

基于GIS的关中地区农业生产自然灾害 风险综合评价研究

周寅康^{1,2}, 金晓斌^{1,2}, 王 千¹, 杜心栋¹

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210093; 2. 南京大学人文地理研究中心, 江苏 南京 210093)

摘要: 旱灾、洪灾等自然灾害对农业生产有重要影响, 通过分析关中地区主要自然灾害类型, 选择各类型灾害的主要影响因素, 建立评价模型, 对关中地区农业生产中可能遭受的自然灾害风险进行综合分析评价, 结果表明: 关中地区农业生产自然灾害综合风险总体较高, 高、中、低级别风险区分别占研究区面积的28.2%、46.6%和25.2%, 其中高风险区主要分布在凤县、太白县、麟游县以及陇县的北部地区, 中风险区主要分布在台塬边缘区和低山地区, 低风险区主要分布在关中盆地地区, 从具体灾害类型上看, 高风险区域主要面临地质灾害和水土流失的威胁, 中风险区域主要灾害是水土流失和生态环境恶化, 低风险区域则是干旱和洪涝灾害。

关键词: 自然灾害; 风险评价; GIS; 关中地区

中图分类号: X43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2012)12-1465-08

中国是世界上受自然灾害影响最严重的国家之一, 20世纪90年代以来, 自然灾害造成的经济损失呈上升趋势, 已成为影响经济发展和社会安定的重要因素^[1]。据统计, 中国每年有 6.0×10^8 人次受暴雨、洪涝、干旱和台风等灾害的影响, 农田受灾面积达 $0.34 \times 10^8 \text{ hm}^2$, 仅气象灾害造成的经济损失就占国内生产总值的3%~6%^①。自然风险是农业生产风险中的主要因素, 对其进行分析与评价一直是相关研究的热点, 并针对不同类型灾害的特点提出相应的评价方法^[2-4]。但研究大多针对农业生产自然风险中的某个特定类型, 而在自然风险类型识别的基础上, 对区域各类自然风险进行综合分析的研究还较为鲜见。本文以关中地区为研究对象, 参考前人的研究成果^[5-15], 选取旱灾、洪涝灾害、地质灾害、水土流失、农业生态环境恶化风险等自然风险类型, 从各类型自然灾害的危险度和承灾体脆弱度两方面对研究区农业生产风险进行综合评价。研究结果将有助于深化对关中地区农业生产风险格局特征的认识, 为制定区域农业发展战略和采取有针对性的土地整治措施提供参考和借鉴。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

关中地区位于陕西省中部(图1), 地处 $106^{\circ}18'E \sim 110^{\circ}37'E$, $33^{\circ}35'N \sim 35^{\circ}50'N$ 之间, 总面积 $5.55 \times 10^4 \text{ km}^2$, 包括西安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南5个地级市, 共54个县(市、区)。关中地区属黄土高原干旱半干旱农业区, 除凤县、太白两县基本属长江流域外, 其余均属黄河流域。区域内台塬、梁、峁、冲积平原、河谷阶地、山地等地貌类型齐全, 也是陕西省农业生产自然灾害频发区和重灾区, 自然灾害类型包括干旱、地质灾害、洪涝灾害、水土流失等。

关中地区在全国区域经济格局中具有重要战略意义, 被确定为全国16个重点建设地区之一, 《西部大开发“十一五”规划》将其列为区域性商品粮基地建设重点区, 《关中一天水经济区发展规划》提出要打造内陆型经济开发开放的战略高地, 在多种因素的相互作用下, 该地区耕地非农化与耕地资源保护之间的矛盾日益突出, 人地关系日

收稿日期: 2012-04-22; **修订日期:** 2012-07-03

基金项目: 国土资源部公益性行业科研专项(201011016)、国家基础科学人才培养基金资助项目(J1103408)和江苏高校优势学科建设工程项目资助。

作者简介: 周寅康(1962-), 男, 江苏苏州人, 教授, 主要从事土地资源管理研究。E-mail: drzhyk@nju.edu.cn

① 亚洲减灾大会组织委员会, 中华人民共和国民政部, 中华人民共和国外交部. 亚洲减灾大会会议手册, 2005.

