

汶川 8.0 级地震陕西灾区震害特征分析^{*}

张宇翔, 袁志祥

(陕西省地震局, 西安 710068)

摘要: 分析了汶川 8.0 级地震对陕西造成的灾害损失及震害特点。结合陕西灾区地震地质构造与区域环境背景, 研究了陕西不同烈度区的震害特征和汶川地震在宝鸡市陈仓区和西安市市区形成的烈度异常破坏现象, 并进一步探讨了防震减灾的相关问题。

关键词: 汶川 8.0 级地震; 地震灾区; 震害特征; 对策分析; 陕西

中图分类号: P315.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-0666(2010)03-0329-07

0 引言

汶川 8.0 级地震灾区最高烈度为 XI 度, 地震波及四川、甘肃、陕西、重庆、云南等 10 个省(市) 417 个县(市、区)、4 667 个乡镇、48 810 个村庄, 灾区面积 $5 \times 10^5 \text{ km}^2$, 受灾群众 4 625 万人。地震造成 69 227 名同胞遇难, 17 923 名同胞失踪(邓起东, 2008)。很多专家对汶川地震在四川、甘肃、云南等省造成的灾害进行过研究(都吉夔等, 2008; 李志强等, 2008; 石玉成, 卢育霞, 2009; 施伟华等, 2008), 但针对陕西灾区的震害特点的研究却不多, 本文对此作重点分析。

受汶川 8.0 级主震和较强余震的破坏, 陕西 10 个设区市不同程度受灾, 涉及 92 个县、1 022 个乡镇、9 357 个行政村, 受灾人口 326.56 万人, 因地震灾害死亡 125 人、受伤 3 390 人, 直接经济损失达 245 亿元人民币。与四川毗邻的汉中、宝鸡两市灾情严重, 地震烈度达 VII 度的有 4 个县(区), 另有 24 个县(区)及汉中、宝鸡和西安 3 市(区)地震烈度达 VI 度。地震造成陕西汉中市宁强、略阳、勉县和宝鸡市陈仓区 4 个重灾县(区)的大量居民住宅倒塌或破坏, 公用设施严重受损, 灾区交通、电力、通讯等一度中断, 山体滑坡、崩塌等地质灾害险情加剧(彭晋川, 陈维峰, 2008; 陕西省地震局地震现场工作队, 2008^①)。

1 陕西总体震害

1.1 人员伤亡较多

汶川 8.0 级地震造成陕西省 125 人死亡, 3 390 人受伤。按地域划分(陕西省地震局地震现场工作队, 2008^b), 汉中死亡 49 人、宝鸡 33 人、西安 27 人、咸阳 12 人、安康 4 人。按照死亡原因划分, 因围墙倒塌致死 47 人, 占死亡总人数的 38.5%, 烟囱、房屋倒塌致死 37 人, 占死亡总人数的 30.3%, 建筑工地发生塔吊折断、坠落等意外致死 7 人, 占死亡总人数的 5.7%, 山上落石致死 6 人, 占死亡总人数的 4.9%, 电杆倒地以及电击致死 5 人, 占死亡总人数的 4.1%, 跳楼致死 4 人, 占死亡总人数的 3.3%, 高处坠落死亡 4 人, 占死亡总人数的 3.3%, 逃离过程中摔伤经医治无效死亡 3 人, 占死亡总人数的 2.5%, 因地震引发山体滑坡、烟囱倒塌、发病致死各 6 人, 占死亡总人数的 4.9%, 因坠物砸伤、溺水、踩踏致死各 3 人, 占死亡总人数的 2.5%。

1.2 房屋大量倒塌、损坏

地震造成陕西灾区农村房屋倒塌 7.14 万间, 严重危房 26.18 万间, 一般受损房屋 69.68 万间。4 个重灾县(区)土木结构房屋倒塌和毁坏严重, 主要表现在房屋墙体普遍开裂, 屋顶大面积掉瓦, 位于山区河畔或半山腰的房屋遭受的破坏更加严重; 砖木、砖混结构房屋墙体大部分开裂, 部分

^{*} 收稿日期: 2010-01-19.

