

## 秦巴林区草兔空间格局研究

韩崇选, 杨学军, 王明春, 杨清娥, 卜书海, 张宏利

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:**草兔在不同样方中具有不同的聚集度和空间格局,但均是以个体为基本成分均匀分布。草兔空间分布的聚集度随着取样面积的增大有增强的趋势,但增强的幅度随着取样面积的逐渐增大而逐渐缩小,最终趋于一个常数。从抛物线模型分析,当密度较小时,聚集块指标与密度有较好的一致性;而在密度较大时,聚集块指标与密度的一致性急剧下降,当密度等于3.3175时,模型出现极大值。从对数模型分析,当密度增加到一定限度时,聚集块指标趋于一个常数。

**关键词:**林区;草兔;空间格局;聚集块

**中图分类号:**S718.521.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2005)03-0133-04

Spatial Distribution Patterns of *Lepus capensis* in the Mountains of Qinling and Bashan

HAN Chong-xuan, YANG Xue-jun, WANG Ming-chun, YANG Qing-e

万方数据

BO Shu-hai, ZHANG Hong-li

(College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Crowding degrees and spatial distribution patterns of *Lepus capensis* differed in different sample plots, the spatial distribution pattern appeared a state of even distribution that the basic composition was individual. The crowding degree of *L. capensis* had the trend of aggrandizement with samples enlarged, but with the samples gradually enlarged, the range of aggrandizement gradually reduced, and tended to a constant. According to the parabola model, when the density was lower, crowding indexes and densities had preferable consistency; but when the density was higher, the consistency reduced quickly, when the density was 3.3175, the model was maximum. Analysis on the logarithms model showed that, when the density increased to the certain limit, the crowding index inclined to a constant.

**Key words:** forestland; *Lepus capensis*; spatial distribution patterns; crowding plot

生物的空间格局是群体在一定的环境条件下的空间分布结构。它是种群生态学中的一个重要内容,可以揭示个体或种群某一时刻的行为习性和诸环境因子的迭加影响,以及种群选择栖境的内在特性和空间格局的异质性,同时可了解种群分布的基本成分是单个个体,还是个体群,个体的分布形式如何,所占的面积有多少,这些都是对种群结构、动态和调节机制所必须研究的基础工作。对林区草兔(*Lepus capensis*)空间格局的研究可以进一步了解其种群特征,从理论上揭示其空间格局的机制和种群密度变化而产生的格局变化以及主要环境变化对分

布的影响,为草兔数量调查提供科学依据。国内对农田、荒漠和草原害鼠的空间格局研究较多<sup>[1-12]</sup>,而对林业害鼠的空间格局研究较少<sup>[13,14]</sup>,对于草兔的空间格局尚无报道。为此,我们于2001~2002年5月,在安康市汉滨区对天然林保护工程和退耕还林工程幼林地的草兔空间分布格局进行了研究。

### 1 材料与方法

#### 1.1 调查基地自然概况

汉滨地处陕南秦巴山地丘陵沟壑区,以月河为界,北属秦岭山地,南沿巴山余脉。地势南北高、中

间低,海拔 216~2 141 m,主要地貌有川道、丘陵和山地。属北亚热带大陆湿润性季风气候区,年平均气温 15.7℃,降水量 540~1 109 mm,年均 799.3 mm,多集中夏季,无霜期 254 d,森林覆盖率 47.9%,其中,有林地 17.5 万 hm<sup>2</sup>,灌林地约 0.6 万 hm<sup>2</sup>,疏林地 1.6 万 hm<sup>2</sup>。主要树种有栓皮栎、麻栎、马尾松、华山松、桦树、冷杉、毛白杨、早柳、榆树、茶树、柑桔、油桐、油茶、乌柏、棕榈、无花果、桂花、黄栀子、枇杷、毛竹等。主要啮齿动物有赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)、岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*)、花鼠(*Eutamias sibiricus*)、达乌尔黄鼠(*Spermophilus dauricus*)、灰鼯鼠(*Petalaurista xanthotis*)、黑腹绒鼠(*Eothenomys melanogaster*)、甘肃绒鼠(*E. eva*)、中华竹鼠(*Rhizomys sinensis*)、小家鼠(*Mus musculus*)、巢鼠(*Micromys minutus*)、中华姬鼠(*Apodemus draco*)、大林姬鼠(*A. peninsulae*)、黑线姬鼠(*A. agrarius*)、林姬鼠(*A. chevrieri*)、黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)、褐家鼠(*R. norvegicus*)、大足鼠(*R. nitidus*)、针毛鼠(*R. fulvescens*)、鞋鼠(*R. niviventer*)、斯氏鼯鼠(*Myospal-*

