

西双版纳望天树种群带状与分层格局*

赵学农 刘伦辉 高圣义 盛才余 唐继武

(中国科学院昆明生态研究所, 昆明 650223)

摘要 采用相邻格子样方法取样数据, 应用方差/均值比率法, 负二项分布法, David 和 Moore 丛生指数, Lloyd 平均拥挤指标、聚块指标和分散指标, Hill 格局强度分析等方法探讨了我国热带珍稀濒危及标志种望天树 (*Shorea chinensis*) 种群的带状分布和分层格局, 结果表明其带状格局为群聚格局, 但群聚程度、聚块尺度和格局强度随年龄增大为“小—大—小”的趋势变化。种群分层格局从幼灌层到乔 A 层为“群聚—随机—均匀”模式, 与密度相关的群聚强度指标随年龄增大而线性下降, 与密度无关的群聚强度指标呈“小—大—小”变化模式, 但变幅较小。

关键词 望天树, 种群, 带状格局, 分层格局

A STUDY OF THE ZONATION PATTERN AND STRATIFICATION PATTERN OF SHOREA CHINENSIS POPULATION IN XISHUANGBANNA, YUNNAN

ZHAO Xue-Nong, LIU Lun-Hui, GAO Shen-Yi, SHEN Cai-Yu, TAN Ji-Wu

(Kunming Institute of Ecology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

Abstract The contiguous grid quadrats were applied to sampling for field data, V/m ratio t-test, negative binomial distribution, David and Moores' index, index of mean crowding and index of patchiness, index of dispersion and intensity of pattern have been used to analyse the zonation pattern and stratification pattern of *Shorea chinensis* population, which is one of the main dominant and rare species of tropical seasonal rain forest, in Bubeng region situated in the south of Yunnan province (about N $21^{\circ} 25'$ — $21^{\circ} 28'$, E $101^{\circ} 34'$ — $101^{\circ} 52'$). The results indicate the zonation pattern of the population is of the contagious distribution, and the degree of congregation, the scale of pattern patch and the intensity of pattern are “small-big-small” model with the increase of the population age. The stratification pattern of the population is of the contagious distribution-random-uniform distribution from sapling to adult tree. The contagious indexes in relation to density are linear reduction with the increase of the population age, but the contagious indexes in irrelation to density are “small-big-small” model and the changes are less.

Key words *Shorea chinensis* (= *Parashorea chinensis*), Population, Zonation pattern, Stratification pattern

植物种群分布格局通常是指种群个体在植物群落中的空间分布, 包括种群的水平离散状态 (带状

格局 Zonation pattern) 和垂直分层现象 (分层格局 Stritification pattern), 它是种群自身特性、种间关系及环境条件综合作用的结果, 反映了某一时刻环境空间结构的异质性和物种选择栖境的内禀特性, 是植物种群在群落中所处的空间结构可定量描述的基本特征。

望天树 (*Shorea chinensis* = *Parashorea chinensis*)^[1] 是国家一级保护的珍稀濒危植物, 以其为优势的望天树林是东南亚热带龙脑香林嵌入我国滇南的热带雨林北部边缘类型。近来由于分布区原始森林的剧烈破坏和种质资源的迅速流失, 已使该望天树林演变为不连续的残存状态, 因此, 研究其种群的分布格局及空间配置规律、规模和动态, 有助于了解它在生态系统中的功能地位及群落演替中的作用, 为退化生态系统的恢复重建、合理保护和利用资源提供必要的依据。

分布与生境

望天树仅局部分布于我国云南省南部的勐腊县、东南部的马关县、河口县和广西西南部局部地段。目前集中分布地仅有勐腊县的补蚌地区 (N 21° 25' — 21° 28' , E 101° 34' — 101° 52') 南腊河支流白沙河、灰阴河、南沙河、南杭河等河谷地带。本研究在这一区域进行。

