

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.03.028

## 疏伐对促进红松果林生长与结实的影响研究

杨吉江<sup>1</sup>, 杨军<sup>1</sup>, 肖锐<sup>2</sup>, 杨凯<sup>2,3</sup>

(1. 黑龙江省林业和草原调查规划设计院, 黑龙江 哈尔滨 150010; 2. 黑龙江省林业科学研究所, 黑龙江 哈尔滨 150040; 3. 果松产业国家创新联盟, 黑龙江 哈尔滨 150040)

**摘要:**针对目前红松果林经营中产量偏低的现象,采取以疏伐为主的措施进行促进红松果林生长和结实的试验。结果表明,疏伐强度分别为 45.35% 和 34.30% 的两组试验地,其胸径生长量分别比对照(未经疏伐林分)提高 189.7% 和 154.8%,冠幅生长量提高 229.5% 和 189.5%,结实株率分别提高 155% 和 100%。疏伐可促使红松种子品质明显提高,种子活力和千粒重比对照增加 15.4% 和 8.95%,球果数量和重量增加 8.5% 和 26%,出种率增加 171%。强度疏伐( $\geq 50%$ )可显著提高红松林木生长,促进其开花结实。

**关键词:**疏伐;疏伐强度;林分生长;结实量;种子品质;红松果林

中图分类号:S753.513;S791.247;S758.52;S722.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2023)03-0153-05  
引文格式:杨吉江,杨军,肖锐,等.疏伐对促进红松果林生长与结实的影响研究[J].林业调查规划,2023,48(3):153-157,201. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.03.028

YANG Jijiang, YANG Jun, XIAO Rui, et al. Effect of Thinning on Promoting the Growth and Fruiting of *Pinus koraiensis* Fruit Forest[J]. Forest Inventory and Planning, 2023, 48(3): 153-157, 201. doi: 10.3969/j.issn.1671-3168.2023.03.028

## Effect of Thinning on Promoting the Growth and Fruiting of *Pinus koraiensis* Fruit Forest

YANG Jijiang<sup>1</sup>, YANG Jun<sup>1</sup>, XIAO Rui<sup>2</sup>, YANG Kai<sup>2,3</sup>

(1. Heilongjiang Institute of Forestry and Grassland Investigation Planning and Design, Harbin 150010, China;  
2. Heilongjiang Academy of Forestry, Harbin 150040, China;  
3. National Innovation Alliance for Industry of Nut Pine, Harbin 150040, China)

**Abstract:** To solve the current problem of low yield in fruit forest management of *Pinus koraiensis*, main measurements of preliminary thinning were taken to promote the growth and fruiting of *Pinus koraiensis* fruit forests. The results showed that the two experimental plots with thinning intensities of 45.35% and 34.30%, respectively, showed an increase of 189.7% and 154.8% in DBH growth, 229.5% and 189.5% in crown growth, and 155% and 100% in seed setting rate compared to the control (non thinning stand). Thinning could significantly improve the quality of *Pinus koraiensis* seeds, increase seed vitality and thousand seed weight by 15.4% and 8.95% compared to the control, increase the number and weight of cones by 8.5% and 26%, and increase the seed emergence rate by 171%. Intensive thinning ( $\geq 50%$ )

收稿日期:2022-03-08.

基金项目:中央财政林业科技推广示范项目(黑[2023]TG02号;黑[2023]TG23号);国家“十三五”重点研发项目(2016YFC050030501);黑龙江省科技厅重点攻关项目(CC12B203).

第一作者:杨吉江(1965-),男,黑龙江哈尔滨人,高级工程师.主要从事森林、草原调查规划工作.

责任作者:杨军(1972-),男,黑龙江哈尔滨人,高级工程师.从事森林经理工作.

could significantly improve the growth of *Pinus koraiensis* and promote the flowering and fruiting.

