

运用 B 多样性的测度方法探讨不同人为干扰强度对米楮林乔木层的影响

游水生¹, 陈善沐², 林文莲², 徐玉华²

(1. 福建农林大学 林学院, 福建 福州 350007; 2. 福建省水土保持监督站, 福建 福州 350003)

摘要: 运用 B 多样性测度公式探讨了不同人为干扰强度(CK 天然林、A 级择伐更新、B 级皆伐迹地天然更新、C 级皆伐迹地人工促进天然更新、D 级杉木林)对福建省武平县米楮林乔木层的影响。结果表明, 应用二元属性数据的多样性测度方法, 所测的 B 多样性测度(B_{WS} , B_c , B_R , B_f)随着干扰强度加大逐渐上升, 而群落相似性指数(C_j 和 C_s)随着干扰强度加大逐渐下降; 应用数量数据的 B 多样性测度方法, 所测 B 多样性指数(C_N , C_{MH})随着干扰强度加大逐渐下降。每个测度公式相关关系都很紧密, 相关系数都在 0.87 以上。

关键词: 米楮林; 不同干扰强度; 乔木层 B 多样性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)01-0080-05

中图分类号: S718.557

Effects of Different Intensities of Artificial Disturbance on Tree Layer of *Castanopsis Carlesii* Forest Using Method of B Diversity Measure

YOU Shu2shen¹, CHEN Shan2mu², LIN Wen2lian², XU Yu2hua²

(1. Forestry College of Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou 353007, Fujian Province, China;

2. Fujian Monitoring Station and Water Conservatoin, Fuzhou 350003, Fujian Province, China)

Abstract: The effects of the different intensities of artificial disturbances on the tree layer(CK, the original *Castanopsis carlesii* forest; class A, the regeneration by selected cutting; class B, the natural regeneration in clearcutting land; class C, the artificial measures promoting regeneration, and class D, Chinese fir stand) of the *Castanopsis carlesii* forest were studied using formula of B diversity in Wupin County, Fujian Province. The results showed that the B diversity indices were measured by binary data(B_{WS} , B_c , B_R , B_f) ascended gradually with the increasing of disturbance intensities, but the simility coefficients of community(C_j , C_s) dropped down gradually as the disturbance intensities increases, and so on the B diversity indices measured using numerical data(C_N , C_{MH}). Relations of every measurement formula are very compact and coefficients of correlation all exceeded 0.87.

Keywords: *Castanopsis carlesii* forest; different artificial disturbance; B diversity of tree layer

20 世纪 50 年代以来, 随着人口增加、资源开发、环境变迁和经济增长等问题, 促使环境危机日益突出; 环境污染、森林破坏、水土流失和荒漠化等一系列世界问题对人类的生存和经济的持续发展构成严重威胁。植被在人为干扰后恢复的研究是群落和生态系统动态研究的一个热点。这方面国外的工作开始较早, 其中 F. H. Borman 和 G. E. Likens 领导的对美国新罕什尔的 Hubbard Brook 森林生态系统受人工干扰后的恢复演替的系列研究, 是这一方面最有代表性的工作之一^[1]。国内生态恢复方面的工作, 主要来自 20 世纪 80 年代以来逐渐展开^{[2]~[11]}, 作者于 1992 年初开始对地带性植被))) 米楮林恢复进行系统研究^{[12]~[18]}。本文根据 1992) 2005 年调查的资料(天

然米楮林 C_K 、择伐更新 A 级、皆伐迹地天然更新 B 级、皆伐迹地人促更新 C 级和杉木林 D 级) 不同人为干扰强度运用 B 多样性的测度方法对乔木层的影响探讨米楮林恢复规律。

1 研究区自然概况及研究方法

1.1 研究区自然概况

调查地点位于福建省武平县朝阳采育场小坪坑工区, 北纬 25°59'N, 东经 116°4'E。该林地处于武夷山脉向南延伸的最南端, 海拔 450~540 m, 坡向东北。研究区地处中亚热带最南部, 属于亚热带海洋性气候, 年平均气温 18.2℃, 1 月平均气温 7.2℃, 7 月平均气温为 26.7℃, 日最高气温 38℃, 日最低气温 -6.3℃,

