

# 粤北岩溶山区土地石漠化成因及其生态经济治理模式

黄金国, 魏兴琥, 王兮之

(佛山科学技术学院 空间信息与资源环境系, 广东 佛山 528000)

**摘 要:**阐述了粤北岩溶山区石漠化的发展现状,从地质地貌、水文气候、土壤植被、人口压力、社会经济条件和土地利用等方面详细分析了粤北岩溶山区土地石漠化的成因及机理,认为脆弱的岩溶生态环境是土地石漠化形成的内因,落后的社会经济条件和不合理的人类活动是土地石漠化形成的主要影响因素和诱发因素。结合当地的自然、社会和经济发展的实际情况,提出了 3 种治理石漠化的生态经济模式,即保护型治理模式、生态农业型植被恢复模式和非农产业替代型治理模式。

**关键词:**粤北岩溶山区;土地石漠化;成因;生态经济治理模式

中图分类号:S157

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)04-0105-05

## The Origin and Eco-economics Improvment Model of the Rock Desertification in Karst Mountain Area of Northern Guangdong

HUANG Jin-guo, WEI Xing-hu, WANG Xi-zhi

(Department of Space Information & Resource Environment,

Foshan University of Science and Technology, Foshan, Guangdong 528000, China)

**Abstract:** The types and the current distribution characteristics of rocky desertification in karst mountain area of northern Guangdong were analyzed to explore the causes and forming mechanism of rock desertification from the following aspects such as geological ground and form, hydrology and climate, soil and vegetation, population pressure, economic and social condition and land use, etc. It considers that the internal factor which leads rock desertification taking place is karst eco-environmental fragility, the backward economic and social condition and the irrational human activities are main influencing factors and driving factors. According to realistic situation of natural and social conditions and economic development in the karst mountain area in northern Guangdong, the three eco-economics improvment models are put forward: the improvment model of protective type, and the vegetation restoration model of eco-agriculture type, the replacement type of improvment model of non-agriculture industry.

**Key words:** the north karst mountain area of Guangdong; rock desertification; origin; eco-economics improvment model

土地石漠化(Rock Desertification)是指在湿润、亚湿润气候环境和岩溶环境中,由于人类活动和/或气候变化等因素的作用,造成地表植被退化、土壤侵蚀、地表水流失、基岩裸露,形成类似石质荒漠景观的土地退化过程<sup>[1-4]</sup>。土地石漠化不仅使岩溶地区土地生产力下降、地表植被覆盖率锐减、系统水源涵养能力削弱、地表水源枯竭,而且造成土地资源丧失、粮食减产,严重威胁当地群众的生产生活。石漠化已成为

岩溶地区首要的生态问题,成为灾害之源、贫困之因、落后之根。粤北岩溶山区是我国西南岩溶区的东延部分,位于 112°07'—114°30'E, 24°00'—25°28'N,行政区划包括清远市的阳山县、英德市、连州市、清新县北部、连南县东部,韶关市的乳源县、曲江县、翁源县、乐昌市、韶关市区、仁化县南部、始兴县西南部、新丰县西北隅,以及河源市连平县西部,总面积 20 576 km<sup>2</sup>,占全省总面积的 11.57%,其中碳酸盐岩面积约

收稿日期:2012-12-26

修回日期:2013-02-15

资助项目:广东省哲学社会科学“十二五”规划项目(GD12CGL01);国家自然科学基金项目(31170486, 31070426);广东省自然科学基金项目(S2012010009272)

作者简介:黄金国(1967—),男,湖南人,副教授,主要研究方向为土地退化防治与农业资源利用。E-mail:fsjgh@163.com

9 475.63 km<sup>2</sup><sup>[5]</sup>。本区属亚热带季风气候,利于岩溶发育,岩溶作用明显,地貌类型以峰林山地、丘陵和洼地为主。由于特殊的自然条件和社会经济背景,这些地区成为广东经济发展最落后、贫困面积最大、贫困人口最多的地区,土地石漠化问题仍是制约当地社会经济可持续发展的核心问题之一。本文拟对粤北岩溶山区土地石漠化成因和主要影响因素进行分析,并结合当地的自然条件和社会经济条件,提出土地石漠化综合治理的生态经济模式及其实施途径,旨在为当地的石漠化治理提供参考。

