

62-69

P315.9

1995年永登5.8级地震灾害评估*

马尔曼 王彦宾 周俊喜 雷中生 林学文

(中国地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

摘要 1995年7月22日甘肃永登发生5.8级地震,造成建筑物破坏和家庭财产损失及人员伤亡。震后我们立即组成了震害调查与评估小组奔赴灾区,按照《震害调查及地震损失评定工作指南》所规定的原则和方法,在充分了解灾区概况和自然环境、社会经济、产业支柱、人口及建筑物现状的基础上,分别对Ⅷ,Ⅶ,Ⅵ,Ⅴ度区建筑物破坏及家庭财产损失进行了抽样调查。根据地震损失评估软件EDEP-93的要求建立了输入数据,分15个评估项目对灾区的地震损失进行了合理和科学的评估。另外,还对灾区震害特征进行了分析,并对灾害分布特征进行了研究,最后给出了有关这次地震防震减灾的经验和教训。

关键词 震害调查, 灾害评估, 甘肃, 永登5.8级地震

震级

1 前言

1995年7月22日06点44分09秒在甘肃省永登县七山乡发生 $M_s5.8$ 地震。宏观震中位于永登县七山乡圪瘩沟—马家山城一带(图1)。地震直接造成农牧民住房倒塌、水窖埋毁、财产损失、人员和大小牲畜伤亡以及学校、商店、医院、村(社)委会等公用建筑的破坏,而且给农牧业生产造成严重的间接损失。地震发生后一小时,组成了20余人的震害调查、评估及录像队伍,两小时后分两路奔赴震害区现场。震害调查严格按《震害调查及地震损失评定工作指南》的规定要求,对Ⅷ、Ⅶ、Ⅵ度区进行分类调查和实况录像。对Ⅷ,Ⅶ,Ⅵ度区的调查点数分别占各烈度区自然村总数的100%,55%,30%;损失评估中,充分考虑到地震灾区实际经济和社会发展现状及经济计价,作出了符合实际的经济损失评估。

2 地震基本参数和地震烈度

2.1 地震基本参数

发震时间:1995年7月22日06时44分;震中位置:103°E, 36.5°N;震级: $M_s5.8$;震源深度:10 km。

2.2 地震烈度

本次地震宏观震中位于兰州市永登县七山乡境内,震中烈度Ⅷ度,Ⅷ度与Ⅶ度区均呈东北侧内凹的近椭圆形,Ⅵ度区呈较胖的椭圆形,其长轴方向为N70°W。

收稿日期:1997-02-19

* 本文获第三届全国青年地震工作者优秀科技论文奖

第一作者简介:马尔曼,男,1964年3月生,副研究员,从事地震工程研究工作。

3 灾区概况和自然环境

3.1 灾区概况

本次地震受灾面积约 2 788 km², 其中Ⅵ度区 1 300 km², Ⅶ度区 222 km², Ⅷ度区 56 km². Ⅵ度区影响区域包括永登县七山乡、红城镇、苦水乡、龙泉乡及兰州市红古区, Ⅶ度区村(社)8个, Ⅷ度区村(社)26个, Ⅵ度区村(社)124个, 受灾区总人口数 223 912人, 共 49 429户.

3.2 灾区自然环境

3.2.1 灾区地理环境

本次地震主要灾区属兰州市永登县和红古区. 本区地处陇中黄土高原与祁连山地的交接地带, 大部分地区被黄土覆盖, 地势西北高东南低, 西北部属东祁连山地, 山峦重叠. 东南部属半山区, 海拔约 2 000 m, 主要地形为黄土梁、峁和河谷阶地、石质中低山和山间盆地. 南部和西部主要有庄浪河、大通河和湟水谷地, 海拔约 1 800 m. 河谷和山间盆地地势平坦, 水源充足, 灌溉便利, 是震区重要的工农业地带和交通要道.

