

铜壁关自然保护区藤本植物多样性研究

肖之强, 马晨晨, 代俊, 杜凡*

(西南林业大学林学院, 昆明 650224)

摘要: 为了解铜壁关自然保护区藤本植物现状, 经实地考察对其组成和多样性进行了研究。结果表明: 本区有藤本植物 676 种, 隶属于 65 科 209 属, 双子叶藤本植物具有明显优势, 计 56 科 192 属 597 种。生活型组成以高位芽藤本种类为主, 占藤本植物种数的 81.51%。攀援方式中缠绕藤本具有明显优势, 占藤本植物种数的 53.99%, 并提出了斜倚类藤本植物的概念。极高的降雨量、悬殊的海拔、多样的生境类型、广泛发育的各类原始阔叶林, 是本区藤本植物极为丰富的根本原因。

关键词: 铜壁关自然保护区; 藤本植物; 多样性; 生活型; 攀援方式

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2016.04.011

Analysis on Diversity of Vines in Tongbiguan Nature Reserve

XIAO Zhi-Qiang, MA Chen-Chen, DAI Jun, DU Fan*

(College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: In order to understand the current status of vines in Tongbiguan Nature Reserve, the diversity and composition of vines were studied by field survey. The results showed that there are 676 vine species belonging to 65 families and 209 genera in Tongbiguan Nature Reserve. Dicotyledonous vines dominate in the species composition, with 597 species belonging to 192 genera and 56 families. According to life-form, phanerophyte vines are predominant, accounting for 81.51% of the total. Twining vines are the majority and account for 53.99% of the total. The concept of leaning vines is proposed. High rainfall, undulating altitudes, diverse habitat types, and highly diverse primary broadleaved forests are significant of the enormous abundance of vines in this region.

Key words: Tongbiguan Nature Reserve; Vine; Diversity; Life-form; Climbing style

藤本植物是热带亚热带森林群落的重要组成部分, 在森林群落的结构和演变, 以及森林植物多样性格局的形成和维持方面, 发挥着极其重要的作用^[1]。近十几年来对藤本植物的研究主要集中在丰富度和多样性方面^[2-8], 然而, 研究的广度和深度远不及其他植物类群。

铜壁关自然保护区位于云南省西南部边境地区, 山高谷深, 立体气候特征非常明显。保护区植物种类丰富, 1992 年被确定为中国 A 级保护区之一。目前, 对该区苔藓植物、兰科植物、珍稀濒危植物及种子植物的多样性和区系研究只有少量报

道^[9-12], 对该区藤本植物多样性的研究尚属空白。

1 研究地概况

铜壁关省级自然保护区建立于 1986 年, 位于云南西南部德宏傣族景颇族自治州, 地跨盈江、瑞丽、陇川三县市, 地理坐标为 97°31'~98°05" E, 23°54'~24°51' N, 面积 50474.5 hm²。保护区与缅甸交界, 国境线长达 137 km。最低海拔 210 m, 是云南省西半部的最低海拔区, 而最高海拔为 3406 m, 是德宏州的最高海拔。该区属于云南高黎贡山南部

收稿日期: 2015-09-01

接受日期: 2015-12-07

基金项目: 云南省环保厅项目资助

This work was supported by the Project of Yunnan Environmental Protection Agency.

作者简介: 肖之强(1990~), 男, 硕士研究生, 研究方向为植物多样性。E-mail: blackstar1990@163.com

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: kmdufan@163.com

支尖系高山向西南延伸的余脉,位于亚洲重要的伊洛瓦底江上游,是我国伊洛瓦底江水系的主要热带区域,夏季受孟加拉湾西南季风暖湿气流影响显著,年降雨量超过 3000 mm。植被以阿萨姆娑罗双(*Shorea assamica*)、东京龙脑香(*Dipterocarpus retusus*)等高大乔木为特征,保存了我国迄今面积最大的龙脑香热带林,面积超过 4000 hm²[13]。

2 研究方法

2.1 数据来源

1995–1999 年(铜壁关自然保护区第一次科学考察)、2002–2003 年(中荷政府合作“云南省森林保护和社区发展项目”,简称 FCCDP)、2009–2010 年(铜壁关自然保护区范围扩大后的科学考察)、2013 年 9–10 月和 2014 年 9–10 月(云南省环保厅德宏州野生植物资源调查),先后 5 次对铜壁关自然保护区植物资源进行系统调查,采集植物标本 10000 余号,根据《中国植物志》[14]、《云南植物志》[15]、*Flora of China*[16]及相关文献进行鉴定,建立铜壁关自然保护区植物数据库。

