

马尾松林昆虫群落及其时空结构的研究*

任立宗

王淑芬

(中国林业科学研究院林业研究所) (中南林学院)

摘 要

本文对湖南省靖县排牙山林场六种不同类型马尾松林的昆虫群落(包括蜘蛛)进行了初步研究。在所获688种昆虫和蜘蛛中,没有一种在群落中占有绝对优势,其数量分布比较均匀。研究表明:不同类型的林分,其昆虫群落的稳定性有差异。在林龄和郁闭度这两个重要的林分因子中,以林龄对稳定性的影响较大。本文提出用昆虫群落多样性指数变化的年极差(ED)及天敌/害虫比值(NE/P)这两个指标来评定群落的稳定性,试图从实质上阐明昆虫群落是否稳定的原因。在马尾松林由幼林向中林、成林发育的过程中,昆虫群落的天敌数量逐渐增多,害虫数量则相对减少,因而昆虫群落的自控能力亦逐渐增强,使之由比较不稳定到比较稳定。

关键词 马尾松; 昆虫群落; 多样性指数

我国南方的马尾松(*Pinus massoniana*)长期来受到马尾松毛虫(*Dendrolimus punctatus*)的严重危害。因此,如何管理好马尾松林的害虫,已成为一个迫切需要解决的问题。1967年提出了“有害生物综合治理”的概念,即“有害生物的一种管理系统,它按照有害生物种群动态及与之相关的环境条件,尽可能协调地运用适当的技术和方法,使有害生物的种群保持在经济危害水平以下。”^[2]要协调地运用各种技术和方法,最基本的任务之一,就是进行群落调查。这不仅使我们能清楚某一昆虫群落中昆虫的种类、各种昆虫间的食物链网关系及其消长规律,还使我们能够知道该群落在时间序列上的稳定性等。

从1986年5月至1987年4月,作者对湖南靖县排牙山林场的马尾松林昆虫群落进行了连续的抽样调查。本文试图通过对这些资料的统计分析,为马尾松林综合治理提供一些有用的信息。

一、试验设计

(一) 标准地的设置

湖南省靖县排牙山林场是马尾松的适生区,历年来虽有松毛虫等害虫的存在,但从未暴

本文于1987年12月14日收到。

* 本文为任立宗的硕士论文。在试验中得到中南林学院吴东亮、黄勇平等老师,湖南排牙山林场刘书金场长及尹吉祥等同志的热情帮助,本文承蒙萧刚柔研究员审阅,在此一并致谢。

发成灾。本试验在马尾松人工林中选标准地 6 块，海拔为 320m。其状况见表 1。

表 1 各标准地的林分状况

样地号	项 目	林 龄 (a)	郁 闭 度	平均 高 (m)	平均胸径 (cm)	林 下 植 被、土 壤 状 况
I		18	0.9	11.2	14.5	假死树、油茶、油桐、白茅，落叶层 2cm 厚，石砾壤土
II		12	0.9	6.3	11.5	櫻桃、油茶、蕨类、白茅，落叶层 2cm 厚，石砾壤土
III		12	0.3	6.3	12.0	白茅、悬钩子、榿木、油茶、蕨类，落叶层 0.5cm 厚，酸性黄壤土
IV		12	0.6	5.5	12.0	油茶、假死树、榿木、白茅、蕨类，落叶层 1.5cm 厚，酸性黄壤土
V		6	0.9	3.5	6.0	蕨类、小果蔷薇、榿木，落叶层 2.5cm 厚，酸性黄壤土
VI		6	0.6	3.0	6.0	蕨类、白茅、悬钩子、榿木，落叶层 2cm 厚，石砾壤土

(二) 调查方法

在每块标准地中，分别对林冠层、冠下空间层、枯枝落叶层及土层进行抽样调查。林冠层采用高枝剪-套袋调查法，取样 40 套袋，套袋规格：35 cm(口)×55 cm(长)×20 cm(底)；冠下空间层用普通昆虫网扫网 120 次进行调查；落叶层和土层则用样方调查，样方大小为 25 × 25 cm，共 10 块，土层取样厚度为 15 cm。每块标准地在采样完毕后，将样本带回室内仔细检查，将所获昆虫、蜘蛛用指形管装好，以便进行分类和整理。

