

文章编号: 1008 - 2786 - (2011)2 - 164 - 09

## 云南哀牢山西麓季风常绿阔叶林 及思茅松林的群落学特征

宋 亮<sup>1,2</sup>, 刘文耀<sup>1,3</sup>\*, 马文章<sup>1,2</sup>, 赵相健<sup>1,2</sup>, 周 蒙<sup>1,2</sup>, 杨国平<sup>1</sup>

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039;

3. 澳大利亚 Curtin 理工大学, 珀斯 WA6845)

**摘 要:** 在云南哀牢山西麓川河河谷残存有较大面积的季风常绿阔叶林, 其周围分布着思茅松林。采用典型取样法, 对季风常绿阔叶林及思茅松林的物种组成与群落结构进行了调查和分析, 结果表明: 季风常绿阔叶林乔木层的优势种主要是红木荷 (*Schima wallichii*)、高山栲 (*Castanopsis delavayi*)、密花树 (*Rapanea neriifolia*), 而思茅松成熟林以思茅松 (*Pinus kesiya* var. *langbianensis*) 为绝对优势。在季风常绿阔叶林的 29 株样树树干上共调查到附生植物共 36 种, 但在思茅松林中几乎找不到附生植物。季风常绿阔叶林和思茅松成熟林的香农-威纳多样性指数分别为 3.32 和 1.70; 相对于思茅松林, 季风常绿阔叶林物种组成和群落结构都更复杂, 具有较高的生物多样性和稳定性。由于该区域的季风常绿阔叶林受到了较为严重的人为干扰和破坏, 因此, 需要进一步加强对山地森林植被的保护与管理, 尽量减少人为干扰, 并采取适当的人工抚育措施, 促进该区山地森林资源的保护和恢复。

**关键词:** 哀牢山; 生物多样性; 附生植物; 季风常绿阔叶林; 思茅松林; 稳定性

**中图分类号:** Q948

**文献标识码:** A

作为亚热带常绿阔叶林的主要植被类型之一, 季风常绿阔叶林广泛分布于我国长江流域南部的中低海拔的亚热带气候地区, 分布面积较大, 地形复杂, 种类组成多样。在云南, 季风常绿阔叶林分布于滇中南、滇西南、滇东南等一带海拔 1 000 ~ 1 600 m 的地区, 是反映云南亚热带南部气候条件的植被类型<sup>[1]</sup>。思茅松林是云南特有的森林类型, 主要分布于哀牢山西坡以西海拔 700 ~ 1 800 m 的亚热带南部地区<sup>[2]</sup>。

位于云贵高原、横断山区、青藏高原三大地理区域结合部, 斜贯云南亚热带中部 500 km 余的哀牢山山脉, 在我国西南低纬高原山地具有独特地位, 是生物多样性较丰富及植物区系地理成分荟萃之地。哀牢山山地植被具有明显的山地垂直景观特征, 在海

拔 2 000 m 以下分布着季风常绿阔叶林及思茅松林, 在其以上的高海拔区域则分布着中山湿性常绿阔叶林及山顶苔藓矮林<sup>[1]</sup>。目前, 不少学者对哀牢山高海拔区域的中山湿性常绿阔叶林和苔藓矮林的物种组成、群落结构和动态进行了研究<sup>[3-4]</sup>, 也有学者就滇南山地季风常绿阔叶林的物种组成、群落结构等进行了研究<sup>[5-6]</sup>, 而关于哀牢山西麓海拔 1 100 ~ 2 000 m 范围内分布的季风常绿阔叶林和思茅松林的群落生态学研究报道很少。本文试图通过对哀牢山西麓川河河谷三棵桩地区的季风常绿阔叶林和思茅松林的物种组成、多样性、群落结构和动态的研究, 为深入开展亚热带山地森林生态系统组成、结构及其动态研究提供基础资料, 同时也为区域生物多样性保护及山地森林资源的经营与管理提供科学依

收稿日期 (Received date): 2010 - 10 - 11; 改回日期 (Accepted): 2011 - 03 - 08。

基金项目 (Foundation item): 中科院知识创新项目 (KSCX2 - YW - N - 066 - 03), 国家自然科学基金项目 (30771705) 和中科院“百人计划”项目 (BRJH2002098)。[Supported by Knowledge Innovation Program of Chinese Academy of Science (CAS) (KSCX2 - YW - N - 066 - 03); National Natural Science foundation of China (30771705); the fund for Top One Hundred Young Scientists, CAS (BRJH2002098).]

作者简介 (Biography): 宋亮 (1984 - ), 男 (汉), 湖南岳阳人, 博士研究生, 主要从事恢复生态学和林冠学的研究。[Song Liang (1984 - ), male, PhD candidate, study on restoration ecology and canopy.] E - mail: songliang@xtbg.ac.cn

\* 通讯作者 (Corresponding author): E - mail: liuwuy@xtbg.ac.cn

据。

## 1 研究区自然概况

本研究地点位于哀牢山西麓景东县城附近川河东岸的三棵桩地区,海拔1 500~1 600 m,地理位置100°22'~101°15'E,23°56'~24°29'N。根据景东县气象站资料,本区属亚热带季风型气候,因海拔高差悬殊,具有垂直变化明显、冬无严寒、夏无酷暑、雨量集中、干湿分明、雨热同季、干凉同步的特点。年平均降雨量1 102.8 mm,87%的降水集中在雨季(5—10月),年平均相对湿度77%,年蒸发量为1 485.9 mm。年平均气温18.7℃,最高月平均气温(7月)23.2℃,最低月平均气温(1月)10.9℃,10℃以上积温为7 879℃,年均日照2 131.6 h,无霜期355 d<sup>[3]</sup>。季风常绿阔叶林和思茅松林是三棵桩地区的主要植被类型,由于长期的人为干扰和破坏,季风常绿阔叶林多残存于沟谷两岸较为陡峭的山坡上,呈小片状分布,而缓坡地带的常绿阔叶林破坏后形成了不同林龄的思茅松林,林地土壤为山地黄红壤。

