

许小明, 徐玉霞, 马楠. 大同一阳高地区农村住房抗震能力评估及设防对策[J]. 华北地震科学, 2017, 35(2): 70-75.

大同一阳高地区农村住房抗震能力评估及设防对策

许小明¹, 徐玉霞^{1,2*}, 马楠¹

(1. 宝鸡文理学院地理与环境学院, 陕西 宝鸡 721013;

2. 宝鸡文理学院灾害监测与机理模拟陕西省重点实验室, 陕西 宝鸡 721013)

摘要:结合 1949—2016 年区内 $M_s \geq 4.5$ 中强度地震灾害对村庄破坏程度统计结果, 详细评估了 1989 年大同一阳高地震 ($M_s 6.1$) VIII、VII、VI 烈度影响范围及住房受损情况, 认为砖木结构房屋具有一定的抗震性能, 但也存在该区农村住房总体脆弱性降低, 而农村常住人口脆弱性依然较高的问题。当地政府、村民应重视房屋抗震设防能力建设, 提高房屋整体抗震性能, 增强抗震设防意识以降低灾损。

关键词:农村住房; 抗震能力; 评估; 大同一阳高地区

中图分类号: P315.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-1375(2017)02-0070-06

doi: 10.3969/j.issn.1003-1375.2017.02.012

0 引言

地震灾害具有突发性、不可预测性, 频度较高, 产生严重次生灾害, 对社会经济发展造成重大影响等特点^[1-2]。地震灾害是威胁人类生命财产安全最主要的自然灾害之一。由于地处环太平洋地震带与地中海—喜马拉雅山地震带交接位置, 中国是全球地震灾害频发、灾损最大的国家^[3]。依据次级板块构造活动特征及地理位置差异将我国划分为六大地震区, 华北地震区地震强度和频度仅次于青藏高原地震区, 位居全国第二, 区域地震灾损严重。其中, 1966 年邢台 $M_s 6.8$ (先)、 $M_s 7.2$ (后) 及 1976 年唐山 $M_s 7.8$ 大地震造成了重大人员伤亡和财产损失, 给国家经济建设和国民生产生活带来了巨大灾难^[4-5]。地处华北平原地震带、山西地震带及阴山—燕山地震带相交位置的大同一阳高地区, 自 1989 年以来地震频发, $M_s \geq 4.5$ 地震总计发生 4 次。

国内有关华北地区尤其是大同一阳高地区地震灾害及防灾减灾方面的研究成果较多, 如朱红彬等^[6]对华北构造区主要地震带分段与强震活动关系做了初步探讨; 胡燕宇^[7]运用可公度计算以及

Morlet 小波分析等数学方法对京津唐地区地震灾害进行趋势判断; 刘东旺^[8]就华北地震区自 1800 年以来 $M_s 5.5$ 地震活动特征及其危险性予以了研究; 刘巍等^[9]从较大时空范围研究了 1989 年大同一阳高 $M_s 6.1$ 地震的活动背景, 指出此次中强度地震是华北区域应力场增强的结果; 韦宝珠等^[10]应用 Pnl 及 SH 波理论地震图方法并结合发震区地质构造特征研究了 1989 年大同一阳高地震震源机制及发震模式; 兰青龙^[11]针对 1989 与 1991 年大同一阳高地区 2 次地震中农村建筑物破坏特征进行了详细分析。总体来看, 目前国内学者的华北地震区研究方向和关注重点主要集中在区域地震带分段、地震发生机理解析、震害破坏性特征及灾损预估等方面, 针对农村房屋建设及抗震避灾减灾方面的研究工作较少。本文以大同一阳高地区中小尺度区域为例, 基于区域地质构造背景与地貌环境特征以及当地自 1949 年以来地震灾害 ($M_s \geq 4.5$) 分布特征和 1989 年 $M_s 6.1$ 地震灾损状况, 结合当地农村住房结构类型与常住人口比例在不同时期的变化特征, 就农村住房建设在地基选址、抗震避灾减灾等方面进行了较为细致的研究, 以期相关部门在民居建设中提高抗震设防能力与降低灾损提供一定参考依据。