基金项目: 中央财政地震灾后恢复重建基金项目资助

承重墙受损，普遍呈现 X型裂缝，部分墙体外闪倒塌；跨度较大的教学楼、医院等破坏较重；框架结构房屋外墙瓷片脱落，填充墙开裂、变形，出现 X型裂缝，建筑物梁柱连接处受损（陕西省地震局地震现场工作队，2008^{a, b}）。

1.3 基础设施和文物严重受损

省内公路、铁路受损严重，部分公路、铁路交通曾一度中断。9条高速公路、38条国道、715条农村公路不同程度受损，共计10 717 km，公路边坡塌方、落石及挡土墙垮塌7 310处，路基沉陷519处，桥梁790座、92 606余米、涵洞463道、隧道35座、13 018余米出现裂缝。西安铁路局管内线路受损562处，宝成铁路交通中断。7个电厂不同程度受损，影响电力输出 7.3×10^5 kW。35 kV以上11台变压器和10 kV以上109条线路受到不同程度影响，累计损失负荷 1.87×10^6 kW。通信、供水等系统受到不同程度损坏。86处文物保护单位受灾，其中，国家重点文物保护单位35处，陕西省文物保护单位35处。国有可移动文物（又称馆藏文物）损坏达307件，其中属国家三级以上的珍贵文物99件（包括一级文物11件，二级文物31件）。

1.4 病险水库险情加重

5座中型水库、122座小型病险水库险情加剧。79处41 km长的堤坝、35个水文站和4 623座（处）水利设施受损。84个县（区）的上千处城乡供水设施受损或出现严重隐患。

1.5 工农业生产受到严重影响

全省共有882户工业企业受损，其中呈规模的企业554户，直接经济损失19.9亿元。2 740座蔬菜大棚、44 933 hm²农田、468座灌溉排涝设施、387 km渠道受损，24.18万只家禽和2.07万头（只）牲畜死亡。

1.6 地质灾害隐患加剧

地震使全省原有的8 711处地质灾害隐患点险情进一步加剧，引发崩塌、滑坡、地面塌陷、地裂缝等地质灾害302起，新发现地质灾害隐患点284处。宁强县燕子砭镇庙子岭滑坡带裂缝加大，严重威胁宝成铁路线安全；略阳县城凤凰山滑坡地段出现新裂缝，直接威胁着2万多城区群众和20余家企事业单位的安全。

2 汶川 8.0级地震对陕西的影响烈度及其破坏特征

2.1 汶川 8.0级地震对陕西的影响烈度

汶川 8.0级地震烈度等震线长轴为 NE向，与龙门山断裂带的走向一致（邓起东，2008）。陕西省地震局现场工作队（2008^{a, b}）对本次地震在陕西境内的破坏进行了较大范围调查，涉及陕南和关中的28个县（区），工作人员现场烈度调查与强震记录分析结果相结合，研究认为：汶川 8.0级地震在陕西省境内的破坏烈度主要为Ⅷ~Ⅵ度，烈度区长轴方向总体呈 NE向，短轴方向为 NW，在宝鸡、西安等地区出现烈度异常区（图1）。

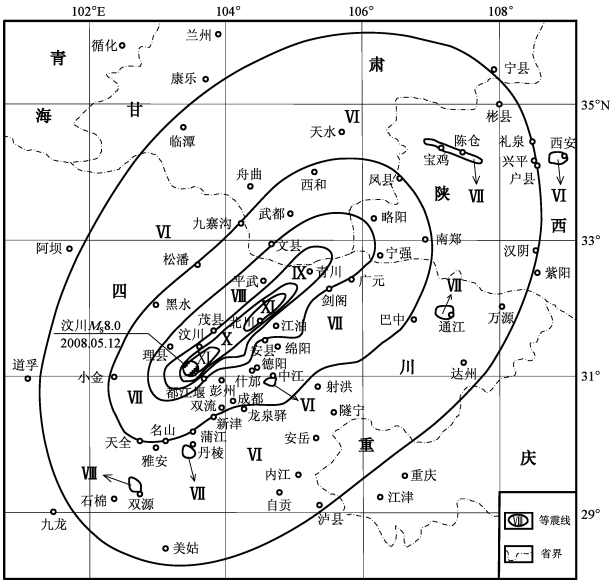


图1 汶川 8.0级地震烈度分布图（乔建平等，2009）
Fig 1 Intensity distribution of the M8.0 Wenchuan earthquake (Qiao et al, 2009)