2.2 藤本植物的确定

关于藤本植物的定义不同文献有差异。国外 Darwin^[17]是最早对藤本植物进行系统观测和分类的学者,根据藤本植物的攀援方式和攀援器官将藤本植物划分为茎缠绕类、叶攀援类、根系附着类和钩刺等附属器官类 4 大类型[18]; Harris 等^[19]认为藤本植物是具茎却不能支撑而需攀援在其他支持物上生长的植物; Putz^[20]则将生态学和形态学特征结合起来将藤本植物分为木质藤本、草质类、木质附生类(包括绞杀植物)、草质附生类和半附生类[18];在我国,曲仲湘是最早系统观察和报道藤本植物的学者,他依据藤本植物在支柱木上攀援的方式,将具有细长茎的附生植物也划分为藤本类[2];蔡永立等^[17]将藤本植物定义为一类不能自由直立、通过主茎缠绕或攀援器官攀援升高的植物类群;而胡亮^[6]将藤本植物定义为能通过缠绕、卷须、吸器或搭靠等方式依附其他植物体实现向上攀援生长,并能超过自身在无支持物条件下生长时所能达到的最大高度或长度的植物。上述定义没有将藤本植物与附生植物和寄生植物明确区分开。

本文的藤本植物是指根着生在土壤里,植物体从土壤中获得水分和无机盐,茎细长,不能独立向上生长,需要通过缠绕、卷曲、搭靠等方式向上生长的植物。与上述作者的不同之处在于明确和强调了藤本植物获取营养物质(水分、无机盐)的方式,明确了藤本植物与附生植物、寄生植物和匍匐植物的区别。因此,本文研究的藤本植物不包括茎细长型但根不进入土壤的附生植物[如苦苣苔科(*Gesneriaceae*) 芒毛苣苔属(*Aeschynanthus*)、天南星科(*Araceae*) 石柑属(*Pothos*)等]、茎细长型不能直立向上生长的寄生植物[如旋花科(*Convolvulaceae*) 菟丝子(*Cuscuta chinensis*)]、茎细长型不能向上生长的匍匐贴地生长的植物[如蔷薇科(*Rosaceae*) 蛇莓(*Duchesnea indica*)、桑科的地石榴(*Ficus tikou*)等]。

全部种类为藤本植物的科(属)称为藤本植物专有科(属);其他的含藤科(属)为非藤本植物专有科(属)。

2.3 生活型和攀援方式的划分

按照蔡永立等^[18]修订的藤本植物生活型系统,将铜壁关自然保护区藤本植物的生活型分为高位芽藤本、地上芽藤本、地面芽藤本、地下芽藤本和一年生藤本;并在蔡永立^[21]划分的 4 类攀援方式(缠绕类、卷曲类、搭靠类、吸固类)基础上,增加斜倚类。缠绕是指植物利用主茎缠绕其支持物不断向上的攀援方式;卷曲指植物利用其卷须、特化的叶柄和小枝而攀援其支持物不断向上的攀援方式;搭靠指植物利用其自身的钩、刺搭靠其支持物而向上攀援的方式;吸固指植物利用其茎上形成的不定根或小枝特化为吸盘粘着支持物而向上攀援的方式;斜倚指植物的茎和枝条不缠绕、不卷曲,无卷须和钩刺等附属器官,也没有不定根或吸盘等,通过茎和枝条简单依靠在其他植物上向上生长,与上述 4 类藤本植物不同,如苋科的浆果苋(*Deeringia amarantoides*)、漆树科的藤漆(*Pegia nitida*)等。

3 结果

铜壁关自然保护区植物资源十分丰富。综合多次调查结果,保护区至今记录野生种子植物 217 科 1234 属 3475 种,其中被子植物 210 科 1225 属 3464 种。

3.1 物种多样性分析

经统计, 铜壁关自然保护区有藤本植物 676 种, 隶属于 65 科 209 属。其中裸子植物 1 科 1 属 4 种; 被子植物 64 科 208 属 672 种; 双子叶植物科属种最多, 计 56 科 192 属 597 种, 分别占含藤科、属、种数的 86.15%、91.87%和 88.31%; 单子叶植物计 8 科 16 属 75 种, 分别占含藤科、属、种

