郑山锁，相泽辉，郑捷，等. 我国建筑物地震保险制度及保险费率厘定研究[J]. 灾害学，2016，31(3)：1－7，19.
[ZHENG Shansuo，XIANG Zehui，ZHENG Jie，et al. Study on the Earthquake Insurance System and Determination of Insurance Premium Rate of Buildings in China[J]. Journal of Catastrophology，2016，31(3)：1－7，19.]

我国建筑物地震保险制度及保险费率厘定研究*

郑山锁，相泽辉，郑　捷，郑　渼，孙龙飞

（西安建筑科技大学 土木工程学院，陕西 西安 710055）

摘　要：在简单阐述各国成熟保险制度的基础上，从政府角色、普及方式、出售方式、保险金额、免赔率及保单涵盖范围等方面对适应我国国情的地震保险制度进行研究。采用基于地震危险性、建筑结构易损性及结构损失的地震工程学方法进行地震保险费率厘定，并对如何恰当考虑地震危险性与选择结构易损性计算方法进行论述。最后，选取课题组计算获得的 576 条解析地震易损性曲线，分析后得到考虑了建筑高度、抗震设防烈度、龄期及抗震设计规范差异的 RC 框架主体结构、建筑装修及室内财产地震保险费率，并与各国已有的地震保险费率进行对比，结果表明本文地震费率计算方法合理可行。

关键词：地震保险制度；政府角色；费率厘定；地震危险性；结构易损性

中图分类号：X43；P315.9　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1000－811X(2016)03－0001－08

doi：10.3969/j.issn.1000－811X.2016.03.001

地震是我国造成经济损失最多的自然灾害[1]，汶川地震造成的直接经济损失约占 2007 年全国 GDP 总量的 3.4%；玉树地震所造成的直接经济损失约占 2009 年全国 GDP 总量的 0.76%；唐山地震造成的经济损失约占 1975 年全国 GDP 总量的 3.3%。面对地震造成的巨大经济损失，国际上多采用地震巨灾保险形式进行恢复重建，如美国、日本等，而我国则主要依靠政府财政投入进行重建，加重了国家财政的负担与不稳定，因此亟需建立符合我国国情的地震巨灾保险制度。国内学者对如何建立我国的地震保险制度进行了初步讨论：郑伟[2]认为建立地震保险制度应首先制定相关法律法规并设立地震保险核心机构；李花等[3]认为制定地震保险制度应着眼于政府与市场扮演的角色；熊华等[4]认为应采用局部强制投保的方式进行地震保险普及；鄢斗等[5]认为应通过金融等衍生物进行地震风险转移。上述研究仅从单一的角度或局部对地震保险制度进行了讨论，因此有必要对适应我国国情的地震保险制度进行整体阐述。

地震保险费率厘定技术未得到合理解决是我国地震保险制度未能建立另一原因。保险费率应基于大数定理厘定，而地震发生次数较少导致其不满足大数定理适用条件，故基于地震工程学理论进行地震保险费率厘定方法成为学术界共识。我国学者也在这方面进行了研究：朱建刚等[6]认为基于工程学理论的费率厘定方法需三方面的技术支持：建筑物经济损失比矩阵、建筑物单体破坏比矩阵、关于场地地震烈度矩阵；马玉宏等[7]采用极值Ⅲ函数来刻画地震烈度分布，结合经验地震易损性矩阵及损失比矩阵厘定出不同地震危险性区域 RC 框架结构保险费率；陶正如等[8]基于汶川地震数据修正四川省地震危险性，结合震后建筑物破坏比矩阵及损失比矩阵厘定出两种免赔率情况下的 RC 框架与砖混结构地震保险费率。针对上述研究所采用的经验地震易损性方法的固有缺陷，本文基于课题组所获得的解析地震易损性曲线并恰当考虑地震危险性，以厘定地震保险费率。

1　地震保险制度设计

保险制度[9]是指为降低未知事件可能造成的经济损失而建立的风险分散制度。根据保险制度的定义，并结合地震风险的特点，可以得知我国

* 收稿日期：2016－02－17　　修回日期：2016－03－29
基金项目：国家科技支撑计划(2013BAJ08B03)；教育部高等学校博士学科点专项科研基金(20136120110003)；陕西省科研项目(2012K12－03－01；2011KTCQ03－05；2013JC16)
第一作者简介：郑山锁(1960－)，男，陕西渭南人，博士生导师，教授，研究方向为结构工程与工程抗震.
E-mail：zhengshansuo@263.net

的地震保险制度应涵盖下述内容：①政府角色；②保险普及方式；③保单出售方式；④保险金额确定；⑤免赔率确定；⑥保单涵盖范围；⑦保险费率确定。以下即从上述诸方面就适合我国国情的地震保险制度进行论述。

