



江汉大学学术丛书

Jianghan University Academic Library

吴秀君 著

 武汉出版社
WUHAN PUBLISHING HOUSE

洪水保险的数学方法

hongshui baoxian de shuxue fangfa

与管理策略

yu guanli celue





Jiangnan University Academic Library

江汉大学学术丛书

洪水保险的数学方法 与管理策略



hongshui baoxian de shuxue fangfa
yu guanli celue

吴秀君 / 著

武汉出版社

WUHAN PUBLISHING HOUSE



(鄂)新登字 08 号

图书在版编目(CIP)数据

洪水保险的数学方法与管理策略/吴秀君著.

—武汉:武汉出版社,2008.12

(江汉大学学术丛书)

ISBN 978-7-5430-3867-7

I. 洪… II. 吴… III. ①洪水—灾害保险—数学方法—研究②洪水—灾害保险—经济管理—研究 IV. F842.64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 045491 号

著 者:吴秀君

责任编辑:吕植壮

装帧设计:刘福珊

出 版:武汉出版社

社 址:武汉市江汉区新华下路 103 号 邮 编:430015

电 话:(027)85606403 85600625

<http://www.whcbs.com> E-mail:zbs@whcbs.com

印 刷:武汉中科兴业印务有限公司 经 销:新华书店

开 本:880mm×1230mm 1/32

印 张:7.75 字 数:220 千字 插 页:4

版 次:2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

定 价:20.00 元

版权所有·翻印必究

如有质量问题,由承印厂负责调换。

《江汉大学学术丛书》编辑委员会

主 任：杨卫东

副主任：桑建平 涂文学 周建民 余来宁

委 员（按姓氏笔划为序）：

王心耀	邓正兵	刘义贤
刘丽江	余新明	李 霞
李忠铭	张立辉	张先松
范超毅	钱同惠	崔 东
梁 东	彭开勤	童幸生
蒋细旺	颜 彬	黎仰安

作者简介

吴秀君:女,1969年5月出生,湖北天门人,武汉大学工学博士,江汉大学数学与计算机科学学院副教授,武汉市高校教师学科带头人,湖北省系统工程学会理事。主要研究方向为博弈论、运筹学、概率统计和保险经济学。

《江汉大学学术丛书》

总 序

在我们跨入人类又一个新千年的时刻,白云黄鹤的武汉终于迎来了一所将与武汉特大中心城市地位相称的地方一流综合性大学——江汉大学。

在我国高等教育布局中,武汉是个高校林立、人文及科技精英荟萃的重镇,以武汉大学、华中科技大学为代表的高等院校享誉国内外。江汉大学在这样的时空环境中建立,面临的挑战,肩负的重任是不言而喻的。

要建成一所名副其实的地方一流综合性大学,需要的条件很多:好的校长,一批高水平的教授,好的校园环境及设施,高水平的教学和管理等。但是,不可否认,最重要的方面之一是源源不断的、紧跟时代学术潮流的高质量科研成果。

这里的《江汉大学学术丛书》是江大学人为中国高等教育面向世界、面向未来、面向现代化的一份微薄奉献,是对人民期望的回报,是对科教兴国的呼应。

《江汉大学学术丛书》是江大学人对 21 世纪中国政治、经济、文化诸多存在的一份认真的思考与回答,是江

大学人对具有中国特色社会主义建设贡献的聪明才智的结晶。

《江汉大学学术丛书》体现江汉大学学术成果的水平,涉及哲学、经济学、法学、文学、历史学、理学、工学、农学、医学及管理学等诸多领域,显示老一辈专家和中青年学者组成的学术阵容。

《江汉大学学术丛书》一定要成为培养江汉大学学术精英、建设江汉大学师资队伍和回报社会的园地。在这里,锻炼我们的学术品格,提升我们的学术水准,并成为我们的学术象征。

《江汉大学学术丛书》实行科学、公正、公开的选拔原则,经校学术委员会执行严格的评审、投票程序,遴选相应著作。

其山巍巍,其水淼淼,学无止境,江大学人努力吧!

薪火相传,代代不息,江大学人努力吧!

