

不同经营模式杉木人工林林下植被的比较研究

韩丰泽^{1,2}, 马祥庆^{1,2*}, 吴鹏飞^{1,2} (1. 福建农林大学林学院, 福建福州 350002; 2. 国家林业局杉木工程技术研究中心, 福建福州 350002)

摘要 [目的]比较不同经营模式下杉木人工林林下植被种类和生物量。[方法]选择福建农林大学莘口教学林场杉木人工纯林为研究对象,通过设计近自然经营模式I、近自然经营模式II、常规经营和封育对照4个不同经营模式处理,对不同经营模式杉木林林下植被种类和生物量进行了2年的定位观测。[结果]近自然经营方式相比常规经营方式在增加林地植被丰富度和生物量上有较大的优势。在近自然经营9个月后 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数以及 Pielou 均匀度均较之前有所增加,而常规经营9个月后 Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度分别降低了0.06和0.02。[结论]在杉木人工林实施近自然经营是更贴近自然规律且优于常规经营的营林方式。

关键词 杉木; 林下植被; 多样性; 经营模式; 近自然经营

中图分类号 S750 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)16-05109-05

Comparative Study of Chinese fir Plantation Vegetation under Different Management Patterns

HAN Feng-ze, MA Xiang-qing et al (College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract [Objective] The Chinese fir plantation vegetation under different management patterns was studied. [Method] Choice of Fujian Samning xinkou teaching forest farm of Fujian Agriculture and Forestry University 55 years of pure Chinese fir plantation as the research object, through the design of close to nature management mode I, close to nature management mode II, the conventional management and fencing against 4 different business models, Chinese fir understory vegetation species and biomass under different management patterns were observed. [Result] Close to nature management compared to conventional mode of operation has a big advantage in increasing abundance and biomass of forest vegetation. The Simpson index, Shannon-Wiener index and Pielou evenness of close to nature management after 9 months were better than before, but the Shannon-Wiener index and Pielou evenness after 9 months conventional operation were decreased by 0.06 and 0.02. [Conclusion] The implementation of close to nature management more close to nature and better than conventional operation mode in Chinese fir plantation forest.

Key words Chinese fir; Forest vegetation; Diversity; Forestry management model; Close to nature forest management

近自然经营是20世纪80年代开始流行于欧洲的兼顾森林保护和利用,即在保护森林生态持续健康的前提下让人类能够持久地获取木材的一种森林经营模式^[1-4]。近自然林业经营把培育目标放在目标树和大径级用材上,以目标树为核心进行经营,通过调整林分结构,创造林窗,改变林内光照、温度及土壤水分等方式,促进林下植被更新,尽可能地运用自然力来经营森林^[5-6]。近年来人工林不合理的经营引起地力衰退、物种多样性下降等一系列生态问题日趋严重,使得人工林的近自然经营成为研究的热点,人们试图通过近自然经营来解决这些人工林不合理经营引起的生态问题。

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是我国南方最重要的造林树种,长期以来杉木人工林连栽造成的地力衰退成为限制杉木人工林可持续发展的重要瓶颈^[7]。如何解决杉木人工林经营引起的生态问题成为当前林业生产中亟需解决的重大课题。目前国内有关杉木近自然经营的研究甚少。鉴于此,为探讨杉木近自然经营效果,笔者于2012年开始在福建农林大学莘口教学林场设立杉木近自然经营、常规经营和封育对照的不同经营模式的固定样地,开展了不同经营模式对杉木林林下植被多样性影响的定位研究,分析不同经营模式

对杉木林林下植被种类和生物量的影响规律,试图为评价杉木林不同经营模式的经营效果提供科学依据。

1 试验地概况

试验地位于福建农林大学莘口教学林场,该地属亚热带季风性气候区,年均降水量1749 mm,年平均蒸发量1585 mm,年平均气温19.1℃,≥10℃年积温5240.2~6677.9℃,全年日照时数1840 h,无霜期300 d左右。土壤为山地红壤,成土母质以粉砂页岩为主。

试验地为林场94林班1大班1小班1957年格氏栲天然林皆伐后营造的杉木人工纯林,海拔为212~231 m,现存密度1425株/hm²,杉木平均树高20.6 m,平均胸径24.7 cm。试验地位置见图1。

