

湿热岩溶山区资源开发与环境保护一体化模式框架设计与应用研究

周慧杰^{1,2,3}, 匡耀求¹, 黄宁生¹, 周兴³, 李超^{1,2},
卞勇^{1,2}, 王德辉^{1,2}, 许连忠^{1,2}, 邹毅^{1,2}

(1.中国科学院广州地球化学研究所, 广东广州 510640; 2.中国科学院研究生院, 北京 100049;
3.广西师范学院资源与环境科学学院/北部湾环境演变与资源利用省部共建重点实验室, 广西南宁 530001)

摘要: 湿热岩溶山区是我国经济社会发展、资源禀赋与生态环境十分独特的地域单元。自然资源独特多样, 但生态环境极其脆弱, 经济文化落后, 人地关系紧张。基于资源环境一体化理念, 本研究设计湿热岩溶山区资源开发与环境保护一体化模式框架, 并应用于广西大新县资源可持续开发利用研究, 提出特色农业资源开发与生态环境保护一体化、锰矿资源开发与生态环境保护一体化、旅游资源开发与生态环境保护一体化和清洁能源开发与生态环境保护一体化等若干模式。

关键词: 资源可持续利用; 资源环境一体化; 湿热岩溶山区; 大新县

中图分类号: F303.4

文献标识码: A

文章编号: 1004-874X(2012)15-0176-05

A framework design of resource-environment integration mode and application research in damp-heat karst mountainous areas

ZHOU Hui-jie^{1,2,3}, KUANG Yao-qiu¹, HUANG Ning-sheng¹, ZHOU Xing³, LI Chao^{1,2},
BIAN Yong^{1,2}, WANG De-hui^{1,2}, XU Lian-zhong^{1,2}, ZOU Yi^{1,2}

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China;
2. Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. College of Resource and Environmental Sciences, Guangxi Teachers Education University/

Key Laboratory of Beibu Gulf Environment Change and Resources Use, Ministry of Education, Nanning 530001, China)

Abstract: Damp-heat karst mountainous areas are special regions in terms of social-economic development, resource endowment and eco-environment in China. In these areas, natural resource is abundant, unique and diverse, however, with fragile eco-environment, low economic and cultural level and tense human-environment interrelation. Based on the idea of resource-environment integration, this paper has designed a framework of integration in damp-heat karst mountainous areas and applied it to the research of sustainable resource exploitation in Daxin County, Guangxi. At the same time, several modes, such as integration of characteristic agricultural resources exploitation and eco-environment reservation, integration of manganese mine exploitation and eco-environment, integration of tourism resources exploitation and eco-environment and integration of clean energy resources exploitation and eco-environment, are put forwards.

Key words: sustainable utilization of resources; integration of resources and environment; damp-heat karst mountainous areas; Daxin County

湿热岩溶山区是我国经济社会发展、资源禀赋与生态环境独特的地域单元。矿产、农业气候、生物以及旅游等自然资源丰富, 但生态环境极其脆弱, 经济文化落后, 人地关系十分紧张^[1-4]。目前, 学术界对湿热岩溶山区岩溶形态、岩溶生态问题、岩溶发育过程和机理、石漠化成因的研究较多^[5-9]。而从统筹人与自然协调发展的高度, 对湿热岩溶山区可持续发展模式与生态环境综合治理途径研究还有待深入, 对与山区发展关系密切的资源环境问题综合研究有待加强^[9-11]。为此, 我们以湿热岩溶山区复合生态系统为研究对象, 基于资源环境一体化理念, 构建湿热岩溶山区资源开发与环境保护一体化模式框架, 并应用于大新县资源可持续开发利用研究, 以期为该区资源开