## 2 研究方法

### 2.1 群落样地调查

于2009-05—06,根据实际踏查,在哀牢山西麓三棵桩地区沿沟谷东西方向200~250 m,沟底向上100 m大约2 hm<sup>2</sup>的范围内,采用典型取样法,在沟谷下部季风常绿阔叶林(简称“MEBF”)集中分布区域沿等高线布设3个20 m×20 m的调查样地,在周围分布的思茅松成熟龄林(简称“MPKF”)及人工种植的思茅松幼林(简称“YPKF”)也分别设立3个同样大小的调查样地。在实际调查中,将每个20 m×20 m的乔木样方分成4个10 m×10 m的小样方,对样地内的胸径>2.5 cm的立木进行每木调查,记录每个立木的种类、树高、胸径和基径。同时,在每个样地的四角和中心取5个2 m×2 m的小样方,调查样方内所有灌木的种类、高度和株数,并记录所有草本植物的种类、数量。此外,借助20 cm×20 cm的铁丝网(由256个1.25 mm×1.25 mm的小方格组成),对不同类型森林群落样地内有代表性的样树进行了树干附生植物的调查<sup>[7]</sup>。

### 2.2 测度方法

对群落的测度主要包括:重要值、优势度、生物

多样性和相似性指数。

#### 2.2.1 重要值

乔木层林木的重要值(Important Values)的计算公式为

$$\text{重要值}(IV) = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对优势度})/3$$

灌木、草本植物重要值按照以下公式计算

$$\text{重要值}(IV) = (\text{相对密度} + \text{相对频度})/2^{[8]}$$

附生植物重要值按照以下公式计算

$$\text{重要值}(IV) = (\text{相对盖度} + \text{相对频度})/2^{[9]}$$

#### 2.2.2 优势度指数

生态优势度是群落水平的综合指标,是把群落作为一个整体而把各个种的重要值总结为一个合适的度量值,可表征群落的组成结构特征。优势度指数C计算公式

$$C = \sum_{i=1}^s \left( \frac{iv_i}{IV} \right)^2, i=1, 2, 3 \dots S$$

式中  $IV$  为群落内所有植物种类的重要值之和,  $iv_i$  为第  $i$  个种的重要值<sup>[10-12]</sup>。

#### 2.2.3 生物多样性

生物多样性测定方法很多,根据物种多样性测度指数的应用程度以及对群落物种多样性状况的反映能力,本研究采用 Margalef 丰富度指数、Shannon - Wiener 和 Simpson 多样性指数以及 Pielou 均匀度指数来测度和分析群落对生物多样性特征。各个指标的具体计算方法如下:

Margalef 丰富度指数

$$d = (S - 1) / \ln N;$$

Simpson 多样性指数

$$D = 1 - \sum P_i^2;$$

Shannon - Wiener 多样性指数

$$H = - \sum P_i \cdot \log_2 P_i;$$

Pielou 均匀度指数

$$J = - \sum P_i \cdot \log_2 P_i / \ln S;$$

式中  $P_i$  为第  $i$  种的个体数占总个体数的比例,  $N$  为种  $i$  所在样方的个体总数,  $S$  为种  $i$  所在样方的物种总数。

#### 2.2.4 相似性指数

Sørensen 指数

$$ISs = 2c / (a + b)$$

ISs 是 Sørensen 相似性指数;  $a$  为甲群落中所固有的物种数量;  $b$  为乙群落中所固有的物种数量;  $c$  为甲乙两个群落中所共有的物种数量。

### 3 结果与分析

#### 3.1 群落的外貌和结构

野外调查结果表明,三类群落的结构存在较大的差异(表1)。季风常绿阔叶林群落乔木平均高9.1 m,由茶科、壳斗科和樟科等树种组成,林木密度1 825 株/hm<sup>2</sup>,盖度在80%以上,林冠整齐、彼此相连;乔木层之下是由乔木幼树和灌木构成的灌木层,该层较发达,层高1~2 m,盖度15%;再下为草本层,种类较多,高0.5 m左右,覆盖度低于10%;此外,群落内有一定数量的藤本植物和附生植物。该区思茅松成熟林是原生常绿阔叶林破坏后,于20世纪70年代营造的人工林,林龄40 a左右,乔木层中思茅松占绝对优势,平均高10.7 m,林木密度900 株/hm<sup>2</sup>,林内零星分布一些的本木植物,森林覆盖度70%左右,林下灌木草本植物不发达,藤本及附生植物很少。在近期砍伐迹地上人工营建起来的思茅松幼林,群落平均高仅2.9 m,但林木密度较高,达1 875 株/hm<sup>2</sup>,层次结构不明显,未见藤本植物和附生植物。

表1 哀牢山西南麓常绿阔叶林及思茅松林的基本特征

Table 1 Vegetative characteristic of monsoon evergreen broadleaved forest and *Pinus kesiya* var. *langbianensis* forests at the west foot of Ailao Mountain

项目 Item	MEBF	MPKF	YPKF
森林盖度 Forest cover/%	95	80	70
平均胸径 Mean DBH/cm	11.2	15.1	4.1
平均高度 Mean height/m	9.1	10.7	2.9
木本植物密度/株数·hm <sup>-2</sup> Density of woody plant species/individuals·hm <sup>-2</sup>	1 825	900	1 875
乔木层盖度 Tree cover/%	80	70	50
灌木层盖度 Shrub cover/%	15	10	20
草本层盖度 Herb cover/%	8	5	10

表中,MEBF:季风常绿阔叶林,MPKF:思茅松成熟林,YPKF:思茅松幼林,下同。

#### 3.2 群落的种类组成

计算各群落各物种的重要值,结果列于表2。在本研究所调查的样地中,季风常绿阔叶林乔木层中红木荷(*Schima wallichii*)、高山栲(*Castanopsis delavayi*)和密花树占优势,它们的重要值分别为20.69,10.41和9.36,其次为绒毛崖豆(*Millettia velutina*)、黄毛青冈(*Cyclobalanopsis delavayi*)和香叶

