稀有种 Rare species
16	壳斗科 Fagaceae	小叶栎 <i>Quercuschenii</i>	偶见种 Occasional species
17	壳斗科 Fagaceae	港柯 <i>Lithocarpusharlandii</i>	稀有种 Rare species
18	壳斗科 Fagaceae	柯 <i>Lithocarpusglaber</i>	偶见种 Occasional species
19	壳斗科 Fagaceae	苦槠 <i>Castanopsissclerophylla</i>	偶见种 Occasional species
20	壳斗科 Fagaceae	甜槠 <i>Castanopsisseyrei</i>	常见种 Common species
21	壳斗科 Fagaceae	板栗 <i>Castaneamollissima</i>	稀有种 Rare species
22	壳斗科 Fagaceae	水青冈 <i>Faguslongipetiolata</i>	稀有种 Rare species
23	榆科 Ulmaceae	朴树 <i>Celtissinensis</i>	稀有种 Rare species
24	榆科 Ulmaceae	山油麻 <i>Tremacannabina</i> var. <i>dielsiana</i>	稀有种 Rare species
25	榆科 Ulmaceae	糙叶树 <i>Aphanantheaspera</i>	偶见种 Occasional species
26	榆科 Ulmaceae	大叶榉树 <i>Zelkovaschneideriana</i>	稀有种 Rare species
27	桑科 Moraceae	柘树 <i>Cudraniatricuspidata</i>	稀有种 Rare species
28	桑科 Moraceae	楮 <i>Broussonetiaakazinkii</i>	稀有种 Rare species
29	桑科 Moraceae	构树 <i>Broussonetiapapyrifera</i>	稀有种 Rare species
30	桑科 Moraceae	华桑 <i>Moruscathayana</i>	稀有种 Rare species
31	铁青树科 Olacaceae	青皮木 <i>Schoepfiajasminodora</i>	常见种 Common species
32	木兰科 Magnoliaceae	厚朴 <i>Houpoëaofficinalis</i>	稀有种 Rare species
33	木兰科 Magnoliaceae	玉兰 <i>Yulaniadenudata</i>	偶见种 Occasional species
34	樟科 Lauraceae	檫木 <i>Sassafras tzumu</i>	稀有种 Rare species
35	樟科 Lauraceae	浙江新木姜子 <i>Neolitseaaurata</i> var. <i>chekiangensis</i>	稀有种 Rare species
36	樟科 Lauraceae	红楠 <i>Machilusthunbergii</i>	常见种 Common species
37	樟科 Lauraceae	豹皮樟 <i>Litsea coreana</i> var. <i>sinensis</i>	常见种 Common species
38	樟科 Lauraceae	山鸡椒 <i>Litsea cubeba</i>	常见种 Common species
39	樟科 Lauraceae	红脉钓樟 <i>Lindera rubronervia</i>	偶见种 Occasional species
40	樟科 Lauraceae	山胡椒 <i>Lindera glauca</i>	常见种 Common species