## 1 土地石漠化现状

广东省林业调查规划院 2005 年的遥感调查显示,粤北岩溶山区的石漠化土地主要分布于韶关市的武江区、曲江县、翁源县、乳源县、乐昌市和新丰县,清远市的阳山县、英德市、清新县,河源市的连平县,石漠化总面积 70 336.3 hm<sup>2</sup>,其中韶关市石漠化面积 42 303.8 hm<sup>2</sup>,清远市石漠化面积 26 321.4 hm<sup>2</sup>,河源市石漠化面积 1 711.1 hm<sup>2</sup><sup>[6]</sup>,分别占粤北岩溶山区石漠化总面积的 60.15%、37.42%和 2.43%。从各县(市、区)的情况来看,乐昌市、阳山县、英德市、乳源县 是粤北岩溶山区石漠化土地的主要分布区域,4 县(市)石漠化土地面积之和为 60 880.6 hm<sup>2</sup>,占粤北岩溶山区石漠化土地面积的 86.56%,其中乐昌市土

地石漠化面积 26 758.9 hm<sup>2</sup>,占 38.04%,阳山县土地石漠化面积 16 169.5 hm<sup>2</sup>,占 22.99%,英德市土地石漠化面积 8 993.4 hm<sup>2</sup>,占 12.79%,乳源县土地石漠化面积 8 958.8 hm<sup>2</sup>,占 12.74%(表 1)。

从石漠化等级与空间分布来看,粤北岩溶山区轻度石漠化面积 14 111.5 hm<sup>2</sup>,占石漠化总面积的 20.06%,主要分布于阳山县—连州市一带的裸露石灰岩地区,呈较均匀的斑点状分布,在本区东部和北部的覆盖型岩溶地区,盆地中周边分布的峰林或残丘也多数属轻度石漠化;中度石漠化面积 29 887.1 hm<sup>2</sup>,占石漠化面积的 42.49%,主要分布于乐昌市的云岩、梅花镇,乳源县大桥、必背镇,阳山县江英、青莲、七拱、东山、大茛、犁头、岭背等镇,英德青坑、青塘等镇,清新县石潭、浸潭、白湾等镇,新丰县回龙镇,翁源县庙墩、高坡等镇,一般呈小块斑状或零星状分布;重度石漠化面积 25 897.6 hm<sup>2</sup>,占石漠化面积的 36.82%,主要分布于乐昌市梅花、秀水等镇,乳源县红云、大坪、必背、大桥镇,阳山县江英、青莲、水口、东山、岭背等镇,英德青坑、青塘镇,除在乳源县大桥镇及其附近为大片分布外,其余均为小片状或零星分布;极重度石漠化面积 440.1 hm<sup>2</sup>,占石漠化面积的 0.63%,主要分布于乐昌市的沙坪、云岩等镇,阳山县东南部的东山、杜布、水口、江英、岭背镇,乳源县的古母水、大布、龙南、侯公渡镇,英德的岩背、石灰铺镇。

表 1 粤北岩溶山区石漠化等级与分布区域

县(市、区)	轻度石漠化/hm <sup>2</sup>	中度石漠化/hm <sup>2</sup>	重度石漠化/hm <sup>2</sup>	极重度石漠化/hm <sup>2</sup>	合计/hm <sup>2</sup>	占总面积的比例/%
武江区	2795.8	584.4	1196.5	3.9	4580.6	6.51
曲江县	180.1	2	416.9	8.9	607.9	0.86
翁源县	176.7	0	1110.8	0	1287.5	1.83
乳源县	1025.7	5715.1	2218	0	8958.8	12.74
乐昌市	9592.6	11496.4	5646.2	23.7	26758.9	38.04
新丰县	0	0	110.1	0	110.1	0.16
阳山县	340.6	6009.8	9479.9	339.2	16169.5	22.99
英德市	0	5527.6	3401.4	64.4	8993.4	12.79
清新县	0	551.8	606.7	0	1158.5	1.65
连平县	0	0	1711.1	0	1711.1	2.43
合 计	14111.5	29887.1	25897.6	440.1	70336.3	100.00

## 2 土地石漠化成因及其主要影响因素

### 2.1 分布广泛的岩溶石山是形成石漠化的物质基础

粤北岩溶山区在地质构造上属华南褶皱系的中部,南岭纬向构造带的南端,地质构造复杂,多次和多种性质的地壳运动最终塑造了本区现代地壳的轮廓,并导致古生界寒武系至中生界三叠系尤其是晚古生界泥盆—石炭系和泥盆—二叠系的碳酸盐岩大面积出露,出露面积达 46.38%。由于碳酸岩系的抗风蚀