已有研究成果^[27, 28],选取历史春旱频率、夏旱频率、秋旱频率和地表湿润指数作为评价指标(表1)。

表1 干旱灾害危险度评价指标			
Table 1 Assessment indices of drought hazard degree			
评价指标	等级	分值	范围
春旱频率	1	1.0	< 10.0%
	2	1.2	10.1%~20.0%
	3	1.5	20.1%~30.0%
	4	1.7	30.1%~40.0%
	5	2.0	> 40.0%
夏旱频率	1	1.0	< 10.0%
	2	1.2	10.1%~20.0%
	3	1.5	20.1%~30.0%
	4	1.7	30.1%~40.0%
	5	2.0	> 40.0%
秋旱频率	1	1.0	< 10.0%
	2	1.2	10.1%~20.0%
	3	1.5	20.1%~30.0%
	4	1.7	30.1%~40.0%
	5	2.0	> 40.0%
地表湿润指数	1	1.0	> 1.30
	2	1.2	1.11~1.30
	3	1.5	0.91~1.10
	4	1.7	0.71~0.90
	5	2.0	< 0.70

注:表中分值1.0表示不易引起干旱,2.0表示易引起干旱。

干旱灾害危险度计算采用如下公式:

$$h_d = \sum_{i=1}^n d_i \times w_i$$

(4)

式中, h_d 是干旱灾害危险度; d_i 为第*i*项评价指标分值; w_i 为第*i*项指标权重,采用AHP方法确定。按照综合分值,将干旱灾害危险度分为高危险度、中危险度和低危险度3级,结果见图2a。

2) 地质灾害危险度。据陕西省2010年国土资源公报,2010年陕西省突发性地质灾害共发生1 185起^①,对陕西省经济发展造成严重影响。地质、地貌、气候、植被等自然条件,以及人类活动和社会经济条件对地质灾害的形成、发育和危害有很大影响^[29, 30],本文按表2选取评价指标,采用式(5)计算地质灾害危险度。

$$h_g = \sum_{i=1}^n g_i \times w_i$$

(5)

式中, h_g 是地质灾害危险度; g_i 为第*i*项评价指标分

值; w_i 为第*i*项指标权重,采用AHP法确定。按照综合分值,将地质灾害危险度分为高危险度、中为危险度和低危险度3级,结果见图2b。

3) 洪涝灾害危险度。借鉴相关洪水灾害风险评价方法^[31~33],从洪水形成的自然属性和孕灾环境出发,选取降水、地形、水系等因素(表3)作为评

表2 地质灾害危险度评价指标			
Table 2 Assessment indices of geological disaster			
影响因素	等级	分值	范围/类型
地貌类型	1	1.0	河流阶地
	2	1.2	洪积扇
	3	1.5	丘陵
	4	1.7	苔塬
	5	2.0	梁峁
坡度	1	1.0	< 5.0°
	2	1.2	5.1°~10.0°
	3	1.5	10.1°~15.0°
	4	1.7	15.1°~20.0°
	5	2	> 20.0°
地质条件	1	1.0	硬质岩石
	2	1.2	软质岩石
	3	1.5	砂/粉类土
	4	1.7	粘类土
	5	2	黄土
距地质隐患点距离	1	1.0	> 3000 m
	2	1.5	1000~3000 m
	3	2.0	< 1000 m
降水量	1	1.0	< 500 mm
	2	1.5	500~600 mm
	3	2.0	> 600 mm

价指标,采用式(6)计算洪涝灾害危险度。

$$h_f = \sum_{i=1}^n f_i \times w_i$$

(6)

式中, h_f 是洪涝灾害危险度; f_i 为第*i*项评价指标分值; w_i 为第*i*项指标权重,采用AHP法确定。按照综合分值,将洪涝灾害危险度分为高危险度、中危险度和低危险度3级,结果见图2c。

