

国家社会科学基金资助项目

农业保险大灾风险 分散体系系统动力学 模拟研究

吕晓英◎著

Simulation of System Dynamics on
Catastrophe Risks Dispersion System of
Agricultural Insurance



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

国家社会科学基金资助项目

农业保险大灾风险 分散体系系统动力学 模拟研究

吕晓英◎著

Simulation of System Dynamics on
Catastrophe Risks Dispersion System of
Agricultural Insurance



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

农业保险大灾风险分散体系系统动力学模拟研究/吕晓英著. —北京: 经济管理出版社, 2017. 9

ISBN 978 - 7 - 5096 - 5354 - 8

I. ①农… II. ①吕… III. ①农业保险—灾害保险—风险管理—研究—中国 IV. ①F842. 66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 232357 号

组稿编辑: 陈 力

责任编辑: 高 娅

责任印制: 黄章平

责任校对: 张晓燕

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 北京玺诚印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 720mm × 1000mm/16

印 张: 19.5

字 数: 372 千字

版 次: 2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5096 - 5354 - 8

定 价: 68.00 元

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

前 言

建立完备的大灾风险分散管理制度是农业保险实现可持续发展的重要保障。我国政府十分重视建立农业保险大灾分散机制，已经实施农业保险经营机构（以下简称保险公司）计提大灾准备金的规定，还组建了中国农业保险再保险共同体，实现了农业保险大灾风险在保险公司大灾准备金和再保险两个层级的分散。然而，当保险公司的大灾准备金和再保险安排不足以支付大灾赔款时，我国农业保险的顶层设计仍然缺乏从外部为保险公司提供超赔补偿资金的机制。

在全球气候变暖的大背景下，50年甚至100年一遇的农业大灾随时可能突然降临，大灾造成的农业投保损失可能远远超过农业保险公司自身的偿付能力。因此，完善我国农业保险大灾风险分散制度，已成为当前我国政府和农业保险实践面临的重大现实问题，也是理论界亟待研究和解决的难题。

计算机模拟是当今四大科学研究范式之一。系统动力学是动态模拟的主要方法之一，被誉为“政策和策略的‘实验室’”，非常适宜开展农业保险政策设计的模拟分析，有助于开展对我国农业保险大灾风险分散机制的超前性研究，但国内外尚缺乏相关研究的报道。为此，笔者利用系统动力学非常适宜开展农业保险政策和策略模拟研究的特点，构建农业保险大灾风险分散方式的系统动力学模型，通过不同程度的大灾风险情景假设的模拟研究，展示我国农业保险现行模式应对大灾风险的能力，探索当保险公司超过偿付能力时为其提供外部超赔补偿资金的方式，最终提出我国适宜建立的农业保险大灾风险多级分散体系。研究成果不仅对于完善我国农业保险大灾风险管理制度，实现我国农业保险可持续发展具有重要的实践意义，而且首次将系统动力学引进并实际应用于农业保险大灾风险分散体系的研究，将为农业保险的政策和策略分析探索一条新的动态研究思路，有望丰富农业保险理论和方法。

本书内容共分十章。第一章，阐述了选题的价值和意义，国外和国内的理论研究综述，以及研究的思路、内容和方法，本书研究的创新之处、不足及建议进一步研究的内容。



第二章，阐述了农业保险大灾风险的主要特点、定义和主要理论，对本书研究中应用的主要方法——大灾风险评估和系统动力学作了介绍。

第三、第四章，介绍了国外、国内具有代表性的农业保险大灾风险分散模式。

第五、第六、第七章，从我国中部、西部和南部地区农业灾害多发省区分别选取了湖南省、甘肃省和广东省，在叙述各省农业保险发展的概况之后，首先对各省 2015 ~ 2035 年农业保险保费收入进行了估测，以农业保险赔付率或农作物受灾面积为样本，运用参数估计、蒙特卡罗模拟或极值方法，对未来发生 10 年、20 年、30 年、50 年以及 100 年一遇的农业大灾时的赔付率进行了估计。在此基础上，进一步运用系统动力学的原理和方法，建立与各省农业保险目前实行的大灾风险分散机制相对应的农业保险系统动力学模型，并和总公司农业保险的系统动力学模型相耦合，通过动态模拟，展示在早期 2018 年和晚期 2028 年提前发生 10 年、20 年、50 年或 100 年一遇大灾风险的冲击下，各省农业保险大灾准备金、可分配利润的变化趋势和各省需要总公司支付的缺口资金，以及总公司大灾准备金的积累状况、需要的外部超赔补偿资金和偿还外部资金的能力。最后，提出相关建议。

