孙佰清，夏权威. 地震灾害物理损失与心理损失关系浅析——以云南鲁甸地震为例[J]. 灾害学，2016，31(3)：15－19.
[SUN Baiqing and XIA Quanwei. A Brief Analysis on Relation between Physical Damage and Psychological Damage in Earthquake Disaster——Taking Ludian Earthquake in Yunnan as An Example[J]. Journal of Catastrophology，2016，31(3)：15－19.]

地震灾害物理损失与心理损失关系浅析
——以云南鲁甸地震为例*

孙佰清，夏权威

（哈尔滨工业大学 经济与管理学院，黑龙江 哈尔滨 150001）

摘　要：地震灾害因其破坏性巨大，往往给受灾者造成巨大的物理损失和心理损失。为了更好地阐述心理损失概念和与物理损失之间的关系，以云南鲁甸地震为例，运用多元统计中的因子分析法，对云南鲁甸地震进行分类处理，并将结果与受灾者的心理健康损失状况进行相关分析，结果表明在不同类型的地震灾害中物理损失和心理损失呈现高度相关及个体认知差异化等特点。

关键词：地震灾害；物理损失；心理损失；相关关系
中图分类号：X43　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1000－811X(2016)03－0015－05
doi：10.3969/j.issn.1000－811X.2016.03.003

自 1930 年代 H Selye 提出应激的概念以来，生活事件作为一种心理应急源对身心健康的影响引起了社会广泛的关注。不同的生活事件类型引起的精神刺激大小程度不同，丢失一件衣服和遭遇一场地震灾害是不能等量并论的，于是人们相信，每种生活事件理应具有其“客观”的刺激程度和评价标准。

一般来说，重大且极端的事件，如地震、海啸、洪水等往往会造成受灾者巨大的人身、财产、经济等物理损失和心理损失。既往研究中，由于不同等级和类型的地震灾害对人们造成的损失和破坏程度各异，所以学者一方面提出了不同的灾害物理分级评价模型，如 Bates F L 等提出的运用财产损失与社区国内生产总值的比值作为灾度评价模型[1]；Jeff W 提出的灾害规模与社会破坏影响模型[2]；徐伟等通过计算区域地震的总能量，用等效震级方法对中国城市地震灾害危险度进行了评价[3]；毛国敏等综合以往评估等级和类型中存在问题提出的 FAPE(Factor Analysis-Principal components-Equamax rotation)分类模型[4]；徐冬梅等将模糊集模型应用于洪水灾害的损失评估[5]；张鹏等对我国民政部门 2012 年 3 月首次正式批准发布的《自然灾害风险分级方法》的标准进行了适用性的解读等[6]。另一方面，从应激视角阐述了受灾者的心理损失程度，心理损失具体指由于不可抗力的自然灾害或者人为灾害出现后，经历了灾难和参与救治灾难的人可能会出现肉体伤害之外的一种精神性伤害，学界称之为“创伤后应激反应障碍”，这种精神性伤害会导致被伤害的人员出现反应迟钝，不能像正常人一样保持思维的敏捷度等现象，严重者可能出现自杀倾向或者对他人进行暴力犯罪的严重后果[7]。其影响因素主要包括孕灾的自然环境，社会稳定程度、组织机构、可能获得支持的社会群体等社会因素，以及个人的认知、情感、意志力等生理因素，常见的统计指标多采用 90 项症状量表(SCL-90)，有专家统计过，唐山大地震的受灾人员的 PTSD(Post-traumatic Stress Disorder)发生率为 18.48%，延迟性 PTSD 发生率为 22.17%，地震导致孤儿的 PTSD 发生率为 23.0%[8]，灾后的发生率一般在 20% ~30% 左右；还有研究发现灾难对受灾群体的躯体健康及心理健康有着明显和持久的影响[9]；Tang 对 2004 年印度洋海啸地震灾民的生活与心理作调查后认为，政府应加强搜救能力，关注灾民应激性障碍，灾后救

