

2011 年 8 月 11 日新疆阿图什—伽师 5.8 级地震灾害特点 *

唐丽华, 孙 静, 吴国栋, 王 伟, 宋立军, 张 勇

(新疆维吾尔自治区地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 介绍了 2011 年 8 月 11 日新疆阿图什—伽师 5.8 级地震的震害现象。该地震使抗震安居房、铁路系统出现了不同程度的破坏, 通过对震害现象的总结、震害原因的分析, 指出今后抗震安居工程的关键点。
关键词: 阿图什—伽师 5.8 级地震; 地震灾害; 抗震安居工程
中图分类号: P315.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0666(2013)01-0093-05

0 前言

2011 年 8 月 11 日 18 时 06 分在新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州阿图什市、喀什地区的伽师县交界处发生 5.8 级地震, 震源深度约 8 km, 喀什市、疏勒县、英吉沙县、伽师县均有强烈震感。地震造成 21 人受伤, 其中重伤 3 人。此次地震中房屋建筑和工程设施破坏现象众多, 特别是木板夹芯墙结构的抗震安居房屋首次出现了显著破坏; 此外, 南疆铁路西克尔路段首次出现了铁轨变形、桥梁移位等破坏现象。因此, 分析研究此次地震的破坏现象及特点对今后的防震减灾具有重要借鉴意义。

1 等震线及强震动记录

1.1 等震线分布

此次地震微观震中坐标 ($39^{\circ}48'53.1''N$, $77^{\circ}22'03''E$), 宏观震中位于伽师县的西克尔镇镇政府附近, 极震区的烈度为Ⅶ度。Ⅶ度区包括卧里托格拉克乡的托格热克里克村、托库勒村及喀塔墩村及古勒鲁克乡的东部及玉代克力克乡的西部, 该烈度区长半轴 22 km, 短半轴 9 km, 面积约 6 620 km², 等震线长轴呈北西西向。Ⅵ度区西自古勒鲁克乡的古勒鲁克村, 东至玉代克力克乡政府, 南至卧里托格拉克乡的龙口村, 北到哈拉峻的南部, 该烈度区长半轴 40 km, 短半轴 20 km, 面积约 2 070 km² (图 1)。

1.2 强震动资料

此次地震发生在新疆强震台数量相对较多的地区, 因此, 震中周围不少台站均记录到这次地震的地面运动 (表 1)。从表 1 可以看出, 记录到的最大速度为 173 Gal (卧里托格拉克台、南北向), 且距离较近的台站均表现为南北向的加速度值大于东西向, 这与此次地震灾害的分布一致性较好。尤其是在极震区的西克尔镇, 许多房屋都是东西走向的墙体倒塌。从表 1 可知, 这些台站的场地类别均为Ⅲ类, 峰值加速度比新疆同震级地震的大, 这也是此次地震灾害比较严重的一个原因。从强震动记录来看, 阿图什境内的格达良乡加速度值远小于震中距基本相同的伽师总场的记录值, 实际震害也表现为北面的喀什喀尔套山地区灾害轻, 南部的冲洪积平原区灾害严重。

表 1 新疆阿图什—伽师交界 5.8 级地震强震动记录结果
Tab. 1 Strong motion records of Atushi-Jiashi $M_s5.8$ earthquake

台站名称	场地类别	震中距/km	加速度峰值/(Gal)		
			东西	南北	垂直
伽师总场	Ⅲ类	40	89	110	24
卧里托格拉克	Ⅲ类	24	80	173	45
格达良	Ⅲ类	43	14	11	8
红旗农场	Ⅲ类	64	6	5	4
阿克萨克玛热勒	Ⅲ类	82	19	17	8

注: 距离宏观震中约 200 m 的西克尔强震台由于仪器故障未记录到数据。

* 收稿日期: 2012-09-20.
基金项目: 中国地震局星火计划 (XH1031Y) 资助.