丁晖, 方炎明, 杨新虎, 袁发银, 何立恒, 姚剑飞, 吴俊, 迟斌, 李垚, 陈水飞, 陈婷婷, 徐海根. 黄山亚热带常绿阔叶林的群落特征. 生物多样性, 2016, 24 (8): 875–887.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2016108>

序号 No.	科名 Family	种名 Species	多度 Abundance
41	樟科 Lauraceae	山榲 <i>Linderareflexa</i>	稀有种 Rare species
42	樟科 Lauraceae	乌药 <i>Linderaaggregata</i>	常见种 Common species
43	樟科 Lauraceae	香桂 <i>Cinnamomumsubavenium</i>	常见种 Common species
44	樟科 Lauraceae	樟 <i>Cinnamomumcamphora</i>	稀有种 Rare species
45	樟科 Lauraceae	浙江桂 <i>Cinnamomumchekiangense</i>	常见种 Common species
46	山茶科 Theaceae	连蕊茶 <i>Camellia cuspidata</i>	常见种 Common species
47	山茶科 Theaceae	毛花连蕊茶 <i>Camellia fraterna</i>	常见种 Common species
48	山茶科 Theaceae	短柱柃 <i>Euryabrevistyla</i>	偶见种 Occasional species
49	山茶科 Theaceae	格药柃 <i>Euryamuricata</i>	常见种 Common species
50	山茶科 Theaceae	柃木 <i>Eurya japonica</i>	偶见种 Occasional species
51	山茶科 Theaceae	微毛柃 <i>Euryahebeclados</i>	稀有种 Rare species
52	山茶科 Theaceae	细齿叶柃 <i>Euryanitida</i>	常见种 Common species
53	山茶科 Theaceae	窄基红褐柃 <i>Euryarubiginosa</i> var. <i>attenuata</i>	常见种 Common species
54	山茶科 Theaceae	杨桐 <i>Adinandramillettii</i>	常见种 Common species
55	金缕梅科 Hamamelidaceae	牛鼻栓 <i>Fortuneariasinensis</i>	偶见种 Occasional species
56	金缕梅科 Hamamelidaceae	榿木 <i>Loropetalumchinense</i>	常见种 Common species
57	金缕梅科 Hamamelidaceae	蚊母树 <i>Distyliumracemosum</i>	偶见种 Occasional species
58	金缕梅科 Hamamelidaceae	水丝梨 <i>Sycopsisissinensis</i>	稀有种 Rare species
59	金缕梅科 Hamamelidaceae	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	常见种 Common species
60	虎耳草科 Saxifragaceae	矩叶鼠刺 <i>Iteaoblonga</i>	常见种 Common species
61	虎耳草科 Saxifragaceae	蜡莲绣球 <i>Hydrangea strigosa</i>	稀有种 Rare species
