

文章编号: 1001-1498(2007)04-0515-05

岷江上游大沟流域自然封育灌丛群落特征^{*}

张炜银¹, 陶建平^{1,2}

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 国家林业局森林生态环境重点实验室, 北京 100091;

2. 西南大学生命科学学院, 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆市三峡库区植物生态与资源重点实验室, 重庆 400715)

摘要:在岷江上游大沟流域, 以受干扰而退化, 经封育后自然恢复至灌丛阶段的植物群落为研究对象, 分析了自然恢复灌丛群落的种类组成、区系特征、结构及物种多样性特征。结果表明: 在 1 hm² 的灌丛群落样地中, 共调查到木本和草本植物 43 科, 88 个属, 135 种, 其中: 草本 21 科 44 属 49 种, 木本 34 科 47 属 86 种。木本物种数和个体密度都随着基径级、高度级而递减; 不同高度级和不同基径级的个体密度呈显著的正相关关系。恢复后的灌丛具有较高的物种多样性。岷江上游自然恢复灌丛阶段的植物群落其外貌虽然呈现灌丛状, 但其组成成分却相当丰富, 其中本研究区域的顶级乔木树种如辽东栎等已在群落中出现并占有较大的优势。对于该区的退化群落而言, 封育为一种有效的植被恢复和物种多样性保育方式。

关键词:岷江上游; 植被恢复; 灌丛群落; 物种多样性; 群落结构; 种类组成

中图分类号: S718.53

文献标识码: A

Community Characteristics of Shrub Vegetation by Forest Closing in Dagou Catchment, Upper Reaches of Minjiang River

ZHANG Wei-yin¹, TAO Jian-ping^{1,2}

(1. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF; Key Laboratory of Forest Ecology and Environment, State Forestry Administration, Beijing 100091, China; 2. School of Life Sciences, Southwest University; Key Laboratory of Eco-environments of Three Gorges Reservoir Region, Ministry of Education; Key Laboratory of Plant Ecology and Resources of Three Gorges Reservoir Region, Chongqing 400715, China)

Abstract: In order to understand the effect of closed forest, the species composition, flora characteristics, height class structure, diameter class structure and species diversity were analyzed in a 1 hm² plot in natural recovery shrub stage of forest vegetation in Dagou catchment, upper reaches of Minjiang River. There was a floristic composition with 43 families, 88 genera, and 135 species in the plot, in which, there were 49 species of 44 genera of 21 families of herbs and 86 species of 47 genera of 34 families of woody plants (trees and shrubs combined). The areal-types of families and genera were abundant, but the areal-types of families dominated by North Temperate and Cosmpolitan component, which accounted for 34.9%, respectively. The areal-types of genera were dominated by temperate genera, accounting for 72.8%, in which north temperate genera was 39.8%. Both the species number and individual density decreased with the increasing of height class and basal diameter. There was a significant positive correlation between species abundance and individual density for different height class and different basal diameter in the community. Although the physiognomy of the community was shrubby, the component was rich. The tree species in climax community of the region (such as *Quercus liaotungensis*) was present and somewhat dominant in the community. Closed forest was an effective method to restore the degraded community caused by human disturbance in the valley.

Key words: upper reaches of Minjiang River; vegetation restoration; shrub community; species diversity; communi-

收稿日期: 2006-12-19

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (2002CB111505)

作者简介: 张炜银 (1975—), 男, 福建明溪, 助理研究员, 主要从事植物生态学研究。

^{*}野外调查得到中国科学院成都生物研究所刘庆、包维楷、李春阳、印开蒲、胡孝斌、陈庆恒等先生和茂县生态站的大力支持, 特此致谢!

ty structure; species composition

植物群落的基本特征是植物与植物之间、植物与环境间的相互关系,这些相互关系的可见标志是群落中各种植物在空间、时间上的配置状况,即为植物群落结构,包括群落的垂直空间结构、水平空间结构和群落组成结构^[1]。群落的结构是其所有组分对生境长期的适应及作用于生境的综合表现,决定群落的一系列特征^[1,2]。就陆地退化生态系统而言,由于系统的恢复很大程度上是以植被的恢复为基础的,因此,当务之急是恢复森林生态系统及其功能,恢复过程中的种类组成、系统结构以及动态变化已成为恢复生态的主体研究内容^[3]。

