

重庆市种子植物区系特征分析

易思荣^{1,2}, 黄 娅¹, 肖 波^{1,2}, 梁国鲁²

(1. 重庆市药物种植研究所, 重庆 408435; 2. 西南大学, 重庆 400716)

摘要:对重庆市种子植物区系进行了研究, 其区系特征如下: (1)植物种类和区系组成丰富, 共分布有野生种子植物 208 科 1 127 属 4 764 种, 其科包含 12 种分布型和 13 个变型, 属包含 15 种分布型和 23 个变型; (2)科的区系组成以热带成分占主要, 总共包含 83 科, 达到重庆地区种子植物总科数的 39.90%, 这说明重庆种子植物区系带有一定的热带亲缘关系。属的区系组成以热带成分最多, 达到 454 属, 占重庆市种子植物总属数的 40.28%, 表明重庆地区种子植物区系的热带亲缘关系较强; (3)特有现象明显, 虽然本地区分布的特有科属相对较少, 但特有种丰富。

关键词:种子植物区系; 区系特征; 重庆

中图分类号: Q948.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2008)01-0023-06

Characteristics of Seed Plant Flora in Chongqing, China

YI Si-rong^{1,2}, HUANG Ya¹, XIAO Bo^{1,2}, LIANG Guo-lu²

(1. Institute of Medicine Plantation of Chongqing, Chongqing 408435, China;

2. Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: The features of seed plant flora in Chongqing City, China, are as follows: (1) Wild plants are diverse in species (208 families, 1 127 genera and 4 764 species), and the floristic elements are copious, including 12 areal types and 13 subtypes in the families and 15 areal types and 23 subtypes in the genera. (2) The tropical taxa are predominant with 83 tropical families (39.90%) and 454 tropical genera (40.28%), indicating that Chongqing flora is relative to tropical one. (3) Although the endemic families and genera are scarce in Chongqing, the endemic species are rich.

Key words: Seed plant flora; Floristic Characteristics; Chongqing

重庆市位于我国西南地区东部, 东经 105° 17' - 110° 12', 北纬 28° 10' - 32° 12', 面积为 8.24 × 10⁴ km²。重庆市北、东、南三面均为山区, 地势东高西低, 由南北两面向河谷倾斜, 北有大巴山, 东及东南有巫山、七曜山和武陵山等, 南有大娄山。其中大巴山、巫山及大娄山山脉主要山体海拔多在 1 500 m 以上, 七曜山和武陵山主要山体海拔多在 800 - 1 500 m 之间, 西部为起伏和缓的丘陵, 大部分地面均在海拔 200 - 800 m 之间。

重庆属中亚热带湿润季风气候区, 全市年平均气温 8.0 - 18.9℃, ≥ 0℃ 的年积温 3 000 - 6 900℃, ≥ 10℃ 的年积温 1 930 - 6 000℃, 极端最高温 44.1℃, 极端最低温 - 15.0℃。年日照时数

1 100 - 1 610 h, 年降水量 880 - 1 700 mm, 无霜期 116 - 361 d。

重庆市处于我国东西及南北植物区系交错渗透的地带, 是众多野生植物的自然分化中心或分布中心^[1-2]。该地区地形复杂, 受第四纪冰川侵袭甚微^[3-4], 为众多植物的繁衍和发展提供了有利条件。该区域处于我国三大特有现象中心之一的“川东-鄂西中心”^[1], 处于我国大地貌第二阶梯上, 其东邻第三阶梯, 西接我国亚热带/温带高寒区域——青藏高原的东部, 南面有云贵高原, 北有秦岭、大巴山作为屏障, 因而本地区在植物区系上与毗邻地区有着十分广泛的联系。独特的自然环境和悠久的地质发展历史奠定了植物区系演化

发展的基础,种子植物丰富,珍稀古老类群繁多。无论地质地貌还是植物区系方面,它对我国乃至东亚地区都有较深的影响。至今为止,毗邻地区包括横断山脉、秦岭大巴山、云贵高原、华中地区等的种子植物区系已有较全面的研究^[5-9]。因此将重庆市作为一个独立单元进行植物区系研究,分析其在我国植物区系中的地位与作用,无疑对理解我国植物区系的性质和相互联系具有代表意义,对认识我国西南部亚热带地区在全球有花植物起源与演化中的地位和作用也是十分重要的。本文拟对该地区种子植物区系特征进行初步分析,并探讨它在我国植物区系中的地位和作用。