1.1 政府角色

政府角色定义是保险制度确立过程中关键的一环。普通保险可通过资本市场自主进行保险费率确定、保险政策制定、保单发售及保单索赔等系列行为，而地震保险行业则不能自由发展，具体原因如下：①地震损失巨量性导致单一保险公司不具备赔付能力，因此政府机构需作为枢纽，联合各保险公司组建共保体以应对巨额损失。②资本市场追逐利润最大化。为规避地震可能造成的巨额赔偿，保险公司会只在地震风险较低地区开展地震保险业务，或在风险较高地区提高保费，亦或是震后拒绝赔付，这一点在美国加州Northridge[9]地震中尤为突出。我国地震保险制度应以民众可接受保费普及地震保险，但这与资本市场的本质相矛盾，因此政府需对地震保险行业进行扶持与引导。③我国民众受教育水平较低，部分民众对于地震保险会采取逆向选择，而保险公司与民众信息的不对称会导致高费率，使得房屋质量好、日常注意维修的优质客户不愿投保，因此政府需对民众进行正确引导。

综上所述，地震风险损失巨量性、时空不确定性导致其不能在资本市场自由发展，而应有政府介入，这一点在巨灾保险制度成熟的国家中已充分体现，亦成为学术界共识，但政府部门采用何种方式介入、介入程度如何，则应与国家基本国情相适应。

政府介入一般采用三种形式：行政介入、财政介入、两者综合介入。财政介入是指政府以特定方式对资本市场进行资金支持，如：政府地震保险公司进行担保，若资本市场赔付能力不足，政府对超过资本市场赔付能力之外的索赔进行兜底赔付。行政介入是指政府通过行政手段对地震保险行业进行扶持，或作为非财政角色参与地震保险市场运营。综合介入即为两者综合。

笔者认为我国地震保险制度中政府应起到综合介入的角色：①政府应成立特定部门以起到枢纽作用，通过沟通协调将全国资产良好的保险公司联合起来组建共保体；②政府部门应加强地震风险宣传力度，提高民众风险意识；③政府部门应从财政上对共保体成员公司给予支持，如：降低税率；④政府部门应对超过共保体赔付能力之外的索赔进行财政兜底以提高共保体信用等级。上述①②项为行政介入，③④项为财政介入。

1.2 地震保险普及方式

目前各国地震保险普及方式有完全自愿、部分强制、完全强制三种。

完全自愿是指居民自主选择是否投保。采用此类普及方式的国家，其经济发展水平、民众受教育水平及风险意识均较高，如日本、美国加州等；部分强制是指居民并不被强制购买地震保险，但当居民办理某些业务时(如办理购房贷款)会被要求购买地震保险。如我国台湾地区、新西兰等；完全强制是指居民须先投保地震保险才可申请住宅产权登记，如土耳其、罗马尼亚等。

笔者认为现阶段我国应采用部分强制方式普及地震保险，原因如下：①我国居民受教育水平、风险意识较低。在我国经济、政治、文化中心的北京，采取自愿形式来购买居民家庭财产保险的仅为总人口的4.1%(根据2011年北京财产保险学会调查报告)，因此完全自愿普及方式会造成地震保险普及率较低，故此方式不适宜。②我国现阶段经济发展水平较低，完全强制普及方式给居民造成额外负担，亦不适宜。

我国部分强制式地震保险应逐步分层次进行普及，如：先从新建房屋实行，民众购买房屋时强制缴纳；对于已建房屋，业主购买财产保险、火险或办理贷款业务时强制投保；剩余部分房屋应考虑地域差异循序渐进实施。为鼓励民众积极投保，政府的财政补贴应根据用户投保地震保险与否而区别对待。对于拒不投保地震保险的房屋屋主，不仅不存在保险公司震后赔付，而且不给予其政府财政补贴，或者补贴额度相较于投保用户降低一定比例，以引导居民投保。

1.3 出售方式

地震保险制度健全国家主要以两种方式出售保单：①作为火灾保险、家庭财产险等基本险的附加选择项，由民众自主选择；②与火灾保险、家庭财产保险等基本险捆绑出售，民众在购买财产基本险时必须购买地震保险，如法国、西班牙。多数国家(如日本、美国加州、欧盟多数成员国)将地震保险保单与火灾保险保单共同发售的原因在于他们的房屋多为木结构，历次地震造成的火灾损失十分巨大，故将两者结合。

我国城镇、农村房屋多为钢筋混凝土结构与砌体结构，相较于木结构，房屋主体受火灾影响较小，故笔者认为我国地震保单可单独出售。与火灾保险、家庭财产保险平行单独出售的另一个优势在于，居民可根据家庭情况灵活性组合购买。

1.4 保险金额确定

保险金额[9]是指保险合同项下，保险公司承

担赔偿或给付保险金责任的最高限额，同时又是保险公司收取保险费的计算依据。通过设定保险保单赔付上限，进行限额赔付，保险公司可将风险控制在一定范围之内。与一般保险相同，我国地震保险也需设定保险金额作为地震保险的最高赔付额。

