

利用清灌剩余物预防草兔啃食幼树的研究

崔 汛¹, 韩崇选^{2*}, 王培新³, 孟惠荣⁴, 张芳宝⁵, 李建国⁶, 张 浩²,
张 磊², 王明春², 杨清娥²

(1. 秦岭国家植物园, 陕西 西安 710061; 2. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 3. 陕西省森林病虫害防治检疫总站, 陕西 西安 710082; 4. 咸阳市森林病虫害防治检疫站, 陕西 咸阳 712000; 5. 延安市森林病虫害防治检疫站, 陕西 延安 716000; 6. 陕西省咸阳市职业技术学院, 陕西 咸阳 712000)

摘 要: 幼树群落是森林生态系统的重要组成部分, 但草兔啃食对幼树的生长和保存产生了负面影响, 严重影响林业生态工程建设的质量和效益。围栏是常用的预防兔害的方法, 但建造围栏费工、费时, 且成本高。另一种选择是利用围栏原理, 将幼树与草兔隔开, 而不限其进入林内。本研究采用延安市桥北林区和咸阳市旬邑林区试验材料, 验证了用灌木枝条(沙棘、黄刺玫和其他灌木)围罩幼树的效果。试验在当年油松定植时布设, 设罩盖与不罩盖处理, 5次重复, 苗龄3 a, 各处理300株。2006年5月定植时统计用工量, 并对处理区的油松进行测量、标记。处理后2007—2011年5月各调查1次。结果表明, 灌木枝条篱笆预防效果优于围墙, 2种处理前5 a的综合预防效果桥北为 $57.3\% \pm 1.81\%$ 和 $47.1\% \pm 2.93\%$, 旬邑为 $47.6\% \pm 2.08\%$ 和 $37.33\% \pm 2.34\%$ 。灌木篱笆预防有效期在5 a以上, 围墙有效期为3 a。

关键词: 林木兔害; 空间隔离; 灌木篱笆; 灌木围墙

中图分类号: S764

文献标志码: A

文章编号: 1001-7461(2013)03-0149-06

Application of Residual Branches from Shrub-clearing to the Protection of Newly Planted Saplings From Browsing by *Lepus capensis*

CUI Xun¹, HAN Chong-xuan^{2*}, WANG Pei-xin³, MENG Hui-rong⁴, ZHANG Fang-bao⁵, LI Jian-guo⁶,
ZHANG Hao², ZHANG Lei², WANG Ming-chun², YANG Qing-e²

(1. Qinling National Botanical Garden, Xi'an, Shaanxi 710061, China; 2. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Shaanxi Station of Forest Pest Management, Xi'an, Shaanxi 710082, China; 4. Xianyang Station of Forest Pest Management, Xianyang, Shaanxi 712000, China; 5. Yanan Station of Forest Pest Management, Yanan, Shaanxi 716000, China; 6. Xianyang Institute of Vocation and Technology, Xianyang, Shaanxi 713700, China)

Abstract: Sapling communities are important components of forest ecosystems. However, browsing by *Lepus capensis* can negatively impact sapling growth and livability, and seriously undermine the quality and efficiency of forest ecological projects. Fencing is a common way to prevent hare damage, but it requires a lot of work, time and costs. An alternative to fencing is the use of the structures that separated from the saplings and the hares, without excluding hares to access to the entire forest lands. We examined the use of felled shrubs (*Hippophae rhamnoides*, *Rosa xanthina* and other shrub branches which were formed from the shrub-clearing during other forest managements) enclosed around each sapling, to form shrub fence in the plantations in Qiaobei, and Xunyi, Shaanxi Province. Five replicates of felled shrubs enclosed treatments and non-enclosed treatments were applied to newly planted Chinese pine saplings with an age of 3 years, and 300 plants in each treatment. The experiment started in May, 2006, when the amounts of labor

收稿日期: 2013-01-04 修回日期: 2013-01-22

基金项目: 国家林业重点公益项目(201004003-4); 国家林业局重点项目(2012-02); 国家林业局推广项目([2010]41)。

作者简介: 崔汛, 男, 高级工程师, 研究方向: 天然林保护。

* 通信作者: 韩崇选, 男, 研究员, 研究方向: 森林鼠害治理。E-mail: sendakingcat@qq.com

related to shrub branch enclosure were recorded, parameters of Chinese pine seedlings in the treatment areas were measured and tagged. Post treatment measurements were made in May each year from 2007—2011. The results indicated that the prevent effects of shrub branch fence surpassed the barrier wall. The comprehensive prevent effects in the first 5 years of the two methods in Qiaobei were $57.3\% \pm 1.81\%$ and $47.1\% \pm 2.93\%$, and $47.6\% \pm 2.08\%$ and $37.33\% \pm 2.34\%$ in Yunyi, respectively. The term of validity by using shrubs fence to prevent hare damage was over 5 years, and using shrubs barrier wall was 3 years.

