

# 城乡承灾体差异对地震灾情的影响<sup>\*</sup>

## ——以包头地震和姚安地震为例

王 瑛<sup>1,2</sup>, 王 阳<sup>1,2</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, 中国 北京 100875;

2. 民政部/教育部减灾与应急管理研究院, 中国 北京 100875)

**摘 要:** 通过内蒙包头和云南姚安2次典型城乡地震案例的灾情对比, 分析了自然灾害系统中承灾体的脆弱性对于灾情的放大缩小影响。由于城乡承灾体的差异, 虽然致灾因子强度——地震震级大致相当, 两次地震的灾情存在较大差异; 农村地震的经济损失绝对值小于城市地震, 但是地震灾害对农村居民的影响要大于城市居民; 地震灾害造成的居民住房损失占经济损失比例最大, 城乡都在50%以上; 农村地震造成的无家可归人口、死亡人口少, 但受伤人数较多, 城市地震则相反, 受伤人数少, 无家可归人口、死亡人口多。因此, 农村地震、城市地震的救援工作以及抗震减灾措施都应有所不同。

**关键词:** 承灾体; 城乡; 包头地震; 姚安地震

**中图分类号:** P315.9    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-811X(2009)01-0122-05

## 0 引言

中国是地震多发区, 因地震造成的死亡人数居诸灾之首。城市地震影响巨大, 尤其对于大型城市群, 一旦发生大地震, 其经济损失、人员伤亡以及造成的社会影响都将极其巨大<sup>[1]</sup>, 但是我国公元前23世纪以来的历史地震资料的统计分析结果说明, 我国农村发生地震的概率要远远大于城市, 农村面临的地震危险远远高于城市<sup>[2]</sup>。最近30年来发生的破坏性地震绝大部分都发生在农村地区, 这些震害案例表明, 我国在农村抗震设防管理上存在诸多问题。近年来, 各级地震灾害管理部门开始认识到, 农村是我国防震减灾事业的薄弱环节, 加强农村民房的防震工作, 是促进城乡协调发展、全面建设小康社会的需要<sup>[3]</sup>。

根据自然灾害系统理论, 致灾因子强度和承灾体的脆弱性共同决定了灾情的大小<sup>[4]</sup>。城市承灾体与农村承灾体存在着巨大的不同: 人口密集度、财产密集度、建筑设施类型、房屋抗震级别、居民生活方式等, 这些因素都会造成城市地震灾情与农村灾情的差异。

本文尝试从地震灾害损失角度, 从《中国大陆地震灾害损失评估报告汇编(1990~1995年)、(1996~2000)》<sup>[5,6]</sup>以及对两次地震的研究论文<sup>[7-9]</sup>中选择1996年发生在内蒙古自治区包头市的6.4级地震作为城市地震案例、2000年云南省姚安县6.5级地震作为农村地震案例, 对2次地震的灾害损失评估报告进行比较, 通过城乡地震灾害案例的对比实证分析, 探讨承灾体脆弱性对地震灾情的放大缩小作用, 为制定不同的城市防震、农村防震减灾措施提供科学决策支持。

## 1 地震基本参数的分析

### 1.1 地震基本参数及烈度分布的对比

从1996年内蒙古自治区包头市的地震(简称包头地震)与2000年云南省楚雄州姚安县地震(简称姚安地震)的地震基本参数对比来看(表1), 这两次地震的震级分别为6.4、6.5级, 震级仅相差0.1级, 发震时间都为白天, 震源深度分别为24 km和30 km, 极震区烈度均为Ⅷ度, 致灾因素强度大致相当。

\* 收稿日期: 2008-09-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(40701062); 国家科技支撑计划项目(2006BAD20B02)

作者简介: 王瑛(1974-), 女, 云南陆良人, 高级工程师, 主要从事地震风险评估, 灾害制图等。E-mail: wy@ires.cn

表 1 两次城乡地震案例的基本参数及烈度范围

地点	内蒙古自治区包头西	云南省姚安县
发震日期	1996-05-03	2000-01-15
发震时刻	11:32:46	01:07:05
震中位置	40°45'N, 109°43'E	25°35'N, 101°7'E
震级 $M$ 及震中烈度, 震源深度	6.4, VIII, 24 km	6.5, VIII, 30 km