能力强,成土过程缓慢,土壤剖面中通常缺乏 C 层(过渡层),在基质碳酸盐母岩和上层土壤之间,存在着软硬明显不同的界面,使岩土之间的粘着力与亲和力大为降低,一旦植被遭到破坏,在降雨等条件诱发下,易发生水土流失和土体整体滑动而使基岩裸露,石漠化也随之发生。

### 2.2 特定的自然地理环境是形成石漠化的基本条件

2.2.1 地形地貌复杂多样,土壤侵蚀强烈 粤北岩溶山区地貌类型复杂多样,以中山、低山、丘陵为主,

地表崎岖破碎,区域内不仅山地面积大,而且坡面陡峭,沟壑纵横,多乱石缝地和石旮旯地,地表平均坡度达 $18.38^{\circ}$ ,其中 $>25^{\circ}$ 的陡坡地占总面积的 $35.3\%$ , $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的坡地占 $36.2\%$ ,二者合计占 $71.5\%$ <sup>[7]</sup>,山多坡陡的地表结构决定了系统内水土资源易流失,降低了生态系统环境的抗干扰能力,在人类活动的激发下,水土流失加剧,促进了石漠化的形成<sup>[8]</sup>。

**2.2.2 水文气候条件多变,水热资源不匹配** 粤北岩溶山区地处亚热带北缘,具有温暖、潮湿、多雨、雨旱季分明等气候特点。年平均气温 $20.1\sim 21.9^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $5\,960\sim 7\,000^{\circ}\text{C}$ ,年平均降水量 $1\,286\sim 2\,590\text{ mm}$ ,但降雨的年内分配不均匀,月际变化大,有明显的干雨季之分,4—9月为雨季,10月至翌年3月为干季,雨季降水量占全年总降水量的 $83.8\%$ <sup>[9-10]</sup>,并且大雨、暴雨频率高,年均暴雨日数 $>10\text{ d}$ <sup>[11]</sup>。水热资源不匹配不利于植被生长,加上不合理的人类活动的干扰,致使粤北岩溶山区森林覆盖率偏低,大部分地区的森林覆盖率为 $31.6\%\sim 63.2\%$ ,局部地段在 $20\%$ 以下<sup>[12]</sup>,尤其是在裸露碳酸盐岩分布的高强度石漠化区域,仅为 $3\%$ 左右,植被破坏后,水热优势则会转化为强烈的破坏营力,造成强烈的水土流失,加速石漠化进程。

### 2.3 主要影响因素

(1) 人口增长过快,农业人口多,土地负荷压力大。长期以来,由于受多子多福和生育越多劳力越多的观念影响,区内人口增长率长期居高不下,以石漠化分布的典型区域英德、阳山、乳源、连州4县(市)为例,近50 a来人口总数从1955年的99.95万人增加到2007年的229.03万人,其中农业人口达187.79万人,占总人口的 $81.99\%$ <sup>[13]</sup>。随着人口的增加,粮食不足的问题愈加突出,毁林开荒、陡坡耕种时有发生,从而使山地、丘陵的森林植被遭到破坏,陡坡耕地数量增加,坡地的耕地化引起严重的水土流失,最终导致基岩裸露,形成石漠化。

(2) 不合理的土地利用。一方面是土地利用率高,以阳山县为例,根据2004年土地利用变更调查的数据,全县土地总面积为 $341\,837\text{ hm}^2$ ,其中已利用土地 $243\,268\text{ hm}^2$ ,未利用土地 $98\,579\text{ hm}^2$ ,土地利用率为 $71.16\%$ <sup>[14]</sup>;另一方面是陡坡耕种和农林牧用地结构不合理。据统计,粤北岩溶山区 $>25^{\circ}$ 的陡坡旱耕地占耕地总面积的 $17.3\%$ ,占旱耕地总面积的 $40.5\%$ ,其中大于 $35^{\circ}$ 的极陡旱耕地占耕地总面积的 $9.6\%$ <sup>[7]</sup>,不少地区甚至还是“一碗泥巴一碗饭”的石旮旯地,而在旱坡耕地中,实现梯土化或等高耕作的不足三分之一,陡坡开荒扩种,粗放经营,广种薄收的

