

第一章 对象、范围和研究方法

第一节 对象和范围

研究对象为区域的植物区系,就学科而言,属于植物地理学。区域的对象为云南省和四川省范围内的干热河谷和干暖河谷,所以不涉及贵州、广西的部分干热河谷和西藏东南缘的部分干暖河谷。因此本主题的研究对象有两个方面:一、滇川干热河谷植物区系;二、滇川干暖河谷植物区系。区域的植被中包含有区域的植物区系,区域的植物区系是反映区域植被生物多样性特征的重要部分,故主要研究的对象为区域的植物区系。本研究是“滇川干热河谷植被多样性特征及生态成因研究”的组成部分。

大的区域范围局限于云南、四川两省境内。因干热河谷与干暖河谷均属于大江流域的河谷,故本项研究涉及云南境内的元江流域河谷、云南境内的怒江流域河谷、云南和四川境内的金沙江流域河谷及云南境内的澜沧江流域河谷。总的看,其区域范围主要在云南境内,特别是绝大部分干热河谷都处在云南境内四大江河的下部河谷,而四川境内只有滇川共有的金沙江河谷,但干暖河谷则主要分布在四川境内。

纵观元江、怒江、金沙江和澜沧江四大江河河谷,并非各条大江河谷均为干热河谷或干暖河谷所占据,除它们的上游高纬度高海拔的干温与干冷河谷外,其中下游除干暖和干热河谷分布外,视地貌、纬度、海拔影响所形成的还有温暖河谷和湿热河谷分布。例如,元江流域的河谷,蒙自曼耗至金平河口一带的下游江段则为湿热河谷,其分布的植被为热带雨林,不是本主题的研究对象。又如怒江流域的河谷,泸水县六库以上至贡山县一带的江段则为温暖河谷,其植被为河谷湿性常绿阔叶林,也不是本主题的研究对象。又如金沙江下游滇方永善至水富,川方雷波至安边一带江段则为温暖河谷,其原生植被应为河谷常绿阔叶林。云南境内澜沧江的下游河谷,在西双版纳、思茅一带分布热带雨林和河谷季雨林植被,则为湿热河谷和半湿热河谷,仅其南涧、凤庆一带江段为干热河谷,维西至德钦一带江段为干暖河谷。

由于干热河谷和干暖河谷植物区系只分布于各该江河河谷两侧山坡的一定海拔范围,故实际分布范围在多数江段是很细窄的,而且各江各段的植被分布范围均有差异。

滇川干热河谷与干暖河谷的植物区系所分布到的县份如表 1-1。总共有 50 多个县份多少有干热或干暖河谷植物区系存在。此外,西藏的盐井、芒康也有澜沧江的干暖河谷植被存在。

表 1-1 滇川干热河谷与干暖河谷分布的县份

Table 1-1 Counties occurring dry-hot and dry-warm valleys

省 名	大江河谷名	有干热河谷或干暖河谷植物区系分布河谷所在的县名
云南省	元江干热河谷	蒙自、红河、元阳、个旧、建水、石屏、元江、双柏、景东、楚雄、易门、南涧
云南省	怒江干热河谷	泸水、保山、龙陵、施甸、永德、镇康
云南省	金沙江干热河谷	永善、巧家、会泽、东川、禄劝、武定、元谋、永仁、华坪、永胜、大姚、宾川
云南省	金沙江干暖河谷	除上列云南省各县干热河谷海拔上缘有不典型的干暖河谷植被外，有鹤庆、丽江、中甸、维西、德钦
四川省	金沙江干热河谷	金阳、布拖、宁南、会东、会理、攀枝花、米易、盐边
四川省	金沙江干暖河谷	除上列四川省各县干热河谷海拔上缘有不典型的干暖河谷植被外，有德昌、盐源、西昌、冕宁、木里、稻城、乡城、巴塘
云南省	澜沧江干热河谷	南涧、凤庆、昌宁、永平、保山
云南省	澜沧江干暖河谷	维西、德钦

第二节 研究历史

中华人民共和国成立以前，虽对云南植被 (Wang C W 1939)、云南和四川的植物地理 (刘慎谔 1936, 1944) 已有部分的研究，但均未曾涉及滇川干热河谷与干暖河谷的植物区系，故建国前本主题的研究是个空白。1987 年出版的《云南植被》一书，对元江和金沙江的干热性稀树草原状植被有了初步认识，随后对元谋和巧家一带河谷植被的考察，更加深了对云南干热河谷植被及其植物种类组成特殊性的认识，发现这些干热河谷植物区系均大大不同于其海拔高处的常绿阔叶林、山地针叶林等植被类型，有必要对这类干热河谷区域的植物区系进行深入的研究。在 1983 ~ 1987 年期间，作者先后招收的 7 名硕士研究生都从事云南境内干热河谷植被和植物区系的研究。其中，2 名从事金沙江干热河谷元谋龙江段的研究；1 名从事金沙江干热河谷巧家段的研究；1 名从事元江干热河谷绿汁江段的研究；1 名从事元江干热河谷南涧河段的研究；2 名从事怒江干热河谷六库至踰江坝段的研究。7 名研究生均各自有相应江段“干热河谷植被与植物区系研究”的硕士论文，通过答辩获得学位。我和他们还先后在《云南植物研究》、《广西植物》等刊物上发表植物区系方面的研究论文，例如“金沙江干热河谷种子植物植物区系特征的初探” (金振洲，欧晓昆，区晋定等 1994) 等。对于热河谷和干暖河谷最早发表专题性论文的是“元谋干

热河谷植物区系研究”（欧晓昆 1988），其次是“川西滇北金沙江河谷的植物区系”（武素功，李沛琼 1989），以后有“云南潞江坝怒江干热河谷植物区系研究”（曹永恒 1993）、“金沙江干热河谷种子植物区系特征的初探”（金振洲，欧晓昆，区普定等 1994）、“西南干热河谷植被和植物区系的生物多样性保护（英文稿）”（Jin Zhenzhou 1995）、“华西南干热河谷种子植物区系的特征、性质和起源”（金振洲，杨永平，陶国达 1995）、“滇川干热河谷植物区系成分研究”（金振洲 1998）、“滇川干热河谷植物区系成分研究”（金振洲 1999）等，四川方面还有“四川省宁南县干热河谷植物区系”（吴宁，乔永康 1994）、“岷江上游半干旱河谷灌丛植物区系”（刘文彬 1992）等。