姚安地震Ⅷ度区(极震区)面积约 352 km<sup>2</sup>, Ⅶ度区面积约 996 km<sup>2</sup>, 姚安县 70% 以上面积都在Ⅶ、Ⅷ度区。Ⅵ度区面积约 6 486 km<sup>2</sup>, 大姚县大部分面积都处在Ⅵ度区内。

包头地震中包头市的青山区、昆都仑区、东河区都处于Ⅶ度烈度区。Ⅷ度区面积约 360 km<sup>2</sup>, Ⅶ度区面积约 3 250 km<sup>2</sup>, Ⅵ度区面积约 5 620 km<sup>2</sup>。

## 1.2 震区概况和地震地质背景

2 次地震灾区基本情况如表 2。包头地震灾区

表 2 包头、姚安两次震灾涉及的市、旗、县基本情况

地震名称	震区	人口密度/(人/km <sup>2</sup> )	地均国内生产总值 /(万元/km <sup>2</sup> )	地均第一产业产值 /(万元/km <sup>2</sup> )	地均第一产业产值 /(万元/km <sup>2</sup> )
包头地震	包头市区(昆区、青山区、东河区)	7 423.6	9 518.02	361.48	5 986.83
	包头郊区	98.48	120.17	14.92	59.35
	其它地区	0.56	25.50	10.98	8.10
姚安地震	姚安	111.79	34.96	15.92	7.2
	6.90 大姚		67.72	20.31	7.32

包头地震震区位于鄂尔多斯地台与阴山——燕山褶皱交接地带。震区地质构造复杂, 纵横断裂交错。极震区处于色尔腾山山前活动带与乌拉山北缘活动断裂带控制的临河拗陷东端的呈锐角构造地段, 也是这两组构造的交汇复合部位。根据历史地震资料, 该地区在公元 849 年 10 月 24 日发生过 7 级地震, 1970 年 11 月 10 日发生过 4.8 级地震。

姚安地震震区位于滇中断块西侧, 其东、西两侧分别受元谋断裂和程海断裂控制; 南面为楚雄——南华断裂。构造以南北向和北西向为主, 北东向和北北东向断裂构造在地表呈不连续的陡立带出现。历史资料中, 该地区在 1643 年 12 月发生过 5.5 级地震, 1962 年 10 月 6 日发生过 5 级地震。1993 年 8 月 14 日发生过 5.3 级地震。

## 2 地震灾情的对比分析

### 2.1 经济损失对比

姚安地震、包头地震的震级都在 6 级以上, 地

灾区涉及包头市(包头市、固阳县、土右旗、石拐矿区)、巴彦淖尔盟(达拉特旗)等 9 个旗、县、区, 87 个乡镇。包头有“草原钢城、稀土之乡”美誉, 矿产资源种类多、储量大、易于开采, 包头市拥有“包钢”、“包铝”等一批国家大型工业集团, 是全国的重要工业城市。虽然极震区不在包头市区, 但包头青山区、昆区、东河区等市区都处在Ⅶ度烈度区内, 因此该次地震属于城市地震案例。姚安地震灾区面积 7 834 km<sup>2</sup>, 灾区主要涉及楚雄州的姚安县、大姚县、南华县、牟定县、永仁县、楚雄市等 6 个县(市)和大理州的祥云县和宾川县, 包括 46 个乡镇, 419 个行政村(办事处)。灾区人口以农业人口为主, 2000 年末, 大姚县农业人口占总人口的 91.4%; 姚安县农业人口占总人口的 92.5%。因此, 姚安地震是典型的农村地震灾害案例。

震给当地造成了重大经济损失(表 3)。为了使数据具有可比性, 计算 2 次地震总损失占当年所在省(自治区)GDP 的比例: 包头地震的损失占 1996 年内蒙古自治区 GDP 值的 3.43%。姚安地震损失占云南省的 0.54%。从这个指标看, 城市地震的影响要大于农村地震。