数的 12.31%、7.66%和 11.09%;, 分别占保护区种子植物科、属、种数的 29.95%、16.94%和 19.45% (表 1)。

和全国其他地区相比(表 2), 保护区藤本植物在种数和属数, 尤其是在密度上明显较高, 在云南乃至全国都位于前列, 是中国藤本植物种类最丰富的区域之一。

表 1 铜壁关自然保护区藤本植物特征

Table 1 Characteristic of vine in Tongbiguan Nature Reserve

	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	%	数量 Number	%	数量 Number	%
双子叶植物 Dicotyledon	56	86.15	192	91.87	597	88.31
单子叶植物 Monocotyledon	8	12.31	16	7.66	75	11.09
裸子植物 Gymnosperm	1	1.54	1	0.48	4	0.59
合计 Total	65	100.00	209	100.00	676	100.00

表 2 铜壁关自然保护区与其他地区藤本植物比较

Table 2 Comparison of vine among Tongbiguan Nature Reserve and other regions

	面积 (km ²) Area	种数 Number of species (S)	属数 Number of genera (G)	S/G	密度 (sp. km ⁻²) Density
铜壁关自然保护区 Tongbiguan Nature Reserve	504.75	676	209	3.23	1.34
井冈山 Jinggangshan ^[22]	665.32	409	181	2.26	0.61
哀牢山 Ailao Mountain ^[23]	667	341	139	2.45	0.51
梵净山 Fanjingshan ^[24]	600	253	89	2.84	0.42
衡山 Hengshan ^[25]	180.87	142	78	1.82	0.79

科级水平 保护区藤本植物有 9 科超过 20 种, 虽仅占含藤科的 13.85%, 但占总藤本植物种数的 46.67% (表 3), 如萝藦科(Asclepiadaceae, 48 种)、蝶形花科(Papilionaceae, 47 种)、葫芦科(Cucurbitaceae, 43 种)、茜草科(Rubiaceae, 34 种)、葡萄科(Vitaceae, 33 种)、旋花科(Convolvulaceae, 33 种)、防己科(Menispermaceae, 26 种)和薯蓣科(Dioscoreaceae, 23 种)等。有 26 科含 6~20 种, 数量最多, 如毛茛科(Ranunculaceae, 20 种)、番荔枝科(Annonaceae, 19 种)、含羞草科(Mimosaceae, 17 种)、胡椒科(Piperaceae, 15 种)、卫矛科(Celastraceae, 13

种)、棕榈科(Palmaceae, 13 种)、马兜铃科(Aristolochiaceae, 12 种)、紫金牛科(Myrsinaceae, 12 种)、白花菜科(Capparidaceae, 11 种)等。有 18 科含 2~5 种, 分别占含藤科和藤本植物种数的 27.69%和 9.19%, 如龙胆科(Gentianaceae, 5 种)、马鞭草科(Verbenaceae, 4 种)、胡颓子科(Elaeagnaceae, 3 种)和牛栓藤科(Connaraceae, 2 种)等。只含 1 种的有 12 科, 占含藤科的 18.46%, 占藤本植物种数的 1.78%, 如心翼果科(Cardiopteridaceae)、铁青树科(Olacaceae)等。可见, 保护区藤本植物科的构成十分丰富, 但种数主要集中在少数科中, 大科比例不高。

表 3 铜壁关自然保护区藤本植物科的特征

Table 3 Characteristics of vine family in Tongbiguan Nature Reserve

	科 Family		种 Species	
	数量 Number	%	数量 Number	%
大科(>20 种) Big family containing more than 20 species	9	13.85	315	46.67
中等科(6~20 种) Middle family containing 6-20 species	26	40.00	286	42.37
寡种科(2~5 种) Small family containing 2-5 species	18	27.69	62	9.19
单种科 Family containing 1 species	12	18.46	12	1.78
合计 Total	65	100.00	678	100.00

表 4 铜壁关自然保护区藤本植物属的特征

Table 4 Characteristics of vine genus in Tongbiguan Nature Reserve

	属 Genus		种 Species	
	数量 Number	%	数量 Number	%
大属(>20 种) Big genus containing more than 20 species	1	0.48	23	3.40
中等属(6~20 种) Middle genus containing 6~20 species	35	16.75	326	48.22
寡种属(2~5 种) Small genus containing 2~5 species	78	37.32	232	34.32
单种属 Genus containing 1 species	95	45.45	95	14.05
合计 Total	209	100.00	676	100.00

