

滇川干暖河谷种子植物区系成分研究^{*}

金振洲

(云南大学生态学与地植物学研究所, 昆明 650091)

摘要 本文论及滇川干暖河谷种子植物区系成分由科级到种级的研究结果。所统计分析的植物共 692 个种, 分属于 336 个属, 111 个科。科级区系成分中, 明显以亚热带科为主, 暖温带科次之, 热带科很少。属级区系成分中, 热带属多于温带属, 有 14 个特有属。热带科属偏多说明本河谷历史上有过以热带区系为主体时期和近代区系发源于热带。种级区系成分中, 有中国特有种 421 种, 占 61.90%, 其次是温带种多于热带种。干暖河谷的植物区系标志种有 158 种, 分三个等级, 一级为本河谷特有种, 有 18 种, 二级 103 种, 三级 37 种。干暖河谷的特有区系成分和各级植物区系标志种均较好地反映本河谷区系演化的近代趋势及其独特性。

关键词 滇川; 干暖河谷; 种子植物区系成分; 植物区系标志种

Study on the floristic elements of seed plant in the dry—warm valleys of Yunnan and Sichuan

Jin Zhenzhou

(Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming 650091)

Abstract This paper deals with the floristic elements of seed plants from families to species in the dry—warm valleys of Yunnan and Sichuan. There are 692 plant species, belonging to 336 genera and 111 families, to be taken for statistical analysis. On the family level of the flora, which it is distinct that the subtropical elements of families are clearly more than the warm—temperate elements, and the tropical elements are the least ones. In the genus level of the floristic elements, the tropical genera are more than the temperate ones, and there are 14 endemic genera of China. In the dry—warm valleys, there are more tropical families and tropical genera to be explained that there had been tropical flora in history time, and the recent flora originated from the tropical region. In the species level of the floristic elements, there are 421 endemic species of China, occupying 61.9%, then, the temperate species are more than tropical ones. In the dry—warm valleys, there are 158 character species of flora, dividing into three classes. All endemic species of the dry—warm valleys belong to the first class, including 18 species. There are 103 species belong to the second class, and 37 species belong to the third class. The endemic elements and the character elements are all the better to be reflect the evolutionary tendency of tropical flora and the unique flora in these valleys.

1997—10—20 收稿

作者简介: 金振洲, 男, 1929 年出生, 教授, 从事植被生态学和植物地理学教学和科研工作。

*国家自然科学基金资助项目 39560019

Key words Yunnan and Sichuan; dry—warm valley; floristic elements of seed plants; character species of flora

作者关于干热河谷植物区系的研究中,已部分论述到滇川干暖河谷的植物区系^{*}。接受国家自然科学基金项目后,在河谷植被考察中增加了不少植物种类,还增加了澜沧江河谷的种类,加上原来的植物名录,重新建立了“滇川干热河谷和干暖河谷植物区系名录及特征的数据库”,全库有种子植物2 088种。因要把干暖河谷和干热河谷分开,专门研究干暖河谷的植物区系,特地把金沙江云南部分、金沙江四川部分和澜沧江部分的干暖河谷分布的植物种类抽提出来,自成“滇川干暖河谷植物区系名录”(因篇幅过大,不能发表),共有692种,占全库的33.14%,作为本文研究的基础。至今,有关干暖河谷植物区系研究的报导不多^{*}。

1 自然和植被概况

滇川干暖河谷指滇北川西的金沙江和澜沧江以干暖气候为特点的河谷或峡谷地带,从西到东在滇方经德钦、中甸、丽江、永胜、永仁至巧家,在川方经得荣、木里、盐边、会理至金阳,约 $26^{\circ}00' \sim 28^{\circ}20'N$, $98^{\circ}20' \sim 102^{\circ}40'E$,从谷底至两侧坡地的海拔约在1 600~2 500 m之间,各地互有差异,一般分布在滇川干热河谷的北部或在海拔高处,比地理研究定义的干暖河谷海拔偏高,含部分“干温河谷”^[4]。河谷下部气候温暖干旱型,可称干暖河谷型气候,年均温在 $14 \sim 17^{\circ}C$,跨北亚热带至暖温带,年降水量300~600 mm,90%以上在雨季内降落,全年干燥度4~6,干旱是植物生长的主要制约因素。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,近河谷底部有耐旱的乔木散生,岩坡常有硬叶栎类灌丛分布。从总体植被看,属于近代地中海沿岸分布的“马基植被(Maquis)”^[10,11],以小叶、硬叶、多刺、疏生、矮生的灌丛状植被为特征,可认为是滇川干暖河谷型的马基植被(Maquis of valley type of dry—warm valley in Yunnan and Sichuan)。植被的主要组成如小叶马鞍叶(*Bauhinia brachycarpa* var. *microphylla*)、小叶荆(*Vitex microphylla*)、苦刺花(*Sophora davidii*)、铁橡栎(*Quercus oociferoides*)、尖叶木樨榄(*Olea ferruginea*)、管花木樨(*Osmanthus delavayi*)等等。干暖河谷和干热河谷的划分主要根据近代河谷植被类型和植物区系分布区类型的热性、暖性和温性的比例来确定,确定的范围可能比前人的划分较宽^[4]。

2 植物区系成分分析

经过实地考察、记录和标本收集,加上查阅标本室有关标本和有关资料,为滇川金沙江和澜沧江各建植物名录,并均纳入与元江、怒江一起的“大库”,再从中抽出进入统计的种子植物共111个科,328个属,692个种。蕨类植物数量少,未列名录进入统计。

2.1 科级区系(FA)

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。科的分布区类型在本文按其性质与分布划分,即该科的多数属种分布于热带者为热带性科(T),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),多数在各带均分布或其属种主要是世界广布者为广布科(C)。111个科的科级区系组成列如下表(表1)。

科级植物区系成分的特点是:亚热带科为主,占60.82%,热带科很少,其所含种数的比例也大致如此,反映干暖河谷科级区系的亚热带性质,而非热带性质。暖温带科占34.03%,其暖温带性也较为突出。