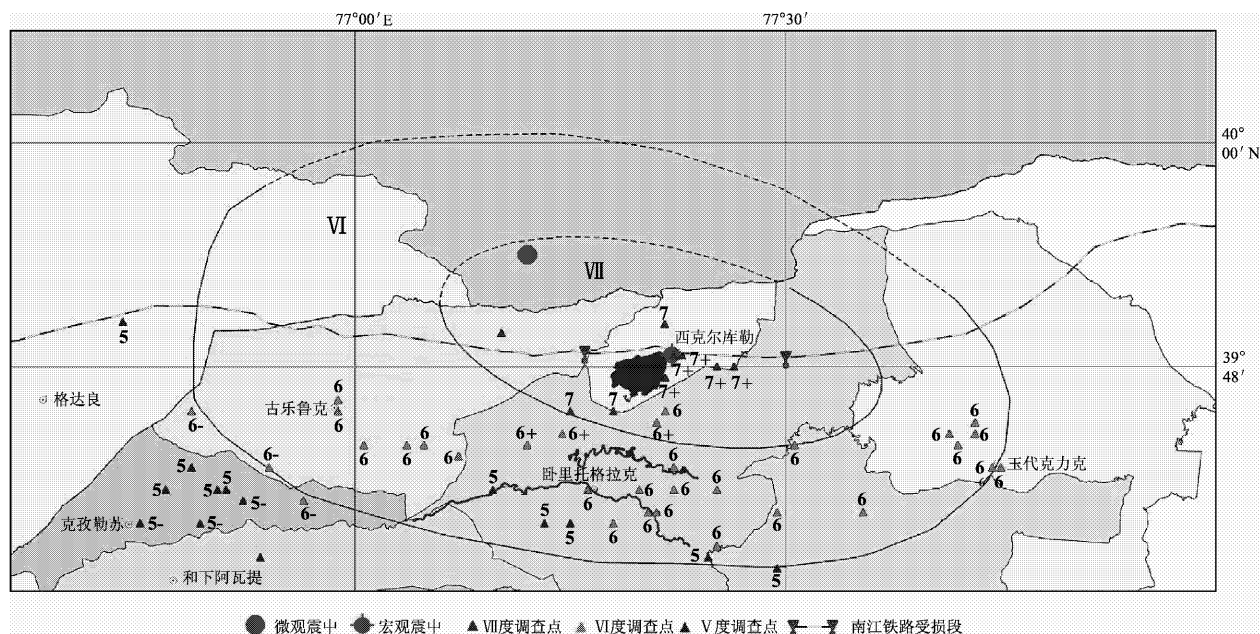


图1 2011年8月11日新疆阿图什—伽师交界5.8级地震等震线图
Fig. 1 Isoseismic map of Atushi-Jiashi $M_{5.8}$ earthquake on Aug. 11, 2011

2 震害现象综述

这次地震虽然震级不大,但造成的破坏是新疆历次5级地震中最为严重的一次。除了在以往地震中普遍可见的农村民居的破坏外,首次出现了抗震安居房、生命线系统的破坏,特别是铁路系统出现了不同程度的破坏。

2.1 房屋建筑破坏现象

本次地震灾区建筑物的结构类型主要可分为土木结构、砖木结构、砖混结构以及抗震安居工程建设的木板夹芯房(王坚,袁高,1999;尹力峰,唐丽华,2003;唐丽华,尹力峰,2003a, b;陈建波等,2009)。近几年新建的砖混结构房屋总体表现出良好的抗震性能,因此重点介绍其它几种结构类型房屋的震害特点。

土木结构房屋多分布在农区且年久失修,绝对数量仍然较大,建筑材料强度低、抗震结构形式不合理,再加上施工质量和场地条件的影响,破坏率较高,在Ⅵ度区出现显著破坏,极震区的西克尔库勒镇上土木结构房屋几乎全部严重破坏或毁坏(图2a、b)。

