

# 云南地方政府地震应急准备能力评价指标与计算<sup>\*</sup>

明小娜, 陈 勤, 周 洋, 卢永坤

(云南省地震局, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 结合云南省市(县)地震应急处置工作流程及历史地震处置经验, 建立了云南地方政府应急准备能力评价指标, 探讨了运用加权求和法计算地震应急准备能力综合分值的方法, 并选取昭通市为实例计算各项指标, 其计算结果与实际情况相符。

**关键词:** 地震灾害; 应急准备; 评价指标; 准备能力评估; 云南

**中图分类号:** P315.94

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0666(2018)01-0132-07

## 0 引言

突发事件应急能力评估是加强应急能力建设的重要举措, 也是提高灾害应对水平的重要手段。国内外关于应急能力评价指标体系的构建与评估的相关研究已经有一定的基础(吴新燕, 顾建华, 2007; 王绍玉, 冯百侠, 2005; 赵玲, 唐敏康, 2008; 文宏, 马丽娜, 2015)。2011年, 美国政府为实现国家备灾目标确立31项备灾能力, 并将其划分到了预防、保护、减轻、响应、恢复5个任务领域(James, 1997; Steven, 2000)。日本政府从危机的掌握与评估、减轻危险的对策、器材与储备粮食的确保与管理、应急反应与灾后重建计划、应急水平的维持与提升等9个方面设定了地方公共团体防灾能力的评价项目, 对地方防灾减灾能力和危机应急管理能力进行评估(铁永波, 唐川, 2005)。国内学者关于灾害应急能力的研究主要是从20世纪末开始的。随着深入研究, 学者们根据灾害的类型和特点开始致力于专项灾害的应急能力评价研究, 包括火灾、地质灾害及地震等灾害应急管理能力评价(佟秋璇, 2013; 王烜, 2010; 谢礼立, 2006; 张风华, 谢礼立, 2001)。基于灾害应急在时间方面的延展性, 划分为灾前应急准备能力评价、救灾应急反应能力评价和灾后恢复重建能力评价(杨青等, 2007)。应急能力评价研究要解决的关键问题包括评价指标的选取、分类以及评价指

标值和指标权重确定的方法。熊国峰(2007)通过探讨生命线系统抗震能力、次生灾害系统防御能力以及城市地震监测与预报能力等对城市防震减灾的影响大小, 建立了一套适合上海实际的城市防震减灾能力评价体系。冯若萍(2013)通过地震风险分析能力、地震预报能力、土木工程抗震能力、社会控制能力等6大因素建立城市地震灾害应急管理能力综合指标体系。

国内外学者关于灾害应急能力评价体系和方法的研究为本文构建地方政府地震应急准备能力评价体系的研究提供了思路。笔者在总结前人研究的基础上, 结合云南历次地震应急处置情况, 建立云南省地方政府地震应急准备能力评价指标体系, 给出应急准备能力评价计算的简单方法, 并选取昭通市县(区)进行了初期应用。

## 1 指标选取依据

城市或地区的防震减灾能力是指该城市或地区所具有的确保地震安全的能力(谢礼立, 2006), 评价城市防灾减灾能力高低的标准包括: 震害所造成的人员伤亡的多少、经济损失的大小以及震后恢复时间的长短。地震应急准备涉及地震灾害风险评估和动态监测, 应急预案编制和演练, 防震减灾科普宣传、地震灾害防御准备、救灾资源储备等方面, 属于防震减灾工作的组成部分。因此, 城市防灾减灾能力的评价标准同样适

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2017-02-05.

