

刘涛, 任晴, 金英淑, 等. 河南省农业旱涝防灾动态效率及其分解[J]. 灾害学, 2017, 32(1): 121–125. [LIU Tao, REN Qing and JIN Yingshu, et al. The dynamic efficiency and its decomposition of agricultural drought and flood disaster prevention in Henan Province[J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(1): 121–125. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.01.021.]

# 河南省农业旱涝防灾动态效率及其分解<sup>\*</sup>

刘 涛<sup>1,2</sup>, 任 晴<sup>1,2</sup>, 金英淑<sup>1,2</sup>, 顾令爽<sup>1,2</sup>

(1. 河南理工大学 安全与应急管理研究中心, 河南 焦作 454003; 2. 河南理工大学 应急管理学院, 河南 焦作 454003)

**摘 要:** 运用 DEA-Malmquist 指数模型, 测算了 2005–2014 年河南省农业旱涝防灾的动态效率及其分解情况。2005–2014 年河南省农业旱涝防灾动态效率(Malmquist 指数)平均为 0.986, 农业旱涝防灾动态效率总体呈现下降趋势, 技术变化指数较低是导致动态效率值低下的主要原因。所有区域都面临技术变化指数下降的问题, 为此, 需要优化农业旱涝防灾投入结构, 推进农业防灾技术革新, 稳定各地区农业旱涝防灾投入份额, 加强农业旱涝防灾配套制度, 从而提升农业旱涝防灾的动态效率。

**关键词:** 农业; 旱涝灾害防灾; 动态效率; Malmquist 指数; 河南

**中图分类号:** X43; S423; F327 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2017)01–0121–05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.01.021

河南省是中国粮食主产区之一, 是我国重要的农产品生产基地。同时, 河南地处中原地区, 处于全国第二阶梯和第三阶梯的过渡地带, 天气变化剧烈, 自然灾害繁多。其中, 洪涝旱灾是危害河南农业生产的首要灾害, 根据河南省统计局的统计数据, 2009–2014 年旱涝灾害在全年总受灾面积中的平均比重为 78.96%, 近三分之二的农业受灾面积来自于干旱和洪涝灾害。具体来看, 2014 年河南省农业旱灾受灾面积占全部灾害受灾面积的 94.6%, 洪涝灾害占 2.5%, 旱涝灾害受灾面积总占比达 97.1%, 旱涝灾害成灾面积总占比也达到 96.7%。由此可知, 河南省农业自然灾害中, 干旱和洪涝灾害成为主要灾害, 近些年农业旱灾影响程度呈现增长趋势。

有效开展农业旱涝灾害的预防和治理是保障粮食安全、稳固农业发展的必要之策。农业的旱涝灾害早已引起国内外学者的高度重视, 已有研究成果主要集中在以下三个方面。①学者们对农业旱涝灾害现状进行了较多研究<sup>[1–3]</sup>。②学者们从不同角度对农业旱涝灾害的风险进行了评价<sup>[4–6]</sup>。③学者们提出了较多的应对农业旱涝灾害的策略<sup>[7–11]</sup>。以上研究广泛探讨了农业旱涝灾害的防灾管理方略, 但很少有人探究这些防灾措施的效率问题。农业的旱涝防灾效率是指为了应对农业

旱涝灾害而投入的一定基础设施和设备, 以能应对旱涝灾害、减少一定损失, 它反映了农业旱涝防灾资源的投入产出关系。投入越少, 挽回的灾害损失越多, 农业旱涝防灾效率越高<sup>[12]</sup>。刘涛等<sup>[13]</sup>运用 DEA 模型中的超效率 SBM 模型, 对河南省 18 个地市的农业旱涝防灾效率进行了初步评估, 但这种评估仅仅是同一时期内的相对效率评估, 不能进行跨时期的分析, 属于静态效率评估。目前理论界尚未对农业旱涝防灾的动态效率进行研究, 为此本文通过搜集河南省农业旱涝灾害的防灾指标数据, 运用 Malmquist 指数模型对农业旱涝防灾的动态效率进行评估, 进而为河南省优化农业旱涝防灾管理提供指导。

