

刘军, 宋立军, 胡伟华, 等. 安居富民工程在地震灾害中的减灾效益初探——以2012年新疆新源、和静交界6.6级地震为例[J]. 灾害学, 2014, 29(3): 120–123. [Liu Jun, Song Lijun, Hu Weihua, et al. Research on Disaster Reduction Benefit of Earthquake Resistant Project——Taking the M6.6 Earthquake in Xinyuan-Hejing Junction in 2012 for an Example[J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(3): 120–123.]

# 安居富民工程在地震灾害中的减灾效益初探

——以2012年新疆新源、和静交界6.6级地震为例\*

刘 军<sup>1</sup>, 宋立军<sup>1</sup>, 胡伟华<sup>1</sup>, 李志强<sup>2</sup>, 谭 明<sup>1</sup>

(1. 新疆维吾尔自治区地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 中国地震局地质所, 北京 100029)

**摘 要:** 介绍了2012年6月30日新疆新源、和静交界6.6级地震的震害特征, 并以此次地震中安居房的震害的为参照, 通过模型反导出灾区在安居富民工程改造前同等强度地震破坏情形下承灾体的震害, 分别计算了安居工程实施前各类房屋破坏面积、死伤人数、失去住所人数和房屋直接经济损失等参数, 并与现场调查的安居房在此次地震中的震害进行对比分析。结果表明, 安居富民工程在破坏性地震中为人民生命财产安全的保障及政府的救灾投入的统筹发挥着重要作用, 相对于前期建设投资, 安居富民工程具有显著的减灾效益。

**关键词:** 安居富民工程; 震害; 安居房; 减灾效益; 对比分析

**中图分类号:** X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 10004811X(2014)03–0120–04

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2014.03.022

2004年新疆开始实施城乡安居富民工程, 已投入建设资金262.5亿元, 共建成194.9万户安居富民房, 近800多万农牧民入住安居富民房, 基本满足了需求<sup>[1]</sup>。实施安居富民工程是政府将被动防灾转变为积极主动预防的一项战略决策, 其意义重大而又深远<sup>[2]</sup>。

自新疆地区实施安居富民工程以来, 安居富民房在历次破坏性地震中表现出了良好的抗震性能<sup>[3]</sup>, 显著地减少了震害及经济损失。在震后临时安置和减少转移安置人口上发挥了巨大作用, 为灾区稳定、尽快恢复正常生产生活发挥了积极作用, 体现了先进减灾理念。

努力减轻地震灾害, 保卫人民生命财产的安全, 保持社会的稳定和经济建设的顺利进行是国家和人民的迫切要求<sup>[4]</sup>。通过对减灾工程的效益进行分析和研究, 为以后的安居富民工程建设与减灾工作提供正确的发展方向、规模以经验教训具有十分现实的意义。因此, 探讨安居富民工程的减灾问题, 对于减少地震灾害损失和提高区域应急准备能力具有重要的理论依据和现实意义。

## 1 新源、和静交界6.6级地震震害特征

2012年6月30日, 新疆维吾尔自治区新源、和静交界发生6.6级地震<sup>[5]</sup>。本次地震灾区主要涉

及伊犁哈萨克自治州、巴音郭楞蒙古自治州及新疆建设兵团共10个县市(团场)。震区主体位于伊犁盆地阿吾拉勒山南北两侧的巩乃斯河、喀什河河谷地区, 宏观震中位于新源–和静交界处, 极震区烈度为Ⅷ度, 如图1所示。

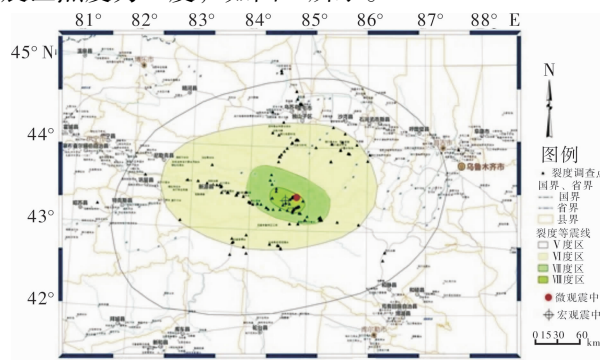


图1 地震等震线图

灾区的房屋结构主要有土木结构、砖木结构、砖混结构、框架结构及安居富民房。土木结构房屋老旧失修, 抗震能力差。砖木结构房屋以农民自建房为主, 多为粘土砌筑, 木质屋盖, 许多房屋纵横墙体间无拉接, 砌筑质量较差。本次地震灾区总面积约40 615 km<sup>2</sup>, 灾区人口约552 503人、110 500户, 造成灾区房屋较大程度破坏, 直接经济损失19.9亿元。由于居住房屋毁坏和较大程度