**基金项目:** 中国地震局工程力学研究所基本科研业务费专项资助项目(2017QJGJ05)和基于云南地震灾害特征的地方政府应急备灾能力评估研究联合资助。

用地震应急准备能力评价。

本文评价指标体系基于国家、云南省、市、县地震应急预案及云南省地震应急处置工作流程，结合 2007—2016 年云南省 30 余次破坏性地震应急处置资料，在充分考察昆明市（县）实际地震应急工作的基础上，本着指标选取具有全面性、代表性和可操作性 3 个原则，通过在云南省民政厅、云南省政府应急办及云南省地震局进行的多轮次的问卷调查（图 1），根据反馈意见修改后，建立了 6 类指标：地震应急预案建设能力、应急联动机制建设能力、应急救援队伍建设能力、地震灾害防御建设能力、地震应急处置储备能力以及地震救灾资源保障能力。

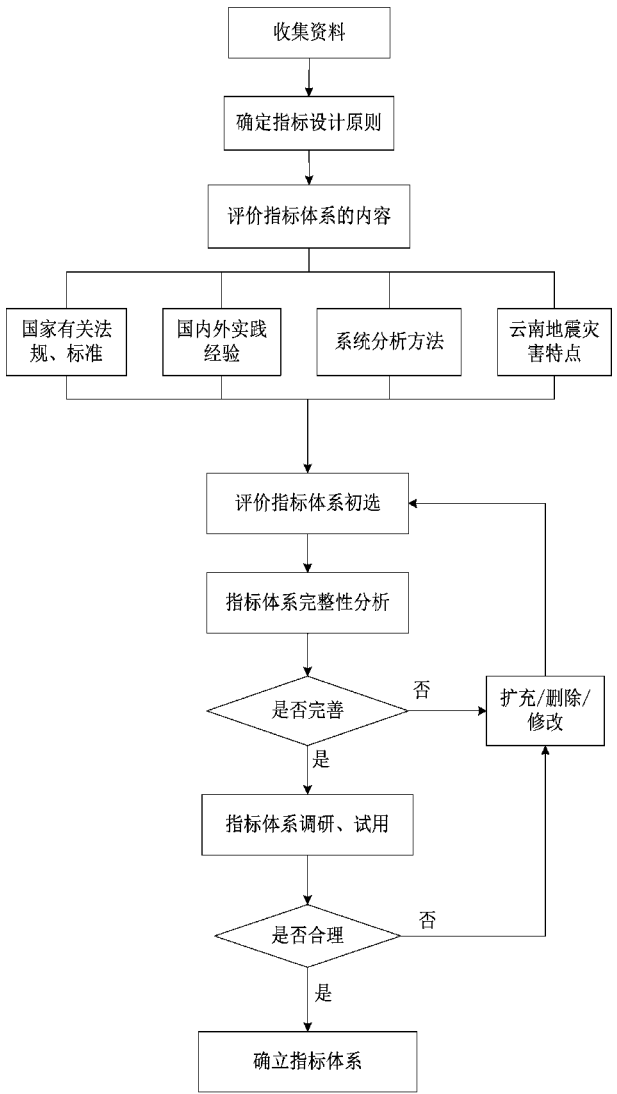


图 1 地震应急准备能力指标体系设计流程  
Fig. 1 The flow of earthquake disaster emergency preparedness ability index

## 2 指标解释

### 2.1 地震应急预案建设能力

地震应急预案是指在预防为主，防御与救助相结合的防震减灾工作方针指导下事先制定的，在发布临震预报或地震突然发生时，政府、部门和单位采取紧急防灾和抢险救灾的行动计划（中国地震局，2010）。它是地震发生后整个应急救援行动的指南，在地震应急工作中占重要地位。依据应急处置流程和实际工作经验，选取地震应急预案普及性、预案完备性以及预案实用性作为二级评价指标。

### 2.2 应急联动机制建设能力

应急联动机制是指预防、处置突发公共事件的各种制度及其运行规则的总称（孙元明，2007），按属地原则分为区域内联动和跨区域联动，按层级关系分为横向联动和纵向联动。地震应急联动机制建立了地震系统内部之间、地震系统与其他抗震救灾成员单位之间的上下连通关系，它与地方政府应急联动机制体系、应急指挥平台建设、基础数据准备情况、地方政府与省、市抗震救灾联席单位应急联动演练等内容相关。依据目前云南省内地方政府演练机制和指挥系统建设情况，选取指挥技术系统普及性、基础数据库完备性以及应急联动演练指数作为二级评价指标。

