

文章编号: 1008 - 2786 - (2012) 6 - 681 - 07

基于格网 GIS 的喀斯特生态安全研究

——以贵州花江石漠化综合治理示范区为例

魏小岛^{1 2}, 周忠发^{* 1 2}, 王媛媛^{1 2}

(1. 贵州师范大学中国南方喀斯特研究院, 贵州 贵阳 550001;

2. 贵州省喀斯特山地生态环境国家重点实验室培育基地, 贵州 贵阳 550001)

摘 要: 喀斯特生态安全评价及其空间格局研究是科学分析喀斯特生态系统安全状况和对石漠化综合治理效果作出客观评价的基础。通过分析喀斯特生态安全的概念, 基于驱动力 - 压力 - 状态 - 影响 - 响应(DPSIR) 模型, 初步形成喀斯特生态安全评价概念框架, 建立了喀斯特生态安全评价指标体系和生态安全度标准。在格网 GIS 技术的支持下, 对评价体系中各指标进行 5 m × 5 m 尺度下的网格化表达, 运用基于栅格数据的空间叠加方法实现喀斯特生态安全模型评价, 得到格网化花江示范区的生态安全度空间数据。研究发现示范区整体生态状况呈现出逐步好转的趋势, 石漠化综合治理取得了一定成效, 但整体仍处于警戒状态, 此外人类活动对喀斯特生态安全的影响正在进一步加深。

关键词: 喀斯特石漠化; 生态安全; 人为干扰; 格网 GIS

中图分类号: P931.5 X826

文献标识码: A

近年来, 喀斯特生态安全已受到部分专家学者的关注, 并且针对喀斯特地区的生态安全进行了一定的研究, 得出了一些定性或量化的结论。然而在以往研究中对喀斯特生态安全的含义、等级划分有较大争议。并且此类研究所选择的尺度也受到行政界线的约束, 即多以省级、市级或县级为单元进行大尺度的分析^[1-5]。由于特殊的地质、水文背景使得喀斯特环境具有地表切割强烈, 地物分布复杂, 生态系统脆弱, 环境变化敏感, 空间异质性强的特点。而喀斯特生态安全状况在行政单元内部仍存在较大的差异, 所以需要从示范区和小流域的角

度进行分析。现今, 石漠化已成为威胁喀斯特生态安全的最大问题, 西南各省、市已经开展了大规模的石漠化综合治理工程, 并取得了一定的理论和实践成果^[6-7], 但对喀斯特生态安全评价的研究还处于探索阶段。由于评价标准和方法的不确定, 且缺乏足够的具体实践, 使得对喀斯特生态安全的认识难以达成一致, 进而很难科学合理地已有的石漠化治理效果进行评定并提出相应的改善措施。因此, 有必要在喀斯特石漠化综合治理示范区利用格网 GIS 技术, 对影响生态安全的诸多要素进行空间网格化表达, 通过较为科学、合理的生态安全等级划分

收稿日期(Received date): 2012 - 03 - 23; 改回日期(Accepted): 2012 - 07 - 05。

基金项目(Foundation item): 国家重点基础研究发展计划(973 计划) 课题(2012CB723202); 贵州省优秀青年科技人才培养对象专项资金(黔科合人字[2009]18 号); 贵州省国际科技合作计划项目(黔科合外 G 字[2012]7022 号)。[Supported by the National Basic Research Program of China (973 Program , Project No. 2012CB723202), the Outstanding Young Scientists Special Fund Program of Guizhou Province (Guizhou S&T Talent Contract 2009 - 18), the International Scientific and Technological Cooperation Plan Projects of Guizhou Province (Guizhou S&T International Cooperation Contract 2012 - 7022) .]