1 区系统计分析

一个地区植物各级分类单位的统计是植物区系分析的最基本问题,它能表明该地区植物区系

的丰富程度。通过统计分析,不但能了解区系的数量特征,而且对揭示区系的性质也是十分重要的。

1.1 种子植物区系的数量组成

根据调查结果,按照吴征镒系统^[10]统计,重庆市分布有种子植物 231 科 1 942 属 6 297 种(含变种及以下分类单位,下同),其中野生植物 208 科 1 127 属 4 764 种,分别占全国种子植物 344 科 3 184 属 28 593 种^[10]的 60.47%、35.39% 和 16.66%,重庆市种子植物数量分布见表 1。重庆市种子植物在数量上的优势与本地区植物区系演化与发展的历史有关,同时也与该地区在地史演变过程中形成的独特的、纷繁复杂的地质地貌环境、自然气候条件以及其在全国植物区系中所处的位置^[11]具有密切的联系。

表 1 重庆种子植物区系的数量分布

Table 1 Composition of seed plant flora in Chongqing, China

地区 Region	裸子植物 Gymnosperm			单子叶植物 Monocotyledon			双子叶植物 Dicotyledon			合计 Total		
	科 Family	属 Genera	种 Specie	科 Family	属 Genera	种 Specie	科 Family	属 Genera	种 Specie	科 Family	属 Genera	种 Specie
重庆市 Chongqing	7	23	39	30	244	797	171	860	3928	208	1127	4764
中国 China	11	41	237	73	718	5525	260	2425	22831	344	3184	28593

1.2 科的分析

科、属的大小及其所含属或种的情况是植物区系另一个重要的数量特征。根据各科在区系中所含属、种的多少,我们将重庆市种子植物区系的科划分为 5 类(表 2)。重庆市种子植物区系中的小科最多,占总科数的 55.77%,并且还有相当数量的单种科,两者合计达 70% 以上,共计 148 科。单种科如银杏科 Ginkgoaceae、伯乐树科 Bretschneideraceae、透骨草科 Phrymataceae、水青树科 Tetracentraceae、大血藤科 Sargentodoxaceae、珙桐科 Davidiaceae 等,除透骨草科为东亚北美间断分布外,它们都是中国或东亚分布的特有科,在系

统发育上也是比较孤立或古老的类群。另外如蜡梅科 Calycanthaceae、领春木科 Eupteleaceae、连香树科 Cercidiphyllaceae、金鱼藻科 Ceratophyllaceae、三白草科 Saururaceae、马桑科 Coriariaceae、银鹊树科 Tapisciaceae、旌节花科 Stachyuraceae、杉叶藻科 Hippuridaceae 和蓝果树科 Nyssaceae 等在全球植物区系中包含不到 20 种的少种科,在系统发育方面也有与单种科相似的特点,它们在该地区的高度集中,不仅反映出了重庆市种子植物区系的古老性及其悠久的演化发展历史,同时也是我国乃至整个东亚种子植物区系古老性和悠久演化发展历史的体现。

表 2 重庆种子植物区系科的组成

Table 2 Statistics of seed plant families in Chongqing, China

	科所含种数 Number of species in family					合计 Total
	1	2-19	20-49	50-99	≥100	
科数 Number of family	32	116	35	16	9	208
%	15.38	55.77	16.83	7.69	4.33	100
属数 Number of genera	32	284	237	172	402	1127
%	2.84	25.2	21.03	15.26	35.67	100
种数 Number of species	32	904	1217	1054	1557	4764
%	0.67	18.98	25.55	22.12	32.68	100

重庆市种子植物区系的主要组成成分是在世界植物区系中含 100 种以上的大科, 这些大科虽然达不到总科数的 5%, 但它们所含的属、种数量达到区系属、种总数的 30% 以上, 这说明该地区种子植物区系的发展与全球种子植物区系的演化发展具有同步性, 也进一步证实重庆市种子植物区系在全球植物区系演化和发展中的重要地位和作用。种数在 20–99 种的中等科和较大科在重庆市种子植物区系中的比例也十分显著, 占总科数的 24.52%, 所含属、种则分别达到总数的 36.29% 和 47.67%, 这又表明了重庆市种子植物区系在组成上具有较完整的系统性。