与滇川干热河谷的科级区系比, 则热带性低而温带性高。

各科所含属种数多少, 也是科级区系的另一特点。干暖河谷科级区系按其种数大小顺序排列如下表* (表 2)。

表 1 滇川干暖河谷科级植物区系组成及其与干热河谷的比较

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

科级分布区类型 Areal-types of families	干暖河谷 D. W. V.				干热河谷 D. H. V.			
	各类型科数 FN		科内种数 SN of F		各类型科数 FN		科内种数 SN of F	
	科数 FN.	科数率 FN%	种数 SN.	种数率 SN%	科数 FN.	科数率 FN%	种数 SN.	种数率 SN%
C-广布科 C. or wide f.	14	—	264	—	19	—	578	—
T-热带科 Tropical f.	5	5. 15	7	1. 64	27	18. 49	103	9. 12
S-亚热带科 Subtrop. f.	59	60. 82	270	63. 08	87	59. 59	806	71. 39
W-暖温带科 Warm t. f.	33	34. 03	151	35. 28	32	21. 92	220	19. 49
总计 Total	111	—	692	—	165	—	1 707	—
除广布科外总计 Total except C	97	100. 00	428	100. 00	146	100. 00	1 129	100. 00

表 2 滇川干暖河谷植物区系科级种数顺序排列

Table 2 Range of families of seed plants on numbers of species in dry-warm valleys, Yunnan and Sichuan

科中名 FCN	科拉名 FLN	属数: 种数 G: S	科型 FA	科中名 FCN	科拉名 FLN	属数: 种数 G: S	科型 FA
> 40 种的科 (2 科, 62 属, 144 种)							
禾本科	Gramineae	39:73	C	蝶形花科	Papilionaceae	23:71	C
30~39 种的科 (2 科, 26 属, 71 种)							
唇形科	Labiatae	15:39	W	蔷薇科	Rosaceae	11:32	C
15~29 种的科 (5 科, 47 属, 106 种)							
菊科	Compositae	19:24	C	茜草科	Rubiaceae	9:24	S
鼠李科	Rhamnaceae	6:21	S	毛茛科	Ranunculaceae	6:20	C
木樨科	Oleaceae	7:17	W				
5~14 种的科 (27 科, 101 属, 234 种)							
石竹科	Caryophyllaceae	5:14	C	漆树科	Anacardiaceae	4:14	S
马鞭草科	Verbenaceae	4:14	S	苦苣苔科	Gesneriaceae	6:13	S
爵床科	Acanthaceae	7:12	S	萝藦科	Asclepiadaceae	6:12	S
壳斗科	Fagaceae	3:12	W	兰科	Orchidaceae	5:11	S
薯蓣科	Dioscoreaceae	1:11	S	玄参科	Scrophulariaceae	7:9	W
葡萄科	Vitaceae	4:9	S	伞形花科	Umbelliferae	6:8	W
大戟科	Euphorbiaceae	5:8	S	紫草科	Boraginaceae	4:8	W
报春花科	Primulaceae	2:8	C	百合科	Liliaceae	7:7	W
瑞香科	Thymelaeaceae	3:7	S	旋花科	Convolvulaceae	2:7	S
莎草科	Cyperaceae	5:6	C	荨麻科	Urticaceae	4:6	S
茄科	Solanaceae	4:6	S	芸香科	Rutaceae	3:6	S
蓼科	Polygonaceae	1:6	C	卫矛科	Celastraceae	3:5	S
柳叶菜科	Onagraceae	1:5	S	槭树科	Aceae	1:5	W
天南星科	Araceae	1:5	S				
2~4 种的科 (39 科, 60 属, 100 种)							
榛科	Corylaceae	3:4	W	防己科	Menispermaceae	2:4	S
金丝桃科	Hypericaceae	1:4	W	桑寄生科	Loranthaceae	3:3	S
柏科	Cupressaceae	2:3	W	藜科	Chenopodiaceae	2:3	C
苋科	Amaranthaceae	2:3	C	苏木科	Caesalpinziaceae	2:3	S
含羞草科	Mimosaceae	2:3	S	黄杨科	Buxaceae	2:3	S
榆科	Ulmaceae	2:3	W	桑科	Moraceae	2:3	S
石南科	Ericaceae	2:3	W	紫金牛科	Myrsinaceae	2:3	S
小檗科	Berberidaceae	1:3	W	五加科	Araliaceae	1:3	S
柿树科	Ebenaceae	1:3	S	醉鱼草科	Buddlejaceae	1:3	S
天门冬科	Asparagaceae	1:3	S	十字花科	Cruciferae	2:2	W

续表

锦葵科	Nalvaceae	2:2	S	檀香科	Santalaceae	2:2	S
无患子科	Sapindaceae	2:2	S	龙胆科	Gentianaceae	2:2	W
鸭趾草科	Commelinaceae	2:2	S	杉科	Taxodiaceae	1:2	W
樟科	Lauraceae	1:2	S	胡椒科	Piperaceae	1:2	T
远志科	Polygalaceae	1:2	S	仙人掌科	Cactaceae	1:2	S
使君子科	Combretaceae	1:2	T	旌节花科	Stachyruaceae	1:2	W
杨柳科	Salicaceae	1:2	W	冬青科	Aquifoliaceae	1:2	S
胡颓子科	Elaeagnaceae	1:2	W	忍冬科	Caprifoliaceae	1:2	W
车前科	Plantaginaceae	1:2	C	菟丝子科	Cuscutaceae	1:2	S
菝葜科	Smilacaceae	1:2	S				
1种的科 (36科, 36属, 36种)							
松科	Pinaceae	1:1	W	马兜铃科	Aristolochiaceae	1:1	S
三白草科	Saururaceae	1:1	S	紫堇科	Fumariaceae	1:1	W
堇菜科	Violaceae	1:1	C	景天科	Crassulaceae	1:1	C
扯根菜科	Penthoraceae	1:1	W	茅膏菜科	Droseraceae	1:1	S
马齿苋科	Portulacaceae	1:1	S	商陆科	Phytolacaceae	1:1	S
蒺藜科	Zygophyllaceae	1:1	S	牻牛苗科	Geraniaceae	1:1	W
酢酱草科	Oxalidaceae	1:1	S	紫茉莉科	Myrtaginaceae	1:1	T
马桑科	Coriariaceae	1:1	W	柃柳科	Tamariaceae	1:1	W
西番莲科	Passifloraceae	1:1	T	葫芦科	Cucurbitaceae	1:1	S
秋海棠科	Begoniaceae	1:1	S	田麻科	Tiliaceae	1:1	S
桦木科	Betulaceae	1:1	W	苦木科	Simarubaceae	1:1	S
清风藤科	Sabiaceae	1:1	S	胡桃科	Juglandaceae	1:1	W
天胡荽科	Eydrocotylaceae	1:1	W	越桔科	Vacciniaceae	1:1	W
安息香科	Styracaceae	1:1	S	夹竹桃科	Apocynaceae	1:1	S
川续断科	Dipsacaceae	1:1	W	蓝雪科	Plumbaginaceae	1:1	S
破布木科	Cordiaceae	1:1	S	紫葳科	Bignoniaceae	1:1	S
芭蕉科	Musaceae	1:1	T	姜科	Zingiberaceae	1:1	S
芒苞草科	Xelboziaceae	1:1	W	百部科	Stemonaceae	1:1	S