在地震保险成熟的国家中，保险金额设定的原则各有不同：罗马尼亚保险金额为 10 000、20 000欧元两个档次；日本取火灾保险限额的30% ~50%，主体结构不大于 1 000 万日元，室内家庭财产不大于 500 万日元；我国台湾地区的保险金额取房屋使用面积与建筑物每平单价之积且不超过 150 万台币。

笔者认为，地震保险的目的在于保证居民震后的基本住房需求，故我国地震保险金额应根据家庭人数、区域人均住房面积、区域建筑物市场单价之积计算确定，这种确定方法有其独特优点：①考虑人均住房面积可保障震后居民的基本住房需求；②保险费直接与保险金额挂钩，根据人均住房面积、建筑物市场单价确定保险金额可以更好地考虑各地经济水平的差异，提高各地居民购买地震保险的积极性。

1.5　免赔率确定

免赔率[9]为损失免赔金额与损失金额比值，分为相对免赔率与绝对免赔率两种。相对免赔率是指当实际损失比例超过免赔率时，保险公司赔偿被保险者的金额为实际全部损失额；绝对免赔率是指当实际损失比例超过免赔率时，保险公司仅赔偿被保险者超过免赔率部分的损失。

现阶段国际上采用最广泛的地震保险免赔率取值区间为2% ~15%，或规定固定免赔金额。参考各国免赔率并结合我国实际国情，笔者认为我国地震保险制度应采取 5% ~10% 的绝对免赔率。

设定免赔率优点：①设定免赔率可为地震保险公司减少损失较小的索赔单，降低工作量；②设定免赔率可提高屋主日常主动维修房屋的积极性，以避免小震引起房屋损失较小而不能进行索赔的情形；③设定免赔率可减少被保险人保费支出，降低被保险人的保费负担。

1.6　保单涵盖范围

目前各国地震保险保单涵盖范围有住宅、个人财产两方面，新西兰、日本、法国及土耳其的保单涵盖住宅与个人财产损失，墨西哥及我国台湾地区的保单仅涵盖住宅损失。为与直接经济损失分类相对应，笔者认为我国地震保险保单应涵盖三方面：房屋主体结构、房屋室内装修、房屋室内财产。居民在购买地震保险时可根据具体情况灵活投保，如房屋所有者可同时选三者进行投保，房屋租客则可只投保室内财产，而房屋出租者则只须投保房屋主体结构与房屋室内装修。

2　地震保险费率厘定

2.1　地震保险费率现状及发展方向

日本保险费率厘定方法：假定自 1498 年 6 月 19 日至1976 年6 月 16 日 347 次破坏性地震，外加 1978 年两次地震，共 485 年 349 次地震发生在现在，估算出 349 次地震造成的经济损失，除以 349 即为地震造成的年平均损失值，基于地震保险不盈利原则(即地震保费收支相抵)，则年平均保费等于年平均损失值，除以保险金额总额即为年平均保险费率。

我国台湾地区全岛均位于环太平洋地震带，且区域面积较小，地震危险性差异较难区分，同时为简化投保程序，所有地区采用单一费率：1.1‰。表 1 ~表 3 给出了现行各国地震保险费率[10-15]。

表 1　土耳其现行地震保险费率　　‰

结构类型	1 类地区	2 类地区	3 类地区	4 类地区	5 类地区
钢、RC 框架框架	2. 20	1. 55	0. 83	0. 55	0. 44
砌体	3. 85	2. 75	1. 43	0. 60	0. 50
其他结构	5. 50	3. 53	1. 76	0. 78	0. 58

注：1 ~5 类编号表征地区地震危险性，1 类地震危险性最高，5 类最低。

表 2　日本现行地震保险费率　　‰

区域	房屋类型			
	木结构		非木结构	
	建筑物	财产	建筑物	财产
1 类地区	2. 3	1. 7	0. 7	0. 5
2 类地区	2. 9	2. 0	0. 8	0. 6
3 类地区	3. 7	2. 6	1. 4	1
4 类地区	4. 2	3. 0	1. 6	1. 1
5 类地区	4. 8	3. 4	1. 8	1. 3

注：1 ~5 类编号表征地区地震危险性，1 类地震危险性最低，5 类最高。

表 3 其余国家与地区地震保险费率

国家/地区	费率/‰
新西兰	0.1 ~ 0.5
美国加州	1.05 ~ 5.25
中国台湾	1.1
墨西哥	0.2 ~ 5.3
法国	基本保单的 12%

由表 1、表 2 可知，地震保险成熟的国家和地区在地震费率厘定时考虑了建筑物结构类型及建筑物所处地区，即考虑了结构抗震性能与其所处地区的地震危险性。

随着科学技术发展，采用更科学、更精细的工程学计算方法已成为地震保险费率厘定趋势，也成为国内外学者共识。基于工程学方法厘定地震保险费率建立在三大理论基础之上，即地震危险性、结构易损性及经济损失。地震危险性表征某地区遭受不同强度地震的概率；结构易损性从侧面反映某地区结构抵御地震破坏的能力；经济损失可从侧面反映某地区经济发展水平。