62	虎耳草科 Saxifragaceae	圆锥绣球 <i>Hydrangea paniculata</i>	稀有种 Rare species
63	虎耳草科 Saxifragaceae	中国绣球 <i>Hydrangea chinensis</i>	稀有种 Rare species
64	海桐花科 Pittosporaceae	海金子 <i>Pittosporumillicoides</i>	偶见种 Occasional species
65	蔷薇科 Rosaceae	华空木 <i>Stephanandrachinensis</i>	稀有种 Rare species
66	蔷薇科 Rosaceae	檣木 <i>Padusbuengeriana</i>	稀有种 Rare species
67	蔷薇科 Rosaceae	迎春樱桃 <i>Cerasusdiscoidea</i>	稀有种 Rare species
68	蔷薇科 Rosaceae	尖嘴林檎 <i>Malusmelliana</i>	稀有种 Rare species
69	蔷薇科 Rosaceae	石斑木 <i>Rhaphiolepisindica</i>	常见种 Common species
70	蔷薇科 Rosaceae	光叶石楠 <i>Photiniaglabra</i>	常见种 Common species
71	蔷薇科 Rosaceae	椴木石楠 <i>Photiniadavidsoniae</i>	偶见种 Occasional species
72	蔷薇科 Rosaceae	石楠 <i>Photiniaserrulata</i>	常见种 Common species
73	蝶形花科 Papilionaceae	刺槐 <i>Robiniapseudoacacia</i>	稀有种 Rare species
74	蝶形花科 Papilionaceae	美丽胡枝子 <i>Lespedeza thunbergiisubsp.formosa</i>	稀有种 Rare species
75	蝶形花科 Papilionaceae	黄檀 <i>Dalbergiahupeana</i>	常见种 Common species
76	蝶形花科 Papilionaceae	云实 <i>Caesalpiniaedcapetala</i>	稀有种 Rare species
77	蝶形花科 Papilionaceae	山槐 <i>Albiziaakalkora</i>	常见种 Common species
78	大戟科 Euphorbiaceae	白木乌柏 <i>Sapiumjaponicum</i>	稀有种 Rare species
79	大戟科 Euphorbiaceae	青灰叶下珠 <i>Phyllanthusglaucus</i>	稀有种 Rare species
80	大戟科 Euphorbiaceae	白背叶 <i>Mallotusapelta</i>	常见种 Common species
81	大戟科 Euphorbiaceae	野桐 <i>Mallotusjaponicus</i> var. <i>floccosus</i>	稀有种 Rare species
82	大戟科 Euphorbiaceae	算盘子 <i>Glochidionpuberum</i>	稀有种 Rare species
83	大戟科 Euphorbiaceae	重阳木 <i>Bischofiapolycarpa</i>	稀有种 Rare species

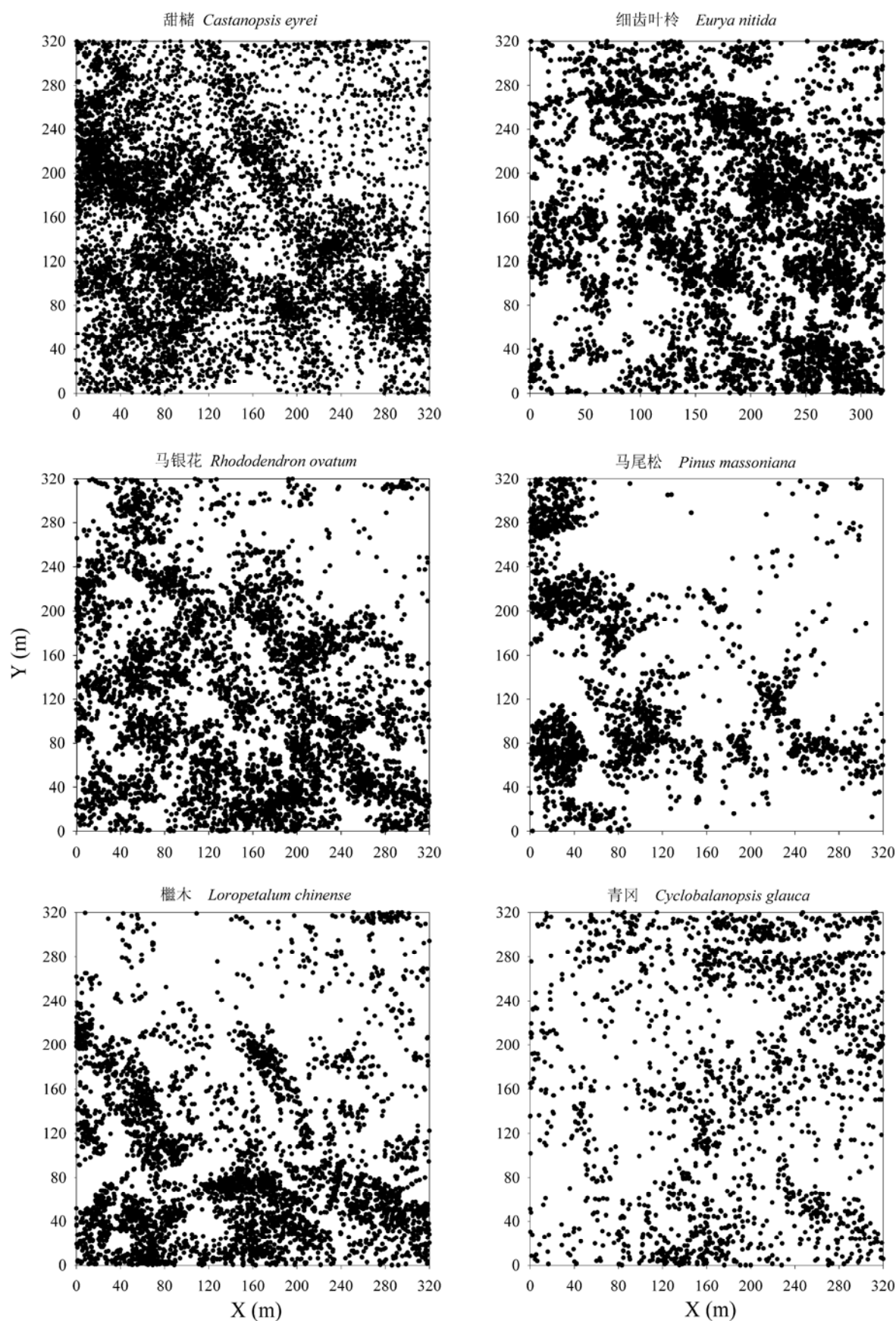
丁晖, 方炎明, 杨新虎, 袁发银, 何立恒, 姚剑飞, 吴俊, 迟斌, 李垚, 陈水飞, 陈婷婷, 徐海根. 黄山亚热带常绿阔叶林的群落特征. 生物多样性, 2016, 24 (8): 875–887.