## 1 河南省农业旱涝防灾动态效率的评估框架

### 1.1 Malmquist 指数模型

Malmquist 指数最初是由瑞典经济学家 Sten Malmquist 在 1953 年提出的, 主要用于分析不同时期的消费变化。随后, Caves 等人将这种思想运用到生产分析上, Fare 等人<sup>[14]</sup>在 1989 年构建了从  $t$

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2016–06–15 修回日期: 2016–08–08

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目(13YJCZH106); 河南省教育厅人文社会科学研究一般项目(2017-ZZJH-190); 河南省教育厅科学技术研究重点项目(13A630343); 河南理工大学博士基金项目(B2012-037); 河南省高校基本科研业务费专项资金资助项目(SKJYB2017-16); 河南理工大学博士基金项目(B2010-049)

第一作者简介: 刘涛(1983–), 男, 山东沂水人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事应急管理、公共经济学的研究。

E-mail: liutao2511001@126.com

时期到  $t + 1$  时期的用于测算生产率变化的 Malmquist 生产率指数, 其表达形式如下所示:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[ \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

式中:  $x^t, x^{t+1}$  分别表示  $t$  时期和  $t + 1$  时期内的投入向量;  $y^t, y^{t+1}$  分别表示  $t$  时期和  $t + 1$  时期的产出向量;  $D_0^t(x^t, y^t), D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$  表示以  $t$  时期的技术为参考的  $t$  时期和  $t + 1$  时期生产点的距离函数。

Fare R 等<sup>[15]</sup>在 1992 年又对两个时期的技术效率变化(EC)和技术变化(TC)进行定义, 并进一步对 Malmquist 指数公式进行运算整合和变形, 从而将 Malmquist 指数分解为效率变化和技术变化两部分。

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[ \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right]^{1/2} = \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}}_{\text{effch}(EC)} \times \underbrace{\left[ \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]}_{\text{techch}(TC)} \quad (2)$$

式中, 第一项代表了效率变化, 第二项代表了技术变化。根据 DEA 模型中效率分解, 可以进一步把技术变化分为纯技术变化和规模效率变化。

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \underbrace{\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{S_0^t(x_t, y_t)}{S_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}}_{\text{effch}(EC)} \times \underbrace{\left[ \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}}_{\text{techch}(TC)} \quad (3)$$

式中, 第一项是纯技术效率变化, 第二项是规模效率变化, 第三项是技术变化。

Malmquist 指数方法将生产率的变化原因分解为技术变化和效率变化, 并且进一步划分为纯技术效率、规模效率和技术变化, 这能够从动态的角度去分析效率变化的原因, 有利于明确改进的方向。本文使用 Malmquist 指数模型, 评估 2005 – 2014 年河南省农业旱涝防涝动态效率及其分解变化情况。

若 Malmquist 指数小于 1, 则表明该评估单元的效率水平从第  $t$  时期到  $t + 1$  时期呈现衰退现象, 若 Malmquist 指数大于 1, 表示评估单元的效率水平从第  $t$  时期到  $t + 1$  时期有所改善。同时, Malmquist 指数可以分解为技术效率变化指数和技术变化指数。技术效率变化指数表明了效率值的变动, 若技术效率变化指数小于 1, 表明技术效率

退步, 若技术效率变化指数大于 1, 表示技术效率有所改善。技术变化指数大于 1, 表明了技术进步, 技术变化指数小于 1, 表明技术退步。

## 1.2 评估指标

农业旱涝防涝效率评估的投入指标包括资本指标和劳动指标。农业旱涝防涝资本投入主要通过相应的防涝手段开展。农业旱涝防涝通常采用节水灌溉、排灌通衢等方式, 本文选取农用排灌动力机械、农用水泵和节水灌溉机械三个指标作为投入指标。农业旱涝防涝的劳动投入采用乡村农业从业人数来近似表示参加农业旱涝防涝的人数。

农业旱涝防涝产出不仅仅能够带来经济效益, 同时也会产生一定的社会效益和生态效益。但是这些潜在的效益难以用数据来衡量, 农业旱涝防涝的最直接产出是减少农作物的受灾状况。本文选取农业旱涝防涝受灾未绝收面积(即农业旱涝防涝受灾未绝收面积 = 农作物播种面积 – 旱涝防涝绝收面积)作为产出指标。