树(*Lindera communis*)等;灌木层以香叶树和高山栲、密花树的幼树为主,草本层主要由粗叶耳草(*Hedyotis hispida*)、紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*)等组成;在调查到的29株样树树干上共记录到附生维管植物11种,其中优势种有雨蕨(*Gymnogrammitis dareiformis*)、伏生石豆兰(*Bulbophyllum reptans*)和舌蕨(*Elaphoglossum conforme*),其重要值分别为6.28、2.98、2.58,发现附生苔藓植物共25种,其中,毛扭藓(*Aerobryidium filamentosum*)、钝叶蕨藓(*Macromitrium japonicum*)、毛尖卷柏藓(*Racopilum aristatum*)较为常见,其重要值分别达18.95、15.68、8.34。思茅松成熟林乔木层中思茅松(*Pinus kesiya* var. *langbianensis*)占绝对优势,其重要值达57.95,林内也有少量的红木荷等阔叶树种,但它们的重要值均小于10.00;灌木层以水锦树(*Wendlandia uvariifolia*)、红木荷和思茅松的幼树为主;林下草本层不发达,常见种类为紫茎泽兰、野靛棵(*Mananthes patensiflora*)、臭灵丹(*Laggera pterodonta*);样树树干上偶见大灰藓(*Hypnum plumaeforme*)、广叶绢藓(*Entodon flavescens*)和穗枝赤齿藓(*Erythrodontium julaceum*)等少数几种附生苔藓植物。思茅松幼林中思茅松重要值最高,但林内也有相当数量的水锦树、麻栎(*Quercus acutissima*)等阔叶树种,它们的重要值分别为48.32、22.12和18.63;灌木以水锦树、密花树幼树和牛筋条(*Dichotomanthes tristanicarpa*)为主;草本层主要由紫茎泽兰、节节草(*Commelina diffusa*)、中国宿苞豆(*Shuteria sinensis*)等种类构成。

#### 3.3 乔木径级结构

径级结构是植物群落稳定性和生长发育状况的重要指标<sup>[11]</sup>。综合9个样地的所有乔木种类,将径级分布列于表3。季风常绿阔叶林林木径级分布范围较大,有胸径≥2.5 cm的木本植物219株,平均胸径11.2 cm,林木径级差异较大,最大胸径达51.7 cm,其中胸径2.5~10 cm的乔木幼树较多,大于40 cm的个体数量较少,随着径级的增大,群落中的种数、个体数和个体/种数的比值都逐渐减小,表明群落中乔木层幼苗较多,更新状况良好,但大径级的植物优势并不明显。思茅松成熟林中胸径≥2.5 cm的木本植物仅108株,平均胸径为15.1 cm,处于10.1~20.0 cm径级的个体数最多,缺乏大径级树木,表明该群落多数种类在中等径级有较多分布,群落的优势种主要通过较多中等径级个体体现出来。思茅松幼林乔木个体的径级变化较小,林木的平均

表2 哀牢山西麓季风常绿阔叶林、思茅松林的优势种组成及其重要值\*

Table 2 Dominant species and its important values of monsoon evergreen broadleaved forest and *Pinus kesiya* var. *langbianensis* forests at the west foot of Ailao Mountain

垂直分层 Vertical layers	植物名 Species	重要值 Important value		
		MEBF	MPKF	YPKF
乔木层 Tree layer	红木荷 <i>Schima wallichii</i>	20.69	9.99	5.17
	高山栲 <i>Castanopsis delavayi</i>	10.41	-	-
	密花树 <i>Rapanea neriifolia</i>	9.36	5.5	-
	绒毛崖豆 <i>Millettia velutina</i>	8.54	-	-
	黄毛青冈 <i>Cyclobalanopsis delavayi</i>	7.98	5.84	-
	香叶树 <i>Lindera communis</i>	4.8	-	-
	杜茎山 <i>Maesa japonica</i>	3.3	-	-
	野柿 <i>Diospyros kaki</i> var. <i>silvestris</i>	3.25	-	-
	茶梨 <i>Anneslea fragrans</i>	3.2	-	-
	小叶青冈 <i>Cyclobalanopsis myrsinifolia</i>	2.7	-	-
	水锦树 <i>Wendlandia uvariifolia</i>	2.43	9.8	22.12
	余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i>	2.36	-	-
	榲桲 <i>Quercus aliena</i>	2.18	-	-
	革叶算盘子 <i>Glochidion daltoni</i>	2.09	-	-
	思茅松 <i>Pinus kesiya</i> var. <i>langbianensis</i>	-	57.95	48.32
	麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	-	-	18.63
	石楠—种 <i>Photinia</i> sp.	-	4.03	-
	香叶树 <i>Lindera communis</i>	9.37	-	-
	高山栲 <i>Castanopsis delavayi</i>	8.5	-	-
灌木层 Shrub layer	密花树 <i>Rapanea neriifolia</i>	7.89	-	12.7
	红木荷 <i>Schima wallichii</i>	-	22.81	-
	水锦树 <i>Wendlandia uvariifolia</i>	-	16.12	30.16
	思茅松 <i>Pinus kesiya</i> var. <i>langbianensis</i>	-	14.23	-
	牛筋条 <i>Dichotomanthes tristanii</i> carpa	-	-	8.43
	粗叶耳草 <i>Hedyotis hispida</i>	17.78	-	-
	紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	16.46	40.21	17.89
	求米草 <i>Oplismenus undulatifolius</i>	12.31	-	-
	野靛棵 <i>Mananthes patentiflora</i>	-	11.44	-
	臭灵丹 <i>Laggera pterodonta</i>	-	7.77	-
草本层 Herb layer	节节草 <i>Commelina diffusa</i>	-	-	16.92
	中国宿苞豆 <i>Shuteria sinensis</i>	-	-	7.7
	附生维管植物 <i>epiphytic vascular plants</i>			
	雨蕨 <i>Gymnogrammitis dareiformis</i>	6.28	-	-
	伏生石豆兰 <i>Bulbophyllum reptans</i>	2.98	-	-
	舌蕨 <i>Elaphoglossum conforme</i>	2.58	-	-
	附生苔藓植物 <i>epiphytic bryophytes</i>			
	毛扭藓 <i>Aerobryidium filamentosum</i>	18.95	-	-
	钝叶藓 <i>Macromitrium japonicum</i>	15.68	-	-
	毛尖卷柏藓 <i>Racomitrium aristatum</i>	8.34	-	-

