

宁波市江北区森林植被景观改造研究

朱 铨¹, 许波锋², 李杨松³, 洪小平⁴

(1. 浙江农林大学 旅游与健康学院, 浙江 临安 311300; 2. 宁波市江北区农林水利局 林特工作总站, 浙江 宁波315020; 3. 浙江省龙泉市绿艺植物园, 浙江 龙泉 323700; 4. 浙江省龙泉市林业局, 浙江 龙泉 323700)

摘要: 多年剧烈的人类生产活动和自然灾害以及病虫害的干扰破坏, 导致浙江省宁波市江北区现有森林总体质量下降严重。采用合理的技术手段对林相进行有效改造, 是提高该区森林植被综合效益的唯一手段。从对江北区森林资源调查着手, 首先分析了研究地森林植被的特点及演替规律。在此基础上, 确定了江北区森林植被景观改造的参照模型, 并提出了植被景观改造的技术措施。通过以上对森林植被景观的改造, 试图对亚热带森林多效益经营以及区域性大范围森林植被的改造提供参考, 同时期望对类似区域的森林植被景观改造提供依据和思路。图2表2参9

关键词: 景观生态学; 林相改造; 生态恢复; 植被; 演替; 宁波市江北区

中图分类号: S756 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2011)04-0607-07

Landscape renovation of forest vegetation in Jiangbei District, Ningbo City

ZHU Quan¹, XU Bo-feng², LI Yang-song³, HONG Xiao-ping⁴

(1. School of Tourism and Health, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Forest Specialty Station of Agroforestry and Water Conservancy Enterprise of Jiangbei, Ningbo 315020, Zhejiang, China; 3. Lüyi Botanical Garden, Longquan 323700, Zhejiang, China; 4. Forest Enterprise of Longquan City, Longquan 323700, Zhejiang, China)

Abstract: Years of intense human production activities, natural disasters as well as the interference caused by plant diseases and insect pests, result in the low overall quality of existing forests in Jiangbei District, Ningbo City, Zhejiang Province. Transforming the forest form according to the scientific technology and improving the comprehensive benefit of the forest are inevitable. We investigated and researched the characteristics and the succession law of the forest vegetation. On this basis, we made out the referential model and the overall goal of forest vegetation landscape renovation in Jiangbei District, and put forward rehabilitation measures. The results can provide the reference for multi-benefit management of the sub-tropical forest and the regional large-scale forest vegetation transformation and also provide the foundation and thoughts for the forest vegetation landscape renovation in the similar areas. [Ch, 2 tab. 2 ref. 9 ref.]

Key words: landscape ecology; forest form transformation; ecological restoration; vegetation; succession; Jiangbei District of Ningbo City

随着人类生产生活水平的提高, 森林植被遭受破坏的情况日益加重, 人们对自然森林景观的需求也日趋迫切。近年来, 森林植被景观改造和恢复方面的研究已成为学界研究重点之一。在国外, 由于森林植被原有景观基础普遍较好, 因此, 近几十年来森林景观经营技术的研究重点, 主要集中在与采伐相关联的各个环节对现有森林景观价值的影响上^[1-3]。在国内, 植被在人为干扰后恢复的研究是群落和生态系统动态研究的一个热点^[4]。例如, 陆兆苏等^[5-6]以南京紫金山风景林为例, 提出了风景林景观改造的一

收稿日期: 2011-01-14; 修回日期: 2011-03-30

作者简介: 朱铨, 讲师, 硕士, 从事森林生态旅游研究。E-mail: zhuquan@zafu.edu.cn

系列观点,包括空间配置、抚育整形、更新改造等,其重点是抚育整形,包括卫生择伐、整形伐、透视伐、综合抚育伐等具体操作规程;冯书成^[7]总结出包括风景林抚育及低价风景林改造的风景林经营技术措施;但新球等^[8]提出在现代森林景观设计中应遵循功能、经济、科技、信息、艺术与合理六大原则。前人研究多集中在景区、重点风景林等小范围大力度的植被优化理论和技术探讨,针对以县级行政单位为优化范围的大区域全面改造优化的研究几乎空白。因此,本研究以浙江省宁波市江北区森林植被景观优化为主题进行探索研究。

