

农业自然风险评估及区域农业 保险费率的确定方法*

郭迎春

阎宜玲

(河北省气候中心, 石家庄 050021) (河北省气象科学研究所, 石家庄 050021)

王卫

王春乙

(河北师范大学, 石家庄 050021) (中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

根据农业自然灾害的时空分布规律, 对于不同地域、不同作物在不同的生长季内所遭受的自然灾害, 确定出作物受灾级别和损失程度, 提出农业自然灾害损失率的计算和分区方法, 并制定出区域农业保险费率的确定方法。其方法和结论可供其它区域开展类似保险项目研究和业务工作参考。

关键词: 农业风险评估 保险费率 灾害损失率

引 言

农业保险是保险事业的一个重要领域, 也是提高整个农业生产水平的重要组成部分, 常称之为农业发展总链条中重要的一环。在我国, 农业保险处在刚刚起步阶段, 其保险费率、赔付率等决策过程基本上是靠经验和协商, 缺乏定量的科学依据, 目前正随着经济体制改革的不断深入, 继续进行探索。所以, 必须根据我国的国情建立农业保险制度。

本文根据河北省保险公司对农业保险工作展业的要求, 确定农作物的种类为小麦、玉米、棉花; 农业自然灾害的种类为涝灾、风灾、雹灾和干热风灾; 并以系统论为依据, 针对我国具有“灰箱”性质的研究对象, 构建了一套完整地确定区域农作物灾害损失率的技术体系。为决策部门防灾减灾和农业保险费率的制定提供了定量化的科学依据, 在我国同类区域具有推广价值。

1 作物受灾级别与损失程度的评估

多年来本省对主要灾害的强度、时间、地点与作物损失程度间的关系进行了大量研

* 本文由河北省科委“河北省农业气象灾害指标体系与保险费率研究”项目资助。
1996-09-26 收到, 1997-02-20 收到修改稿。

究^[1~7]. 根据涝、风、雹和干热风等农业气象灾害的发生规律及时空分布, 依据有关部门提供的灾害损失记录和典型试验结果, 制定出各种灾害的指标体系并进行分级. 其方法是: 按不同作物在不同地域的不同生长季内, 所受到的灾害分为轻、中、重3级, 同一灾级中又分成3等, 轻级分为1、2、3三等; 中级分为2、4、6三等, 重级分为3、6、9三等(表1中括号内的数字表示). 定义涝灾轻级降水量50~99 mm/d, 中级100~199 mm/d, 重级 ≥ 200 mm/d; 轻级雹灾冰雹直径 < 0.5 cm, 中级0.6~2.0 cm, 重级 > 2.1 cm. 风灾轻级风速10.0 cm/s, 中级15.0 cm/s, 重级20.0 cm/s. 干热风中轻级气温30℃、湿度30%, 中级气温33℃、湿度25%, 重级气温35℃、湿度20%, 风速都为3 m/s. 根据作物不同生育时段的抗灾能力和恢复能力划分为3个受灾级别, 分别在3个等级内确定出减产成数. 这是损失程度的定量指标(表1), 用来表示在某一时段发生的某种灾害、对某一作物可能造成的减产数值, 可作为作物生育过程中遭遇气象灾害时的定量评估依据.

在遭遇同一灾害的危害时, 不同作物的抗灾能力是不同的. 例如干热风发生在小麦灌浆期, 对小麦产量有影响, 此时玉米、棉花正值幼苗期, 影响不太大. 因此, 根据作物抗干热风的能力只确定了对小麦的影响指标.

同一作物不同时期抗灾和恢复能力是不同的. 首先, 把作物生育全过程划分为前期、中期和后期. 前期大致为营养生长期, 中期大致为生殖生长期, 后期大致为产量形成期. 然后确定作物遭受某种灾害的最大减产成数, 并以此为减产上限. 根据灾害发生的种类、程度及作物抗灾能力, 分档递减减产成数. 例如, 根据作物抗雹能力及对产量的影响, 3种作物基本一致, 均可绝收, 并确定小麦、玉米、棉花受雹灾减产的成数最大为9成, 每级划定为1.0成, 根据作物所处时期及灾害发生程度而递减. 作物抗风能力不同, 确定小麦和玉米受风灾减产的成数最大为5成, 每级划定为0.5成. 而棉花受风灾减产的成数最大为4成, 每级划定为0.4成. 根据作物所处时期及灾害发生程度而递减.