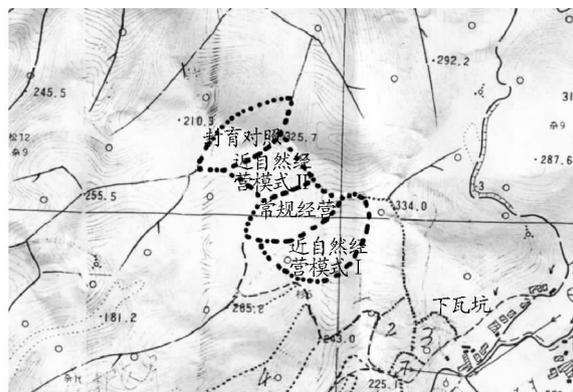


图1 试验地分布示意

在1957年营造的杉木人工纯林中,选择海拔、坡向和坡度等立地条件基本一致的林分,设计近自然经营模式I、近自然经营模式II、常规经营III和封育对照IV4个不同经营模式

基金项目 国家林业局林业公益性行业科研项目(201304303);福建省科技重大专项(2012NZ0001);福建省自然科学基金项目(2012J01073);福建省高校杰出青年科研人才培养计划(JA12091)。

作者简介 韩丰泽(1987-),男,吉林长春人,硕士研究生,研究方向:水土保持与荒漠化防治。*通讯作者,教授,博士生导师,从事森林培育研究。

收稿日期 2014-04-30

处理(具体措施见表1)。分别在每个处理林分内设置 20 m × 20 m 标准地 3 个,共 12 个。

表 1 不同经营模式处理下杉木林分基本情况

样地编号	经营模式	处理方式	处理前经营情况
I	近自然经营模式I	2012年选取目标树120株,剔除干扰木47株,近自然经营后林分密度1000株/hm ²	1957年格氏栲天然林皆伐后营造杉木人工林,林内自然入侵阔叶树种较多,针阔比例为4:6,林分密度1397株/hm ²
II	近自然经营模式II	2012年选取目标树118株,剔除干扰木47株,近自然经营后林分密度984株/hm ²	1957年格氏栲天然林皆伐后营造杉木人工林,林内杉木较多,针阔比例为6:4,林分密度1375株/hm ²
III	常规经营	-	1957年格氏栲天然林皆伐后营造杉木人工林,造林后2年每年进行2次抚育,第4年施磷酸氢二铵。造林第8年、16年分别进行间伐,不定期剔除枯死木和被压木,林分密度1427株/hm ²
IV(CK)	封育对照	-	1957年格氏栲天然林皆伐后营造杉木人工林,造林后2年内每年进行2次抚育,第4年施磷酸氢二铵。造林第8年、16年分别实施间伐,之后未进行人为干预,林分密度1401株/hm ²

2 研究方法

分别于2012年12月(试验处理前)、2013年3月(试验处理后3个月)和2013年12月(试验处理后1年)对12块标准地进行林下植被种类和生物量等调查。

2.1 林下植被种类调查 在每个标准地内随机布设5个2 m × 2 m的小样方进行林下植被调查,调查样方内林下植被种类、数量、盖度、频度、平均高度等,计算各物种的重要值。

灌木层重要值=(相对密度+相对显著度+相对盖度)/3;

草本层重要值=(相对盖度+相对高度)/2。

2.2 植被生物量测定 在每个标准地内随机布设5个1 m × 1 m的样方,采用收获法进行林下植被生物量调查,即将样方内所有植物的地上部分收获,称完鲜重带回实验室,在105℃下烘至恒重计算含水率,换算成生物量^[8]。

2.3 林下植被多样性测定 采用物种相似度、物种丰富度指数、物种多样性指数、均匀度指数^[9]等指标分析林下植物物种多样性指标,其计算公式如下:

Czechanowski(1913)相似度系数: $S_s = [2c/(A+B)] \times 100\%$ ^[10]

物种丰富度指数: $S = \text{出现在样地中的物种数}$

Simpson 指数: $D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2$;

Shannon-Wiener 指数: $H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$;

Pielou 均匀度指数: $J = (- \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i) / \ln S$ ^[11-14]