1 研究地概况与调查方法

1.1 研究地概况

宁波市江北区(县级区)位于浙东沿海,杭州湾南岸,其地理位置介于29°51'30"~30°03'36"N,121°20'54"~121°38'0"E,全境东西长约27 km,南北宽20 km,地域总面积208.73 km²,最高峰为慈城镇境内小黄泥尖,高程为385.7 m,最低点位于区域东南端,海拔不足1 m,是宁波城区主要的森林资源分布地。区内分布的森林面积占宁波城区森林总面积的95%以上,是宁波城区的生态屏障和“绿色氧吧”。近年来由于人为生产活动的影响,多数林地或遭砍伐,或垦山作为经济林,造成当前全区大部分林地水土流失严重,林相景观质量低下。因此,采用合理的技术手段对现有森林景观进行优化改造,加快森林植被的演替进程,提高森林景观质量,是保护宁波市森林“绿肺”生态功能所亟须进行的重要命题。

1.2 调查方法

根据地形图和林业基本图,对江北区森林采用随机抽样和对坡观测的方法,沿对坡山脊线对各森林群落进行总体观测记录,记录树种分布、林相特征和林种等数据,以此为基础划分主要群落类型。选择有代表性林分地段,设置临时样地10 m×10 m,对各个样地进行调查记录。调查内容包括:林分的树种组成、密度(采用样圆法)、郁闭度、林下植被及盖度;林分生长情况、生长势、林木分布情况、平均胸径、平均树高等;选取典型地段做土壤剖面,进行土壤分析;典型地段施工条件:坡度、交通条件、灌溉条件等。

应用群落学的研究方法和地理信息系统软件 Arcview 对30个样地的调查数据进行处理分析,切实掌握江北区森林资源的分布、植被群落类型及分布等详细数据,并以相临的区域近20 a未经人工干扰的林分作为群落参照,确定林相改造的目标群落。

2 森林植被现状调查与分析

2.1 植被区系组成

江北区森林地带性植被为亚热带常绿阔叶林,属中亚热带常绿阔叶林北部亚地带。其森林植被处于浙皖山丘青冈 *Cyclobalanopsis glauca* 林和苦槠 *Castanopsis sclerophylla* 林栽培植被区,浙北杭州湾两岸、太湖平原绿化分区与浙闽山丘甜槠 *Castanopsis eyrei* 林和木荷 *Schima superba* 林区,浙东低山丘陵岛屿甜槠木荷林分区的交界地带^[9]。毛竹 *Phyllostachys pubescens* 林,茶 *Camellia sinensis* 园,桃 *Amygdalus persica*, 杨梅 *Myrica rubra*, 板栗 *Castanea mollissima* 等经济林分布较多,林相外观破碎。