表1 河北省作物各生长期(I、II、III)受灾级别和减产成数

灾 级	涝灾			雹灾			风灾			干热风 减产成数	
	减产成数(受灾等级)			减产成数(受灾等级)			减产成数(受灾等级)				
	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
小 麦	轻	0.5(1)	1.0(2)	1.5(3)	1.0(1)	2.0(2)	3.0(3)	0.5(1~2)	1.0(2)	1.5(3)	0.5
	中	1.0(2)	2.0(4)	3.0(6)	2.0(2)	4.0(4)	6.0(6)	1.0(2~4)	2.0(4)	3.0(6)	0.5~1.0
	重	1.5(3)	3.0(6)	4.5(9)	3.0(3)	6.0(6)	9.0(9)	1.5(3~6)	3.0(6)	4.5(9)	1.0~2.0
玉 米	轻	1.8(3)	0.6(1)	1.2(2)	1.0(1)	2.0(2)	3.0(3)	0.5(1)	1.0(2)	1.5(3)	
	中	3.6(6)	1.2(2)	2.4(4)	2.0(2)	4.0(4)	6.0(6)	1.0(2)	2.0(4)	3.0(6)	
	重	5.4(9)	1.8(3)	3.6(6)	3.0(3)	6.0(6)	9.0(9)	1.5(3)	3.0(6)	4.5(9)	
棉 花	轻	3.0(3)	3.0(1)	2.0(2)	3.0(3)	2.0(2)	1.0(1)	0.4(1)	1.2(2)	0.8(3)	
	中	6.0(6)	6.0(2)	4.0(4)	6.0(6)	4.0(4)	2.0(2)	0.8(2)	2.4(4)	1.6(6)	
	重	9.0(9)	9.0(3)	6.0(6)	9.0(9)	6.0(6)	3.0(3)	1.2(3)	3.6(6)	2.4(9)	

注: I、II、III表示作物的生长发育阶段, 其中, 小麦: 北部I 9月20日~3月10日, II 3月11日~5月10日, III 5月11日~6月20日; 中南部I 10月1日~2月20日, II 2月21日~4月30日, III 5月1日~6月10日, 春玉米I 5月1日~6月10日, II 6月11日~7月20日, III 7月21日~8月31日; 夏玉米I 6月11日~7月10日, II 7月11日~8月10日, III 8月11日~9月20日. 棉花: 北部I 5月1日~6月30日, II 7月1日~8月31日, III 9月1日~10月10日; 中南部I 4月21日~6月20日, II 6月21日~8月31日, III 9月1日~10月20日.

用受灾级别、减产成数来定量评估农作物遭受气象灾害产量的损失程度的方法和指标, 是农业自然风险评估的通用基础。在此基础上可根据用户的需要, 制订出行业所需的方法和指标。

2 农业自然灾害损失率的计算方法

农业保险制度包括制定保险规划、确定保险费率和赔付率等内容, 而保险费率的确定是其中重要的组成部分。灾害损失率是作物保险费率确定的基础。它的确定和计算方法基本上援引于上节中受灾级别及减产成数的方法和指标, 根据保险业务的需要又作了必要的补充和修定。作物的灾害损失率 S 由下式表示:

$$S = \frac{y_0 - y}{y_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中 y_0 为无灾条件下单位面积产量, y 为受灾条件下单位面积产量。可见, 灾害损失率是指作物在受灾条件下产量(或收入)损失量占无灾条件下产量(或收入)的百分比, 定量反映了灾害对作物产量(或收入)的影响程度。

灾害损失率按时间尺度可分为各次灾害损失率、年度灾害损失率和多年平均灾害损失率等, 为确定作物保险费率所依据的灾害损失率, 需要具有较好的稳定性, 因此一般采用多年平均损失率。

计算中以全省各县(市)为最小统计单元, 分别求取 4 种灾害类型对 3 种作物的灾害损失率。根据表 1 确定的指标, 建立灾害与作物损失率关系的体系, 可求出某年度内各次灾害的损失率; 按理论计算求取某年度全年的灾害损失率; 以 N 年为时间序列可求取多年平均灾害损失率, 从而获得制定作物保险费率所依据的灾害损失率指标。

2.1 年内各次灾害损失率

灾害损失率是灾害强度、作物品种、发生时间、成灾地点等因子的函数。年内各次灾害损失率的计算是最终灾害损失率计算的基础。根据表 1, 建立反映灾害与灾情关系的灾害损失率指标体系(表 2)。年内各次灾害损失率数值可直接从表 2 中查取。