式中, S 为物种数,即丰富度指数; D 为多样性指数; P_i 为某植物群落中第 i 物种的个数占群落中各种植物个数总和的百分比; H' 为物种多样性指数; J 为群落均匀度指数; A 为甲地区全部种数, B 为乙地区全部种数, c 为 2 个地区共有种数, S_s 为 Czechanowski 相似度系数。

2.4 数据处理 采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 12.0 软件进行数据统计分析。

3 结果与分析

3.1 不同经营模式对杉木林下植被物种组成的影响 从图 2 可以看出,2012年12月初次调查时试验地植被种数为: I种数 > CK种数 > II种数 > III种数,其中近自然林业经营模式I植被种数达到32种,与封育对照林地植被种类数相接近;实施近自然经营后,2013年3月调查时试验地植被种数为: CK种数 > III种数 > II种数 > I种数,封育对照林地的植被种数远高

于其他试验地;在2013年12月,试验地植被种数表现为: CK种数 > I种数 > II种数 > III种数。

近自然经营模式下植被种数在2013年3月呈现最低值之后迅速升高,林下植被种数随时间变化呈现出“V”型趋势,即呈现先降低后迅速升高的趋势,这与近自然林业经营后对干扰目标树的其他乔灌木进行剔除,产生人为对林地踩踏破坏和植被压倒性破坏相关。这可能是由于外力因素改变了土壤物理性质,造成土壤容重的变化,进而造成了对林地内物种的破坏和植被种数的短暂性降低,之后植被种数迅速增加。这与李潮海^[15]、何淑勤^[16]等人的研究结果一致,只在土壤物理性质处于合适的阶段,根系活动和水、肥、气、热才能协调,从而创造良好的土壤结构和肥力,促进作物生长^[17]。近自然经营方式下1 a内植被种数表现为先降低之后逐渐升高的趋势,但1 a后林地内植被种数均较之前有所降低,这可能是由于观测时间较短,出现结果延后现象。常规经营和封育对照林地的林下植被种数在1 a后均改变不大。

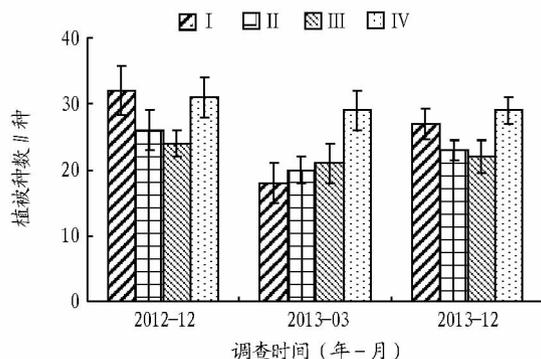


图 2 不同经营模式杉木林下植被种数的变化规律

从表 2 来看,1 a 后封育对照和常规经营的杉木林,由于林分郁闭度很高,透光率较低,大部分为耐阴的植物,林下优势种为大叶紫珠、山矾、蕨类等,并占绝对重要值。与封育和常规经营方式相比,近自然经营 1 a 之后,杉木林下喜光植物增多。在近自然经营模式 I 中,1 a 后出现了山苍子和白花龙等喜光植物,并且成为该样地的优势种,以重要值为 16.46% 和 12.68% 位居第 2 和第 3 位,草本层在近自然经营 1 a 后优势种前 3 位首次出现了狗脊和芒萁,取代了 1 a 前位居第 2 和第 3 位置的蕨类植被。在近自然经营模式 II 中,1 a 后喜光植被优势度显著升高,比如山苍子重要值相比 1 a 前升高了

4.39 个百分点,并且成为了该样地的优势植被,草本层 1 a 后芒萁成为排名第 3 的优势物种。以上结果说明近自然经营方式下植被种类逐渐从耐阴性植被转变为喜光萌发性强

