

黄晓云, 王静爱, 尹卫霞, 等. 灾害系统视角下的石漠化风险评价研究——以贵州省大方县为例[J]. 灾害学, 2017, 32(3): 87–90. [HUANG Xiaoyun, WANG Jingai, YIN Weixia, et al. Study on Risk Assessment of Rocky Desertification from the Perspective of Disaster System—A Case Study of Dafang County in Guizhou Province[J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(3): 87–90. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.03.015.]

灾害系统视角下的石漠化风险评价研究 ——以贵州省大方县为例*

黄晓云^{1,2,3}, 王静爱^{2,3}, 尹卫霞^{2,3}, 李富华^{2,3}, 张春琴^{2,3}

(1. 贵州大学 经济学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 北京师范大学 地理科学学部, 北京 100875; 3. 北京师范大学 区域地理研究实验室, 北京 100875)

摘要: 石漠化风险评价是喀斯特生态脆弱地区开展石漠化灾害风险管理的基础。基于区域灾害系统理论, 从孕灾环境、致灾因子及承灾体三个维度构建石漠化风险评价模型, 选取 NDVI、土地利用类型及地形坡度等影响因素, 以贵州省大方县为例, 对 1988 年, 2001 年, 2009 年三个时段的石漠化风险等级进行综合评价, 评价结果显示, 三个时段的石漠化风险等级空间格局类似, 高风险区主要分布在大方县东南和中北部地区, 2009 年土地利用情景下石漠化风险整体最低。

关键词: 灾害系统; 石漠化; 风险等级; 评价; 贵州大方县

中图分类号: X43; P931.3; X144 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2017)03-0087-04
doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.03.015

喀斯特脆弱生态系统同时存在结构型脆弱和胁迫型脆弱特点, 结构型脆弱主要由系统自身的不稳定性和敏感性结构决定; 胁迫型脆弱是指系统的脆弱主要由外部环境的扰动所致^[1]。诸多石漠化灾害机理研究表明, 石漠化的发生发展与喀斯特系统自身结构脆弱特征密切相关, 从灾害系统角度而言, 就是与其孕灾环境敏感与不稳定因子密切相关。基于石漠化发生发展与其孕灾环境密切相关这一特点, 以及区域灾害系统理论的灾害风险系统结构与功能体系^[2-6], 从孕灾环境、致灾因子及承灾体三个维度构建石漠化风险概念模型(图1)。石漠化灾害风险系统结构由致灾因子 H 、承灾体 V 与孕灾环境 E 组成, 系统功能则由 H 的危险性, 即石漠化的危险性; V 的脆弱性, 即喀斯特区域土地利用程度和 E 的不稳定与敏感性, 即喀斯特区环境的易变性组成。

依据这一概念模型, 石漠化风险评价应在分别对孕灾环境的稳定性(E)、致灾因子的危险性(H)及承灾体的脆弱性(V)三个方面分进行评价的基础上, 综合确定区域石漠化灾害风险度。风险评价三度模型需要特别注意致灾因子和承灾体的关系。对于突发灾害, 致灾因子由自然因素决定, 承灾体由人文因素决定, 两者可以截然分开。而

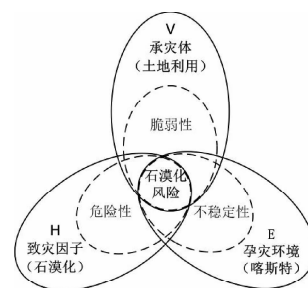


图1 石漠化风险评价概念模型

对于诸如土地退化等渐发性灾害, 致灾因子由自然因素与人为因素二者共同决定, 很难将它们区分、剥离。这也是本研究的一个难点。本文尝试从以下角度解决这个问题: 将土地利用类型斑块作为风险评价基本单元, 实现风险影响因素的类型化。然后在类型化的基础上, 定量化剥离致灾因子因素和承灾体因素: 对不同土地利用类型进行赋值, 得到承灾体脆弱性指数, 来量化人类活动载体——土地利用作为石漠化承灾体的一方面; 不同的土地利用类型对应不同的 $NDVI$, 将人类活动和自然因子综合作用的指标 $NDVI$ 作为致灾因子危险性表征指标, 可以实现自然因素和人文因素对致灾因子影响的量化。