1.3 属的分析

由于属作为分类学上最自然的类群^[1], 它在植物区系分析中相对于科来说更准确、更重要。通过对属的统计分析(表 3)发现, 重庆市种子植物区系的属级分类群以单种属和寡种属最丰富, 它们达到总属数的 78.17%, 所含种也占总种数的 37.68%, 同时多数的单种属和寡种属为古老孑遗属, 如银杏属 *Ginkgo*、银杉属 *Cathaya*、水杉属 *Metasequoia*、裸蒴属 *Gymnotheca*、领春木属 *Euptelea*、连香树属 *Cercidiphyllum*、鹅掌楸属 *Liriodendron* 等, 这些属基本都具有较久的演化发展历史, 是在漫长的系统发育过程中形成的, 代表着区系的古老性和原始性。而其中新生的类群则又同时反映出了本地区植物区系的多样性特征。

表 3 重庆种子植物属的组成

Table 3 Statistics of seed plant genera in Chongqing, China

	属所含种数 Number of species in genus				合计 Total
	1	2–5	6–30	31–100	
属数 Number of genera	447	434	233	13	1127
%	39.66	38.51	20.67	1.16	100
种数 Number of species	447	1348	2435	534	4764
%	9.38	28.3	51.11	11.21	100

在属级分类群中, 最能体现重庆市种子植物区系丰富的是含有 6–30 种的多种属。它们在数量上不但占总属数的 20% 以上, 而且所包含的种更达到了总种数的 51% 以上, 涉及了本地区种子植物区系约 69% 的科。如果将含 31 种以上的大属包括在内, 其所含种数占总种数的 62.32%, 这明显表明多种属和大属应是重庆市种子植物区系的主体。这些属包括凤仙花属 *Impatiens*、悬钩子属 *Rubus*、报春花属 *Primula*、小檗属 *Berberis*、紫堇属 *Corydalis*、马先蒿属 *Pedicularis*、杜鹃属 *Rhododendron* 和忍冬属 *Lonicera* 等, 它们在全球植物区系中也占有较高的比重, 本地区所在的“鄂西-川东植物分布中心”是它们的分布中心和分化中心, 充分体现出重庆地区自然环境条件的优越性和复杂多样性, 这是植物区系繁荣必不可少的基础。

2 分布区类型

植物区系成分的分布区类型主要是按各分类单位的现代分布区来划分的, 参照吴征镒的中国

种子植物属的分布区类型系统^[12–13], 把重庆市被子植物区系的科、属、种划分为世界分布、热带分布、温带分布和特有分布等几大类型(表 4)。

从表 4 中可以看出科的分布区类型以热带成分为主, 共计 83 科, 占总科数的 39.90%, 其中泛热带科最为丰富, 有 57 科, 占总科数的 27.40%。世界广布和温带分布类型分别有 57 科和 53 科, 分别占总科数的 27.40% 和 25.48%, 这表明重庆市种子植物区系与世界温带乃至全球植物区系有密切联系, 特别是东亚北美间断分布有 13 科, 更说明了这种联系是在种子植物兴起和发展过程中伴随着泛古大陆的解体和世界地理新格局的形成而产生的。东亚和中国特有科有 15 科, 达到总科数的 7.21%, 这个比例在全球各地种子植物区系科级水平特有现象中是较为少见的。它也是中国以及整个东亚种子植物区系的共同特点, 也是我国南部和西南部种子植物区系在世界植物区系中重要地位的深刻反映。