补蚌地区望天树林主要沿河谷分布在海拔 700—1100 m 范围, 呈破碎的条状或块片状。该区域受西南季风控制, 全年高温无霜, 年均温度 20℃ 左右, 降雨 1500 mm, 相对湿度 86%, 有明显的干湿季之分, 但干季常有雾, 地带性土壤为砖红壤性红壤。

补蚌地区的望天树具有典型热带雨林的基本结构和外貌, 热带区系成分占 94.1%^[2, 3]。乔木分为 4 层, 乔 A 层几乎全由望天树组成, 高大于 30m, 彼此间不连成片而孤立突出于乔 B 层林冠之上, 郁闭度 0.4; 乔 B 层高 20—30 m, 组成树科多而构成大体平整较郁闭的层冠, 除望天树外, 常见有番龙眼 (*Pometia tomentosa*), 高山榕 (*Ficus altissima*), 红光树 (*Knema furfuracea*), 缅漆 (*Semecarpus reticulata*) 等, 郁闭度 0.6; 乔 C 层高 5—20m, 常见有云南肉豆蔻 (*Myristica yunnanensis*), 云树 (*Garcinia cowa*), 金勾花 (*Pseuduvaria indochinensis*) 等, 在上层缺乏望天树且附近有母树时, 此层及

表 1 西双版纳补蚌地区望天树种群与群落的基本特征

Table 1 The situation of plots and samling

样地号 No. of samling	地理位置 Geogra- phical site	海拔高度 Elevation above sealevel (m)	坡 向 Aspect	坡 度 Slope	样地面积 Samling area (m ²)	群落高度 Height of com- munity (m)	上层优势种* Dominant species	种群径级度 Size of population (cm)	种群年龄 Age of population a	重要值 importance value
1	斑松箐	780	SE 10°	20°	800	24	Ac.Dg.Ci.Md.	3.95	14.13	47.46
2	斑松箐	860	NE50°	10°	800	18	Ap.Es.Ci.Dg. Ag.Md.	12.99	27.51	67.42
3	灰阴河	880	SE35°	25—30°	3200	45	Pc.Gc.Kf. Pi.Sr.	66.91	121.61	58.63
4	北沙河	850	NE60°	20—35°	6400	45	Pc.Bm.Pt. Gc.Tb.	115.20	173.14	—
5	拔毛山箐	780	NE80°	30°	3200	48	Pc.Pt.Pi.Sr.	122.99	178.94	—

*注 note: Ac. 团花 *Anthocephalus chinensis*; Dg. 八宝树 *Duabanga grandiflora*; Ci. 印度栲 *Castanopsis indica*; Md. 中平树 *Macaranga denticulata*; Ap. 长柄油丹 *Alseodaphne petionlaris*; Es. 黄杞 *Engelhartia* sp; Ag. 云南岩摩 *Amoora yunnanensis*; Pc. 望天树 *Parashorea chinensis*; Ge. 云树 *Garcinia cowa*; Ef. 红光树 *Knema furfuracea*; Pi. 金勾花 *Pseuduraris indochinensis*; Sr. 缅漆 *Semecarpus reticulata*; Bm. 金刀木 *Barringtonia macrostachya*; Pt. 番龙眼 *Pometia tomentosa*; Tb. 毗黎勒 *Terminalia bellirica*.

乔 D 层望天树小树相对较多, 郁闭度 0.3; 乔 D 层 (幼灌层) 高 2—5m, 常见有假海桐 (*Pittosporopsis*

kerrii), 披针叶楠木 (*Phoebe lanceolata*), 木奶果 (*Baccaurea ramiflora*) 等, 郁闭度 0.3。各层树种间有交叉。灌草层不发达, 种类少, 郁闭度 0.1。木质藤本和附生植物较丰富。

表 2 望天树种群带状分布格局聚集强度分析

Table 2 Analysis of zonation pattern and contagious intensity of *Shorea chinensis* population