人类的长期干扰,导致了岷江上游大沟流域植被由森林—疏林—高灌—矮灌丛退化^[4-6],形成的严重退化状态,导致植被生态功能降低。本文以受干扰而退化,经封育停止干扰后自然恢复的灌丛群落为研究对象,以 1 hm²样地内调查材料为基础,对灌丛群落的结构特征进行初步分析,以期深入了解群落稳定维持机制奠定基础,为该地区退化植被恢复和物种多样性保育提供理论依据。

1 研究地概况

研究地位于岷江上游左岸一级支流大沟流域。地理坐标为 103°51'04"~103°56'52" E, 31°37'20"~31°44'53" N。全流域南北长 14.2 km,东西宽 5.5 km,沟长 13.5 km,地形为峡谷区中山切割类型,海拔 1 500~3 090 m。据位于中段的中国科学院成都生物研究所茂县生态站多年气候的观测结果,该区年均温 8.9℃, 10 月积温为 2 690.8℃,年降水量 900 mm,年蒸发量 795.8 mm,属暖温带气候。1 750~2 400 m 的地带性植被为暖温带的辽东栎 (*Quercus liaotungensis* Koidz) 林,常与油松 (*Pinus tabulaeformis* Carr),糙皮桦 (*Betula utilis* D. Don),红桦 (*B. albosinensis* Burkill),山杨 (*Populus davidiana* Dode) 等组成混交林^[7]。该区域在上世纪 50~60 年代尚存在辽东栎萌生林,经近 30 a 来的砍伐已退化成次生的以辽东栎、榛 (*Corylus* spp.) 为主的退化灌丛^[5,6]。

2 研究方法

2.1 野外数据收集

2003 年 7—8 月,在中国科学院成都生物研究所茂县生态站对面的大沟二级支沟烂泥沟的固定样地内,选择调查样地,面积为 1 hm²,将其划分为 5 m

×5 m 的相邻网格小样方,共 400 个。依次对每个小样方进行群落学调查:对每个小样方内高度在 0.1 m 以上的木本植物个体进行调查,即记录样方内每株植株的种名,测定其株高及冠幅等,如个体高度大于 1.5 m,则测定其基径。在每个 5 m × 5 m 样方内随机设置 1 个 1 m × 1 m 小样方调查草本,测定其高度与盖度。

2.2 数据处理

2.2.1 高度级、基径级划分统计 按 0.5 m 高度划分一个高度级(上限排外)(0.1~0.6 m, 0.6~1.1 m, 1.1~1.6 m, ...),由下向上统计各高度级的个体数、物种数及各物种的个体数。对高度大于 1.5 m 的个体,基径级以 1 cm 为一级(<1.0 cm, 1.0~2.0 cm, 2.0~3.0 cm, ...) (上限排外),统计各径级的个体数、物种数及各物种的个体数。

2.2.2 木本植物多样性特征 计算以下物种多样性指标:

$$\text{Shannon-Wiener 指数: } H = - \sum p_i \log_2(p_i) = - \sum (n_i/N) \times \log_2(n_i/N)$$

$$\text{piebu 均匀度指数 } E = H / \log_2 S$$

$$\text{Marglef 丰富度指数 } R_i = (S - 1) / \log_2 N$$

$$\text{生态优势度} = n_i(n_i - 1) / [N(N - 1)]$$

以上各式中: n_i 为第 i 个物种的个体数, p_i 为个体数比例, N 为所有种的个体数总数, S 为物种数^[1,2,8-10]。

3 结果分析

3.1 灌丛群落的种类组成

3.1.1 种类组成 根据 1 hm²样地的调查资料和分析,共有木本和草本植物 43 科, 88 个属, 135 种。含有 10 个种以上的科只有 3 个:菊科 (Compositae),忍冬科 (Caprifoliaceae) 和蔷薇科 (Rosaceae), 占总科数的 7.0%。此 3 科所含有的种数为 55 种, 占总种数的 40.7%, 其中蔷薇科有 30 个种。含有 5 属以下的科为 41 个, 占 95.3%。样地中, 只有 1 个属的科有 25 个, 占 58.1%。含有 10 属以上的科只有菊科和蔷薇科, 占 4.7%。在属方面, 含有 1~5 个种的属为 87 属, 占 98.9%, 其中含 1 个种的属为 67 个, 占 77.0%, 只有 1 个属栒子属 (*Cotoneaster* B. Ehrhart) 有 9 个种。

