

基于浙江省台风灾害保险数据的 农村住房易损性评价

方伟华^{1,2)} 钟兴春¹⁾ 乔阳³⁾ 林伟⁴⁾ 徐宏¹⁾ 李颖¹⁾

(1)地表过程与资源生态国家重点实验室(北京师范大学), 100875, 北京; 2)民政部/教育部减灾与应急管理研究院, 100875, 北京; 3)中国人民财产保险股份有限公司, 100052, 北京; 4)北京师范大学资源学院, 100875, 北京)

【摘要】利用浙江省农业政策性保险试点项目中的农村住房保险及理赔数据,定量分析了浙江省2007年圣帕、韦帕及罗莎3场台风灾害期间农村住房投保金额、赔付金额、保额损失率的分县汇总数据,以及与这3场台风的极大风速、过程降水量等致灾因子强度的定量关系。研究发现,浙江省农村住房的台风灾害保险金额损失率,其对数与过程降雨量有着很好的线性相关关系。依据这一关系,建立了浙江省农村住房台风易损性方程并给出相关参数。

【关键词】农村住房; 易损性; 保险数据; 台风; 浙江

1 背景介绍

浙江省是我国受台风灾害影响较为严重的沿海省份之一,1949—2008年间,共有41场台风在浙江境内登陆。在福建等其他沿海省份登陆的台风,也经常给浙江省带来大量降水或形成大风。温州、台州地区是台风严重影响区域,登陆台风分别占浙江登陆台风总量的44%和37%,象山与普陀台风影响也较严重,占19%左右;宁波北部地区、舟山地区、钱塘江两岸的慈溪、上虞、平湖等地是台风影响较严重区域;另外,嘉兴、湖州等北部地区、杭州东部、绍兴西部、金华及丽水东部等地区也经常受台风灾害影响。

台风致灾因子主要有大风和暴雨,并可能形成洪水、风暴潮、滑坡、泥石流等次生灾害,致灾过程与灾害损失形成机制复杂。常见的灾害损失有房屋结构性破坏、窗户等结构附件损坏、室内财产损坏、种植养殖业受损、沿海船只受损、电力通讯海塘堤坝等基础设施损坏等多种形式。农村住房一般来说防风抗雨性能比较差,特别是一些老旧民房,极易遭受台风影响。据民政部门灾情数据统计,浙江省仅1997—2006年期间农房倒塌数量就高达45.8万间^[1]。

台风灾害建筑物易损性是风险定量评价的核心内容之一,反映台风自然物理过程对社会系统的影响,即致灾因子与灾害损失之间的关系。建筑物易损性数据可广泛应用于灾害管理领域,如应急救援、快速损失评估、风险评估及风险转移等,对促进灾害应对与防灾减灾能力建设起着重要作用。台风建筑物易损性评价方法大致可以归结为2大类:1)结构工程模拟法,其原理是选取代表性的建筑类别,进行风洞试验及计算机模拟,形成台风大风与建筑物结构整体及各部分损失之间的关系。这一方法由于涉及风工程、结构可靠性研究等领域,试验及数据采集比较复杂,且成本较高。2)致灾强度-灾害损失反演法,根据历史台风灾害损失

* “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD20B03,2008BAK49B04)

收稿日期:2010-07-08

数据和致灾因子强度,反推建筑物易损性曲线。致灾因子指标主要有过程降水量、日最大降水量、极大风速等,而损失数据主要是各种结构房屋的不同损坏程度的总量及比例数据。目前,我国建筑物台风易损性研究还处于初步阶段,特别是台风灾害损失数据的时间序列和空间分布完备性、易损性方程及参数量化上都有很大的改进空间。

我国比较系统收集台风灾害损失数据的部门有:1)民政部门。由村级灾害信息员上报,经各级民政部门逐级上报核查,县级数据最终汇集于民政部国家减灾中心,主要用于受灾居民的救助决策。民政灾情统计数据时间序列长,但历史数据质量并不理想。2)气象、水利等部门。主要通过各地方部门调查上报,数据的空间分辨率比较低,多为省级统计数据。3)保险企业。各商业保险公司承保和理赔记录。保险标的空间位置能精确定位到乡镇、村,赔付金额可准确反映标的实际损失。保险数据精度高,可用于对保险标的量化的易损性评价,但数据获取难度较大。