作者简介(Biography): 魏小岛(1986 -) , 男, 硕士研究生, 主要从事喀斯特生态学与 GIS 研究。[Wei Xiaodao(1986 -) , male , postgraduate , major in karst ecology and GIS.] E - mail: weixiaodao106@163.com

* 通讯作者(Correspondence author): 周忠发(1969 -) , 男, 教授, 主要从事 GIS 与遥感、喀斯特资源与可持续发展研究。[Zhou Zhongfa(1969 -) , male , professor , major in GIS and remote sensing , sustainable development of karst resources and environment.] E - mail: fa6897@163.com

依据,来研究喀斯特生态安全状况及其空间格局变化规律,揭示石漠化综合治理示范区内部生态安全差异。这对科学分析石漠化综合治理效果,提高喀斯特山区生态环境容量和稳定性,实现石漠化地区的可持续发展具有重要的现实意义。

1 研究区概况

关岭-贞丰花江石漠化综合治理示范区位于贵州省西南部的关岭县以南、贞丰县以北的北盘江花江峡谷两岸,辖北盘江镇的水淹坝、查尔岩、云洞湾、板围和板贵乡的木工、坝山、三家寨、孔落箐共8个行政村以及花江镇五里村的法郎、干耳盘2个村民组。示范区总面积51.62 km²,2010年总人口8 612人,平均人口密度为166.8人/km²。

花江示范区地形破碎,基岩裸露率高,水土流失严重,石漠化高度发育,生态环境十分脆弱,是喀斯特干热河谷生态环境的典型代表。喀斯特面积占总面积的87.92%,地势起伏大,海拔440~1 420 m,相对高度980 m。花江示范区内主要出露中、上三叠统地层,有杨柳组、茆头组碳酸盐岩组,质纯层厚,碳酸盐岩占95%以上,整个示范区处于高原面向北盘江倾斜的大缓坡上,峰丛洼地、峰丛谷地随处可见。示范区属亚热带湿润季风气候区,海拔850 m以下为南亚热带干热河谷气候,年均温18.4℃,年均极端最高气温为32.4℃,年均极端最低气温为6.6℃,年均降水量1 100 mm,但时空分布不均,多暴雨,5—10月降水量占全年总降水量的83%。土壤以石灰土为主,土壤结构不良、质地粘重、缺乏团粒结构。由于人类活动破坏的结果,研究区内森林覆盖率很低,除在一些村寨的四周有树林分布,在一些陡峭的峰丛顶部尚残存有少数灌丛外,其余大部分地区由于长期强烈的水土流失,基岩裸露,石漠化十分严重,裸岩面积比例达70%以上^[8]。

2 喀斯特生态安全指标体系构建

2.1 理论框架构建

生态-经济-社会是一个基于自然和人类共同形成的环境中的系统。由于喀斯特环境的独特性,对喀斯特生态安全进行评价时,要以喀斯特动力系统、石漠化成因理论、生态系统物质循环和能量流动原理、喀斯特生态环境系统服务功能等为理论基础,根据驱动力-压力-状态-影响-响应(DPSIR)五

因素模型^[9],结合喀斯特区特殊的生态环境特点,初步构建出喀斯特生态安全综合评价体系的概念框架。在喀斯特生态环境系统中,驱动力、压力、状态、影响和响应力之间是一个相互作用的动态整体。

2.2 层次结构模型构建

基于已有的喀斯特生态系统的研究结果,在建立喀斯特生态安全评价指标体系中:首先要遵循喀斯特生态系统的一般规律;其次还必须考虑具体评价的喀斯特区域的特点,尽可能反映喀斯特生态环境主要特征;选择描述性指标和评估性指标时,要使其在时间尺度上反映变化趋势,在空间尺度上反映格局特征,在数量上反映影响程度;第三考虑到评价的科学性要求和数据的可获取性,既保障评价指标体系的完备性,又力求避免各因子之间的重复性,同时考虑指标群组的可获取性。

基于喀斯特生态安全综合评价概念模型,运用层次分析法,在专家群咨询指导意见的基础上,将花江示范区喀斯特生态安全评价体系划分为多层次模型结构构成的评价目标级,初步构造喀斯特生态安全评价指标层次结构体系(表1)。

