

## 不同抚育间伐强度对杉木林生长的影响

李华福<sup>1</sup>, 谭文玮<sup>2</sup>, 刘斌<sup>1</sup>, 周欢<sup>1</sup>, 林莉<sup>1</sup>, 张征平<sup>1</sup>

(1. 江西省安福县坵上林场, 江西安福 343212; 2. 江西省安福县寮塘乡人民政府, 江西安福 343200)

**摘要** [目的]研究不同抚育间伐强度对杉木生长的影响,为杉木林分生长状况的改善提供理论参考。[方法]主要以茅栗坑山场9块样地为试验地,以1/3、1/4、1/5 3种抚育间伐强度各做3次重复的抚育管理,对2018、2019年样地内单株进行每木检尺,研究不同抚育间伐强度对杉木胸径、树高、蓄积、单株林积的影响。[结果]抚育间伐对林分生长有明显的促进作用,随着抚育间伐强度的增加,林分的平均胸径、单株材积、蓄积的相对增长量也随之增加,其中1/3抚育间伐强度下增长最多,分别达到9.97%、27.64%、27.78%;平均树高相对增长量先下降后增加,在1/3抚育间伐强度下增长最多,达到4.88%。[结论]抚育间伐可以促进林分生长,提高林分质量,可以实现木材的早期利用及总利用量。

**关键词** 杉木人工林;抚育间伐强度;林分生长

**中图分类号** S791.27 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)05-0105-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.05.026



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Different Tending and Thinning Intensities on the Growth of *Cunninghamia lanceolata* Forests

LI Hua-fu<sup>1</sup>, TAN Wen-wei<sup>2</sup>, LIU Bin<sup>1</sup> et al (1. Aoshang Forest Farm of Anfu County of Jiangxi Province, Anfu, Jiangxi 343212; 2. Liaotang Township People's Government of Anfu County of Jiangxi, Anfu, Jiangxi 343200)

**Abstract** [Objective] To study the effects of different tending and thinning intensities on the growth of *Cunninghamia lanceolata*, so as to provide theoretical reference for the improvement of the growth status of *Cunninghamia lanceolata* stand. [Method] Nine sample plots in Mao-likeng Mountain Farm were used as experimental plots, and tending management was repeated three times with three tending intensifications, 1/3, 1/4 and 1/5, respectively. During this period, each plant in the 2018 and 2019 sample plots was checked per wood scale. The effects of tending thinning intensity on DBH, tree height, volume and single plant volume of *Cunninghamia lanceolata* were studied. [Result] The experimental results showed that tending thinning had obvious promoting effect on the growth of stand. With the increase of tending intensities, the average DBH of stand, the relative growth amount of wood volume per plant and the accumulation increased, and the 1/3 tending intensity increased the most, reaching 9.97%, 27.64% and 27.78% respectively. The relative growth of average tree height decreased first and then increased, and the maximum growth reached 4.88% under 1/3 tending intensity. [Conclusion] Tending thinning can promote the growth of the stand, and the early utilization and total utilization of wood can be realized through the experiment to find suitable tending intensity of the local stand and improve the quality of the stand.

**Key words** *Cunninghamia lanceolata* plantation; Tending thinning; Stand growth

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是杉科、杉木属乔木。杉木生长快,病虫害少,干形挺直,材质轻盈而坚韧,方便简单加工,木材颜色和纹理漂亮,板材耐久性能好,不翘裂,具有独特的香味,耐腐力强,不受白蚁蛀食,是少见的优秀本土树种,与我国南方环境相适应,是我国南方地区栽培面积最大的用材树种<sup>[1]</sup>。但是国内杉木人工林存在过纯、过密的问题<sup>[2]</sup>,这是一个棘手的难题,具体表现为生物多样性较低、恢复力较弱,导致土地肥沃程度降低,生态效益下降,生产率长期下降。与此同时,由于经济和社会发展,人们对木材的需求减少,尤其是对杉木的需求减少,故在生态和经济方面都是不可持续的<sup>[3-5]</sup>。杉木的抚育管理有着重要意义,选择合适的抚育管理强度可以提高林分质量,增加经济效益、生态效益,使林分发挥出最大效益<sup>[6]</sup>。