4) 生态环境恶化危险度。从农业生态环境危害来源角度,参考已有文献^[34],在全面了解本区域生态环境特征和整体状况的基础上,通过专家咨询,从农业生产污染来源、工业污染物来源两个角度,建立关中地区农业生产生态环境质量综合

① 陕西省国土资源厅, http://gtzyt.shaanxi.gov.cn/gtzytweb/gtzygb/3177_18.htm。

表3 洪涝灾害危险度评价指标

Table 3 Assessment indices of flood hazard degree

影响因素	等级	分值	范围
历史洪灾频率	1	1.0	0.5%~2.5%
	2	1.2	2.6%~5.0%
	3	1.5	5.1%~7.5%
	4	1.7	7.6%~10.0%
	5	2.0	> 10.0%
高程标准差	1	1.0	> 70.0 m
	2	1.2	50.1~70.0 m
	3	1.5	30.1~50.0 m
	4	1.7	10.0~30.0 m
	5	2.0	< 10.0 m
日降暴雨	1	1.0	< 100 mm
	2	1.2	101~120 mm
	3	1.5	121~140 mm
	4	1.7	141~160 mm
	5	2.0	> 160 mm
距河流距离	1	1.0	< 500 m
	2	1.5	500~2000 m
	3	2.0	> 2000 m

评价指标体系(表4),采用式(7)计算生态环境危险度。

$$h_e = \sum_{i=1}^n e_i \times w_i \quad (7)$$

式中, h_e 是生态环境恶化危险度; e_i 为第 i 项评价指标分值; w_i 为第 i 项指标权重, 采用 AHP 法确定。按照综合分值, 将生态环境恶化危险度分为高危险度、中危险度和低危险度 3 级, 结果见图 2d。

5) 水土流失危险度。关中地区是中国水土流失最为严重的地区之一, 在中国现有 646 个严重水土流失县中, 陕西省有 27 个^[35]。土壤侵蚀模型是评价土壤侵蚀的重要方法之一, USLE 模型是这类模型中的代表, 并被应用于较大区域土壤侵蚀定量评价中^[36], 本研究在 USLE 模型的基础上, 采用生物措施因子与耕作措施因子进行模型修正, 进行土壤侵蚀的敏感性评价。

$$h_s = R \times K \times LS \times C \times E \times T \quad (8)$$

式中, h_s 是水土流失危害度, 为单位面积的年土壤侵蚀量 ($\text{t}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$); R 为降雨侵蚀力因子 [$(\text{MJ} \cdot \text{mm})/(\text{hm}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{a})$]; K 为土壤可蚀性因子 [$(\text{t} \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h})/(\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$]; L 为坡长因子; S 为坡度因子, C 为植被因子; E 为生物措施因子; T 为耕作措施因子。计算结果见图 2e。

表4 生态环境恶化危险度评价指标

Table 4 Assessment indices of environment deterioration

影响因素	等级	分值	范围
化肥投入 强度	1	1	< 1500.0 kg/hm^2
	2	2	1500.0~2250.0 kg/hm^2
	3	3	> 2250.0 kg/hm^2
农药投入 强度	1	1	< 3.0 kg/hm^2
	2	2	3.0~7.5 kg/hm^2
	3	3	> 7.5 kg/hm^2
COD 排放量	1	1	< 2000.0 t
	2	2	2000.0~4000.0 t
	3	3	> 4000.0 t
二氧化硫 排放量	1	1	< 1000.0 t
	2	2	1000.0~2000.0 t
	3	3	> 2000.0 t
固体废弃物 排放量	1	1	< 20000.0 t
	2	2	20000.0~40000.0 t
	3	3	> 40000.0 t