砖木结构房屋主要分布在乡镇政府及伽师总场,砖墙承重木屋盖体系,许多为农民自建房,这部分砖木结构房屋普遍层高较高,大部分在3.3

~3.7 m,开间较大,纵横墙体间无拉接、泥沙砌筑、砌筑质量较差。伽师总场、县磷肥厂等地统一建造的砖木结构房屋,虽然有的建于20世纪90年代,但抗震性能明显好于农民自建的砖木结构房屋。此次地震中极震区西克尔库勒镇的砖木结构房屋破坏数量大、程度严重。许多房屋出现了整体坍塌、墙体垮塌、墙体外闪、纵横墙体交接处产生锯齿形裂缝、横墙出现明显剪切裂缝等显著的破坏现象(图2c、d)。

2003年巴楚—伽师6.8级地震后,新疆在农牧区实施了大规模的抗震安居工程,极大地改善了农居的抗震性能。抗震安居工程在2005年以后发生的破坏性地震中没有出现破坏情况,为减轻地震灾害发挥了巨大作用。

新疆抗震安居工程的房屋结构形式多样,总体以砖木为主。此外,根据地区特点,还有部分木板夹芯墙结构、砖混结构、石木结构、石膏—土坯墙结构等(周铁钢等,2008)。

此次地震灾区中,抗震安居房屋结构类型普遍为木板夹芯墙结构,且基本在2008年前建造。木板夹芯墙结构房屋是在2003年巴楚—伽师6.8级地震后得到灾区百姓普遍认可的结构类型。该结构以木框架为承重体系,围护墙体为两层木板夹土坯构成。该类结构施工简单、抗震能力较强、造价相对较低,适合南疆干旱少雨的气候特点,

因此在南疆的贫困地区建造了相当数量的木板夹芯结构抗震安居房，但总体来说这类房屋属于简易房屋，在近几年建造数量已明显减少。在此次地震中，木板夹芯结构的抗震性能总体表现良好，破坏的数量很少。调查中发现共有 4 幢房屋出现了

不同程度的破坏，最为严重的是位于西克尔库勒镇的卫生院，墙体出现明显的剪切型裂缝。经过调查，该房屋木框架朽蚀严重，并且有虫蛀现象（图 2e、f）。这是实施抗震安居工程以来首次在地震中发现抗震安居工程破坏情况。