\* 表中列出了季风常绿阔叶林乔木层重要值>2的所有物种以及各群落灌木、草本层和附生植物重要值排在前三位的所有植物物种及其对应的  
的重要值。

表 3 哀牢山西麓季风常绿阔叶林、思茅松林乔木径级结构  
Table 3 DBH structure distribution of trees of monsoon evergreen broadleaved forest and *Pinus kesiya* var. *langbianensis* forests at the west foot of Ailao Mountain

径级 Classes /cm	MEBF			MPKF			YPKF		
	种数 No. of species	个体数 No. of indiv.	个体/种 Indiv. /sp.	种数 No. of species	个体数 No. of indiv.	个体/种 Indiv. /sp.	种数 No. of species	个体数 No. of indiv.	个体/种 Indiv. /sp.
2.5 ~ 10.0	22	129	5.86	8	30	3.75	9	224	24.89
10.1 ~ 20.0	19	59	3.11	6	50	8.33	1	1	1.00
20.1 ~ 30.0	11	26	2.36	3	24	8.00	0	0	-
30.1 ~ 40.0	2	2	1.00	2	4	2.00	0	0	-
> 40.0	2	3	1.50	0	0	-	0	0	-
合计 Total	30	219	7.30	11	108	9.82	9	225	25.00

表 4 哀牢山西麓季风常绿阔叶林、思茅松林优势度和多样性指数  
Table 4 Dominance and biodiversity indexes of monsoon evergreen broadleaved forest and *Pinus kesiya* var. *langbianensis* forests at the west foot of Ailao Mountain

指数 Index	MEBF			MPKF			YPKF		
	乔木层 Tree layer	灌木层 Shrub layer	草本层 Herb layer	乔木层 Tree layer	灌木层 Shrub layer	草本层 Herb layer	乔木层 Tree layer	灌木层 Shrub layer	草本层 Herb layer
优势度指数 Dominance index	0.11	0.05	0.09	0.36	0.13	0.19	0.32	0.13	0.09
物种丰富度指数 Margalef index	3.26 ± 0.67	4.10 ± 0.23	1.99 ± 0.44	3.58 ± 0.10	2.30 ± 0.49	2.01 ± 0.57	1.01 ± 0.07	2.80 ± 0.42	3.47 ± 0.65
香农 - 威纳指数 Shannon-Wiener index	3.32 ± 0.16	3.52 ± 0.12	1.92 ± 0.45	1.70 ± 0.62	2.62 ± 0.10	2.07 ± 0.64	1.58 ± 0.41	2.48 ± 0.14	3.25 ± 0.15
辛普森指数 Simpson index	0.88 ± 0.01	0.87 ± 0.03	0.58 ± 0.14	0.54 ± 0.18	0.78 ± 0.02	0.62 ± 0.16	0.58 ± 0.15	0.72 ± 0.06	0.84 ± 0.01
均匀度指数 Pielou index	0.81 ± 0.04	1.25 ± 0.06	0.77 ± 0.13	0.91 ± 0.21	1.12 ± 0.08	0.89 ± 0.21	0.37 ± 0.12	0.96 ± 0.05	1.06 ± 0.04

胸径仅为 4.1 cm,所有个体几乎都处于 2.5 ~ 10.0 cm 径级,群落发育尚处于初期阶段。

3.4 群落生态优势度

生态优势度是群落水平的综合数值,是把群落作为一个整体而把各个种的重要性总结为一个合适的度量值,它反映了优势种集中的程度,表征群落的组成结构特征。从表 4 中可以看出,本区域季风常绿阔叶林乔、灌木和草本层的优势度都较低,分别为 0.11、0.05 和 0.09,呈现为多树种共优,且物种组成变动性高。而思茅松成熟林正好相反,其各层的优势度指数都较高,分别为 0.36、0.13 和 0.19,优势种比较集中,乔木层表现尤为突出,构成以思茅松为绝对优势种的单优林。思茅松幼林中乔木层的优势度指数也比较高,但灌木、草本层优势度指数较低,说明乔木层优势种较集中,而灌、草层优势种集中程

度不高。

3.5 生物多样性

对各群落乔木层、灌木层和草本层的多样性分析结果见表 4。在不同的群落类型之间,季风常绿阔叶林乔、灌木层的各项丰富度、均匀度和多样性指数都基本高于思茅松林,但草本层的各项指数表现出相反的趋势。同一群落垂直结构上来看,季风常绿阔叶林各项指数的排序为灌木层 > 乔木层 > 草本层。思茅松成熟林丰富度指数排序为乔木层 > 灌木层 > 草本层,灌木层的均匀度指数较高,乔木层和草本层的均匀度指数接近,辛普森和香农 - 威纳多样性排序都为灌木层 > 草本层 > 乔木层。思茅松幼林各项指数的排序都为:草本层 > 灌木层 > 乔木层。

总体来说,季风常绿阔叶林具有较高的生物多样性,垂直结构相对完整,林分比较复杂。思茅松成

熟林乔木层生物多样性较低,形成组成比较单一的群落结构,其上层林冠基本被思茅松占领,林下成分不丰富,形成单优林。思茅松幼林乔木层生物多样性较低,但林下灌木、草本层生物多样性较高,尤以草本层发育较好。

表5 哀牢山西麓各群落之间的共有种和相似性指数  
Table 5 Shared species and similarity indexes between communities at the west foot of Ailao Mountain

群落类型 Communities	MEBF	MPKF	YPKF
MEBF	-		
MPKF	21/0.323	-	
YPKF	13/0.168	20/0.377	-

\* 群落共有种数/ Sørensen 相似性系数

3.6 群落间的相似性分析

对各群落进行两两间的比较发现,季风常绿阔叶林与思茅松成熟林之间的共有种数量最多,达21种,而与思茅松幼林的共有种数量最少,仅为13种(表5)。群落的相似性系数与群落共有种的数量变化有一定的差异,相似性分析的结果表明,思茅松成熟林和思茅松幼林间的相似性较高,而季风常绿阔叶林和思茅松成熟林次之,季风常绿阔叶林和思茅松幼林间的相似性最小。造成这种结果的原因很可能是思茅松成熟林和季风常绿阔叶林的存续时间比较长,群落内物种可能通过相互扩散,并逐渐在对方群落内定居下来,从而实现物种的交流,使其相互之间具有一定的相似性。季风常绿阔叶林和思茅松幼林之间则不一样,因为思茅松幼林发育时间很短,相互间的物种交流还很有限。