属级水平 含种数最多的属为薯蓣属(*Dioscorea*, 23 种)(表 4); 含 6~20 种的有 35 属, 占含藤属数的 17.23%, 种数占藤本植物种数的 48.22%。主要为铁线莲属(*Clematis*, 17 种)、崖爬藤属(*Tetrastigma*, 17 种)、素馨属(*Jasminum*, 16 种)、胡椒属(*Piper*, 15 种)、菝葜属(*Smilax*, 14 种)、马兜铃属(*Aristolochia*, 12 种)、酸藤子属(*Embelia*, 12 种)、瓜馥木属(*Fissistigma*, 12 种)、栝楼属(*Trichosanthes*, 12 种)等; 含少于 5 种的有 173 属, 占藤本植物属数的 82.77%, 种数占藤本植物种数的 48.37%, 如买麻藤属(*Gnetum*, 4 种)、蛇葡萄属(*Ampelopsis*, 2 种)、心萼薯属(*Aniseia*, 1 种)。可见, 铜壁关自然保护区藤本植物大都集中于超过 5 种的属, 而大属比例不高。

3.2 科(属)的专有成性分析

保护区有 11 科为藤本植物专有科, 占含藤科数的 16.92%, 分别是心翼果科、五味子科、翅子藤科、薯蓣科、大血藤科、莲叶桐科、防己科、西番莲科、买麻藤科、葫芦科和猕猴桃科。有 185 专有属, 占含藤属数的 83.08%, 种类较多的专有属是薯蓣属(23 种)、崖爬藤属(17 种)、瓜馥木属(12 种)、马兜铃属(12 种)、栝楼属(12 种)等。非专有科、属分别为 55 科和 24 属, 分别占含藤科数和属数的 83.08%和 11.48%。本区藤本植物专有科、属的比例均高于中国亚热带东部^[19]的五省一市(15.5%和 63.4%)。藤本植物专有科、属以热带成分为主, 与保护区的地理气候特征相吻合。

3.3 生活型分析

高位芽藤本植物 有 551 种, 占藤本植物总种数的 81.51%。多为木质藤本, 其藤本习性最为发达, 高可愈 30 m, 分布于各类森林中, 尤其是低海拔的热带雨林, 多数是顶级群落的固有成分。缠绕类占绝对优势, 共有 307 种, 占高位芽藤本的

55.72%, 如萼翅藤(*Calycopteris floribunda*)、藤枣(*Eleutharrhena macrocarpa*)、大花五味子(*Schisandra grandiflora*)、石山紫玉盘(*Uvaria macclurei*)、大血藤(*Sargentodoxa cuneata*)、巴豆藤(*Craspedolobium schochii*)均表现出很强的缠绕性; 卷曲类其次, 占高位芽藤本总数的 16.88%, 如滇南铁线莲(*Clematis fulvicoma*)、镰叶西番莲(*Passiflora wilsonii*)、定心藤(*Mappianthus iodoides*); 搭靠类占 11.98%, 如藤本竹类刺麻竹(*Cephalostachyum scandens*)、梨藤竹(*Melocalamus compactiflorus*)、流苏梨藤竹(*M. compactiflorus* var. *fimbriatus*)、皱果梨藤竹(*M. rugosus*)和新小竹(*Neomicocalamus prainii*)通过侧枝替代主茎, 依靠其它物体进行攀援; 斜倚类和吸固类较少, 分别占高位芽藤本的 8.71%和 6.72%(表 5)。

地上芽藤本植物 有 17 种, 占藤本植物总种数的 2.51%。以多年生草质藤本为主, 其接近地面的部分通常木质化程度较高, 没有地下茎和地下变态根等营养繁殖器官, 冬季木质化程度低的部分被冻死, 来年春天从茎基部抽芽生长; 主要分布于林缘, 其攀援高度有限, 一般不超过 5 m。仅有缠绕和斜倚两种攀缘方式, 缠绕类如朱砂藤(*Cynanchum officinale*)、牛皮消(*Cynanchum auriculatum*)、鸡矢藤(*Paederia scandens*); 斜倚类如小叶娃儿藤(*Tylophora tenuis*)。

