

# 巨柏群落特征的研究

罗建, 王景升, 罗大庆, 潘刚, 郑维列

(西藏高原生态研究所, 西藏 林芝 860000)

**摘要:** 巨柏是西藏特有的珍稀濒危植物, 天然群落稀少。选择巨柏群落分布较集中的地段设置样地, 并以植物群落调查样地资料为基础, 分析了群落的种类组成、区系特征、群落外貌、垂直结构和水平结构等群落学特性。对不同地段的 7 块样地材料分析结果表明: 调查样地共有维管植物 90 种, 分别隶属于 41 科 77 属, 其中只含一种的属占 84.42%。巨柏群落区系组成、群落植物生活型、叶的性质等特征, 总体都反映了群落的温带性质。群落垂直结构明显, 可分为乔木层、灌木层、草本层, 也有部分层间植物, 乔木层郁闭度为 0.3~0.5, 巨柏为乔木层的单一优势种, 而群落植物的水平分布不均匀。与林芝云杉林比较, 巨柏群落物种多样性偏低。

**关键词:** 巨柏群落; 群落特征; 物种多样性; 西藏

中图分类号: S718.54 文献标识码: A

## Study on the Characteristics of *Cupressus gigantea* Community in Tibet

LUO Jian, WANG Jing-sheng, LUO Da-qing, PAN Gang, ZHENG Wei-lie

(Research Institute of Tibet Plateau Ecology, Linzhi 860000 Tibet China)

**Abstract** *Cupressus gigantea* is a rare-endangered plant species and its natural communities are scarce. Seven sample plots were selected on the distributing centers of community. Based on the data from 7 sample plots in different stands in the area, the community characteristics of *Cupressus gigantea* were analyzed on the composition, flora characteristics, community physiognomy, vertical and horizontal structure. The results showed that the community were composed of 90 species of Tracheophyta which belongs to 41 families and 77 genera, in which 84.42% of genera contained only one species. The flora components, life-form spectrum and leaf characters showed their typical temperate character; the community vertical structure could be clearly divided into arbor layer, shrub layer, herb layer, and some interstater plants. The arbor layer had a crown density of 0.3~0.5 and was dominated by individuals of *Cupressus gigantea* in the community, and the horizontal structure was not symmetrical. Compared with *Picea likiangensis* var. *linzhiensis* community, the species diversity of *Cupressus gigantea* community was lower.

**Key words** *Cupressus gigantea* community, community characteristics, species diversity, Tibet

巨柏 (*Cupressus gigantea* Cheng et L. K. Fu) 又称雅鲁藏布江柏木, 是柏科 (Cupressaceae) 柏木属 (*Cupressus* L.) 常绿大乔木, 在 1966-1974 年发现并于 1975 年确定为新种<sup>[1]</sup>, 为西藏珍稀、特有树种之一。巨柏有较古老的地史, 是研究柏科植物系统演化及青藏高原隆起和气候环境变迁的重要材料。由于分

布区域狭窄, 植株稀少, 又因砍伐森林和毁林开荒, 现处于濒危状态。是国家 I 级重点保护的野生珍稀濒危植物<sup>[2]</sup>。巨柏木材材质优良, 纹理通直有光泽, 坚韧耐用, 芳香, 是上等的用材树种, 成林高 20~30 m, 个别可达 50 m, 胸径 1~3 m, 最大的达 6 m, 树龄可达 2600 a 以上, 为我国现生存柏科树种中树龄最