研究地区天然植被类型有常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林及针阔混交林、针叶林、灌丛和竹林等。主要阔叶树种有青冈,苦槠,甜槠,枫香 *Liquidambar formosana*, 冬青 *Ilex chinensis*, 化香 *Platycarya strobilacea*, 白栎 *Quercus fabri*, 茅栗 *Castanea seguinii*, 乌饭 *Vaccinium bracteatum*, 映山红 *Rhododendron simsii* 等;针叶树种以马尾松 *Pinus massoniana* 和杉木 *Cunninghamia lanceolata* 为主。人工植被主要树种有马尾松,杉木,湿地松 *Pinus elliottii*, 樟树 *Cinnamomum camphora*, 秃瓣杜英 *Elaeocarpus decipiens*, 喜树 *Camptotheca acuminata*, 杨梅,柑橘 *Citrus reticulata*, 茶,板栗,桃,李 *Prunus salicina*, 梨 *Pyrus pyrifolia* 等;平原地区片林、林带、“四旁”树的树种主要有水杉 *Metasequoia glyptostroboides*, 银杏 *Ginkgo biloba*, 池杉 *Taxodium ascendens*, 白榆 *Ulmus pumila*, 苦楝 *Melia azedarace*, 泡桐 *Paulownia fortunei*, 樟树,广玉兰 *Magnolia grandiflora*, 香椿 *Toona sinensis*, 冬青,金钱松 *Pseudolarix amabilis*, 桂花 *Osmanthus fragrans*, 棕榈 *Trachycarpus fortunei* 等。此外,区内竹子种类繁多,分布较广,以毛竹为主,还有淡竹 *Phyllostachys glauca*, 雷竹 *Phyllostachys praecox*, 乌竹 *Phyllostachys varioauriculata*, 哺鸡竹 *Phyllostachys dulcis* 和水竹 *Phyllostachys heteroclada* 等。

2.2 森林资源现状

由于多年人为生产活动的干扰破坏，区内原始自然植被已不多见。现存植被斑块破碎，在群落组成和结构上深受人为活动的影响，次生特点明显，处于次生演替的初期阶段。山体占优势的植被多为次生林，植被类型主要有马尾松林，马尾松-壳斗科 *Fagaceae* 针阔叶混交林，以壳斗科植物为主的常绿阔叶幼林，冬青-枫香常绿落叶阔叶混交林、毛竹林、经济林等(图 1)。由于受松材线虫 *Bursaphelenchus xylophilus* 的危害，区内马尾松林正迅速减少，被马尾松阔叶混交林和阔叶幼林所取代；保存相对较好的森林植被多分布在较高海拔，呈斑块状星散间断分布于水土条件较好，人为活动较少的地段；人工林生长状况不一，而且树龄差异大(表 1)。

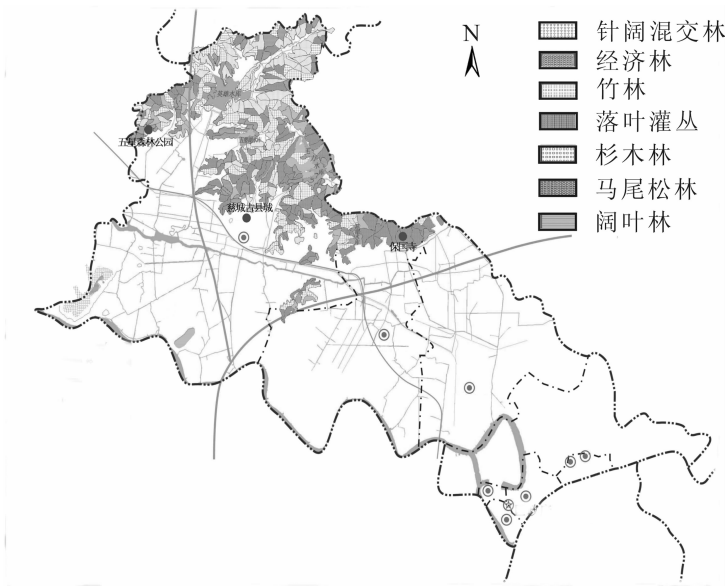


图 1 江北区森林植被类型分布现状
Figure 1 Distribution of forest vegetation in Jiangbei District

2.3 森林群落现存问题

①优势树种单一，病虫害危害及生物灾害严重。受传统营林模式的影响，原生植被已经破坏殆尽，现存植被中马尾松所占比例大。但近年来松材线虫病频发，马尾松大面积死亡，全区的生态安全受到严重威胁。②群落稳定性不高，林相景观较差。受松材线虫病影响的马尾松林的快速演变打破了植被群落自然演替的进程，产生大量发育不完整的次生林，林分优势树种不明显，发育不良，林分结构简单，缺乏层次和变化，群落外貌单调，稳定性差，生态和景观效益差。③经济林及竹林水土流失严重。为追求经济效益，区内经济林及竹林多采用精细耕作，林内几无其他植物生长，土壤裸露严重，直接导致了严重的水土流失。