### 2.3 应急救援队伍建设能力

完善的应急救援队伍体系是灾害发生后有效减轻人员伤亡的基本途径。人数充足的地震救援队伍，能够在最短的时间内抢救更多的生命，而培训是提高队伍战斗力的重要手段，专业的设备保障可以在一定程度上提高救援工作效率。因此，选取救援人员比例、救援人员培训比例和救援设备普及性作为二级评价指标。

### 2.4 地震灾害防御建设能力

云南历史震例表明，地震造成的房屋倒塌及其引发的次生灾害是导致人员伤亡和财产损失的主要原因。加强地震灾害防御可大大增强县（市）的地震安全性，有效减少地震损失。因此，选取建筑物抗震能力、生命线工程抗震能力、次生灾害防御能力以及区域人口承载力作为二级评价指标。

### 2.5 地震应急处置储备能力

地震应急处置储备能力分为地方政府和民众应急处置储备能力。对于地方政府，主要指通过学习

或处置地震所积累的、应对地震灾害的经验和做法,包括指挥与协调、应急宣传、灾情获取与上报、民众转移安置、救灾资源调配等;对于民众,主要指根据地震先验知识,通过自救互救方式躲避地震灾害的能力。因此,选取政府指挥与协调能力、防震减灾宣传能力、民众知识储备能力以及民众自救互救能力作为二级评价指标。

## 2.6 地震救灾资源保障能力

救灾资源是地震应急准备能力的重要因素之一,是地震应急抢险救援的最根本保障。帐篷、彩条布、棉被和食品等应急物资是紧急状态下快速救

助、安置灾民、保障灾区基本生活的基础;医生数量和医院床位数量与容纳受伤灾民的数量相关;应急避难场所为群众提供躲避地震的基础设施;足够的财力支持,可以改善县区内交通、通信等基础设施条件,提升应急救援队伍素质和增加救援装备,储备充足的救灾物资,从而有利于灾害应急救援工作的顺利开展。因此,选取物资储备能力、医疗保障能力、避难安置能力和财政保障能力作为二级评价指标。