的植被,这对改善杉木人工林林下植被群落结构有很好的促进作用。

表 2 不同经营方式对杉木林林下植被重要值的影响

%

经营方式	层次	2012 年 12 月		2013 年 12 月		排序
		植物名称(拉丁名)	重要值	植物名称(拉丁名)	重要值	
常规经营	灌木层	大叶紫珠 <i>Callicarpa kochiana</i>	18.48	大叶紫珠 <i>Callicarpa kochiana</i>	19.32	1
		山苍子 <i>Litsea cubeba</i>	16.52	山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	14.84	2
		山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	11.08	梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i>	12.35	3
	草本层	黑足鳞毛蕨 <i>Dryopteris fuscipes</i>	20.51	江南短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i>	18.67	1
		江南短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i>	18.29	黑足鳞毛蕨 <i>Dryopteris fuscipes</i>	15.58	2
		铁线蕨 <i>Adiantum capillus-veneris</i>	9.89	狗脊 <i>Woodwardia japonica</i>	11.30	3
近自然经营模式I	灌木层	大叶紫珠 <i>Callicarpa kochiana</i>	20.41	大叶紫珠 <i>Callicarpa kochiana</i>	21.84	1
		毛冬青 <i>Ilex pubescens</i>	15.22	山苍子 <i>Litsea cubeba</i>	16.46	2
		粗叶榕 <i>Ficus hirta</i>	9.81	白花龙 <i>Styrax faberi</i>	12.68	3
	草本层	江南短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i>	18.05	江南短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i>	19.74	1
		稀羽鳞毛蕨 <i>Dryopteris sparsa</i>	14.38	狗脊 <i>Woodwardia japonic</i>	16.72	2
		毛鳞省藤 <i>Calamus thysanolepis</i>	10.65	芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i>	9.45	3
近自然经营模式II	灌木层	大叶紫珠 <i>Callicarpa kochiana</i>	19.82	山苍子 <i>Litsea cubeba</i>	18.77	1
		山苍子 <i>Litsea cubeba</i>	14.38	大叶紫珠 <i>Callicarpa kochiana</i>	17.34	2
		杜茎山 <i>Maesa japonica</i>	8.48	杜茎山 <i>Maesa japonica</i>	12.48	3
	草本层	江南短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i>	18.25	狗脊 <i>Woodwardia japonic</i>	17.38	1
		边缘鳞盖蕨 <i>Microlepia marginata</i>	15.44	江南短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i>	16.84	2
		狗脊 <i>Woodwardia japonic</i>	9.34	芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i>	10.13	3
封育对照	灌木层	大叶紫珠 <i>Callicarpa kochiana</i>	22.34	粗叶榕 <i>Ficus hirta</i>	20.93	1
		粗叶榕 <i>Ficus hirta</i>	19.09	大叶紫珠 <i>Callicarpa kochiana</i>	18.42	2
		空心泡 <i>Rubus rosaefolius</i>	13.34	毛冬青 <i>Ilex pubescens</i>	12.14	3
	草本层	大叶短肠蕨 <i>Allantodia maxima</i>	17.20	江南短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i>	18.37	1
		稀羽鳞毛蕨 <i>Dryopteris sparsa</i>	16.88	扇叶铁线蕨 <i>Adiantum flabellulatum</i>	17.61	2
		江南短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i>	14.53	黑莎草 <i>Gahnia tristis</i>	12.96	3

注:表中列出林下植被重要值前 3 位。

以 2013 年 12 月调查为例,此次调查中共出现物种 46 种。由表 3 可知,近自然经营模式I、近自然经营模式II、封育对照样地比常规经营样地分别多出现 9 种、5 种和 9 种。在不同处理之间共同出现的物种有 5 种。近自然经营模式I和近自然经营模式II林下植被种类多于常规经营,但都少于或等于封育对照林地。近自然经营模式I与近自然经营模式II、常规经营和 CK 封育对照的物种相似系数分别为 64.01%、53.33% 和 62.96%;近自然经营模式II与常规经营和 CK 封育对照的物种相似系数分别为 34.15% 和 52.08%;常规经营和 CK 封育对照相似系数为 57.78%。由此可知,林下植被相似性系数表现为,近自然经营模式林下植被与 CK 封育对照林地植被组成相似,但与常规经营林地的林下植被相似性不大。常规经营林地的林下植被种类与 CK 封育对照林下植被种类相似性较低。