3 森林植被景观优化方案

3.1 森林植被功能定位及建设目标

江北区所处的地理位置、经济发展水平及现有森林在宁波所占的独特地位，决定了其森林植被的功能须是全方位的。首先，江北区建设的森林植被须成为宁波市区的生态屏障，其生态功能须与宁波市城市建设以及人居环境的提升相适应；其次，作为宁波的北大门，江北区森林植被的景观价值须得到充分展现；第三，经济林和毛竹林是区内农民重要收入来源，植被优化建设须兼顾农民利益；最后，考虑到大范围复杂地形的区域型森林植被建设的实际，所建设的森林系统必须是人工干预少，能自我健康演替的绿地系统。

根据以上功能定位，宁波市江北区森林植被景观改造必须立足于研究地森林植被与环境现状，以可持续发展思想为理论指导，以景观效益和生态效益为主要建设目标，兼顾经济效益，尊重森林群落自然演替规律，合理运用人工干预手段，促进具有良好景观效果和生态效益的稳定的森林生态系统的发育，

建立整体森林生态系统的良性循环机制。改造的最终目标是构建具备自身健康演替能力的近自然群落景观林，在此基础上，促进林业产业结构调整，发挥森林综合效益。

表 1 江北区森林植被群落现状

Table 1 Current state of forest vegetation community in Jiangbei District

群落类型	面积/hm ²	群落特征
马尾松林	697	上层高多为 5~8 m，平均胸径为 10~15 cm，郁闭度为 0.2~0.7，立地较好地段下层种类较多，常见有甜槠，苦槠，米槠 <i>Castanopsis carlesii</i> ，青冈等；立地条件较差地段下层多乌饭 <i>Vaccinium bracteatum</i> ，榿木 <i>Loropetalum chinensis</i> ，胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i> 等。受松材线虫危害严重，马尾松正迅速减少。
杉木林	215	多为尚未郁闭的人工幼林，平均树高约 3 m。下木稀少。
三杉林	76	人工池杉，水杉和落羽杉 <i>Taxodium distichum</i> 林，多以林带形式出现，秋色艳丽，整齐美观。
马尾松阔叶树混交林	578	阔叶伴生种以苦槠，石栎 <i>Lithocarpus glabra</i> 为主，杨梅，冬青，红楠 <i>Machilus thunbergii</i> ，青冈等种也常见分布。上层郁闭度约 0.2~0.4。层高约 5~7 m，马尾松平均胸径多为 14 cm 以下。林下更新层和灌木茂密，高多为 1 m 以上，总盖度达 80% 以上。
苦槠林	215	多为自然或封育恢复的苦槠幼中林，林相相对整齐，第 1 层除占绝对优势的苦槠外，仅有少量枫香，石栎，山合欢 <i>Albizia kalkora</i> ，化香等种类的乔木。群落发育成熟，乔木层高多为 15~20 m，胸径多在 15 cm 左右，密度大于 1 050 株·hm ⁻² ，郁闭度达 0.9 以上。由于第 1 层发育较好，林下更新层和灌木层稀少，地被稀疏，盖度多少于 3%。
苦槠栎类林	153	乔木层可分为 2~3 个亚层，第 I 亚层高为 12~16 m，郁闭度 0.5~0.6，建群种除苦槠外，还有化香，石栎，枫香，山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i> ，冬青等种类。第 II 和第 III 亚层以小乔木为主，高为 5~11 m，郁闭度 0.5~0.7，以青冈，石栎，白栎，短柄枹 <i>Quercus glandulifera</i> ，黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i> ，化香等以及杜鹃属 <i>Rhododendron</i> ，冬青属 <i>Ilex</i> ，山矾属 <i>Symplocos</i> 等植物为主。