

# 中国农村家庭的震后生活恢复过程研究

王 瑛<sup>1,2</sup>, 林齐根<sup>1,2</sup>, 宋崇振<sup>1,2</sup>, 林 乐<sup>1,2</sup>, 邹振华<sup>1,2</sup>, 陈 浩<sup>1</sup>, 李 娟<sup>1</sup>

(1. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875;

2. 民政部—教育部减灾与应急管理研究院, 北京 100875)

**摘要:**灾后恢复是一个随时间不断变化发展的过程。本文以2008年四川汶川Ms8.0级地震为巨灾案例, 2009年云南姚安Ms6.0级地震为中小型灾害案例, 对农村灾区家庭进行随机入户调查。基于1094份有效问卷, 运用恢复曲线, 研究受灾家庭的生活恢复随时间变化的规律, 对比不同灾害强度对恢复重建过程的影响。结果表明: 家庭恢复过程具有明显的阶段性, 根据恢复速率的变化, 可分为应急期、恢复前期、恢复中期、恢复后期。巨灾和中小型灾害在恢复历时、恢复过程方面存在较大不同: 中小型灾害生活恢复的过程相对较短, 绝大多数重损家庭在灾后20个月完成恢复, 中损家庭为18个月, 二者相差较小; 巨型灾害恢复过程整体历时较长, 大多数中损家庭在灾后68个月才完成恢复, 重损家庭的生活恢复整体滞后于中损家庭1年以上, 并且随着时间的推移, 受灾程度对恢复过程的影响越来越突出。

**关键词:**震后; 生活恢复; 过程; 农村家庭; 恢复曲线; 中国

## 1 引言

根据灾害形成的3个过程(灾前、灾中、灾后), 灾害管理周期可以分为灾前备灾、灾中应急、灾后恢复重建3个时期(史培军等, 2005)。其中灾后恢复重建工作尤为重要, 灾区是地表各圈层相互作用最剧烈、人地关系最紧张的区域, 灾后重建处置不当就可能成为影响社会和谐稳定的导火索, 因此, 科学合理的灾后恢复重建是协调灾区人地关系, 促进灾区可持续发展的重要保障(王岱等, 2010; 樊杰等, 2014)。

灾后恢复重建是一个各种群体和机构(包括家庭、组织、企业、社区等)相互作用的过程, 其目标就是使居民生活水平、经济发展水平和社会安全水平等恢复到(甚至超过)灾前的状态(Nigg, 1995; Mileti, 1999; Liu et al, 2008; Chang, 2010; Burton et al, 2011)。

许多研究表明, 灾后恢复过程存在一定的时间阶段性, 灾后恢复是有序的、可知的和可以预测的,

每一个步骤在预定的时间段内有序发生(Haas et al, 1977; USDHS, 2004; Zhang et al, 2009; Smith, 2011)。根据恢复内容和恢复水平等, 可将恢复重建过程分为不同的阶段。例如, 城市灾后恢复过程可被划分为以下4个不同的阶段: ①紧急救援阶段(emergency period), 在灾后恢复过程中是一个很短的时期, 但要求很强的灾害应对能力, 以满足控制灾害破坏社会经济活动的需求; ②恢复阶段(restoration period), 是社会生活、生产能力的修补时期, 使其满足基本的社会经济活动需求; ③转移重建阶段(replacement reconstruction period), 是灾后重建的过程, 使社会经济活动达到或超过灾前水平; ④纪念、更好和发展阶段(commemoration, betterment and development), 是城市在灾后进一步发展和壮大的时期。上述4个阶段有时是相互重叠、交叉的。Kates等(2006)对上述理论加以应用, 将卡特里娜飓风后新奥尔良的恢复重建进程分为应急(emergency)、恢复(restoration)、重建I(reconstruction I)、重建II(reconstruction II) 4个阶段。

收稿日期: 2014-12; 修订日期: 2015-03。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41271544); “十二五”科技支撑计划项目(2012BAK10B03)。

作者简介: 王瑛(1974-), 女, 云南曲靖人, 教授, 主要从事灾后恢复和灾害风险评估研究, E-mail: wy@bnu.edu.cn。

引用格式: 王瑛, 林齐根, 宋崇振, 等. 2015. 中国农村家庭的震后生活恢复过程研究[J]. 地理科学进展, 34(8): 1009-1018. [Wang Y, Lin Q G, Song C Z, et al. 2015. Post-earthquake household recovery in rural China[J]. Progress in Geography, 34(8): 1009-1018.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2015.08.008

从恢复内容上分,灾后恢复可分为:房屋恢复(Murao et al, 2007, 2010; Zhang et al, 2009)、生活恢复(Wang et al, 2012, 2014)、心理恢复(Toyabe et al, 2006; LaJoie et al, 2010)、人口恢复(Fussell et al, 2010; Stringfield, 2010; 高晓路等, 2010)和经济恢复(Robinson et al, 2008; Kuwata et al, 2010)。在上述恢复研究中,恢复曲线应用较为广泛。Schiff(1995)提出采用恢复曲线对生命线系统恢复的时间变化过程进行研究。Murao等(2007)利用中国台湾南投县的震后房屋恢复重建数据,绘制临时住所、公共设施、修复房屋、新房4种建筑类型的恢复曲线,发现不同类型房屋的时间恢复过程存在显著差异,因此,政府应制定有区别的重建规划。Murao等(2010)利用2004年印度洋海啸斯里兰卡灾区的跟踪调查数据和当地政府的恢复统计数据,绘制了灾区不同地区的居民转移安置房和永久性住房的恢复曲线,以这两类恢复曲线为工具,研究评价了斯里兰卡沿海各灾区的灾后平均恢复时间。Al-Nam-mari等(2009)对1989年洛马普列塔地震(Loma Prieta Earthquake)后古建筑恢复影响因素进行分析时,引入建筑物完成恢复时间,发现不同建筑结构、不同建筑功用、不同破坏级别的建筑物的恢复时间特征具有显著差异。Ganapati(2013)对土耳其Golcuk地区的灾后恢复采用的是永久性住房的恢复;Rathfon等(2013)对Punta Gorda在Charley飓风后的恢复研究也采用了房屋恢复。Kuwata等(2010)则将恢复曲线应用于商业恢复重建过程的研究,通过调查印度洋海啸影响区内的公司业主和相关人员,获得商业建筑、设备以及相关生命线工程的恢复重建数据,绘制与商业相关的建筑、设备、电力系统、供水系统等受损要素的恢复曲线,发现商业设施的恢复要滞后于相关生命线系统的恢复。