**Key words:** thinning; thinning intensity; stand growth; seed yield; seed quality; *Pinus koraiensis* fruit forest

红松(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)是我国东北林区特有的珍贵树种,红松虽然主要以用材为主,但同时它又是果树,种仁是营养丰富的保健食品。内含多种生物活性物质,经济价值较高,在医疗保健方面具有广阔的前景<sup>[1-2]</sup>。红松结实量较高,在生长旺盛期的丰年均大量结实。国外已对红松果林的发展和建设进行了有益尝试,俄罗斯已开展了坚果型优树选择、优良林分的划分和种子丰产标准的研究<sup>[3-5]</sup>,我国从 80 年代开展对红松开花结实规律、良种选育、促进结实及优树选择的研究<sup>[6-12]</sup>,采取疏伐、修枝、整型和土壤管理、生物激素等栽培技术措施<sup>[13-15]</sup>可促进红松果林大量结实。10 多年来,营造红松果林已得到各地的普遍重视,目前已逐渐将建设红松果林列为林区经济发展的支柱产业之一,林业生产部门迫切需要有关红松果林经营的实用技术。本试验重点研究疏伐对促进红松果林生长与结实以及结实品质的影响,为了解红松的结实规律、提高种子产量、促进红松经济林的发展提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

试验林分别位于黑龙江省鹤岗市红旗林场、兴隆林业局蚂螂河经营所、东京城林业局、黑龙江省林业科学院丽林林场和勃利县通天二林场、吉林省露水河林业局等地。天然林林龄 150 a 以上,人工林林龄 15~35 a。

### 1.2 研究方法

设置 0.1 hm<sup>2</sup> 固定样地 20 块,各地区均按强度、中度、弱度疏伐及对照样地 4 种方式进行设计,调查样地内的样株数量,以在勃利县通天二林场为典型固定样地举例,其状况如表 1 所示,样地均为 1959 年春在次生林下营造红松纯林,密度为 6 600 株/hm<sup>2</sup>,分别在 1979、1980、1982、1989 等年度进行疏伐。

## 2 结果与分析

### 2.1 疏伐对红松林分生长的影响

红松果林正常生长和开花结实均需要一定的光照强度,充足的阳光能促进树木加速光合作用和营养的积累,疏伐的目标就是把红松果林调整到最合

表 1 红松果林样地疏伐状况

Tab. 1 Thinning status of *Pinus koraiensis* fruit forest samples

疏伐时间	保留株数/(株·hm <sup>-2</sup> )			疏伐强度/%		
	样地 1	样地 2	样地 3	样地 1	样地 2	样地 3
1980	228			58.0		
1982			1743			18.9
1986		1064			38.9	
1989	370	690		49.2	35.1	
1990			1414			31.2
1993		406			42.0	
1996			867			38.7

理的经营密度,使养分更集中,光照更充分,使营养丰富、生长旺盛的红松果树结实量明显提高。

#### 2.1.1 疏伐强度对红松林分平均胸径生长的影响

鹤岗市红旗林场红松人工林经过疏伐后,其林分生长量和结实量较对照标准地均有明显提高,不同疏伐强度对林分平均胸径生长差异显著(表 2)。

表 2 疏伐强度对平均胸径生长的影响

Tab. 2 Effect of different thinning intensities on the average DBH growth

间伐强度类型	样地号	间伐强度/%	平均间伐强度/%	胸径生长				
				3 年生长/cm	定期平均/cm	3 年生长率/%	定期平均生长率/%	各处理与对照比/%
强度间伐	2	45.29		2.47	0.82	20.9	6.94	
	13	53.25		2.86	0.95	22.8	7.56	
	9	36.88		3.22	1.07	28.6	9.50	
	5	43.79		3.22	1.05	27.8	9.22	
	平均		45.35	2.94	0.98	25.0	8.31	189.5
中度间伐	12	36.12		2.21	0.74	16.24	5.44	
	1	37.56		2.04	0.68	16.86	5.62	
	7	31.90		2.93	0.97	26.4	8.74	
	10	31.65		2.41	0.8	19.2	6.37	
	平均		34.31	2.40	0.78	19.65	6.54	154.8
CK 对照	CK 对照			1.55	0.51	14.24	5.78	100