\* 收稿日期: 2014–02–02 修回日期: 2014–03–29

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAK15B05–02); 中国地震局地震行业科研专项(2013419018); 地震应急青年重点任务(CEA\_EDEM–201308)

作者简介: 刘军(1982–), 男, 湖北黄冈人, 硕士, 工程师, 主要从事地震应急与灾害学研究. E-mail: armyliu2009@sina.com

的破坏,本次地震共造成52人受伤,失去住所人数为110 440人,22 088户,地震造成房屋建筑经济损失合计93 165.1元。

安居富民房建筑物按照当地基本设防烈度抗震设防,经过正规的设计和施工,在本次地震中表现出良好的抗震性能。

## 2 计算方法与模型

新疆地区安居富民房主要由土木结构和砖木结构房屋及少量砖混结构房屋改造而成。本项研究涉及的计算模型均通过逆向推导出安居富民工程建设前,原有土木结构、砖木结构及砖混结构房屋在地震中的房屋破坏面积、人员伤亡、失去住所人数及房屋建筑经济损失等灾害参数,并与当前安居富民房的现场调查的震害进行对比分析开展减灾效益分析。在2012年6月30日新疆新源、和静交界6.6级地震中,安居富民房由各类简易房屋改造前的比例通过对灾区抽样调查获取。

### 2.1 房屋破坏面积

通过现场抽样调查,确定安居房在改造前的由土木结构、砖木结构及砖混结构改造的比例,推导出灾区未进行安居工程改造前的各种结构房屋的面积,结合本次地震灾区的等震线及各种结构房屋破坏矩阵,计算出灾区原有房屋的破坏面积<sup>[6]</sup>。新疆地区安居富民房破坏矩阵采用如表1所示。

表1 新疆地区新源、和静6.6级地震安居房震害矩阵

| 烈度   | 毁坏    | 严重破坏  | 中等破坏  | 轻微破坏  | 基本完好 |
|------|-------|-------|-------|-------|------|
| VI   | 0     | 0     | 0     | 8.4   | 91.6 |
| VII  | 0     | 0     | 4.5   | 26    | 69.5 |
| VIII | 0     | 1.8   | 11.7  | 52    | 34.5 |
| IX   | 2.7   | 15    | 36.8  | 30    | 15.5 |
| X    | 16.57 | 35.87 | 26.11 | 16.11 | 4.81 |

### 2.2 人员伤亡

估计人员伤亡风险时,震区房屋内人口密度是一个很重要的因素,且不同时间段室内人口数也不同。通过换算出灾区未进行安居工程改造前的土木结构、砖木结构及砖混结构房屋的面积,结合本次地震灾区的等震线及房屋破坏矩阵,计算出灾区原有非具有抗震性能房屋的伤亡人员伤亡。本项研究采用当前广泛应用的地震伤亡模型如下<sup>[7]</sup>:

死亡人数计算模型:

$$M_d = n_i P(0.037 2A + 0.014 9B + 0.002 34C)。(1)$$

受伤人数计算模型:

$$M_h = n_i P(0.121A + 0.034 4B + 0.001 34C)。(2)$$

式中: $M_d$ 为灾区预测的死亡人数; $M_h$ 为灾区预测的受伤人数; $A$ 为灾区的倒塌房屋的面积; $B$ 为灾区的严重破坏房屋的面积; $C$ 为灾区的一般破坏房屋的面积; $P$ 为灾区的人口密度; $n_i$ 为时间系数。白天 $n_i$ 取1,夜晚 $n_i$ 取1.4,本次地震发生在北京时间5时,考虑到新疆地区的时差,人们正处在夜间休息时