李进才

2001年2月

目 录

前 言	(1)
第一章 绪 论	(4)
1.1 研究背景	(4)
1.1.1 我国的洪水灾害	(4)
1.1.2 水系分布和特点	(7)
1.1.3 洪水概念及其分类	(8)
1.1.4 我国的主要洪水类型	(9)
1.1.5 洪水管理战略的转变	(10)
1.2 研究意义	(13)
1.3 洪水保险的必要性	(16)
1.3.1 政府救灾与财产保险	(16)
1.3.2 洪水保险与防洪系统	(19)
1.4 洪水保险的研究文献综述	(21)
1.4.1 洪水风险分析	(21)
1.4.2 洪水淹没图和洪水风险图	(22)
1.4.3 洪水保险	(26)
1.5 本书的主要研究内容	(30)
第二章 基本理论	(34)
2.1 风险理论简介	(34)

2 ■ 洪水保险的数学方法与管理策略

2.1.1	风险的界定	(34)
2.1.2	随机变量及其特征	(37)
2.1.3	常见分布	(41)
2.1.4	大数定律和中心极限定理	(43)
2.1.5	共同单调性及其性质	(44)
2.1.6	保费计算	(46)
2.1.7	风险的偏好序	(48)
2.1.8	总索赔量分布	(49)
2.1.9	信度理论	(52)
2.1.10	经典破产理论	(56)
2.2	博弈论简介	(58)
2.2.1	博弈论概述	(58)
2.2.2	合作博弈	(65)
2.2.3	非合作博弈	(73)
2.3	激励理论	(74)
2.3.1	委托—代理关系	(74)
2.3.2	基本分析框架	(77)

第三章 洪水风险的可保性分析 (81)

3.1	引言	(81)
3.2	洪水风险的刻画与发展趋势	(84)
3.2.1	洪水风险的刻画	(84)
3.2.2	洪水风险组合的概率性质	(85)
3.2.3	洪水风险的发展趋势	(86)
3.3	可保风险的理想特征	(86)
3.4	洪水风险的可保性	(88)
3.4.1	共同单调性与保险理论基础	(88)

3.4.2	交易成本对可保性的影响·····	(90)
3.4.3	不对称信息对可保性的影响·····	(91)
3.4.4	消费者的模糊风险规避(ambiguity-averse) 和 risk 察觉·····	(93)
3.4.5	长期风险难承保·····	(93)
3.4.6	不同洪水灾害类型的可保性·····	(94)
3.5	洪水风险的可保性拓展·····	(95)
3.6	结语·····	(98)
第四章	洪水保险需求分析·····	(100)
4.1	洪水保险需求实证分析·····	(100)
4.2	救灾方式与洪水保险需求的博弈分析 ·····	(104)
4.2.1	现有的救灾模式和问题·····	(104)
4.2.2	政府与个人间的博弈及对洪水保险需求的 影响·····	(104)
4.3	免赔额水平对洪水保险需求的影响的 经济学分析·····	(108)
4.3.1	保险需求的标准静态模型·····	(108)
4.3.2	文献回顾·····	(109)
4.3.3	期望效用和非期望(序)效用·····	(116)
4.3.4	基于序效用的免赔额模型·····	(118)
4.3.5	基于期望效用的免赔额模型·····	(121)
4.3.6	对洪水保险的启示·····	(122)
4.4	潜在的洪水风险人群的市场细分和 需求分析·····	(124)

4.4.1	蓄滞洪区、防洪保护区和洪泛区的需求分析	(124)
4.4.2	风险偏好和洪水保险	(126)
4.5	本章小结	(129)
第五章 洪水保险的供给分析		(132)
5.1	引言	(132)
5.2	洪水保险市场供给失灵的原因	(133)
5.3	商业洪水保险经营困难产生的根本原因	(138)
5.4	资本问题的解决	(139)
5.4.1	可能的解决途径	(139)
5.4.2	政府介入两种方式的比较	(144)
5.5	其他外部环境和因素	(145)
5.6	我国保险业承保洪水风险的前景	(146)
5.6.1	我国保险业的市場结构与承保能力	(146)
5.6.2	我国发展商业洪水保险的必要性	(147)
5.7	结语	(148)
第六章 洪水保险费的计算方法		(149)
6.1	引言	(149)
6.1.1	现有的关于洪水保险保费计算方法研究	(150)
6.1.2	隐性保费亏空产生的原因	(151)
6.1.3	洪水保险的失真定价原则	(152)
6.2	基于GIS的洪水保险费计算步骤	(154)
6.3	聚合风险控制与动态调整	(156)

