

内部资料 仅供参考 请勿传阅

2020 年度雅安市地震灾害损失 预评估报告

指导专家：陈维锋 李兆隆 张郁山 马朝晖

技术负责：吴今生

报告编写：陈 峻 格桑扎西 肖本夫 刘玉法

郑 逸 杜晨曦 杨璐遥 胥津津

杨 阳 肖术连 宴金旭

四川省地震局

2020 年 5 月

目 录

前 言	11
第一章 概 述	11
1. 目的意义	11
2. 地震危险区概况	22
第二章 危险区预评估结果	22
1. 评估方法与原理	22
2. 危险区评估结果	45
3. 地震灾害风险等级评定	79
第三章 地震应急准备建议和处置要点	911
1. 地震应急薄弱环节	911
2. 地震应急准备建议	911
3. 地震应急处置建议	1112

前 言

重点危险区地震灾害预评估是应急管理部和地震局年度重点工作任务之一，在省抗震救灾指挥部办公室统一部署下，省地震局地震应急保障中心具体承担此项工作。

2020 年度我省范围内共有四川道孚-云南永善 7.0 级左右、甘青川 6.5 级左右 2 个地震重点危险区和川东南 5.5 级左右 1 个地震重点监视跟踪工作区，涉及 11 个市（州）的 67 个县（市、区）。在完成 3 个重点危险区地震灾害预评估报告的基础上，我们将所涉及的 11 个市（州）的预评估结果以及地震应急准备和处置要点单独形成报告，以期对相关地区政府的地震应急准备和处置工作有所帮助。由于时间仓促和水平所限，报告中难免有所疏漏，敬请谅解。

本次预评估工作得到了地震重点危险区各市县党委政府及相关部门的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

第一章 概 述

1. 目的意义

随着社会的发展，国家在地震应急处置过程中对灾区信息时效性和准确性要求越来越高。由于地震灾害“瞬间致灾”的特点，现阶段震后第一时间全面掌握灾情非常困难，地震灾情的“黑箱期”客观存在。为了让各级政府和相关部门在破坏性地震后，及时准确的掌握灾区的人员伤亡情况、极重灾区位置、哪里最需要救援、灾区需要什么、道路交通情况等等灾区基本情况和受灾情况，科学决策，以保障广大人民群众的生命财产安全，需要在事前开展地震危险区灾害损失预评估与应急处置现场调研工作，准确深入了解危险区内有关市县地理地貌情况、人口密度、建筑物结构类型及抗震能力和地震应急准备等情况，掌握各地区现场实际情况，保证各地基础数据和评估方法的准确性，这样才能在破坏性地震发生后为各级政府及相关应急处置单位提供及时、可靠的辅助决策信息支持，服务于各级政府地震应急工作。另外，调研过程中了解各地存在地震及相关灾害的风险、隐患和问题，还可以及时提出建议，防患于未然。

2. 地震危险区概况

2020 年度四川道孚-云南永善地震重点危险区是 7.0±地震危险区，长轴约 410km，短轴约 190km。危险区位于四川省西南部至云南省东北部地区，面积 6.37 万平方公里(图 1.1)。涉及四川省乐山市、眉山市、宜宾市、雅安市、阿坝州、甘孜州和凉山州等 7 个市（州）、33 个县（市、区）和云南省昭通市永善县。

其中涉及雅安市荣经县、汉源县、石棉县、天全县、宝兴县、雨城区 6 个县（区）。

第二章 危险区预评估结果

1. 评估方法与原理

评估过程中使用的主要评估方法与原理：

（1）烈度衰减关系

四川采用地震衰减模型进行设定地震影响场计算，算法如下：

长轴： $I_a = 4.0293 + 1.3003M - 1.5810\ln(R_a + 10)$

短轴： $I_b = 2.3816 + 1.3003M - 1.2409\ln(R_b + 5)$

式中， I_a 、 I_b 分别为长、短轴烈度， M 为震级， R_a 、 R_b 分别为烈度为 I 时长、短半轴的长度。

（2）建筑物破坏评估模型

根据行政区建筑物统计表、建筑物震害矩阵等计算该行政区内建筑物在各种破坏等级下的面积和间数。将地震烈度信息和房屋数量及结构发布信息进行叠加计算，统计不同受灾分区、不同地震烈度下的不同结构的房屋倒损率，通过房屋震害矩阵计算出各受灾区的倒损房屋面积。房屋震害矩阵在近年来发生的破坏性地震的基础上，做了本地化。