3.2 不同经营模式对杉木林下植被物种多样性的影响 在不同经营模式下随着时间的迁移,林下植被多样性指标变化较为明显(表 4)。近自然经营模式I和近自然经营模式II物种丰富度在 2013 年 3 月呈现最低值之后迅速升高;Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度 1 a 后均有不同程度的改变。对于近自然经营模式I,2013 年 12 月较 2013 年 3 月,Simpson 指数、Shannon - Wiener 指数、Pielou 均匀度 3 种指数分别升高了 0.17、0.40 和 0.05。同时,近自然经营模式I

在 1 a 后除 Simpson 指数较之前升高了 0.03,Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度均有所降低。对于近自然经营模式II,2013 年 12 月较 2013 年 3 月,Simpson 指数、Shannon - Wiener 指数、Pielou 均匀度 3 种指数分别升高了 0.02、0.23 和 0.05,但 3 种指数均低于 1 a 前。对于常规经营,1 a 后 Simpson 指数降低了 0.02,Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度分别升高了 0.07 和 0.01。而封育对照林地在 1 a 后,Simpson 指数和 Pielou 均匀度分别升高 0.05 和 0.01,Shannon-Wiener 指数降低了 0.04。由此可以看出,在 2013 年 3 月至 2013 年 12 月,近自然经营方式的 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度增量均优于常规经营,这也与何友均^[18]等人的研究结果相似。近自然经营通过调整林分结构,创造林窗,改变林内光照、温度及土壤水分等方式,促进林下植被的更新,增加了林下植被的多样性^[19]。

3.3 不同经营模式对杉木林下植被生物量的影响 由图 3 可知,近自然林业经营林地I、II随着时间的迁移林下植被生物量呈现“V”型趋势,在 2013 年 3 月份林下植被生物量分别达到 221.08 kg/hm² 和 248.15 kg/hm² 最低值,之后迅速升高。常规经营和封育对照林地随着时间的迁移,林下植被生物量变化不大。在 2012 年 12 月不同处理的林地林下植被生物量表现为:CK 生物量 > II 生物量 > III 生物量 > I 生物量;在 2013 年 3 月不同处理的林地林下植被生物量表现为:CK

生物量 > III生物量 > II生物量 > I生物量; 在 2013 年 12 月不同处理的林地林下植被生物量表现为: CK 生物量 > I 生物量 > II生物量 > III生物量。