总的看，涉及滇川干热河谷与干热河谷的植物区系研究，主要是作者所领导的一群年青大学教师、研究生和中国科学院年青研究人员所进行的野外考察和出论文成果。从已发表的论文看，此项研究始于作者带领数届研究生的研究工作，从金沙江扩大至元江、怒江直至澜沧江的有关江段，研究时间长达 16 年之久，并由金沙江的云南部分扩大至四川部分，因除干热河谷外干热河谷主要在四川境内，故本书主题冠以“滇川”，而干热河谷主要在云南。

从立项的课题研究看，在植物区系研究方面，主要是作者主持了以吴征镒为首的国家自然科学基金重大项目“中国种子植物区系研究”中的三级子项目“西南地区干热河谷种子植物区系研究”，作者在吴征镒主编的《中国种子植物区系》巨著中写了“华西南干热河谷种子植物区系”一小节。此项研究也是本书中的重要部分。后来在此基础上，限定滇川范围扩大研究，并把干热河谷植物区系与干热河谷的分开，对干热河谷的植物区系进行了较深入的研究，发表论文并将论文的内容纳入书中。

第三节 研究方法

植物区系的研究与分析采用了国内流行的、由吴征镒创立的植物区系分布区类型的原理和方法（吴征镒 1979, 1991, 1993；吴征镒，王荷生 1983；李锡文 1985, 1995, 1996；李锡文，李捷 1993）。研究以区域内的种子植物为对象，首先建立以各大江流域的干热河谷与干热河谷为单位的植物名录，这要依据各大江各该类河谷的实地植物种类考察，路线调查，登记注册，加上植物群落调查所得的植物种类，在室内除总结野外所得的种类外，再查阅补充各该区域生长的植物种类，从而建立各该区域的植物名录。名录均按哈钦松系统（Hutchinson's system）排列。在各科（Family）下列出各相应的属（Genus）名和种（Species）名（含变种、亚种等）。科、属、种等均写出中文学名与拉丁学名。每一种学名下，除写种的定名人外，要写该种分布的海拔高度范围（可限于滇川的海拔）、滇川及国内的分布地、国外的分布地、各该河谷地区多见或少见等。据此，先后建立了“元江流域干热河谷种子植物名录”、“怒江流域干热河谷种子植物名录”、“云南金沙江流域干热与干热河谷种子植物名录”、“四川金沙江流域干热与干热河谷植物名录”、“澜沧江流域干热与干热河谷种子植物名录”等。这是区域植物区系研究的最为基础的资料，名录建立得好坏直接关系到植物区系研究的成果。好坏的标准在于调查的植物种类是否齐全，植物学名是否正确以及分布地是否准确等。

按吴征镒的中国种子植物属级分布区类型的划分的原理与方法, 确定各个名录中每一个植物种的科级分布区类型、属级分布区类型以及种级分布区类型。属级分布区类型可以查阅吴征镒的 1991 年和 1993 年的两本著作。科级分布区类型因无现成可查, 暂分热带科(该科各属种主要分布于热带地区)、亚热带科(该科各属种主要分布于亚热带地区)、温带科(该科各属种主要分布于温带地区)和广布科(该科各属种主要分布于世界各大洲或热温带均分布)。实际上, 科级分布区类型也可用吴征镒的 15 个属级分布区类型的标准划分, 按其实际地理分布划分出世界分布科、泛热带科、归世界热科、亚洲热带科、北温带科、东亚科、中国特有科等。亚热带科实为热带科的地域延伸, 我国亚热带地域广阔, 划分亚热带科对于说明植物区系的性质更为合适。属级分布区类型, 按吴征镒的规定, 分 15 个分布型, 31 个分布亚型, 本项研究划分到分布亚型。对于种级分布区类型, 也用吴征镒的属级分布区类型进行划分, 同样的一群种类其划分结果, 种级的与属级的区别较大, 例如东亚的种比东亚的属多得多, 中国特有种比中国特有属也多得多, 在大量的中国特有种中还要进一步划分其分布亚型。种级植物区系地理成分的划分没有现成的依据, 每一个种都得要自己确定, 其确定主要根据各大江干热河谷植物名录上所记的该种分布情况。

各大江名录中每一个种的科、属、种 3 级的分布型与分布亚型都确定完了以后, 就可建立一个“滇川干热河谷与干暖河谷植物区系的总数据库, 也就是把几条大江的植物名录汇合成一个包括全部所研究区域的总名录, 四江或三江相同的种均各自合成 1 个种, 虽相同种数减少而总种数增加了。建立总数据库采用了 FOXBASE 程序, 列记录条目有: 科号、科中名、科拉丁名、种中名、种拉丁名、云南金沙江分布、四川金沙江分布、澜沧江分布、元江分布、怒江分布、科级分布型、属级分布型及亚型、种级分布型及亚型、标志种级、超 1 种的变种亚种和逸生变野种等。科的排列按哈钦松系统, 科下属名的排列按属拉丁名第一字母的次序, 同属中的种按种拉丁名第一字母的次序排列。分布干暖河谷的种在其分布地的代号上附加代号, 以便抽提时可以分开。总数据库建立后, 可作多种计数、抽提与归类, 以供多种分析研究之用, 例如从总数据库中可抽提出多个研究所需的子数据库, 如“元江干热河谷植物区系数据库”、“怒江干热河谷植物区系数据库”、“金沙江干热河谷植物区系数据库”(也可分成“云南金沙江干热河谷数据库”和“四川金沙江干热河谷植物区系数据库”)、“金沙江干暖河谷植物区系数据库”(也可分出“云南金沙江干暖河谷植物区系数据库”与“四川金沙江干暖河谷植物区系数据库”)、“云南澜沧江干热河谷植物区系数据库”、“云南澜沧江干暖河谷植物区系数据库”等。所有总数据库和子数据库均可进行科数、属数、种数、各级分布区类型数、各级标志种数的统计以供分析之用, 所有类别各异的一群植物种连同其数据信息均抽提或转化成单独的文本文件打印出来供使用。这就是区域植物区系研究中的数据库方法。阐明各大江干热河谷与干暖河谷植物区系多样性特征的分散数据和各图表集中数据均来自这些数据库。

按照上述研究方法, 对四大江干热河谷与干暖河谷的植物区系进行了统计分析研究, 所建立的总数据库和子数据库的基本植物区系数据如表 1-2。吴征镒的属种级 1-15 分布区类型中, 广布属或广布种为 1, 热带属或热带种为 2-7, 温带属或温带种为 8-14, 中国特有属或中国特有种为 15。分布区类型和亚型的细节在各类数据库中很详细, 全库和各类数据的细节均可转换成多种文本文件, 作成各类所需的数据表格, 供分析论证时使

用。全干热干暖河谷总数据库是最重要的基础数据，转换成文本文件再加上表头形成大表以展示数据库全貌，作为本书附录 I 附于书后。

表 1-2 滇川干热河谷与干暖河谷植物区系各数据库基本数据
Table 1-2 Some databases of floristic elements in d-h v. and d-w v., Y. and S.