表 4 重庆种子植物分布区类型

Table 4 Areal-types of seed plants in Chongqing, China

类型 Areal-type	科 Family		属 Genera		种 Specie	
	Number	%	Number	%	Number	%
1 世界分布 Cosmopolitan	57	27.41	79	7.01	35	0.73
2 泛热带分布 Pantropic	57	27.41	163	14.46	32	0.68
3 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disject	14	6.73	18	1.60	11	0.24
4 旧世界热带分布 Old world Trop.	3	1.44	64	5.68	2	0.04
5 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia & Trop. Austr.	3	1.44	43	3.82	49	1.04
6 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia & Trop. Africa	0	0	42	3.73	25	0.53
7 热带亚洲分布 Trop. Asia	6	2.88	124	11.00	447	9.37
8 北温带分布 North temperate	36	17.32	194	17.21	142	2.99
9 东亚和北美间断分布 E. Asia & N. Amer. disject	13	6.25	79	7.01	5	0.10
10 旧世界温带 Old world Temp.	3	1.44	67	5.94	44	0.93
11 温带亚洲分布 Temp. Asia	0	0	18	1.60	161	3.39
12 地中海、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	1	0.48	6	0.53	7	0.15
13 中亚分布 C. Asia	0	0	3	0.27	16	0.33
14 东亚分布 E. Asia	6	2.88	62	5.50	115	2.41
14-1 中国-喜马 Sino-Himalaya	3	1.44	43	3.82	241	5.07
14-2 中国-日本 Sino-Japan	4	1.92	47	4.17	147	3.09
15 中国特有分布 Endemic to China	2	0.96	75	6.65	3285	68.95
总计 Total	208	100.00	1127	100.00	4764	100.00

在属级水平上,世界分布型仅约占总属数的7%,而且热带分布、温带分布和特有分布型分别为454属、367属和227属,分别占总属数的40.28%、32.56%和20.14%。其中以热带分布类型占优势,特有分布类型相对较少。这说明重庆市种子植物属的区系的亚热带性质较强。特有成分中中国特有分布属达到75属,居其余各亚型之首,这也是我国特别是我国西南部植物区系的亚热带亲缘关系的典型反映。

世界性广布种仅占总种数的0.73%,热带分布型和温带分布型分别有566种和375种,三种成分合计仅约占总种数的20%,前者比例虽小,但它显示出重庆市种子植物区系与世界植物区系有着不可分割的联系,温带成分的大量存在又表明热带亚热带植物区系与温带植物区系有着广泛的交流,热带成分达到11.88%,又显示出了重庆市种子植物区系的热带亲缘关系和本质的热带亚热带属性。重庆市种子植物区系中特有种达到总种数近80%,其中中国特有种又达到68.95%,这显示出了重庆市种子植物区系在种级水平上特有现象的明显性,更验证了重庆市种子植物区系处于我国三大特有现象中心和“鄂西-川东植物分布中

心”是我国众多野生植物的自然分化中心或分布中心^[1-2]的观点。

3 特有现象

特有现象是植物区系的重要特征,是种系分化的结果,是植物区系多样性的依据,特有类群的分化和积累构成了植物区系的特有现象^[4]。通过对特有现象的认识和了解,以及对特有类群的深入分析,不但有助于探索植物区系的演化和发展历程,也有助于对一个地区植物区系性质和特点的理解。

重庆市种子植物区系在科、属和种各级水平上的特有现象都很丰富,包括银杏科 Ginkgoaceae、杜仲科 Eucommiaceae、水青树科 Tetracentraceae、领春木科 Tapisciaceae、连香树科 Cercidiphyllaceae、大血藤科 Sargentodoxaceae、伯乐树科 Bretschneideraceae、银鹊树科 Tapisciaceae、旌节花科 Stachyuraceae 和珙桐科 Davidiaceae 等15个东亚分布的特有科(其中4科仅分布中国),它们在种子植物系统发育上多为古老或孤立的类群,反映出该地区种子植物区系有着悠久的演化发展历史。另外,木通科 Lardizabalaceae、交让木科 Daphniphyll-

laceae、省沽油科 Staphyleaceae、黄杨科 Buxaceae 和山矾科 Symplocaceae 等虽然不属于特有类群,但它们以在东亚分布为主,也是该地区比较特殊和常见的成分。至于特有属则更多,75 属中国特有属,隶属于 41 科含 192 种,其中有半数以上为古特有成分,这表明重庆市是我国种子植物区系中特有现象较为丰富的地区之一。重庆市有中国特有种 3 285 种,占总种数的 68.95%,重庆市特有种 814 种,占 17.08%。这些特有成分的比例和属性充分反映了重庆市种子植物区系特有类群的丰富性以及区系的古老性。

