

402

Q949.75 桑6
Z81

华 著
中国科学院西双版纳热带植物园

西双版纳龙脑香热带雨林 生态学与生物地理学研究

云南科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

西双版纳龙脑香热带雨林生态学与生物地理学研究/朱华著. —昆明: 云南科技出版社, 2000. 10

ISBN 7-5416-1445-9

I. 西... II. 朱... III. ①热带林-植物生态学-研究-西双版纳②热带林-生物地理学-研究-西双版纳

IV. S718.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 53623 号

书 名: 西双版纳龙脑香热带雨林生态学与生物地理学研究

XISHUANGBANNA LONGNAOXIANG REDAI YULIN SHENGTAIXUE YU SHENGWU DILIXUE YANJIU

作 者: 朱 华

出 版 者: 云南科技出版社 (昆明市环城西路云南新闻出版大楼, 邮编: 650034)

责任编辑: 陆 勇

封面摄影: 马晓峰

封面设计: 杨 峻

责任校审: 叶水金

印 刷 者: 昆明市南坝印刷厂

发 行 者: 云南科技出版社

开 本: 850mm × 1168mm 1/16

印 张: 17

字 数: 466 千

版 次: 2000 年 11 月第 1 版

印 次: 2000 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 0001 ~ 1 000 册

书 号: ISBN 7-5416-1445-9/Q·58

定 价: 60.00 元

若发现印装错误请与承印厂联系

前 言

西双版纳位于具有山原地貌和季风气候特点的大陆东南亚热带北缘，由于特殊的地势，在西双版纳地区的南部有东南亚热带雨林的北缘类型的植被发育，其中，最为特殊的是存在有以龙脑香科植物为上层优势树种，在区系组成和群落学特征上都与东南亚龙脑香林类似的单优群落。在中国南部，以具有最大规模的热带植物区系向亚热带植物区系的过渡转变而著名（吴鲁夫，1944；Axelrod et al., 1996；Kubitzki et al., 1996），中国的亚热带植物区系与东南亚的热带植物区系也因此而在发生上有极密切的联系。西双版纳龙脑香林作为东南亚龙脑香林嵌入进来的北部边缘类型，在联系东南亚热带植物区系上具有十分显著的地位。在导师吴征镒教授的直接指导下，作为博士生学位论文的主要研究内容，笔者以西双版纳的龙脑香林群落为对象。从植物区系地理学和植物群落—生态学上对其进行研究，以期能够为阐明中国亚热带植物区系与东南亚热带植物区系的关系提供一些线索。

西双版纳地区虽自 20 世纪 30 年代以来就不断有植物学前辈涉足和采集标本（王启无，1939），20 世纪 50~60 年代以来中国科学院、云南大学等做了大量调查研究工作，发表了很多研究论文，较为综合性的研究已在《中国植被》、《云南植被》中发表，对其植被和植物区系已有了基本的认识。由于西双版纳地理位置的特殊性、生物种类的复杂性、群落类型的多样性以及在中国植物区系和植被中的特殊地位，加之近年来原始森林植被的剧烈破坏和种质资源的迅速流失，对其植被和植物区的更深入研究仍迫在眉睫。因此，对该龙脑香林群落进行深入研究也具有及时性和很大必要性，以期能对解开西双版纳植物区系和植被的性质和发生发展之谜提供一把钥匙。

本文研究的对象是西双版纳龙脑香林群落及其植物区系，基础是历时一整一年的野外采集所获得的 1 600 余号植物标本和样方调查资料，加上对以往资料的考证而确定的该龙脑香林植物区系的 642 个维管植物种，进行的是植物区系地理学和群落生态学研究。

第一章 自然地理背景

一、地质地貌

西双版纳傣族自治州位于云南省的最南部边缘，约在北纬 $21^{\circ}09'$ ~ $22^{\circ}36'$ ，东经 $99^{\circ}58'$ ~ $101^{\circ}50'$ 之间，总面积 19 690 平方公里。西双版纳南与老挝、缅甸接壤，西、北、东三面与滇西南山原、山地相连，属于横断山系南端无量山脉和怒山脉的余脉山原、山地区。整个地势周围高，中部低，以山原为主，其中分布着许多宽谷盆地、低山和低丘。海拔范围从最低处南部南腊河与澜沧江交汇水面海拔 475 米，至最高峰澜沧江西岸的桦竹梁子 2 429.5 米。西双版纳的典型热带地区仅为海拔 900 ~ 1 000 米以下的低山、河谷及坝区，约占总面积 18%（刘隆等，1990；徐永椿、姜汉桥主编，1987）。

西双版纳是一块近代被抬升的高原，大体上澜沧江以东为中生界红色砂页岩组成的山原，中、低山山地，多大型深切峡谷，以西为以燕山期花岗岩及下古生界变质岩为基底的中山宽谷盆地，边缘有深谷围绕。全区地貌可分为几个部分：①西部是一块较高的山原，四周高，中部低下，外围由两列半圆状的山地所环绕，中间分布着一系列大型山间盆地和长型的河谷平坝，几乎均在海拔 1 000 米以上，为南亚热带气候。②东部是较复杂的山原、山地盆地区。其中澜沧江以东，但为本区中部的地区，在北部为中山山原，浅丘密布，起伏缓和；在南部则为低山、浅丘及宽谷相间地貌，海拔一般在 1 000 米以下，是热带气候区。中部以东的东部地区的地势较高，在海拔 1 000 米以上，为中低山、缓丘及小盆地组成的地貌区，主要山脉呈南北走向，最高峰海拔 2 007 米，由于垂直变化较大，在山地属南亚热带气候，而在低山、宽谷和盆地则为热带型气候。

二、气候

西双版纳地区主要受印度洋季风控制，属于西部型热带季风气候，因平均海拔在季风热带上限，带有低纬高原性质。气候随地形和海拔高度分异十分明显。以几个不同海拔高地点的观测值来进行说明（表 1—1）。

全区年均温随海拔增高为 21.7°C ~ 15.1°C ， 20°C 的等温线相当于海拔 850 米的等高线。年温差 9.1°C ~ 10.4°C ，最热月为 6 月，均温 17.9°C ~ 25.5°C 。最冷月为 1 月，均温 8.8°C ~ 16°C 。极端低温多年均值一般 5°C 左右。