间伐是指从森林粗壮时期到正式采伐阶段,对未成熟森林的一部分进行周期性的采伐,为残存森林创造良好的生长环境,获得一定量的木材<sup>[7]</sup>。不仅是林分生长和林分结构会受到抚育间伐影响,森林环境及生物多样性等也会受到影响<sup>[2,8]</sup>。根据当地的地理生态环境条件,采取合理的抚育间伐可使林分结构和林分环境得到提升,林木生长得以促进,

林木的质量也相应提高。对于具体林分而言,根据其经营目的和树种特性,采取合理的种植密度会对林分生长起到促进作用,但随着单株树木生长,会引起林分密度分布不均匀,从而会影响到其他单株的生长,因此应及时采取抚育间伐,对林分密度进行合理调整;其次,可以通过抚育间伐对林分中品质较差的单株进行清理,改善林分质量;另外合理的抚育间伐可以扩大树木的生长空间,改善光照条件,使保留木更好地生长,并缩短培育年限。雷相等<sup>[9]</sup>在落叶松云冷杉混交林的研究中发现抚育间伐对试验林木生长有促进作用,随着抚育强度的增强,林木胸径和样地蓄积增速随之提高;黄鑫春等<sup>[10]</sup>对于紫椴的研究得出,随着抚育间伐强度的增强,林木胸径、树高、材积等生长量均出现先增大后减小的现象。

前人对不同地区不同树种的抚育间伐效果进行了大量研究,大多得出抚育间伐强度对胸径和材积有着显著影响的结论<sup>[9-12]</sup>。笔者研究了3种不同抚育间伐强度下,杉木林的胸径、树高、材积和样地蓄积的增长变化,探讨抚育间伐对人工杉木林分的影响,旨在找到适合的抚育强度,为杉木人工林改造提供理论依据。

### 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 茅栗坑山场坐落于赣中西部江西省安福县境内,地处114°09'~114°53'E,27°04'~27°35'N。属亚热带湿润气候,有温和的气候、充足的降雨、充足的光线,季节分

**作者简介** 李华福(1978—),男,江西安福人,助理工程师,从事林业生产和技术推广工作。

**收稿日期** 2021-07-14; **修回日期** 2021-08-20

明和无霜期较长。年均气温 17.6℃,总降水量 1 500~1 700 mm,全年各季降水量相差较大,4—6 月降水量占全年降水量的 46.6%,山区降雨量偏大,且多地方性雷雨。

地形多山,最高海拔 1 918.3 m,大部分地区海拔 300~600 m。土壤偏酸性,pH 4.5~5.5,山地以黄壤、红黄壤、黄棕壤为主,其次是棕壤、灰棕壤。成土母质以花岗岩、片麻岩、千枚岩、灰质泥岩为主,少数为石灰岩,土层厚度多为 30~100 cm,质地多为团粒结构,土壤肥沃,适宜各种林木生长。

**1.2 试验方法** 选择江西省安福县茅栗坑山场为试验地,在茅栗坑山场设置 9 块面积(0.067 hm<sup>2</sup>)相同的样地作为试

验地,分别以 1/3、1/4、1/5 共 3 种抚育间伐强度(采伐木株数占林分总株数)对样地进行管理,每种抚育间伐强度进行 3 次重复试验。2018 年 11 月对样地内单株进行检尺记录,记录每株杉木的胸径、树高、材积,1 年后复查并进行数据比较分析。

**1.3 数据调查、整理** 2018 年 11 月对 9 块样地内的林木进行每木检尺,利用胸径卷尺测量胸径,利用测高器测量树高,并记录数据,1 年后进行复查。考虑到杉木材积计算公式存在一定的区域差异,采用当地杉木人工林二元立木材积表计算。样地基本情况见表 1。

表 1 样地林分情况

Table 1 Forest stand of sample plots

抚育间伐强度 Tending intensity	2018 年				2019 年			
	平均胸径 Mean DBH cm	平均树高 Average tree height//m	平均材积 Average volume//m <sup>3</sup>	林分蓄积 Stand volume m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	平均胸径 Mean DBH cm	平均树高 Average tree height//m	平均材积 Average volume//m <sup>3</sup>	林分蓄积 Stand volume m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
1/5	12.54	11.11	0.062 5	117.499 5	13.30	11.62	0.073 6	138.381 0
1/4	11.90	9.13	0.057 8	120.024 0	12.91	9.49	0.069 5	144.142 5
1/3	11.84	10.66	0.062 6	143.562 0	13.03	11.19	0.080 0	183.441 0