地面芽藤本植物 有 70 种, 占藤本植物总种数的 10.36%。为多年生草质藤本, 木质化程度比地面芽藤本低, 冬季地上部分死亡, 来年春天由保存在地下的根茎部分发芽生长, 因而其攀援高度有限, 通常不超过 3 m。以卷曲类最多, 其次是缠绕类、搭靠类和吸固类。常见的卷曲类如保山乌头(*Aconitum nagarum*)、云南蔓龙胆(*Crawfordia campanulacea*)、峨眉双蝴蝶(*Tripterospermum cordatum*)和党参(*Codonopsis pilosula*); 缠绕类如菝葜叶栝楼(*Trichosanthes smilaeifolia*)、毛绞股蓝(*Gynostemma*

pubescens)和帽儿瓜(*Mukia maderaspatana*); 搭靠类如梵茜草(*Rubia manjith*)、打碗花(*Calystegia hederacea*)和大百部(*Stemona tuberosa*); 吸固类如三叶地锦(*Parthenocissus semicordata*)。

地下芽藤本植物 有 28 种, 占藤本植物总种数的 4.14%。为草质藤本, 茎的木质化程度很低, 地下有根状茎、块茎、块根、鳞茎等过冬的营养繁殖结构, 冬季地上部分死亡, 其活芽完全埋在土壤中, 来年春天从地下营养繁殖器官上发芽生长。本

类型植物攀援高度有限, 一般不超过 3 m, 主要分布于林缘, 少量生于林下。攀缘方式以缠绕和斜倚为主, 如薯蓣属、天门冬属(*Asparagus*)等。

一年生藤本植物 有 10 种, 占藤本植物总种数的 1.48%。多为柔弱草质藤本, 冬天植株死亡, 来年由种子萌发生长。主要生长于林缘、林窗、灌丛等生境, 其攀援高度有限, 一般不超过 2 m。以卷曲类为主, 如天茄子(*Calonyction muricatum*)、短瓣花(*Brachystemma calycinum*)、葎草(*Galium aparine*)。

表 5 铜壁关自然保护区藤本植物的生活型

Table 5 Life-form of vine in Tongbiguan Nature Reserve

	种数 Number of species						%
	高位芽 Phanerophyte	地上芽 Chamaephyte	地面芽 Hemicryptophyte	地下芽 Geophyte	一年生 Therophyte	合计 Total	
缠绕类 Twining	307	16	18	23	1	365	53.99
卷曲类 Curling	93	0	43	0	9	145	21.45
搭靠类 Hooking	66	0	6	0	0	72	10.65
吸固类 Adhering	37	0	3	0	0	40	5.92
斜倚类 Reclining	48	1	0	5	0	54	7.99
合计 Total	551	17	70	28	10	676	100.00
%	81.51	2.51	10.36	4.14	1.48	100.00	-

4 讨论和结论

铜壁关自然保护区藤本植物有 65 科 209 属 676 种, 其中裸子植物 1 科 1 属 4 种; 被子植物 64 科 208 属 672 种。藤本植物分别占保护区种子植物总科、属、种的 29.95%、16.94%和 19.45%。藤本植物分布的科(属)广泛, 但多数种类集中在少数大科(属)中。

保护区藤本植物种类十分丰富, 与其自然地理特征密切相关。保护区降雨量大; 最低海拔 210 m, 最高海拔 3406 m, 区内发育了典型的季节雨林、山地雨林、半常绿季雨林、落叶季雨林、季风常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、山顶苔藓矮林等各类阔叶林类型的森林植被, 浓缩了云南省西半部的主要阔叶林类型。而阔叶林类型的森林植被正是藤本植物赖以生存和发展的摇篮。因此, 保护区极高的降雨量、高差悬殊的海拔、多样的生境类型、广泛发育的各类原始阔叶林, 是其藤本植物极为丰富的根本原因。

此前多数研究者将藤本植物分为缠绕、卷曲、搭靠、吸固四大类^[21,26]。然而, 我们根据野外观察, 诸如藤漆属、浆果苋属、玉叶金花属、天门冬属、藤本竹类等植物既不表现出缠绕、卷曲和搭靠的性

状, 也不具有吸固特征, 没有卷须、钩刺等附属器官、也没有不定根或吸盘, 它们的攀援性不强, 又不能独自直立生长, 需要通过茎和枝条简单依靠其他物体向上攀援, 与上述 4 类藤本植物的攀援方式不同。这类藤本植物通常被描述为藤灌类、藤蔓状、蔓生植物、蔓性植物, 但是这些描述并没有反映其攀援机制, 本文将这类藤本植物单独划分为斜倚类。

保护区藤本植物的生活型以高位芽类为主, 占藤本植物总种数的 89.26%; 地上芽、地面芽、地下芽和一年生藤本植物种类较少, 分别占藤本植物总种数的 81.51%、2.51%、10.36%、4.14%和 1.48%。保护区藤本植物生活型丰富, 但以高位芽为主。这种生活型比例和整个区域的植物生活型相一致, 与当地的自然地理特征相关。