* 收稿日期: 2016-12-07 修回日期: 2017-02-24

基金项目: 贵州大学引进人才科研项目(贵大人基合字(2015)44号); 贵州龙里县水利局项目

第一作者简介: 黄晓云(1966-), 女, 贵州贵阳人, 博士, 副教授, 主要研究方向为生态风险评价. E-mail: 419979480@qq.com

通讯作者: 王静爱(1955-), 女, 河北定州人, 教授, 主要研究方向为自然灾害与土地退化等. E-mail: jwang@bnu.edu.cn

表 1 石漠化风险评价指标体系表

致灾因子的危险性		承灾体的脆弱性		孕灾环境的不稳定性	
NDVI	危险性指数	土地利用	脆弱性指数	地形坡度/(°)	不稳定指数
0.6~0.7	1	灌木	1	≤5	1
0.5~0.6	2	疏林	2	5~15	2
0.4~0.5	3	草地	3	15~25	3
0.3~0.4	4	水田	4	> 25	4
0.15~0.3	5	平坝旱地	5		
0.0~0.06	6	坡旱地	6		
<0	7	裸土及工矿	7		
		裸岩	8		

1 数据与方法

1.1 数据

用于土地利用类型解译和 NDVI 计算的 TM 遥感影像数据, 包含研究区 1988 年、2001 年、2009 年 3 期 TM 影像, 轨道号为 127/33 的 Landsat 5 专题制图仪 7 个波段夏季影像, 空间分辨率为 30 m, 数据来源为中国科学院遥感卫星地面站; 用于坡度计算的 30 m 分辨率 DEM 地形数据来源于美国太空总署 (NASA) 和国防部国家测绘局 (NIMA) 联合测量的 SRTM 数据。

1.2 指标体系

石漠化风险概念模型表明, 石漠化风险由致灾因子危险性(H)、承灾体脆弱性(V)和孕灾环境不稳定性(E)三要素共同决定。因此, 对石漠化的风险评是在分别对致灾因子的危险性、承灾体的脆弱性及孕灾环境的不稳定性三个方面分进行评价的基础上, 综合确定区域石漠化灾害风险度。基于这一指导思想和评价方法, 从致灾因子、承灾体和孕灾环境三个维度构建石漠化风险评价指标体系, 构建以致灾因子、承灾体、孕灾环境为一级指标, 地形坡度、NDVI 以及土地利用类型为二级指标的石漠化风险评价指标体系(表 1)。

1.3 风险评价模型及方法

风险评价模型是灾害风险管理的科学工具, 它决定着评价指标的选择和评价结果的表达。依据量化程度的高低, 风险评价模型可分为基于指标体系的灾害相对风险等级评价模型、基于致灾曲线和脆弱性等级的灾害风险等级评价模型和基于脆弱性曲线的灾害风险评价模型。本研究使用基于指标体系的灾害相对风险等级评价模型。该模型以指标体系构建为核心, 在构建风险评价指标体系的基础上, 计算相对风险等级。计算方法包括加权求和法、判断矩阵法和灾害指数法。灾害指数法认为风险是致灾因子危险性、承灾体脆弱性和暴露性的乘积^[7-8]。本研究使用灾害指数法。根据评价模型及方法, 石漠化灾害风险 R 与

致灾因子的危险性(H)、承灾体的脆弱性(V)和孕灾环境的不稳定性(E)有着这样的关系:

$$R = H \times V \times E. \quad (1)$$

式中: R 为石漠化风险指数, H 为石漠化危险性指数, V 为人类对土地的不同利用方式而带来的脆弱性指数, E 为喀斯特区孕灾环境的不稳定性指数。

2 结果分析

2.1 风险评价结果

由上述方法得到不同土地利用情景下的石漠化风险指数, 这里的石漠化风险指数是对区域石漠化灾害相对风险等级的表征, 风险指数越大, 表示石漠化对区域生态环境和生产系统的危害越大。风险指数无量纲是危害或损失的相对表达。对风险指数分级得到风险等级图: 风险指数 > 75 , 风险等级为 5; 风险指数为 $45 \sim 75$, 风险等级为 4; 风险指数为 $20 \sim 45$, 风险等级为 3; 风险指数为 $4.5 \sim 20$, 风险等级为 2; 风险指数 < 4.5 风险等级为 1。风险等级越高, 表示石漠化风险越高。

从石漠化风险等级分布图可以看到(图 2~图 4), 三种土地利用情景下, 大方县石漠化风险等级分布格局类似, 高风险主要分布在东南和中北部地区, 东北部石漠化风险最小, 其他地区次之。从各土地利用情景下石漠化危险性等级比例图(图 5)可以看到, 1988 年土地利用情景下, 2 级石漠化风险等级所占比例最高, 4 级风险等级比例次之, 5 级风险比例最少, 1~2 级低中风险面积比例占到 50%, 4~5 级高风险面积占到 30%; 2001 年土地利用情景下, 4 级石漠化比例最高, 2 级次之, 5 级最小, 4~5 级高风险面积比例达到近 35%, 1~2 级低风险面积比例近 50%; 2009 年土地利用情景下, 1 级石漠化风险比例最大, 2 级次之, 3 级和 4 级所占比例相近, 5 级最少, 4~5 级高风险面积比例不到 20%, 1~2 级低风险面积比例近 70%。通过对比可以看到, 三种情景下, 2009 年土地利用情景下石漠化风险整体最低。2001 年土

