周婷如,王妍,钟秀梅,等.2026年1月26日甘肃迭部5.5级地震建筑震害特征及成因分析[J].地震工程学报,2026,48(5):1210-1217.DOI:10.20000/j.1000-0844.20260206001

ZHOU Tingru, WANG Yan, ZHONG Xiumei, et al. Seismic damage characteristics and cause analysis of buildings in the Diebu M_S5.5 earthquake, Gansu Province, on January 26, 2026[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2026, 48(5): 1210-1217. DOI:10.20000/j.1000-0844.20260206001

2026年1月26日甘肃迭部5.5级地震建筑震害特征及成因分析

周婷如[1,2], 王 妍[1,2], 钟秀梅[1,2], 王 谦[1,2], 倪俊鹏[2], 许世阳[1,2]

(1.中国地震局黄土地震工程重点实验室,甘肃 兰州 730000;
2.中国地震局兰州地震研究所,甘肃 兰州 730000)

摘要:2026年1月26日,甘肃省甘南藏族自治州迭部县发生5.5级地震,震源深度10 km,震中烈度为Ⅶ度,震区建筑结构遭受不同程度的破坏。基于震害调查,分析震区房屋建造特点及各结构类型建筑物的震害特征,揭示其破坏机理。研究结果表明:震区农村地区以传统木构架房屋为主,承重木构架基本完好,但夯土围护墙体震害严重,主要表现为墙体开裂、局部塌落及外闪等;砖木与砖混结构占比较小,主要震害表现为墙体不同程度开裂。城镇地区房屋以砖混和框架结构为主,整体震害较轻,主要表现为墙体开裂。房屋震害成因主要包括墙体材料脆性较大、各部件连接不足、选址不当及建筑布局不合理等,且农村地区多数自建房屋缺少抗震构造措施。研究成果可为震后恢复重建与建筑抗震加固提供理论参考,对提升西北地区建筑综合抗灾能力具有积极意义。

关键词:迭部5.5级地震;建筑结构类型;震害特征;破坏机理

中图分类号:P315.9 **文献标志码**:A **文章编号**:1000-0844(2026)05-1210-08

DOI:10.20000/j.1000-0844.20260206001

Seismic damage characteristics and cause analysis of buildings in the Diebu M_S5.5 earthquake, Gansu Province, on January 26, 2026

ZHOU Tingru[1,2], WANG Yan[1,2], ZHONG Xiumei[1,2], WANG Qian[1,2], NI Junpeng[2], XU Shiyang[1,2]

(*1.Key Laboratory of Loess Earthquake, CEA, Lanzhou 730000, Gansu, China;*
2.Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 73000, Gansu, China)

Abstract: On January 26, 2026, an M_S5.5 earthquake struck Diebu County, Gannan Tibetan Autonomous Prefecture, Gansu Province, with a focal depth of 10 km and an epicentral intensity of

收稿日期:2026-02-06

基金项目:甘肃省地震局地震科技发展基金(2025SY01);中央级科研院所基本科研业务费(2021IESLZ03);中国地震局地震工程与工程振动重点实验室重点专项(2020EEEVL0409)

第一作者简介:周婷如(2000-),女,硕士,研究实习员,主要从事黄土地震工程方面的工作。E-mail:zhoutr_0210@126.com。

通信作者:钟秀梅(1981-),硕士,高级工程师,主要从事黄土动力学与农居抗震方面的工作。E-mail:xmzhong26@163.com。

Ⅶ degree. It caused varying degrees of damage to buildings in the affected area. Based on post-earthquake damage assessments, this study analyzes the construction characteristics of local buildings and the seismic damage patterns across different structural types, revealing their failure mechanisms. The results indicate that rural buildings in the affected area are predominantly traditional timber-frame houses. The load-bearing timber frames mostly remained intact, but the rammed earth walls suffered severe damage, mainly cracking, partial collapse, and out-of-plane tilting. Brick-wood and brick-concrete structures are less common and primarily experienced varying degrees of wall cracking. Urban buildings are mostly brick-concrete or frame structures, with relatively minor damage, mostly wall cracking. The main causes of damage include high wall brittleness, weak connections between components, poor site selection, and unreasonable building layouts. Furthermore, most rural self-built houses lack seismic reinforcement measures. These findings can provide valuable references for post-earthquake reconstruction and seismic retrofitting of buildings, contributing to improving the overall disaster resilience of buildings in Northwest China.