基于上述分析,建立了各指标之间的层级关系如图2所示。

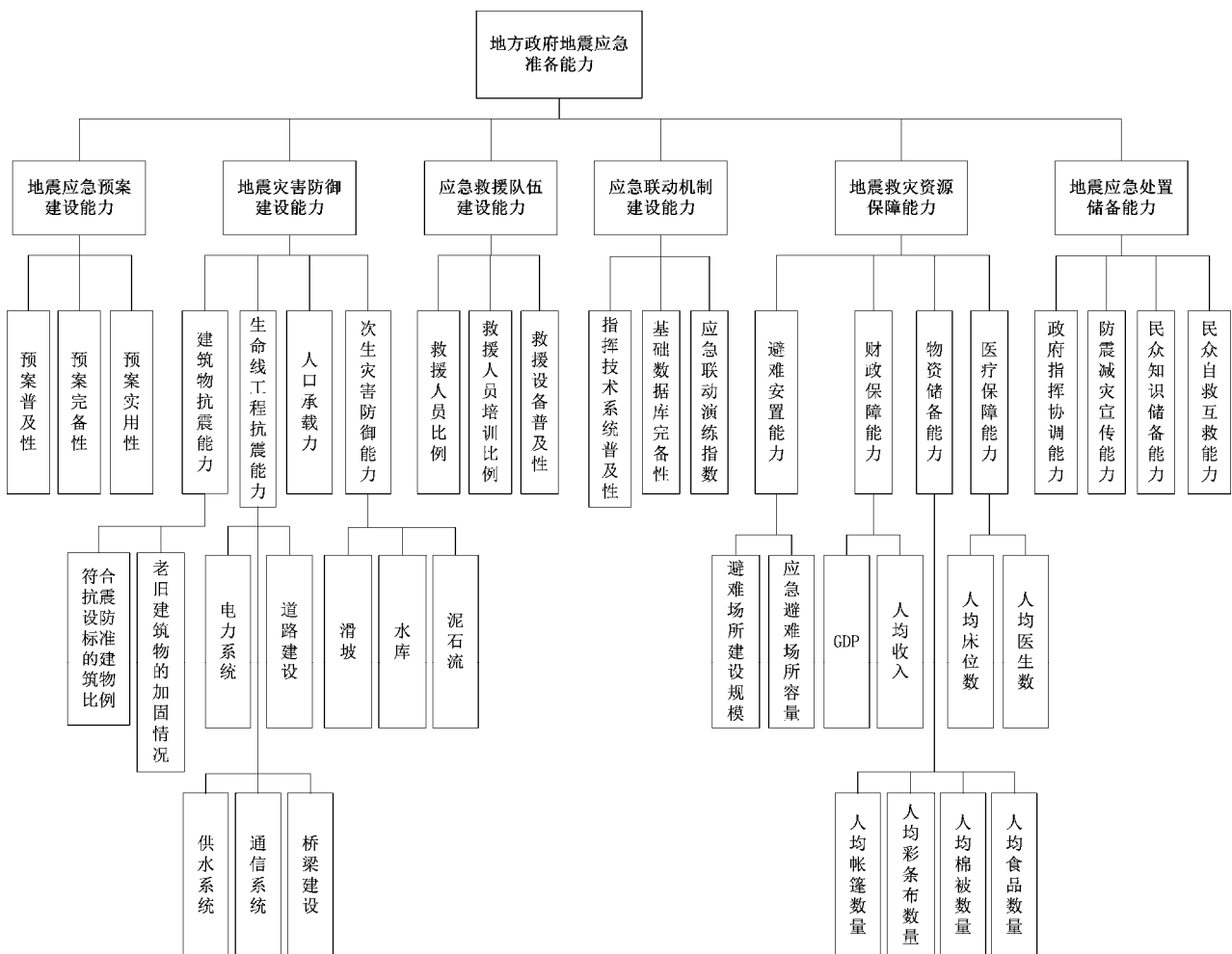


图2 地方政府地震应急准备能力评价指标图

Fig. 2 Assessment index system of the local governments' ability of disaster emergency preparedness

## 3 指标计算

### 3.1 综合评分

地方政府地震应急准备能力的评价指标分为6

个一级指标、21个二级指标、20个三级指标。各项一级指标分值为与之对应的二级指标分值加权求和,地方政府地震应急准备能力综合评分为所有一级指标分值加权求和,其能力的强弱通过总分值高低反应。

$$\text{Score}_{\text{index}} = \sum_{i=1}^n \text{Score}_{\text{index}(i)} \times W_j \quad (1)$$

式中： $\text{Score}_{\text{index}(i)}$ 为第*i*项指标的分值； $W_j$ 为权重系数， $j = 1, 2, \dots, n$ ，且  $\sum_{j=1}^n W_j = 1$ 。

### 3.2 指标分值计算

评价指标分值范围为 $[0, 1]$ ，最高分取1分，最低分取0分。

#### (1) 定量指标分值

定量指标可以用具体的数值来表示，其分值直接通过计算获取。民众知识储备能力、民众自救与互救能力引用邓砚（2011）提出的民众应急知识和技能与民众灾时自救互救和信息传播能力计算公式，其余定量指标计算公式如下：

救援人员比例 = 救援人员总数/评价区总人数 \* 100

救援人员培训比例 = 年培训人数/评价区救援人员总数

救援设备覆盖率 = 配备救援设备的人数/评价区救援人员总数

人均帐篷数量分值 = 评价区帐篷总量/评价区人口总数 \* 100

人均彩条布数量分值 = 评价区彩条布数量/评价区人口总数 \* 100

人均棉被数量分值 = 评价区棉被数量/评价区人口总数 \* 100

人均食品数量分值 = 评价区食品数量/评价区人口总数 \* 100

人均床位数分值 = 评价区床位总量/评价区人口总数 \* 100

人均医生数分值 = 评价区医生总量/评价区人口总数 \* 100

#### (2) 定性指标分值

定性指标只能用描述性语言来表示该指标的实际状况，定性指标的分值由各地方政府对本县（区）相关地震应急准备情况进行自评打分构成。例如，地震应急预案实用性分值由以下4个方面的分值之和衡量：