保护区藤本植物的攀缘方式以缠绕为主, 占本区藤本植物总数的 54.21%, 卷曲类、搭靠类、吸固类和斜倚类藤本植物种类较少, 分别占藤本植物总种数的 21.45%、10.65%、5.92%和 7.99%。缠绕是藤本植物利用资源最有效的方式, 是最主流的攀援类型, 也可能是最原始和简单的攀援方法^[27]。

保护区分布藤本竹类有 3 属 5 种, 即针麻竹、梨藤竹、流苏梨藤竹、皱果梨藤竹和新小竹。藤本竹类通过侧枝不断代替主茎, 依靠其他植物完成攀

援,攀援高度可达 20 m,高度依赖森林,是特殊的斜倚类藤本植物。藤本竹类是热带森林的标志成分,在保护区从海拔 210 m 到 1900 m 的区域都有分布。较多藤本竹类的存在是本区的区域特征。

曾有研究指出,缠绕类藤本植物通常出现在自然群落演替的早、中期,因为在这两个时期,不仅具有较好的光照环境,而且有小到中级的支柱木可以利用^[18]。但是本保护区森林植被多为热带雨林及常绿阔叶林的顶级群落,并非群落演替的早中期阶段,本文的研究结果不支持这个观点。

本文强调藤本植物的根从土壤中获取营养物质(水分和无机盐),明确了藤本植物的水分营养方式与寄生植物和附生植物的不同。附生植物的根不进入土壤中,其生长所需的水分和无机盐是从地面以上的附着上获得,因此其首要的制性因子是降雨和空气湿度,若湿度(或降雨)不够就难以保障其在空气中获取水分;而藤本植物的主要限制因子则是热量。藤本植物的根从土壤中获取水分,对大气中水分含量的要求没有附生植物高,但对热量的要求通常要比附生植物高,因而在热量充足的地区藤本植物能够迅速生长。Putz^[20]、曲仲湘^[2]等将附生植物划分为藤本类,明显扩大了藤本植物的范围^[18]。

致谢 西南林业大学李茂彪老师和石明老师在论文写作过程中给予支持,同窗研究生侯昭强、侯淑娜在野外调查、标本鉴定等方面的帮助,以及铜壁关省级自然保护区工作人员在野外调查中的支持,在此表示衷心感谢!