为完善灾害补偿机制,分散农村住房的因灾损失风险,浙江省从2006年11月启动政策性农村住房保险试点项目,由乡镇或村组织辖区内农户统一投保,保险对象为农村居民自有的、用于生活居住的房屋主体,不包括附属建筑物。该项目将浙江省划分为2类风险区域:一类包括温州、台州、舟山、丽水等4个市;二类包括杭州、宁波、绍兴、湖州、嘉兴、衢州、金华等7个市。一类风险区域每户每年保险费15元,农户交费5元,市县财政和省财政各补助6元、4元;二类风险区域每户每年保险费10元,农户交费3元,市县财政和省财政各补助4元、3元。每户农房保险金额为18000元,每间房屋保险金额3600元^[2]。该项目保险条款规定,保险公司将赔付投保房屋由于自然灾害或意外事故造成的损失。房屋的损毁程度分为一般倒塌、较严重倒塌和严重倒塌三级,赔偿金额分别为每间1000、2000和3600元,每户最高赔付18000元。实际赔付过程是在此标准的基础上,核定房屋实际损毁程度,由农户与保险公司协商达成有关具体赔偿金额的协议。

浙江省政策性农村住房保险试点项目,极大减轻了农民灾后重建负担,有效地转移了农村住房因灾损失风险。同时,项目也积累了大量农村住房保险投保和理赔数据。为量化评估浙江省农村住房的台风易损性,本研究将基于农房保险损失数据集,以及对应的台风灾害致灾因子数据,采用致灾强度-损失反演法,分析台风大风、暴雨的致灾强度与农房损失率之间的关系,建立浙江省农村住房的台风易损性方程及其参数。

2 数据收集

本研究中所使用的台风致灾因子数据主要包括过程降雨量、极大风速等,损失数据来自农房投保与理赔等保险数据。数据集在空间上覆盖整个浙江省,时间上以台风灾害影响严重的2007年为主。

降雨数据来源于浙江省水文局台风雨水情总结资料,包括浙江省11个地区共68个县市台风影响期间的累计面平均雨量。风速数据来源于浙江省22个气象站点的日极大风速观测资料。日极大风速是指一天内出现的最大3s平均风速值。

浙江省农村住房保险数据,包括投保与理赔数据。投保数据是从保单中提取出保单号、被保户数、承保地址、每户保险金额、总保险费等指标;理赔数据指标包括保单号、出险日期、出险原因、出险地址、保险标的损失、实赔金额等,2类数据中保单号相互对应。本研究所用农房保险理赔数据,以及对应的投保记录,共计4056条。

在保险数据集中,投保单或者理赔单中缺乏保险标的经纬度数据,尽管出险地址详细记载了保险标的地理位置,但需要详细利用地理信息系统工具(GIS)等进行手工查询,工作量巨大,这给保险标的精确定位造成了一定困难。在保单号中包含6位机构编码,能确定每一笔投保或者理赔业务中的保险标的所在县,可用于批量定位,因而本研究将保险数据指标统计到县进行分析。

3 2007年台风灾害特征分析

3.1 台风致灾因子特征

2007 年有 3 场台风对浙江省造成严重影响, 分别为 200709 号强台风“圣帕(Sapat)”、200713 号台风“韦帕(Wipha)”和 200716 号强台风“罗莎(Krosa)”。3 场台风影响期间, 浙江省各地降雨强度大, 风速较强, 影响范围广。

降雨强度大:根据全省各县市降雨量分析结果, 台风“圣帕”虽未经过浙江, 也在浙南温州、丽水地区造成强降水, 全省累计面平均降雨量 67.5 mm, 温州地区累计面平均降雨量达 219.6 mm。台风“韦帕”沿东南—西北方向横穿浙江, 各地普降暴雨, 全省累计面平均降雨量达 131.1 mm, 降雨总量约 136 亿 m³。台风“罗莎”沿浙江省海岸地区移动, 影响时间长, 温州、台州、宁波市多个区县降暴雨、特大暴雨, 全省累计面平均降雨量达 180.4 mm^[3]。