* 收稿日期：2015－11－16　　修回日期：2016－01－25
基金项目：国家自然科学基金资助项目“重大灾害应急物资筹集与随机终止模型及其仿真研究”(71372091)
第一作者简介：孙佰清(1971－)，男，哈尔滨人，教授，博士生导师，主要从事城市应急管理与防灾减灾、公共政策行为仿真等研究. E-mail：baiqingsun@hit.edu.cn
通讯作者：夏权威(1976－)，男，哈尔滨人，讲师，博士研究生，主要从事综合灾害风险管理研究. E-mail：xiaquanwei898@sina.com

助必须关注幸存者的精神恢复帮助，如灾后进行有组织地对医治患有对应激障碍的幸存者进行医治[10]；Maria 等基于灾中面对地震灾害与灾后经历手术的恐惧共同加大了灾后心理压力的研究基础上，认为必须关注幸存者心理恢复力研究[11]。诚然，地震灾害造成的物理损失与心理损失之间有着密切的关系，但是二者关联程度如何，是否存在受灾者个体认知差异等问题的研究则需要进行更深一步探讨。

1 量表选择、修改与初步探析

2014 年 8 月 3 日 16：30 在云南省昭通市鲁甸县(27.10N，103.30E)发生 6.5 级地震，震中烈度为Ⅸ度，震源深度 12 km，余震 1 335 次。截至 2014 年 8 月 8 日 15 时，地震共造成 617 人死亡，其中鲁甸县 526 人、巧家县 78 人、昭阳区 1 人、会泽县 12 人；112 人失踪，3 143 人受伤，22.97 万人紧急转移安置。受灾区 108.84 万人，8.09 万间房屋倒塌，共造成直接经济损失 4.602 6 亿元。

震后一个月内，作者与参与救灾的志愿者团队和相关工作人员合作完成受灾人员心理症状量表(SCL-90)的调查工作，被访者主要为地震核心区域及周围的灾害亲历者，合计被访 414 人，由于该量表内容量大，反映症状丰富，从认知、思维、意识、行为直至生活习惯、人际关系、饮食睡眠等方面准确刻画了病人自觉症状的特点，故被广泛应用于国内外精神科与心理门诊中，并作为了解受灾者或就诊者心理卫生问题的评定工具。

众所周知，地震灾害的影响因素众多，很难穷尽不同因素的最终作用如何，同时又要规避指标较少选取带来的说明不足问题，此外，由于禀赋差异的存在，受灾者面临灾害损失会产生不同的认知选择。因此，结合研究假设并根据实际情况需要，本研究将该心理量表进行了本土化修改，除采用自评量表原有反映心理症状的九十项问题外，从代表性、实用性和可操作性角度上选择并增加了震级、烈度、人员伤亡、房屋破坏和直接经济损失等 5 个参数指标，其中，地震的强度和烈度是地震灾害本身固有的原生影响指标，后三者是地震灾害的衍生影响指标，从灾害产生的社会影响视角切入，即社会整体和个体损失。

诚然，影响地震灾害损失认知因人而异，这就需要综合考虑每种损失在不同个体中的权重，本量表根据加权平均法原则，让受害者在其损失评估选择中，根据损失所导致的痛苦和烦恼，也包括症状所造成的心理社会功能损害程度，分为“轻”、“中”、“重”、“极重”等维度，由自评者自己体会和选择，不做硬性规定，这一选择原则相同于 SCL-90 的选题原则。另外，由于震级和破坏数量与损失程度之间分比性较差，所以需要对以上五个参数指标去除量纲，使其通过标准化降维，达到在一个空降维度上进行比较的目的，即：X_1、X_2、X_3、X_4、X_5等，对指标越大损失越大型及指标越小损失越大型评价指标可分别采用式(1)和式(2)来计算。

$$x(i,j)=[x^{\times}(i,j)-x_{\min}(j)]/[x_{\max}(j)-x_{\min}(j)]; \tag{1}$$

$$x(i,j)=[x_{\max}(i,j)-x^{\times}(j)]/[x_{\max}(j)-x_{\min}(j)]。 \tag{2}$$

式中：设研究对象集为$\{x^{\times}(i,j)\mid i=1\sim n, j=1\sim p\}$，$x^{\times}(i,j)$为第 i 个对象第 j 个评价指标值。量表调查结果显示，被访受灾者在躯体化、强迫、焦虑、恐怖等因子上明显高于全国常模(因子分大于等于 2 分)，在后期与不同类型地震灾害者进行相关分析时呈现较明显的差异性趋势，尤其在躯体化、抑郁、焦虑、恐怖等因子上显著高于全国常模，这说明云南鲁甸地震已经给受灾者造成了严重心理伤害。具体如表 1 和图 1 所示。