发与环境保护协调发展提供理论支撑和决策参考, 同时也可为周边石山区资源可持续开发利用提供可借鉴发展模式。

1 湿热岩溶山区复合生态系统特征

1.1 湿热岩溶山区的分布范围

湿热岩溶山区是指湿热气候带以岩溶山地地貌为主的区域。湿热岩溶地貌是从气候地貌学的角度来划分的一种岩溶地貌, 指在温暖湿润的季风气候带发育的岩溶地貌系统, 为独特的季风地貌单元。湿热岩溶地貌包括亚热带岩溶区气候地貌和热带岩溶区气候地貌^[12], 主要分布在西南岩溶区。

西南岩溶地貌划分为亚湿润高寒-温带岩溶和湿润热带亚热带岩溶两大基本类型, 亚湿润高寒-温带岩溶, 分布在川西北、滇西一带, 海拔 3 000~4 500 m, 为高山岩溶, 其余均为湿润热带亚热带岩溶^[13]。湿润热带亚热带岩溶以广西中、北部、贵州西南部、湖南西南部、广东西北部、四川东

收稿日期: 2012-05-30

基金项目: 国家自然科学基金(40961004, 40761027); 广西哲学社会科学“十一五”规划研究项目(06FJY023)

作者简介: 周慧杰(1967-), 男, 在职博士生, 副研究员, E-mail: zhouhj_gxtc@163.com

南部和湖北西南部相对比较集中,其余多呈小片或零星分布。

1.2 湿热岩溶山区复合生态系统基本特征

1.2.1 岩溶作用强烈 前人研究认为,岩溶的发育,主要受3个条件的影响,一是岩性,二是构造,三是气候。气候条件是北方岩溶与南方岩溶差别所在^[1-2,14]。湿热岩溶山区地貌属热带及亚热带季风型,其发育是在高温多雨的环境下进行。多雨的环境,一方面促进植物生长,使生物成因的CO₂增加,植物根系分泌出大量有机酸,使渗入水获得较多的酸类。另一方面,多雨会使岩溶水的循环速度加快,使得地下水的CO₂含量不断补充,溶蚀力得到加强。因此,湿热岩溶山区的岩溶作用比其他地带要强烈得多。

强烈的岩溶作用,使得湿热岩溶山区地表和地下岩溶都十分发育,具体表现为:(1)峰林发育,尤以锥状和塔状峰林为典型,这是湿热岩溶地貌特有的标志;(2)地面漏陷地貌、溶蚀洼地及溶蚀谷地广泛发育,石芽和溶沟十分显著,石芽高大而多呈山脊式和石林式,地面显得非常崎岖;(3)地下岩溶发育,洞穴系统广布,具有“逢山必有洞”的地貌特征^[2,15-16]。

1.2.2 系统抵抗外界干扰的能力比较弱 湿热岩溶山区生态环境脆弱,属西南岩溶山地石漠化生态脆弱区,是我国八大生态脆弱区之一。全年降水量大,溶蚀、水蚀严重,而且岩溶山地成土过程缓慢,土壤侵蚀强,土层薄,植被生长慢;山高坡陡,水土容易流失,石漠化严重。大部分地区地表水缺乏,地下水深藏,易旱易涝;山体滑坡、泥石流灾害频繁发生。

前人研究显示,脆弱的生态环境,使得湿热岩溶山区生态系统抵抗外界干扰的能力比较弱^[17-19]。在岩溶山区,植被特别是森林植被在系统中起着主导作用^[16]。一旦森林植被遭到严重破坏,就会危及整个生态系统。生态系统一旦出现严重退化,就很难复到初始状态。

1.2.3 自然资源富饶 湿热岩溶山区是我国自然资源最富集的地区之一,特别是矿产资源、农业资源、水和水能资源、生物资源以及旅游资源。前人研究显示,该区地处亚热带季风气候区,水热资源丰富,农业气候资源和水能资源条件优越,加上岩溶区复杂多变的小生境,土特产品繁多^[2,15,20-21];作为世界上独一无二、面积最大的亚热带岩溶山区,岩溶景观丰富多彩,又是少数民族聚集区,形成了独具特色的旅游资源。典型的峰林与峰丛地貌,数以千计的地下河,数以万计的洞穴,大型和巨型的喀斯特天坑,千姿百态的石林景观、河流瀑布景观等,是高品质旅游资源;特殊的地质环境,成为我国有色金属、黑色金属、煤、磷等矿产的重要产区,如红水河流域锡、铅、锌、锑等有色金属矿产资源储量大,特别是丹池矿带,是罕见的多金属共生富集区,其锡金属储量居中国首位,铅锌金属储量居中国第2位,镉金属储量占广西的99.71%,占世界的55%^[22]。

