

文章编号: 1001-3776 (2015) 05-0001-05

钱塘江源头水源林林分结构与功能分析

毛玉明¹, 吴初平^{2*}, 黄玉洁², 沈爱华², 袁位高², 朱锦茹², 江波²

(1. 浙江省开化县林场, 浙江 开化 324300; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023)

摘要: 在钱塘江源头开化县林场选择马尾松 (*Pinus massoniana*) 林、杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 林、落叶阔叶林、松阔混交林和毛竹 (*Phyllostachys heterocycla cv. pubescens*) 林 5 种森林植被类型, 建立 20 m × 20 m (水平距离) 的调查样地, 分析不同林分结构与功能的关系, 探索该区域水源林目标结构类型和现有水源林结构优化调整措施和经营对策。结果表明: 不同林分内乔木层的郁闭度相似, 灌木层与草本层却差异明显; 不同林分枯落物层厚度接近, 而腐殖层厚度却有明显差别; 从不同林分的涵养水源以及保护植物多样性功能看, 松林、松阔混交林和落叶阔叶林要高于毛竹林和杉木林。因此, 建议通过间伐和引入乡土阔叶树种, 将针叶纯林改造为针阔混交林, 将树种单一、稳定性差的同龄纯林, 逐步改造为异龄复层林, 并根据不同林分类型调节乔木层郁闭度, 从而影响林下的灌木层、草本层和枯落物层等。

关键词: 水源林; 功能; 林分结构

中图分类号: S758.5⁺3

文献标识码: A

Structure and Function of Forest for Water Conservation In Kaihua

MAO Yu-ming¹, WU Chu-ping^{2*}, HUANG Yu-jie², SHEN Ai-hua², YUAN Wei-gao², Zhu Jin-ru², Jiang bo²

(1. Kaihua Forest Farm of Zhejiang, Kaihua 324300, China; 2. Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Sample plots were established and investigated at pine forest, Chinese fir forest, deciduous broad leaf forest, mixed forest of pine and broad leaf forest and bamboo forest in Kaihua county, Zhejiang province, for studying relation between forest types and function. The result showed that the canopy density was similar at arbor layers of different forest types, but different at shrub and herb layers. Thicknesses of litter layers were similar among different forest types, but the humus layers were different. The investigation demonstrated that pine forest, mixed forest of pine and broad leaf forest and deciduous broad leaf forest had better effect of water conservation and plant diversity. Propositions were offered such as planting native broad-leaved tree species by thinning, transforming pure coniferous forest to mixed forest of coniferous and broadleaf, and even-aged pure forest to forest with different species and age. In addition, the canopy density of tree layer should be better different with forest types.

Key words: forest for water conservation; function; stand structure

水源涵养林属于一种特殊的防护林林种, 主要是以延长径流时间、调节水量、蓄水及净水等功能为主, 泛指河川、水库、湖泊的上游集水区区内大面积的天然林和人工林以及其他植被资源。水源林林分结构决定其涵养水源、保持水土和改善水质等生态功能的发挥^[1-2]。

钱塘江是浙江省第一大河, 干流从西向东贯穿皖南和浙北汇入东海, 其中86.5%在浙江省境内, 占全省陆域

收稿日期: 2015-02-05; 修回日期: 2015-06-10

基金项目: 浙江省省院合作项目“钱塘江中上游高效水源林构建关键技术研究” (2014SY01)

作者简介: 毛玉明 (1965-), 男, 浙江衢州人, 高级工程师, 从事森林培育工作; *通讯作者。

总面积的47.2%。随着浙江省社会经济的快速发展,工业化和城市化进程的迅速提高,浙江省钱塘江流域内的水资源供需矛盾日益突出,该流域水源涵养林的建设与水资源环境的改善对于浙江省社会、经济的发展具有重要的意义^[3]。近年来,对水源林结构与功能关系、林分结构调整、森林经营模式等研究较多^[1-2,4-7],但关于钱塘江源头水源林结构的研究和实践却鲜见报道。因此,本文以钱塘江源头水源林区主要林分类型为对象,分析钱塘江源头不同水源林的林分结构与功能关系,探索该区域水源林目标结构类型和现有水源林结构优化调整措施和经营对策,以期为该区域水源林可持续经营实践提供依据。

