

2014年云南鲁甸6.5级地震烈度分布与房屋震害特征*

卢永坤¹, 张建国¹, 宋立军², 代博洋¹, 和嘉吉¹, 庞卫东¹

(1. 云南省地震局, 云南 昆明 650224; 2. 新疆维吾尔自治区地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 阐述了云南鲁甸6.5级地震烈度分布情况, 并给出了各地震烈度区的房屋建筑震害特征, 探讨了不同结构房屋分烈度的破坏比、震害指数, 与中国地震烈度表进行了对比, 认为调查点数据较为合理, 支持各烈度区划定。

关键词: 云南鲁甸6.5级地震; 地震烈度; 破坏比; 震害指数

中图分类号: P315.94

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2014)04-0549-09

0 前言

2014年8月3日16时30分10秒, 云南省鲁甸县(27.1°N, 103.3°E)发生6.5级地震。地震造成云南灾区617人死亡、112人失踪、3143人受伤。致使灾区房屋建筑、工程设施大量破坏, 引发大规模的地震地质灾害。地震发生后, 中国地震局、云南省地震局启动了地震应急预案Ⅰ级响应。国家、省、州(市)、县区地震部门共228名现场工作人员赶赴灾区开展地震应急现场处置工作^①。8月7日, 中国地震局发布了《鲁甸6.5级地震烈度分布图》, 为本次地震抗震救灾各项工作开展及时提供了决策科学依据。

鲁甸地震震区处于扬子准地台(Ⅰ级)凉山—滇东台褶带(Ⅱ级)的滇东北台褶束(Ⅲ级)内, 区内发育北东向、近南北向和北西向多组断裂构造, 是大凉山次级活动块体的南部边界。震中区地质构造复杂, 主体构造为北东向断裂和褶皱, 其次为北西向和南北向的断裂、褶皱。断裂构造主要有北东向昭通—鲁甸断裂和北西向的包谷垭—小河断裂, 通过对震区地震构造分析, 强震记录, 余震分布, 震源机制和现场调查, 认为北西向的包谷垭—小河断裂为本次地震发震构造。

现场灾害损失评估调查组共调查了灾区482个居民点房屋建筑破坏情况、基础设施破坏情况及部分地震地质灾害, 综合考虑了震区地震构造背景、遥感震害解译、强震动记录(崔建文等, 2014)、余震序列分布(王未来, 吴建平, 2014)、

震源机制解等资料(赵小艳等, 2014), 圈定了本次地震烈度分布。

本次地震极震区烈度达Ⅸ度, 宏观震中位于鲁甸县龙头山镇, 等震线形状呈椭圆形, 长轴走向呈北北西向。Ⅵ度区及其以上总面积约10350 km²(图1)。其中, Ⅸ度区总面积90 km², 主要涉及云南省鲁甸县龙头山镇与巧家县包谷垭乡; Ⅷ度区总面积290 km², 主要涉及云南省鲁甸县龙头山镇、火德红镇、乐红镇、水磨镇、巧家县包谷垭乡、新店乡及会泽县纸厂乡; Ⅶ度区总面积1580 km², 主要涉及云南省鲁甸县、巧家县、昭阳区、会泽县的17个乡镇; Ⅵ度区总面积8390 km², 涉及云南省鲁甸县、巧家县、昭阳区、永善县、会泽县的48个乡镇, 四川省宁南县、普格县、金阳县、布拖县的部分乡镇, 贵州省威宁县的部分乡镇。

1 房屋震害特征

1.1 各烈度区房屋震害

1.1.1 Ⅸ度区

框架结构房屋个别倒塌或局部倒塌, 少数框架节点开裂、甚至断裂造成整体倾斜, 部分房屋梁柱出现细微裂缝, 多数房屋填充墙明显出现水平或“X”型贯通裂缝(图2)。砖混结构房屋多数承重墙体出现较严重的水平或“X”型贯通裂缝, 部分倒塌、局部倒塌或倾斜, 少数基本完好(图3)。土木结构和砖木结构多数倒塌或局部倒塌, 未倒塌的房屋墙体开裂严重(图4、5)。

* 收稿日期: 2014-09-20.

基金项目: “云南地震灾害现场调查与评估软件”课题资助.

