

石垟森林公园常绿阔叶林主要种群的种间联结性

袁建国^{1,2}, 翁国杭³, 董蔚²

(1. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 浙江林学院 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300; 3. 浙江乌岩岭国家级自然保护区 管理局, 浙江 泰顺 325500)

摘要: 基于 2×2 联列表, 应用种间共同出现百分率(C)和联结系数(D)等公式测定了浙江省石垟森林公园常绿阔叶林 16 种主要乔木和 23 种主要灌木种群的种间联结性。结合已有的生态位研究结果, 共同探讨植物种群之间的联结状况。结果表明: 乔木层中木荷 *Schima superba*, 青冈栎 *Cyclobalanopsis glauca*, 马银花 *Rhododendron ovatum* 和鹿角杜鹃 *Rhododendron latoucheae* 与其他多数种群间的联结性较高, 而雷公鹅耳枥 *Carpinus viminea*, 老鼠矢 *Symplocos stellaris*, 南酸枣 *Choerospondias axillaris*, 浙江新木姜子 *Neolitsea aurata* 和枸栲 *Castanopsis tibetana* 等与其他种群间的联结性相对较弱, 整个群落呈现出相对稳定的态势; 灌木层 253 个种对中, $C < 10\%$ 的种对数占总种对数的 83.4%, $D < -30\%$ 的种对数占 59.3%, 绝大多数种对表现为弱联结性或无联结性。种间联结性越强, 其生态位重叠值越大, 种间联结性越弱, 其生态位重叠值越小。图 4 表 1 参 17

关键词: 森林生态学; 常绿阔叶林; 种间联结; 共同出现百分率; 联结系数; 森林公园

中图分类号: S718.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2008)03-0324-07

Interspecific association of primary plant populations in an evergreen broadleaf forest at Shiyang Forest Park of Zhejiang Province

AI Jian-guo^{1,2}, WENG Guo-hang³, DONG Wei²

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, The Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 2. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 3. Management Office, National Nature Reserve of Wuyanling, Taishun 325500, Zhejiang, China)

Abstract: To explore the association between dominant plant populations, the interspecific associations of dominant tree and shrub populations together with niche plants in an evergreen broadleaf forest of Shiyang Forestry Center, Zhejiang Province were studied based on a 2×2 contingency table using percentage of co-occurrence (C) and association coefficient (D). Results showed that in the tree layer *Schima superba*, *Cyclobalanopsis glauca*, *Rhododendron ovatum*, and *Rhododendron latoucheae* had higher associations with a majority of the other populations, whereas as *Carpinus viminea*, *Symplocos stellaris*, *Choerospondias axillaris*, *Neolitsea aurata*, *Castanopsis tibetana*, and other species had relatively weak associations. Nevertheless, the entire community was relatively stable. In the shrub layer 83.4% of the total 253 species pairs, had a co-occurrence of less than 10%, while 59.3% had association coefficients (D) less than -30% . Most of the shrub species pairs showed weak or no interspecific association. Also, greater intensities of association had larger niche overlap values, whereas weaker associations had smaller niche overlaps. [Ch, 4 fig. 1 tab. 17 ref.]

Key words: forest ecology; evergreen broadleaf forest; interspecific association; percentage of co-occurrence; association coefficient; forest park

种间联结是指不同物种在空间分布上的相互关联性, 通常是由于群落生境的差异影响了物种的分

收稿日期: 2007-08-30; 修回日期: 2007-12-28

基金项目: 浙江省教育厅资助项目(20040702)

作者简介: 袁建国, 副教授, 从事植被生态学和植物资源开发利用研究。E-mail: aijianguo@yahoo.com.cn

布而引起的^[1]。森林群落中植物种之间的联结性是群落的重要数量和结构指标,是群落结构形成和演化的重要基础^[2-6]。自1907年Forbes^[7]首先尝试利用在一系列样方中2个种共同出现的频率来定量测定种间联结性,并提出了联结系数的定义及计算公式后,采用Forbes联结系数和由其他学者发展而来的联结系数进行种间联结性测定的研究论文大量出现。种间联结性研究已成为评价种间和种内关系及种群在群落中所处地位的重要手段,从而使它在森林资源保护与利用、生物多样性及其形成机制、群落演替与动态等方面有着广泛的应用前景。石垌林场森林公园水热条件好,植被生长繁茂,生物多样性丰富,区系成分复杂,群落类型多样。对该区常绿阔叶林物种多样性与主要种群生态位特征已作研究报道^[8,9]。作者通过测定石垌林场森林公园次生常绿阔叶林主要种群的联结性,并结合该地区常绿阔叶林主要种群的生态位特征进行综合分析,以揭示该区域次生演替种群特征、各主要种群对环境资源的利用状况及其相互关系,进而为探索原生性植被类型的恢复及大面积低效纯林改造途径提供理论依据。