①地震应急预案是否结合本地实际制定？是（0.25分）；否（0分）。

②地震应急预案的内容在组织上是否得到落

实？是（0.25分）；否（0分）。

③地震应急预案工作是否落实到人？是（0.25分）；否（0分）。

④地震应急预案是否定期演练？是（0.25分）；否（0分）。

### 3.3 指标权重计算

决策分析法（Analytic Hierarchy Process，简称AHP）常被用于多目标、多准则、多要素、多层次的非结构化的决策问题（徐建华，2012），其原理是将复杂的问题分解成各个组成因素，建立各因素间的层次结构模型，再通过两两比较确定层次中诸因素的相对重要性，进而得出各因素的权重值。本文通过向地震应急管理领域专家发放问卷调查表获取各指标权重数据，在此基础上，根据层次分析法计算指标权重，评价指标体系权重结果见表1。

## 4 实例应用

### 4.1 研究区及数据源

选取昭通市所辖11个县（区）作为评价单元，各县区国土面积、经济、人口由《云南省2015年统计年鉴》（云南省统计局，2015）资料获得，近10年遭受地震最高烈度由云南省地震局历史地震灾害损失评估资料获得。各县（区）每个学历段和每个年龄段的男女人口数据通过《中国2010年人口普查资料》（国务院人口普查办公室，2010）中云南省第六次人口普查数据获得。笔者向昭通市11个县（区）地震局发放问卷调查表，由各县（区）根据实际情况对地震应急预案建设能力、灾害防御能力等定性指标进行自评打分，数据填报单位对数据的真实性、合理性把关，加盖公章后上报，由此获得定性指标数据。

### 4.2 计算结果

根据本文所提出的评价指标计算方法，结合昭通市各县（区）基础数据以及地震局自评情况，各县（区）地方政府各项指标分值及地震应急准备能力综合分值如表2所示，其中，最后一行为各项指标理想分值（最优值），最优总分为1分。