本区年降雨量 1 193 ~ 2 491 毫米，降雨的时空分配不均，变化很大。在时间上有明显的干、湿季之分，最少降雨月一般是 2 月，最多是 7 月和 8 月。月雨量小于 50 毫米的月数有 4 ~ 5 个月，小于 30 毫米的月数有 2 ~ 3 个月。在空间分布上，本区的东部降雨量大，西部较少，形成东湿西干的气候特点（表 1—2），降雨量随海拔高度不同亦有变化（表 1—3）。

表 1—1 不同地点温度状况观测值
Table 1—1 Temperature distribution at different altitude

地 点	海拔 (m)	年 均 温	≥ 10 °C积温	最热月均温	最冷月均温
澜沧江边	552.7	21.7	7 948	25.3	15.6
勐 仑	600	21.4	7 811	25.3	15.6
勐 腊	631.9	21.0	7 639	24.6	15.2
勐 养	740	20.8	7 592	24.6	14.7
曼 稿	1 176.3	18.1	6 578	22.3	11.9
南 贡 山	1 979	15.1	5 062	17.9	8.8

表 1—2 本地区降雨量的东、西部分异
Table 1—2 Rainfall and relative humidity distributions in east and west areas of the region

地 区	年降雨量 (mm)	月雨量 < 30mm 月份	相对湿度	水湿指数
东 部	1 532 ~ 1 557	1 月, 2 月	86%	1.32 ~ 1.34
西 部	1 194 ~ 1 390	12, 1, 2, 3 月	82% ~ 83%	0.99 ~ 1.14

表 1—3 不同地点观测的降雨量情况
Table 1—3 Rainfall distribution recorded in different sites (altitude)

地 点	年降雨量 (mm)	干季雨量 (11 月 ~ 次年 4 月)	雨季雨量 (5 ~ 10 月)	干湿季比值
澜沧江边	1 208.0	178.5	1 029.5	0.17
勐 仑	1 556.8	263.5	1 293.3	0.20
勐 腊	1 531.9	281.6	1 250.3	0.23
勐 养	1 193.7	176.0	1 017.9	0.15
曼 稿	1 390.3	204.8	1 185.5	0.17
南 贡 山	2 491.5	371.1	2 120.4	0.17

本区冬、春多雾，年有雾日勐腊 146.4 日，勐仑 115.6 日，曼稿 126.2 日，澜沧江边 134.4 日。11 月 ~ 次年 2 月 70% 以上的日子都有雾，浓雾的水平降水高达 0.1 ~ 0.3 毫米/日。

由于地处热带北缘，又以山原地貌为主，与世界热带雨林分布的主要地区相比，本地区纬度偏北，海拔偏高和气候偏干，表现在热量偏低，年温差和日温差偏大，降雨偏少和降雨的季节变化明显等特征上。以本区低海拔热带区域勐腊县为例：年均温 21 °C，大于 10 °C 积温 7 639 °C，最热月均温 24.6 °C，最冷月均温 15.2 °C；年降雨量 1 531.9 毫米，干季（11 月 ~ 次年 4 月）降雨 282 毫米，湿季（5 ~ 10 月）降雨 1 250 毫米，相对湿度 80%。年温差小，日温差大，干湿季变化

十分明显。

本区一些地方有明显山地逆温现象，根据在景洪大勐龙的观测，气温随海拔垂直增温 $1.0 \sim 1.2^{\circ}\text{C}/100$ 米，最高可达 $2.7^{\circ}\text{C}/100$ 米，比气温随海拔增高而降低的递减率大 1 倍多。由于山地逆温的存在，在一些地方出现植被垂直带倒置景观。

三、土 壤

本区在地质条件的基础上，形成了多种与气候类型和植被类型相关的土壤类型。其分布主要是在海拔 $600 \sim 1\,000$ 米为热带雨林、季雨林砖红壤带； $1\,000 \sim 1\,600$ 米为季风常绿阔叶林赤红壤（砖红壤性红壤）带； $1\,600$ 米以上是山地红壤带；同时间隔镶嵌分布岩性土（紫色土，石灰岩土）。

本区的热带森林发育于砖红壤土，砖红壤为热带北缘的地带性土壤，成土母质以紫红色砂岩、泥灰岩、砂砾岩、页岩等为主。土壤粘重，结构面有胶膜，土壤中盐基和硅酸盐淋失严重，呈强酸性反映，pH 值小于 5，盐基代换量一般为 $5 \sim 11$ 毫克当量/100 克土，基性矿物强烈分解，铁铝高度聚集，二氧化物和三氧化物占土壤胶体的 60% 以上，硅铝率为 $1.7 \sim 1.9$ ，有机质含量上层达 $2\% \sim 6\%$ ，碳氮比值（C/N）为 $10 \sim 17$ 。

四、西双版纳龙脑香林的分布

西双版纳的以龙脑香科植物望天树和版纳青梅分别为上层优势树种的龙脑香林仅分布在勐腊县东南部的局部生境（图 1-1）。望天树林主要分布在南沙河、南腊河、南杭河、灰庚河等河谷及两侧沟谷湿润处至山坡下部，范围从离勐腊县城 16 公里处的补蚌至广纳里，景飘到南沙，约 50 平方公里，在该范围内，目前望天树林已是呈被次生植被和其他非龙脑香林隔开的条状和块片状，大大小小共有 16 片，总计不到 800 公顷面积，望天树林一般分布在海拔 $700 \sim 950$ 米，以 800 米处最为集中，版纳青梅林目前只发现有分开的 3 小片，分别位于南沙河中段、下段和景飘至老挝的边境处，分布海拔 $800 \sim 1\,100$ 米。可以推测在人为干扰以前的原始状态，望天树林是在海拔 $700 \sim 950$ 米范围，沿这几条河流及两岸山坡的下部，呈连续的带状分布；而版纳青梅林则是呈现在这样的片状分布，有更早的残遗性质。

西双版纳龙脑香林分布的上限达 $1\,100$ 米，显然此线已过本地区热带季节雨林的平均上限值，从地形上看，该龙脑香林均存在于南贡山东南坡脚的几条下切河流两岸，南贡山是勐腊县最高山，山顶海拔 $2\,007$ 米，它无疑在进一步阻挡西北方向冷气流上起了重要作用，这也是该地龙脑香林能上升到如此海拔高度的主要原因。

除西双版纳以外，以望天树为上层乔木树种成分的群落片段亦存在于云南东南部的河口及广西西南部的那坡、巴马、龙州等地的局部生境。同样，以版纳青梅（广西青梅）为上层乔木树种成分的群落片段也非常类似地存在于广西的那坡，估计在云南东部也会发现。然而，毕竟以在西双版纳的群落面积最大和保存最完整，也最有研究价值。