收稿日期: 2005-10-10

基金项目: 国家自然科学基金 (30260020) 项目资助

作者简介: 罗建 (1973-), 男, 重庆市人, 助理研究员, 从事植物学和森林生态学研究。

长,胸径最大的巨树。其分布区狭窄,生境特殊,数量较少,现有林木年龄多在百年以上,处于成过熟状态。

目前,由于西藏自然地理环境相对恶劣以及社会经济条件相对滞后等因素的限制,研究者取样调查相对困难,因此对巨柏这一独特森林群落的研究甚少,仅见其引种育苗<sup>[3-5]</sup>、生长特性<sup>[6-7]</sup>的一些报道。为此作者对巨柏群落的结构特征、物种多样性、区系特点、生态分布和群落类型等进行了分析研究。旨在为深入探讨巨柏的濒危机制,以及巨柏群落物种的有效保护和植物资源可持续利用提供理论依据。

## 1 自然概况

巨柏群落主要分布于朗县至米林附近的雅鲁藏布江沿江地段,朗县至里龙的分布较连续,在其支流尼洋河下游林芝(巴结)以及波密(易贡)也有分布。在海拔 2 950~3 400 m 江边之阳坡、谷地开阔的半阳坡及有石灰石露头的阶地阳坡中下部,组成疏林,或在江边沿水迹线上部成行生长。由于顺着雅鲁藏布江河谷西进的印度洋潮湿季风,到了中上游已经趋于衰退,西部高原干旱气流的影响却逐渐占优势。巨柏林恰好处在这样一种森林植被被旱生灌丛草原所代替的过渡地带,且在群落的组成中也是以草原的旱生或中旱生种类为主。分布区以温带干热河谷气候为主,环境相当干燥,年平均气温 8.3~8.9℃,年最低温 -15.3℃,活动积温 2 782.3~3 118.0℃,年降水量 412.6~707.7 mm,年蒸发量 1 201.2~2 682.0 mm,年平均相对湿度 50%~60%,年日照时数 1 710.3~2 230.2 h,无霜期 150~170 d,土壤以沙土为主,林芝和米林附近少数地块有山地棕壤,总的来说林下土层多较薄,土壤中性偏碱,砂性强,黄灰色至棕色,腐殖质含量低,养分很贫乏。本项研究取样地点范围涉及到巨柏的主要分布区域,29°05′14″~29°31′36″N,93°04′55″~94°22′54″E之间,海拔 2 980~3 150 m 的典型地段。

## 2 研究方法

### 2.1 调查方法

2003—2004年,在踏查的基础上,沿巨柏林的分布路线,选择典型的地段进行抽样调查,共调查 7

个样地,由于巨柏在雅鲁藏布江边多成行分布,所以以其中 2 个沿江地段作样带,每个样地的面积为 30 m × 20 m (或 100 m 样带)。乔木进行每木检尺,记录内容包括地点、地理位置、地质地貌、海拔、坡度、坡向、坡位、土壤、群落的外貌、层次情况,及每种乔木植物的种名、株数、高度、胸径、冠幅、枝下高等信息;样地内按对角线分别设 5~10 个 2 m × 2 m 的灌木样方和 1 m × 1 m 的草本样方,记录每种灌木和草本植物的种名、多度、高度、盖度等。

### 2.2 数据处理

室内准确鉴定样方标本到种,统计科属种数及其组成。按吴征镒<sup>[8]</sup>中国种子植物属的分布区类型划分方案分析群落的区系组成。按丹麦生态学家 Raunkiaer C 的生活型分类系统统计生活型谱,并以此划分群落的层片结构<sup>[9]</sup>。

由于植物的个体数,特别是草本植物的个体数计数难度较大,而且由于不同植物的个体,即使是同一种植物不同发育阶段的个体,它们所占据的空间也有很大的差异,若以个体数作为多样性指数的测度指标,将会导致较大误差。所以,本文选用反映物种优势度的重要值( $N$ )作为多样性指数的测度指标<sup>[10,11]</sup>。

$$IV = \text{相对高度}(RH) + \text{相对盖度}(RC) + \text{相对频度}(RF)$$

用 4 种多样性指数<sup>[11-12]</sup>测定群落的物种多样性特征。并综合分析群落的垂直结构和水平结构。

Shannon-Wiener 物种多样性指数:

$$H = - \sum P_i \ln P_i$$

Simpson 生态优势度指数:

$$D = 1 - \sum [N_i(N_i - 1) / N(N - 1)]$$

Pielou 均匀度指数:

$$J_w = (- \sum P_i \ln P_i) / \ln S$$

$$J_s = (1 - \sum P_i^2) / (1 - 1/S)$$

式中: $N_i$ 为第  $i$  个物种的重要值; $N$ 为群落中所有物种的重要值之和; $P_i = N_i / N$ 为第  $i$  个物种的相对重要值; $S$ 为出现在样地的物种数之和,即物种丰富度。

## 3 结果与分析

### 3.1 巨柏群落的种类组成

3.1.1 种类组成 根据样方调查资料统计结果,巨柏群落共有维管束植物 90 种,分别隶属 41 科, 77

属。其中蕨类植物 3 科 3 属 3 种, 裸子植物 2 科 2 属 2 种, 单子叶植物 4 科 10 属 11 种。该群落中含种数 3 种以上(含 3 种)的有 11 科, 占总科数的 26.83%, 分别是菊科 (Compositae) 9 种, 豆科 (Leguminosae) 7 种, 蔷薇科 (Rosaceae) 7 种, 禾本科 (Gramineae) 7 种, 唇形科 (Labiatae) 6 种, 毛茛科 (Ranunculaceae) 4 种, 十字花科 (Cruciferae) 4 种, 鼠李科 (Rhamnaceae) 4 种, 伞形科 (Umbelliferae) 3 种, 石竹科 (Caryophyllaceae) 3 种, 龙胆科 (Gentianaceae) 3 种等, 这些科的种数占总种数的 63.33%。只含 1 种的有 26 科, 占总科数的 63.41%。在属方面, 含种数最多是栒子属 (*Cotoneaster* B. Ehrhart) 有 3 种, 含 2 种的有 11 属, 只含 1 种的有 65 属, 占总属数的 84.42%。在群落中除巨柏为国家 I 级重点保护植物外, 还发现有金荞麦 (*Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara) 和大花黄牡丹 (*Paeonia ludlavii* (Stem et Taylor) Hong) 两种国家 II 级重点保护植物。

表 1 巨柏群落种子植物属的分布区类型和变型

分布区类型及其变型	属数	比例 <sup>①</sup> /%
世界分布	15	
泛热带分布	4	6.78
热带亚洲至热带非洲分布	1	1.69
北温带分布	28	47.46
全温带间断分布	7	11.86
东亚和北美洲间断分布	2	3.39
旧世界温带分布	8	13.56
欧亚和南非洲 (有时也在大洋洲) 间断	1	1.69
温带亚洲分布	1	1.69
地中海区、西亚至中亚分布	1	1.69
东亚分布	5	8.47
中国-喜马拉雅分布	1	1.69
合计	74	100

①总属数中不包括世界分布属。

3.1.2 巨柏群落地理成分 对组成巨柏群落的种子植物区系地理成分分析, 按照吴征镒<sup>[8]</sup>对中国种子植物属的分布区类型的划分方案, 结果见表 1。巨柏群落的 74 个种子植物属中, 温带性质的属共有 45 个, 占总属数的 76.27%, 其中以北温带分布属所占比重最大, 共 28 个属, 占 47.46%, 如栒子属、紫菀

属 (*Aster* L.)、蒿属 (*Artemisia* L.)、芍药属 (*Paeonia* L.) 等。东亚分布及其变型为 6 属, 占总属数的 10.17%, 有松蒿属 (*Phtheirospermum* Bunge.)、野丁香属 (*Leptodermis* Wall.)、珊瑚苣苔属 (*Corallodiscus* Batalin) 等。热带性质的属有 5 个, 占总属数的 8.47%, 如大戟属 (*Euphorbia* L.)、醉鱼草属 (*Buddleja* Linn.)、紫金标属 (*Ceratostigma* Bunge) 等。而东亚和北美洲间断分布, 地中海、西亚至中亚分布各有 1 属。世界分布的属有 15 个。综上所述, 可见属的分布类型是以温带性质的属所占比重最大, 表明了巨柏群落植物区系组成的温带亲缘。同时又表现出与热带、东亚、西亚至中亚成分有一定的联系。