1 自然条件与植被概况

石垌林场始建于1958年,坐落于浙南山区文成县的西北部,地处27°45'N, 119°50'E,面积为5 413.33 hm²。山体属洞宫山脉的罗山支脉,系福建武夷山脉由西向东延伸而来。全场群山连绵,地势高峻,最高峰海拔达1 362 m。属亚热带湿润季风气候,温暖湿润,雨水充沛。年平均气温为12.4℃,最热月为7月,极端最高温36.4℃,最冷月为1月,极端最低温-6.4℃;年降水量为1 910 mm,平均相对湿度达80%以上,无霜期约335 d。山体土壤系火成岩母质形成的黄壤土,土层厚度一般为60 cm左右,深山区土壤疏松,富含腐殖质,湿润肥沃。由于水热条件好,植被生长繁茂。地带性植被为中亚热带常绿阔叶林。群落可分成短尾柯 *Lithocarpus brevipendulus*-亮叶水青冈 *Fagus lucida* 林,木荷 *Schima superba*-甜槠 *Castanopsis eyrei* 林,青冈栎 *Cyclobalanopsis glauca*-枸栲 *Castanopsis tibetana* 林,青冈栎-虎皮楠 *Daphniphyllum oldhamii* 林,青冈栎-短尾柯林等几种类型。在各群落类型中,成层现象明显,可以分为乔木层、灌木层和草本层,地被层不发达,此外还有一些层间植物。乔木层主要树种有木荷,青冈栎,马银花 *Rhododendron ovatum*, 麂角杜鹃 *Rhododendron latoucheae*, 甜槠,红楠 *Machilus thunbergii*, 短尾柯,刺毛杜鹃 *Rhododendron championae*, 树参 *Dendropanax dentiger*, 亮叶水青冈,虎皮楠,雷公鹅耳枥 *Carpinus viminea*, 老鼠矢 *Symplocos stellaris*, 南酸枣 *Choerospondias axillaris*, 浙江新木姜子 *Neolitsea aurata* 和枸栲等;灌木层主要树种有矩形叶鼠刺 *Itea chinensis* var. *oblonga*, 马银花,尖连蕊茶 *Camellia cuspidate*, 窄基红褐柃 *Eurya rubiginosa* var. *attenuata*, 红楠,木荷,青冈栎,麂角杜鹃,短尾柯,薄叶山矾 *Symplocos anomala*, 厚皮香 *Temstroemia gymnanthera*, 台湾冬青 *Ilex formosana*, 树参, 乌药 *Lindera aggregate*, 虎皮楠, 浙江新木姜子, 微毛柃 *Eurya hebeclados*, 紫金牛 *Ardisia japonica*, 甜槠, 赤楠 *Syzygium buxifolium*, 金叶细枝柃 *Eurya hebeclados* var. *aureopunctata*, 卫矛 *Euonymus alatus* 和乌饭树 *Vaccinium bracteatum* 等。草本层分布不均,常集中生长在群落的透光部位,高度一般为5~80 cm,无明显层次分化,盖度为10%~30%。此外,在较茂密和阴湿的林子中,树干和枝条上附生有少量的蕨类植物及一些苔藓植物。作者研究的群落位于石垌林场海拔600~1 050 m的山地,群落组成物种以常绿阔叶树种为主,但也存在少量落叶树种。

2 研究方法

2.1 样方设置

在石垌林场森林公园的常绿阔叶林中,根据不同生境设置10个面积为400 m²的样地(表1),将各样地分成16个5 m×5 m的小样方,调查每个小样方内所有乔木层植物(胸径≥2.5 cm,树高≥5 m)的种类和数量,测量记录胸径、树高和冠幅。然后在相互间隔的8个小样方内分别设置2 m×2 m小样方(灌木)和1 m×1 m小样方(草本、藤本),登记灌木、草本和藤本的种类、数量、高度和盖度等指标。同时记录群落的外貌和生境特征。计算出重要值,确定其优势种^[10-14]。10个乔木样方拆