干热或干暖河谷 植物名称 数据库名	属级植物区系成分数目(属)					种级植物区系成分数目(种)				
	属数	广布属	热带属	温带属	中国 特有属	种数	广布种	热带种	温带种	中国 特有种
全干热干暖河谷总库	822	55	537	208	23	2088	45	799	300	914
一、滇川干热河谷子库	752	55	523	158	16	1707	45	791	249	622
1. 元江干热河谷子库	465	34	361	65	5	784	27	461	102	194
2. 怒江干热河谷子库	373	34	283	54	2	616	26	364	84	142
3. 金沙江干热河谷子库	435	46	269	107	13	844	33	303	144	364
a. 金沙江滇方子库	406	44	261	89	12	759	32	293	118	316
b. 金沙江川方子库	293	28	189	69	7	466	16	157	100	193
4. 澜沧江干热河谷子库	408	34	302	66	6	695	29	388	114	164
二、滇川干暖河谷子库	336	38	151	133	14	692	12	100	159	421
1. 金沙江干暖河谷子库	335	38	151	132	14	688	12	100	158	418
a. 金沙江滇方子库	312	37	144	120	11	576	12	97	129	338
b. 金沙江川方子库	331	36	151	131	13	657	12	97	155	393
2. 澜沧江干暖河谷子库	41	6	10	25	0	57	0	7	19	31

第二章 自然环境和植被概况

第一节 自然环境概况

一、地理位置

滇川干热河谷和干暖河谷位于中国西南北纬 $23^{\circ}00' \sim 29^{\circ}00'$ ，东经 $98^{\circ}50' \sim 103^{\circ}50'$ ，跨 6 个纬度和 5 个经度。东南边经蒙自曼耗为界，西以怒江河谷山地为边，北以金沙江流域的得荣、乡城、稻城、冕宁、西昌、永善一线为限，随各大江河道干热或干暖的边界构成多角形或不规则的蛛网形。其实际范围只是在各大江有关河谷底至两侧山地的一定海拔范围内。经纬度虽宽而各大江河道分离，面积较小。

滇川干热河谷和干暖河谷在四大江河河谷的分布如图 2-1，它可粗略反映研究对象的地理位置和区域范围。

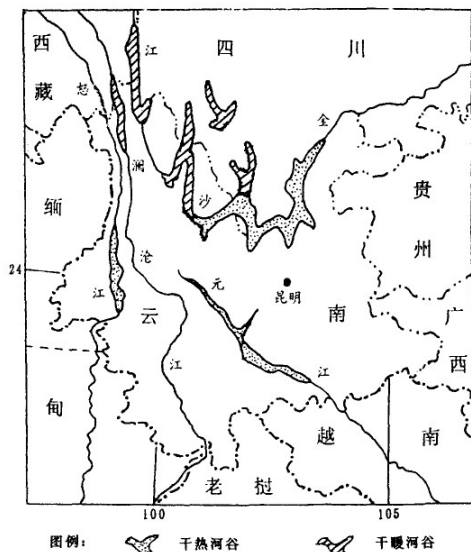


图 2-1 滇川干热河谷与干暖河谷的地理位置示意图
Fig. 2-1 Sketch map showing the geographical position of dry-hot and dry-warm valleys in Yunnan and Sichuan

二、地貌地势

研究区域地貌最大特点是**大江及其大支流两侧的高中山峡谷地貌**。地势最大特点是**顺着北高南低、西高东低的高原地势**，各条大江均由上游经中游至下游其河谷底部海拔由高而低，其地势顺江流而下降。

元江干热河谷位于云南高原的中南部，东南走向，河谷深陷，其西南一侧有与大江平行的哀牢山脉和无量山脉，山脉屏障峰线均高在3 000m左右，阻挡着来自孟加拉湾的西南暖湿气流。元江河谷底部在上游为1 000~1 200m，在下游为300~600m。高山峡谷上下高差约2 000m多。

怒江干热河谷位于云南的西部，北南走向，河谷深陷，与大江河谷走向平行的在东侧为怒山山脉，在其西侧为高黎贡山脉，两边山脉的峰线高度均3 000m左右。两山脉夹一峡谷，成为横断纵谷的一部分。谷底北高南低，北部中上游底高700~900m，南部中下游底高500~700m，高山峡谷上下高差约2 000m以上。

金沙江干热河谷位于该大江的中下游，金沙江干暖河谷位于该大江的中上游，主流所在部分成为云南与四川天然分界。滇川两方都有较大的支流，如川方的安宁河、雅砻江、水落河等，滇方的小江、普渡河、龙江等。中下游的干热河谷两侧为中山和高山，主要是乌蒙山山系，山峰线高2 500~3 500m，河谷底部高700~1 500m，上下高差也在2 000m左右。中上游的干暖河谷两侧为高3 000~5 000m云岭山系，有高5 000m以上的玉龙雪山和哈巴雪山，其河谷底部高1 500~2 000m，上下高差在1 500~2 500m，它是横断纵谷的一部分。

澜沧江干热河谷只分布于中游南涧县与凤庆县之间的主流两侧山地，河谷东南走向，河谷深陷，其西南一侧为怒江南延余脉，其东北一侧为无量山脉，两侧山峰线均在2 500~3 000m左右，河谷底部高1 000m左右，上下高差1 500~2 000m左右。由于河谷西南部层层高山阻挡西南季风暖流，造成河谷底部局部干旱。澜沧江干暖河谷位于大江的云南境内上游，北南走向，河谷深陷，其西侧为怒山山脉的碧罗雪山，山峰线高3 500m，其东侧为云岭山系的主体，山峰线高也约3 500m，北有白芒雪山，两山脉夹一峡谷，成为横断纵谷的一部分，谷底海拔2 000m左右，高山峡谷的上下高差约1 500m。