段,本研究 $n_i$ 取1.4。

### 2.3 失去住所人数

通过推导出灾区安居工程改造前的土木结构、砖木结构及砖混结构房屋的面积,结合本次地震灾区的等震线及房屋破坏矩阵,计算出灾区居民在原有简易房屋的失去住所人数。本项研究采用《GB/T 18208.4-2011(地震现场工作第4部分:灾害直接损失评估)》5.5节中失去住所人数计算公式进行计算<sup>[8]</sup>:

$$T = \frac{c + d + e/2}{a} \times b - f。(3)$$

式中: $a$ 为调查中得到的户均住宅建筑面积; $b$ 为调查中得到的户均人口; $c$ 为采用2.1节中的方法计算出的原有住宅房屋的毁坏建筑面积; $d$ 为采用2.1节中的方法计算出的原有住宅房屋的严重破坏建筑面积; $e$ 为采用2.1节中的方法计算出的原有住宅房屋的中等破坏建筑面积; $f$ 为采用2.2节中的方法计算出的原有住宅房屋中的死亡人数。本项研究中上述参数均以区县为单元进行统计。

### 2.4 房屋建筑经济损失

房屋建筑破坏造成的经济损失为灾区各类结构、各种破坏等级造成的损失之和<sup>[9]</sup>。采用《GB/T 18208.4-2011(地震现场工作第4部分:灾害直接损失评估)》7.1.1节中计算各评估子区各类房屋在某种破坏等级下的损失 $L_h$ ,如下式所示:

$$L_h = S_h \times R_h \times D_h \times P_h。(4)$$

式中: $S_h$ 为灾区同类房屋总建筑面积; $R_h$ 为灾区同类房屋某种破坏等级的破坏比; $D_h$ 为灾区同类房屋某种破坏等级的损失比; $P_h$ 为灾区同类房屋重置单价。本项研究中上述参数均以区县为单元进行统计。

通过灾区未进行安居工程改造前的土木结构、砖木结构及砖混结构房屋的面积,结合本次地震灾区的房屋破坏比、房屋损失比及房屋重置单价,计算出灾区原有房屋建筑的经济损失<sup>[10]</sup>。

#### 2.4.1 建筑物造价

灾区各类建筑物造价见表2,表2中数据由当地建设部门提供。

表2 灾区建筑物造价

| 结构类别  | 造价/(元/m <sup>2</sup> ) |
|-------|------------------------|
| 土木结构  | 650                    |
| 砖木结构  | 750                    |
| 砖混结构  | 1 100                  |
| 安居富民房 | 1 350                  |

#### 2.4.2 建筑物破坏损失比(%)

按照《地震灾害损失评估工作规定》,各评估区建筑物破坏损失比见表3。

表3 建筑物破坏损失比

| 结构类型         | 毁坏  | 严重破坏 | 中等破坏 | 轻微破坏 | 基本完好 |
|--------------|-----|------|------|------|------|
| 土木、砖木、砖混、安居房 | 100 | 70   | 25   | 5    | 0    |

## 3 减灾效益分析

通过上述计算方法,通过对灾区进行抽样调查统计安居房所占比例及安居工程改造土木结构、砖木结构及砖混结构房屋所在比例,计算灾区安

居房未改造前的原有的土木结构、砖木结构及砖混结构房屋数据,结合新疆地区安居富民房震害矩阵,计算和分析新源、和静交界 6.6 级地震中的减灾效益。灾区安居房所占比例及改造前各类结构房屋所占比例,如表 4 所示。

表 4 灾区安居房所占比例及改造前  
各类房屋所占比例

| 区县名称  | %<br>各类房屋所占比例 |              |              |              |
|-------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|       | 安居房所<br>占比例   | 土木结构<br>房屋比例 | 砖木结构<br>房屋比例 | 砖混结构<br>房屋比例 |
| 新源县   | 47.9          | 56.4         | 31.9         | 11.7         |
| 尼勒克   | 37.3          | 58.7         | 33.8         | 7.5          |
| 巩留县   | 36.9          | 58.2         | 35.9         | 5.9          |
| 特克斯县  | 33.8          | 65.3         | 28.3         | 6.4          |
| 和静县   | 46.8          | 57.3         | 37.9         | 4.8          |
| 巩乃斯林场 | 22.7          | 37.6         | 46.8         | 15.6         |
| 轮台县   | 48.7          | 68.2         | 26.8         | 5            |
| 乌苏市   | 18.9          | 48.2         | 34.5         | 17.3         |
| 沙湾县   | 41.6          | 51.9         | 37.9         | 10.2         |
| 农八师   | 31.8          | 38.4         | 42.8         | 18.8         |