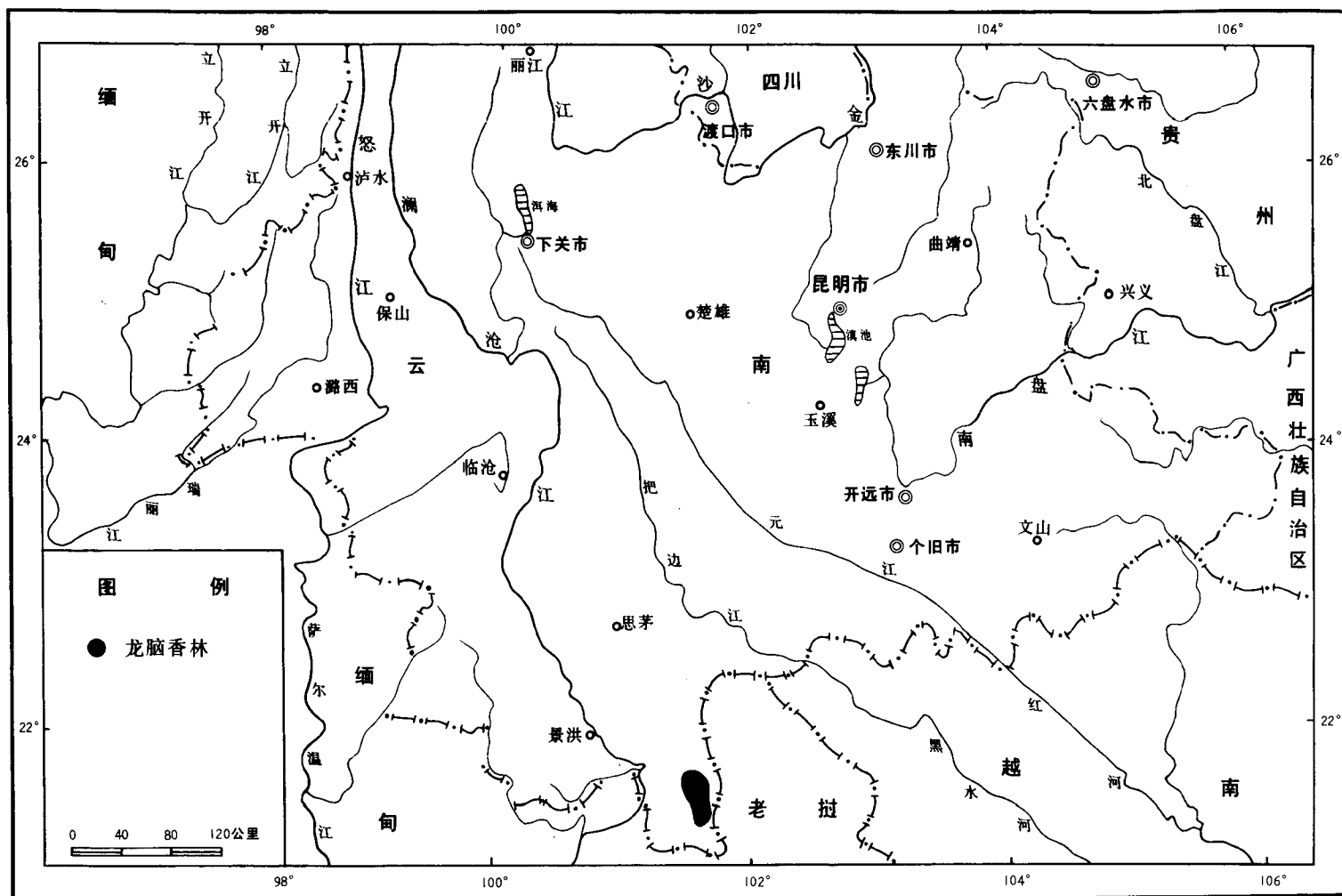


图 1—1 西双版纳龙脑香林的分布

Fig. 1—1 Distribution of dipterocarp forest in Xishuangbanna

第二章 西双版纳龙脑香林植物区系分析

一、植物区系和科的组成特征

经过对西双版纳勐腊县东南部的以望天树和版纳青梅分别为上层优势树种的龙脑香林进行充分的植物区系采集调查，标本整理鉴定，在总计大约 800 公顷的群落面积内，共有维管植物 122 科、355 属、642 种及变种，其中，种子植物占 109 科 340 属及 622 种及变种（表 2—1）。

表 2—1 西双版纳龙脑香林植物区系组成

Table 2—1 Composition of the flora of dipterocarp forest in Xishuangbanna, south Yunnan

分类群 Taxa	科 Family	属 Genus	种 Species
蕨类植物 Pteridophyte	13	15	20
裸子植物 Gymnospermae	2	2	5
双子叶植物 Dicotyledoneae	93	285	544
单子叶植物 Monocotyledoneae	14	53	73
合计 Total	122	355	642

种子植物中，含 10 个种以上的科有 17 个，按种数多少排列为茜草科、樟科、大戟科、番荔枝科、桑科、兰科、楝科、葡萄科、夹竹桃科、荨麻科等。这 17 个科包括植物 152 属 331 种，占总属数的 44.7% 和占总种数的 53.2%，是该龙脑香林植物区系的主要组成科（表 2—2）。

表 2—2 含 10 种以上的科，它们的种数及占世界区系百分比

Table 2—2 The principal families with the references to their numbers of species in the forest and the percentages in the total species of family

科名 Family	属/种 Genera/Species	排名 Rank	占该科世界总数 % by total species
茜草科 Rubaceae	25/53	1	0.87
樟科 Lauraceae	11/35	2	1.56
大戟科 Euphorbiaceae	18/28	3	0.56
番荔枝科 Annonaceae	12/28	3	1.29

续表 2—2

科名 Family	属/种 Genera/Species	排名 Rank	占该科世界总数 % by total species
桑科 Moraceae	5/25	5	1.79
兰科 Orchidaceae	18/23	6	0.14
楝科 Meliaceae	8/22	7	1.57
葡萄科 Vitaceae	4/15	8	2.14
夹竹桃科 Apocynaceae	9/13	9	0.87
荨麻科 Urticaceae	6/12	10	2.14
芸香科 Rutaceae	6/12	10	1.33
壳斗科 Fagaceae	4/12	10	1.33
爵床科 Acanthaceae	10/11	13	0.44
蝶形花科 Papilionaceae	6/11	13	0.09
胡椒科 Piperaceae	2/10	15	0.33
天南星科 Araceae	6/10	15	0.50
杜英科 Elaeocarpaceae	2/10	15	2.86
总计 Total	152/331		