第八章，进一步对我国某专业农业保险公司应对大灾风险的能力进行了动态模拟。首先对某专业农业保险公司在吉林省、辽宁省、内蒙古自治区、北京市、山东省开展农业保险的概况作了介绍，对各省、区、市 2015 ~ 2035 年农业保险保费收入及专业公司各分公司在各省的保费收入作了估测，并对大灾风险进行评估。采用下标变量建立了五省、区、市分公司和总公司的系统动力学数组模型，通过不同程度大灾风险情景假设的动态模拟，展示各省、区、市分公司农业保险业务需要总公司支付的缺口资金，以及专业农业保险公司需要的外部补偿资金，最后提出专业农业保险公司实现可持续发展需要采取的措施。

第九章，为了回答采用何种方式为保险公司提供外部补偿资金，进一步从全国农业保险角度对一些主要方式进行了模拟比较。为此，首先预测未来全国农业保险保费收入，进行大灾风险评估。其次建立全国农业保险系统动力学模型，重点对在保险公司超过赔偿能力时为其提供外部补偿资金的政府大灾准备金“兜底方式”和由保险公司贷款或发行农业保险大灾风险债券并偿还本金、由政府筹集的付息准备金支付保险公司融资利息的“融资预案”两种方式进行了模拟和比较，提出了“融资预案”是为保险公司提供外部超赔补偿资金的较优方式。

第十章，主要结论和政策建议。

本书的主要观点是：

第一，2035年我国农业保险总规模可能达到700多亿元。按现行价格以及目前出台的农业保险产品的保险金额和费率，以及全国种植业、养殖业和林业主要承保品种的状况和未来可能达到的承保比例，预计到2020年我国农业保险总规模将达到507.2亿元，与2014年相比年均递增7.7%。2035年预计保费总收入为702.5亿元，与2020年相比年均递增2.2%，其中种植业、养殖业和林业保费收入分别达到400.9亿元、254.8亿元和46.8亿元，分别约占总保费收入的57%、36%和7%。全国农业保险10年、20年、50年和100年一遇的大灾赔付率分别为109.40%、126.42%、152.85%和176.44%。

第二，从时间和空间两个维度动态研究农业保险应对大灾风险的能力。在农业保险经办机构建立大灾准备金制度，使大部分超额利润转化为大灾损失保障资金并累计使用，同时保险公司还普遍实行成数分出和赔付率超赔再保险，增强了我国农业保险现行经营模式应对大灾风险的能力。大灾风险准备金的积累是动态过程，农业保险大灾风险在空间和时间上的分散十分明显。因此，测算我国农业保险应对大灾风险的能力，可以采用动态模拟的方法，综合考虑大灾风险在时间和空间两个维度的动态分散和反馈作用。

第三，如果2018年提前发生50年一遇的大灾，我国农业保险将发生巨额赔付资金缺口。如果2018年提前发生50年一遇的大灾，我国农业保险经营规模最大的—家保险公司在成灾当年可能需要外部超赔补偿资金53亿多元，全国农业保险可能需要外部补偿资金约170亿元。

第四，科学合理定位中央和地方政府在保险机构省级分公司农业保险发生赔付资金缺口时应承担的补偿责任。我国农业保险基本由省级政府组织实施，但经营该省农业保险的机构都依照“大数法则”在全国范围内开展农业保险业务，以便聚集更多的不同风险单位来分散风险。依据农业保险经营最重要的数理基础“大数法则”和《农业保险大灾准备金管理办法》中“保险机构计提的大灾准备金可以在本机构农业保险各险种之间、相关省级分支机构之间统筹使用，专门用于弥补农业大灾风险损失”的规定，以及农业保险经营机构实行的农业保费收支两条线的管理模式，再结合省级和经营该省农业保险的保险机构农业保险大灾风险分散的模拟结果来看，保险机构的省级分公司在经营省级农业保险发生赔偿资金缺口时，应该首先由保险机构总部支付，不能因为是政策性农业保险而由省级和中央政府承担其缺口资金的补偿责任。因此，省级政府可以不建立大灾准备金用以补偿本省农业保险赔款的缺口资金。