$$F(I) = \sum_n \sum_s \sum_j P\left[\frac{D_j}{I}\right] * B_s[5]$$

式中：

I --表示地震烈度；

N --表示烈度圈 I 内的单元数据（公里格网或行政单元）；

F(I)--表示在烈度 I 内，各类建筑的每类破坏面积之和；

P[D_{jI}]-表示 s 类建筑在烈度 I，j 类破坏比率；

B_s --表示 I 烈度，每个单元中 s 类建筑的面积。

(3) 人员伤亡评估

人员伤亡主要由建筑物破坏造成，在本危险区内，地质灾害也是造成人员伤亡的主要因素之一。在进行人员伤亡预评估时，先评估由于建筑物破坏造成的人员伤亡数量，再叠加由于地质灾害造成的人员伤亡数量，得到最终的人员伤亡评估数量。

建筑物破坏造成的死亡人数评估：

1) 计算建筑物倒塌率

根据行政区在各烈度下的面积比和建筑物破坏情况明细，计算行政区在各烈度下的建筑物倒塌率

$$P_i = \frac{(S_{id} + \frac{1}{2}S_{is})}{\sum_j S_{ij}}$$

P_i 为行政区在 i 烈度下的建筑物倒塌率，S_{ij} 为行政区在 i 烈度下 j 破坏等级的建筑物面积（建筑物破坏面积），S_{id} 为行政区在 i 烈度下倒塌的建筑物面积，S_{is} 为行政区在 i 烈度下严重破坏的建筑物面积。

2) 计算死亡率

$$d_i = (0.000971 * e^{\frac{1}{2}(i-7)})P_i \quad (6:00:00 < t < 18:00:00)$$

$$d_i = (0.0126 * \frac{i - 4.76}{i + 0.25} e^{0.75(i-7)})P_i \quad (18:00:00 \leq t \leq 6:00:00)$$

i 为地震烈度，d_i 为行政区在 i 烈度下的死亡率，P_i 为行政区在 i 烈度下的建筑物倒塌率。

计算死亡人数

$$D = \sum_i (d_i * S_i * Pt)$$

D 为行政区死亡人数，d_i 为行政在 i 烈度下的死亡率，S_i 为行政区在 i 烈度下的面积比，Pt 为行政区总人数。计算死亡人数时，考虑了灾区人口时空变化

特征做了修正，主要考虑了外出务工比例及外出和回家规律、景点旺季游客规模和淡季游客规模等关键因素。

建筑区破坏造成的受伤人数评估：

3) 计算受伤率

$$w_i = (0.008829 * e^{\frac{1}{2}(i-7)}) P_i \quad (6:00:00 < t < 18:00:00)$$

$$w_i = (\frac{0.068}{i + 0.25} e^{0.75(i-7)}) P_i \quad (18:00:00 \leq t \leq 6:00:00)$$

i 为地震烈度， ω_i 为行政区在 i 烈度下的受伤率， P_i 为行政区在 i 烈度下的建筑物倒塌率。

4) 计算受伤人数

$$W = \sum_i (w_i * S_i * P_t)$$

W 为行政区受伤人数， ω_i 为行政区在 i 烈度下的受伤率， S_i 为行政区在 i 烈度下的面积比， P_t 为行政区总人数。计算受伤人数时，同样考虑了灾区人口时空变化特征做了修正，主要考虑了外出务工比例及外出和回家规律、景点旺季游客规模和淡季游客规模等关键因素。

(4) 需紧急安置人数评估

模型来源：聂高众

模型公式：通常将Ⅸ度区以内（含Ⅸ、Ⅹ度）的全部人口、Ⅷ以内一定比例的人口作为需紧急安置人口。

Ⅵ～Ⅹ度区的比例分别为 0.05, 0.2, 0.6, 1, 1。

2. 危险区评估结果

危险区现场调研预评估工作采用每个县抽样调研 3-4 个居民点方式进行，报告中的地震灾害预评估结果是在评估损失计算后，根据历史震例数据、自然地理、经济社会发展和基础设施情况（考虑当地建筑物抗震性能，地质灾害风险等情况）修正得到，预评估结果供当地地震应急准备和处置工作参考。

表 2.1 危险区设定地震位置参数表

序号	经度	纬度	宏观位置	所在乡镇
1	102.82	29.74	雅安市荣经县	龙苍沟镇
2	102.82	29.33	雅安市汉源县	梨园乡
3	102.09	29.41	雅安市石棉县	草科藏族乡
4	102.44	30.05	雅安市天全县	紫石乡
5	102.52	30.54	雅安市宝兴县	永富乡