灌木层有柃木 <i>Eurya japonica</i> ，连蕊茶 <i>Camellia cuspidata</i> ，矩形叶鼠刺 <i>Itea chinense</i> ，马醉木，山黄皮 <i>Clausena excavata</i> ，狗骨柴 <i>Diplospora dubia</i> ，杜茎山 <i>Maesa japonica</i> 等，高 0.5~3.0 m，盖度 50%~80%。草本层稀少，主要是蕨类、薹草 <i>Carex</i> 类与淡竹叶 <i>Lophanthrum gracile</i> ，高一般在 0.5 m 以下，盖度 5%~10%。
青冈类林	284	青冈属 <i>Cyclobalanopsis</i> 和冬青属等共同构成乔木层，层高多为 5~7 m。林分内乔木层植物相对较小。乔灌分层不明显，成分趋于复杂多样化。
枫香-冬青-苦槠林	54	人工培育的枫香与地带性常绿树种组成的林分，第 1 层枫香多在树高为 8~10 m，胸径多在 15 cm 左右，第 2 层冬青占优，伴生苦槠等种，更新层和灌木层发达，以青冈属和柃木属 <i>Eurya</i> 等为主，盖度达 80%，地被植物稀少。林相景观优越。
过渡型落叶常绿阔叶混交林	121	马尾松纯林受松材线虫危害演化形成，阔叶更新种类极少，落叶速生种如构树 <i>Broussonetia papyrifera</i> ，油桐 <i>Vernicia fordii</i> ，盐肤木 <i>Rhus chinensis</i> ，化香，毛八角枫 <i>Alangium kurzii</i> 等种类构成林分主体，乔木层高仅 3~6 m，平均胸径多为 5 cm 以下，但密度很高。林下多大青 <i>Clerodendrum kaichianum</i> ，三脉紫菀 <i>Aster ageratoides</i> ，栗褐薹草 <i>Carex brunnea</i> 等种类。该群落外观混杂凌乱，林分内部杂乱无章。
竹林	1 521	以毛竹林为主，多为精细耕作笋竹两用林，水土流失和肥料过剩现象严重。
经济林	1 011	以梨为主，还包括茶，杨梅，柑橘，枇杷，板栗等，地表缺乏覆盖，水土流失和肥料过剩现象较严重。

3.2 改造技术方案

江北区森林植被景观建设的基本理念可以概括为“师法自然，适度干预”，即通过对天然环境下植被群落特征的探究，得出适合于研究地立地的顶极植物群落模型，然后根据项目的实际需求对自然模型进行修正，最终得到更适合于项目建设要求的具备顶极自然群落的稳定性和演替特征的近自然群落模型，最后以该模型为指导进行营林设计。该过程可以概括为“尊重自然—探索自然—模仿自然—恢复自然—高于自然”。

在具体营林设计过程中，综合考虑研究地土壤、气候等环境因子以及人类的景观需求、造林施工的可操作性等各方面影响因子，确定项目操作区的二级分类系统：首先根据当地居民和游客对植被景观的需求将全区划为三级景观工程区，即景观需求最高的区域全部归入Ⅰ级工程区，以此类推直至Ⅲ级景观工程区(图 2)；然后在各景观工程区内根据现有植被的差异划分不同的营林作业区；最后以营林作业区为单位分别进行各区块的营林设计。

在具体设计方案中，遵循“点—线—面”层次规划原则，详做重点景观需求的“点”和以高速公路、主干公路等为基础的“线”的规划，再将这些设计方案推广辐射到全区的“面”。落实到具体方案，即对 I 级景观工程区的各营林作业区进行具体设计，并以此为示范推广到全区的植被景观建设。