表 3 包头地震、姚安地震经济损失对比

地震名称	总损失/万元	当年省 GDP/亿元	损失占当年 GDP/%	受灾人口/人	人均收入/元	损失占人均收入/%
包头地震	338 224	984.78	3.43	2 000	3 101.7	64.5
姚安地震	101 621	1 955.1	0.54	1 054	1 478.6	71.3

注: 各省统计标准不同, 包头地震中人均收入栏是指 1996 年内蒙古自治区城镇居民人均生活费收入; 姚安地震中人均收入栏是指 2000 年云南省农村居民家庭人均纯收入。

但是, 从地震灾害对当地灾区居民的影响来看, 内蒙包头地震受灾人口的人均经济损失为 2 000 元/人, 占内蒙 1996 年城镇居民人均生活费

收入的 64.5%。云南姚安地震受灾人口人均经济损失为 1 054 元/人, 占云南 2000 年农村居民家庭人均纯收入的 71.3%。可见, 相同强度的地震对农村居民的影响超过了对城镇居民的影响, 农村地震灾害同样需要引起政府管理部门的重视。

从地震灾害造成的具体经济损失构成来看, 农村地震与城市地震也存在差异。根据震害资料, 地震主要造成 4 方面的损失: 房屋建筑、室内财产、生命线及基础设施、企业生产科研设备。从图 1 可以看到, 无论承灾体是城市还是农村, 地震灾害引起的最主要间接损失是建筑物破坏, 2 次地震案例中房屋建筑的经济损失是各项损失中比例最高的, 均占总损失的 50% 以上, 但农村地震相对城市地震的比例更高, 占总损失的近 80%。但目前我国的各种财产保险都尚未建立任何的地震灾害保险险种。

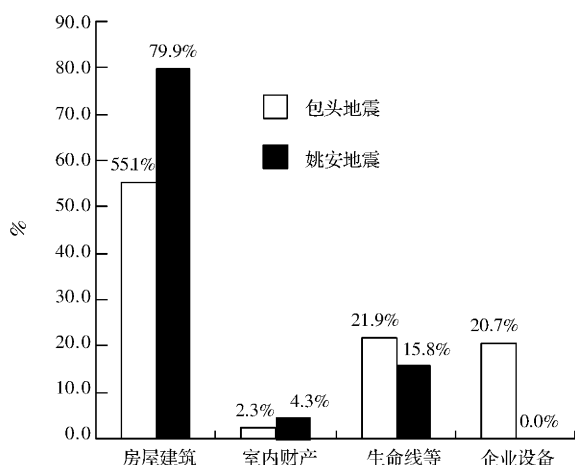


图 1 两次地震经济损失构成对比

在室内财产损失方面, 包头地震室内财产损失占总损失的 2.3%, 其中包括牧区棚圈倒塌等原因引起的较大数目牲畜死亡。姚安地震居民室内财产损失占总损失的 4.3%。这说明, 城市和农村居民的室内财产都不是地震灾害的主要承灾体, 尤其是城市居民的室内财产相对城市其他财产而言价值较低, 只占较小的经济损失部分。

地震对交通、供水、水利、电力设施、交通、通讯、供气、供热等生命线基础设施造成的损失仅次于房屋建筑损失。包头地震中生命线等基础设施损失占总损失的 21.9%。姚安地震生命线等各类设施损失占 15.8%, 其中破坏较大的是各地的水利工程设施, 例如姚安县 5 座水库和大姚 2 座水库破坏最为突出, 坝体部分开裂、沉陷, 溢洪道、闸门受损、渗漏。姚安地震中的水利工程损

失 1.23 亿元, 占生命线基础设施损失的 76.6%。

城市地震与农村地震灾情中最大的差异还在于: 城市的另外一部分重要财产——大型工矿企业的生产科研设备, 如精密仪器、数控机床等在地震中损失也极为惨重。包头地震中共损坏工业设备 6 029 台(套), 直接经济损失达 7 亿元, 占总损失的 20.7%, 而姚安地震这部分损失为 0。