收稿日期: 2005211220

资助项目: 福建武平米楮林恢复生态学研究(D0410020); 福建省科技重点计划项目(2005F006)的子课题研究成果

作者简介: 游水生(1951), 男(汉族), 福建南平人, 学士, 教授, 主要从事生态恢复建设工作。电话(0591)83568150, E2mail: yssbox@126.com。

年均霜期 97 d, 最长达 155 d, 偶有降雪, 年平均降水量 1542 mm, 年均相对湿度 80%。土壤为由花岗岩发育而成的红壤, 土层厚 20~ 50 cm。

1.2 调查方法

在不同人为干扰林地内选取有代表性的群落设置标准地, 样方大小定为 5 m @ 5 m, 在样地取样时, 按正方形布置样方, 并由中心开始向四周逐渐扩展进行, 取样面积为 1 200 m²[19], 5 个处理样地面积均为 6 000 m²。在各样方内, 对林木进行每木调查, 记录每个个体的高度、胸径、冠幅和生活力等, 同时对样方内出现乔木幼树、幼苗、灌木、草本、藤本同样记载。

1.3 不同人为干扰强度等级划分

干扰强度等级划分为 4 级。A 级为 70) 80 年代烧炭者择伐天然米楮林大树烧炭干扰的林地, 然后排除干扰, 采用封山育林(简称择伐更新 A 级, Class A); B 级为 1981 年皆伐天然米楮林干扰的林地, 然后排除干扰, 采用封山育林(简称皆伐迹地天然更新 B 级, Class B); C 级为 1981 年皆伐天然米楮林干扰的林地, 1983 年再次干扰, 即采用间伐留苗, 1984 年又一次干扰, 即采用有目的、有方向的抚育间伐, 保留健壮、易成材、速生树种(简称皆伐迹地人促更新 C 级, Class C); D 级为 20 世纪 80 年代初皆伐天然米楮林干扰的林地, 然后多次干扰, 即采用火烧整地, 人工种植杉木, 前 3 a 每年抚育(简称杉木林 D 级, Class D); 同时在林地附近选择一片地形位置相似未经干扰天然米楮林作对照(简称天然林对照, CK)。

(1) 二元属性数据的 B 多样性测度。二元属性的数据又称 0, 1 数据或有无数据。在群落调查中只考虑某个物种的存在与否, 而不管其个体数目。¹ Whittaker 指数 (B_{WS}): B_{WS} = S / m_a - 1
式中: S))) 研究系统中记录的物种总数; m_a))) 各样方或样本的平均物种数。

^o Cody 指数: B_c = 1g(H) + 1(H)2/2
式中: g(H)))) 不同干扰强度梯度 H 增加的物种数目; 1(H)))) 不同干扰强度梯度 H 失去的物种数目。

» Routledge 指数 (B_r): B_r = 1S² / (2r + S)2 - 1
式中: r))) 分布重叠的物种对数。

¼ Wilson 和 Shmida 指数 (B_w): B_w = 1g(H) + 1(H)2/2 ma

½ Jaccard 群落相似性指数 (G_j): G_j = j / (a + b - j)

¾ Sorenson 群落相似性指数 (C_s): C_s = 2j / (a + b)

(2) 数量数据的 B 多样性测度

二元属性数据 B 多样性测度方法的优点在于简便, 易于使用, 但它不考虑每一物种的个体数量或相

对多度, 过高地估计了稀疏种的作用, 而数量数据的 B 多样性测度弥补了这一缺点。

¹ Bray) Curtis 指数: C_N = 2j_N / (a_N + b_N)
式中: a_N))) 样地 A 的物种数目; b_N))) 样地 B 的物种数目; j_N 为样地 A 和 B 共有种中个体数目较小者之和, 即 j_N = ∑_{i=1}^S min(j_{N_a}, j_{N_b})

^o Morisita) Horn 指数: C_{MH} = 2 ∑_{i=1}^S (a_{ni} # b_{ni}) / 1 (da + db) a_N # b_N2