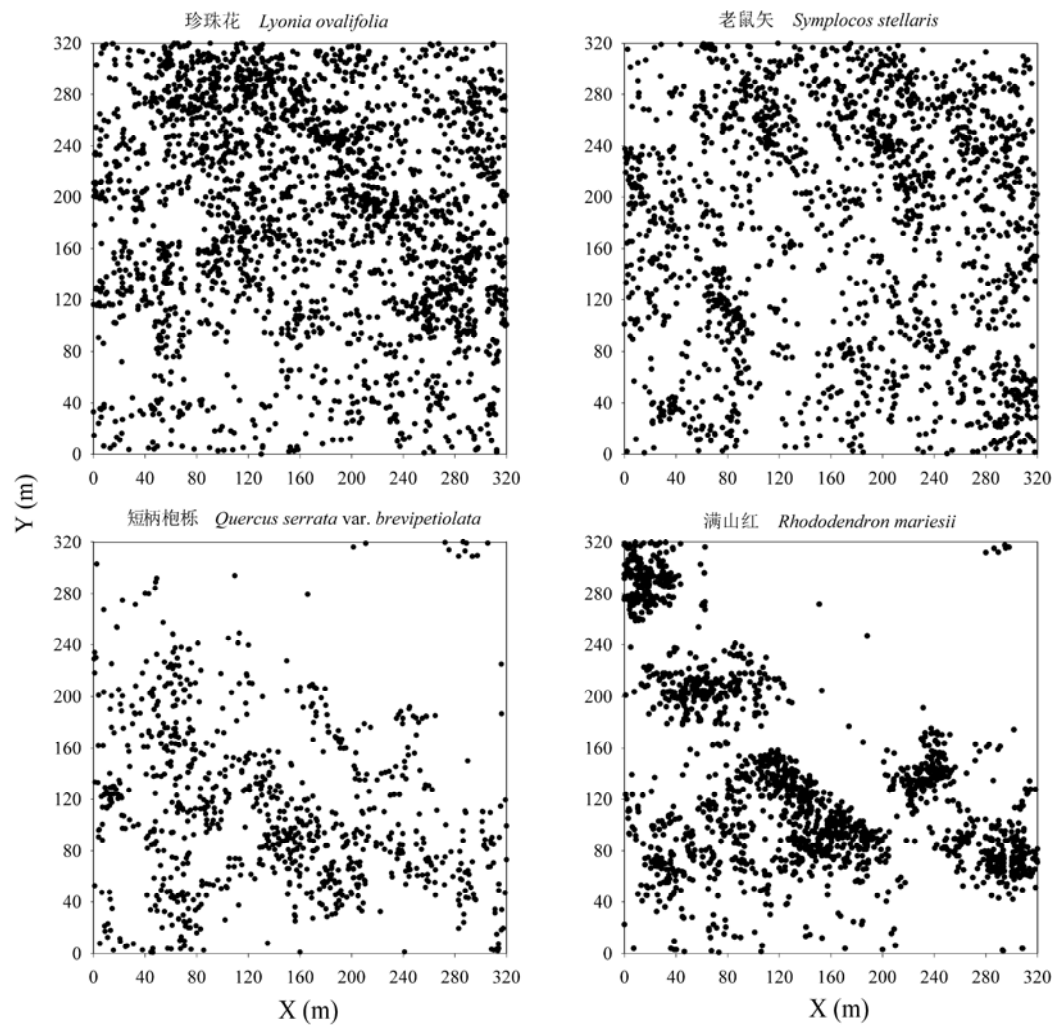
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2016108>

序号 No.	科名 Family	种名 Species	多度 Abundance
84	虎皮楠科 Daphniphyllaceae	交让木 <i>Daphniphyllum macropodum</i>	稀有种 Rare species
85	苦木科 Simaroubaceae	苦树 <i>Picrasma quassoides</i>	稀有种 Rare species
86	苦木科 Simaroubaceae	臭椿 <i>Ailanthus altissima</i>	稀有种 Rare species
87	漆树科 Anacardiaceae	木蜡树 <i>Toxicodendron sylvestris</i>	常见种 Common species
88	漆树科 Anacardiaceae	野漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i>	偶见种 Occasional species
89	漆树科 Anacardiaceae	盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	偶见种 Occasional species
90	槭树科 Aceraceae	秀丽槭 <i>Acer elegantulum</i>	稀有种 Rare species
91	无患子科 Sapindaceae	无患子 <i>Sapindus mukorossi</i>	稀有种 Rare species
92	无患子科 Sapindaceae	全缘叶栲树 <i>Koelreuteria bipinnata</i> var. <i>integrifoliola</i>	稀有种 Rare species
93	清风藤科 Sabiaceae	红柴枝 <i>Meliosma oldhamii</i>	偶见种 Occasional species
94	清风藤科 Sabiaceae	异色泡花树 <i>Meliosma myriantha</i> var. <i>discolor</i>	偶见种 Occasional species
95	冬青科 Aquifoliaceae	大柄冬青 <i>Ilex macropoda</i>	稀有种 Rare species
96	冬青科 Aquifoliaceae	大果冬青 <i>Ilex macrocarpa</i>	稀有种 Rare species
97	冬青科 Aquifoliaceae	大叶冬青 <i>Ilex latifolia</i>	偶见种 Occasional species
98	冬青科 Aquifoliaceae	冬青 <i>Ilex chinensis</i>	常见种 Common species
99	冬青科 Aquifoliaceae	亮叶冬青 <i>Ilex nitidissima</i>	偶见种 Occasional species
100	冬青科 Aquifoliaceae	毛冬青 <i>Ilex pubescens</i>	稀有种 Rare species
101	冬青科 Aquifoliaceae	榕叶冬青 <i>Ilex ficoidea</i>	偶见种 Occasional species
102	冬青科 Aquifoliaceae	铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	偶见种 Occasional species
103	冬青科 Aquifoliaceae	尾叶冬青 <i>Ilex wilsonii</i>	常见种 Common species
104	冬青科 Aquifoliaceae	显脉冬青 <i>Ilex editicostata</i>	常见种 Common species
105	冬青科 Aquifoliaceae	香冬青 <i>Ilex suaveolens</i>	常见种 Common species
106	冬青科 Aquifoliaceae	小果冬青 <i>Ilex micrococca</i>	偶见种 Occasional species