2.3 准则层分析

驱动力是喀斯特生态安全问题产生的根本原因,一切能促使喀斯特生态系统发生运动、变化的作用都可以成为喀斯特生态环境的驱动力。喀斯特人文社会压力主要指喀斯特区的人类活动对生态系统的干扰,是在社会经济等人为活动过程中产生的,也是促使喀斯特生态环境系统产生变化的直接原因。喀斯特生态环境状态是指能够观察到的喀斯特生态环境系统质量或功能的变化,喀斯特生态环境影响是指由于状态变化带来的可以衡量的变化。由于状态和影响的相似性与紧密联系性,这里将二者作为一个准则层处理。影响的结果是生态安全状态恶化,响应是人类主动调整自身行为和活动,对恶化的生态安全进行反馈的表现。在花江示范区的喀斯特人文社会响应的归属要素主要指的是石漠化综合治理措施等。

2.4 确定指标权重

根据评价对象各组成部分之间的相互关系和花江示范区的实地情况构筑多层次评价指标体系,将喀斯特生态安全评价指标体系归纳为4个层次24个指标因子的结构体系(见表1)。在喀斯特生态安全评价中借助数学方法,建立专家判断矩阵,采用“积和法”计算各指标相对重要值,并通过一致性检验来确定各项指标权重。

表 1 喀斯特生态安全体系及指标权重
Table 1 The karst ecological security evaluation system and index weight of evaluation

目标层 A	准则层 B	要素层 C	指标层 D	数据来源	权重
Objective layer	Criterion layer	Element layer	Index layer	Data source	Weights
喀斯特生态安全综合指数 A	喀斯特生态环境驱动力 B1	地质 C11	地层岩性 D111	地质图	0.058
		地貌 C12	地形坡度 D121	DEM 数据	0.087
			高程 D122	DEM 数据	0.025
		土壤 C13	土壤类型 D131	土壤类型分布图	0.012
		气候 C14	年平均降水量 D141	监测数据	0.033
			年平均温度 D142	监测数据	0.014
		人口 C21	人口密度 D211	走访调查数据	0.076
		经济 C22	人均 GDP D221	走访调查数据	0.031
	喀斯特人文社会压力 B2	受教育程度 C23	劳动力高中及高中以上人数 D231	走访调查数据	0.013
		人类干扰 C24	交通线缓冲区分级 D241	RS + GIS + 基础地理数据	0.031
			居民地缓冲区分级 D242	RS + GIS + 基础地理数据	0.038
		土地利用 C31	土地垦殖率 D311	RS + GIS + 基础地理数据	0.033
			陡坡耕地比例 D312	RS + GIS + DEM 数据	0.064
		喀斯特生态环境状态和影响 B3	生态用地综合指数 D313	RS + GIS + 监测数据	0.051
			植被覆盖度 D321	RS + GIS + 监测数据	0.085
		表层带变化 C32	水土流失强度 D322	RS + GIS + 监测数据	0.086
			石漠化程度 D323	RS + GIS + 监测数据	0.086
	喀斯特人文社会响应 B4	石漠化综合治理 C41	封山育林育草面积 D411	调查 + 监测数据	0.031
			人造防护林面积 D412	调查 + 监测数据	0.043
			人造经济林面积 D413	调查 + 监测数据	0.028
			人工种草面积 D414	调查 + 监测数据	0.032
			节水灌溉面积 D415	调查 + 监测数据	0.023
			防洪面积 D416	调查 + 监测数据	0.011
			基本农田建设面积 D417	调查 + 监测数据	0.009

通过咨询专家构造判断矩阵,使综合评估结果既能反映不同专家知识体系和观点,又能总体上反映整体的观点。层次分析法又考虑了各个评价指标对喀斯特生态环境的综合影响程度,能大幅度降低主观因素,假若主观判断偏离客观实际,则无法通过一致性检验,需重新调整判断矩阵,再次计算权重,直至通过一次性检验。