表 3 不同经营模式杉木林林下植被种类的比较

植物名称(拉丁文)	I	II	III	CK
白花苦灯笼 <i>Tarenna mollissima</i> (Hook. et Arn.) Rob.	√	√		√
边缘鳞盖蕨 <i>Microlepia marginata</i> (Houtt.) C. Chr.			√	
草珊瑚 <i>Sarcandra glabra</i> (Thunb.) Nakai	√	√		√
刺齿凤尾蕨 <i>Pteris dispar</i> Kunze		√	√	
粗叶榕 <i>Ficus hirta</i> Vahl	√	√		
大叶短肠蕨 <i>Allantodia maxima</i> (Don) Ching			√	√
大叶紫珠 <i>Callicarpa macrophylla</i>	√		√	
毛冬青 <i>Ilex pubescens</i> Hook. et Arn	√		√	√
淡竹叶 <i>Herba Loophatheri</i>	√			
杜茎山 <i>Maesa japonica</i> (Thunb.) Moritz ex Zoll.	√	√	√	√
深绿卷柏 <i>Selaginella doederleinii</i>	√		√	√
团叶陵齿蕨 <i>Lindsaea orbiculata</i> (Lam.) Mett. ex Kuhn	√	√		√
福建观音座莲 <i>Angiopteris fokiensis</i> Hieron.			√	
高秆珍珠茅 <i>Scleria elata</i> Thw. var. <i>elata</i>	√			
狗骨柴 <i>Diplospora dubia</i> (Lindl.) Masam.		√		
狗脊 <i>Rhizoma Cibotii</i>	√	√		√
黑莎草 <i>Gahnia tristis</i>	√	√	√	√
黑足鳞毛蕨 <i>Dryopteris fuscipes</i> C. Chr.	√			
华山姜 <i>Alpinia chinensis</i> (Retz.) Rosc.	√	√	√	√
江南短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i> (Miq.) Ching	√	√		
金毛狗脊 <i>Cibotium barometz</i>	√	√		√
老鼠刺 <i>Ilex cornuta</i> Lindl. et Paxt.				√
连珠绒兰 <i>Eria japonica</i>		√		√
芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i> (Thunb.) Berhn.		√		
毛冬青 <i>Ilex pubescens</i> Hook. et Arn	√		√	√
毛鳞省藤 <i>Calamus thysanolepis</i> Hance		√	√	√
南五味子 <i>Kadsura longipedunculata</i> Finet et Gagnep.		√		
牛尾菜 <i>Heterosmilax chinensis</i> Wang	√		√	√
茜草 <i>Rubia cordifolia</i> L.				√
三叶崖爬藤 <i>Tetrastigma hemsleyanum</i> Diels et Gilg	√	√	√	
山菅兰 <i>Dianella ensifolia</i> (L.) DC				√
山姜 <i>Alpinia japonica</i> (Thunb.) Miq.	√			
扇叶铁线蕨 <i>Adiantum flabellulatum</i>	√	√	√	√
酸果藤 <i>Embelia laeta</i> (L.) Mez (E. obovata Hemsl.)				
天星藤 <i>Graphistemma pictum</i> (Champ. ex Benth.) Benth. et Hook. f. ex Maxim.	√	√		
铁线蕨 <i>Adiantum capillus-veneris</i> L				√
团叶陵齿蕨 <i>Lindsaea orbiculata</i> (Lam.) Mett. ex Kuhn	√	√	√	√
五月茶 <i>Antidesma buniis</i> (L.) Spreng.				
稀羽鳞毛蕨 <i>Dryopteris pseudosparsa</i> Ching	√		√	√
细齿叶桉 <i>Eurya nitida</i> Korthals		√		
细圆藤 <i>Pericampylus glaucus</i> (Lam.) Merr.				√
香花崖豆藤 <i>Millettia dielsiana</i> Harms	√	√		√
锈毛莓 <i>Rubus reflexus</i> Ker			√	√
羊角藤 <i>Morida umbellata</i> sub. <i>obovata</i>	√			
玉叶金花 <i>Mussaenda pubescens</i> Ait. f.			√	√
白花龙 <i>Styrax fabri</i>	√	√		√
合计/种数	27	23	18	27

注:“√”表示样地中存在此种物种。

表 4 不同经营模式对杉木林林下植被多样性的影响

调查时间	经营模式	物种丰富度 (S)	Simpson 指数(D)	Shannon-Wiener 指数(H')	Pielou 均匀度(J)
2012年 12月	I	32	0.71	2.18	0.63
	II	26	0.69	1.99	0.61
	III	20	0.67	1.73	0.58
	CK	31	0.77	2.54	0.74
2013年 3月	I	18	0.57	1.58	0.55
	II	20	0.64	1.56	0.52
	III	21	0.60	1.86	0.61
	CK	29	0.77	2.46	0.73
2013年 12月	I	27	0.74	1.98	0.60
	II	23	0.66	1.79	0.57
	III	21	0.65	1.80	0.59
	CK	28	0.82	2.50	0.75

林下植被生物量随时间变化呈现出“V”型趋势,即呈现先降低后迅速升高的趋势,这可能是由于近自然经营过程中外力因素改变了土壤物理性质,造成土壤容重的变化,进而造成了林下植被生物量的先降低后增高的现象。常规经营和封育对照林地的林下植被生物量在 1 a 后均改变不大。

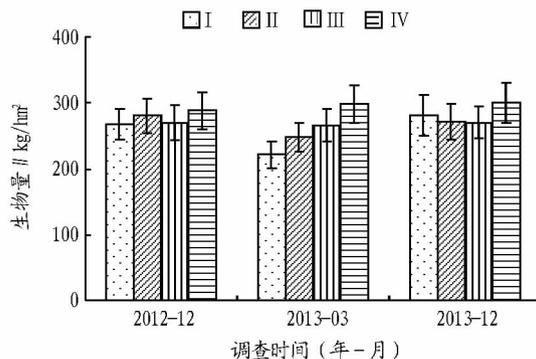


图 3 不同经营模式对林下植被生物量的影响

4 结论与讨论

(1) 不同经营模式对林下植被的组成有不同程度的影响。在近自然经营模式下,植被种数均呈现出先降低后升高的趋势,并且在 2013 年 3 月至 2013 年 12 月期间植被种数增量显著大于常规经营和封育对照。但 1 a 后近自然经营模式的植被种数低于 1 a 之前,这可能是由于观测时间过短,出现了结果延后的现象。

