

DOI:10.13275/j.cnki.lykxyj.2020.000000

南方低山丘陵区农村森林景观及植物群落特征

田甜¹, 张旭东¹, 丁丽霞^{2,4}, 何云核³, 白彦锋¹, 姜春前^{1*}

(1. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091; 2. 浙江农林大学 环境与资源学院, 浙江 杭州 311300; 3. 浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 杭州 311300; 4. 浙江农林大学省部共建亚热带森林培育国家重点实验室, 浙江 杭州 311300)

摘要: [目的] 探索南方低山丘陵区农村地区科学的森林恢复方式, 改善森林结构及维护生物多样性, 以保障森林生态系统的可持续发展和森林资源的永续利用。[方法] 基于高分辨率 GF-2 数据和实地调查, 以浙江省杭州市临安区昔口村为研究对象, 对其森林景观及植物群落特征进行调查研究。[结果] 昔口村森林面积占村域总面积的 80.80%, 主要林分类型为阔叶林、针阔混交林、马尾松林、杉木林、竹林、香榧林, 村庄天然林、混交林面积小, 人工林连片面积大。天然林、混交林大部分乔木树高、胸径偏低, 人工林林地针叶化问题较严重, 多为单层纯林, 林下植被盖度偏低。[结论] 昔口村森林生态系统整体结构简单、多样性较低, 若持续传统的造林、经营方式, 势必会导致林分退化、地力衰退等问题。建议对现存的阔叶林、针阔混交林进行封育、改造, 促进其向优质的常绿阔叶林转化, 对马尾松生态公益林进行改造, 引种补植乡土树种营造混交林, 用材林、经济林采用小面积种植的方式, 选择当地乡土阔叶树种、适生阔叶树种营造混交林作为绿色隔离带与小面积用材林、经济林镶嵌种植, 并辅以科学的抚育经营措施。

关键词: 农村森林景观; 植物多样性; 植物群落结构; 森林恢复

中图分类号: S718.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-1498(2020)06-0122-10

全球森林砍伐和退化导致了生物多样性的丧失和生态系统服务的下降, 毁林和森林退化成为继化石燃料燃烧之后第二大温室气体排放源^[1-2]。为了消除森林覆盖降低导致的不利后果, 许多国家独自或联合起来, 持续的进行森林恢复活动^[3-11]。山区和农村是我国森林的重要分布区域, 由于早期大量的毁林开荒、农业用地扩张和集约化经营、占用林地修建住宅以及畜禽圈舍等^[12], 导致农村森林植被受到严重损害, 森林结构简化, 大片森林被分割成更小的、孤立的块状, 甚至消失^[13]。我国早期通过人工造林和飞机播种的方式进行了大面积的森林恢复, 但在森林面积扩张的同时却忽视了森林恢复活动的有效性^[14-16], 森林资源的质量较差, 低于

世界的平均水平^[17-18]。树种少、同龄纯林、连片面积过大、缺乏对本地原生植被的保护、缺乏对当地社区发展的关注等问题, 使得大量人工林无法很好的发挥其生态经济效益^[19-20], 常常导致森林恢复活动的失败。探索农村地区科学的森林恢复方式, 对恢复我国乃至世界人工林生态系统和森林生态系统具有借鉴意义。

森林景观是某一特定区域里在一定的位置、气候、土壤、生物和人类活动等多种因素长期综合作用下形成的数个异质森林群落或森林类型构成的复合森林生态系统的体现^[21], 植物多样性对林分的养分循环和能量流动有关键作用, 林分结构是对林分发展过程如更新方式、竞争、自然稀疏和经历的干

收稿日期: 2019-11-04 修回日期: 2020-02-06

基金项目: 亚太森林组织 (APFNet) 资助: Demonstration on Sustainable Forest Management and Restoration in Hilly and Low Mountain Area of Southern China (2016P2-CAF)

* 通讯作者: 姜春前, 研究员, E-mail: jiangchq@caf.ac.cn

扰活动的综合反映^[22-24], 对于森林景观及森林群落, 国内外已有大量的研究, 但主要集中于流域^[25-26]、县域及以上^[27-28]、城市群^[29] 等较大尺度范围以及城市森林^[30-32]、景区(点)森林^[33-34] 或者立地水平^[35-36] 等小尺度范围, 鲜有在村域范围内开展相关研究的报道。农村是我国林业建设的重点地区, 也是森林保育政策的基本实践层面, 承载着居民对森林干扰行为的直接作用^[37-38], 因而, 了解农村森林景观及植物群落特征, 有助于进一步有效经营和调控群落, 为恢复农村地区森林生态系统及森林生态系统功能提供科学依据。

浙江省杭州市临安区是我国南方典型集体林区, 昔口村位于浙西山区於潜镇西部。本研究以昔口村主要森林植被为研究对象, 对复合森林景观及主要林分类型植物群落特征进行调查分析, 以探索适合当地的森林恢复方式, 保障森林生态系统的可持续发展和森林资源的永续利用, 为我国未来的森林恢复工作提供参考。

1 试验内容与方法

1.1 研究地区概况

样地设于临安区於潜镇昔口村, 东经 119°33'~119°38', 北纬 30°15'~30°19', 属中亚热带季风区, 气候温暖湿润, 光照充足, 雨量丰沛, 四季分明, 海拔 58 m~385 m, 坡度 0°~37°, 土壤为红壤, 土壤厚度 50 cm~85 cm。村域 596 hm², 总人口 1 318 人, 农户数 418 户。

1.2 数据获取

基础数据: 2018 年夏季的高分二号(GF-2)数据, 为 L1A 级产品, 包含 1 个全色波段(空间分辨率 0.8 m), 4 个多光谱波段(空间分辨率 4 m), 坐标系统为全球横轴墨卡托(Universal Transverse Mercator, UTM)投影。