表 1 被访者 SCL-90 各因子评分结果

因子序号	评定项目	均值(因子分)	标准差
1	躯体化	2.2655	0.36389
2	强迫	2.6661	0.55781
3	人际关系	1.4796	0.50118
4	抑郁	3.3954	0.46043
5	焦虑	3.3415	0.41479
6	敌对	1.3754	0.48926
7	恐怖	4.2911	0.41287
8	偏执	1.3924	0.46861
9	精神病性	1.3430	0.41051
10	其他	1.3635	0.43387

注：1. 躯体化因子；2. 强迫因子；3. 人际关系因子；4. 抑郁因子；5. 焦虑因子；6. 敌对因子；7. 恐怖因子；8. 偏执因子；9. 精神病性因子；10. 其他。

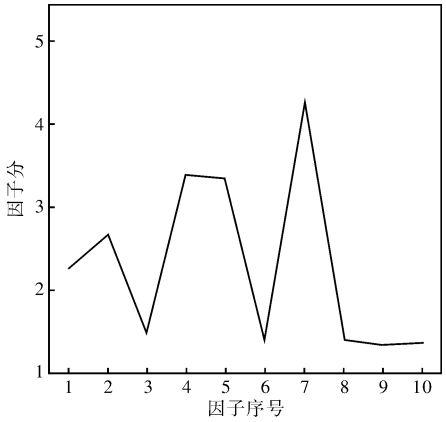

图 1 被访者 SCL-90 轮廓图

2　灾害分类及其确定

从指标选取上可见，由于描述灾害维度较多，而且存在多个变量相互影响、相互制约的关系，很难将主要矛盾集中化处理，因此，采用多元统计分析中的因子分析方法进行降维处理，并且在一维空间中可以实现变量相互独立，不互相干扰等特点，在此对灾害进行分类处理。

因子分析的基本原理是通过对变量的相关系数矩阵内部结构的研究，找出能够控制所有变量的少数的，不可预测的随机变量，去描述多个变量之间的关系。因子分析的数学模型为：

$$\begin{cases} X_1 = a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \cdots + a_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ X_2 = a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \cdots + a_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ \cdots \\ X_k = a_{k1}F_1 + a_{k2}F_2 + \cdots + a_{km}F_m + \varepsilon_k \end{cases}。 \tag{3}$$

式中：X_i为待分析的观测变量，F_1，F_2，…，F_m为公共因子，ε_1，ε_2，ε_k为特殊因子，a_{ij}为因子负荷。模型要求：m 小于等于 k，即因子数不能大于变量数；因子和其对应的 ε 应该相互独立或不相关；因子间不相关，相互独立，而且每个因子方差为 1；$\varepsilon_1 \cdots \varepsilon_k$相互独立。经过 KMO 和巴特利球体检验，说明变量之间较为相关，较适应进行因子分析。具体如表 2 和图 2 所示。

表 2　KMO 和 Bartlett 的检验

取样足够度的 Kaiser- Meyer-Olkin 度量		0. 628
Bartlett 的球形度检验	近似卡方	233. 670
	df	28
	Sig.	0 000

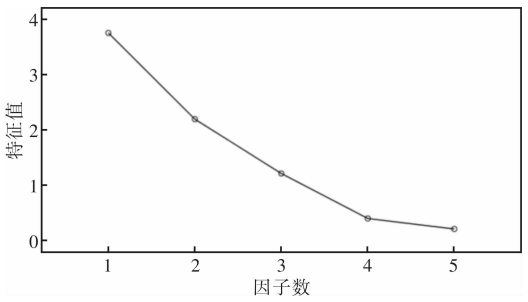

图 2　因子初始解的特征值分布

采取主成分分析方法求因子解，具体如表 3 所示。

表 3　主成分因子分析初始特征值分析

成分	合计	方差的百分比/%	累计百分比/%
1	3. 845	46. 949	46. 949
2	2. 187	27. 459	74. 408
3	1. 216	16. 186	90. 594
4	0. 412	6. 030	96. 624
5	0. 213	3. 376	100. 000