第五，我国制定农业保险大灾风险分散政策时，应重点考虑如何应对2022年以前提前发生50年一遇的大灾风险。大灾准备金的积累和再保险，极大地提高了我国农业保险应对大灾风险的能力。我国多数省级和农业保险经营规模最大



的一家保险公司、某专业农业保险公司和全国农业保险现行经营模式积累的大灾准备金和再保险，大都可以支付在早期 2018 年发生 10 年一遇大灾时的赔款。然而直到 2022 年发生 50 年一遇的大灾时，农险经营业务最大的保险公司才可能应对当年自留部分 359.7 亿元的应赔款。因此，采取何种外部资金提供方式去应对今后六七年内提前发生 50 年一遇的大灾风险，是政策制定者应考虑的重点。

第六，“融资预案”是为保险公司提供外部补偿资金相对较优的方式。“融资预案”是当保险公司因大灾而出现资金超赔时，由政府担保，保险公司贷款或发行农业保险大灾风险债券并偿还本金，由政府筹集的付息准备金支付保险公司融资利息的一种超赔资金的外部补偿方式。模拟研究表明，一般情况下，保险公司靠自身运营可在三五年内偿还外部融资本金。“融资预案”不仅有利于减轻政府财政筹资压力，而且提高了政府和保险公司的资金使用效率。

第七，建立我国农业保险大灾风险四级分散体系。我国完善的农业保险大灾风险分散体系应该包括四个层级：第一个层级是保险公司的大灾风险准备金；第二个层级是商业再保险；第三个层级是“融资预案”；第四个层级是政府建立的付息准备金。对一些经济发达的省、市，仍可保留其为农业保险省级分公司的赔款缺口最终兜底的模式。

第八，《农业保险大灾风险准备金管理办法》内容需要不断完善。该办法的实施，使保险公司最多只能从超额利润中获得和行业或总公司财产保险业务相同的平均利润率，缺乏对农业保险经营机构加强企业自身管理的激励机制。同时该办法计提利润准备金设定的两个限定条件可能会存在判断上的一致性。为此需要对该办法相关内容进行修改。

本书的主要对策建议是：

第一，政府对在灾害高发地区开展农业保险的机构采取必要的支持措施。我国农业自然灾害多发省区，不仅平常年景下农业保险的赔付率较高，而且在发生 20 年一遇以上的大灾时，保险公司省级分公司尤其是一些专业农业保险公司，将发生严重的资金缺口。希望当地政府能对从事本地农业保险的机构适当给予经营费用的补助。通过地方政府支持，使专业农业保险公司能够在时间和空间两个方面分散大灾风险。

第二，建立和完善我国农业保险大灾风险四级分散体系。结合我国目前已经在保险公司层面建立农业保险大灾风险准备金的实际，以及我国农业保险应重点考虑如何应对近六七年内可能发生的大灾风险和我国农业保险适宜采取“融资预案”方式为保险公司提供外部超赔补偿资金的研究结论，我国一套完整的农业保险大灾风险分散体系应该包括四个层级：第一个层级是农业保险经营机构按照财政部制定的《农业保险大灾风险准备金管理办法》的规定建立

的大灾准备金，它反映了农险机构自身应对农业大灾风险损失的能力。第二个层级是以目前已经组建的“农共体”为主的为农业保险经营机构提供的再保险。第三个层级是“融资预案”。第四个层级是政府付息准备金。政府付息准备金，专用于支付保险公司的融资利息，其资金来源由中央和地方财政预算逐年补充，中央和地方政府可以按一定比例，如按4:6比例承担利息筹集，资金由中央统一管理，并且建议西部地区的甘肃、青海、宁夏、新疆、陕西、内蒙古、贵州、云南、西藏九个省、区可免于筹集。