分成40个10 m × 10 m样方用于种间联结性分析^[15]。由于群落中植物种类较多,工作量较大,所以选取16个主要乔木种群和23个主要灌木种群用于乔、灌木种间联结性分析。

2.2 种间联结测定

根据样地调查资料,建立2 × 2联列表,分别计算a, b, c, d值。其中,a为2个种都出现的样方数;b, c分别为仅有种2或种1出现的样方数;d为2个种均没有出现出现的样方数。结合共同出现百分率(C)和联结系数(D)共同测定物种间的联结性,能得到准确的结论^[16]。

2.2.1 种间共同出现百分率(C) 计算公式为: $C = a/(a + b + c)$; C的值域为[0, 1]。其值越趋近于1,表明该种对的正联结程度越高,生态习性和对环境的需求越一致,共同出现和不出出现的可能性越大^[15]。

2.2.2 联结系数(D) 计算公式为:

若 $ab \geq bc$ 则 $D = (ad - bc)/[(a + b)(b + d)]$; 若 $bc > ad$ 且 $d \geq a$ 则 $D = (ad - bc)/[(a + b)(a + c)]$; 若 $bc > ad$ 且 $d < a$ 则 $D = (ad - bc)/[(b + d)(d + c)]$ 。

D的值域为[-1, 1]。D值越趋近于1,表明该种对共同出现和共同不出出现的可能性越大; D值越趋近于-1,表明该种对单独出现的可能性越大^[17]。

3 结果与分析

3.1 乔木层主要种群种间联结性

种间联结或称物种联结性,是指不同物种在空间分布上的相互关联性,通常是由于群落生境的差异影响了物种的分布而引起的。因而,对研究2个物种的相互作用和群落的动态,阐明种群的生态学特性具有重要意义。石垟林场常绿阔叶林16个主要乔木树种组成的120个种对间的共同出现百分率半矩阵图和联结系数半矩阵图分别见图1和图2。

$C \geq 60\%$ 的种对只有2对, $40\% \leq C < 60\%$ 的种对有14对, $20\% \leq C < 40\%$ 的种对有35对, $C < 20\%$ 的种对有69对。其中木荷-青冈栎、甜槠-短尾柯共同出现百分率较高,而雷公鹅耳枥、老鼠矢、南酸枣、浙江新木姜子和枸橼等树种与其他种群组成的种对共同出现的百分率较低。

$D \geq 60\%$ 的种对有18对, $40\% \leq D < 60\%$ 的种对有8对, $20\% \leq D < 40\%$ 的种对有7对, $-20\% \leq D < 20\%$ 的种对有29对, $-40\% \leq D < -20\%$ 的种对有15对, $-60\% \leq D < -40\%$ 的种对有13对, $D \leq -60\%$ 的种对有30对。其中木荷-刺毛杜鹃、青冈栎-虎皮楠、麂角杜鹃-雷公鹅耳枥等种对间存在显著正联结。而木荷-浙江新木姜子、青冈栎-甜槠、马银花-南酸枣等种对间存在显著负联结,表明它们不能共同存在,即所需环境条件不一致,甚至一方的存在对另一方会产生不利影响。但乔木种群中的木荷、青冈栎、马银花、麂角杜鹃、雷公鹅耳枥和浙江新木姜子与其他种群之间的联结性相对较高,且多成正联结。对D值统计显示,正负联结相对平衡,整个群落呈现出相对稳定的态势。

由共同出现百分率C和联结系数D可以看出,在乔木层中种对木荷-青冈栎的共同出现百分率较高,但联结系数为20%~40%,而种对木荷-雷公鹅耳枥、青冈栎-雷公鹅耳枥、青冈栎-南酸枣、甜槠-浙江新木姜子、红楠-浙江新木姜子的联结系数较高但共同出现百分率却低于20%,这可能是由于C值和D值对联结性强弱的等级划分缺少统一的标准所致。同时,木荷、青冈栎、马银花和麂角杜鹃等树种与其他树种间的联结性较强,而雷公鹅耳枥、老鼠矢、南酸枣、浙江新木姜子和枸橼等与其他