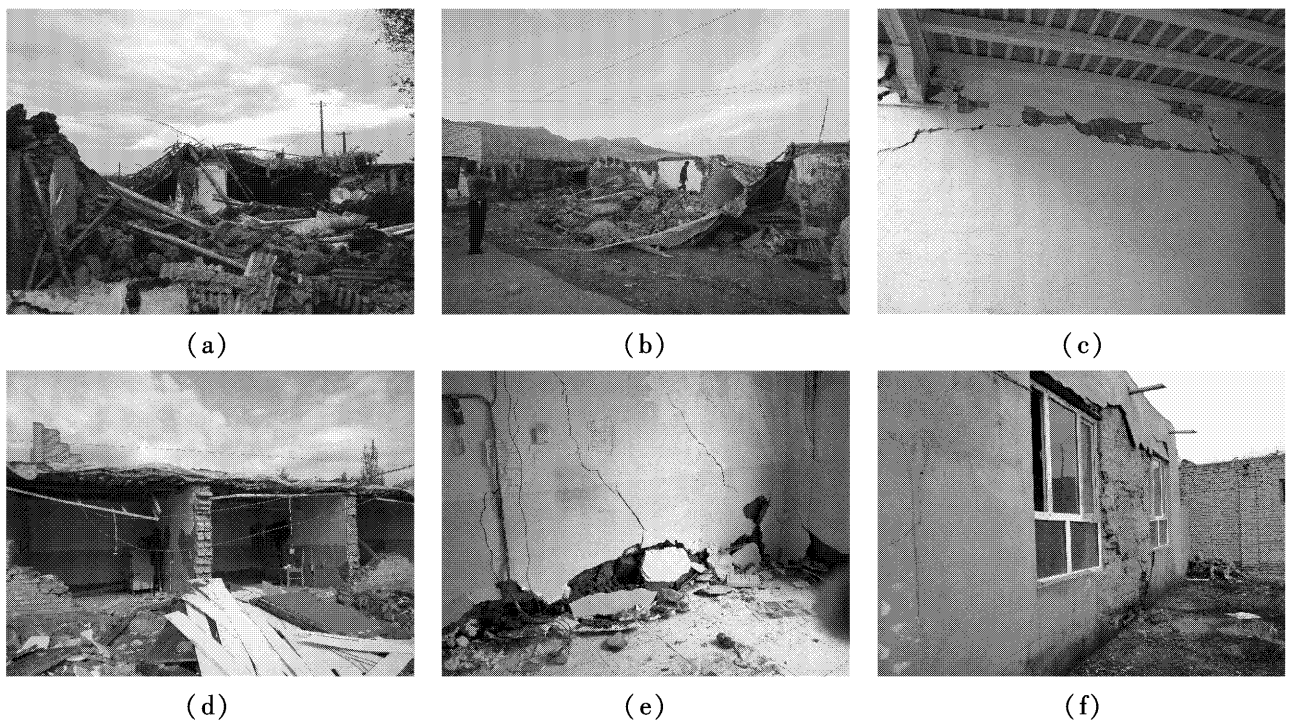


图 2 房屋建筑破坏现象

(a) 西克尔库勒镇土木结构房屋倒塌；(b) 卧里托格拉克乡土木结构房屋倒塌；(c) 西克尔库勒镇砖木结构房屋墙体剪切裂缝；(d) 西克尔库勒镇砖木结构房屋外墙倾倒；(e) 西克尔库勒镇木板夹芯房横墙出现裂缝、木框架朽蚀严重；(f) 卧里托格拉克乡木板夹芯房墙体中等破坏

Fig. 2 Destruction of building construction

(a) adobe buildings collapsed in West Kerr Cooley County; (b) adobe buildings collapsed in Wolituo County; (c) shear fracture of wall in brick buildings in West Kerr Cooley County; (d) exterior walls of the brick house toppled down in West Kerr Cooley County; (e) transverse walls cracked and timber frame rotted seriously in West Kerr Cooley County; (f) walls of timber frame in medium damage in Wolituo County

2.2 生命线系统的破坏

此次地震灾区的生命线工程破坏主要包括水库、公路及铁路。生命线系统的破坏现象主要集中在极震区——西克尔库勒镇。

2.2.1 南疆铁路破坏情况

南疆铁路是贯通新疆南部的主要铁路干线，从吐鲁番至喀什，全长约 1 450 km。此次地震造成南疆铁路停运约 23 h。这是新疆地震史上第一次出现铁路系统的破坏现象。

铁路系统破坏均发生在Ⅶ度区，主要分布在西克尔库勒镇境内，继续长度约 25 km。地震共造成

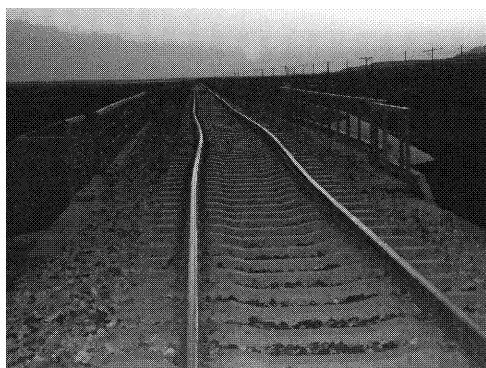
12 座桥梁梁体出现 3 ~ 100 mm 的横向位移和 10 ~ 20 mm 的纵向位移，个别桥面拱起 200 mm，出现支座剪切变形。线路几何尺寸严重超限，有 8 段水平位移最大 30 mm，线路下沉最大 50 cm。此外，地震还造成西克尔站天桥有明显裂缝、信号机水泥基座有明显裂缝、铁路钢轨明显弯曲（图 3）。