## 1.3 评估区域与数据来源

本文选取的评价单元是河南省 18 个地市, 根据地理区划, 豫东地区包括开封、商丘和周口, 豫西地区包括洛阳、三门峡和平顶山, 豫南地区包括南阳、驻马店和信阳, 豫北地区包括安阳、新乡、焦作、濮阳、鹤壁和济源, 豫中地区包括郑州、许昌和漯河。评价指标的各类原始数据来源于 2006 – 2015 年《河南省统计年鉴》, 评估的时期是 2005 – 2014 年。

# 2 河南省农业旱涝防涝动态效率评估

根据河南省 18 个地市农业旱涝防涝的投入产出数据, 利用 MaxDEA6.9 专业版软件, 运用 Malmquist 指数模型, 测算出河南省 18 个地市农业旱涝防涝的动态效率及其分解变化情况。

## 2.1 河南省农业旱涝防涝的动态效率及其分解

表 1 显示了 2005 – 2014 年河南省农业旱涝防涝的动态效率变化及其分解情况。

### 2.1.1 河南省农业旱涝防涝的动态效率

(Malmquist 指数)的总体特点

从河南省全省平均现状来看, 各年份平均 Malmquist 指数中, 只有 3 个年份 Malmquist 指数大于 1, 其余年份均小于 1, 10 年平均值为 0.986, 这表明在研究期内河南省农业旱涝防涝动态效率总体上呈现下降趋势(表 1)。从河南省农业旱涝防涝的 Malmquist 指数统计特征(表 2)中可以看出, 河南省 Malmquist 指数不仅差距显著, 而且增长变

化不稳定,时间变动性大。评估的10年区间内,Malmquist指数最小为0.178,最大为4.347,两者相差23倍。Malmquist指数大于1、处于增长的地市个数在各年份中呈现出波浪式发展,例如,在2005-2006年,Malmquist指数大于1、生产率处于增长的地市个数为11个,占全省的比重为61.1%;但是,在2006-2007年,大于1的地市个数迅速降至3个,仅占全省的16.7%;2007-2008年又上升至7个,到2009-2010年降至1个。在2013-2014年,Malmquist指数大于1的地市个数有10个,占河南省总地市个数的55.6%,这表明,有一半地市呈现增长的趋势。

表1 2005-2014年河南省农业旱涝防灾的动态效率及其分解

年份	技术效率 变化指数( <i>EC</i> )	技术变化 指数( <i>TC</i> )	Malmquist 指数( <i>MI</i> )
2005-2006	0.884	1.113	0.985
2006-2007	1.166	0.834	0.973
2007-2008	0.977	0.996	0.973
2008-2009	1.061	0.981	1.042
2009-2010	0.996	0.966	0.962
2010-2011	1.057	1.030	1.089
2011-2012	0.928	0.964	0.894
2012-2013	1.012	1.000	1.012
2013-2014	0.997	0.963	0.959
均值	1.006	0.981	0.986

注:河南省农业旱涝防灾的动态效率是指Malmquist指数(*MI*),它等于技术效率变动(*EC*)和技术进步(*TC*)的乘积。

表2 2005-2014年河南省18个地市农业旱涝防灾动态效率统计特征表

年份	最小值	最大值	均值	大于1的 地市个数	大于1的 地市占比/%
2005-2006	0.767	1.105	0.985	11	61.1
2006-2007	0.849	1.272	0.973	3	16.7
2007-2008	0.629	1.256	0.973	7	38.9
2008-2009	0.931	1.748	1.042	11	61.1
2009-2010	0.649	1.035	0.962	1	5.6
2010-2011	0.967	4.347	1.089	12	66.7
2011-2012	0.178	1.052	0.894	3	16.7
2012-2013	0.937	1.100	1.012	13	72.2
2013-2014	0.762	1.077	0.959	10	55.6

注:农业旱涝防灾动态效率是指Malmquist指数

## 2.1.2 河南省农业旱涝防灾的动态效率 (Malmquist指数)分解

从Malmquist指数的分解上来看(见表1),技术效率变化指数10年均值为1.006,而技术变化指数均值为0.981,这表明技术改进目前是河南省农业旱涝防灾效率发展中的限制性因素,是河南省农业旱涝防灾效率下降的主要原因。具体来看,技术效率变化指数在10年评估区间里,有4年指

