

中国帕米尔高原种子植物的区系地理研究

杨淑萍¹, 阎平^{2*}

(1. 石河子大学 师范学院, 新疆 石河子 832003; 2. 石河子大学 生命科学学院, 新疆 石河子 832003)

摘要: 中国帕米尔高原约有种子植物 59 科 303 属 963 种(包括变种)。分析表明: 该区种子植物区系的地理成分较为复杂, 联系广泛。温带性质的属有 254 属, 占总属数的 83.8%, 热带性质的属有 13 属, 占总属数的 4.3%; 温带性质的种有 723 种, 占总种数的 75.1%, 热带性质的种有 17 种, 占总种数的 1.8%。表明该地区植物区系具有明显的温带性质, 同时受到热带植物区系的影响。另外在区系科属分级水平上, 寡属科、单属科占绝对优势, 而超过 20 属的大科在该区仅有 3 科, 却占总属数、总种数的 35.9% 和 38.6%, 区系优势现象十分明显; 单种或少种属也较多, 属种比值偏高, 表明区系组成上的复杂性。

关键词: 区系地理; 种子植物; 中国帕米尔高原

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2008)01-0047-05

Study on floristic phytogeography of seed plants in the Pamirs of China

YANG Shu-Ping¹, YAN Ping^{2*}

(1. *Teachers Training College, Shihezi University, Shihezi 832003, China*; 2. *College of Life Sciences, Shihezi University, Shihezi 832003, China*)

Abstract: The flora of Pamirs consist of 963 species of seed plants belonging to 59 families and 303 genera. Based on the analysis of the floristic elements at family, genera and species level, there are some conclusions as follows: The floristic elements of the Pamirs of China are complex. Almost all kinds of distribution types are more or less represented here. Among the genera distribution patterns, the floristic elements with 83.8% temperate genera and 4.3% tropical ones reveal dominant temperate property. And in the species distribution patterns, the floristic element with 75.1% temperate species and 1.8% tropical ones indicate that the flora is temperate in nature flora. From the level of families and genera, predominant families are minor-genera family and one-genera family. There are only three numerous-genera family which is more than 20 genera, but the number of genera and species amounts for 35.9% and 38.6% respectively to the total, so phenomenon of the flora is obviously; single-species or minor-species genera is more, the ratio of genera and species is high, so composition of floristic is complex.

Key words: flora; seed plant; Pamirs of China

帕米尔高原是中亚的一个多山的地区, 东起中国新疆的塔什库尔干, 北至印度、巴基斯坦的西北边境, 西至阿富汗, 南至塔吉克斯坦, 而帕米尔高原约三分之一在中国境内。中国境内的帕米尔高原主要包括朗库里帕米尔的一部分和塔克敦巴什帕米尔的

全部, 位于 73°~76° E, 37°~39° N, 座落于新疆西南部, 是由天山、昆仑山、喀喇昆仑山和兴都库什山等交汇形成的大山结, 它包括塔什库尔干、阿克陶大部分及乌恰南部的部分地区。高原平均海拔 4 000 m, 海拔 2 000~3 000 m 的山谷年平均温度为 6.8

收稿日期: 2006-10-18 修回日期: 2007-03-05

基金项目: 国家自然科学基金(39960008, 30360007); 教育部高校骨干教师基金(200056)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(39960008, 30360007); Foundation for Distinguished Teachers in High Schools of State Ministry of Education(200056)]

作者简介: 杨淑萍(1976-), 女, 甘肃民勤人, 在读博士, 讲师, 主要从事植物区系地理研究, (E-mail)yshping88@126.com.

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: yanpzhw@sina.com)

~3℃, 3 000~4 000 m 山坡为-1.5~-4.2℃, 4 000 m 以上年平均温度不足-6℃; 年均降水量也随海拔高度的不同而有较大的变幅, 2 000 m 低海拔处年均降水量仅 72 mm, 高海拔处年均降水量为 248~350 mm, 该区地形复杂、气候特殊, 植被垂直带以高寒荒漠为主, 具有寒冷、干旱、强辐射的大陆性高原气候特点。因本区地处偏远, 交通不便, 故对本区植物区系方面的文献资料很少, 2000 年在国家自然科学基金的资助下, 项目组成员曾利用暑假 4 次深入帕米尔高原, 进行全面系统的标本采集和实地考察, 在鉴定石河子大学标本馆(SHI)所存植物标本基础上, 同时也查阅了疆内外有关标本室(XJBI、XJA、XJU、XJNU、XAG、XTNM、WUK、HNWP、PE)所存相关标本, 结合部分文献资料(李学禹等, 1998; 王果平等, 2006), 整理统计帕米尔地区共有种子植物 59 科 303 属 963 种, 再结合吴征镒先生对植物区系学的研究方法(吴征镒等, 2003, 2006)对中国帕米尔高原种子植物的区系地理特征进行分析和研究。