4 讨论与结论

季风常绿阔叶林是我国常绿阔叶林的重要植被类型之一。分布于哀牢山西麓景东县城附近川河东岸的季风常绿阔叶林,物种组成上比较丰富,在群落生态上形成了一些固有的特征:群落垂直结构完整,乔木层由常绿阔叶的茶科、壳斗科、樟科等树种组成,林冠整齐而彼此相连成片;林下灌木草本层植物种类多,其中有大量上层乔木的幼苗,更新状况良好;林间分布有一定量的藤本和附生植物。乔木径级分布呈倒金字塔形,大径级个体少,多数个体集中在小径级乔木上,这与西双版纳热带山地季风常绿阔叶林和鼎湖山南亚热带季风常绿阔叶林的径级结

构很相似<sup>[6,13]</sup>。分布于该区的思茅松成熟林群落垂直结构简单,林内乔木层以思茅松为绝对优势种,仅伴生少量阔叶树种,往往构成单优林,这和薛纪如和姜汉侨<sup>[2]</sup>的论述一致;林下透光空旷,灌草层较贫乏;林间基本上没有藤本、附生植物。乔木径级分布呈壶形,大径级和小径级的个体少,多数个体集中在中径级乔木上。

种群分布格局是反映群落结构合理性和稳定性的重要指标之一。当一个群落中有很多物种,且每个种的个体数占比相对均匀时,说明该群落物种间可能形成了比较复杂的相互关系,这样的群落就比较稳定,能较好地缓冲外界的干扰<sup>[14]</sup>。本研究中的季风常绿阔叶林就具有这样的特点,该群落经过长期的适应,群落内部种间种内关系协调,已经达到较为稳定的状态。而对处于演替早期阶段的人工思茅松林,其优势度指数较高,组成该群落的优势种是人工引入的单一乔木树种思茅松,种间关系较为简单,种内竞争异常激烈,这就导致了思茅松林有向更稳定群落演替的趋势。群落的物种多样性是表征群落结构合理性和稳定性的另一重要指标。在群落水平上,高的生物多样性或者高的群落复杂性将导致高的稳定性<sup>[15-17]</sup>。对比该地区的季风常绿阔叶林和思茅松林的各项多样性指数,结果表明季风常绿阔叶林的生物多样性明显高于思茅松林,这也在一定程度上反映出该研究区季风常绿阔叶林的稳定性要高于思茅松林。

在哀牢山徐家坝的西坡1 150~2 000 m范围内,分布着季风常绿阔叶林及思茅松林,由于长期的人为干扰破坏,原生的季风常绿阔叶林片段化,呈块状分布于沟谷、陡坡等交通不便的地带;而在高海拔的2 200~2 600 m范围内,则分布着连片的中山湿性常绿阔叶林。相对于分布低海拔受干扰的季风常绿阔叶林,山体上部分布的中山湿性常绿阔叶林的物种组成更为多样,群落结构更为复杂和稳定<sup>[3]</sup>。需要特别指出的是,由于全年气候温凉、潮湿,中山湿性常绿阔叶林附生植物远比季风常绿阔叶林丰富,该群落内乔木树干上密被苔藓,有关研究结果<sup>[7]</sup>表明,哀牢山徐家坝地区森林附生的苔藓植物种类达到176种,优势物种为树平藓(*Homaliodendron flabellatum*)、树形羽苔(*Plagiochila arbuscula*)和刀叶树平藓(*H. scalpellifolium*);附生蕨类和种子植物也很丰富,达67种,优势物种为假友水龙骨(*Polypodiodes subamoena*)、棕鳞瓦韦(*Lepisorus scol-*

opendrium) 和鳞轴小膜盖蕨 (*Araistegia perdurans*)<sup>[18]</sup>。在众多的生态因子中,水分条件被认为是制约附生植物分布最为重要的因子<sup>[19]</sup>。因此,我们推测,之所以季风常绿阔叶林的附生植物多样性远低于同一地区较高海拔的中山湿性常绿阔叶林,主要是因为相对于后者,季风常绿阔叶林水分供应相对不足,而这也由哀牢山山顶部分(徐家坝站,海拔约 2 400 m,101°02'E,24°32'N)与西坡山麓的川河坝区(景东,海拔 1 162 m,101°05'E,24°28'N)水湿条件的对比得到了证明<sup>[3]</sup>。

因受西南季风和高原地貌的影响,该地区的季风常绿阔叶林的种类组成与我国东部的常绿阔叶林既有密切的联系,又有显著的差别。在华南鼎湖山地区,锥栗 (*Castanopsis chinensis*)、木荷 (*Schima superba*) 和黄杞 (*Engelhardia roxburghiana*) 是该区季风常绿阔叶林的主要优势种<sup>[11]</sup>;在云南省范围内,由于环境条件的差异,不同地区季风常绿阔叶林优势种组成上也有所不同。施济普和朱华<sup>[6]</sup>所调查西双版纳热带山地季风常绿阔叶林,小果栲 (*Castanopsis fleuryi*)、滇银柴 (*Aporosa yunnanensis*)、红木荷是主要的优势种,而在李东等<sup>[5]</sup>所调查的季风常绿阔叶林中,刺栲 (*Castanopsis shystris*)、红梗润楠 (*Machilus rufipes*)、红木荷占优势。在哀牢山西坡山麓季风常绿阔叶林中,重要值居前三位的是红木荷、高山栲和密花树。除了生境条件差异造成不同地区季风常绿阔叶林物种组成上的差异外,人为干扰对本研究区季风常绿阔叶林组成及结构也有很大影响,它导致了部分物种的消失,植被发育受到一定程度的抑制。采用香农-威纳多样性指数,对哀牢山和鼎湖山的季风常绿阔叶林乔木层的生物多样性进行比较,哀牢山和鼎湖山季风常绿阔叶林的香农-威纳多样性指数分别是 3.32 和 4.01<sup>[20]</sup>,前者季风常绿阔叶林的生物多样性低于后者。这是因为鼎湖山地区在比较早的时候就建立起了保护区,对该地区的季风常绿阔叶林进行了有效的保护,而本研究调查到的季风常绿阔叶林却位于哀牢山自然保护区以外,没有得到有效的保护,受到了比较严重的人为破坏的影响,导致了生物多样性的降低。因此,进一步加强该地区管理,尽量减少人为破坏,并采取适当的人为抚育措施,才能对该地区的植被起到有效的保护作用。