6) 自然灾害综合危险度。区域农业生产综合自然灾害危险度是旱灾、洪灾、地质灾害、水土流失以及农业生态环境恶化风险的综合表现, 根据关中地区实际状况, 结合专家意见确定关中地区农业生产风险类型之间的影响关系, 在此基础上, 利用 AHP 法, 最终确定关中地区农业生产风险权重, 旱灾危险度(0.3)、洪灾危险度(0.15)、地质灾害危险度(0.3)、水土流失危险度(0.15), 农业生态环境恶化风险(0.1), 利用公式(2)计算区域农业生产自然灾害综合危险度, 并按照分值的大小, 将结果分为高危险度、中危险度和低危险度 3 级, 结果见图 2f。

2.3 农业生产脆弱度

区域农业发展水平受自然、经济、社会等多方面因素影响, 而农业发展水平影响农业生产的抗灾能力。根据研究区实际情况, 选择第一产业 GDP、农民人均收入等因素(表 5)评价区域农业生产脆弱性, 采用式(3)计算农业生产脆弱性, 并按照分值的大小, 将结果分为高脆弱度、中脆弱度和低脆弱度 3 级, 结果见图 2g。

2.4 农业生产综合风险评价

基于上述各个因素分析, 采用式(1)计算区域农业生产综合风险度, 并按照分值的大小, 采用等间距法将结果分为高风险度、中风险度和低风险度 3 级, 结果见图 2h。

表5 农业生产脆弱度评价指标
Table 5 Assessment indices of agriculture production vulnerability

影响因素	等级	分值	范围
第一产业GDP	1	1.0	> 40 亿元
	2	1.5	20 ~40 亿元
	3	2.0	< 20 亿元
农民人均收入	1	1.0	> 6000.0 元
	2	1.5	4000.0~6000.0 元
	3	2.0	< 4000.0 元
坡度	1	1.0	< 5.0°
	2	1.2	5.1°~10.0°
	3	1.5	10.1°~15.0°
	4	1.7	15.1°~20.0°
	5	2.0	> 20.0°
水资源量	1	1.0	> 5.0×10 ⁴ m ³
	2	1.5	1.0~5.0×10 ⁴ m ³
	3	2.0	< 1.0×10 ⁴ m ³

3 结果分析

3.1 自然灾害危险度

1) 干旱灾害危险度。干旱灾害高危险度区主要分布于研究区中东部地区,该地区地形开阔平坦、耕地相对集中连片,植被覆盖度较低,地表湿润指数值在0.6~0.9之间,大部分地区在属于550 mm等降水线附近,区域内春、夏季节干旱频率较高,其中以东部地区的长安县、渭南地区尤为严重;中等干旱区域主要分布在西北部地区,该区域处于600 mm降水量线附近,植被覆盖度在25%左右,地表湿润指数相对较大;干旱低风险区主要分布在关中南部地区,该区域降水充分,大部分为700~800 mm降水线之间,植被覆盖度较大,蒸发量相对较小。

2) 地质灾害危险度。高危险度区主要位于渭河、泾河、洛河两岸,北部的黄土梁峁区以及南部山地地区以及人类活动剧烈区;中危险度地区主要分布在黄土台塬边缘区以及南部山麓地区,区域地形比较陡峭,断裂构造较发育,沟壑众多,地质环境已经破坏和难恢复;低风险度以渭河流域的断陷盆地区为主,海拔较低,地势平坦,是重要的农业生产区。

3) 洪涝灾害危险度。研究区洪水灾害危险度整体上以渭河下游干流为中心逐渐向两边递

减,即离主干河流越近,风险越高,反之越低。高危险度区主要分布在渭河河谷地区,以及洛河、泾河干、支流,区域内河网密度较大,地势平坦;台塬边缘中危险度区主要分布在渭河盆地区向黄土台塬梁峁区的过渡地带,区域相对高程较大,受河流洪水危害影响相对较小;低风险度区主要南部中山与北部地区,这两个区域地势较高,河网密度较小,区域大部分处于干支流2 000 m缓冲区之外,同时受降水量影响较小,进而受到洪水危害小。