### 4.3 分析与讨论

借助于ArcGIS平台绘制昭通市各县（区）综合地震应急准备能力专题图（图3）。

表 1 各级指标权重

Tab. 1 Weight of indexes at all levels

一级指标	二级指标	三级指标
地震应急预案建设能力 $B_1$ (0.13)	预案普及性 $B_{11}$ (0.26)	
	预案完备性 $B_{12}$ (0.33)	
	预案实用性 $B_{13}$ (0.41)	
应急联动机制建设能力 $B_2$ (0.16)	指挥技术系统普及性 $B_{21}$ (0.54)	
	基础数据库完备性 $B_{22}$ (0.30)	
	应急联动演练指数 $B_{23}$ (0.16)	
应急救援队伍建设能力 $B_3$ (0.10)	救援人员比例 $B_{31}$ (0.41)	
	救援人员培训比例 $B_{32}$ (0.33)	
	救援设备普及性 $B_{33}$ (0.26)	
地震灾害防御建设能力 $B_4$ (0.25)	建筑物抗震能力 $B_{41}$ (0.34)	符合设防标准的建筑物比例 $C_{41}$ (0.7) 加固老旧建筑物比例 $C_{42}$ (0.3)
	生命线工程抗震能力 $B_{42}$ (0.24)	电力系统 $C_{43}$ (0.1)
		供水系统 $C_{44}$ (0.3)
		通信系统 $C_{45}$ (0.2)
		道路建设 $C_{46}$ (0.3)
	次生灾害防御能力 $B_{43}$ (0.14)	桥梁建设 $C_{47}$ (0.1)
		滑坡 $C_{48}$ (0.3)
		泥石流 $C_{49}$ (0.4)
	人口承载力 $B_{44}$ (0.28)	病险水库 $C_{410}$ (0.3)
地震应急处置储备能力 $B_5$ (0.20)	指挥与协调能力 $B_{51}$ (0.37)	
	防震减灾宣传能力 $B_{52}$ (0.13)	
	民众知识储备能力 $B_{53}$ (0.27)	
	民众自救与互救能力 $B_{54}$ (0.23)	
地震救灾资源保障能力 $B_6$ (0.16)	物资储备能力 $B_{61}$ (0.23)	人均帐篷数量 $C_{61}$ (0.3)
		人均彩条布数量 $C_{62}$ (0.2)
		人均棉被数量 $C_{63}$ (0.2)
		人均食品数量 $C_{64}$ (0.3)
	避难安置能力 $B_{62}$ (0.20)	避难场所建设规模 $C_{65}$ (0.5)
		避难场所容量 $C_{66}$ (0.5)
	医疗保障能力 $B_{63}$ (0.15)	人均床位数 $C_{67}$ (0.4)
		人均医生数 $C_{68}$ (0.6)
	财政保障能力 $B_{64}$ (0.42)	GDP $C_{69}$ (0.5)
		人均收入 $C_{610}$ (0.5)

表 2 昭通市县（区）地方政府地震应急准备能力分值

Tab. 2 Earthquake emergency preparedness ability score of county local government in Zhaotong City

县（区）	地震应急预案 建设能力	应急救援队伍 建设能力	应急联动机制 建设能力	地震灾害防御 建设能力	地震应急处置 储备能力	地震救灾资源 保障能力	总分
昭阳区	0.13	0.06	0.16	0.16	0.17	0.08	0.76
鲁甸县	0.11	0.01	0.05	0.16	0.17	0.06	0.56
巧家县	0.10	0.02	0.13	0.17	0.17	0.07	0.66
盐津县	0.13	0.05	0.14	0.23	0.11	0.06	0.72
大关县	0.10	0.01	0.05	0.13	0.12	0.06	0.47
永善县	0.11	0.05	0.14	0.19	0.13	0.06	0.69
绥江县	0.10	0.03	0.04	0.18	0.10	0.06	0.51
镇雄县	0.13	0.03	0.14	0.11	0.16	0.05	0.61
彝良县	0.10	0.02	0.05	0.16	0.15	0.04	0.53
威信县	0.13	0.05	0.14	0.17	0.11	0.06	0.65
水富县	0.11	0.03	0.13	0.17	0.10	0.07	0.61
最优值	0.13	0.1	0.16	0.25	0.2	0.16	1

