

云南高原山地公路沿线植被群落调查分析 ——以昆—石高速公路为例

甘淑, 陈娟

(云南大学 亚洲国际河流中心, 云南 昆明 650091)

摘 要: 植被具有控制水土流失的重要生态功能。在云南高原山地生态环境下, 公路沿线现有植物群落结构及功能演替状况将对该地区公路生态环境安全与水土保持具有直接或潜在的重要影响作用。选取昆明—石林高速公路沿线作为案例, 结合 3S 技术综合运用, 针对公路沿线路域植被群落开展定位样方调查, 利用调查数据分析公路沿线典型植被群落的种群组成、结构层次, 以及潜在演替等特性, 运用生态原理运用探讨了高原山地公路沿线生态环境保护对策。

关键词: 云南高原山地; 昆—石高速公路; 植被群落; 生态环境

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2006)01—0038—05

中图分类号: U412.21, S157

Investigation and Analysis on Vegetation Community Along Highway in Mountainous Region of Yunnan Plateau

GAN Shu, CHEN Juan

(Asia International Rivers Center of Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan Province, China)

Abstract: Vegetation cover is of the important ecological function of water and soil resource conservation. In mountainous region of Yunnan Plateau, roadside vegetation community condition and its succession have special significant of the direct and indirect impact on the highway environment security and water and soil conservation. Kunming—Shilin highway was selected as a study case. Helped with RS and GPS technique, field investigation on the vegetation community condition was completed along this highway. The data of 36 samples was obtained. By use ecology analysis method, the characters of vegetation population composition, constructure level and succession direction were studied and developed. Based on the primary analysis result, some proposals on vegetation conservation along this highway were brought forward.

Keywords: mountainous region of Yunnan Plateau; Kunming-Shilin highway; vegetation community; environment; water and soil conservation

特定地区的土地覆盖与植被群落往往是该地区生态环境综合状况的外在标志。公路沿线植被群落作为特定地理环境中不同种群组成的有机集合, 它是人类活动扰动下的生物与环境相互作用的综合表现。在山区建设高等级公路, 难于避免对沿线植被带来影响, 甚至造成局部地面裸露^[1]。由于植被能有效地控制水土流失, 被认为是水土保持最有效最根本的方法, 但植被控制水土流失的能力或功能直接与植物群落类型、结构及其演替过程密切相关^[2]。高等级公路沿线生态环境保护的重要内容之一就是要通过各种途径, 维护现有植被群落生态系统功能, 强制绿化公路沿线裸露坡面, 使植被迅速覆盖地表, 重建特定地域植物群落的种类多样性和层次结构的复杂性,

恢复植被群落生态系统的生态功能, 充分发挥植物的美化功能和生态服务功能, 达到维护公路的生态安全及可持续利用^[3-5]。

在云南广大山区, 直接布设于高原山地表面的高速公路人工构筑物, 由于其沿线涉及到的地表覆盖植被群落、地理环境、土壤条件和气候条件等生态环境复杂多样, 就具体公路段沿线的各种植被群落外貌与结构开展调查, 分析其生态学特性及生态功能状况, 对于探讨公路沿线退化山地恢复, 维护公路可持续利用具有重要的现实意义。为开展相关探讨, 本研究选取了具有云南高原山地公路典型代表性的昆明—石林公路沿线为案例, 综合 3S 技术应用, 对沿线路域植被群落开展定位调查, 并就有关群落结构层次特性进

收稿日期: 2004-10-20

资助项目: 云南省自然科学基金重点项目(2003C0002Z); 国家重点基础研究发展计划专题(2003CB415105)

作者简介: 甘淑(1964—), 女(汉族), 云南腾冲人, 博士, 教授, 主要从事 3S 技术应用与区域生态环境研究。E-mail: ganshu@ynu.edu.cn。

行分析,最后基于生态原理运用探讨了云南高原山地公路沿线的有关生态环境保护对策。

1 研究区概况

昆明—石林高速公路是连接云南省会中心城市昆明与石林风景名胜的干道,公路全长 78 km,沿线经过昆明官渡区、呈贡县、澄江县、宜良县、石林县^[6]。昆明—石林公路于 2000 年 12 月开始动工,2003 年年底建成通车。昆—石高速公路全线地处云南高原面地区,相对于云南西部纵向山岭地区,地势总体起伏相对平缓,但局部地段仍然有较大起伏,基于 GPS 测量获得的公路沿线轨迹地貌剖面如图 1 所示,具有云南高原山地典型代表性。