表1 不同样地环境资料

Table 1 Habitat condition of the plots

样地号	海拔高度/ m	坡度/ (°)	坡向/ (°)	郁闭度/ %	群落类型
S101	900	35	NE15	80	LFF
S102	960	30	SW10	80	LFF
S103	980	40	N	75	SCF
S104	950	45	NW30	90	SCF
S105	780	35	NW10	90	CCF
S106	600	40	S	90	CDF
S107	1 050	35	W	80	CLF
S108	1 030	45	WN20	80	CLF
S109	800	35	W	85	CCF
S110	730	35	NW15	85	CDF

说明: LFF表示短尾柯 *Lithocarpus brevicaudatus*-亮叶水青冈 *Fagus lucida* 林; SCF表示木荷 *Schima superba*-甜槠 *Castanopsis eyrei* 林; CCF表示青冈栎 *Cyclobalanopsis glauca*-枸橼 *Castanopsis tibetana* 林; CDF表示青冈栎-虎皮楠 *Daphniphyllum oldhamii* 林; CLF表示青冈栎-短尾柯林。

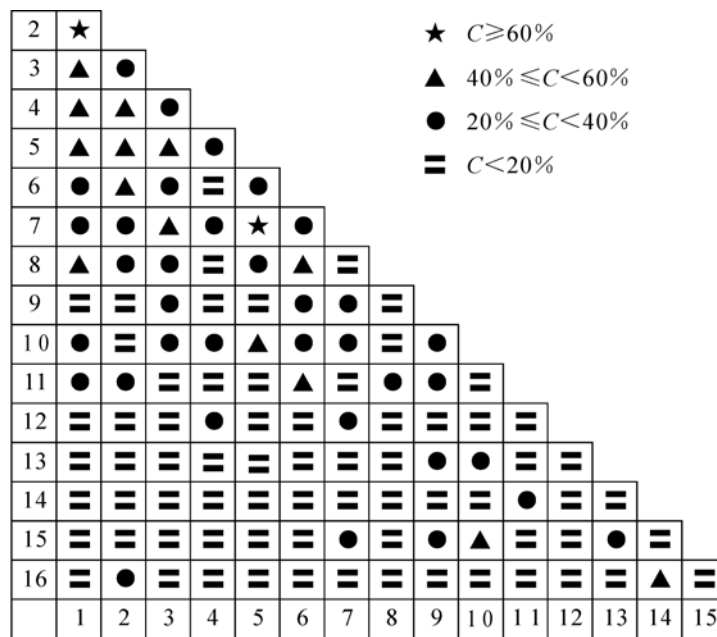


图 1 石垟林场常绿阔叶林主要乔木种群种间共同出现百分率半矩阵图

Figure 1 Semi-matrix diagram about the percentages of co-occurrence of main tree species in evergreen broad-leaved forest in Shiyang Forest Farm

种序号 1. 木荷 *Schima superba*; 2. 青冈栎 *Cyclobalanopsis glauca*; 3. 马银花 *Rhododendron ovatum*; 4. 鹿角杜鹃 *Rhododendron latoucheae*; 5. 甜槠 *Castanopsis eyrei*; 6. 红楠 *Machilus thunbergii*; 7. 短尾柯 *Lithocarpus brevicaudatus*; 8. 刺毛杜鹃 *Rhododendron championae*; 9. 树参 *Dendropanax dentiger*; 10. 亮叶水青冈 *Fagus lucida*; 11. 虎皮楠 *Daphniphyllum oldhamii*; 12. 雷公鹅耳枥 *Carpinus viminea*; 13. 老鼠矢 *Symplocos stellaris*; 14. 南酸枣 *Choerospondias axillaris*; 15. 浙江新木姜子 *Neolitsea aurata*; 16. 枸橼 *Castanopsis tibetana*。

