

广西忻城县喀斯特山地的植被特征及其恢复研究

The Characteristics and Recovery of Vegetation in the Karst Mountain Area of Xincheng County of Guangxi

韦昌能

Wei Changneng

(广西来宾市林业勘测设计院,广西柳州 545001)

(Laibin Forestry Surveying and Planning Institute of Guangxi, Liuzhou, Guangxi, 545001, China)

摘要:在广西忻城县选择具有代表性的古麦村和南康村,利用典型抽样统计方法,研究喀斯特山地的植被特征,提出恢复喀斯特山地植被措施,为改善喀斯特山地生态环境和农村建设的可持续发展提供理论参考。

关键词:喀斯特山地 植被 特征 演替

中图法分类号:P642.25;Q948.156 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2005)02-0090-05

Abstract: The vegetation was investigated by using typical sampling method in the villages of Gumai and Nankang of Xincheng county, Guangxi, southern China. These two villages are chosen as representatives of karst mountain areas. The characteristics of vegetation in these areas are analyzed. The measures of recovering vegetation are listed to improve ecological environment and sustainable development in the rural areas.

Key words: karst mountain area, vegetation, characteristics, succession

目前喀斯特山地的区域经济开发和工程建设的问题日益突出,尤其是广西中西部地区,喀斯特山地分布面积广,人口增加快,对喀斯特生态环境破坏大,石漠化面积急剧扩展,这已经成为人类生存、经济和社会发展的隐患和灾害。广西忻城县地处广西中西部,是桂西南岩溶石山综合治理区旱片中心,为典型的石灰岩地区,岩溶地貌极为发育,全县石漠化面积50%以上,是珠防林工程建设和石漠化生态治理重点县,生态区位非常重要。搞好忻城县生态环境的建设,对保护红水河沿岸的森林资源,维护本地区乃至珠江中、下游的生态安全,抵御洪涝灾害,改善生态环境,具有重大意义。为此,本文研究忻城县喀斯特山地的植被特征和植被恢复的措施,为改善喀斯特山地生态环境和农村建设的可持续发展提供理论参考。

1 研究区自然概况和研究方法

1.1 自然概况

忻城县地处广西中西部,位于东经 $108^{\circ}24'$ ~ $109^{\circ}7'$,北纬 $23^{\circ}24'$ ~ $24^{\circ}23'$ 。境内属喀斯特地貌,地势北高南低,境内以峰丛石山为主,间有土山丘陵交错分布,海拔406~888m。主要河流属于珠江流域西江水系,干流红水河自西北向东南贯穿县中部,过境长度56km,滂江河、清水河属红水河的一级支流。气候属南亚热带季风气候,气候温和,雨量充沛,光照充足。全县平均年日照时数1557.4h,年平均气温 20.7°C ,大于 0°C 的年总积温为 7591.4°C ,极端低温 -2.3°C ,极端最高温 39.7°C ,年平均无霜期343d。雨量多集中在4~9月,年平均降雨量1453.2mm。土壤有红壤、石灰土和冲积土等3个类型。植被属于桂中石灰岩植被,其原生植被均已破坏。林分除部分天然马尾松林外,其余都为人工林,人工林主要有杉木林、马尾松林、古蓬松林、桉树林、油桐林和竹林等。县内自然灾害较为频繁,在石山岩溶地区常出现冬春干旱夏内涝的现象。

1.2 研究方法

选择具有代表性的古麦、南康两个行政村的植被进行典型抽样统计^[1],并结合常规样方调查方法,统计植物的物种名、树高、胸径、冠幅、郁闭度、多度、高度和盖度等。样方大小均为 10m×10m。

2 忻城县喀斯特山地的植被特征

2.1 主要群落类型及其特征

忻城县喀斯特山地的植被大多发育成常绿-落叶阔叶混交林,并以灌丛为主,基本上都为次生林。

根据植被的外貌、组成、生境特点研究区的植被可划分 3 个区域:第一区域是自然植物群落结构相对复杂、保持了生物多样性的区域;第二区域是自然植被生长不很好,但可以通过合理管护可持续利用区域;第三区域是自然植被退化、群落结构简单,必须通过人工措施,引进植物种源才能实现植被恢复的区域。

2.1.1 第一区域植被类型

2.1.1.1 香椿 (*Toona sinensis*) + 苦楝 (*Melia azedarach*) + 菜豆树 (*Radermachera sinca*) 混交林