收稿日期: 2016-11-22

基金项目: 国家自然科学基金(41071359); 陕西省重点实验室项目: 全球气候变化下陕西省旱涝灾害风险评估及区划研究(16JS005); 陕西省社会科学基金(2015D057); 陕西省重点学科自然地理学资助

作者简介: 许小明(1990—), 男, 山西大同人, 硕士研究生, 主要从事区域综合防灾减灾。E-mail: 1559668557@qq.com

* 通讯作者: 徐玉霞(1978—), 女, 陕西榆林人, 副教授, 主要从事自然地理及区域防灾减灾研究和教学工作。

1 研究区背景及资料来源

1.1 研究区背景

大同盆地内部结构复杂,由多处凹陷和隆起地貌组成,总体上表征为 NNE 走向的雁列式布局形式。大同一阳高地区在构造环境上属于山西地震带,区内地震时间进程及空间分布受华北平原地震带、山西地震带及阴山—燕山地震带影响^[12]。20 世纪 80 年代末至今,区域应力场增强,地震爆发进入活跃期,1989 年、1991 年大同一阳高地震(先 $M_s 6.1$ 、后 $M_s 5.8$)震中为大同县与阳高县交界带,农村住房多以拱窑、木构架房屋为主,砖木结构比重低,且农村人口数量多,Ⅶ以上烈度区内大部分房屋破坏较为严重,社会经济影响程度较大。目前,研究区内农村住房结构类型以砖木结构为主,较之前有了明显改善,抗震能力得到较大程度提高,房屋总体脆弱性降低,农村常住人口数量显著减少,但中老年人口及儿童所占比重较大,人口脆弱性仍然较高。

1.2 资料来源

1)1949 年以来大同一阳高地区地震($M_s \geq 4.5$)发生次数、时间、震级以及受灾严重地区统计资料与

1989 年大同一阳高地震烈度区、主要受灾村落、房屋结构类型及房屋受损数据来自文献资料^[9,11-12];

2)研究区目前农村住房结构类型及常住人口结构比例统计数据通过实地调查获得;

3)研究区行政底图来自人大经济论坛(<http://bbs.pinggu.org/>)与国家地球系统科学数据共享平台(<http://www.geodata.cn/>)。

2 研究区地质地貌环境及地质灾害特征

1989 年、1991 年大同一阳高地震震中位于 NE 向的桑干河新断陷构造带,桑干河自西向东流淌,形成了周围高、中间低、两山夹一川的槽型盆地地貌。大同盆地位于山西断陷带北部,东临蔚广盆地,南接忻定盆地,区内地质构造复杂,包括 NE 走向的口泉大断裂、NEE 走向的六棱山断裂和恒山北缘断裂等 3 条主要的活动断陷^[9]。尤其以燕山运动和喜马拉雅山运动的影响最为明显,新构造运动相当发育、地震活动较为频繁,东部为著名的世界地质奇观大同火山群,区域地质灾害主要以地震不定期发生为主(表 1)。

表 1 1949 年以来大同一阳高地区地震($M_s \geq 4.5$)发生次数、时间、震级以及受灾严重地区统计

序号	地震发生时间	地震震级	地震灾损严重地区	伤亡人口
1	1989 年	$M_s 5.7$ (先) $M_s 6.1$ (后)	大同县西册田乡堡村、阳高县西团堡、大辛庄、前贵仁、后贵仁、讲理等地	死亡 19 人,致伤 193 人
2	1991 年	$M_s 5.8$	大同县西册田乡堡村、阳高县友宰乡前贵仁、后贵仁等地	死亡 1 人,重伤 1 人,轻伤数百人
3	1999 年	$M_s 5.6$	大同县、阳高县间的堡村、西团堡村	重伤 10 人,轻伤 60 人
4	2010 年	$M_s 4.5$	大同县、阳高县交界地带,受灾程度总体较轻	无