(2) 从不同经营模式下林下植被物种多样性变化量可以看出,近自然经营模式下 2013 年 12 月较 2013 年 3 月 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度均有所升高。对于常规经营和封育对照林地 1 a 内 3 种指数均变化不大。在 2013 年 3 月至 2013 年 12 月,近自然经营方式的 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度增量均优于常规经营。

(3) 从植被种类上可以发现,1 a 后封育对照和常规经营的杉木林,由于林分郁闭度很高,透光率较低,大部分为耐阴的植物,林下优势种为大叶紫珠、山矾、蕨类等,并占绝对重要值。与封育和常规经营方式相比,近自然经营 1 a 之后,杉木林下喜光萌发性强的植被显著增多,例如,山苍子和白花

龙等喜光植物成为该样地的优势种,草本层植被种类由占绝对优势的蕨类逐渐由狗脊和芒萁所取代。以上结果说明近自然经营方式下植被种类逐渐从耐阴性植被转变为喜光萌发性强的植被,这对改善杉木人工林林下植被群落结构有很好的促进作用。

(4)不同经营模式对林下植被生物量均有不同程度的影响。在近自然经营模式下,林下植被生物量随时间变化均呈现出“V”型趋势,即呈现出先降低后迅速升高,这与近自然经营下林下植被种数所表现出的结果相一致。而常规经营和封育对照林地的林下植被生物量在 1 a 内均表现出较平稳态势。在 2013 年 3 月至 2013 年 12 月期间,近自然经营模式相比常规经营和封育对照林地在增加林下植被生物量上有较大的优势。

综上所述,近自然经营以培育目的树为目标,通过调整林分结构,创造林窗,改变了林内光照、温度及土壤水分等,促进林下植被的更新,近自然经营模式相比常规经营和封育对照模式在增加林下植被种类和林下植被生物量上有较大的优势。近自然经营模式下植被种类由耐阴性植被逐渐转为喜光萌发性强的植被,这也说明近自然经营方式达到了提高杉木林林下植被群落结构复杂化的目的。近自然林业经营为杉木林的可持续经营提供了一条更贴近自然,遵循自然规律的道路。

参考文献

- [1] 杜强,张永涛. 近自然林业在我国的应用[J]. 中国水土保持科学, 2010, 8(1):119-124.
- [2] 陆元昌,栾慎强,张守攻,等. 从法正林转向近自然林:德国多功能森林

- 经营在国家、区域和经营单位层面的实践[J]. 世界林业研究, 2010(1):1-11.
- [3] 史宇. 谈近自然林业理论[J]. 现代农业科技, 2008(20):88.
- [4] 杨梅,黄晓露. 引入近自然林业理念促进森林培育学科的发展[J]. 广西农业科学, 2010, 41(5):508-510.
- [5] 邵青还. 对近自然林业理论的诠释和对我国林业建设的几项建议[J]. 世界林业研究, 2004, 16(6):1-5.
- [6] 高彦明,王兰,高艳梅,等. 德国巴伐利亚的近自然林业实践[J]. 世界林业研究, 2009(1):68-72.
- [7] 王丹,王兵,戴伟,等. 杉木生长及土壤特性对土壤呼吸速率的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(3):680-688.
- [8] 王飞,张秋良,马秀枝,等. 渐伐对草类-兴安落叶松林下植被多样性的影响[J]. 生态环境学报, 2012, 21(5):813-817.
- [9] 陈龙,池一,汪思龙,等. 杉木人工林衰退机理探讨[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10):1953-1957.
- [10] 张德理,张雪梅. 植物区系地理研究中的重要参数——相似性系数[J]. 干旱区研究, 1998, 15(1):59-63.
- [11] 杨昆,管东生. 森林林下植被生物量收获的样方选择和模型[J]. 生态学报, 2007(2):705-714.
- [12] 马克平,刘玉明. 生物群落多样性的测度方法[J]. 生物多样性, 1994, 2(4):231-239.
- [13] NAGAIKE T, KAMITANI T, NAKASHIZUKA T. The effect of shelterwood logging on the diversity of plant species in a beech forest in Japan[J]. Forest Ecology and Management, 1999, 118(1):161-171.
- [14] BUONGIORNO J, DAHIR S, LU H, et al. Tree size diversity and economic returns in uneven-aged forest stands[J]. Forest Science, 1994, 40(1):83-103.
- [15] 李潮海,梅沛沛,王群,等. 下层土壤容重对玉米植株养分吸收和分配的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(7):1371-1378.
- [16] 何淑勤,郑子成. 不同土地利用方式下土壤团聚体的分布及其有机碳含量的变化[J]. 水土保持通报, 2010, 30(1):7-10.
- [17] 李志明,周清,王辉,等. 土壤容重对红壤水分溶质运移特征影响的试验研究[J]. 水土保持学报, 2009(5):101-103.
- [18] 何友均,梁星云,覃林,等. 南亚热带人工针叶纯林近自然改造早期对群落特征和土壤性质的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(8):2484-2495.
- [19] 张俊艳,陆元昌,成克武,等. 近自然改造对云南松人工林群落结构及物种多样性的影响[J]. 河北农业大学学报, 2010, 33(3):72-77.