① 云南省地震局. 2014. 云南鲁甸6.5级地震灾害直接经济损失评估报告(云南灾区).

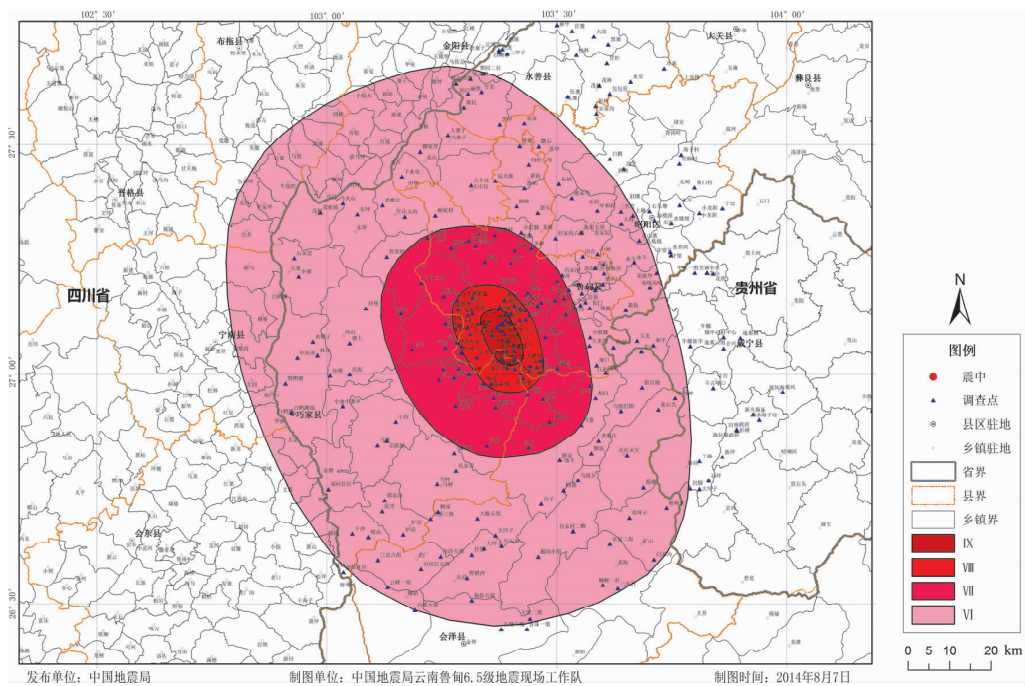


图1 云南鲁甸6.5级地震烈度分布图

Fig. 1 Intensity distribution of Ludian $M_s6.5$ earthquake in Yunnan in 2014



图2 龙头山镇博爱卫生院框架结构房屋毁坏
Fig. 2 Frame structure building destroy in Fraternity hospital in Longtoushan Town



图3 龙头山镇中学砖混结构房屋毁坏
Fig. 3 Brick-concrete structure building destroy in Longtoushan Town middle school



图4 龙头山镇龙泉村木结构房屋大量倒塌
Fig. 4 A large number of wooden structure housing collapse in Longquan Village, Longtoushan Town



图5 巧家县包谷埡乡老屋基村土木结构房屋倒塌
Fig. 5 Civil structure building collapse in Laowuji Village, Baogunao Township, Qiaojia County

1.1.2 VIII度区

框架结构房屋大多数梁柱构件完好, 少数填充墙出现水平或“X”型裂缝或局部脱落(图6)。砖混结构房屋个别倒塌、倾斜或局部倒塌, 少数承重墙体出现水平或“X”型裂缝, 多数门头、窗间墙或窗角开裂明显, 个别房屋墙体裂缝较宽, 且完全贯通墙体(图7)。大多数砖木结构房屋墙体开裂严重, 少数房屋倒塌或局部倒塌。多数土木结构房屋倒塌或局部倒塌, 绝大多数房屋墙体



图6 火德红镇李家山村框架结构房屋墙体开裂
Fig. 6 Wall cracking of frame structure building in Lijiashan Village, Huodehong Town



图8 火德红镇银厂村土木结构房屋倒塌
Fig. 8 Civil structure building collapse in Yinchang Village, Huodehong Town