统计数据表明,地震灾害是中国死亡人数最多、损失最大的自然灾害,对农村地区居民影响尤为严重(王瑛, 2012)。《民政部自然灾害救助应急工作规程》的灾害分级响应机制根据地震灾害造成的死亡人数、转移安置人口和倒塌损坏房屋等损失,分4个自然灾害救助应急响应等级,分别对应特别重大、重大、较大、一般地震灾害。其中,特别重大地震灾害为巨灾,重大地震灾害为大灾,而较大和一般地震灾害为中小型地震灾害。对于巨震,无论是1976年的唐山地震,还是2008年的汶川地震,中国的灾后援助方式都是举国援助模式(刘则华,

2008)。汶川震后恢复更是世界罕见的一次举全国之力,动员范围最广、投入力量最大、援建速度最快的灾后恢复重建工作。对于中小级别的地震,由于影响区域小、程度相对轻,采用的是政府帮助灾区进行短期恢复,拨付的救灾资金主要用于灾区的应急阶段,灾民重建房屋的资金大部分还要依靠自己筹措。例如云南自2000年来的多次Ms5-6级地震,对于地震中倒塌房屋的灾民只提供少量的房屋重建补助。

此外,地震对农村居民的住房造成巨大破坏,震后的恢复过程较其他灾害更长,但其恢复重建过程相对其他灾害简单,因此,地震灾害后的恢复重建易于评估和建立模型,地震灾害的恢复重建在中国灾害救助中极具研究代表性。

恢复重建进程中的居民生活恢复和生计恢复更值得人们关注(Olshansky, 2005)。因为家庭的日常生活恢复是经济恢复、心理恢复的基础。根据《中国自然灾害救助条例》的定义,灾后生活恢复是指让受灾家庭的衣、食、住、医方面的需求满足程度恢复到和灾前一样。对于“是否已经恢复到震前状态”这个问题,由受损家庭自我评判,因为只有受灾者才真正了解自己灾前的生活状况,亲身体验到家庭生活的恢复与否。

综上,本文以2008年四川汶川Ms8.0级地震、2009年云南姚安Ms6.0级地震为案例,对这两次地震中的重灾区内房屋受损家庭进行随机入户调查,记录这些家庭的房屋受损级别、生活恢复的时间节点,研究其生活恢复随时间变化的规律,对比不同灾害强度对恢复重建过程的影响,为国家和地区制定科学合理的灾后恢复重建管理提供理论基础。

## 2 数据源与方法

### 2.1 研究区的地震灾害

云南省、四川省是中国乃至亚洲的地震高发区之一。2000-2013年间,云南省发生过35次Ms5-6级地震,5次Ms6级以上地震;四川省发生49次Ms5-6级地震,11次Ms6级以上地震。

2008年5月12日,四川省汶川县映秀镇发生Ms8.0级地震,极震区烈度XI度,涉及四川、甘肃、陕西、重庆等10个省区市417个县(市、区)。灾区总面积约50万km<sup>2</sup>,其中极重灾区、重灾区面积13万km<sup>2</sup>,造成69227人遇难、17923人失踪,直接经济损

失高达8451亿多元,引发的崩塌、滑坡、泥石流、堰塞湖等次生灾害举世罕见(刘则华,2008)。

2009年7月9日,云南省姚安县官屯乡发生Ms6.0级地震,极震区烈度Ⅷ度。地震波及周边31个乡镇,有1人死亡,328人受伤,直接经济损失27亿元(郑通彦等,2010)。

根据地震烈度分布图,本文选择四川汶川地震中的极震区汶川县耿达乡、银杏乡、映秀镇、水磨镇、漩口镇、绵虬镇,北川县擂鼓镇、桂溪乡、陈家坝、禹里等10余个乡镇(下文简称“四川灾区”)进行调查。选择云南姚安地震中的极震区姚安县官屯、栋川、左门、光禄、新街5个乡镇(下文简称“云南灾区”)进行入户问卷调查。

## 2.2 数据获取

对云南姚安地震,本文采用三次跟踪调查。第一次调查时,询问家庭“从衣、食、住、行4个方面来评价,家庭生活是否已经恢复到震前状态”,如果这个家庭回答已经恢复,则接着询问该家庭的具体恢复时间;如果尚未恢复,则在第二次调查时再次询问该问题;依此类推,逐步将所有家庭的恢复时间调查记录下来。姚安地震为中小型地震灾害,家庭恢复时间较短,因此,调查时间分别选择了2009年8月、2010年8月和2011年1月,即姚安地震后的1月、1年和1.5年。调查的家庭从云南民政厅建设的“姚安灾情统计数据库”随机抽取,数据库记录有姚安地震灾区每户受损家庭的详细信息,包括户主联系方式、地点、房屋受损情况、补助时间、金额等,故姚安地震的三次跟踪调查较为成功。