4) 生态环境恶化危险度。高危险度区主要分布在研究区中东部的河谷盆地区,该区域地形较为平坦,主要以平原为主,是传统的农业生产区,农药、化肥投入较大,同时区域内工业较为发达,“三废”排量大,导致农业生态环境恶化;中危险度区主要分布在北部台塬梁峁区,该区域农业相对于工业较为发达,农业生产中化肥、农药投入较高,存在较高的农业面源污染危害;低风险度区主要分布在南部低山地区。

5) 水土流失危险度。整体上北部和南部地区较高,中部盆地地区较低,渭河冲积平原及其支流的河谷平原、秦岭北坡的山前倾斜平原,由于地形比较平坦,相对高差小,多以堆积作用为主,侵蚀极为微弱,小于500 t/km²;北部的黄土残塬、梁峁区为强度侵蚀区植被破坏较重,地表物质的保护稍弱,坡度多在15°以上且高程变化较大,侵蚀类型以沟蚀和重力侵蚀为主,如澄城、合阳、白水部分台塬侵蚀强度为1 600~2 600 t/km²,而骊山与秦岭之间的黄土斜梁丘陵沟壑,由于相对高差较大,侵蚀强度可达6 000 t/km²以上;中度侵蚀区主要分布在南部低山地区,植被以草灌为主,植被覆盖度大部分处于20%以上,以石灰岩为主,难于侵蚀,侵蚀强度较小,多为500~1 600 t/km²。

综合以上几个因素,关中地区自然灾害高危险度区主要分布区域北部台塬残塬以及南部山地区,其中北部台塬区主要以水土流失、地质灾害、旱灾为主,南部地区主要以地质风险为主;中危险度区主要分布在渭河流域向渭北高原的过渡地带,该区域沟壑众多,水土流失风险较大;低风险度区主要分布在研究区中东部地区,主要以渭河流域为主,该区域地势平坦,是关中农业生产集中区,主要危险是生态环境恶化。