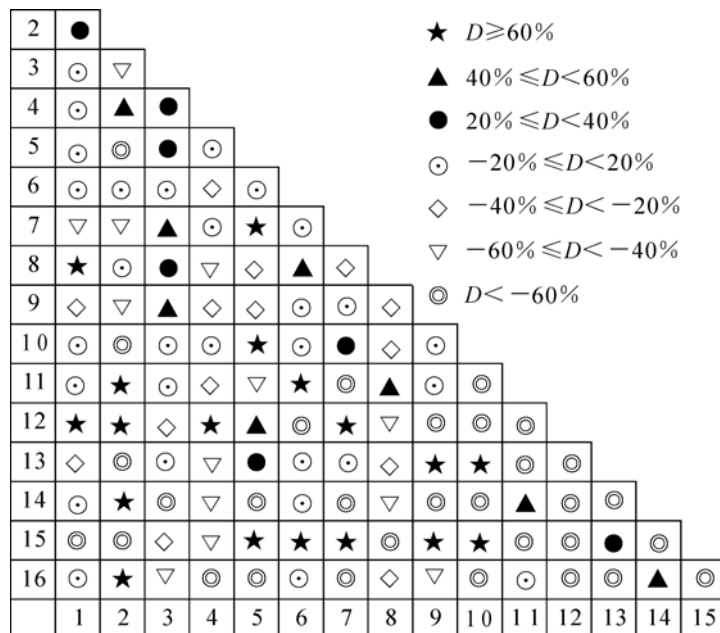


图 2 石垟林场常绿阔叶林主要乔木种群种间联结系数半矩阵图(种序号同图 1)

Figure 2 Semi-matrix diagram about the interspecific association coefficients of main tree species in evergreen broad-leaved forest in Shiyang Forest Farm (species numbers as Figure 1)

树种间的联结性较弱。

3.2 灌木层主要种群间联结性

石垟林场常绿阔叶林 23 个主要灌木种群组成的 253 个种对间的共同出现百分率半矩阵图和联结系数半矩阵图分别见图 3 和图 4。

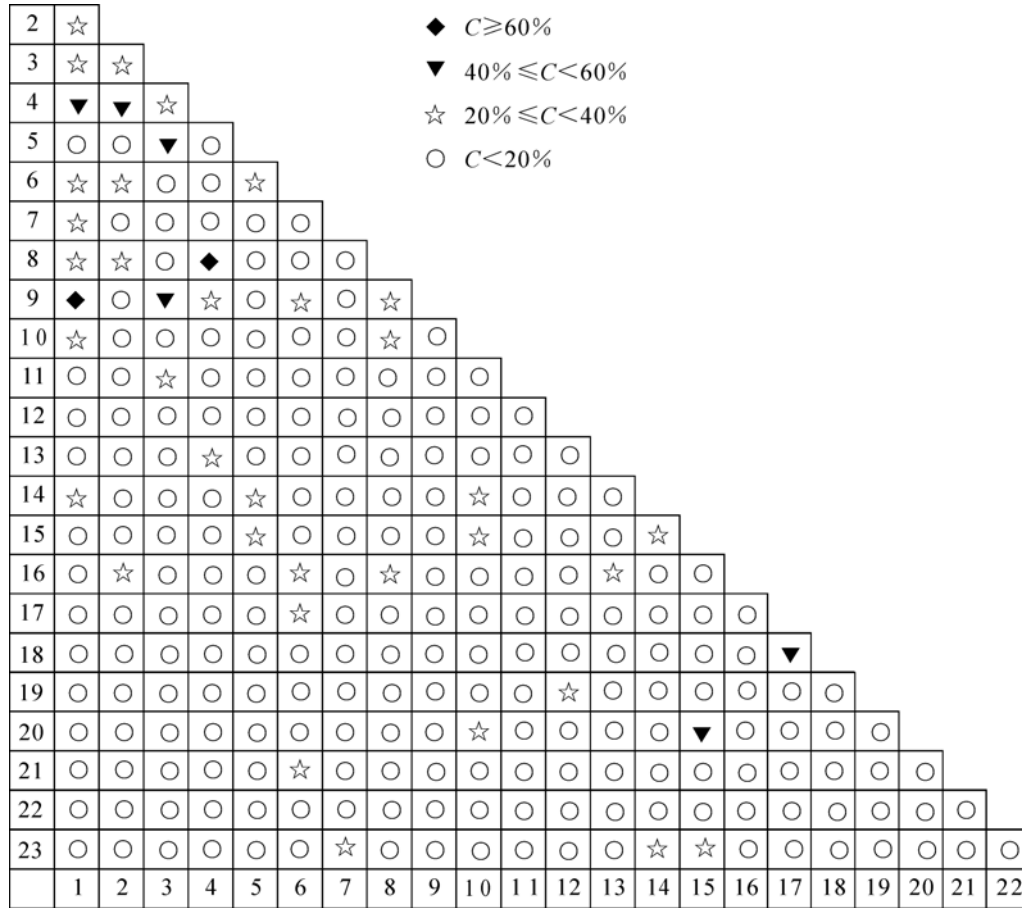


图3 石垟林场常绿阔叶林主要灌木种群间共同出现百分率半矩阵图

Figure 3 Semi-matrix diagram about the percentages of co-occurrence of main shrub species in evergreen broad-leaved forest in Shiyang Forest Farm