风速较大:3 场台风登陆时风力均超过 12 级, 风力强。台风“圣帕”登陆时近中心最大风速 33 m·s⁻¹, 在浙江沿海引发 11~12 级大风, 局部出现强龙卷风。台风“韦帕”登陆时近中心最大风速达 45 m·s⁻¹, 大风持续时间长, 浙中、浙南海面大风持续时间超过 20 h, 温州苍南渔寮站极大风速 55.3 m·s⁻¹。“罗莎”是登陆浙江最晚的台风, 滞留时间长, 登陆时近中心最大风速 33 m·s⁻¹, 沿海地区风力普遍达到 8~11 级^[3]。

3.2 浙江省农村住房分布

根据第二次全国农业普查数据, 浙江省全省农户共计约 1 014.1 万户(2005 年), 其中抗台风性能较强钢筋混凝土结构住房仅占 0.5%, 而混合结构、砖木结构、木竹草结构以及其他结构的农户数分别占 52.3%, 33.9%, 11.2%与 2.0%, 这些结构都较容易受到大风、暴雨的破坏。全省 55.8%的农村住房建成于 20 世纪 80 年代或更早, 建筑材料落后, 施工质量难以保证, 房屋老化严重, 抗台风性能堪忧。结合 1995 年全国 1 km 土地利用数据, 浙江省农村居民点分布在浙北地区较为集中, 东部次之, 浙西和浙南地区比较稀疏(图 1, 见封二)。东部沿海地区大量的农村居民点, 是历次台风灾害中损失最为严重的区域。

根据浙江省农村住房保险试点项目统计资料, 2006 年底投保户数为 93.8 万户。截止到 2007 年 4 月, 投保户数增加到 979.2 万户, 投保率超过 95%, 覆盖了浙江省境内绝大多数农村住房。

3.3 农村住房保险损失

浙江省 2007 年政策性农村房保险承保金额达到 1 814 亿元, 覆盖全省。2007 年主要台风灾害造成的损失数据表明(图 2-a, 见封二), 浙南、浙东地区农村住房损失较大, 主要是沿海的温州、台州和宁波等地。温州是全省农房损失的重灾区, 尤其是苍南、平阳、瑞安和永嘉等县市损失最为严重。

台风“圣帕”主要影响浙南地区, 全省农村住房索赔案 599 件, 保险赔付金额 428.9 万元, 其中温州市赔付 374.5 万元, 占全省农房损失的 87%。台风“韦帕”给浙江东部和南部造成巨大损失, 全省农村住房索赔案 1366 件, 赔付金额达 598.5 万元。台风“罗莎”主要影响温州、台州和宁波等沿海地区, 浙北部分县市损失严重, 全省农房索赔案共 2 091 件, 赔付金额达 654.5 万元。

本研究将每户农房实际赔付金额和相应的保险金额之比, 作为该户农房的保额损失率。由于无法更精确定位每一笔理赔记录, 根据保单号分离出的县级机构代码, 本文分别统计各县农房损失总额与总保险金额, 计算二者比值, 作为该县农村住房的保额损失率。依次对 2007 年严重影响浙江省的 3 场台风灾害损失数据进行上述处理和空间化, 得到农房保额损失率分布图(图 2-b、c、d, 见封二)。由图可知, 全省各县农村住房保额损失率在浙东、浙南的沿海地区损失率较大。各县损失率与过程降雨量的分布存在一定相关关系, 后文将对二者的关系作进一步定量化的分析。

4 农村住房易损性评估

4.1 易损性评估方法简述

承灾体易损性评估是国内外灾害与风险领域研究的热点问题。现有评估方法多样,根据模型机制和数据源的不同,可以分为结构工程模拟法和致灾强度-损失反演法 2 类。

结构工程模拟方法是在建筑物分类的基础上,以风速为致灾因子,将建筑物看作各构件(门、窗、屋顶等)的组合,根据构件的易损性推定建筑整体易损性。风洞试验或计算机模拟的手段可获得构件在不同风速、风向下破坏程度的概率分布,根据建筑整体破坏等级与各构件破坏等级的对应关系,计算建筑整体在不同破坏状态下的破坏概率,进而获得建筑物损失率与风速的关系曲线,即易损性曲线^[4-5]。建筑物易损性的工程模拟法从台风大风的物理成灾机制出发,是基于概率的单体易损性评估,对建筑分类异质性、建筑统计数据要求较高,模型较为复杂。