在样地中, 共有木本植物 86 种, 密度为 76 532 株 · hm⁻²。密度最大的前 10 个种是:华西箭竹 (*Fargesia nitida* (Mitford) Keng f. ex Yi), 滇榛 (*Corylus yun-*

nanensis (Franchet) A. Camus), 辽东栎、杭子梢 (*Campylotropis macrocarpa* (Bge.) Rehd.), 卫矛 (*Euronymus alatus* (Thunb.) Sieb.), 六道木 (*Abelia biflora* Turcz.), 中华青荚叶 (*Hevingia chinensis* Batal.), 毛肋杜鹃 (*Rhododendron augustinii* Hemsl.), 雀儿舌头 (*Leptopus chinensis* (Bunge) Pojark) 和野丁香 (*Leptodermis potaninii* Batal.)。频度最大的前 10 个种是: 辽东栎、滇榛、杭子梢、卫矛、六道木、绢毛蔷薇 (*Rosa sericea* Lindl.), 蕊帽忍冬、野丁香、中华青荚叶和雀儿舌头。盖度最大的前 10 个种依次是: 华西箭竹、辽东栎、滇榛、小叶杜鹃、六道木、四川腊瓣花、毛肋杜鹃、山杨、川西蔷薇和杭子梢。重要值最大的前 10 个种是华西箭竹、辽东栎、滇榛、杭子梢、卫矛、小叶杜鹃、川西蔷薇、小叶杜鹃、野丁香和中华青荚叶。

依照 Raunkiaer 的方法, 将频度分为 5 级, A 级 (1 级) 频度为 0% ~ 20%, B 级 (2 级) 为 21% ~ 40%, C 级 (3 级) 为 41% ~ 60%, D 级 (4 级) 为 61% ~ 80% 及 E 级 (5 级) 为 81% ~ 100%。然后统计各频度级内物种数的分布。结果表明, 各个种在群落中出现的频度有较大的差别: 属于 A 级的植物种类占 69.7%, 属于 B 级者有 10.5%, C 级有 12.8%, D 级有 3.5%, E 级有 3.5%, 5 个频度级的关系是 A > C > B > D = E。E 级植物是群落中的优势种, 其个体数也较多。

3.1.2 属的地理成分分析 采用吴征镒的中国种子植物属的分布区类型^[11], 对群落中物种进行属的分布区类型分析。其中温带属占优势, 为 71.6%。主要为北温带分布的属, 占 39.8%, 如龙牙草属 (*Agrimonia* Linn.), 假升麻属 (*Anuncus* (L.) Schaeff.), 绣线菊属 (*Spiraea* Linn.), 荚蒾属 (*Viburnum* Linn.), 忍冬属 (*Lonicera* Linn.) 等, 其次是旧世界温带属和东亚分布属, 均占 12.5%。如天名精属 (*Carpesium* Linn.), 沙参属 (*Adenophora* Fisch.), 重楼属 (*Paris* Linn.), 糙苏

属 (*Phlomis* Linn.), 蜡瓣花属 (*Corylopsis* Sieb. et Zucc.), 青荚叶属 (*Hevingia* Willd.), 红果树属 (*Stranvaesia* Lindl.) 等。热带属共 13 属, 占 14.7%, 如雀儿舌头属 (*Leptopus* Decne.), 新木姜子 (*Neolitsea* Merr.) 属等。东亚北美间断分布有 5 属, 南烛属 (*Lyonia* Nutt.), 万寿竹属 (*Disporum* Salisb.), 鹿药属 (*Smilacina* Desf.), 戟叶菊属 (*Cacalia* Linn.), 六道木属 (*Abelia* R. Br.)。中国特有属仅 1 属, 为杜仲属 (*Eucammia* Oliv.) (表 1)。

表 1 植物属的分布区类型统计

分布区类型	数量 / 个	百分比 / %
世界分布	11	-
泛热带分布	10	11.4
旧世界热带分布	1	1.1
热带亚洲至热带大洋洲分布	1	1.1
热带亚洲 (印度 - 马来西亚) 分布	1	1.1
北温带分布	35	39.8
东亚和北美间断分布	5	5.7
旧世界温带分布	11	12.5
温带亚洲分布	1	1.1
东亚分布	11	12.5
中国特有分布	1	1.1
(总计)	88	100