式中: a_{ni}, b_{ni}))) A 和 B 样地中第 i 种的个体数目,
da = ∑_{i=1}^S a_i² / a_N², db = ∑_{i=1}^S b_i² / b_N²。

表 1 不同人为干扰强度科组成统计

科名	对照	A 级	B 级	C 级	D 级
胡桃科 Juglandaceae	0	0	1	0	0
壳斗科 Fagaceae	1	1	1	1	1
桑科 Moraceae	1	0	0	1	0
山龙眼科 Proteaceae	0	0	1	0	0
樟科 Lauraceae	1	1	1	1	1
虎耳草科 Saxifragaceae	1	1	1	1	0
金缕梅科 Hamamelidaceae	1	1	1	1	1
大戟科 Euphorbiaceae	0	0	1	1	1
交让木科 Daphniphyllaceae	1	0	1	0	0
漆树科 Anacardiaceae	0	0	0	1	0
冬青科 Aquifoliaceae	1	1	1	1	0
杜英科 Elaeocarpaceae	1	1	1	1	0
山茶科 Theaceae	1	1	1	1	0
桃金娘科 Myrtaceae	1	1	1	0	0
五加科 Araliaceae	0	0	1	1	0
山茱萸科 Cornaceae	0	0	0	1	0
杜鹃花科 Ericaceae	1	1	1	1	0
柿科 Ebenaceae	1	0	0	0	0
山矾科 Symplocaceae	1	1	1	1	0
安息香科 Styracaceae	0	1	0	1	1
玄参科 Scrophulariaceae	0	0	1	1	1
松科 Pinaceae	1	1	0	0	0
杉科 Taxodiaceae	1	1	1	0	1

注: 表内数据存在为 1, 无为 0。

3 结果与分析

3.1.1 运用二元属性数据分析不同人为干扰强度科数变化规律 从表 1 可看出, CK 和 A 级所有科数 16 个, 共有科数 12 个, CK 有而 A 级没有的科数有 1 个、CK 没有而 A 级有的科数有 1 个, 共有科数占 CK 和 A 级所有科数 75%; CK 和 B 级所有科数 20 个, 共有科数 12 个, CK 有而 B 级没有的科数有 3 个、CK

没有而 B 级有的科数有 5 个, 共有科数占 CK 和 B 级所有科数 60%; CK 和 C 级所有科数 21 个, 共有科数 10 个, CK 有而 C 级没有的科数有 5 个, CK 没有而 C 级有的科数有 6 个, 共有科数占 CK 和 C 级所有科数 48%; CK 和 D 级所有科数 18 个, 共有科数 4 个, CK 有而 D 级没有的科数有 11 个, CK 没有而 D 级有的科数有 3 个, 共有科数占 CK 和 D 级所有科数 22%。