种序号 1. 矩形叶鼠刺 *Itea chinensis* var. *oblonga*; 2. 马银花 *Rhododendron ovatum*; 3. 尖连蕊茶 *Camellia cuspidate*; 4. 窄基红褐柃 *Eurya rubiginosa* var. *attenuata*; 5. 红楠 *Machilus thunbergii*; 6. 木荷 *Schima superba*; 7. 青冈栎 *Cyclobalanopsis glauca*; 8. 鹿角杜鹃 *Rhododendron latoucheae*; 9. 短尾柯 *Lithocarpus brevicaudatus*; 10. 薄叶山矾 *Symplocos anomala*; 11. 厚皮香 *Temstroemia gymnanthera*; 12. 台湾冬青 *Ilex formosana*; 13. 树参 *Dendropanax dentiger*; 14. 乌药 *Lindera aggregate*; 15. 虎皮楠 *Daphniphyllum oldhamii*; 16. 浙江新木姜子 *Neolitsea aurata*; 17. 微毛柃 *Eurya hebeclados*; 18. 紫金牛 *Ardisia japonica*; 19. 甜槠 *Castanopsis eyrei*; 20. 赤楠 *Syzygium buxifolium*; 21. 金叶细枝柃 *Eurya hebeclados* var. *aureopunctata*; 22. 卫矛 *Euonymus alatus*; 23. 乌饭 *Vaccinium bracteatum*。

$C \geq 30\%$ 的种对有 2 对, $20\% \leq C < 30\%$ 的种对有 6 对, $10\% \leq C < 20\%$ 的种对有 34 对, $C < 10\%$ 的种对有 211 对。其中矩形叶鼠刺-短尾柯和窄基红褐柃-鹿角杜鹃间的种间共同出现百分率较高, 而微毛柃、紫金牛、甜槠、赤楠、金叶细枝柃、卫矛和乌饭等树种与其他树种间的共同出现百分率较低。

$D \geq 30\%$ 的种对有 25 对, $20\% \leq D < 30\%$ 的种对有 11 对, $10\% \leq D < 20\%$ 的种对有 9 对, $-10\% \leq D < 10\%$ 的种对有 38 对, $-20\% \leq D < -10\%$ 的种对有 9 对, $-30\% \leq D < -20\%$ 的种对有 11 对, $D < -30\%$ 的种对有 150 对。其中矩形叶鼠刺-短尾柯, 尖连蕊茶-红楠, 尖连蕊茶-厚皮香, 窄基红褐柃-甜槠和木荷-微毛柃等种对间联结系数较高, 而矩形叶鼠刺-紫金牛、马银花-甜槠、尖连蕊茶-赤楠和窄基红褐柃-卫矛等大多数种对间联结性较低。且成负联结的种对数占 60%, 说明各灌木主要种群间联系性不够密切, 物种间的分布具有相对独立性。但是作为灌木层中的优势种如矩形叶鼠刺、马银