*ax smithi*)、秦岭鼯鼠(*M. rufescens*)、草兔(*Lepus capensis*)等。

1.2 调查方法与数据处理

在调查区覆盖范围内,踏查选择害鼠的常灾区和偶灾区,以灌木疏林、荒坡和退耕地 3 种生态景观为研究对象,选定一条长 2.0 km,且能通过各种生境的路线进行调查。用计步器统计步数,并折算成长度(m)。行进中按 0.1 km 分别统计两边 50 m 宽度范围内的草兔数量,以路线长度乘调查宽度为样方面积,并记录立地、植被、土壤、造林树种、坡向和坡位等情况<sup>[15]</sup>。并进行频次统计,用空间格局的 3 种理论进行拟合检验,制定林地调查的最适取样表。用 David 和 Moore(1954)的聚集度指标(*I*)<sup>[16]</sup>, Taylor 的 log<sup>2</sup>-log<sub>m</sub> 回归指标<sup>[17]</sup>, Lloyd M 的平均拥挤度( $\bar{m}$ )和聚集块指标( $\bar{m}/m$ )<sup>[18]</sup>, Iwao 的聚集块直线回归( $\bar{m}-m$ )<sup>[19,20]</sup>,讨论草兔空间分布格局。用聚集块指标( $\bar{m}/m$ )和变差函数( $\gamma(h)$ )分析草兔空间分布格局的区域变化<sup>[21]</sup>。

表 1 安康汉滨林区草兔分布格局调查

Table 1 Spatial distribution patterns of *Lepus capensis* in the of Ankang, Shaanxi forest land

样方大小 /hm <sup>2</sup>	样方数(∑f) /块	草兔数(∑x) /只	平均数(x̄) /只·样方 <sup>-1</sup>	项 目			
				方差(V)	聚集度指标(I)	平均拥挤度 指标(m̄)	聚集度指标 (m̄/m)
1	20	5	0.250 0	0.197 4	-0.210 4	0.039 6	0.158 4
2	19	8	0.421 1	0.257 3	-0.389 0	0.032 1	0.073 1
3	18	11	0.611 1	0.369 3	-0.395 7	0.215 4	0.352 5
4	17	14	0.823 5	0.404 4	-0.508 9	0.314 6	0.382 0
5	16	17	1.062 5	0.462 5	-0.564 7	0.497 8	0.468 5
6	15	20	1.333 3	0.238 1	-0.821 4	0.511 9	0.383 9
7	14	22	1.571 4	0.417 6	-0.734 2	0.837 2	0.532 7
8	13	22	1.692 3	0.397 4	-0.765 2	0.927 1	0.547 9
9	12	19	1.727 3	0.418 2	-0.757 9	0.969 4	0.561 2
10	11	22	2.000 0	0.600 0	-0.700 0	1.300 0	0.650 0
11	10	22	2.200 0	0.622 2	-0.717 2	1.482 8	0.674 0
12	9	22	2.444 4	0.527 8	-0.784 1	1.660 3	0.679 2
13	8	22	2.750 0	0.500 0	-0.818 1	1.938 1	0.702 5
14	7	21	3.000 0	0.333 3	-0.888 9	2.111 1	0.707 3
15	6	19	3.166 7	0.166 7	-0.947 4	2.219 3	0.700 8
16	5	17	3.400 0	0.300 0	-0.911 8	2.488 2	0.731 8
17	4	14	3.500 0	0.333 3	-0.904 8	2.595 2	0.741 5
18	3	11	3.666 7	0.333 3	-0.909 1	2.757 6	0.752 1

2 结果与分析

2.1 空间分布

2.1.1 理论分布 研究表明,草兔在不同样方中具有不同的聚集强度和空间格局,在 1~15 hm<sup>2</sup> 样方中符合 Poisson 分布,有时也符合 Neyman-A 分