参考文献

- [1] YUAN C M, LIU W Y, YANG G P. Species composition and diversity of lianas in forest gaps of montane moist evergreen broad-leaved forest in Ailao Mts., Yunnan, China [J]. *J Mount Sci*, 2008, 26(1): 29–35. doi: 10.3969/j.issn.1008-2786.2008.01.006.
袁春明, 刘文耀, 杨国平. 哀牢山湿性常绿阔叶林林窗木质藤本植物的物种组成与多样性 [J]. *山地学报*, 2008, 26(1): 29–35. doi: 10.3969/j.issn.1008-2786.2008.01.006.
- [2] QU Z X. Observation on twining vines in southern forest of China [J]. *Acta Phytoecol Geobot Sin*, 1964, 2(1): 1–9.
曲仲湘. 我国南方山地森林中缠绕藤本植物的初步观察 [J]. *植物生态学与地植物学丛刊*, 1964, 2(1): 1–9.
- [3] WANG B R. A study on the liana action of ravine tropical seasonal rain forest in Xishuangbanna [J]. *Acta Bot Yunan*, 1997, (Suppl IX): 70–76.
王宝荣. 西双版纳勐养自然保护区沟谷热带季节雨林藤本植物的行为研究 [J]. *云南植物研究*, 1997(增刊IX): 70–76.
- [4] SCHNITZER S A, CARSON W P. Treefall gaps and the maintenance of species diversity in a tropical forest [J]. *Ecology*, 2001, 82(4): 913–919. doi: 10.1890/0012-9658(2001)082[0913:TGATMO]2.0.CO;2.
- [5] YAN L H, QI C J, PENG C L. Species diversity and ecological characteristics of vines in Hunan and Hubei Provinces [J]. *Sci Silv Sin*, 2006, 42(11): 17–22. doi: 10.3321/j.issn.1001-7488.2006.11.004.
颜立红, 祁承经, 彭春良. 湖南湖北藤本植物物种多样性和生态特征 [J]. *林业科学*, 2006, 42(11): 17–22. doi: 10.3321/j.issn.1001-7488.2006.11.004.
- [6] HU L. Distribution and diversity of climbing plants in temperate East Asia [J]. *Biodiv Sci*, 19(5): 567–573. doi: 10.3724/SP.J.1003.2011.07064.
胡亮. 东亚温带藤本植物多样性及其格局 [J]. *生物多样性*, 2011, 19(5): 567–573. doi: 10.3724/SP.J.1003.2011.07064.
- [7] WANG Y S, YANG X J, CHEN L J, et al. Diversity and ecological characteristics of wild liana in Hunan Huangsang National Nature Reserve [J]. *Acta Bot Boreali-Occid Sin*, 2013, 33(10): 2095–2103.
王业社, 杨贤均, 陈立军, 等. 湖南黄桑国家级自然保护区野生藤本植物多样性和生态特征 [J]. *西北植物学报*, 2013, 33(10): 2095–2103.
- [8] YUAN C M, LIU W Y, YANG G P. Diversity and spatial distribution of lianas in a mid-montane moist evergreen broad-leaved forest in the Ailao Mountains, SW China [J]. *Biodiv Sci*, 2015, 23(3): 332–340. doi: 10.17520/biods.2014224.
袁春明, 刘文耀, 杨国平. 哀牢山中山湿性常绿阔叶林木质藤本植物的多样性与空间分布 [J]. *生物多样性*, 2015, 23(3): 332–340. doi: 10.17520/biods.2014224.
- [9] TANG J R, YANG B L, LU T, et al. Investigation on bryophyte resource in Longchuan area of Tongbiguan Nature Reserve, Yunnan Province [J]. *J SW For Coll*, 2006, 26(2): 24–28. doi: 10.3969/j.issn.2095-1914.2006.02.006.
唐景儒, 杨比伦, 卢廷, 等. 铜壁关自然保护区陇川片区苔藓植物资源调查 [J]. *西南林学院学报*, 2006, 26(2): 24–28. doi: 10.3969/j.issn.2095-1914.2006.02.006.
- [10] ZHAO M X, DU F, YAN X S, et al. Analysis on species diversity of Orchidaceae in Tongbiguan Nature Reserve, Yunnan Province [J]. *J SW For Univ*, 2011, 31(2): 31–34. doi: 10.3969/j.issn.2095-1914.2011.03.007.
赵明旭, 杜凡, 岩香甩, 等. 铜壁关自然保护区兰科植物多样性分析 [J]. *西南林业大学学报*, 2011, 31(2): 31–34. doi: 10.3969/j.issn.2095-1914.2011.03.007.
- [11] QIAN Q, YANG C K, ZHANG Y B, et al. Study on distribution pattern of the rare and endangered plant species in Tongbiguan Nature Reserve [J]. *J SW For Univ*, 2012, 32(2): 43–48. doi: 10.3969/j.issn.2095-1914.2012.02.009.