由表 2 可知,疏伐强度为 45.35% 时,定期胸径生长量为 2.94 cm,疏伐强度为 34.31% 时,定期胸径生长量为 2.40 cm,分别为对照区的 189.7% 和 154.8%。由于样地坡位不同,立木密度不同,则平均胸径增值也不同,进行方差分析,结果见表 3。 $F$  值为 10.63,大于  $F_{0.05}(11,359)1.8$ ,充分说明不同样

地间的平均胸径存在显著差异。

2.1.2 疏伐强度对红松林分平均冠幅生长的影响

红松果林需要有较高的生物量和庞大的树冠才能促进结实。树高和直径生长主要依靠地下根系供应水分、无机盐类和地上树冠的叶子光合作用制造养料。通常林木冠幅大小可确定树木所占的营养空间,冠幅与根系分布范围密切相关,因此探究红松果林冠幅生长发育对疏伐强度、疏伐间隔期的确定十分重要(表 4)。

由表 4 可知,加大疏伐强度,树木营养空间增大,则冠幅发育也增大。对照区年均冠幅生长为 0.29 m,而间伐区年均冠幅生长分别为 0.54 m 和 0.65 m,13 号样地年均冠幅增长可达 0.87 m。调查得知,疏伐后第一年冠幅增长量较小。

表 3 疏伐强度对平均胸径生长的方差分析

Tab.3 Variance analysis of different thinning intensities on the average DBH growth

方差来源	变异平均和	自由度	方差估计值	$F$ 值	$F_{0.05}(11,359)$
样地间	116.02	11	11.69	10.63	1.80
试验误差	159.09	348	0.50		
总和	276.01	359			

表 4 疏伐强度对林分平均冠幅生长的影响

Tab.4 Effect of different thinning intensities on the average crown growth of forest stand

样地	起始密度 / (株·hm <sup>-2</sup> )	现实密度 / (株·hm <sup>-2</sup> )	疏伐强度 / %	初测平均冠幅 / m <sup>2</sup>	二次测平均冠幅 / m <sup>2</sup>	冠幅增长量 / m <sup>2</sup>	定期平均增长量 / m <sup>2</sup>	冠幅增长率 / %	单株营养面积 / m <sup>2</sup>	理论密度 / (株·hm <sup>-2</sup> )	各强度冠幅比
4(对照)	1744	-	-	2.90	3.42	0.52	0.17	17.9	9.19	1088	
6(对照)	1536	-	-	2.95	3.56	0.61	0.20	20.7	9.95	1005	
平均	1640	-	-	2.93	3.49	0.57	0.19	19.3	9.57	1047	100.0
1	1672	1044	37.56	2.90	3.94	1.03	0.34	35.5	12.19	820	
7	1580	1076	31.90	3.06	4.24	1.18	0.39	38.6	14.12	708	
12	1660	1068	35.66	3.00	4.03	1.02	0.34	34.0	12.69	788	
平均	1637	1062	35.04	2.99	4.07	1.08	0.36	36.0	13.00	769	189.5
2	1528	836	45.29	3.10	3.98	0.88	0.29	28.4	12.45	803	
13	2028	948	53.25	3.04	4.78	1.74	0.58	57.2	17.95	557	
5	1708	960	43.79	3.24	4.26	1.06	0.35	33.1	14.25	701	
9	1616	1020	36.88	3.06	4.61	1.55	0.51	50.7	16.69	599	
平均	1720	941	44.82	3.10	4.41	1.31	0.44	42.4	15.34	665	229.5