二、结果与分析

(一) 昆虫群落的组成及食物链网

从六块标准地的连续抽样调查中，共获昆虫纲 15 目 115 科 521 种，蛛形纲 2 目 21 科 167 种。统计结果见表 2。

表 2 昆虫纲和蛛形纲的科、种及个体数百分比

目	科		种		个 体		目	科		种		个 体	
	数	(%)	数	(%)	数	(%)		数	(%)	数	(%)	数	(%)
蜘蛛目	20	14.71	166	24.13	1 069	19.33	脉翅目	1	0.74	2	0.29	67	1.21
蜂螨目	1	0.74	1	0.15	45	0.81	蜂螂目	1	0.74	2	0.29	124	2.24
鳞翅目	19	13.97	59	8.58	1 127	20.38	长翅目	1	0.74	1	0.15	4	0.07
鞘翅目	24	17.65	115	16.72	623	11.27	竹节虫目	1	0.74	1	0.15	18	0.33
膜翅目	14	10.29	84	12.21	581	10.51	革翅目	1	0.74	1	0.15	67	1.21
半翅目	9	6.62	75	12.06	409	7.40	弹尾目	1	0.74	2	0.29	108	1.95
同翅目	11	8.09	60	8.72	540	9.76	双翅目	26	19.12	83	10.90	454	8.21
直翅目	4	2.94	33	4.80	211	3.82	等翅目	1	0.74	1	0.15	6 巢	
螳螂目	1	0.74	2	0.29	53	0.96	合 计	136		688		5 530	