图10 文屏镇安阁村砖混结构房屋“X”型裂缝
Fig. 10 “X” cracking of the wall of brick-concrete structure building in Ange Village, Wenping Town

开裂严重(图8、9)。

1.1.3 VII度区

框架结构房屋绝大多数基本完好, 少数填充墙开裂明显, 个别梁柱轻微裂缝。砖混结构房屋少数承重墙体开裂(图10)。砖木结构房屋多数墙体角部、结合处等部位开裂、梭掉瓦, 个别砌筑质量差的老旧房屋局部倒塌或倒塌。土木结构房屋多数墙体开裂、梭掉瓦, 少数屋架坍塌或墙体倒塌(图11)。



图7 龙头山镇沙坝村砖混结构房屋墙体“X”型裂缝
Fig. 7 “X” cracking of the wall of brick-concrete structure building in Shaba Village, Longtoushan Town



图9 水墨镇嵩坪村土木结构房屋垮塌
Fig. 9 Civil structure building collapse in Songping Village, Shuimo Town



图11 会泽县纸厂乡土木结构房屋垮塌
Fig. 11 Civil structure building collapse in Zhichang Village, Huize Town

1.1.4 VI度区

框架结构房屋极个别墙体与框架结合部开裂。砖混结构房屋少数墙体细微裂缝（图 12）。砖木结构房屋少数墙体开裂、梭掉瓦。土木结构房屋个别局部倒塌，部分墙体开裂、梭掉瓦（图 13）。



图 12 鲁甸县城砖混结构教学楼“X”型裂缝
Fig. 12 “X” cracking of the wall of brick-concrete structure building in Ludian Town



图 13 昭阳区苏甲乡土木结构局部垮塌
Fig. 13 Civil structure building locally collapse in Sujia Village, Zhaoyang Area

1.2 房屋震害指数及破坏比

震害指数与房屋建筑破坏比是对应抽样调查

点或烈度区判定烈度的量化指标，也是定量研究某烈度区或调查点房屋建筑震害的重要依据。

1.2.1 抽样点房屋破坏面积汇总及震害指数

通过现场调查获取调查点各类房屋建筑各个破坏等级的建筑面积即可计算该调查点的震害指数。根据《地震现场工作大纲和技术指南》（中国地震局，1998）和国标（GB/18208.3—2011）规定某一类结构的震害指数为该类结构在不同破坏等级下的震害指数之和：

$$i = \sum i_j \times \lambda_j . \tag{1}$$

式中， i 为某类房屋建筑结构的震害指数； j 为该类结构的破坏等级（简易房屋分别是基本完好、破坏和毁坏 3 个破坏等级，非简易房屋分别是基本完好、轻微破坏、中等破坏、严重破坏和毁坏 5 个破坏等级）； i_j 为该类结构 j 破坏等级的震害指数； λ_j 为该类结构 j 破坏等级的建筑面积或破坏比（%）。

简易房屋和非简易房屋各破坏等级的震害指数分别按表 1、表 2 取值（中国地震局，1998；周光全，2011）。

表 1 简易房屋各破坏等级对应的震害指数（I）

Tab. 1 Seismic damage index corresponding to the bunk house in different level of damage

破坏等级	毁坏	破坏	基本完好
震害指数	0.65	0.29	0

表 2 非简易房屋各破坏等级对应的震害指数（I）

Tab. 2 Seismic damage index corresponding to the non-bunk house in different level of damage

破坏等级	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
震害指数	1.0	0.7	0.4	0.2	0

表 3~6 给出本次地震现场调查获取的部分调查点（参与评估计算损失的抽样点）各类房屋破坏面积与震害指数汇总。

表 3 框架结构房屋破坏面积（m²）与震害指数汇总表

Tab. 3 Destroy area of frame structure building（m²）and seismic damage index

烈度	序号	抽样点	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好	合计	震害指数
IX	1	光明			1 320	1 210	1 835	4 365	0.176
	2	八宝村		2 600	2 430	3 230	1 200	9 460	0.363
	3	龙头山	5 000	10 230	15 400	8 500	3 230	42 360	0.473
VIII	1	龙井			3 450	4 460	8 890	16 800	0.135
	2	包谷埡			2 156	4 250	4 200	10 606	0.161
VII	1	新店镇				500	800	1 300	0.077
	2	纸厂				1 100	1 200	2 300	0.096