疏伐是改善植株冠幅生长的重要手段之一,合适的疏伐强度能够显著改善植株的生长状况,同时节约抚育成本,增加经济价值。对不同疏伐强度(强度间伐:2,13,5,9;中度间伐:1,7,12;对照:4,6)的树冠定期平均增长量进行方差检验( $P(0.00689) < 0.05$ )(图 1)。

从图 1 可知,不同间伐强度对林分平均冠幅增长量有显著影响。多重比较结果显示,强度和中度间伐能显著促进林分平均冠幅的增长,但不同疏伐

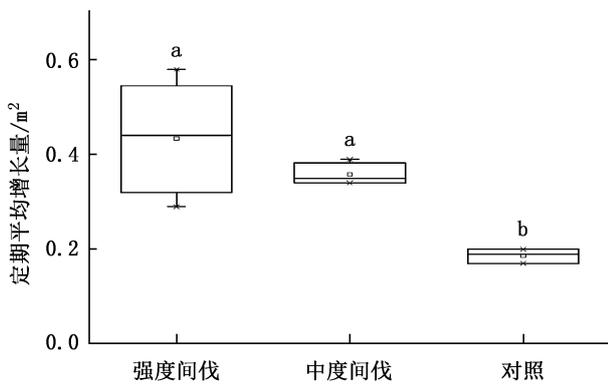
强度间差异不显著。

2.1.3 疏伐强度的确定

根据平均冠幅求算单株平均营养面积,可以求算单位面积立木株数,把这个株数称为理论密度。把平均极强度间伐立木密度与理论密度的比值称为修正系数。

$$\text{理论密度 (株/hm}^2\text{)} = 10\,000 \div (\text{保留木平均冠幅宽} + \text{保留冠幅平均 N 年增长宽度})^2 \times \pi \div 4$$

根据样地资料求得修正系数为 1.41504。



注:不同字母间表示差异显著,  $P < 0.05$ 。

图 1 疏伐强度对林分平均冠幅生长的影响

Fig. 1 Effect of thinning intensities on the average crown growth of forest stand

保留株数(株/hm<sup>2</sup>)=理论密度(株/hm<sup>2</sup>)×1.415 04

若想提高红松果林产量,必须疏伐强度>50%。根据表 4 的林分年平均冠幅增长量( $y$ )与理论密度( $X$ )进行一元线性回归分析,得  $R = -0.952 7$ ,  $a = 1.369 2$ ,  $b = -0.001 1$ 。若要达到一定的冠幅增长量,必须具有相应的合理密度。

确定疏伐强度必须探究胸径与冠幅相关数学模型,通过胸径与冠幅的预测得出年均冠幅增长量,然后确定疏伐强度。利用胸径与冠幅相关数学模型: $y = a + bx$ ,即可求出各平均胸径的冠幅理论值,其平方数即为平均冠幅面积理论值。将其去除 10 000 m<sup>2</sup>,即得每公顷需保留的株数。冠幅面积要加上树木间隔期冠幅增值的面积。

## 2.2 疏伐对林分结实的影响

### 2.2.1 疏伐对天然红松果林结实量的影响

在对红松果林进行疏伐试验调查后,证实红松果林必须经营管理才能提高结实量,在黑龙江省林业科学院丽林林场的两块样地和吉林省露水河林业局东升林场的红松果林内进行疏伐试验,林龄超过 150 a,经疏伐后,结实量明显高于对照样地(表 5)。

不同强度疏伐后种子产量和种子品质均有提高,优良天然红松林疏伐后保留 146 株/hm<sup>2</sup>,比未疏伐的优良林分种子产量增加 0.76%,株数减少 32%(株数比)。种子产量虽然增加不多,但是种子品质提高较大。经测定可以看出,种子活力指数增加 15.4%、千粒重增加 8.95%(表 6)。

天然红松林疏伐必须调查林龄和林分结构,一般天然红松林林龄超过 170 a 后改建为母树林效果不佳。

表 5 疏伐对天然红松果林结实量的影响

Tab. 5 Effect of thinning on seed yield of natural *Pinus koraiensis* fruit forest