Keywords: Diebu M_S5.5 earthquake; building structural types; seismic damage characteristics; failure mechanism

0　引 言

2026 年 1 月 26 日，甘肃省甘南藏族自治州迭部县发生 5.5 级地震（图 1），震中位于迭部县电尕镇（34.06°N，103.25°E），震源深度 10 km，极震区烈度Ⅶ度（7 度），最大余震震级为 3.2 级。地震造成影响区内部分房屋出现墙体开裂、外闪及局部塌落等破坏现象。

建（构）筑物是地震的直接承载体，其震害现象的研究对于理解震区建筑抗震性能、揭示震害机制及制定有效抗震构造措施具有重要价值[1]。现有文献对青海玉树、四川芦山、新疆柯坪、甘肃岷县—漳县、四川康定、云南墨江、青海门源、甘肃积石山、西藏定日等震区的房屋建筑震害特征进行了系统分析[2-11]，总结了不同地区各结构类型房屋的破坏规律和震害成因，指出我国房屋结构类型受到自然环境、地域文化和经济发展水平的影响，表现出显著的地域性差异，且建筑结构类型、选址、布局和建筑材料对震害具有显著影响[12-14]。因此，有必要对本次地震震区不同类型建筑的震害特征和破坏成因进行系统分析。

本研究基于甘肃迭部 5.5 级地震影响区（2 个乡镇、42 个调查点）的现场调查结果（调查区域如图 1 所示），归纳研究区房屋建筑结构的主要特点，分析不同结构类型房屋的震害特征，并结合西北农居历史震害资料，阐明地震中建筑物的震害机理。研究结果可为地震灾后恢复重建和房屋加固提供参考，并为提升当地民居综合抗震能力提供科学依据。

1　震区概况

迭部县位于甘肃省南部、青藏高原东北缘，地势总体西高东低，相对高差 1 000～2 900 m。区域构造活动强烈，主要发育有 NWW 向的迭部—白龙江断裂带、光盖山—迭山断裂带及玛曲—荷叶断裂等[16-17]。据国家地震科学数据中心和中国地震台网中心测定，本次地震震源机制以走滑型为主，震中以南约 4 km 处发育全新世活动的白龙江断裂[18]。研究区历史强震频发，曾发生公元前 186 年甘肃武都 7¼ 级地震、842 年碌曲 7～7½ 级地震、1879 年武都南 8 级地震及 1987 年迭部北 5.8 级地震等[19]。历史地震的震源机制多以走滑和逆冲为主。

2　房屋结构类型和基本特征

研究区内房屋结构类型主要包括木构架房屋、砖木结构、砖混结构及框架结构四种。

因森林资源丰富、建造技术成熟，农村地区自建房屋多采用藏区传统木构架房屋，建造时间多在 10 年以上。该类型房屋以木构架作为主要承重体系，多为单层或两层：一层用于居住，层高 3～4 m，墙体多为 50～60 cm 厚的夯土墙，少数采用砖墙或木板墙，亦存在前墙为砖墙、其余墙面为夯土墙的混合形式；二层或一层顶部人字梁下空间多用于储藏，层高 1～2 m，部分为后期加盖，外墙形式多样，包括砖墙、夯土墙、彩钢板及木板墙等。屋盖多为