3.2.2 地质构造

该次地震发生在陇中黄土高原地区, 位于大黄山-当蕊五台山-岷山北北西向断裂隆起带与祁连山褶皱系的中祁连隆起带东段复合部位上, 属于青藏高原北部地震区, 在祁连山地震带内. 基底由前寒武系深变质岩组成, 固化程度较高, 岩块结构较完整, 无深大活动断裂切割. 上覆的中新生界白垩系和新第三系较薄, 具地台型沉积特征. 地震发生在洒洒-顺沟断裂带西端, 是该断裂西端重新破裂的结果. 整个断裂呈向南突出的弧型展布, 总长度为 12 km, 倾向南 50°~80°. 局部可见此断裂顺时针活动特征, Ⅶ度区长轴方向呈 N70°W, 与此断裂带西段的形态相吻合, 也与余震分布方向相一致(图 1).

3.2.3 社会经济

灾区的社会经济有农牧业、交通及工业, 农牧业是主要的社会经济项目, 粮食作物占比重最大, 重灾区几乎全为旱地, 水浇地主要分布在湟水、大通河及庄浪河谷地内. 重灾区交通不发达, 多为乡级简易公路, 轻灾区有公路和铁路. 在轻灾区及其周围工业较发达, 有许多闻名全国的大中型企业.

3.2.4 支柱产业、重大工程及主要生命线状况

主要支柱产业: 轻灾区的主要支柱产业为冶金、煤炭、水泥、发电等. 位于Ⅴ度区内的连城铝厂是国家大型一级企业, 连城铝厂与其周围厂矿形成我国著名的冶金谷. 煤炭以窑街煤矿为主, 该矿是甘肃省生产时间较长, 规模较大的煤矿之一. 连城电厂、炭素厂、铁合金厂、永登水泥厂等都是震区的重要工业企业.

重大工程: 引大人秦工程是震区的主要重大工程, 该工程是由世界银行贷款, 意大利、日本等国承包的水利工程. 官川上水工程是震区的另一重要水利工程.

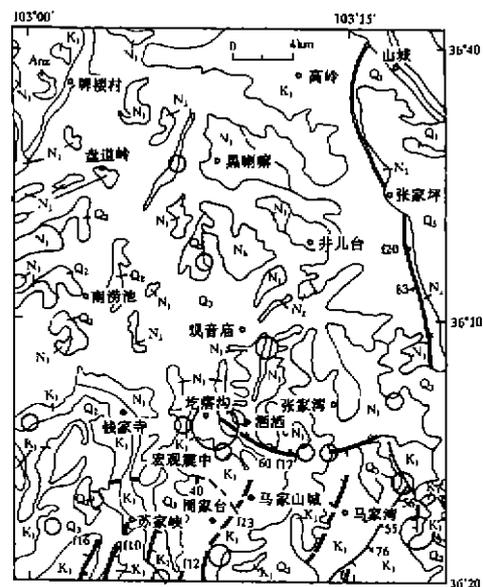


图 1 永登 5.8 级地震的震中位置及其周围的地质构造

Fig. 1 The epicenter of the Yongdeng M_{5.8} earthquake and geologic structures.

到农村房屋在各烈度区破坏的等级、数量及经济损失(表6)。

表1 VI度区房屋抽样调查结果(间)

点号	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
1	85	14	1	0	0
2	61	34	1	0	0
3	42	25	8	0	0
4	56	67	51	0	0
5	30	43	24	0	0
6	19	69	12	0	0

灾区的其它建筑采用单项调查方法,其破坏数量为:水窖 6 860 眼,棚圈 500 处,围墙 110 km,公路损坏 266 km,其中 50 km 严重破坏.官川上水工程损坏 11.4 km,泵房倒塌两座,跌水池破坏 38 个,管道破裂 530 m,损坏淡化站一座.部分工业建筑,如:车间、办公室、职工宿舍,出现不同程度的裂缝、塌陷、下沉,其中红古区窑街陶瓷厂粉碎车间和制缸车间各有一根大

梁断裂,制盆车间塌陷 50 cm,机修车间出现 3~5 cm 裂缝,3 个倒焰窑倾斜 10°左右,机械厂锻造车间、炭洞沟煤矿办公室和宿舍倾斜,红古铁合金厂车间下沉,6 300 kW 电炉顶棚板开裂、掉落,电瓷厂、印刷厂、木器厂、水泥厂、家属住宅、职工宿舍、办公室等共有 420 间房屋出现不同程度的倾斜和裂缝.西北铁合金厂 4 层办公楼出现较大裂缝,4 层砖混单身宿舍楼一面地基失效,下沉十几厘米,护坡塌落 12 m.