从表 1 可得,1949—1988 年时段大同一阳高地区无明显灾害性地震发生。据相关资料记载,1966 年邢台隆尧、宁晋地震及 1976 年唐山地震对本区直接破坏程度较小,但促使山西地震活动由南向北迁移,先后形成了以运城、太原和大同等地区为中心的南北交替地震活动新格局^[9]。受华北地震区和山西地震带中强震活动周期的制约,1989 年至今,大同一阳高地区进入地震活跃期。据统计,该时段本区 $M_s \geq 4.5$ 地震共发生 4 次,且震中集中分布在大同县与阳高县交界带,以大同县西册田乡堡村、讲理村与阳高县友宰乡前贵仁、后贵仁等地灾害损失最为严重,4 次地震伤亡人口随地震震级减弱相应减

少,其中以 1989 年、1991 年大同一阳高地震灾损(房屋倒塌及人口伤亡数量)最大。

3 地震破坏区房屋受损程度分析

1989 年大同一阳高 $M_s 6.1$ 地震是本区受华北区域应力场控制并沿桑干河断裂带突然释放能量的结果^[10]。此次地震序列属中强震群型,具有地震频度高、余震强度大、持续时间长等特点,地震烈度迹线呈 NEE 走向并分布在桑干河两侧(图 1),最高烈度为Ⅷ度,震害造成房屋破坏范围大致位于Ⅶ~Ⅷ烈度区内,烈度区内房屋结构差异化且距震中远近不同导致房屋应震受损程度迥异(表 2)。