上述 2 个地震案例的经济损失对比表明: 虽然农村地震的经济损失绝对值小于城市地震, 但是地震灾害对农村居民的影响要大于城市居民, 一次地震造成的损失占年均农民收入的 70% 以上。目前, 地震对居民住房造成的破坏, 无论是我国城市还是农村, 都是地震灾害最主要的经济损失, 但农村居民住房经济损失占总经济损失的 80% 左右, 远远高于城市 55.1% 的房屋损失比例。

### 2.3 人员伤亡对比

根据中国地震局 2005 年发布的《地震现场工作第 4 部分: 灾害直接损失评估》<sup>[10]</sup>, 地震伤亡是指地震直接造成的人员伤亡, 分 3 个等级: 轻伤指无需住院治疗的伤员; 重伤指需要住院治疗的伤员; 死亡指地震直接致死或致重伤 7 日内死亡的人员。

由于承灾体的人口密度、构成的差异, 城市地震与农村地震的人员伤亡存在巨大的不同, 如表 4 所示。

表 4 包头地震、姚安地震人员伤亡

地震名称	死亡/人	重伤/人	轻伤/人	无家可归者/人	受灾人口/万人
包头地震	26	60	393	196 633	169.08
姚安地震	4	99	2 429	96 202	96.39

(1) 死亡人数 城市地震多于农村地震。包头地震的死亡人数是姚安地震的 6 倍多, 上午 11:32、07:07, 两次地震的发震时间都是大多数居民在建筑物内活动的时间。但是农村人口密度低, 且姚安当地居民房屋多为木质结构, 房屋倒塌后不易压死人; 城市居民房屋多为钢筋混凝土结构, 房屋较重, 倒塌后对人身伤害较重。因此姚安地震的死亡人数少于包头地震。

(2) 受伤人数 城市地震少于农村地震。包头地震的重伤、轻伤人数要远远少于姚安地震, 则是因为城市房屋的抗震性能要好于农村房屋, 姚安当地的土木、砖木结构房屋的屋顶都为瓦匹, 地震中有很多滑落, 砸伤了村民, 使得人口密度低的农村地震的重伤人数、轻伤人数要高于人口密度高的城市地区。

(3)无家可归人数 城市地震多于农村地震。包头地震中,受灾人口约 169.08 万人,44.6 万多户,因房屋倒塌、严重破坏造成无家可归者的 196 633 人,主要分布在包头市,市区 96 077 人和郊区 69 387 人,占无家可归者总数的 84%。这是由于城市房屋多为高层建筑,居住人口高度密集,一旦受损,受影响的无家可归者人数就较多;姚安地震中,受灾人口约 96.39 万人,24.16 万多户,无家可归人数 96 202 人,因为农村房屋多为平房结构,人口密度低,因此地震造成的无家可归者要少于城市地震。

城市、农村地震伤亡人数的对比结果说明,人口密度、建筑物结构等各种承灾体的差异,使得农村地震造成的受灾人口、无家可归人口少于城市地震。农村地震的受伤人数较多,但农村医疗设施、人员相对又较少,因此在农村地震的救援工作中,必须高度重视医疗救助人员、设备的配给。城市地震的死亡人数较多,说明需要大力加强我国城市居民的地震求生技能教育。国内外的多个地震案例表明,地震中选择合理的避生地点和求救、逃生措施,可以大大降低地震中的死亡率。城市地震后,无家可归者较多,则要求政府机构在城市规划中,应预留足够的城市应急避难场所,同时在城市地震的救援中,必须有充足的帐篷等野外居住工具。

### 3 结论和讨论

由于城乡承灾体的差异,震级相当的两次地震造成的灾情存在以下差异。

(1)农村地震的经济损失绝对值小于城市地震,但是地震灾害对农村灾民的影响要大于城市灾民。

(2)地震灾害中,居民住房损失占经济损失比例最大,均在 50% 以上,其中农村地震占 80% 左右。居民住房是农村地震灾害系统中最主要的结构承灾体,居民住房地震灾害商业保险是我国风险管理体制建设急需解决的工作。