在主要组成科中,按各科占该科世界种数百分比值大小重新排名次,则与其优势科的排名不同,顺序是杜英科、葡萄科、荨麻科、桑科、楝科、樟科、芸草科、壳斗科、番荔枝科、茜草科等。按占该科世界种数排名在前的科在一定程度上能反映该植物区系的地方特征,可视为该植物区系的代表科(张宏达,1962;朱华,1993,1996,1997)。

若按各个科在群落中的地位,亦即重要值大小来排名次,则顺序是龙脑香科、大戟科、樟科、无患子科、桑科、楝科、壳斗科、藤黄科、茶茱萸科、肉豆蔻科等(表2—3)。

表 2—3 望天树林的优势科及其分布区类型

Table 2—3 The dominant families with the references to their Importance value Index and distributional patterns

科名 Family	重要值 IVI	分布区类型 Distributional pattern
龙脑香科 Dipterocarpaceae	68.14	典型热带(分布区仅限于热带)
大戟科 Euphorbiaceae	24.24	热带到温带,主产热带
樟科 Lauraceae	25.57	热带到亚热带,主产热带
无患子科 Sapindaceae	15.90	热带到亚热带,主产热带

续表 2—3

科名 Family	重要值 IVI	分布区类型 Distributional pattern
桑科 Moraceae	15.29	热带到亚热带, 主产热带
楝科 Meliaceae	15.14	热带到亚热带, 主产热带
壳斗科 Fagaceae	14.44	热带到亚热带, 主产热带
藤黄科 Guttiferae	14.36	热带到亚热带, 主产热带
茶茱萸科 Icacinaceae	13.94	典型热带
肉豆蔻科 Myristicaceae	9.69	典型热带
柿树科 Ebenaceae	7.46	热带到温带, 主产热带
番荔枝科 Annonaceae	6.69	热带到亚热带, 主产热带
茜草科 Rubiaceae	5.13	热带到温带, 主产热带
橄榄科 Burseraceae	4.71	热带到亚热带, 主产热带
毒鼠子科 Dichapetalaceae	4.70	典型热带
漆树科 Anacardiaceae	4.15	热带到温带, 主产热带
紫葳科 Bignoniaceae	3.53	热带到温带, 主产热带
玉蕊科 Lecythidaceae	3.47	典型热带

* 该科各个种的重要值累加值 Sum of Importance Value of species

该植物区系是以龙脑香科植物为群落优势种的龙脑香林植物区系, 龙脑香科无疑在群落中具有重要地位, 按种数龙脑香科不是主要科, 但却是群落的优势科; 同样, 藤黄科、茶茱萸科、肉豆蔻科等种数虽不多, 但在群落中都有较大重要值。故该龙脑香林植物区系, 在群落学上带有更强的热带亚洲特点。

该龙脑香林植物区系种子植物 109 个科的分布区类型统计见表 2—4。

表 2—4 科分布区类型统计

Table 2—4 Distribution patterns of families of the dipterocarp forest

分布区类型 Distributional pattern	科数 Number of family	百分数 %
典型热带 (分布区仅限于热带) Typical tropical	24	22.0
热带到亚热带, 主产热带 Trop. to Subtrop., mainly Trop.	38	34.9
热带到温带, 主产热带 Trop. to Temp., mainly Trop.	24	22.0
热带到温带, 主产亚热带 Trop. to Temp., mainly Subtrop.	14	12.8
北温带 N. Temp.	2	1.8

续表 2—4

分布区类型 Distributional pattern	科数 Number of family	百分数 %
温带到热带山地, 主产温带 Temp. to Trop. mount., mainly Temp.	3	2.8
全世界, 主产北温带 The World, mainly N. Temp.	3	2.8
全世界, 主产地中海 The World, mainly Mediterranean	1	0.9
合计 Total	109	100

典型热带（分布区通常局限于热带）的科有 24 个，占 22%，如泛热带分布的买麻藤科、龙脑香科、牛栓藤科，肉豆蔻科、莲叶桐科、箭根薯科、铁青树科等；古热带分布的露兜科、海桑科、玉蕊科；热带亚、非、美洲分布的六苞藤科，热带亚—澳分布的心翼果科及热带亚洲分布的四角果科、隐翼科、四数木科、五膜草科等。

主产热带，但分布区延伸到亚热带甚至温带的科有 62 个，占 56.9%，如大戟科、茜草科、樟科、番荔枝科、夹竹桃科、楝科、兰科、橄榄科、桑科、葡萄科、荨麻科、爵床科、天南星科等。

主产亚热带的科有 14 个，占 12.8%，如壳斗科、木兰科、五味子科、山茶科、灰木科、金缕梅科、槭树科。

主产温带的科有 8 个，仅占 7.4%，多是一些草本科如菊科、毛茛科、禾本科、百合科等。

显然，该植物区系以热带和主产热带的科占绝对优势，无疑属于热带性质的植物区系。热带成分中，又以主产热带，分布区扩展到亚热带甚至温带的科占有大多数，在该植物区系中具有较多种数的主要科和代表科也都全属于此类科而非典型热带科，故该植物区系又有明显的热带北缘性质。若从在群落中占有较重要地位的科来看，则几乎都是热带科，并包含了最多比例的典型热带科，又显示出较强的热带性。

二、属的组成特征

组成该植物区系种子植物的 340 个属中，按所含种数多少排名次是榕属（*Ficus*），18 种；粗叶木属（*Lasianthus*），10 种；胡椒属（*Piper*），9 种；木姜子属（*Litsea*），8 种；崖爬藤属（*Tetrastigma*），8 种；樟属（*Cinnamomum*），7 种；葱臭木属（*Dysoxylum*），7 种；杜英属（*Elaeocarpus*），7 种；瓜馥木属（*Fissitigma*），6 种；琼楠属（*Beilschmiedia*），6 种；栲属（*Castanopsis*），6 种等。