续表 3

烈度	序号	抽样点	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好	合计	震害指数
Ⅵ	1	火红				1 200	6 500	7 700	0.031
	2	小河塘				320	2 560	2 880	0.022
	3	土城				360	950	1 310	0.055
	4	鲁甸县城 1 组			800	3 460	24 400	28 660	0.035
	5	鲁甸县城 2 组			1 800	5 650	43 600	51 050	0.036
	6	鲁甸县城 3 组			1 600	4 960	37 500	44 060	0.037
	7	巧家县城 1 组				4 680	86 700	91 380	0.010
	8	巧家县城 2 组				4 020	114 600	118 620	0.007

表 4 砖混结构房屋破坏面积 (m²) 与震害指数汇总表

Tab. 4 Destroy area of brick-concrete structure building (m²) and seismic damage index

烈度	序号	抽样点	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好	合计	震害指数
Ⅸ	1	翠屏	900	1 100	1 500	1 400	500	5 400	0.472
	2	光明		720	2 400	1 500	1 200	5 820	0.303
	3	下大坪子	280	320	1 130	1 050	650	3 430	0.340
	4	八宝村	1 960	1 280	1 220	1 440	2 400	8 300	0.438
	5	破窑子	800	600	3 400	3 500		8 300	0.395
	6	龙头山	12 000	13 000	6 400	8 900	3 100	43 400	0.586
	7	骡马口	1 200	5 000	6 700	1 400		14 300	0.536
Ⅷ	1	老房子	1 800	2 900	1 300	1 100	1 500	8 600	0.531
	2	龙帮		300	300	150	150	900	0.400
	3	新民	300	560	480	760	960	3 060	0.339
	4	大弯子		300	900	750	450	2 400	0.300
	5	龙井		500	1 000	1 200	500	3 200	0.309
	6	米溜水			1 280	650		1 930	0.333
	7	包谷埡		1 200	8 500	5 200	1 800	16 700	0.316
Ⅶ	1	老店镇		300	700	1 150	1 700	3 850	0.187
	2	小河二组	100	300	400	1 000	2 000	3 800	0.176
	3	小河镇			200	600	1 000	1 800	0.111
	4	新店一组				1 000	900	1 900	0.105
	5	新店镇	200	300	300	1 600	900	3 300	0.258
	6	大坪				900	2 100	3 000	0.060
	7	纸厂			500	1 700	1 800	4 000	0.135
Ⅵ	1	白家沟				150	840	990	0.030
	2	火红				550	3 200	3 750	0.029
	3	梨园				150	600	750	0.040
	4	路家				600	2 310	2 910	0.041
	5	小河塘				2 380	6 400	8 780	0.054
	6	肖家沟				240	800	1 040	0.046
	7	塘上			100		720	820	0.049
	8	梨园一社				120	600	720	0.033
	9	土城			120	240	2 160	2 520	0.038
	10	潘家弯			100	450	1 900	2 450	0.053
	11	小坡脚				160	340	500	0.064
	12	鲁甸县城 1 组		5 030	6 200	7 700	65 650	84 580	0.089
	13	鲁甸县城 2 组		2 800	5 560	6 170	66 200	80 730	0.067
	14	鲁甸县城 3 组		3 240	4 530	8 120	66 400	82 290	0.069
	15	鲁甸县城 4 组			5 240	7 650	39 200	52 090	0.070
	16	巧家县城 1 组				7 680	103 500	111 180	0.014
	17	巧家县城 2 组				7 740	98 100	105 840	0.015

表 5 砖木结构房屋破坏面积 (m²) 与震害指数汇总表
Tab. 5 Destroy area of brick-wood structure building (m²) and seismic damage index