2.2 汶川地震在陕西各烈度区的震害特征及烈度异常区成因分析

2.2.1 陕西各烈度区的震害特征

汶川 8.0级地震在陕西省境内形成Ⅷ度、Ⅶ度、Ⅵ度、Ⅴ度烈度区。各烈度区地表均无明显破裂痕迹，但房屋建筑及城乡基础设施破坏严重。在Ⅶ度区、Ⅴ度区还分别出现Ⅷ度、Ⅵ度高烈度异常区（陕西省地震局地震现场工作队，2008^{a, b}）。

（1）Ⅷ度区主要集中在宁强县西南角。地震

发生时人们普遍感觉头晕，听到很大的轰鸣声，站立不稳，无法跑动；大部分土木结构房屋倒塌和毁坏；砖木、砖混结构房屋纵横墙体大部分开裂，老旧房屋墙体有酥化，跨度较大的教学楼破坏较重；框架结构房屋外墙瓷片脱落、填充墙出现裂缝，梁柱连接处严重受损。位于河边或半山腰的各类房屋破坏更加严重，混凝土地面裂缝明显。沿 NE 方向广坪镇、安乐河镇、燕子砭镇、阳平关镇和代家坝镇一线房屋震害严重，而远离 NE 走向断裂两侧的房屋震害相对较轻，震害严重乡镇分布位置上与阳平关—勉县断裂带走向基本一致（陕西省地震局地震现场工作队，2008^{a, b}）。

（2）Ⅶ度区包括略阳、勉县以及宁强、南郑、留坝、汉台区和汉中市區。区内土木结构房屋少数倒塌，大部分墙体开裂、屋顶掉瓦毁脊，部分墙体变形、破裂、倾斜，少数墙体倒塌或屋顶塌落。建在河漫滩上或独立山丘上的此类房屋破坏较重；砖木、砖混结构房屋墙体部分出现裂缝，做过抗震设计的房屋轻微破坏或基本完好。部分跨度较大的教学楼破坏相对较重，没有做过抗震设计的一层或二层砖混房屋破坏相对较重。有些砖混房屋从外部看似乎完好，而屋内墙体裂缝纵横，破坏严重；框架结构房屋只有少数伸缩缝开裂，外贴瓷片脱落，也有填充墙开裂或墙体破裂变形出现 X 形裂缝的现象，房屋基本完好。村民院落的砖围墙普遍倒塌，此类震害导致的人员伤亡现象严重。另外，在Ⅶ度区，地震时还出现了喷沙冒水、砂土液化、崩塌、滑坡等震害现象（陕西省地震局地震现场工作队，2008^{a, b}）。

（3）Ⅴ度区主要包括汉中市东部、宝鸡大部、咸阳和安康西部地区的 18 个县。区内土木结构房屋个别局部倒塌，有的开裂现象严重，多数有掉瓦现象，部分墙体出现裂缝。个别抗震性能极差的房屋倒塌；砖混和砖木结构房屋无倒塌和严重破坏现象，但有的墙体出现少量裂缝；框架结构房屋无倒塌，部分框架结构填充墙出现裂缝，梁、柱基本完好。Ⅵ度区内的少量水塔出现水平或斜裂缝。在Ⅵ度区出现了宝鸡陈仓区Ⅶ度异常区（陕西省地震局地震现场工作队，2008^{a, b}）。

（4）Ⅴ度区主要包括永寿县、礼泉县、户县、宁陕县、石泉县和镇巴县等县市。该区房屋破坏

不明显。室内静止的多数人感觉有点头昏，门窗轻微作响，桌上器物轻微晃动，行走、骑车、开车的人未有感觉。土木房屋有个别檐瓦掉落现象，砖混房屋个别墙体有微细裂纹，有墙皮掉落；在Ⅴ度区内的西安市區出现了Ⅵ度异常区。

陕西强震台网在此次汶川地震中产出了很好的强震记录（舒优良，2008）。记录显示：汶川 8.0 级大地震发生时，台网中的 15 个子台记录到的地面水平峰值加速度（EW 向）在 $17 \sim 54.2 \text{ cm/s}^2$ 之间变化（表 1），平均 30 cm/s^2 。中国地震烈度表（GB/T 17742—1999）Ⅴ度区水平峰值加速度区间值为 $22 \sim 44 \text{ cm/s}^2$ ，平均为 31 cm/s^2 。