3.2 农业生产脆弱度

从图2中可以发现,关中农业生产高脆弱度区

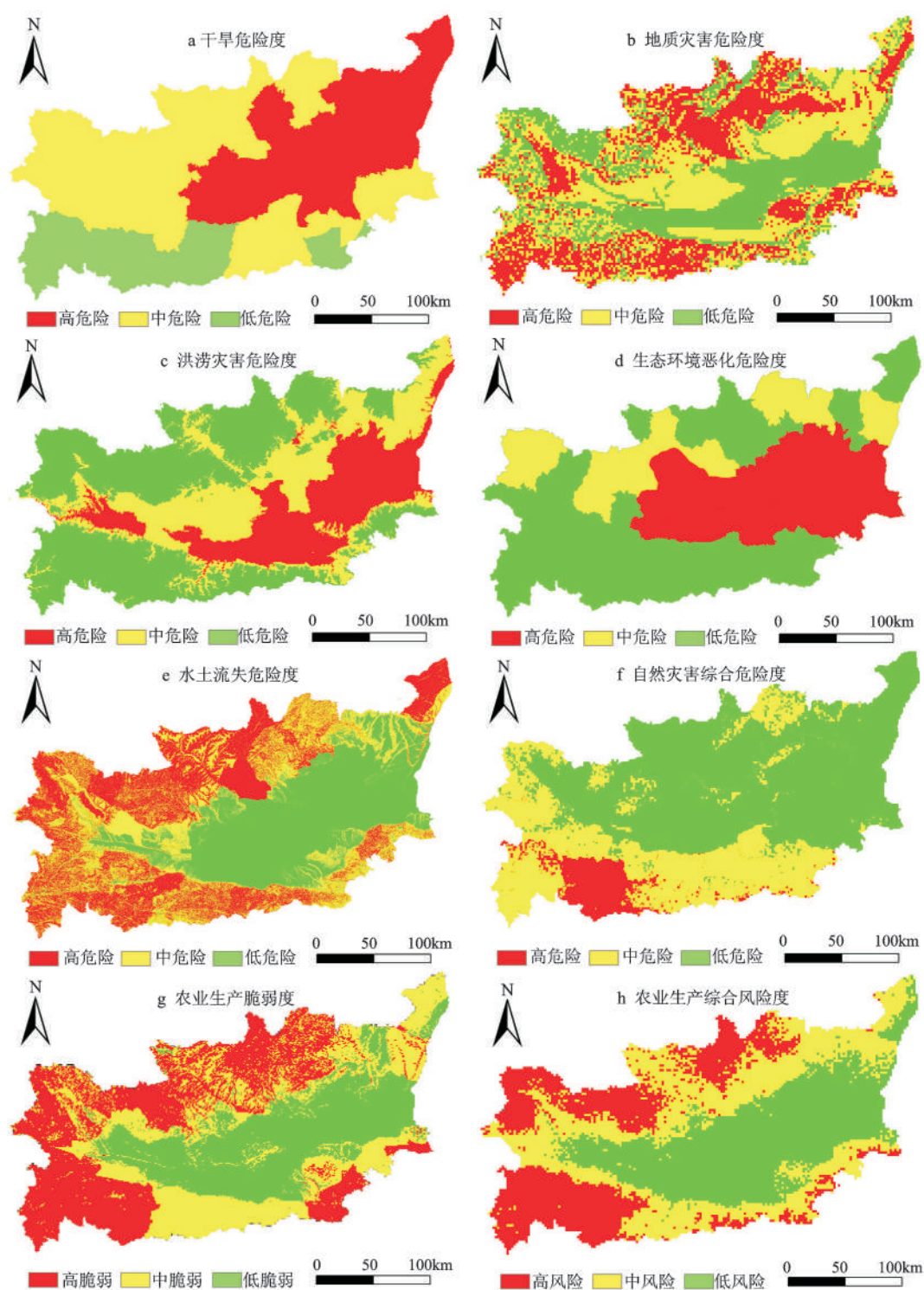


图2 关中地区农业生产综合风险评价结果

Fig. 2 Comprehensive assessment of nature disaster risk for agriculture production in Guangzhong region

主要分布在北部塬梁峁区和西部的凤县和太白县;中脆弱度区主要分布在西南部的低山地区;低脆弱度区主要分布在关中中部地区。

3.3 农业生产自然灾害综合风险

研究表明,关中地区农业生产自然灾害综合风险总体较高,高风险区、中风险区和低风险

区分别为研究区总面积的28.2%、46.6%和25.2%, 关中地区农业生产综合高风险区主要分布在凤县、太白县、麟游县以及陇县的北部地区, 主要由于该区大多处于山区或台塬梁峁区, 地形变化较大, 区域经济相对落后, 对农业基础设施投入较少, 导致农业生产脆弱程度较高, 该区主要自然灾害为地质灾害和水土流失; 综合中风险区主要分布在台塬边缘区和低山地区, 区域地势相对平缓但台塬边缘较陡, 黄土梁峁丘陵沟壑区较多, 水土流失风险显著, 农地利用多以梯田为主, 人类活动相对剧烈, 但由于土地贫瘠, 随着化肥、农药的投入, 加之沟壑众多的特殊地貌类型, 导致区域农业面源污染较为严重; 综合低风险区主要分布在关中盆地地区, 该区域地势平坦、水资源较为丰富, 可作为农业发展的重点区域, 但需加强农田水利建设, 从而减轻干旱和洪涝灾害的威胁。

4 结 论

本文以栅格为风险分析基本单元, 分析研究区主要自然灾害类型及其影响因素, 构建评价指标体系和评价模型, 然后评价各类型自然灾害的危险度和农业生产的脆弱度, 最后实现研究区农业生产自然灾害综合风险的分析评价, 结果表明研究区农业生产自然灾害综合风险总体较高, 低风险区面积最小, 仅是研究区总面积的25.2%, 中风险区面积最大, 达总面积的46.6%, 高风险区次之, 是总面积的28.2%。但是由于影响灾害形成的因素复杂, 因素难以精确量化以及数据资料的有限性, 且各个区域面临的主要灾害类型各不相同, 准确的量化基本单元的综合风险是非常困难的, 因此如何选择合适的指标并进行科学的量化, 构建更合理的评价模型还有待于进一步的研究。