1 研究区概况

研究区位于浙江省开化县,是钱塘江的源头,是浙江的“西大门”、重要的生态功能保护区。属温暖湿润的亚热带季风性气候,年平均气温 16.3℃,极端最高气温 41.3℃,极端最低气温 -14.2℃,无霜期 260 d,年平均降水量 1 762.1 mm,年蒸发量 1 366.2 mm,年平均相对湿度 81%,年日照时数 1 785.2 h。

开化县属浙西中山丘陵区,山林总面积18.6万hm²,森林覆盖率达80.4%,位居全国前列,被国家环保总局划定为“华东地区重要的生态屏障”。开化县野生生物资源极为丰富,有高等植物244科897属1 991种,其中国家一级重点保护植物南方红豆杉(*Taxus chinensis* var. *mairei*) 1种,国家二级重点保护植物凹叶厚朴(*Magnolia officinalis* subsp. *biloba*)、长序榆(*Ulmus elongata*)、长柄双花木(*Disanthus cercidifolius* var. *longipes*)等14种。区内还有一些罕见的具有重要研究价值的珍稀濒危植物群落,如南方红豆杉、紫茎(*Stewartia sinensis*)、野含笑(*Michelia skinneriana*)、长柄双花木、香果树(*Emmenopterys henryi*)群落等。

2 研究方法

2.1 样地设置

在开化县林场选择马尾松(*Pinus massoniana*)林、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)林、落叶阔叶林、松阔混交林和毛竹(*Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*)林5种森林植被类型,建立20 m×20 m(水平距离)的调查样地,调查乔木层、灌木层、草本层、枯落物层及土壤层,记录其坡度、坡向、冠层郁闭度等常规指标,各样地基本情况见表1。

表1 不同林分类型样地基本情况
Table 1 Basic information of sample plots for different forest types

林分类型	优势种	林龄	坡位	坡度/°	坡向	海拔/m	备注
松林	湿地松	中龄	下	16	西南	161	人工林
杉木林	杉木	近熟	下	20	西南	149	人工林
落叶阔叶林	麻栎	近熟	下	15	西南	161	人工林
松阔混交林	麻栎、马尾松	近熟	下	23	东北	181	人工林
毛竹林	毛竹	-	下	14	西	145	-

在各样地边缘与样地条件相似的地段挖取土壤剖面,挖掘深度为100~120 cm,土层厚度不足100 cm时,挖至母岩风化层。在剖面自上而下分0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm测定土壤的物理性质。

2.2 分析方法

多样性指数以相对重要值作为测度依据,采用物种丰富度指数 R 、物种多样性指数(Shannon-Wiener指数) H' 和群落均匀度指数(Pielou指数) J_{sw} 来衡量物种多样性。

$$R = S$$

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

$$J_{sw} = H' / \ln S$$

式中, S 为每一样地中的物种总数, P_i 为物种 i 的相对重要值。乔木层的重要值为相对密度、相对胸高断面积之和与相对频度之和的三分之一,下木层和草本层的重要值为相对密度、相对盖度和相对频度之和的三分之一。

3 结果与分析

3.1 林分树种结构与层次分析

各林分类型主要结构因子调查结果如表 2 所示。由表 2 可知, 所调查的 5 个乔木林样地均为人工林。其中松林样地的乔木树种有 4 种, 为湿地松(*Pinus elliottii*)、柏木(*Cupressus funebris*)、马尾松(*P. massoniana*)和泡桐(*Paulownia fortunei*), 其重要值分别为 32.74%、30.87%、27.21%和 9.18%。杉木林样地的乔木树种为 2 种, 为杉木和香樟(*Cinnamomum camphora*), 其重要值分别为 76.46%和 23.54%。落叶阔叶林样地只有麻栎(*Quercus acutissima*)1 种。松阔混交林样地有 3 种树种, 为麻栎、马尾松和檫木(*Sassafras tzumu*), 其重要值分别为 61.51%、28.41%和 10.08%。毛竹林样地内有毛竹和香樟 2 种, 其重要值分别为 68.43%和 31.57%。