该林分分布在古麦行政村,地块岩石裸露 80% 以上,大多数为缝隙土,间有小块土壤,土层浅薄,干燥,属石灰岩山地恶劣生境。林分结构比较简单,可分为乔木层、灌木层、草本层。第 I 亚层乔木高 10~15m,胸径 10~18cm,郁闭度 0.5~0.6,枝下高 6m 以上,树冠连续,树干较通直,主要树种为香椿和苦楝。第 II 亚层乔木高 4~8m,胸径 6~8cm,郁闭度 0.3~0.4,生长稍差,主要树种是菜豆树,偶见有:任豆 (*Zenia insignis*)、石山巴豆 (*Croton calcareus*)、光桐 (*Veruicia fordii*) 等。

灌木层主要有红背山麻杆 (*Alchornea trewooides*),盖度 20%~30%,间有少量白饭树 (*Flueggea villosa*)、粉苹婆 (*Sterculia euosma*)、粗糠柴 (*Mallotus philippinensis*)、石岩枫 (*Mallotus repandus*)、火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、鸡嘴蕨 (*Caesalpinia tsoongii*)、穿破石 (*Cudrania cochinchinensis*)、黄荆 (*Vitex negundo*) 及藤本腺背金银花 (*Lonicera hypoglauca*)。

草本层有野菊花 (*Dendranthema indicum*)、茜草 (*Rubia cordifolia*)、翠云草 (*Selaginella uncinata*)、肾蕨 (*Nephrolepis cordifolia*) 等呈零星分布。

该群落的林下天然更新不良,幼树、幼苗生长差,林分长势较好,但是结构比较简单。群落的外貌、结构和生活型均反映出中亚热带石灰岩的落叶阔叶

林的特点和性质^[2]。

2.1.1.2 重阳木 (*Bischofia racemosa*) + 任豆-金银花 (*Lonicera japonica*) + 毛乌荻莓 (*Cayratia mollis*) - 肾蕨群落

本群落分布在南康行政村,土壤较薄、干旱,为棕色石灰土,岩石裸露 85%,海拔 350m,群落结构较复杂,可分为乔木层、灌木层、草本层。第 I 亚层乔木树高 12~15m,胸径 14~18cm,冠幅 4m×4m,郁闭度 0.5~0.7,枝下高 8m,树冠基本连续,树干较通直,主要树种是香椿和苦楝等。第 II 亚层乔木树高 10~12m,胸径 18~20cm,郁闭度 0.3~0.4,树干较通直,枝下高 5m,树种以重阳木和菜豆树等为主。第 III 亚层乔木树高 6~8m,胸径 6~10cm,郁闭度 0.3~0.4,枝下高 8m,树冠稀疏不连续,主要树种任豆、吊丝竹 (*Dendrocalamus minor*) 等。400m² 内有 5 丛 32 根。

灌木层以金银花和毛乌荻莓为主,盖度达 50%~60%,其次有拓麻 (*Cudrania fruticosa*)、斜叶榕 (*Ficus gibbosa*)、毛榕 (*Ficus pubifera*) 等。间有长萼玉叶金花 (*Mussaenda longispala*)、大叶紫珠、白饭树、杜茎山、飞龙掌血 (*Toddalia asiaticu*)、毛野花楸 (*Zanthoxylum armatum*)、红算盘子 (*Glochidion coccineum*) 盐肤木、石岩枫等。藤本有:鸡屎藤 (*Paederia scandens*)、尖叶龙须藤 (*Bauhinia championii* var. *acutifolia*)、石山胡颓子 (*Elaeagnus calcarea*)、五叶瓜藤 (*Holboellia fargesii*) 等。

草本层主要以肾蕨为主,其它的有地桃花、茜草、翠云草、荩草、蜈蚣草 (*Pteris vittata*)、银粉背蕨 (*Aleuritopteris argentea*)、假鞭叶铁线蕨 (*Adiantum malesiana*)、槲蕨 (*Drynaria fortunei*) 等。

更新层的幼树、幼苗有:菜豆树、重阳木、苦楝、香椿、红椿 (*Toona ciliata*)、灰毛浆果楝、广西白背桐 (*Mallotus apelta* var. *kwangsiensis*)、构树、七叶莲 (*Schefflera arboriola*) 等。