汶川地震为巨灾,考虑到其家庭恢复时间较为漫长,本文共进行了二次调查:第一次在2012年8月(震后4年),对地震烈度最高的北川县、汶川县400户家庭进行了预调查;第二次调查在2014年1月(震后5年8个月),对北川县和汶川县的800多户家庭进行了调查,本文的分析数据基于第二次调查的结果。由于2个县的多数家庭在地震中房屋都受损,因此,汶川地震调查采用在灾区随机入户的调查方式,调查时间选在春节前10天,外出务工人员已经返乡在家,问卷回收率高。

本文的调查由作者和当地的在校大学生完成。为了使调查结果能真实地体现被调查者的意愿,作者不仅在调查前对他们进行专业知识培训,并且让每位调查员每次所调查的家庭基本一致,从而保证跟踪调查的连续性。此外,每次调查时,作

者会随机抽查,跟随调查员一起入户调查,尽量减少调查员的主观性。

## 2.3 调查样本基本情况

云南姚安地震的中损和重损家庭分别为6645和2997户,根据预调查数据,两类家庭恢复时间标准差分别为10.8和13.1周。经过随机抽样方法计算最小样本量,按90%置信水平、最大误差2周,则中损、重损家庭最小样本量分别应为115和79户。

四川汶川地震,根据《四川统计年鉴》数据,2007年底汶川县和北川县总户数分别为27523和41211户(按人口总数和户均人口折算得到)。根据预调查数据,灾区受损家庭的恢复时间标准差为46周。按90%置信水平、最大误差4周,汶川县、北川县的最小样本量分别应为361和363户。由于缺少两个县中损、重损家庭的总户数,故未计算其不同受损家庭的最小样本量。

根据上述最小样本需求量要求,进行了随机抽样调查。跟踪调查云南姚安县500户家庭,并以周为单位记录其恢复时间,共回收有效问卷358份,其中重损家庭121户、中损家庭237户。四川汶川重灾区共调查了900户家庭,以月为单位记录其恢复时间,共回收有效问卷736份,其中汶川县363份、北川县373份。云南姚安地震调查受访者平均年龄为42岁,91%的受访者年龄在15~65岁之间,88%为家庭户主或其配偶;四川汶川地震调查受访者平均年龄为48岁,85%的受访者年龄在15~65岁之间,81%为家庭户主或其配偶,以确保受访者对受访家庭情况有充分的了解。总计有效问卷1094份,调查样本及调查的恢复时间基本情况见表1所示。

由表1可知,无论是云南灾区,还是四川灾区,重损家庭的恢复时间平均值都大于中损家庭。除云南灾区中损家庭外,其他三类家庭的标准差都很大,这说明即使是相同类别内,各个家庭的恢复时间仍存在较大差别,需要进行更具体的分析。

## 2.4 研究方法

本文采用“家庭恢复率( $R$ )”指标来衡量受损地区的总体恢复情况,定义为:灾区已经完成灾后恢复的家庭数占总受损家庭数的比率。恢复率的计算公式如下:

$$R(T) = \frac{\sum_{t=0}^T g_t}{M} \quad t=0,1,2,3,\dots,T \quad (1)$$

式中: $R(T)$ 为 $T$ 时的灾区恢复率, $t$ 为恢复时间,以周



表1 样本基本情况  
Tab.1 Basic information of the surveyed households

	中损家庭				重损家庭			
	家庭总数/户	有效问卷数/份	恢复时间 均值/周	恢复时间 标准差/周	家庭总数/户	有效问卷数/份	恢复时间 均值/周	恢复时间 标准差/周
云南灾区	6645	237	19.47	12.79	2997	121	31.85	24.65
四川灾区 汶川	/	45	67.92	57.93	27523*	318	77.88	56.27
北川	/	63	71.64	76.12	41211*	310	86.16	69.96

\*为各县总家庭户数。

为单位; $g_t$ 为 $t$ 时完成恢复的家庭数; $M$ 为灾区受损家庭总数。本文的恢复都是指受损家庭的生活恢复到震前状态,因此“恢复时间 $t$ ”是指从地震发生直到受损家庭搬入震后常住房屋并且生活恢复到震前状态的时间。

由式(1)可知,恢复率 $R$ 是一个随时间累积渐变的过程量,它可以清晰地反映灾区的恢复情况随着时间的变化。如前所述,恢复曲线非常准确直观地描述了一个区域的灾后恢复过程。

3 震后生活恢复的阶段划分

3.1 云南灾区的生活恢复曲线及阶段划分

将调查数据代入式(1),计算得到各个时间点的灾区恢复率。以 $t$ 为横轴,恢复率 $R$ 为纵轴,绘制姚

安地震灾区的家庭生活恢复曲线,其中 $t$ 以“周”为单位,这样可以较详细的记录家庭生活恢复的实际情况,如图1a-1b所示。

Haas等(1977)从灾后的社会经济出发,将城市的灾后恢复划分为4个不同的阶段,但未给出每个阶段的具体时间。根据图2的恢复曲线形态、以及恢复速率的变化,本文将家庭生活恢复过程分为4个阶段,分别为:①应急期(R1),是指灾害发生,恢复重建尚未开始的一段转换调整时期;②恢复前期(R2),是指正式恢复的前期;③恢复期(R3)中期,是恢复重建的中期;④恢复后期(R4),是震后家庭生活恢复的最后阶段。