1.2.4 经济文化落后 前人研究显示,湿热岩溶山区土层瘠薄,水土流失严重,自然灾害频繁,生态环境非常脆弱;深居内陆,地形崎岖,交通不便,信息闭塞,教育水平低、文化落后^[23-26]。岩溶山区恶劣的自条件,加上历史、社会、经

济诸因素的影响,使得其经济发展条件恶劣,自我发展的能力较差,相当部分群众尚未解决温饱问题,是我国主要贫困山区之一,如广西红水河流域89.47%为贫困县,其中国家级贫困县占了广西一半^[21]。当地群众为了生存和短暂经济利益,掠夺式地开发当地自然资源,不断砍伐林木、破坏植被,造成水土不断流失,结果使地质-生态环境更加恶化,从而陷入“环境脆弱—贫困—掠夺资源—环境退化—进一步贫困”的恶性循环。

1.2.5 人类活动干扰强烈 岩溶山区耕地资源少,土地生产能力低,土地的人口承载力低。长期以来经济以农业为主,过多的农业人口对土地产生了过分依赖^[5,16,27]。经济文化落后,人口素质低,交通闭塞等客观因素使该区民众在观念、饮食、文化上形成了独立的岩溶山区地域文化,缺乏基本的环境保护意识,自觉或不自觉地对破坏环境和掠夺自然资源为代价,来维持不断增长的人口需要,如贵州农村平均每年消耗薪柴达 0.2×10^8 t,其中合理樵取的仅占20.6%,其余皆为过量樵取^[28-29]。这些社会-经济因素的综合作用,造成了岩溶山区人地关系失衡,森林退化,林草面积锐减、质量下降,坡耕地增多、水土流失加剧,生境石漠化,自然生态平衡逐步被打破,生态环境问题较为突出。

2 湿热岩溶山区资源环境一体化模式框架设计

2.1 资源环境一体化研究进展

资源环境一体化是指在自然资源利用时,要从系统的角度出发,将资源与环境作为一个整体来对待,在资源开发的始端到资源利用的全过程,统筹兼顾环境保护^[30-31]。环境问题的实质就是资源利用方式的问题^[30],资源环境一体化对区域可持续发展有着重要的意义。

对资源环境一体化,前人从不同角度和不同层次上开展了一定的研究。何大伟等^[32-33]借鉴国外流域管理方面的经验,从管理学角度,构想流域水资源与水环境一体化管理方案;赵振华等^[34]基于矿产资源可持续利用的角度,提出建立资源环境一体化的新资源观。参考广东区域可持续发展研究,指出资源环境一体化对西部大开发的重要意义^[30];王树功等^[35]基于珠江三角洲城市群发展现状、存在环境问题及未来发展趋势,提出了珠三角城市群资源环境一体化研究框架;宋书巧等^[36]从自然资源与环境的关系入手,建立了资源与环境一体化体系。探讨矿山资源环境一体化思想框架,并应用于对广西刁江流域矿山资源开发研究^[31,37];董宪军^[38]就长江三角洲地区面临的资源与环境问题,提出了长江三角洲地区资源开发与环境保护一体化构想与对策;郑重等^[39]从区域可持续发展机制响应出发,探讨了资源环境一体化条件下京津冀产业转移的实现途径;廖继武等^[40]基于资源与环境可以相互转化这一资源环境一体化理论基础,提出了海南西部资源环境一体化的发展模式与发展机制。