2.2 费率厘定

根据上文所述，地震保险费率厘定须基于地震危险性、结构易损性及经济损失三方面理论，如何将这三方面理论合理结合起来，是本文研究重点。

2.2.1 地震危险性

我国幅员辽阔，各地区地震危险性差异较大，这一点可以从我国地震区划图里得到充分体现，故地震保险费率应基于各地区地震危险性。地震成因非常复杂，这是各国地震学者亟待解决的问题。现阶段各国地震工程学者均基于概率地震危险性分析(PSHA)方法研究地震危险性，最终得到地震危险性曲线。

我国地震动区划图历经五次修正，自第 3 代开始，区划图是基于 PSHA 理论并结合我国震害资料制定的，能比较真实地反映我国各地区地震危险性。

文献[16]采用地震危险性曲线中 50 年超越概率为 10% 的地震动来厘定地震保险费率，通过对比 HAZUS、ATC - 13、Proposed Method 等方法得出结论：采用此地震动表征地震危险性以厘定保险费率是合理的。文献[17 - 20]认为厘定费率应考虑所有可能发生的地震，本文根据此方法计算得到的保险费率是上述费率 2 ~ 4 倍，与目前各国采取的费率相比过大，因此本文亦采用 50 年超越概率为 10% 的地震动来表征地震危险性。

2.2.2 结构易损性

结构易损性是用来表征在遭受不同强度地震动的作用下，结构发生各种破坏状态的概率。其从概率意义上定量反映结构抗震性能，为预测震后区域结构破坏状态，以及进行风险控制提供技术支持。结构易损性概率属性可为进行地震保险费率厘定提供数学基础。

目前国内学者厘定保险费率多基于经验易损性矩阵，经验易损性矩阵根据震后统计数据得到，有其固有缺陷如下所示。①基础数据少：我国未系统进行震后建筑物破坏数据统计，导致灾区既有建筑物震害数据不足。除此之外，现阶段我国城市多数结构并未受破坏性地震考验，缺乏震害资料。②适用性差：某地区统计得到的经验易损性矩阵由于地区差异并不一定适应另一地区。如：两地地基条件不同使得地基 - 基础相互作用不同，从而最终导致建筑物破坏状态不同。③不连续：一次地震只能统计得到该地震动强度下的结构破坏概率，经验易损性不连续性使得需选择合适地震风险以进行费率计算难以实现。④主观性强：地震学专家在灾区判断建筑物破坏状态具时主观判断影响较大，且根据既有结构经验易损性矩阵推断其他结构易损性矩阵亦存在较大主观性。与经验易损性相反，解析易损性可根据具体情况模拟计算任何结构易损性曲线，可考虑建筑物所处地区差异，可得到任何地震动强度下结构不同破坏状态概率，且具有严谨数学理论基础。

根据上述讨论，本文基于解析地震易损性曲线进行保险费率厘定。为使建筑结构地震易损性曲线数据库具有可扩展性，课题组以各类典型结构作为城市区域相应建筑结构的主要代表模型，并考虑建筑高度、抗震设防烈度、龄期及抗震设计规范以考虑结构主要参数对建筑结构地震易损性影响。本文选取典型 RC 框架结构进行费率厘定，建立解析易损性曲线考虑如下参数。建筑高度：2、5、8 及 10 层，层高 3.6m；抗震设防烈度：6(0.05g)、7(0.1g)、7(0.15g)及 8(0.2g)度；龄期：30、40、50 及 60 年；抗震设计规范：未抗震设防、《工业与民用建筑抗震设计规范》(TJ 11 - 78)[21](简称：78 规范)及《建筑抗震设计规范》(GBJ 11 - 89)[22](简称：89 规范)。由以上参数计算获得 576 条 RC 框架结构解析地震易损性曲线。图 1 给出 16 条 2 ~ 10 层、6 度抗震设防、龄期 30 年、89 规范典型 RC 框架结构解析地震易损性曲线。

2.2.3 损失

建筑物主体结构损失比[23]是其在不同破坏程度下的修复或重建费用与建筑物主体结构重置单价的比值。确定合理损失比是厘定地震保险费率的关键所在。文献[23]针对我国历次地震灾害经