为使得因子的实际解释意义更明确，根据 Kaiser 标准化正交法进行旋转，求得负荷矩阵如表 4 所示，即：

$$\begin{cases} X_1 = 0.925f_1 + 0.225f_2 + 0.121f_3; \\ X_2 = 0.869f_1 + 0.331f_2 + 0.117f_3; \\ X_3 = 0.743f_1 + 0.531f_2 + 0.272f_3; \\ X_4 = 0.221f_1 + 0.824f_2 + 0.208f_3; \\ X_5 = 0.131f_1 + 0.916f_2 + 0.124f_3。 \end{cases} \tag{4}$$

表 4　因子分析负荷解的矩阵分布

参数指标	f_1	f_2	f_3
X_1	0. 925	0. 225	0. 121
X_2	0. 869	0. 331	0. 117
X_3	0. 743	0. 531	0. 272
X_4	0. 221	0. 824	0. 208
X_5	0. 131	0. 916	0. 124

根据式(4)和表 4 可知，f_1在 X_1及 X_2负荷较大，反映出地震的震级和烈度为主要指标，可以称之为地震强度因子；f_2在 X_4及 X_5负荷较大，反映出地震的破坏与损失程度，可称之为地震破损因子；f_3在 X_3负荷较大，反映出地震的伤亡情况，可称之为地震伤亡因子。由于采取最大方差进行旋转，所以三个公共因子，f_1，f_2和 f_3相互独立。根据回归分析求得因子得分矩阵为：

$$\begin{cases} f_1 = 0.316x_1 + 0.033x_2 + 0.281x_3 - 0.027x_4 + 0.251x_5; \\ f_2 = 0.021x_1 + 0.369x_2 + 0.236x_3 + 0.433x_4 - 0.327x_5; \\ f_3 = 0.016x_1 + 0.135x_2 + 0.174x_3 + 0.109x_4 - 0.235x_5。 \end{cases} \tag{5}$$

根据已知条件，将f_1、f_2和f_3三个公共因子去量纲，并将三个因子作为轴平面将空间分为八个不同的分区，即地震灾害的不同类型。

类型 A：强度较小、破损较小、伤亡较小；
类型 B：强度较小、破损较小、伤亡较大；
类型 C：强度较小、破损较大、伤亡较小；
类型 D：强度较小、破损较大、伤亡较大；
类型 E：强度较大、破损较小、伤亡较小；
类型 F：强度较大、破损较小、伤亡较大；
类型 G：强度较大、破损较大、伤亡较小；
类型 H：强度较大、破损较大、伤亡较大。

我国将地震灾害分为特别重大、重大、较大和一般等四级[12]。其中，特别重大地震灾害是指造成 300 人以上死亡(含失踪)，或者直接经济损失占地震发生地省(区、市)上年国内生产总值 1%以上的地震灾害。当人口较密集地区发生 7. 0 级以上地震，人口密集地区发生 6. 0 级以上地震；重大地震灾害是指造成 50 人以上、300 人以下死亡(含

失踪)或者造成严重经济损失的地震灾害。当人口较密集地区发生 6.0 级以上、7.0 级以下地震，人口密集地区发生 5.0 级以上、6.0 级以下地震，其他两个级别不在此赘述。根据上述我国对地震灾害的分级标准，综合考虑云南鲁甸各项指标和实际情况，所以本研究将受灾者具体的损失划归为八类分类标准的后四个，即类型 E、类型 F、类型 G 和类型 H。

3 云南鲁甸地震受灾者心理健康损失与灾害分类相关研究

由于修改后的 90 项症状清单(SCL-90)选择并增加了震级、烈度、人员伤亡、房屋破坏和直接经济损失等 5 个参数，通过降维处理提取了 3 个公共因子，即 f_1 地震强度因子、f_2 地震破损因子和 f_3 地震伤亡因子，并将其作为划分不同受灾者类型的标准和依据，那么不同类型受灾者与其心理健康损失状况相关关系研究如表 5 所示。