地利用情景和 1988 年土地利用情景的风险整体类似, 但前者低风险面积比例和高风险面积比例都略高于后者。

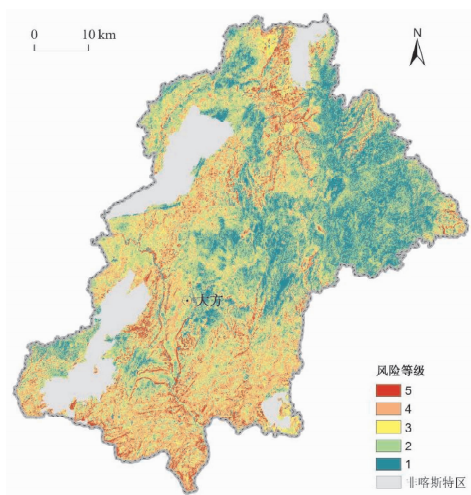


图 2 1988 年土地利用情景下风险等级分布

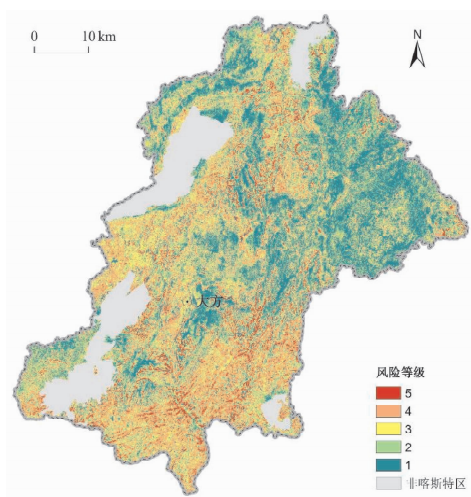


图 3 2001 年土地利用情景下风险等级分布

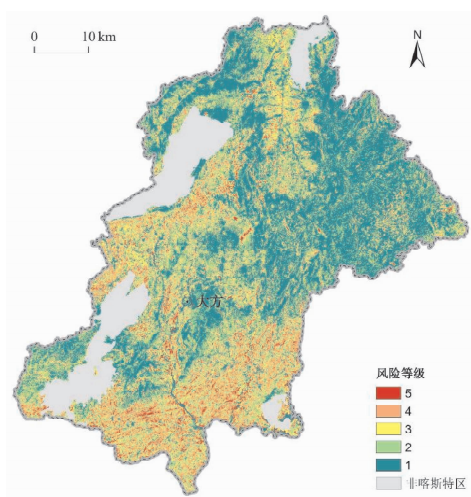


图 4 2009 年土地利用情景下风险等级分布图

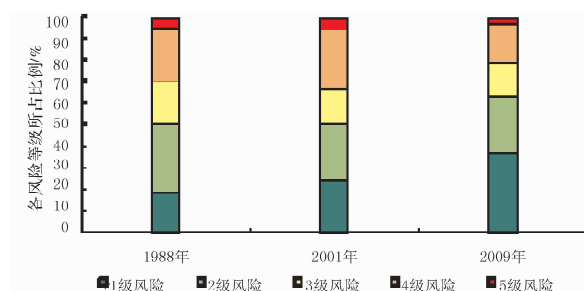


图 5 不同土地利用情景下风险等级面积比例统计图

2.2 精度检验

为了检验大方县石漠化风险评价结果的精度, 本文以大方县 2009 年分乡镇石漠化程度面积比例与 2009 年本文石漠化风险评价结果作对比。2009 年大方县分乡镇实测石漠化面积比例数据来源于大方县林业局。为了更好的对应风险评价结果, 本文中石漠化风险评价等级 1、2、3、4、5 级分别对应实测资料中潜在石漠化、轻度石漠化、中度石漠化、重度石漠化、极重度石漠化。图 6 是不同石漠化程度精度检验的拟合结果图。其中横坐标为实测面积比例结果, 纵坐标为评价面积比例结果, 从图 6 可以看出, 乡镇实际统计石漠化面积比例与本研究评价结果风险等级比例基本接近, 线性拟合曲线为 $y = 0.988x$, R^2 为 0.69, 评价结果较准确。为了进一步检验评价精度, 对实测样本点做成对双样本均值 t -检验分析, 结果显示(表 2), $P(T \leq t)$ 双尾值为 0.502, 大于 0.05, 表明在 $\alpha = 0.05$ 的显著性水平下, 拒绝假设, 即评价结果与统计值差异不显著, 95% 的模拟评价效果接近统计值。据此可以认为本研究的石漠化风险评价方法科学, 评价结果基本准确, 可以作为石漠化风险管理和风险决策的科学依据。