致灾强度-损失反演法是基于历史台风灾害的损失数据和致灾因子强度,反推承灾体易损性曲线。根据损失数据来源不同,常见的方法又可分为:1) 台风灾害损失案例法,即开展台风灾后调查,收集建筑物损失信息,结合地面气象观测数据推定承灾体易损性^[6]。2) 灾情数据统计分析法,根据各级民政、气象、水利和农业等政府部门逐级上报的核查灾情数据,统计分析易损性^[7]。3) 保险损失反推法,是根据台风灾害保险数据,研究承灾体损失率与大风、暴雨等致灾因子之间的关系^[8-10]。

致灾强度-损失反演法不局限于研究建筑物损失与台风大风的关系,可以依据不同类型的损失数据,评估在大风、暴雨等多种致灾因子打击下,房屋、农业损失、企业财产等不同的承灾体类别的易损性,且模型简单,可操作性更强。

保险数据精度高,空间定位信息准确,能够有效反映灾害的实际损失,可有效应用于台风灾害承灾体易损性评估,以及对工程模拟的校正。2007 年浙江省政策性农村住房保险覆盖全省,其投保和理赔数据质量高,标的地址精确到全省各乡镇、村。本文据此数据集,采用致灾强度-保险损失反演法,分析农房保险损失与台风暴雨、大风与之间的规律。

4.2 致灾因子的选取

暴雨和大风是台风主要的致灾因子,可能引发洪涝、风暴潮、滑坡、泥石流等次生灾害,形成台风-暴雨灾害链^[11],这些因素都可能造成房屋的破坏,甚至倒塌,成灾机制复杂。选取何种致灾因子指标,来进行房屋台风易损性的评估显得十分关键。

浙江省农村住房保险数据中,农房出险原因标注不清,比如仅标注“台风”、“倒塌”等信息,注明由暴雨、大风造成破坏的保单记录仅占 5%左右。大量损失记录无法与具体致灾因子对应,这给易损性评估中选取合适的致灾因子指标造成很大困难。根据浙江省 2007 年气象灾害年鉴资料分析,“圣帕”台风在浙南引发的大暴雨和局部龙卷风,是此次台风灾害农房破坏的主要原因。台风“韦帕”和“罗莎”的致灾因素复杂,持续大风、大暴雨及引发的内涝、滑坡、泥石流都造成大量农房损失。

常用的反映暴雨强弱指标是日最大降雨量和过程降雨量,而大风一般用日最大风速和极大风速来表征。鉴于浙江省 2007 年农房损毁原因同时涉及暴雨及大风,本研究选取过程降雨量、极大风速为致灾因子指标,定量分析农村住房的台风易损性。

4.3 农村住房易损性方程

国外研究中房屋保险损失与致灾强度的关系,有损失率与风速之间的指数模型、双指数模型^[8]、线性模型^[9]等。本研究根据台风期间农房保险损失数据与地面气象观测数据,建立基于农房保额损失率和过程降雨量、极大风速的农村住房易损性方程

$$\ln \mu = aI + b, \quad (1)$$

式中: μ 为农房保额损失率,是各县保险总赔付金额与总保险金额的比率; I 为致灾因子强度,本文具体指标为过程降雨量

(Ir), 为各县台风影响期间累计面平均降雨量,或极大风速(Iw),即各县台风影响期间出现的最大 3 s 平均风速值; a、b 为待定参数。式(1)描述了农房保额的对数与致灾强度之间的线性相关关系。