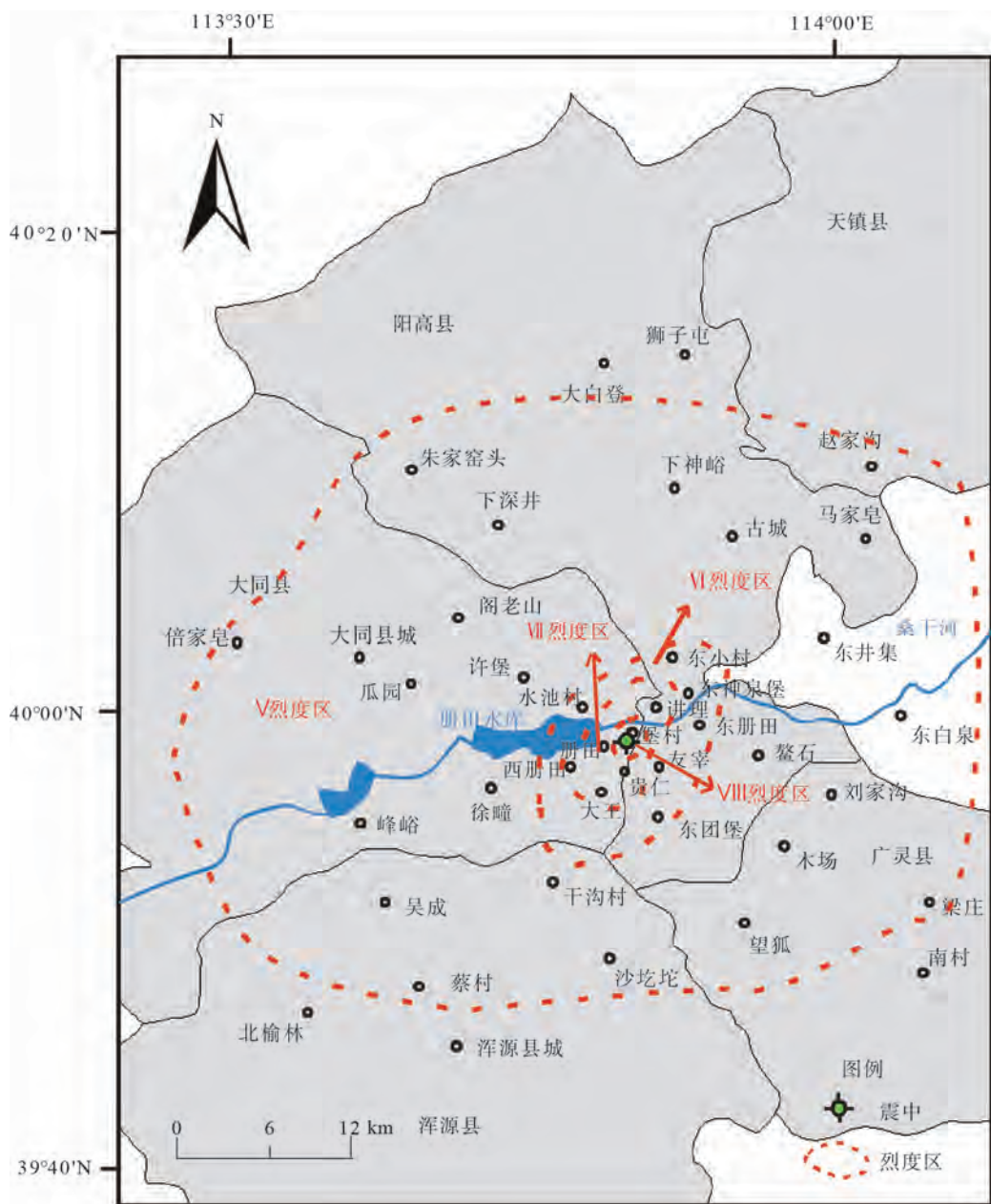


图 1 1989 年大同—阳高地区地震震中及烈度区分布

表 2 1989 年大同—阳高地震烈度区 (VIII、VII、VI)、主要受灾村落、房屋结构类型及受损情况统计

烈度区	主要受灾村落	房屋结构类型	房屋受损情况
VIII 度	西册田乡堡村	拱窑、木架结构、砖房	80% 拱窑倒塌, 25% 木架结构房屋倒塌或房顶坍塌, 砖房总体破坏较轻
VII 度	西册田、册田、大王庄、前贵仁、后贵仁、讲理等	拱窑、土木、砖木结构	32% 拱窑倒塌, 41% 严重破坏, 11% 砖木房屋处于中度、重度破坏
VI 度	友幸、东团堡、东册田、神泉寺、东小村、东神泉堡、水池村等	拱窑、土木、砖木、砖混结构	3% 拱窑倒塌, 24% 严重破坏, 砖木结构房屋受到轻微破坏或基本完好

依据图 1、表 2 可得,研究区Ⅷ度破坏区分布在西册田乡堡村,村庄房屋结构类型多以拱窑、木架结构为主,抗震性能差,遭遇中强度地震则房毁屋塌,造成严重地震灾难发生。此次 $M_s 6.1$ 地震致使该村多数拱窑倒塌,25%左右的木架结构房屋坍塌,给人民生命财产带来了巨大灾难;Ⅶ度区影响范围相对较大,西册田、册田、大王庄、前贵仁、后贵仁、讲理等村落在本次地震中受灾较重,村庄房屋老旧,抗震能力差,多数拱窑类房屋遭到严重破坏,其他结构类房屋灾损程度较轻;Ⅵ度区覆盖范围较广,友宰镇、东团堡、东册田、神泉寺、东小村、东神泉堡、水池村等村镇房屋受损程度较轻,尤其以友宰镇灾损最轻,友宰镇相对其他村庄在房屋结构中砖木和砖混结构占有较大比例,房屋总体抗震性能较好,又因距地震震中及断裂带较远,震害程度不严重。因Ⅴ度区内房屋一般不受破坏性影响,故不做详细分析。

地震震级高低、地震烈度大小、房屋结构抗震性能和居民防灾减灾能力是影响地区地震破坏程度的重要因素。总体来看,1989 年大同一阳高 $M_s 6.1$ 地震灾损程度较重,破坏区大致沿桑干河呈 NNE 走向。此次地震震级较高,震源深度较浅(10 km),地震烈度较大(最高烈度为Ⅷ),导致震害程度较重;20 世纪 80 年代,受经济条件限制,该区房屋结构类型以沙黄土砌造的拱窑为主,房屋结构简单、老旧及抗震性能差是造成本区地震灾损较大的主要因素;当地农村居民应灾抗灾能力偏低,防灾避灾意识偏弱也是造成此次地震人员伤亡和房屋毁坏数量较多的原因之一。另外,虽然砖木结构房屋具有一定的抗震性能,但在地震中也暴露出不少问题,如房屋墙体抗剪强度不够、房屋整体抗震性能差和房屋抗震薄弱部位多等^[11]。综合研究区内不同类型房屋抗震能力对比,抗震性能从好到差依次为:砖混结构、砖木结构、木架(土木)结构、拱窑,与王瑛等^[13]学者对中国农村地震灾害特点的分析和研究结论基本一致。