第三，政府付息准备金应达到一定规模。为应对未来21年里我国农业保险可能提前发生50年、20年、10年一遇的三次大灾风险损失，到2022年用于支付利息的政府准备金规模累计应达到40.67亿元，到2026年累计达到53.65亿元，到2033年累计达到61.28亿元。而为应对发生100年一遇的大灾，到2024年政府付息大灾准备金累计应达到96.34亿元，到2027年累计达到133.47亿元，到2035年累计达到172.3亿元。在22个省、市承担支付利息总金额不变的情况下，建议适当减少产粮大省利息承担的比例。

第四，允许农业保险存在多种大灾风险分散模式。在我国农业保险以融资预案为主的大灾风险四级分散体系中，对大多数省级政府而言，不直接承担该省农业保险经营机构发生赔付资金缺口时的补偿责任，而是在经营农业保险的总公司申请、中央财政担保的前提下，通过融资获得外部超赔补偿资金，并由全国政府付息准备金支付其融资利息。对一些经济发达的省、市，如北京市和上海市，由于地方财政资金雄厚，仍然可以实施由地方政府承担或通过政府购买再保险的方式，为经营本地农险的机构提供大灾所需缺口资金。个别省、市，如江苏省农业保险也可以继续实行“联办共保”模式，由地方财政负责其承担的农业保险业务中全部的大灾风险损失。对于农业保险互助模式，也可以按其规定实行自动吸纳大灾风险所造成的超赔损失。

第五，修改《农业保险大灾风险准备金管理办法》。

(1) 修改关于计提利润准备金的规定。为避免出现综合赔付率和承保利润率两个限定条件的不一致性，建议对计提利润准备金的条件，只需规定“当经营农业保险承保利润率超过其自身财产保险业务承保利润率”或“对于专业农业保险机构承保利润率超过其自身与财产保险行业承保利润率的均值时”，就可以计提利润准备金，没有必要再设定“且其综合赔付率低于70%”的规定。

(2) 增加激励机制，适度提高经营农业保险的可供分配利润。一种政策既要有约束机制还要有激励机制，只有满足参与约束和激励相容这两个条件，才能实现政策的社会目标。建议可以将《农业保险大灾风险准备金管理办法》中根据超额利润计提利润准备金的比例适度降低（如超额利润的73.5%），使从事农



业保险机构的经营行为和经营效果相关联，通过提高经营管理水平，能得到略高于经营财产险业务的利润率。

本书研究内容及方法的创新是：

第一，首次在国内将系统动力学原理和方法引进并实际应用于我国农业保险大灾风险分散的模拟研究，建模难度极大，突破不少难点。成果填补了国内外农业保险大灾风险分散的系统动力学模型及数组建模方法的空白，具有原创性，将为农业保险的政策和策略分析探索一条新的研究思路和方法。

第二，首次对我国农业保险省级和总公司、专业农业保险公司以及全国农业保险的长期发展趋势进行模拟研究。以湖南、甘肃、广东三个农业灾害多发省和经办该省农业保险总公司为代表，首次建立了农业保险大灾风险分散的子公司—总公司系统动力学耦合模型；采用系统动力学的下标变量方法，首次建立了吉林、辽宁、内蒙古、北京和山东五省（区、市）专业农业保险分公司和总公司大灾风险分散的系统动力学数组模型；首次建立了全国农业保险大灾风险分散的系统动力学模型。对 2007 ~ 2035 年各省和总公司、专业农业保险公司农业保险现行模式应对不同程度大灾风险冲击的能力进行了模拟，展示了农业保险的主要经营指标，尤其是省级农业保险的缺口资金和总公司、专业农业保险公司需要的外部补偿资金的变化趋势；对保险公司超过赔付能力时由政府大灾准备金为其兜底的方式和由保险公司向金融机构贷款或发行农业保险大灾风险债券并偿还本金、由政府支付保险公司融资利息的“融资预案”进行了模拟和比较。

第三，提出我国适宜建立的农业保险大灾风险四级分散体系，以及在早期 2018 年提前发生 50 年或 100 年一遇的大灾时，全国农业保险需要外部提供超赔补偿资金的额度和政府为支付利息应筹集的资金。