2020 年度四川道孚至云南永善危险区涉及四川雅安市荣经县、汉源县、石棉县、天全县、宝兴县共 5 个县，人员伤亡及经济损失评估为：

荣经县预评估结果

（1）6.5 级地震：死亡人数：0-10 人；受伤人数：120-200 人；需紧急安置 9070-10220 人；需紧急处置队伍人数：300-700 人；需帐篷 1510-1700 顶。

（2）7.0 级地震：死亡人数：30-50 人；受伤人数：260-420 人；需紧急安置 31610-39020 人；需紧急处置队伍人数：1000-1200 人；需帐篷 5260-6500 顶。

（3）7.5 级地震：死亡人数：800-1500 人；受伤人数：8000-16000 人；需紧急安置 94900-115970 人；需紧急处置队伍人数：1800-2300 人；需帐篷 15810-19320 顶。

汉源县预评估结果：

（1）6.5 级地震：死亡人数：20-40 人；受伤人数：160-350 人；需紧急安置 6510-9230 人；需紧急处置队伍人数 900-1100 人；需帐篷 1080-1530 顶。

（2）7.0 级地震：死亡人数：80-100 人；受伤人数：500-700 人；需紧急安置 25490-27150 人；需紧急处置队伍人数 1400-1600 人；需帐篷 4240-4520 顶。

（3）7.5 级地震：死亡人数：1500-2200 人；受伤人数：15000-30000 人；需紧急安置 84600-91710 人；需紧急处置队伍人数 2300-2700 人；需帐篷 14100-15280 顶。

石棉县预评估结果

（1）6.5 级地震：死亡人数：0-10 人；受伤人数：120-240 人；需紧急安

置 1840-2300 人；需紧急处置队伍人数 400-700 人；需帐篷 300-380 顶。

(2) 7.0 级地震：死亡人数：20-50 人；受伤人数：500-1200 人；需紧急安置 5720-9180 人；需紧急处置队伍人数 900-1200 人；需帐篷 950-1530 顶。

(3) 7.5 级地震：死亡人数：1200-2000 人；受伤人数：11000-15000 人；需紧急安置 19230-25180 人；需紧急处置队伍人数 1600-2200 人；需帐篷 3200-4190 顶。

天全县预评估结果

(1) 6.5 级地震：死亡人数：0-10 人；受伤人数：60-130 人；需紧急安置 2810-3450 人；需紧急处置队伍人数：300-700 人；需帐篷 460-570 顶。

(2) 7.0 级地震：死亡人数：20-40 人；受伤人数：150-270 人；需紧急安置 11320-12300 人；需紧急处置队伍人数：900-1100 人；需帐篷 1880-2050 顶。

(3) 7.5 级地震：死亡人数 500-800 人；受伤人数：3000-5000 人；需紧急安置 38950-39440 人；需紧急处置队伍人数：1600-2100 人；需帐篷 6490-6570 顶。

宝兴县预评估结果

(1) 6.5 级地震：死亡人数：0-5 人；受伤人数：20-40 人；需紧急安置 690-780 人；需紧急处置队伍人数 200-500 人；需帐篷 110-130 顶。

(2) 7.0 级地震：死亡人数：10-15 人；受伤人数：70-100 人；需紧急安置 4010-4410 人；需紧急处置队伍人数 700-800 人；需帐篷 660-730 顶。

(3) 7.5 级地震：死亡人数：300-500 人；受伤人数：2000-3000 人；需紧急安置 25540-32980 人；需紧急处置队伍人数 1200-1700 人；需帐篷 4250-5490 顶。

考虑当地旅游、次生灾害和天气特点，在雨季、冬季和旅游季节可能导致伤亡人数有所增加。

表 2.2 危险区设定地震预评估结果表

序号	宏观位置	震级	灾区总面积 (km ²)	灾区总人口 (万人)	灾区 GDP (亿元)	最高烈度 (度)	评估结果				
							死亡人数 (人)	受伤人数 (人)	需紧急安置人数(人)	需紧急处置队伍人数 (人)	需帐篷数 (顶)