现象十分突出,加剧了水土流失和石漠化的发展。

(3) 社会经济发展水平的制约。“老、少、边、山、穷”是粤北岩溶山区最显著的区域特征,人地矛盾、人粮矛盾十分突出,相当一部分岩溶山区,粮食来源于石缝中点种的玉米等旱地作物,根本无法维持群众的基本口粮,长期以来陷于“人增—林退—耕退—石漠化—贫困”的恶性循环。落后的社会经济发展水平限制了人们的购买力,由于没有足够的经济实力去购买粮食、燃料、水和电力资源等维持日常生活的必需品,农民不得不盲目进行陡坡开荒,伐木取薪,乱采地下水和过度放牧等活动,由此破坏了森林植被和土壤结构,造成严重的水土流失,最终导致石漠化的形成。

总之,粤北岩溶山区土地石漠化是在脆弱的岩溶地质环境背景下叠加了人类不合理的生产活动的综合结果。脆弱的岩溶生态地质环境背景奠定了土地石漠化的基础,暖湿的季风气候为岩溶地貌的强烈发育提供了必要的溶蚀条件,人口压力及不合理的土地利用导致土地资源严重退化、植被覆盖度锐减、水土流失加剧、土地生产能力丧失和生态环境严重恶化,最终导致土地石漠化的产生。因此,自然环境因素是土地石漠化形成的内因,而不合理的人类活动是土地石漠化形成的诱导因素。

## 3 石漠化治理的生态经济模式及其实施途径

### 3.1 保护型治理模式

保护型治理模式适用于环境与资源条件恶劣且人口超载的地区,如阳山县岭背镇,乳源县必背镇,英德岩背镇等,这些地方通常难以用扩大现有技术条件下的生产活动来促进当地经济发展,只能通过生态环境恢复和重建来改善生态环境,遏制石漠化的发展,实施途径主要有封山育林、退耕还林、人工造林和生态移民等。

(1) 封山育林。岩石裸露率在 $70\%$ 以上的石山和白云质砂石山地区,土壤很少、土层极薄(一般不超过 $2\sim 3\text{ cm}$ )、地表水极度匮乏,立地条件极差,基本不具备人工造林的条件,因此,对此类地段必须采取全面封禁的措施,通过封禁,促进土壤有效积累,利用喀斯特山区优越的水热条件,促进植被自然恢复,先培育草类,进而培育灌木,形成自然乔、灌、草相结合的植物群落。封育的方式主要有三种,一是全封,即在封山时间内整个封山地段禁止一切不利于林木生长的人为活动;二是半封,即在林木生长季节实行全面封山,其余时间在严格保护目的树种、幼苗幼树的前提下,可以有计划地进行砍柴、割草、采集等活动;

三是轮封,即为了协调乡村农民对放牧、割草、采集等与森林植被恢复需求的矛盾,实行分片区轮流封山,一般情况下前3~5 a封山初期适宜全封,5 a后可实行半封。

(2) 退耕还林。根据不同的生态区位条件,结合地貌、自然、经济和技术条件,对岩溶区内的宜林荒山、坡度 $>25^\circ$ 的坡耕地实施退耕还林,以营造生态公益林为主,经济林营造应结合当地农村产业结构调整,薪炭林营造应与农村生活能源需求相结合<sup>[15]</sup>。退耕还林还草,建设和保护生态环境,短期内很难收到直接经济效益。因此,必须建立有效的激励机制,调动起农户的积极性,在退耕初期,各县(市)应根据当地的实际情况,施行奖惩制度或者有偿退耕的办法保证坡耕地的完全退耕,当流域治理好后,侧重于保护管理,防止重复破坏。

(3) 人工造林。岩石裸露率为50%~70%的半石山及部分条件相对较好的石山,有较多的残、坡积土,但浅薄,有一定数量的疏林、灌丛或者较多的草丛,经过局部整地、通过“栽针(叶)、留灌(丛)、补阔(叶)”或“栽阔、抚灌”的措施人工补植(播),再采取全面封禁措施,以期形成乔、灌、草混交林。补植的树种主要有任豆、香椿、菜豆树和竹类等;裸岩率在30%~50%的地区,有一定的藤刺草灌分布,对立地条件较好的地段应有计划地发展经济果木,种植李子、杜仲、金银花、花椒、枇杷、梨等经济树种,坡度较缓有一定土层(2~3 cm厚)的溶蚀丘陵,应有计划地发展人工草地,牧业尽量改放养为圈养,以生态经济型林草为核心进行植被恢复。

(4) 生态移民。石漠化程度特别严重的地区,如耕地中岩石裸露,土壤质地差,水资源缺乏、水旱灾害频繁发生,生存状况严重恶化等不适宜于人类居住的区域,要有计划、有步骤地进行生态移民,移民结束后进行全面封山。