在17目昆虫和蜘蛛中，捕食者占29.07%，寄生者占1.57%，杂食者占10.10%，腐食者占6.86%，植食者占52.41%。主要种类的食物链网关系见图1。

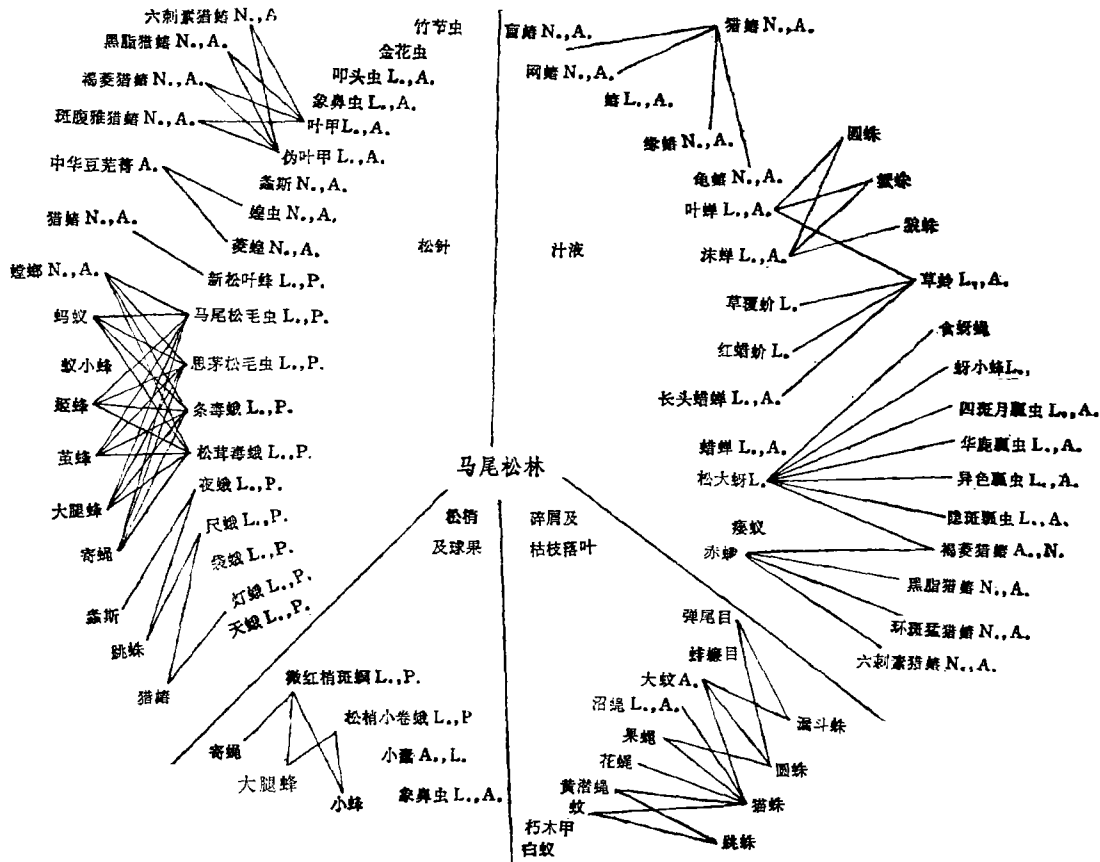


图1 马尾松林食物链网

L.——幼虫 N.——若虫 P.——蛹 A.——成虫

(二) 群落的水平结构

将不同林龄和郁闭度的组合，归为一个水平，因而试验中所用的六块标准地，即为六个不同的水平。由于它们给昆虫提供的环境条件，如土壤、温度、湿度、光照等条件的不一致性及昆虫和蜘蛛种群对生态环境要求的差异，昆虫和蜘蛛在不同的林分中的差异是明显的。

1. 种类和数量的差异 统计结果见表3。分析表明：幼林同中林、成林比较，其种类和数量都明显地要少，而中林与成林之间，则不存在显著差异。郁闭度对一个群落的物种数及虫口则没有显著影响。

表3 各标准地的昆虫及蜘蛛的种类和个体数

样地	I	II	III	IV	V	VI
种类	260	269	265	262	198	218
个体数	983	1020	974	1007	809	767

2. 主要昆虫类群的差异 林龄和郁闭度对各种昆虫及其数量分布均有一定影响。如鳞翅目和同翅目的种类和数量,均以幼林最高,中林次之,成林最少;鞘翅目和同翅目的种类和数量,以疏林地最高,中等郁闭度的林分次之,高郁闭度的林分最少;而蚌螋的数量分布则随郁闭度的增大而减少。

(三) 群落的垂直结构

在马尾松林昆虫群落里,由于冠层、冠下空间层(包括下木)、落叶层及土层小生境有一定的差异,昆虫群落亦存在垂直分层现象。

在林冠层,优势类群为鳞翅目昆虫、同翅目昆虫及蜘蛛。

若设各层次中的虫口总和为100,则各目昆虫或蜘蛛在各层次中的实际数量经换算得表4。

表4 各目昆虫及蜘蛛在各层次中所占的百分比

层次	蛛 蛛	鞘翅目	鳞翅目	膜翅目	双翅目	半翅目	同翅目	直翅目	其它目*
林冠层	22.3	9.6	28.1	10.1	2.2	7.4	16.8	1.3	6.2
冠下空间层	21.3	13.7	5.2	13.3	15.7	8.4	8.6	10.3	3.7
落叶层	21.6	10.3	2.3	7.2	0	4.6	0	10.8	43.2
土层	6.8	55.4	4.1	12.2	0	0	0	0	21.6

* 包括蜂蠊目、革翅目、螳螂目、脉翅目、长翅目、等翅目、蜚蠊目。

由表4可知:冠层的优势类群为鳞翅目和同翅目昆虫及蜘蛛(共占67.2%);冠下空间层的优势类群为蜘蛛、双翅目和膜翅目及鞘翅目昆虫(共占64.0%);落叶层的优势类群为蜘蛛、“其它目”(主要是蚌螋和蠹蛾)、鞘翅目及直翅目昆虫(共占85.9%);土层则以鞘翅目昆虫占绝对优势(55.4%),其次是“其它目”(主要是蠹蛾)和膜翅目(主要是蚂蚁)。

(四) 群落的时间分化

1. 群落数量的月变化 若设马尾松林及其各层次的蜘蛛和昆虫的数量总和为100,则根据实际调查的结果换算得表5。

表5 马尾松林及其各层次蜘蛛和昆虫数量总和的月变化

层次	时 间	5月4日	6月14日	7月14日	9月1日	10月5日	11月15日	2月25日	4月1日
马尾松林*		13.9	14.9	9.9	15.2	16.8	8.7	9.0	10.8
林冠层		14.4	12.6	7.6	13.4	18.0	11.2	10.8	12.1
冠下空间层		12.0	24.0	17.2	16.6	12.6	5.5	3.3	8.9
落叶层		17.4	10.9	14.6	16.1	18.4	5.5	5.5	11.7
土层		16.7	6.7	5.0	31.7	15.8	3.3	9.2	11.7