### 3.2 群落的外貌特征

群落外貌是群落最明显的特征, 反映群落外貌最主要的标志是植物的生活型、叶级谱和形状等<sup>[13]</sup>。巨柏在其群落中处于优势种地位, 除在里龙附近的少数地段与高山松 (*Pinus densata* Mast.) 混交外, 多独自占据乔木层, 群落外貌终年常绿, 树干挺拔, 树冠塔形, 侧枝健壮发达, 枝叶粗壮浓密、灰绿色。耐人寻味的是它除在河谷两侧山坡分布外, 还沿着江边像人工种植的行道树或护岸林一般整齐的生长, 特别是在森林向灌丛草原过渡的这一特殊地区, 使这一群落类型具有独特的风格, 相当壮观。

3.2.1 生活型 根据 Raunkiaer C. 的生活型分类系统, 按一级生活型统计样方中出现的植物种, 分析其层片结构 (表 2)。结果表明: 地面芽植物和高位芽植物种类多, 分别占总数的 53.33% 和 33.33%, 是该群落中处于优势地位的生活型。在高位芽植物中, 矮高位芽植物 23 种, 占 76.67%, 中型和小型高位芽植物只有 7 种, 其中包括群落主林层的巨柏和高山松, 以及下层的川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides* Rehd. et Wils.)、淡黄鼠李 (*Rhamnus flavescens* Y. L. Chen et P. K. Chou)、细枝栒子 (*Cotoneaster tenuipes* Rehd. et Wils.) 等, 反映了该群落所在地生长季热量条件是比较充足的。地面芽层片是该群落下层的优势层片, 反映了巨柏分布区有一个较漫长寒冷季节的环境特点。

表 2 巨柏群落植物生活型统计

生活型类型	高位芽植物	地上芽植物	地面芽植物	地下芽植物	1 年生植物	合计
种数	30	3	48	7	2	90
比例 /%	33.33	3.33	53.33	7.78	2.22	100

3.2.2 叶的性质 植物叶片的大小与温度和湿度的有效性有密切的关系<sup>[14]</sup>。大的叶片经常出现在温暖湿润的地区,而小的叶片多出现在比较干旱、寒冷的环境<sup>[15]</sup>。采用 Raunkiaer C. 的分类方法,巨柏群落组成种类中 90 种维管植物叶级统计(复叶按照小叶片计算)结果表明(见表 3),小叶型居多,为 59

种,占总数的 65.56%,其次是中叶型和细叶型,微叶型只有巨柏一种,而未见有大叶型。基本反映了干旱、温带植物群落的叶级谱性质。巨柏群落组成种类的叶型以单叶为主,占 76.67%;叶质中草质叶占 93.33%,反映该群落的温带落叶性质。

表 3 巨柏群落的叶级、叶型、叶质和叶缘

叶的性质	叶级				叶型		叶质		叶缘	
	中	小	细	微	复	单	草	革	全缘	非全缘
种数	16	59	14	1	21	69	84	6	41	49
比例 %	17.78	65.56	15.56	1.11	23.33	76.67	93.33	6.67	45.56	54.44