三、气候条件

由于地理位置和地貌地势条件的影响所形成的河谷气候条件，是干热河谷与干暖河谷植被与植物区系形成和发展的重要因素。气候条件中又以热量条件和水分条件最为重要。所谓“干热”和“干暖”就是水分条件与热量条件的配合，“河谷”则为地貌地形条件。形成干热或干暖气候的主要原因是河谷两侧高山山脉（特别是西南侧和西侧）的屏障，阻挡了来自大洋的暖湿气流，使湿气流在迎风坡降落水分，越山脊线后下沉绝热增温，加上河谷底接受辐射散热差，在谷底形成焚风效应的干热气候。高原亚热带的地理纬度是河谷受热的基础，南亚热带纬度（北回归线左右）的深陷河谷则形成热带性的干热河谷，中亚热带纬度（25°左右）则形成南亚热性的干热河谷，北亚热带纬度则形成中亚热带性的干暖河谷，暖温带纬度则为北亚热带性干暖河谷。纬度和河谷的热量带性差一个带级成为一般的规律。所以，干热河谷的气候是热带性的或南亚热带性的，干暖河谷气候是中亚热带

性的或北亚热带性的。

干热河谷植被和植物区系分布于云南的元江、怒江、金沙江和澜沧江的干热江段河谷山地，典型江段是元江坝的元江河谷和金沙江元谋的龙江河谷。怒江和澜沧江的干热河谷只是各该全江的一部分，而且带有半干热的过渡特征。同是元江和金沙江，其下游与中游或上游的自然环境区别也很大。同是元江中游的干热河谷，其底部河谷山地上部海拔更高处的河谷山地的自然环境区别也较大。所以自然环境条件中的气候条件，在“干”与“热”方面有一个适合干热河谷植被生长的幅度。在“干”的方面，应有干旱至半干旱的气候，在“热”方面，应有热与半热的气候。干者全年的蒸发量应大于降水量的3~6倍以上，半干者蒸发量应大于降水量1~3倍。热者应有热带的年均温大于20℃和不小于10℃积温大于7000℃的水平，半热者应有南亚热带的年均温16~19℃和不小于10℃积温5500~7000℃的水平。本主题研究对象都处于这一干热气候的幅度范围之内，只是干者与热者的配合更为典型，半干者与半热者的配合更不典型，也有半干与热的配合，干与半热的配合。滇川干热河谷各大江段和各个地点与海拔高度，干热配合的状况是多种多样的，而各地点不可能有气象台站，但该地点植被与植物区系的组合表现一般可以推测和评估它的自然环境条件的干热配合状况。

干热河谷植被和植物区系分布于四川、云南境内的金沙江中上游江段和云南澜沧江的上游江段，主要分布地在金沙江四川一方的各支流河谷山地。其自然环境气候条件，也有干与半干之分，其中以干为主，即其全年蒸发量应大于降水量的3~6倍以上。在“暖”方面，也有暖与半暖之分，暖者应有中亚热带的年均温13~16℃和不小于10℃积温4000~5500℃，半暖者应有北亚热带的年均温10~13℃和不小于10℃积温3000~4000℃。

研究区域典型的干热气候见于元江流域的元江坝干热河谷和金沙江流域的元谋龙江干热河谷。两地的气候特征是：年均温21~23℃，最冷月均温14~16℃，不小于10℃积温7900~8700℃，年均降水量600~800mm，年均蒸发量2700~3800mm，其蒸发量大于降水量3~6倍，降水集中，年均降水量有80%~90%集中于雨季，干季更加干旱。根据沃尔特的气候图解（H. Walter 1979），元江和元谋的气候图解比较接近，如图2-2。

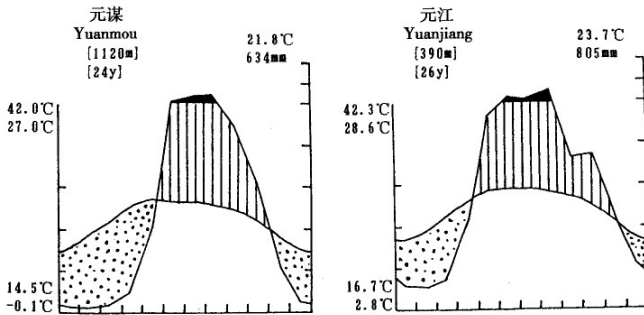


图 2-2 元江和元谋干热河谷的沃尔特气候图解

Fig. 2-2 Walter climatic diagram of dry-hot valleys in Yuanjiang and Yuanmou

元江河谷气象台站海拔高度 396.4m, 年平均温度 23.7℃, 最冷月平均温度 16.7℃ (1 月), 不小于 10℃ 的年平均积温 8 708.9℃, 年平均降水量 805.1mm, 年平均蒸发量 2 750.9mm, 年蒸发量大于年降水量的 3.4 倍, 年平均相对湿度 69%, 雨季对干季的降水量之比为 81% 比 19%。金沙江元谋河谷气象台站海拔高度 1 120.2m, 年平均温度 21.8℃, 最冷月平均温度 14.5℃ (12 月), 不小于 10℃ 的年平均积温 7 996.1℃, 年平均降水量 634.0mm, 年平均蒸发量 3 847.8mm, 年蒸发量大于年降水量的 6.1 倍, 年平均相对湿度 54%, 雨季对干季的降水量之比为 92% 比 8%。

与世界典型萨王纳气候比较, 二地的温度稍偏低 (元谋的年均温约低 2℃) 或湿度稍偏高 (如元江, 干季降水量高出约 100mm)。二地与世界典型萨王纳气候一般气候指标的比较如表 2-2。可见除热量稍偏低外, 其他指标比较近似。

表 2-2 元江、元谋干热河谷与世界典型萨王纳气候指标的比较
Table 2-2 Climate comparison of dry-hot valley of Yuanjiang and Yuanmou with the typical savannas of the world

比较的项目	世界典型萨王纳气候	元江干热河谷气候	元谋干热河谷气候
年总辐射量 (千卡/年/cm ²)	140 ~ 190	128	153
年平均降水量 (mm)	1 000 ~ 1 500	805.1	634.0
雨季降水量 (mm)	> 600	649.1	583.8
干季降水量 (mm)	< 50	155.1	50.2
雨季降水量所占比率 (%)	> 75	81	92
年平均温度 (℃)	> 24	23.7	21.8
最冷月平均温度 (℃)	13 ~ 18	16.7	14

研究区域典型的干暖河谷气候见于云南中甸县奔子栏的金沙江河谷下部山地, 河谷的另一侧为四川的得荣河谷。两地的气候特征是: 年平均温度 14 ~ 17℃, 最冷月平均温度 5 ~ 8℃, 不小于 10℃ 的年平均积温 4 000 ~ 6 000℃, 年平均降水量 250 ~ 350mm, 年平均蒸发量 3 000 ~ 4 000mm, 其蒸发量大于降水量 8 ~ 12 倍, 降水集中, 年平均降水量有 90% 以上集中于雨季, 干季很为干旱。