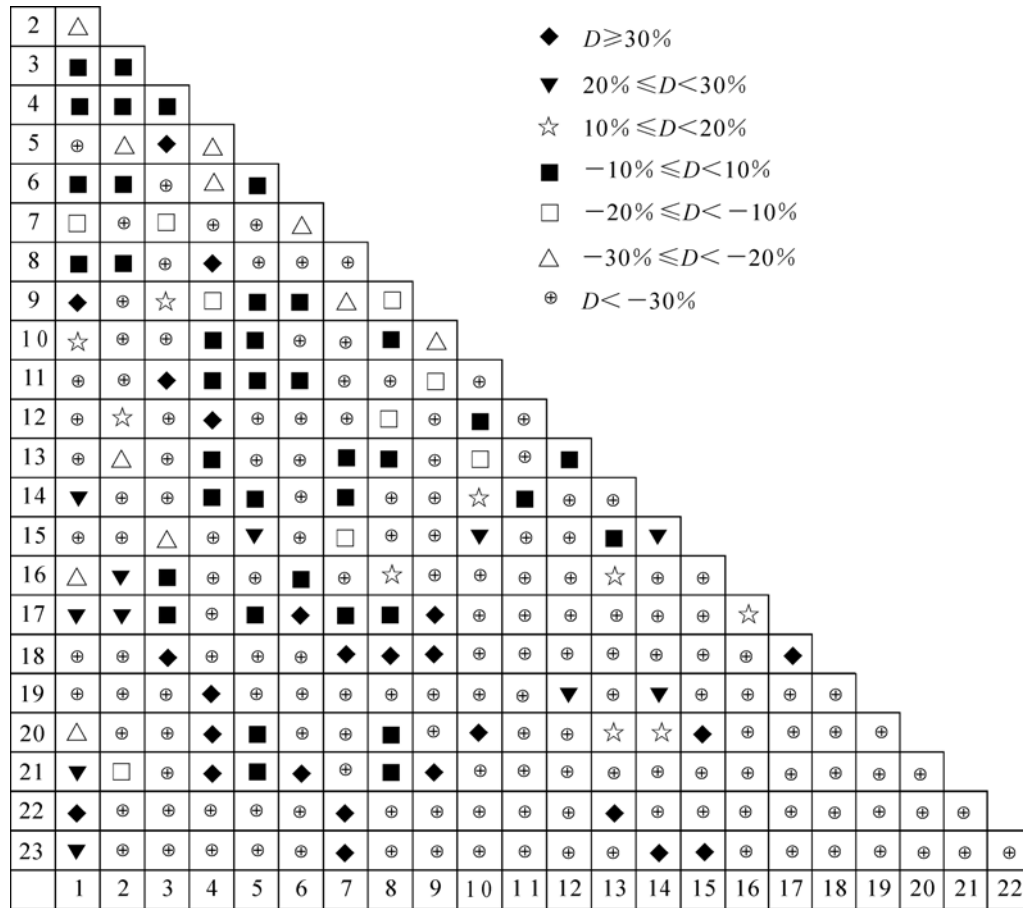


图 4 石垟林场常绿阔叶林主要灌木种群种间联结系数半矩阵图(种序号同图 3)

Figure 4 The semi-matrix diagram about the interspecific association coefficients of main shrub species in evergreen broad-leaved forest in Shiyang Forest Farm (species numbers as Figure 3)

花和窄基红褐柃等与其他树种间存在一定的联结性。

由 C 和 D 值可以看出，在灌木层中矩形叶鼠刺-短尾柯、尖连蕊茶-红楠、尖连蕊茶-厚皮香、窄基红褐柃-麂角杜鹃、木荷-微毛柃、木荷-金叶细枝柃、青冈栎-乌饭、薄叶山矾-赤楠、乌药-乌饭、虎皮楠-赤楠、虎皮楠-乌饭和微毛柃-紫金牛的联结系数较高且共同出现百分率都在 10% 以上，其中种对矩形叶鼠刺-短尾柯和窄基红褐柃-麂角杜鹃的共同出现百分率和联结系数都在 30% 以上。

4 讨论

结合生态位特征^[9]，研究发现植物种类生态位宽度越大，和其他种类之间的联结性越强。石垟林场常绿阔叶林中木荷、青冈栎、马银花和麂角杜鹃等是该区常绿阔叶林乔木层的主要优势种，数量多，分布广，生态位宽度大，与其他物种间的联结性也强。表明这些物种在创造群落内部独特环境中起重要作用，对环境资源的利用能力较强。同样，矩形叶鼠刺、马银花、尖连蕊茶和窄基红褐柃等是灌木层的主要优势种，生态位宽度较大，与其他物种共同出现百分率也较高。相反，雷公鹅耳枥、老鼠矢、南酸枣、浙江新木姜子和枸橼等在乔木层的地位较低，与其他物种间的联系不够密切。乌饭、卫矛、金叶细枝柃和赤楠等在灌木层中数量较少且分布相对集中，生态位较小，与其他物种间的联结性较弱。

物种间的联结性与生态位重叠之间有较大的相关性，种间联结强的种对，一般有高的生态位重叠。如石垟林场常绿阔叶林中，木荷-刺毛杜鹃、青冈栎-虎皮楠、青冈栎-枸橼、麂角杜鹃-雷公鹅耳枥、甜槠-短尾柯、甜槠-亮叶水青冈、红楠-虎皮楠、短尾柯-浙江新木姜子、短尾柯-雷公鹅耳枥、树