布,在 1 hm<sup>2</sup> 样方中 3 种理论分布均符合,而在大于 15 hm<sup>2</sup> 样方中均不符合 3 种理论分布。

2.1.2 聚集指标 用 David 和 Moore(1954)的聚集度指标(*I*), Lloyd M 的平均拥挤度( $\bar{m}$ )和聚集块指标( $\bar{m}/m$ )的方法,计算不同林区和不同样方下的指标值(表 1)。草兔为均匀分布( $I < 0, \bar{m}/m < 1$ )。

2.1.3 回归分析 用 Taylor 的和 Iwao 的回归分析法,计算各林区草兔分布的回归方程如下。

Taylor 的回归方程:

$$\log V = -0.4699 + 0.1217 \log x, r = 0.2560$$

Iwao 的回归方程:

$$\dot{m} = -0.3733 + 0.8327m, r = 0.2560$$

$$\dot{m} = -0.2137 + 0.6617m + 0.0512m^2, r = 0.9976$$

因  $\log a < 0, b < 1$ ,表明草兔有均匀分布的趋势。 $\alpha \leq 0$ ,表明草兔种群分布的基本成分是个体,而不是个体群, $\beta < 1$ ,说明是均匀分布, $\gamma = 0.0512$ ,即聚集度随密度变化的速率较小,说明密度对草兔空间分布聚集度的影响不明显。

### 2.2 空间格局区域变化

2.2.1 聚集块指标 ( $\dot{m}/m$ ) 的区域变化与聚集块的大小  $\dot{m}/m$  从的变化分析(图1)可知,草兔空间分布的聚集强度随着取样面积的增大有增强的趋势,但增强的幅度随着样方的逐渐增大而逐渐缩小,最终

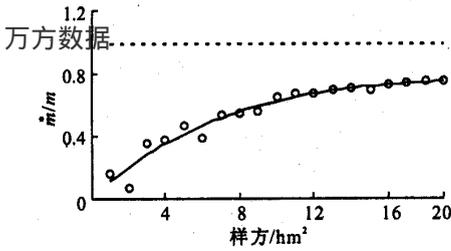


图1 草兔空间格局  $\dot{m}/m$  的区域变化

Fig.1 Variation in  $\dot{m}/m$  of the spatial distribution patterns of *L. capensis*

从图2可以看出,草兔分布的聚集块指标随着密度的增加有所增大,但增大的幅度随着密度的增加而逐渐减少。对抛物线模型分析可知,当密度较小时,聚集块指标有较好的密度连续性(一致性),即:聚集块指标随着密度的变化速率较大;而在密度较大时,聚集块指标的密度连续性急剧下降,即:聚集块指标随着密度的变化速率迅速降低,当  $m = 3.3175$  时,模型出现极大值,即  $\dot{m}/m = 0.7320$ 。从对数模型分析,聚集块指标随密度的变化趋势基本上与抛物线模型的一致;但不同的是,当密度增加到一定限度时,聚集块指标随密度的变化速率趋于0,即:聚集块指标趋于一个常数。从 Logistic 模型分析,当密度小时,聚集块指标随密度变化的速率较小;随着密度的增加,聚集块指标增加的速率逐渐增大,当聚集块指标达到其稳定值(最大值)一半时,其增加速率达最大;当聚集块指标超过其稳定值的一半时,聚集块指标随密度增加的速度逐步降低,并逐渐接近其最大值,即:  $\dot{m}/m = 0.7610$ 。

趋于一个常数。其聚集强度在 1 和 2  $hm^2$  样方之间下降最快,说明草兔在林区分布聚集块的大小为 1 ~ 2  $hm^2$ ,不存在更大的个体聚集块。聚集是由草兔本身的生活习性和林地内环境异质性如食物种类和丰富度决定的。就其草兔本身的分布特性(即一种内禀分布)来说,有趋于均匀分布的倾向,即一种稳定的分布状态,但由于林地空间异质程度的影响及草兔自身密度的变化,导致了草兔在不同样方分布的差异。