1 植物区系的基本组成

1.1 科、属、种数量统计

经研究统计, 中国帕米尔高原共有种子植物 59 科 303 属 963 种(含变种), 分别占全国、新疆总科数的 17.51%、38.73%, 其中裸子植物 3 科 3 属 12 种, 仅占总种数的 1.25%, 被子植物 56 科 300 属 951 种, 占到总种数的 98.75%, 而其中又以双子叶植物占绝对优势, 有 49 科 248 属 727 种, 占总科数的 83.85%、总属数 81.85%、总种数的 75.49%, 单子叶植物 7 科 52 属 224 种仅占总科数的 11.86%、总属数的 17.16%、总种数的 23.26%。

1.2 科的统计和分析

本区种类最多的科依次是禾本科(37 属/155 种)、菊科(36/145)、豆科(14/74)、十字花科(35/71)、藜科(12/41)等, 它们构成了本区植物区系的主体, 只含一种的单型科有松科、檀香科、裸果木科、鼠李科、锁阳科、五福花科等 11 科, 占到本区总科数的 18.6%, 只含 1 属的科有柏科、麻黄科、桦木科、小檗科、亚麻科、兰科、鸢尾科等 25 科, 占到本区总科数的 42.4%。这一统计结果表明在本区这个平均海拔 4 000 m 的高原上, 植物区系的种类仅集中在少数较大的科和大科中, 区系的优势现象十分明显。

区内种子植物 59 科可分为 4 种分布区类型和

3 种分布区变型, 其中北温带及其变型分布有 18 科, 占总科数的 64.3%(不含世界分布科), 泛热带分布有 7 科, 占总科数的 25.0%, 显示出较强的温带性质, 反映了本区植物区系的起源有十分久远的温带渊源同时又与泛热带成分有重要的联系, 而东亚、中亚及地中海成分在本区竟无一代表, 这与本区所处的地理位置及植被变迁史十分吻合(表 1)。

表 1 科的大小统计

Table 1 The statistics size of families in Pamirs of China

科内属数 No. of genera in families	科数 No. of families	属数 No. of genera	%	种数 No. of species	%
1	25	25	8.5	77	7.9
2-5	19	42	13.9	161	16.7
6-20	12	125	41.7	354	36.8
>20	3	108	35.9	371	38.6
合计 Total	59	303	100	963	100

1.3 属的统计和分析

1.3.1 属的数量结构 本区含 10 种以上的大属有蓼属(*Polygonum*) (15 种)、葶苈属(*Draba*) (12 种)、委陵菜属(*Potentilla*) (12 种)、黄芪属(*Astragalus*) (25 种)、棘豆属(*Oxytropis*) (26 种)、蒿属(*Artemisia*) (20 种)、风毛菊属(*Saussurea*) (14 种)、蒲公英属(*Taraxacum*) (16 种)、早熟禾属(*Poa*) (23 种)、碱茅属(*Puccinellia*) (13 种)等 15 属 248 种, 占本区总种数的 25.8%, 其中温带分布型 10 属, 如蓼属(*Polygonum*)、葶苈属(*Draba*)、委陵菜属(*Potentilla*)、棘豆属(*Oxytropis*)等; 世界广布型 5 属, 如黄芪属(*Astragalus*)、蒿属(*Artemisia*)、早熟禾属(*Poa*)、苔草属(*Cares*)、车前属(*Plantago*)等, 可见大属主要为温带属, 6~10 种的属有 29 属, 占总属数的 9.6%, 2~5 种的属有 124 属, 占总属数的 40.9%, 只含 1 种的属有 135 属, 占总属数的 44.6%。结果显示单种和少种的属在本区占有很高的比例, 这种现象在全国其它地区非常少见(潘晓玲等, 2001), 这说明帕米尔高原植物区系的复杂性(表 2)(金则新等, 2007)。