### 3.2 生态农业型植被恢复模式

岩溶地区传统的农业生产方式,无法摆脱食物生产与环境保护这对固有的矛盾。要从根本上化解这对矛盾,就必须改变思路,变过去被动的恢复治理为现在主动的恢复治理,发展寓经济、社会、环境三效益于一体的山区生态农业。英德、阳山等部分地区的实践证明,通过林果、林农、林牧结合等形式,建立各种以林为主体的具有良性循环的生态体系是粤北岩山区生态、经济建设同步进行的有效途径。

(1) 林(草)牧结合型。适宜于耕地资源数量少质量差且分布零散,基本农田少,而荒山草坡面积辽阔,牧草资源较丰富,草坡草地面积比较连片集中,畜

牧业有一定基础,但又以放牧散养、粗放经营为主广种薄收习惯严重的乡镇。在林草植被建设、恢复初期,应限制牛羊只放牧并探索改放牧为舍饲的饲养方式,同时调整优化畜群结构,完善荒坡合理利用与保护和草场建设机制,建立联户承包的畜牧专业组,大面积改良天然草场;建设的中期,林草植被基本恢复后,应以草定畜,促进实行草地畜牧业的集约化经营,轮封轮牧,逐步实现林草建设和畜牧业发展互为依托,相互促进的良性循环,最终步入林(草)牧协调发展的道路。

(2) 林果药为主的林业先导型。发展规模性林果药为主的林业先导型生态农业,可以大幅度提高所在区域的植被覆盖率,改善植被群落结构,同时也能更快地增加农民收入,提高农民生活水平。该模式的实施可围绕3个方面展开:一是在 $35^\circ$ 以上的石山、裸岩、沓兑地等难以利用坡地以及沿河一带,综合运用封、造、补措施,恢复植被,建造生态防护林体系,在兼顾经济效益的同时侧重生态效益;二是在 $25^\circ\sim 35^\circ$ 的坡耕地(退耕还林坡地)进行统一规划,有计划地种植适宜喀斯特地区生长的经济林,如香椿、橙、桔橘、油桐、油茶、漆树、桃、李等,在兼顾生态效益的同时侧重经济效益;三是利用当地中草药资源丰富的优势,大力发展中草药种植,如金银花、石斛、杜仲、黄柏等,把中草药种植及产业化开发作为农村新的经济增长点,引进技术和设备建立药材加工企业,逐步形成药材生产和加工基地。

(3) 林果农复合型。适宜于坡耕地面积较大,果业生产有一定基础的乡镇。这类地区可依据当地土壤、气候条件,在宏观上采取梯级开发,上拦下蓄,立体利用,即在山体上部立地条件差、水土流失严重的地段或坡度较陡的山腰采取“封山、造林、退耕”,乔灌木结合,选用耐干旱瘠薄的树种,营造保持水土、涵养水源保护林,主要发挥生态效益;山腰坡度较缓的坡耕地种植经济果林,同时提高果园科学管理水平,使果树优质高产,增加农民经济收入;山脚坡度较缓、土层较厚,可通过整平、连片、垒堰等措施,进行坡耕地改造,建成保水、保肥、保土的基本农田,改革种植制度,推广成熟栽培技术,抓好土壤培肥,提高粮食单产,达到粮食自给。这种立体开发的总体布局,能因地制宜地利用不同高度、部位的水土资源,发挥各自的优势,较好地体现生态效益和经济效益的同步发展。

### 3.3 非农产业替代型治理模式

要从根本上解决粤北岩溶山区因人口压力大、农业人口比重高、退耕还林还草后复垦现象严重、经济

贫困、区域可持续发展后劲不足等一系列影响土地退化治理的难题,必须在农村就业结构优化、替代产业培植和产业化经营等方面取得突破,推动石漠化地区以粮食为主的传统型经济的转型和发展。

(1) 劳务输出。过去,少量农民为了生计被迫盲目流入城镇打工,从而也为岩溶山区贫困农民探索出一条新路,因而外出务工已成为农民增收的一条重要途径,对岩溶山区的意义更大。因此,加强岩溶山区农村小城镇和市场建设,组织劳务输出和大力发展第三产业,降低人口(特别是农业人口)对土地的直接压力,已成为目前缓解人地矛盾的有效途径之一。