表 2 不同人为干扰强度属组成统计

属名	对照	A 级	B 级	C 级	D 级
黄杞属 <i>Engelhardtia</i>	0	0	1	0	0
栲属 <i>Castanopsis</i>	1	1	1	1	1
石栎属 <i>Lithocarpus</i>	1	0	1	1	0
青冈属 <i>Cyclobalanopsis</i>	0	1	1	0	0
桂木属 <i>Artocarpus</i>	1	0	0	1	0
山龙眼属 <i>Helicia</i>	0	0	1	0	0
樟属 <i>Cinnamomum</i>	1	1	1	1	0
檫木属 <i>Sassafras</i>	0	0	0	1	1
润楠属 <i>Machilus</i>	1	1	1	0	0
楠属 <i>Phoebe</i>	0	0	0	1	0
木姜子属 <i>Litsea</i>	0	1	0	0	0
鼠刺属 <i>Itea</i>	1	1	1	1	0
枫香树属 <i>Liquidambar</i>	0	1	0	1	1
木继属 <i>Loropetalum</i>	1	1	0	0	0
蚊母树属 <i>Distylium</i>	0	0	1	0	0
油桐属 <i>Vernicia</i>	0	0	1	1	1
乌柏属 <i>Sapium</i>	0	0	0	1	0
交让木属 <i>Daphniphyllum</i>	1	0	1	0	0
南酸枣属 <i>Choerospondias</i>	0	0	0	1	0
冬青属 <i>Ilex</i>	1	1	1	1	0
杜英属 <i>Elaeocarpus</i>	1	1	1	1	0
木荷属 <i>Schima</i>	1	1	1	1	0
黄瑞木属 <i>Adinandra</i>	1	1	1	0	0
柃属 <i>Eurya</i>	1	1	0	1	0
蒲桃属 <i>Syzygium</i>	1	1	1	0	0
树参属 <i>Dendropanax</i>	0	0	1	1	0
四照花属 <i>Dendrobenthamia</i>	0	0	0	1	0
杜鹃花属 <i>Rhododendron</i>	1	1	1	1	0
柿属 <i>Diospyros</i>	1	0	0	0	0
山矾属 <i>Symplocos</i>	1	1	1	1	0
安息香属 <i>Styrax</i>	0	1	0	0	0
赤杨叶属 <i>Alniphyllum</i>	0	0	0	1	1
泡桐属 <i>Paulownia</i>	0	0	1	1	1
松属 <i>Pinus</i>	1	1	0	0	0
杉木属 <i>Cunninghamia</i>	1	1	1	0	1

注: 表内数据存在为 1, 无为 0。

3.1.2 运用二元属性数据分析不同人为干扰强度属数变化规律 从表 2 可以看出, CK 和 A 级所有属数

23 个, 共有属数 15 个, CK 有而 A 级没有的属数有 4 个, CK 没有而 A 级有的属数有 4 个, 共有属数占 CK 和 A 级所有属数的 65%; CK 和 B 级所有属数 26 个, 共有属数 14 个, CK 有而 B 级没有的属数有 5 个, CK 没有而 B 级有的属数有 7 个, 共有属数占 CK 和 B 级所有属数的 54%; CK 和 C 级所有属数 29 个, 共有属数 11 个, CK 有而 C 级没有的属数有 8 个, CK 没有而 C 级有的属数有 10 个, 共有属数占 CK 和 C 级所有属数的 38%; CK 和 D 级所有属数 24 个, 共有属数 2 个, CK 有而 D 级没有的属数有 17 个, CK 没有而 D 级有的属数有 5 个, 共有属数占 CK 和 D 级所有属数的 8.3%。

3.1.3 运用二元属性数据分析不同人为干扰强度种数变化规律 从表 3 可以看出, CK 和 A 级所有种数 37 个, 共有种数 20 个, CK 有而 A 级没有的种数有 8 个, CK 没有而 A 级有的种数有 9 个, 共有种数占 CK 和 A 级所有种数的 54%; CK 和 B 级所有种数 41 个, 共有种数 15 个, CK 有而 B 级没有的种数有 14 个, CK 没有而 B 级有的种数有 12 个, 共有种数占 CK 和 B 级所有种数的 37%; CK 和 C 级所有种数 46 个, 共有种数 11 个, CK 有而 C 级没有的种数有 18 个, CK 没有而 C 级有的种数有 17 个, 共有种数占 CK 和 C 级所有种数的 11%; CK 和 D 级所有种数 35 个, 共有种数 1 个, CK 有而 D 级没有的种数有 28 个, CK 没有而 D 级有的种数有 6 个, 共有种数占 CK 和 D 级所有种数 1%。

3.2 不同人为干扰强度 B 多样性的比较

3.2.1 二元属性数据的 B 多样性测度 从表 4 可看出, 不同人为干扰强度二元属性数据的 B 多样性测度 (B_{WS} , B_L , B_R , B_T) 随着干扰强度加大逐渐上升, 并几乎都呈线性上升, 且相关关系都很紧密, 线性相关方程即 $B_{WS} = 0.2088x + 0.0581$ ($R = 0.96$), $B_L = 3.18x + 6.2$ ($R = 0.897$), $B_R = 5.433x + 12.605$ ($R = 0.958$), $B_T = 0.2088x + 0.0581$ ($R = 0.9617$); 而群落相似性指数 (C_J 和 C_S) 随着干扰强度加大逐渐下降, 并几乎都呈线性下降, 且相关关系都很紧密, 线性相关方程分别为 $C_J = -0.1663x + 0.7092$ ($R = 0.9915$), $C_S = -0.2088x + 0.942$ ($R = 0.9619$)。