数值大于1,并且呈现交替出现特点;技术变化指数有3年大于1。总体来看,*MI*、*EC*和*TC*指数均处于波动式发展中。分析发现,农业旱涝防灾动态效率的变动主要受技术变化指数的影响。从每一个波动点的变化来看,2006-2007年,技术效率变化指数虽然大幅度上升并处于增长趋势,但由于技术变化指数的大幅度下降,导致了该点TFP指数下降,这说明技术效率的改善作用小于技术变化对TFP指数的影响;2010-2011年节点,技术效率变化指数相对应与2005-2006年有所下降,但是由于技术变化指数的提升促使了TFP指数的增长并且大于1。这也进一步说明,在河南省农业旱涝防灾效率动态发展中,技术变化指数的影响较为显著,是导致河南省农业旱涝防灾效率波动的主要原因。

## 2.2 河南省各地市农业旱涝防灾的动态效率 (Malmquist指数)及其分解

表3显示了2005-2014年河南省18地市农业旱涝防灾Malmquist指数、技术效率变化和技术变化指数的平均值。

表3 2005-2014年河南省各地市农业旱涝防灾动态效率变化情况

分区域	地市	技术效率变 化指数( <i>EC</i> )	技术变化 指数( <i>TC</i> )	Malmquist 指数
豫东	开封市	0.969	0.982	0.952
	商丘市	1.052	0.958	1.007
	周口市	1.046	0.978	1.023
	均值	1.022	0.973	0.994
豫西	洛阳市	1.012	0.972	0.984
	三门峡市	0.999	0.987	0.986
	平顶山市	0.998	0.979	0.977
	均值	1.003	0.979	0.982
豫南	南阳市	0.991	0.993	0.984
	信阳市	0.979	0.974	0.954
	驻马店市	1.066	0.937	0.999
	均值	1.012	0.968	0.979
豫中	许昌市	0.995	0.980	0.976
	郑州市	0.986	0.969	0.955
	漯河市	1.003	0.980	0.983
	均值	0.995	0.976	0.971
豫北	安阳市	0.992	1.015	1.007
	鹤壁市	1.012	0.976	0.988
	济源市	0.984	0.992	0.976
	焦作市	0.992	1.009	1.001
	濮阳市	1.011	0.990	1.002
	新乡市	1.024	0.981	1.004
	均值	1.003	0.994	0.996

注:农业旱涝防灾动态效率是指Malmquist指数

从表 3 中可以看出: ①除了安阳、焦作、濮阳、商丘、新乡、周口地区的 Malmquist 指数值大于 1 以外, 其余地市的 Malmquist 指数都小于 1, 说明河南省大部分地区农业旱涝防灾效率并没有在提升发展, 有下降的趋势。②Malmquist 指数大于 1 的地市分布在豫北和豫东地区, 表明豫东地区的农业旱涝防灾效率有增长态势, 并有进一步良好发展的趋势。安阳和焦作市技术指数大于 1 而技术效率指数值小于 1, 这体现出这两个地市的农业旱涝防灾效率主要由技术进步推动; 而其余四个地市的技术效率变化指数大于 1 但技术指数小于 1, 这四个地市的农业旱涝防灾效率进步主要来源于技术效率的提升和推动。③鹤壁、洛阳、漯河、驻马店四个地区技术效率变化指数大于 1, 但是由于技术指数小于 1 而导致 Malmquist 指数均小于 1。表明由于技术的限制, 导致农业旱涝防灾效率下降, 这些地市应该重视技术进步对农业旱涝防灾发展的重要性, 提升农业旱涝防灾技术的水平。

从分区域来看, 五大区域的农业旱涝防灾的动态效率(Malmquist 指数)都小于 1, 说明 2005 - 2014 年河南省各区域农业旱涝防灾的动态效率总体上不高, 从高到低依次为豫北、豫东、豫西、豫南和豫中, 前四个地区农业旱涝防灾的动态效率(Malmquist 指数)不高源于技术变化指数较低, 而较低的技术变化指数和技术效率指数共同导致豫中地区农业旱涝防灾的动态效率(Malmquist 指数)的低下。