参-老鼠矢、树参-浙江新木姜子、亮叶水青冈-老鼠矢和亮叶水青冈-浙江新木姜子等乔木种对和矩形叶鼠刺-短尾柯、矩形叶鼠刺-卫矛、尖连蕊茶-红楠、尖连蕊茶-厚皮香、尖连蕊茶-紫金牛、窄基红褐柃-鹿角杜鹃、木荷-微毛柃、木荷-金叶细枝柃、青冈栎-乌饭、短尾柯-微毛柃、薄叶山矾-赤楠、乌药-乌饭、虎皮楠-赤楠、虎皮楠-乌饭和微毛柃-紫金牛等灌木种对种间联结性强，其生态位重叠值也大。实际上，这些种对中的物种往往处于群落的不同层次中，能互补地利用环境资源，种间竞争弱，因而能形成较稳定的群落。

由于种间共同出现百分率(C)和联结系数(D)都是用来反映物种本身固有的特征指标，因而它们之间存在一定的联系性。种间共同出现百分率较高的种对，通常种间联结系数也相对较高。本研究中，木荷、青冈栎、马银花和鹿角杜鹃等乔木种群与其他多数乔木种群间的共同出现百分率较高，与其他种群间的联结系数也相对较高。但 C 值和 D 值对联结性强弱的等级划分缺乏统一的标准，分析时易产生偏差，从而增加分析难度。而生态位的测定可从另一个层面来反映物种间的内在联系。因此，作者认为以生态位研究为基础，结合共同出现百分率 C 和联结系数 D 来分析物种间的联结性，能得到较准确的结论。

参考文献:

- [1] 王伯荪, 彭少麟. 鼎湖山森林群落分析(II)物种联结性[J]. 中山大学学报: 自然科学报, 1983, 22(4): 27-35.
- [2] 郭志华, 卓正大, 陈洁. 庐山常绿阔叶、落叶阔叶混交林乔木种群间联结性研究[J]. 植物生态学报, 1997, 21(5): 424-432.
- [3] 张家城, 陈力. 演替顶极阶段森林群落优势树种分布的变动趋势研究[J]. 植物生态学报, 1999, 23(3): 406-414.
- [4] 周先叶, 王伯荪, 李鸣光. 广东黑石顶自然保护区森林次生演替过程中群落的种间联结性分析[J]. 植物生态学报, 2000, 24(3): 332-339.
- [5] HOWARD L F, LEE T D. Temporal patterns of vascular plant diversity in southeastern New Hampshire forests [J]. *For Ecol Manage*, 2003, 185: 5-20.
- [6] 郭忠玲, 马元丹. 长白山落叶阔叶混交林的物种多样性、种群空间分布格局及种间关联性研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(11): 2013-2018.
- [7] FORBES S A. On the local distribution of certain Illinois fishes; an essay in statistical ecology [J]. *Bull, Illinois State Lab Nat Hist*, 1907, 7(2): 237-303.
- [8] 袁建国, 吴世忠, 陈锦宇. 石垟林场省级森林公园常绿阔叶林物种多样性研究[J]. 浙江林业科技, 2005, 25(2): 9-13.
- [9] 袁建国, 吴谷汉, 陈锦宇, 等. 石垟林场省级森林公园常绿阔叶林种群生态位特征[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2006, 32(5): 576-584.
- [10] 方炎明, 章忠正, 王文军. 浙江龙王山和九龙山鹅掌楸群落研究[J]. 浙江林学院学报, 1996, 13(3): 286-292.
- [11] 金则新. 浙江天台山落叶阔叶林优势种群结构与动态分析[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(3): 245-251.
- [12] 金则新. 浙江省天台山常绿阔叶林次生演替序列及群落物种多样性[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(2): 133-137.
- [13] 袁建国, 丁炳扬, 于明坚. 凤阳山自然保护区福建柏群落特征的初步研究[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(2): 133-138.
- [14] 袁建国, 梅盛龙, 刘胜龙, 等. 浙江凤阳山自然保护区福建柏群落物种多样性[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23(1): 41-45.
- [15] 郭志华, 卓正大. 庐山常绿阔叶、落叶阔叶混交林乔木种群间联结性研究[J]. 植物生态学报, 1997, 21(5): 424-432.
- [16] 廖涵宗. 福建柏人工林生态系统生产力研究[J]. 南京林业大学学报, 1995, 19(2): 59-66.
- [17] 王伯荪, 彭少麟. 南亚热带常绿阔叶林种间联结测定技术研究(I)种间联结测试的探讨与修订[J]. 植物生态学与地植物丛刊, 1985, 9(4): 274-285.