3.1 房屋破坏面积分析

通过灾区以区县为单元抽样调查比例计算的安居房面积,按照上述方法推导出未进行安居房改造前原有的土木结构、砖木结构及砖混结构房屋的面积,根据本次地震的影响范围与新疆地区安居富民房震害矩阵对灾区安居房改造前房屋破坏面积进行计算和统计,安居房破坏面积通过现场调查获取,结果对比如表 5 所示。

由表 5 可以看出,由于安居房在地震中表现出良好的抗震性能,在本次地震中没有遭受到毁坏,而在极震区的新源、和静县有极少量的严重破坏的安居房,相对于灾区未改造安居房前,两县的严重破坏的房屋的面积只占 1/222 和 1/139;在灾区的Ⅶ度区,巩留县中等破坏的安居房面积仅占安居工程改造前原有房屋的 1/198,新源县与和静县占有 1/56;在Ⅵ度区,特克斯县轻微破坏的安居房面积占安居工程改造前原有房屋的 1/119,其余大多数县区都在占 1/5 ~ 1/12 之间。

3.2 伤亡人数

通过对 2.2 节中式(1)、(2)的计算模型,结合震区房屋破坏面积和等级,计算安居房改造前

原有非抗震房屋破坏引起的人员伤亡情况,与现场调查安居房内实际死伤人数进行对比,如表 6 所示。

由表 6 可以看出,由于安居富民工程的实施,在本次地震中极震区严重破坏的安居房极少,没有造成灾区人员死亡;人员受伤也有显著减少,灾区安居房内受伤 5 人,其中仅 1 人伤势较重,而在建造安居房前对应的非抗震房屋内理论受伤人数有 35 人,可见安居工程对地震灾害的人员伤亡的保障和防护具有较为现实的意义。

3.3 失去住所人数

通过对 2.3 节中式(3)所示的计算模型,结合震区房屋破坏面积和等级及受灾人口数,计算安居房实施前原有非抗震房屋破坏引起的失去住所人数情况,与灾区安居房破坏造成失去住所人数对比,如表 7 所示。

由表 7 可以看出,灾区安居房毁坏、严重破坏及中度破坏的房屋破坏情况相当于未进行安居工程改造前少的多,失去住所人数有明显的减少,灾区需要政府进行救治、安置的伤员大大较少,较大程度上减少了救灾投入。

3.4 房屋建筑经济损失

利用 2.4 节中式(4)所示的计算模型,结合震区房屋破坏面积、等级、损失比及房屋造价,计算安居房未改造前非具有抗震性能房屋破坏引起的房屋建筑经济损失,与当前安居房破坏的直接经济损失相对比,按照各区县经济损失统计如表 8 所示。

由表 8 可以看出,由安居富民房破坏造成的房屋直接经济损失比安居工程改造前的房屋经济损失具有明显减少,房屋直接经济损失占分别占改造前的 1/16 ~ 1/45 不等,虽然安居房的平均建造费用为 1 350 元/m<sup>2</sup>,比砖混架构的房屋建造费用略高,但是抗震性能来讲,是其他房屋是无法比拟的。