本群落在当地属较好的群落,拥有中亚热带石灰岩山地落叶-常绿混交林成分,灌木以金银花等藤本为主,其它物种较多,也比较复杂、更新层良好,较稳定。

2.1.1.3 贵州琼楠 (*Beilschmiedia kweichowensis*) + 香椿混交林

本群落分布在南康行政村,海拔 300m,靠近洼地边缘,土壤较浅薄,干旱,为棕色石灰土。林分结构较为简单,林内有农作物用地,有 30% 种过木薯 (*Manihot esculenta*)、指天椒 (*Capsicum annuum* var.

conoides), 人为活动频繁, 可分为乔木层、灌木层、草本层。

乔木层树高 10~16m, 胸径 18~24cm, 最大一株胸径 36cm, 郁闭度 0.7~0.8, 树冠较连续, 树干较通直, 枝下高 6m, 主要树种以贵州琼楠和香椿为主, 其次是菜豆树、任豆和苦楝等。

灌木层不明显, 零星分布的有石岩枫、火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、鸡嘴蕨、山麻杆 (*Alchornea rugosa*)、穿破石 (*Cudrania cochinchinensis*)、凉粉果 (*Ficus pumila*)、广西紫麻 (*Oreocnide kwangslensis*)、密花宁麻 (*Boehmeria densiglomerata*)、飞龙掌血等。

草本层主要以肾蕨为主, 其次有荩草、贯众 (*Cyrtolium fortunei*)、假鞭叶铁线蕨、翠云草、地桃花、落地生根 (*Bryophyllum pinnatum*)、细叶景天 (*Sedum elatinoide*) 等。

本群落更新差, 主要是人为活动频繁, 部分种植农作物, 演替过程不稳定。

2.1.2 第二区域植被类型

2.1.2.1 枫香 (*Liquidambar taiwaniana*) + 菜豆树 + 光桐 (*Veruicia fordii*) — 荚蒾 (*Viburnum dilatatum*) + 杜茎山 (*Maesa japonica*) — 肾蕨群落

本群落位于古麦村, 土壤较深厚、干旱, 为棕色石灰土, 林缘有农作物用地, 人为活动频繁, 群落结构比较整齐, 可分为乔木层、灌木层和草本层。

第 I 亚层乔木树高 12~15m, 胸径 10~25cm, 郁闭度 0.5~0.7, 树冠基本连续, 树干较通直, 枝下高 8m, 主要树种是枫香, 400m² 内有 26 株, 几乎纯林。第 II 亚层乔木树高 9~12m, 胸径 10~12cm, 郁闭度 0.2~0.3, 树干较通直, 枝下高 5m, 主要树种是菜豆树。第 III 亚层乔木树高 4~6m, 胸径 8~14cm, 树冠稀疏不连续, 间有盐肤木 (*Rhus chinensis*)、水东哥 (*Saurauia trisyla*) 等, 主要树种是光桐, 400m² 内有 6 株。

灌木层以荚蒾、杜茎山为主, 占 40%~50%, 间有白饭树、刺冬青 (*Ilex hypnomoma* var. *glabra*)、大叶紫珠 (*Callicarpa macrophylla*)、灰毛浆果楝 (*Cipadessa cinerascens*) 等。藤本有: 菝葜 (*Smilax china*)、酸藤子 (*Fmbelia parviflora*)、地瓜榕 (*Ficus tikoua*)、小果蔷薇 (*Rosa cymosa*)、粗叶悬钩子 (*Rudus asper*) 等。

草本层以肾蕨为主, 占 30%, 其次为五节芒 (*Miscanthus floridulus*)、荩草 (*Arthraxon hispidus*)、白茅草 (*Imperata cylindrica* var. *major*)、

间有竹节草 (*Chrysopoyon aciculatus*)、茅莓 (*Rubus parvifolius*)、刚莠竹 (*Microstegium ciliatum*) 等。