表 1 陕西强震台网 15 个子台记录到的汶川 8.0 级地震Ⅴ度区的水平峰值加速度

Tab 1 Peak values of horizontal acceleration of the M8.0 Wenchuan earthquake at the different seismic stations in the areas of intensity V

台站名称	场地类型	观测对象	最大加速度 / $\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$			震中距 / km
			东西	北南	垂直	
长安台	基岩	自由地表	17.3	—19.6	—13.7	617
蒲城台	土层	自由地表	—20	—33.2	11.2	724
华县台	土层	自由地表	30	28.8	—14.5	710
杏店台	土层	自由地表	33.6	36	—10.6	711
渭南台	土层	自由地表	—35	30.6	—14	690
阎良台	土层	自由地表	27.6	29.2	14.1	680
高陵台	土层	自由地表	—54.2	62.9	—16.2	660
咸阳台	土层	自由地表	40.1	33.3	18.1	620
蓝田台	土层	自由地表	—31.1	49.9	12.6	657
华阴台	土层	自由地表	—32	—28.3	—11.2	744
大荔台	土层	自由地表	31.1	—31.6	—10.7	743
合阳台	土层	自由地表	14.9	—17.4	12.5	787
韩城台	土层	自由地表	15.4	19.4	10.5	742
泾阳台	土层	自由地表	—44.9	—55.2	19	633
汤峪台	基岩	自由地表	—19.1	—29.4	26.8	546

2.2.2 高烈度异常区震害特征及成因分析

在西安市的Ⅳ度烈度异常区，室内大多数人首先感到头晕，随后明显感觉到摇晃。楼房低层的人多数惊慌跑出。高层建筑内，人无法站立，橱柜、书架中的物品被甩出。正在驾车的人以为汽车爆胎。少数老旧土木房屋倒塌，部分出现裂缝。少数砖混房屋出现裂缝。框架和高层框剪结构

房屋填充墙开裂（图 2）。市区有 24 座建筑塔吊也在地震中倒塌或折断（图 3）。地震时还有人看到田间油菜、麦苗随地震波起伏。西安市蓝田县普化镇杨斜村、三里镇陈家崖灞河河漫滩上有砂土液化现象（陕西省地震局地震现场工作队，2008^{a、b}）。

西安市区内的强震台站记录显示（舒优良，2008）：西安市区的水平峰值加速度值集中在 50 ~ 58 cm/s^2 之间（表 2），这与中国地震烈度评定表中 VI 度区水平峰值加速度评定值范围 45 ~ 89 cm/s^2 基本一致，证明西安市区的地震烈度为 VI 度。



图 2 西安市一高层建筑破坏情况
Fig 2 Damage of a high-rise building in Xi'an



图 3 西安市一建设工地正在施工的塔吊折断
Fig 3 A tower crane broke in operation at a construction site in Xi'an

在宝鸡市陈仓区烈度异常区，群众普遍震感强烈，惊慌跑出室外。多数人头发昏、发晕，听到门窗作响，行人走路困难。砖混房屋承重墙体出现多处明显裂缝，框架结构房屋部分构造柱有裂缝，填充墙有多条裂缝；大部分砖混、框架楼东西墙体开裂现象严重（图 4、图 5）。承重柱、

表 2 陕西强震台网 4 个子台记录到的汶川 8.0 级地震西安 VI 度异常区的水平峰值加速度
Tab 2 Peak values of horizontal acceleration of the M8.0 Wenchuan earthquake in areas with abnormal intensity VII in Xi'an

台站名称	场地类型	观测对象	最大加速度 / $\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$			震中距 / km
			东西	北南	垂直	
西安台	土层	自由地表	52.7	44.6	-13.4	630
临潼台	土层	自由地表	57.6	34	-18.8	662
西影台	土层	自由地表	50	-47.5	12.6	633
草滩台	土层	自由地表	-54.6	-48.6	-13	645

梁倾斜错动，错距 1 ~ 5 m ；大部分建筑被破坏并出现 X 形裂缝（陕西省地震局地震现场工作队，2008^{a、b}）。



图 4 宝鸡市陈仓区东西大街某转角楼破坏严重
Fig 4 Heavy damage of a corner house in the Dongxi street in Chencang District of Baoji City