所含种数最多的是禾本科 (39:73) 和蝶形花科 (23:71), 二者都是广布科。其次是唇形科、蔷薇科、菊科、茜草科、鼠李科、毛茛科、木樨科、石竹科、漆树科、马鞭草科、苦苣苔科、爵床科、萝藦科、壳斗科等等, 每科含 39~5 种不等, 共含 234 个属, 411 个种, 则多数为亚热带科和暖温带科。含 2~4 个种的科 39 个, 内含 60 个属和 100 个种。含 1 个种的科 36 个, 较突出的是蒺藜科、西番莲科、破布木科、紫茉莉科、田麻科、苦木科、紫葳科等。

2.2 属级区系 (GA)

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*, 统计结果列于下表的前半部分 (表 3)。

共 328 个属, 扣除广布属, 有 290 个属进入统计。其中热带属 151 个, 占 50.67%, 主要是泛热带属、热带亚洲至热带非洲属, 其次是旧世界热带属和热带亚洲属; 温带属 133 个, 占 44.63%, 主要是北温带属、旧世界温带属、东亚北美属和东亚属。中国特有属 14 个, 占 4.70%, 主要是杉木 (*Cunninghamia*)、罂粟莲花 (*Amemoclema*)、虎榛 (*Ostryopsis*)、复芒菊 (*Formania*)、斑种草 (*Antiotrema*)、翅茎草 (*Pteryiella*)、长冠苣苔 (*Rhabdothamnopsis*)、短檐苣苔 (*Tremacron*)、地涌金莲 (*Musella*) 等属。各个属级区系分布区类型均包含各自的种数, 但这些种不一定有与该属一致的分布区类型, 例如泛热带属有 79 个属, 内含 159 个种, 其中只有 15 个种是泛热带种, 只占十分之一。

2.3 种级区系 (SA)

种级区系的分布区类型仍按吴征镒的 15 个类型及其亚型的属级分布区类型的标准来划分^[3],

表 3 滇川干暖河谷种子植物的属级和种级分布区类型

Table 3 The areal types of genus level and species level of seed plants from the dry-warm 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 Gen. tp.		各类属内种数 Sp. N. Gen. 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 %	属数 G. N.	率 %	种数 Sp. N.	率 %
1. 世界分布 Cosmopolitan	(38)	—	(90)	—	(12)	—
2. 泛热带 Pantropic	75	25. 17	155	25. 75	15	2. 21
—1. 热带亚洲, 大洋洲和南美洲间断 TAS. AUS. & S. AM. d.	2	0. 67	2	0. 33	0	0
—2. 热带亚洲, 非洲和南美洲间断 TAS. TAF. & S. AM. d.	2	0. 67	2	0. 33	0	0
	(79)	(26. 51)	(159)	(26. 41)	(15)	(2. 21)
3. 热带亚洲和热带美洲间断 TAS. & TAM. disj.	(5)	(1. 68)	(13)	(2. 16)	(3)	(0. 44)
4. 旧世界热带 Old World Tropics	17	5. 70	35	5. 81	11	1. 62
—1. 热带亚洲, 非洲和大洋洲间断 TAS. TAF. & AUS. d.	1	0. 34	1	0. 17	1	0. 15
	(18)	(6. 04)	(36)	(5. 98)	(12)	(1. 77)
5. 热带亚洲至热带大洋洲 TAS. to TAU.	(8)	(2. 68)	(16)	(2. 66)	(8)	(1. 18)
6. 热带亚洲至热带非洲 TAS. to TAF.	24	8. 05	43	7. 14	7	1. 03
—1. 华南, 西南到印度和热带非洲间断 S. SW. & TAF. d.	1	0. 34	2	0. 33	0	0
—2. 热带亚洲和东非间断 TAS. & E. AF. or Madag. d.	0	0	0	0	0	0
	(25)	(8. 39)	(45)	(7. 47)	(7)	(1. 03)
7. 热带亚洲(印度—马来西亚) TAS. (Indo-Mal.)	13	4. 36	21	3. 49	54	7. 94
—1. 爪哇, 喜马拉雅和华南, 西南星散 J. HI. & SC. SWC	0	0	0	0	0	0
—2. 热带印度至华南 T. IND to SC	1	0. 34	1	0. 17	0	0
—3. 缅甸, 泰国至华西南 BU, TH. to SWC	1	0. 34	1	0. 17	0	0
—4. 越南(或中南半岛)至华南(或西南) VN. to SC (SWC)	1	0. 34	1	0. 17	0	0. 15
	(16)	(5. 37)	(24)	(4. 00)	(55)	(8. 09)
8. 北温带 North Temperate	43	14. 43	108	17. 94	2	0. 29
—2. 北极—高山 Arctic-alpine	0	0	0	0	0	0
—4. 北温带和南温带(全温带)间断 N. Temp. & S. Temp. d.	14	4. 70	32	5. 32	1	0. 15
—5. 欧亚和南美洲温带间断 Eurasia & Temp. S. AM. d.	0	0	0	0	0	0
—6. 地中海, 东亚, 新西兰和墨西哥到智利间断 M. MX. d.	1	0. 34	1	0. 17	0	0
	(58)	(19. 46)	(141)	(23. 43)	(3)	(0. 44)
9. 东亚和北美洲间断 E. AS & N. AM disj.	16	5. 37	44	7. 31	0	0
—1. 东亚和墨西哥间断 E. AS & Mexico disj.	0	0	0	0	0	0
	(16)	(5. 37)	(44)	(7. 31)	(0)	(0)
10. 旧世界温带 Old World Temperate	18	6. 04	26	4. 32	16	2. 35
—1. 地中海区, 西亚和东亚间断 M., W. AS & E. AS disj.	5	1. 68	8	1. 33	1	0. 15
—2. 地中海区和喜马拉雅间断 M. & Himal. disj.	2	0. 67	8	1. 33	0	0
—3. 欧亚和南非洲(有时也在大洋洲)间断 EUA. & SAF. d.	5	1. 68	5	0. 83	2	0. 29
	(30)	(10. 07)	(47)	(7. 81)	(19)	(2. 79)
11. 温带亚洲 Temperate Asia	(4)	(1. 34)	(11)	(1. 83)	(3)	(0. 44)
12. 地中海区, 西亚至中亚 Mediterr., W. AS. to C. AS.	1	0. 34	1	0. 17	0	0
—3. 地中海区至温带, 热带亚洲, 大洋洲和南美洲间断 M.	3	1. 01	4	0. 66	0	0
—4. 地中海区至热带非洲和喜马拉雅间断 M. TAF. Hi. d.	1	0. 34	1	0. 17	0	0
	(5)	(1. 68)	(6)	(1. 00)	(0)	(0)
13. 中亚 C. Asia	0	0	0	0	0	0
—2. 中亚至喜马拉雅 C. Asia to Himalaya	1	0. 34	1	0. 17	1	0. 15
	(1)	(0. 34)	(1)	(0. 17)	(1)	(0. 15)
14. 东亚(东喜马拉雅至日本) E. AS. (E. Hi. to Japan)	10	3. 36	23	3. 82	13	1. 91
—1. 中国—喜马拉雅 SH Sino-Himalaya	7	2. 35	16	2. 66	95	13. 97
—2. 中国—日本 SJ Sino-Japan	2	0. 67	3	0. 50	25	3. 68
	(19)	(6. 38)	(42)	(6. 98)	(133)	(19. 56)
15. 中国特有属 Endemic genera to China	(14)	(4. 70)	(17)	(2. 82)	—	—
—中国特有种 Endemic species to China	—	—	—	—	(421)	(61. 91)
总计 Total	336	—	692	—	692	—
不包括世界分布的总计 Total except cosmopolitan	298	100. 00	602	100. 00	630	100. 00