3.2 灌丛群落径级结构特征

3.2.1 不同径级内的物种数分布 高于 1.5 m 个体的基径分布于 0.5 ~ 8.2 cm 范围内, 平均基径为 1.7 cm。从图 1 可知, 随着径级的增加, 物种数明显下降, 这种变化趋势可用方程 $y = 0.2478x^2 - 14.095x + 105.74$ ($R^2 = 0.9656, N = 9, p < 0.05$) 较好地表达。

3.2.2 不同径级内的个体数分布 从图 2 可明显看出, 随每隔 1.0 cm 的增加, 个体数呈现不断下降的趋势, 以小于 1.0 cm 径级内的个体数或密度最大, 从第 3 径级起, 急剧下降, 物种数随径级的分布可用方程 $y = 6.3699e^{-0.2058x}$ ($R^2 = 0.947, N = 9, p < 0.05$) 较好地描述。

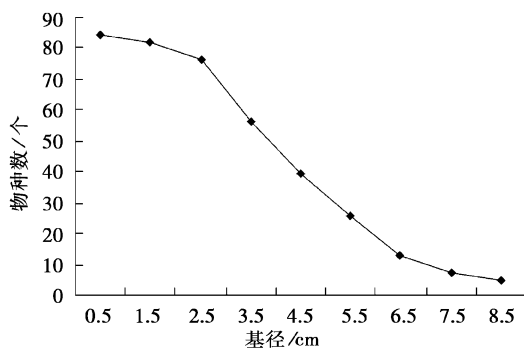


图 1 不同径级内物种数分布 (高度 > 1.5 m)

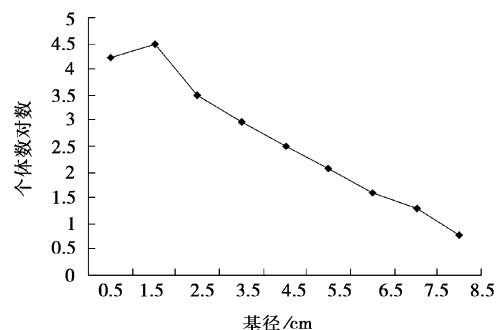


图 2 不同径级个体密度 (高度 > 1.5 m)

3.2.3 不同径级内种数与个体数的关系 不同径级内物种数与个体数也即个体密度的关系如图 3,从图可知,该灌丛群落不同径级内的物种数与个体数之间存在着明显的正相关关系,可用方程 $y = 3.586x^{0.3481}$ ($R^2 = 0.9021, N = 9, p < 0.05$)较好地描述。

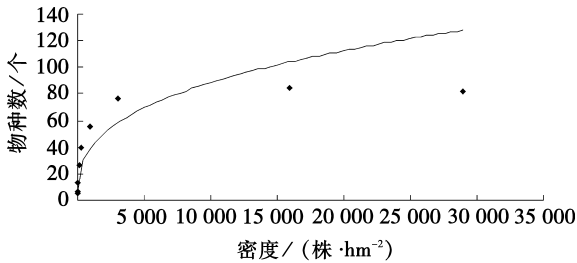


图 3 不同径级物种数与个体密度的关系

3.3 群落垂直结构特征

3.3.1 不同高度级内的物种数分布 以 0.5 m 为 1 个高度级 (上限排外),统计出样地内不同高度级内的物种数,即物种丰富度。群落种数随着高度级增加逐渐降低 (图 4)。种数随着高度级的变化规律可用方程 $y = 0.4519x^2 - 14.979x + 114.65$ ($R^2 = 0.8884, N = 14, p < 0.05$)很好地拟合。

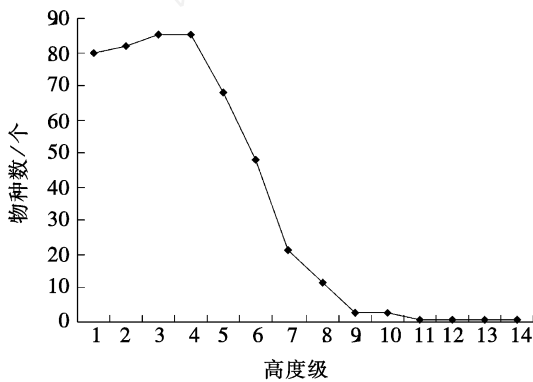


图 4 不同高度级物种数分布

3.3.2 不同高度级内的个体数分布 不同高度级间的个体数相差悬殊,将个体数取对数,同高度级作曲线 (图 5),从图中可知,随着高度级增加,个体数下降,从第 4 高度级起呈急剧下降的趋势。个体数主要集中在前 4 个高度级内,特别是第 1、2 高度级,此二高度级内的个体幼小,容纳量大,密度高,随着高度级增加,个体增大,对营养空间的需求增加,竞争加强。个体数随着高度级变化的规律,可用多项式 $y = 0.0032x^2 - 0.4175x + 5.0292$ ($R^2 = 0.8967, N = 14, p < 0.05$)很好地拟合。