烈度	序号	抽样点	毁坏	破坏	基本完好	合计	震害指数
IX	1	下大坪子	700	100		800	0.605
	2	龙头山	4 200	400		4 600	0.619
VIII	1	乐红	1 200	300		1 500	0.578
	2	米漭水	500	300		800	0.515
	3	包谷埡	900	400	100	1 400	0.501
VII	1	坪子	200	800	350	1 350	0.268
	2	小河二组	200	950	650	1 800	0.225
	3	小河镇		850	250	1 100	0.224
	4	新店一组	300	1 650	700	2 650	0.254
	5	新店镇	250	1 500	350	2 100	0.285
	6	纸厂	450	1 650	450	2 550	0.302
VI	1	火红		900	3 500	4 400	0.059
	2	梨园		400	1 400	1 800	0.064
	3	小河塘		1 100	3 520	4 620	0.069
	4	白鹤滩镇		300	900	1 200	0.073
	5	塘上		500	1 800	2 300	0.063
	6	小坡脚		100	600	700	0.041
	7	鲁甸县城 1 组		850	1 900	2 750	0.090
	8	鲁甸县城 2 组		500	1 400	1 900	0.076
	9	鲁甸县城 3 组		1 000	2 300	3 300	0.088
	10	巧家县城 1 组		400	2 200	2 600	0.045
	11	巧家县城 2 组		500	2 800	3 300	0.044

表 6 土木结构房屋破坏面积 (m²) 与震害指数汇总表
Tab. 6 Destroy area of civil structure building (m²) and seismic damage index

烈度	序号	抽样点名称	毁坏	破坏	基本完好	合计	震害指数
IX	1	翠屏	4 900	300		5 200	0.629
	2	光明	3 900	200		4 100	0.632
	3	下大坪子	2 000	300		2 300	0.603
	4	八宝村	4 100			4 100	0.650
	5	破窑子	8 300			8 300	0.650
	6	龙头山	8 000			8 000	0.650
	7	骡马口	6 650			6 650	0.650
VIII	1	旱谷地	2 700	100		2 800	0.637
	2	老房子	2 800	400		3 200	0.605
	3	李家山	1 500	200		1 700	0.608
	4	龙帮	4 700			4 700	0.650
	5	新民	600	200		800	0.560
	6	银屏大弯子	1 600	1 400	200	3 200	0.452
	7	寨子	1 600	2 000	300	3 900	0.415
	8	王家营盘	1 900	2 080	240	4 220	0.436
	9	乐红	2 300	900	500	3 700	0.475
	10	龙井	14 400			14 400	0.650
	11	米漭水	2 300	1 600		3 900	0.502
	12	大营盘	3 500	2 000	200	5 700	0.501
	13	包谷埡	4 200	4 700	800	9 700	0.422

续表 6

烈度	序号	抽样点名称	毁坏	破坏	基本完好	合计	震害指数
Ⅷ	1	大湾洞	500	650	200	1 350	0.380
	2	滴水	800	1 300	300	2 400	0.374
	3	黄泥寨	500	1 700	600	2 800	0.292
	4	老店镇	650	1 100	300	2 050	0.362
	5	龙树	100	700	450	1 250	0.214
	6	南筐	1 100	1 400	1 700	4 200	0.267
	7	坪子	150	200	450	800	0.194
	8	田边	400	1 000	500	1 900	0.289
	9	拖麻村	930	1 470	1 990	4 390	0.235
	10	向阳	865	1 150	1 400	3 415	0.262
	11	小河二组	220	900	650	1 770	0.228
	12	小河镇	250	950	450	1 650	0.265
	13	小路沟	150	650	400	1 200	0.238
	14	新店一组	400	1 800	900	3 100	0.252
	15	新店镇	350	2 700	550	3 600	0.281
	16	鄢家	750	2 300	1 400	4 450	0.259
	17	大坪	1 400	5 400	4 200	11 000	0.225
	18	纸厂	750	2 000	1 500	4 250	0.251
Ⅵ	1	白家沟	100	300	2 700	3 100	0.049
	2	梗底村	200	800	2 700	3 700	0.098
	3	火红	100	600	2 500	3 200	0.075
	4	梨园	100	250	1 100	1 450	0.095
	5	路家	100	220	980	1 300	0.099
	6	茂租镇		11 200	42 000	53 200	0.061
	7	小河塘	460	2 100	7 000	9 560	0.095
	8	永丰		640	3 940	4 580	0.041
	9	肖家沟	200	960	3 800	4 960	0.082
	10	云峰一组		600	7 200	7 800	0.022
	11	横沟小组		850	5 740	6 590	0.037
	12	塘上	100	300	1 400	1 800	0.084
	13	梨园一社	100	900	2 390	3 390	0.096
	14	土城		600	2 800	3 400	0.051
	15	潘家弯		300	1 300	1 600	0.054
	16	新民		340	1 600	1 940	0.051
	17	大羊窝	240	480	6 350	7 070	0.042
	18	底里	200	700	3 600	4 500	0.074
	19	岩洞	200	1 600	4 500	6 300	0.094
	20	小坡脚	100	1 600	4 400	6 100	0.087
	21	鲁甸县城 1 组	100	600	1 800	2 500	0.096
	22	鲁甸县城 2 组		900	2 100	3 000	0.087
	23	鲁甸县城 3 组	200	500	2 000	2 700	0.102
	24	巧家县城 1 组		900	3 800	4 700	0.056
	25	巧家县城 2 组		700	2 600	3 300	0.062