1.3.2 属的分布区类型统计分析 本区种子植物 303 属可分为 11 个分布区类型和 15 个变型(表 3)。

(1)世界分布属 36 属, 大多数是中旱生草本, 如酸模属(*Rumex*)、藜属(*Chenopodium*)、碱蓬属(*Suaeda*)、猪毛菜属(*Salsola*)、早熟禾属(*Poa*)、蒿属(*Artemisia*)、旋花属(*Convolvulus*)。木本属如铁线莲属(*Clematis*)、槐属(*Sophora*)、鼠李属(*Rham-*

nus)等。这些属很难反映本地植物区系的特征,因而在统计分析时未计入其中。

表 2 属的数量结构分析

Table 2 Statistic analysis of each genera

类型 Types	属数 No. of genera	%	种数 No. of species	%
1	135	44.6	135	14.0
2~5	124	40.9	369	38.3
6~10	29	9.6	211	21.9
>10	15	4.9	248	25.8
合 计 Total	303	100	963	100

(2) 热带分布属(分布区类型 2 至 4)共 13 属, 占总属数的 4.3%。这是一个比较低的比例, 这是由于本区远离热带和亚热带, 许多热带的成分在这里找不到栖息地, 而只有那些生态幅较广泛或者由于历史的原因而在帕米尔高原生存下来的属, 帕米尔地区种子植物区系中属于热带的属有菟丝子属(*Cuscuta*)、狗尾草属(*Setaria*)、蒺藜属(*Tribulus*)、狼尾草属(*Pennisetum*)、孔颖草属(*Bothriochloa*)等, 其中含种数最多的菟丝子属其种数也不过 2 种, 所有 13 个属的平均种数不到 2 种, 从这个平均数可以看出, 这些热带的属在帕米尔地区种系发育并不好, 大多数为单种属。

(3) 温带分布属(分布区类型 8 至 14)共 254 属, 占总属数的 83.8%。其中北温带分布及其变型的属最多, 共 110 属, 占总属数的 36.3%, 如滨藜属(*Atriplex*)、地肤属(*Kochia*)、蝇子草属(*Silene*)、赖草属(*Leymus*)、火绒草属(*Leontopodium*)、点地梅属(*Androsace*)等这一类型是帕米尔植物区系的主体, 在属和种的数量上占据着最高的比例, 在区系组成中起着极其重要的作用, 它们多为中生型的草本或木本, 是亚高山草甸草原、高山草甸以及山地灌丛等的重要组成者。其次是旧世界温带分布及其变型的属有 54 属, 占总属数的 17.8%, 如大黄属(*Rheum*)、柃子属(*Cotoneaster*)、沙棘属(*Hippophae*)、水柏枝属(*Myricaria*)、草木樨属(*Melilotus*)、四棱芥属(*Goldbaehia*)等。再次为地中海区、西亚至中亚分布及其变型的属有 36 属, 占总属数的 11.9%, 如沙拐枣属(*Elaeagnus*)、盐生草属(*Halogeton*)、裸果木属(*Gymnocarpos*)、骆驼刺属(*Alhagi*)、琵琶柴属(*Reaumuria*)、肉苁蓉属(*Cistanche*)等。

隶属于温带分布类型的属种囊括了帕米尔植物区系中 83.8% 的属和 75.1% 以上的种, 而且它们多

为各种群落的优势种和建群种, 另外从整个属的分布状况来看多种属和少种属占有一定的优势, 这说明温带性质的属在地处北温带的帕米尔高原生长的十分好, 种系发育也很完全。很显然温带性质的属可视为本区系的主体, 这充分说明帕米尔地区植物区系的特征是由以北温带成分为主的温带性质起决定作用, 而这种作用在包括帕米尔高原在内的许多北方植物区系中表现都是较明显的(潘晓玲, 1999)。

1.4 种的分析

1.4.1 种的分布区类型 进行种的分布类型的研究, 可以进一步确定一个具体植物区系的地带性质和地理起源。根据本区每个种的现代地理分布资料, 将帕米尔高原的种子植物划分为不同的类型(表 3)。