* 指整个林分,包括林冠层—土层的四个层次。

据表5不难看出:

(1) 马尾松林昆虫及蜘蛛的总数量,在一年里有两个高峰值和两个低峰值。高峰值出现在初夏(6月14日)和中秋(10月5日),低峰值出现在盛夏(7月14日)和严冬。

(2) 松林各层次的小生境不一样, 故而导致各层次虫口数量的月变化不尽一致。冠层、落叶层及土层中昆虫数量的月变化基本一致, 但冠下空间层扫网所得昆虫的数量有变化, 规律则是: 一年中只有一个高峰值和一个低峰值, 与温度的变化规律基本一致。

(3) 松林四个层次中, 以土层虫口数量变化最大, 年极差达28.4%; 冠下空间层次之, 为21.7%; 落叶层再次之, 为12.9%; 冠层虫口数量变化最小, 为10.4%。年极差的大小, 在一定程度上反映了该生境的稳定性。年极差越大, 该生境越不稳定。

2. 群落多样性的月变化 群落的多样性是现代生态学的中心课题之一。它是群落物种组成和物种个体数相对比例状况的综合反映, 是群落一切属性中最基本的属性。它与群落的稳定性、生产力以及害虫的猖獗等有密切的关系。群落的多样性是用多样性指数来表示的。本文采用信息论领域的Shannon-Weiner多样性指数公式, 即:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

式中 H' ——多样性指数, n ——物种数, p_i ——第 i 物种在群落中所占的比例。

计算结果见表 6。

表 6 各样地多样性指数(H')的月变化

样地	5月4日	6月14日	7月14日	9月1日	10月5日	11月14日	2月25日	4月1日	极差
I	3.648	3.656	3.897	3.707	3.605	3.165	3.554	3.783	0.732
II	3.107	4.040	4.019	4.054	3.602	2.965	3.091	3.441	1.089
III	3.130	4.053	3.930	3.727	3.619	3.426	3.365	3.256	0.923
IV	3.400	3.167	3.927	3.759	3.692	3.272	3.432	3.330	0.760
V	3.310	3.646	3.814	3.325	2.729	1.675	2.837	3.196	2.139
VI	3.107	3.514	3.696	3.220	3.117	2.219	3.114	3.436	1.477
极差	0.541	0.886	0.323	0.834	0.963	1.751	0.717	0.587	

不难看出: 各样地 H' 的月变化趋势基本一致。但调查的时间不同, 样地间 H' 的差值亦不同。一年中, 以 7 月中旬各样地间 H' 的差异最小(0.323), 以 11 月份最大(1.751)。这主要与优势种数量的消长有关。7 月份, 不存在优势种, 种类多且分布均匀; 11 月则有优势种思茅松毛虫, 它在不同样地中极不平衡地分布, 使样地间 H' 的差异达最大值。 H' 的差异越大, 说明优势种在各林分中的数量分布越不平衡。

(五) 群落的稳定性

群落的稳定性指群落在一段时间内维持物种间相互组合及物种数量关系的能力, 以及在干扰后恢复到原来平衡状态的能力。当一个群落包含了较多的种类, 且各种类的个体分布比较均匀时, 它们之间就较易形成一个较为复杂的相互关系。这样, 群落对于环境的变化或来自群落内部种群的波动, 由于有一个比较强大的反馈系统, 从而得到较大的缓冲。

排牙山林场自 1958 年建场以来, 其马尾松林从未受到害虫的严重危害。可以认为, 这里的马尾松林昆虫群落是比较稳定的。但在不同林龄和不同郁闭度的林分之间, 其稳定程度不一样。本文试图用 H' 变化的年极差(即一年中最大 H' 与最小 H' 之差, 用 ED 表示) 和天敌/害虫的比值(用 NE/P 表示) 来判断群落间的相对稳定程度。

由调查资料计算得表 7。

表 7 各样地昆虫群落多样性的 ED 及 NE/P

样地	I	II	III	IV	V	VI
ED	0.732	1.089	0.923	0.760	2.139	1.477
NE/P	1.799	1.025	1.257	1.556	0.537	0.706

$$y = 0.08 + \frac{1.062}{x}$$

H' 的 ED值和 NE/P值, 都是反映群落自身调节能力的量, NE/P同 ED是因果关系。NE/P越大, ED就越小,说明群落的自控能力越强; NE/P 越小, ED 就越大,说明群落的自控能力越弱。ED与NE/P呈双曲线相关。若设ED为 y , NE/P为 x , 则用双曲线回归拟合得:

相关系数 $r = 0.83$

综上所述, 无论是用 ED 还是用 NE/P 来判断各林分下昆虫群落的稳定性, 均可得出以下结论: I > IV > III > II > VI > V, 即在这六种林分中, 以郁闭度高的成林最稳定, 其后依次是郁闭度为0.6、0.3、0.9的中林, 及郁闭度为0.6、0.9的幼林。

可见, 林龄和郁闭度均对稳定性有影响, 但林龄的影响较大。林龄和郁闭度对 ED 及 NE/P的影响, 均可用灰色系统理论中的DM(1, 1)模型来拟合。结果见表 8。

表 8 DM(1, 1) 模型拟合结果

项 目	微 分 方 程	预 测 试	备 注	
林 龄	ED	$dx_1^{(1)}/dt + 0.3916x_1^{(1)} = 2.1415$	$x^{(1)}(t) = -3.33e^{-0.3916(t-1)} + 5.469$	林龄为6、12、18时, 与其对应的 t 依次为1、2、3
	NE/P	$dx_1^{(1)}/dt - 0.5481x_1^{(1)} = 0.4497$	$x^{(1)}(t) = 1.357e^{0.5481(t-1)} - 0.820$	
郁闭度	ED	$dx_1^{(1)}/dt - 0.3556x_1^{(1)} = 0.2979$	$x^{(1)}(t) = 1.761e^{0.3556(t-1)} - 0.838$	郁闭度为0.3、0.6、0.9时, 与其对应的 t 依次为1、2、3
	NE/P	$dx_1^{(1)}/dt + 0.4113x_1^{(1)} = 2.3938$	$x^{(1)}(t) = -4.563e^{-0.4113(t-1)} + 5.820$	

相应的图形为图 2、3。

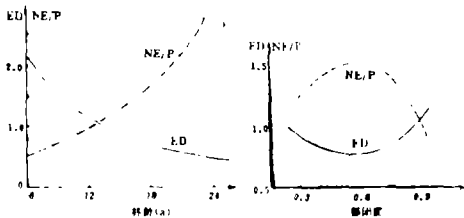


图 2 NE/P及ED与林龄的关系

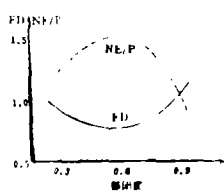


图 3 NE/P及ED与郁闭度的关系

由图 2 可知: 随林龄增大, NE/P 的比值迅速提高, 林龄愈大, 提高愈快; ED 则随林龄增大, 其减小的速率在减缓。这看来似乎有些矛盾, 但事实是 NE/P 的比值超过一定的值后, 由于天敌的数量太多, 食源不足, 天敌之间发生自相残杀的现象也随此比值的增大而渐趋严重。

由图 3 可知: 在林龄相同时, 中等郁闭度的林分最稳定, 低于或高于这一郁闭度的林分, 其稳定性都会下降。

三、讨 论

多样性指数 (H') 是反映群落稳定性的一个重要尺度。一般认为, 群落的 H' 越高, 该群落就越稳定。但笔者认为, 群落的 H' 的大小, 只能判断该群落在某一时刻的稳定程度, 而不能反映它在时间进程上的稳定程度。因为一个比较稳定的群落, 它在某一时刻的 H' 可能并不高, 但它由于有大量天敌存在而使某一害虫开始取食为害时, 将其虫口控制在一个低水平。这

样，其 H' 不会因优势害虫种类的出现而发生大幅度的变化，而一个比较不稳定的群落，它在某一时刻的 H' 可能较大，但由于它的天敌少，自控能力差，因而在优势害虫危害时期，它不能很快降低其虫口而使 H' 发生大幅度的变化。基于这些，本文提出用 H' 变化的年极差 (ED) 和天敌/害虫比值 (NE/P) 来评定不同类型马尾松林昆虫群落的相对稳定性，是一次尝试。它是否比较真实地反映了一个昆虫群落稳定性大小的实际状况，还有待于实践的检验。