图 5 宝鸡市陈仓区东西大街中国银行大楼破坏
Fig 5 Damage of a building of Bank of China in the Dongxi street in Chencang District of Baoji City

表 3 陕西强震台网 2 个子台记录到的汶川 8.0 级地震宝鸡 VII 度异常区的水平峰值加速度
Tab 3 Peak values of horizontal acceleration of the M8.0 Wenchuan earthquake at the different seismic stations in the areas with abnormal intensity VII in Baoji

台站名称	场地类型	观测对象	最大加速度 / $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$			震中距 / km
			东西	北南	垂直	
宝鸡台	土层	自由地表	119.3	-90	34.4	513
陈仓台	土层	自由地表	91.3	107.9	49.2	528

汶川 8.0 级地震发生时，陕西强震台网的宝鸡市子台和陈仓区子台的水平峰值加速度记录（表 3）分别为 119.3 m/s^2 和 91.3 m/s^2 （舒优良，2008），与中国地震烈度评定表中 VII 度区水平峰值加速度（ $90 \sim 177 \text{ m/s}^2$ ）的评定值一致。

陕西省地震局工程地震勘察研究院（2008）在震后对宝鸡市陈仓区地震烈度异常区进行的地震工程地质勘察结果显示：陈仓区震害异常带内无地基失效现象发生；地层连续、稳定，没有发现断层活动错断地层迹象，场地稳定性良好；该地区地下 10 m 以内主要为填土、黄土、古土壤和粉质粘土，10 m 以下为圆砾、卵石层；有部分地段场地属自重湿陷性黄土，其余均为非自重湿陷性黄土，地基湿陷等级较低。该地区地下水位埋藏深度为 24 m，20 m 深度范围内无可液化的土层。舒优良（2008）研究认为该地区出现高烈度异常的原因有两个：一是该地区位于龙门山断裂向北东方向破坏的扩展方向上，受到地震时一系列破坏子源的叠加影响，加重了对建筑物的破坏程度；二是该地区局部地段分布有较厚的软弱地层，这些软弱地层对地震波进行了明显的放大，加重了地面建筑物的损坏程度。这一观点被不同强震观测点上的强震加速度记录所证明。在同等条件下，土层场地强震加速度记录是基岩场地的 2 ~ 3 倍，如建在基岩上的汤峪、乾陵和长安强震台的记录比其他强震台的记录明显偏小。

3 结语与建议

汶川 8.0 级地震陕西灾区的震害特点与四川、甘肃、云南等灾区有所不同（陕西省地震局地震现场工作队，2008^{a, b}；舒优良，2008；张森等，2008；陕西省工程地震勘察研究院，2008；胡聿贤，1999）。陕西秦巴山区与关中渭河盆地遭遇同

一次地震灾害破坏的程度也存在明显差异，因为关中盆地特殊的地层结构、地质构造对发生在周边地区大震的选择性破坏效应现象突出。分析汶川地震的破坏特点，对防震减灾工作有借鉴作用。

3.1 结语

研究认为，汶川 8.0 级地震在陕西造成严重震害并在宝鸡市陈仓区和西安市区造成高烈度异常破坏的原因如下：

（1）汶川地震是一次低速率、长周期和高强度的巨大地震，释放能量巨大，影响范围广，破坏强度高（陕西省地震局，2009；樊跃新等，2009），造成陕西部分地区出现选择性高烈度破坏异常。

（2）汶川地震断层错动时间长（汶川地震为 22.2 s，唐山地震为 12.9 s）（邓起东，2008；都吉夔等，2008；李志强等，2008），由于断层错断时间长，建筑物的摆动持续时间就长，遭受破坏的程度相应增大。

（3）龙门山断裂沿 NE 方向破裂，能量传播与断裂破裂方向一致，从而形成沿北东方向一系列地震波叠加子源，对陕西地区造成严重破坏并在关中盆地内某些区域（如宝鸡、西安）形成地震高烈度异常区。