调研数据: 于 2019 年 9 月到样区进行外业调查。

1.3 研究方法

1.3.1 遥感景观分类 通过野外实地考察, 根据研究区内植被的优势种群, 结合实地调查土地覆盖情况和中国科学院土地利用遥感监测分类系统, 将研究区土地覆盖分为建筑、道路、库塘、河流、农田、灌草丛、阔叶林、针阔混交林、马尾松林、杉木林、毛竹林、雷竹林、高节竹林、茶林、杨梅林、桑林、香榧林、香榧林套种茶、苗圃、其他等共 20 类地物(见表 1)。对所用遥感图像进行大

气校正、图像融合、配准、裁剪等预处理, 以遥感影像和野外考察数据为数据源, 结合面向对象分割、数据融合、随机森林方法对昔口村进行景观分类, 运用随机点精度评价方法对遥感分类结果评价, 分类精度达到 0.80 以上, 符合研究要求^[39]。采用 FRAGSTATS 4.2.1 软件, 获取昔口村各类森林景观面积。

表 1 昔口村森林景观要素分类系统
Table 1 Forest Landscape Element Classification System of Xikou Village

序号 Number	分类 Type	描述或说明 Description
1	农田	以种植粮食、蔬菜为主, 正在耕种或者暂时撂荒的农耕地
2	阔叶林	主要由阔叶树组成的次生林
3	针阔混交林	主要由针叶树和阔叶树组成的次生林
4	杉木林	杉木人工林
5	马尾松林	马尾松人工林
6	高节竹林	高节竹比例 > 65% 的竹林
7	雷竹林	雷竹比例 > 65% 的竹林
8	毛竹林	毛竹比例 > 65% 的竹林
9	香榧林	香榧人工林
10	香榧林套种茶	林下套种茶经营的香榧林
11	杨梅林	杨梅人工林
12	灌草丛	生长灌木、草本植物为主的土地
13	茶林	种植茶的土地
14	桑林	种植桑的土地
15	苗圃	为移植或者出售而培育苗木的土地
16	河流	河流
17	库塘	水库、坑塘水面
18	建筑用地	建筑用地
19	道路交通用地	道路交通用地
20	其它土地	岩石或土层裸露的地段

1.3.2 外业调查及内业处理 1、外业调查

综合考虑立地、林龄、长势等因素, 在昔口村主要林分类型中选择代表性地段, 各设置 3 个临时样地。

乔木层调查: 样地面积为 20 m × 20 m, 胸径 5 cm 起测, (竹林中的竹、香榧林中的香榧, 胸径 1 cm 起测), 调查因子为胸径、树高、郁闭度等。

灌木层调查: 在样地四角和中心设置 5 个 4 m × 4 m 的小样方, 调查灌木层的种类、株数、盖度和

平均高度等。

草本层调查：在样地四角和中心设置 5 个 4 m × 4 m 的小样方，调查草本层的种类、株数、盖度和平均高度等。

2、内业处理

物种重要值计算：

重要值 V_i (100%) = (相对多度 + 相对频度 + 相对优势度) / 3

相对多度 (100%) = 某个物种株数 / 所有物种的株数

相对频度 (100%) = 某个物种出现的样方数 / 所有物种出现的样方数

相对优势度 (100%) = 某个物种的优势度 / 所有物种的优势度

本研究中，胸高断面积为乔木层树种的优势度，灌木和草本层物种的优势度为各物种盖度。

物种多样性指标计算：

采用物种丰富度指数 (S)、生态优势度指数 (Simpson 指数 D)、多样性指数 (Shannon-wiener 指数 H) 以及均匀度指数 (Pielou 指数 E) 4 个指标来分析植物多样性^[40-41]。

2 结果分析

2.1 昔口村森林景观

如表 2 所示，昔口村森林面积占村域总面积的 80.80%，主要林分类型有阔叶林、针阔混交林、马尾松林、杉木林、竹林、香榧林，其中，竹林主要为毛竹林、高节竹林和雷竹林。不同林分类型的面积排序为竹林 > 阔叶林 > 杉木林 > 马尾松林 > 针阔混交林 > 香榧林。

如图 1 所示，雷竹林主要分布在距离建筑、道路等定居地最近的田地及周边；高节竹林主要分布在定居地周围稍远一些的低丘缓坡；其他森林类型分布在距离定居地较远的区域，在人工纯林连片面积断裂的区域镶嵌分布有针阔混交林、阔叶林、灌草丛，村庄中岩石裸地很少。

2.2 昔口村主要林分类型植物群落特征

2.2.1 昔口村主要林分类型植物多样性 如表 3 所示，次生林中，阔叶林、针阔混交林中物种丰富度、生态优势度、多样性指数均为灌木层 > 乔木层 > 草本层，阔叶林均匀度指数为灌木层 > 乔木层 > 草本层，针阔混交林均匀度指数为灌木层 >

表 2 昔口村各类森林景观面积

Table 2 Various forest landscape areas in Xikou Village

序号 Number	类型 Type	面积 Area/hm ²	比例 Ratio/%
1	阔叶林	89.22	14.86
2	高节竹林	88.74	14.78
3	杉木林	83.55	13.91
4	雷竹林	80.10	13.34
5	马尾松林	42.34	7.05
6	农田	40.04	6.67
7	毛竹林	35.15	5.85
8	建筑	25.82	4.30
9	针阔混交林	20.90	3.48
10	香榧林	20.48	3.41
11	道路	17.71	2.95
12	灌草丛	9.08	1.51
13	苗圃	8.07	1.34
14	河流	7.58	1.26
15	杨梅林	7.54	1.26
16	茶林	7.27	1.21
17	库塘	6.80	1.13
18	香榧林套种茶	5.47	0.91
19	桑林	4.46	0.74
20	其他	0.19	0.03

