

# 不同经营措施对油松林枯落物持水性能的影响研究

王卫军, 赵婵璞, 张绍轩, 任 仙, 谷建才

(河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000)

**摘 要:** 为了评价不同经营措施对油松人工林枯落物持水能力的影响, 通过带状皆伐、封禁抚育、孔状择伐、修枝抚育、引进灌木这 5 种措施, 并以未封禁作为对照的实验方法, 分别在抚育开始、抚育后 2 a、抚育后 4 a 对枯落物的储量、最大含水量、自然含水量和有效拦蓄量进行了测定和评价。结果表明: (1) 枯落物储量和持水性能随抚育时间的延长呈增加趋势。(2) 不同经营措施下, 抚育后 2 和 4 a 的枯落物储量大小顺序均为: 带状皆伐>封育恢复>孔状择伐>修枝抚育>引进灌木>未封禁; 枯落物最大含水量在抚育后 1~2 a 内排序为: 引进灌木>封育恢复>带状皆伐>孔状择伐>修枝抚育, 抚育后 2~4 a 排序为: 引进灌木>带状皆伐>封育恢复>孔状择伐>修枝抚育>未封禁; 自然含水量在抚育后 1~2 a 排序为: 封育恢复>引进灌木>孔状择伐>带状皆伐>修枝抚育>未封禁, 在抚育后 2~4 a 表现出: 引进灌木>封育恢复>孔状择伐>带状皆伐>修枝抚育>未封禁; 有效拦蓄量变化趋势表现为: 带状皆伐>孔状择伐>引进灌木>封育恢复>修枝抚育>未封禁。

**关键词:** 油松; 经营措施; 枯落物; 持水性能

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)06-0103-04

中图分类号: S727.21

## Effects of Different Management Measures on Water-holding Performance of *Pinus Tabulaeformis* Carr. Litter

WANG Wei-jun, ZHAO Chan-pu, ZHANG Shao-xuan, REN Xian, GU Jian-cai

(College of Forestry, Agricultural University of Hebei Province, Baoding, Hebei 071000, China)

**Abstract:** To evaluate the influence of different management measures on the water-holding capacity of *Pinus tabulaeformis* Carr. plantation litter, the litter reserves, the maximum moisture, the natural moisture and the effective interception amount were measured and analyzed respectively at the time of tending beginning, tending after 2 years and tending after 4 years. During the process of experiment, the following five measures on *Pinus tabulaeformis* Carr. plantation were used: clearing cutting with banding, banned tending, selective cutting with hole shape, branch pruning and introducing shrub, and with the not banned tending as a control group. The results showed that: (1) The litter reserves and moisture increased with the time. (2) Under the different management measures, the litter reserves after 2 years and 4 years followed as the sequence: clearing cutting with banding>banned tending>selective cutting with hole shape>branch pruning>introducing shrub>not banned tending; the maximum moisture of the litter after 1 to 2 years ranked as: introducing shrub>banned tending>clearing cutting with banding>selective cutting with hole shape>branch pruning, and after 2 to 4 years: introducing shrub>clearing cutting with banding>banned tending>selective cutting with hole shape>branch pruning>not banned tending; (3) The natural moisture of the litter after 1 to 2 years followed as: banned tending>introducing shrub>selective cutting with hole shape>clearing cutting with banding>branch pruning>not banned tending, and after 2 to 4 years: introducing shrub>banned tending>selective cutting with hole shape>clearing cutting with banding>branch pruning>not banned tending; (4) The effective interception amount ranked as: clearing cutting with banding>selective cutting with hole shape>introducing shrub>banned tending>branch pruning>not banned tending.

**Keywords:** *Pinus tabulaeformis* Carr.; management measure; litter; water-holding capacity

收稿日期: 2013-05-22

修回日期: 2013-06-26

资助项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目“‘三北’地区水源涵养林体系构建技术研究与示范”(2011BAD38B05)