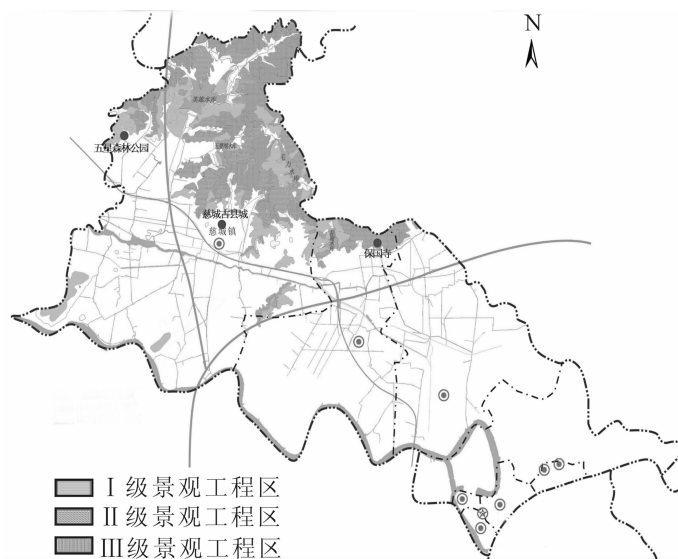


图 2 景观工程区区划示意图

Figure 2 Schematic diagram of regionalization of landscape project area

3.2.1 目标群落选择 根据研究区现有植物种类，区内的目标群落可以定位为以苦槠、青冈、石栎等壳斗科植物为主要建群种的常绿阔叶林，其伴生乔木种有冬青、枫香、化香、朴树 *Celtis sinensis* 等。除常绿阔叶林外，区内还将长期稳定存在毛竹林和经济林等人工林种，这些群落本身并不稳定，但由于是当地农民经济收入的重要来源，人工活动必然会促进这些群落的长期存在，因此这些群落的改造主要立足于经济生产的生态化改造。以枫香为主要落叶种的落叶常绿阔叶混交林虽然不是区内的顶极群落，但该群落林相外观艳丽，群落结构又相对稳定，是区内增加植被季相的上佳选择，可以作为景观林的主体群落进行有选择的营建。

3.2.2 树种规划 遵循重视乡土树种、因地制宜、丰富植物种类，注重艺术效果和适地适树，合理搭配的树种规划原则，考察各树种的生态学和美学特性，确定项目区的基调乔木树种 4 种，分别是苦槠、青冈、冬青和木荷，骨干乔木树种则确定为枫香、秃瓣杜英，银杏，乌桕 *Sapium sebiferum*，朴树，无患子 *Sapindus mukorossi* 和黄山栎树 *Koelreuteria integrifoliola* 等 7 种；灌木及小乔木基调树种 8 种，分别是映山红，满山红 *Rhododendron mariesii*，马银花 *Rhododendron ovatum*，鸡爪槭 *Acer palmatum*，红枫 *Acer palmatum* var. *atropurpureum*，羽毛枫 *Acer palmatum* ‘Dissectum’，山鸡椒 *Litsea cubeba*，山胡椒 *Lindera*。

3.2.3 营林作业技术方案 根据“尊重自然—探索自然—模仿自然—恢复自然—高于自然”的植被景观改造理念，技术改造思路可以定位为“封—育—补—造”四位一体，针对不同营林作业区采取不同的营林作业手段。“封”即对现有植被进行封山育林，使之进入自然状态，让现有的植被群落按其自身的发展规律向前进展演替；“育”即抚育，仅通过清理、择伐、修剪等少量的人工干预手段促进原有群落的演替进程；“补”即补植，原有植被基础差，种类单调，特别是缺乏建群种的群落是补的对象之一，另外，经济果林、景观林也需要进行补植；“造”即全面造林，所处地段直接影响研究地形象和整体森林景观，原生植被基本破坏殆尽，立地条件较差的地段重新营造景观林。I 级景观工程区改造方案见表 2，其他工程区的改造则参照 I 级景观工程区根据发行目标具体实施。