107	省沽油科 Staphyleaceae	野鸦椿 <i>Euscaphis japonica</i>	偶见种 Occasional species
108	黄杨科 Buxaceae	黄杨 <i>Buxus sinica</i>	稀有种 Rare species
109	椴树科 Tiliaceae	白毛椴 <i>Tilia endochrysea</i>	稀有种 Rare species
110	胡颓子科 Elaeagnaceae	胡颓子 <i>Elaeagnus pungens</i>	稀有种 Rare species
111	桃金娘科 Myrtaceae	赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>	常见种 Common species
112	八角枫科 Alangiaceae	八角枫 <i>Alangium chinense</i>	稀有种 Rare species
113	五加科 Araliaceae	树参 <i>Dendropanax dentiger</i>	稀有种 Rare species
114	五加科 Araliaceae	吴茱萸五加 <i>Gambleaciliata</i> var. <i>evodiifolia</i>	稀有种 Rare species
115	五加科 Araliaceae	楸木 <i>Aralia elata</i>	偶见种 Occasional species
116	五加科 Araliaceae	棘茎葱木 <i>Aralia echinocaulis</i>	偶见种 Occasional species
117	五加科 Araliaceae	黄毛楸木 <i>Aralia chinensis</i>	稀有种 Rare species
118	杜鹃花科 Ericaceae	南烛 <i>Vaccinium bracteatum</i>	常见种 Common species
119	杜鹃花科 Ericaceae	小果珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	常见种 Common species
120	杜鹃花科 Ericaceae	珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i>	常见种 Common species
121	杜鹃花科 Ericaceae	杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i>	常见种 Common species
122	杜鹃花科 Ericaceae	马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	常见种 Common species
123	杜鹃花科 Ericaceae	满山红 <i>Rhododendron mariesii</i>	常见种 Common species
124	柿科 Ebenaceae	粉叶柿 <i>Diospyros glaucifolia</i>	偶见种 Occasional species
125	柿科 Ebenaceae	野柿 <i>Diospyros kaki</i> var. <i>silvestris</i>	偶见种 Occasional species
126	安息香科 Styracaceae	赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i>	常见种 Common species

丁晖, 方炎明, 杨新虎, 袁发银, 何立恒, 姚剑飞, 吴俊, 迟斌, 李垚, 陈水飞, 陈婷婷, 徐海根. 黄山亚热带常绿阔叶林的群落特征. 生物多样性, 2016, 24 (8): 875–887.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2016108>

序号 No.	科名 Family	种名 Species	多度 Abundance
127	安息香科 Styracaceae	小叶白辛树 <i>Pterostyraxcorymbosus</i>	稀有种 Rare species
128	安息香科 Styracaceae	白花龙 <i>Styraxfaberi</i>	稀有种 Rare species