草本层 > 乔木层。阔叶林乔木层树龄 0~40 a，以壳斗科 (Fagaceae)、山茶科 (Theaceae)、杜鹃花科 (Ericaceae)、金缕梅科 (Hamamelidaceae)、豆科 (Leguminosae)、杉科 (Taxodiaceae) 等常绿或落叶乔木为主，重要值 > 5% 的优势树种有苦槠 (Castanopsis sclerophylla (Lindl. et Paxton) Schottky)、青冈 (Cyclobalanopsis glauca (Thunberg) Oersted)、木荷 (Schima superba Gardn. et Champ.)、榿木 (Loropetalum chinensis (R. Br.) Oliver)、杉木 (Cunninghamia lanceolate (Lamb.) Hook.)、山槐 (Albizzia kalkora (Roxb.) Prain)、短柄枹栎 (Quercus serrata Murray)、白栎 (Quercus fabri Hance)，林下植被灌木层以壳斗科、山茶科、豆科、杜鹃花科、金缕梅科、樟科 (Lauraceae) 灌木及乔木幼苗或幼树为主，重要值 > 5% 的优势植物有榿木、马银花 (Rhododendron ovatum (Lindl.)Planch.)、乌药 (Lindera aggregate (Sims) Kosterm.)、格药柃 (Eurya muricate

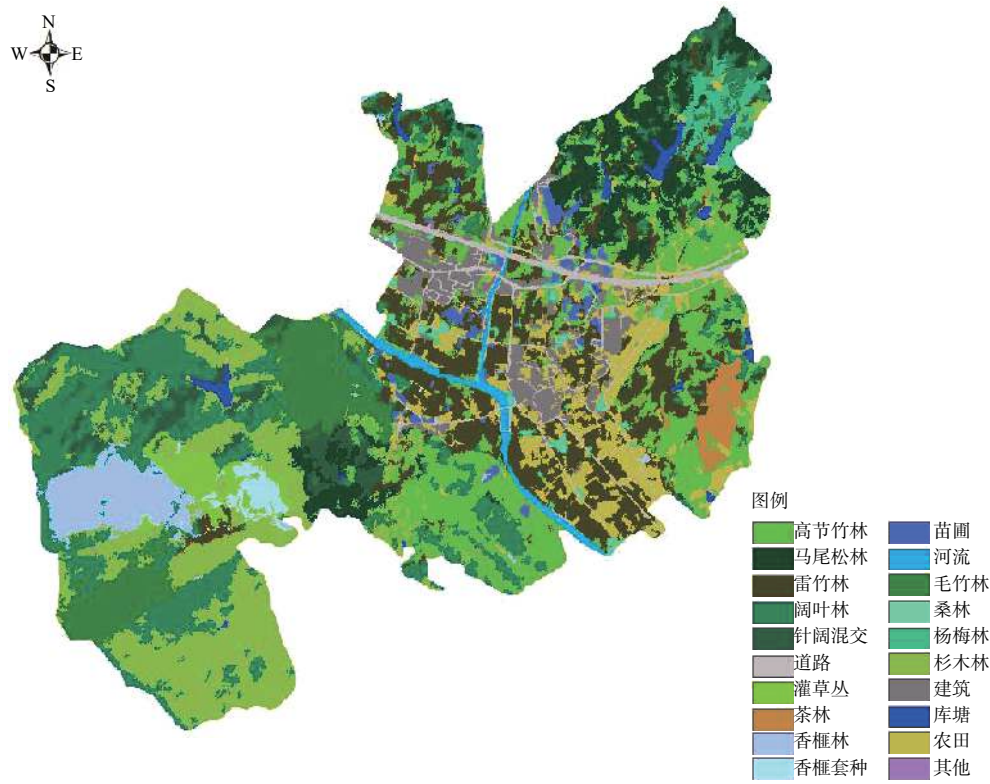


图 1 2018 年昔口村森林景观分类图

Fig. 1 Forest Landscape Classification of Xikou Village in 2018

Dunn)、杜鹃 (*Rhododendron simsii* Planch.)、东南石栎 (*Lithocarpus harlandii* (Hance ex Walpers) Rehder), 草本层以菊科 (*Compositae*)、莎草科 (*Cyperaceae*)、鳞毛蕨科 (*Dryopteridaceae*)、乌毛蕨科 (*Blechnaceae*)、海金沙科 (*Lygodiaceae*) 草本植物为主, 重要值 > 5% 的优势植物有阔鳞鳞毛蕨 (*Dryopteris championii* (Benth.) C. Chr.)、黑足鳞毛蕨 (*Dryopteris fuscipes* C. Chr.)、青绿薹草 (*Carex breviculmis* R. Br.)、狗脊蕨 (*Woodwardia japonica* (L. F.) Sm.)、海金沙 (*Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw.)、三脉紫菀 (*Aster trinervius* D. Don subsp. *ageratoides* (Turczaninow) Grierson)。针阔混交林乔木层树龄 0~40 a, 以壳斗科、樟科、杉科、松科 (*pinaceae* Spreng. ex F. Rudolphi) 等常绿或落叶乔木为主, 重要值 > 5% 的优势树种有木荷、杉木、马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.)、东南石栎、短柄栲栎, 林下植被灌木层以壳斗科、山茶科、杜鹃花科、樟科、百合科 (*Liliaceae*)、杉科、紫金牛科 (*Myrsinaceae*) 灌木及乔木幼苗或幼树为主, 重要值 > 5% 的优势植物有毛花连蕊茶