### 3 结论及建议

本文运用 Malmquist 指数模型, 测算了 2005 - 2014 年河南省农业旱涝防灾的动态效率及其分解情况, 得出以下结论: ①2005 - 2014 年河南省农业旱涝防灾动态效率(Malmquist 指数)平均为 0.986, 农业旱涝防灾动态效率总体呈现下降趋势。技术变化指数对动态效率的影响较深, 是导致动态效率值低下的主要原因。目前河南省农业旱涝防灾动态效率水平进入到了技术改进阶段, 单从资源投入角度并不能很好提升农业旱涝防灾的动态效率。②豫北和豫东地区农业旱涝防灾的动态效率处于提升阶段, 有进一步增长的态势。在 Malmquist 指数小于 1 的大部分地市中, 技术变化指数成为导致动态效率(Malmquist 指数)低下的主要原因, 这与河南省农业旱涝防灾动态效率

(Malmquist 指数)总体原因较为一致。

总之, 当前河南省农业旱涝防灾的动态效率不佳, 农业旱涝防灾资源利用方式粗放。今后, 农业旱涝灾害的防灾管理不仅需要强化政府防灾职能, 加大农业旱涝防灾投入力度, 更应着眼于提高农业旱涝防灾的效率、实现农业旱涝防灾资源优化配置。①优化农业旱涝防灾投入结构, 提高资源利用效率。②推进农业防灾技术革新, 以技术进步带动防灾效率提升。③均衡区域发展特点, 稳定各地区农业旱涝防灾投入份额。④加强农业旱涝防灾配套制度, 创造良好外部环境。

### 参考文献:

- [1] 赵海燕, 张强, 高歌, 等. 中国 1951 - 2007 年农业干旱的特征分析[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(4): 201 - 206.
- [2] 杨方, 李茂松, 王春艳, 等. 全国及区域尺度上农业旱灾受灾率分级研究[J]. 灾害学, 2014, 29(4): 209 - 214.
- [3] 刘冰冰, 曾永年. 湖南省严重农业旱情时空变化遥感监测与影响分析[J]. 自然灾害学报, 2015, 24(6): 72 - 79.
- [4] 李杨, 王玉萍, 欧朝敏. 洞庭湖流域农业旱灾风险评价[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 52 - 57.
- [5] 康永辉, 解建仓, 黄伟军, 等. 广西大石山区农业干旱成因分析及脆弱性评价[J]. 自然灾害学报, 2014, 23(3): 24 - 32.
- [6] 裴欢, 王晓妍, 房世峰. 基于 DEA 的中国农业旱灾脆弱性评价及时空演变分析[J]. 灾害学, 2015, 30(2): 64 - 69.
- [7] 魏建波, 赵文吉, 关鸿亮, 等. 基于 GIS 的区域干旱灾害风险区划研究——以武陵山片区为例[J]. 灾害学, 2015, 30(1): 198 - 204.
- [8] 欧阳蔚, 于艳青, 金菊良, 等. 基于信息扩散与自助法的旱灾风险评估模型——以安徽为例[J]. 灾害学, 2015, 30(1): 228 - 234.
- [9] 龙文军, 温闽赞. 我国农业保险机制与农业防灾救灾措施及政策建议[J]. 农业现代化研究, 2009, 30(2): 189 - 194.
- [10] 张恒, 鲍文. 农业气象灾害保险与农业防灾减灾能力构建[J]. 农业现代化研究, 2012, 33(2): 166 - 169.
- [11] 谢永刚, 周长生, 党鹏. 中国水旱灾害特点及水利减灾措施效果排序研究[J]. 自然灾害学报, 2012, 21(4): 62 - 68.
- [12] 刘涛. 粮食主产区农业旱涝防灾效率及其分解[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2016, 122(2): 53 - 58.
- [13] 刘涛, 任晴. 农业旱涝灾害防灾效率的时空差异——河南省各地市比较[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(1): 463 - 466.
- [14] Färe R, Grosskopf S, Linderlgren B, et al. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980 - 1989: A nonparametric Malmquist approach[J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 3(1): 85 - 101.
- [15] Färe R, Grosskopf S, Norris M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. American Economic Review, 1994, 84(1): 66 - 83.