重庆市种子植物区系有丰富的本地区特有种,约占区系总种数的 17.08%,其中既有古老残存的特有种,如水杉 *Metasequoia glyptostroboides* 等,也有新特有种,如金佛山续断 *Dipsacus atropurpureus* 等,前者反映了区系的悠久发展历史,后者体现了该地区现代区系积极的生物多样性;同时,本地区特有种包含了种子植物系统发育上从原始到进化的各大类群。因此,它们是区系最好的表征种。柔夷花序类表征种的代表如化香 *Platycarya strobilacea*、野核桃 *Juglans cathayensis* 等。多心皮类植物的表征种以木兰科、樟科和毛茛科较多,如四川木莲 *Manglietia szechuanica*、峨眉含笑 *Michelia wilsonii*、南川润楠 *Machilus nanchuanensis*、油樟 *Cinnamomum longepaniculatum*、巫山新木姜子 *Neolitsea wushania*、隐脉黄肉楠 *Actinodaphne omeiensis* 等。种子植物系统发育上的关键类群也有很多表征种,如金缕梅科的四川蜡瓣花 *Corylopsis willmottiae*、虎耳草科的峨眉草 *Tanakaea omeiensis*、金佛山峨眉草 *Tanakaea omeiensis* var. *jinfoshanensis*、南川梅花草 *Parnassia amoena*、城口梅花草 *Parnassia chengkouensis*、山茶科的瘤果茶 *Camellia tuberculata*、猕猴桃科星毛猕猴桃 *Actinidia stellato-pilosa*、矩叶藤山柳 *Clematoclethra lasioclada* var. *oblonga*、南川藤山柳 *C. nanchuanensis*、粗毛藤山柳 *C. strigillosa*、变异藤山柳 *C. variabilis*、多脉藤山柳 *C. variabilis* var. *multinervis* 等。较进化的类群也十分丰富,如小娃娃皮 *Daphne gracilis*、缙云瑞香 *Daphne jinyunensis*、城口当归 *Angelica dielsii*、曲柄当归 *A. fargesii*、大叶当归 *A. megaphylla*、南川过路黄 *Lysimachia nanchuanensis* 等。重庆市分布的中国特有种中隶属于中国特有属的那些种,也是本地区种子植物区系的表征种,如圆果化香树

Platycarya longipes、青钱柳 *Cyclocarya paliurus*、水青树 *Tetracentron sinense*、猫儿屎 *Decaisnea fargesii*、串果藤 *Sinofranchetia chinensis*、缺萼枫香树 *Liquidambar acalycina*、金钱槭 *Dipteronia sinensis*、天师栗 *Aesculus wilsonii*、瘦椒树 *Tapiscia sinensis* 以及珙桐 *Davidia involucrata* 等。另外,属于中国或东亚分布的领春木 *Euptelea pleiospermum*、连香树 *Cercidiphyllum japonicum* var. *sinense*、大血藤 *Sargentodoxa cuneata* 和伯乐树 *Bretschneidera sinensis* 等都是重庆市种子植物区系的表征种。

重庆市种子植物区系通过巫山、大娄山、横断山和大巴山从各个方向上与毗邻地区广泛联系。巫山处于重庆市东部边缘,是长江三峡的最西段,由于受第四纪冰川影响较弱,是著名的古植物的天然“避难所”,至今保存着很多珍稀古老的孑遗植物,与相邻地区共同构成了我国三个特有现象中心之一的川东-鄂西特有现象中心。横断山脉地处四川盆地西部,它与云南的西北部共同构成了我国川西-滇北特有现象中心,并被认为是我国特有现象分化的核心地带。大娄山是重庆市植物区系与滇黔桂等热带植物区系联系的重要纽带。在此区域内金佛山分布的中国特有类群也十分丰富,古特有和新特有的成分都有,不少特有类群与我国滇东南-桂西特有现象中心共有。秦岭大巴山为黄河与长江两大水系的分水岭,被认为是我国植物区系的南北分界线,温带植物区系最为丰富,它是重庆市种子植物区系与我国温带植物区系建立联系的结合地区。