在确定中均按各个种实际分布特征来判定, 主要根据是各类植物志。种级分布区类型的统计已列于上表(见表3的后半部), 其中共692种, 除广布种外有602种进入统计。热带种100种, 占14.72%, 主要是热带亚洲种, 由滇南、华南分布而来, 其次是泛热带种和旧世界热带种, 合占2.80%, 热带亚洲至热带非洲种只7种, 占1.03%。温带种159个, 占23.38%, 其中主要是东亚种, 有133种, 占19.56%, 次为旧世界温带种, 19种, 占2.79%。种级区系中最大量的是中国特有种, 共有421个种, 占61.90%, 足以说明滇川干暖河谷的特殊性, 它是中国特有种的集中分布地之一。421个中国特有种中, 可划分分布区亚型如下表(表4)。

滇川干暖河谷特有种有18个种, 占中国特有种的4.28%, 其中主要是金沙江河谷特有种和澜沧江河谷特有种, 这些特有种都是干暖河谷的标志。华西南各地特有种最多, 计331种, 占78.62%, 其中主要是川西滇北特有种125个种, 占29.69%, 其次是华西南和横断山脉地区特有种, 合145种, 合占34.43%。华西南与中国其它地区特有种, 72种, 占17.10%, 种数不多。

3 地区标志种组成分析

河谷地区植物区系标志种(Character species of flora, 或称之为植物区系特征种)的概念作者已于1994年提出^[7], 现明确提出此类标志种在干暖河谷地区是大量的, 可进一步划分成为三个等级: 一级标志种均为干暖河谷的特有种, 最具有标志作用, 它们各自都在当地干暖河谷的环境下长期演化特化形成的, 是此类河谷生态环境和地史的指示者; 二级标志种是由滇川区域特有种和干暖河谷生态标志种组成, 其标志性次于一级, 其种常常最多; 三级标志种由河谷的生态标志种为主组成, 也有滇川各地的特有种, 其标志性次于二级。滇川干暖河谷地区植物区系标志种已按此原则选择如下表(表5)。

地区植物区系标志种三个等级共158个种, 其中一级标志种18个, 占标志种总数的11.39%, 二级标志种103个, 占65.19%, 三级标志种37个, 占23.42%。一级标志种中有热带属分化而来的, 也有温带属分化而来的, 最体现干暖河谷生态环境的历史和现状, 历史上有过热带环境, 而现代趋向于温带环境, 是热温过渡的交错带。二级与三级中同样出现这一交错现象。二级中的澜沧葵花(*Wikstroemia detavayi*)、丽江尧花(*Wikstroemia lichiangensis*)、革叶尧花(*Wikstroemia scytophylla*)、错枝榄二(*Terminalia intricata*)、全缘假杜鹃(*Barleria integrispala*)、狭叶草沉香(*Excoecaria acerifolia* var. *lanceolata*)、小叶马鞍叶(*Bauhinia brachycarpa* var. *microphylla*)、多种木蓝、软毛黄杨(*Buxus mollicaula*)、澜沧豆腐菜(*Premna mekongensis*)、小叶荆(*Vitex microphylla*)、滇荆(*Vitex yunnanensis*)、滇金合欢(*Acacia yunnanensis*)、槲状美登木(*Maytenus (Gymnosporia) berberioides*)等

地区植物区系标志种三个等级共158个种, 其中一级标志种18个, 占标志种总数的11.39%, 二级标志种103个, 占65.19%, 三级标志种37个, 占23.42%。一级标志种中有热带属分化而来的, 也有温带属分化而来的, 最体现干暖河谷生态环境的历史和现状, 历史上有过热带环境, 而现代趋向于温带环境, 是热温过渡的交错带。二级与三级中同样出现这一交错现象。二级中的澜沧葵花(*Wikstroemia detavayi*)、丽江尧花(*Wikstroemia lichiangensis*)、革叶尧花(*Wikstroemia scytophylla*)、错枝榄二(*Terminalia intricata*)、全缘假杜鹃(*Barleria integrispala*)、狭叶草沉香(*Excoecaria acerifolia* var. *lanceolata*)、小叶马鞍叶(*Bauhinia brachycarpa* var. *microphylla*)、多种木蓝、软毛黄杨(*Buxus mollicaula*)、澜沧豆腐菜(*Premna mekongensis*)、小叶荆(*Vitex microphylla*)、滇荆(*Vitex yunnanensis*)、滇金合欢(*Acacia yunnanensis*)、槲状美登木(*Maytenus (Gymnosporia) berberioides*)等