作者简介: 王卫军(1987—), 男(汉族), 河北省秦皇岛人, 硕士研究生, 研究方向为森林可持续经营。E-mail: wangwja@163.com。

通信作者: 谷建才(1963—), 男(汉族), 河北省藁城县人, 教授, 研究方向为林业经营技术。E-mail: gujiancai@126.com。

枯落物是森林生态系统中微生物的重要物质和能源来源,不但对生态系统的功能发挥,如在土壤的发育、保护和改良方面起到重要作用,而且枯落物结构疏松这一特点决定了其具有良好透水性能和持水功能,并且在降雨过程中起到缓冲作用<sup>[1]</sup>。枯落物具体包括枯枝落叶,枯死根径,繁殖器官,野生动物残骸及代谢产物等<sup>[2]</sup>。韩同吉<sup>[3]</sup>等人的研究结果显示通过不同的营林方式,能够有效调节枯落物在水源涵养功能方面的作用。目前大部分学者仅针对不同林分结构或者环境条件等对林分枯落物的定性和定量研究<sup>[4]</sup>,缺乏对林分现营性指导分析研究,故本研究通过对河北省木兰林管局油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)人工林采取 5 种不同经营措施,通过分析枯落物的自然含水量、最大含水量、有效拦蓄量等持水特性的变化规律,分析几种经营措施的改造效果,以期为该地区油松人工林的健康经营提供理论依据和参考。

## 1 研究区概况

研究地区位于河北省面积最大的木兰围林管局北沟林场(41°35′—42°06′N,116°51′—117°45′E),海拔 750~1 829 m。该地区寒温带与中温带、半干旱与半湿润相过度的大陆性季风型山地气候,四季分明、昼夜温差大的特点,年平均气温-1.4~4.7℃,极端最高温度 38.9℃,极端最低温度-42.9℃,无霜期 67~128 d,年降雨量 400~500 mm,森林覆盖率为 76.1%。土壤类型主要为棕壤,主要乔木树种有华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii* Mayr.)、油松、桦木(*Betula*)、山杨(*Populus davidiana*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)等,主要灌木有柔毛绣线菊(*Spiraea pubescens*)、毛榛(*Corylus mandshurica* Maxim.)、美丽胡枝子(*Lespedeza formosa*)、锦带花(*Weigela florida*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides* Linn.)、花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)、山刺玫(*Rosadavurica*)等,草本主要以禾本科(Poaceae)、菊科(Asteraceae)、十字花科(Cruciferae)等为主。研究的油松林为 20 世纪 70 年代建造,年龄约为 30 a,平均平均密度 825 株/hm<sup>2</sup>,林下灌木较少,零星分布柔毛绣线菊和美丽胡枝子等,研究区距离村庄 10 km,牲畜践踏比较严重。具体林分状况详见表 1。

## 2 研究方法

### 2.1 样地作业与调查

科学的营林工作需要在空间结构和功能关系的基础之上,采用合理的抚育措施,来提高森林质量,增

加森林资源,稳定生态结构,以此对研究区域的油松人工林实施改造技术措施,主要包括修枝抚育,孔状择伐,带状皆伐,引进灌木和封育恢复。修枝抚育是将林内修去枯死枝和林木下部 1~2 轮活枝,修枝高度不大于树高的 1/2。孔状择伐改造是在林内开孔径约 15 m 的临窗,并在林窗内栽植 2 a 生白桦,造林密度为 1 m×1.5 m。带状皆伐是沿坡面由上而下皆伐 20~25 m 的林带,保留带宽为 30 m,并在皆伐带内栽植油松和桦树,油松采用 2 a 生营养杯苗栽植,桦树采用 2 a 裸根苗。引进灌木改造措施是根据当地的乡土灌木,引进榛子、黄刺玫、胡枝子,将几种种子混合后,拟天然均匀播种。封育恢复是用铁丝网将实验区封闭,禁止牲畜和认为破坏,并在封育之外维持原状作为对照。

表 1 北沟林场林分概况

经营措施	密度/ (株·hm <sup>-2</sup> )	平均高 度/m	坡度/ (°)	海拔/ m	平均胸 径/cm
修枝抚育	780	11.2	15	1 240	17.27
孔状择伐	800	12.2	12	1 240	17.35
带状皆伐	820	12.6	13	1 260	16.43
引进灌木	850	12.4	15	1 120	19.85
封育恢复	850	11.3	12	1 200	15.01
未封禁	780	11.4	13	1 180	19.88

在 2008 年 4 月份充分踏查之后选取实验区,并在 5 月份进行林分改造工作。每种营林措施设置 3 块半径为 30 m 的圆形标准地,并在每个样方交叉的直径及原心位置选取 5 个 50 cm×50 cm 的小样方,分别在 2008,2010 和 2012 年 7 月份进行枯落物取样调查,调查记录样地的地形地貌、人为干扰、土壤类型、海拔、坡向、坡位和坡度等。