由于受损程度不同,图2a-2b的阶段划分略有不同,因为中损家庭的房屋恢复以修复为主,耗时少,容易完成;而重损家庭房屋恢复以重建为主,耗

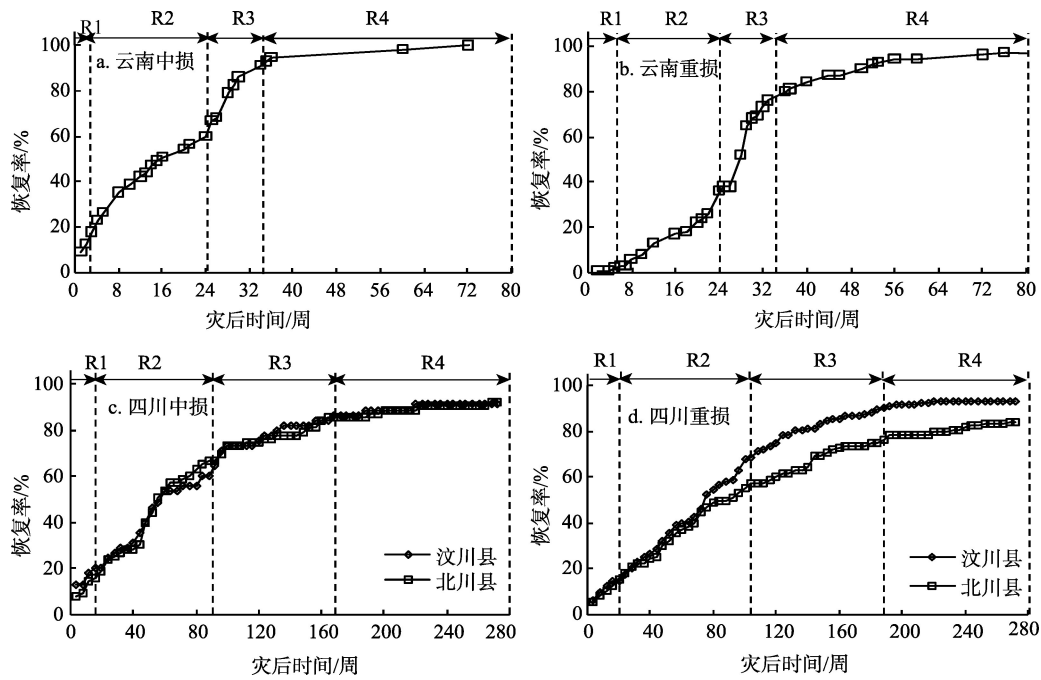


图1 不同破坏级别的震后家庭生活恢复曲线

Fig.1 Post-earthquake household livelihood recovery curves for different housing damage levels

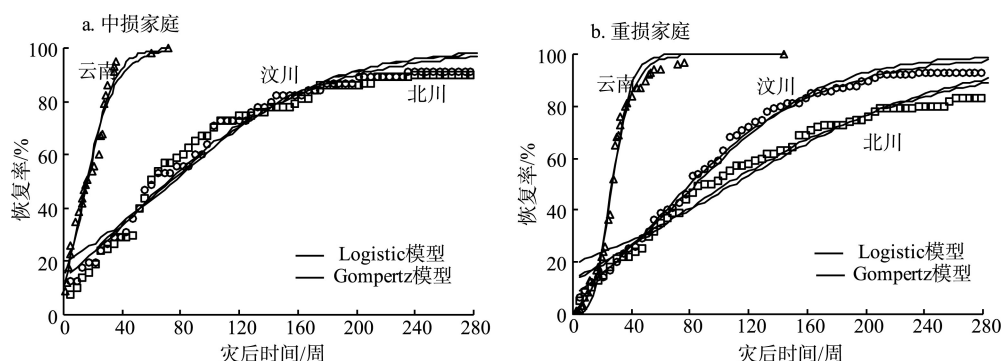


图2 不同受损家庭生活恢复曲线拟合结果

Fig.2 Household livelihood recovery fitting curves for different housing damage levels

时长,不易完成。因此在各个阶段的时间划分上,二者略有差异。具体为:

(1) 应急期(R1)的时间范围为0~2(5)周(即,中损家庭恢复时间0~2周,重损家庭为0~5周,下同)。这段期间只有很少家庭开始恢复,大多数家庭仍处于未恢复状态。在该阶段末期,中损家庭有25%完成恢复,重损家庭有5%完成恢复。

(2) 恢复前期(R2)的时间范围为2(5)~24周。在此期间,受损家庭逐渐随着时间的增长缓慢恢复。在该阶段末期,中损家庭有50%完成恢复,重损家庭有30%完成恢复。

(3) 恢复中期(R3)的时间范围为24~34周。该期间的恢复速度很快。在该阶段末期,中损家庭和重损家庭完成恢复的比例分别为80%、90%。

(4) 恢复后期(R4)的时间范围为34~72(80)周。该阶段内恢复曲线趋于平缓,灾区受损家庭生活恢复全部完成。

### 3.2 四川灾区的生活恢复曲线及阶段划分

根据对汶川地震汶川县、北川县灾区的调查数据,计算恢复率,绘制恢复曲线,如图1c-1d所示。

从恢复曲线形态、速率上看,汶川灾区的家庭生活恢复过程同样也可以分为4个阶段,分别为:应急期(R1)、恢复前期(R2)、恢复中期(R3)、恢复后期(R4)。其中,中损与重损家庭的生活恢复过程存在一些差异,4个恢复阶段的综合划分如下:

(1) 应急期(R1)的时间范围为0~16周。这段期间只有很少家庭开始恢复,大多数家庭仍处于未恢复状态。在该阶段末期,中损家庭有16%完成恢复,重损家庭有13%完成恢复。