从不同林分类型的层次结构上看, 松林、杉木林、落叶阔叶林、松阔混交林和毛竹林的乔木层郁闭度均在 0.7 以上, 并无明显的区别。但是, 松林、落叶阔叶林、松阔混交林的灌木层盖度在 80%左右, 明显大于杉木林的 23.4%和毛竹林的 17.6%。同样, 草本层盖度也是松林、落叶阔叶林、松阔混交林远大于杉木林和毛竹林。另外, 从枯落物层厚度看, 除了毛竹林较薄外, 其他林分的区别并不明显, 而腐殖层厚度则是落叶阔叶林、松阔混交林 > 松林 > 杉木林、毛竹林。

研究表明^[5], 宁夏回族自治区六盘山林区林分郁闭度为 0.5 ~ 0.8 时灌木层、草本层、枯落物层生长发育状况比较理想, 可作为该区水源林林分层次目标结构的郁闭度指标值。但是, 从研究结果看, 不同林分内乔木层的郁闭度相似, 灌木层与草本层却差异明显。这是因为松林、落叶阔叶林、松阔混交林的林冠透光性大于杉木林和毛竹林。另外, 除毛竹林外, 各林分的枯落物层厚度接近而腐殖层厚度却差异明显。这是因为, 落叶阔叶树种的枯枝落叶比松树以及杉木更容易分解^[8]。以上结果说明, 调整水源林林分层次目标结构时, 有必要根据树种组成来调节乔木层郁闭度, 从而影响林下的灌木层和草本层的生长和发育, 乃至林地的枯落物层。

表 2 不同林分类型主要林分因子
Table 2 Structure factors of different forest types

林分类型	树种	重要值 /%	平均胸径 /cm	平均树高 /m	郁闭度	灌木层盖度 /%	草本层盖度 /%	腐殖层厚度 /cm	枯落物层厚度 /cm
松林	湿地松	32.74	11.3	12.2	0.7	88.7	76.8	3.2	5.4
	柏木	30.87							
	马尾松	27.21							
	泡桐	9.18							
杉木林	杉木	76.46	16.5	16.4	0.8	23.4	34.2	1.6	4.3
	香樟	23.54							
落叶阔叶林	麻栎	100.00	27.3	20.4	0.9	85.4	69.8	5.7	3.9
松阔混交林	麻栎	61.51	21.5	14.2	0.8	79.5	77.2	5.2	4.7
	马尾松	28.41							
	檫木	10.08							
毛竹林	毛竹	68.43	9.2	12.2	0.7	17.6	12.3	1.4	2.2
	香樟	31.57							

3.2 各林分类型土壤物理性质与涵养水源功能分析

土壤是衡量森林水文效应的重要指标之一。对林地土壤的调查研究^[9-12]表明森林土壤的主要物理特性亦因森林类型的不同而异, 并随土壤的深度呈规律性变化, 森林土壤的最大降水存储量主要受土壤非毛管孔隙度和土壤厚度的影响。通常毛管孔隙度高的土壤结构其持水量高, 透水慢, 而非毛管孔隙比例大的土壤结构, 一般通透性能良好, 雨水下渗速度快, 涵养水源能力强^[13]。非毛管孔隙与毛管孔隙的比值越高, 即在总孔隙度一定时, 非毛管孔隙所占比重越大, 土壤透水性能越高, 涵养水源功能也越强。