3.2 建议

（1）汶川地震的震害特征表明，处于龙门山断裂带上的建筑物破坏严重（李志强等，2008），建议在陕南秦巴山区，建造房屋住宅要注重选址，避开有断层通过的区域。

（2）加强陕南地区地震监测与构造活动性研究。一直以来，陕南秦巴山区被认为是“区域局部差异运动微弱，地震活动水平较低，无 5 级以上历史地震记载，属弱震、少震区”（陕西省工程地震勘察研究院，2008）。汶川地震前，陕西汉中地

区强震观测台网的布设是一个空白, 缺乏汶川 8 级地震强震记录及地震活动性监测, 对研究该地区地震动的工程特性留下遗憾。在地震灾区恢复重建项目实施中, 应当重视这一地区强震观测台网的建设工作。

(3) 重视相邻地区大地震对关中盆地的地震动影响特性研究。关中盆地主要位于渭河断陷构造带上, 历史地震强度大、频度高, 仅 7 级以上强震就有 8 次, 且几乎都发生在断陷盆地内, 如 1556 年陕西华县大地震。研究认为该区是未来强震发生的重要地带, 具有强震孕震的构造背景。长期以来, 关中盆地工程地震研究及工程抗震设防重点考虑本区域地震的影响。从汶川 8.0 级特大地震对关中盆地内大中城市特别是西安市区和宝鸡市陈仓区造成的烈度异常与严重破坏来看, 结合国内外大震烈度异常区重复性例证 (胡聿贤, 1999; 陕西省地震局, 2009; 樊跃新等, 2009), 应进一步研究近震与远、大地震对关中盆地不同类型建筑物的差异性破坏特性, 在注重本地区未来地震影响的同时, 充分考虑周边距离远、强度大的地震的破坏效应。通过开展对烈度异常区建筑物破坏机理的研究, 探寻地震致灾因素, 从抗震理念出发, 加强构造措施、增强建筑物结构整体性、严把施工质量关, 更有针对性地对建筑物进行抗震设计与加固, 提高建筑物整体抗震能力。

(4) 通过总结汶川地震的经验教训, 进一步加大防震抗震与避震、自救与互救知识的宣传普及力度。汶川大地震抗震救灾实践证明, 加强防震减灾知识普及教育力度是减轻震灾伤亡的有效途径, 应将防震减灾知识宣传教育纳入国民教育体系, 在各级各类学校和广大民众中大力宣传, 广泛普及地震科普知识与避震自救互救常识 (樊

跃新等, 2009; 段锋, 袁志祥, 2009)。

参考文献:

- 邓起东. 2008 关于四川汶川 8.0 级地震的思考 [J]. 地震地质, 30 (4): 811—827.
- 都吉夔, 张勤, 宋立军, 等. 2008 四川汶川 8.0 级地震间接经济损失评估方法 [J]. 灾害学, 23 (4): 130—133.
- 段锋, 袁志祥. 2009 对汶川 8 级地震后群众咨询信息的分析及探讨 [J]. 华南地震, 29 (2): 105—110.
- 樊跃新, 非明伦, 余庆坤. 2009 汶川 8.0 级地震所引发的防震减灾工作启示 [J]. 灾害学, 24 (4): 73—76.
- 胡聿贤. 1999 地震安全性评价技术教程 [M]. 北京: 地震出版社.
- 姜纪忻, 迟宝明, 谷洪彪, 等. 2009 汶川 8.0 级地震北川县城震害原因分析 [J]. 地震研究, 23 (4): 382—386.
- 李志强, 袁一凡, 李晓丽, 等. 2008 汶川 M_s 8.0 级特大地震破坏特征初步研究 [J]. 地震地质, 30 (4): 855—876.
- 彭晋川, 陈维峰. 2008 四川汶川 8.0 级地震典型遗址遗迹综合评估 [J]. 灾害学, 23 (4): 82—85.
- 乔建平, 蒲晓虹, 王萌, 等. 2009 大地震诱发滑坡的分布特点及危险性区划研究 [J]. 灾害学, 24 (2): 25—29.
- 陕西省地震局. 2009 四川汶川 8.0 级特大地震科学总结与反思报告 [R].
- 陕西省地震局地震现场工作队. 2008^a 四川汶川 8 级地震陕西省灾区地震科学考察报告 [R].
- 陕西省地震局地震现场工作队. 2008^b 四川汶川 8 级地震陕西省灾区地震灾害损失评估报告 [R].
- 陕西省工程地震勘察研究院. 2008 宝鸡陈仓区地震烈度异常段地震工程地质勘察工作报告 [R].
- 施伟华, 谢英倩, 张彦琪, 等. 2008 汶川 8.0 级地震云南灾区灾害特征及地震烈度 [J]. 地震研究, 31 (增刊): 525—529.
- 石玉成, 卢育霞. 2009 汶川 8.0 级地震甘肃灾区震害特点及恢复重建对策 [J]. 西北地震学报, 31 (1): 1—7.
- 舒优良. 2008 汶川 8.0 级地震陕西强震台网数据记录的初步分析 [J]. 灾害学, 23 (增刊): 125—132.
- 张森, 杨周胜, 颜其中, 等. 2008 利用云南测震台网强震仪记录测定汶川主震震级 [J]. 地震研究, 31 (增刊): 480—485.
- GB/T17742—1999 中国地震烈度表 [S].