### 3.3 群落的结构特征

3.3.1 垂直结构 巨柏群落成层现象明显,在垂直方向上可分为乔木层、灌木层和草本层,地被层不发达,除树冠下,地表枯枝落叶很少。乔木层由巨柏单优构成,在里龙附近的少数地段有高山松加入,平均高 7.6 m,最高 50.0 m,枝下高 1~4 m。灌木层盖度 10%,一般高度为 1~3 m,主要由砂生槐(*Sophora moorcroftiana* (Grah.) Benth. ex Baker),小角柱花(*Ceratostigma minus* Stapf)等典型的干旱河谷灌丛种类组成;草本层也较稀疏,总盖度 10%~20%,高度 3~70 cm,有米林黄芪(*Astragalus milingensis* Ni et P. C. Li),雅致远志(*Polygala elegans* Wall),冷地早熟禾(*Poa crymophila* Keng),秦岭槲蕨(*Drynaria sinica* Diels)等;层间植物偶见有素方花(*Jasminum officinale* L.)和千里光(*Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D. Don)两种。

3.3.2 水平结构 巨柏群落乔木层郁闭度为 0.3~0.5。在朗县、米林至林芝及易贡呈不连续的分布,群落内部的灌丛和草本植物分布稀疏且很不均匀,而许多非优势种群则分布零星,如美花山蚂蝗(*Desmodium elegans* subsp. *callianthum* (Franch.) Ohashi),西南野丁香(*Loptalemis purdonii* Hutch.),日喀则蒿(*Artemisia xigazeensis* Ling et Y. R. Ling)等为群落的主要伴生种;而大多数种类如金荞麦、列当(*Orobanche coerulescens* Steph.),多蕊金丝桃(*Hypericum hookerianum* Wight et A. M.)等在样地内仅偶尔可见。

3.3.3 巨柏种群动态 组成植物群落的乔木种群的年龄结构,可反映其在群落中的发展趋势,从而揭示植物的动态发展方向<sup>[16]</sup>。在调查中采用实际测

定各个个体的胸径,以径级结构代替年龄结构分析。分级标准: I 级幼苗高  $H < 0.33$  m, II 级幼树高  $H > 0.33$  m,胸径  $DBH < 2.5$  cm; III 级中幼树胸径  $DBH 2.5 \sim 7.5$  cm, IV 级中树胸径  $DBH 7.5 \sim 22.5$  cm, V 级大树胸径  $DBH > 22.5$  cm。由于在巨柏群落的乔木层中,多数为巨柏一种组成,少数地段与高山松混交。因此这里分析上述两树种的年龄结构特征如表 4 所示。结果表明,两优势种在各个径级不同程度地具有,高山松总体结构上呈金字塔形,该群落已发育为比较稳定的种群;巨柏 I、II 级幼苗幼树数量还是比较大,总体上看种群在一定时期内还是较稳定的,但 III 级中幼龄树很少,仅占 5.17%,所以其脆弱性还是存在的。值得注意的是,就巨柏来说,其主要分布在树冠下或较湿润的地块,在调查的 7 个样地中有 3 个未见有 I、II 级幼苗幼树。反映出巨柏更新时其种子萌发、幼苗生长过程所需的环境,对湿度、遮荫相对要求仍较高,而总体来说,巨柏种群所生长或适生的环境却在相对较干燥的阳坡、半阳坡。林下沙土在春秋之际经过烈日曝晒,表面温度常可达 50~60 °C 以上,对苗木能产生灼伤作用。从总体上看巨柏成树结实较差、种子萌发至幼苗对环境的要求等特性更加剧了该物种的濒危。以致群落具有比较脆弱的年龄结构,因此,它的适生区域仍将逐渐缩小,岛屿化或斑块状加剧。另外林下的过度放牧、樵采、在林芝巴结保护区游人在核心区频繁活动以及大绯胸鹦鹉(*Pittacula derbiana* Fraser)、橙腹长吻松鼠(*Dremomys lokriah* Hodgson)等鸟兽啃食种子<sup>[17]</sup>等诸多因素,对巨柏的开花结实、种子萌发都有着不同程度的制约。