本书是国家社会科学基金资助项目“我国灾害多发区农业保险巨灾风险分散体系的模拟研究”（13CJY132）的最终研究成果。感谢国家哲学社会科学规划办公室对本项研究的资助。在课题的调研过程中，中国保险监督管理委员会农业保险处王祺处长，甘肃省、辽宁省、湖南省、广东省和浙江省等省保监局、财政厅和农业局的领导和同志以及人保财险省分公司和中华联合财产保险公司等相关负责人和同志，对本项研究给予了大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！同时，感谢恩师李先德对本书出版的资助和支持。吕胜利研究员、宋秉芳副研究员、倪海副教授、姚瑾副研究员对本项研究的模型构建、调研安排、文字修改等方面给予了帮助和支持，蒲应葵副教授、王克副研究员、夏龙副教授分别对加拿大农业保险、风险评估方法和极值理论进行了研究和指点，在此深表感谢！感谢陈力副社长、高娅和张晓燕编辑以及责任印刷黄章平老师为本书出版付出的辛勤劳动。

目 录

第一章 引言	1
一、研究背景、价值和意义	1
二、国内外农业保险巨灾风险理论研究综述	3
三、研究思路、主要内容和研究方法	12
四、创新之处和不足	14
第二章 农业保险大灾风险分散的理论分析和研究方法	17
一、农业保险大灾风险的特点和定义	17
二、农业保险大灾风险分散的理论	21
三、农业保险大灾风险的评估	25
四、动态模拟：系统动力学理论和方法	27
第三章 国外农业巨灾风险管理制度	39
一、美国农业保险巨灾风险分散体系	39
二、加拿大农业保险巨灾风险分散体系	46
三、日本农业保险巨灾风险分散体系	51
四、国外农业保险制度对中国建立大灾风险分散体系的启示	54
第四章 我国农业保险及大灾风险分散制度	60
一、我国政策性农业保险发展概况	60
二、我国农业保险大灾风险分散制度建设	67
第五章 湖南省农业保险大灾风险分散模式的模拟研究	79
一、湖南省农业保险发展现状	80



二、湖南省农业保险系统动力学模型构建、参数估测及方案设计	87
三、湖南省农业保险当前模式动态模拟结果与分析	105
四、农业保险总公司应对大灾风险能力的模拟研究	120
五、模拟研究的结论和建议	138
第六章 甘肃省农业保险大灾风险分散方式的模拟研究	145
一、甘肃省农业保险发展和农业自然灾害概况	146
二、甘肃省农业保险系统动力学模型、参数估测及方案设计	151
三、甘肃省农业保险模拟研究结果分析	158
四、模拟研究的结论	171
五、建议	174
第七章 广东省农业保险大灾风险分散体系的模拟研究	177
一、广东省农业保险发展概况及大灾风险分散方式	177
二、广东省农业保险系统动力学模型、参数估测和方案设计	182
三、广东省农业保险模拟研究结果分析	188
四、结论	201
五、建议	203
第八章 专业农业保险公司应对大灾风险能力的模拟	205
一、五省（区、市）农业保险基本情况	206
二、专业农业保险公司农业保险概况	212
三、五省（区、市）和专业农业保险系统动力学模型设计	214
四、基本设定和方案设计	216
五、模拟研究主要结果分析	229
六、主要结论	245
七、政策建议	248
第九章 中国农业保险不同大灾风险分散制度的模拟、比较和选择	250
一、模型、参数和方案设定	251
二、我国农业保险现行制度的模拟结果	260
三、保险公司外部超赔补偿方式的模拟研究	269
四、“政府兜底”和“融资预案”方式的比较和建议	281

第十章 研究结论和政策建议	285
一、主要结论	285
二、政策建议	289
参考文献	293

第一章 引言

一、研究背景、价值和意义

建立完备的农业保险大灾风险^①分散管理制度是农业保险实现可持续发展的重要保障。我国政府对建立农业保险大灾风险管理制度十分重视。从2007年以来，连续多年的中央一号文件和《农业保险条例》都明确提出，“国家建立财政支持的农业保险大灾风险分散机制”，但还缺乏具体的规定。2014年3月1日起正式实施的《农业保险大灾风险准备金管理办法》（以下简称《办法》）明确规定，经营农业保险业务在提取公积金和一般大灾准备金之后，从净利润中再按超额利润的75%计提利润准备金，这将有利于增加农业保险经营机构（以下简称保险公司）大灾损失保障资金的储备。2014年11月，我国23家具有农业保险经营资质的保险公司和中国再保险公司共同发起组建了中国农业保险再保险共同体（以下简称农共体），要求成员公司的每笔农险分出合同业务，原则上按不低于50%的比例直接分给农共体，分出公司分给农共体的总分出需求与各分入公司的分入份额形成的农共体总承保能力保持平衡。农共体充分整合国内保险行业资源，将增强我国农业再保险的承保能力，为农业保险提供持续稳定的再保险保障。然而这些制度建设仅仅是在原保险公司大灾准备金和再保险层面利用保费收入建立起的传统的农业保险大灾风险分散体系。