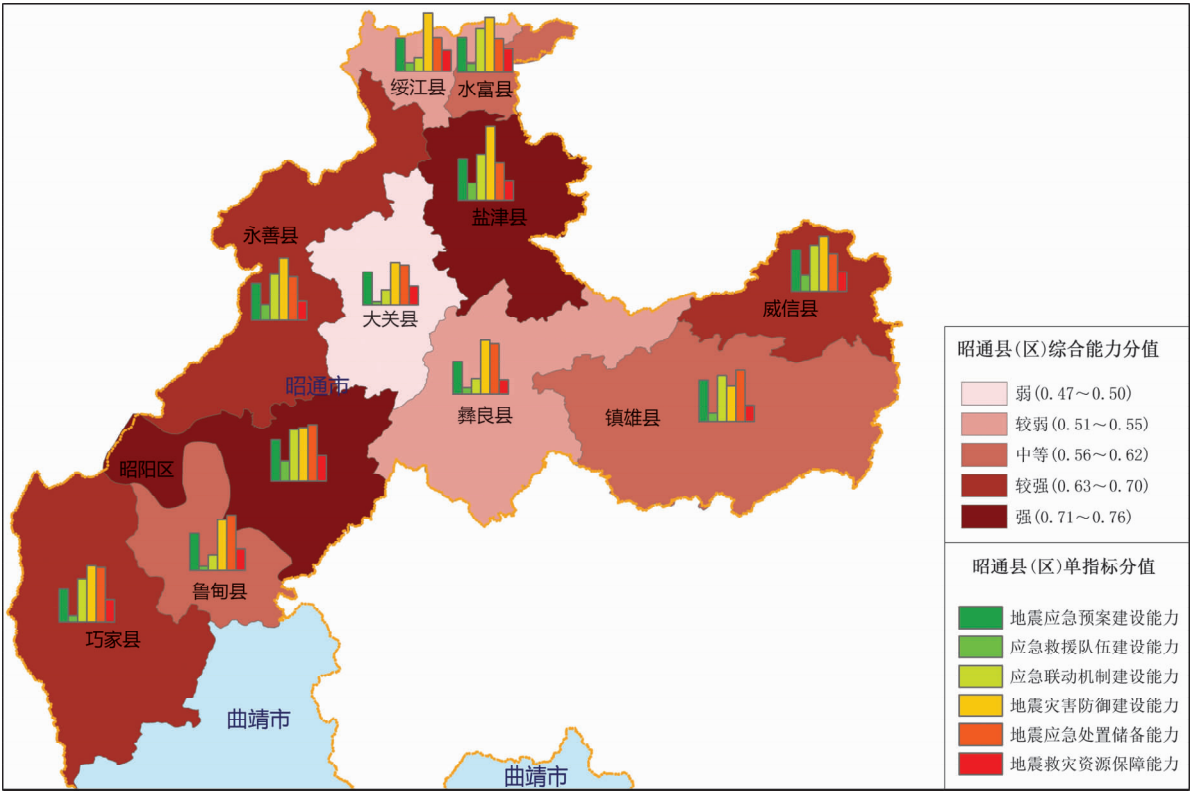


图 3 昭通市县（区）地震应急准备能力评估分值图

Fig. 3 Map of earthquake emergency preparedness ability score of county local government in Zhaotong City

从表 2 单项指标分析，①地震应急预案建设能力，昭阳区、盐津县、镇雄县、威信县分值均达到最优值 0.13 分，其余县（区）分值接近于最优值，表明昭通市各县（区）政府重视地区应急预案建设；②应急救援队伍建设能力，各县（区）分值与最优值均有一定差距，鲁甸县、大关县分值仅有 0.01 分，表明在应急救援队伍建设方面还需进一步加强；③应急联动机制建设能力，昭阳区分值达到最优值 0.16 分，巧家县、盐津县、永善县等大部分县（区）分值接近于最优值，鲁甸县、大关县与彝良县分值仅 0.05 分；④地震灾害防御建设能力，盐津县分值 0.23 分，接近最优值，镇雄县、大关县分值低，其余县（区）分值与最优值均有一定差距；⑤地震应急处置储备能力，昭阳区、鲁甸县、巧家县分值较接近于最优值，绥江县、水富县、盐津县、威信县分值低，其余县（区）分值与最优值均有一定差距；⑥地震救灾资源保障能力，各县（区）分值与最优值均有一定差距，镇雄县、彝良县分值低，表明在救灾资源保障建设方面需加强。

从图 3 地震应急准备能力总分看，昭阳区分值

最高，这与昭阳区作为昭通市经济、政治、文化中心，拥有地理优势和区位优势是相匹配的；盐津县分值位居第二，根据实际调查，自 2006 年 7 月 22 日盐津 5.1 级地震后，盐津县地方政府着力于地震应急能力建设，编辑了集应急流程、地图、乡镇概况、救援人员及应急物资储备、地震应急预案为一体的《盐津县地震应急救援工作手册》，指导应急救援工作；大关县应急准备能力分值最低。