2.2.2 西克尔水库破坏情况

西克尔水库位于西克尔库勒镇境内，属大型拦河式均质土坝，建成于 1959 年，为病险水库，水库总库容 10 041 万立方米，死库容 1450 万立方米，目前基本均属于死库状态。2006 年对该水库



(a)



(b)

图3 生命线系统破坏情况

(a) 铁路桥梁涵洞护坡垮塌; (b) 南疆铁路西克尔库勒路段内铁轨有轻微变形

Fig. 3 Destruction of lifeline system

(a) revetments of the railway culvert slid down; (b) rails of Xikeer section deformed slightly in South Xinjiang Railway

进行了除险加固(库尔班·阿西木, 2003)。但这次地震又造成主坝、副坝、水工建筑物、办公区及生活区房屋等出现破坏。震后主坝出现纵向裂缝, 宽度4 cm, 纵深达到1.5~2 m。副坝坝后严重渗水, 放水涵洞坝后出现大量渗水, 小放水闸、闸前浆砌石扭面严重变形, 从闸后部分连接处塌陷, 闸槽部分也同时出现变形情况。主坝放水涵洞与出口砼八字墙连接处出现整体分离, 与土渠连接的铅丝笼块石护坡整体塌陷, 泄洪闸前八字墙铅丝笼塌落, 闸后砼部分扭曲变形, 闸槽和钢闸门严重变形, 涵洞连接处伸缩缝5处出现冒浑水现象, 闸后消力池出现多处裂缝, 砼渠底也严重变形, 且有破碎现象, 浆砌石扭面两岸沉陷变形。与以往震害相对比, 震害现象基本相同, 但水库经过加固后震害程度较轻。

2.2.3 G314 的破坏情况

地震造成阿图什公路管理局管养的G314线K1317—K1320段路基出现2 km的裂缝, 最大缝宽达3~5 cm, 深度50 cm以上; 受地震影响的G314线K1318+400处, 出现高30 cm、宽6 m的隆起。沿线部分土质截水坝裂缝严重。地震还造成位于西克尔道班内部分建筑物裂缝。

3 震害原因分析

新疆阿图什—伽师5.8级地震造成的震害严重, 特别是有21人受伤, 这是在新疆近年来的破坏性地震中首次有受伤人员。西克尔库勒镇内的土木结构房屋基本毁坏, 居民自建砖木结构房屋

严重破坏或毁坏的达到63%。生命线系统出现了不同程度的破坏, 这在新疆历次5级地震中也比较少见。除了极震区的房屋结构本身的抗震性能较差这个共性原因外, 还存在以下4点重要原因:

(1) 此次地震的宏观震中位于人口相对集中的西克尔库勒镇, 极震区烈度达到Ⅶ度强, 接近于该镇的基本烈度Ⅷ度(GB18306—2001), 因此, 造成了极震区房屋出现了大量的破坏。

(2) 此次地震前一天, 在灾区出现强对流天气(冰雹和雷阵雨), 持续近2个小时。极震区的民房基本为木屋盖上覆草泥, 强降雨造成房屋屋盖增重、墙体强度降低, 震害加重。

(3) 震区近两年先后发生两次大的洪水, 均从西克尔库勒镇北面的山区向南面的居民聚焦区冲刷。在实际调查中发现西克尔库勒镇民居普遍用泥浆或含泥量较高的砂浆砌筑, 洪水冲刷降低了房屋的整体性及墙体的强度。

(4) 西克尔库勒镇位于山前洪积平原, 地基土层以饱和松散砂、亚砂土和亚黏土软弱土层为主, 地下水位高, 平均1~3 m, 局部地带地下水以沼泽湿地或沼泽直接出露地表, 地表土层盐渍化程度高, 强震动台基的勘测报告也显示该镇的场地条件为3类(GB18306—2001), 场地对地震动的放大作用也是造成此次地震灾害严重的一个重要原因。