表 5 不同类型受灾者的心理健康损失状况相关分析

	类型 E	类型 F	类型 G	类型 H
躯体化	0.267	0.952**	0.191	0.617**
强迫	0.426*	0.274	0.875**	0.944**
人际关系	0.121	0.354	0.104	0.483*
抑郁	0.647*	0.718**	0.583*	0.874**
焦虑	0.998**	0.887**	0.779**	0.784**
敌对	0.132	0.034	0.171	0.214
恐怖	0.883**	0.798**	0.884**	0.998**
偏执	0.004	0.109	0.253	0.441*
精神病性	0.376	0.285	0.368	0.512*

注：* 在 0.05 水平(双侧上)上显著相关；** 在 0.1 水平(双侧上)上显著相关。

表 5 显示了灾害强度大时，不同类型受灾者的心理健康损失状况相关分析。在类型 E 中，由于损失和伤亡较小，所以只与焦虑和恐怖因子呈高度正相关；在类型 F 中，虽然损失小，但由于伤亡较大，所以与躯体化、抑郁、焦虑和恐怖等因子呈高度相关；在类型 G 中，虽然损失较大，但伤亡较小，所以只与强迫、焦虑和恐怖因子呈高度相关，在类型 H 中，由于损失和伤亡都较大，所以与躯体化、强迫、抑郁、焦虑和恐怖呈高度正相关，而且在非高度相关因子中，相关关系也明显高于其他类型。以上情况表明，地震灾害造成的物理损失与心理损失高度正相关，这也进一步验证了研究假设，但是在诸因子在不同类型表现上却呈现差异化趋势。

4 结论

(1)云南鲁甸地震灾害造成巨大的物理损失与心理损失。

地震灾害往往瞬间发生，以巨大的破坏力给社会经济发展、人类生命财产安全和社会功能带来严重的危害。而地震幸存者不仅面临着身体上的伤残危险，还需要面对灾害过后失去亲人、家园被毁、移迁住地等的心理危机与障碍[13-14]。

(2)地震灾害的物理损失与心理损失呈高度正相关关系，并在不同地震类型中物理损失与心理损失诸因子呈现差异化趋势。

根据调查结果显示，地震灾害造成受灾者在躯体化、抑郁、焦虑、恐怖等反应心理状态的因子上呈现高度相关关系，在其他各因子上也呈现出较强相关关系，这说明，造成心理损失的各个因子上呈现差异化，或者说反映心理问题的主要表现为以上四个部分，其他部分也有较突出表现；另外，结合地震分类等级可以表明不同类型的地震，受灾者在心理损失表现上呈现差异化，面对同等强度地震，人们由于物理损失和心理损失的不同，表现在受灾者的心理承受程度也不一样。

(3)物理损失与心理损失存在个体认知差异化。

由于受灾者在禀赋、性格、态度等方面存在着差异，那么对于灾害的理解程度就呈现出个体认知的差异化，它直接作用于受灾者对自我心理损失的预估程度。通过分析来看，面对同等强度地震，破损因子和伤亡因子在受灾者心理存在着非等量权重，如通过类型 G 与类型 H 比较，不难看出，当物理损失大时，伤亡人数的多少，直接影响受灾者的心理维度和强度，这说明，相对于物理损失来说，受灾者更加注重情感及心理关系。

参考文献：

[1] Bates F L, Walter G P. Disaster and Social Change[M]//Russell R D, Bruna D, Carlo P eds. Sociology of Disasters: Contributions of Sociology to Disaster Research. Italy, Milano: Franco Angeli Press. 1987: 291-330.

[2] Jeff W. Degrees of Disaster: Prince William Sound: How Nature Reels and Rebounds[M]. New York: Simon & Schuster. 1994: 1-352.

[3] 徐伟，王静爱，史培军，等. 中国城市地震灾害危险度评价[J]. 自然灾害学报，2004，13(1)：9-15.

[4] 毛国敏，顾建华，吴新燕. 地震灾害的分类和分级方法研究[J]. 地震学报，2007，29(4)：426-436.

[5] 徐冬梅，陈守煜，邱林. 洪水灾害损失的可变模糊评价方法

[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