在群落中，上层乔木以樟属、杜英属、栲属、石栎属（*Lithocarpus*）、崖摩属（*Amoora*）等种数较多；中、下层乔木以榕属、木姜子属、葱臭木属、琼楠属、藤黄属（*Garcinia*）、蒲桃属（*Syzygium*）等为主要组成成分；灌木以粗叶木属种类最多；草本以胡椒属，藤本以瓜馥木属、崖爬藤属以及附生植物以崖角藤属（*Rhaphidophora*）最占优势。

在 340 个属中，有单型属 14 个，如胡椒科的齐头绒属（*Zippelia*），白花菜科的节蒴木属（*Borthwichia*）、大戟科的缅甸桐属（*Sumbaviopsis*）、茶茱萸科的假海桐属（*Pittosporopsis*）和麻核藤属（*Natsiatopsis*）等。少型属有 39 个，如蚁花属（*Mezzettiopsis*）、隐翼属（*Crypteronia*）、山豆根属（*Euchresta*）、假鹊肾属（*Pseudostreblus*）、翅果麻属（*Kydia*）等。西双版纳龙脑香林植物区系的单

型和少型属合计仅占总属数的 15.6%，与中国植物区系单型和少型属合计占中国总属数的 38.3% 相比，显得比例较低，单型和少型属通常是较古老和孤立的成分，它们的相对贫乏反映了该龙脑香林区系相对来说不是一个古老的区系，也不是一个独立的区系。

按照吴征镒教授对中国植物区系属的分布区类型的划分（吴征镒，1991）统计了这 340 个种子植物属的分布类型（世界分布属不计百分比），见表 2—5。结果是：热带分布属（类型 2—7）共计 316 个，占所统计属数的 94.1%，热带分布属中，又以热带亚洲分布属比例最高，占去所统计属的 42.3%。因此，该植物区系属的分布区类型组成也明显显示了其热带性质和带有强烈的热带亚洲或印度—马来西亚植物区系的特点。该植物区系与世界各地热带植物区系，特别是旧世界热带植物区系，有较密切的联系，而与北温带和东亚植物区系的联系较微弱。

表 2—5 属的分布类型
Table 2—5 The areal-types of the genera

分布类型 Areal-type	属 数 Number of genus	百分比 %
1. 全世界分布 Cosmopolitan	4	1.2
2. 全热带分布 Pantropic	66	19.5
3. 热带亚洲至热带美洲间断分布 Tropical Asia and Tropical America disjuncted	14	4.1
4. 旧世界热带分布 Old World Tropic	47	13.9
5. 热带亚洲至大洋洲 Tropical Asia to Tropical Australia	31	9.1
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	16	4.7
7. 热带亚洲分布 Tropical Asia	142	41.5
8. 北温带分布 N. Temperate	6	1.8
9. 东亚—北美间断分布 E. Asia and N. America disjuncted	6	1.8
10. 旧世界温带分布 Old World Temperate	1	0.3
11. 地中海—西亚—中亚分布 Mediterranean, W Asia to C Asia	1	0.3
12. 东亚分布 E. Asia	5	1.5
13. 中国特有分布 Endemic to China	1	0.3
合 计 Total	340	100

三、种的分布区类型分析

以有关分类群的专著、修订或专项研究文献（截止于 1998 年）为基础，国内主要参考已出版的《中国植物志》、《云南植物志》、《云南种子植物名录》、《西藏植物志和植物名录》、《海南植物志》、《中国高等植物图鉴和补编》，以及广东、广西、四川、湖南、贵州、江苏等的地方植物

志和各种地方植物名录，国外主要参考《英属缅甸树木志》(Kurz, 1877)、《英属印度植物志》(Hooker, 1875 ~ 1897)、《法属印度支那植物志及补编》(Lecomte, 1908 ~ 1951; Aarbreville, 1960 ~ 1983)、《泰国植物名录》(Craib, 1925 ~ 1962)、《泰国植物区系研究》(Larsen, 1961 ~ 1966)、《泰国植物志》、《马来半岛植物志材料》(King et Gamble, 1899 ~ 1936) 和《马来半岛植物志》(Ridley, 1922 ~ 1925)、《马来西亚植物志》、《尼泊尔植物志》(Hara, 1979)、《太平洋植物分布区》(Balgooy, 1963 ~ 1995) 等各种地区性著作，我们对西双版纳龙脑香林植物区系鉴定较为准确的 588 个种子植物种的分布作了研究和统计，并绘制了种的分布区图，最后，依地理分布图式归纳为六个分布区类型、五个变型和六个亚变型（表 2—6）。下面就各种的分布区类型、变型和亚变形作具体的论述。

表 2—6 西双版纳龙脑香林植物种分布区类型

Table 2—6 The distributional patterns of plant species from the dipterocarp forest in Xishuangbanna

种分布区类型 Distributional patterns	种数 Number sp.	百分比 %
1. 旧世界热带分布 (Old World Tropic)	1	0.2
2. 热带亚洲至大洋洲分布 (Tropical Asia to Tropical Australia)	17	2.9
3. 热带亚洲分布及其变型 (Tropical Asia and its varieties)	(431)	(73.4)
①印度—马来西亚 (India-Malesia)	42	7.1
①a. 印度—西马来西亚 (India-Western Maleisa)	84	14.3
②大陆东南亚—马来西亚 (东南亚分布) (Mainland SE Asia to Malesia)	19	3.2
②a. 大陆东南亚—西马来西亚 (Mainland SE. Asia to Western Malesia)	25	4.3
③南亚—大陆东南亚 (S Asia to Mainland SE Asia)	11	1.9
③a. 喜马拉雅南坡—大陆东南亚至云南 (华南) (S Himalayas via Mainland SE Asia to S China)	114	19.4
④大陆东南亚至华南 (Mainland SE Asia to S China)	20	3.4
④a. 越南 (印度支那) 至云南 (华南) (Vietnam (Indochina) to Yunnan (S China))	87	14.8
④b. 缅甸、泰国至云南 (Burma, Thailand to Yunnan)	29	4.9
4. 中国西南至东南部分布 (SW to SE China)	10	1.7
①云南、广西 (或广东南部)、海南热带 (Tropical areas of S Yunnan, Guangxi (S Guangdong) and Hainan)	20	3.4
②云南、广西或贵州南部热带至亚热带 (Tropical and subtropical areas of Yunnan, Guangxi or to S Guizhou)	18	3.1
5. 云南特有分布 (Endemic to Yunnan)	60	10.2
6. 西双版纳特有分布 (Endemic to Xishuangbanna)	30	5.1
总计 (All)	587	100

