

文章编号 :1004-4574(2006)01-0086-05

自然灾害保险风险分析

刘 丽

(西南财经大学 经济数学系 ,四川 成都 610074)

摘要 在考虑自然灾害的危险性、灾害的经济与社会易损性和风险区的工程防御能力的基础上 ,建立了自然灾害保险风险分析的数学模型。选择给人类社会造成重大损失的地震、地质灾害、洪水和台风等 4 种自然灾害作为灾害危险度评判的灾种 ,利用所建立的数学模型 ,对中国自然灾害保险风险进行了评判 ,并根据评判结果绘制了中国自然灾害保险风险区划图。

关键词 :自然灾害 ;保险风险 ;数学模型

中图分类号 :X4 ;F84 文献标识码 :A

Analysis of natural disaster 's insurance risk

LIU Li

(Economics and Mathematics Department ,Southwest University of Finance and Economics ,Chengdu 610074 ,China)

Abstract Based on consideration of natural disaster 's hazard , economic and social vulnerabilities and engineering defence capability , the mathematical model of natural disaster's insurance risk analysis was established. Four natural disasters : earthquake , geologic disaster , flood and typhoon which caused lots of loss to human society were chosen as the four assessed disasters and the established mathematical model was used to assess and zone the natural disaster 's insurance risk in China.

Key words natural disaster ; insurance risk ; mathematical model

自然灾害保险是转移自然灾害风险的手段 ,它是一种对受灾的保户实行经济补偿 ,使其恢复原状的金融手段和措施。自然灾害保险风险分析是以自然灾害为基础 ,综合社会、经济等因素的自然灾害保险风险的综合分析与评判 ,其结果可作为保险公司进行分区防灾定损、厘定保险费率的依据^[1-2]。自然灾害保险风险分析是一个复杂的问题 ,要考虑的因素很多 ,本文在自然灾害保险风险分析时选择了自然灾害的危险性、灾害的经济与社会易损性、风险区的工程防御能力 ,建立了自然灾害保险风险分析的数学模型 ,然后利用所建立的数学模型对中国自然灾害保险风险进行了综合评判与区划。

1 自然灾害保险风险分析的数学模型

自然灾害保险风险分析首先分为危险性、易损性分析与工程防御能力评判 ,然后综合三者进行保险风险度分析。

1.1 危险性分析的数学模型

将所研究的区域按一定的特点划分为 n 个风险区。

一个地区的自然灾害往往不是单一的,各种自然灾害给社会 and 人类造成的损失程度各有不同,选择 m 种自然灾害,设各风险区单灾种的危险度为 Z_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$). 综合自然灾害危险度 w_i 采用迭加的方法计算,自然灾害危险性分析的数学模型为

$$\begin{cases} w_i = \sum_{j=1}^m Z_{ij} \end{cases} \tag{1}$$

$$\begin{cases} W_i = \begin{cases} \frac{w_i}{a}, & w_i < a, \\ 1, & w_i \geq a \end{cases} \end{cases} \tag{2}$$

其中,式(2)赋予危险性评判指标值 W_i ,限值 a 使 W_i 控制在区间 $[0, 1]$ 上,以便于计算。

1.2 易损性分析的数学模型

易损性分析分为两部分:经济易损性与社会易损性。
一个经济发达,财产富集的地区,自然灾害带来的损失就非常大,而一个无人经济活动和自然资源的地方,不管发生多大的自然灾害,也无损失可言。选择体现危险区财产的指标 t 个(如国内生产总值、固定资产投资、人均收入……等),设其值为 E_{ik} ($k = 1, 2, \dots, t$),用加权平均的方法计算经济财产值 e_i ,经济易损分析模型为

$$\begin{cases} e_i = \sum_{k=1}^t b_k E_{ik} \end{cases} \tag{3}$$

$$\begin{cases} E_i = \begin{cases} \frac{\ln e_i}{b}, & e_i < b \\ 1, & e_i \geq b \end{cases} \end{cases} \tag{4}$$

式中 b_k 为第 k 个评判指标的权重,其取值视各指标的重要性确定;式(4)赋予各风险区经济易损度综合评判指标值 E_i 以使其无量纲化,限值 b 使 E_i 值控制在区间 $[0, 1]$ 上,以便于计算。