昆明—石林公路地处云南高原面,沿线地区人口密集,土地开发利用早,天然原始植被已经不复存在,仅有一些次生植被零星分布。但是由于公路建设的线路主体工程用地及山体开挖,必然不可避免地会给公路沿线原本就极为有限的植被群落生态环境造成影响^[7]。具体可能的影响包括:(1) 植被群落与生境的直接丧失;(2) 残留生境的更加破碎、孤立化;(3) 公路边缘不同横向深度的覆盖植被类型(在结构、功能和组成上)均可能受到公路建设的胁迫作用;(4) 特有物种伴随公路通道的扩散加强与外来物种

的进入,潜在地影响着群落结构的改变;(5) 潜在的土地利用变化可能加剧沿线高原山地水土流失;(6) 植被群落结构功能退化影响沿线路域景观视觉美感等^[8]。因此,确定以植被绿化、美化为探讨主题^[9],调查分析公路沿线植被群落特性,开展昆—石公路段沿线路域生态环境后评估,成为研究该路段高等级公路生态安全与可持续利用维护的重要内容。

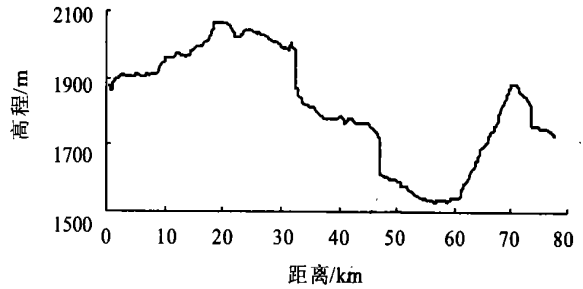


图 1 昆—石公路沿线 GPS 轨迹的地貌剖面图

2 调查方案设计与调查实施

2.1 调查方案设计

基于对公路中线轨迹的 GPS 测量成果,结合遥感数字影像进行空间叠加处理,选取调查的样方主要集中在植被覆盖分布相对比较好的公路沿线路域范围内,具体调查方案设计的空间分布如图 2 所示。

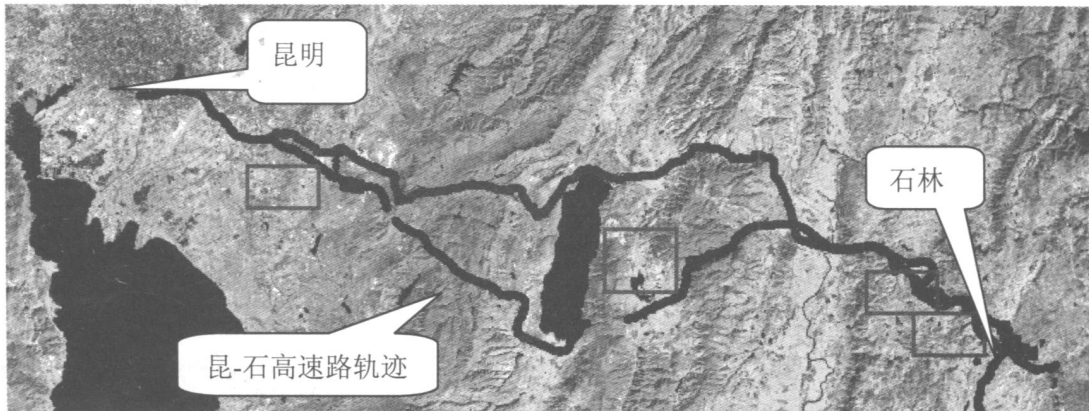


图 2 基于遥感图像及 GPS 轨迹测量的野外调查方案设计示意图

2.2 调查实施

经过对昆明—石林公路开展实地调查,共获得 36 个 10 m × 10 m 的调查样方,其中乔木样方 25 个,灌木样方 5 个,杂草样方 6 个。表 1,2 分别为第 1 和第 6 这 2 个样方的调查记录及资料整理示意。

2.2.1 样地 1 调查信息整理 样地 1 大小 10 m × 10 m,位置大致在石林附近公路边。(1) 生态要素。草地类型,只有草本层,生长状况中等,优势种类为扭黄茅,盖度约 50%。