表2 VII度区房屋抽样调查结果(间)

点号	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
1	7	18	1	0	0
2	3	13	74	10	0
3	0	5	21	7	0
4	2	8	52	38	0
5	10	14	66	10	0
6	11	16	65	8	0
7	7	12	59	30	2
8	3	14	64	18	1
9	6	16	53	23	2
10	4	12	63	20	1
11	27	54	15	4	0

表3 VIII度区房屋抽样调查结果(间)

点号	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
1	0	6	12	26	15
2	0	8	26	55	11
3	0	0	6	23	13
4	0	8	23	49	19
5	0	2	19	56	23
6	0	7	20	57	16
7	0	6	22	55	17
8	0	9	23	50	18
9	0	5	18	63	14
10	0	4	16	59	11
11	0	12	21	52	15

6 经济损失

6.1 工业与民用建筑破坏损失

灾区的民用建筑主要是农村房屋,根据当地提供的资料,绝大部分农村房屋的抗震性能很差,分析后认为宜采用的造价损失率分别为:基本完好:造价损失率为 0%;轻微破坏:造价损失率为 8%;中等破坏:造价损失率为 30%;严重破坏:造价损失率为 60%;毁坏:造价损失率为 100%.

建筑物的造价损失率是指修复或重建单位面积的不同破坏等级的建筑物所需费用(按现价计算)与其单价 B_2 之比.考虑到物价上涨、交通运输条件、老旧程度折减等因素确定单价 B_2 为每间 2 000 元,各烈度区农村房屋经济损失评估结果见表 6.

工业建筑因破坏程度、建筑类型差别大,由专家和厂矿企业有关人员联合进行单项评估,其中红古区所属企业办公室和住宅经济损失126万元,红古铁合金厂86.7万元,西北铁合金厂35万元,红古区属企业厂房损失180万元,窑街矿务局所属厂矿、水泥厂等企业共损失200万元。

6.2 生命线工程

灾区的生命线工程经济损失主要来自于公路和供电系统,根据当地价格及有关专家评估为129.8万元。

6.3 其它工程破坏

其它工程有:官川上水工程、塘坝、涝池、棚圈、围墙、水窖,评估结果见表7。

6.4 财产损失

牲畜、农具、农机的损失有别于室内财产损失,由于其破坏的不均匀性和特殊性,应进行单独评估,其评估结果列于表8。

6.5 室内财产损失

室内财产损失指建筑物破坏造成的室内实物财产损失,一般只有严重破坏和毁坏房屋才能造成室内财产损失,中等破坏、轻微破坏和基本完好房屋不会造成室内财产损失,所以后三项不计室内财产损失。

根据当地居民的实际情况和当地政府的统计资料,每户居民室内财产大约合人民币3011元,户均6间房屋,每间室内财产501.8元,毁坏室内财产损失率为100%,严重破坏室内财产损失率为60%,输入有关数据,运行EDEP-93软件,共计灾区室内财产损失为338万元。

表4 V度区房屋抽样调查结果(间)

点号	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
1	0	0	1	16	24
2	0	0	0	10	90
3	0	0	1	32	67
4	0	0	1	25	74
5	0	0	0	11	89
6	0	0	0	18	82
7	0	0	1	25	74
8	0	0	0	3	97
9	0	0	1	10	89
10	0	0	0	5	95
11	0	0	0	4	94
12	0	0	0	7	93
13	0	0	0	9	91
14	0	0	0	2	98
15	0	0	0	2	98
16	0	0	0	2	98

表5 各烈度区房屋破坏百分比(%)

烈度	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
Ⅲ	45.64	39.25	15.11	0.00	0.00
Ⅳ	12.62	23.72	47.35	15.81	0.50
Ⅴ	0.00	6.77	20.81	55.05	17.37
Ⅵ	0.00	0.00	0.03	12.30	87.67