人的生命是最宝贵的,生命损失是最严重的损失。人口越密集、人口自然增长率越大、教育水平越低的地区,自然灾害造成的生命损失就越大,因此,可选择人口密度、人口自然增长率、受教育程度等人口指标作为社会易损评判指标。设选择社会易损性的评判指标 s 个并对各指标作无量纲化处理,设其值为 R_{iu} ($u = 1, 2, \dots, s$),用加权平均的方法计算综合评判指标值 r_i ,社会易损分析模型为

$$\begin{cases} r_i = \sum_{u=1}^s c_u R_{iu} \end{cases} \tag{5}$$

$$\begin{cases} R_i = \begin{cases} \frac{r_i}{c}, & r_i < c \\ 1, & r_i \geq c \end{cases} \end{cases} \tag{6}$$

式中 c_u 为第 u 个评判指标的权重,其取值视各指标的重要性确定;限值 b 使 R_i 值控制在区间 $[0, 1]$ 上,以便于计算。

一方面,经济越发达、人口越密集的地区,灾害易损度越大,而另一方面,经济发达地区的承灾能力相对较强,其灾害损失的增长幅度也随着承灾能力的加强而部分抵消^[3,4]。因此,易损度与财产和人口的关系应是一种开初增长较快,而后逐渐减缓的非线性关系,基于此种观点和经验,自然灾害易损性数学模型取为非线性函数:

$$Y_i = \left(\frac{E_i + R_i}{2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

式中 Y_i 为自然灾害易损度指标值。

1.3 工程防御能力评判的数学模型

工程防御能力评判指标包括水利、房屋等工程设施质量的防灾能力、防洪能力、旱涝保收程度等。选择工程防御能力的评判指标 v 个,设其无量纲化后值为 P_{ih} ($h = 1, 2, \dots, v$),用加权平均的方法计算综合评判指标值 p_i ,工程防御能力评判的数学模型为

$$\begin{cases} p_i = \sum_{h=1}^v d_h P_{ih} \\ P_i = \begin{cases} \frac{p_i}{d}, & p_i < d \\ 1, & p_i \geq d \end{cases} \end{cases} \quad \begin{matrix} (7) \\ (8) \end{matrix}$$

式中 d_h 为第 h 个评判指标的权重 ,其取值视各指标的重要性确定。为计算方便 ,取限值 d 以使 P_i 值不至于过大。

1.4 自然灾害保险风险分析的数学模型

自然灾害保险的风险度由自然灾害危险度、易损度和工程防御能力来综合确定。危险度、易损度越大 ,则保险的风险度越大 ,而工程防御能力越大 ,则保险的风险度越小。因此 ,保险的风险大小应与危险度、易损度成正比 ,与工程防御能力成反比。鉴于此 ,自然灾害保险风险分析的数学模型取为

$$F_i = \frac{W_i \times Y_i}{P_i} \quad (9)$$

式中 F_i 为保险风险度指标值。

2 中国自然灾害保险风险分析

利用所建立的数学模型 ,以中华人民共和国为例 ,进行自然灾害保险风险分析与区划。

我国行政区的划分适当考虑了人口规模、自然地理条件、民族相对集中等特点并体现了社会经济发展程度的差异。因此 ,选择按中华人民共和国各省、市、自治区划分中国自然灾害保险风险综合评判的风险区。选择给人类社会常造成重大损失的地震、地质灾害、洪水和台风等 4 种自然灾害作为灾害危险度评判时的灾种 ,单灾种的危险度区划在我国已进行了很多较深入的研究 ,这里直接引用由国家科委、计委、经贸委自然灾害综合研究组编写的《中国自然灾害区划研究进展》中单灾种危险度区划结果^[5]和《中国农业灾害风险评价与对策》^[6]中台风灾害数据评判结果(香港、澳门特别行政区和台湾省因无资料 ,未列入) ,利用危险性分析的模型(这里取 $a=10$ 使 W_i 值控制在 $[0,1]$ 上)计算各风险区综合自然灾害危险度指标值 W_i (表 1)。