Key words: forest hare damage; spatial separation; shrub fence; shrub barrier wall

油松 (*Pinus tabulaeformis*) 是我国特有树种, 也是我国北方地区主要的造林树种之一^[1-2]。随着林业 6 大工程的实施, 油松人工纯林面积逐渐增加, 野兔对油松幼树的危害凸显, 已经成为了限制油松成林的主要问题^[3-8]。利用物理空间隔离原理控制野生动物对林木的危害是一种有效的策略^[9], 但随着原材料和劳务费的上涨, 使建造成本大幅度增加, 严重限制了这类方法的大范围推广使用。寻找经济、简便、有效的物理空间隔离方法就成为了控制有害动物对农业经济危害损失的热点问题^[10]。黄土高原沟壑区分布有大面积的沙棘、沙柳和黄刺玫等灌木^[11-13], 造林时清灌, 或沙棘和沙柳灌木林定期平茬, 产生大量的灌木枝条^[14-15], 能否利用其阻隔野兔啃食林木幼树是一个重要命题。为此, 2006 年—2011 年, 在陕西延安桥北林区和咸阳市旬邑林区进行了灌木枝条围罩油松幼树试验, 以验证灌木枝条围罩幼树对野兔的阻隔效应, 探讨灌木枝条阻隔效应的最佳模式。

1 材料与方法

研究地在延安市桥北林区和咸阳市旬邑林区。桥北林区位于陕甘交界的子午岭北端富县境内, 属以梁为主的低山丘陵区。海拔 1 000~1 582 m, 年日照时数 2 492.4 h, 年辐射量 $133.4 \text{ km} \cdot \text{cm}^{-2}$, 年平均气温 9.1°C , 极端最高气温 36.7°C , 极端最低气温 -25.7°C , 年降水量 570 mm, 7—9 月降水量占全年的 65%, 无霜期 140 d。旬邑林区位于咸阳市北部, 属典型的黄土沟壑区。海拔 960~1 350 m, 无霜期 180 d, 年均气温 9°C , 年降水量 600 mm, 日照时数 2 390 h。土壤主要是黑垆土和黄绵土, 植被属森林草原、灌丛草原和干草原。由于人为的毁林开荒和过度放牧, 使天然植被遭到反复破坏, 草场严重退化。区内农林交错分布, 为草兔 (*Lepus capensis*) 和甘肃鼯鼠 (*Myospalax cansus*) 的高发区。主要造林树种有油松、柴松 (*P. tabulaeformis* f. *shekanensis*)、樟子松 (*P. sylvestris* var. *mongolica*)、华北落叶松 (*Larix principis-rupprechtii*)、侧柏 (*Platycladus orientalis*)、刺槐 (*Robinia pseudoacacia*)、沙

棘 (*Hippophae rhamnoides*)、山桃 (*Prunus davidiana*)、山杏 (*Armeniaca sibirica*) 等^[16]。

试验在当年油松定植时进行。造林苗木为 3 年生的油松容器苗, 苗高 41.5~46.0 cm, 穴状整地, 株行距 $2 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ 。2006 年 4—5 月造林时, 利用清灌产生的沙棘、黄刺玫和其他灌木枝条, 采用 2 种方法对定植的油松进行处理。一种是将灌木枝条剪成 50 cm 长的段, 造林时在苗木四周围成篱笆状, 枝条间隔 5~7 cm, 基部 10~15 cm 埋入土中。另一种是用长 40 cm 左右的灌木枝条在定植油松四周搭建一个高 30~40 cm 的三角形围墙。试验采用间隔布设, 10 株为 1 组, 30 组为 1 处理, 组间预留 10 株不用灌木枝条处理的油松作对照, 重复 5 次 (图 1)。试验布设时统计用工量、测量油松高。试验后 2007—2011 年 5 月各调查一次油松苗高和野兔对苗木的危害情况。对调查的数据分类整理, 剔除其他因素死亡的油松资料, 利用 5 次重复的平均高生长和兔害株率计算标准误差, 比较不同处理方法油松高生长的差异, 评价灌木枝条围罩对林地兔害拟制的效果。

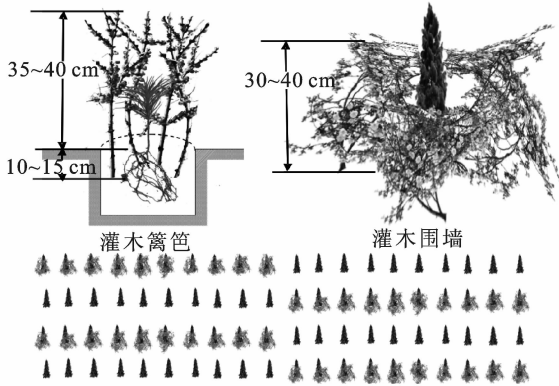


图 1 试验布设图
Fig. 1 Test layout diagram

2 结果与分析

2.1 桥北林区的预防效果分析

桥北林区 2 种处理方法试验结果见表 1。灌木枝条篱笆处理区, 定植后 1~5 a 的油松累计被害率比对照区降低 $1.9\% \pm 0.11\%$ 、 $5.5\% \pm 0.52\%$ 、 $6.1\% \pm 0.38\%$ 、 $6.5\% \pm 0.40\%$ 和 $7.1\% \pm 0.37\%$, 综合预防