6.3.1 聚合风险控制问题	(156)
6.3.2 基于信度保费的动态调整	(157)
6.4 结语	(157)
第七章 激励减灾的洪水保险契约设计	(158)
7.1 引言	(158)
7.2 克服道德风险的洪水保险契约设计	(160)
7.2.1 基本假设	(160)
7.2.2 模型条件	(161)
7.2.3 洪水保险承保中的破产概率限制	(162)
7.2.4 防灾努力不可观察的洪水保险契约	(163)
7.2.5 完全信息时的洪水保险契约	(164)
7.2.6 问题求解	(167)
7.3 进一步讨论:洪水保险的策略性定价	(169)
7.3.1 基本假设	(170)
7.3.2 契约比较	(170)
7.3.3 契约设计与减灾努力	(173)
7.4 小结	(174)
第八章 洪灾再保险博弈分析及其契约设计	(175)
8.1 引言	(175)
8.2 洪灾再保险的作用与特点	(176)
8.2.1 再保险在洪灾保险中的作用	(176)
8.2.2 原保险人的道德风险	(176)
8.2.3 再保险人的违约风险	(177)
8.2.4 非完全竞争性的再保险市场	(178)
8.2.5 洪灾保险赔付中的“挤兑”	(178)

8.3 克服事后道德风险的洪灾再保险博弈均衡	(179)
8.3.1 已有的研究工作	(179)
8.3.2 赔付博弈模型	(183)
8.3.3 博弈时序	(184)
8.3.4 博弈的均衡分析	(184)
8.4 结论	(187)
 第九章 洪灾综合险的最优性条件	(188)
9.1 引言	(188)
9.2 模型	(189)
9.3 最优性条件	(190)
9.4 启示	(193)
 第十章 基于合作博弈的河道洪水风险保险	(194)
10.1 引言	(194)
10.2 河道洪水风险分担的合作博弈	(196)
10.2.1 问题描述	(196)
10.2.2 河道洪水风险分担的合作博弈模型	(199)
10.2.3 在蓄滞洪区风险补偿上的应用	(205)
10.3 河道洪水风险(再)保险	(206)
10.3.1 模型假设	(208)
10.3.2 最优洪水再保险	(211)
10.3.3 保险费	(214)
10.4 小结	(217)
 参考文献	(218)

 前 言

洪水灾害是一种严重的自然灾害。从世界范围来看,在各种自然灾害中,洪灾损失约占 40% 甚至 60%,洪灾的经济损失和人员伤亡均居首位,且随着洪泛区经济的发展,人口的集中,环境的恶化,洪灾损失在逐年增加。近些年来,世界各国在防洪观念上由过去单纯重视工程措施转向工程防洪措施与非工程防洪措施相结合,而洪灾保险就是非工程防洪措施中的一项重要内容。

但洪水风险是一种自然灾害风险,传统保险理论认为纯粹的商业保险难以有效运作。虽然世界上已有一些国家建立了洪水保险制度,但是并没有统一的模式而是各具特色。随着我国经济的高速增长,洪灾给我国经济造成的危害越来越大,因此迫切需要探讨适合我国国情的洪水保险制度,进行经济学分析并为制度建立提供理论分析与指导。

本书主要从博弈论、信息经济学、保险经济学和产业组织理论出发研究在我国的市场条件和政策环境下建立我国洪水保险制度所面临的主要问题并探索其解决途径。文章主要探讨了洪水风险的可保性问题,指出了实现可保性的途径,从实证研究和理论研究的角度出发,分析了影响洪水保险的需求因素,研究了洪水保险费的计算原理与方法,从洪水灾害的系统管理思路出发,探讨了基于

激励减灾的洪水保险契约设计问题,对洪灾再保险问题进行博弈分析并得到其均衡策略,讨论了灾害综合险的最优性条件等。

本课题主要工作如下:

1. 探讨了私人(商业)洪水保险失败的原因:保险经济学一般从标准的“可保性”(逆向选择、道德风险和不确定性的损失)来给予解释,但从保险的理论基础出发,分别从洪水风险组合的特性、交易成本、不对称信息、消费者的风险偏好、洪水灾害风险的类型等方面探讨了洪水风险的不可保因素。我们认为,尽管洪水风险并不完全符合条件,但这并不是私人洪水保险失败的原因,资本约束才是导致商业洪水保险难以开展的根本原因。现在流行的观点都倡导开展国家洪水保险,我们则从解决资本约束的角度得出了私人洪水保险要重回市场的条件:从保险公司内部的保费定价、资金积累等,到外部的投资主体及一系列法律、制度等外部环境的支持来解决资金不匹配的问题。另外,还分析了英、法两国现行的洪水保险制度的经验和不足,为我国开展洪水保险提供借鉴。

2. 探讨了洪水保险的需求问题。在洪水风险问题上存在着巨大的潜在需求,但如何使潜在需求转化为现实需求,必须首先明确影响洪水保险需求的各种因素,以做出相应的对策。首先,从政策层面上探讨了现行的救灾模式对洪水保险需求的负面影响,并从博弈论的角度提出了化“后动劣势”为“先动优势”的方法。其次,从保险经济学的角度分析了免赔额形式的洪水保险对不同偏好消费者的保险需求的影响。最后,指出了洪水保险在免赔额设定上需要注意的问题以及相应的政策启示。

3. 针对洪水保险中的核心问题——洪水保险费的制定进行研究。针对洪水风险的共同单调性所导致的承保成本偏高的问题,本章提出一种用失真定价原则来解决隐性保费亏空,并结合 GIS 技术探讨了具体的洪水保险定价的计算方法。这种基于 GIS 的保险定价和方法可以克服传统精算依赖于历史数据的局限,同时

为保险公司进行相关分析和所承保风险的聚合风险分析与控制提供了很好的平台。与传统的保险精算模型方法相比, GIS 提供了一个更加高效、灵活的解决方案。

4. 主要探讨激励社会最优减灾努力的合作对策和洪水保险契约设计。一方面各种防灾、减灾措施的实施提高了洪水风险的可保性, 而洪水保险又可以促进防灾减损。因此洪水保险与防灾、减灾行动间存在着“策略互动”, 所以在设计洪水保险契约时必需充分考虑这种相互作用。从社会最优减灾水平的目标出发, 探讨了洪水保险的契约设计问题, 并从破产概率的数学模型出发指出了洪水保险不同于一般保险的“再保险保障”需要和政府干预的必要性。

5. 分析了洪灾保险、再保险的作用与特点, 指出在保险实务中利用“最大诚信准则”进行再保险交易可能存在的道德风险, 建立了相应的赔付模型, 并分析了赔付博弈中的保险人和再保险人的均衡策略。

6. 以失真定价原则计算洪水风险的保险费, 探讨了一份保单覆盖多种风险的灾害综合险的最优性条件。

本书的选题、立意、谋篇、布局都离不开王先甲教授的悉心指导和大力帮助, 在此表示深深的感谢。

本书的部分成果得到了武汉市属高校科研项目(2006Y19)、湖北省教育厅科研项目(B200634001)和江汉大学博士科研基金(JHDX 博 45)的资助。

作 者

2008 年 2 月

第一章 绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 我国的洪水灾害

第一,我国的洪水灾害危害很大。

来自国际组织的统计资料表明,20 世纪 90 年代后期以来,世界进入了一个水、旱灾害事件频发的阶段。据统计,我国有一半人口、1/3 的耕地和 70% 的工农业产值集中在七大江河中下游约 100 万平方公里的土地上,有 100 多个大中城市处于江河洪水水位以下,受季风的影响,洪水多发生在 6—9 月份。20 世纪五六十年代我国洪灾主要发生在黄淮海平原和长江下游,70 年代后期主要集中在江淮流域,其中四川、湖北、湖南、安徽、江苏五省受灾面积占全国洪灾面积的 40%。20 世纪 60 年代以前,华北是我国洪灾最严重的地区,受灾面积占全国水灾面积的 44.5%。80 年代以来,华北水灾锐减,江淮流域增长 1 至 4 倍,跃升为全国的重灾区,受灾面积占全国水灾面积的 20%。如 1954 年和 1991 年安徽、江苏两省洪灾面积分别占全国洪灾面积的 33% 和 39%。据媒体报