2.2.2 密度对聚集块指标 ( $\dot{m}/m$ ) 的影响 对聚集块指标 ( $\dot{m}/m$ ) 与相对应的草兔密度 ( $m$ ) 进行回归分析(图2):

$$\dot{m}/m = -0.0644m^2 + 0.4273m$$

$$+ 0.0232, r = 0.9775$$

$$\dot{m}/m = 0.2542 \ln m + 0.4263, r = 0.9655$$

$$\dot{m}/m = \frac{0.7610}{1 + e^{0.0333 - 5.0663m}}, r = 0.9978$$

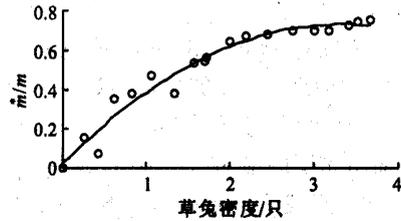


图2 密度对聚集块指标的影响

Fig.2 The density affect to the crowding plot

2.2.3 变差函数 ( $\gamma(h)$ ) 分析 空间相关主要是因空间的相互作用而产生,而空间相互作用与空间位置信息如空间坐标、空间方向有着密切的联系。将这种因空间位置(距离)不同而导致的不同的相互关系称为空间相关。对同一区域内种群的空间格局的相关性常用变差函数(semivariance)来分析。变差函数是指区域化变量  $z(x)$  和  $z(x_i + h)$  的增量平方的数学期望,即区域化变量增量的方差。其计算公式如下:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

公式中, $\gamma(h)$  为变差函数值。变差函数曲线图是变差函数  $\gamma(h)$  对距离  $h$  的坐标图形。 $N(h)$  是被  $h$  分隔的数据对的数量, $z(x_i)$  和  $z(x_i + h)$  分别是在点  $x_i$  和  $x_i + h$  处样本的测量值, $h$  是两分隔点的距离。对安康汉滨林地草兔进行变差函数分析(图3),其模型如下:

$$\gamma(h) = 0.0338h + 0.1271, r = 0.2375, V = 0.0096$$

从模型斜率分析,斜率较小,模型近似水平直线,且相关系数大于方差,表示数据是无规律的变化,样点间无空间相关性存在,有均匀分布的趋势。

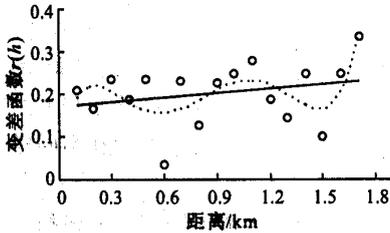


图3 草兔变差函数线性区域变化

Fig.3 Regional variation of the semivariance of *L. capensis*

3.3 最适抽样数

设  $d'$  为允许误差,以允许误差的种群数量计

$$\text{算,则: } d' = t \cdot S_E = t \cdot \sqrt{S_D^2/Q}$$

$$\text{对于符合波松分布的数据有: } S_D^2 = \bar{X}$$

$$\text{所以: } d' = t \cdot \sqrt{S_D^2/Q} = t \cdot \sqrt{\bar{X}/Q}$$

$$\text{故 } Q = (t/d')^2 \bar{X}$$

当种群密度不同时,确定了置信水平( $t$ )及允许误差( $d'$ )后,即可利用上式计算出应抽取的样本数量( $Q$ )。从式中可看出,在允许误差一定的情况下,抽样数随着种群密度的增加而增加;在种群密度一定的条件下,抽样数随着允许误差的增大而减少,即,最适抽样数的确定与调查的对象及其目的有关,对于高精度调查,最适抽样数就大;而对于精度要求不高的调查,最适取样数就小。在置信水平  $t = 1.96$  时,草兔调查的最适抽样数,不同林区有所差异,而在同一林区表现为随种群密度的增加而增加,但增加的幅度随样方面积的增加而降低(图4)。

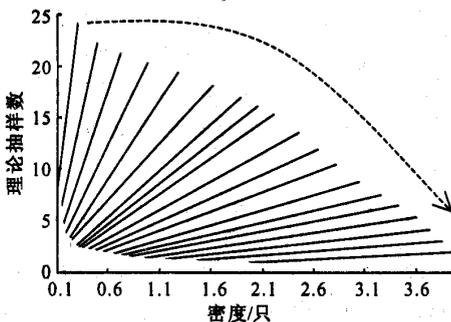


图4 草兔调查理论抽样数

Fig.4 The theoretical samples of *L. capensis*

4 结果与讨论

草兔在不同样方中具有不同的聚集强度和空间

格局,在  $1 \sim 15 \text{ hm}^2$  样方中符合 Poisson 分布,有时也符合 Neyman-A 分布,在  $1 \text{ hm}^2$  样方中 3 种理论分布均符合,而在大于  $15 \text{ hm}^2$  样方中均不符合 3 种理论分布,草兔在安康汉滨林区是以个体为基本成分的均匀分布。