样地号 No. of sampling	样方数 Number of plots n	基本样 方面积 Basic units (m ²)	个体数 Number of indi- vidual (stems)	均值 Mean m = $\frac{N}{n}$ (stems / Plot)	方差 Variance V	标准差 Standard error $\frac{s}{\sqrt{\frac{2}{n-1}}}$	V / m	$\frac{t = \frac{V/m-1}{s}}{s}$	α
1	8	10 × 10	2013	251.63	14686	0.5345	58.36	107.3	0.0005
2	8	10 × 10	2917	364.63	35859	0.5345	98.35	182.1	0.0005
3	32	10 × 10	1708	53.38	3193	0.2540	59.82	231.6	0.0005
4	16	20 × 20	25502	1593.9	140242	0.3651	922.43	2523.8	0.0005
5	8	20 × 20	16245	2030.6	552773	0.5345	272.22	507.4	0.0005
丛生指数 David and Moores' index			平均拥挤 指标 Index of mean crow- ding Lc =	聚块 指标 Index of patchiness Lp =	格局 强度 Intensity of pattern H =	分散 指标 Dispersion I _s =	负二项分布 近似值 Negative binomia approximate value $K_1 = \frac{m^2}{V-m}$	T	
$I = V / m - 1$	$D = (n-1) \cdot V / m$	$d = \frac{\sqrt{2D}}{\sqrt{2n-1}}$	$m + V / m - 1$	Lc / m	$(V-m) / m^2$	$\frac{N \cdot Lp}{N-1}$			
57.36	408.6	24.71	309.0	1.23	0.23	1.23	4.39	5.405	
97.35	688.4	33.23	462.0	1.27	0.27	1.27	3.75	5.405	
58.82	1854.3	52.96	112.2	2.10	1.10	2.10	0.91	3.646	
921.43	13836	160.78	2515.3	1.58	0.58	1.58	1.73	4.073	
271.22	1905.5	57.86	2301.9	1.13	0.13	1.13	7.49	5.405	

表 3 带状分布格局测定结果

Table 3 The results of the study for zonation pattern

样地 Sampling	V / m 的 t 检验 t-test of V / m	d 法 method	I _g 法 method	K 法 method	结 果 result	
					格局类型 Type of pattern	强度顺序 Order of intensity
1	Cd	Cd	Cd	偏离 Cd	Cd	(4)
2	Cd	Cd	Cd	偏离 Cd	Cd	(3)
3	Cd	Cd	Cd	Cd	Cd	(1)
4	Cd	Cd	Cd	Cd	Cd	(2)
5	Cd	Cd	Cd	偏离 Cd	Cd	(5)

Cd: 集群分布 Contagious distribution.

研究 方 法

1. 样地设置与调查

根据望天树分布现状, 在补蚌地区采用相邻格子样方^[4]调查了 5 块样地 (表 1), 基本代表了该种群的分布类型。样方根据径级大小分为 10 × 10m² (样地 1, 2, 3) 和 20 × 20m² (样地 4, 5) 两种。每一样方的右下角用 2 × 2m² 的小样方调查幼苗幼树, 合计面积 14 688m²。调查为每木调查法, 并记录样方的环境状况, 包括地理位置、坡度、坡向、海拔、土壤、人为影响, 基本群落特征等。

表 4 望天树种群分层格局和聚集强度分析

Table 4 Analysis of stratification pattern and contagious intensity of *Shorea chinensis* population