4 结论与讨论

由江北区的社会经济结构及所处地理位置所决定，江北区森林经营定位必须是以生态效益为中心，

表 2 I 级景观工程区改造方案

Table 2 Transform plan of the level I landscape project area zoning

编号	群落类型	集中分布地段	现有植被及景观概况	改造方案
I-1	常绿阔叶林	高速服务区以北段落沿线两侧，慈城镇北侧山脚地段，苕湖水库南部两侧山体。	以苦槠和青冈为主的常绿阔叶幼林，优势种不明显，群落发育不完全，没有明显乔木层。外观呈灌木林状。	采取“育”“补”“造”结合的方式。在群落内部保留苦槠，青冈，冬青等基调树种，伐除基调树种附近阻碍其生长的其他灌木，局部采取“补”的方式增加色叶和花色骨干树种。在群落边缘的山脚沿线采取“造”的方式建设景观林带。
I-2	竹林	五星森林公园，61省道沿线北侧山体，英雄水库周边，五婆湖水库南面山体；慈城镇西北及东部山体；苕湖水库周边。	多为人工笋材两用林，多划为生态公益林，多为深翻耕作，无地被，有水土流失现象。	在不影响毛竹产业经济效益的前提下对竹林进行套种，营建生态化毛竹林。主要措施是通过“补”的方式套种绿肥植物，在保持水土的同时减少施肥量，建设生态化高效竹产业。
I-3	马尾松阔叶混交林	高速服务区北侧山体，61省道慈城镇区段北侧山体，宁波绕城白米湾段山体，英雄水库大坝西端，苕湖水库南部山体、慈城镇区周围山体。	为马尾松群落退化发育而成，原居于乔木层的马尾松数量迅速减少，但仍是第 1 层的唯一树种。下层阔叶树种尚未发育进入乔木层，上层马尾松长势差，阔叶树优势种不明显，林相外观凌乱。	以“育”为主，“补”为辅的手段进行改造。绕城高速白米湾段山坡保留 20~25 株长势良好的马尾松，补植枫香和无患子，其他区块的清理马尾松的基础上参照 I-1 作业区方案施行。
I-4	马尾松阔叶混交林	英雄水库大坝东端，五婆湖水库北面山坡，慈城镇周边山体零散分布。	该作业区马尾松数量较少，由于马尾松淘汰时间比 I-3 早，因此，下层植被发育较好，苦槠、青冈、冬青和老鼠矢等种已经进入乔木层，初可见优势种为壳斗科树种。但整个群落发育不完全，分层不明显，乔灌及更新层界线不清，林内可进入性差。	以“育”为主，进行少量补植。对林地进行卫生伐，伐除濒死及长势差的马尾松，同时清理阻碍苦槠、青冈、冬青等基调树种生长的杂灌和藤蔓，促进这些树种尽快发育，形成成熟的常绿阔叶林。
I-5	经济林	区内低海拔地段普遍分布。	以桃、杨梅、茶、柑橘为主，原有林地全面复垦，经济树种下多为精细耕作，无地被或地被仅为草本，有一定水土流失现象，非花果期林相景观较差。	以“补”的手段完成生态化栽培。即在各类果树下套种作物进行以景观和经济效益为主要目的的补植。一是套种野菜和农作物。二是套种绿肥。
I-6	过渡型落叶常绿阔叶混交林	块状分布于慈城镇东部及东北部山体中上部、五星森林公园。	上层发多为高 3~5 m 的小乔木，多为速生落叶种，下层植被凌乱，多各类杂藤荆棘。林内杂乱，林相外观差劣。	主要采取“造”的手段，即对区内进行局部造林。以带状清理整地、廊状造林的方式沿等高线进行带状清理整地。以基调树种和骨干树种造林。
I-7	苦槠林	毛力水库周边、毛垵村周边山体中上坡。	该区块马尾松淘汰较早，常绿阔叶林发育成熟，是区内发育最完善的地带性顶极群落，上层苦槠占绝对优势，仅有少量石栎、冬青等伴生种。下层稀疏，地被稀少，林下环境较好。	以“封”为主，全面封育。
I-8	枫香常绿阔叶混交林	五星森林公园、慈城镇区北部、苕湖水库北部两侧。	第 1 层为枫香，高达 10~15 m，平均胸径约 25~20 cm；第 2 层主要有苦槠、冬青等。下层稀疏，多为柃本属、壳斗科为主，林分发育较好，林内环境优越林内环境优越，林相外观优美。	采取以“封”“育”结合，以“封”为主的手段，仅对林缘及局部游憩林下进行少量卫生伐，其主要目的是控制加拿大一枝黄花 <i>Solidago canadensis</i> 的数量，构建生物安全体系。