从2004年以来我国的政策性农业保险试点过程看，各地农业保险大灾风险分散的做法差异较大，只有部分省、市初步建立了不同的农业保险大灾风险分散制度。北京市政府规定，农业保险综合赔付率在160%以内由农业保险公司全额

^① 在中央的一些文件中，有时提“农业保险巨灾风险”，有时提“农业保险大灾风险”。本书将“巨灾”和“大灾”作为同义词使用。



赔付；赔付率在 160% ~ 300% 的巨灾保险，通过政府出资直接购买商业再保险的方式转移；赔付率在 300% 以上的部分，由政府提取的巨灾风险准备金提供最终保障。其中巨灾风险准备金由北京市政府每年按照上年农业增加值的 1% 提取。经过不断完善，2014 年 5 月，上海市政府建立了多层次农业保险大灾风险分散制度，第一个层次是赔付率在 90% 以下的损失部分，由农业保险机构自行承担。第二个层次是赔付率在 90% ~ 150% 的损失部分，由农业保险机构购买再保险的方式分散风险。第三个层次是赔付率超过 150% 以上的损失部分，由农业保险机构使用再保险赔款摊回部分和农业保险大灾风险准备金进行赔付。第四个层次是政府财政托底，保险经营机构仍不能弥补的灾害损失，由市、区县财政通过一事一议方式安排补偿。江苏省在“联办共保”模式下，各级政府运用财政预算安排和统筹部分政府的保费收入，建立了省、市、县三级政府巨灾风险准备金制度，政府巨灾准备金用于由政府承担赔付责任的保费收入发生的超赔支出。在县、市准备金支付赔款不足时，当市级超赔付额高于省级政府巨灾准备金总额时，各市以省级政府巨灾准备金全额为最高赔付额度，差额部分由省财政进行补助。北京、上海和江苏三省、市，经济十分发达，政府财力雄厚，当农业保险大灾风险损失超过保险公司或地方政府分担部分的赔付能力后，实际上都实行了由政府财政兜底承担最终赔偿责任的方式。而我国大多省级政府由于种种原因都没有建立农业大灾准备金，主要通过保险公司的大灾准备金和购买再保险分散农业保险大灾风险。可见，当保险公司的大灾准备金和再保险安排仍不足以支付大灾赔款时，我国农业保险仍然缺乏从外部为保险公司提供超赔补偿资金的机制。而在如何完善我国农业保险大灾风险分散制度的研究中，目前大多仍处于一般论述阶段，有的还与《办法》的规定不一致；在《办法》实施以后，对我国省级农业保险和该省农业保险经管机构总部（以下简称总公司）以及全国农业保险应对大灾风险的能力，还有保险公司需要外部补偿资金可能规模的定量研究更显不足。

在全球气候变暖的大背景下，极端气候事件发生的概率不断增加，50 年甚至 100 年一遇的农业大灾随时可能突然降临，大灾造成的农业投保损失可能会远远超过农业保险公司自身的偿付能力。2013 年黑龙江特大洪涝灾害、2014 年辽宁特大旱灾和海南两次台风，相关省份均出现了大额超赔。在国外，2011 年泰国洪水和 2012 年美国特大旱灾，都出现了创纪录的赔付，给这些国家农业保险的可持续经营带来较大影响。因此，分析我国农业灾害多发省区和总公司农业保险现行模式应对农业大灾风险的能力，探索当保险公司超过偿付能力时为其提供外部超赔补偿资金的方式，完善我国农业保险大灾风险分散制度，已成为当前我国政府和农业保险公司面临的重大现实问题，也是理论界亟待研究解决的难题。