### 2.2 枯落物持水性能测定

枯落物持水性能的测定采用样地实测和室内浸泡方法,按照分解程度分别测定小样方内枯落物总厚度、半分解层厚度和分解层厚度,并尽量保持原状将其带回实验室,称量枯落物鲜重和干重,按照室内浸泡法,分别测定并计算枯落物的最大持水量,最大持水率,自然含水量,自然含水率,有效拦蓄量和有效拦蓄率等。

$$W_{om} = W_1 - W_2, \quad R_m = (W_1 - W_2) / W_2 \times 100\%;$$

$$W_c = W_3 - W_2, \quad R_0 = (W_3 - W_2) / W_2 \times 100\%;$$

$$W = (0.85R_m - R_0) \times M$$

$$R = (0.85R_m - R_0) \times M / W_2 \times 100\%$$

式中:W——有效拦蓄量(t/hm<sup>2</sup>);W<sub>1</sub>——浸水 24 h 后枯落物重量;W<sub>2</sub>——枯落物干重;W<sub>3</sub>——样品鲜

重;  $W_c$ ——自然含水量;  $W_{cm}$ ——最大含水量 ( $t/hm^2$ );  $R_0$ ——自然含水率;  $R$ ——有效拦蓄率;  $R_m$ ——最大持水率;  $M$ ——枯落物累积量 ( $t/hm^2$ )。

### 3 结果与分析

#### 3.1 不同经营措施对枯落物储量的影响

枯落物层对于维持林内水分循环具有重要作用,不仅能够抑制水分蒸发、阻滞径流,而且具有抵抗侵蚀、保土蓄水的作用<sup>[5]</sup>。枯落物的储量受枯落物的输入量、分解速度、积累年限、树种组成和林分所处的水热条件等的综合影响<sup>[6]</sup>。从图1可以看出,油松人工林枯落物的储量随着封育时间的延长出现增加的趋势。封育两年后枯落物储量表现出:带状皆伐>封育恢复>孔状择伐>修枝抚育>引进灌木>未封禁,4 a后枯落物储量基本一致,增长率为5%~30%,5种经营措施中,枯落物的积累量均高于未封禁的样地,说明经营措施对枯落物的储存起到一定作用,带状皆伐栽植幼苗对枯落物的积累效果最为明显,原因在于通过调整油松林密度,形成复层林带,是林内光照充足,喜光植物生长迅速、新陈代谢较为旺盛,致使枯落物增加。

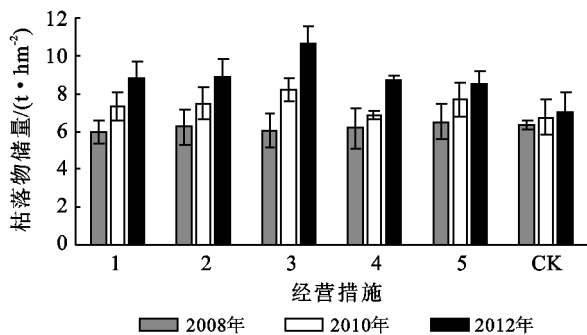


图1 不同经营措施对枯落物储量影响

注:1,2,3,4,5分别代表打枝抚育、孔状择伐、带状皆伐、引进灌木和封育恢复这5种经营措施,CK为未封禁。下同。

#### 3.2 不同经营措施对枯落物最大持水量的影响

枯落物持水是整个森林生态系统水循环中的重要环节,是反映枯落物层水文作用的一个重要指标<sup>[7]</sup>。持水性能受林分状况的多种因子影响,比如树种组成、发育阶段、垂直结构、枯落物分解程度等<sup>[8]</sup>。从图2中可以看出,随着时间的增长,枯落物的最大持水量均有增长,经过抚育措施的标准地的枯落物最大持水量前两年最大持水量的增长幅度在1.61%~3.11%,2~4 a的增长幅度为1.42%~5.45%,均高于未封育0.96%和1.34%的增长率。经过抚育后1~2 a的标准地,枯落物最大持水量大小分别为:引进