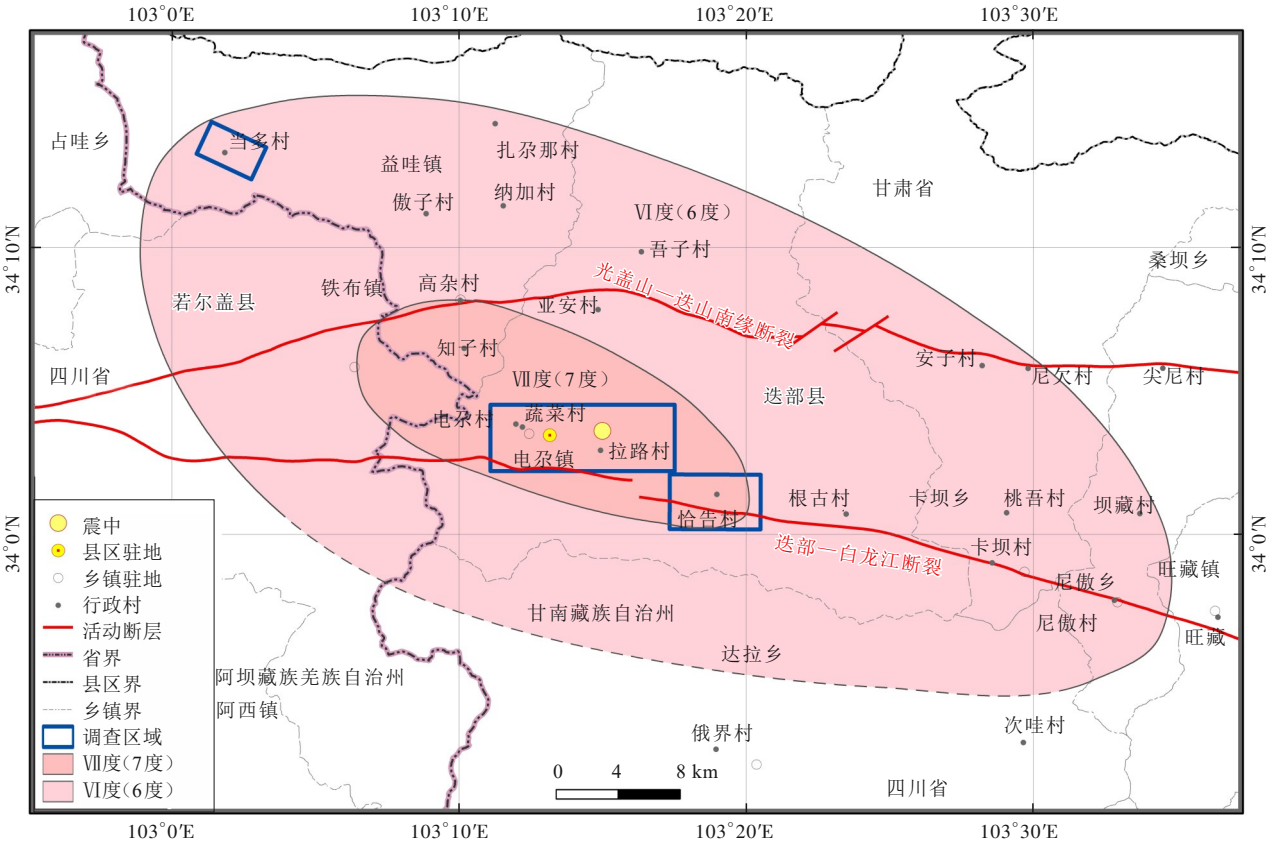


图 1 甘肃迭部 5.5 级地震烈度图[15][审图号:GS(2022)4309 号]

Fig. 1 Seismic intensity map of the Diebu, Gansu M_S5.5 earthquake[15] [map approval number: GS(2022)4309]

两坡水木屋顶上搭彩钢板。砖木结构与砖混结构均以砖墙为主要承重构件,在城镇地区占比较高。其中,砖混结构多采用现浇混凝土平屋顶,少量为近 5 年内建造并设置抗震构造措施的设防砖混房屋;砖木结构采用两坡水木屋盖,多数建造时间超过 15 年,且未设置抗震构造措施。框架结构绝大多数以混凝土框架梁、框架柱为承重体系,按抗震设防规范建造,主要为医院、学校等重点设防建筑。

本次调查范围内,农村地区房屋样本总量约为 945 间。其中,木构架房屋约占 85%(806 间),建造时间跨度 5~30 年不等;老旧砖木及砖混结构约占 5%(46 间);新建砖混及框架结构约占 10%(93 间)。城镇地区房屋结构主要为砖混和框架结构。

3 不同结构类型房屋典型震害特征

3.1 木构架房屋震害特征

本次地震中,木构架房屋震害主要表现为墙体破坏。图 2 和图 3 分别展示了Ⅶ度区和Ⅵ度区木构架房屋的典型震害特征。除个别使用年限超过 30 年的老旧木构架房屋整体发生轻微倾斜[图 2(a)]外,其余房屋的承重木构架均基本完好,房屋震害集中发生于外墙。Ⅶ度区内,建造年限分别为 13 年、9 年和 17 年的木构架房屋,其夯土外墙出现明显裂缝[图 2(b)]、局部塌落[图 2(c)],甚至发生围护墙向外侧倾斜、脱离承重木构架的外闪倒塌现象[图 2(d)];建造 19 年的房屋因后墙土方量较大且受空间限制,夯土墙向内倒塌并挤压木构架,导致其轻微变形[图 2(e)];建造 11 年的房屋中,二层加盖的砖砌山墙与屋盖连接处发生局部塌落[图 2(f)]。Ⅵ度区震害以墙体开裂为主(图 3):建造 18 年的木构架房屋震害表现为夯土墙和纵横墙交接处出现裂缝及原有裂缝扩展[图 3(a)],建造 9 年的房屋砖墙表面出现细微裂缝[图 3(b)],建造 5 年的房屋外墙装饰瓷砖开裂[图 3(c)]。

3.2 砖混、砖木结构房屋震害特征

砖混及砖木结构的震害均集中于砖墙,典型震害现象如图 4 所示。Ⅶ度区内,建造超过 15 年的砖混平房窗角处原有裂缝扩展、贯通并斜向延伸[图 4(a)];建造超过 10 年的二层砖混结构二楼内墙多处可见轻微裂缝[图 4(b)];建造 20 年的砖木结构内墙



(a) 木构架整体轻微倾斜（麻日村）　(b) 墙间裂缝（新正村）　(c) 局部塌落（尼路卡村）　(d) 外闪倒塌（麻日村）　(e) 挤压变形（麻日村）　(f) 墙体局部塌落（尼路卡村）