样地号 Number of sam- pling	层次 story	样方数 Number of plot	基本样 方面积 Basic units (m ²)	个体数 Number of indi- vidual (stems)	均值 Mean m (stems) / plot	方差 Vari- ance V	标准差 Stan- dard error s	V / m	t	α	T	丛生指数 David and Moores index			平均稠 密指数 Index of mean crowding	聚块 指数 Index of patch- iness Lp	格局强 度 Inten- sity of pattern H	分散指 标 Disp- ersion I	负二项分布 近似值 Negative binomial approxi- mate value K1	负二项 分布值 Negative binomial value K
												I	D	d						
1	①			1975	246.9	14900		60.36	111.05			59.39	422.49	25.20	306.23	1.24	0.24	1.24	4.39	-
	②			29	3.63	4.27		1.18	0.33			0.18	8.24	0.19	3.80	1.05	0.05	1.09	20.45	-
	③	8	10 × 10	9	1.13	4.41	0.5345	3.92	5.46	0.0005	5.405	2.92	27.44	3.54	4.05	3.60	2.60	4.05	0.39	-
	④			0	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
	⑤			0	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	①			2675	334.4	27935		83.54	156.30			82.54	584.81	30.33	426.92	1.25	0.25	1.25	4.05	-
	②			220	27.5	349		12.68	23.71			11.68	88.73	9.45	39.18	1.42	0.42	1.43	2.36	-
	③	8	10 × 10	22	27.5	3.36	0.5345	1.22	2.28	0.0005	5.405	0.22	8.55	0.26	2.97	1.08	0.08	1.13	12.45	-
	④			0	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
	⑤			0	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	①			1575	49.2	3487		70.85	275.01			69.85	2196.4	58.34	119.07	2.42	1.42	2.42	0.07	-
	②			52	1.63	7.79		4.79	14.94			3.79	148.61	9.30	5.42	3.33	2.33	3.40	0.43	0.49
	③	32	10 × 10	30	0.94	1.29	0.2540	1.37	1.47	0.0005	3.646	0.37	42.54	1.29	1.31	1.40	0.40	1.45	2.52	1.49
	④			14	0.44	0.58		1.31	1.25			0.31	40.85	1.10	0.76	1.73	0.73	1.86	1.38	1.35
	⑤			37	1.16	1.10		0.96	-0.18			-0.04	29.61	-0.24	1.11	0.96	-0.04	0.99	-	-
4	①			25300	1581.3	145629		920.97	2519.8			919.97	13814	160.65	2501.2	1.582	0.582	1.582	1.72	-
	②			89	5.56	37.6		6.75	15.76			5.75	101.29	8.67	11.32	2.034	1.034	2.057	0.97	0.65
	③	16	20 × 20	63	3.94	27.9	0.3651	7.09	16.69	0.0005	4.073	6.09	106.40	9.02	10.03	2.547	1.547	2.588	0.65	0.48
	④			10	0.63	0.78		1.25	0.69			0.25	18.80	0.56	0.88	1.405	0.405	1.561	2.47	3.28
	⑤			40	2.50	3.33		1.33	0.91			0.33	20.00	0.76	2.83	1.133	0.133	1.162	7.50	-
5	①			16100	2012.5	555535		276.04	516.45			275.04	1932.3	58.29	2287.5	1.137	0.137	1.137	7.32	-
	②			78	9.75	43.7		4.48	6.51			3.48	31.35	4.05	13.23	1.357	0.357	1.357	2.80	-
	③	8	20 × 20	30	3.75	8.50	0.5345	2.27	2.37	0.0005	5.405	1.27	15.87	1.76	5.02	1.338	0.338	1.384	2.96	-
	④			17	2.13	5.27		2.48	2.77			1.48	17.35	2.02	3.60	1.696	0.696	1.802	1.44	0.54
	⑤			20	2.50	2.71		1.09	0.16			0.09	7.60	0.03	2.59	1.034	0.034	1.088	29.15	-

注: ①. 灌木属 shrub and herb layer; ②. 乔 D 层 tree D layer; ③. 乔 C 层 tree C layer; ④. 乔 B 层 tree B layer; ⑤. 乔 A 层 tree A layer.