表6 各烈度区农村房屋破坏和损失评估结果

烈度	毁坏 (间)	严重破坏 (间)	中等破坏 (间)	轻微破坏 (间)	基本完好 (间)	合计 (间)	损失 (万元)
Ⅲ	1 243	1 075	411	0	0	2 729	481.8
Ⅳ	1 387	2 621	5 209	1 739	53	11 000	1 117.2
Ⅴ	0	3 142	9 660	25 561	8 068	46 431	1 639.0
Ⅵ	0	0	920	33 350	249 679	283 949	706.0
合计	2 630	6 829	16 200	60 650	257 800	344 109	3 944.0

该次地震的直接经济损失见表9。

6.6 间接损失评估

表 7 农村其它工程破坏数量及损失

工程名称	水窑 (眼)	塘坝 (座)	涝池 (座)	围墙 (m)	棚圈 (处)	官川上水工程
破坏数量	6 860	18	25	122 945	500	
单价(万元)	0.1	5.0	1.0	0.002	0.1	
损失(万元)	686	90	25.0	245.89	50.0	165
合计(万元)	1 261.89					

表 8 财产损失

名称	羊 (只)	大牲畜 (头)	猪 (头)	农具 (件)	农机 (台)	其它
损失数	3 572	265	278	5 201		
单价(万元)	0.03	0.15	0.0694	0.005		
损失(万元)	107.16	39.75	19.45	26.005	11.64	12.187
合计	216.192					

注:农机包括手扶拖拉机、磨粉机和柴油机,损失数量分别为 19 台、13 台和 3 台,单价分别为 4 500 元、1 800 元和 2 500 元

表 9 直接经济损失汇总

项目	农村 房屋	公共 建筑	工业 建筑	生命线 工程	农村其 它工程	财产	室内 财产
损失(万元)	3 944	261.5	627.7	129.8	1 261.89	216.545	338
合计(万元)	6 779.1						

间接经济损失指由于直接损失的承受主体功能失效造成的进一步损失和消耗,本次地震间接损失主要包括:临时安置费和医疗费(含致残人员的生活补助费)。

(1) 临时安置费:由于重灾区地理环境恶劣,建筑场地差,有些村(社)由于滑坡,已无在原地重建的条件,大部分需要迁移,因此在过渡期的临时安置费是必不可少的,包括搭帐篷和建简易住所所需的临时住房费和迁移所需交通、住宿、生活用具及食品等消耗所需的迁移费两部分。灾区共有无家可归者 13 240 人,2 923 户,按每户需帐篷一顶或简易住房一栋来计算,除了灾民自己解决一些物资外,还需政府给每户提供 150 元资助,共计 438 450 元。Ⅷ度区居民受灾最为严重,从各方面来考虑已无在原地重建的必要,需要迁移到自然环境较好的地区,每人需迁移费 800 元(不含重建费),共有居民 1 776 人,需迁移费 142.08 万元。

(2) 医疗费用:地震造成重伤 77 人,轻伤 515 人,按照目前的医疗费用,部分灾民将无法开支这笔款,需政府部门提供援助,一些重伤员已丧失劳动能力,考虑到其将来的生活问题,重伤每人需医疗费 1.5 万元,轻伤每人需 1 000 元,共需医疗费 167 万元。

共计地震间接经济损失 352.92 万元。

地震总经济损失见表 10。

7 地震地面破坏

由于地震影响区域为黄土覆盖区,主要地形为黄土梁、峁和河谷阶地、石质中低山和山间盆地,因此地震时造成的地面破坏现象分布比较广泛。Ⅵ,Ⅶ,Ⅷ度区均出现滑坡、崩塌、地裂缝,随着烈度增加,其规模增大,数量增多。在位于Ⅷ度区的圪瘩沟村,由于山体黄土滑坡掩埋居民住房,造成5人死亡。地震滑坡多为厚度较小的浅层滑坡,地面裂缝多沿山脊纵向分布,发生于表层黄土层中,在一些地区出现多条平行分布的此类裂缝,此外有些山包上分布近乎放射状的从山顶向山脚延伸的多条裂缝。基岩山地多产生崩塌。

表 10 地震总损失

直接经济 损失(万元)	间接经济 损失(万元)	总损失 (万元)
6 779.1	352.9	7 132.0

8 此次地震破坏类型

本次地震经济损失7 132万元,根据《国内破坏性地震应急反应预案(1991年12月)》中的规定,其破坏类型为一般破坏性地震。

9 地震灾害分析

9.1 震害特征分析

这次地震从整体来看,具有如下几方面的特征:

(1) 从震区房屋破坏、地表形变及水窖破坏分析,水平地震力作用强烈,是造成地震破坏的主要作用力,垂直地震力破坏的迹象不明显。

(2) 地震力方向性极为明显,建筑物破坏的受力方向主要是南北向。

(3) 虽地震的震级小($M_S=5.8$),但震害很重,震害的严重程度与震级不相称。

(4) 灾区宏观场地破坏主要是黄土崖的崩塌和滑坡,岩石边坡崩落次之,覆盖黄土层黄土裂缝在Ⅷ度区的圪瘩沟、深沟口、马家山城、杨家台、马家湾和柴沟一带较发育。

(5) 就建筑物破坏来说,以承重体系倒塌为主,个别有拔榫现象,未见有榫头及梁拉折断现象,正规木架及砖结构房屋破坏较轻,一般木架房、简易木架房和木架与墙体混合承重(如砖柱或土墙等)房屋破坏最为严重。

(6) 从南北方向墙体倒塌及内隔墙的开裂程度分析说明,主震持续时间较短,但水平地震作用力很强,推测该地震发震构造是水平走滑型的。

9.2 灾害分布特征

地震灾害分布的主要制约因素是发震断裂的产状要素(它受控于区域构造应力场)、场地因素。

(1) Ⅶ度、Ⅷ度高烈度区长轴呈 $N70^\circ W$,总体来说地震灾害在西部及南部衰减较慢,东北部衰减较快。

(2) 地震高烈度区在山区随着烈度的衰减,在西南侧的大通河谷、湟水河谷、东南侧的山前地带和庄浪河谷一带,有场地效应的迭加。

9.3 防御和减轻地震灾害的经验与教训

(1) 应加强地震知识的宣传与普及,提高对地震的自我预防意识。此次地震宏观前兆较明显,但由于普遍缺乏地震知识,震前防灾措施就无从谈起。

(2) 重视居民点的选址:场地条件对震害的影响已被以往许多震例所证实,因此居民点应尽量选在距深沟谷及黄土山坡较远的地方,以防地震破坏效应的增大和黄土滑坡的危害,如果

实在由于场地所限,必须削坡,亦应尽量放缓坡角或采取加固措施。

(3) 应推广抗震性能好的正规木架、砖结构(平房)房屋类型或对简单木架采取抗震措施,逐步取缔木架与土(砖)混合承重类型房屋,并推广轻质墙(非承重体系)以减小地震力。

(4) 应加强发震构造与地震力作用主要方向的研究,在编制地震区划图的同时,应对重点地区的地震力主要方向作出预测,为地震减灾和抗震加固工作提供科学依据。

本文得到了这次地震考察队全体同志的大力支持与帮助,并得到了汤泉研究员、石特临研究员和阎贤臣副研究员的直接指导和帮助,在此向他们深表谢意。

参考文献

- 1 国家地震局震害防御司.地震灾害预测和评估工作手册.北京:地震出版社,1993.

HAZARD EVALUATION OF THE YONGDENG $M_s5.8$ EARTHQUAKE IN 1995

MA Erman WANG Yanbin ZHOU Junxi LEI Zhongsheng LIN Xuewen
(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, CSB*)

Abstract

A $M_s5.8$ earthquake occurred in Yongdeng county of Gansu Province on July 22, 1995. It caused buildings to get damaged, property to get lost and personnel to get wounded or to die. Immediately after this event, scientific investigation and earthquake disaster assessment groups are sent to the earthquake area. According to the principle and method in *The Working Guidebook of Earthquake Disaster Investigation and Loss Assessment* and based on the survey of general situation, natural environment, social economy, pillar estate, population and buildings, we investigated the samples of building destruction and loss of property in areas of intensity VIII, VII, VI, V. According to the earthquake disaster assessment software EDEP-93, the data base is set up. Results of scientific and reasonable earthquake disaster loss assessment are provided. The characteristics of earthquake area are analysed and the earthquake disaster distribution characteristics are also researched. Last, the experiences and lessons of protection against earthquake and disaster reduction are summed up.

Key words Earthquake damage survey, Hazard evaluation, Gansu, Yongdeng $M_s5.8$ earthquake