灌木>封育恢复>带状皆伐>孔状择伐>修枝抚育,说明抚育措施对枯落物的分解有促进作用,并能有效提高其最大含水量。2~4 a后枯落物最大持水量大小排序为:引进灌木>带状皆伐>封育恢复>孔状择伐>修枝抚育,与前两年相比较,带状皆伐高于了封育恢复,这是由于带状皆伐经过2~4 a的恢复期,林下,原有林分生态功能恢复,与油松幼苗和桦树幼苗形成良好的不同空间层次的针阔混交林,促进枯落物的分解,致使最大持水量增加。经过经营措施的5种林分中,枯落物最大持水量最大的为引进灌木,由此可知灌木林对于改善林分水源涵养功能具有明显效果<sup>[9]</sup>,这也与金铭的研究结果相一致。最大持水率能够反映出枯落物含蓄水分能力,一般受枯落物的组成、结构和分解程度影响<sup>[10]</sup>。并且最大持水率与枯落物本身的生物量结构和分解程度有关,在短期的封育效果内,最大含水率没有明显的变化<sup>[11]</sup>。

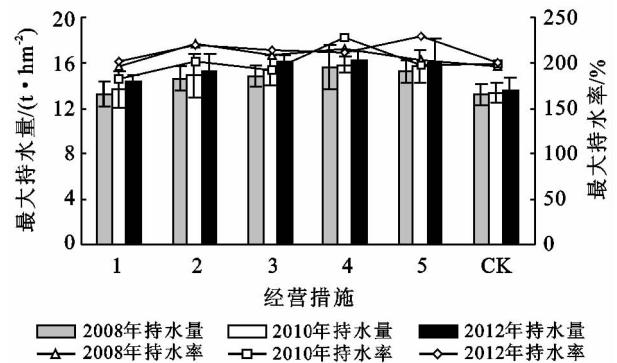


图2 不同经营措施对枯落物最大持水量/持水率的影响

#### 3.3 不同经营措施对枯落物自然含水量的影响

自然含水量能够反映出林分枯落物中涵养水分的多少,是枯落物吸收水分能力的重要标准之一,其受枯落物储量,分解程度,气候情况等因素影响<sup>[12]</sup>。由图3可知,经过改造措施的林分自然含水量均表现出高于对照区域,改造后1~2 a内,自然含水量大小为:封育恢复>引进灌木>孔状择伐>带状皆伐>修枝抚育,增长率在4.44%~8.89%,2~4 a内表现为:引进灌木>封育恢复>孔状择伐>带状皆伐>修枝抚育,增长率在3.14%~13.14%。自然含水率大小没有明显变化规律,原因是与当年的气候因素有较大关系。

#### 3.4 不同经营措施下的枯落物有效拦蓄量的变化

有效拦蓄量交最大含水量而言,能够比较准确地反映出枯枝落叶层对降雨的实际拦蓄效果<sup>[13]</sup>。从图4中可以看出,经过抚育改造之后的林分,两年之后有限拦蓄量提高了14.02%~34.62%,均比对照组有所提升,持水量大小排序为:带状皆伐>孔状择伐

引进灌木>封育恢复>修枝抚育,带状皆伐抚育最大,为未封禁的 1.25 倍,4 a 之后,有效拦蓄量相比 2010 年增加 26.26%~54.65%,第 3 和 4 a 的增长速率相比 1,2 a 的增长率升高,说明在短期之内抚育措施有一定的有限性,2~4 a 之后涵养水源的效果会更加明显。