(上接第 5091 页)

4 结论

该文以粘弹性负载为研究对象,依据量纲齐次原则建立板坯拉压刚度—蠕变柔量模型,建立了带压力负反馈的液压力位置伺服系统。在液压控制器设计中引入板坯拉压刚度和液压刚度耦合因子,通过仿真实验证明了系统的稳定性且带压力反馈的系统控制器能有效地提高系统的阻尼比,使控制器输出收敛时间缩短,即液压缸输出位移达到指定厚度所需的升压时间缩短,板坯相对不容易出现鼓泡分层等质量问题,且系统的稳定性得到极大的提高。

参考文献

- [1] VAN HOUTS J. Viscoelastic behaviour of wood fibers during the hot pressing of medium density fiberboard[J]. Holzforschung, 2005, 57:391-399.
- [2] ASMADI M, KAWAMOTO H. Gas-and solid/liquid-phase reactions during pyrolysis of softwood and hardwood lignins[J]. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2011, 92(2):417-425.
- [3] YANG W D. Estimation of in situ viscoelastic parameters of a weak rock layer by time-dependent plate-loading tests[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 2014, 66(2):169-176.
- [4] WU S P. Characterization of asphalt mixture creep response using different rheologic model[J]. Advances and Trends in Engineering Materials and

- their Applications-proceedings of AES-ATEMA, 2009, 6:145-151.
- [5] ARABIAN M. The linear visco-elastic behaviour of glassphalt mixture under dynamic loading conditions[J]. Construction and Building Materials, 2013, 41(4):594-601.
- [6] VIDAL-SALLÉ E, CHASSAGNE P. Constitutive equations for orthotropic nonlinear viscoelastic behaviour using a generalized Maxwell model Application to wood material[J]. Mechanics of Time-Dependent Materials, 2007, 11(2):127-142.
- [7] MOUTOU P R, CHAZAL C. Stress intensity factors for viscoelastic axisymmetric problems applied to wood[J]. Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics Series, 2013, 4:89-96.
- [8] WU Q, LIU Y Q. Synergetic control in hydraulic system with elastic load[R]. Science Paper Online, 2013.
- [9] THOEMEN H, HASELEIN C R. Modeling the physical processes relevant during hot pressing of wood-based composites. Part II. Rheology[J]. Holz als Rohund Werkstoff, 2006, 64(2):125-133.
- [10] VOINOVA M, RODAHL M, JONSON M. Viscoelastic acoustic response of layered polymer films at fluid-solid interfaces; Continuum mechanics approach[J]. Royal Swed Acad Sci, 1999, 59(5):391-396.
- [11] NGUYEN S T, DORMIEUX L. A burger model for the effective behavior of a microcracked viscoelastic solid[J]. International Journal of Damage Mechanics, 2011, 8(20):1116-1129.
- [12] XU X Z, HOU J P. A stress relaxation model for the viscoelastic solids based on the steady-state creep equation[J]. Springer Netherlands, 2011, 15(1):29-39.