(3)地震对城市的生命线设施、工业设施的破坏损失,仅略次于居民住房。对农村水利设施的破坏。对于这类承灾体,无论是城市还是农村,必须严格按照抗震设防标准进行设计施工,因

为这些设施一旦遭到破坏,不仅造成自身损失,更重要的是会对震后居民生活、灾后恢复重建造成巨大的影响。

(4)由于承灾体人口密度、建筑物结构的差异,城乡地震伤亡人数也存在较大不同。农村地震造成的无家可归人口、受灾人口、死亡人口少,但受伤人数较多;城市地震则相反,受伤人数少,无家可归人口、受灾人口、死亡人口多。因此对农村地震、城市地震的救援工作侧重点应有所不同。

通过内蒙包头和云南姚安 2 次典型城乡地震案例的灾情对比说明,虽然地震的致灾因子强度大致相当,但是承灾体的脆弱性对于灾情有明显的放大缩小作用,不同的城乡地震,必须采取不同的救灾措施、减灾策略。

本文案例选择时主要考虑了地震震级大致相当,发震时间、年代相近等主要因素,文中的内蒙包头和云南姚安分别属于我国的北方牧区和西南山区,区域自然环境差别大,居民生活习惯有较大差异,这些要素也可能对地震灾情会产生一些影响,其影响有待进一步分析。

### 参考文献:

- [1] 潘华,赵凤新,高孟潭.城市地震影响特征研究[J].地震学报,2004,26(2):203-210.
- [2] 王瑛,史培军,王静爱.中国农村地震灾害特点及减灾对策[J].自然灾害学报,2005,14(1):82-89.
- [3] 鄢家全,郝玉芹.农村地震安全的曙光[J].城市减灾,2006,(1):30-31.
- [4] 史培军.灾害研究的理论与实践[J].南京大学学报:自然科学版,1991,(自然灾害研究专辑):37-42.
- [5] 国家地震局,国家统计局.中国大陆地震灾害损失评估汇编(1990-1995)[M].北京:地震出版社,1996.
- [6] 中国地震局监测预报司.中国大陆地震灾害损失评估汇编(1996-2000)[M].北京:地震出版社,2001.
- [7] 苏有锦.2003年7月21日、10月16日云南大姚6.2级和6.1级地震预测预报回顾与讨论[J].国际地震动态,2004,(1):18-21.
- [8] 王锡财,王彬,周光全,等.云南大姚6.1级地震多层砖砌体和框架房屋震害研究[J].灾害学,2004,19(3):44-50.
- [9] 张建业,樊迎春.包头6.4级地震灾害特点及城市地震对策[J].西北地震学报,2005,27(4):346-350.
- [10] 中国地震局.地震现场工作大纲和技术指南[S].北京:地震出版社,1998.

## **T Effects of Differences of Hazard-Bearing Bodies on Earthquake Disasters**

**——A case study on Baotou earthquake and Yao'an earthquake**

Wang Ying<sup>1,2</sup> and Wang Yang<sup>1,2</sup>

(1. *Key Laboratory of Environment Change and Natural Disaster, Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China*; 2. *Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs & Ministry of Education, Beijing 100875, China*)

**Abstract:** By comparing the disaster effects data of Baotou earthquake in Inner Mongolian and Yao'an earthquake in Yunnan, the effects of vulnerability of hazard-bearing bodies in natural disaster on amplification and reduction of disaster impacts are analyzed. Because the difference of hazard-bearing bodies in rural and urban areas, though the intensities of hazard factors, as magnitude, of both earthquakes are almost same, the disasters of the two earthquakes are much different. The absolute value of economic loss of rural residents caused by earthquake is less than that of urban residents. The loss of residential damage by earthquake takes up a larger proportion of economic loss, accounting for over 50% of the loss both in rural and urban areas. The homeless and casualty caused by earthquake in rural areas are less than that in urban areas, but the number of the injured is higher. On the contrary, the number of the injured in urban area is less, but the homeless and casualty are more than that in rural areas. Therefore, the earthquake rescue work and countermeasures in rural areas should be different from that in cities.

**Key words:** hazard-bearing bodies; urban and rural area; Baotou earthquake; Yao'an earthquake