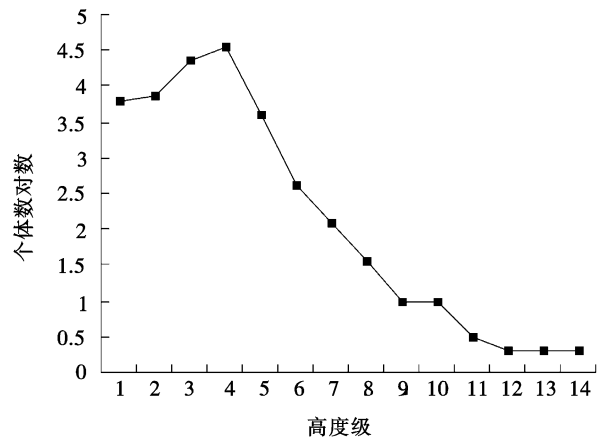


图 5 不同高度级个体密度

3.3.3 不同高度级内种数与个体数的关系 分析不同高度级内物种数与个体数关系,表明群落各高度级种数与个体数之间存在明显的正相关关系,即在该灌丛群落中,植株越密的高度级,物种的数量就越多 (图 6),不同高度级内物种数与个体密度的关系可用方程 $y = 0.9603x^{0.4964}$ ($R^2 = 0.933, N = 14, p < 0.05$)很好地描述。

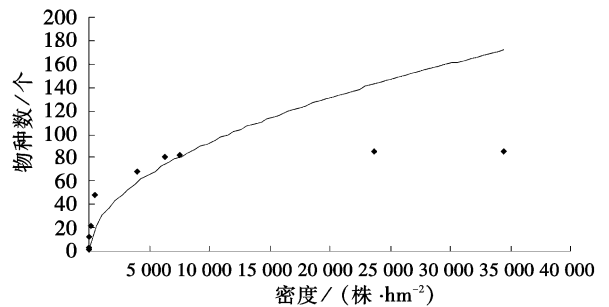


图 6 不同高度级内物种数与个体密度的关系

3.4 物种多样性

群落的物种多样性反映了群落的组成结构,是群落的总体组成水平,通常是指群落的均匀度状况和群落的生态优势度水平。计算结果表明,Shannon-Wiener 指数为 2.8881, Marglef 丰富度指数为 5.2392, 生态优势度为 0.3844, 均匀度指数 E 为 0.4494。

4 小结与讨论

频度分析结果表明偶见种或稀有种的频度出现的百分比高,体现了群落种类的均匀性和相对稳定性。科属分析表明,群落中,区域性的单种科、寡种科、单种属及寡种属的比例极高,由此可知群落植物科属种系的贫乏。属的分布区类型主要是温带属占

优势,为 71.6%,北温带分布的属占 39.8%,反映出其区系成分具有明显的温带性质,同时又与热带、东亚成分有一定联系。

包维楷等^[6]根据植物对干扰的反应划分了 3 个种组,中华青荚叶属于敏感种。在本群落中,中华青荚叶无论是密度或频度都较大,虽然多数为处于第 1、2 高度级的幼苗。在密度和频度前 10 位的种中,只有绢毛蔷薇属于扩展型种,其他为忍耐型或敏感型种。这说明经封育后,群落生境得到改善,使得该群落中的敏感物种数量增加,从而得到保护,而多毛、多刺类物种则相对减少。

群落中,高于 1.5 m 的个体的平均基径较小,滇榛和杭子梢等少数物种占了较大的比例,此外,还有砍伐后萌生的小径级植株如辽东栎等^[6]。但是,较大基径的种也是辽东栎等,依然在群落中占着优势地位。