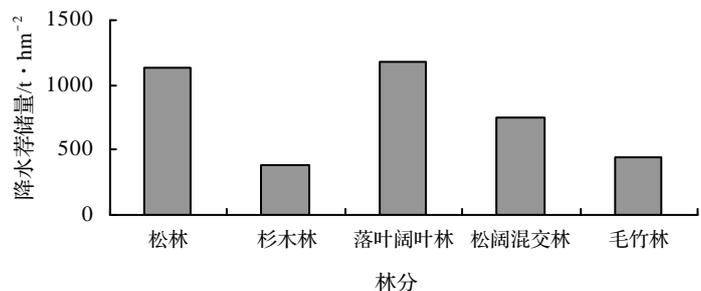


图 1 不同林分类型土壤的降水存储量
Figure 1 Water storage capacity of soil under different forest types

各样地土壤降水存储量由大到小依次为落叶阔叶林 > 松林 > 松阔混交林 > 毛竹林 > 杉木林 (图 1)。通过对不同林分类型土壤的水分物理性质分析 (表 3), 结果表明: 松林、松阔混交林和杉木林的土壤非毛管孔隙度随土壤深度增加而降低, 各林分 0~20 cm 的土壤非毛管孔隙度是松林 > 落叶阔叶林 > 松阔混交林 > 毛竹林 > 杉木林。土壤剖面数据显示, 各林分的土壤有效厚度分别为松林 69 cm、杉木林 55 cm、落叶阔叶林 76 cm、松阔混交林 85 cm、毛竹林 65 cm。

表 3 不同林分类型土壤的物理性质
Table 3 Physical properties of soil under different forest types

林分类型	深度 /cm	土壤容重 /g · cm ⁻³	毛管孔隙 /%	毛管持水量 /t	非毛管孔隙度 /%	非毛管持水量 /t · hm ⁻²	总空隙度 /%	总持水量 /t · hm ⁻²
松林	0~20	0.91	44.56	48.97	23.39	25.70	67.95	74.67
	20~40	1.12	47.58	42.48	16.41	14.65	63.99	57.13
	40~60	1.08	57.37	53.12	9.53	8.82	66.9	61.94
杉木林	0~20	1.09	56.21	51.57	6.22	5.71	62.43	57.28
	20~40	1.09	58.12	53.32	8.72	8.00	66.84	61.32
	40~60	1.27	55.84	43.97	6.01	4.73	61.85	48.70
落叶阔叶林	0~20	1.07	52.38	48.95	18.55	17.34	70.93	66.29
	20~40	1.05	44.82	42.69	17.33	16.50	62.15	59.19
	40~60	1.31	42.13	32.16	10.76	8.21	52.89	40.37
松阔混交林	0~20	0.90	56.63	62.92	16.97	18.86	73.6	81.78
	20~40	1.00	55.25	55.25	16.41	16.41	71.66	71.66
	40~60	1.14	54.32	47.65	9.87	8.66	64.19	56.31
毛竹林	0~20	0.99	47.52	48.00	10.75	10.86	58.27	58.86
	20~40	1.22	50.58	41.46	7.6	6.23	58.18	47.69
	40~60	1.18	58.43	49.52	8.26	7.00	66.69	56.52

3.3 各林分类型保护森林植物多样性的功能分析

保护和提高森林植物物种多样性是水源林经营的目标之一,也是保证多功能水源林本身健康稳定的需要^[14]。因此,应该从植物物种多样性保护来分析评价现有水源林的结构和经营效果。表 4 显示不同林分类型的乔木层、灌木层和草本层的物种多样性丰富程度。

由于除毛竹林以外的 4 种林分均为人工林,乔木层树种只有 1~4 种,乔木层的多样性和均匀度指数均偏低,说明该 4 种林分的乔木层均需要进行结构调整。另外,灌木层和草本层的多样性和均匀度指数相对较高。

表 4 不同林分类型的多样性指数
Table 4 Diversity index of different forest types

林分类型	乔木层			灌木层			草本层		
	R	H'	J _{sw}	R	H'	J _{sw}	R	H'	J _{sw}
松林	4	1.302	0.668	8	1.717	0.826	9	1.846	0.798
杉木林	2	0.546	0.113	3	0.796	0.724	6	1.123	0.803
落叶阔叶林	1	0.000	0.000	7	1.624	0.802	11	2.021	0.831
松阔混交林	3	0.888	0.547	10	1.912	0.878	12	2.124	0.849
毛竹林	2	0.624	0.269	3	0.748	0.709	4	0.948	0.772