4 区内未来地震风险性预估及抗震设防措施

4.1 区内未来地震风险性预估

根据国家地震局震级划分标准,将 $4.5 \leq M_s < 6.0$ 的地震称为中强震, $6.0 \leq M_s < 7.0$ 的地震称为强震。1989—2010 年大同一阳高地区发生的 4 次地震均属于中强震或强震,震源较浅,震害较大,Ⅶ~Ⅷ烈度区内毛坯、土木建筑损坏严重,Ⅵ烈度以下地区地震灾害明显减轻。该区地震活动断层发育,且地震在原活动断层破裂带具有复发性,发震活动断层地表迹线位置决定了严重震灾带的空间分布特征^[14]。

从致灾因子角度分析,自 20 世纪 50 年代以来,受山西地震带、华北地震区的强震活动周期影响,本区地震活动在时间序列上具有明显的丛集特征,20 世纪 80 年代末至今,大同一阳高地区构造运动相当活跃,进入周期性地震爆发阶段(大约 300 年左右);在空间分布上,历史时期该区地震活动主要沿盆地西侧口泉大断裂、六棱山断裂带附近分布,周围忻定盆地、蔚广盆地与大同盆地在区域地质构造活动上密切相关,且地震活动中心具有空间迁移的特征^[9]。根据研究区地震活动时空分布特征推测,区内未来灾害性地震($M_s \geq 4.5$)发生可能性仍较大,震害风险性较高。

从承灾体角度分析,房屋结构类型和常住人口比例是影响一定区域内地震风险性和危险性的 2 个主要因子。因此调查研究区沿桑干河地震断裂带附近农村住房结构类型与常住人口比例在不同时期的变化特征,对于具体剖析该区地震灾害损失具有重要意义。本文主要通过查阅地方资料和实地调研获得研究区在 20 世纪 90 年代和现阶段 2 个不同时期农村住房结构类型和常住人口比例方面的数据(表 3)。

表 3 研究区沿桑干河断裂带附近农村住房类型代际划分、结构分布状况与常住人口比例数据

时期划分	农村住房类型代际划分	农村住房结构分布状况	农村常住人口比例
20 世纪 80 年代和 90 年代初	第 1 代	拱窑结构占 40%、土木结构占 35%、砖木结构占 20%、砖混结构大约占 5%	农村常住人口比例大约为 70% 左右,各年龄段人口比例较适中
20 世纪 90 年代末和 21 世纪初	第 2 代	拱窑结构占 20%、土木结构占 40%、砖木结构占 30%、砖混结构大约占 10%	农村常住人口比例为 60% 左右,中青年人口流失率较高
现阶段	第 3 代	拱窑结构占 10%、土木结构占 20%、砖木结构占 50%、砖混结构占 20% 左右	农村常住人口比例大致为 45% 左右,且以中老年人口和儿童居多,年轻人口较少

从表 3 可知,在 20 世纪 80 年代和 90 年代初,研究区农村住房结构比较落后,以第 1 代拱窑建筑结构类型为主,抗震性能差,农村常住人口多,大约占总人口数量的 70% 左右,脆弱的房屋抗震结构与较多的农村人口导致该阶段农村地震灾损较为严重;至 20 世纪 90 年代末和 21 世纪初,农村住房类型过渡到第 2 代,其中土木结构类型房屋偏多,抗震能力依然较差,该阶段农村中青年人口流失率较高,对实施防震减灾有较大影响;现阶段,农村住房结构类型以第 3 代砖木、砖混建筑结构类型居多,抗震性能较第 1 代房屋有所提高,且农村常住人口迅速减少,总体地震灾损相对较轻,但该阶段在农村常住人口中,中老年人口和儿童所占比例较高,其防灾应变能力较差,承灾体(主要指人口结构)脆弱性较高。