4 结语与讨论

为对新疆地区正在开展的“安居富民工程”及“中小学校安工程”等在破坏性地震中产生的社会

表 5 房屋破坏面积对比表

| 行政区   | 毁坏/m <sup>2</sup> |              | 严重破坏/m <sup>2</sup> |              | 中度破坏/m <sup>2</sup> |              | 轻微破坏/m <sup>2</sup> |              |
|-------|-------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
|       | 安居房破<br>坏面积       | 原有房屋<br>破坏面积 | 安居房破<br>坏面积         | 原有房屋<br>破坏面积 | 安居房破<br>坏面积         | 原有房屋<br>破坏面积 | 安居房破<br>坏面积         | 原有房屋<br>破坏面积 |
| 新源县   | 0                 | 40 830       | 491                 | 109 011      | 7 698               | 427 667      | 113 186             | 761 840      |
| 尼勒克   | 0                 | 7 865        | 0                   | 20 755       | 708                 | 78 729       | 17 963              | 142 567      |
| 巩留县   | 0                 | 3 040        | 0                   | 8 544        | 189                 | 37 387       | 3 371               | 66 893       |
| 特克斯   | 0                 | 3 456        | 0                   | 9 749        | 0                   | 42 902       | 667                 | 79 819       |
| 和静县   | 0                 | 15 822       | 292                 | 40 573       | 2 515               | 139 730      | 14 364              | 259 082      |
| 巩乃斯林场 | 0                 | 128          | 0                   | 328          | 0                   | 815          | 317                 | 1 570        |
| 轮台县   | 0                 | 4 321        | 0                   | 12 291       | 0                   | 54 723       | 824                 | 109 929      |
| 乌苏市   | 0                 | 377          | 0                   | 3 739        | 0                   | 25 236       | 3 891               | 30 883       |
| 沙湾县   | 0                 | 1 419        | 0                   | 7 087        | 0                   | 65 617       | 4 458               | 44 229       |
| 兵团    | 0                 | 114          | 0                   | 3 303        | 0                   | 5 284        | 1 244               | 16 458       |

表6 灾区安居房内及原有房屋内人员伤亡表

| 区县名称  | 现场调查<br>死亡人数 | 原有房屋<br>死亡人数 | 现场调查<br>受伤人数 | 原有房屋<br>受伤人数 |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 新源县   | 0            | 3            | 2            | 8            |
| 尼勒克   | 0            | 1            | 0            | 3            |
| 巩留    | 0            | 0            | 1            | 2            |
| 特克斯县  | 0            | 0            | 0            | 0            |
| 和静    | 0            | 4            | 2            | 13           |
| 巩乃斯林场 | 0            | 0            | 0            | 2            |
| 轮台县   | 0            | 0            | 0            | 0            |
| 乌苏市   | 0            | 0            | 0            | 2            |
| 沙湾县   | 0            | 0            | 0            | 2            |
| 农四师   | 0            | 0            | 0            | 2            |
| 农七、八师 | 0            | 0            | 0            | 1            |

表7 灾区失去住所人数

| 区县名称  | 安居房失去住所人数 | 原有房屋失去住所人数 |
|-------|-----------|------------|
| 新源县   | 217       | 22 729     |
| 尼勒克   | 37        | 4 248      |
| 巩留    | 21        | 1 893      |
| 特克斯县  | 0         | 2 167      |
| 和静    | 77        | 7 890      |
| 巩乃斯林场 | 0         | 54         |
| 轮台县   | 0         | 2 749      |
| 乌苏市   | 0         | 1 046      |
| 沙湾县   | 0         | 2 729      |
| 农四师   | 0         | 1 154      |
| 农七、八师 | 0         | 506        |

表8 灾区房屋直接经济损失

| 县(市)名称 | 安居房经济损失/万元 | 原有房屋经济损失/万元 |
|--------|------------|-------------|
| 新源县    | 1 070.2    | 19 050.5    |
| 尼勒克县   | 145.1      | 3 594.4     |
| 巩留县    | 29.1       | 1 579.9     |
| 特克斯县   | 44.5       | 1 838.6     |
| 和静县    | 209.4      | 6 795.5     |
| 巩乃斯林场  | 2.1        | 58.3        |
| 轮台县    | 55.6       | 2 413.1     |
| 乌苏市    | 26.3       | 738.2       |
| 沙湾县    | 40.1       | 1 755.6     |
| 农四师    | 38.4       | 1 114.3     |
| 农七、八师  | 32.8       | 532.3       |

经济效益进行探讨,本文以2012年6月30日新源、和静交界6.6级地震中安居房的震害为参照,对灾区在安居工程改造前同等强度破坏情形下震

害进行研究,分别计算了为房屋破坏面积、死伤人数、失去住所人数和房屋直接经济损失等参数<sup>[11]</sup>,结果表明安居富民工程在破坏性地震中具有显著的减灾效益,为区域经济建设和人民生命财产安全的重要保障<sup>[12]</sup>。