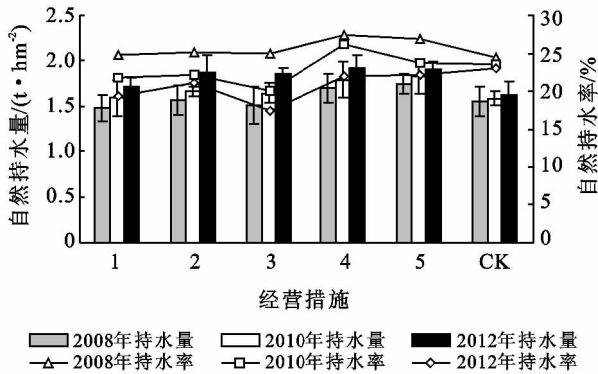


图 3 不同经营措施对枯落物自然含水量/含水率的影响

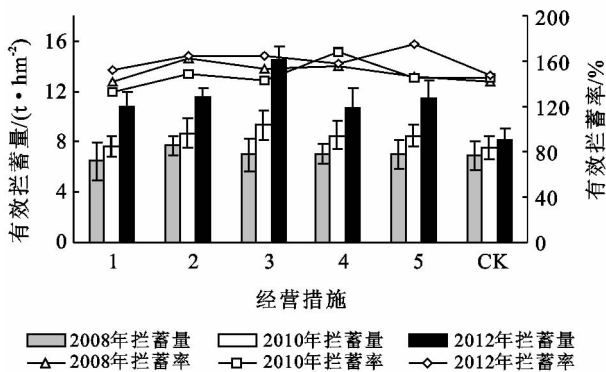


图 4 不同经营措施对枯落物有效拦蓄量/拦蓄率的影响

## 4 结论

(1) 油松林经过 5 种经营措施之后,枯落物储量高于未封禁林分,储量排序为:带状皆伐>封育恢复>孔状择伐>修枝抚育>引进灌木>未封禁,2 a 增长率为 11%~35%,4 a 增长率为 18%~30%。

(2) 经过经营抚育后,枯落物的最大含水量高于未抚育林分,1~2 a 内,枯落物最大含水量排序为:引进灌木>封育恢复>带状皆伐>孔状择伐>修枝抚育,增长幅度为 1.61%~3.11%;2~4 a,枯落物最大含水量排序为:引进灌木>带状皆伐>封育恢复>孔状择伐>修枝抚育,增长幅度为 1.42%~5.45%。

(3) 经过改造措施的林分自然含水量均表现出高于对照区域,改造后 1~2 a,自然含水量大小为:封育恢复>引进灌木>孔状择伐>带状皆伐>修枝抚育,增长率在 4.44%~8.89%,2~4 a 内表现出:引

进灌木>封育恢复>孔状择伐>带状皆伐>修枝抚育,增长率在 3.14%~13.14%。

(4) 经过抚育后的油松林枯落物有效拦蓄量高于未封禁,不同措施之间 1~2 a 与 2~4 a 变化趋势相同,大小排序为:带状皆伐>孔状择伐>引进灌木>封育恢复>修枝抚育,增长率分别为 14.02%~34.62%,26.26%~54.65%。

(5) 通过 5 种经营措施对林分的改造,对于表现枯落物持水特性的 4 个指标——枯落物储量、自然含水量、最大含水量、有效拦蓄量均有所提高,对于枯落物的水源涵养功能有明显的改善作用。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 庞学勇,包维楷,张咏梅. 岷江上游山区低效林改造对枯落物水文作用的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(4):119-123.
- [2] 王凤友. 森林凋落物量综述[J]. 生态系统学进展, 1989, 6(2):95-102.
- [3] 韩同吉,裴胜民,张光灿. 北方石质山区典型林分枯落物层涵蓄水分特征[J]. 山东农业大学学报:自然科学版, 2005, 36(2): 275-278.
- [4] Nunnez D, Nahuelhual L, Oyarzun C. Forests and water: The value of native forests in supplying water for human consumption[J]. Ecological Economics, 2006(5):606-616.
- [5] 王佑民. 中国林地枯落物持水保土作用研究概况[J]. 水土保持学报, 2000, 14(4):108-113.
- [6] 赵鸿雁,吴钦孝,刘国彬. 黄土高原人工油松林水文生态效应[J]. 生态学报, 2003, 23(2): 376-379.
- [7] 马正锐,程积民,班松涛. 等. 宁夏森林枯落物储量与持水性能分析[J]. 水土保持学报, 2012, 26(4):199-203.
- [8] Kavvaadias V A, Alifragis D, Tsiontsis A, et al. Litter fall litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in Northern Greece[J]. Forest Ecology Management, 2001, 144(1/3):113-117.
- [9] 金铭,张学龙,刘贤德. 等. 祁连山林草复合流域灌木林土壤水文效应研究[J]. 水土保持学报, 2009, 23(2): 169-172.
- [10] 鲁绍伟,陈波,潘青华,等. 北京山地不同密度侧柏人工林枯落物及土壤水文效应[J]. 水土保持学报, 2013, 27(1):224-229.
- [11] 徐学华,崔立志,王锡武,等. 不同经营措施对冀北山地华北落叶松林枯落物持水性能的影响[J]. 水土保持研究, 2010, 17(3):157-161.
- [12] 王卫军,赵婵璞,姜鹏,等. 塞罕坝华北落叶松人工林水源涵养功能研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2013, 33(2):66-68.
- [13] 赵阳,余新晓,吴海龙,等. 华北土石山区典型森林枯落物层和土壤层水文效应[J]. 水土保持学报, 2011, 25(6):148-152.