(*Camellia fraterna* Hance)、马银花、杉木、东南石栎、紫金牛 (*Ardisia japonica* (Thunberg) Blume), 草本层以禾本科 (*Gramineae*)、百合科、鳞毛蕨科草本植物为主, 重要值 > 5% 的优势植物有阔鳞鳞毛蕨、狗脊蕨、毛马唐 (*Digitaria chrysoblephara* (Retz.) Koel.)、禾叶山麦冬 (*Liriope graminifolia* (L.) Baker)、淡竹叶 (*Lophntnerum gracile* Brongn.)。人工林中, 马尾松林、香榿林物种丰富度、Simpson 指数、Shannon-wiener 指数、Pielou 指数均为灌木层 > 草本层 > 乔木层; 杉木林物种丰富度、Simpson 指数为灌木层 > 草本层 > 乔木层, Shannon-wiener 指数、Pielou 指数为草本层 > 灌木层 > 乔木层; 毛竹林、高节竹林、雷竹林乔木层植物分别仅有毛竹 (*Phyllostachys edulis* (Carriere) J. Houzeau)、高节竹 (*Phyllostachys prominens* W. Y. Xiong)、雷竹 (*Phyllostachys violascens* (Carriere) Riviere & C. Riviere cv. *Prevernalis* S.Y.Chen et C.Y.Yao), 乔木层植物物种丰富度均为 1, Simpson 指数、Shannon-wiener 指数均为 0, Pielou 指数未予计算。高度集约经营的雷竹林几乎没有林下植被, 林下植被植物

表 3 各林分类型植物多样性指数

Table 3 Index of plant diversity of each forest

类型 Type	层 Layer	物种丰 富度 Species richness	生态优 势度 Ecological dominance	多样性 指数 Diversity index	均匀度 指数 Evenness index
阔叶林	乔木层	25	0.91	2.61	0.81
	灌木层	50	0.96	3.41	0.87
	草本层	17	0.85	2.27	0.80
针阔混交林	乔木层	35	0.90	2.78	0.78
	灌木层	58	0.95	3.47	0.86
	草本层	9	0.80	1.80	0.82
马尾松林	乔木层	11	0.53	1.21	0.51
	灌木层	55	0.96	3.52	0.88
	草本层	24	0.84	2.28	0.72
杉木林	乔木层	3	0.01	0.04	0.04
	灌木层	45	0.90	0.42	0.11
	草本层	20	0.80	2.03	0.68
香榧林	乔木层	3	0.05	0.15	0.13
	灌木层	58	0.93	3.11	0.77
	草本层	45	0.89	2.53	0.66
高节竹林	乔木层	1	0	0	-
	灌木层	50	0.93	3.05	0.78
	草本层	33	0.85	2.40	0.69
毛竹林	乔木层	1	0	0	-
	灌木层	72	0.93	3.29	0.77
	草本层	39	0.86	2.31	0.63
雷竹林	乔木层	1	0	0	-
	灌木层	-	-	-	-
	草本层	-	-	-	-

多样性指数未予计算，高节竹林、毛竹林的物种丰富度、Simpson指数、Shannon-wiener指数、Pielou指数均为灌木层>草本层。马尾松林乔木层树龄0~50 a，以马尾松为主要树种，重要值为58.76%，此外，林中还出现了杉木以及7种阔叶树种，林缘有少量红哺鸡竹（*Phyllostachys iridescens* C. Y. Yao et S. Y. Chen），灌木层以豆科、杜鹃花科、山茶科、蔷薇科（*Rosaceae*）、樟科、茜草科（*Rubiaceae*）、壳斗科、金缕梅科灌木及乔木幼苗或幼树为主，重要值>5%的优势植物有榿木、短柄枹栎、乌药，草本层以禾本科、茜草科、蕨科、乌毛蕨科、鳞毛蕨科草本植物为主，重要值>5%的优势植物有蕨（*Pteridium aquilinum* (L.)

Kuhn var. *latiusculum* (Desv.)Underw.ex Heller）、狗脊蕨、金毛耳草（*Hedyotis chrysotricha* (Palib.) Merr.）、阔鳞鳞毛蕨、淡竹叶、芒萁（*Dicranopteris pedata* (Houttuyn) Nakaike）。杉木林林龄26 a，杉木为乔木层的主要树种，重要值为86.41%，此外偶然出现零星的马尾松和东南石栎，灌木层以山茶科、樟科、蔷薇科、大戟科（*Euphorbiaceae*）、壳斗科、桑科（*Moraceae*）、葡萄科（*Vitaceae*）灌木、乔木幼苗或幼树及藤本植物为主，重要值>5%的优势植物有寒莓（*Rubus buergeri* Miq.）、异叶地锦（*Parthenocissus dalzielii* Gagnep.）、东南石栎、薜荔（*Ficus pumila* L.），草本层以鳞毛蕨科、茜草科、乌毛蕨科、金星蕨科（*Thelypteridaceae*）、紫萁科（*Osmundaceae*）、禾本科草本植物为主，重要值>5%的优势植物有狗脊蕨、黑足鳞毛蕨、金星蕨（*Parathelypteris glanduligera* (Kze.) Ching）、紫萁（*Osmunda japonica* Thunb.）、淡竹叶。香榧林林龄2 a，香榧（*Torreya grandis* Fort. ex Lindl. cv. *Merrillii* Hu）为乔木层的主要树种，重要值为74.59%，此外偶然出现零星的樟（*Cinnamomum camphora* (L.) Presl）和杉木，灌木层以豆科、大戟科、蔷薇科、漆树科（*Anacardiaceae*）、茜草科、樟科、豆科灌木及乔木幼苗或幼树为主，重要值>5%的优势植物有盐肤木（*Rhus chinensis* Mill.）、红叶野桐（*Mallotus tenuifolius* Pax var. *paxii* (Pampanini) H. S. Kiu）、大叶白纸扇（*Mussaenda esquirolii* Makino）、山鸡椒（*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.）、马棘（*Indigofera pseudotinctoria* Walp.），草本层以菊科、禾本科、莎草科、百合科草本植物为主，重要值>5%的优势植物有五节芒（*Miscanthus floridulus* (Lab.) Warb. ex Schum et Laut.）、小飞蓬（*Conyza canadensis* (L.) Cronq.）、狗尾草（*Setaria viridis* (L.) Beauv.）、禾叶山麦冬、毛马唐、金色狗尾草（*Setaria glauca* (Poir.) Roemer & Schultes）。竹林均为异龄林，毛竹林灌木层以大戟科、蔷薇科、山茶科、樟科、百合科、紫金牛科灌木及乔木幼苗或幼树为主，重要值>5%的优势植物有山鸡椒、紫金牛、山莓（*Rubus corchorifolius* L. f.）、山柃（*Lindera reflexa* Hemsl.），草本层以菊科、禾本科、茜草科、金星蕨科、莎草科草本植物为主，重要值>5%的优势植物有日本金星蕨（*Parathelypteris glanduligera* (Franch. et Sav.)