图 2　Ⅶ度区木构架房屋典型震害特征

Fig. 2　Typical seismic damage characteristics of timber-frame houses in zone Ⅶ



(a) 裂缝扩展（普来村）　(b) 砖墙细微裂缝（普来村）　(c) 瓷砖开裂（普来村）

图 3　Ⅵ度区木构架房屋典型震害特征

Fig. 3　Typical seismic damage characteristics of timber-frame houses in zone Ⅵ

中部及纵横墙交接处出现裂缝[图 4(c)]，外墙沿灰缝开裂[图 4(d)]；新建设防砖混结构基本完好。

3.3　钢筋混凝土框架结构房屋震害特征

钢筋混凝土框架结构房屋整体性好，抗震性能优越。本次地震中，该类型结构房屋的梁、柱主体基本完好，震害主要表现为填充墙开裂、墙皮及瓷砖脱落等轻微破坏，如图 5 所示。在Ⅶ度区，个别农



(a) 窗角贯通裂缝（城东社区北山片区）　(b) 墙体轻微裂缝（恰告村）　(c) 内墙裂缝（城东社区北山片区）　(d) 外墙开裂（城东社区北山片区）

图 4　砖木和砖混结构典型震害特征

Fig. 4　Typical seismic damage characteristics of brick-wood and brick-concrete structures

村新建二层框架结构一层框架柱与填充墙连接处开裂，二层门窗角部出现明显裂缝，房屋表面抹灰层脱落[图 5(a)]。城镇框架结构震害主要表现为：建造 6 年的 7 层框架结构走廊及楼梯间墙面瓷砖掉落[图 5(b)]，填充墙出现细长斜裂缝[图 5(c)]；建造 13 年的 6 层框架结构框架与填充墙连接处产生裂缝[图 5(d)]，框架梁下出现水平裂缝[图 5(e)]，局部墙皮脱落。

值得注意的是，本次地震中一建造 15 年的框架结构主楼与副楼间伸缩缝处发生破坏。伸缩缝一般设置于主楼与副楼连接处，可减轻地震时单元间的碰撞。其破坏程度及影响范围自底层至顶层逐层加重：一层伸缩缝处出现开裂[图 5(f)]；三层伸缩缝可见明显裂缝，墙面瓷砖脱落，吊顶变形，填充材料松动[图 5(g)]；四层伸缩缝处破坏严重，局部吊顶塌落、填充材料外闪脱落[图 5(h)]。

3.4　钢框架结构房屋震害特征

图 6 为Ⅶ度区（傲傲村）一座新建 3 层钢框架结构。该结构框架梁采用工字钢，框架柱采用同材质方钢管，梁柱节点采用螺栓刚性连接[20]，填充墙为多孔砖砌筑。主要破坏现象为内墙窗角处出现轻微裂缝（图 6），其余连接部位均未见明显松动或变形。本次调查仅涉及该栋钢框架建筑，其震害属个案。

3.5　附属结构震害特征

附属结构（如围护院墙、门洞）亦遭受不同程度的震害（图 7）。院墙主要分为夯土墙、砖墙及砌块



(a) 填充墙裂缝（新正村） (b) 瓷砖掉落（迭部县妇幼保健院）

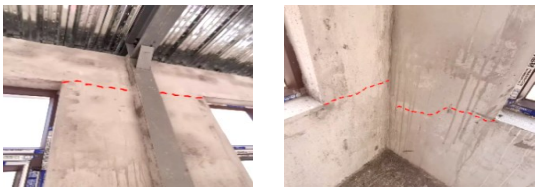
(c) 填充墙细长斜裂缝（迭部县妇幼保健院） (d) 框架与填充墙间裂缝（迭部县人民医院）

(e) 梁下水平裂缝（迭部县人民医院） (f) 一楼出现开裂（迭部县高级中学）

(g) 三楼明显裂缝（迭部县高级中学） (h) 四楼伸缩缝破坏（迭部县高级中学）

图 5 钢筋混凝土框架结构典型震害特征

Fig. 5 Typical seismic damage characteristics of reinforced concrete frame structures



(a) 窗角轻微裂缝 (b) 裂缝延伸

图 6 钢框架结构典型震害特征

Fig. 6 Typical seismic damage characteristics of steel frame structures

墙三类。如图 7 所示，Ⅶ度区内，院墙震害主要表现为：夯土院墙墙体表面土块剥落、顶部砖块掉落[图 7(a)]，院墙转角处局部倒塌[图 7(b)]，夯土院墙与砖墙连接处破坏[图 7(c)]，夯土门洞完全倒塌[图 7(d)]；Ⅵ度区内，院墙破坏现象主要表现为：砖墙与砌块墙连接处脱开并轻微外闪[图 7(e)]，墙体原有裂缝扩展[图 7(f)]。