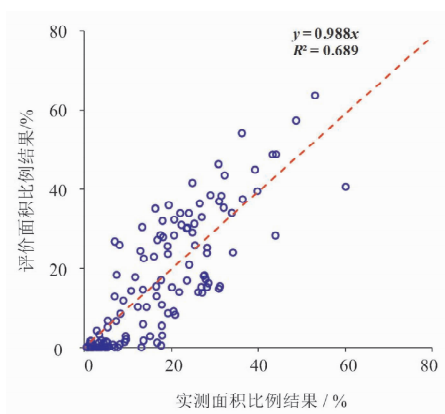


图 6 分乡镇石漠化评价结果精度检验

3 结论与讨论

本研究基于区域灾害系统理论, 构建了石漠

化三度风险评价模型, 针对 1988 年, 2001 年, 2009 年三个时段石漠化风险等级进行综合评价。主要结论如下。

表 2 t -检验: 成对双样本均值分析结果

	地方统计	评价结果
平均	0.168	0.163
方差	0.0168	0.025
观测值	129	129
泊松相关系数	0.831	
假设平均差	0	
df	128	
t Stat	0.673	
$P(T \leq t)$ 单尾	0.251	
t 单尾临界	1.657	
$P(T \leq t)$ 双尾	0.502	
t 双尾临界	1.979	

(1) 三个时段土地利用情景下, 大方县石漠化风险等级空间分布格局类似, 高风险区主要分布在东南和中北部地区, 东北部石漠化风险最小, 其他地区次之。

(2) 三个时段土地利用情景下的石漠化 1~2 级低风险面积比例都大于 50%, 2001 年中高等级

风险面积比例最高, 达到近 35%; 2009 年土地利用情景下石漠化风险整体最低。

(3) 针对石漠化高风险区域, 下一步应从自然与人文因素综合考虑石漠化防治手段, 一方面要加强土地利用限制性开发保护政策的制定, 另一方面要统筹考虑喀斯特生态脆弱区其他相关治理工程, 以最优的方式改善石漠化程度。

参考文献:

- [1] 靖娟利, 陈植华, 胡成, 等. 中国西南部岩溶山区生态环境脆弱性评价[J]. 地质科技情报, 2003, 22(3): 95-99.
- [2] 史培军. 灾害研究的理论与实践[J]. 南京大学学报(自然科学版), 1991(自然灾害研究专辑): 37-42.
- [3] 史培军. 再论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(4): 5-17.
- [4] 史培军. 三论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 1-9.
- [5] 赵思健. 再论自然灾害风险的时空尺度[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 1-10.
- [6] 黄崇福. 自然灾害动态风险分析基本原理的探讨[J]. 灾害学, 2015, 30(2): 1-7.
- [7] UNDP (United Nations Development Program). Reducing disaster risk: a challenge for development, New York, USA [EB/OL]. (2004-05-10) [2016-12-05]. www.undp.org/bcpr.
- [8] LI Y P, YE W, WANG M, et al. Climate change and drought: a risk assessment of crop-yield impacts [J]. Climate Research, 2009, 39: 31-46.

Study on Risk Assessment of Rocky Desertification from the Perspective of Disaster System——

A Case Study of Dafang County in Guizhou Province

HUANG Xiaoyun^{1,2}, WANG Jingai^{2,3}, YIN Weixia^{2,3}, LI Fuhua^{2,3}, and ZHANG Chunqin^{2,3}

(1. School of Economics, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. Key Laboratory of Regional Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Rocky desertification risk assessment is the basic work for risk management of rocky desertification in Karst ecological vulnerability areas. This research work is based on the theory of regional disaster system, constructed the risk assessment model from three dimensions of the disaster environment, hazards and exposure, and select NDVI, land use type and slope to carry out comprehensive risk assessment of rocky desertification in Dafang County in 1988, 2001, 2009. The results showed that the rocky desertification risk spatial pattern of the three periods is similar, the high risk region is mainly distributed in the southeast and north central in Dafang County, and the risk of 2009 is minimum.

Key words: disaster system; rocky desertification risk; risk assessment; Dafang County