表4 滇川干暖河谷中国特有种的分布区亚型
Table 4 The areal-subtypes of Chinese endemic species of seed plants from the dry-warm valleys in Yunnan and Sichuan

中国特有种分布区亚型 Areal-subtypes of endemic to China	滇川干暖河谷 Dry-warm valleys, Y. & S.	
序号 亚型名称 No. Name of areal-subtypes	种数 Sp. N	种数率 Sp. N %
E- (1) 滇川干暖河谷地区特有 End. to dry-warm valleys	(18)	(4.28)
1. 金沙江 Jinshajiang valley	17	4.04
4. 澜沧江 Langcangjiang valley	1	0.24
E- (2) 华西南各地区特有 End. to SWC (SW China)	(331)	(78.62)
1. 滇 E-YUN	26	6.18
3. 川西滇 E-WS-YUN	10	2.38
4. 川西滇北 E-WS-NY	125	29.69
5. 川西 E-WS	24	5.70
7. 藏 E-XZ	1	0.24
8. 华西南 E-SWC	74	17.58
9. 横断山脉地区 E-HD	71	16.85
E- (3) 华西南与中国其他地区特有 End. out SWC	(72)	(17.10)
1. 华中 E-CC	3	0.71
3. 华北 E-NC	5	1.19
5. 华西南和各大区 E-SWC & Other regions	64	15.20
总计 Total	421	100.00

表 5 滇川干暖河谷种子植物的植物区系标志种

Table 5 The character species of flora of seed plants in dry-warm valleys, Yunnan and Sichuan