表 4 巨柏群落主要乔木树种径级组合情况

种名	I 级		II级		III级		IV级		V级	
	株数/(株·hm <sup>-2</sup> )	%	株数/(株·hm <sup>-2</sup> )	%	株数/(株·hm <sup>-2</sup> )	%	株数/(株·hm <sup>-2</sup> )	%	株数/(株·hm <sup>-2</sup> )	%
巨柏	258	49.43	79	15.13	27	5.17	46	8.81	112	21.46
高山松	217	39.38	150	27.23	67	12.16	100	18.15	17	3.08

### 3.4 物种多样性分析

群落的物种多样性主要是由物种丰富度和个体分配的均匀性构成, 它能有效地表征生物群落和生态系统结构的复杂性。群落在组成和结构上表现出的多样性是认识群落的组织水平, 甚至功能状态的

基础, 也是生物多样性研究中至关重要的方面。根据巨柏群落样地材料统计结果并与同一地区林芝云杉 (*Picea likiangensis* var. *linzhiensis* Cheng et L. K. Fu) 群落<sup>[18]</sup>的多样性指数数据比较见表 5。

表 5 巨柏不同群落的物种多样性及与其它植被类型物种多样性的比较

群落类型	海拔/m	北纬	Shannon-W iener 指数 ( <i>H'</i> )	S impson 指数 ( <i>D'</i> )	均匀度指数 ( <i>J'</i> )	均匀度指数 ( <i>J'</i> )
巨柏 (调查区)	1	3 091	2.342 0	0.864 8	0.879 5	0.942 3
	2	3 083	2.527 3	0.843 6	0.888 0	0.934 7
	3	3 069	1.358 9	0.844 3	0.685 1	0.856 3
	4	3 100	2.550 7	0.882 5	0.893 9	0.946 5
	5	2 980	2.536 8	0.798 2	0.856 5	0.893 7
	6	3 025	2.521 0	0.804 0	0.861 7	0.900 9
	7	3 150	2.536 1	0.828 2	0.870 7	0.913 7
林芝云杉	2 970	29°33'	3.976	0.871		

由表 5 可看出, 巨柏群落的 Shannon-W iener 指数在 1.358 9~2.550 7, 比林芝云杉群落偏小, 这也与后者群落的丰富度较巨柏林高有很大的关系。巨柏群落在 Simpson 指数方面也较林芝云杉群落的小, 由于巨柏群落生境较严酷, 结构简单, 乔木或优势种组成单一, 故其指数低。在里龙附近的样地 4 为巨柏、高山松混交林, 其 Simpson 指数为 0.882 5, 较其它地段的单优巨柏林都大, 这也反映了 Simpson 指数与群落优势成分关系密切。

就 Shannon-W iener 指数和 Simpson 指数在反映巨柏群落多样性的意义上的不同, 从 7 个样地来看, 前者在 3 号样地的波动较大, 后者在 5 号样地变化明显, 从实测结果中看, 3 号样地为风积沙地, 植物多度、频度都最小, 物种丰富度最低为 5, 而 5 号样地环境较好, 物种多度、频度大, 丰富度 26, 为最高, 反映出 Shannon-W iener 指数对稀疏种较敏感, Simpson 指数则是对富集种相对多度敏感的指数。

巨柏群落的均匀度指数也存在一定的波动幅度, 但均匀度指数较大, 反映了巨柏群落是比较稳定

的、与当地环境适应的群落, 其处于一种地带性顶级群落阶段。

## 4 结论与讨论

巨柏群落共有维管束植物 90 种, 分别隶属 41 科 77 属, 除巨柏为国家 I 级重点保护植物外, 另外还有金荞麦和大花黄牡丹两种国家 II 级重点保护植物。群落在生物多样性保护方面具有重要的意义。

巨柏群落处在森林植被被旱生灌丛草原所代替的过渡地带。在群落的组成中也是以草原的旱生或中旱生种类为主。群落垂直结构较明显, 乔木层主要由巨柏单优构成, 群落内部的灌丛和草本植物分布不均匀。