3.2.2 数量数据的 B 多样性测度 从表 4 可看出, 不同人为干扰强度数量数据的 B 多样性测度 (C_N , C_{MH}) 随着干扰强度加大逐渐下降, 并几乎都呈线性下降, 且相关关系都很紧密, 线性相关方程分别为 $C_N = -1.5087x + 6.587$ ($R = 0.8683$), $C_{MH} = -0.2783x + 1.0865$ ($R = 0.9412$)。

表 3 不同人为干扰强度属组成统计

种名	对照	A 级	B 级	C 级	D 级	种名	对照	A 级	B 级	C 级	D 级
少叶黄杞 <i>Engelhardtia fenzelii</i>	0	0	1	0	0	米楮 <i>Castanopsis carlesii</i>	1	1	1	1	0
裂斗锥 <i>Castanopsis fissa</i>	0	0	1	1	1	罗浮锥 <i>Castanopsis fabri</i>	1	1	1	0	0
狗牙锥 <i>Castanopsis lamontii</i>	1	1	1	0	0	南岭锥 <i>Castanopsis fordi</i>	0	0	0	1	0
栲树 <i>Castanopsis fargesii</i>	1	1	1	1	0	吊皮锥 <i>Castanopsis kawakamii</i>	0	0	1	1	0
黑锥 <i>Castanopsis nigrescens</i>	0	0	0	1	0	甜楮 <i>Castanopsis eyrei</i>	1	0	0	0	0
石栎 <i>Lithocarpus glaber</i>	1	0	1	1	0	硬斗石栎 <i>Lithocarpus hancei</i>	0	0	1	0	0
青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	0	1	1	0	0	白桂木 <i>Artocarpus hypargyreus</i>	1	0	0	1	0
檫木 <i>Sassafras zumu</i>	0	0	0	1	1	黄绒润楠 <i>Machilus grijsii</i>	0	1	0	0	0
刨花润楠 <i>Machilus pauhoi</i>	1	1	0	0	0	浙江润楠 <i>Machilus chkiangensis</i>	0	0	1	0	0
闽楠 <i>Phoebe bournei</i>	0	0	0	1	0	黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>	0	1	0	0	0
枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	0	1	0	1	1	木继木 <i>Lycopetalum chinense</i>	1	1	0	0	0
木油树 <i>Vernicia Montana</i>	0	0	1	1	1	山乌柏 <i>Sapium discolor</i>	0	0	0	1	0
黄毛冬青 <i>Ilex dasphylla</i>	0	0	0	1	0	福建冬青 <i>Ilex fukienensis</i>	0	0	1	1	0
台湾冬青 <i>Ilex formosana</i>	1	1	0	0	0	榕叶冬青 <i>Ilex ficoidea</i>	0	1	0	0	0
薯豆 <i>Elaeocarpus japonicus</i>	1	0	0	0	0	华杜英 <i>Elaeocarpus chinensis</i>	1	1	1	0	0
山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	1	0	0	1	0	杜 <i>Elaeocarpus decipiens</i>	0	1	0	0	0
木荷 <i>Schima superba</i>	1	1	1	1	0	黄瑞木 <i>Adinandra millettii</i>	1	1	1	0	0
细枝柃 <i>Eurya loquaiana</i>	1	1	0	1	0	细齿叶柃 <i>Eurya nitida</i>	1	1	0	0	0
赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>	1	1	1	0	0	树参 <i>Dendropanax dentiger</i>	0	0	1	1	0
罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	1	0	0	0	0	密花山矾 <i>Symplocos congesta</i>	1	1	0	1	0
羊舌树 <i>Symplocos glauca</i>	1	1	0	0	0	光叶山矾 <i>Symplocos lancifolia</i>	1	0	1	0	0
山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	0	1	0	0	0	赛山梅 <i>Styrax confuses</i>	0	1	0	0	0
赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i>	0	0	0	1	1	白花泡桐 <i>Paulownia fortunei</i>	0	0	1	1	1
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	1	1	0	0	0	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	1	1	1	0	1
广东山龙眼 <i>Helicia kwangtungensis</i>	0	0	1	0	0	沉水樟 <i>Cinnamomum micranthum</i>	1	1	1	1	0
华南桂 <i>Cinnamomum austrosinense</i>	0	0	0	1	0	长圆叶鼠刺 <i>Itea chinensis var. oblonga</i>	1	1	1	1	0
杨梅叶蚊母树 <i>Distylium myricoides</i>	0	0	1	0	0	虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhamii</i>	1	0	1	0	0
南酸枣 <i>Choerospondias axillaries</i>	0	0	0	1	0	尖叶四照花 <i>Dendrobenthamia angustata</i>	0	0	0	1	0
刺毛杜鹃 <i>Rhododendron championae</i>	1	0	0	1	0	鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	1	1	1	0	0