参 考 文 献

- [1] 南开大学等, 1980, 《昆虫学》上、下册, 高等教育出版社。
 [2] 赵志模等, 1984, 生态学引论, 科学技术出版社重庆分社。
 [3] 邓聚龙, 1985, 灰色系统, 国防工业出版社。
 [4] 胡金林, 1984, 中国农林蜘蛛, 天津人民出版社。
 [5] 吴亚等, 1980, 草甸昆虫群落及空间与时间结构, 昆虫学报, 23(2):156—165。
 [6] Hairston, N. G., 1959, Species abundance and community organization, *Ecology*, 40(3):404—415。
 [7] Teraguchi, S., 1977, Structure and development of insect communities in an Ohio-field, *Environ. Entomol.*, 6(2):247—257。
 [8] Resh, V. H., 1975, Community structure and diversity of Caddisfly adults from the salt river, Kentucky, *Environ. Entomol.*, 4(2):240—252。

A STUDY ON THE INSECT COMMUNITY AND IT'S STRUCTURE OF TIME AND SPACE IN STANDS OF *PINUS MASSONIANA*

Ren Lizong

(The Research Institute of Forestry CAF)

Wang Shufen

(The Central South Forestry College)

Abstract

An investigation was conducted in 6 different types of *Pinus massoniana* stands (different age and canopy density of stands) in Jing County, Hunan Province to study the insect communities (including spiders) and its structure of time and space. None of the 688 species collected showed that it had the community. The distribution of each species of insect or spider was comparatively even. The results of the investigation indicated that stabilities of insect communities were different in the stands which had different ages and canopy

densities. Stand age has more influence on the stability of insect community than canopy density does. In this paper we tried to use the natural enemy/pest (NE/P) and the year extreme difference of diversity indices of insect community to discuss the stability of a community, and tried to explain the main causes which affected the stability. The more the number of natural enemies, the bigger the value of NE/P. Stands with bigger values of NE/P have more self-control abilities and make the insect community more stable.

Key words: *Pinus massoniana*; insect community; diversity indices

中国林业科学研究院林业考察组

访问澳大利亚获得成功

应澳大利亚国际农业发展中心(ACIAR)主任 J. R. McWilliam 教授的邀请,由中国林业科学研究院刘于鹤院长、外事处黄伟观处长、亚热带林业研究所杨培寿所长组成的考察组,于1988年5月6日至21日对澳大利亚进行了友好访问。在澳农研中心主任科学家、项目协调官 J. W. Turnbull、高级科学家 D. J. Boland 等4名官员陪同下,考察组先后访问了21个林业管理部门、企业、学校及科研单位,包括新南威尔士州的林业委员会、木材技术和林业研究处;昆士兰州的林业部、京比林业研究所、林业博物馆、林业研究中心、苗圃、防火研究中心、科工组织林业试验点、林业培训中心、制材厂等;首都堪培拉地区澳国际农研中心总部、澳科工组织林业和林产品研究所、林木生长研究基地和澳国立大学林学系等;维多利亚州的墨尔本大学,农林学院,土地、森林保护局林业处, Tanjo 择伐、间伐、皆伐试验林,以及澳大利亚造纸厂及其所属的林业公司人工林基地等。

这次考察获得了成功。通过访问,促进了相互了解,进一步探讨了澳农研中心与中国林科院的合作交流。

1. 对现行的“澳大利亚阔叶树引种及栽培试验(8457项目)”和“黑荆树栽培及其提取物利用的研究(8458项目)”,澳方将研究我方提出的第二期建议书,准备提出正式文本。为做必要的准备,拟把原将于10月结束的这两个项目延长半年。

2. 与有关负责官员就将于今年10月在广州举行的8457和8458两个项目的国际讨论会的议题、筹备工作、与会代表、开会日期和论文汇编等进行了研究。

3. 今年4月,中澳双方就“利用微生物接种提高华南地区木麻黄和桉树人工林生产力(8734项目)”签了字。澳方现在正请西部菌根专家来昆士兰州协助本项目负责人收集适合中国条件的菌种,待准备就绪,项目即开始执行。

4. CSIRO 林业和林产品研究所所长 W. Hewertson 博士对新提出的“桉树和黑荆树制浆造纸的开发利用项目”表示了极大的兴趣,指出澳大利亚这方面的技术可以转让给中国。

(中国林业科学研究院 徐梅卿)