Ching)、柔枝莠竹(*Microstegium vimineum* (Trin.) A. Camus)、金毛耳草、蕨、淡竹叶、求米草(*Oplismenus undulatifolius* (Arduino) Beauv.)。高节竹林灌木层以大戟科、蔷薇科、豆科、葡萄科、忍冬科(*caprifoliaceae*)、山茶科、漆树科、荨麻科(*urticaceae*)、夹竹桃科(*apocynaceae*)灌木、乔木幼苗或幼树及藤本植物为主,重要值大于 5% 的优势植物有茶(*Camellia sinensis* (L.) O. Ktze.)、盐肤木、苧麻(*Boehmeria nivea* (L.) Gaudich.)、络石(*Trachelospermum jasminoides* (Lindl.) Lem.)、忍冬(*Lonicera japonica* Thunb.),草本层以禾本科、菊科、茜草科、莎草科、景天科(*crassulaceae* J. St.-Hil.)、桑科草本植物为主,重要值大于 5% 的优势植物有三脉紫菀、棕叶狗尾草(*Setaria palmifolia* (koen.) Stapf)、凹叶景天(*Sedum emarginatum* Migo)、桑草(*Fatoua pilosa* Gaud.)。

2.2.2 昔口村主要林分类型植物群落结构 如表 4 所示,次生林中,阔叶林、针阔混交林各层间的郁闭度(盖度)均为乔木层>灌木层>草本层。人工林中,马尾松林、高节竹林各层间的郁闭度(盖度)均为乔木层>灌木层>草本层。杉木林、毛竹林各层间的郁闭度(盖度)均为乔木层>草本层>灌木层。香榧林中的香榧为 2016 年栽植的幼树,平均高度不足 1 m,未计算郁闭度,盖度为 15%,林下植被盖度为灌木层>草本层。阔叶林、针阔混交林、杉木林、雷竹林为郁闭林,马尾松林、毛竹林、高节竹林为中度郁闭。林下植被盖度偏低。

如图 2 所示,次生林中,阔叶林、针阔混交林乔木层植物胸径 5~10 cm 分布最多,阔叶林中重要值>5% 的乔木层植物苦槠、青冈、木荷、櫟木、

表 4 各林分类型植物郁闭度(盖度)
Table 4 Canopy density (coverage) of plants of each forest

类型 Type	郁闭度 Crown density/%	灌木层盖度 Shrub coverage/%	草本层盖度 Herbaceous coverage/%
阔叶林	82	10	3
针阔混交林	86	11	2
马尾松林	65	19	4
杉木林	80	7	8
高节竹林	55	8	6
毛竹林	61	14	18
香榧林	-	20	15
雷竹林	90	-	-

杉木、山槐、短柄枹栎、白栎的平均胸径分别为 12.22、9.86、13.37、6.26、10.17、8.04、8.52、8.61 cm,针阔混交林中重要值>5% 的乔木层植物木荷、杉木、马尾松、东南石栎、短柄枹栎的平均胸径分别为 16.93、10.96、31.16、8.71、10.60 cm。人工林中,香榧林、高节竹林、雷竹林乔木层植物胸径 0~5 cm 分布最多,主要优势植物香榧、高节竹、雷竹的平均胸径分别为 2.47、3.46、4.01 cm;马尾松林乔木层植物胸径 5~10 cm 分布最多,主要优势植物马尾松的平均胸径为 20.38 cm;毛竹林、杉木林乔木层植物胸径 10~15 cm 分布最多,主要优势植物毛竹、杉木的平均胸径分别为 9.59、15.64 cm。

如图 3 所示,次生林中,阔叶林、针阔混交林乔木层植物高度 5~10 m 分布最多,阔叶林中重要值>5% 的乔木层植物苦槠、青冈、木荷、櫟木、杉木、山槐、短柄枹栎、白栎的平均高度分别为 4.73、5.31、7.64、4.34、5.72、5.37、3.71、4.59 m,针阔混交林中重要值>5% 的乔木层植物木荷、杉木、马尾松、东南石栎、短柄枹栎的平均高度分别