总体来说,资源环境一体化研究已从一种发展理念进入到了区域实践,但区域资源环境一体化发展模式的整体研究还比较薄弱,特别是对湿热岩溶山区这种特殊区域,还缺乏研究。如何构建湿热岩溶山区的资源开发与环

境保护一体化模式,为该区资源可持续开发利用提供理论支撑和决策参考,从促进该区资源开发与环境保护的协调发展,是一项很有意义,也很紧迫的课题。

2.2 湿热岩溶山区资源开发与环境保护一体化模式框架设计

湿热岩溶山区自然资源丰富,经济文化水平低,自然资源的合理开发和利用,对促进该区经济的发展具有十分重要意义。但该区生态环境较为脆弱,自然资源的开发,不能以牺牲环境为代价。要资源开发与生态环境保护同步开展,同步推进,实现资源环境一体化发展。

湿热岩溶山区资源的可持续开发利用,资源开发与环境保护一体化包括两个层次。一是充分利用特色优势资源,培育和发展农业、工业和旅游等特色产业体系,推动经济社会的可持续发展和资源的可持续利用。同时,在资源开发过程中,要考虑资源开发可能带来的生态环境效应,同步做好生态环境维护措施;二是针对生态环境脆弱的现状,加强生态建设和环境保护,促使该区走上经济社会与资源环境协调发展的道路,最终实现区域可持续发展。据此,构建湿热岩溶山区特色资源开发与环境保护一体化模式框架如图1。

3 实证研究——以广西大新县为例

3.1 研究区概况

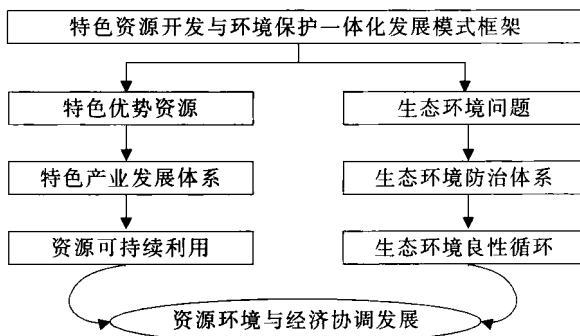


图1 湿热岩溶山区资源开发与环境保护一体化模式框架

大新县位于广西壮族自治区西南部边陲,106°39′42″~107°29′48″E,22°29′45″~23°05′54″N之间,西与越南民主共和国毗邻,国境线长40.40 km,土地总面积2742 km²。地处云贵高原向华南丘陵的过渡带上,属桂西南岩溶山区,以岩溶石山为主,是典型的湿热岩溶山区,岩溶面积占土地总面积的85%。气候属南亚热带温湿多雨季风气候,历年平均气温21.3℃,历年平均降雨量为1362 mm,雨量多集中于夏季,干湿季明显。

统计资料显示,2008年大新县总人口37.08万人,人口密度135人/km²,城镇化水平为12.99%。全县国内生产总值43.6亿元,其中第一、第二、第三产业比分别为26.29%、46.71%、27%,人均国民生产总值13028元,人均财政收入1365元,农民人均纯收入3867元,经济发展远低于广西和全国的平均水平^[4]。

3.2 研究区资源环境特征

3.2.1 岩溶地貌面积大 研究区碳酸盐岩分布面积广,约占全县面积88.88%。受南亚热带湿热气候的影响,岩溶作用强烈,地貌类型以峰丛洼、谷地和峰林谷地为主,地表溶蚀强烈,溶沟、溶槽、石牙极为发育,溶井、溶洞、溶潭和漏斗密集,地表、地下水相互转化频繁,山坡及山顶基岩几乎裸露。

3.2.2 生态环境脆弱 大新县植被覆盖度低,森林资源总量不足,森林蓄积量低,水土流失严重;岩溶山区山势崎岖,坡度大,地表塌陷、山体滑坡等地质灾害频繁;地表水资源时空分布不均,易旱易涝;石山多平地少,土层薄,农业生产条件差。

土地石漠化面积较大。资料显示,全县有石漠化土地5.12万hm²,占土地总面积的18.58%^[8]。石漠化土地的水源枯竭,植被稀少,土壤少,裸岩多,许多土地难以利用。