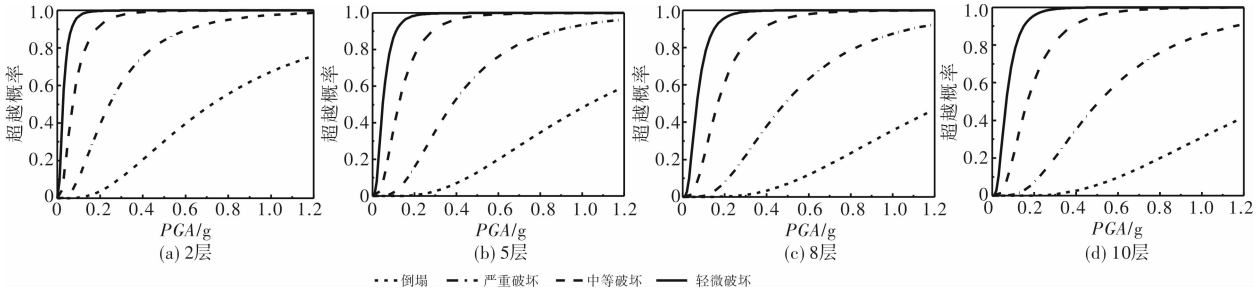


图 1　2 ~ 10 层 RC 框架结构地震易损性曲线

表 4　建筑工程结构破坏损失比　%

结构类型	破坏等级				
	基本完好	轻微破坏	中等破坏	严重破坏	毁坏
多层砖房	0 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 40	40 ~ 70	70 ~ 100
钢筋混凝土结构	0 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 40	40 ~ 70	70 ~ 100
单层工业厂房	0 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 35	35 ~ 70	70 ~ 100
城镇平房	0 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 30	30 ~ 60	60 ~ 100
农村建筑	0 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 30	30 ~ 60	60 ~ 100

表 5　建筑装修及室内财产破坏损失比　%

结构类型	损失比类别	破坏等级				
		基本完好	轻微破坏	中等破坏	严重破坏	毁坏
砌体结构	建筑装修	3	13	34	74	93
	室内财产	0	1	10	40	90
钢筋混凝土结构	建筑装修	6	18	43	81	96
	室内财产	0	1	5	20	60
钢结构	建筑装修	6	18	43	81	96
	室内财产	0	5	8	35	90
木结构	建筑装修	3	13	34	74	93
	室内财产	0	0	5	30	80

验总结，给出了不同结构类型的损失比，如表 4 所示。根据文献[23 - 24]，课题组确定出建筑装修及室内财产损失比，如表 5 所示。

表 4 和表 5 系根据实际震害资料统计得到，可信度较高，故本文采用上表损失比进行地震保险费率厘定。

2.2.4　费率计算

地震保险纯费率厘定原则：①纯费率厘定理论基础正确；②地震保险不以盈利为主。即在保证保险公司不亏损前提下尽量降低地震保费。

根据地震保险不盈利原则，则纯费率等于期望损失率，即：

$$BR = P_{SH} \times PML。\tag{1}$$

式中：根据 $1 - [1 - P_{SH}(10\%, 50)]^{50} = 10\%$，计算得 $P_{SH} = 0.002\ 105$，即重现周期为 $1/P_{SH} = 475$ 年。

PML(possible maximum loss)为结构可能的最大损失值，本文定义其为结构遭受本地区设防烈度水平地震动作用(根据最新地震动区划图确定，且假定结构所在地区基本设防烈度在地震动区划图更新后未改变)后可能的最大损失值，按下式计算：

$$P_{ML} = \sum_{DS} P(DS, SH) \times DR_{DS}。\tag{2}$$

式中：DR_{DS}为某破坏状态下主体结构、建筑装修或室内财产的损失比，主体结构取中间值；$P(DS, SH)$为建筑物遭受本地区设防烈度水平地震动时主体结构不同破坏状态概率，本文设定建筑装修及室内财产易损性与主体结构易损性相同。图 2 为计算所得 89 规范、龄期 30 年、2 ~ 10 层典型 RC 框架结构的 PML 值。