计算机模拟被公认为是当今四大科学研究范式之一（中国科学院，2013），是对系统行为变化趋势开展超前性研究的重要方法。系统动力学是动态模拟的主要方法之一，被誉为“政策和策略的‘实验室’”，非常适宜开展农业保险政策设计的模拟分析，有助于开展对我国农业保险大灾风险分散机制的超前性研究。但目前国内外利用系统动力学原理和方法对农业保险进行模拟研究的成果还少见报道（吕晓英等，2012，2014）。

为此，本书首先以我国东、中、西部农业灾害多发区的湖南、甘肃和广东三个省和总公司，以及以吉林、辽宁、内蒙古、北京和山东五个省（区、市）开展农业保险业务的一家专业农业保险公司为代表，建立农业保险现行经营模式的省级和总公司的系统动力学耦合模型以及利用下标变量建立的专业公司及其经营的五个省级农业保险的系统动力学数组模型，通过10年、20年、50年和100年一遇的大灾风险情景假设的模拟研究，检验各省和总公司及专业公司农业保险现行模式应对大灾风险的能力，展示省级农业保险超赔时需要总公司支付的缺口资金，以及总公司和专业公司超过偿付能力时需要的外部超赔补偿资金；其次，进一步构建全国农业保险大灾风险分散的系统动力学模型，对“政府兜底”（由中央和地方政府以及保险公司共同建立的政府大灾准备金向保险公司最终提供外部超赔补偿资金的方式）和“融资预案”（由政府财政担保、由保险公司向金融机构贷款或发行农业保险大灾风险公司债券并偿还本金、由政府支付保险公司融资利息）这两种方式，进行动态模拟和比较，探讨我国适宜建立的农业保险大灾风险分散体系。因此，本书的研究成果不仅对于建立和健全我国农业保险大灾风险管理制度，实现我国农业保险可持续发展具有重要的实践意义，而且首次将系统动力学引进和实际应用于农业保险大灾风险分散模式的研究，并成功开发了农业保险大灾风险分散的数组变量模型，将丰富农业保险理论，为农业保险的政策和策略分析探索一条新的研究思路和方法。

二、国内外农业保险巨灾风险理论研究综述

国内外巨灾风险的研究成果丰硕。早在20世纪70年代，国外学者开始对巨灾保险市场需求、供给和市场均衡进行分析。20世纪90年代以后，研究成果集中探讨如何通过再保险、保险衍生工具等市场配置资源的方式分散巨灾风险，以及发挥政府在巨灾风险分散中的作用和政府采取措施提供巨灾保障等。我国对农业巨灾风险的研究起步比较晚，随着2004年新一轮保险试点在全国开展，国内



对农业巨灾风险的研究逐渐增多，主要研究农业巨灾风险分散途径、巨灾风险分散体系的构建、巨灾风险承受能力的测算、巨灾准备金的规模，以及对巨灾风险损失的评估。

（一）国外研究现状

1. 巨灾保险市场需求、供给和市场均衡

在巨灾保险市场上，巨灾需求和供给的不足导致巨灾市场均衡低于社会最优的分散风险数量（Skees J. R. & B. J. Barnett, 1999）。缺乏对巨灾的认识降低了分散巨灾风险的需求。由于个人无法估计巨灾事件的发生概率和潜在损失程度（Kunreuther 1976; Rossi & Wright, 1982），人们不能也不愿设想低发生概率引起的破坏（Kunreuther & Slovic, 1978），决策者总是忘记损失事件（Buzby 等, 1994），由此导致巨灾需求不足。在供给方面，很多自然灾害形成的巨灾风险既不是完全独立的，也不是高度相关的，而是介于两者之间的。巨灾风险的保险成本高于独立风险，损失事件之间的正相关降低了风险分散的能力。为应对自然灾害形成的巨灾，保险公司需要提高准备金和预留防止低估巨灾的资金。同时，保险公司为支付工资、广告、设备等花费较高的管理费用，投资者期望得到更高的资产回报率。这些因素降低了巨灾保险的供给量，提高了保险费率。此外，与巨灾保险相关的较高交易成本也是导致巨灾保险供给不足的原因，交易成本不仅包括保险公司为获得投保人信息而发生的费用，而且包含保险公司购买再保险的交易成本。总之，只有当价格高到能够补偿灾害损失分布的信息匮乏、购买再保险的高额管理费用和交易成本以及保持充足的准备金时，保险公司才愿意提供巨灾保险（Skees & Barnett, 1999）。巨灾保险的供需“双冷”使巨灾市场的均衡数量低于社会最优数量。