效果 $57.3\% \pm 1.81\%$ 。各重复被害株率和预防效果差异不显著,而年代间差异极显著($F_d = 10.812, p = 0.000; F_p = 11.174, p = 0.000$);与对照区的数据分析,差异极显著($F = 94.195, p = 0.000$)。灌木枝条围墙试验区各年的累计被害株率比对照分别下降了 $1.7\% \pm 0.29\%$ 、 $4.7\% \pm 0.87\%$ 、 $5.3\% \pm 0.65\%$ 、 $5.5\% \pm 0.58\%$ 和 $5.4\% \pm 0.50\%$, 年均 $4.9\% \pm 0.39\%$, 综合预防效果 $47.1\% \pm 3.93\%$;重复间差异不显著,而年间差异极显著($F_d = 19.365, p = 0.000; F_p = 17.344, p = 0.001$),与对照相比,差异亦极显著($F = 58.053, p = 0.000$)。对 2 种方法的预防效果对比分析表明灌木枝条篱笆效果比围墙的效果好,前者综合预防效果为 $57.0\% \pm 5.35\%$, 而后者为 $47.1\% \pm 3.93\%$, 方差分析证明差异极显著($F = 9.197, p = 0.004$) (表 1)。

2.2 旬邑林区的预防效果分析

从灌木枝条篱笆试验效果分析,2007—2011 年的油松累计被害率比对照区下降 $2.2\% \pm 0.19\%$ 、 $2.9\% \pm 0.33\%$ 、 $3.1\% \pm 0.47\%$ 、 $3.1\% \pm 0.43\%$ 和 $3.3\% \pm 0.35\%$, 年均减少 $2.9\% \pm 0.17\%$, 综合预防效果为 $47.6\% \pm 2.08\%$ 。与桥北林区相同,各重复间结果差异不显著,而年代间差异极显著($F_d = 24.772, p = 0.000; F_p = 26.254, p = 0.000$);与对照区油松被害株率对比分析表明差异极显著($F = 15.700, p = 0.000$) (表 2)。而灌木枝条围墙处理区各年的油松累计被害株率比对照分别下降了 $2.2\% \pm 0.19\%$ 、 $2.9\% \pm 0.33\%$ 、 $3.08\% \pm 0.47\%$ 、 3.1%

$\pm 0.43\%$ 和 $3.3\% \pm 0.35\%$, 综合预防效果为 $37.3\% \pm 2.34\%$ 。方差分析表明其重复间差异不显著($F_d = 0.767, p = 0.559; F_p = 0.754, p = 0.567$),而年代间差异极显著($F_d = 424.772, p = 0.000; F_p = 26.254, p = 0.000$);与对照区油松被害株率进行对比分析差异显著($F = 15.70, p = 0.000$)。对 2 种方法的预防效果进行方差检验,差异不显著($F = 5.005, p = 0.060$),其中前者的综合预防效果 $47.6\% \pm 2.08\%$, 后者 $37.33\% \pm 2.34\%$ (表 2)。

2.3 两地油松被害差异分析

对两地油松年被害数据分析结果(图 2)表明,桥北林区林木被害率随着定植年限呈下降趋势,总体遵从的 Logarithmic-模型变化($R^2 = 0.777, F = 80.133, p = 0.000, t_c = 14.448, p = 0.000, t_x = -8.952, t = 0.000$)。灌木篱笆处理区,定植后各年油松被害率均比两者之间的差幅取决于对照油松年被害率,符合的 Linear-模型变化($R^2 = 0.720, F = 59.184, p = 0.000, t_c = 0.068, p = 0.947, t_x = 7.693, p = 0.000$),对照被害率愈大,两者之间差异愈大。灌木枝条围墙处理区的油松被害率也有随定植年限下降的趋势,但被害率比篱笆处理区的高,定植 3 a 后与对照油松被害率差异缩小,并逐渐大于对照。旬邑林区油松被害率除定植当年被害率较高外,其他各年处于波动状态,但也呈下降的趋势。灌木篱笆试验区油松被害率始终低于对照区;而灌木枝条篱笆区与对照油松被害率的差幅逐渐缩小,3 a 后差幅几乎消失。