草兔空间分布的聚集强度随着取样面积的增大有增强的趋势,但增强的幅度随着取样面积的逐渐增大而逐渐缩小,最终趋于一个常数。草兔在林区分布聚集块面积的大小为  $1 \sim 2 \text{ hm}^2$ ,不存在更大的个体聚集块。从抛物线模型分析,当密度较小时,聚集块指标与密度有较好的一致性,即:聚集块指标随着密度的变化速率较大;而在密度较大时,聚集块指标的密度一致性急剧下降,即:聚集块指标随着密度的变化速率迅速降低。从对数模型分析,当密度增加到一定限度时,聚集块指标趋于一个常数。从变差函数分析,其模型斜率较小,模型近似水平直线,且相关系数大于方差,表示数据是无规律的变化,样点间无空间相关性存在,有均匀分布的趋势。从 Logistic 模型分析,当密度小时,聚集块指标随密度变化的速率较小;随着密度的增加,聚集块指标增加的速率逐渐增大,当聚集块指标达到其稳定值(最大值)一半时,其增加速率达最大;当聚集块指标超过其稳定值的一半时,聚集块指标随密度增加的速度逐步降低,并逐渐接近其最大值。在自然界中,由于食物资源的丰寡和空间的异质性,草兔密度与其分布的聚集状况之间有一个反应时滞(reaction time lag),低密度时,其聚集块指标随密度的增加呈现阻尼震荡变化;接近极值时,表现一个比较稳定的周期性震荡变化,即:当聚集块指标接近最大值时,随着草兔密度的增加,其值在最大值上下小幅波动。

参考文献:

- [1] 房继明. 啮齿动物的空间分布格局[J]. 生态学报, 1994, 13(1): 39-44, 68.
- [2] 施大钊. 布氏田鼠鼠洞的分布格局的初步研究[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1985, 6(2): 111-114.
- [3] 宗浩, 樊乃昌, 于福溪. 高寒草甸生态系统优势鼠种高原鼯鼠和高原鼠兔空间格局的研究[J]. 生态学报, 1991, 11(2): 125-129.
- [4] 米景川, 夏连续, 王兰芳, 等. 内蒙古北部荒漠草原啮齿动物的空间分布格局[J]. 兽类学报, 1998, 18(4): 314-316.
- [5] 常弘, 张国萍. 珠江三角洲黄毛鼠和板齿鼠种群的空间格局[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1996, 35(6): 90-94.
- [6] 赵天鹏, 李新民, 张忠兵, 等. 大沙鼠和子午沙鼠种群空间分布格局的研究[J]. 兽类学报, 1998, 18(2): 131-136.

区林业生态建设、林木培育、森林保护、造林技术研究等林业基础学科以及国家科技攻关课题和地方生产中存在的关键技术性内容进行报道,进一步增强了该刊的地域性和学科性特色,使其在众多的林业期刊中占有一席之地。

### 参考文献:

- [1] 王崇德. 文献计量学引论[M]. 南宁:广西师范大学出版社, 1997.  
[2] 邱均平. 文献信息引证规律和引文分析法[J]. 情报理论与实

践, 2001, (3), 236-240.

- [3] 王晋生, 杨霞. 《图书馆与研究》被引率分析与研究[J]. 图书馆工作与研究, 2003, 11(3): 62-65.  
[4] 凌冰, 吴贤奇, 张茂新, 等. 从学位论文的引文分析看农业院校博士生对期刊文献的需求[J]. 农业图书馆情报学刊, 2003, (2), 77-81.  
[5] 姚飞, 石琴, 陈移峰, 等. 引文分析方法在期刊学术质量评价中的应用[J]. 重庆大学学报, 2003, 26(8): 154-156.  
[6] 冯汀, 范升才, 刘淑明. 《西北林学院学报》分析与评价[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(3), 91-96.