(2) 工业开发。在不损害环境质量的前提下,充分利用当地资源,选择性地发展工业,是推动地方经济发展,增加农民收入的根本途径。粤北岩溶山区工业发展主要有两个方面:一方面是通过有色金属矿铁、铅、锌、锡、钨和非金属矿石灰石、煤、白云石、滑石、云母、重晶石、大理石、花岗岩、方解石等的开采来发展地方经济,通过点上的经济开发,来间接地保护面上的生态环境;另一方面是绿色产品加工业:一是道地中药材产业化经营,如杜仲、黄柏、石斛、五倍子、金银花、天麻等系列产品种植、加工;二是特色农产品系列开发,如阳山鸡等具有地方特色的畜禽产品的产业化开发;三是某些有资源优势的经果林系列产品开发,如洞冠梨、板栗、猕猴桃等产业化开发。

(3) 发展旅游业。粤北岩溶山区有丰富的旅游资源,如洞穴、峡谷、自然保护区、森林公园等自然风景点及少数民族风情,可发展洞穴探险、峡谷漂流、民风民俗游等;同时,还可以以特色果品基地、特色蔬菜基地、特色养殖基地等为依托,发展休闲型观光农业。旅游业发展能推动地方经济发展,并能带动服务、交通等第三产业的发展,促进农业产业化。

## 4 结语

粤北岩溶山区人地矛盾突出,普遍面临着经济贫困、生存环境条件恶劣、区域可持续发展后劲不足等三大难题。因此,石漠化治理在指导思想应全面贯彻科学发展观,以保护、恢复和扩大植被覆盖为主要手段,以农村生态能源开发、小流域综合治理及移民搬迁、人口减载为辅助手段,以重点地区保护和治理为突破口,将石漠化防治与发展经济密切结合起来,运用既防治石漠化又促进经济发展的生态经济模式来推进石漠化的治理。要实施上述三种模式,必须

做好以下四点:一是要搞好水利设施建设、水保工程建设和农村能源建设等配套设施;二是要在两种类型区建立试验示范区,建立一批科技含量高、生态经济效益显著、易操作、示范辐射效应强的“精品工程”、“样板工程”,通过示范带动粤北岩溶山区生态治理与农业可持续发展上一个新台阶;三是要建立政策支持、资金投入、科技支撑、法制监督等保障体系;四是要发展“公司+农户+基地+科技+订单”的新经营机制,积极推动相关产业的发展,调动和保护农民群众直接参与石漠化治理与生态重建的积极性,只有这样,才能推动石漠化的治理不断向前发展。

### 参考文献:

- [1] 王世杰.喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨[J].中国岩溶,2002,21(2):101-105.
- [2] 李阳兵,王世杰,容丽.关于喀斯特石漠化和石漠化的讨论[J].中国沙漠,2004,24(6):689-695.
- [3] 刘唐松,戴全厚.贵州省石漠化地区生态系统健康状况评价综述[J].水土保持研究,2008,15(4):165-167.
- [4] 凌成星,林辉,薛晓坡,等.基于植被指数特征和空间分析的石漠化信息提取[J].水土保持研究,2009,16(1):167-171.
- [5] 曾土荣.粤北岩溶石山地区石漠化现状及其对水环境的影响[J].水文地质工程地质,2006(3):101-105.
- [6] 姜丹玲.广东省岩溶地区石漠化分布特性与防治对策分析[J].广东林业科技,2008,24(2):109-114.
- [7] 黄金国.粤北岩溶山区水土流失现状与治理对策[J].水土保持研究,2007,14(5):78-80.
- [8] 尹辉,蒋忠诚,罗为群,等.西南岩溶区水土流失与石漠化动态评价研究[J].水土保持研究,2011,18(1):66-70.
- [9] 王兮之,李森,王金华.粤北典型岩溶山区土地石漠化景观格局动态分析[J].中国沙漠,2007,27(5):759-764.
- [10] 王明刚,李森,金昌宁.粤北石漠化地区坡地入渗产流规律试验研究[J].水土保持研究,2011,18(6):57-61.
- [11] 张素红.粤北岩溶山区土地石漠化研究[D].北京:北京师范大学,2007.
- [12] 杜建辉.粤北岩溶石山地区石漠化及其综合整治探讨[J].科学咨询(决策管理),2008(10):62.
- [13] 黄金国,魏兴琥,李森.粤北岩溶山区石漠化土地的植被退化及其恢复途径:以英德、阳山、乳源、连州4县(市)为例[J].西北林学院学报,2011,26(1):22-26.
- [14] 肖立.耕地动态变化及驱动力研究:以广东省阳山县为例[D].武汉:华中农业大学,2006.
- [15] 腾耀华,张军以,苏维词.三峡库区低碳农业发展模式与减排对策[J].水土保持研究,2012,19(2):226-230.