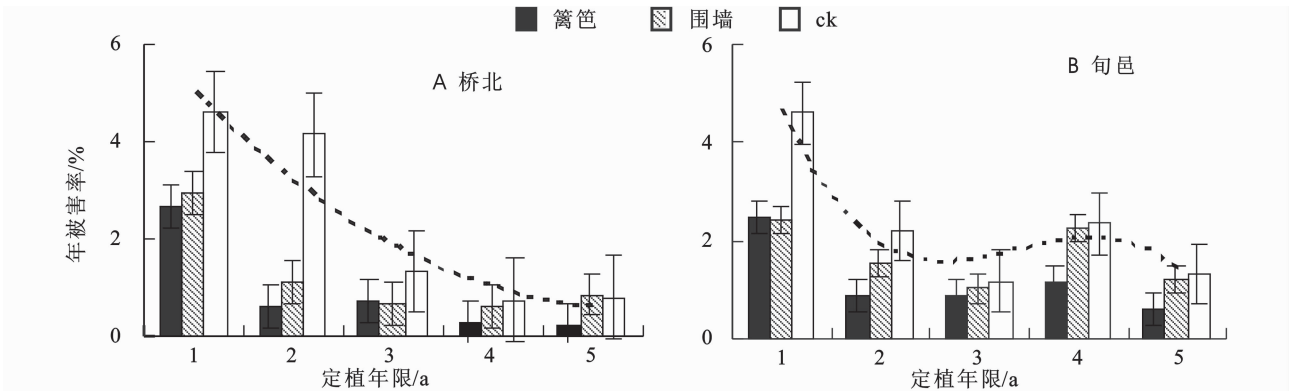


图 2 林木被害率年变化
Fig. 2 Annual variations of damage rate

2.4 两地预防效果差异方法

灌木枝条篱笆处理的有效年限在 5 a 以上,其中第 2 年的预防效果最好,两地分别达到了 84.4% 和 59.5% , 累年预防效果为 $61.4\% \pm 2.44\%$ 和 $48.6\% \pm 3.38\%$, 综合预防效果达 $57.3\% \pm 1.81\%$ 和 $47.6\% \pm 2.08\%$ 。而在旬邑试验区,除第 3 年预防效果较差外,其余各年的预防效果介于 $45.0\% \sim$

69.6% 之间,综合预防效果为 $46.4 \pm 2.22\%$ (图 3)。

灌木枝条围墙处理,桥北和旬邑试验区的变化规律相同,均表现为处理后的前 3 a 预防效果较好,3 a 以后,预防效果逐渐消失,甚至产生副作用。在桥北林区,试验的第 2 a 预防效果为 69.6% , 累年预防效果为 $46.3\% \pm 3.59\%$;第 5 年产生副效应,预防效果最差,油松被害株率高于对照区;5 a 综合预防效果为

47.1%±2.93%。旬邑林区处理后的第1年预防效果最好,为48.1%±4.20%,以后逐年削弱,与对照差异降低,5 a 综合预防效果为37.33%±2.34% (图3)。