植物中名 SNC	植物拉丁名 SNL	属型 GA	种型 SA	植物中名 SNC	植物拉丁名 SNL	属型 GA	种型 SA
1. 一级标志种 FCS-1——二江干暖河谷特有标志种 Endemic FCS to dry-warm valleys of JJ, LJ							
金沙翠雀	<i>Delphinium majus</i> 丽江, 中甸	8	E-JJ	矮黄芦	<i>Cotinus nam</i> 丽江, 中甸 1560-2000	8	E-JJ
黏唐松草	<i>Thalictrum viscosum</i> 丽江, 宾川	8-4	E-JJ	丁香	<i>Traiilædaxa gracilis</i> 丽江, 中甸, 大姚, 禄劝	15	E-JJ
干地金蝴蝶	<i>Silene grandiflora</i> var. <i>xerohatua</i> 丽江, 木里	8-4	E-JJ	虎跳涧水晶棵	<i>Wendlandia subulpinu</i> 中甸, 禄劝	5	E-JJ
德钦蔷薇	<i>Rosa deqenensis</i> 德钦奔子栏	8	E-JJ	草坡豆腐柴	<i>Premna steppiola</i> 木里	6	E-JJ
德钦蔷薇	<i>Rosa deqenensis</i> 德钦	8	E-JJ	地涌金莲	<i>Musella lasiocarpa</i> 丽江, 永胜, 鹤庆	15	E-JJ
巴塘 子梢	<i>Campyloptropis soulei</i> 巴塘, 德荣	11	E-JJ	云南南部	<i>Stenonema mairai</i> 中甸, 德荣	5	E-JJ
灰岩木蓝	<i>Indigofera calcicola</i> 丽江	2	E-JJ	德钦画眉草	<i>Eragrostis deximensis</i> 德钦, 中甸, 乡城, 德荣	8	E-JJ
绢毛木蓝	<i>Indigofera nensesicpetala</i>	2	E-JJ	澜沧滇紫草	<i>Onosma multiramum</i> var. <i>mekongensis</i>	10-2	E-JJ
酸苣藤	<i>Ampelocissus artemisiifolia</i> 丽江, 渡口	2	E-JJ	复芒菊	<i>Formania mekongensis</i> 德荣, 巴塘	15	E-JJ-LJ
2. 二级标志种 FCS-2——滇川区域特有或生态标志种 Endemic FCS to YUN-SICH or ecological FCS							
米德杉木	<i>Cunninghamia unicaniculata</i> var. <i>pyramidalis</i> 米易	15	E-WS	毛野丁香	<i>Lep taderm is tomentosa</i> 稻城	14	E-WS-NY
干香柏	<i>Cupressus dulcioxiana</i> 中甸, 德钦, 德荣, 稻城	8	E-WS-NY	小叶帚菊	<i>Perypa phlycolis</i> 丽江, 中甸, 德钦, 稻城, 木里	14	E-WS-NY
银叶大萝	<i>Clematis delavayi</i> 丽江, 中甸, 元谋, 木里, 稻城	1	E-WS-NY	架棚	<i>Cerastigma minus</i> 丽江, 中甸, 木里, 稻城, 乡城	6	E-HD
高贵马兜铃	<i>Aristolochia gentilis</i> 稻城, 木里	2	E-WS-NY	蓝花土瓜	<i>Merrania yunnanensis</i> 中甸, 元谋, 稻城, 木里	2	E-WS-NY
金铁锁	<i>Psammisilene tunkoides</i> 中甸, 稻城	15	E-SWC	红花土瓜	<i>Merrania yunnanensis</i> var. <i>palexens</i> 木里	2	E-WS-NY
猪毛菜	<i>Salsola collina</i> 中甸, 永胜, 巧家, 德荣	1	II	来江藤	<i>Brandisia racemosa</i> 元谋, 禄劝	7-3	E-SWC
澜沧莨花	<i>Wikstroemia delavayi</i> 丽江, 中甸, 德钦, 木里	5	E-WS-NY	翅茎草	<i>Pterygiella nigrescens</i> 丽江	15	E-WS-NY
丽江莨花	<i>Wikstroemia lichiangensis</i> 中甸	5	E-WS-NY	圆叶石胆草	<i>Corallidiscus roundifolius</i> 中甸, 永仁	14-1	E-YUN
革叶莨花	<i>Wikstroemia scytophyla</i> 丽江, 木里, 乡城, 稻城, 巴塘	5	E-HD	短檐苔	<i>Trenaxron forrestii</i> 丽江, 中甸	15	
错枝椴仁	<i>Ternstroemia intricata</i> 中甸, 德钦, 德荣	2	E-WS-NY	全缘假杜鹃	<i>Barleria integrispala</i> 木里	2	E-WS
光柱旱地木槿	<i>Hibiscus aridicola</i> var. <i>glabratus</i> 宁蒗, 木里	2	E-WS-NY	绵毛杜根藤	<i>Calophanoides albovelata</i> 中甸, 宁蒗, 木里	7	E-WS-NY
模式草沉香	<i>Excoecaria acrifolia</i> var. <i>gentiana</i> 丽江, 木里	6	E-WS-NY	滇东杜根藤	<i>Calophanoides serbotatica</i> 中甸, 木里	7	E-WS-NY
狭叶草沉香	<i>Excoecaria acrifolia</i> var. <i>lancaolata</i> 德钦, 德荣	6	E-WS-NY	金江狗肝菜	<i>Dicliptera degans</i> 木里	2	E-WS-NY
小叶马鞍叶	<i>Bauhinia brachycarpa</i> var. <i>microphylla</i> 中甸, 德荣	2	E-SWC	木里叉花草	<i>Difflugsa mulensis</i> 木里	7	E-WS
川滇 子梢	<i>Campyloptropis reticulata</i> 德钦, 木里	11	E-WS-NY	滇观音草	<i>Paristrophe yunnanensis</i> 鹤庆, 米易	6	E-WS-YUN
鱼藤槐	<i>Cduca delavayi</i> 中甸, 木里	12-4E	WS-NY	小叶白叶荛	<i>Caryopteris forrestii</i> var. <i>minor</i> 稻城, 巴塘, 德荣	14	E-HD
云南猪屎豆	<i>Crotalaria yunnanensis</i> 维西	2	E-WS-NY	澜沧豆腐柴	<i>Premna mekongensis</i> 丽江, 宾川	6	E-YUN
滇黔黄檀	<i>Dalbergia yunnanensis</i> 丽江	2	E-WS-NY	小叶荆	<i>Vitex microphylla</i> 德荣, 巴塘	2	E-WS-NY
云南山蚂蝗	<i>Desmodium yunnanense</i> 渡口, 木里	9	E-WS-NY	白毛黄荆	<i>Vitex negudo</i> f. <i>alba</i> 丽江, 中甸, 元谋, 禄劝, 渡口	2	E-WS-NY
云南甘草	<i>Glycyrrhiza yunnanensis</i> 木里	12-3E	WS-NY	滇荆	<i>Vitex yunnanensis</i> 丽江, 中甸, 禄劝, 木里, 盐源	2	E-YUN
灰毛木蓝	<i>Indigofera cinerascens</i> 丽江, 中甸, 木里, 德荣	2	E-WS-NY	具苞铃子香	<i>Chenopopsis bracteata</i> 木里	14	E-WS-NY
宾川木蓝	<i>Indigofera delavayi</i> 元谋, 鹤庆, 木里, 盐源	2	E-WS-NY	假具苞铃子香	<i>Chenopopsis pseudobracteata</i> 中甸	14	E-WS-NY
长齿木蓝	<i>Indigofera dlichachata</i> 木里	2	E-WS-NY	金江火把花	<i>Colquhania compta</i> 丽江	14	E-YUN
黄花木蓝	<i>Indigofera dumetorum</i> 木里	2	E-WS-NY	头状香薷	<i>Ecklonia capituligera</i> 中甸, 德钦, 木里, 稻城, 德荣	10	E-HD
草山木蓝	<i>Indigofera hanaoii</i> 巧家, 木里, 乡城	2	E-WS-NY	小鸳鸯兰	<i>Diurandhera minor</i> 木里, 盐源	15	E-SWE
垂序木蓝	<i>Indigofera pendula</i> 丽江, 中甸, 大姚	2	E-WS-NY	独尾草	<i>Erenurus chinensis</i> 元谋, 乡城, 稻城, 木里, 德荣	12	E-HD
腺毛木蓝	<i>Indigofera subrida</i> 鹤庆, 维西, 鲁甸, 木里, 布拖	2	E-WS-NY	芒苞草	<i>Acantholamys bracteata</i> 乡城, 稻城	15	E-WS
萼花葛	<i>Pueraria calycina</i> 丽江	7	E-SWC	尖稈草	<i>Acrachne racemosa</i> 永胜	4	4
软毛黄杨	<i>Buxus mdicula</i> 丽江, 木里	2	E-WS-NY	短芒草	<i>Aristida brevissima</i> 德荣, 巴塘	2	E-HD
滇虎榛	<i>Ostryopsis nobilis</i> 丽江, 中甸, 木里, 德荣, 盐源	15	E-WS-NY	3刺草	<i>Aristida triseata</i> 永胜, 巴塘	2	E-HD
铁桦栎	<i>Quercus cociferoides</i> 丽江, 中甸, 禄劝, 木里, 盐边	8	E-WS-NY	箭叶大油芒	<i>Spadiopogon sagittifolium</i>	11	E-YUN
大狸栎	<i>Quercus cociferoides</i> var. <i>taliensis</i> 元谋, 木里	8	E-WS-NY	皱叶黄荆	<i>Buax rugulosa</i> 丽江, 德钦, 稻城, 巴塘	2	E-WS-NY
山枣	<i>Zizyphus montana</i> 丽江, 中甸	2	E-HD	沧江火把花	<i>Colquhania compta</i> var. <i>mekongensis</i> 木里	14-1	E-JJ-LJ
大果臭椿	<i>Ailanthus altissima</i> var. <i>sutchuenensis</i> 永胜, 木里	5	E-WS-NY	长花堇花	<i>Wikstroemia dlichantha</i> 元谋, 木里, 会东	5	E-WS-NY
皮哨子	<i>Sapindus delavayi</i> 丽江, 中甸	3	E-WS-YUN	西小石积	<i>Osteomeles schwartzii</i> 丽江, 中甸, 木里, 盐边	2-1	E-SWC
多叶小漆树	<i>Toxicodendron delavayi</i> var. <i>quinquegigum</i> 中甸, 布拖	9	E-WS-NY	锥连栎	<i>Quercus franchetii</i> 禄劝, 渡口, 盐边, 会东	8	E-WS-NY
长梗大花漆	<i>Toxicodendron grandiflorum</i> var. <i>longipes</i> 盐源	9	E-WS-NY	皱叶黄荆	<i>Pterygiella dudouxii</i> 丽江, 中甸, 木里, 永仁, 布拖	15	E-SWC
毛果竹叶防风	<i>Sesdi delavayi</i> 鹤庆	10	E-YUN	白叶荛	<i>Caryopteris forrestii</i> 丽江, 中甸, 巧家, 木里, 稻城	14	E-HD
尖叶铁子	<i>Myrsine africana</i> var. <i>acuminata</i> 永胜	6	E-YUN	滇金合欢	<i>Acaia yunnanensis</i> 丽江, 元谋, 木里, 会理	2	E-WS-NY
楚雄野茉莉	<i>Syrax limprichtii</i> 丽江, 永胜, 鹤庆, 大姚	2	E-WS-NY	樊川黄木登木	<i>Maytenus (Gymnosporia) berberoides</i> 永胜, 宾川	2	E-WS-NY
荛叶醉鱼草	<i>Buddleja caryopteridifolia</i> 中甸, 德荣	2	E-HD	川滇铜钱树	<i>Paliurus orientalis</i> 丽江, 禄劝, 木里, 盐边, 布拖	10-1E	WS-NY
三叶白腊树	<i>Fraxinus trifoliolata</i> 禄劝, 渡口	8	E-WS-NY	云南豆腐柴	<i>Premna yunnanensis</i> 丽江, 中甸, 木里, 稻城, 盐源	6	E-WS-YUN
小叶矮探春	<i>Jasminum humile</i> var. <i>microphyllum</i> 宾川, 德钦, 木里	2	E-HD	齿唇铃子香	<i>Chenopopsis odontachila</i> 丽江, 木里	14E	WS-YUN
常绿假丁香	<i>Ligustrum sempervirens</i> 丽江, 鹤庆, 宾川, 木里	10-1E	WS-NY	滇须芒草	<i>Andropogon yunnanensis</i> 中甸, 鹤庆, 木里	2	E-WS-YUN