1. 旧世界热带分布

即从热带非洲或马达加斯加，经东南亚至热带澳大利亚。该类型仅有 2 个种，它们是红树科的竹节树 (*Carallia brachiata*) 和禾本科的竹叶草 (*Oplismenus compositus*)。竹节树从非洲马达加斯加，经印度、东尼泊尔到中国云南西南至中南部 (景东、凤庆)、广西南部 (合浦、十万大山、陆川)、广东中部以南及海南，向南经中南半岛、马来西亚、印尼到澳大利亚北部 (图 2—1)。

2. 热带亚洲至热带澳洲分布

该类型的范围即从热带亚洲分布到澳大利亚北部 (昆士兰) 热带地区，有 17 个种，如糖胶树 (*Alstonia scholaris*)、红叶藤 (*Rourea minor*)、重阳木 (*Bischoffia javanica*)、垂叶榕 (*Ficus benjamina*)、红椿 (*Toona ciliata*)、光叶倒吊笔 (*Wrightia laevis*)、大花守宫木 (*Sauropus macranthus*)、头花仙茅 (*Curculigo capitulata*) 等 (图 2—2, 图 2—3)。

3. 热带亚洲分布及变型

热带亚洲分布的范围西起印度南部、斯里兰卡、西北起喜马拉雅南坡、印度东北部，经大陆东南亚，北达中国南部 (西藏东南部、云南西南至东南部、广西、贵州南部、广东、湖南南部、福建南部及台湾)，向东南经马来半岛、印度尼西亚、菲律宾达新几内亚，最东可到所罗门群岛。这里所提的喜马拉雅南坡主要包括尼泊尔、锡金和不丹的南部；大陆东南亚指包括缅甸、泰国、老挝和柬埔寨的整个地区 (Hill, 1979)，马来西亚，英文词用 Malesia，指南起马来半岛包括婆罗洲、菲律宾、印度尼西亚及新几内亚和所罗门群岛的整个地理区域，非仅马来西亚国 (Malaysia)。

热带亚洲或印度—马来西亚地区自第三世纪以来就存在有极其丰富的热带植物区系。该地区由于地理上的密切联系和气候上的一致性，在热带印度和整个马来西亚地区构成了一个有特点的相当一致的植物区系，有 11 个特有科和大量特有属 (塔赫他间, 1978)，最为突出的是龙脑香科在该地区发展了大量的种类 (约有 470 多个种)，由它们构成了该地区热带雨林及其他森林的特色。然而，热带亚洲由于地域广大，在历史上也是由几个不同的古陆和岛屿复合而成 (Hall, 1998)，因而不同的部分又具有各自不同的形成历史和植物区系发生演化特征。印度的前身主要是印度古陆，属于古南大陆一部分；喜马拉雅南坡及邻近地区是由古地中海隆升起来的部分；印度支那属于华南古陆的一部分；马来半岛、苏门答腊、爪哇和婆罗洲在第三纪是有陆地连续的一个整体，叫巽他古陆，直接连着华南古陆；新几内亚是澳洲古陆的一部分，属于古南大陆；而菲律宾、苏拉威西、小巽他群岛及马鲁古群岛则是一系列太平洋岛屿 (图 2—4)。

由于不同部分的不同历史，在热带亚洲范围内形成了众多的种的分布图式，西双版纳位于大陆东南亚热带北缘，西双版纳龙脑香林植物区系中属于热带亚洲范围内分布的种有 431 个，占所统计总种数的 73.4%。这 431 个种包括各种或大或小的分布图式，但归结起来可分为三个变型和七个亚变型。变型是在热带亚洲范围内分布区局限在各个或大或小的一定地理区域内，或是分布区或大或小，但有共同的发生特征；以此类推，亚变型是在变型的范围内进一步区分，变型和亚变型仅是依据现有分布资料初步归纳的现在地理分布图式。下面就热带亚热带亚洲分布的各个变型、亚变型作进一步的论述。

① 印度—马来西亚分布 (变型)

典型的印度—马来西亚分布种指从印度或喜马拉雅南坡经大陆东南亚分布到整个马来西亚地区，东界可达菲律宾或新几内亚的种类。属于该分布图式的有 42 个种，如毗黎勒 (*Terminalia bellirica*)、毛藤榕 (*Ficus sagittata*)、隐翼 (*Crypteronia paniculata*)、赤苍藤 (*Erythralium scan-*

dens)、阔叶肖榄 (*Platea latifolia*)、番龙眼 (*Pometia tomentosa*)、爪哇苦木 (*Picrasma javanica*)、阔叶风车藤 (*Combretum latifolium*)、糙叶树 (*Aphananthe cuspidata*)、长节珠 (*Parameria laevigata*) 等 (图 2—5, 图 2—6, 图 2—7, 图 2—8, 图 2—9)。

马来西亚是印度—马来西亚植物区系的核心地区, 与典型印度—马来西亚分布相近的还有三个分布图式, 做为三个分布亚变型, 它们均以马来西亚为核心, 其分布区略偏于一隅。

①a. 印度—西马来西亚分布

从印度或喜马拉雅南坡经大陆东南亚到马来半岛、苏门答腊、爪哇及婆罗洲, 向东可到巴拉望岛, 但不到菲律宾, 向东南可达苏拉威西和小巽它群岛, 但不到新几内亚。亦即相当于 Merrill 和 Dickerson 修改后的华莱士线 (Wallace's line) 以西的印度—马来西亚地区。

马来西亚地区由华莱士线分隔成东、西两大部分, 华莱士线是一条植物地理的分界线, Merrill 和 Dickerson 修改后的华莱士线把菲律宾划归东边部分。华莱士线以西属于在第三纪动植物能沿陆地迁移的与亚洲大陆相连的部分, 其地质基础是巽他古陆, 这也是印度至西马来西亚分布图式形成的基础 (图 2—4)。