表 2 河北省作物各生长期(I、II、III)灾害损失率(%)

灾 级	涝灾损失率			雹灾损失率			风灾损失率			干热风损失率	
	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
小 麦	轻	5	10	15	10	20	30	5	10	15	5
	中	10	20	30	20	40	60	10	20	30	7.5
	重	15	30	45	30	60	90	15	30	45	15
玉 米	轻	18	6	12	10	20	30	5	10	15	
	中	36	12	24	20	40	60	10	20	30	
	重	54	18	36	30	60	90	15	30	45	
棉 花	轻	30	30	20	30	20	10	4	12	8	
	中	60	60	40	60	40	20	8	24	16	
	重	90	90	60	90	60	30	12	36	24	

注: I、II、III说明同表 1。

2.2 年度灾害损失率

年度灾害损失率的计算以年内各次灾害损失率为基础。由于各次灾害损失率的计算是相互独立的，其数值可看作该事件发生的概率，因此，年度灾害损失率可认为是年内各次灾害损失率事件同时发生时的概率^[8~10]。其计算公式为：

$$S_a = \sum_{i=1}^n S_i - \prod_{i=1}^n S_i = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - S_i) \quad (2)$$

式中 S_a 为年度灾害损失率， S_i 为年内第 i 次灾害损失率。式(2)表明，由于年内各次灾害是相继发生的，它们对作物产量的影响是连续的，因此，第 i 次灾害对于无灾条件下的损失率 S_i' 应是以前各次灾害的剩余(产量)率与第 i 次灾害损失率 S_i 的乘积。故有：

$$S_1' = S_1$$

$$S_2' = (1 - S_1)S_2$$

$$S_3' = (1 - S_1' - S_2')S_3 = (1 - S_1)(1 - S_2)S_3$$

.....

$$S_n' = (1 - \sum_{i=1}^{n-1} S_i')S_n = (1 - S_1)(1 - S_2)\cdots(1 - S_{n-1})S_n$$

所以，

$$S_a = \sum_{i=1}^n S_i' = S_1 + (1 - S_1)S_2 + (1 - S_1)(1 - S_2)S_3 + \cdots$$

$$= 1 - \prod_{i=1}^n (1 - S_i)$$

2.3 多年平均损失率

多年平均损失率因其稳定性好而成为制定农业保险费率的的基础。目前保险公司制定纯费率 R 的计算公式为：

$$R = S_m \times (1 + \Phi) \quad (3)$$

式中 S_m 为多年平均损失率，亦称保额损失率，可作为制定纯费率的基本指标； Φ 为稳定系数，反映了损失率的离散程度，亦称变异系数，可作为制定纯费率的辅助指标。

多年平均损失率 S_m 可由下式计算：

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{ai} \quad (4)$$

式中 S_{ai} 为第 i 年的年度损失率， n 为统计年数。

稳定系数 Φ 可由下式计算：

$$\Phi = \frac{\sigma}{S_m} \times 100\% \quad (5)$$

式中

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (S_{ai} - S_m)^2}$$

3 多年平均损失率的分级与分区

按上述方法，计算了全省 147 个县(市)的多年平均损失率和稳定系数，并经种植业

区划修订, 得到各县(市)3种作物遭受4种灾害的10种多年平均损失率和稳定系数的计算结果。这是确定区域保险费率的基础信息。

所谓分级是将在数轴上连续分布的多年平均损失率数值划分成若干个值域区间或级别, 它是对差异众多的损失率数值的一次概括; 所谓分区是在分级的基础上, 将灾害损失率划分成若干个损失率的级别空间, 它是在地理空间上对多年平均损失率分布的一次概括。分区结果是确定作物保险费率的直接依据。

由于各县市多年平均损失率计算中所用数据的时间序列不同, 其计算结果也会产生误差。多年平均损失率是在样点统计基础上通过气象灾害数据计算得出的, 对地表状况对灾情的影响考虑得尚不周全, 也会出现计算误差。因此, 在各县(市)多年平均损失率的基础上, 通过分区可以为区域保险费率的确定提供更加符合实际、更为实用的依据。

3.1 多年平均损失率的分级

分级方法主要采用数值频率曲线法, 它是

表3 各种灾害平均损失率分级的参照标准

级别	平均损失率区间(%)
1	≤ 1.0
2	1.1~2.5
3	2.6~5.0
4	5.1~7.5
5	7.6~10.0
6	10.1~15.0
7	15.1~20.0
8	20.1~25.0
9	≥ 25.1