1	荥经县	6.5	7700	118.00	411.59	8(VIII)	0-10	120-200	9070-10220	300-700	1510-1700
		7.0	21700	378.00	1318.70	9(IX)	30-50	260-420	31610-39020	1000-1200	5260-6500
		7.5	58900	1140.00	3506.48	10(X)	800-1500	8000-16000	94900-115970	1800-2300	15810-19320
2	汉源县	6.5	7700	84.00	295.88	8(VIII)	20-40	160-350	6510-9230	900-1100	1080-1530
		7.0	21700	316.00	1047.02	9(IX)	80-100	500-700	25490-27150	1400-1600	4240-4520
		7.5	58900	1012.00	2962.87	10(X)	1500-2200	15000-30000	84600-91710	2300-2700	14100-15280
3	石棉县	6.5	7700	22.00	112.06	8(VIII)	0-10	120-240	1840-2300	400-700	300-380
		7.0	18100	96.00	233.45	9(IX)	20-50	500-1200	5720-9180	900-1200	950-1530
		7.5	41000	222.00	519.22	10(X)	1200-2000	11000-15000	19230-25180	1600-2200	3200-4190
4	天全县	6.5	7700	44.00	96.47	8(VIII)	0-10	60-130	2810-3450	300-700	460-570
		7.0	18100	136.00	432.62	9(IX)	20-40	150-270	11320-12300	900-1100	1880-2050
		7.5	41000	408.00	1308.57	10(X)	500-800	3000-5000	38950-39440	1600-2100	6490-6570
5	宝兴县	6.5	7700	10.00	44.26	8(VIII)	0-5	20-40	690-780	200-500	110-130
		7.0	18100	60.00	265.97	9(IX)	10-15	70-100	4010-4410	700-800	660-730
		7.5	41000	496.00	1155.04	10(X)	300-500	2000-3000	25540-32980	1200-1700	4250-5490

3. 地震灾害风险等级评定

风险等级分布图的制作依托应急基础数据库基础数据成果，结合现场调研、系统评估结果，在充分考虑人口密度、经济，人员伤亡，建筑物结构及比例等因素的基础上，按层次分析法建立风险评价模型，计算区域应急准备风险值，再结合专家经验对风险值进行修正，按照 4 个等级进行分类，形成风险等级分布图。

表 2.3 危险区风险等级估算列表

区县名称	人均 GDP (万元/人)	分值 (10分)	人口密度 (人/平方公里)	分值 (30分)	死亡人数 (人)	分值 (40分)	受伤人数 (人)	分值 (20分)	修正后 评估值 (100分)	风险等级
雅安市雨城区	5	5	342	30	30-80	20	300-800	10	65	较重

雅安市蒙经县	5	5	84	15	30-50	40	260-420	5	39	一般
雅安市汉源县	3	8	144	23	80-100	20	500-700	10	61	较重
雅安市石棉县	7	2	47	8	20-50	35	500-1200	10	38	一般
雅安市天全县	5	5	59	15	20-40	30	150-270	5	38	一般
雅安市宝兴县	6	5	19	8	10-15	13	70-100	5	31	一般

