

2010年4月14日青海玉树地震灾害特点与启示*

刘吉夫^{1,2)} 史培军¹⁾ 范一大³⁾ 张培铭^{1,2)}

(1) 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室, 100875, 北京;
(2) 北京师范大学减灾与应急管理研究院, 100875, 北京; (3) 民政部国家减灾中心, 100053, 北京)

摘要 青海玉树7.1级地震发生后, 国家减灾委立即组织专家赴玉树开展现场调查与评估工作。本文在现场调查基础上, 阐述了这次发生在高海拔、少数民族聚居区地震灾害的主要特点, 分析了造成重大人员伤亡和经济损失的主要原因, 在此基础上, 对正在开展的恢复重建总体规划和专项规划提出了一些参考建议。

关键词 玉树地震; 地震灾害; 评估; 恢复重建

青海玉树7.1级地震造成青海省玉树州玉树县、治多县、称多县、曲麻莱县、杂多县、囊谦县和四川省石渠县等共7个县受灾。极重灾区为玉树县结古镇。地震发生后, 中国地震局和国家减灾委相继启动I级地震应急响应。根据国务院抗震救灾总指挥部总体部署, 国家减灾委立即派出专家组开展地震灾害评估工作。在为期一周的现场调查工作中, 工作组在高分辨率遥感影象资料基础上, 开展了细致的房屋和基础设施评估工作, 获得了房屋以及基础设施等破坏和损失的一手数据, 为顺利圆满完成玉树地震灾害损失评估报告打下基础。根据调查, 此次地震共造成各类房屋破坏面积达500多万平方米, 经济损失巨大。本文主要介绍玉树地震房屋破坏情况, 分析造成破坏的原因, 并提出了恢复重建的建议。

1 房屋主要结构类型

灾区房屋主要结构类型有: 钢混结构、空心砖混结构、空心砖木结构、土木结构和片石结构。其中钢混结构房屋占10%左右, 空心砖混结构占15%左右, 空心砖木结构占30%左右, 土木结构和片石结构占45%左右, 片石结构仅占少数。可见, 空心砖木结构和土木结构房屋是灾区的主要建筑类型, 也是广大藏民最主要的居住类型。

空心砖是四孔空心砖, 这和2008年汶川地震中在四川灾区所见的大量的两孔空心砖大小($30\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$)相似, 是当地生产主要的建筑材料。木料是当地的另外一种大量使用的建筑材料, 木结构房屋并没有按照中国典型的穿斗形式建造, 仅仅简单固定

后搁在砖墙或者土墙上。

2 房屋主要破坏特点

2.1 钢混结构房屋 钢混结构房屋一般属于单位用房或者宾馆酒店等, 建造成本高, 根据现场调查, 平均造价为 $2000\text{元}\cdot\text{m}^{-2}$ 。房屋破坏特点是房屋整体倾斜(图1), 或者是一层被完全压跨(图2), 但没有发生倒塌。灾区钢混结构房屋破坏率为30%。



图1 玉树州某单位营房倾斜

2.2 空心砖混结构 砖混结构主要是由空心砖墙(或砖柱)、水泥预制板、现浇钢混横梁、地圈梁等构件建成的房子。根据现场调查, 这类房屋平均造价为 $1500\text{元}\cdot\text{m}^{-2}$, 造价比较高。主要为寺院建筑、临街商铺和城镇中的民房。地震时破坏较严重, 但倒塌的不多(图3, 图4)。灾区空心砖混结构房屋破坏率为60%。

2.3 空心砖木结构 空心砖木结构是由空心砖柱与砖墙砌筑成墙体, 屋顶由木梁及苇席、草芥等建成的房屋。这类房屋在灾区量大面广, 是主要的民居类型。经调查发现, 这类房屋在灾区大量被破坏, 倒塌数量极多(图5)。空心砖木结构房屋破坏率达到85%。

* 科技部“十一五”科技支撑计划课题资助项目(2008BAK49B0402); 地表过程与资源生态国家重点实验室团队重点课题资助项目(2009 TD-02)
收稿日期: 2010-05-10



图2 玉树县香巴拉宾馆一楼完全被压跨



图3 临街商铺完全破坏



图4 民房被震歪

2.4 土木结构房屋 土木结构是当地农村最普遍的房屋建筑类型,包括砖柱土坯承重墙体房屋和木柱土坯承重墙体房屋。主要由干打垒或土坯墙夹杂少量空心砖等砌筑成墙体,房梁直接搁在墙体上,屋顶由木梁及苇席、草芥等建成,承重结构主要是土墙。这些房屋为防止漏雨和室内保温,大多在屋顶铺有比较厚的土,其自重比较大,而且根据当地的风俗习惯,以5开间房屋居多。这种房屋遇到地震时一般是墙倒屋塌。灾区该类房屋建筑量大面广,是本次地震灾害损失最为严重的房屋,一般都倒塌,没有完好的(图6)。灾区土木结构房屋破坏率达到100%。



图5 空心砖木结构民房被震坏



图 6 土木结构房屋被震坏

2.5 片石结构房屋 片石结构房屋主要分布在山坡等地方,由墙体主要由麻石、泥浆等砌成,屋盖则和土木结构类似。灾区这类结构房屋数量不多,部分为居住用房,多数作为仓库、畜棚、牛粪房。破坏率达到 100%。