群落高度级个体数结构不仅能反映群落空间格局的特征,而且能直观地显示出种群个体在群落中的配置以及不同种群在群落垂直结构中的地位和作用。而群落高度级种数结构不但可反映群落垂直结构的物种组成状况,也间接反映出群落在垂直空间上的物种多样性。个体数和物种数主要集中于第 1 至第 4 高度级,即 0.2~2.2 m 之间,大于 2.2 m 的个体很少,只是少数种的少数个体,这说明群落还具有较大的垂直空间可利用(图 4,图 5)。

对多数植物尤其是阳性植物而言,个体占据群落空间的大小是决定其存在及发展的重要条件,同一种群上层高大植株获得充足的光热资源,而下层个体却受到限制,光热资源在各层的分配呈倒金字塔形,个体越矮小,分布越下层的植株,死亡率也越高^[12]。不同高度级内的物种数与个体数呈显著的正相关关系(图 6),因此,在对该类型的灌丛群落进行生物多样性保护时,应考虑那些密度大的斑块。物种数与个体数正相关关系的形成原因可能是个体数多,通过个体之间的相互作用以及个体与环境的相互作用,使得斑块内小生境的多样化和复杂化增加,为不同种类的物种提供的生态位的多样性就增大,从而使得更多的物种能够在斑块内共存^[13]。在封育过程中,利用植物的天然更新能力和群落的自然演替规律,顺应其正向演替规律,植物在环境条件下,经过长期适应,形成一定的顶级群落。分析结果表明,群落和优势种群的个体数主要集中在第 1、2 高度级上,是各物种的幼苗。

这些幼苗是群落恢复和重建的基础,为现阶段植被恢复创造了较好的条件。

与包维楷等的研究结果相比,停止人为干扰后,群落的物种丰富度和物种多样性都有了明显的增加^[6]。在群落中,顶极物种辽东栎经过近 40 a 来的强度干扰仍在群落中居优势地位,这也说明该类型植物群落恢复是可行的^[6]。有研究表明,当停止干扰而正向调控退化植物群落,逐步恢复正向演替的森林完全有可能^[4,14~16]。

参考文献:

- [1] 王伯荪. 植物群落学 [M]. 北京:高等教育出版社,1987: 55~180
- [2] 彭少麟. 南亚热带森林群落生态学 [M]. 北京:科学出版社,1996: 80~92
- [3] 赵平,彭少麟,张经纬. 生态系统的脆弱性与退化生态系统 [J]. 热带亚热带植物学报,1998, 6(3): 179~186
- [4] 包维楷,乔永康,钱能斌. 坡地清带造林评价研究 [J]. 生态农业研究,1998, 6(2): 44~47
- [5] 包维楷,刘照光. 岷江上游大沟流域驱动植被退化的人为干扰体研究 [J]. 应用与环境生物学报,1999, 5(3): 233~239
- [6] 包维楷,陈庆恒,刘照光. 退化植物群落结构及其物种组成在人为干扰梯度上的响应 [J]. 云南植物研究,2000, 22(3): 307~316
- [7] 四川森林编辑委员会. 四川森林 [M]. 北京:中国林业出版社,1990: 630~633
- [8] 崔丽娟,张曼胤. 人类干扰对安庆沿江湿地植物多样性的影响 [J]. 林业科学研究,2005, 18(4): 441~445
- [9] 刘云,侯世全,李明辉,等. 天山云杉林林冠干扰前后植物多样性及其与环境的关系 [J]. 林业科学研究,2005, 18(4): 430~435
- [10] 周本智,傅懋毅,李正才,等. 浙西北天然次生林群落物种多样性研究 [J]. 林业科学研究,2005, 18(4): 406~411
- [11] 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): 1~139
- [12] Jon Agren, Olle Zackrisson. Age and size structure of *Pinus sylvestris* populations on mires in central and northern Sweden [J]. Journal of Ecology, 1990, 78: 1 049~1 062
- [13] 臧润国,杨彦承,蒋有绪. 海南岛霸王岭热带山地雨林群落结构及树种多样性特征的研究 [J]. 植物生态学报,2001, 25(3): 270~275
- [14] 彭少麟,方炜,曹洪麟,等. 人类干扰对人工桉树林生态系统的影响 [J]. 生态学报,1995, 15(增 A): 31~37
- [15] 包维楷,陈庆恒,刘照光. 岷江上游山地生态系统的退化及其恢复与重建对策 [J]. 长江流域资源与环境,1995, 4(3): 277~282
- [16] 彭少麟. 热带亚热带恢复生态学研究与实践 [M]. 北京:科学出版社,2003