季风常绿阔叶林属热带和亚热带的过渡类型,是南亚热带具代表性的典型的地带性植被<sup>[2]</sup>。鼎

湖山森林群落演替的一般趋势为:以马尾松 (*Pinus massoniana*) 为优势种的针叶林——以马尾松、木荷、锥栗和黄果厚壳桂 (*Cryptocarya concinna*) 为优势种的针阔叶混交林——以黄果厚壳桂、锥栗、厚壳桂 (*C. chinensis*)、木荷、红车 (*Syzygium rehderianum*)、云南银柴 (*Aporosa yunnanensis*) 和柏拉木 (*Blastus cochinchinensis*) 等为优势种的气候顶极群落季风常绿阔叶林<sup>[21-24]</sup>。在本研究区,相似性分析结果显示季风常绿阔叶林与思茅松成熟林的相似性明显高于思茅松幼林,这在一定程度上证明了思茅松林有向季风常绿阔叶林发展的趋势。季风常绿阔叶林更加合理的种群分布格局和相对较高的多样性和稳定性也支持了这一趋势。然而,思茅松林长大后,林内透光干燥,同时地表火还经常发生,使较为耐阴和对立地条件要求较高的阔叶树种很难重新生长,这决定了该次生林分具有较为稳定和持久的特点<sup>[2]</sup>,因此,由次生的思茅松林演替为季风常绿阔叶林将需要较长的时间。若能采取合理措施有效地加速思茅松林向季风常绿阔叶林的演替过程,将对该区山地植被的恢复和保护起到重要作用。

## 参考文献 (References)

- [1] Wu Zhengyi, Zhu Yanchen, Vegetation of Yunnan [M]. Beijing: Science Press, 1987. [吴征镒, 朱彦丞. 云南植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1987]
- [2] Xue Jiru, Jiang Hanqiao. Forests of Yunnan [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 1986. [薛纪如, 姜汉桥. 云南森林 [M]. 云南科技出版社, 1986]
- [3] Wu Zhengyi. Research of forest ecosystem on Ailao Mountains, Yunnan [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 1983. [吴征镒. 云南哀牢山森林生态系统研究 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1983]
- [4] Qiu Xuezhong, Xie Shouzhong. Studies on the forest ecosystem in Ailao Mountains Yunnan, China [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 1998 [邱学忠, 谢寿忠. 哀牢山森林生态系统研究 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1998]
- [5] Li Dong, Tang Jiawei, Luo Chengkun. Analysis on the coenological characteristics of monsoonal evergreen broad-leaved forest communities in Xishuangbanna [J]. Journal of Mountain Science, 2006, 24 (3): 257-267 [李冬, 唐建维, 罗成坤, 等. 西双版纳季风常绿阔叶林的群落学特征 [J]. 山地学报, 2006, 24 (3): 257-267]
- [6] Shi Jipu, Zhu Hua. A community ecology study on the monsoonal evergreen broad-leaved forest in tropical montane of Xishuangbanna [J]. Acta Botanica Yunnanica, 2003, 25 (5): 513-520 [施济普, 朱华. 西双版纳热带山地季风常绿阔叶林的群落生态学研究 [J]. 云南植物研究, 2003, 25 (5): 513-520]
- [7] Ma Wenzhang, Liu Wenyao, Li Xingjiang. Species composition and

- life forms of epiphytic bryophytes in old-growth and secondary forests in Mt. Ailao, SW China [J]. *Cryptogamie, Bryologie*, 2009, 30 (4): 477–500
- [8] Cheng Yu, Hong Wei, Wu Chengzhen. Study on species diversity in different successional series of *Schima superba* and *Pinus massiniana* artificial forest [J]. *Journal of Fujian College of Forestry*, 2006, 26 (2): 97–102 [程煜,洪伟,吴承祯. 木荷马尾松人工林不同恢复阶段物种多样性研究[J]. 福建林学院学报, 2006, 26(2): 97–102]
- [9] Song Liang, Liu Wenyao, Ma Wenzhang, et al. Bole epiphytic bryophytes on *Lithocarpus xylocarpus* (Kurz) Markgr. in Ailao Mountains, SW China [J/OL]. *Ecological Research*, Published online. <http://www.springerlink.com/content/d42g343j87303x6/>
- [10] [Simpson, E. H. Measurement of diversity [J]. *Nature*, 1949, 163(4148): 688]
- [11] Song Yongchang. *Vegetation ecology* [M]. Shanghai: East China Normal University Press, 2001 [宋永昌. 植被生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001]
- [12] Deng Zhiping, Lu Yijun, Xie Jiayan, et al. Diversity index of different vegetation types in the West Lake hills of Hangzhou [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2008, 16(1): 25–29 [邓志平, 卢毅军, 谢佳彦, 等. 杭州西湖山区不同植被类型植物多样性比较研究[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(1): 25–29]
- [13] Ye Wanhui, Cao Honglin, Huang Zhongliang, et al. Community structure of a 20 hm<sup>2</sup> lower subtropical evergreen broadleaved forest plot in Dinghushan, China [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2008, 32(2): 274–286 [叶万辉, 曹洪麟, 黄忠良, 等. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林20公顷样地群落特征研究[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2): 274–286]
- [14] Wang Keqin, Guo Fengchun, He Tingrong, et al. The community structure of artificial *Eucalyptus Camaldulensis* stands in the dry-hot valley of Jinsha River [J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2004, 2(4): 37–47 [王克勤, 郭逢春, 贺庭荣, 等. 金沙江干热河谷人工赤桉林群落结构[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(4): 37–47]
- [15] McNaughton, S. J. Diversity and stability of ecological communities: a comment on the role of empiricism in ecology [J]. *The American Naturalist*, 1977, 111(979): 515–525
- [16] King, A. W., S. L. Pimm. Complexity, diversity, and stability: a reconciliation of theoretical and empirical results [J]. *The American Naturalist*, 1983, 122(2): 229–239
- [17] Tilman, D. Biodiversity: population versus ecosystem stability [J]. *Ecology*, 1996, 77(2): 350–363
- [18] Ma Wenzhang. The composition and biomass of epiphytic materials and their relationships with ecological factors in Xujiaba region from Ailao Mountain, Yunnan [D]. Kunming: Library of Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, 2009 [马文章. 云南哀牢山徐家坝地区附生(植)物的组成、生物量及其与生态因子的关系[D]. 昆明: 中国科学院西双版纳热带植物园图书馆, 2009]
- [19] Benzing, D. H. Vulnerabilities of tropical forest to climate change: the significance of resident epiphytes. [J]. *Climatic Change*, 1998, 39: 519–540
- [20] Peng Shaolin, Fang Wei, Ren Hai, et al. The dynamics on organization in the successional process of Dinghushan *Cryptocarya* community [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1998, 22(3): 245–249 [彭少麟, 方炜, 任海, 等. 鼎湖山厚壳桂群落演替过程的组成和结构动态[J]. 植物生态学报, 1998, 22(3): 245–249]
- [21] Peng Shaolin, Wang Bosun. Forest succession at Dinghushan, Guangdong, China [J]. *Botanical Journal of South China*, 1993, trial issue: 34–42 [彭少麟, 王伯荪. 鼎湖山森林群落演替之研究[J]. 热带亚热带植物学报, 1993, 试刊: 34–42]
- [22] Peng Shaolin, Fang Wei. Studies on the dynamic of dominant populations of Dinghushan forest during succession III. *Cryptocarya chinensis* and *Cryptocarya concinna* populations [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1994, 2(4): 79–87 [彭少麟, 方炜. 鼎湖山植被演替过程优势种群动态研究 III. 黄果厚壳桂和厚壳桂种群[J]. 热带亚热带植物学报, 1994, 2(4): 79–87]
- [23] Peng Shaolin, Fang Wei. Studies on dynamics of *Castanopsis chinensis* and *Schima superba* population in forest succession of Dinghushan Mountain [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1995, 19(4): 311–318 [彭少麟, 方炜. 鼎湖山植被演替过程中椎栗和荷木种群的动态[J]. 植物生态学报, 1995, 19(4): 311–318]
- [24] Peng Shaolin. Dynamics of forest community in lower subtropical zone [M]. Beijing: Science Press, 1996 [彭少麟. 南亚热带森林群落动态学[M]. 北京: 科学出版社, 1996]