(2) 立地环境要素。本研究所调查地区经纬度和海拔—GPS23 分别为 103.2883,24.8661,1775,坡度 0°,坡向 270°,土壤(色、厚、肥力)为石牙,石漠化程度 20%。

(3) 无乔木层;无灌木层;草本层:扭黄茅 [*Heteropogon contortus* (L.) Beauv.], 盖度 20%;黄背草 [*Themeda triandra* Forsk. var. *japonica* (Willd.) Makion], 盖度 10%;旱茅 [*Eremopogon delavayi* (Hack.) A. Camus], 盖度

5%; 林下层次: 该样方位于高速公路旁, 主要是荒地, 样地中有大量裸露岩石, 喀斯特地貌明显, 草本层盖度不高。

2.2.2 样地 6 调查信息整理 样地 6 大小 10 m × 10 m, 大致位于公路边覆盖较好的天然次生林。

(1) 生态要素。针叶林类型, 层次结构为乔、灌、草三层, 群落外貌整齐, 其生长状况良好, 优势种类为华山松。

(2) 立地环境要素。经纬度和海拔—GPS49 分别为 103.2652, 24.8812, 1865, 坡度 23°, 坡向 165°, 土壤颜色为红色, 厚度较大, 肥力中上。

(3) 优势物种。华山松 (*Pinus armandii* Franch), 个体数 15 棵, 平均胸径 0.12 m, 最大胸径 0.20 m, 最小胸径 2.80 m, 平均树高 19 m, 最大树高 23 m, 最小树高 15 m, 盖度 60%。云南松 (*Pinus yunnanensis* Franch.), 个体数 6 棵, 盖度 10%。小铁仔 (*Myrsine africana* L.), 平均树高 1.2 m, 最大树高 1.5 m, 最小树高 0.8 m, 盖度 10%。

(4) 乔木层: 华山松 (*Pinus armandii* Franch)、云南松 (*Pinus yunnanensis* Franch.); 灌木层: 小铁仔 (*Myrsine africana* L.), 灌木层的优势种, 盖度高达 10%, 野蔷薇 (*Rosa multiflora* var. *cathayensis* Rehd.); 草本层: 紫荆泽兰 (*Eupatorium coelestrum* L.)、金发草 [*Pogonatherum paniceum* (Lam.) Hack]、细弱柳叶若 (*Isachne tenuis* Keng)、鼠尾草 (*Salvia japonica* Thunb.)、穗状香薷 [*Elsholtzia stachuodes* (Link) C. R. Wu]、荩草 [*Arthraxon hispidus* (Thunb.) Makino]、三叶悬钩子 (*Rubus triphyllus* Thunb.) 等; 林下层次有关描述: 有紫茎泽兰 (*Eupatorium coelestrum* L.), 盖度为 15%, 细弱柳叶若 (*Isachne tenuis* Keng) 盖度为 10%。有地衣苔藓。

3 调查成果分析

3.1 植被群落树种组成

依据云南植被地理分布规律, 按地域环境条件, 昆明—石林高速公路沿线植被本应为半湿润常绿阔叶林^[10]。但由于长期受制于人类活动的强度干扰, 公路沿线原始天然植被已经不复存在。对调查成果整理得出, 目前公路沿线路域的植被组成主要可归类为: (1) 以云南松 (*Pinus yunnanensis* Franch.), 华山松 (*Pinus armandii* Franch.) 等本土树种为优势群落的次生植被; (2) 以外来物种黑荆 (*Acacia mearnsii* De Wild.), 干香柏 (*Cupressus duclouxiana* Hickel) 为优势的人工林; (3) 由耐干旱的小铁仔 (*Myrsine*

africana L.)、火把果 [*Pyracantha fortuneana* (Maxim.) Li]、扭黄茅 [*Heteropogon contortus* (L.) Beauv.]、细弱柳叶若 (*Isachne tenuis* Keng) 等灌草丛植被覆盖。