129	安息香科 Styracaceae	芬芳安息香 <i>Styraxodoratissimus</i>	常见种 Common species
130	安息香科 Styracaceae	野茉莉 <i>Styraxjaponicus</i>	常见种 Common species
131	山矾科 Symplocaceae	白檀 <i>Symplocospaniculata</i>	稀有种 Rare species
132	山矾科 Symplocaceae	薄叶山矾 <i>Symplocosanomala</i>	常见种 Common species
133	山矾科 Symplocaceae	老鼠矢 <i>Symplocosstellaris</i>	常见种 Common species
134	山矾科 Symplocaceae	山矾 <i>Symplocossumuntia</i>	常见种 Common species
135	山矾科 Symplocaceae	四川山矾 <i>Symplocossetchuensis</i>	常见种 Common species
136	木犀科 Oleaceae	连翘 <i>Forsythia suspensa</i>	稀有种 Rare species
137	木犀科 Oleaceae	苦枥木 <i>Fraxinusinsularis</i>	偶见种 Occasional species
138	木犀科 Oleaceae	女贞 <i>Ligustrumlucidum</i>	稀有种 Rare species
139	木犀科 Oleaceae	宁波木犀 <i>Osmanthuscooperi</i>	常见种 Common species
140	茜草科 Rubiaceae	栀子 <i>Gardenia jasminoides</i>	稀有种 Rare species
141	茜草科 Rubiaceae	香果树 <i>Emmenopteryshenryi</i>	稀有种 Rare species
142	紫草科 Boraginaceae	厚壳树 <i>Ehretiathyrsiflora</i>	稀有种 Rare species
143	马鞭草科 Verbenaceae	老鸦糊 <i>Callicarpagiraldii</i>	偶见种 Occasional species
144	马鞭草科 Verbenaceae	日本紫珠 <i>Callicarpa japonica</i>	稀有种 Rare species
145	马鞭草科 Verbenaceae	紫珠 <i>Callicarpabodinieri</i>	稀有种 Rare species
146	马鞭草科 Verbenaceae	豆腐柴 <i>Premnamicrophylla</i>	稀有种 Rare species
147	马鞭草科 Verbenaceae	大青 <i>Clerodendrumcyrtophyllum</i>	常见种 Common species
148	马鞭草科 Verbenaceae	海州常山 <i>Clerodendrumtrichotomum</i>	稀有种 Rare species
149	玄参科 Scrophulariaceae	白花泡桐 <i>Paulownia fortunei</i>	稀有种 Rare species
150	忍冬科 Caprifoliaceae	半边月 <i>Weigela japonica</i>	稀有种 Rare species
151	忍冬科 Caprifoliaceae	茶茱萸 <i>Viburnum setigerum</i>	偶见种 Occasional species
152	忍冬科 Caprifoliaceae	荚蒾 <i>Viburnum dilatatum</i>	稀有种 Rare species
153	忍冬科 Caprifoliaceae	宜昌荚蒾 <i>Viburnum erosum</i>	稀有种 Rare species





附录2 黄山森林动态监测样地重要值排名前10位的物种空间分布

Appendix 2 Spatial distribution of top 10 species with high Importance Values in the Huangshan forest dynamics plot