(a) 土块剥落（傲傲村） (b) 转角处局部倒塌（麻日村）

(c) 连接处破坏（傲傲村） (d) 门洞倒塌（恰告村）

(e) 轻微外闪（尼喀村） (f) 裂缝扩展（达道村）

图 7 附属结构典型震害特征

Fig. 7 Typical seismic damage characteristics of accessory structures

4 震害成因初步分析

4.1 结构破坏机理

总结研究区主要结构类型房屋的震害特征，建筑结构破坏或局部倒塌的主要原因可归纳为以下四点：

（1）墙体延性差，刚度不统一。木构架的榫卯结构具有半刚性连接特点，可通过轻微变形消减地震能量[21]，因此木构架整体性好，抗震性能强。然而，夯土围护墙自重大、脆性强，部分房屋底层层高超出规范要求[22]，导致房屋重心偏高，加之二层加盖的砖墙延性较差，墙体间、墙体与屋盖间未设置有效连接措施，使得地震作用下各部件振动存在相位差，墙体易出现开裂、外闪、局部或整体倒塌等震害。

（2）抗震构造措施缺失，砌筑不规范。除少数新建砖混结构之外，调查区域内的老旧砖木、砖混结构均未设置圈梁和构造柱等抗震构造措施，纵横墙间缺少有效连接措施。同时，砂浆强度受施工环境及拌制方式的影响难以统一，甚至存在以泥浆砌筑墙体、再用水泥砂浆勾缝的情况，导致墙体抗剪强度不足。地震作用下，纵墙与横墙连接处、砖墙灰缝处易产生裂缝。

（3）结构设计与布局不合理。农村自建钢筋

混凝土框架结构及钢框架结构多未经专业抗震设计，填充墙布置、砌筑材料强度、承重柱尺寸及配筋率等指标不满足抗震设计规范要求[22]，导致地震作用下部分框架柱与填充墙连接处出现明显裂缝，门窗洞口四角开裂。城镇重点设防建筑（如学校、医院、酒店）按抗震规范建造，梁柱主体结构完好，仅少数填充墙出现明显裂缝。

（4）院墙砌筑不规范，未设置拉结措施。院墙破坏与材料选择、制作工艺等密切相关。院墙砌筑材料包括夯土、土坯、红砖、石块等，在与红砖砌筑的门柱相接时未设置有效拉结措施，造成接触面刚度突变，地震时易发生滑脱或相互碰撞，从而引发塌落破坏。

4.2　场地选址

建筑场地条件直接影响房屋的安全性、实用性和耐久性。本次地震极震区位于白龙江沿岸，可利用建设用地有限，一些自然村（如哇曲村、傲傲村、新正村、麻日村）选址在河流阶地或坡地，属抗震一般地段或不利地段；个别自然村（如尼喀村）位于冲沟口或潜在滑坡区，属抗震危险地段[22]。此外，震区零星分布原生黄土，多用作建设用地或耕地，黄土场地的地震放大效应及黄土边坡崩塌等地质灾害在一定程度上加剧了震害[23]。

本次地震中，位于Ⅶ度区的城东社区北山片区一户两栋木构架房屋建于坡地，后墙紧邻土坡陡坎，且建房时曾进行削坡处理。地震引发土坡局部崩塌、土块砸落并堆积于房屋后墙和屋顶[图 8(a)]，导致房屋后墙及承重木构架严重破坏。左侧一层木构架房屋木构架连接处完全脱开并向内倾斜，崩落土块砸坏后墙，砖块塌落堆积于屋内[图 8(b)]，房屋破坏严重；右侧两层木构架房屋承重木构架弯折，后墙出现严重斜裂缝[图 8(c)]。

5　结论

通过甘南州迭部 5.5 级地震现场震害调查和分析，得出以下结论：

（1）研究区农村住房多为纯木构架承重、夯土墙或砖墙等围护的传统房屋形式。砖木与砖混结构占比较小，近年来新建房屋多为设防砖混和框架结构。城镇地区以砖混结构和框架结构为主，框架结构多为学校、医院、酒店等公共建筑。

（2）震区传统木构架房屋的承重木构架在地震作用下基本完好，震害主要集中于外围护墙体，



(a) 土方堆积　(b) 木构架向内倾斜　(c) 木构架弯折，后墙严重开裂

图 8　选址不利导致房屋破坏严重

Fig. 8　Severe damage to buildings caused by unfavorable site selection

其原因在于木构架与墙体连接不足且墙体脆性较大。Ⅶ度区房屋震害主要表现为墙体裂缝、局部外闪乃至整体倒塌；Ⅵ度区则以墙体开裂为主；自建砖木及砖混结构震害主要表现为墙体不同程度开裂；框架结构震害主要为非承重构件破坏。