2.5 数据来源

数据分为以下 5 类:图形图像数据,即 GIS 基础数据,来源于贵州省 1:20 万区域水文地质图、1:20 万土壤类型分布图、1:1 万区域地形图;遥感影像数据源为将空间分辨率为 10 m 和 2.5 m 的 Alos 数据融合后的影像,并运用 ENVI 和 ArcGIS 生成了土地覆被、植被覆盖度、石漠化、水土流失等衍生数据

(图 1);监测数据来源于野外调查、样地监测和自动气象站;人文、社会、经济数据来源于在花江示范区的问卷调查、抽样调查与访谈以及典型农户的追踪调查;花江示范区石漠化综合治理各项工程的数据和工程布置图主要来源于《点石成金——贵州石漠化治理技术与模式》^[8]。

3 喀斯特生态安全评价模型建立及格网 GIS 评价方法

3.1 喀斯特生态安全评价等级

喀斯特生态安全度 (Karst Ecological Security Level) 是判别喀斯特生态环境系统安全状况的指标。从自然、社会、经济等各个方面,参考喀斯特生

态环境质量指标分级、评分标准,以及参考有关专题研究资料,咨询有关专家,最终制定花江示范区喀斯特生态安全度判别标准,共分五个等级,评价指标标准化值处在 0~1 之间(表 2)。

3.2 喀斯特生态安全评价模型

基于喀斯特生态安全综合评价概念模型,运用层次分析法,建立了喀斯特生态环境驱动力 B1、人文社会压力 B2、生态环境状态和影响 B3、人文社会响应 B4 个相对独立、相互影响、制约的子系统。子系统(因素)的单元评价分值等于各因子指标分值加权之和。子系统的评价公式

$$B_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} w_j \quad (1)$$

式中 B_i 为子系统 i (因素) 的评价分值, D_{ij} 为子系统 i 中因子的标准化值(或等级值); w_j 为 j 因子的权重值。

整个喀斯特生态安全综合评价模型采用喀斯特生态安全度(KESL)来衡量,采用多级加权求和的方法来计算

$$KESL = \sum_{i=1}^n u_i w_i = \sum_{m=1}^N B_m \quad (2)$$

式中 u_i 为各指标的标准化值, w_i 为各指标权重值, n 为指标总个数。各评价单元生态安全综合指数也等于各子系统评价指标分值(分指数)之和。

3.3 喀斯特生态安全格网 GIS 评价方法

3.3.1 评价标准

喀斯特生态安全评价涉及到自然、社会、经济等三个方面的多个指标,指标来源复杂,对总指标贡献大小有差异,难以给出一个统一标准。本文采用从指标层-要素层-准则层-目标层的顺序,根据需要分层次制定评价标准,最终形成目标层喀斯特生态环境系统安全评价指标的标准。其中参照了国家、行业和地方标准,如水土保持监测技术规程(SL277-2002)、岩溶地区工程地质调查规程(DZ/T0060-1993)、岩溶地区水土流失综合治理技术标准(SL461-2009)、喀斯特石漠化等级划分^[6]和遥感制图标准^[10]等。

3.3.2 网格 GIS 算法

根据生态安全研究工作的目的,在喀斯特石漠化地区生态安全评价研究中,选择相应分辨率(5 m × 5 m) 格网作为基本评价分析单元,根据对喀斯特生态安全影响程度的不同,对各因子进行分级量化,并赋予一定等级指数。在单因子赋值的基础上,进行空间数据网格化与归一化处理,利用 ArcGIS 的空间分析模块(Spatial Analyst) 配合 Identity、Clip、Intersection、Update 等模块^[12],实现对花江示范区喀斯特生态安全单因子的评价。再根据喀斯特生态安全评价模型的计算公式,使用栅格计算器进行多图叠加分析与空间计算,获得喀斯特生态安全度空间格局图(图 2)。