选择各评判区的平均国内生产总值和固定资产投资作为经济易损评判指标。查阅 1990 - 2001 年中国国家统计局年鉴获得共计 12 a 的各风险区国内生产总值与固定资产投资 ,计算 1990 - 2001 年各风险区平均国内生产总值 E_{i1} 和固定资产投资 E_{i2} (重庆市计算时间为 1998 - 2001 年) ,由经济易损性分析的模型(这里取 $b=10\,000$ 使 E_i 值控制在 $[0,1]$ 上) ,将两个评判指标看作同等重要 ,因此将它们的权重均取为 1)计算得到各风险区的经济易损度指标值 E_i (表 1)。

选择人口密度作为社会易损评判指标。由中国统计年鉴获得 2001 年各风险区人口总数 z_i ,由中华人民共和国地图集查得全国各省、市、自治区面积 s_i ,计算各省、市、自治区人口密度 r_i 。再由社会易损性分析的模型(取 $c=1\,000$ 使 R_i 值控制在 $[0,1]$ 上)计算各风险区社会易损指标值 R_i (表 1)。

这里直接引用文献 [5] 中各风险区的工程防御能力 p_i ,并由(8)式赋予工程防御力度指标值 P_i (取 $d=2.5$)。

由自然灾害保险风险分析的数学模型(9)式计算各省、市、自治区自然灾害保险风险度指标值 F_i ,根据自然灾害保险风险分析数学模型可知 , F_i 越大 ,自然灾害保险风险越高。利用区域数值分级方法 ,将自然灾害保险的风险度分为 5 级 :

- 1 级(极低风险) : $0 \leq F_i < 0.2$
- 2 级(低风险) : $0.2 \leq F_i < 0.4$
- 3 级(中等风险) : $0.4 \leq F_i < 0.6$
- 4 级(高风险) : $0.6 \leq F_i < 0.8$
- 5 级(极高风险) : $F_i \geq 0.8$

由上述自然灾害保险风险等级划分的方法得到各风险区风险度级别(表 1) ,并由此绘制出中国自然灾害保险风险区划图(图 1)。

3 结语

- (1)自然灾害保险风险分析方法是利用所建立的风险分析模型计算风险度指标值 ,以指标值的大小表明自然灾害保险风险的大小 ,这是以定量分析的方法尝试自然灾害保险风险分析。
- (2)自然灾害保险风险分析与区划结果表明 ,我国自然灾害保险风险较大的地区主要集中在西南和西北地区 ,这与我国自然灾害的实际情况有较好的对应关系。
- (3)本文所作的中国自然灾害保险风险区划结果可作为有关保险公司在进行风险管理时分区防灾定损、厘定保险费率的参考指标。
- (4)本文所建立的数学模型及评判指标的选择和各种指标权重的确定 ,有待在今后的研究中 ,作进一步的探讨 ,使自然灾害保险风险分析的结果更符合实际。