2020年度四川道孚至川滇交界东部地震危险区风险等级分布图

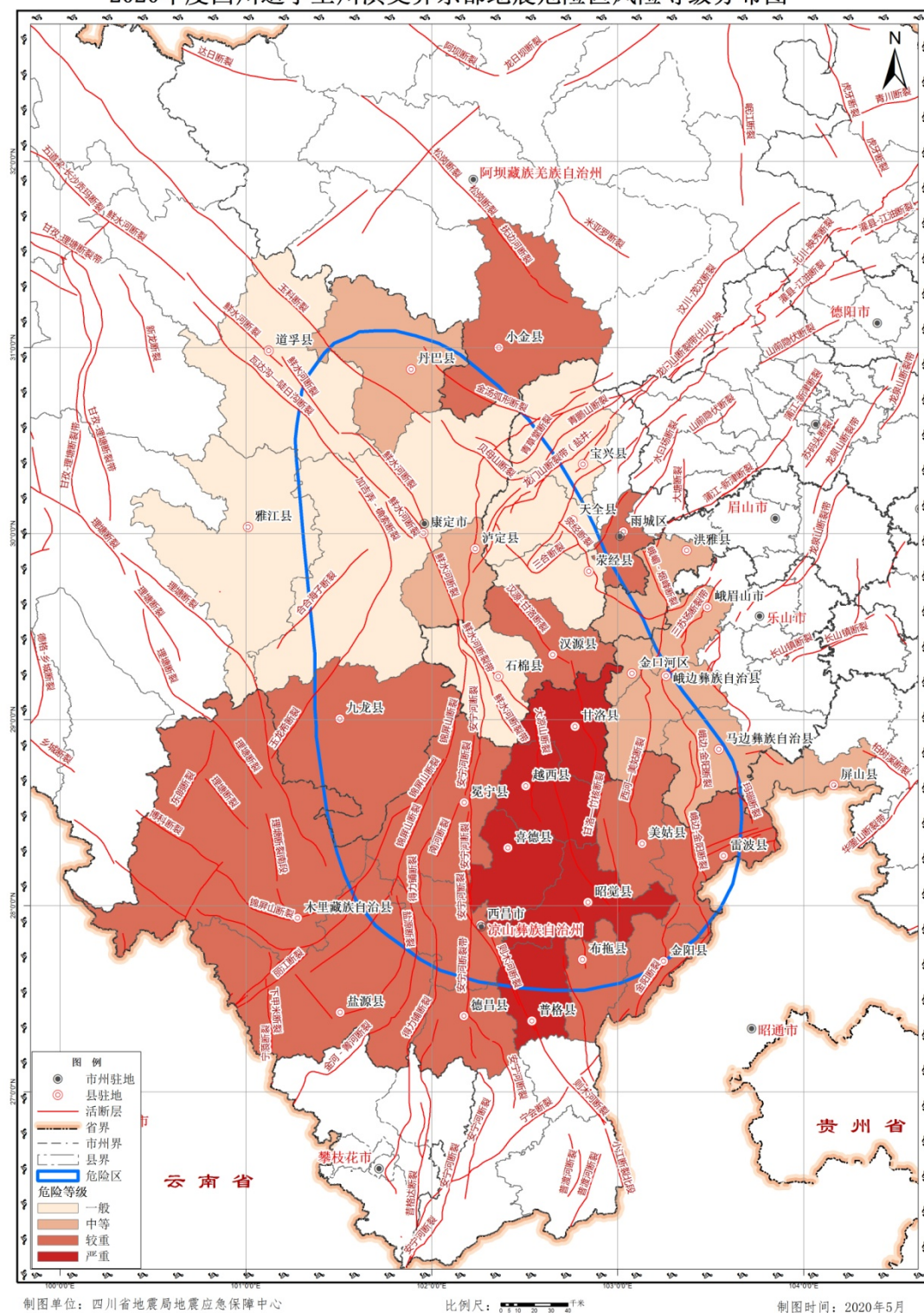


图 2.1 2020 年度四川道孚至川滇交界东部地震危险区风险等级分布图

第三章 地震应急准备建议和处置要点

1. 地震应急薄弱环节

雅安市地形以中山（海拔 1000~3500 米）为主，占全市总面积 69%；雨城区、明山区所处的低山（海拔 500~1000 米）区域占全市总面积 4%。危险区包含多个少数民族聚集区、经济欠发达地区，区内人口分布相对不均匀，地形地貌仍有一定差别，在开展应急处置工作时，应充分考虑本区域的危险性和特殊性。在应急处置工作中存在以下薄弱环节：

（1）从调研结果来看，雨城区、石棉县房屋抗震能力相对较好，荥经、汉源、天全、宝兴 4 个县的农村地区房屋大多数设防不规范或未采取抗震设防措施，抗震能力较差。

（2）城市、旅游景区等人口密集地带，人员疏散、转移和集中紧急安置存在困难。

（3）道路交通脆弱：通往乡镇道路较为单一，易受山体滑坡、落石等次生灾害破坏而受损，导致交通阻塞甚至中断，“晴通雨阻”现象常见。

（4）应急供电设备不足。（部分乡镇，尤其是偏远乡镇）

（5）应急通信设备不足。（部分乡镇，尤其是偏远乡镇）

（6）应急救援物资的统筹派送机制不够完善，志愿者队伍集结场所不明确。

（7）辖区内水库大坝多，存在一定的灾害隐患。

（8）区域内地质灾害隐患点多。

2. 地震应急准备建议

（1）重点加大农村危房改造和抗震安居工程建设力度，给予经济和相关帮扶政策的支持；加大监管和技术指导力度，提高房屋抗震能力。

（2）应急处置力量方面。对于遭遇Ⅷ度及以下破坏时，应立足灾区本地救援和省内外救援并重的原则，建立省内应急处置力量的联动协调机制。对于遭遇Ⅸ度及以上破坏时，灾区应急处置力量应按预案有序自行展开，灾区外应急处置力量按需全力支援，制定应急处置力量接收、调配、指挥预案。根据旅游