3.2.3 自然、人文资源丰富而独特 大新县地处北回归线以南,属亚热带季风气候区,光照、降水、热量充沛,雨热同季,水热条件结合良好,植物终年生长,蔗糖、水果等农业资源丰富,土特产品繁多,是全国六大龙眼生产基地县之一,其龙眼的产量和质量均居崇左市之首;地表水系发育,多属径流河,天然落差大,水电资源丰富,水能资源蕴藏量为26.14万kW,可装机容量5.99万kW。目前水电装机容量达到5万kW,年发电量达1.81亿kW·h。

旅游资源丰富。亚洲最大的跨国瀑布——德天瀑布,位于大新县的硕龙镇,是国家设定的特级景点,目前已经成为广西重点旅游景点中的“第三张名片”,是大新的形象代表和品牌。此外,还有神秘幽静的黑水河、有“小桂林”之称的明仕山水田园,以及那榜奇景和门村枫木王等国家一级景点等。

锰矿资源储量达1.35亿t,占全国的1/4、广西的1/2,居广西之首^[42]。矿石开采量达40万t,锰产品加工工业年产量超过16万t,年出口量创汇大。

大新县壮族人口占总人口97.2%,壮族历史文化资源丰富多样。拥有源远流长的民族传统节日、古老而淳朴的壮族服饰、独树一帜的大新高腔民歌——“诗雷”,以及浓郁的民族风情——板价“短衣壮”民族文化。

3.3 基于资源环境一体化发展模式框架的大新县资源可持续开发利用模式研究

大新县属典型的湿热岩溶山区,自然资源独特多样,生产力水平低,自然资源的开发利用,对该县经济的发展具有重要的意义。但该县生态环境脆弱,要协调好资源开发与环境保护的关系。在主体功能划分基础上重点开发特色农业、锰矿、旅游、清洁能源等优势资源,对生态屏障区域加强生态建设和环境保护,并在开发过程中,同时做好生态维护工作,走资源环境一体化发展道路。

3.3.1 特色农业资源开发与生态环境保护一体化模式 以特色资源开发与环境保护一体化为理念,充分发挥生物资源、农业气候资源和区位优势,调整农业结构,优化资源配置,突出地方产业特色。根据大新县自然资源条件和国内外市场需求,有条件地发展名、特、优水果生产,建成龙眼、香蕉、李果、柑橙等水果生产基地;充分发挥林

业资源的生态效应和经济效益,适度发展苦丁茶、用材林、八角、玉桂等名特优经济林;甘蔗是大新县农业的拳头产品。巩固和发展甘蔗生产,大力推广优良品种,提高单位面积产量和含糖量,尽快形成甘蔗种植产业化;珍珠鸭是大新县地方优良鸭种,目前已达一定的生产规模,继续实施堪圩珍珠鸭保种和养殖推广项目,做大做强珍珠鸭产业。

充分依托大新县旅游资源优势,在明仕风景区、德天风景区、龙公洞风景区、恩城风景区周边,种植具有观赏及经济价值的油菜、油葵等作物,培育和发展生态旅游农业。积极推进农业标准化生产,大力发展无公害农产品、绿色食品生产,将已经获得认证的无公害粮食、蔬菜、水果生产基地建设成为绿色食品生产基地,建设苦丁茶无公害生产基地。在绿色食品基地的基础上,稳步建设有机食品生产基地。

积极构建农业生产与经济发展、生态环境保护融为一体的特色生态农业体系。按照农作物生长需要和当地土壤环境,应用现代科学技术,精细准确地实施各项土壤环保和耕作管理措施,优化各项农业物质投入,高效利用农业资源,促进农业生产和生态环境的良性循环。推行立体种养生态技术,控制盲目施用农药、化肥现象,确保产品安全和人民身体健康不受威胁。进一步加强区域农业生态治理和环境保护体系建设,实现农业可持续发展。