**1.4 数据分析** 使用 Excel 软件对数据进行分析 and 处理。采用 SPSS 23.0 软件对不同间伐时间下各抚育间伐强度的林分生长因子进行单因素方差分析和 LSD 多重比较,检验树木生长与抚育间伐强度的显著性,其中显著水平设为  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果与分析

**2.1 不同抚育间伐强度对胸径的影响** 由表 2 可知,间伐 1 年后 1/5 抚育强度下的杉木平均胸径为 13.31 cm, 1/4 抚育间伐强度下平均胸径为 12.90 cm,且 2 组间差异显著。在 1/3 抚育间伐强度下平均胸径为 13.02 cm,与其他 2 组相比

差异不显著。1/5 抚育间伐强度下林木胸径的相对增长量为 6.06%,1/4 抚育间伐强度下林木胸径的相对增长量为 8.40%,1/3 抚育间伐强度下胸径相对增长量为 9.97%,林木胸径相对增长量最大的是 1/3 抚育间伐强度。1/5 抚育间伐强度的林木平均胸径增长量为 0.76 cm,1/4 抚育间伐强度的林木平均胸径增长量为 1.00 cm,1/3 抚育间伐强度的林木平均胸径增长量为 1.18 cm,可见,以 1/3 抚育间伐强度下平均胸径增长量最大。不同抚育间伐强度平均胸径增长量相差不大,胸径相对增长量随着抚育强度的增加而增大。

表 2 不同抚育间伐强度下杉木胸径生长变化

Table 2 Changes of DBH growth of *Cunninghamia lanceolata* under different tending and thinning intensities

抚育间伐强度 Tending intensity	平均胸径 Mean DBH//cm		平均胸径增长量 Average DBH growth//cm	相对增长量 Relative growth//%
	2018 年	2019 年		
1/5	12.55±2.23	13.31±2.36 a	0.76±0.38	6.06
1/4	11.90±2.35	12.90±2.49 b	1.00±0.17	8.40
1/3	11.84±1.95	13.02±2.19 ab	1.18±0.23	9.97

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between treatments ( $P<0.05$ )

**2.2 不同抚育间伐强度对树高的影响** 由表 3 可知,间伐 1 年后 1/5 抚育间伐强度下林木平均树高增长量为 0.50 m,相对增长量为 4.49%;1/4 抚育间伐强度下林木平均树高增长量为 0.35 m,相对增长量为 3.84%;1/3 抚育间伐强度下林木平均树高增长量为 0.52 m,相对增长量为 4.88%。不同抚育间伐强度下林分平均树高差异不显著,随着抚育间伐强度的增加,平均树高增长量和相对增长量先下降后增加,1/3 抚育间伐强度下林木平均树高增长量和相对增长量最大,1/4 抚育间伐强度的林木平均树高增长量和相对增长量最小。1/5 抚育间伐强度与 1/3 抚育间伐强度下相对增长量相差不大,二者均大于 1/4 抚育间伐强度。

**2.3 不同抚育间伐强度对蓄积的影响** 由表 4 可知,间伐 1 年后,1/5 抚育间伐强度的林木蓄积为 9.225 4 m<sup>3</sup>,1/4 抚育间伐强度的林木蓄积为 9.609 5 m<sup>3</sup>,1/3 抚育间伐强度的林木蓄积为 12.229 4 m<sup>3</sup>,且为最大,3 个不同抚育间伐强度间的蓄积差异不显著。1/5 抚育间伐强度的林木平均蓄积增长量为 1.392 1 m<sup>3</sup>,相对增长量为 17.77%;1/4 抚育间伐强度的林木平均蓄积增长量为 1.607 9 m<sup>3</sup>,相对增长量为 20.09%;1/3 抚育间伐强度的林木平均蓄积增长量为 2.658 6 m<sup>3</sup>,相对增长量是 27.78%。蓄积相对增长量随着抚育间伐强度的增加而增大,1/3 抚育间伐强度下平均蓄积增长量和相对增长量最大。

表 3 不同抚育间伐强度下杉木树高生长变化

Table 3 Changes of tree height of *Cunninghamia lanceolata* under different tending and thinning intensities