- 钱强, 杨从宽, 张友兵, 等. 铜壁关自然保护区珍稀濒危植物海拔梯度分布格局 [J]. 西南林业大学学报, 2012, 32(2): 43–48. doi: 10.3969/j.issn.2095-1914.2012.02.009.
- [12] YIN W Y, SHU Q T, LI J Y. A study on flora of spermatophyte of Tongbiguan Nature Reserve in Yunan [J]. J NW Agri For Univ (Nat Sci), 2007, 35(1): 204–210. doi: 10.3321/j.issn:1671-9387.2007.01.042.
- 尹五元, 舒清志, 李进宇. 云南铜壁关自然保护区种子植物区系研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(1): 204–210. doi: 10.3321/j.issn:1671-9387.2007.01.042.
- [13] YANG Y M, DU F. Intergrated Scientific Studies of Yunnan Tongbiguan Nature Reserve [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2006: 1–386.
- 杨宇明, 杜凡. 云南铜壁关自然保护区科学考察研究 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006: 1–386.
- [14] Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita. Florae Reipublicae Popularis Sinicae, Tomus 1–80 [M]. Beijing: Science Press, 1956–2004.
- 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志, 第 1–80 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1956–2004.
- [15] Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. Flora Yunnanica, Vol. 1–21 [M]. Beijing: Science Press, 1976–2006.
- 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志, 第 1–21 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1976–2006.
- [16] WU Z Y, PETER R H. Flora of China, Volume 1–25 [M]. Beijing: Science Press & St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2003–2010.
- [17] DARWIN C. Translated by ZHANG Z Q. Movement and Habits of Climbing Plants [M]. Beijing: Science Press, 1998: 1–123.
- DARWIN C. 张肇骞, 译. 攀援植物的运动和习性 [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 1–123.
- [18] CAI Y L, SONG Y C. The revision of vine life-form system and analysis of it in the subtropical zone of East China [J]. Acta Ecol Sin, 2000, 20(5): 808–814. doi: 10.3321/j.issn:1000-0933.2000.05.016.
- 蔡永立, 宋永昌. 藤本植物生活型系统的修订及中国亚热带东部藤本植物的生活型分析 [J]. 生态学报, 2000, 20(5): 808–814. doi: 10.3321/j.issn:1000-0933.2000.05.016.
- [19] HARRIS J G, HARRIS M W. Translated by WANG Y F, ZHAO L C, FENG G P, et al. Plant Identification Terminology: An Illustrated Glossary [M]. Beijing: Science Press, 2001: 1–302.
- HARRIS J G, HARRIS M W. 王宇飞, 赵良成, 冯广平, 等, 译. 图解植物学词典 [M]. 北京: 科学出版社, 2001: 1–302.
- [20] PUTZ F, MOONEY H A. The Biology of Vines [M]. Cambridge: Cambridge Press, 1991: 1–153.
- [21] CAI Y L, SONG Y C. Diversity of vines in subtropical zone of East China [J]. J Wuhan Bot Res, 2000, 18(5): 390–396. doi: 10.3969/j.issn.2095-0837.2000.05.008.
- 蔡永立, 宋永昌. 中国亚热带东部藤本植物的多样性 [J]. 武汉植物学研究, 2000, 18(5): 390–396. doi: 10.3969/j.issn.2095-0837.2000.05.008.
- [22] DENG X L, WEN L, LONG W W. Flora analysis of vines in Jinggangshan [J]. J Anhui Agri Sci, 2007, 35(18): 5521–5523. doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2007.18.089.
- 邓贤兰, 温磊, 龙婉婉. 井冈山藤本植物区系分析 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(18): 5521–5523. doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2007.18.089.
- [23] YANG G P, HUANG J P, XIE Y N, et al. Flora and ecological habits of wild vines in the Ailao Mountains [J]. J NW For Univ, 2013, 28(3): 79–83. doi: 10.3969/j.issn.1001-7461.2013.03.14.
- 杨国平, 黄建平, 谢有能, 等. 哀牢山野生藤本植物区系与生态习性分析 [J]. 西北林学院学报, 2013, 28(3): 79–83. doi: 10.3969/j.issn.1001-7461.2013.03.14.
- [24] ZHANG Y W. Studies on climbing fashions and types of liana in Fanjingshan Nature Reserve, Guizhou, China [J]. Guihaia, 2000, 20(4): 301–312. doi: 10.3969/j.issn.1000-3142.2000.04.003.
- 张玉武. 贵州梵净山自然保护区藤本植物攀援方式及类型的研究 [J]. 广西植物, 2000, 20(4): 301–312. doi: 10.3969/j.issn.1000-3142.2000.04.003.
- [25] YAN L H, JIANG L Y, XIANG G F, et al. Basic characters in Hengshan Mountain National Nature Conservation Zone in Hunan Province [J]. J CS Univ For Techn, 2010, 30(9): 55–60. doi: 10.3969/j.issn.1673-923X.2010.09.010.
- 颜立红, 蒋利媛, 向光锋, 等. 湖南衡山国家级自然保护区藤本植物的基本特征 [J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(9): 55–60. doi: 10.3969/j.issn.1673-923X.2010.09.010.
- [26] WANG Y S, CHEN L J, YANG X J, et al. Analyses on composition and diversity of wild liana in Xinning of Hunan Province [J]. J Plant Resour Environ, 2013, 22(4): 89–97. doi: 10.3969/j.issn.1674-7895.2013.04.13.
- 王业社, 陈立军, 杨贤均, 等. 湖南新宁野生藤本植物组成及多样性分析 [J]. 植物资源与环境学报, 2013, 22(4): 89–97. doi: 10.3969/j.issn.1674-7895.2013.04.13.
- [27] YAN L H, QI C J. Vine diversity of Huping mountain in Hunan Province [J]. Sci Silv Sin, 2007, 43(6): 20–26. doi: 10.3321/j.issn:1001-7488.2007.06.004.
- 颜立红, 祁承经. 湖南壶瓶山藤本植物多样性研究 [J]. 林业科学, 2007, 43(6): 20–26. doi: 10.3321/j.issn:1001-7488.2007.06.004.