更新层 400m² 内仅有马尾松 (*Pinus massoniana*) 幼苗 1 株, 菜豆树幼苗 1 株。

此群落代表了古麦村的主要群落, 在中山、坡下、洼地、谷地近处生长较好, 具有石灰岩山地落叶阔叶林占优势的特点。

2.1.2.2 红绒毛羊蹄甲 (*Baubinia aurea*) + 灰岩山麻杆 (*Alchornea caloicola*) 山顶灌丛

本群丛分布在南康行政村, 海拔 360m 高的石灰岩山顶上, 石岩大块, 不松散, 黑色的钙质土。灌丛高度 80~100cm, 郁闭度 0.7%~0.8%, 以红绒毛羊蹄甲和灰岩山麻杆为主, 其次有贵州琼楠、石山樟、粉苹婆、小叶山柿、山木通青篱柴 (*Titpitzia sinensis*)、秀丽海桐 (*Pittosporum pukhrum*) 等, 夹杂有石山巴豆、白萼素馨 (*Jasminum albicalyx*)、刺冬青、铜线树、习龙掌血、细叶谷木 (*Memecylon acutellatum*)、石山胡颓子、尖叶龙须藤、柴藤、菝葜、红背山麻杆、云实 (*Caesalpinia sepiaria*)、忻城油茶 (*Camellia* sp.)、崖棕 (*Trachycarpus argyratus*)、五节芒、圆盖阴石蕨 (*Humata tyermanni*) 等。此灌丛是以红绒毛羊蹄甲为主, 种类较丰富, 代表了南康村的山顶植被, 具有石灰岩山顶植被特点^[2]。

2.1.3 第三区域植被类型

2.1.3.1 桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentsa*) 灌丛

本灌丛分布在古麦村, 海拔 300m, 土壤脊薄、干燥, 蒸发强烈, 因过渡的破坏和放牧退化成典型桃金娘灌丛, 以桃金娘为主, 高度 40~80cm, 郁闭度 0.6~0.8, 其次树种有枫香、野梨 (*Pyrus calleryana*)、展毛野牡丹 (*Melastoma normale*)、小冻绿树 (*Rhamnus rosthornii*)、盐肤木、菝葜、酸藤子、了哥王 (*Wikstroemia indica*)、千里光 (*Senecio scandens*) 等。

草本层以白茅草 (*Imperata cylindrical* var. *major*)、五节芒、莠竹 (*Microstegium vimineum* var. *imberbe*)、肾蕨、龙须草 (*Eulaliopsis binata*)、扭黄茅 (*Heteropogon dontortus*) 等。

更新层有灰毛浆果楝、香椿、枫香、马尾松、粗糠柴、石岩枫、乌桕 (*Sapium sebiferum*) 等。从表面上看更新层, 400m² 内有幼树、幼苗 10 种, 但生长极差。由于土壤十分干燥, 蒸发强烈, 基质又强度溶蚀, 这些严重阻碍了幼树、幼苗的生长、演替不能取代灌丛成林, 必须采取人工措施。

2.1.3.2 红背山麻杆 + 老虎刺 (*Pterolobium punctatum*) 山顶生灌丛

本灌丛在古麦行政村,海拔 400m,山顶岩石表面成尖齿状,土壤极少,只在石隙或石块之间凹陷的地方有分布,其余全是大块的岩石。灌丛高 70~100cm,郁闭度 0.4~0.6,以红背山麻杆为主,占 40%,其次是老虎刺,呈零星分布的树种有粉苹婆、石岩枫、粗糠柴、竹叶椒 (*Zanthoxylum armatum*)、密花树 (*Rapanea neriifolia*)、贵州琼楠、石山樟 (*Cinnamomum saxatile*)、石山巴豆、榔榆 (*Ulmus parvifolia*)、虾公木 (*Bridelia fordii*)、长叶紫珠 (*Callicarpa longifolia*)、盐肤木、大叶紫珠、铜钱树 (*Paliurus hemsleyana*)、紫藤 (*Wisteria sinensis*)、厚叶酸藤子 (*Embelia subcoriacea*)、五节芒、荩草、龙须草、翠云草等。

本群落是当地居民每年砍柴割草的地方,所有的树种都是萌芽的,根本没有有性繁殖的条件,群落无法顺向演替,必须封山育林,进行人工更新改造,植被才能恢复起来。

2.1.3.3 黄荆 + 灰岩山麻杆 — 荩草灌丛

本灌丛分布在南康行政村,海拔高 300m,坡度 25°。在洼地附近的阳坡上,土壤贫脊、干燥,石灰岩松散、不成块,主要物种是黄荆、灰岩山麻杆和兰香草 (*Caryopteris incana*) 为主,高度 50cm,少有 1m 高,盖度 80%,地面长有部分荩草,夹杂有老虎刺、五节芒、白茅草、龙须草、扭黄茅、茅叶荩草 (*Arthraxon lanceolatus*)、野古草 (*Arundinella hirta*)、有芒鸭嘴草 (*Ischaemum aristaum*) 等。