4.2 抗震设防措施

结合致灾因子和承灾体脆弱性可得,研究区未来地震灾害风险性仍然较大,地方政府和居民应采取有效的防灾避灾措施应对突发地震灾害。

4.2.1 重视房屋安全选址

根据古地震活动断层永久变形带宽度研究,本区未来居民住房建设应当避开活动断层带,活动断层带两侧至少各避让 15 m,避让距离范围内的建筑物应提高抗震设防强度,以减轻活动断层同震地表错动造成的直接破坏^[15-16];响应地震专家抗震设防要求并依据当地地质勘探资料,房屋地基选址应避开松软、湿陷土层,滑坡、崩塌、洪水等地质灾害多发区和地下漏斗地质危险带^[17]。

4.2.2 提高农村住房综合抗震减灾能力

组织专家进行房屋抗震性能论证,划定当地建筑物抗震设防标准,结合农民群众自身经济条件给予适宜性抗震指导意见;加强农村防灾减灾能力建设,农村新建住房在抗震设计、房屋结构选型、钢筋混凝土圈梁设置、墙体抗剪强度以及墙体厚度与连接度方面应予以足够的重视,房屋间距应适当留足以降低灾损;按照因户制宜的方针,对不符合抗震设防标准的拱窑、土木结构房屋应予以拆除,重点维修、加固砖木结构房屋,以防落梁、倒塌,从而提高建筑物安全性能,定期评估房屋抗震能力;强化对农村建筑工匠从施工放线、地基加固、钢筋焊接、水泥砂浆和混凝土调配到砌墙技能等环节的技能培训,确保工程施工质量^[18]。

4.2.3 推进农村住房及地震安居型工程建设

全面提高农村居民建筑抗震设防意识,在房屋建设场地选择、宅基地行政审批、建筑材料选取及施工环节等阶段应当严格把关^[19];突出政府对农村新建房屋抗震设防的监管作用并落实具体监管措施,引导村民选用框架结构或砖混结构,督促民居安全建设工作;各级政府预留一部分资金以作农村抗震补助经费,逐步推广地震安全民居型工程,适当为农村弱势群体提供安居型住房^[20]。

4.2.4 加强农村防震减灾知识普及宣传力度

制定农村抗震减灾规划,加强对干部、村民(尤其指中老年人和小学生)地震科普知识及地震应急措施宣传力度,举办防震减灾系列知识讲座,通过电视、广播、防震避灾手册等形式进行科普知识宣传,深入贯彻防震减灾法律法规,培养村民基本的抗震防灾意识和较强的心理抗挫能力,使防震减灾意识深入人心并内化为农村居民的基本素养^[20]。村中、庭院设有宽阔的应急避难场地和必要的求生通道,方便灾害自救、互救以及等待他救。

5 结论

大同一阳高地区地质环境探索与地震灾害综合研究对当地房屋安全建设及采取必要的防灾减灾措施具有一定意义,得出以下结论:

1) 致灾因子强度与承灾体脆弱性共同决定和影响了灾情的大小,研究区地质灾害以震害发生为主,地震发生频率较高、强度较大,农村住房多以抗震性能差的木架结构和拱窑居多,承灾体脆弱性较高,总体防灾抗灾能力较差;

2) 大同一阳高地区地震频发是区域应力场沿桑干河河谷地区突然释放能量的结果,1989 年地震破坏区不同房屋结构抗震性能从好到差依次为:砖混结构、砖木结构、土木结构、拱窑;

3) 当前,研究区地震灾害发生可能性仍然较大,虽然农村住房结构类型与常住人口比例较 20 世纪 90 年代有了较大程度的改善和变化,农村住房总体脆弱性降低,但农村常住人口脆弱性依然较高;

4) 降低承灾体脆弱性,提高灾区房屋抗震设防标准是当地应对震害、减轻灾损的根本举措;增强居民防灾避灾意识,加强地方地震灾害防御体系建设,建立灾害应急体制机制是降低区域地震灾损的主要路径。