4 结论

通过分析可以看出,重庆市种子植物区系具有如下几个较为突出的特征:

(1) 区系丰富,分布有野生种子植物 208 科 1 127 属 4 764 种; 单种或少种的古老孑遗科属丰富, 100 种以上的大科及含 6-30 种以上的多种属是区系的主体和基础。

(2) 科的分布区类型表明重庆市种子植物区系有明显的热带性质,而属的分布区类型反映出典型的亚热带特征,种的分布区类型表现出较强的温带性质和明显的热带亲缘关系。

(3) 优势现象突出, 占总科数 12% 的 23 个优势科包含了区系 50% 以上的属种, 约占总属数 2% 的 25 个优势属包含了区系约 30% 的种。

(4) 特有现象明显, 中国和东亚分布的特有科共 15 科, 而中国特有属、种则分别占区系总属、种数量的 6.65% 和 68.95%, 本地区有 814 种特有种。

(5) 重庆市种子植物区系与全球以及毗邻地区有广泛而密切的联系。它不但是我国热带亚热带植物区系的典型代表, 对东亚植物区系也具有代表性。它分别通过东面的巫山和西面的四川盆地与华中植物区和横断山区联系, 北方和南方分别通过秦岭和云贵高原分别与温带和热带植物区系建立联系。因此可以认为重庆市所在的川东-鄂西特有现象中心不仅是我国南北植物区系的分界线, 也是我国东西植物区系的分界线。

参考文献

- [1] Hao R M(郝日明). On the areal-types of the Chinese endemic genera of seed plants [J]. *Acta Phytotaxon Sin*(植物分类学报), 1997, 35(6):500-510. (in Chinese)
- [2] Ying T S(应俊生), Ma C G(马成功), Chang C S(张志松). Observations of the flora and vegetation of Mt. Shennunggia in western Hubei, China [J]. *Acta Phytotaxon Sin*(植物分类学报), 1979, 17(3):41-58. (in Chinese)
- [3] 李四光. 鄂西川东湘西桂北第四纪冰川现象述要 [J]. *地质评论*, 1940, 5(3):22-27.
- [4] 郭令智. 大巴山东段第四纪冰川地形 [J]. *地理*, 1943, 3(3-4): 5-12.
- [5] Li H(李恒), Wu S G(武素功). The floristic structure of Qinghai-Xizang Plateau subkingdom in Xizang [J]. *Sci Geograph Sin*(地理科学), 1985, 5(1):1-10. (in Chinese)
- [6] Li X W(李锡文). A floristic study on the seed plants from the Region of Yunnan Plateau [J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 1995, 17(1):1-14. (in Chinese)
- [7] Li X W(李锡文), Li J(李捷). A preliminary floristic study on the seed plants from the Region of Hengduan Mountain [J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 1993, 15(3):217-231. (in Chinese)
- [8] Qi C J(祁承经), Zheng Z(郑重), Yu X L(喻勋林), et al. A study on the flora of the seed plants from the floristic region of Central China [J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 1995(Suppl. VII):55-92. (in Chinese)
- [9] Ying T S(应俊生). An analysis of the flora of Qinling Mountain Range: Its nature, characteristics and origins [J]. *Acta Phytotaxon Sin*(植物分类学报), 1994, 32(5):389-410. (in Chinese)
- [10] *Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita*(中国科学院中国植物志编辑委员会). *Flora Reipublicae Sinicae Tomus 1* [M]. Beijing: Science Press, 2004: 760-761. (in Chinese)
- [11] Li R W(李仁伟), Zhang H T(张宏达), Yang P Q(杨清培). A preliminary study on the characteristics of Angiosperm flora in Sichuan Region [J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 2001, 23(4):403-414. (in Chinese)
- [12] Wu Z Y(吴征镒). The areal-types of genera the seed plants of China [J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 1991(Suppl. IV):1-139. (in Chinese)
- [13] Wu Z Y(吴征镒). Addenda et Corrigenda ad Typi Arealorum Generorum Spermatophytorum Sinicarum [J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 1993(Suppl. IV):141-178. (in Chinese)
- [14] Zhang H T(张宏达). Plant endemism and biodiversity [J]. *Ecol Sci*(生态科学), 1997, 16(2):9-17. (in Chinese)