与林芝云杉林比较, 巨柏群落物种多样性偏低。环境因子对群落物种多样性的影响比较复杂, 由于群落所处的生境条件差异以及不同的发育阶段, 多样性指数出现一定波动是必然的。而巨柏群落的均匀度指数较高, 反映了其地带性顶级群落具有一定的稳定性。

从总体上看巨柏种群属于较稳定的种群, 但也

存在着脆弱的特征。这与其物种演化过程中的地史变化、巨柏的生态生物学特性以及人类活动等诸多因素有密切关系。所调查的 7 块样地中,有 3 块并未见巨柏的 I、II 级幼苗幼树,反映出它的更新或适生区域仍将逐渐缩小,岛屿化或斑块状加剧。调查中也发现其更新受到一定因子的局限,如高温、干旱、鸟兽和人为干扰等,加之其自身结实差、种子活力低、种子萌发至幼苗及其成年树的形态建成对环境的要求等特性更加剧了该物种的濒危。

鉴于目前巨柏的种群状况,应尽快采取有效措施,努力挽救现存每一个单株和脆弱的小种群。首先是加强原生地保护,维护巨柏适宜生境,制止乱砍滥伐,保护现有巨柏种质资源的遗传多样性,逐步促使巨柏种群的恢复。同时加紧迁地保护,可在采种育苗获得大量个体的基础上,根据它们的生态生物学特性规划发展区域、选择适宜的立地条件进行人工种植,人为扩大种群空间。另外,巨柏树干挺拔,枝叶浓密而常绿,观赏价值较高,可把其作为乡土观赏树种在城镇园林、四旁绿化中进行推广种植,在最广泛的园林应用中实现其种质资源的有效保护。

#### 参考文献:

- [1] 郑万均,傅立国,诚静容. 中国裸子植物 [J]. 植物分类学报, 1975, 13(4): 56~90
- [2] 国家环境保护总局. 国家重点保护野生植物名录(第一批)[M]. 北京: 科学出版社, 1999 2
- [3] 陈端. 巨柏育苗造林技术 [J]. 林业科技, 1994, 19(2): 6~7

- [4] 李乾振,李朝晖. 闽东引种巨柏育苗试验初报 [J]. 林业科学, 2003, 39(增刊 1): 184~186
- [5] 李运兴,唐行. 柏类引种试验研究 [J]. 林业科学研究, 1999, 12(3): 304~309
- [6] 陈端. 西藏巨柏高径生长的回归分析 [J]. 西藏科技, 1996(2): 29~31
- [7] 潘刚. 西藏雅鲁藏布江柏木生长特征研究 [J]. 林业实用技术, 2005(2): 4~5
- [8] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. 云南植物研究, 1991(增刊 IV): 1~139
- [9] 王伯荪. 植物群落学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1987: 55~180
- [10] 林鹏. 植物群落学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986 1~161
- [11] 钱迎倩, 马克平. 生物多样性研究的原理与方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994 141~165
- [12] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II 丰富度、均匀度和物种多样性指数 [J]. 生态学报, 1995 15(3): 268~277
- [13] 中国植被编辑委员会. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980: 306~350
- [14] 王伯荪, 余世孝, 彭少麟, 等. 植物群落学实验手册 [M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996 1~191
- [15] 严岳鸿, 秦新生, 邢福武. 广东古兜山自然保护区蕨类植物群落的特征 [J]. 热带亚热带植物学报, 2003, 11(2): 109~116
- [16] 曲仲湘, 文振旺, 朱克贵, 等. 南京灵谷寺森林现况的分析 [J]. 植物学报, 1952 1(1): 18~49
- [17] 王景升, 郑维列, 潘刚. 巨柏种子活力与濒危的关系 [J]. 林业科学, 2005 41(4): 37~41
- [18] 韩景军, 肖文发, 郭泉水, 等. 西藏林芝县林芝云杉幼林更新与物种多样性指数研究 [J]. 林业科学, 2002, 38(5): 166~168