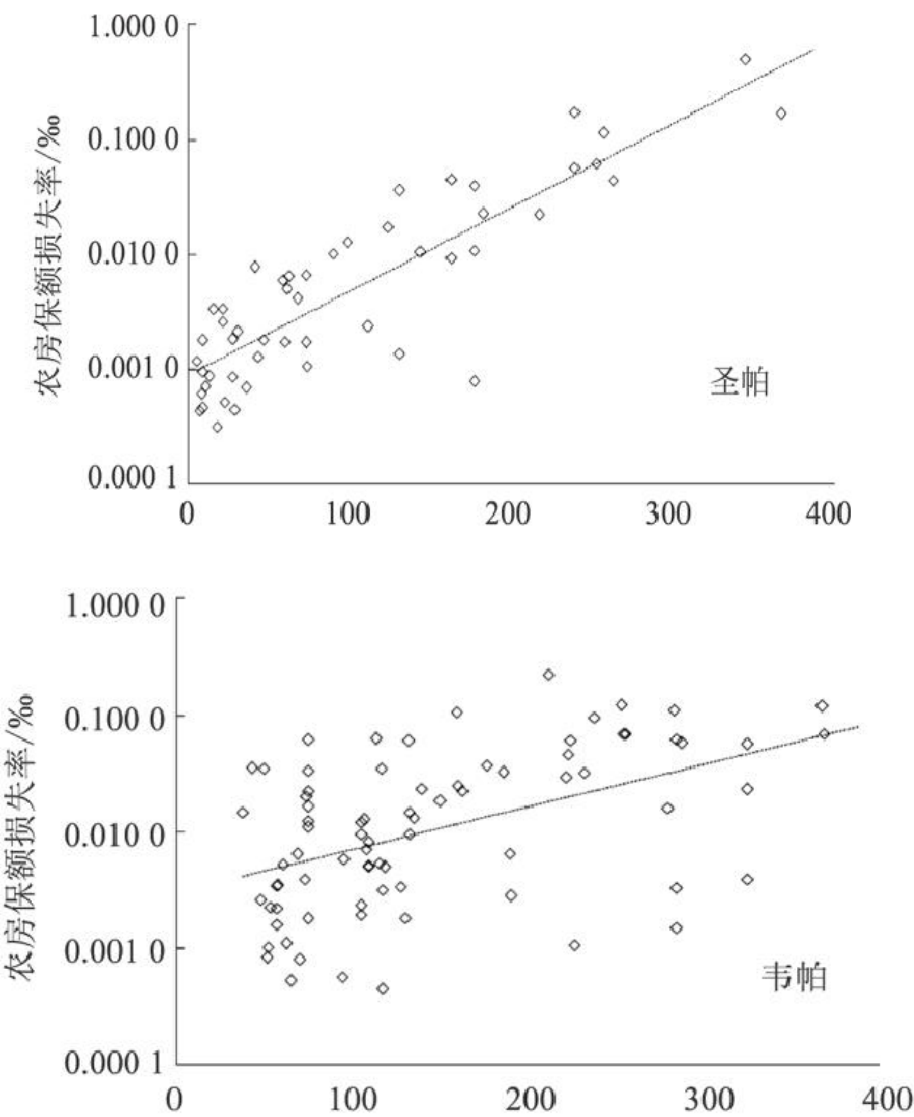
5 结果与分析

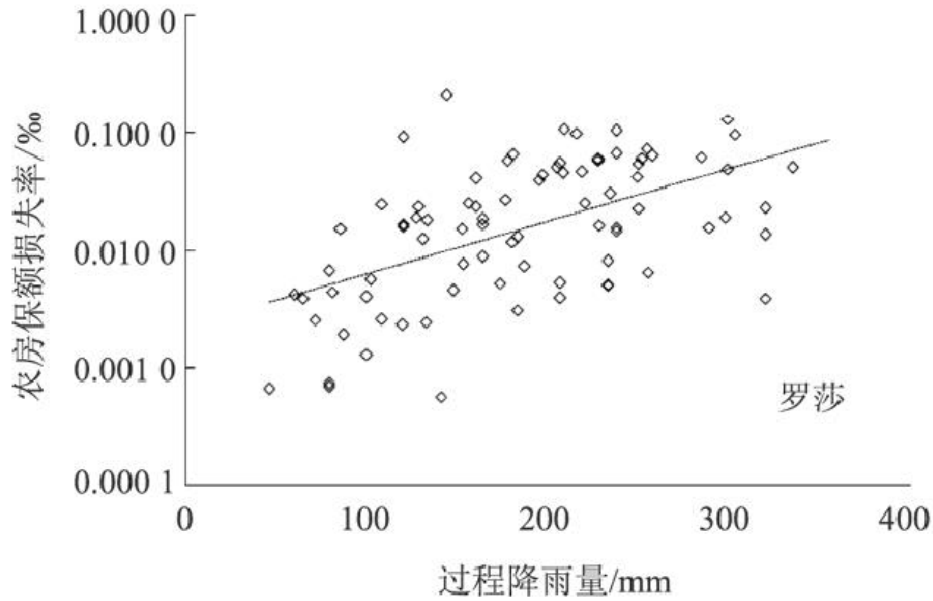
分别使用 2007 年“圣帕”、“韦帕”和“罗莎”3 场台风灾害中浙江省各县农房保额损失率,与过程降雨量进行分析,得到二者关系的散点图(图 3)。通过上文中式(1)进行方程拟合,结果分别为:

“圣帕” : $\ln \mu r = 0.016 \ 9 I_r - 13. \ 929, \ R^2 = 0. \ 75, \ (2)$

“韦帕” : $\ln \mu r = 0.008 \ 6 I_r - 12. \ 694, \ R^2 = 0. \ 23, \ (3)$

“罗莎” : $\ln \mu r = 0.010 \ 2 I_r - 12. \ 984, \ R^2 = 0. \ 29, \ (4)$





式中各项指标含义参考式(1)。

由图可看出, 农房保额损失率的对数与过程降雨量之间存在较好的线性相关关系, 随着过程降雨量增大, 3 场台风的农房保额损失率均呈现上升趋势。作为 2007 年第一场造成严重损失的台风灾害, “圣帕”并未直接登陆浙江, 其影响主要是浙南地区的大暴雨, 致灾因子单一, 因而其损失率随过程降雨量增加而增加的趋势最大, 且二者相关性最高, R^2 达到 0.75。当过程降雨量达到 400 mm 时, 损失率约为 1%。台风“韦帕”、“罗莎”中保额损失率总体较低, 与过程降雨量相关性不高, 分析原因可能是这 2 场台风直接在浙江省登陆, 暴雨、大风以及次生灾害综合致灾, 农房受损原因复杂多样, 仅由过程降雨量一个变量无法很好地解释损失率的趋势, 且农房易损性可能由于前期台风影响而发生改变, 因而导致相关性不高。