(2) 恢复前期(R2)的时间范围为16~88(100)

周。在此期间,受损家庭相对快速恢复。中损家庭在88周左右已经有60%左右家庭完成恢复;重损家庭在100周时也有55%以上家庭完成恢复。

(3) 恢复中期(R3)的时间范围为88(100)~164(188)周。在此期间,受损家庭逐渐恢复。中损家庭在164周左右已经有85%左右家庭完成恢复。汶川县与北川县的重损家庭的恢复在此期间产生较大分化,北川县相对滞后,在188周时,汶川县、北川县的恢复率分别为90%、76%。

(4) 恢复后期(R4)的时间范围为164(188)~272(>272)周。该阶段内恢复曲线趋于平缓,灾区受损家庭生活恢复缓慢完成。本文调查时间为灾后270周,中损家庭93%以上恢复,故可认为已基本完成恢复;但汶川县和北川县的重损家庭恢复率分别为93%、84%,故可认为其恢复仍未完成。

### 3.3 巨灾与中小灾的生活恢复过程差异

表2为姚安地震、汶川地震灾民的恢复阶段划分,以及各个阶段所对应的恢复时间和恢复速度(指单位时间内恢复率的变化)。

对比上述两个地震灾区的各个恢复阶段,有以下特点:

(1) 各阶段的恢复速度变化基本相同。应急期的恢复速度较快;恢复前期和中期的速度逐渐降低;恢复后期,恢复速度最慢。略有不同的是,云南灾区重损家庭在应急期的恢复速度较慢,原因是姚安地震在汶川地震后1年发生,尚未确定救助政策究竟是否与四川汶川地震相同,还是沿袭云南过去的政策?因此,应急期的恢复速度较慢,但在救助政策确定后,居民的恢复速度开始快速增长,在恢复中期,出现了最高恢复速度。

(2) 云南灾区中损家庭恢复历时72周(1年6个

月),比重损家庭快8周(2个月);四川灾区同样存在这一规律。说明家庭的受损程度对恢复时间长短存在影响,家庭受灾程度轻,所需投入的房屋修缮成本也较低,恢复就较为容易。

(3) 云南灾区中损、重损家庭的恢复率在应急期、恢复前期几乎相同,在恢复中期、后期逐渐出现差别。说明中小灾害后的恢复重建,由于整个恢复期较短,受灾程度对恢复过程的影响相对较弱。

(4) 无论是中损家庭还是重损家庭,四川灾区的各个恢复阶段时间都远远长于云南灾区,恢复速度十分缓慢,每周的恢复率均小于1%。因此,云南灾区的家庭生活恢复过程历时约为80周(1年8个月),而四川灾区的家庭生活恢复过程则大于270周(5年7个月)。

(5) 四川灾区重损家庭的恢复在各个阶段都慢于中损家庭,恢复前期阶段慢12周(3个月);恢复中期慢24周(6个月),说明两类家庭的恢复差距越来越大。由于本文调查时,尚有部分重损家庭未完成恢复,故四川灾区重损家庭恢复后期的时间点尚不能确定。根据上述2个阶段的差距推测,重损家庭的生活恢复大约还需48周(12个月),即到2015年1月。说明巨型灾害后,在漫长的恢复过程中,受灾程度对恢复过程的影响越来越大,重损家庭的生活恢复更为艰难。

上述差别的原因,就是二者的灾害强度不一样,造成的影响范围不同。姚安地震的震级为Ms 6.0,只造成1个县的5个乡镇受到影响;汶川地震的震级为Ms 8.0,造成了3个省46个重灾区的影响。因此,尽管2个灾区调查家庭的受灾程度相同,但在恢复重建过程中,受到外界的影响程度截然不同:地震对汶川县、北川县的整个县域经济造成了几乎毁灭性的打击,对相邻区域的经济也有重大影响,因此,四川灾区受灾居民的恢复是双重恢复,他们既需要完成本区域经济社会的恢复,还需要完成自

己家庭的恢复。

4 恢复曲线的模型化表达

国内外学者结合其研究成果,提出了恢复过程的描述模型和改进模型(王本楠, 1988; Miles et al, 2006)。从图1的震后家庭生活恢复曲线可见,曲线从某个固定点出发,其增长速率单调增加,达到一定数值后,增长速率下降,渐进地趋于某个稳定值。这一规律与广泛存在于生物种群和社会学领域中的“S型增长”特征极为相似,该类曲线可称为“S型增长曲线”。

“S型增长”是在有限资源条件下群体发展变化的基本规律。因为在自然界中,环境条件是有限的,当种群数量达到环境条件所允许的最大值时,种群数量将停止增长,保持相对稳定。震后家庭恢复的本质也是在遭受地震打击后,家庭通过内部和外部的各种资源使其生活恢复到灾前水平的过程,这个过程不可避免地也要受到有限资源的限制,因此灾后家庭恢复曲线是“S型增长曲线”。

通过数理模型对实际恢复曲线数据进行模型化表达,能使恢复曲线更具实用性。常用的S型曲线模型包括经典Logistic增长模型、Gompertz模型。两个拟合模型的基本公式如下所示:

经典Logistic增长模型:  $R(t)=\frac{1}{1+ae^{-bt}}$  (2)

Gompertz曲线模型:  $R(t)=a^{b^t}$  (3)

式中:  $R(t)$ 为家庭恢复率,  $t$ 为恢复完成时间,  $a$ 、 $b$ 为待定参数。

本文分别使用以上两种S型曲线模型对恢复数据进行拟合,选择最佳匹配模型。根据以上公式,以云南、四川灾区中损家庭、重损家庭的恢复为例,拟合不同破坏级别下、不同灾区的恢复数据,其结果如表3所示。由表3中的拟合优度可以看出,两