典型干热河谷元江与元谋以及典型干暖河谷奔子栏与得荣的一些地方气候指标如表 2-3。

《横断山区干旱河谷》(张荣祖主编 1992) 一书中把当地气候的干燥度 1.5 ~ 5.0 均属于干旱河谷范围。在此基础上把当地气候的年均各类气温状况作为划分干热、干暖、干温三类河谷的标准。其中, 干热河谷: 最热月平均温度 24 ~ 29℃, 最冷月平均温度不小于 12℃, 不小于 10℃ 的年平均积温大于 7 000℃, 其日数不小于 350 天; 干暖河谷: 最热月平均温度 22 ~ 26℃, 最冷月平均温度 5 ~ 12℃, 不小于 10℃ 的年平均积温 4 500 ~ 7 000℃, 其日数 250 ~ 350 天; 干温河谷: 最热月平均温度 18 ~ 25℃, 最冷月平均温度 0 ~ 5℃, 不小于 10℃ 的年平均积温 3 000 ~ 4 500℃, 其日数 180 ~ 250 天。按热量

划分热、暖、温，划分得很好，但在由生长地的植被的类型、结构、种类组成来反映当地气候状况时，干热河谷植被方面比较相符，而干暖河谷和干温河谷方面则难于区分。目前滇川干暖河谷和干温河谷很少有气象台站，特别是河谷底部，而当地植被类型、结构、种类组成以及植物区系组成等生物适应气候的表现，一般能反映当地的水分和温度条件，加以配合海拔高度和地理纬度可作为推测的旁证。我们按照萨王纳类型的植被和植物区系的热带性划分干热河谷植被，而推测其气候为干热类型，按照马基类型植被和植物区系的热带与温带近各半而推测为干暖河谷植被和植物区系，进而推测其气候为干暖河谷类型。按上述气候指标，我们的干热河谷偏暖性，干暖河谷偏温性，海拔向上推，纬度向北移。

表 2-3 典型干热河谷和干暖河谷的气候指标
Table 2-3 Typical climate of dry-hot and dry-warm valleys

地点和气候指标	元江	元谋	奔子栏	得荣
海拔 (m)	396	1 120	2 025	2 423
纬度 (° ')	23°26'	25°44'	28°20'	28°43'
经度 (° ')	101°59'	101°52'	99°30'	99°28'
年平均温度 (°C)	23.7	21.8	16.7	14.5
最热月平均温度 (°C)	28.6	27.0	24.3	22.0
最冷月平均温度 (°C)	16.7	15.0	7.7	5.5
≥10°C年平均积温 (°C)	8 709	7 996	5 344	4 458
年降水量 (mm)	805	614	286	325
年干燥度 (K = E ₀ /R)	2.22	3.30	4.75	4.89
年干燥度 ≥2.00 的月数	6	7	10	10

第二节 植被概况

一、干热河谷植被

由于干热河谷和干暖河谷的气候水热条件有着较大的差别，故长期适应生长这两类河谷的植物区系和植被也有较大的不同。干热河谷中适应生长着一批热带性为主的耐干旱的植物区系和植被类型，而干暖河谷中则适应生长着另一批热带性与温带性各半的（即反映亚热带气候的）植物区系和植被类型。近代植物区系和植被的形成还与两类河谷地史变迁中古植物与古植被的演化变迁有关。人为干扰也会有一定影响。研究区域植物区系组成及其分布是构成植被类型的基础，而植被类型除其构成的植物区系外，其生态结构与外貌景观也能显示其与当地自然气候条件和历史条件相适应的一致性。

滇川各大江干热河谷植被的特点是：（1）群落外貌上，多数为“稀树灌木草丛”状

(见《云南植被》P501~534页),即以中草的禾草草为背景构成大片草地植被,在此草丛之上散生稀疏的乔木(以2~5m为主)和稀疏的灌木(以0.5~2m为主),由于人为干扰可成“稀树草丛”、“稀灌草丛”、“草丛”等外貌状态不等。少数为带禾草草丛和灌木的“稀树林”(乔木层盖度在30%以上)、带禾草草丛的“稀灌丛”(灌木层盖度在30%以上),特别是“肉质多刺灌丛”,而“密林”和“密灌”只在局部偏湿地出现。(2)群落结构上,多数分乔、灌、草3层或灌、草2层,各层常见的层盖度依次为5%~20%,5%~20%,60%~90%或5%~20%,60%~90%,明显以草本层为群落的优势层。在此基础上,由于人为干扰常有不同的层盖度变化,但上小下大的特征不变。少数为“稀树林”或“稀灌丛”者,其层盖度常上大、中小、下大,或上大、下大,草本层也常为优势层,但外貌上已非常显著。(3)群落植物种类组成上,多数为热带性(或热带起源)耐干旱的种类,有长期适应干热河谷生长的植物群落特征种和植物区系标志种(含特有种,特别是干热河谷特有种及干热河谷生态适生种)。作为植被优势或常见的种,多数为生态适生种,或耐干热的种,草丛的优势种如扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、孔颖草(*Bothriochloa pertusa*)、双花草(*Dichanthium annulatum*)等,稀乔灌木如元江干热河谷的天干果(*Buchananial atifolia*)、厚皮树(*Lannea coromandelica*)、三叶漆(*Terminthia paniculata*)、红花柴(*Indigofera pulchella*)、怒江的木棉(*Bombax ceiba*)、河子(*Terminalia chehula*)、薄叶榄仁(*Terminalia franchetii* var. *membranifolia*)、滇枣(*Zizyphus yunnanensis*)、金沙江的滇榄仁(*Terminalia franchetii*)、明油子(*Dodonaea angustifolia*)、疏序黄荆(*Vitex negundo* f. *laxipaniculata*)、石山羊蹄甲(*Bauhinia esquirolii*)、澜沧江的云南黄杞(*Engelhardtia spicata*)、偏叶榕(*Ficus semicordata*)、虾子花(*Woodfordia fruticosa*)、刺蒴麻(*Triumfetta rhomboides*)等等,种类独特而多样。具有这3大特点的干热河谷植被的长期人为干扰下带有不同程度的次生性,但植被相对比较稳定。区域植被的原生类型已不存在,据推测在河谷下部为河谷季雨林,在缓坡为稀树旱生林,热带性或南亚热带性。这些比较稳定而带有次生性的干热河谷植被,其典型者在元江河谷的曾被称为“稀树草原植被(Savanna)”即萨王纳植被(吴征镒主编1980),以后被我们称为“半萨王纳植被(Semi-savanna)”(金振洲1987)。我们是根据《世界生态系统13卷:热带萨王纳植被(Ecosystems of the World 13: Tropical Savannas — Edited by Francois Bourliere — 1983)一书第1章“近代萨王纳概论”关于萨王纳与半萨王纳的定义而确定的(Bourliere F, Hadkey M 1983),通过对区域干热河谷植被的全面研究,可认为这是“河谷型萨王纳植被(Savanna of valley type)”,它有着独特的群落外观和植物区系组成,是我国西南大江河谷热区特殊的一类植被,是世界植被中萨王纳植被的干热河谷残存者,所以是我国一类珍稀濒危的植被类型。这一类型植被中植物区系组成是很特殊的。