淡旺季和游客规模，做好游客应急处置预案和流程。

（3）通信方面。建议以乡为单位配备发电机和海事卫星电话（短波无线电台）装备，确保在任何情况下，都能够保持通讯畅通。

（4）电力方面。应保证一定数量的发电机设备可随时调用，同时确保一定的发电用油储备。

（5）交通方面。通往部分乡镇的道路较为单一、狭窄，易受山体滑坡落石等次生灾害的破坏而受损，对这些乡镇适当考虑空中投放救援力量的方式，应对此进行调查与评估，掌握情况，制定对策。对区域内可降落直升机、且距离城镇不远的场地进行登记和勘察，尽快建立停机坪，便于震后直升机能尽快运送人员和物资进入灾区。

（6）交通管制预案。制定交通管制预案，可按以下原则制定：遭遇Ⅷ度及以下破坏时，规定为交通限制区域，限制交通流量；遭遇Ⅸ度及以上破坏时，规定为交通管制区域，限制与救灾无关人员的进入。

（7）大型救援机械方面。由于震后交通能力下降，外援的抢险救援大型机械进入灾区的速度将难于保证。因此，应对区域内各单位大型机械的调查和登记，力争震后能充分利用当地的大型机械。

（8）次生灾害方面。对于滑坡灾害可能出现的地点，应了解潜在的滑坡危险点的位置，加强灾害隐患点治理工作；对于可能出现的水库危险，应定期进行巡检，特别对其中的病险水库进行登记，对坝体年久失修的水库应适时减少蓄水量，确保地震时的水库安全，做好充分的应对预案。

（9）救援救灾物资方面。应急救援救灾物资储备应按地震灾害风险，有针对性适当储备到乡镇，有关各级政府的相关部门制定辖区内应急物资紧急调用预案和社会资源紧急动用方案，各级物资储备库应制定应急物资紧急出库、运输方案。

（10）加强地方自救互救能力建设，加大防灾减灾科普知识宣传和应急处置培训；救灾要考虑民族特点，配备相关少数民族的救灾翻译等。

（11）利用平坦空场地建设应急避难场所，将学校操场、体育馆等比较结实的公用建筑物设定为应急避难场所，形成足够容纳量的应急避难场所体系。宝兴县受地理条件限制，应加强公用建筑避难场所的建设与转化。

3.地震应急处置建议

(1) 震后，当地消防、武警、驻军、民兵、志愿者立即开展自救互救。农村地区房屋抗震能力差，应优先考虑部署救援力量到农村地区。

(2) 重点关注旅游景区，严格控制旅游区人员数量，如地震发生在旅游旺季，及时做好各旅游风景点游客的疏散、避险、临时安置、基础生活物资保障等工作，并密切关注社会舆情。

(3) 灾区外的救援力量，应尽快选择可行的行进道路和方式。高烈度情况下应考虑空运，将关键的救援与应急处置力量以及物资尽快运抵灾区。简化航空救援力量的申请和派遣程序，使用直升机建立到交通受阻灾区现场的空中投送通道。

(4) 通往乡镇道路可能受地质灾害的影响造成中断，应立即实施交通管制，积极组织道路抢险。充分考虑特殊交通工具，如摩托车等。

(5) 启用应急供电设备，尽快恢复灾区供电，首先解决应急指挥协调、救援队伍的电力需求。

(6) 启用卫星电话等应急通信设备，首先解决应急指挥协调、救援队伍的通讯需求；配备 1-2 部流动通信车。

(7) 应急救援物资、志愿者应在灾区附近选择适合集结地点，有序统筹派送。

(8) 应特别考虑少数民族聚居区的特殊要求和需求。为应急处置工作配置翻译，注意资源分配公平；关注不同民族、不同宗教群体在食品、卫生、安全等领域的特殊问题；特别注意把握民族习俗、文化、宗教、社会心理变化、族际利益、民众舆情、国际影响等因素可能带来的影响和问题；加强有针对性的舆论引导，消除谣言等负面舆论。

(9) 高度关注灾区内水库。及时进行现场检查和快速评估；如果需要保坝泄洪，应及时选择应急泄洪调度措施；及时向外部发布检查评估结果和应对措施。

(10) 在开展应急处置工作时，应统筹考虑次生地质灾害给抢险救援、灾民紧急安置、应急物资调配等带来的问题。