Analysis on the Characteristics of Earthquake Damages of the $M_s8.0$ Wenchuan Earthquake in the Affected Area in Shaanxi

ZHANG Yuxiang YUAN Zhixiang

(Earthquake Administration of Shaanxi Province, Xi'an 710068, Shaanxi, China)

Abstract

The characteristics of losses and damages in Shaanxi Province caused by $M_s8.0$ Wenchuan earthquake are analyzed. On the basis of geological tectonics and regional environmental setting of Shaanxi, the characteristics of earthquake damages in the areas with different seismic intensities in Shaanxi and intensity anomalies in Chencang district of Baoji City and Xi'an City are studied. Some problems related to earthquake preparedness and disaster reduction are discussed too.

Key words: $M_s8.0$ Wenchuan earthquake; earthquake-stricken area; characteristics of earthquake damage; countermeasures; Shaanxi Province



张宇翔 陕西省地震局高级工程师。1986年毕业于陕西工学院电子系无线电专业,获学士学位。陕西省地震学会学术委员会委员,陕西省地震学会地震监测技术委员会主任。主要从事地震监测技术、地震灾害研究等工作。



曹玲玲 甘肃省地震局副研究员。1996年毕业于南京大学地球科学系,获学士学位;2001年毕业于中国地震局兰州地震研究所,获硕士学位。主要从事地下流体地震预报研究工作。



方宏芳 福建省漳州市地震局工程师。1990年毕业于中国地质大学水文地质工程地质专业,获工学学士学位;2009年12月毕业于云南大学固体地球物理专业,获理学硕士学位。主要从事地下流体、体应变监测及地震预测研究工作。



程建武 甘肃省地震局高级工程师。1996年毕业于西安地质学院矿产勘查专业,获理学学士学位;2001年毕业于中国地震局兰州地震研究所地球物理专业,获理学硕士学位;2010年毕业于中国地震局地质研究所,获博士学位。主要从事活动构造与地震危险性评价工作。



李罡风 安徽省地震局工程师。1996年毕业于安徽大学数学系应用数学专业,获理学学士学位。主要从事地震前兆观测数据分析处理和地理信息系统开发等工作。



徐春迪 宝鸡文理学院地理科学与环境工程系副教授。1997年毕业于西北大学城市与资源学系,获理学学士学位;2007年毕业于华东师范大学资源与环境学院地理信息系统与地图学专业,获理学硕士学位。主要从事3S技术应用及资源与灾害方面的教学和研究工作。



韩晓明 内蒙古自治区地震局工程师。2004年毕业于河南理工大学测绘与国土信息工程学院大地测量专业,获工学学士学位;2007年毕业于中国地震局兰州地震研究所固体地球物理专业,获理学硕士学位。主要从事地震活动性以及测震学方面的研究工作。



史杰 中国地震局兰州地震研究所在读硕士研究生。2003年毕业于新疆大学资源勘查系资源勘查工程专业,获工学学士学位。主要从事活动构造研究工作。

注:张昱、李永莉、莘海亮、曾宪伟、谢晓峰、刘丽芳、胡毅力、曹彦波、倪泰山的简介已分别刊登在本刊:
Vol31 No3 Vol29 No3 Vol31 No2 Vol31 No2 Vol33 No1 Vol28 No4 Vol29 No2 Vol30
No3 Vol32 No1.

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>