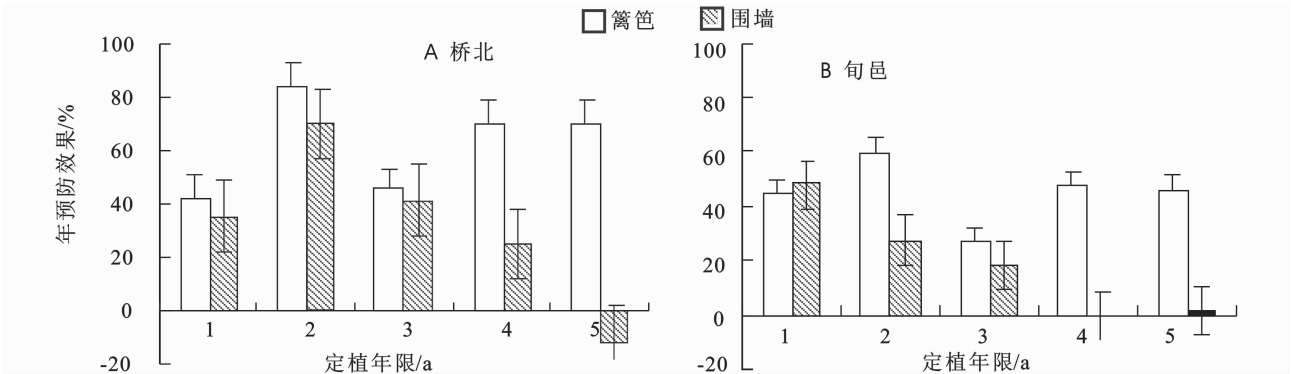


图3 灌木围罩预防效果年变化

Fig.3 Annual variation of preventive effect by shrub fenced

表1 桥北林区灌木围罩油松效果分析

Table 1 Protective effect analysis of shrub fence to the Chinese pine in Qiaobei									
方法	项目	重复	定植年限/a					M±Se/%	差异检验
			1	2	3	4	5		
篱笆	被害株数/株	I	9	10	12	13	13	11.4±0.85	重复间 F=1.229 p=0.330 年份间 F=10.812 p=0.000
		II	10	12	13	14	15	12.8±0.86	
		III	8	8	9	11	11	9.4±0.68	
		IV	7	10	13	13	13	11.2±1.20	
		V	6	9	13	13	15	11.2±1.62	
		M±Se	8.0±0.71	9.8±0.66	12.0±0.77	12.8±0.66	13.4±0.75	11.2±0.50	
	被害率/%	I	3.0	3.3	4.0	4.3	4.3	3.8±0.27	重复间 F=1.155 p=0.360 年份间 F=11.174 p=0.000
		II	3.3	4.0	4.3	4.7	5.0	4.3±0.29	
		III	2.7	2.7	3.0	3.7	3.7	3.2±0.23	
		IV	2.3	3.3	4.3	4.3	4.3	3.7±0.40	
		V	2.0	3.0	4.3	4.3	5.0	3.7±0.54	
		M±Se	2.7±0.23	3.3±0.22	4.0±0.25	4.3±0.16	4.5±0.25	3.7±0.16	
	预防率/%	57.3±1.81		42.3±2.36	62.2±2.35	60.2±2.61	60.3±1.92	61.4±2.44	
围墙	被害株数/株	I	10.0	13.0	15.0	17.0	20.0	15.0±1.70	重复间 F=0.839 p=0.516 年份间 F=19.369 p=0.000
		II	8.0	11.0	13.0	16.0	17.0	13.0±1.64	
		III	9.0	10.0	11.0	14.0	16.0	12.0±1.30	
		IV	9.0	12.0	14.0	15.0	19.0	13.8±1.66	
		V	8.0	15.0	18.0	18.0	21.0	16.0±2.21	
		M±Se	8.8±0.37	12.2±0.86	14.2±1.16	16.0±0.71	18.6±0.93	14.0±0.76	
	被害率/%	I	3.3	4.3	5.0	5.7	6.7	5.0±0.58	重复间 F=0.313 p=0.866 年份间 F=17.344 p=0.000
		II	2.7	3.7	4.3	5.3	5.7	4.3±0.54	
		III	3.0	3.3	3.7	4.7	5.3	4.0±0.43	
		IV	3.0	4.0	4.7	5.0	6.3	4.6±0.55	
		V	2.7	5.0	6.0	6.0	7.0	5.3±0.73	
		M±Se	2.9±0.11	4.1±0.29	4.7±0.38	5.3±0.23	6.2±0.31	4.7±0.25	
	预防率/%	47.1±2.93		35.3±4.29	51.5±7.10	52.4±5.14	50.1±3.86	46.3±3.59	
CK	被害株数/株	I	14	28	31	33	35	28.2±1.73	篱笆对照 F=94.195 p=0.000 围墙对照 F=58.053 p=0.000 篱笆围墙 F=9.197 p=0.004
		II	16	32	34	36	37	31.0±3.85	
		III	15	26	28	32	34	27.0±3.32	
		IV	13	25	31	33	36	27.6±4.07	
		V	11	20	27	28	32	23.6±3.70	
		M±Se	13.8±0.86	26.2±1.96	30.2±1.29	32.4±1.29	34.8±0.95	27.5±1.60	
	被害率/%	I	4.7	9.3	10.3	11.0	11.7	9.4±1.24	
		II	5.3	10.7	11.3	12.0	12.3	10.3±1.29	
		III	5.0	8.7	9.3	10.7	11.3	9.0±1.10	
		IV	4.3	8.3	10.3	11.0	12.0	9.18±1.32	
		V	3.7	6.7	9.0	9.3	10.7	7.9±1.23	
		M±Se	4.6±0.28	8.7±0.65	10.0±0.41	10.8±0.43	11.6±0.28	9.2±0.53	

注:预防率/%=(对照被害株数-处理被害株数)÷对照被害株数×100;被害率/%=被害株数÷调查株数×100;调查总标数300株。(表2同)。

表 2 旬邑林区灌木围罩效果分析

Table 2 Protective effect analysis of shrub fence to the Chinese pine in Xunyi

方法	项目	重复	定植年限/a					$M\pm Se/\%$	差异检验
			1	2	3	4	5		
篱笆	被害株数/株	I	7	10	13	16	18	12.8±1.98	重复间 $F=0.602$ $p=0.665$ 年份间 $F=33.962$ $p=0.000$
		II	6	8	11	15	17	11.4±2.06	
		III	9	12	14	19	21	15.0±2.21	
		IV	8	11	14	16	17	13.2±1.66	
		V	7	9	11	14	16	11.4±1.63	
	被害率/%	$M\pm Se$	7.4±0.51	10.0±0.71	12.6±0.68	16.0±0.84	17.8±0.86	12.8±0.83	重复间 $F=0.596$ $p=0.670$ 年份间 $F=34.557$ $p=0.000$
		I	2.3	3.3	4.3	5.3	6.0	4.2±0.67	
		II	2.0	2.7	3.7	5.0	5.7	3.8±0.69	
		III	3.0	4.0	4.7	6.3	7.0	5.0±0.73	
		IV	2.7	3.7	4.7	5.3	5.7	4.4±0.55	
	预防率/%	$M\pm Se$	2.5±1.75	3.3±0.23	4.2±0.22	5.3±0.27	5.9±0.29	4.3±0.28	
		47.6±2.08		45.0±6.93	49.9±5.34	47.0±4.14	47.6±4.17	48.6±3.38	
围墙	被害株数/株	I	5	8	11	16	19	11.8±2.56	重复间 $F=0.767$ $p=0.559$ 年份间 $F=24.772$ $p=0.000$
		II	8	13	16	23	26	17.2±3.27	
		III	6	12	17	24	28	17.4±3.97	
		IV	10	14	16	26	31	17.4±3.92	
		V	7	12	14	19	22	14.8±2.63	
	被害率/%	$M\pm Se$	7.2±0.86	11.8±1.02	14.8±1.07	21.6±1.81	25.2±2.13	16.1±1.46	重复间 $F=0.754$ $p=0.567$ 年份间 $F=26.254$ $p=0.000$
		I	1.7	2.7	3.7	5.3	6.3	3.6±0.83	
		II	2.7	4.3	5.3	7.7	8.7	5.7±1.10	
		III	2.0	4.0	5.7	8.0	9.3	5.8±1.32	
		IV	3.3	4.7	5.3	8.7	10.3	6.5±1.31	
	预防率/%	$M\pm Se$	2.4±0.28	3.9±0.34	4.9±0.35	7.2±0.64	8.4±0.71	5.7±0.52	
		37.33±2.34		48.1±4.20	42.0±4.56	37.9±5.34	30.4±4.20	28.3±3.46	
CK	被害株数/株	I	13	19	23	28	32	23.0±3.33	篱笆对照 $F=42.837$ $p=0.000$ 围墙对照 $F=15.700$ $p=0.000$ 篱笆围墙 $F=5.005$ $p=0.051$
		II	14	22	26	35	37	26.8±4.24	
		III	11	17	21	29	35	22.6±4.26	
		IV	16	24	27	36	41	28.8±4.42	
		V	15	20	23	27	30	23.0±2.63	
	被害率	$M\pm Se$	13.8±0.86	20.4±1.21	24.0±1.10	31.0±1.87	35.0±1.92	24.8±1.65	
		I	4.3	6.3	7.7	9.3	10.7	7.7±1.12	
		II	4.7	7.3	8.7	11.7	12.3	8.9±1.41	
		III	3.7	5.7	7.0	9.7	11.7	7.6±1.42	
		IV	5.3	8.0	9.0	12.0	13.7	9.6±1.48	
		$M\pm Se$	4.6±0.28	6.8±0.40	8.0±0.37	10.3±0.63	11.7±0.64	8.3±0.55	