(1) 世界分布共有 223 种, 它们主要隶属于一些世界广布的大科和一些世界广布的水生植物, 而且这一类型所含的种的生活类型大多数是旱生、中生草本, 它们中许多种类是帕米尔高原戈壁、砾石荒坡的优势种和常见种: 如藜科的驼绒藜(*Ceratoides lateans*)、光滨藜(*Atriplex laevis*)、木地肤(*Kochia prostrata*)、硬枝碱蓬(*Suaeda rigida*)、木本猪毛菜(*Salsola arbuscula*)、白茎盐生草(*Halogeton arachnoideus*)、豆科的阿拉套黄芪(*Astragalus alatavicus*)、东天山黄芪(*A. borodinii*)、斑果黄芪(*A. beketovicus*)、毛果黄芪(*A. lasiosemius*)、白花丹科的喀什补血草(*Limonium kaschgaricum*)、灰杆补血草(*L. roborowskii*)以及十字花科的心叶独行菜(*L. cordatum*)、宽叶独行菜(*L. latifolium*)、柱毛独行菜(*L. ruderale*)、独行菜(*L. apetalum*)等, 少数为水生草本广布于各地的水域, 是重要的水生植物资源, 这些属在中国分布的种类(特别是旱生种类)大多分布于西北地区, 而帕米尔的分布状况也证实了这一点。

(2) 各类热带分布(第 2 到 4 项)共有 17 种, 是本区含种数数量最少的分布类型, 这与本区所处的地理位置有很大的关系, 除了栽培作物玉米(*Zea*)外, 还分布有蒺藜(*Tribulus terrester*)、虎尾草(*Chloris virgata*)、狼尾草(*Pennisetum centrasiaticum*)、孔颖草(*Bothriochloa ischaemum*)、狗尾草(*Setaria viridis*)等, 这些起源热带的种在帕米尔地区不仅数量少而且分布范围也非常有限。

(3) 各类温带分布(第 8 到 14 项)共有 723 种, 是本区含种数数量最多的分布类型, 其中北温带和南温带间断分布变型的种数量最多约 220 种, 占总

表3 帕米尔高原种子植物科属种的地理成分
Table 3 Geographical compositions seed plants genera speceis of Pamirs

分布区类型 Areal types	科数 No. of families	比例 percen- tage(%)	属数 No. of genera	比例 percen- tage(%)	种数 No. of species	比例 percen- tage(%)
1 世界分布 Cosmopolitan	31	—	36	—	223	—
2 泛热带分布 Pantropic	7	25	10	3.7	12	1.6
3 热带亚热带和热带南美洲间断分布 Trop. & Subtr. E. Asia & Trop. Amer. Disjuncted	1	3.6	1	0.3	1	0.1
4 旧世界热带分布 Old World Trop.	—	—	2	0.7	4	0.5
8 北温带分布 North Temper	6	21.4	46	17.2	151	20.4
8-2 北极—高山分布 Arctic-Alpine	—	—	7	2.6	17	2.3
8-4 北温带和南温带间断分布 N. Temp & S. Temp. Disjuncted	10	35.7	52	19.5	220	29.7
8-5 欧亚和南温带间断分布 Eurasia & S. Amer. Disjuncted	2	7.1	5	1.9	77	10.4
9 东亚和北美间断分布 E. Asia & N. Amer. Disjuncted	—	—	7	2.6	18	2.4
10 旧世界温带分布 Old World Temperate	1	3.6	45	14.8	87	11.8
10-1 地中海区、西亚(中亚)和东亚间断分布 Mediterranean, W. Asia & E. Asia Disjuncted	—	—	2	0.7	7	0.9
10-2 地中海区和喜马拉雅间断分布 Mediterranean & Himalaya Disjuncted	—	—	3	1.1	4	0.5
10-3 欧亚和南非 Eursia & S. Africa Disjuncted	—	—	4	1.4	8	1.1
11 温带亚洲 Temp. Asia	—	—	11	4.1	21	2.8
12 地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean W. Asia to C. Asia	—	—	26	9.7	48	6.5
12-1 地中海区至中亚和南非洲或大洋洲间断分布 Mediterranean to C. Asia & S. Africa and Australasia Disjuncted	1	3.6	4	1.4	7	0.9
12-2 地中海区至西亚或中亚和墨西哥或古巴间断 Mediterranean to W. or C. Asia & Mexico or Cuba Disjuncted	—	—	1	0.3	1	0.1
12-3 地中海区至温带热带亚洲大洋洲或北美南部至南美洲南间断 Mediterranean to Temp.-Trop. Asia, Australasia & S. N. to S. Amer. Disjuncted	—	—	2	0.7	5	0.6
12-4 地中海区至温带热带非洲至喜马拉雅间断分布 Mediterranean to Temp-Trop. Africa & Himalaya Disjuncted	—	—	1	0.3	1	0.1
12-5 地中海区至北非中亚蒙古西南非洲西南澳大利亚北美洲西南部智利西部分布 Mediterranean to N. Africa & C. Asia to Mongolia, SW. Afr, SW Australasia, SW. Amer. & W. Chile	—	—	2	0.7	2	0.3
13 中亚 C. Asia	—	—	17	6.4	23	3.1
13-1 中亚东部 East. C. Asia	—	—	4	1.4	4	0.4
13-2 中亚东部至喜马拉雅和中国西南部 E. C. Asia to Himalaya, & SW. China	—	—	10	3.7	16	2.2
13-3 西亚至喜马拉雅和西藏 W. Asia to W. Himalaya & Tibet	—	—	2	0.7	2	0.3
13-4 中亚至喜马拉雅阿尔泰和太平洋北美洲间断分布 C. Asia to Himalaya-Altai & Pacific. N. Amer. disjuncted	—	—	1	0.3	1	0.7
14 东亚 E. Asia	—	—	2	0.7	3	0.4
合计 Total	59	100	303	100	963	100