1.2.2 各烈度区破坏比

根据表 3~6 中房屋破坏数据可以计算各烈度区房屋建筑破坏比及各烈度区不同房屋建筑结构的震害指数,列于表 7、表 8。

《中国地震烈度表》(GB/T17742—2008)给出地震烈度与房屋震害指数的对应关系(表 9)。表 9 中,A 类房屋为木构架和土、石、砖墙建造的旧式房屋;B 类为未经抗震设防的单层或多层砖砌体房屋;C 类为按照Ⅶ度抗震设防的单层或多层砖砌体房屋。结合本次地震现场调查,土木结构与砖木结构为 A 类建筑,部分砖混结构为 B 类建筑,所有框架结构与部分砖混结构为 C 类建筑。

表 7 简易房屋破坏比(%)与震害指数汇总表

Tab. 7 Damage ratio of bunk house (%) and seismic damage index

烈度区	结构类型	毁坏	破坏	基本完好	震害指数
IX	砖木结构	90.74	9.26		0.62
	土木结构	97.93	2.07		0.64
Ⅷ	砖木结构	70.27	27.03	2.70	0.54
	土木结构	71.22	25.16	3.62	0.54
Ⅶ	砖木结构	12.12	64.07	23.81	0.26
	土木结构	18.47	49.25	32.28	0.26
Ⅵ	砖木结构		22.69	77.31	0.07
	土木结构	1.65	19.07	79.28	0.07

表 8 非简易房屋破坏比(%)与震害指数汇总表

Tab. 8 Destroy area of non-bunk house (%) and seismic damage index

烈度区	结构类型	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好	震害指数
IX	框架结构	8.90	22.84	34.08	23.03	11.15	0.43
	砖混结构	19.27	24.76	25.58	21.57	8.83	0.51
Ⅷ	框架结构			20.46	31.78	47.76	0.15
	砖混结构	5.71	15.66	37.40	26.66	14.57	0.37
Ⅶ	框架结构				44.44	55.56	0.09
	砖混结构	1.39	4.16	9.70	36.72	48.04	0.16
Ⅵ	框架结构			1.22	7.13	91.65	0.02
	砖混结构		2.04	4.04	9.24	84.68	0.05

表 9 地震烈度与房屋震害指数对应关系

Tab. 9 The corresponding relationship between seismic intensity and seismic damage index

地震烈度	震害指数	
	A 类、B 类建筑	C 类建筑
IX	0.49~0.71	0.38~0.60
Ⅷ	0.29~0.51	0.20~0.40
Ⅶ	0.09~0.31	0.07~0.22
Ⅵ	0.00~0.11	0.00~0.08

从现场调查掌握的房屋建筑震害情况来看,本次地震灾区框架结构抗震性能最好,砖混结构次之,砖木结构与土木结构抗震性能最差(Ⅷ度以上区域倒毁率超过 70%);本次地震灾区房屋建筑以土木结构为主,约占房屋建筑总面积 70%,因此本次地震烈度评定以土木结构房屋建筑震害为主要依据,城市地区仍以砖混结构和框架结构房屋震害为主要依据;表 3 中除Ⅵ度区外,框架结构震害指数对应烈度普遍低一度,与框架结构在

震区的分布数量(仅占总量约 2%)及其良好的抗震性能有关;从表 4~6 来看,绝大多数调查点震害指数与烈度对应良好,说明本次地震现场调查各调查点烈度评定依据充分;表 7、表 8 中各烈度区不同结构类型房屋平均震害指数与烈度对应关系较好,说明本次地震现场各烈度区圈定依据充分、严谨。