3 结论与讨论

为有效地预防野生动物危害,必须搞清野生动物产生危害的条件和原因^[17]。空间隔离方法是预防动物危害是一个古老而新兴的方法^[18],目前使用较为普遍的机械阻隔(mechanical barrier)和围栏(fence)方法^[19-20]。从技术上分析,围栏、防护沟,或者高压电围栏都可以作为预防野生动物措施^[21],但因建造有效地机械阻隔和围栏设施成本较高^[22],且带来的潜在收益很难量化,使其很难大面积应用。需要根据特殊需求,设计出最优化、低成本的围栏^[23-25]。野兔对林木危害的本质是竞争林内有限的空间和食物资源,灌木篱笆是采用清灌剩余物将幼

树与野兔隔开,不限制其在林内活动,是一种环境友好型,且经济有效的预防方法。

2 种处理方式相比,灌木篱笆处理的预防效果明显优于围墙处理,桥北林区篱笆和围墙处理综合预防效果分别为 57.3%±1.81%和 47.1%±2.93%,差异极显著;旬邑林区分别为 47.6%±2.08%和 16.1%±1.46%,差异不显著。灌木篱笆处理预防有效期 5 a 以上,围墙处理有效期 3 a。3 a 后,灌木围墙处理预防效果逐渐消失,甚至出现负效应。引起围墙处理预防效果的主因是大风将灌木枝条吹散,失去了围墙原有的保护功能。同时,吹散的灌木枝条在林地堆积,给野兔提供了较好的隐蔽和躲避天敌的条件,有利野兔活动。林区野兔危害程

度 2006—2011 年呈下降的趋势,桥北林区总体遵从模型变化;旬邑林区的林木被害率定植第 1 年相对较高,以后呈现波动变化。灌木篱笆处理与对照区油松被害率的差幅与对照林地油松的被害程度相关,免害愈严重,篱笆处理区与对照区油松被害率的差幅愈大,两者间的差异愈明显。

参考文献:

[1] 中国林业科学研究院. 三北防护林主要树种造林技术[M]. 北京:中国林业出版社,1981:13-34.

[2] 吴钦孝,赵鸿雁,汪有科. 黄土高原油松林地产流产沙及其过程研究[J]. 生态学报,1998,18(2):151-157.
WU Q X,ZHAO H Y,WANG Y K. Flow production and sediment production and their processes in chinese pine woodlands in the Loess Plateau[J]. Acta Ecologica Sinica, 1998, 18(2): 151-157. (in Chinese)

[3] 韩崇选. 中国农林啮齿动物与科学管理[M]. 陕西 杨陵:西北农林科技大学出版社,2005:117-127

[4] 王明春,张芳宝,韩崇选,等. 草兔对黄土高原主要造林树种的危害特征[J]. 东北林业大学学报,2010,38(11):42-45.
WANG M C,ZHANG F B,HAN C X,*et al.* Harmful characteristics of *Lepus capensis* to major afforestation tree species in the Loess Plateau[J]. Journal of Northeast Forestry University,2010,38(11):42-45. (in Chinese)

[5] 王明春,李琪,宗德禄,等. 退耕还林区抗逆袋栽植的抗旱与驱鼠(兔)作用[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(5):40-45.
WANG M C,LI Q,ZONG D L,*et al.* Effect of drought resistance and rodent repellent on using the stress resistance bag in planting at the area of removal lands from cultivation for afforestation[J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2007,25(5):40-45. (in Chinese)

[6] 韩崇选,杨学军,王明春,等. 林区啮齿动物群落管理中的生态阈值研究[J]. 西北林学院学报,2005,20(1):156-161
HAN C X,YANG X J,WANG M C,*et al.* A study on the ecological threshold in the forest bandicoot community management[J]. Journal of Northwest Forestry University,2005,20(1):156-161. (in Chinese)

[7] 杨学军,韩崇选,张宏利,等. 陕北与关中林区草兔危害及发生规律分析[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(3):85-89,94.
YANG X J,HAN C X,ZHANG H L,*et al.* Analysis of the law and harm of hare to forest in the North of Shaanxi and Guanzhong[J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry: Natural Science Edition,2005,33(3):85-89,94. (in Chinese)

[8] 韩崇选,杨学军,杨清娥,等. 陕西林区草兔空间格局及区域变化研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(11):65-72.
HAN C X,YANG X J,YANG Q E,*et al.* Study on spatial distribution patterns and district variation of *Lepus capensis* in Shaanxi forest-land[J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry: Natural Science Edition,2004,32(11):65-72. (in Chinese)

[9] PEINETTI H R,MENEZES R S C,COUGHENOUR M B.