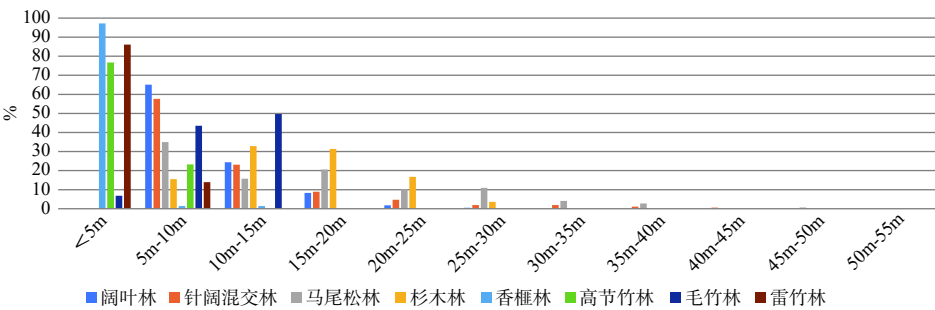


图 2 各林分类型乔木层植物径级分布
Fig. 2 Plant diameter grade distribution of tree layer in each forest

为 7.36、6.37、13.33、4.89、5.36 m。人工林中，香榧林、雷竹林乔木层植物高度 0~5 m 分布最多，主要优势植物香榧、雷竹，平均高度分别为 0.80 m、4.17 m；马尾松林、高节竹林、毛竹林乔木层植物高度 5~10 m 分布最多，主要优势植物马尾松、高

节竹、毛竹平均高度分别为 10.37、6.30、8.55 m；杉木林乔木层植物高度 10~15 m 分布最多，主要优势植物杉木的平均高度为 13.55 m。各林分类型的林下植被植物高度主要分布在 0~2 m 之间。

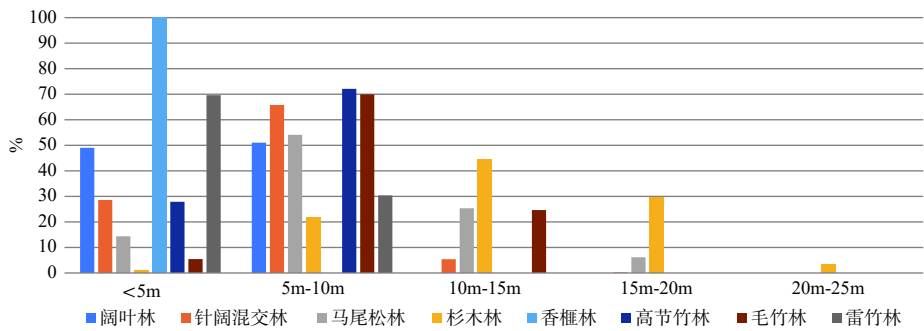


图 3 各林分类型乔木层植物高度分布
Fig. 3 Plant height grade distribution of tree layer in each forest

3 讨论

昔口村处于中亚热带季风区，南方红壤区，常绿阔叶林是当地的地带性植被，乡土植物资源比较丰富。但是由于长期的人为干扰和破坏，原生植被日渐退缩。村庄中现存的大部分森林是由早期在荒山、疏林地人工造林形成，为人工林起源，如马尾松林、杉木林、香榧林、竹林等，少部分为在荒山、采伐迹地上形成的次生林，如阔叶林、针阔混交林等，所有林分类型均是在长期人为干扰下形成的，物种组成及林分结构都不稳定。当地年降水量大，降水集中，若植被遭受人为破坏，很容易造成水土流失，甚至形成“红色荒漠”。

早期林区农户生计来源单一，对林地依赖性较强：扩张耕地、收获木材、砍伐薪材等，重视短期经济效益，在大量砍伐本土自然生长的阔叶林作为薪材的同时，种植大量速生丰产用材林、经济林，忽略生态效益。伴随着我国工业化、城镇化的快速发展，农村基础设置的改善，非务农工资显著提升和务农机会成本的提高，使得大量农户的生活、生计开始逐步脱离对林地的完全依赖，做饭取暖不再仅依靠薪柴，收入不再仅依靠第一产业，大量青壮年劳动力从农村“析出”，留在农村务农的人员逐步老龄化。当村民的生计问题与追求森林生态效益之间的矛盾逐步弱化，森林恢复活动有了更多的可能性。

天然生态系统具有丰富的空间结构、物种组成、年龄结构及对资源的利用方式，物种间以及生

物与环境之间会形成复杂的关系网，为动植物的多样性提供了条件，形成良性的可持续循环，因此，在进行森林恢复活动时，需考虑到森林生态系统的复杂性，同时也要考虑到农户的生计、社区的发展和干预措施的适用性。

4 结论

从森林景观上来看，村庄天然林、混交林面积小，阔叶林、针阔混交林的面积共占村域面积的 18.34%，人工林纯林连片面积大，林地针叶化问题较为严重，势必导致大量人工林无法很好的发挥其经济效益和生态效益，村庄中岩石裸地很少，说明当地自然环境适宜乡土植物萌生、生长。从植物群落特征来看，因过去人为干扰较频繁，天然次生林保留下来的高大乔木很少，大部分乔木胸径 ≤ 10 cm，树高 ≤ 10 m；马尾松林因大部分被划入生态公益林，自 70 年代种植后，人为干扰较少，形成了马尾松异龄林，但林内树种单一，难以在短期内依靠自然演替形成混交林；杉木林种植时均为单层针叶纯林，物种多样性明显丧失；村中 90 年代前后开始大量种竹，除雷竹林在定居地附近的田地及周边集约经营，毛竹林、高节竹林大部分都处于粗放经营或无人管理的状态；香榧幼龄林中香榧的平均高度不足 1 m，单层纯林，林分植被盖度偏低，极易造成林地退化。