2 结论与认识

(1) 地震灾区的最高烈度与长轴展布方向是地震烈度圈定时需要确定的首要因素。烈度圈定主要依据现场调查获取的房屋建筑震害资料,同时参考其他工程结构震害、地震地质背景、强震动记录、余震展布、震源机制解等资料。

(2) 表 3~9 中各烈度区、调查点震害指数与烈度的对应关系证明云南鲁甸 6.5 级地震烈度圈定依据充分、严谨,符合《中国地震烈度表》(GB/T17742—2008)。

(3) 按云南地区地震烈度分布的一般规律(周光全等, 2006, 2009; 国家地震局, 国家统计局, 1996; 中国地震局监测预报司, 2001; 毛玉平, 韩新民, 2003; 乔森等, 2000; 苏有锦等, 2001; 周光全, 2011), 鲁甸6.5级地震极震区烈度一般可达Ⅷ度, 但鲁甸6.5级地震极震区烈度达Ⅸ度, 除房屋建筑破坏程度外, 龙头山镇获取的强震记录(崔建文等, 2014)有力支撑了这一结论。

(4) 本次地震长轴向北北西走向与震区地震地质背景、余震展布方向、强震震源机制解等科技支撑成果显示了较好的一致性。

参考文献:

- 崔建文, 刘琼仙, 段建新, 等. 2014. 2014年云南鲁甸6.5级地震强震记录及初步分析[J]. 地震研究, 37(4):
国家地震局, 国家统计局. 1996. 中国大陆地震灾害损失评估汇编(1990~1995年)[G]. 北京: 地震出版社.
毛玉平, 韩新民. 2003. 云南地区强震($M \geq 6$)研究[M]. 昆明: 云南

- 科技出版社.
乔森, 姜朝松, 陈敬, 等. 2000. 云贵地区地震等震线图集[J]. 地震研究, 23(增刊): 1~112.
苏有锦, 李忠华, 刘祖荫, 等. 2001. 20世纪云南地区 $M_s \geq 5.0$ 级地震活动基本特征[J]. 地震研究, 24(1): 1~9.
王未来, 吴建平. 2014. 2014年云南鲁甸 $M_s 6.5$ 地震序列的双差定位研究[J]. (待刊).
赵小艳, 徐甫坤, 刘自凤, 等. 2014. 2014年云南鲁甸6.5级地震序列跟踪分析研究[J]. 地震研究, 37(4):
中国地震局. 1998. 地震现场工作大纲和技术指南[M]. 北京: 地震出版社.
中国地震局监测预报司. 2001. 中国大陆地震灾害损失评估汇编(1996~2000)[G]. 北京: 地震出版社.
周光全, 非明伦, 卢永坤, 等. 2009. 云南地震灾害特征及经济损失评估计算研究[M]. 昆明: 云南科技出版社.
周光全, 施伟华, 非明伦, 等. 2006. 云南地震烈度分布面积的统计特征[J]. 地震研究, 29(4): 193~196.
周光全. 2011. 云南地区简易房屋的震害指数研究[J]. 地震研究, 34(1): 88~95.
GB/18208.3—2011, 地震现场工作第三部分: 调查规范[S].
GB/T 17742—2008, 中国地震烈度表[S].

Analysis on Intensity Distribution and Seismic Disaster Characteristics of Building of Yunnan Ludian $M_s 6.5$ earthquake in 2014

LU Yong-kun¹, ZHANG Jian-guo¹, SONG Li-jun², DAI Bo-yang¹, HE Jia-ji¹, PANG Wei-dong¹

(1. Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

(2. Earthquake Administration of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract

The intensity distribution of Ludian $M_s 6.5$ earthquake in Yunnan and the seismic disaster characteristics of building in different intensity region are given, and the damage ratio and seismic damage index of the different structure building in different intensity region are also discussed. Compared with the Chinese seismic intensity scale, the data of the selected survey points is reasonable, and could support the division of the intensity region.

Key words: Yunnan Ludian $M_s 6.5$ earthquake in Yunnan; seismic intensity; damage ratio; seismic damage index