样地	地点	措施	单株平均 结种量 /kg	结实 株率 /%	种子产量 /(kg· hm <sup>-2</sup> )	林分状况
4	丽林	疏伐	3.915	85	332	优良
5	丽林	疏伐	3.892	80	373	优良
10	丽林	对照	2.252	68	230	优良
20	丽林	对照	2.154	70	145	一般
23	丽林	对照	1.473	65	187	一般
1	东升	疏伐	2.10	90	305	优良
2	东升	对照	1.80	82	303	优良

表 6 天然红松果林不同疏伐强度种子品质比较

Tab. 6 Comparison of seed quality of different thinning intensities in natural *Pinus koraiensis* fruit forest

疏伐强度 /(株· hm <sup>-2</sup> )	郁闭度	活力指数		千粒重	
		均值	增长率 /%	均值 /g	增长率 /%
110	0.5	0.152	34.5	518.5	8.95
150	0.9	0.133	17.0	480.2	0.90
193	0.9	0.113	0	475.9	0

### 2.2.2 疏伐对红松人工林结实量的影响

人工红松林疏伐与未疏伐其生长、结实量不同。在勃利县通天二林场第 10 林班设立 3 块样地,其林龄相似,由于疏伐起始年限和疏伐强度不同,结实量和生长量也不同(表 7),该样地 1959 年造林,第一块样地是 1980 年采用强度疏伐(58%),保留 728 株/hm<sup>2</sup>,经 9 a 后进行第二次强度疏伐(49.2%),保留株数 370 株/hm<sup>2</sup>,结实株率为 90%,平均每株结实球果 13.3 个;结实范围为 4~51 个球果,总蓄积为 75.9 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,总球果数为 3 670 个/hm<sup>2</sup>;第三块样地采用弱度疏伐,保留 867 株/hm<sup>2</sup>,结实株率为 45%,平均株结实球果 6 个,总蓄积为 46.8 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。实验结果表明,红松人工林经过强度疏伐不影响树木生长和发育,反而提高生长量和结实量。

果林的正常生长和结果均需要一定的光照强度,光照不足会影响红松林木生长、养料积累和结实。疏伐红松果林的目的是把红松果林调整到合理经营密度。对鹤岗市红旗林场 25 a 生红松人工林疏伐试验地进行调查,也同样证实了疏伐能够促进

表7 人工红松林不同疏伐强度结实量比较

Tab.7 Comparison of seed yield of different thinning intensities in artificial *Pinus koraiensis* forest

样地号	林龄/a	密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	林分平均值			林分球果数/(个·hm <sup>-2</sup> )	结实率与对照比/%
			树高/m	胸径/cm	结实株率/%		
1	40	370	9.85	24.1	90.8	3630	155.1
2	40	390	10.25	18.5	75.9	2904	124.1
3	40	867	9.36	16.1	60.0	2340	100.0
4	25	1744	5.30	8.5	19.0	1972	100.0
5	25	960	7.10	12.5	38.0	2548	127.0
15	25	348	7.50	12.7	51.0	1255	65.0

林木生长和开花结实,还能提高种子产量和出仁率。历经4年的极强度间伐表明,间伐后林木生长稳定,未遭到杂草和风雪危害以及松梢螟虫危害。因此,改建红松果林与经营要提前进行透光伐和疏伐,保证充足的光照,促进增大树冠体积,降低枝下高。

### 2.3 疏伐对红松种子品质的影响

疏伐对红松结实品质影响很大,经营目的不但要提高种子产量,同时还要提高种子品质。对鹤岗市红旗林场疏伐和未疏伐人工红松林结实品质进行调查(表8)。

表8 疏伐对人工红松林种子品质的影响

Tab.8 Effect of thinning on seed quality of artificial *Pinus koraiensis* forest

样地	球果个数/个	球果重量/kg	种子重/g	出种率/%	千粒重/g
未疏伐	6.45	1.46	340.00	40.2	646.72
疏伐	7.00	1.84	784.21	93.4	802.43