3.3.2 锰矿资源开发与生态环境保护一体化模式 大新县锰矿储量和产量占全国1/4,开发锰矿及其产品深加工,对推动地方经济发展具有重要意义。以建设特色资源开发与环境保护一体化发展的特色工业体系为理念,充分发挥大新县锰矿资源优势,大力发展锰矿深加工。重点建设下雷“锰谷”工业园区,继续研发电解二氧化锰、硅锰合金、锰铁合金等锰矿系列产品,重点抓好锰矿深加工等系列产品项目和碳酸锰矿开发选冶研究项目,并联动其他产业,拉动大新经济的快速发展,将大新县建设成中国的“锰都”。

大力推进锰业结构调整,引进和扶持技术含量和附加值高的精深加工及下游产品、关联产品项目,使产品结构向深层次加工及提高附加值转化,构建循环经济产业链,促进锰业集聚化发展。企业内部推行清洁生产、努力提高废物资源化程度和资源循环利用程度,夯实锰业发展基础。

坚持矿产资源开发与生态环境保护并重,矿山生态保护和次生灾害控制以预防为主,防治结合。按照“谁开发,谁保护,谁污染,谁治理,谁破坏,谁恢复”的原则,加强对矿山“三废”治理以及矿山生态保护和生态修复,做到矿山环保工程与矿山建设同时设计、同时施工,同时投产,促进矿产资源开发利用与生态环境保护协调发展。

3.3.3 旅游资源开发与生态环境保护一体化模式 充分发挥大新县“山水画廊”及“中越边关风情游”的旅游特色,把大新县旅游业做强做大。坚持景点开发与区域环境保护并重,人工设施与自然环境、历史文化背景相协调,因地制宜,深挖内涵,提高品位,强化特色,创造品牌,加快旅游

业发展步伐。进一步发展商务旅游、休闲度假旅游、购物旅游和观光旅游。

以德天瀑布景区为核心,完善硕龙、堪圩、恩城、那岭等乡镇沿线景区配套基础设施建设,重点加强德天瀑布风景区、黑水河游览区、明仕田园风光区等景区建设,合理开发乔苗平湖景区、恩城自然保护区、桃城养利古城区等景点,形成特色旅游线路,打造名牌旅游产品,做大做强旅游经济。

充分挖掘浓郁的壮民族风情,结合本地历史文物资源,融合淳朴的乡土民风,发展特色文化生态旅游。以民族、民俗以及乡土文化体验为主题,以民族村寨为依托,重点开发宝圩板价屯“短衣壮”民俗村、隘江边关风情民俗村等文化生态旅游项目,构建自然景观与人文景观相互交融、相得益彰的特色旅游体系。

3.3.4 清洁能源开发与生态环境保护一体化模式 发展清洁能源,有利于优化能源结构,保护生态环境。特别是在农村,充分利用沼气、水电等,可解决农民生产和生活中的能源问题,从而减少对薪柴的依赖,保护森林资源,改善农村生态环境,对促进农村经济与生态环境的协调发展具有重大的意义。大新县发展清洁能源已有较好的基础,在巩固原有基础上,进一步加强和完善农村能源建设。重点普及使用沼气、开发水电资源。在建设中,坚持发挥资源优势,开发节约并重,优化结构,提高效率,保障安全,保护环境的方针。

充分利用大新县丰富的水能资源,按照规划最大化、资源最优化、开发生态化、运营高效化的原则,做好水能资源的开发和利用。以水电建设和供电网络改造为重点,加大投入,加强电站的开发和扩建工作,为县域经济的发展提供能源保障,形成“水发电、电护林、林涵水”生态良性循环的局面。

大新县处于亚热带季风气候区,月平均气温12.9~27.6℃,沼气池基本可常年产气,在该地大力发展沼气前景广阔。进一步推广“养殖—沼气—种植”三位一体的生态农业发展模式,将沼气技术推广与养猪、养鱼、种菜、种果相结合。以沼气池为中心,重点发展“猪—沼—稻”、“猪—沼—果”、“猪—沼—稻—鱼”、“猪—沼—灯—稻”、“猪—沼—蔗—灯—鱼(鳖)”等生态农业模式,实现生态效益、经济效益和社会效益的高度统一。