## Community Characteristics of Monsoon Evergreen Broad-leaved and *Pinus kesiya* var. *langbianensis* Forests in the West Foot of Ailao Mountain, Yunnan

SONG Liang<sup>1,2</sup>, LIU Wenyao<sup>1,3</sup>, MA Wenzhang<sup>1,2</sup>, ZHAO Xiangjian<sup>1,2</sup>,  
ZHOU Meng<sup>1,2</sup>, YANG Guoping<sup>1</sup>

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Curtin University of Technology, Perth WA 6845, Australia)

**Abstract:** There is large area of monsoon evergreen broadleaved forest (MEBF) remained at the lower part of west Ailao Mountain along Chuanhe Valley, with secondary *Pinus kesiya* var. *langbianensis* forest (PKLF) scattered around or within it. We employed typical sampling method to analyze and compare the species composition and community structure of MEBF and PKLF in this region. Field survey indicated that *Schima wallichii*, *Castanopsis delavayi* and *Rapanea neriifolia* were the dominant species of tree layer in MEBF, while PKLF was mono-species-formed by *Pinus kesiya* var. *langbianensis*. Thirty-six epiphytes were recorded on 29 trunks sampled in MEBF, but seldom was found on trees in PKLF. Shannon - Wiener index of MEBF and mature PKLF were 3.32 and 1.70, respectively. MEBF showed more complexity in terms of species composition and community structure than PKLF, thus higher stability was expected in MEBF. Unfortunately, there were signs that MEBF had been severely affected by human activities. Thus, it is suggested that the protection of montane primary forests should be strengthened by means of minimizing anthropogenic disturbances, as well as integrating artificial horticulture practices, in the process of a better management of forest resources.

**Key words:** Ailao Mountain; biodiversity; epiphyte; monsoon evergreen broadleaved forest; *Pinus kesiya* var. *langbianensis* forest; stability

作者: [宋亮](#), [刘文耀](#), [马文章](#), [赵相健](#), [周蒙](#), [杨国平](#), [SONG Liang](#), [LIU Wenyao](#), [MA Wenzhang](#), [ZHAO Xiangjian](#), [ZHOU Meng](#), [YANG Guoping](#)

作者单位: [宋亮, 马文章, 赵相健, 周蒙, SONG Liang, MA Wenzhang, ZHAO Xiangjian, ZHOU Meng \(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南, 昆明, 650223; 中国科学院研究生院, 北京, 100039\)](#), [刘文耀, LIU Wenyao \(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南, 昆明, 650223; 澳大利亚Curtin理工大学, 珀斯, WA6845\)](#), [杨国平, YANG Guoping \(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南, 昆明, 650223\)](#)

刊名: [山地学报](#) **ISTIC PKU**

英文刊名: [JOURNAL OF MOUNTAIN SCIENCE](#)

年, 卷(期): 2011, 29 (2)

参考文献 (24条)