同时,安居富民工程对稳定震区生产生活的发挥了重要作用。安居富民房被群众将其称为“放心房”,因此对于震后是否再发生较大的地震,震后震区群众情绪稳定,生产生活秩序正常,对居民的防灾减灾认知的水平与意识有一定促进和提高作用<sup>[13]</sup>。安居富民工程对新疆地区农牧民定居、退牧还草工程发挥着重要作用,为区域生态环境的改善也不可小觑。

## 参考文献:

- [1] 张勇. 抗震安居房遍布天山南北——发展中的新疆城乡抗震安居工程[J]. 防灾博览, 2005, 33(6): 42-47.
- [2] 李铭嵩, 栗东青. 农村牧区抗震安居工程现状及措施[J]. 工程抗震与加固改造, 2005, 27(4): 186-190.
- [3] 涂晓. 新疆抗震安居工程砖木房屋振动台试验研究与分析[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2008, 27(5): 88-95.
- [4] Elenas A. Correlation between seismic acceleration parameters and overall structural damage in dices of buildings[J]. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2000, 46(2): 337-343.
- [5] 葛鸣, 谭明, 常想德, 等. 新疆新源、和静交界 Ms6.6 地震房屋建筑和震害特征分析[J]. 内陆地震, 2012, 26(4): 360-364.
- [6] 李志强, 袁一凡, 李晓丽, 等. 汶川 Ms8.0 特大地震破坏特征初步研究[J]. 地震地质, 2008, 30(4): 855-876.
- [7] 杨天青, 姜立新, 杨桂岭. 地震人员伤亡快速评估[J]. 地震地磁观测与研究, 2006, 22(4): 39-43.
- [8] 中国地震局. GB/T 18208.4-2011 地震现场工作第4部分: 灾害直接损失评估[s]. 北京: 标准出版社, 2011.
- [9] Fan Yuexin, Fei Minglun, Cui Jianwen, et al. Primary studies on seismic disasters of building sand seismic design-Taking the building damages in seismic areas of Yao'An M6.5 as an example[J]. Journal of Seismology, 2002, 33(2): 132-140.
- [10] Singhal A, Kiremidjian A S. Method for probabilistic evaluation of seismic structural damage[J]. Journal of the World Aquaculture Society, 1996, 23(2): 643-654.
- [11] 常志朋, 程龙生. 震后灾区民用建筑重建工程质量模糊积分综合评价模型[J]. 灾害学, 2013, 28(4): 65-170.
- [12] 张弓强. 试论地震灾害对经济社会发展的影响[J]. 灾害学, 2012, 27(1): 121-124.
- [13] 苏桂武, 高庆华. 自然灾害风险的分析要素[J]. 地学前缘, 2003, 66(4): 119-127.

## Research on Disaster Reduction Benefit of Earthquake Resistant Project ——Taking the M6.6 Earthquake in Xinyuan-Hejing Junction in 2012 for an Example

Liu Jun<sup>1</sup>, Song Lijun<sup>1</sup>, Hu Weihua<sup>1</sup>, Li Zhiqiang<sup>2</sup> and Tan Ming<sup>1</sup>

(1. Seismological Bureau of XinJiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830011, China;

2. Institute of Geology, China Earthquake Administrator, Beijing 100029, China)

**Abstract:** Earthquake damage characteristics the M6.6 Earthquake in Xinyuan-Hejing Junction on June 30, 2012 are introduced. Damage characteristics especially of the welfarehousing are studied as references. Earthquake damage cases of hazard bearing bodies before the earthquake resistant project in the same intensity of earthquake damage are derived by the seismic damage model. Parameters as damage area, number of casualties, homeless people and direct economic loss of houses of various types of housing are calculated and compared with the field data in the earthquake. The results show that, earthquake resistant project could ensure the safety of people's lives and property in a destructive earthquake. Compared to the previous construction investment, the engineering is of obvious mitigation benefits.

**Key words:** earthquake resistant projects; earthquake damage; earthquake resistant houses; benefit of disaster mitigation; comparative analysis