疏伐林分比未疏伐林分球果数量增加8.5%,球果重量增加26%,种子重量增加115.7%,出种率增加171.8%,千粒重增加8.6%,由于疏伐后增加了光照强度,无疑会引起林内温度和湿度的变化,水热条件的改善,促进了土壤微生物活动效果,使开花数量增加,营养更加集中,种子的品质得到提高。

### 3 结论与讨论

红松果林正常生长和开花结实均需要一定的光照强度,充足的光照能促进林木加速光合作用和营

养积累。林木冠幅大小确定林木所占的营养空间,冠幅与根系分布范围密切相关,疏伐的目标是把红松果林调整到最合理的经营密度,使养分更集中,光照更充分,使营养丰富、生长旺盛的红松果树结实量明显提高。红松人工林经过疏伐后,其林分生长量和结实量较对照标准地均有明显提高,不同疏伐强度对林分平均胸径生长差异显著,疏伐强度分别为45.35%和34.30%的两组试验标准地,其胸径生长量分别比对照林分提高189.7%和154.8%,其冠幅生长量提高229.5%和189.5%,其结实株率分别提高155%和100%。

疏伐对红松结实品质影响很大,由于疏伐后增加了光照强度,无疑会引起林内温度和湿度的变化,水热条件改善,促进了土壤微生物活动效果,使开花数量增加,营养更加集中,种子的品质得到提高。疏伐不但能提高种子产量,同时还提高了种子的品质。对疏伐和未疏伐人工红松林结实品质进行调查结果表明,疏伐林分比未疏伐林分球果数量增加8.5%,球果重量增加26%,种子重量增加115.7%,出种率增加171.8%,千粒重增加8.6%,

红松果林经营应按不同径阶确定合理的保留密度<sup>[16]</sup>,疏伐后郁闭度应保持在0.5~0.6范围,疏伐强度过大会影响结实产量,疏伐强度过小则林冠很快就会郁闭,会对林木生长和结实产生影响。合理的疏伐间隔期应在5年以上。

促进红松果林结实的措施是复合经营作用。以疏伐为主,辅以松土、整枝、施肥等措施来提高果林的结实量。其中疏伐措施对红松促进结实作用十分明显。本文重点探讨了疏伐对红松结实的影响,但要使结实量能有较大幅度的提高,还应充分采取各种措施来达到红松果林高产、优质的培育目标。

### 参考文献:

- [1] 杨凯. 红松果用林研究现状与产业化前景[J]. 林业科技开发,2007(1):3-7.
- [2] 张思桐,杨凯,赵玉红. 不同品系红松籽油脂脂肪酸分析及其抗氧化活性研究[J]. 现代食品科技,2018(3):231-241.
- [3] ВОРБЕВ В Н, ВОРОБЕВА Н А. РОСТ И ПОЛ КЕДРА ИБИРКОГО наука[J]. спб,1989:167-170.
- [4] ТИТОВ Е В, половые типы. деревьев кедр сибирского [J]. СОВЕДЕНИЕ,1991(4):64-68.
- [5] ВЕСЕЛИН Б В. БОЛЬШЕ ВНИМАНИЯ КЕДРОМ [J]. лесное хозяйство,1994(6):42-45.
- [6] 李景文. 红松混交林生态与经营[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,1997. (下转第201页)