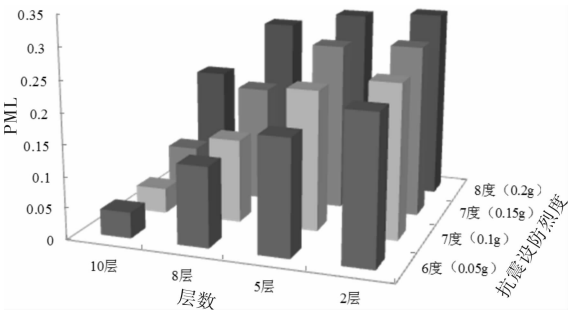


图 2　RC 框架的 PML 值

表 6 89 规范典型 RC 框架结构费率 ‰

龄期/年	设防烈度	层数											
		10 层			8 层			5 层			2 层		
		主体	装修	财产	主体	装修	财产	主体	装修	财产	主体	装修	财产
30	6 度(0.05g)	0.102	0.157	0.008	0.106	0.142	0.008	0.186	0.245	0.0182	0.449	0.457	0.042
	7 度(0.1g)	0.319	0.485	0.031	0.340	0.5492	0.038	0.473	0.586	0.462	0.691	0.749	0.085
	7 度(0.15g)	0.468	0.581	0.056	0.570	0.689	0.070	0.679	0.789	0.084	0.751	0.815	0.098
	8 度(0.2g)	0.593	0.711	0.070	0.625	0.712	0.079	0.697	0.812	0.095	0.773	0.882	0.100
40	6 度(0.05g)	0.108	0.270	0.011	0.110	0.267	0.011	0.196	0.354	0.021	0.472	0.606	0.057
	7 度(0.1g)	0.335	0.491	0.038	0.356	0.504	0.040	0.497	0.629	0.059	0.726	0.830	0.097
	7 度(0.15g)	0.492	0.624	0.061	0.598	0.719	0.077	0.713	0.819	0.095	0.788	0.888	0.111
	8 度(0.2g)	0.623	0.727	0.079	0.656	0.758	0.087	0.732	0.830	0.101	0.812	0.901	0.109
50	6 度(0.05g)	0.127	0.290	0.014	0.122	0.287	0.014	0.222	0.388	0.025	0.517	0.668	0.069
	7 度(0.1g)	0.374	0.535	0.046	0.397	0.557	0.049	0.546	0.695	0.071	0.778	0.912	0.116
	7 度(0.15g)	0.538	0.687	0.073	0.648	0.791	0.093	0.764	0.900	0.114	0.839	0.972	0.132
	8 度(0.2g)	0.674	0.814	0.095	0.707	0.847	0.105	0.784	0.919	0.121	0.864	0.990	0.132
60	6 度(0.05g)	0.136	0.300	0.015	0.144	0.295	0.015	0.223	0.386	0.026	0.545	0.694	0.074
	7 度(0.1g)	0.397	0.556	0.049	0.421	0.578	0.053	0.575	0.721	0.077	0.814	0.947	0.126
	7 度(0.15g)	0.565	0.714	0.079	0.679	0.821	0.101	0.799	0.934	0.124	0.877	1.009	0.145
	8 度(0.2g)	0.707	0.846	0.104	0.740	0.880	0.114	0.820	0.954	0.132	0.901	1.027	0.143

表 7 78 规范典型 RC 框架结构费率 ‰

龄期/年	设防烈度	层数											
		10 层			8 层			5 层			2 层		
		主体	装修	财产	主体	装修	财产	主体	装修	财产	主体	装修	财产
30	6 度(0.05g)	0.107	0.168	0.011	0.106	0.163	0.011	0.192	0.280	0.021	0.461	0.606	0.057
	7 度(0.1g)	0.349	0.513	0.042	0.349	0.513	0.042	0.508	0.661	0.066	0.841	0.977	0.137
	7 度(0.15g)	0.546	0.697	0.071	0.570	0.718	0.075	0.721	0.858	0.103	0.920	1.099	0.167
	8 度(0.2g)	0.656	0.800	0.094	0.755	0.893	0.114	0.864	0.995	0.137	0.953	1.084	0.163
40	6 度(0.05g)	0.113	0.271	0.012	0.115	0.281	0.013	0.202	0.362	0.023	0.474	0.621	0.062
	7 度(0.1g)	0.360	0.723	0.077	0.388	0.728	0.079	0.545	1.352	0.294	0.890	1.235	0.222
	7 度(0.15g)	0.545	0.695	0.072	0.571	0.718	0.075	0.722	0.859	0.103	0.971	1.102	0.168
	8 度(0.2g)	0.656	0.801	0.095	0.756	0.894	0.115	0.865	0.996	0.138	1.026	1.086	0.164
50	6 度(0.05g)	0.139	0.292	0.015	0.146	0.298	0.016	0.246	0.389	0.029	0.541	0.669	0.069
	7 度(0.1g)	0.384	0.566	0.051	0.407	0.565	0.051	0.582	0.728	0.079	0.932	1.069	0.167
	7 度(0.15g)	0.620	0.765	0.086	0.650	0.792	0.091	0.809	0.942	0.125	1.030	1.200	0.203
	8 度(0.2g)	0.736	0.875	0.112	0.842	0.979	0.139	0.956	1.088	0.167	1.044	1.181	0.192
60	6 度(0.05g)	0.148	0.302	0.016	0.156	0.301	0.018	0.271	0.392	0.031	0.569	0.695	0.075
	7 度(0.1g)	0.432	0.588	0.055	0.430	0.587	0.055	0.606	0.749	0.085	0.973	1.109	0.182
	7 度(0.15g)	0.652	0.794	0.093	0.683	0.822	0.098	0.845	0.978	0.136	1.073	1.246	0.224
	8 度(0.2g)	0.772	0.912	0.123	0.881	1.016	0.152	0.997	1.130	0.183	1.092	1.229	0.220

表 8 78 未抗震设防 RC 框架结构费率 ‰

龄期/年	设防烈度	层数											
		10 层			8 层			5 层			2 层		
		主体	装修	财产	主体	装修	财产	主体	装修	财产	主体	装修	财产
40		0.262	0.27384	0.01186	0.271	0.282	0.019534	0.366	0.391	0.02196	0.418	0.6096	0.05832
50	6 度(0.05g)	0.2882	0.2952	0.0164	0.343	0.356	0.02216	0.371	0.3948	0.03676	0.528	0.672	0.07044
60		0.2982	0.3048	0.01872	0.3686	0.386	0.025	0.410	0.412	0.04972	0.653	0.6972	0.07632