二、干暖河谷植被

干暖河谷植被是在干暖河谷气候条件下长期形成,而所形成植被的外貌、群落结构、植物种类组成、生态特征表现等反过来反映干暖河谷的气候特点。区域的地史和植物区系变迁同样是干暖河谷植被形成的一个因素。

干暖河谷的植被以疏生的小叶灌丛为主,在河谷坡面常呈半荒漠状外貌,近河谷底部有耐干旱的乔木散生,岩坡常有硬叶栎类灌丛分布。从总体植被,属于近代地中海沿岸分

布的“马基植被 (Maquis)” (Schimper A F W 1960, Walter H 1979), 以小叶、硬叶、多刺、矮生、疏生的灌丛状植被为特征, 过去曾称之为“小叶旱生灌丛” (张荣祖主编 1992; 刘伦辉, 邱学忠主编 1994) 和“河谷半荒漠灌丛” (Jin Zhenzhou 1993), 现可认为是“滇川干暖河谷型的马基植被 (Maquis of valley type of dry - warm in Yunnan and Sichuan)”, 简称“河谷型马基植被”或“马基植被”。此类植被的主要植物组成有小叶马鞍叶 (*Bauhinia brachycarpa* var. *microphylla*)、小叶荆 (*Vitex microphylla*)、苦刺花 (*Sophora davidii*)、铁橡栎 (*Quercus cocciferoides*)、尖叶木樨榄 (*Olea ferruginea*)、管花木樨 (*Osmanthus delavayi*)、虎跳涧水晶棵 (*Wendlandia subalpina*)、澜沧茺花 (*Wikstroemia delavayi*)、革叶茺花 (*W. scytophylla*)、狭叶草沉香 (*Excoecaria acerifolia* var. *lanceolata*)、小叶野丁香 (*Leptodermis microphylla*)、小叶矮探春 (*Jasminum humile* var. *microphylla*)、小叶帚菊 (*Pertya phyllicoides*)、架棚 (*Ceratostigma minus*) 等等, 以热带属为主, 多干暖河谷的植物区系标志种, 故这一植被类型中的植物区系更是独特。

第三章 滇川干热河谷植物区系特征

经过滇川干热河谷和干暖河谷各地植物区系的考察、记录和标本收集，加上查阅标本室有关标本和有关资料，建立了该区域的“种子植物系统名录和植物区系数据库”（见附录 I，数据库内容的全部列表，共 2 088 种），然后从这一大库中抽提而建立“滇川干热河谷种子植物名录和植物区系数据库”，对各干热河谷的植物区系每个植物种的科型、属型、种型和标志型等区系成分特征进行统计，共计干热河谷的种子植物 165 个科，752 个属，1 707 个种，其种数占总库的 81.75%。蕨类植物数量少，未列名录进入统计。

第一节 科级植物区系成分

科级区系主要指科的分布区类型 (Family areal - type) 及各科的属、种数情况。按各科的反映地带性热量的性质划分其分布区类型，即某一科的多数属、种分布于热带者为热带科 (T) 或称热带性科，多数分布于亚热带者为亚热带科 (S)，多数分布于暖温带者为暖温带科 (W)，在各带均分布或主要是世界广布属种者为广布科 (C)。165 个科的科级区系组成列如表 3 - 1。

表 3 - 1 滇川干热河谷科级植物区系组成及其与干暖河谷的比较

Table 3 - 1 The floristic elements of family level in dry - hot valleys of Yunnan and Sichuan, and comparison with the elements of dry - warm valleys, the same region

科级分布区类型 Areal - types of families	干热河谷 D. H. V.		干暖河谷 D. W. V.					
	各类型科数 FN 科数 SN. 科数率 SN %	科内种数 SN of F. 种数 SN. 种数率 SN %	各类型科数 FN 科数 SN. 科数率 SN %	科内种数 SN of F. 种数 SN. 种数率 SN %				
C—广布科 C. or wide f.	19	—	578	—	14	—	264	—
T—热带科 Tropical f.	27	18.49	103	9.12	5	5.15	7	1.64
S—亚热带科 Subtrop. f.	87	59.59	806	71.39	59	60.82	270	63.08
W—暖温带科 Warm t. f.	32	21.92	220	19.49	33	34.03	151	35.28
总计 Total	165	—	1 707	—	111	—	692	—
除广布科外总计 Total except C	146	100.00	1 129	100.00	97	100.00	428	100.00

科级植物区系成分的特点是：除广布科外，以亚热带科为主，共 87 个科，占 59.59%，热带科 27 个，占 18.49%，比干暖河谷（占 5.15%）多得多，暖温带科 32 个，占 21.92%。热带科与亚热带科相加则三倍多于暖温带科，比起干暖河谷来，科级区系的热带性强多了。

各科所隶属、种数目的多少，是科级区系的另一个特点。干热河谷科级区系按其种数大小顺序排列如表 3-2。

表 3-2 滇川干热河谷植物区系科级大小顺序排列
Table 3-2 Randing of families of seed plants on numbers of species
in dry-hot valleys, Yunnan and Sichuan