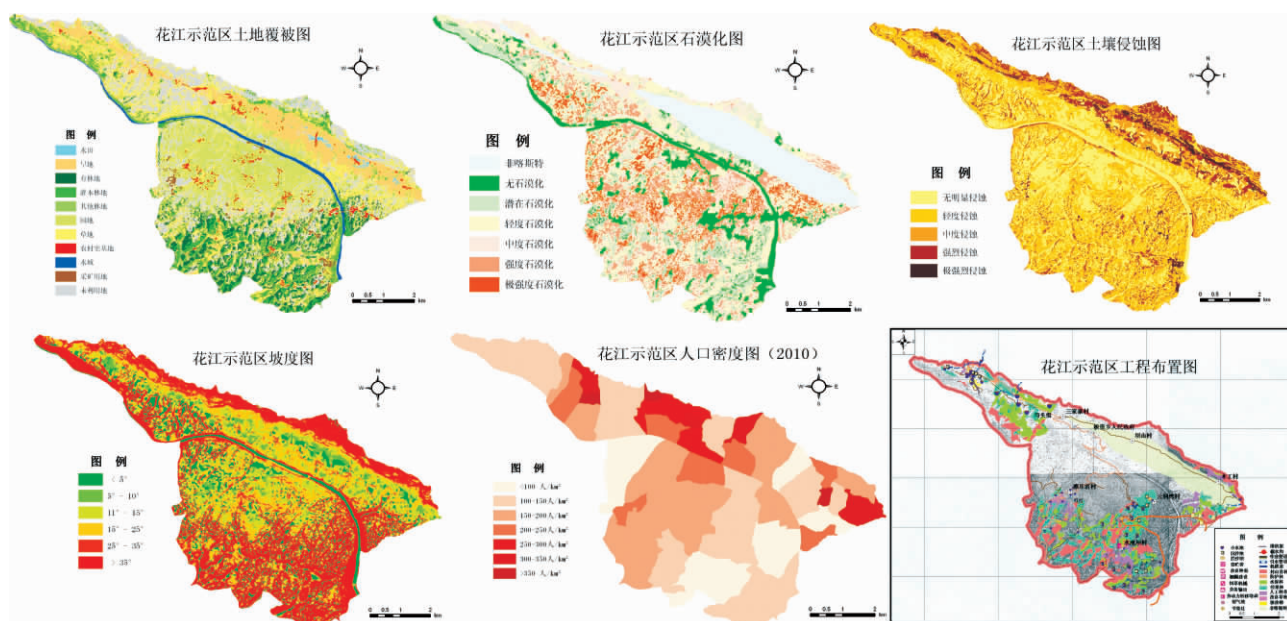


图 1 喀斯特生态安全评价体系中的部分图件

Fig. 1 The partite graphs of the karst ecological security evaluation system

表 2 喀斯特生态安全等级划分
Table 2 The grade classification of karst ecological security

等级	评价指标标准化值	表征状态	喀斯特安全指标特征
The grade	The standardized value of evaluation index	Representation-state	The index characteristic of karst ecological security
I	<0.35	重警状态	以强度、极强度石漠化为主,生态系统服务功能基本丧失,生态灾害严重,人为干扰程度很深,恢复与重建十分困难,生态过程难逆转。
II	≥0.35 ~ <5.0	中警状态	以中度、强度石漠化为主,生态系统服务功能严重退化且不全,生态灾害较大,人为干扰程度较深,受干扰后恢复困难。生态系统受严重破坏,系统结构残缺不全。
III	≥5.0 ~ <7.0	预警状态	以轻度、中度石漠化为主,部分生态系统服务功能退化,存在生态灾害,具有明显的人为干扰,受干扰后生态环境易恶化。生态系统结构破坏较大,功能退化。
IV	≥7.0 ~ <8.5	较安全状态	以潜在石漠化和轻度石漠化为主,生态系统服务功能较完善,存在潜在的生态灾害,一般干扰下可恢复,人地关系基本和谐。生态环境系统较少受到破坏,结构尚完整,功能尚好。
V	≥8.5	安全状态	以无石漠化和潜在石漠化为主,生态系统服务功能完整,无明显生态灾害,人地关系和谐。生态环境系统未受干扰破坏,系统结构完整,功能完善,恢复能力强。