1. [吴征镒; 朱彦丞](#) [云南植被](#) 1987
2. [薛纪如; 姜汉侨](#) [云南森林](#) 1986
3. [吴征镒](#) [云南哀牢山森林生态系统研究](#) 1983
4. [邱学忠; 谢寿忠](#) [哀牢山森林生态系统研究](#) 1998
5. [李冬; 唐建维; 罗成坤](#) [西双版纳季风常绿阔叶林的群落学特征](#) [期刊论文] - [山地学报](#) 2006 (03)
6. [施济普; 朱华](#) [西双版纳热带山地季风常绿阔叶林的群落生态学研究](#) [期刊论文] - [云南植物研究](#) 2003 (05)
7. [Ma Wenzhang; Liu Wenyao; Li Xingjiang](#) [Species composition and life forms of epiphytic bryophytes in old-growth and secondary forests in Mt. Ailao, SW China](#) 2009 (04)
8. [程煜; 洪伟; 吴承祯](#) [木荷马尾松人工林不同恢复阶段物种多样性研究](#) [期刊论文] - [福建林学院学报](#) 2006 (02)
9. [Song Liang; Liu Wenyao; Ma Wenzhang](#) [Bole epiphytic bryophytes on Lithocarpus xylocarpus \(Kurz\) Markgr. in Ailao Mountains, SW China](#)
10. [Simpson, E. H](#) [Measurement of diversity](#) [外文期刊] 1949 (4148)
11. [宋永昌](#) [植被生态学](#) 2001
12. [邓志平; 卢毅军; 谢佳彦](#) [杭州西湖山区不同植被类型植物多样性比较研究](#) [期刊论文] - [中国生态农业学报](#) 2008 (01)
13. [叶万辉; 曹洪麟; 黄忠良](#) [鼎湖山亚热带常绿阔叶林20公顷样地群落特征研究](#) [期刊论文] - [植物生态学报](#) 2008 (02)
14. [王克勤; 郭逢春; 贺庭荣](#) [金沙江干热河谷人工赤桉林群落结构](#) [期刊论文] - [中国水土保持科学](#) 2004 (04)
15. [McNaughton, S. J](#) [Diversity and stability of ecological communities: a comment on the role of empiricism in ecology](#) 1977 (979)
16. [King, A. W; S. L. Pimm](#) [Complexity, diversity, and stability: a reconciliation of theoretical and empirical results](#) 1983 (02)
17. [Tilman D](#) [Biodiversity: population versus ecosystem stability](#) [外文期刊] 1996 (02)
18. [马文章](#) [云南哀牢山徐家坝地区附生\(植\)物的组成、生物量及其与生态因子的关系](#) [学位论文] 2009
19. [Benzing, D. H](#) [Vulnerabilities of tropical forest to climate change: the significance of resident epiphytes](#) [外文期刊] 1998
20. [彭少麟; 方炜; 任海](#) [鼎湖山厚壳桂群落演替过程的组成和结构动态](#) [期刊论文] - [植物生态学报](#) 1998 (03)
21. [彭少麟; 王伯荪](#) [鼎湖山森林群落演替之研究](#) 1993 (试刊)

22. [彭少麟;方炜](#) [鼎湖山植被演替过程优势种群动态研究III. 黄果厚壳桂和厚壳桂种群](#) [期刊论文]-[热带亚热带植物学报](#) 1994(04)
23. [彭少麟;方炜](#) [鼎湖山植被演替过程中椎栗和荷木种群的动态](#) 1995(04)
24. [彭少麟](#) [南亚热带森林群落动态学](#) 1996

#### 本文读者也读过(10条)

1. [闫云霞](#), [许炯心](#), [Marwan Hasson](#), [廖建华](#), [YAN Yunxia](#), [XU Jiongxin](#), [Marwan Hasson](#), [LIAO Jianhua](#) [长江流域侵蚀产沙尺度效应的区域分异](#) [期刊论文]-[山地学报](#)2011, 29(2)
2. [张保华](#), [张金萍](#), [肖燕](#), [丁圣彦](#), [ZHANG Bao-hua](#), [ZHANG Jin-ping](#), [XIAO Yan](#), [DING Sheng-yan](#) [黄河下游沿岸县域农业景观格局演变的土壤养分效应——以河南省封丘县为例](#) [期刊论文]-[地域研究与开发](#)2008, 27(5)
3. [谷艳芳](#), [胡楠](#), [丁圣彦](#), [张丽霞](#), [李俊娇](#), [GU Yan-fang](#), [HU Nan](#), [DING Sheng-yan](#), [ZHANG Li-xia](#), [LI Jun-jiao](#) [种植制度对开封和封丘地区麦田杂草群落结构和生物多样性的影响](#) [期刊论文]-[河南大学学报（自然科学版）](#) 2007, 37(4)
4. [刘新圣](#), [张林](#), [孔高强](#), [罗天祥](#), [LIU Xinsheng](#), [ZHANG Lin](#), [KONG Gaoqiang](#), [LUO Tianxiang](#) [藏东南色季拉山急尖长苞冷杉林地带地上生物量随海拔的变化特征](#) [期刊论文]-[山地学报](#)2011, 29(3)
5. [冯建孟](#), [董晓东](#), [徐成东](#), [王襄平](#), [严春梅](#) [云南楚雄地区种子植物物种多样性的垂直分布格局及其与独龙江地区的比较](#) [会议论文]-2006
6. [冯建孟](#), [王襄平](#), [李晶](#), [方精云](#), [Jianmeng Feng](#), [Xiangping Wang](#), [Jing Li](#), [Jingyun Fang](#) [面积和中间膨胀效应对丽江地区种子植物物种丰富度垂直分布格局的影响](#) [期刊论文]-[生物多样性](#)2006, 14(2)
7. [何永涛](#), [李贵才](#), [曹敏](#), [唐勇](#) [云南哀牢山栎类次生林树种多样性特征研究](#) [期刊论文]-[热带亚热带植物学报](#) 2003, 11(2)
8. [刘云鹏](#), [黄润秋](#), [邓辉](#), [LIU Yunpeng](#), [HUANG Runqiu](#), [DENG Hui](#) [小湾水电站库区新民坝子滑坡稳定性研究](#) [期刊论文]-[山地学报](#)2011, 29(3)
9. [陈剑](#), [崔之久](#), [戴福初](#), [许冲](#), [CHEN Jian](#), [CUI Zhijiu](#), [Dai Fuchu](#), [XU Chong](#) [金沙江奔子栏-达日河段大型泥石流堆积扇的成因机制](#) [期刊论文]-[山地学报](#)2011, 29(3)
10. [师楠](#), [郎南军](#), [李晋](#), [杨旭](#), [江期川](#) [金沙江头塘小流域5种类型人工林林下植物多样性研究](#) [期刊论文]-[安徽农业科学](#)2011, 39(6)

#### 引证文献(1条)

1. [李帅锋](#), [苏建荣](#), [刘万德](#), [郎学东](#), [张志钧](#), [苏磊](#), [杨华景](#) [云南省思茅松林群落数量分类及物种多样性与自然环境的关系](#) [期刊论文]-[生态学杂志](#) 2013(12)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_sdx201102004.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdx201102004.aspx)