2. 格局和聚集强度测定方法

测定植物种群水平分布格局和聚集强度的数学模型较多，但各有优缺点。这里采用以样地取样为基础，且可互相补充的以下几个指标：（1）方差与均值之比率的 t 检验^[5]；（2）负二项式分布^[6]；（3）Davia 和 Moore 丛生指数^[5, 7]；（4）Lloyd 平均拥挤指标，聚块指标和 Morisita 分散指标^[5, 7]；（5）Hill 格局强度^[8]；（6）种群格局差异程度测度指标^[7]。

研究结果

将野外调查数据应用上述方法进行种群带状分布格局和分层格局及聚集强度分析，结果分列于表 2—5。

表 5 分层格局测定结果

Table 5 The results of study for stratification pattern

样 地 Sampling	层 次 Story	V / m 的 t 检 验 t-test	d 法 method	I 法 method	K 法 method	结 果 result	
						格局 类型 Type	强度 顺序 order
1	①	Cd*	Cd	Cd	偏离 Cd	Cd	(1)
	②	P	P*	Cd 趋 P	偏离 Cd	P	(3)
	③	Cd 趋 P	Cd	Cd	偏离 Cd	Cd 趋 P	(2)
2	①	Cd	Cd	Cd	偏离 Cd	Cd	(2)
	②	Cd	Cd	Cd	Cd	Cd	(1)
	③	P	P	Cd	偏离 Cd	P	(3)
3	①	Cd	Cd	Cd	Cd	Cd	(2)
	②	Cd	Cd	Cd	Cd	Cd	(1)
	③	P	P	Cd	Cd	P 趋 Cd	(4)
	④	P	P	Cd	Cd	P 趋 Cd	(3)
	⑤	均匀	P	均匀	偏离 Cd	均匀	(5)
4	①	Cd	Cd	Cd	Cd	Cd	(3)
	②	Cd	Cd	Cd	Cd	Cd	(2)
	③	Cd	Cd	Cd	Cd	Cd	(1)
	④	P	P	P	偏离 Cd	P	(4)
	⑤	P	P	P	偏离 Cd	P	(5)
5	①	Cd	Cd	Cd	偏离 Cd	P 趋 Cd	(4)
	②	Cd	Cd	Cd	Cd	Cd	(2)
	③	P	P	Cd	Cd	P 趋 Cd	(3)
	④	P	Cd	Cd	Cd	Cd	(1)
	⑤	P	P	Cd 偏 P	偏离 Cd	P	(5)

*cd: 集群分布 contagious distribution, P: Poisson

表 6 带状分布的聚集强度与种群年龄关系

Table 6 The relation between the zonation pattern and the population age

样地号	Nuber of sampling	群聚指标 Index of congregation					
		lnA	Int	lnD	lnLc	Lp	H
	1	2.56	4.68	6.01	5.73	1.23	0.23
	2	3.31	5.20	6.53	6.14	1.27	0.27
	3	4.80	5.44	7.53	4.72	2.10	1.10
	4	5.15	7.83	9.54	7.83	1.58	0.58
	5	5.19	6.23	7.55	7.74	1.13	0.13

分析与讨论

1. 种群带状分布格局与聚集强度

从表 2, 3 可以看出, 所有调查样地望天树种群都呈群聚分布。造成这种分布的原因主要是由物种亲代的散布习性所致 (表 4 第①层), 望天树在自然状态下成熟母树种子散布集中在母树周围 15—30 m 的范围内, 其中 60%—70% 在离树体 1—8 m 的环带中^[9]。种群呈镶嵌状的群聚有利于对环境资源的充分利用和环境改善, 同时对抗御有害干扰和种群繁殖极为有利, 便于种群生存和发展。