表2 震后家庭生活恢复的阶段划分  
Tab.2 Post-earthquake household recovery phases

	中度破坏				严重破坏			
	云南灾区		四川灾区		云南灾区		四川灾区	
	时间点/周	恢复速度/(%/周)	时间点/周	恢复速度/(%/周)	时间点/周	恢复速度/(%/周)	时间点/周	恢复速度/(%/周)
应急期(R1)	0~2	6.25	0~16	0.61	0~5	0.50	0~16	0.64
恢复前期(R2)	2~24	2.07	16~88	0.63	5~24	1.45	16~100	0.57
恢复中期(R3)	24~34	3.02	88~164	0.29	24~34	4.25	100~188	0.25
恢复后期(R4)	34~72	0.38	164~272	0.08	34~80	0.49	188~272	<0.07



表3 Logistic模型与Gompertz模型拟合结果  
Tab.3 Simulation results of the Logistic model and the Gompertz model

	模型名称	<i>a</i>	<i>b</i>	残差平方和	拟合优度	Pearson 相关系数	<i>Sig.</i>
云南中损	Logistic	5.631	0.456	0.053	0.972	0.986	0.000
	Gompertz	0.110	0.722	0.059	0.969	0.985	0.000
云南重损	Logistic	69.701	0.669	0.061	0.986	0.995	0.000
	Gompertz	0.00001	0.637	0.067	0.985	0.994	0.000
汶川中损	Logistic	3.975	0.080	0.156	0.961	0.984	0.000
	Gompertz	0.146	0.940	0.081	0.980	0.991	0.000
汶川重损	Logistic	6.708	0.097	0.086	0.984	0.994	0.000
	Gompertz	0.073	0.931	0.031	0.994	0.998	0.000
北川中损	Logistic	3.965	0.080	0.258	0.937	0.972	0.000
	Gompertz	0.141	0.939	0.147	0.964	0.984	0.000
北川重损	Logistic	4.299	0.057	0.200	0.946	0.974	0.000
	Gompertz	0.135	0.958	0.097	0.974	0.987	0.000

种模型的拟合效果都较好,在云南和四川灾区不同损失级别的拟合优度略有差异。

经典 Logistic 模型、Gompertz 模型与实际恢复数据之间的 Pearson 相关系数值都在 0.9 以上,表明其对实际恢复数据具有良好的表达效果,并都通过了 0.05 显著性水平的 *F* 检验,具有统计学意义。由此可以认为两种模型都能较好拟合震后居民的生活恢复过程。Gompertz 模型与 Logistic 模型的区别在于:前者更适合于过程发展先快后慢的曲线拟合。从表 3 可见,Gompertz 模型在较好满足高数据拟合优度与高相关性同时,对四川灾区的拟合残差最小,能更好描述区域的恢复过程情况。因此,本文选取 Gompertz 模型作为震区家庭的生活恢复曲线理论模型,分别构建中损家庭(云南、汶川、北川)、重损家庭(云南、汶川、北川)的震后生活恢复曲线模型,分别如式(4)-(9)所示:

云南中损家庭生活恢复模型:  $R_2(t)=0.11^{0.722t}$  (4)

汶川中损家庭生活恢复模型:  $R_3(t)=0.141^{0.939t}$  (5)

北川中损家庭生活恢复模型:  $R_5(t)=0.073^{0.931t}$  (6)

云南重损家庭生活恢复模型:  $R_4(t)=0.00001^{0.637t}$  (7)

汶川重损家庭生活恢复模型:  $R_5(t)=0.073^{0.931t}$  (8)

北川重损家庭生活恢复模型:  $R_6(t)=0.135^{0.985t}$  (9)

震区家庭恢复曲线模型拟合结果如图 2a-2b 所示。模拟曲线很好地表达了原始数据的 S 型特征及阶段性特征。图 2a 中,汶川、北川中损家庭模型的系数差别较小,曲线几乎重合;但图 2b 中,不仅云南与汶川、北川重损家庭的恢复曲线有差别,汶川、北

川之间也有较大差别。这说明家庭生活恢复过程还与区域背景有较大关系,有待更深入的研究。

将本文结果与其他灾害的恢复曲线模型相对比,基本形式相同,但模型里的参数有差别。例如 Murao 等(2010)采用了 Gompertz 曲线模型模拟印度洋海啸的恢复曲线,恢复曲线的系数分别为  $a=3.36E-11$ ,  $b=0.489$ 。 $a$  与本文式(7)较接近,表明云南地震恢复过程与其恢复过程较接近。但  $a$  与本文其他公式差异较大,如汶川地震恢复过程均较大地滞后于印度洋海啸恢复的过程。但是由于该文的恢复是指房屋建成,与本文的生活恢复不同,因此,不同灾害类型的恢复过程模型中  $a$ 、 $b$  的变化,还需要更多的案例研究。

5 结论与讨论

农村家庭的震后恢复重建是中国自然灾害救助工作的重要内容。本文以 2008 年四川汶川 Ms8.0 级地震为巨灾案例,2009 年云南姚安 Ms6.0 级地震为中小型灾害案例,对重灾区内的房屋受损家庭进行随机入户调查,记录这些家庭的房屋受损级别、完成恢复的时间节点。同时引入了恢复曲线,研究受灾家庭的生活恢复随时间变化的规律,对比不同灾害强度对恢复重建过程的影响。

研究发现家庭恢复过程具有明显的阶段性,根据恢复速率的变化,可以将恢复过程分为应急期、恢复前期、恢复中期,恢复后期。应急期的恢复速度较快;恢复前期和中期的速度逐渐降低;恢复后期,恢复速度最慢。