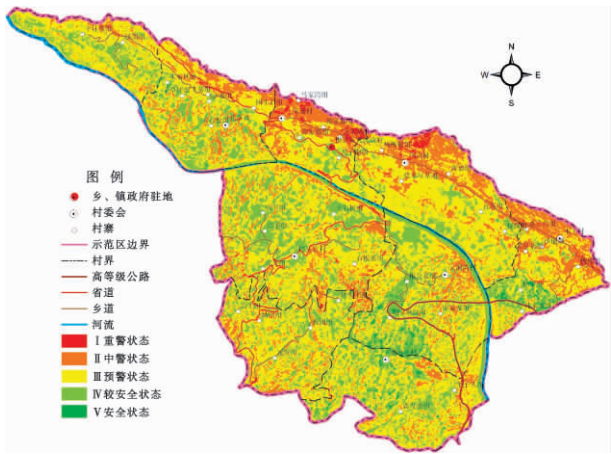


图 2 花江示范区喀斯特生态安全度空间分布
Fig.2 The space distribution of karst ecological security degree in Huajiang demonstration areas

4 评价结果

4.1 花江示范区喀斯特生态安全空间格局

2010 年花江示范区综合分析结果(见图 2、表 3)表明,生态安全等级Ⅲ(预警状态)占示范区面积比例最大,各个村组都有较多分布;等级Ⅳ(较安全状态)的面积也较大,主要分布于北盘江的两侧、低丘岗地、海拔 800 m 以下的峰丛洼地、峰丛谷地和槽子组、水淹坝、擦耳岩、法朗等石漠化综合治理工程主要分布的村组;等级Ⅱ(中警状态)所占比例不大,主要分布于示范区东北部海拔 >1 000 m 的峰丛陡坡上,石漠化严重、植被覆盖率低;而等级Ⅰ

表 3 花江示范区喀斯特生态安全评价结果

Table 3 The karst ecological security of assessment results

生态安全等级	表征状态	面积	面积百分比	出现频率
Grade of eco-safety	Representation-state	Area /km ²	Percentages of area /%	Frequency /pixels
I	重警状态	0.36	0.70	666
II	中警状态	10.22	19.81	7 823
III	预警状态	26.89	52.11	7 526
IV	较安全状态	13.62	26.40	7 052
V	安全状态	0.51	0.99	949

(安全状态)和Ⅴ(重警状态)二者面积所占比例都很小,呈点状并零星分布,并主要与Ⅳ和Ⅱ等级镶嵌在一起。

4.2 喀斯特生态安全空间格局特征和成因

1. 从整体看,花江示范区喀斯特生态安全状况不容乐观。64% 的区域植被覆盖率小于 45%, 62.2% 的区域出现轻度以上石漠化,处于预警状态以上的区域达 37.47 km²,占总面积的 72.62%。示范区整体生态环境脆弱、生态敏感性强,石漠化、水土流失等生态灾害十分严峻,喀斯特生态系统的自然结构破坏严重。

2. 人为干扰是影响喀斯特生态安全重要因素。生态安全结构较差的地区,其人地矛盾也较为突出。大部分中警和重警状态区域位于人口分布密集、人均受教育程度低的村组和居民点、交通线路、采石场