（3）研究区房屋震害的主要原因包括墙体脆性大、构造连接薄弱、部分自建房屋选址不当及布局不合理。此外，黄土场地的地震动放大效应和崩塌等地质灾害也在一定程度上加剧了震害。

致谢：感谢甘肃省地震局现场工作队多位专家和同事在震后应急调查及后续工作中给予的帮助与宝贵建议。

参考文献（References）

[1] 闫佳琦，孙柏涛，姜鹏飞，等. 积石山 6.2 级地震砖木结构的构造特点与震害特征分析[J]. 地震工程与工程振动，2024，44(6)：36-45.
YAN Jiaqi，SUN Baitao，JIANG Pengfei，et al. Structural characteristics and earthquake damage characteristics of brick-wood structures in the M_S6.2 Jishishan earthquake[J]. Earthquake Engineering and Engineering Dynamics，2024，44(6)：36-45.

[2] 刘吉夫，史培军，范一大，等. 2010 年 4 月 14 日青海玉树地震灾害特点与启示[J]. 北京师范大学学报（自然科学版），2010，46(5)：630-633.
LIU Jifu，SHI Peijun，FAN Yida，et al. Features and revelation of the April 14，2010 Yushu earthquake disaster in Qinghai Province[J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science)，2010，46(5)：630-633.

[3] 王世元，何玉林，吴今生，等. 四川芦山 7.0 级强烈地震高烈

度区房屋震害特征[J]. 灾害学, 2013, 28(4): 125-131.
WANG Shiyuan, HE Yulin, WU Jinsheng, et al. Building damage characteristics in highly seismic region during Lushan *M*7.0 earthquake [J]. Journal of Catastrophology, 2013, 28(4): 125-131.

[4] 姚远, 唐丽华. 2013年12月1日新疆柯坪县5.3级地震及房屋震害特点分析[J]. 地震工程学报, 2015, 37(1): 276-279.
YAO Yuan, TANG Lihua. Analysis of the Keping, Xinjiang *M*5.3 earthquake on December 1, 2013 and seismic disaster characteristics of buildings[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2015, 37(1): 276-279.

[5] 石玉成, 高晓明, 谭明, 等. 2013年岷县漳县6.6级地震灾害损失评估[J]. 地震工程学报, 2013, 35(4): 717-723.
SHI Yucheng, GAO Xiaoming, TAN Ming, et al. Disaster loss assessment of the Minxian—Zhangxian M_S6.6 earthquake, 2013[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2013, 35(4): 717-723.

[6] 陈相兆, 孙柏涛, 闫培雷. 四川康定6.3级地震灾害分布特点及结构震害简析[J]. 地震工程与工程振动, 2017, 37(2): 1-9.
CHEN Xiangzhao, SUN Baitao, YAN Peilei. The characteristics of earthquake disasters distribution and seismic damage to structures in Kangding M_S6.3 earthquake[J]. Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 2017, 37(2): 1-9.

[7] 卢永坤, 周洋, 代博洋, 等. 2018年云南墨江5.9级地震房屋震害特征与烈度评定[J]. 地震研究, 2019, 42(2): 172-178, 305.
LU Yongkun, ZHOU Yang, DAI Boyang, et al. Building seismic damage characteristics and intensity evaluation of Yunnan Mojiang *M*5.9 earthquake in 2018[J]. Journal of Seismological Research, 2019, 42(2): 172-178, 305.

[8] 周栋, 张成军, 严武建, 等. 2022年青海门源6.9级地震发震构造及甘肃灾区震害特征研究[J]. 世界地震工程, 2023, 39(1): 20-27.
ZHOU Dong, ZHANG Chengjun, YAN Wujian, et al. Study on the seismogenic mechanism of the 2022 Menyuan M_S6.9 and the seismic damage characteristics in Gansu Province[J]. World Earthquake Engineering, 2023, 39(1): 20-27.

[9] 郭海涛, 贾源源, 王会娟, 等. 甘肃积石山6.2级地震房屋破坏特征分析[J]. 地震工程学报, 2024, 46(4): 846-856.
GUO Haitao, JIA Yuanyuan, WANG Huijuan, et al. Damage characteristics of buildings caused by the Jishishan M_S6.2 earthquake [J]. China Earthquake Engineering Journal, 2024, 46(4): 846-856.

[10] 王丽丽, 王兰民, 卢育霞, 等. 甘肃积石山Ms6.2级地震的震害特征与启示[J]. 世界地震工程, 2024, 40(1): 58-71.
WANG Lili, WANG Lanmin, LU Yuxia, et al. Characteristics and implications of seismic damage in Jishishan M_S6.2 earthquake, Gansu Province[J]. World Earthquake Engineering, 2024, 40(1): 58-71.