研究结果可为区域土地整治规划提供决策依据, 时间上, 低风险区应是近期土地整治的重点区域, 中、高风险区则可作为中远期土地整治的目标, 整治方向上, 低风险区应以建设高标准基本农田为重点, 加强农田基础设施建设, 提高抗旱抗涝能力, 中高风险区应以生态保护为重点, 加强水土保持工程建设。

参考文献:

- [1] 郝璐, 王静爱, 满苏尔, 等. 中国雪灾时空变化及畜牧业脆弱性分析[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(4): 42~48.
- [2] 刘兰芳, 彭蝶飞, 邹君. 湖南省农业洪涝灾害易损性分析与评价[J]. 资源科学, 2006, 28(6): 60~67.
- [3] 梁书民. 中国雨养农业区旱灾风险综合评价研究[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(7): 39~44.
- [4] 曹永强, 李香云, 马静, 等. 基于可变模糊算法的大连市农业干旱风险评价[J]. 资源科学, 2011, 33(5): 983~988.
- [5] 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): 6~17.
- [6] 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.
- [7] 史培军. 四论灾害系统研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6): 1~7.
- [8] 刘晓琼, 赵景波. 关中地区旱涝灾害研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2002, 30(4): 102~106.
- [9] 刘引鸽. 西北干旱灾害及其气候趋势研究[J]. 干旱区资源与环境, 2003, 17(4): 113~116.
- [10] Moreira E E, Paulo A A, Pereira L S, et al. Analysis of SPI drought class transitions using loglinear models[J]. Journal of Hydrology, 2006, 331(1-2): 349~359.
- [11] Livada I, Assimakopoulos V D. Spatial and temporal analysis of drought in Greece using the Standardized Precipitation Index (SPI) [J]. Theoretical and Applied Climatology, 2007, 89(3-4): 143~153.
- [12] Escaleras M P, Register C A. Mitigating natural disasters through collective action: The effectiveness of tsunami early warnings [J]. Southern Economic Journal, 2008, 74(4): 1017~1034.
- [13] Chen K, Blong R. Towards an integrated approach to natural hazards risk assessment using GIS: With reference to bushfires[J]. Environmental Management, 2003, 31(4): 546~560.
- [14] Takahashi S. Social geography and disaster vulnerability in Tokyo[J]. Applied Geography, 1998, 18(1): 17~24.
- [15] Cutter S L, Finch C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2008, 105(7): 2301~2306.
- [16] 张会, 张继权, 韩俊山. 基于GIS技术的洪涝灾害风险评估与区划研究——以辽河中下游地区为例[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6): 141~146.
- [17] 宫清华, 黄光庆, 郭敏, 等. 基于GIS技术的广东省洪涝灾害风险区划[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(1): 58~63.
- [18] 黄崇福. 自然灾害风险评价——理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [19] Blaikie P, Cannon T, Davis I, et al. At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters[M]. London, UK: Routledge, 1994.
- [20] 殷杰, 尹占娥, 许世远. 上海市灾害综合风险定量评估研究[J]. 地理科学, 2009, 29(3): 450~454.
- [21] 王静静, 刘敏, 权瑞松, 等. 沿海港口自然灾害风险评价[J]. 地理科学, 2012, 32(4): 516~520.
- [22] 商彦蕊. 自然灾害综合研究的新进展——脆弱性研究[J]. 地域研究与开发, 2000, 19(2): 73~77.
- [23] 赵文吉. ENVI遥感影像处理专题与实践[M]. 北京: 中国环境