在假定农户和保险公司都是风险厌恶者的条件下，John Duncan, Robert J. Myers (2000) 建立了保险模型，研究巨灾对农业保险市场长期均衡的影响。巨灾风险提高了保费收入，降低了农民的保障水平，尤其是当巨灾风险水平高于保险公司的保留偏好水平时，将导致农业保险市场崩溃。

在资源配置方面，很多学者认为农业巨灾保险市场存在市场失灵。由于保险公司获取准确的风险损失信息和监督农户行为的成本高昂，因此逆向选择和道德风险等信息不对称问题使农业巨灾保险市场失灵（Chambers 1989; Skees & Reed, 1986; Goodwin & Smith, 1995）。如果没有政府补贴，美国农业保险公司不会经营多风险农作物保险，部分原因在于农作物风险的巨灾特性（Skees, Barnett, 1999）。Miranda & Glauber (1997) 指出受旱灾、洪水等自然灾害影响的区域范围广泛，巨灾造成的农业系统性风险和农户产出水平之间高度相关，单个产

出之间缺乏随机独立性，这使保险公司无法在农场之间分散巨灾风险损失。因此系统性风险也是市场失灵的主要原因之一。通过建立农业保险的经验模型，测算出在系统性风险下，农业保险公司在受灾时所承担的风险是农场间的产出随机独立情况下承担风险的 20~50 倍。

传统理论认为巨灾风险不可保的原因是道德风险、逆向选择等信息不对称问题。Dwight M. Jaffee & Thomas Russell (1997) 提出不同看法，认为私营保险市场需要解决的问题不是某一时间点的风险分散，而是如何解决将每年平滑的保费收入和极端不平滑的年巨灾损失赔付相匹配的跨期问题。巨灾造成的资本不充足是市场不能提供巨灾保险的主要原因。目前与市场交易相关联的激励结构不能有效解决巨灾的不可保。美国私营保险公司不愿意提供洪水、飓风等巨灾保险的原因在于，巨灾风险要求保险公司持有大量的流动资产以解决年保费收入与年巨额赔付不匹配的问题，而会计准则、税收和接管风险使公司缺乏动力储备大量资金以应对巨灾风险。

2. 私人市场分散巨灾风险的途径

为应对巨灾风险，保险公司通过私人市场管理巨灾风险的主要途径包括传统的巨灾再保险和以巨灾债券、巨灾保险期权等保险衍生工具为代表的创新方式。由此，对私人市场参与巨灾风险分散的研究也集中在再保险和资本证券化两个方面。

有关巨灾再保险的研究，国外学者关注于再保险对农业保险市场长期均衡的影响和再保险市场均衡。巨灾造成的损失严重，由于农业保险公司利用不同市场形成风险多样化的资产组合需要较高的成本，因此传统的做法是将保险业务分给大型、全球经营的再保险公司，这些公司擅长在世界范围内、不同的区域分散不同的巨灾风险。Duncan & Mysers (2000) 分析了农作物再保险对保险市场的影响，认为在没有政府补贴的情况下，再保险可以提高农业保险的保障水平和降低保费，但是再保险本身不能促进市场均衡的形成。而政府补贴的再保险不仅有助于形成保险市场的长期均衡，而且可以降低农业保险的保费以及提高农户和保险公司的参与程度。该研究为政府补贴农作物再保险提供了理论依据。基于大量公司的再保险交易数据，Kenneth A. Froot (2001) 运用再保险市场供给和需求模型，分析再保险的购买行为和再保险价格。认为免赔调整后的再保险主要承担了中等规模和小规模损失事件，而没有补偿应对极端事件造成的巨灾损失。巨灾再保险价格偏离了公平价格，保费是预期损失的 2~7 倍。巨灾再保险的短期行为扭曲了价格周期 (Jaffee & Russell, 1997)。如果没有出现大灾损失事件，再保险的定价较低，但是在巨灾发生后，再保险将非常昂贵。1992 年在美国佛罗里达发生安德鲁飓风和 1994 年加利福尼亚出现地震后，很多财产保险公司都准备退