昔口村森林生态系统整体结构简单、多样性较低，若持续传统的造林、经营方式，势必会导致林

分退化、地力衰退等问题。建议对村庄现存的阔叶林、针阔混交林进行封育、改造,促进其向优质的常绿阔叶林转化。对已划入生态公益林的马尾松林,在林下引种补植本地乡土树种,如木荷、青冈、苦槠幼树等,形成混交林。用材林、经济林采用小面积种植的方式,林下可套种茶叶等林下作物,同时结合控制林分密度、改善水肥条件、轮作、择伐、几种用材及经济林树种混交等抚育及经营措施进行科学抚育及经营。在不同的用材林与经济林之间,选择当地乡土阔叶树种、适生阔叶树种,如苦槠、木荷、石楠(*Photinia serrulate* (Desfontaines) Kalkman)、冬青(*Ilex chinensis* Sims)、女贞(*Ligustrum lucidum* Ait.)、青冈、樟(*Cinnamomum camphora* (L.) Presl)、木犀(*Osmanthus fragrans* (Thunb.) Loureiro)、枫香(*Liquidambar formosana* Hance)等营造混交林作为绿色隔离带。混交林可改良土壤、提升森林景观效果,避免大面积人工纯林导致的林分退化、地力衰退、病虫害等问题。

参考文献:

- [1] Lorenzo Ciccacese, Anders Mattsson, Davide Pettenella. Ecosystem services from forest restoration: thinking ahead[J]. *New Forest*, 2012, 43(5-6): 543-560.
- [2] IPCC. Climate Change 2013: the Physical Science Basis[M]. United Kingdom, Cambridge University Press, 2014: 4-6.
- [3] SEARS R R, PHUNTSO S, DORJI T, *et al.* Forest ecosystem services and the pillars of Bhutan's Gross National Happiness[M]. Bogor, Indonesia: CIFOR, 2017: 22-25.
- [4] LEBLOIS A, DAMETTE O, WOLFERSBERGER J. What has driven deforestation in developing countries since the 2000s? Evidence from new remote-sensing Data[J]. *World Development*, 2017, 92: 82-102.
- [5] Mongil-Manso, J, Navarro-Hevia, J, Diaz-Gutierrez, V, *et al.* Badlands forest restoration in Central Spain after 50 years under a Mediterranean-continental climate[J]. *Ecological Engineering*, 2016, 97: 313-326.
- [6] Mansourian, Stephanie. Governance and forest landscape restoration: A framework to support decision-making[J]. *Journal for Nature Conservation*, 2017, 37: 21-30.
- [7] Ager, AA, Vogler, KC, Day, MA, *et al.* Economic opportunities and trade-offs in collaborative forest landscape restoration[J]. *Ecological Economics*, 2017, 136: 226-239.
- [8] Celentano, D, Rousseau, G. X, Muniz, F. H, *et al.* Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil(Article)[J]. *Land Use Policy*, 2017, 68: 692-698.
- [9] Pedro H. S, Brancalion, Severino Ribeiro Pintob, *et al.* Governance

- innovations from a multi-stakeholder coalition to implement large-scale Forest Restoration in Brazil[J]. *World Development Perspectives*, 2016, 3: 15-17.
- [10] Sarah Jane Wilsona, Dominique Cagalanab. Governing restoration: Strategies, adaptations and innovations for tomorrow's forest landscapes[J]. *World Development Perspectives*, 2016, 4: 11-15.
 - [11] Renato Crouzeilles, Mariana S. Ferreira, Michael Curran. Forest restoration: a global dataset for biodiversity and vegetation structure[J]. *Ecology*, 2016, 97(8): 2167.
 - [12] 黄玲. 我国农村森林资源管理现状及法律问题探究[J]. *现代园艺*, 2017(5): 216-217.
 - [13] 龙贺兴, 时卫平, 刘金龙. 中国森林破碎化及其化解研究综述及展望[J]. *世界林业研究*, 2018, 31(1): 69-74.
 - [14] 周霆, 盛炜彤. 关于我国人工林可持续问题[J]. *世界林业研究*, 1998, 21(3): 49-53.
 - [15] Run Sheng Yin, Roger Sedjo, Ping Liu, *et al.* The potential and challenges of sequestering carbon and generating other services in China's forest ecosystems[J]. *Environmental Science and Technology*, 2010, 15(44): 5687-5688.
 - [16] 陈幸良, 巨茜, 林昆仑. 中国人工林发展现状、问题与对策[J]. *世界林业研究*, 2014, 27(6): 54-59.
 - [17] Zhou Zaizhi, Wang Chunfeng, Teng Jiangang. Learning lessons from China's forest rehabilitation efforts[M]. Jakarta: national centre for forestry research, 2007: iv-137.
 - [18] 石春娜, 王立群. 我国森林资源质量变化及现状分析[J]. *林业科学*, 2009(11): 90-97.
 - [19] 田甜, 白彦锋, 张旭东, 等. 森林恢复、国内森林恢复面临的问题及应对措施[J]. *西北林学院学报*, 2019, 34(5): 269-272.
 - [20] 田甜, 白彦锋, 张旭东, 等. 杉木人工林地力衰退的原因及对策研究[J]. *林业通讯科技*, 2019(4): 6-10.
 - [21] 郭晋平. 森林景观生态研究[M]. 北京: 北京大学出版社, 2001: 1-364.
 - [22] 田大伦, 沈燕, 康文星等. 连栽第1和第2代杉木人工林养分循环的比较[J]. *生态学报*, 2011, 31(17): 5025-5032.
 - [23] 盛炜彤, 童书振, 段爱国. 杉木丰产栽培实用技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999: 1-146.
 - [24] 盛炜彤. 中国人工林及其育林体系[M]. 北京: 中国林业出版社, 2014: 1-533.
 - [25] Kong, WJ, Sun, OJX, Chen, YN, *et al.* Patch-level based vegetation change and environmental drivers in Tarim River drainage area of West China[J]. *Landscape Ecology*, 2010, 25(9): 1447-1455.
 - [26] 孔令桥, 张路, 郑华等. 长江流域生态系统格局演变及驱动力[J]. *生态学报*, 2018, 38(3): 741-749.
 - [27] Xu X, Jain AK, Calvin KV, *et al.* Quantifying the biophysical and socioeconomic drivers of changes in forest and agricultural land in South and Southeast Asia[J]. *Global Change Biology*, 2019, 25(6): 2137-2151.
 - [28] 王川, 刘春芳, 乌亚汗, 等. 黄土丘陵区生态系统服务空间格局及权衡与协同关系——以榆中县为例[J]. *生态学报*, 2019, 2: 521-531.
 - [29] 林金煌, 吴思佳, 陈文惠, 等. 闽三角地区森林景观及其生态服务价