- 科学出版社,2007.
- [24] 潘耀忠,史培军.区域自然灾害系统基本单元研究:理论部分[J].自然灾害学报,1997,6(4):1~9.
- [25] Bakr N, Weindorf D C, Bahnassy M H, et al. Multi-temporal assessment of land sensitivity to desertification in a fragile agro-ecosystem: Environmental indicators[J]. Ecological Indicators, 2012, 15(1): 271-280.
- [26] 张玉芳,邢大韦,刘明云,等.关中地区历史特大干旱探讨[J].西北水资源与水工程,2002,13(3):15~18, 22.
- [27] 翁白莎,严登华.变化环境下中国干旱综合应对措施探讨[J].资源科学,2010,32(2):309~316.
- [28] 黄晚华,杨晓光,李茂松,等.基于标准化降水指数的中国南方季节性干旱近58a演变特征[J].农业工程学报,2010,26(7):50~59.
- [29] 潘 懋,李铁峰.灾害地质学[M].北京:北京大学出版社,2002.
- [30] 刘希林,陈宜娟.泥石流风险区划方法及其应用——以四川西部地区为例[J].地理科学,2010,30(4):558~565.
- [31] 唐 川,朱 静.基于GIS的山洪灾害风险区划[J].地理学报,2005,60(1):87~94.
- [32] 魏一鸣.洪水灾害风险管理理论[M].科学出版社,2002.
- [33] 史培军,刘新立.区域水灾风险评估模型研究的理论与实践[J].自然灾害学报,2001,10(2):66~72.
- [34] 涂 军平,黄贤金,刘 杨.土地生态环境评价指标体系研究及区划应用[J].中国农学通报,2006,22(12):247~252.
- [35] 鄂竟平.中国水土流失与生态安全综合科学考察总结报告[J].中国水土保持,2008,(12):3~6.
- [36] 蔡强国,王贵平,陈永宗.黄土高原小流域侵蚀产沙过程与模拟[M].北京:科学出版社,1998.

Comprehensive Assessment of Natural Disaster Risk for Agricultural Production in Guanzhong Region Based on GIS

ZHOU Yin-kang^{1,2}, JIN Xiao-bin^{1,2}, WANG Qian¹, DU Xin-dong¹

(1. School of Geographic and Oceanographic Science, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China;

2. Research Center of Human Geography, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China)

Abstract: China is one of the few countries severely affected by natural hazards. Since 1990s, the economic losses caused by natural disasters have been an obvious upward trend. According to the statistics, the farmland area which affected by various natural disasters each year reaches to $34 \times 10^6 \text{hm}^2$, natural disasters caused great economic losses which take up 3%~6% of the Gross Domestic Product (GDP). Guanzhong region locates in the Loess Plateau and belongs to the arid and semiarid area, Because of the vulnerable ecological environment and complex topography of the region, soil erosion, debris flow and other disasters happened frequently. Meanwhile, drought, flood and other natural disasters have great impact on the agricultural production. Therefore, assessment, especially comprehensive assessment of natural disaster for agricultural production is very significant. The main influence factors of each disaster were selected based on the analysis of the type and character of natural disaster in the present paper. Furthermore, comprehensive assessment model is developed to analyze and evaluate the natural disaster risk which the agricultural production of Guanzhong region may suffer. The results show that agricultural production natural disaster risk in Guanzhong region is generally high. The corresponding area of different risk grade for higher-grade, medium-grade and lower-grade is 28.2%, 46.6% and 25.2%, respectively. The higher-grade risk area is mainly located in Fengxian County, Taibai County, Linyou County and the northern part of Longxian County, medium-grade risk area is mainly distributed in the tableland edge of the area and low mountain areas, while lower-grade risk area is mainly distributed in the Guanzhong basin. The main type of disaster in higher-grade risk area is geological disaster and water and soil erosion, the main type of disaster in medium-grade risk area is water and soil erosion and ecological environment, while the main type of disaster in lower-grade risk area is drought and flood.

Key words: natural disasters; risk assessment; GIS; Guanzhong region