目前该公路沿线植被覆盖中, 通过样方调查资料整理结果表明: (1) 主要分布的乔木树种有云南松 (*Pinus yunnanensis* Franch.)、华山松 (*Pinus armandii* Franch.)、黑荆 (*Acacia mearnsii* De Wild.)、蓝桉 (*Eucalyptus globulus* Labill.)、滇杨 (*Populus yunnanensis* Dode)、栓皮栎 (*Quercus variabilis* Bl.)、墨西哥柏 (*Cupressus lusitanica* Mill.)、干香柏 (*Cupressus duclouxiana* Hickel)、滇油杉 (*Keteleeria evelyniana* Mast.)、麻栎 (*Quercus acutissima* Carr.)、清香木 (*Pistacia weinmannifolia* J. Pison ex Franch) 等 10 余种; (2) 灌木有火把果 [*Pyracantha fortuneana* (Maxim.) Li]、木兰 (*Indigofera tinctoria* Linn.)、西南荀子 (*Crotalaria franchetii* Boiss.)、薄叶鼠李 (*Rhamnus leptophyllus* Schneid.)、沙针 (*Osyris wightiana* Wall)、金花小檗 (*Berberis wilsoniae*) 等近 10 种; (3) 草本类型多而复杂, 主要有白茅 [*Imperata cylindrica* (L.) Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb.]、狼尾草 [*Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng]、旱茅 [*Eremopogon delavayi* (Hack.) A. Camus]、金茅 [*Eulalia speciosa* (Debeaux) O. Kuntze]、毛蕨 [*Thelypteris interrupta* (Willd.) K. Iwats.] 等数 10 种。

3.2 群落层次结构

依据实地调查资料整理, 对人工恢复植被群落组成与结构分析可得出, 公路沿线人工群落的组成树种, 主要有以黑荆 (*Acacia mearnsii* De Wild.)、蓝桉 (*Eucalyptus globulus* Labill.)、干香柏 (*Cupressus duclouxiana* Hickel)、华山松 (*Pinus armandii* Franch.) 等为建群种的 4 种典型群落类型。这些人工恢复的植被群落, 具有的共同特点是群落组成种群单一, 垂向层次结构简单。调查中获得 10 组人工恢复林临时样地, 均表现为以单一树种为绝对优势, 林下无灌木层, 少有的草丛层覆盖也多为一年生杂草。以该公路沿线分布相对较多的黑荆人工群落为例, 黑荆树为绝对优势树种, 零星分布有其它物种, 垂向结构通常仅有一个层次。究其原因在于黑荆群落种子产量大, 繁殖生长快, 对其它植物群落具有强烈的竞争排斥作用, 有关生态问题值得深思探讨。但黑荆群落作为公路沿线的人工植被群落, 从公路沿线植被景观美感角度, 在原本裸露的高原山地表面, 黑荆树建群演替速度快, 其树叶色泽油绿醒目, 树冠覆盖郁闭度高,

外貌显现生机茂盛,对连接旅游地的昆明—石林公路沿线具有较好的景观视觉效果。另外,黑荆群落由于根系萌生性强,对高原山地也具有相对较好的固土保水生态功能。

对自然演替恢复的次生植被群落结构的实地调查状况进行分析可得出,相对于人工恢复林,组成种类有所丰富,群落层次结构有改善。调查得到的 16 个相关样地中,均为乔木与杂草,或乔木、杂草与灌木多个层次,群落树种组成的优势度较人工林有所分散。但在该地区公路沿线次生植被群落中,普遍存在的一个突出生态问题是林下几乎无乔木优势树种幼苗存在,林下多为杂草覆盖。特别是在新旧公路交汇地方的植被群落,林下均全部为紫荆泽兰(*Eupatorium coelestrum* L.) 所覆盖,形成以紫荆泽兰单优突出的草丛层次,对乔木层或灌木层的幼苗生长形成强烈的竞争排斥作用,致使林下恢复演替的自然途径被完全阻隔,这对于该地区次生植被的潜在演替发展是十分不利的,因此,该公路沿线路域的生物入侵防止与生物多样性维护生态环境问题较为突出。

3.3 覆盖空间分布

基于对遥感影像的判读,结合实地 GPS 定位验证结果表明,在昆明—石林公路沿线 5 km 路域范围内,人为活动影响强烈,原生植被覆盖已经不复存在,坝区农田和平缓山区旱地、果园分布广泛,植被覆盖度总体较低。在次生植被覆盖中,自然更替恢复的次生植被分布也十分稀少,主要是在人类活动相对难于到达的陡坡高山区,或是受到人为保护的局部自然恢复区;人工恢复植被群落分布也十分有限,主要在临近城镇附近的公路沿线路域内,如昆明、宜良坝子附近的公路沿线半山区路域内多有人工种植类型分布。在靠近石林风景区的高速公路沿线,喀斯特地貌尤为明显,地面石芽林立,基本没有乔木和灌木。