### (上接第 136 页)

- [7] 张忠兵, 赵天飘, 李新民, 等. 大沙鼠种群空间分布格局的研究[J]. 动物学杂志, 1997, 32(4): 29-31.  
[8] 王增君, 陈宏, 董立涛, 等. 棕色田鼠种群的空间分布型研究[J]. 山东农业科学, 1998, 6: 36-37.  
[9] 祁爱民, 何生伟, 杜怡, 等. 鄂尔多斯荒漠草原五趾跳鼠空间分布特征[J]. 中国媒介生物及控制杂志, 1997, 8(4): 303-304.  
[10] 祁爱民, 田进义, 白忠. 鄂尔多斯荒漠草原三趾跳鼠空间分布特点[J]. 内蒙古预防医学, 1998, 23(2): 49-50.  
[11] 王育, 胡锦鑫, 董利民. 唐家河自然保护区社鼠种群空间格局研究[J]. 四川动物, 1994, 13(2): 67-68.  
[12] 张知彬, 朱靖, 杨荷芳, 等. 农田大仓鼠洞巢空间分布及季节动态研究[J]. 动物学杂志, 1997, 32(4): 32-33.  
[13] 刘炳炎, 谷枫, 张颖, 等. 东北鼯鼠空间分布型研究[J]. 齐齐哈尔师范学院学报(自然科学版), 1997, 17(3): 67-69.  
[14] 韩崇选, 胡忠朗, 杨学军, 等. 林地甘肃鼯鼠空间格局研究

[J]. 西北林学院学报, 1995, 10(1): 74-79.

- [15] 韩崇选. 林区害鼠综合治理技术[M]. 陕西杨陵: 西北农林科技大学出版社, 2003.  
[16] Morisita M. I<sub>B</sub>-index a measure of dispersion of individuals[J]. Res. Popul. Ecol., 1962, 4: 1-7.  
[17] Taylor L. R. Aggregation variance and the mean[J]. Nature, 1961, 189: 732-735.  
[18] Lloyd M. Mean crowing[J]. J. Anim. Ecol., 1967, 36: 1-30.  
[19] Iwao S. Application of the method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size[J]. Res., Popul Ecol., 1972, 14: 97-128.  
[20] Iwao S. The m\* -m statistics as a comprehensive method for analyzing spatial patterns of biological populations and its application to sampling problems [A]. In: Morisita M, ed. Studies on Methods of Estimation Density, Biomass and Productivity in Terrestrial Animals [C]. Tokyo: University of Tokyo, 1977.  
[21] 戈峰. 现代生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 213-276.

### (上接第 172 页)

- [16] 王连珊. 刨花碱液预处理对酚醛刨花板尺寸稳定性的影响[J]. 木材工业, 1994(1): 14-16.  
[17] Hsu W E, Schwald W. Chemical and Physical changes required for producing dimensionally stable wood-based composites[J]. Wood Science and Technology, 1988, 22: 281-289.  
[18] 陆仁书, 蔡力平. 刨花蒸汽处理提高刨花板的尺寸稳定性[J]. 木材工业, 1992, (2): 7-11.  
[19] 蔡力平, 刘志群. 高压蒸汽处理对刨花表面自由基浓度的影响[J]. 木材工业, 1992, (3): 2-5.  
[20] 蔡力平, 陆仁书, 蔡铁军. 刨花蒸汽处理最优工艺的探讨[J]. 林产工业, 1993, (1): 5-9.

- [21] 蔡力平, 邓卫平, 刘志群. 用红外光谱分析刨花蒸汽处理后成分的变化[J]. 木材工业, 1993, (1): 11-14.  
[22] Sekino N. Thickness swelling and internal bond strength of particleboard made from steam-pretreated particles[J]. Mokuzai Gokkaishi. 1997, (12): 78-82.  
[23] 周友明, 袁纳新, 许武雄. 刨花和纤维蒸汽预处理对其模压制品性能的影响[J]. 木材工业, 1998, (5): 40-42.  
[24] Suchsland, Enlow R C. Heat treatment of exterior particleboard[J]. Forest Products Journal, 1968, 18(8): 24-28.  
[25] Heebink B G, Hefty F V. Treatments to reduce thickness swelling of phenolic-bonded particleboard[J]. Forest Products Journal, 1969, 19(11): 17-25.