续表

管花木樨	<i>Osmanthus delavayi</i>	中甸	9	E-SWC	镰稈草	<i>Harpachne harpachnides</i>	永胜, 鹤庆	6	E-WS-YUN
旱地马尾参	<i>Ceropegia aridicola</i>	丽江	4	E-SWC	滇椴江	<i>Terminalia franchetii</i>	丽江, 永胜, 木里, 米易, 盐源	2	E-WS-YUN
小叶锦鸡藤	<i>Gynandrum anthayuanum</i>	丽江, 中甸, 德钦, 德荣	10-2E	WS-NY	清香木	<i>Pistacia weimannifolia</i>	丽江, 中甸, 金阳, 会理, 德荣	12-3	E-SWC
丽子藤	<i>Dregea yunnanensis</i>	丽江, 中甸, 禄劝, 德钦, 木里	6-1E	WS-NY	马鞍叶	<i>Bauhinia brachycarpa</i> (= <i>B. faberi</i>)	丽江, 木里, 金阳	2	14-1
丽江脚鱼藤	<i>Scamone likiangensis</i>	丽江, 木里	4	E-WS-NY	毛叶柿	<i>Diospyros mollifolia</i>	丽江, 中甸	2	E-SWC
云南娃儿藤	<i>Tylophora yunnanensis</i>	丽江, 中甸, 木里, 会东	4	E-SWC	云南鸡屎藤	<i>Paederia yunnanensis</i>		2	E-WS-YN
丽江山石榴	<i>Himabandia (Randa) lichiangensis</i>	丽江, 中甸, 木里	14-1	E-YUN	扭黄茅	<i>Heteropogon contortus</i>	永胜, 宾川, 元谋, 木里, 德荣	2	2
小叶野丁香	<i>Leptadermis microphylla</i>	丽江, 中甸, 木里, 稻城, 德荣	14	E-HD					
3. 三级标志种 PCS-3—生态标志种或少数滇川等特有标志种 Ecological FCS or YUN-SICH endemic FCS									
杯叶西番莲	<i>Passiflora cupiformis</i>	丽江, 永胜, 大关	2-1	E-CG, SC	拔毒散	<i>Sida schuensis</i>	丽江, 木里, 布拖	2	E-SWC
藤金合欢	<i>Acacia rugata</i>	中甸, 冕宁	2	7	条叶猪屎豆	<i>Crotalaria liniifolia</i>	布拖	2	3
华兔尾草	<i>Uraria sinensis</i>	丽江, 中甸	4	E-SWC, NWC, SC	地石榴	<i>Ficus tikau</i>	丽江	2	7
虎榛子	<i>Ostryopsis davidiana</i>	茂汶	15	E-SWC, NC, NWC	沙针	<i>Oxyris wightiana</i>	丽江, 中甸, 德荣, 乡城, 会东, 木里	6	7
粉叶黄药	<i>Catins coggygia</i> var. <i>glaucophylla</i>	木里, 布拖	8	E-SWC, NWC	竹叶椒	<i>Zanthoxylum armatum</i>	丽江, 中甸, 鹤庆, 禄劝, 巧家, 木里	2	7
琴叶毛蕊花	<i>Verticium chinense</i>	丽江, 永胜, 金阳	10	14-1	野漆	<i>Toxicodendron succedaneum</i>	宁蒗	9	14
三花菘	<i>Caryopteris terniflora</i>	丽江, 永善	14	E-SWC, NC, NWC	滇厚壳树	<i>Ehretia corylifolia</i>	丽江, 中甸, 禄劝, 木里, 会东	4	E-SWC
藤状火把花	<i>Cdquhouia xegunii</i>	丽江	14-1	14-1	假杜鹃	<i>Barleria cristata</i>	丽江, 禄劝, 巧家, 木里, 米易, 布拖	2	7
喜马拉雅香茅	<i>Cymbopogon stracheyi</i>	德荣	6	14-1	山一笼鸡	<i>Gutzlaffia aprica</i>	中甸	7-4	7-4
冠芒草	<i>Emmaopogon brachystachus</i>	德钦, 德荣	8-4	6	地皮消	<i>Pararuellia delavayana</i>	丽江, 木里	7	E-SWC
蒺藜	<i>Tribulus terrestris</i>	丽江, 德钦, 宾川, 元谋, 德荣, 乡城	2	2	丛生羊胡子草	<i>Eriophorum comsum</i>	禄劝, 渡口, 金阳, 木里, 布拖	8-4	14-1
毛铁苋木	<i>Acalypha mairei</i>	木里, 盐源, 稻城	2		水蕨草	<i>Apluda mutica</i>	元谋, 大姚, 巧家, 木里	4	5
苦刺花	<i>Sphora davidii</i>	丽江, 中甸, 元谋, 木里, 稻城, 会理	1	E-SWC, NC, NWC	毛臂形草	<i>Brachiaria villosa</i>	永胜, 木里, 巴塘	2	7
尖叶木樨榄	<i>Olea ferruginea</i>	木里, 盐源	12-3	7	硬杆子草	<i>Capillipedium assimile</i>	丽江, 中甸	4	7
芸香草	<i>Cymbopogon distans</i>	丽江, 中甸, 元谋, 木里, 稻城, 布拖	6	14-1	虎尾草	<i>Chloris virgata</i>	丽江, 永胜, 元谋, 木里	2	2
雅致雾水葛	<i>Pouzolzia elegans</i>	中甸, 永胜, 鹤庆, 木里, 金阳	2-2	E-SWC, SC	拟金茅	<i>Eulaliopsis binata</i>	中甸, 永胜, 永仁, 巧家, 会东	7	7
西南菅草	<i>Themeda hakeri</i>	德钦, 德荣	6	14-1	鼠尾粟	<i>Sporobolus fertilis</i>	丽江, 中甸, 鹤庆, 盐津	2	5
小刺蒴麻	<i>Triumfetta annua</i>	丽江, 中甸, 木里	2	2	菅草	<i>Themeda villosa</i>	木里	6	7
仙人掌	<i>Opuntia monacantha</i>		3	3					