Changes induced by elk browsing in the aboveground biomass production and distribution of willow (*Salix monticola* Bebb): their relationships with plant water, carbon, and nitrogen dynamics[J]. Oecologia,2001,127(3):334-342.

[10] MATNEY C A,BOYD C S,STRINGHAM T K. Use of felled junipers to protect streamside willows from browsing[J]. Rangeland Ecol Manage,2005,58(6):652-655.

[11] 宋瑞清,孙海珍,董希文,等. 黑龙江沙棘干缩病病原菌的研究[J]. 林业科学,2010,46(9):88-95
SONG R Q,SUN H Z,DONG X W,*et al.* Research on the pathogen of dry shrink on seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) in Heilongjiang Province[J]. Scientia Silvae Sinicae,2010,46(9):88-95. (in Chinese)

[12] 王鹏,张建军. 晋西黄土区封禁流域植被群落组成及物种多样性变化[J]. 生态环境学报,2009,18(1):242-248.
WANG P,ZHANG J J. Vegetation community composition and species diversity change in the closing area of Loess Plateau of western Shanxi Province[J]. Ecology and Environmental Sciences,2009,18(1):242-248. (in Chinese)

[13] 任余艳,胡春元,贺晓,等. 毛乌素沙地巴图塔沙柳沙障对植被恢复作用的研究[J]. 水土保持研究,2007,14(2):13-15.
REN Y Y,HU C Y,HE X,*et al.* The influence of salix sandy barrier to vegetation restoration in sandy region[J]. Research of Soil and Water Conservation,2007,14(2):13-15. (in Chinese)

[14] 崔汛,韩崇选,王明春,等. 黄土高原次生林改造林地鼯鼠发生规律研究[J]. 西北林学院学报,2007,22(1):96-101.
CUI X,HAN C X,WANG M C,*et al.* A study on the outbreak regularity of zokor in the improved secondary forests on the Loess Plateau[J]. Journal of Northwest Forestry University,2007,22(1):96-101. (in Chinese)

[15] 白岗栓,侯喜录,张占雄. 油松—沙棘混交模式对生境和油松生长的影响[J]. 林业科学,2006,42(8):37-43.
BAI G S,HOU X L,ZHANG Z X. Influence of different mixed patterns of seabuckthorn and Chinese pine on habitat and Chinese pine s growth[J]. Scientia Silvae Sinicae,2006,42(8):37-43. (in Chinese)

[16] 韩崇选,吕复扬,卜书海,等. 陕西林区啮齿动物群落多样性研究[J]. 西北林学院学报,2004,19(3):99-10.
HAN C X,LU F Y,BU S H,*et al.* A study on community diversity of harm forest-rodents in Shaanxi [J]. Journal of Northwest Forestry University,2004,19(3):99-10. (in Chinese)

[17] CAMPBELL D J,GICHOHI H,MWANGI A,*et al.* Land use conflict in Kajiado District,Kenya[J]. Land Use Policy,2000,17(4):337-348.

[18] MIAH M D,REHMAN M L,AHSAN M F. Assessment of crop damage by wildlife in Chunati Wilklife Sanctuary[J]. Balgladesh Tigerpaper,2001,28(4):22-28.

[19] NYHUS P J,TILSON R,SUMIANTO. Crop raiding elephants and conservation implications at Way Kambas National Park,Sumatra,Indonesia[J]. Oryx,2008,34(4):262-273.

[20] SITATI N W,WALPOLE M J,SMITH R J,*et al.* Predicting spatial aspects of human elephant conflict[J]. Journal of Applied Ecology,2003,40(4):667-677.

唐代建筑雕刻艺术风格。园林内石灯数量较多,均对置于园林轴线两侧,造型多样,多饰有仰莲和宝珠;经幢体量一般不大,高度多在 1~2 m;石雕像主要以佛像和瑞兽为主,瑞兽又以狮子为主。大兴善寺大雄宝殿前对置两座高近 3 m 的石象,通体纯白,巨大却显轻盈,象在佛教中象征有大力量,我国古代虽有将大象作为瑞兽推崇的传统,但石象在今日汉传佛寺中并不多见,所以十分珍奇。

3 结语

在历史文化和地域环境的影响下,西安城市型汉传佛寺园林展现出了有别于其他地区园林的特色:与江南的佛寺园林比较显得更加豪迈;与北京皇家园林相比更质朴;比私家园林更显简练。既充分展现了唐代敕建园林的雄浑大气,又具有宗教园林质朴简练的性格。西安历史上著名的皇家或私家园林早已不复存在或只剩遗迹可考,只有佛寺园林得以传承至今,它无疑是西安园林的典型代表。