此灌丛更新层极差,10m×10m 样地内仅有 1 株菜豆树幼苗。该群落已划为牧场,没有林木生长的余地。

2.2 植被的演化现状与趋势

忻城县喀斯特山地的植物群落演替同时存在顺向演替和逆向演替两种情况。草本群落是在采伐地、火烧地或弃耕地的次生裸地上首先出现的群落,面积大,受人为影响也大,代表种类是一些阳性耐旱的禾草类草甸,如白茅、野古草、狗牙根、蕨类、艾蒿、野菊类。草本群落受干扰停止后,立地环境条件改善,一些灌木开始侵入,出现灌丛群落和灌草丛群落。灌丛群落和灌草丛群落在本地中所占面积不大,主要分布在山林隔火带和山脚湖边,受人为活动影响很大。以马尾松群落为代表的常绿针叶林是山地分布面积最广的森林群落类型。它们大多是人工纯林。近年来由于松毛虫危害,加上各种鸟类采食种子,以及封山育林的影响,虽然作为建群种的马尾松目前还占据着一定的优势,但是林下自然生长的马尾松幼

树少,伴生树种却快速繁殖与生长,预示着马尾松林将被槲栎、化香树、朴树等混交林替代。

3 忻城县喀斯特山地植被恢复措施

忻城县喀斯特山地植被退化的主要原因是居民为了生存,盲目伐薪和刈割,导致植被不断被破坏,植物群落逆向演替。对已经被破坏的植被,如果及时采取封山育林和人工造林等措施,自然植被是可以很快恢复的。

3.1 封山育林的主要技术措施

第一区域的中山、山顶植被覆盖度大,植物多样性保存较好,且石山陡峭,人为不易破坏,应采取全封方式;山脚乔木植被生长较好,土层厚,肥力足,人为活动频繁,可以适当放牧,在保护好乔木的前提下,采取半封方式,但乔木必须保持好。根据当地群众的村规民约将房屋前后森林保护起来,防止外来、内部破坏,同时引导群众把“后龙山”“神山”“风水山”的观念提高到科学的高度,增强生态意识,使村寨附近都有一片较好的森林。该区域封育年限可定为 3~5a。

第二区域的自然植被生长不好,主要是人为活动破坏严重,当地居民开荒种地、砍柴、放牧均在该区域进行。可采取半封方式恢复该区域植被,封育年限为 8~10a。

第三区域山顶至山脚的植被均已退化,可以在山顶采取全封,山脚轮封,封育年限 10~20a。

在半封、轮封区域,郁闭度 0.7~0.9 的红背山麻杆、黄荆、桃金娘等灌丛,可以进行伐薪炭柴、沼气池原料和绿肥等,但砍伐后的郁闭度务必保留在 0.3~0.5。

3.2 人工造林的主要技术措施

造林树种选择按适地适树原则和结合发展当地经济为目的,可以选择香椿、任豆、枫香、菜豆树等当地树种,营造混交林,可将常绿树种:贵州琼楠、石山樟等与竹子混交。还可以考虑种植药用植物如大花金银花 (*Lonicera macranthoides*)、金银花、茜草、青天葵 (*Nervilia fordii*)、毛叶苎兰 (*Nervilia picata*) 等;淀粉植物:七叶薯 (*Dioscorea esquirolii*)、五叶薯 (*D. pentaphylla*)、桫欏 (*Arenga pinnata*) 等;纤维植物 应选 截裂翻白叶树 (*Pterosprmun truncatolobatum*)、地桃花 (*Urena lobata*)、粉苹婆、家麻树 (*Sterculia pexa*) 等;饲料植物:桑 (*Morus alba*)、枫香、构树 (*Broussonetia papyrifera*)、裂叶秋海棠 (*Begonia laciniata*)、野芋 (*Colocasia antiquorum*)