属于印度至西马来西亚分布的有 84 个种, 占总种数的 14.3%。代表种如五桠果 (*Dillenia indica*)、四数木 (*Tetrameles nudiflora*)、拟兰 (*Apostasia odorata*)、长柄杜英 (*Elaeocarpus petiolatus*)、滇印杜英 (*Elaeocarpus varunua*)、十字苣苔 (*Staurotheca umbrosa*)、大叶水榕 (*Ficus glaberrima*)、染木 (*Saprosma ternatum*)、千果榄仁 (*Terminalia myriocarpa*)、腋花马钱 (*Strychnos axillaris*)、浆果乌桕 (*Sapium baccatum*)、山乌桕 (*Sapium discolor*)、箭毒木 (*Antiaris toxicaria*)、阿丁枫 (*Altingia excelsa*)、木奶果 (*Baccaurea ramiflora*)、葱臭木 (*Dysoxylum excelsum*)、微花藤 (*Iodes cirrhosa*)、弯管花 (*Chasalia curviflora*)、六苞藤 (*Sphenodesma involucrata*) 等 (图 2—10, 图 2—11, 图 2—12, 图 2—13, 图 2—14, 图 2—15, 图 2—16, 图 2—17, 图 2—18, 图 2—19, 图 2—20)。

①b. 大陆东南亚至西马来西亚分布

通常起自云南南部, 向南经缅甸、泰国、印度支那到马来半岛、苏门答腊、爪哇或婆罗洲。属于本分布图式的有 25 种, 如亮叶菠萝蜜 (*Artocarpus nitidus* ssp. *griffithii*)、云南风车藤 (*Combretum yunnanense*)、山蕉 (*Mitrephora maingayi*)、蚁花 (*Mezzettiopsis creaghii*)、毛荔枝 (*Nephelium lappaceum* var. *pallens*) 等 (图 2—21)。

①c. 大陆东南亚至 (东) 马来西亚分布

北界与前一亚变型相同, 即起自云南南部或上缅甸, 向南经西马来西亚至东马来西亚的新几内亚或 (和) 至菲律宾群岛。属于本分布图式有 19 种, 代表种如金刀木 (*Barringtonia macrostachys*)、小花紫玉盘 (*Uvaria rufe*)、大叶白颜树 (*Gironniera subaequalis*)、爪哇桂樱 (*Laurocerasus javanica*)、红光树 (*Knema furfuracea*)、毛果锡叶藤 (*Tetracera scandens*)、宽药青藤 (*Illigera celebica*) 等 (图 2—22, 图 2—23, 图 2—24)。

印度—马来西亚分布变型是热带亚洲成分的典型代表, 与它相近的三个亚变型尽管分布区各有偏向和范围不同, 但都以西马来西亚地区为核心, 在发生上它们属于同类成分。属于印度—马来西亚分布及其亚变型的种类, 究其原产地或叫种的最初分化形成地, 大多数都是在西马来西亚, 也就是该类分布种主要是西马来西亚发生成分。印度—马来西亚分布及其亚变型合计共 170 种, 占本区系总种数的 28.9%, 居于诸分布类型和变型的首位, 该分布型的种类大都为群落的上、中层乔木和木质大藤本, 在群落中有较大重要值, 这些均反映了西双版纳的龙脑香林区系具有较强烈的马来西亚亲缘。

②南亚—大陆东南亚分布

南亚—大陆东南亚分布是热带亚洲的大陆分布型。典型的南亚—大陆东南亚分布种从印度半岛或斯里兰卡, 西北从喜马拉雅南坡或印度东北部分布到大陆东南亚和中国的云南或达到华南,

属这种典型分布的计有 11 个种，如大叶藤黄 (*Garcinia xanthochymus*)、火筒树 (*Leea crispa*)、粗丝木 (*Gomphandra tetrandra*)、红果葱臭木 (*Dysoxylum binectiferum*)、大叶野独活 (*Milium velutina*)、无柄钩藤 (*Uncaria sessilifructus*)、锡兰臂果木 (*Pygeum zeylanicum*)、滇榄 (*Canarium strictum*)、多花白头树 (*Garuga floribunda* var. *gamblei*) 等 (图 2—25, 图 2—26, 图 2—27, 图 2—28, 图 2—29, 图 2—30)。

与典型南亚—大陆东南亚分布相近的有一个亚变型：

②a. 喜马拉雅南坡 (印度东北部) —大陆东南亚至云南 (华南) 分布

从喜马拉雅南坡或印度东北部，经缅甸、泰国、印度支那到华南，最北达湖南南部，最东达福建南部，也有个别种类达到湖北和浙江南部。该分布图式有 114 个种，代表种如大叶钩藤 (*Uncaria macrophylla*)、翅子树 (*Pterospermum lanceaefolium*)、风轮桐 (*Symphyllia silhetiana*)、买麻藤 (*Gnetum montanum*)、印度栲 (*Castanopsis indica*)、印缅黄杞 (*Engelhardtia roxburghiana*)、醉魂藤 (*Heterostemma alata*)、翅果麻 (*Kydia calycina*)、绒苞藤 (*Congea tomentosa*)、白穗虾蟆花 (*Acanthus leucostachyus*)、密花火筒树 (*Leea compactiflora*)、丁公藤 (*Erycibe subspicata*)、方榄 (*Canarium bengalense*)、一担柴 (*Colona floribunda*)、假卫茅 (*Microtropis discolor*)、云南菠萝蜜 (*Artocarpus lakoocha*)、新乌檀 (*Neonauclea griffithii*)、柴桂 (*Cinnamomum tamala*)、碧绿米仔兰 (*Aglaia perviridis*)、藤漆 (*Pegia nitida*)、短蒴 (*Piper mullesua*)、辛果漆 (*Drimycarpus racemosa*)、大叶风吹楠 (*Horsfieldia kingii*)、西藏弓果藤 (*Toxocarpus himalensis*)、滇南马钱 (*Strychnos nitida*)、喀钦肉实 (*Sarcosperma kachiensis*) 等 (图 2—31, 图 2—32, 图 2—33, 图 2—34, 图 2—35, 图 2—36, 图 2—37, 图 2—38, 图 2—39)。

南亚—大陆东南亚分布及其二个亚变型合计共 125 种，占本区系总种数的 21.3%，居第三位。这类分布图式均以喜马拉雅南坡，印度东北部至上缅甸一带为分布的核心地区，根据其热带性质和地理分布，仍划归热带亚洲分布类型，作为后者的一个变型。

③大陆东南亚至中国南部分布

典型的大陆东南亚至中国南部分布即从缅甸、泰国、印度支那分布到中国云南西南至东南部、广西南部至华南。属于该典型分布的有 20 个种，如长柱山丹 (*Duperrea pavettaefolia*)、假海桐 (*Pittosporopsis kerrii*)、银钩花 (*Mitrephora thorelii*)、裂果金花 (*Schizomussaenda dehiscens*)、色萼花 (*Chroesthes lanceolata*)、小萼瓜馥木 (*Fissistigma minuticalyx*) 等 (图 2—40, 图 2—41)。