综合上述 3 场台风的农房损失数据, 拟合出 2007 年浙江省农房保额损失率与台风过程降雨量关系方程为

$$\ln \mu_r = 0.0118 I_r - 13.268, R^2 = 0.43, \quad (5)$$

式中各项指标含义参见式(1)。

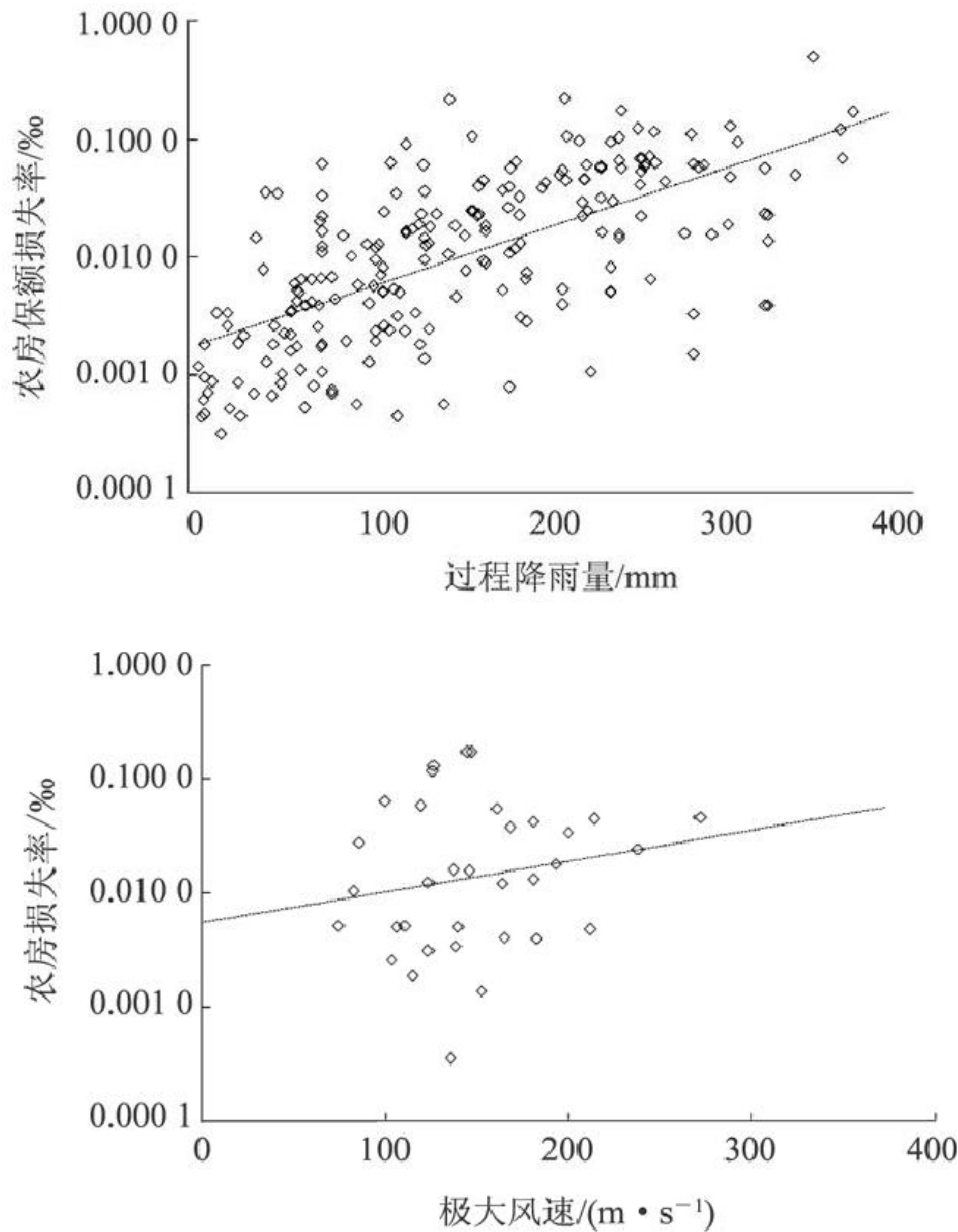
在过程降雨量尚小于 100 mm 时, 农房损失便广泛出现, 这表明浙江省部分农房抗雨性能较差。随着过程降雨量增大, 损失率也逐渐增大, 当过程降雨量超过 400 mm, 农房保额损失率接近 1%, 作为县保额损失率来看, 总损失金额将十分巨大。浙江省农村住房的台风易损性, 由此可以使用农房保额损失率的对数与过程降雨量的线性关系来表征 (见图 4)。

为分析农房损失与台风大风之间的规律, 本研究使用浙江省部分县市 3 场台风期间日极大风速数据与农房保额损失率进行方程拟合 (图 5), 结果为:

$$\ln \mu_r = 0.062 I_r - 5.298, R^2 = 0.035, \quad (6)$$

式中各项指标含义参见式(1)。

由图可看出, 农房损失与极大风速之间的拟合方程 R2 较低, 相关性较差, 导致这一现象的主要原因可能有:



- 1) 微地形和地面粗糙度影响。农村住房常为一到二层的低矮房屋, 高度较低, 且微地形十分复杂, 不同地面粗糙度影响下, 房屋表面的风荷载跟风速之间的相关性较差, 可能导致相同风速下, 屋面风荷载差异较大, 造成损失不同。
- 2) 风速指标的选取和处理。受可获取数据所限, 本研究使用的风速指标为日极大风速, 还可选日最大风速、6 h 极大或最大风速等指标进行分析。另外, 大风持续时间也是可能影响损失大小的因素。
- 3) 房屋结构与材料抗雨性能差。浙江省农村地区现有住房, 47.1%农户住房为容易受损的砖木、木竹草等结构, 墙体常为砖砌、土夯, 抗风雨性能较差, 在台风期间墙体易受暴雨侵蚀或洪水内涝的浸泡, 造成农房损失。
- 4) 屋顶形式与材料防雨性能差。瓦片双坡屋面是浙江省农村住房是十分普遍的屋顶形式, 常为木结构屋架支撑, 小青瓦、平