兼顾其他效益的景观生态林。通过科学的技术手段改造林相，增加森林的综合效益，进而带动传统林业产业结构调整，促进林业产业现代化势在必行。

本研究在对江北区森林景观现状调查分析的基础上，掌握了研究地植被现状特征和在松材线虫影响下的植被演替规律，并以此为依据确定了江北区森林植被景观改造的指导思想和建设目标，提出了“尊重自然—探索自然—模仿自然—恢复自然—高于自然”的植被景观改造理念，确立了“封一育一补一造”四位一体的改造措施。本研究对县级行政区域的森林植被改造提出了以多效高效经营为目的的森林景观改造方案，期望对亚热带森林多效益经营以及区域性森林植被的改造提供参考，并为浙江省普遍存在的以马尾松为主要建群种的林分改造提供借鉴。

参考文献：

- [1] HULL R B, BUHYOFF G J. The scenic beauty temporal distribution method: an attempt to make scenic beauty assessments compatible with forest planning efforts [J]. *For Sci*, 1986, **32** (2): 271 – 286.
- [2] VODAK M C, ROBERTS P L, WELLMAN J D, *et al*. Scenic impacts of eastern hardwood management [J]. *For Sci*, 1985, **31** (2): 289 – 301.
- [3] PAQUET J, BELANGER L. Public acceptability thresholds of clear cutting to maintain visual quality of boreal balsam fir landscapes [J]. *For Sci*, 1997, **43** (1): 46 – 55.
- [4] 王国良. 福建龙栖山甜槠林恢复生态学研究(I) [J]. 浙江林学院学报, 2002, **19** (4): 363 – 366.
WANG Guoliang. On restoration ecology of *Castanopsis eyrei* forest in Mount Longxi of Fujian (I) [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2002, **19** (4): 363 – 366.
- [5] 陆兆苏. 森林美学与森林公园的建设 [J]. 华东森林经理, 1996, **10** (1): 44 – 49.
LU Zhaosu. Development of forest aesthetics and forest park [J]. *East China For Manage*, 1996, **10** (1): 44 – 49.
- [6] 陆兆苏, 赵德海, 李明阳, 等. 按照风景林的特点建设森林公园 [J]. 华东森林经理, 1994, **8** (2): 12 – 17.
LU Zhaosu, ZHAO Dehai, LI Mingyang, *et al*. Construction of forest park according to scenic forest's characteristics [J]. *East China For Manage*, 1994, **8** (2): 44 – 49.
- [7] 冯书成. 森林公园管理学概论 [R]. 眉县: 陕西太白国家森林公园管理处, 1995.
- [8] 但新球, 龚艳. 现代森林景观设计美学原则 [J]. 中南林业调查规划, 2000, **19** (2): 50 – 53.
DAN Xinqiu, GONG Yan. Aesthetic principle of modern forest landscape architecture [J]. *Cent South For Invent Plann*, 2000, **19** (2): 50 – 53.
- [9] 沈璇, 王志忠. 浙江省林业志 [M]. 北京: 中华书局, 2001.