有两个相近的分布亚变型：

③a. 越南 (印度支那) 至云南 (华南) 分布

即从越南北部或中部分布到云南南部或华南，有些种亦分布到越南南部及柬埔寨或泰国北部。该分布图式有 87 个种，占总种数的 14.8%。代表种如白榄 (*Canarium album*)、东京菠萝蜜 (*Artocarpus tonkinensis*)、东京大叶藤 (*Tinomiscium tonkinense*)、四瓣崖摩 (*Amoora tetrapetala*)、锡叶藤 (*Tetracera asiatica* ssp. *asiatica*)、毛斗青冈 (*Cyclobalanopsis chrysocalyx*)、多香木 (*Polyosma cambodiana*)、缅漆 (*Semecarpus reticulatus*)、毛瓜馥木 (*Fissistigma maclurei*)、尖叶木 (*Urophyllum chinense*)、狭叶一担柴 (*Colona thorelii*)、香港鹰爪 (*Artabotrys hongkongensis*) 等 (图 2—42, 图 2—43, 图 2—44, 图 2—45)。

③b. 缅甸、泰国至云南分布

从缅甸或泰国分布到云南或从缅甸、泰国及老挝分布到云南，少数种可到贵州南部及广西、广东。该分布图式有 29 个种，其中，从缅甸和泰国 (及老挝) 分布到云南 (或达贵州南部) 的有 8 个种，如滇南木姜子 (*Litsea garrettii*)、思茅山橙 (*Melodinus henryi*)、蛇根叶 (*Ophiorrhiza macrobotryum*)、毛杜茎山 (*Maesa permollis*) 等；从缅甸分布到云南的有 8 个种，如节蒴木 (*Borthwickia trifoliata*)、齿叶猫尾木 (*Dolichandrone stipulata* var. *velutina*)、麻核藤 (*Natsiatopsis*

thunbergiaefolia)等, 泰国(或老挝)到云南分布有14个种。如傣槭(*Acer garrettii*)、滇南溪桫(*Chisocheton siamensis*)、直刺藤桔(*Paramignya rectispina*)等(图2—46)。

大陆东南亚至中国南部分布及其亚变型合计135种, 占总种数的23.2%, 其中, 以越南或印度支那至云南或华南分布图式种类最多, 为该类分布的主体成分。

大陆东南亚至中国南部分布及其亚变型的种类, 显然以大陆东南亚的北部和邻接的中国南部边境地区为种类最集中之地, 有很多种类均只局限分布在该地区。无疑, 属于该类分布图式的种类, 大多数都是在该地区分化形成的, 为本地的发生成分。印度支那在地史上属于华南古陆的一部分, 与华南古陆一起是一个古老的地区, 印度支那北部和邻接的中国南部地区以植物区系的古老和丰富而著名, 是一个古老的植物区系发生中心。

可以看出, 西双版纳龙脑香林植物区系以热带亚洲或属于热带亚洲分布的种类为主体, 计占总种数的73.4%, 这里所说的热带亚洲或属于热带亚洲分布种是居于其热带性质和以现在的地理分布为基础而划分的地理成分。由于热带亚洲地域广大, 不同的部分又具有完全不同的地质历史, 若以种分化形成的原产地来划分发生成分, 则我们这里的热带亚洲分布种显然可以归属为三类发生成分: 1. 以西马来西亚为种的原产地的马来西亚成分; 2. 以中南半岛北部为种的原产地的成分, 或叫越南—华南成分; 3. 以东喜马拉雅南坡热带地区为种的原产地的所谓喜马拉雅南坡—印度东北部成分, 我们按种的现在地理分布图式而划分的热带亚洲分布的三个变型及其相应亚变型, 大体上符合这三类发生成分。这在后面将详细讨论。

不论按地理成分还是发生成分来看, 印度—马来西亚分布种或马来西亚成分在西双版纳龙脑香林植物区系中占有最高比例, 反映了该龙脑香林区系与马来西亚区系有极为密切的联系。西双版纳植物区系没有特有属, 地方特有种也不多, 西双版纳又存在与马来西亚区系有密切联系的龙脑香林, 足见马来西亚植物区系对西双版纳区系有强烈的影响, 西双版纳龙脑香林这类特殊植被的发生与某个时期马来西亚成分通过大陆东南亚大量北迁有关系。

4. 中国西南至华南分布及其变型(中国特有分布)

西双版纳龙脑香林植物区系, 除去热带分布的种外, 属于中国特有种的均不超出从中国西南至华南的分布范围。比较典型的, 从中国西南部分布到华南的种有10个, 其分布范围最西起自西藏墨脱(有2个种), 经云南、广西、广东, 到四川南部(3个种)、贵州南部(7个种)、海南(5个种)、湖南南部(6个种)、江西南部(4个种)、台湾(2个种)、福建南部(5个种), 最北达浙江南部(2个种), 代表种如野柿(*Diospyros kaki* var. *sylvestris*)、广东蛇根草(*Ophiorrhiza cantoniensis*)、多序楼梯草(*Elatostema macintyreii*)、臂果木(*Pygeum topengii*)等。

属于中国西南至华南范畴分布的还有二个变型:

①云南、广西(或广东南部)、海南热带地区分布

通常从云南南部经广西南部(或广东南部)至海南分布。该分布图式有20个种, 除了一个种亦分布到西藏墨脱, 一个种分布到贵州册亨外, 其他各个种的分布北界通常均不过北回归线, 属热带北缘性质。代表种如香港葱臭木(*Dysoxylum hongkongense*)、多脉葱臭木(*D. lukii*)、毛阿芳(*Alphonsea mollis*)、单果阿芳(*Alphonsea monogyna*)(亦达贵州册亨)、假山枇杷(*Zanthoxylum dissitoides*)、香港鹰爪(*Artabotrys hongkongensis*)、毛腺萼木(*Mycetia hirta*)(亦到西藏墨脱)等(图2—47, 图2—48, 图2—49)。

②云南南部至广西西南部热带地区分布

即分布于云南南部、东南部至广西西南部的热带地区, 个别种也到西藏墨脱。该图式有18个种, 种类虽不多, 但却包含了本龙脑香林的几个重要分子。例如, 标志种版纳青梅就间断分布于西双版纳勐腊县东南部和广西西南部的那坡, 毛叶单室茱萸(*Mastixia trichophylla*)目前也只见