此外,巨灾和中小型灾害的恢复历时、恢复过程存在较大不同。中小型灾害,家庭生活恢复过程历时1年8个月,其中中损家庭的恢复过程略短,大约1年6个月;受灾程度对恢复过程的影响相对较弱,巨型灾害,恢复过程历时较长,中损家庭的恢复大约为5年8个月,重损家庭的恢复在各个阶段都慢于中损家庭:恢复前期阶段慢12周(3个月),恢复中期慢24周(6个月)。说明两类家庭的恢复差距越来越大,受灾程度对恢复过程的影响越来越突出,重损家庭的生活恢复随时间的推移,变得更为艰难。

本文还根据两个灾区恢复曲线的S型特征对其进行了曲线模拟,通过对比多种S型特征模型拟合效果,提出Gompertz模型可以较好地拟合灾后家庭生活的恢复过程。本文的研究结果从一个侧面说明:对于巨灾,举国体制的恢复重建援助是十分有必要的,巨灾受灾区的居民恢复是双重恢复,既需要完成本区域经济社会的恢复,还需要完成自己家庭的恢复。如果外界不对其进行有效援助,这个地区的恢复将更为漫长、艰难。

有学者认为灾后恢复是一个复杂的、多维的和非线性的动力过程、没有明确的终点(Nigg, 1995; Liu et al, 2008)。虽然汶川地震距今已6年多,但对于地震灾区尚未恢复家庭,仍然需要政府、社会的持续关注。

**致谢:**云南农业大学王楠稀、张可,四川大学况银丽、谢齐、赵旺、葛颖蕾、刘超等同学参与本文的问卷调查,谨致谢忱!

## 参考文献(References)

樊杰,王传胜,汤青,等. 2014. 鲁甸地震灾后重建的综合地理分析与对策研讨[J]. 地理科学进展, 33(8): 1011-1018. [Fan J, Wang C S, Tang Q, et al. 2014. Comprehensive geographic analysis and discussion on strategies for postearthquake recovery and reconstruction in Ludian, Yunnan Province[J]. Progress in Geography, 33(8): 1011-1018.]

高晓路,陈田,樊杰. 2010. 汶川地震灾后重建地区的人口容量分析[J]. 地理学报, 65(2): 164-176. [Gao X L, Chen T, Fan J. 2010. Population capacity in the Wenchuan Earthquake reconstruction areas[J]. Acta Geographica Sinica, 65(2): 164-176.]

刘则华. 2008. 在全国抗震救灾总结表彰大会上的讲话[N/OL]. 人民日报, 2008-10-09[2014-11-25]. <http://politics.people.com.cn/GB/1024/8147602.html>. [Liu Z H. 2008. Speech on national summary and commendation conference of earthquake relief work[N/OL]. People's Daily, 2008-10-09[2014-11-25]. <http://politics.people.com.cn/GB/1024/8147602.html>.]

史培军,郭卫平,李保俊,等. 2005. 减灾与可持续发展模式:从第二次世界减灾大会看中国减灾战略的调整[J]. 自然灾害学报, 14(3): 1-7. [Shi P J, Guo W P, Li B J, et al. 2005. Disaster reduction and sustainable development: adjustment of disaster reduction strategies of China based on the 2nd World Conference on Disaster Reduction[J]. Journal of Natural Disasters, 14(3): 1-7.]

王本楠. 1988. S-型增长曲线的最小二乘拟合:方法比较[J]. 北京林业大学学报, 10(增刊): 59-65. [Wang B N. 1988. The method non-linear least squares fitting S-shaped models[J]. Journal of Beijing Forestry University, 10(S): 59-65.]

王岱,张文忠,余建辉. 2010. 国外重大自然灾害区域重建规划的理念和启示[J]. 地理科学进展, 29(10): 1153-1161. [Wang D, Zhang W Z, Yu J H. 2010. Concept and inspiration from the plans of restoration and reconstruction in foreign countries for areas affected by large-scale natural disasters[J]. Progress in Geography, 29(10): 1153-1161.]

王瑛. 2012. 中国农村地震灾害脆弱性研究[M]. 北京: 科学出版社. [Wang Y. 2012. The research on the vulnerability of earthquake disaster in rural region of China[M]. Beijing, China: Science Press.]

郑通彦,李洋,侯建盛,等. 2010. 2009年中国大陆地震灾害损失述评[J]. 灾害学, 25(4): 96-101. [Zheng T Y, Li Y, Hou J S, et al. 2010. A review of earthquake disasters loss in mainland China in 2009[J]. Journal of Catastrophology, 25(4): 96-101.]

Al-Nammari F M, Lindell M K. 2009. Earthquake recovery of historic buildings: exploring cost and time needs[J]. Disasters, 33(3): 457-481.

Burton C, Mitchell J T, Cutter S L. 2011. Evaluating post-Katrina recovery in Mississippi using repeat photography[J]. Disasters, 35(3): 488-509.

Chang S E. 2010. Urban disaster recovery: a measurement framework and its application to the 1995 Kobe earthquake[J]. Disasters, 34(2): 303-327.