要注重场地地域文化与历史文化的表达。

## 4 结 论

经济发展和城市复兴导致日益片面的城镇景观,为使城市具有独特的内涵与地域特征,在城市景观设计中,场所精神是不能被忽视的。场所精神作为景观设计的灵魂和目标,能够赋予场地独特的地域特征和文化内涵,是创建个性化城市景观的必要支撑。在城镇化程度加快的背景下,更应注重保护生态环境,鼓励“体验至上”的生活态度,传承发展地域文化特色,以促进城市可持续发展和人与自然和谐共处。带状公园作为城市的文脉传承带,建设独特的带状公园景观是毋庸置疑的。在进行带状公园设计时,不仅要尊重自然生态,而且要善于挖掘地方特色文化,运用地域特色的表达,保留特定文化元素,传承地方文脉,进而彰显场所精神,打造出具有场所感与认同感的城市带状公园。

## 参考文献:

- [1] 费彦. 现象学与场所精神[J]. 武汉城市建设学院学报,1999,16(4):20-24.
- [2] 杨纵横. 从空间到场所[D]. 重庆:重庆大学,2013.
- [3] 诺伯舒兹. 场所精神:迈向建筑现象学[M]. 施植明,译. 武汉:华中科技大学出版社,2010.
- [4] 赵星宇. 历史事件纪念馆场所精神的表达研究[D]. 成都:西南交通大学,2013.
- [5] 董栋梁. 纪念性空间场所精神表达的策略研究[D]. 重庆:重庆大学,2013.
- [6] 李春涛. 试论城市带状绿地的发展与功能[J]. 安徽农业科学,2004,32(5):963-968.
- [7] 李晓龙,王漫,任晓远,等. 城市带状绿地景观建设概述[J]. 现代园艺,2016(10):85.
- [8] 李华威,穆博,雷雅凯,等. 道路带状绿地景观评价及功能分析[J]. 浙江农林大学学报,2015,32(4):611-618.
- [9] 黄帼虹. 带状公园的特点及其布局探讨[D]. 广州:华南农业大学,2005.
- [10] 周莹莹,李帅波. “精神场所”理念在现代高校校园景观设计中的应用[J]. 安徽农业科学,2017,45(27):177-179.
- [11] 李素英,王计平. 城市带状公园的景观结构分析[J]. 城市规划,2010(2):74-77,88.
- [12] 李鑫. 赤峰市新城区带状公园景观规划设计[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2016.
- [13] 张琳,张迪昊,许凯. 基于遗址保护与展示的城墙遗址公园规划探索——以唐长安城城墙遗址公园规划为例[J]. 规划师,2010,26(10):47-52.
- [14] 康蕾. 洛阳市洛浦公园滨水景观设计中的历史文化应用研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2014.
- [7] 吴榜华. 论红松果材林生态经济问题[J]. 吉林林业科技,2000(1):19-24.
- [8] YANG K. Method and standard for selecting elite nut trees of Korean pine [J]. Journal of Forestry Research, 2001(2):84-88.
- [9] 肖锐,马盈,李艳霞,等. 红松果材兼用林培育优树选择指标的研究[J]. 林业勘查设计,2014(1):32-34.
- [10] 李艳霞,杨凯. 我国红松坚果良种选育研究现状[J]. 林业勘查设计,2015(3):72-75.
- [11] 杨吉江,李艳霞,闫朝福,等. 30年生红松优良家系选择[J]. 林业勘查设计,2022(4):4-7.
- [12] 刘延滨,肖锐,马盈,等. 近40年红松人工林研究的趋势与热点[J]. 林业科技,2022(5):58-62.
- [13] 樊邵平,孙海双,张海廷. 人工红松母树林疏伐技术[J]. 林业科技,1999,24(6):11-13.
- [14] 杨凯,谷会岩. 红松果林开花阶段植株体内激素动态变化研究[J]. 林业科学,2005(5):33-37.
- [15] 闫朝福,肖锐,李艳霞,等. 红松果林营建及嫁接管理实用技术[J]. 林业勘查设计,2020(4):124-125.
- [16] 国家林业局. 中华人民共和国林业行业标准. 红松果林丰产技术规程:LY/T 1629-2005[S]. 北京:中国标准出版社,2005.

责任编辑:杨焱熔

(上接第157页)

责任编辑:许易琦