4 结论与讨论

通过此次地震破坏现象的调查、震害原因

的分析,有以下几个问题值得关注:

(1) 在抗震安居工程(或富民安居工程)的实施工程中,对房屋结构的选型要特别慎重。木板夹芯墙结构房屋作为2003年巴楚—伽师地震中经过检验的结构类型,由于造价相对较低,对施工技术要求不高,易被当地老百姓接受,在南疆干旱少雨且经济发展落后的地区建有相当规模。但经历此次地震,虽然该类结构房屋的抗震性能较好(地震中仅有个别出现了破坏),但在耐久性方面存在明显的不足。此次地震中出现破坏的木板夹芯墙(包括两幢公共建筑)使用期均在7~8年。通过现场调查发现,房屋的木框架出现了虫蛀、腐朽等现象,再加上近两年洪水频发,降低了其抗震性能。考虑到该类房屋依然属于简易房屋,建议在今后的抗震安居(或富民安居)工程中不再建造这类结构的房屋,尤其是学校、医院等公共用房不应再采用木板夹芯墙结构。

(2) 虽然在新疆历次地震中生命线工程出现破坏的现象不是很多,特别是铁路系统,但此次地震的震害说明,地震也可能对经过正规设计与施工的铁路系统产生一定程度的破坏。此次地震中铁路钢轨出现变形,可能与场地条件有关,这有待今后进一步的研究。但震害提示今后在生命线工程的设计与施工中特别注意盐渍土地区、厚

覆盖层场地对线路的影响。

(3) 不同类型灾害的叠加也是今后需要关注的问题。虽然地震是小概率事件,与其它自然灾害在同一时间发生的概率很低,但我们需要作好同时应对多种自然灾害的应急、救灾准备。同时在规划村镇选址时,注意避开各种不利地段。

参考文献:

- 陈建波,谭明,寇大兵,等. 2009. 2008年10月5日新疆乌恰6.8级地震现场考察[J]. 中国地震,25(4):455-462.
- 库尔班·阿西木. 2006a. 地震对平原水库大坝的影响和抗震加固[J]. 地下水,28(4):82-85.
- 库尔班·阿西木. 2006b. 地震对西克尔水库大坝工程的影响和抗震加固[J]. 大坝与安全,(6):64-67.
- 唐丽华,尹力峰. 2003a. 2003年巴楚—伽师6.8级地震的震害特征[J]. 内陆地震,27(2):166-169.
- 唐丽华,尹力峰. 2003b. 新疆巴楚—伽师6.8级地震极灾区砖结构房屋震害特点及分析[J]. 内陆地震,21(3):238-243.
- 王坚,袁高. 1999. 新疆地震区房屋震害特点及设防措施[J]. 内陆地震,13(3):265-269.
- 尹力峰,唐丽华. 2003. 2003年2月24日新疆巴楚—伽师6.8级地震灾区房屋建筑震害现象综述[J]. 内陆地震,17(3):209-215.
- 周铁钢,胡听,余长霞. 2008. 新疆石膏—土坯墙民居抗震技术与工程实践[J]. 地震学报,30(3):315-320.
- GB18306-2001,中国地震动参数区划图[S].

Damage Characteristics of Atushi-Jiashi $M_s5.8$ Earthquake on Aug. 11 in 2011

TANG Li-hua, SUN Jing, WU Guo-dong, WANG Wei, SONG Li-jun, ZHANG Yong
(Earthquake Administration of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract

The damage phenomenon of Atushi-Kashi $M_s5.8$ earthquake on Aug. 11, 2011 is introduced. The Atushi-Kashi $M_s5.8$ earthquake causes varying degrees damages of disaster on aseismic adobe houses constructed in Earthquake Housing Project and railway systems. On the basis of the summary of damage phenomenon and analysis of damage causes, the key points are put forward for the construction of aseismic adobe house engineering.

Key words: Atushi-Jiashi $M_s5.8$ earthquake; earthquake damage; seismic adobe house engineering