Fussell E, Sastry N, VanLandingham M. 2010. Race, socioeconomic status, and return migration to New Orleans after



- Hurricane Katrina[J]. *Population and Environment*, 31(1-3): 20-42.
- Ganapati N E. 2013. Measuring the processes and outcomes of post-disaster housing recovery: lessons from Gölcük, Turkey[J]. *Natural Hazards*, 65(3): 1783-1799.
- Haas J E, Kates R W, Bowden M J. 1977. *Reconstruction following disaster*[M]. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kates R W, Colten C E, Laska S, et al. 2006. Reconstruction of New Orleans after Hurricane Katrina: a research perspective[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(40): 14653-14660.
- Kuwata Y, Takada S. 2010. Business restoration related to lifeline after tsunami disaster[J]. *Journal of Earthquake and Tsunami*, 4(2): 73-81.
- LaJoie A S, Sprang G, McKinney W P. 2010. Long-term effects of Hurricane Katrina on the psychological well-being of evacuees[J]. *Disasters*, 34(4): 1031-1044.
- Liu A, Plyer A. 2008. *The New Orleans index: tracking recovery of New Orleans and the metro area*[R]. New Orleans and Washington DC: Greater New Orleans Community Data Center in Collaboration with the Brookings Institution.
- Miles S B, Chang S E. 2006. Modeling community recovery from earthquakes[J]. *Earthquake Spectra*, 22(2): 439-458.
- Mileti D S. 1999. *Disasters by design: a reassessment of natural hazards in the United States*[M]. Washington, DC: Joseph Henry Press.
- Murao O, Mitsuda Y, Miyamoto A, et al. 2007. Recovery curves and digital city of Chi-Chi as urban recovery digital archives[C]//*Proceedings of the 2nd International Conference on Urban Disaster Reduction (CD-ROM)*. Taipei, China: Earthquake Engineering Research Institute: 27-29.
- Murao O, Nakazato H. 2010. Recovery curves for housing reconstruction in Sri Lanka after the 2004 Indian Ocean Tsunami[J]. *Journal of Earthquake and Tsunami*, 4(2): 51-60.
- Nigg J M. 1995. Disaster recovery as a social process[C]//Milke M. *Wellington after the quake: the challenge of rebuilding cities*. Wellington, New Zealand: Wellington Earthquake Commission and the Centre for Advanced Engineering: 81-92.
- Olshansky R B. 2005. Toward a theory of community recovery from disaster: a review of existing literature[C]//*Proceedings of the 1st international conference of urban disaster reduction*. Kobe, Japan: Japan Institute of Social Safety Science: 18-20.
- Rathfon D, Davidson R, Bevington J, et al. 2013. Quantitative assessment of post-disaster housing recovery: a case study of Punta Gorda, Florida, after Hurricane Charley[J]. *Disasters*, 37(2): 333-355.
- Robinson L, Jarvie J K. 2008. Post-disaster community tourism recovery: the tsunami and Arugam Bay, Sri Lanka[J]. *Disasters*, 32(4): 631-645.
- Schiff A J. 1995. *Northridge earthquake: lifeline performance and post-earthquake response*[M]. Reston, VA: American Society of Civil Engineers Publications.
- Smith G. 2011. *Planning for post-disaster recovery: a review of the United States disaster assistance framework*[M]. Virginia, US: Public Entity Risk Institute.
- Stringfield J D. 2010. Higher ground: an exploratory analysis of characteristics affecting returning populations after Hurricane Katrina[J]. *Population and Environment*, 31(1-3): 43-63.
- Toyabe S, Shioiri T, Kuwabara H, et al. 2006. Impaired psychological recovery in the elderly after the Niigata-Chuetsu Earthquake in Japan: a population-based study[J]. *BMC Public Health*, 6(1): 230.
- USDHS(United States Department of Homeland Security). 2004. *National incident management system*[R]. Washington, DC: USDHS.
- Wang Y, Chen H, Li J. 2012. Factors affecting earthquake recovery: the Yao'an earthquake of China[J]. *Natural Hazards*, 64(1): 37-53.
- Wang Y, Li J, Chen H, et al. 2014. The time process of post-earthquake recovery: the Yao'an earthquake in China[J]. *Disasters*, 38(4): 774-789.
- Zhang Y, Peacock W G. 2009. Planning for housing recovery? lessons learned from Hurricane Andrew[J]. *Journal of the American Planning Association*, 76(1): 5-24.

## Post-earthquake household recovery in rural China

WANG Ying<sup>1,2</sup>, LIN Qigen<sup>1,2</sup>, SONG Chongzhen<sup>1,2</sup>, LIN Le<sup>1,2</sup>, ZOU Zhenhua<sup>1,2</sup>, CHEN Hao<sup>1</sup>, LI Juan<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster of Ministry of Education, Beijing

Normal University, Beijing 100875, China; 2. Academy of Disaster Reduction and Emergency

Management, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Disaster recovery is a process that constantly changes over time. Using the 2008 Wenchuan Ms8.0 earthquake in Sichuan, China as a case of catastrophe, and the 2009 Yao'an Ms6.0 earthquake in Yunnan, China as a case of small and medium-sized disaster, a random household survey was conducted in the disaster-stricken rural areas. Based on 1094 valid questionnaires and the derived recovery curves and by comparing the effect of different disaster intensities on the process of restoration and reconstruction, this study examined how the earthquake-stricken families recovered over time. The findings of the research show that the process of household recovery clearly had different phases, and can be divided, according to the recovery rate, into emergency phase, early phase, middle phase, and late phase. A catastrophe differed from a small or medium-sized disaster in terms of recovery duration and recovery process: for a small or medium-sized disaster, the process of household recovery lasted 20 months for a severely affected family and 18 months for a moderately affected family, which means household recovery was relatively short. For a catastrophe, the process of household recovery lasted relatively long. The effect of the degree of influence on recovery process was increasingly more prominent. Recovery lasted 68 months for a moderately affected family from a catastrophe, while it takes one year longer for a severely affected family is about one year more, and thus become more difficult over time.

**Key words:** post-earthquake; domestic life recovery; process; rural households; recovery curve