## The Dynamic Efficiency and its Decomposition of Agricultural Drought and Flood Disaster Prevention in Henan Province

LIU Tao<sup>1,2</sup>, REN Qing<sup>1,2</sup>, JIN Yingshu<sup>1,2</sup> and GU Lingshuang<sup>1,2</sup>

(1. *Research Center of Safety and Emergency Management, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China;*

2. *Emergency Management School, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China*)

**Abstract:** Using the DEA-Malmquist index model, we calculate the dynamic efficiency and its changes of agricultural drought and flood disaster prevention of Henan Province in 2005 – 2014. The average dynamic efficiency (Malmquist index) of Henan agricultural drought disaster prevention is 0.986 during 2005 – 2014. The dynamic efficiency of agricultural drought and flood disaster prevention shows an overall downward trend. Low technical change index is the main reason for low dynamic efficiency. All areas are faced with the decreasing technical change index. Therefore, we need to optimize the investment structure of agricultural drought disaster prevention, promote technological innovation of agricultural disaster prevention, stabilize investment share of agricultural drought disaster prevention in different region strengthen the supporting systems of agricultural drought disaster prevention, so as to enhance the dynamic efficiency of agricultural drought disaster prevention.

**Key words:** agriculture; drought and flood disaster prevention; dynamic efficiency; Malmquist index; Henan Province

(上接第 120 页)

- [7] Atkinson P M, Massari R. Generalized linear modeling of susceptibility to landsliding in the central Apennines, Italy[J]. *Comput Geosci*, 1998, 24: 373 – 385.
- [8] Feizizadeh B, Blaschke T. GIS-multicriteria decision analysis for landslide susceptibility mapping: comparing three methods for the Urmialake basin, Iran [J]. *Nat Hazards*, 2013, 65: 2105 – 2128.
- [9] 殷坤龙, 朱良峰. 滑坡灾害空间区划及 GIS 应用研究 [J]. *地学前缘*, 2001, 8 (2): 279 – 284.
- [10] 朱良峰, 殷坤龙. 基于 GIS 技术的区域地质灾害信息分析系统研究 [J]. *中国地质灾害与防治学报*, 2001, 12(3): 79 – 83.
- [11] 孙建中. 黄土学 [M]. 香港: 香港考古学会, 2005.
- [12] 殷坤龙, 张桂荣. 地质灾害风险区划与综合防治对策 [J]. *安全与环境工程*, 2003, 10(1): 32 – 35.
- [13] 魏刚, 殷志强. 青海化隆县地质灾害易发性区划 [J]. *中国地质灾害与防治学报*, 2013, 24(1): 86 – 93.
- [14] 中国地质环境监测院. 1: 50 000 地质灾害调查信息化成果技术要求 [R]. 北京: 中国地质环境监测院, 2010.

## Zoning of Geological Hazards' Susceptibility Evaluation in Suide County of Shaanxi Province

YUAN Xiangqin, ZHAO Fasuo, CHEN Xinjian, CHENG Xiaohui and YAO Xianglong

(*School of Geological Engineering and Geomatics, Chang'an University, Xi'an 710054, China*)

**Abstract:** Based on investigation of geohazards in Suide County, density of geohazards, slope height, gradient, slope type, type of rock and earth mass, rainy water and human activities are chosen as 7 evaluation index to establish susceptibility evaluation index system. The study area is finally divided into 3 levels of the high-grade area by using the information content method on the GIS platform. According to the results, the high-grade area covers 326.04 km<sup>2</sup>, accounting for 17.4% of the total area; the medium-grade area covers 1 349.8 km<sup>2</sup>, accounting for 71.9% of the whole area and the low-grade area is 202.16 km<sup>2</sup>, accounting for 10.7%. It hopes to provide some technology support to prevent and reduce geohazards by zoning of geological hazards' susceptibility evaluation in Suide County.

**Key words:** the information content method; zoning of geological hazards' susceptibility evaluation; Suide County of Shaanxi province