注: 属、型号代号即吴征镒 15 个属级植物区系的分布区类型代号。种型代号除同属型的外, E 为中国特有种的总代号, E- 以下的代号见表 4。

等, 都是热带属的后代, 是干暖河谷的主要成分和标志者。三级多数为生态标志种, 这些种也见于附近地区的植被类型如高原山地的云南松林和石山灌丛, 但更适于干暖河谷, 或是干热河谷植物向干暖河谷延伸。生态标志种多少类似于 Braun—Bläenquet 的植物群落学的特征种 (Character species of phytosociology), 例如仙人掌 (*Opuntia monacantha*)、马鞍叶 (*Bauhinia brachycarpa*)、竹叶椒 (*Zanthoxylum armatum*)、地皮消 (*Pararuellia delarayana*)、蒺藜 (*Tribulus terrestris*)、沙针 (*Oxyris wightiana*)、假杜鹃 (*Barleria cristata*)、毛臂形草 (*Brachiaria villosa*)、虎尾草 (*Chloris virgata*)、拟金茅 (*Eulaliopsis binata*)、芸香草 (*Cymbopogon distans*) 等等, 对于干暖河谷来说标志性的不如二级, 常为干暖河谷和干热河谷共同的标志种。

4 结 论

纳入滇川干暖河谷植物区系组成统计的种子植物共有 692 个种, 分属于 336 个属, 111 个科, 它们都是滇川各地此类干旱河谷环境下生长的植物。科级区系分析中, 热带科占 5.15%, 亚热带科占 60.82%, 暖温带科占 34.03%, 以亚热带科为主体。属级区系中, 热带属占 50.67%, 温带属占 44.63%, 中国特有属占 4.70%, 热带属稍多于温带属, 中国特有属与附近偏旱性山地植被比明显偏多。本区域植物区系热带科属数量偏高, 反映河谷在地史上有过以热带区系为主体的热带环境, 近代区系发源于热带, 以后向温带交错过渡。种级区系中, 热带种占 14.72%, 主要是热带亚洲种,

温带种占 23.38%, 大多数为东亚种, 而数量最多的是中国特有种, 占 61.90%。种级区系成分主要反映当地区系生存发展的较近代生态环境, 其温带种多于热带种, 说明干暖河谷的近代环境已是热温交错过渡而向暖温环境发展。然而河谷干旱成为当地区系发展为重要制约因素, 旱而暖的河谷环境选择生存了一批能适应的特殊植物区系, 出现中国特有种的数量大大增加, 特别是干暖河谷特有种也较多。河谷特有种是本类河谷的一级标志种, 有 18 种, 占标志种的 11.39%, 而以滇川特有种为主的二级标志种数量最多, 有 103 种, 占 65.19%, 以生态标志为主的三级标志种, 有 37 种, 占 23.42%。滇川干暖河谷植物区系组成的标志成分和特有成分均反映本河谷的区系演化的近代特点及其独特性。

本研究数据库建立中参用了前一国家基金项目 和研究生科研中杨永平、陶国达、陈洁、欧晓昆、曹敏、周跃、曹永恒、陶晶、李云良 等诸位所提供某一局部河谷的植物名录, 在此深表谢意。

参考文献

- 1 四川植被编写组编著. 四川植被. 北京: 科学出版社, 1980. 33~63
- 2 李锡文, 李捷. 横断山脉地区种子植物区系的初步研究. 云南植物研究, 1993, 15(3): 217~231
- 3 武素功, 李沛琼. 川西滇北金沙江河谷的植物区系. 青藏高原研究—横断山考察专集(二). 北京: 科学技术出版社, 1989. 416~531
- 4 张荣祖主编. 横断山区干旱河谷. 北京: 科学出版社, 1992. 1~82
- 5 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, 1991, 增刊 IV: 1~139
- 6 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型的增订和勘误. 云南植物研究, 1993, 增刊 IV: 141~178
- 7 金振洲, 欧晓昆, 区普定等. 金沙江干热河谷种子植物区系特征的初探. 云南植物研究, 1994, 16(1): 1~6
- 8 金振洲, 杨永平, 陶国达. 华西南干热河谷种子植物区系的特征、性质和起源. 云南植物研究, 1995, 17(2): 129~143
- 9 彭华, 吴征镒. 无量山种子植物区系科属的两种不同的排序. 云南植物研究, 1997, 19(3): 251~259
- 10 Walter H. Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere. Second Edition. Translated from the third, revised German Edition by Joy Wieser. New York: Springer-Verlag, 1979. 133~162
- 11 Schimper A F W. Plant-Geography upon a Physiological Basis. Weinheim: H. R. Engelmann (J. Cramer) and Weldon & Wesley, Ltd., 1960 (reprinted): 507~541