中文科名 FCN	拉丁文科名 FLN	属数:种数 G:S	科型 FA	中文科名 FCN	拉丁文科名 FLN	属数:种数 G:S	科型 FA
<p>> 100 种的科 (3 科, 172 属, 435 种)</p>							
禾本科	Gramineae	77:178	C	蝶形花科	Papilionaceae	43:151	C
菊科	Compositae	52:106	C				
<p>50~99 种的科 (2 科, 49 属, 119 种)</p>							
大戟科	Euphorbiaceae	23:60	S	唇形科	Labiatae	26:59	W
<p>40~49 种的科 (1 科, 53 属, 168 种)</p>							
茜草科	Rubiaceae	18:43	S				
<p>30~39 种的科 (20 科, 170 属, 413 种)</p>							
马鞭草科	Verbenaceae	10:38	S	爵床科	Acanthaceae	19:33	S
锦葵科	Malvaceae	8:3 β	S	苏木科	Caesalpinaceae	7:33	S
莎草科	Cyperaceae	9:31	C				
<p>15~29 种的科 (41 科, 154 属, 338 种)</p>							
桑科	Moraceae	4:29	S	兰科	Orchidaceae	21:27	S
玄参科	Scrophulariaceae	16:26	W	荨麻科	Urticaceae	11:26	S
蔷薇科	Rosaceae	13:25	C	萝藦科	Asclepiadaceae	11:24	S
旋花科	Convolvulaceae	10:24	S	蓼科	Polygonaceae	2:22	C
梧桐科	Sterculiaceae	11:21	T	田麻科	Tiliaceae	6:21	S
葡萄科	Vitaceae	8:20	S	漆树科	Anacardiaceae	10:19	S
鼠李科	Rhamnaceae	7:18	S	樟科	Lauraceae	8:17	S
苋科	Amaranthaceae	8:16	C	芸香科	Rutaceae	7:16	S
榆科	Ulmaceae	5:16	W	壳斗科	Fagaceae	3:16	W
防己科	Menispermaceae	8:15	S	薯蓣科	Dioscoreaceae	1:15	S
<p>5~14 种的科 (59 科, 99 属, 157 种)</p>							
楝科	Meliaceae	7:14	S	紫金牛科	Myrsinaceae	5:14	S
木樨科	Oleaceae	5:14	W	葫芦科	Cucurbitaceae	8:13	S
天南星科	Araceae	8:12	S	毛茛科	Ranunculaceae	3:12	C
含羞草科	Mimosaceae	3:12	S	苦苣苔科	Gesneriaceae	7:11	S

续表 3-2

中文科名 FCN	拉丁文科名 FLN	属数:种数 G:S	科型 FA	中文科名 FCN	拉丁文科名 FLN	属数:种数 G:S	科型 FA
卫矛科	Celastraceae	4:11	S	茄科	Solanaceae	4:11	S
鸭趾草科	Commelinaceae	3:11	S	夹竹桃科	Apocynaceae	6:10	S
石竹科	Caryophyllaceae	5:10	C	紫葳科	Bignoniaceae	7:9	S
紫草科	Boraginaceae	6:9	W	使君子科	Combretaceae	2:9	T
百合科	Liliaceae	7:8	W	胡椒科	Piperaceae	2:8	T
野牡丹科	Melastomaceae	2:8	T	远志科	Polygalaceae	1:8	S
蒴藋科	Smilacaceae	1:8	S	忍冬科	Caprifoliaceae	4:7	W
龙胆科	Gentianaceae	4:7	W	石南科	Ericaceae	3:7	W
灰木科	Symplocaceae	1:7	S	无患子科	Sapindaceae	6:6	S
伞形花科	Umbelliferae	5:6	W	景天科	Crassulacaceae	4:6	C
白花菜科	Capparaceae	3:6	T	千屈菜科	Lythraceae	3:6	S
瑞香科	Thymelaeaceae	3:6	S	大风子科	Flacourtiaceae	3:6	S
柿树科	Ebenaceae	1:6	S	十字花科	Cruciferae	4:5	W
藜科	Chenopodiaceae	3:5	C	胡桃科	Juglandaceae	3:5	W
柳叶菜科	Onagraceae	2:5	S	报春花科	Primulaceae	2:5	C
破布木科	Cordiaceae	2:5	S	莲叶桐科	Hernandiaceae	1:5	T
醉鱼草科	Buddlejaceae	1:5	S				
						78	
2~4种的科(34科, 34属, 34种)							
茶科	Theaceae	4:4	S	茶茱萸科	Icacinaceae	4:4	T
五加科	Araliaceae	4:4	S	番荔枝科	Annonaceae	3:4	T
翅子藤科	Hippocrateaceae	3:4	T	紫茉莉科	Nyctaginaceae	2:4	T
西番莲科	Passifloraceae	2:4	T	苦木科	Simarubaceae	2:4	S
秋海棠科	Begoniaceae	1:4	S	冬青科	Aquifoliaceae	1:4	S
三白草科	Saururaceae	3:3	S	桃金娘科	Myrtaceae	3:3	S
桑寄生科	Loranthaceae	3:3	S	松科	Pinaceae	2:3	W
堇菜科	Violaceae	2:3	C	马齿苋科	Portulacaceae	2:3	S
酢浆草科	Oxalidaceae	2:3	S	橄榄科	Burseraceae	2:3	T
清风藤科	Sabiaceae	2:3	S	飞仙藤科	Periploceae	2:3	S
半边莲科	Lobeliaceae	2:3	W	金粟兰科	Chloranthaceae	1:3	S
牻牛儿苗科	Geraniaceae	1:3	W	海桐花科	Pittosporaceae	1:3	S
金丝桃科	Hypericaceae	1:3	W	五月茶科	Stilaginaceae	1:3	S
鼠刺科	Iteaceae	1:3	S	胡颓子科	Elaeagnaceae	1:3	W
菟丝子科	Cuscutaceae	1:3	S	木通科	Lardizabalaceae	2:2	W
八仙花科	Hydrangeaceae	2:2	W	黄杨科	Buxaceae	2:2	S
桦木科	Betulaceae	2:2	W	山柚子科	Opiliaceae	2:2	T
天胡荽科	Hydrocotylaceae	2:2	W	马钱科	Loganiaceae	2:2	S
蓝雪科	Plumbaginaceae	2:2	S	桔梗科	Campanulaceae	2:2	W
泽泻科	Alismataceae	2:2	W	苏铁科	Cycadaceae	1:2	T
五味子科	Schisandraceae	1:2	S	马兜铃科	Aristolochiaceae	1:2	S