表4 河北省省各种灾害损失率(%)的分级结果

	级别	涝灾	雹灾	风灾	干热风灾
小 麦	1	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 3.0
	2	1.1~2.0	1.1~2.5	1.1~2.5	3.1~5.0
	3	2.1~3.0	2.6~5.0	2.6~5.0	5.1~10.0
	4		5.1~7.5	5.1~7.5	10.1~15.0
	5		7.6~10.0	7.6~10.0	15.1~20.0
	6		10.1~15.0	10.1~15.0	20.1~25.0
	7		≥ 15.1	≥ 15.1	≥ 25.1
玉 米	1	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	
	2	1.1~2.5	1.1~2.5	1.1~2.5	
	3	2.6~5.0	2.6~5.0	2.6~5.0	
	4	5.1~7.5	5.1~7.5	5.1~7.5	
	5	7.6~10.0	≥ 7.6	≥ 7.6	
	6	10.1~15.0			
	7	15.1~20.0			
棉 花	8	20.1~25.0			
	9	≥ 25.1			
	1	≤ 2.4	≤ 5.0	≤ 1.0	
	2	2.5~5.0	5.1~7.5	1.1~2.5	
	3	5.1~7.5	7.6~10.0	2.6~5.0	
	4	7.6~10.0	10.1~15.0	5.1~7.5	
	5	10.1~15.0	15.1~20.0	7.6~10.0	
	6	15.1~20.0	20.1~25.0	≥ 10.1	
7	20.1~25.0	≥ 25.1			
8	≥ 25.1				

通过对各单元损失率数值作频率统计,本着各级别中单元数大致相同的原则,并参考其它国家损失率分级的经验和我国作物保险的要求,将全省多年平均损失率划分成若干级别.通过对3种作物4种灾害的10种灾害损失率数值作频率统计,首先确定了统一的平均损失率分级体系(表3),以此作为各种灾害平均损失率分级的参照标准.各种灾害损失率的分级结果如表4所示.

3.2 多年平均损失率的分区

分区原理采用类型区划分体系,即同一类型区域在地理空间上可以重复出现.这一分区体系既可以保证每一个独立区域具有较大的空间范围,满足区域费率制定的要求,并能反映出灾害损失率宏观的分布规律,又能够刻划出灾害损失率较微观的空间分布差异,使区域保险费率的确定更加准确合理.

分区的方法与依据采用单元归并法划分,它以各计算单元(县(市))所在的损失率级别为基本依据,参照各种灾害空间分布的客观规律和各单元自然地理特性的一致性,将在地理空间上相邻、损失率级别相同或相近、灾害和自然地理特性一致的单元,归并为同一个区域.区域的灾害级别依据众数原则确定.

根据上述原理和方法,完成了全省10种灾害损失率分区的划分,并编制出10幅全省10种灾害损失率分区图(1:100万).本文仅附玉米风灾平均损失率分区图(图1).

4 区域农业保险费率的确定

区域农业保险费率由下式确定:

$$\text{保险费率} = \text{纯费率} + \text{附加费率} + \text{成本利润率} \tag{6}$$

式中纯费率由式(3)确定,其它项如下:

$$\text{附加费率} = \frac{\text{业务开支总计}}{\text{净保费收入总计}} \times 100\%$$

$$\text{成本利润率} = \frac{\text{平均利润总额}}{\text{成本总额}} \times 100\%$$

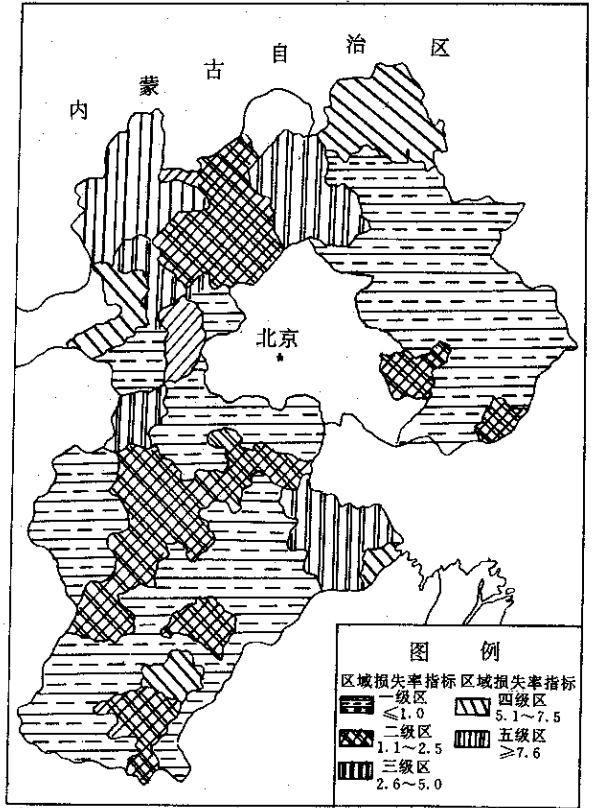


图1 河北省玉米风灾平均损失率分布图

由此可见, 保险费率由 3 部分组成. 其中纯费率就是多年平均损失率; 附加费率是保险公司业务费用率, 可直接从公司帐面查得; 成本利润率可采取社会平均利润率指标. 因此, 在区域费率的 3 个组成部分中, 纯费率的确定最困难, 它依赖于多年平均损失率的确定. 多年平均损失率一经确定, 区域费率的厘定便迎刃而解.

由于研究区域灾情信息的不完全性, 依据大系统理论的递阶控制原理, 我们设计了多年平均损失率的双层控制体系. 控制体系的基本层是多年平均损失率与分区指标, 它作为区域纯费率厘定的基本依据; 控制体系的辅助层是各县多年平均损失率和稳定系数, 它可作为区域纯费率厘定的辅助依据. 双层控制体系使区域纯费率的厘定实现了稳定性与灵活性的统一.

5 结论与讨论

(1) 根据作物在不同的生长季内所遭受不同级别的灾害, 按其减产程度计算灾害损失率的方法是合理的.

(2) 制定出区域作物保险费率的确定方法, 为保险费率的厘定工作提供了定量的依据.

(3) 该项研究工作在我国同类区域有推广价值, 其方法可供其它区域开展类似保险研究参考.

农业致灾的因子是多方面的, 成灾的结果也是综合性的. 因此, 农业保险的研究工作还需要不断地深化, 并在实践中继续完善.

致谢: 本文是在河北省保险公司支持下完成的, 曾得到河北师大刘濂教授、王守一教授的指导, 刘东都、李双成、全国玉、李生智、严正峰、高伟明等同志在本文完成过程中给予了具体帮助, 在此表示感谢.

参考文献

- 1 阎宜玲. 河北省种植制度的气候分析和区划. 河北气象, 1984, (增刊): 1~21.
- 2 河北省农业区划办公室, 河北省气象局. 河北省农业气候及其区划. 北京: 气象出版社, 1988. 54~78.
- 3 北方小麦干热风科研协作组. 小麦干热风. 北京: 气象出版社, 1988. 20~68.
- 4 阎宜玲等. 气象灾害对河北省种植业的影响. 河北农业生态, 1991, (1): 40~43.
- 5 程树林, 郭迎春, 郭康主编. 太行山燕山气候考察研究. 北京: 气象出版社, 1993. 107~126.
- 6 阎宜玲, 林艳, 孙贵顺主编. 河北省农业气象实用手册. 北京: 气象出版社, 1995. 36~44, 92~93.
- 7 河北省农业区划办公室. 河北省种植业区划. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1988. 52~85.
- 8 李存山主编. 棉花种植雹灾保险研究. 北京: 海洋出版社, 1993. 46~77.
- 9 陈家鼎等编. 概率统计讲义. 北京: 高等教育出版社, 1980. 145~180.
- 10 帕·克·雷著. 农业保险. 王友译. 长沙: 湖南人民出版社, 1989. 75~110.

**THE METHODS OF AGRICULTURAL NATURAL RISK
EVALUATION AND REGIONAL INSURANCE
PREMIUM CALCULATION**

Guo Yingchun

(Hebei Climate Centre, Shijiazhuang 050021)

Yan Yiling

(Hebei Research Institute of Meteorological Science, Shijiazhuang 050021)

Wang Wei

(Hebei Normal University, Shijiazhuang 050021)

Wang Chunyi

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

According to the spatial-temporal distribution regulation of agricultural natural disaster, the grade of disaster and degree of loss are calculated for different regions, crops in the growth seasons. The method to calculate the proportion of crop damage derived from agricultural natural disaster, and regional insurance cost combined with forming division are put forward in the paper. These methods and results can be used as a reference for similar research and operation in other regions.

Key words: Agricultural risk evaluation Insurance cost ratio Losing ratio of disaster