图 7 片石结构房屋被震坏

3 特例情况

除了以上破坏情况外,灾区有一类房屋却基本没有遭到地震破坏。这类房屋就是 2009 年建成使用的农牧民安居房。农牧民安居房是国家一项重要工程,由国家根据相关标准和要求统一设计、施工,面积 60m^2 ,造价一般为 4.8 万元(不含土地购置费),结构为空心砖混结构(图 8)。而农牧民为了增加使用面积,自己搭建的附属用房则全部破坏(图 9)。这说明按照标准建设的房屋具有一定的抗震能力。该类房屋基本完好。

4 破坏原因分析

玉树位于青藏高原东部,属于三江源自然保护区范围。地形以山地为主,平均海拔 4 493 m, 95% 人口为藏族,社会经济水平相对落后。通天河、扎曲河、巴曲河在玉树县境内流过。地貌以高山峡谷和山原地带为主,间有许多小盆地和湖盆。县城结古镇就位于狭长的



图 8 废墟中屹立的农牧民安居房(2009 年建成)



图 9 农牧民安居房(2009 年建成)(左)
和自建房(右)破坏情况对比

高山峡谷中。

由于地处高原,水泥、钢筋、砖木等建筑原材料成本和人力资本相对较高,造成当地建筑成本偏高。这些因素导致大量民房在建设中为了节约成本而不考虑抗震问题,因此在地震中造成重大房屋损失。经过现场拉网式普查,我们分析,除了抗震设防意识缺失外,直接导致房屋严重破坏的主要原因有:

- 1) 基础浅 很多房屋的地基都非常浅,尤其是民房,基本没有挖地基,而是直接在地表以上用石块、片石等垒至一定高度,再在上面砌空心砖。这种地基刚性

不足, 柔性有余, 根本经受不住地震的振动。这是大量房屋破坏的一个重要原因。

2) 水泥用量少, 大多直接用泥浆 由于水泥价格昂贵, 在砌墙时水泥用量非常少, 很多房屋在空心砖之间直接用泥浆做黏合剂, 造成承重墙本身很脆弱, 无法有效抵抗地震力的影响。

3) 藏式屋盖沉重 藏式屋盖往往是钢筋混凝土浇筑, 配以琉璃瓦装饰, 外观非常漂亮, 但是非常沉重; 而土木结构房屋屋顶为了保暖需要则覆以大量黄土, 使承重墙或柱难以承受其重量。在地震中, 大量房屋被沉重的屋盖压垮, 废墟中仅能见到屋盖就是例证。

另外, 强梁弱柱在钢筋混凝土结构房屋破坏中是屡见不鲜的。图1和图2说明的就是这个道理。

4) 房屋密集, 人口众多 由于灾区位于峡谷地带, 中间往往有河流穿过, 适宜建房的空间就被挤压在宽不足1 000 m 的河流两岸和山坡地带。大量房屋密密麻麻拥挤在一起, 大量人口聚居在这些房屋中。房屋倒塌产生的多米诺骨牌效应在灾区最常见。灾区可见成片成片的房屋倒塌, 造成重大财产损失和人员伤亡。

5 结论与建议

根据以上分析和现场调查评估, 我们得到了一些启示, 在编制灾区恢复重建总规划和专项规划可供参考和借鉴。

首先, 应该大力提高藏民抗震意识, 深入普及抗震技术。我们在灾区考察评估时发现, 很多藏民都认为地

震离他们是非常遥远的事情, 几乎没有抗震意识。而且往往是建房子省钱, 内部装修却富丽堂皇。

如果能普及一些基本的抗震经验, 比如汶川地震后在四川省广为推广的“构造柱加圈梁”的农房建设模式, 许多破坏的房屋在这次地震中就可幸免。

其次, 借鉴农牧民安居工程成功经验。农牧民安居工程能够成功抵御这次地震, 主要原因是政府按照抗震设防标准进行了设计和施工, 这说明不论什么结构的房子, 按标准和不按标准进行建设, 地震时结果完全不一样。

第三, 恢复重建过程中应考虑藏式建筑特点。藏式建筑具有典型、鲜明的少数民族特色, 在恢复重建过程中应该加以保留下来, 关键是提高其抗震设防能力。

第四, 加强高原少数民族地区基础数据普查力度。在现场调查和灾害评估过程中, 发现高原少数民族地区很多基础数据缺乏, 没有公信力, 比如玉树县结古镇到底有多少人口? 有很多版本的数据, 使用起来非常困难。这个问题在开展灾害评估工作后一直困扰着我们。因此强化基础数据普查, 增强防灾减灾能力, 是今后高原少数民族地区需要迫切解决的问题。

6 参考文献

- [1] GB/T 18208.2—2001. 地震现场工作第2部分: 建筑物安全鉴定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001
- [2] GB/T 18208.4—2005. 地震现场工作第4部分: 直接灾害损失评估[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005

FEATURES AND REVELATION OF THE APRIL 14, 2010 YUSHU EARTHQUAKE DISASTER IN QINGHAI PROVINCE

LIU Jifu^{1,2)} SHI Peijun¹⁾ FAN Yida³⁾ ZHANG Kaiming^{1,2)}

(1) State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology (Beijing Normal University), 100875, Beijing, China;

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

3) National Disaster Reduction Center, Ministry of Civil Affairs, 100053, Beijing, China)

Abstract After the magnitude 7.1 Yushu earthquake in Qinghai province, the National Disaster Reduction Committee organized experts immediately to conduct field investigation and loss evaluation. Based on field investigation, this paper describes the main characteristics of the earthquake, with causes for significant casualties and major economic losses analyzed. The paper gives some suggestions for the ongoing reconstruction of the overall planning and special planning.

Key words Yushu earthquake; earthquake disaster; assessment; reconstruction