4 云南高原公路沿线植被生态保护

4.1 群落生态功能效应的发挥

对生态学中有关植被群落生态功能的保护,通常可从两个方面理解,一是通过对树种的保护和利用,恢复地带性植被,保持地方特色。另外就是依据群落学原理,运用人工调控手段,构建人工植被群落,如混交林复合群落等,优化群落结构与功能。在云南高原山地公路沿线路域内,运用群落生态学理论,从功能效应角度对公路沿线路域的群落进行乔灌草空间结构配置研究是必要的。通常,乔木可以利用公路沿线广阔的地上空间,产生庞大的绿色量,因此,公路沿线生态环境建设,应该运用以乔木为主体构建公

路沿线群落结构,配置灌木层与草被层以充分利用林下空间,增加绿量,提高景观的层次性。同时,为维持地带性植物遗传与群落稳定等多样性持久发展,还应兼顾重视乡土树种的选用。

4.2 植物生态位特性的综合利用

根据植物生态位特性,区分群落中不同植物的生态位,研究其生态限制因子,配置相应的功能植物,对于充分利用特定土地空间资源、提高生态和景观效益具有重要意义^[11]。对于云南高原山地公路沿线的植被群落生态位运用,应区分耐旱、固土保水和抗病虫害及抗污染等生态和生物学功能特性;根据植物生态位的特性,利用植物空间、时间和营养生态位上的分异进行配置,形成乔、灌、草结合的复合群落,一方面可以利用种间互惠共生的关系,优化植物生长环境,达到固土保水生态效应;另一方面可以发挥不同层次植物在绿量和季相方面的互补性,充分利用光、热、水、土等资源,提高植物生产力,丰富季相色彩,增加公路沿线景观视觉审美生态效应。

4.3 重视生物多样性的维护与利用

云南高原山地公路沿线生态系统的生物物种多样性,既包括了野生生物,又包括了当地和外来的栽培种。贯穿高原山地的公路沿线生态建设,要着重于地带性植被的恢复;公路沿线山地生态建设中既要避免种类过于单一,又要使景观植物达到适度规模。亦即在公路沿线植被恢复发展战略中,制定相应公路绿化的生物多样性发展规划,树立对当地原始植物保护意识,适当针对沿线主要生态问题(如水土流失,土地退化等),综合利用乡土植物与引进新品种的组合优势。

4.4 在生态恢复建设中发挥公路的景观廊道作用

依据景观生态学理论,廊道作为与斑块相连接而不同于基底的狭长地带,它是斑块间进行物质、能量、信息等交换的重要通道^[11]。公路作为地表景观中最具有典型性的人工干扰廊道,如果基于退化山地恢复与重建的生态理念,作为具有连接作用的云南高原山地高等级公路通道,也可成为便于路域植被恢复,加速沿线植被生态修复的廊道。基于公路通道便利,如果通过人为的调控恢复,将云南高原山地公路沿线路域内原本破碎的植被景观斑块连接起来,使其与周围的农田、水体林带等形成闭合,修复各类生境斑块的连接度,创建公路沿线生物与人类和谐共存空间,这对于弥补与减缓公路建设对沿线生态环境造成的影响具有积极地促进作用,对维护公路沿线高原山地水土保持与生态安全具有重要现实意义。

(下转第 84 页)

的多样性测度(W_S, C, R, T)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 天然米槠林相距甚远,目前较难恢复到米槠顶极群落,而其余更新方式乔木层以顶极种米槠为第一优势种或第二优势种分析各方面指标与 CK 天然米槠林相距较近,将能恢复到米槠顶极群落。

[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[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.福建武平火烧前米槠种群动态分析[J].福建林学院学报,1995,15(3):1—4.
- [13] 游水生,等.福建武平帽布米槠林择伐经营策略初探,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.福建武平帽布米槠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.福建武平帽布米槠林火烧前后种类组成变化研究.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槠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.福建武平米槠林恢复生态学研究[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(米槠林)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.