由于环境条件的异质性和环境随群落种群发展而相互影响导致的不断改变, 不同年龄的种群群聚程度是有差异的 (表 2, 3, 6, 图 1)。

种群群聚指标随种群年龄增大有“小—大—小”的变化特点, 即呈样地 3, 4, 2, 1, 5 的顺序。与密度有关的群聚指标变化较大, 与密度无关的指标 (如 L_p , H , $I\delta$) 变化较小, 说明望天树种群在生长过程中, 群聚斑块的大小变化不大。所有样地 $H < 1.10$, 反映了种群生境的异质性不大, 不同年龄阶段的种群生境趋于一致。但不同年龄和生境的种群它们间的群聚格局通过计算种群格局差异程度指标 W 值^[7] 仍有一定差异 (表 7)。查正态分布表, 除样地 2 和 4 之间为 0.67 外, 其余的置信度为 0.00—0.08, 可以认为它们间的格局程度有差异。其中样地 1, 3, 4 之间差异较小, 样地 3 和其它样地差异较大, 样地 5 位于前两者之间。这与样地野外实际分布一致, 样地 1, 2 位于班松笋沟口, 位置相邻; 样地 4 位于向沙河离班松笋不远, 小环境变化小; 样地 3 位于较远的灰阴河, 与其它样地间的环境差异稍大。可见, 种群格局表现敏感地反映了生境条件的细小变化。

2. 种群分层分布格局与聚集强度

望天树种群在整体上表现为群聚格局, 但各垂直分层的个体格局表现不尽相同 (表 4, 5)。随着植物在群落中的生长, 种群格局发生了变化。不同年龄和环境的样地都具有从层次①到层次

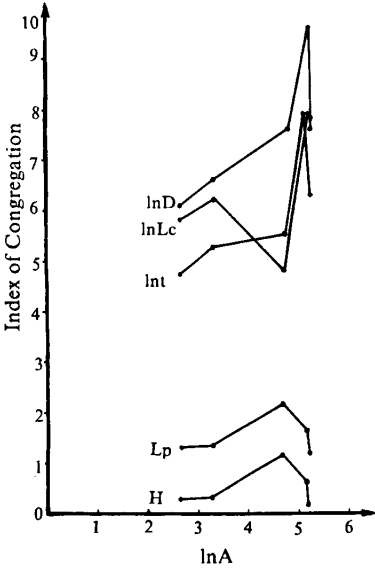


图 1 望天树水平带状分布的群聚程度与种群年龄关系图

Fig.1 The graph of relation between zonation pattern and contagious intensity for *Shorea chinensis* population

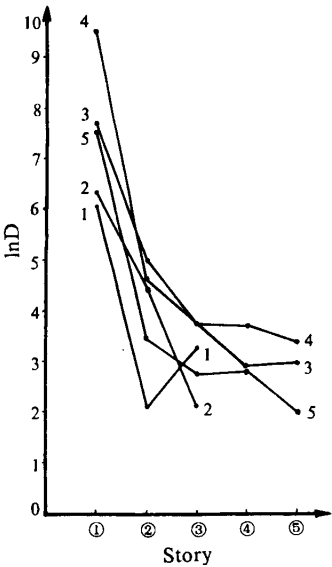


图 2 望天树不同种群年龄地段不同层次 D 变化图

Fig.2 The change of D. index for *Shorea chinensis* population in the different ages and sites

表 7 5 个样地群聚格局差异程度测定结果

Table 7 The studying results of the difference of contagious pattern for five sampling

样地	Sampling	1	2	3	4	5
	1	0	1.4216	4.5062	2.5673	4.7418
	2		0	4.5981	0.4399	1.9178
	3			0	8.8064	13.2279
	4				0	2.1771
	5					0

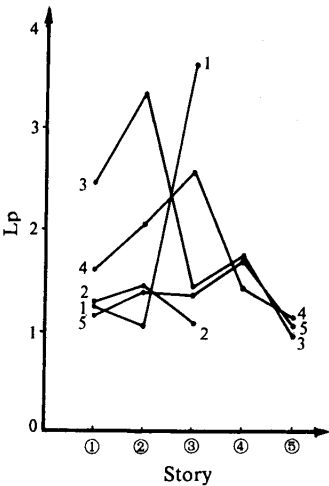


图 3 望天树不同种群年龄地段不同层次 Lp 变化图

Fig. 3 The change of Lp. index for *Shorea chinensis* population in the different ages and sites