4 结语

湿热岩溶山区是我国经济社会发展、资源禀赋与生态环境独特的地域单元。矿产、农业气候、生物以及旅游等自然资源丰富,但生态环境极端脆弱,经济文化落后,人地关系紧张。从统筹人与自然协调发展的高度,对湿热岩溶山区资源的可持续开发利用模式进行研究,可为该区资源开发与环境保护协调发展提供理论支撑和决策参考。

湿热岩溶山区的发展,要扬长避短,突出自身资源优势,通过资源环境一体化发展,实现资源的可持续利用。一是充分发挥资源优势,培育和发展农业、工业和旅游等特色产业体系,推动经济社会的可持续发展。同时,在资

源开发过程中,要考虑资源开发可能带来的生态环境效应,同步做好生态环境维护措施;二是针对生态环境脆弱的现状,加强环境保护和生态建设,促使该区走上经济社会与资源环境协调发展的道路,最终实现区域可持续发展。

基于资源环境一体化理念,本研究设计湿热岩溶山区资源环境一体化模式框架,并应用于广西大新县资源可持续开发利用研究,提出特色农业资源开发与生态环境保护一体化、锰矿资源开发与生态环境保护一体化、旅游资源开发与生态环境保护一体化和清洁能源开发与生态环境保护一体化等若干模式。

参考文献:

- [1] 袁道先,刘再华,林玉石.中国岩溶动力系统[M].北京:地质出版社,2002:6-265.
- [2] 卢耀如.岩溶[M].北京:清华大学出版社,2002:179-193.
- [3] 李阳兵,王世杰,魏朝富等.岩溶生态系统脆弱性剖析[J].热带地理,2006,(4):303-307.
- [4] 王世杰,李阳兵.喀斯特石漠化研究存在的问题与发展趋势[J].地球科学进展,2007,22(6):573-582.
- [5] 任美镔,刘振中.岩溶学概论[M].北京:商务印书馆,1983:14-20.
- [6] 曹建华,袁道先,章程,等.受地质条件制约的中国西南岩溶生态系统[J].地球与环境,2004,32(1):1-8.
- [7] 苏维词,朱文孝,熊康宁.贵州喀斯特山区的石漠化及其生态经济治理模式[J].中国岩溶,2002,21(1):19-24.
- [8] 蒋忠诚,李先琨,胡宝清,等.广西岩溶山区石漠化及其综合治理研究[M].北京:科学出版社,2011:1-285.
- [9] 刘建忠,韩德军,顾再柯,等.贵州喀斯特地区的资源优势与生态环境问题分析[J].中国水土保持科学,2007,5(6):53-57.
- [10] 吴良林.广西桂西北喀斯特生态脆弱区资源环境安全与调控研究[D].广州:中山大学,2008.
- [11] 张殿发,欧阳阳远,王世杰.中国西南喀斯特地区人口、资源、环境与可持续发展[J].中国人口·资源与环境,2001(1):78-82.
- [12] 万晔.中国季风气候地貌研究——以中国东部湿润季风区为例[J].热带地理,1998,18(1):80-84.
- [13] 吴应科.西南岩溶区岩溶基本特征与资源、环境、社会、经济综述[J].中国岩溶杂志,1998,(2):141-150.
- [14] 杨景春,李有利.地貌学原理[M].北京:北京大学出版社,2005:59-75.
- [15] 袁道先.岩溶环境学[M].重庆:重庆出版社,1988:1-50.
- [16] 周游游,覃小群,蒋忠诚,等.中国西南岩溶生态系统及其生态环境建设[M].桂林:广西师范大学出版社,2004:12-24.
- [17] 李先琨,何成新,蒋忠诚.岩溶脆弱生态区生态恢复、重建的原理与方法[J].中国岩溶,2003(1):12-17.
- [18] 李先琨,何成新.西部开发与热带亚热带岩溶脆弱生态系统恢复重建[J].农业系统科学与综合研究,2002(1):13-16.
- [19] 曾馥平.西南喀斯特脆弱生态系统退化原因与生态重建途径[J].农业现代化研究,2008(6):672-675.
- [20] 车用太.中国的喀斯特[M].北京:科学出版社,1985:5-15.
- [21] 周慧杰,匡耀求,黄宁生,等.广西红水河流域岩溶地区反贫困模式研究[J].中国人口·资源与环境:中国可持续发展论坛专刊(一),2010(20):45-48.
- [22] 周慧杰,匡耀求,黄宁生等.广西红水河流域可持续发展模式探讨[J].中国人口·资源与环境:中国可持续发展论坛专刊(二),2011(21):310-313.
- [23] 刘彦随,邓旭升,胡业翠.广西喀斯特山区土地石漠化与扶贫开发探析[J].山地学报,2006,24(2):228-233.
- [24] 陈从喜.我国西南岩溶山区地质——生态环境与治理[J].中国地质,1999(4):11-13.
- [25] 万军,蔡运龙.喀斯特生态脆弱区的土地退化及生态重建[J].中国人口·资源与环境,2003,13(2):52-56.
- [26] 吴良林,周永章,卢远.喀斯特山区环境耗散结构演化与生态重建策略探讨[J].中国人口·资源与环境,2006,16(4):571-574.
- [27] 吴良林,黄秋燕,周永章,等.基于GIS/RS的喀斯特石漠化与人文活动空间相关性研究[J].水土保持研究,2007,14(4):121-125.
- [28] 屠玉麟.贵州岩溶地区森林资源现状及原因分析[A].中国地质学会岩溶地质专业委员会编.人类活动与环境[C].北京:北京科学技术出版社,1994:40-46.
- [29] 王世杰,李阳兵,李瑞玲.喀斯特石漠化的形成背景演化与治理[J].第四纪研究,2003,23(6):657-666.
- [30] 赵振华,乔玉楼,谭建军等.资源环境一体化对西部大开发的重要意义——参考广东区域可持续发展研究[J].矿物岩石地球化学通报,2002(2):82-85.
- [31] 宋书巧,周永章.矿山资源环境一体化思想框架及其应用研究[J].矿业研究与开发,2006,26(5):1-4.
- [32] 何大伟,陈静生.我国实施流域水资源与水环境一体化管理构想[J].中国人口·资源与环境,2000(2):32-35.
- [33] 何大伟,陈静生.三峡库区资源与环境一体化管理的机构、法律、制度初探[J].长江流域资源与环境,2000(2):182-188.
- [34] 熊和生.建立资源环境一体化新资源观——首席科学家赵振华访谈录[J].国土资源通讯,2001(3):34-35,40.
- [35] 王树功,周永章.大城市群(圈)资源环境一体化与区域可持续发展研究——以珠江三角洲城市群为例[J].中国人口·资源与环境,2002,12(3):52-57.
- [36] 宋书巧,周永章.自然资源环境一体化体系刍议[J].国土与自然资源研究,2003(2):52-54.
- [37] 宋书巧.矿山开发的环境响应与资源环境一体化研究——以广西刁江流域为例[D].广州:中山大学,2004.
- [38] 董宪军.长江三角洲地区资源开发与环境保护一体化构想与对策[J].华东理工大学学报(社会科学版),2005(1):94-99.
- [39] 郑重,于光,周永章等.区域可持续发展机制响应:资源环境一体化中的京津冀产业转移研究[J].资源与产业,2009(2):26-29.
- [40] 廖继武,周永章.海南西部资源环境一体化研究[J].资源开发与市场,2012(2):151-154,190.
- [41] 广西壮族自治区统计局.广西统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2009.
- [42] 姗妮.大新锰矿:藏在黑水河里的故事[J].南方国土资源,2009(2):40-42.