佛文化是西安城市文化建设的主要内容,迄今为止,西安市已建成多个或以佛寺为中心,或以佛文化为核心的景区,如大雁塔景区、乐游苑景区、小雁塔景区等,佛教寺院的修缮工作和佛文化景区的建设工作仍在进行中,深入分析西安城市型佛寺园林特色,可以从其园林文化、建筑布局、植物配置、风格元素等方面获得启示,为西安佛文化景观的建设提供重要参考,同时,可以更好地传承并发扬我国古典园林文化,最大限度地展现西安城市型佛寺的优势特色,进而以此为内容打造西安佛寺园林这一品牌,提升西安形象,促进城市建设及旅游业的蓬勃发展。

参考文献:

[1] 孙敏贞. 明清时期北京寺庙园林的几种类型[J]. 北京林业大学学报,1992,14(4):67-76.
SUN M Z. Several types of alter and monastery gardens built in Beijing during the Ming and Qing Dynasty period of China[J]. Journal of Beijing Forestry University, 1992, 14(4): 67-76. (in Chinese)

[2] 周维琼. 中国佛教寺庙园林的景观探微[J]. 广东园林,2007,29(4):5-7.

ZHOU W Q. The exploration of Chinese temple landscape[J]. Guangdong Landscape Architecture,2007,29(4):5-7. (in Chinese)

[3] 陕西·中国汉传佛教祖庭调研组. 陕西·中国汉传佛教祖庭研究[M]. 西安:陕西人民出版社,2006:3.

[4] 延续. 关中佛教的历史地位[J]. 华夏文化,2012(1):44.

[5] 肖爱玲. 古都西安:隋唐长安城[M]. 西安:西安出版社,2008:120.

[6] 江苏省佛教协会. 2010 中国佛教寺院名录[M]. 北京:中华佛教出版社,2010:414-415.

[7] 杜镇,曹振明,王达山,等. 佛教祖庭的文化意义[J]. 华夏文化,2008(3):29-31.

[8] 王华青,马良,吉文丽. 论园林景观规划的主题与文化[J]. 西北林学院学报,2011,26(5):230-232.
WANG H Q,MA L,JI W L. Discussion on the theme and culture in landscape planning[J]. Journal of Northwest Forestry University,2011,26(5):230-232. (in Chinese)

[9] 方威. 论运用可持续设计手法塑造特色景观—以风之庭院(Courtyard in the Wind)为例[J]. 中外建筑,2011(10):64-66.
FANG W. Discussion on characteristic landscape with continuance design ploy—take courtyard in the wind as an example [J]. Chinese and Overseas Architecture,2011(10):64-66. (in Chinese)

[10] 张驭寰. 中国佛教寺院建筑讲座[M]. 北京:当代中国出版社,2007:2-4.

[11] 李冬梅,张建哲,陈允世,等. 浅论中国传统哲学与寺庙园林[J]. 西北林学院学报,2009,24(6):181-184. (in Chinese)
LI D M,ZHANG J Z,CHEN Y S. Concise analysis of traditional Chinese philosophy and monastery garden [J]. Journal of Northwest Forestry University,2009,24(6):181-184. (in Chinese)

[12] 杨鸿勋. 空海纪念堂设计—唐长安青龙寺真言密宗殿堂(遗址 4 下层)复原[J]. 建筑学报,1983(7):41-48.
YANG H X. Project design for Kuhai Memorial Hall,Xi'an [J]. Architectural Journal,1983(7):41-48. (in Chinese)

[13] 李冬梅,胡海燕,李娟娟,等. 浅析中国传统文化与寺庙园林[J]. 安徽农业科学,2009,37(6):2467-2468,2470.
LI D M,HU H Y,LI J J. Analysis on traditional Chinese culture and temple garden[J]. Journey of Anhui Agricultural Sciences,2009,37(6):2467-2468,2470. (in Chinese)

[14] 赵鸣,张洁. 试论传统思想对我国寺庙园林布局的影响[J]. 中国园林,2004(9):63-65.
ZHAO M,ZHANG J. Studies on the influence of traditional Chinese culture on temple gardens' layout[J]. Chinese Landscape Architecture,2004(9):63-65. (in Chinese)

(上接第 154 页)

[21] GOYAL S K,RAJPUROHIT L S. Nilgai, *Boselaphus tragocamelus*-a mammalian crop pest around Jodhpur[J]. Uttar Pradesh Journal of Zoology,2000,20(1):55-59.

[22] VERCAUTEREN K C,LAVELLE M J,HYGNSTROM S. Fences and deer-damage management:a review of designs and efficacy[J]. Wildlife Society Bulletin,2006,34(1):191-200.

[23] VERCAUTEREN K C,LAVELLE M J,HYGNSTROM S. A simulation model for determining cost-effectiveness of

fences for reducing deer damage[J]. Wildlife Society Bulletin,2006,34(1):16-22.

[24] SYAM P N,REDDY K S. Man-elephant conflict and mitigation-Koundinya wildlife Sanctuary, Andhra Pradesh[J]. Indian Forester,2002,128(2):137-144.

[25] CHAUHAN N P S,CHOWDHURY S. Evaluation of electric fences for their efficacy in controlling elephant damage in Northern West Bengal and suggesting improvements[J]. Indian Forester,2002,128(2):179-188.