- 值遥感动态监测[J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2018, 34(6): 78-85.
- [30] 叶 伟, 吴荣良, 赖日文, 等. 基于3S技术的城市森林景观结构分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2015(1): 56-61.
- [31] Simmons Brady L, Hallet Richard A, Sonti Nancy Falxa, *et al.* Long-term outcomes of forest restoration in an urban park[J]. *Restoration Ecology*, 2016, 24(1): 109-118.
- [32] Fatma NAH, Juliana WAW, Shaharuddin MI, *et al.* Community stand structure of rehabilitated forest at kenaboi forest reserve, Negeri Sembilan, Malaysia[C]. 2016 UKM FST Postgraduate Colloquium, 2016, 1784: 060013-1-060013-7.
- [33] 马 赫, 石龙宇, 付 晓, 等. 泸沽湖生态系统格局变化及其驱动力[J]. *生态学报*, 2019, 39(10): 3507-3516.
- [34] 桂旭君, 练琚愉, 张入匀, 等. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林群里垂直结构及其物种多样性特征[J]. *生物多样性*, 2019, 27(6): 619-629.
- [35] 盛炜彤. 不同密度杉木人工林林下植被发育与演替的定位研究[J]. *林业科学研究*, 2001, 14(5): 463-471.
- [36] RAMOVŠ B V, ROBERTS M R. Understory vegetation and environment responses to tillage, forest harvesting, and conifer plantation development[J]. *Ecological Applications*, 2003, 13(6): 1682-1700.
- [37] 张晓红, 黄清麟. 森林景观恢复研究[D]. 北京, 中国林业科学研究院, 2011.
- [38] 唐 利, 邵景安, 郭 跃, 等. 社区水平森林景观格局动态特征与驱动因素[J]. *生态学报*, 2017, 37(6): 2101-2117.
- [39] 穆亚南, 丁丽霞, 李 楠, 等. 基于面向对象和随机森林模型的杭州湾滨海湿地植被信息提取[J]. *浙江农林大学学报*, 2018, 35(6): 1088-1097.
- [40] 何云核, 叶海宾. 安徽休宁县森林植物群落物种多样性分析[J]. *西北林学院学报*, 2001(1): 9-11.
- [41] 彭 阳. 退耕造林与弃耕撂荒形成的植被群落特征和碳储量比较[D]. 北京, 中国林业科学研究院, 2017.

Rural Forest Landscape and Plant Communities in Hilly Areas of South China

TIAN Tian¹, ZHANG Xu-dong¹, DING Li-xia^{2,4}, HE Yun-he³, BAI Yan-feng¹, JIANG Chun-qian¹

(1. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, Zhejiang, China; 3. School of Landscape Architecture, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, Zhejiang, China; 4. State Key Laboratory of Subtropical Forest Cultivation, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, Zhejiang, China)

Abstract: [Objective] To explore the suitable way of forests rehabilitation in rural areas of low hilly areas in south China, improve the forest structure, maintain biodiversity and ensure the sustainable development of forest ecosystems and the sustainable use of forest resources. [Method] Taking Xikou Village of Hangzhou, Zhejiang Province, as the research object, based on high-resolution GF-2 data and field surveys, the forest landscape and plant community characteristics were investigated and studied. [Result] The area of forest in Xikou Village accounted for 80.80% of the total area of the village. The main types of forest are broadleaved forests, coniferous and broadleaved mixed forest, *Pinus massoniana* forests, *Cunninghamia lanceolata* forests, bamboo forests, and *Torreya grandis* forests. In the village, the area of natural forest and mixed forest is small, while the area of plantation is large. Most of the natural and mixed forests have low tree height and DBH. The conifer tree is increasingly dominant in plantations, most of the plantations are single-layer pure forests, and the undergrowth vegetation coverage is low. [Conclusion] The overall structure of the forest ecosystem in Xikou Village is simple and the diversity is low. If the traditional afforestation and management mode continues, it is bound to lead to forest degradation, soil degradation and other problems. It is suggested that the existing broadleaved forest and coniferous and broadleaved mixed forest should be closed and reformed to promote its transformation to high-quality evergreen broadleaved forest. The ecological public-welfare forests of *Pinus massoniana* should be transformed by introducing and replanting native species to create mixed forests. Industrial plantation and non-timber plantation should be planted in small scale and small areas, and the local native broadleaved tree species and suitable broadleaved tree species should be selected to create mixed forests as green isolation zones and inlaid with small area of industrial forests and non-timber forests with reasonable tending and management measures.

Keywords: rural forest landscape; plant diversity; plant community structure; forest rehabilitation

（责任编辑：崔 贝）