抚育间伐强度 Tending intensity	平均树高 Mean tree height//m		平均树高增长量 Mean tree height growth//m	相对增长量 Relative growth//%
	2018 年	2019 年		
1/5	11.14±3.11	11.64±3.15 a	0.50±0.13	4.49
1/4	9.12±1.39	9.47±1.42 a	0.35±0.23	3.84
1/3	10.66±1.91	11.18±1.93 a	0.52±0.35	4.88

注: 同列相同小写字母表示处理间差异不显著 ( $P>0.05$ )

Note: The same lowercase letters in the same column indicate no significant difference between treatments ( $P>0.05$ )

表 4 不同抚育间伐强度下杉木蓄积生长变化

Table 4 Changes of accumulation and growth of *Cunninghamia lanceolata* under different tending and thinning intensities

抚育间伐强度 Tending intensity	平均蓄积 Mean accumulation//m <sup>3</sup>		平均蓄积增长量 Mean accumulation growth//m <sup>3</sup>	相对增长量 Relative growth %
	2018 年	2019 年		
1/5	7.833 3±1.178 5	9.225 4±1.233 6 a	1.392 1±0.102 4	17.77
1/4	8.001 6±2.122 5	9.609 5±2.004 0 a	1.607 9±0.610 7	20.09
1/3	9.570 8±0.467 5	12.229 4±1.042 8 a	2.658 6±1.154 7	27.78

注: 同列相同小写字母表示处理间差异不显著 ( $P>0.05$ )

Note: The same lowercase letters in the same column indicate no significant difference between treatments ( $P>0.05$ )

**2.4 不同抚育间伐强度对单株材积的影响** 由表 5 可知, 间伐 1 年后 1/5 抚育间伐强度下平均单株材积为 0.073 6 m<sup>3</sup>, 1/4 抚育间伐强度下平均单株材积为 0.069 3 m<sup>3</sup>, 1/3 抚育间伐强度下平均单株材积为 0.079 9 m<sup>3</sup>。1/3 抚育间伐强度下平均单株材积最大, 且与其他 2 组差异显著, 1/4 抚育间伐强度和 1/5 抚育间伐强度处理的平均材积差异不显著。1/5 抚育间伐强度下平均单株材积增长 0.011 1 m<sup>3</sup>, 相对增长量为

17.76%; 1/4 抚育间伐强度下平均单株材积增长 0.011 6 m<sup>3</sup>, 相对增长量为 20.10%; 1/3 抚育间伐强度下平均单株材积增长 0.017 3 m<sup>3</sup>, 相对增长量达到 27.64%。由此可知, 随着抚育间伐强度的增加, 平均材积增长量和相对增长量也随之增加, 在 1/3 抚育间伐强度下达到最大。1/4 抚育间伐强度同比 1/5 抚育间伐强度处理的平均材积增长量和相对增长量的增速不大, 而 1/3 抚育间伐强度与其他 2 组相比, 增速有显著提高。

表 5 不同抚育间伐强度下杉木单株材积生长变化

Table 5 Changes of volume and growth of *Cunninghamia lanceolata* under different tending and thinning intensities

抚育间伐强度 Tending intensity	平均材积 Mean volume//m <sup>3</sup>		平均材积增长量 Mean volume growth//m <sup>3</sup>	相对增长量 Relative growth//%
	2018 年	2019 年		
1/5	0.062 5±0.027 0	0.073 6±0.031 9 b	0.011 1±0.000 9	17.76
1/4	0.057 7±0.030 5	0.069 3±0.034 7 b	0.011 6±0.004 8	20.10
1/3	0.062 6±0.027 7	0.079 9±0.366 0 a	0.017 3±0.007 5	27.64

注: 同列不同小写字母表示处理间差异显著 ( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between treatments ( $P<0.05$ )

### 3 结论与讨论

该试验以茅栗坑山场人工杉木林为研究对象, 以 3 种不同抚育强度进行处理, 分析了 1 年内受到不同抚育间伐强度下林木的胸径、树高、单株材积和蓄积情况。从试验结果可以推断, 胸径的相对增长量随着抚育间伐强度的增强而增大。雷相东等<sup>[9]</sup>在落叶松-云冷杉混交林的试验中设置 2 种强度, 结果表明, 间伐促进了保留木材的生长, 抚育间伐强度间没有显著差异。直径、断面积和样地蓄积等的生长速率均呈现出相似结果, 即随着抚育间伐强度的增加而增大。这是由于调整抚育间伐强度, 通过削减株数, 改变了林分分布密度, 使林木对光的利用更加合理, 森林生产力得到大幅提升。抚育间伐可促进杉木胸径生长, 这一结论在黄鑫春等<sup>[10]</sup>的抚育间伐对紫杉人工林生长的影响试验中也得到证实。因此, 从培育大径材的角度来看, 可以选择 1/3 抚育间伐强度。