⑤，种群的群聚程度随个体生长而减少，分布格局从群聚到 Poisson，最后到大龄阶段趋于均匀（样地 3 第⑤层）。一般地说，当种群在灌草层，幼灌层时，望天树种子散布集中，幼小个体集中于母树周围而成群聚格局；随着个体的生长和状大，环境压力逐渐增大，种内和种间资源争夺加剧，使种群产生自疏而减少密度^[3]，降低这种竞争，从而造成种群分层格局的变化。表 4 中与密度有关的指数 D，Lc 等即是随年龄而线性下降（图 2）。在竞争中获胜的个体，趋于生境中最适部位，生境异质性相对降低。当种群生长到接近生理年龄（约 220 龄）^[2]，由于意外环境干扰增多（如风倒等），使个体成不规则随机死亡，在这个阶段（样地 3，4，5 第⑤层）种群的群聚最小（表 6 中 Lp，H，K 值），甚至呈均匀格局。

在种群格局随年龄呈群聚—随机—均匀分布这种总体变化时，种群的聚块（Lp，K 值）是先增大，后减小而成凸型（图 3），即随年龄增大而呈“小—大—小”变化。这是因为自然条件下，幼苗幼树随随机分布的母树而聚集，聚块较小；逐渐长大后

在中龄阶段聚块增大；老龄阶段由于个体随机死亡而聚块减小。

结 语

- 1.望天树不同年龄和生境的种群的水平分布格局都呈群聚分布，但群聚程度不同。随种群年龄增大，群聚程度和聚块尺度呈“小—大—小”趋势变化，其变幅较小。
- 2.望天树不同年龄和生境的种群，在分层格局上都表现为幼苗幼树到成年大乔木的格局为“群聚—随机—均匀”变化。群聚程度与密度有关的指标 D，Lc，I 等随年龄线性下降，与密度无关的指标 I_s，K 等成“小—大—小”变化。
- 3.利用同一种群不同样地两两间的群聚差异程度可以较明确反映环境的异质性程度，这为讨论环境变化提供了一个新的方法和指标。
- 4.利用传统样方取样资料采用不同的格局分析方法对望天树种群进行格局分析有时会得出有差异的

结果 (表 3, 5)。V/m 法, 丛生指数 I, d, D 法受种群密度影响, 要求样方数量多, 结果略有偏差, 但计算简便而直观; 负二项分布 K 值法, I_g 法, H 法等不受密度变化影响, 较为准确, 但计算繁杂 (表 2, 4)。当密度较大时更加困难, 但有时不能算出精确的 $\hat{K}$ 值。因此, 本文要用几种方法, 相互补充和检验, 以保证结论的准确性。

参 考 文 献

- [1] 朱华, 王洪. 西双版纳龙脑香科植物纪要. 云南植物研究, 1992, 14(1): 21—26.
- [2] 朱华. 西双版纳望天树林的群落生态学研究. 云南植物研究, 1992, 14 (3): 237—258.
- [3] 赵学农, 曹敏, 和爱军. 望天树种群动态的初步研究. 云南植物研究, 1990, 12(4): 405—414.
- [4] 赵学农, 刘伦辉, 高圣义等. 版纳青梅种群结构动态与分布格局. 植物学报, 1993, 35 (7): 552—560.
- [5] Pielon, Z.C. 数学生态学 (第二版). 北京: 科学出版社, 1988. 119—156.
- [6] Cox. G. W. 普通生态学实验手册. 北京: 科学出版社, 1979. 72—85.
- [7] Greig-Smith P. Quantitative Plant Ecology. third edition. Washonton: University of Califorlia Press, 1983. 54—104.
- [8] Hill M O. The intensity of spatial pattern in communitis. *J Ecology*, 1973, 61: 225—235.
- [9] 殷寿华, 帅建国. 望天树种子散布、萌发及其种群龄级配备的关系研究. 云南植物研究, 1990, 12 (4): 415—420.