附近,这是人为长期频繁活动干扰的结果。对自然资源的过度和不合理开发利用是喀斯特生态安全恶化的直接人为因素,人类活动已经成为影响喀斯特生态系统安全的重要因素。

3. 石漠化综合治理工程分布区的生态安全状况有了一定的好转,相对没有治理工程的区域,生态安全等级较高,安全状况较好。这是花江示范区的喀斯特人文社会响应的重要表现,也是石漠化综合治理效果的重要反映。但人文社会对状态的响应水平不高,大部分仍处于较低水平,表明石漠化治理措施力度还远远不够。

4. 脆弱的喀斯特环境是生态安全继续恶化的自然背景因素。喀斯特生境极易受到人类活动的干扰和破坏,而且一旦破坏极难恢复。目前整个示范区的喀斯特生态系统处于逆向演替中,生产力、稳定性差,生态服务功能不高。示范区整体要达到较安全状态仍需要较长时间恢复和重建。

5 结论与讨论

基于格网 GIS 的喀斯特生态安全研究,突破了行政界线的约束,根据喀斯特环境空间异质性强的特点,从示范区较小尺度上分析了区内每个基本评价单元(5 m×5 m)的生态安全状况,揭示石漠化综合治理示范区内部生态安全差异。喀斯特生态安全体系较好的表现了示范区的喀斯特人文社会响应,一定程度上反应了石漠化综合治理的效果。

通过对花江示范区的生态安全空间格局综合分析发现,人类活动已经在喀斯特生态系统的演化过程中留下了深深地烙印。无论是人为干扰对喀斯特生态系统的破坏,使生态系统逆向演替,还是人为干预对喀斯特生态系统的修复,石漠化综合治理、喀斯特人文社会的积极响应使生态系统转向正向演替,都印证了喀斯特生态系统又是一个复杂的人地关系地域系统,人地矛盾始终贯穿其中。只有保持和谐的人地关系,加快生态文明建设,才能真正防治石漠化生态灾害,使喀斯特地区步入可持续发展之路。

喀斯特生态安全状况是一个动态的过程,应对生态安全影响因子进行动态监测,在对喀斯特生态安全的空间格局和综合特征进行评价时,加入时间要素,使之成为一个具有空间尺度和时间尺度的动态评价模型。探讨喀斯特生态系统演化与人类活动的互动关系及联动机制,值得在今后的研究中加以

探索。此外,应加强“3S”技术、空间建模技术和专家知识库等的集成技术,实现喀斯特生态环境系统安全评价与管理的信息化和预警自动化^[12]。并有待将基于“3S”集成技术的喀斯特生态环境系统安全预警与人文社会响应信息系统,引入政府的管理、决策支持系统中。

参考文献(References)

- [1] Xiao Duning, Chen Wenbo, Guo Fuliang. On the basic concepts and contents of ecological security [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(3): 354–358 [肖笃宁, 陈文波, 郭福良. 论生态安全的基本概念和研究内容[J]. 应用生态学报, 2002, 13(3): 354–358]
- [2] Chen Xing, Zhou Chenghu. Review of the studies on ecological security [J]. Progress in Geography, 2005, 24(6): 8–20 [陈星, 周成虎. 生态安全: 国内外研究综述[J]. 地理科学进展, 2005, 24(6): 8–20]
- [3] Zou Wei. Research on comprehensive evaluation of regional ecological security based on RS and GIS—a case study of Zhongxian county of the Yangtze three gorges reservoir [M]. Beijing: Surveying and Mapping Press, 2004 [左伟. 基于 RS、GIS 的区域生态安全综合评价研究——以长江三峡库区忠县为例[M]. 北京: 测绘出版社, 2004]
- [4] Shi X Q, Zhao J Z, Ouyang Z Y. Assessment of eco-security in the knowledge grid [J]. The Journal of Systems and Software, 2006, (79): 246–252
- [5] Huang Q, Wang R H, Ren Z Y, et al. Regional ecological security assessment based on long periods of ecological footprint analysis [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2006, (1): 1–18
- [6] Xiong Kangning, Li Ping, Zhou Zhongfa, et al. Typical study on karst rock desertification RS and GIS—a case study of Guizhou Province [M]. Beijing: Geology Press [熊康宁, 黎平, 周忠发, 等. 喀斯特石漠化的遥感—GIS 典型研究——以贵州省为例[M]. 北京: 地质出版社]
- [7] Zhou Zhongfa, Huang Lujia. An analysis on relation of rock desertification to stratum and lithology in karst region—a case study at Qingzhen city of Guizhou plateau [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2003, 23(1): 19–22 [周忠发, 黄路迦. 喀斯特地区石漠化与地层岩性关系分析——以贵州高原清镇市为例[J]. 水土保持通报, 2003, 23(1): 19–22]
- [8] Xiong Kangning, Chen Yongbi, Chen Hu, et al. Touch graphite and turn it into diamond—the ecological techniques and models of controlling of karst rocky desertification in Guizhou Province [M]. Guiyang: Guizhou Science & Technology Publishing House, 2011 [熊康宁, 陈永毕, 陈浒, 等. 点石成金——贵州石漠化治理技术与模式[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2011]
- [9] Zuo Wei, Zhou Huizhen, Wang Qiao. Conceptual framework for selection of an indicator system for assessment of regional ecological safety [J]. Soil, 2003, (1): 2–7 [左伟, 周慧珍, 王桥. 区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究[J]. 土壤, 2003, (1): 2–