注: 表内数据存在为 1, 无为 0。

表 4 不同人为干扰强度 B 多样性指数

干扰强度	B _{WS}	B _C	B _R	B _T	C _J	C _S	C _N	C _{MH}
对照 A 级	0.2982	8.5	16.78	0.2982	0.5405	0.702	4.7719	0.7877
对照 B 级	0.4643	13.0	22.68	0.4643	0.3659	0.536	4.4643	0.6188
对照 C 级	0.6140	17.5	30.12	0.6140	0.2391	0.386	1.1930	0.1352
对照 D 级	0.9444	17.6	32.11	0.9444	0.0286	0.056	0.8333	0.0213

4 结 论

运用 B 多样性测度分析不同人为干扰强度(CK 天然米楮林、A 级择伐更新、B 级皆伐迹地天然更新、C 级皆伐迹地人促更新和 D 级杉木林)对福建省武平

县米楮林乔木层恢复的影响分析。结果表明: 随着 CK 对照与不同人为干扰强度加大运用二元属性数据共有科、属、种数, CK 没有而不同干扰强度有的科、属、种数都呈下降的趋势; 而 CK 有而不同干扰强度没有的科、属、种数呈上升的趋势。二元属性数据

的 B 多样性测度 (B_{WS} , R_e , R_k , B_r) 随着干扰强度加大变化速率逐渐上升, 而群落相似性指数 (C_j 和 C_s) 随着干扰强度加大逐渐下降; 数量数据的 B 多样性测度 (C_N , C_{MH}) 随着干扰强度加大变化速率逐渐下降。每个 B 多样性测度公式相关关系都很紧密, 相关系数都在 0.87 以上。

从以上结果可以看出人工种植杉木为优势种控制着整个群落的性质和环境, 导致分析的各方面指标与 CK 天然米楮林相距甚远, 目前较难恢复到米楮顶极群落, 而其余更新方式乔木层以顶极种米楮为第一优势种或第二优势种分析各方面指标与 CK 天然米楮林相距较近, 将能恢复到米楮顶极群落。

[参 考 文 献]

- [1] Bormann F H , Likens G E . Pattern and Process in a Forested Ecosystem[C]. New York: Springer- Verlag, 1981.
- [2] 刘金林, 等. 浙江午潮山次生植被恢复过程的群落剖析[J]. 植物生态学与地植物学报, 1983, 7(1): 8) 19.
- [3] 黄全, 等. 海南尖峰岭热带山地雨林采伐迹地更新群落的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学报, 1988, 12(1): 12) 22.
- [4] 李景文. 小兴安岭阔叶红松林采伐迹地更新的研究[J]. 林业科学, 1988, 24(2): 129) 138.
- [5] 马世骏. 现代生态学透视[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 43) 127.
- [6] 沈泽昊, 等. 米心水青冈林采伐地的早期植被恢复和土壤环境动态[J]. 植物生态学报, 1995, 19(4): 375) 383.
- [7] 温远光, 等. 不同采伐方式对常绿阔叶林物种多样性保持与恢复的影响[M]. 生物多样性研究进展. 北京: 中国

科学技术出版社, 1996. 345) 360.