种数的 22.9%，它们不仅构成本区植物区系的主体而且也是帕米尔地区数量最多分布范围最广的一种类型，常见的有圆柱披碱草(*Elymus cylindricus*)、拂子茅(*Calamagrostis epigeios*)、棒头草(*Polygonum fugax*)、薄荷(*Mentha haplocalyx*)、裂叶婆婆纳(*Veronica verna*)、染色茜草(*Rubia tinctorum*)等，其次为北温带分布类型约 151 种，占总种数的 15.7%，如欧马先蒿(*Pedicularis oederi*)、高原绢蒿(*Seriphidium grenardii*)、高山绢蒿(*S. rhodanthum*)、新疆蓟(*Olgaea pectinata*)、嵩草(*Kobresia bellardii*)、扁蕾(*Gentianopsis barbata*)、高山绣线

菊(*Spiraea alpina*)、西藏南芥(*Arabis tibetica*)等，再次为泛热带分布类型。

2 结论

(1) 中国帕米尔高原 59 科 303 属 963 种(包括变种)种子植物，仅为全国科数的 17.51%、属数的 9.72%、种数的 3.52%，明显的低于我国其他地区。其中裸子植物 3 科 3 属 12 种，仅占总种数的 1.25%，被子植物 56 科 300 属 951 种，占到总种数的 98.75%，而其中又以双子叶植物占绝对优势，有

49 科 248 属 727 种, 占总科数的 83.05%、总属数 81.85%、总种数的 75.49%, 单子叶植物 7 科 52 属 224 种仅占总科数的 11.86%、总种数的 23.26%。

(2) 在中国帕米尔高原 54 科种子植物中, 单属科和寡属科共计 44 科, 占总科数的 74.6%, 所含种数仅占总种数的 52.3%, 超过 20 属的科仅 3 科, 所含种数却占总种数的 38.6%; 单种或少种属也较多, 属种比值偏高为 31.46%, 区系组成较为复杂, 植物区系的优势现象明显, 仅 3 个大科便囊括了全区植物属数的 35.9%, 种数的 38.6%。

(3) 在中国帕米尔高原植物区系中, 科可划分为 4 种分布区类型和 3 种分布区变型; 属可划分为 11 个分布区类型和 15 个变型; 种可划分为 11 个分布区类型和 15 个变型。本区与温带区系的联系主要以北温带和南温带成分和旧世界温带成分为主, 与热带区系的联系主要以泛热带成分为主。

(4) 从科级、属级和种级水平来看, 区内植物区系明显以温带性质为主, 且主要以北温带和南温带

成分占主导地位, 而与热带区系的联系十分微弱。

参考文献:

- 吴征镒, 路安民, 汤彦承, 等. 2003. 中国被子植物科属综论 [M]. 北京: 科学出版社: 125—947
- 吴征镒, 周浙昆, 孙航等. 2006. 种子植物分布区类型及其起源和分化 [M]. 云南: 云南科技出版社: 146—451
- 潘晓玲, 党荣理, 伍光和. 2001. 西北干旱荒漠区植物区系地理与资源利用 [M]. 北京: 科学出版社: 34—46
- Jin ZX (金则新), Liu BL (刘宝材). 2007. Floristic analysis on seed plants of Taizhou in Zhejiang Province (浙江省台州市种子植物区系分析) [J]. *Guihaia* (广西植物), 27(3): 420—425
- Li XY (李学禹), Ma M (马森), Yan P (阎平). 1998. The index of the Pamirs Seed plants in China (中国帕米尔高原种子植物名录) [J]. *J Shihezi Univ* (石河子大学学报), 2(4): 266—280
- Pan XL (潘晓玲). 1999. Floristic analysis of seed plant genera in Xinjiang (新疆种子植物属的区系地理成分分析) [J]. *Bull Bot Res* (植物研究), 19(3): 248—258
- Wang GP (王果平), Zhou MD (周明冬), Yan P (阎平). 2006. Floristic characteristics of Gramineae in Pamirs Plateau of China (中国帕米尔高原禾本科植物区系特点) [J]. *Prat Sci* (草业科学), 23(5): 2—5
- Putz FE, Mooney HA. 1991. The Biology of Vines [M]. Cambridge: Cambridge University Press: 73—97
- Reddy MS, Parthasarathy N. 2003. Liana diversity and distribution in four tropical dry evergreen forests on the Coromandel coast of South India [J]. *Biodiv Conserv*, 12: 1 609—1 627
- Rice K, Brokaw N, Thompson J. 2004. Liana abundance in a Puerto Rican forest [J]. *For Ecol Manag*, 190: 33—41
- Richards PW. 1996. The tropical rain forest: an ecological study (2nd ed) [M]. Cambridge: Cambridge University Press: 575
- Schnitzer SA, Bongers F. 2002. The ecology of lianas and their role in forests [J]. *Tree*, 17: 223—230
- Schnitzer SA. 2005. A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution [J]. *Am Nat*, 166(2): 262—276
- Wang BR (王宝荣). 1997. A study on liana action of ravine tropical seasonal rain forest in Xishuangbanna (西双版纳勐养自然保护区沟谷热带季雨林藤本植物的行为研究) [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 增刊 IX: 70—76
- Zhu H (朱华), Wang H (王洪), Li BG (李宝贵). 2004. Plant diversity and physiognomy of a tropical montane rain forest in Mengsong, South Yunnan, China (滇南勐宋热带山地雨林的物种多样性与生态学特征) [J]. *Acta Phytocool Sin* (植物生态学报), 28(3): 351—360
- Zhang YW (张玉武), Yang HP (杨红萍). 2001. The studies on flora and ecological features of liana in Fanjing Mountain National Nature Reserve, Guizhou, China (贵州梵净山国家级自然保护区藤本植物的研究) [J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), 19(4): 269—298
- For *Ecol Manag*, 190: 3—14
- Muthuramkumar S, Parthasarathy N. 2000. Alpha diversity of lianas in a tropical evergreen forest in the Anamalais, Western Ghats, India [J]. *Divers Distrib*, 6: 1—14
- Nabe-Nielsen J. 2001. Diversity and distribution of lianas in a neotropical rain forest, Yasuni National Park, Ecuador [J]. *J Trop Ecol*, 17: 1—19
- Parren M, Bongers F. 2001. Does climber cutting reduce felling damage in southern Cameroon [J]. *For Ecol Manag*, 141: 175—188
- Parthasarathy N, Muthuramkumar S, Reddy MS. 2004. Patterns of liana diversity in tropical evergreen forests of peninsular India [J]. *For Ecol Manag*, 190: 15—31
- Pérez-Salicrup DR, Pinard MA, Putz FE. 2001. Cost and efficiency of cutting lianas in a lowland liana forest of Bolivia [J]. *Biotropica*, 33: 324—329
- Pérez-Salicrup DR, Meijere WD. 2005. Number of lianas per tree and number of trees climbed by lianas at Los Tuxtlas, Mexico [J]. *Biotropica*, 37: 153—156
- Phillips OL, Martinez RV, Arroyo L, et al. 2002. Increasing dominance of large lianas in Amazonian forest [J]. *Nature*, 418: 770—774
- Pinard MA, Putz FE. 1994. Vine infestation of large remnant trees in logged forest in Sabah, Malaysia: Biomechanical facilitation in vine succession [J]. *J Trop For Sci*, 6: 302—309
- Putz FE. 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama [J]. *Ecology*, 65: 1713—1724
- Putz FE, Chai P. 1987. Ecological studies of lianas in Lambir National Park, Sarawak, Malaysia [J]. *J Ecol*, 75: 523—531

.....

(上接第 72 页 Continue from page 72)