与之相似的还有抚育间伐促进杉木单株材积和蓄积生

长, 2019 年林分蓄积相对于 2018 年均有所增长, 但可以看出在 1/3 抚育间伐强度下, 即抚育强度达到最大时杉木林分蓄积相对增长量最大。不同抚育间伐强度下单株材积的增长不明显, 然而, 1/3 抚育间伐强度下, 单株林木平均材积相对增长量最大。不同抚育间伐强度对杉木高度无显著影响, 2019 年平均树高相对于 2018 年均有所增长, 随着抚育间伐强度的增加, 平均树高增长量和相对增长量呈先下降后增加的现象, 在 1/3 抚育间伐强度时, 林木平均树高增长量和相对增长量最大。

当森林内的通风和透光不足, 未充分利用光、肥力和水等自然条件时, 森林生长受到限制, 因此森林生产力低下。只有适宜的抚育强度, 保证林分良好的通风和透光, 才能在一定程度上提高森林生产力。从杉木林分的胸径、树高、单株材积和林分蓄积进行分析, 结果表明, 1/3 抚育间伐强度下林木的胸径、样地蓄积、单株材积生长效果更好, 抚育间伐强

度的增强,会使林木的胸径增速得到提高,这与多数研究结论一致<sup>[13-15]</sup>。从该试验结果来看,不同抚育间伐强度对树高的生长无显著影响,在 1/3 抚育间伐强度下,树高增长量最大。胸径、林分蓄积、单株材积相对增长量是随着抚育强度的增强而增大,在 1/3 抚育间伐强度下相对增长量达最大,而对树高生长的影响则无显著影响,这与张水松等<sup>[16]</sup>的杉木林抚育间伐强度试验 20 年生长效应的研究结果一致。对于不同生态环境,抚育间伐强度选定时未考虑林分原有密度状况,有些样地抚育间伐强度设置不合理,其作用发挥可能会适得其反。该试验可能由于抚育间伐强度的间隔设计不足,加上间伐时间仅 1 年,对蓄积生长影响的研究结果不理想。今后可进一步调整抚育间伐强度,并延长试验周期,使试验更加科学合理。该试验是一个长时间管理过程,期间由于人为因素或者测量误差而导致某方面结果可能不准确。实际上通过试验结果不难看出,随着抚育间伐强度的增大,林分生长情况得到改善。对适合当地林分的抚育间伐强度进行试验研究,不但可以促进林分的生长,还能使木材能够迅速和全面得到使用,提高出材量<sup>[17]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 彭万喜,吴义强,张仲凤,等. 中国的杉木研究现状与发展途径[J]. 世界林业研究,2006,19(5):54-58.
- [2] 赵苏亚,王瑞辉,刘凯利,等. 抚育间伐对不同年龄杉木人工林生长及林下植被多样性的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2020,40(12):34-43,82.
- [3] 齐岩. 林农复合经营综合收益预测与分析研究[D]. 北京:北京林业大

学,2011:98-100.