在纯费率基础上考虑保险公司正常开销、上税等费用，可得到地震保险总费率如下：

$$TR = BR \times (1 + \delta)。 \quad (3)$$

式中：d 为附加参数，代表保险公司日常开销、上

税等费用，本文取值 0.2。

基于上述地震危险性、结构易损性及既有损失研究成果，结合保险费率厘定方法，计算出基于不同设计规范设计的典型 RC 框架结构的地震保险费率，如表 6～表 8 所示。

需要说明的是：因 1978 年之前我国无抗震设计规范，故 1978 年之前的建筑物按 6 度地震烈度抗震设防考虑。由表 6～表 8 可知：

(1)随着抗震规范的不断更新，RC 框架结构主体结构、建筑装修及室内财产地震保险费率逐渐降低，原因在于我国建筑物结构可靠度随抗震规范更新而不断提高。

(2)随着层数增加，主体结构、建筑装修及室内财产地震保险费率不断降低。

(3)保险费率随地区设防烈度提高而逐步增大。这一点显而易见，设防烈度是概率地震危险性分析结果的一种表现形式，从一定程度上反映了地区地震危险性水平。

(4)建筑装修费率最高，主体结构次之，室内财产最低。

(5)随着层数的增加，任两种设防烈度条件下费率增加幅度逐步增大，如 89 抗震规范、30 年龄期，在 7、8 度地震设防烈度情况下，主体结构费率增加幅度由 2 层的 11.8% 增加到 10 层的 85.9%。

(6)将遭受本地区设防烈度相当的地震动作为地震危险性表征，结合相应典型结构解析地震易损性曲线及既有损失研究成果来计算获得地震保险费率的方法是合理可行的。

3　结语

(1)我国地震保险制度可采取以下形式：政府综合介入方式；部分强制普及方式；地震保险单独出售形式；以家庭人数、区域人均住房面积与区域建筑物市场单价之积确定保险金额；5% ～10%绝对免赔率；保单涵盖三方面(自主组合)：房屋主体、室内装修、室内财产。

(2)以相应典型结构解析地震易损性曲线为基础，结合地震危险性与结构损失得到考虑建筑高度、抗震设防烈度、服役龄期及抗震设计规范差异的 RC 框架主体结构、建筑装修及室内财产地震保险费率合理可行。研究可为我国地震保险制度及其费率厘定的建立提供技术支持。

参考文献：

[1] 中国地震信息网[EB/OL]. [2016 - 01 - 08]. http：//www. csi. ac. cn/.

[2] 郑伟. 地震保险：国际经验与中国思路[J]. 保险研究，2008(6)：9 - 14.

[3] 李花，梁峰. 地震后再看我国的巨灾保险制度[J]. 时代经贸，2008，3(6)：64 - 65.

[4] 熊华，罗奇峰. 国内外地震保险概况[J]. 灾害学，2003，18(3)：61 - 65.

[5] 鄢斗，邹炜. 美国地震保险发展模式及其对我国的启示[J]. 海南金融，2008(12)：63 - 66.

[6] 朱建钢，杨晓梅. 地震保险净费率之厘订的工程学方法研究[J]. 四川地震，1995 (3)：53 - 60.

[7] 马玉宏，赵桂峰，谢礼立，等. 基于地震危险性特征分区的建筑物地震保险费率[J]. 四川建筑科学研究，2009，35(6)：197 - 200.

[8] Tao Z，Wu D D，Zheng Z，et al. Earthquake Insurance and Earthquake Risk Management[J]. Human and Ecological Risk Assessment，2010，16(3)：524 - 535.

[9] 钟明. 保险学[M]. 上海：上海财经大学出版社，2015.

[10] 美国加州地震局. 美国加州地震局网站[EB/OL]. [2016 - 01 - 08]. http：//www2. earthquakeauthority. com/Pages/default. aspx.

[11] 土耳其巨灾保险共同体网站[EB/OL]. [2016 - 01 - 08]. http：//www. dask. gov. tr/.

[12] 三上康夫. 日本的地震保险制度和保险费率的确定方法[J]. 国际地震动态，1988(5)：31 - 35.

[13] 马淑芹. 新西兰的地震保险[J]. 中国应急救援，2007(3)：1 - 2.

[14] 台湾财团法人住宅地震保险基金[EB/OL]. [2016 - 01 - 08]. http：//www. treif. org. tw/contents/G_ news/G1. aspx.

[15] 林蓉辉. 昆明地区地震保险的科学性研究[M]. 昆明：云南科技出版社，1992.

[16] Ceyhun Eren · Hilmi Lus. A risk based PML estimation method for single-story reinforced concrete industrial buildings and its impact on earthquake insurance rates [J]. Bull Earthquake Eng，2015(13)：2169 - 2195.

[17] Aglaia Petseti and Milton Nektarios. National Earthquake Insurance Programme for Greece [J]. The Geneva Papers on Risk and Insurance—Issues and Practice，2012(37)：377 - 400.