表 1 各省、市、自治区自然灾害保险风险级别

Table 1 Grades of natural disaster 's insurance risk for provinces , municipalities and autonomous regions in China								
地区	序号 i	危险度 指标值 W_i	经济易损 指标值 E_i	社会易损 指标值 R_i	易损度 指标值 Y_i	防御能力 指标值 P_i	风险度 指标值 F_i	风险度 级别
北 京	1	0.8	0.77	0.82	0.89	2.0	0.36	2
天 津	2	0.9	0.72	0.91	0.90	1.6	0.51	3
河 北	3	0.9	0.83	0.35	0.77	1.6	0.43	3
山 西	4	0.6	0.73	0.21	0.69	0.8	0.51	3
内 蒙 古	5	0.3	0.70	0.02	0.60	0.8	0.23	2
辽 宁	6	0.8	0.82	0.28	0.74	1.2	0.49	3
吉 林	7	0.5	0.73	0.14	0.66	0.8	0.41	3
黑 龙 江	8	0.5	0.79	0.09	0.66	0.4	0.83	4
上 海	9	0.6	0.83	1.00	0.96	2.0	0.29	2
江 苏	10	0.9	0.88	0.74	0.90	1.6	0.45	3
浙 江	11	0.8	0.85	0.46	0.81	1.6	0.41	3
安 徽	12	0.8	0.78	0.45	0.78	1.2	0.53	3
福 建	13	1.0	0.80	0.29	0.73	1.2	0.62	4
江 西	14	0.7	0.74	0.25	0.70	1.6	0.31	2
山 东	15	0.9	0.88	0.60	0.86	1.6	0.48	3
河 南	16	0.7	0.83	0.56	0.83	1.2	0.49	3
湖 北	17	0.6	0.81	0.31	0.75	1.2	0.38	2
湖 南	18	0.8	0.82	0.31	0.75	1.6	0.38	2
广 东	19	1.0	0.89	0.42	0.81	1.6	0.51	3
广 西	20	0.8	0.75	0.20	0.69	0.8	0.69	4
海 南	21	1.0	0.62	0.23	0.65	0.8	0.83	5
重 庆	22	0.5	0.76	0.38	0.75	0.8	0.48	3
四 川	23	0.8	0.83	0.18	0.71	0.8	0.71	4
贵 州	24	0.5	0.68	0.21	0.67	0.8	0.43	3
云 南	25	0.7	0.74	0.11	0.65	0.4	1.15	5
西 藏	26	0.6	0.46	0.002	0.48	0.8	0.36	2
陕 西	27	0.8	0.73	0.17	0.67	0.8	0.68	4
甘 肃	28	0.6	0.67	0.06	0.60	0.4	0.93	5
青 海	29	0.5	0.55	0.007	0.53	0.4	0.68	4
宁 夏	30	0.5	0.55	0.09	0.57	0.8	0.36	2
新 疆	31	0.5	0.71	0.03	0.61	1.6	0.19	1

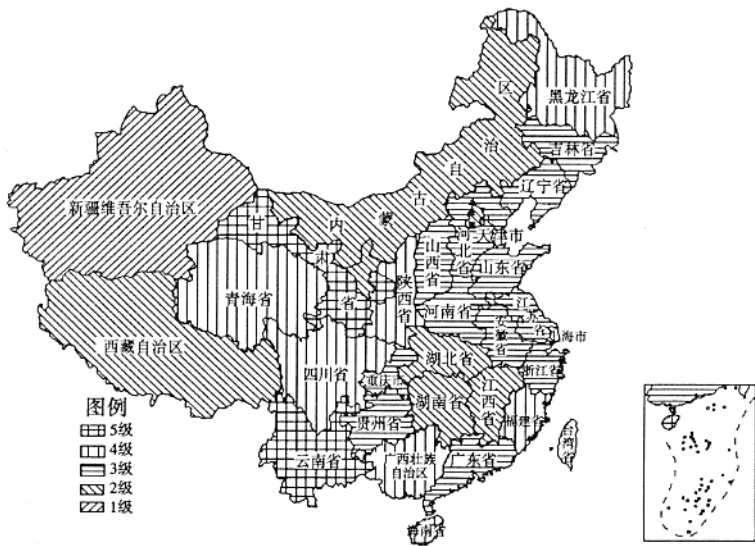


图 1 中国自然灾害保险风险区划

Fig. 1 Natural disaster insurance risk regionalization in China

参考文献：

[1] 刘丽,王建中,王士革. 四川省泥石流灾害保险的风险分析与区划[J]. 自然灾害学报 2003 ,12(1) :103 - 108.

[2] 刘丽,代宏霞. 中国自然灾害保险风险度综合评判与区划[J]. 山地学报 2004 22(4) :477 - 482.

[3] 刘希林. 我国泥石流危险度评价研究 :回顾与展望[J]. 自然灾害学报 2002 ,11(4) :1 - 8.

[4] 刘希林,莫多闻. 泥石流风险评判[M]. 成都 :四川科技出版社 2003. 33 - 45.

[5] 国家科委、国家计委、国家经贸委自然灾害综合研究组. 中国自然灾害区划研究进展[M]. 北京 :海洋出版社 ,1998. 76 - 149.

[6] 李世奎. 中国农业灾害风险评价与对策[M]. 北京 :气象出版社 ,1999. 439 - 455.