4 结论

本文以钱塘江源头水源林区主要林分类型为对象,分析钱塘江源头不同水源林的林分结构与功能关系,结果如下:

(1) 不同林分内乔木层的郁闭度相似,灌木层与草本层却差异明显;枯落物层厚度接近,而腐殖层厚度却有明显差别。因此,调整水源林不同林分层次目标结构时,有必要根据树种组成来调节乔木层郁闭度,从而影响林下的灌木层、草本层和枯落物层等。

(2) 从不同林分的涵养水源以及保护生物多样性功能看,松林、松阔混交林和落叶阔叶林要高于毛竹林和杉木林。

根据水源林结构调整理论^[1-2,15],综合以上水源林结构与功能分析和实际情况,针对马尾松、湿地松以及杉木等人工林,建议首先进行结构疏伐或带状改造,降低郁闭度,引入乡土的阔叶树种,将针叶纯林改造为针阔混交林。针对松阔混交或落叶阔叶人工林,建议采用近自然的单株择伐与更新技术体系,优化调整林分树种结

构、年龄结构、层次结构, 将树种单一、稳定性差的同龄纯林结构, 逐步改造为针阔混交异龄林, 以丰富林分乔木树种、灌木、草本的多样性, 培育具有明显乔木层、灌木层、草本层和枯落物层等多层结构的水源林, 从而进一步增强林分的稳定性及综合效益。然而, 针对不同林分如何调整林分郁闭度和灌木层盖度等, 需要进行进一步的研究。

参考文献:

- [1] 王威, 郑小贤, 杜丽侠. 北京山区水源林林分结构与功能耦合关系[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(7): 22-24.
- [2] 赵洋毅. 缙云山水源涵养林结构对生态功能调控机制研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
- [3] 俞超锋, 楼章华, 刘德地. 浙江省钱塘江流域生态环境需水量研究[J]. 水土保持通报, 2009, 29(6): 34-40.
- [4] 罗梅, 王威, 宗雪, 等. 水源涵养林结构与功能耦合关系模型研究—以北京山区水源涵养林为例[J]. 林业资源管理, 2011(5): 84-88.
- [5] 李金良, 郑小贤, 陆元昌. 六盘山水源林林分结构优化调整研究[J]. 林业资源管理, 2012(5): 31-38.
- [6] 李金良, 郑小贤, 陆元昌, 等. 祁连山水源林经营模式研究[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(6): 947-953.
- [7] 毛玉明, 吴初平, 袁位高, 等. 钱塘江源头典型森林类型不同层次的水质效应[J]. 浙江林业科技, 2013, 33(5): 74-79.
- [8] 张庆费, 由文辉, 宋永昌. 浙江天童植物群落演替对土壤化学性质的影响[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 19-22.
- [9] 许景伟, 李传荣, 夏江宝, 等. 黄河三角洲不同林分类型的土壤水文特性[J]. 水土保持学报, 2009, 23(1): 173-176.
- [10] 李德生, 张萍, 张水龙, 等. 黄前库区经济林土壤水文效益研究[J]. 水土保持研究, 2004, 11(1): 141-143.
- [11] 张光灿, 夏江宝, 王贵霞, 等. 鲁中花岗岩山区人工林土壤水分物理性质[J]. 水土保持学报, 2005, 19(6): 44-48.
- [12] 王伟, 张洪江, 李猛, 等. 重庆市四面山林地土壤水分入渗特性研究与评价[J]. 水土保持学报, 2008, 22(4): 95-99.
- [13] 黄进, 杨会, 张金池. 桐庐生态公益林主要林分类型的土壤水文效应[J]. 生态环境学报, 2009, 18(3): 1094-1099.
- [14] 刘世荣, 孙鹏森, 温远光. 中国主要森林生态系统水文功能的比较研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(1): 16-22.
- [15] 李金良. 水源涵养林经营模式研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2004.