- 7]
- [10] Zhou Zhongfa. Application of remote sensing and GIS technology for land desertification in Guizhou karst region[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation 2001 21(3): 52–54 [周忠发. 遥感和 GIS 技术在贵州喀斯特地区土地石漠化研究中的应用[J]. 水土保持通报 2001 21(3): 52–54]
- [11]Xue Liang ,Ren Zhiyuan. Ecological security of Guanzhong region based on gridding GIS[J]. Scientia Geographica Sinica 2011 31(1): 123–128 [薛亮. 任志远. 基于格网 GIS 的关中地区生态安全研究[J]. 地理科学 2011 31(1): 123–128]
- [12] Hu Baoqing ,Wang Shijie ,Li Ling ,et al. System design of early warning and risk assessment model for karst rocky desertification hazard[J]. Progress in Geography 2005 24(2): 122–130 [胡宝清, 王世杰, 李玲, 等. 喀斯特石漠化预警和风险评估模型的系统设计——以广西都安瑶族自治县为例[J]. 地理科学进展, 2005 24(2): 122–130]

Research on the Karst Ecological Security Based on Gridding GIS

——A Case Study on the Demonstration Areas of the Rock Desertification Integrated Management in Huajiang of Guizhou ,China

WEI Xiaodao^{1 2} , ZHOU Zhongfa^{1 2} , WANG Yuanyuan^{1 2}

(1. Institute of South China Karst , Guizhou Normal University , Guiyang 550001 , China;

2. The State Key Laboratory Incubation Base for Karst Mountain Ecology Environment of Guizhou Province , Guiyang 550001 , China)

Abstract: Karst ecological security evaluation and its spatial pattern analysis are the bases of scientific analysis for the karst ecological system security and the objective assessment on the effect of rocky desertification comprehensive treatments. Through analyzing karst ecological security conception , the conceptual framework of karst ecological security evaluation system is preliminarily formed based on the Driving Forces – Pressure – State-Impact – Response (DPSIR) model , and the karst ecological security evaluation system and its grade classification standards are set up. In support of the gridding GIS technology , this paper gives each index in the evaluation system the spatial expression of 5 m × 5 m grid scale. Subsequently , using the spatial overlaying technology based on grid data , we get the result of ecological security and its grade spatial data for Huajiang demonstration areas. The research shows that the ecological security of Huajiang demonstration areas is overall getting better , and rocky desertification comprehensive treatments are proved to be effective to a certain degree , but it is still unsafe. Furthermore , effect of human activities on karst ecological security is gradually increasing.

Key words: karst rocky desertification; ecological security; human disturbance; grid GIS