[11] 郭海涛, 朱彦鹏, 洛桑罗布, 等. 西藏定日6.8级地震民居震害特征及成因分析[J]. 世界地震工程, 2026, 42(1): 1-10.
GUO Haitao, ZHU Yanpeng, LOSANG Luobu, et al. Characteristics and causes of residential seismic damage of the M_S6.8 earthquake in Dingri, Xizang[J]. World Earthquake Engineering, 2026, 42(1): 1-10.

[12] ZHONG X M, WANG Q, WANG Y, et al. Characteristics of damage to rural houses in the high-intensity area of the Jishishan M_W6.2 earthquake[J]. Buildings, 2024, 14(12): 3762.

[13] 孙钦瑶, 钟秀梅, 马金莲, 等. 基于GF-2遥感影像的甘东南农村建筑物结构分类方法[J]. 遥感技术与应用, 2025, 40(1): 192-201.
SUN Qinyao, ZHONG Xiumei, MA Jinlian, et al. Classification method for rural building structures in southeast Gansu Province based on remote sensing images[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2025, 40(1): 192-201.

[14] 许晓威, 钟秀梅, 王谦, 等. 甘东南农村民居抗震性能现状调查与分析[J]. 地震工程学报, 2022, 44(6): 1397-1408.
XU Xiaowei, ZHONG Xiumei, WANG Qian, et al. Investigation and analysis of the seismic performance of rural houses in the southeastern Gansu region[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2022, 44(6): 1397-1408.

[15] 中国地震局. 甘肃迭部5.5级地震烈度图[EB/OL]. (2026-01-29)[2026-02-23]. https://www.cea.gov.cn/cea/xwzx/fzjzyw/5836244/index.html.
China Earthquake Administration. Seismic intensity map of the Diebu M_S5.5 earthquake [EB/OL]. (2026-01-29)[2026-02-23]. https://www.cea.gov.cn/cea/xwzx/fzjzyw/5836244/index.html.

[16] 武金生. 白龙江流域断层特征与区域地壳稳定性研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2024.
WU Jinsheng. Study on fault characteristics and regional crustal stability of the Bailongjiang River Basin[D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2024.

[17] 邵志刚, 武艳强, 季灵运, 等. 中国大陆活动地块边界带主要断层的强震震间晚期综合判定[J]. 地球物理学报, 2022, 65(12): 4643-4658.
SHAO Zhigang, WU Yanqiang, JI Lingyun, et al. Comprehensive determination for the late stage of the interseismic period of major faults in the boundary zone of active tectonic blocks in Chinese mainland[J]. Chinese Journal of Geophysics, 2022, 65(12): 4643-4658.

[18] 国家地震科学数据中心.2026年1月26日甘肃甘南州迭部县5.5级地震应急产品发布[EB/OL]. (2026-01-26)[2026-02-11]. https://data.earthquake.cn/gxdt/info/2026/334674266.html.
National Earthquake Data Center. Release of emergency products for the M_S5.5 earthquake in Diebu County, Gannan Prefecture, Gansu Province on January 26, 2026 [EB/OL]. (2026-01-26) [2026-02-11]. https://data.earthquake.cn/gxdt/info/2026/334674266.html.

[19] 文亚猛, 袁道阳, 张波, 等. 甘东南及邻区地震密集区与历史强震的关系探讨[J]. 地震, 2022, 42(2): 33-51.
WEN Yameng, YUAN Daoyang, ZHANG Bo, et al. Discus-

sion on the relationship between earthquake-intensive areas and historical strong earthquakes in southeastern Gansu and adjacent areas[J]. Earthquake, 2022, 42(2): 33-51.

[20] 白亮，周天华，蒋路，等. 钢框架-附加装配式RC/UHTCC抗侧力墙结构抗震性能及易损性分析[J]. 土木工程学报，2026, 59(2): 20-34.
BAI Liang, ZHOU Tianhua, JIANG Lu, et al. Seismic performance and vulnerability analysis of steel frame structures with fabricated RC and UHTCC lateral force resisting wall [J]. China Civil Engineering Journal, 2026, 59(2): 20-34.

[21] 吴忠铁，张轲，解宁，等. 采用耗能装配节点的榫卯木构架抗震性能有限元分析[J]. 地震工程学报，2025, 47(1): 10-21.
WU Zhongtie, ZHANG Ke, XIE Ning, et al. Finite element analysis of seismic performance of mortise-tenon wooden frame structures with energy-absorbing assembly joints [J]. China Earthquake Engineering Journal, 2025, 47(1): 10-21.

[22] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑抗震设计规范：GB 50011—2010[S]. 2024 年版. 北京：中国建筑工业出版社，2024.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for seismic design of buildings: GB 50011—2010[S]. 2024 ed. Beijing: China Architecture & Building Press, 2024.