等。造林前,用于育苗的种子要选择粒大、饱满、无病虫害,经消毒处理后再播种,种子发芽后要精细管理,防病虫害、间苗、施肥,造林前一定要炼苗。用于造林的苗木,苗龄以1~1.5a为宜,苗高40~60cm,且为长势优良的壮苗。造林时间宜选择春季雨水季节进行。整地时不能炼山,尽量保留石山原生植被,密度不要求定量,采取“见缝插针”的方式,营养袋苗造林或石隙石缝种子点播。造林时将松散石块去掉,集中表土,大坎造林,以提高造林成活率。

(上接第89页)

(3)增加复种指数^[8]。引进适宜的冬季作物和种植冬季绿肥,改变冬季耕地闲置现象,增加复种指数,既可以增加经济收入,又可以为来年作物提供绿肥。(4)节水灌溉措施。包括节水灌溉方式和节水灌溉制度,在大洼地(如:龙槐、龙烈等),耕地面积大,相对缺水严重,主要采用滴灌与喷灌相结合的灌溉方式,在小洼地(如:龙情),主要采用喷灌方式。节水灌溉制度包括灌溉定额、灌水定额,根据作物需水规律,确定每种作物最佳灌溉时期和灌溉定额等,科学合理利用水资源。

4 龙何屯土地整理效益分析

龙何屯土地整理从2000年初开始,到2003年底,土地整理初步取得了成效。(1)复垦旧宅基地0.2hm²,修建梯地约14hm²,加上部分平整土地工程,增加有效耕地面积4.067hm²,并使原来的强度水土流失区变成中轻度水土流失区。(2)粮食单产量提高到近4500kg/hm²,人均总收入约1230元,提高了80%。(3)对6处岩溶地下水进行了开发利用,配套修建地间水柜6个,装水容量1018.24m³,铺设输水主管道1858m,安装有喷灌、滴灌、浇灌三位为一体的灌溉系统,灌溉面积达4hm²。修建集雨水柜11个,在龙何地下河天窗采将地下水提到高处,并配套修建水柜蓄水池1个及引水主管道250m,实现整个村子自来水到户,解决了龙何屯114户共530人的自流饮用水、畜禽用水及龙何洼地内(约10hm²)全部农作物的自流灌溉,每年人均节省挑水用工173个工日。(4)新建88个沼气池,几乎实现每家每户一个沼气池,88座沼气池年可共产气 $3.52 \times 10^4 \text{m}^3$,提供优质农家肥(水肥)2402.4t,节约柴火220t,提高

参考文献:

- [1] 郑师章,吴千红.普通生态学——原理、方法和应用[M].上海:复旦大学出版社,1994.
- [2] 许兆然.中国石灰岩森林植物研究[J].广西植物,1993,(增刊四):5-54.

(责任编辑:邓大玉)

了龙何居民的生活质量。(5)重修果化镇到龙何屯的公路约4km,修建阶梯级石板路约5km、生产道路约11km。对龙何小学进行改造整修,使全屯儿童在舒适的环境中学习。(6)先后封山育林66.67hm²,退耕还林还草21.97hm²,种植牧草6.67hm²、饲料林10hm²,营造经济林10hm²、果树林5.33hm²,植被覆盖度由原来的不足10%提高到37.74%,土壤侵蚀模数下降了30%。

参考文献:

- [1] 杨庆媛.西南丘陵山区土地整理与区域生态安全研究[J].地理研究,2003,22(6):698-708.
- [2] 刘黎明主编.土地资源学[M].第3版.中国农业大学出版社,2002.
- [3] 蒋忠诚,袁道先.中国西南岩溶区石漠化的综合治理对策[C].中美水土保持研讨会论文集,2003:56-60.
- [4] 蒋忠诚.广西拉峰丛石山生态重建经验及生态农业结构优化[J].广西科学,2001,8(4):308-312.
- [5] 张正峰,陈百明.土地整理的效益分析[J].农业工程学报,2003,19(2):210-213.
- [6] 张之淦,黄保健,黄海澎.碳循环与岩溶土壤改良——原理与综述[J].中国岩溶,2002,21(1):7-13.
- [7] Forman R T T. Land Mosaics: the Ecology of Landscape and Regions [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- [8] 刘宗群,周志跃.喀斯特地区土地整理规划及景观生态学方法的应用——以重庆市涪陵区荒田片区为例[J].西南师范大学学报(自然科学版),2003,28(3):478-482.

(责任编辑:邓大玉)