- [8] 余作岳, 等. 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究[M]. 广州: 广东科技出版社, 1997. 1) 30.
- [9] 赵平, 等. 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.
- [10] 章家恩, 等. 恢复生态学研究的一些基本问题探讨[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 109) 113.
- [11] 赵平, 等. 恢复生态学))) 退化生态系统生物多样性恢复的有效途径[J]. 生态学杂志, 2000, 19(1): 53) 58.
- [12] 游水生, 等. 福建武夷火烧前米楮种群动态分析[J]. 福建林学院学报, 1995, 15(3): 1) 4.
- [13] 游水生, 等. 福建武夷帽布米楮林择伐经营策略初探 N, 年龄结构和生长过程分析[J]. 福建林学院学报, 1996, 16(3): 14) 18.
- [14] 游水生, 等. 福建武夷帽布米楮林火烧前后植物种类组成变化研究[J]. 福建林学院学报, 1997, 17(4): 348) 357.
- [15] 游水生, 等. 福建武夷帽布米楮林火烧前后种类组成变化研究 0. 火烧前后重要值和物种多样性变化[J]. 福建林学院学报, 1998, 18(1): 65) 68.
- [16] 游水生. 不同人为干扰强度对米楮林乔木层组成和物种多样性的影响[J]. 林业科学, 2001, 37(专刊 1): 106) 110.
- [17] 游水生. 福建武夷米楮林恢复生态学研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(12): 1533) 1536.
- [18] 游水生. 福建中亚热带常绿阔叶林(米楮林)最小面积的确定[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20(6): 438) 442.
- [19] 王伯荪. 南亚热带常绿阔叶林取样技术研究[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, 6(1): 51) 61.
- [20] 林鹏. 植物群落学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986. 78) 79.

(上接第 41 页)

对于昆明) 石林高速公路沿线植被群落的生态恢复建设, 初步建议是在人类活动影响小, 自然环境条件相对好的地区倡导自然恢复更替。在人类活动影响大, 水土流失严重地区, 提倡注重山地生态环境保护与兼顾当地社会经济发展, 结合植被的区域生态适宜性及生态功能服务特性, 优选树种与植被生态结构配置, 进行人工恢复, 促进公路沿线高原山地生态环境与地方社会经济的良性化可持续发展。

[参 考 文 献]

- [1] 张为公. 青海省公路建设中存在的主要问题及对策[J]. 水土保持通报, 2004, 24(3): 57) 59.
- [2] 郭忠升. 水土保持植被的有效盖度、临界盖度和潜势盖度[J]. 水土保持通报, 2000, 20(2): 60) 62.
- [3] 刘萍萍, 程积民. 植物种间联结关系的研究[J]. 水土保持研究, 2000, 7(2): 179) 184.
- [4] 权东计, 刘建军, 王得祥. 人工裸露地面的植被建设初步

研究[J]. 水土保持通报, 2003, 23(6): 47) 49.

- [5] 梁杰明, 等. 珠海建设迹地岩土坡植被恢复的生态效应研究[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 175) 177.
- [6] 云南省环境科学研究所. 昆明) 石林高速公路环境影响评价大纲.
- [7] 毛文永. 生态环境影响评价概论[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998. 50) 68.
- [8] 王玉兴, 等. 交通建设项目环境影响评价现状与展望[J]. 交通环保, 2001, 22(1): 32) 35.
- [9] 阎传海, 宋永昌. 江苏北部景观生态对策研究[J]. 农村生态环境, 1997, 13(3): 11.
- [10] 云南植被编写组. 云南植被[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [11] 郑师章, 等. 普通生态学))) 原理、方法和应用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1994. 45) 46.
- [12] 肖笃宁. 景观生态学理论、方法及应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991. 92) 99, 186) 196.