瓦屋面防水,瓦片之间缺乏必要的粘结。这种屋面形式抗风性能极差,瓦片易于被大风掀起,大量雨水进入房屋内部,导致墙体疏松易损。

5) 次生灾害影响。台风灾害往往引发洪涝、滑坡与泥石流等次生灾害,造成农房损毁。

6 结论

本研究使用浙江省政策性农村住房保险数据,对浙江省 2007 年台风灾害农房损失进行分析,并结合地面气象观测数据,分析农房保额损失率与台风暴雨、大风之间的规律,开展了浙江省农房台风易损性的定量评价。研究表明:

1) 浙江省农村住房保额损失率的对数与过程降雨量存在较好的线性相关关系,损失率-过程降雨量曲线可以定量地表征农村住房的台风易损性。另外,农房保额损失率与风速之间的相关性需要进一步研究。

2) 单一致灾因子对台风灾害承灾体易损性的解释能力有限。台风期间大风、暴雨交加,洪水、滑坡、泥石流以及风暴潮等次生灾害频发,应综合考虑多种致灾因子、灾害链作用下承灾体的损失,进行全面的易损性评价。

3) 保险损失数据可有效地用于承灾体的易损性评价。目前我国保险市场还存在较多不足之处,如出险地址不清或难以用 GIS 配准、原因不明、通融赔付等,还需加强业务系统的技术改进,以积累高质量的保险损失数据。

本研究是针对浙江省县级农村住房保额损失率和过程降雨量、极大风速的关系进行研究,进一步研究将精确定位保险损失数据到乡、镇,结合分辨率更高的地面气象观测数据和台风风场模拟结果,对农房损失与台风暴雨、大风的规律作更深层次的分析。

参考文献:

- [1] 浙江省保监局. 浙江省台风损失补偿机制研究. 中国风险管理报告:2009[M]. 北京:中国财政经济出版社, 2009
- [2] 浙江省人民政府. 关于开展政策性农村住房保险工作的通知[EB/OL]. [2006-11-13]. [2009-11-11]. <http://www.zhejiang.gov.cn/gb/zjnew/node3/node22/node171/node413/node4043/node4047/userobject9ai62033.html>
- [3] 浙江省气象局. 2007 年浙江省气象灾害年鉴[EB/OL]. [2008-2-11]. [2009-11-11]. <http://ms.zjmb.gov.cn/zjqx/attaches/col15/>
- [4] Vickery Peter J, Peter F Skerlj, Jason Lin, et al, HAZUS-MH hurricane model methodology. II : damage and loss estimation[J]. Natural Hazards Review, 2006, 7(2):94
- [5] Pinelli Jean-Paul, Emil Simiu, Kurt Gurley, et al. Hurricane damage prediction model for residential structures[J]. Journal of Structural Engineering, 2004, 130(11):1685
- [6] Liang Daan. Improved reliability and economic modeling for new and retrofitted low-rise structures subjected to extreme wind hazards[D]. Buffalo: University of New York, 2001
- [7] 周俊华. 中国台风灾害综合风险评估研究[D]. 北京:北京师范大学, 2005

-
- [8] Huang Zhigang, David V Rosowsky, Peter R Sparks. Long-term hurricane risk assessment and expected damage to residential structures [J]. Reliability Engineering and System Safety, 2001, 74:239
- [9] Stewart Mark G. Cyclone damage and temporal changes to building vulnerability and economic risks for residential construction[J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2002, 91:671
- [10] 曹伟华. 基于过程降雨量的企业财产台风风险评价研究:以浙江省台州市为例[D]. 北京:北京师范大学, 2009
- [11] 史培军. 三论灾害理论的研究与实践[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3):1