[18] Yucemen MS. Probabilistic assessment of earthquake insurance rates for Turkey [J]. Natural Hazards，2005(35)：291 - 313.

[19] Yucemen MS. Probabilistic assessment of earthquake insurance rates for important structures：Application to Gumusova-Gerede motorway[J]. Structural Safety，2008(30)：420 - 435.

[20] Aykut Deníz. Estimation of earthquake insurance premium rates based on stochastic methods [D]. Turkey：The middle east technical university，2006.

[21] TJ 11 - 78 工业与民用建筑抗震设计规范，建筑抗震设计规范[S]. 北京：中国建筑工业出版社，1977.

[22] GBJ 11 - 89 建筑抗震设计规范[S]. 北京：中国建筑工业出版社，1988.

[23] 尹之潜. 地震灾害及损失预测方法[M]. 北京：地震出版社，1996.

[24] 陈洪富. 城市房屋建筑装修震害损失评估方法研究[D]. 哈尔滨：中国地震局工程力学研究所，2008.

(下转第 19 页)

[J]. 自然灾害学报，2010，19(4)：158－162.
[6] 张鹏，李宁. 我国自然灾害风险分级方法的标准化[J]. 灾害学，2014，29(2)：60－64.
[7] 顾建德，喻志杰. 论地震后学校师生的心理重建[J]. 现代中小学教育，2009，(8)：50－55.
[8] 张继成，董惠娟. 震灾心理研究——一位唐山地震孤儿的成长历程[J]. 国际地震动态，2006，7(7)：182－187.
[9] Kessler RC，Sonanega A，Bromet E，etal. Post-traumatic stress disorder in the National Comorbidity Study[J]. Arch Gen Psychiat，1995，52(12)：1048－1060.
[10] Sokum Tang C. Positive and negative post-disaster psychological adjustment among adult survivors of the Southeast Asian earthquake-tsunami[J]. Journal of Psychosomatic Research，2006，61(5)：699－705.
[11] L ivanouM，K asvik isY，BasogluM，et al. Earthquakerelated psychological distress and associated factors 4 years after the Parnith a earthquake in Greece [J]. European Psychiatry，2005，20 (2)：137－144.
[12] 中华人民共和国国务院办公厅. 国家地震应急预案[EB/OL]. [2016－01－12]. http：//www. gov. cn/yjgl/2012－09/21/content_ 2230337. htm.
[13] CarrV J，Lew in T J，Webster R A，et al. Psychosocial sequelae of the 1989 New castle Earthquake：II. Exposure and morbidity profiles during the first 2 years post-disaster [J]. Psychological Medicine，1997，27(1)：167－178.
[14] Norris F H，Friedman M J，Watson P J，et al. 60，000 Disaster victim s speak：Part 1. An empirical review of the empirical literature，1981－2001 [J]. Psychiatry，2002，65(3)：207－239.

A Brief Analysis on Relation between Physical Damage and Psychological Damage in Earthquake Disaster
——Taking Ludian Earthquake in Yunnan as An Example

SUN Baiqing and XIA Qaunwei
(*Harbin Institute of Technology School of Economic and Management*, *Harbin* 150001, *China*)

Abstract: Earthquake disaster tends to cause huge physical and psychological damages to the victims due to its great destructiveness. For a better description of the conception of psychological damage and its relation with the physical damage, this paper takes Ludian Earthquake in Yunnan as an example, employs factor analysis in multivariate statistics to classify Ludian Earthquake in Yunnan, and then performs the correlation analysis for the result and the condition of psychological damage of the victims. The results show a high correlation between the physical damage and the psychological damage and the differentiation of individual cognition in earthquake disasters of different types.

Key words: earthquake disaster; physical damage; psychological damage; correlation

(上接第 7 页)

Study on the Earthquake Insurance System and Determination of Insurance Premium Rate of Buildings in China

ZHENG Shansuo, XIANG Zehui, ZHENG Jie, ZHENG Hao and SUN Longfei
(*School of Civil Engineering*, *Xi' an University of Architecture and Technology*, *Xi' an* 710055, *China*)

Abstract: Based on the international mature insurance system, we discuss an earthquake insurance system which adapts to China national condition from several aspects: the role of government, the way of popularization, the way of sale, the insured amount, deductible and the coverage of insurance policy etc. Based on the seismic hazard, structural vulnerability and the earthquake loss, the earthquake insurance ratemaking is conducted using the earthquake engineering method, and how to consider the seismic hazard properly and the chosen reason of analytical calculation method of structural vulnerability are explained in this paper. Finally, 576 seismic fragility curves of reinforced concrete frame structure which consider the difference of the structural height, the fortification intensity, the construction year and the design code are used to calculate the premium rate of structure, decoration and property. Compared with the existed seismic premium rate, the reasonability of the ratemaking method proposed in this paper is being demonstrated.

Key words: earthquake insurance system; governmental role; ratemaking; seismic hazard; structural vulnerability