续表 3-2

中文科名 FCN	拉丁文科名 FLN	属数:种数 G:S	科型 FA	中文科名 FCN	拉丁文科名 FLN	属数:种数 G:S	科型 FA
粟米草科	Molluginaceae	1:2	S	蒺藜科	Zygophyllaceae	1:2	S
凤仙花科	Balsaminaceae	1:2	S	山龙眼科	Proteaceae	1:2	T
天料木科	Samydaceae	1:2	T	仙人掌科	Cactaceae	1:2	S
水冬哥科	Saurauiceae	1:2	T	金虎尾科	Malpighiaceae	1:2	T
火筒树科	Leeaceae	1:2	S	八角枫科	Alangiaceae	1:2	S
肉实树科	Sarcospermeaceae	1:2	T	车前科	Plantaginaceae	1:2	C
眼子菜科	Potamogetaceae	1:2	C	天门冬科	Asparagaceae	1:2	S
雨久花科	Pontederiaceae	1:2	S	露兜树科	Pandanaceae		
仙茅科	Hypoxidaceae	1:2	S				
1 种的科							
买麻藤科	Gnetaceae	1:1	T	木兰科	Magnoliaceae	1:1	S
金鱼藻科	Ceratophyllaceae	1:1	C	罂粟科	Papaveraceae	1:1	W
木犀草科	Resedaceae	1:1	S	茅膏菜科	Droseraceae	1:1	S
商陆科	Phytolaccaceae	1:1	S	亚麻科	Linaceae	1:1	S
八宝树科	Duabangaceae	1:1	T	小二仙草科	Haloragaceae	1:1	C
马桑科	Coriariaceae	1:1	W	肋果茶科	Sladeniaceae	1:1	S
木棉科	Bombacaceae	1:1	T	重阳木科	Bischofiaceae	1:1	S
杨柳科	Salicaceae	1:1	W	榛科	Corylaceae	1:1	W
檀香科	Santalaceae	1:1	S	槭树科	Aceraceae	1:1	W
牛栓藤科	Connaraceae	1:1	T	叻里木科	Toricelliaceae	1:1	S
青莢叶科	Helwingiaceae	1:1	S	紫树科	Nyssaceae	1:1	S
越桔科	Vacciniaceae	1:1	W	安息香科	Styracaceae	1:1	S
乌檀科	Naucleaceae	1:1	S	败酱科	Valerianaceae	1:1	W
川续断科	Dipsacaceae	1:1	W	六苞藤科	Symphoremotaceae	1:1	T
谷精草科	Eriocaulaceae	1:1	S	芭蕉科	Musaceae	1:1	T
姜科	Zingiberaceae	1:1	S	龙舌兰科	Agrovoaceae	1:1	S
棕榈科	Palmae	1:1	T	灯心草科	Juncaceae	1:1	C

所含种数最多的是禾本科 (77:178)、蝶形花科 (43:151)、菊科 (52:106), 三者都是广布科。其次是大戟科 (23:60)、唇形科 (26:59)、茜草科 (18:53)、马鞭草科 (10:38)、爵床科 (19:33)、锦葵科 (8:33)、苏木科 (7:33)、莎草科 (9:31)。再次是桑科、兰科、玄参科、荨麻科、蔷薇科、萝藦科、旋花科、蓼科、梧桐科、田麻科、葡萄科、漆树科、鼠李科等 61 个科, 各科所含种数 39~5 种不等, 共含 324 个属, 751 个种, 多数为亚热带科和热带科, 是干热河谷的重要科, 如梧桐科、田麻科、漆树科、芸香科、楝科、使君子科、野牡丹科、无患子科、白花菜科、大风子科、破布木科等等。含 2~4 个种的科 59 个, 内含 99 个属, 157 个种。含 1 个种的科 34 个, 其中较突出的是买麻藤科、木犀草科、八宝树科、木棉科、重阳木科、牛栓藤科、安息香科、六苞藤科等。

第二节 属级植物区系成分

属级区系组成的分布区类型是按吴征镒 1991 年和 1993 年发表的标准划分, 划到亚型, 统计结果列于表 3-3 的前半部分。

表 3-3 滇川干热河谷种子植物的属级和种级分布区类型
Table 3-3 The areal - types of genus level and species level of seed plants
from the dry - hot valleys of Yunnan and Sichuan

属级或种级分布区类型 Areal - types of genus level or species level	属的类型数目 N. of G - ar. tp		各类属内种数 Sp. N. / G - ar. tp.		种的类型数目 N. of Sp - ar. tp.	
序号 类型名称 No. Name of areal - types	属数 G. N.	率 %	种数 S. N.	率 %	种数 Sp. N.	率 %
1. 世界分布 Cosmopolitan	(55)	—	(171)	—	(44)	—
2. 泛热带 Pantropic	190	27.26	593	38.58	91	5.48
-1. 热带亚洲, 大洋洲和南美洲间断 TAS, AUS. & S. AM. d.	6	0.86	9	0.59	0	0
-2. 热带亚洲, 非洲和南美洲间断 TAS, TAF. & S. AM. d.	9	1.29	17	1.11	5	0.30
	(205)	(29.41)	(619)	(40.28)	(96)	(5.78)
3. 热带亚洲和热带美洲间断 TAS. & TAM. disj.	(27)	(3.87)	(43)	(2.80)	(23)	(1.38)
4. 旧世界热带 Old World Tropics	71	10.19	175	11.39	53	3.19
-1. 热带亚洲, 非洲和大洋洲间断 TAS, TAF. & AUS. d.	10	1.43	21	1.37	1	0.06
	(81)	(11.62)	(196)	(12.76)	(54)	(3.25)
5. 热带亚洲至热带大洋洲 TAS. to TAU.	(38)	(5.45)	(74)	(4.51)	(42)	(2.53)
6. 热带亚洲至热带非洲 TAS. to TAF.	50	7.17	100	6.51	49	2.95
-1. 华南, 西南到印度和热带非洲间断 S. SW & TAF. d.	4	0.57	6	0.39	0	0
-2. 热带亚洲和东非间断 TAS & E. AF. or Madag. d.	3	0.43	4	0.26	2	0.12
	(57)	(8.17)	(110)	(7.16)	(51)	(3.07)
7. 热带亚洲 (印度—马来西亚) TAS. (Indo - Mal.)	87	12.48	123	8.00	496	29.84
-1. 爪哇, 喜马拉雅和华南, 西南星散 J, HI. & SC, SWC	8	1.15	8	0.52	8	0.48
-2. 热带印度至华南 T. IND to SC	10	1.43	14	0.91	11	0.66
-3. 缅甸, 泰国至华西南 BU, TH. to SWC	5	0.72	6	0.39	4	0.24
-4. 越南 (或中南半岛) 至华南 (或西南) VN. to SC (SWC)	5	0.72	9	0.59	6	0.36
	(115)	(16.50)	(160)	(10.41)	(525)	(31.58)