参考文献:

- [1] 王健. 地震灾害管理研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2008.
- [2] 阿坝州政府应急管理办公室. 【地震灾害】地震灾害的特点[EB/OL]. (2010-04-18)[2016-11-12]. http://www.abj.gov.cn/kpxc/yjcs/zrzh/dz/201012/t20101221_214185.html.
- [3] 邓起东, 张培震, 冉勇康, 等. 中国活动构造基本特征[J]. 中国科学(D辑), 2002, 32(12): 1020-1030.
- [4] 周瑞敏. 邢台地震与抗震救灾研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2009.
- [5] 苏幼坡, 张玉敏. 唐山大地震震害分布研究[J]. 地震工程与工程振动, 2006, 26(3): 18-21.
- [6] 朱红彬, 邢成起, 李红, 等. 华北构造区主要地震带分段与强震活动[J]. 地震学报, 2010, 32(6): 705-717.
- [7] 胡燕宇. 京唐地区重大灾害对称性研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2014.
- [8] 刘东旺, 沈小七, 李敏莉, 等. 华北地震区地震活动特征及其危险性研究[J]. 地震地磁观测与研究, 2004, 25(3): 8-13.
- [9] 刘巍, 赵新平, 安卫平. 大同一阳高 6.1 级地震活动背景[J]. 地震, 1994(5): 71-77.
- [10] 韦宝珠, 王凯, 姚振兴. 1989 年大同一阳高地地震震源机制及发震模式研究[J]. 中国地震, 1992, 8(1): 51-59.
- [11] 兰青龙. 大同一阳高地地震中农村建筑物破坏特征分析[J]. 山西地震, 1994(4): 53-57.
- [12] 苏宗正, 程新原. 1989 年大同一阳高地地震的地质环境与地震构造[J]. 山西地震, 1992(1): 19-30, 36.
- [13] 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.
- [14] 徐锡伟. 活动断层、地震灾害与减灾对策问题[J]. 震灾防御技术, 2006, 1(1): 7-14.
- [15] 李树德. 活动断层分段研究[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 1999, 35(6): 768-773.
- [16] 张建毅, 薄景山, 袁一凡, 等. 活动断层及其避让距离研究综述[J]. 自然灾害学报, 2012, 21(2): 9-18.
- [17] 林建兴. 浅谈当前加强农村房屋抗震设防对策[J]. 福建建设科技, 2008(5): 44-45.
- [18] 魏英祖, 郭金贵. 西北地区农村房屋抗震设防现状及对策[J]. 西北地震学报, 2005, 27(4): 351-353, 356.
- [19] 乔敏敏. 忻州市农村房屋抗震设防现状及对策[J]. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2015, 36(2): 63-71.
- [20] 陈亚红, 赵亚国, 潘双进. 农村民居抗震性能存在的问题及对策[J]. 防灾技术高等专科学校学报, 2006, 8(2): 91-93.

Anti-seismic Capacity Evaluation and Countermeasure Research of Earthquake Fortification about Rural Housing in Datong-Yanggao Area

XU Xiao-ming¹, XU Yu-xia^{1, 2*}, MA Nan¹

(1. College of geography and Environment, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji 721013, China;

2. Key Lab of Disaster Monitoring and Mechanism Simulating of Shaanxi Province, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji 721013, China)

Abstract: This research made a detailed assessment on influence scope and houses damage caused by VI, VII and VIII intensity of the Datong-Yanggao earthquake ($M_s 6.1$) in 1989 combined with statistical results about the extent of the village destruction of medium intensity earthquake disasters caused by $M_s \geq 4.5$ earthquakes in the research area during 1949—2016 years. The assessment shows that brick-wood structure building has a certain anti-seismic performance, but it also exposed the defects that the overall vulnerability of rural housing lowered in the region and the vulnerability of rural resident population is still higher. The local government, the villagers should pay more attention to the construction of housing anti-seismic capacity, improve the overall anti-seismic performance of housing and enhance the awareness of earthquake fortification to reduce disaster losses.

Key words: rural housing; anti-seismic capacity; assessment; Datong-Yanggao area