[23] 王会娟，王平，于一帆，等. 基于振动台试验的黄土场地效应研究[J]. 地震工程学报，2020, 42(5): 1187-1193.
WANG Huijuan, WANG Ping, YU Yifan, et al. Loess site effect based on shaking table test[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2020, 42(5): 1187-1193.

（本文编辑：赵乘程）

（上接第 1029 页）

LI Zhe, ZHENG Yong. Double-difference imaging of crustal velocity structure in the northern Shanxi rift valley and its seismogenic tectonic analysis [J]. Journal of Seismological Research, 2022, 45(4): 509-516.

[26] ZHAO G, UNSWORTH M J, ZHAN Y, et al. Crustal structure and rheology of the Longmenshan and Wenchuan M_w7.9 earthquake epicentral area from magnetotelluric data[J]. Geology, 2012, 40(12): 1139-1142.

[27] 詹艳，梁明剑，孙翔宇，等. 2021 年 5 月 22 日青海玛多 M_S7.4 地震深部环境及发震构造模式[J]. 地球物理学报，2021, 64(7): 2232-2252.
ZHAN Yan, LIANG Mingjian, SUN Xiangyu, et al. Deep structure and seismogenic pattern of the 2021.5.22 Madoi (Qinghai) M_S7.4 earthquake[J]. Chinese Journal of Geophysics, 2021, 64(7): 2232-2252.

[28] 叶涛，陈小斌，黄清华，等. 2021 年 5 月 21 日云南漾濞地震（M_S6.4）震源区三维电性结构及发震机制讨论[J]. 地球物理学报，2021, 64(7): 2267-2277.
YE Tao, CHEN Xiaobin, HUANG Qinghua, et al. Three-dimensional electrical resistivity structure in focal area of the 2021 Yangbi M_S6.4 earthquake and its implication for the seismogenic mechanism [J]. Chinese Journal of Geophysics, 2021, 64(7): 2267-2277.

[29] 赖晓玲，孙译，刘志. 华北强震区地震测深研究[J]. 大地测量与地球动力学，2006, 26(1): 55-62.
LAI Xiaoling, SUN Yi, LIU Zhi. Study of deep seismic sounding in strongly seismic regions of North China[J]. Journal of Geodesy and Geodynamics, 2006, 26(1): 55-62.

[30] 国家地震局震害防御司. 中国历史强震目录：公元前 23 世纪—公元 1911 年[M]. 北京：地震出版社，1995.
Department of Disaster Prevention, China Earthquake Administration. Catalogue of historical strong earthquakes in China: 23rd Century B.C.—1911 A.D.[M]. Beijing: Seismological Press, 1995.

[31] 赵博，高原，石玉涛. 用双差定位结果分析华北地区的地震活动[J]. 地震，2013, 33(1): 12-21.
ZHAO Bo, GAO Yuan, SHI Yutao. Relocation of small earthquakes in North China using double difference algorithm [J]. Earthquake, 2013, 33(1): 12-21.

[32] 蔡玲玲，李冬圣，孟立朋，等. 京西北地区地震重定位分析[J]. 地震地磁观测与研究，2017, 38(3): 47-52.
CAI Lingling, LI Dongsheng, MENG Lipeng, et al. Analysis of seismic relocation in northwest Beijing [J]. Seismological and Geomagnetic Observation and Research, 2017, 38(3): 47-52.

[33] 谭毅培，曹井泉，卞真付，等. 2013 年 8 月河北蔚县小震群遗漏地震检测与发震构造分析[J]. 地震学报，2014, 36(6): 1022-1031, 1155.
TAN Yipei, CAO Jingquan, BIAN Zhenfu, et al. Missing earthquakes detection and seismogenic structure of the Yuxian earthquake swarm in August of 2013[J]. Acta Seismologica Sinica, 2014, 36(6): 1022-1031, 1155.

[34] 樊文杰，崔效锋，胡幸平，等. 首都圈地区震源机制解及现今构造应力场时空变化特征研究[J]. 地震学报，2019, 41(1): 33-45.
FAN Wenjie, CUI Xiaofeng, HU Xingping, et al. Focal mechanism solutions and spatio-temporal variations of the present tectonic stress field in Capital Circle region[J]. Acta Seismologica Sinica, 2019, 41(1): 33-45.

[35] 武敏捷、武安绪、徐平，等. 首都圈地区震源机制解综合研究[J]. 中国地震，2012，28(4)：393-401.
WU Minjie, WU Anxu, XU Ping, et al. Comprehensive research on focal mechanism solutions in the Capital Area[J]. Earthquake Research in China, 2012, 28(4): 393-401.

（本文编辑：任　栋）