- [4] LINDGREN P M F, SULLIVAN T P. Influence of stand thinning and repeated fertilization on plant community abundance and diversity in young Lodgepole pine stands: 15-year results [J]. Forest ecology and management, 2013,308:17-30.
- [5] 何小丽,熊建宏. 赣南林区杉木林存在的问题及发展对策[J]. 现代农业科技,2016(18):123-124.
- [6] 王慧,郭晋平. 我国森林抚育间伐研究进展[J]. 山西林业科技,2008,37(2):29-32.
- [7] 翟明普,沈国防. 森林培育学[M]. 3 版. 北京:中国林业出版社,2016:251.
- [8] 姚海英. 森林抚育间伐技术要点及对生态环境的影响探究[J]. 现代园艺,2020,43(14):128-129.
- [9] 雷相东,陆元昌,张会儒,等. 抚育间伐对落叶松云冷杉混交林的影响[J]. 林业科学,2005,41(4):78-85.
- [10] 黄鑫春,周强,滕贵波,等. 抚育间伐对紫椴人工林生长的影响[J]. 辽宁林业科技,2020(6):23-27.
- [11] 钟呈,王瑞辉,符伟男,等. 不同年龄杉木人工林抚育成效分析:以江西省靖安县为例[J]. 林业资源管理,2017(1):43-49.
- [12] 蒋华,梁乃鹏,吴宏扬. 间伐强度和施肥对杉木中龄林生长的影响[J]. 安徽农业科学,2021,49(2):87-90.
- [13] 徐金良,毛玉明,郑成忠,等. 抚育间伐对杉木人工林生长及出材量的影响[J]. 林业科学研究,2014,27(1):99-107.
- [14] LEI X D, LU Y C, PENG C H, et al. Growth and structure development of semi-natural larch-spruce-fir (*Larix olgensis-Picea jezoensis-Abies nephrolepis*) forests in northeast China: 12-year results after thinning [J]. Forest ecology and management, 2007,240(1/2/3):165-177.
- [15] 温晶,张秋良,韩胜利,等. 不同抚育间伐强度对兴安落叶松林分平均直径和树高生长的影响[J]. 西北林学院学报,2018,33(5):163-166,178.
- [16] 张水松,陈长发,吴克选,等. 杉木林间伐强度试验 20 年生长效应的研究[J]. 林业科学,2005,41(5):56-65.
- [17] 张水松,陈长发,吴克选,等. 杉木林间伐强度材种出材量和经济效果的研究[J]. 林业科学,2006,42(7):37-46.

(上接第 104 页)

基础、人文基础,实现生态、生活、生产“三生”和谐共荣,促进一产、二产、三产融合发展,期望河口盐碱地上的高品质林业发展模式可为黄河流域的生态品质提升及林业高质量发展提供参考。

#### 参考文献

- [1] 周广胜,周莉,汲玉河,等. 黄河水生态承载力的流域整体性和时空连通性[J]. 科学通报,2021,66(22):2785-2792.
- [2] 牛明香,王俊,徐宾铎. 基于 PSR 的黄河河口区生态系统健康评价[J]. 生态学报,2017,37(3):943-952.
- [3] 王扬,孟佳,张靖雯,等. 黄河生态防护林现状及规划建议:以齐河沿黄河生态防护区为例[J]. 现代农业科技,2021(13):153-156.
- [4] 娄广艳,葛雷,黄玉芳,等. 黄河下游生态调度效果评估研究[J]. 人民黄河,2021,43(7):100-103.
- [5] 左其亭. 黄河流域生态保护和高质量发展研究框架[J]. 人民黄河,2019,41(11):1-6,16.
- [6] 刘建华,岳铭睿. 黄河流域生态保护和高质量发展研究知识图谱分析[J]. 人民黄河,2021,43(7):7-12,23.

- [7] 邵鹏,王齐,单英骥. 基于文本分析的黄河流域生态保护与高质量发展研究[J]. 干旱区资源与环境,2020,34(11):78-83.
- [8] 黄祖辉.“绿水青山”转换为“金山银山”的机制和路径[J]. 浙江经济,2017(8):11-12.
- [9] 柯水发,朱烈夫,袁航,等. “两山”理论的政治经济学阐释及政策启示:以全面停止天然林商业性采伐为例[J]. 中国农村经济,2018(12):52-66.
- [10] 周雪. 黄河文化旅游资源开发研究:评《黄河流域旅游文化及其历史变迁》[J]. 人民黄河,2021,43(6):168-169.
- [11] 李珊,杨超越,姚媛媛,等. 不同土地利用方式对山东滨海盐碱土理化性质的影响[J/OL]. 土壤学报,2021-07-06[2021-07-15]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1119.P.20210706.1313.004.html>.
- [12] 李艳. 如何优化自然保护区林业资源保护利用:以黄河三角洲为例[J]. 现代园艺,2021,44(4):173-174.
- [13] 陈慧碧. 黄泛平原地区杨树复合经营模式调查及典型林农经营效益的研究[D]. 北京:北京林业大学,2019.
- [14] 朱玲,周玉新,唐罗忠,等. 我国林农复合经营模式及其综合评价方法[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2015,39(4):149-156.
- [15] 周玉新,童婷婷. 林农复合经营模式的优化选择及产业化经营研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(6):1858-1860.
- [16] 任秀峰,邱兰. 林下经济对林业总产值的影响效应研究[J]. 西南林业大学学报(社会科学),2021,5(4):51-56.