5 结论

开展地震应急准备能力评价，各地方政府可明确本单位在应对地震灾害时具备的优势和劣势，改进不足，为地震应急工作注入动力，促进防震减灾应急更加规范化和科学化。本文结合云南省市（县）地震应急处置工作流程及历史地震处置经验，建立地震应急预案建设能力、应急联动机制建设能力、应急救援队伍建设能力、地震灾害防御建设能力、地震应急处置储备能力和地震救灾资源保障能力 6 类云南地方政府应急准备能力评价指标，并对指标评价内容进行了解释，探讨了运用加权求

和法计算地震应急准备能力综合分值的方法,选取昭通市为实例进行各项指标计算,并对结果进行了分析,实例表明,论文指标体系构建具有合理性。由于地震应急备灾能力各影响因素之间相互联系又相互制约,指标权重分配需结合实际应用反复论证,各县区备灾能力强弱的对比还需考虑本区域的地震危险性。

### 参考文献:

- 邓砚. 2011. 县市政府地震应急行为模式和区域地震应急能力评估方法研究[D]. 北京:中国地震局地质研究所.
- 冯若萍. 2013. 城市地震灾害应急管理评价指标体系与方法研究[D]. 西安:长安大学.
- 国务院人口普查办公室. 2010. 中国 2010 年人口普查资料[M]. 北京:中国统计出版社.
- 孙元明. 2007. 国内城市突发事件应急联动机制与平台建设研究[J]. 重庆邮电大学学报(社会科学版), 19(1): 59-61.
- 铁永波,唐川. 2005. 城市灾害应急能力评价指标体系建构[J]. 城市问题, (6): 76-79.
- 佟秋璇. 2013. 城市地质灾害应急管理评价指标模型应用[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学.
- 王绍玉,冯百侠. 2005. 城市灾害应急与管理[M]. 重庆:重庆出版社:154-156.
- 王炬. 2010. 城市生命线系统地震应急准备能力评估的研究[C]// 沈阳:国际安全科学与技术学术研讨会论文集, 987-991.
- 文宏,马丽娜. 2015. 政府备灾能力构建的借鉴与启示[J]. 中国行政管理, (2): 135-140.
- 吴新燕,顾建华. 2007. 国内外城市灾害应急能力评价的研究进展[J]. 自然灾害学报, 16(6): 109-114.
- 谢礼立. 2006. 城市防震减灾能力的定义及评估方法[J]. 地震工程与工程振动, 26(3): 1-10.
- 熊国峰. 2007. 基于 GIS 的上海市防震减灾能力评价方法研究[D]. 上海:同济大学.
- 徐建华. 2012. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京:高等教育出版社.
- 杨青,田依林,宋英华. 2007. 基于过程管理的城市灾害应急管理综合能力评价体系研究[J]. 中国行政管理, (3): 103-106.
- 云南省统计局. 2015. 2015 云南统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社.
- 张风华,谢礼立. 2001. 城市防震减灾能力评估研究[J]. 自然灾害学报, 10(4): 57-64.
- 赵玲,唐敏康. 2008. 城市灾害应急能力评价指标体系的研究[J]. 职业卫生与应急救援, 26(1): 31-33.
- 中国地震局. 2010. 地震应急预案管理暂行办法[M]. 北京:中国地震局.
- James L W. 1997. A report to the United States senate committee on appropriations; State capability assessment for readiness[J]. Federal Emergency, 6(12): 122-125.
- Steven F. 2000. Crisis Management: Planning for the Inevitable, Backprint[M]. New York: Amacom.

## Evaluation Index for Earthquake Preparedness Capability of Yunnan Local Government and its Calculation Method

MING Xiaona, CHEN Qin, ZHOU Yang, LU Yongkun  
(Yunnan Earthquake Agency, Kunming 650224, Yunnan, China)

### Abstract

Combined with earthquake emergency disposal process and historical earthquake disposal experience of cities (counties) in Yunnan Province, we established the Yunnan local government emergency preparedness evaluation indexes, and discussed the method of calculating the comprehensive score of earthquake emergency preparedness by weighted sum method. Then we selected the Zhaotong City as the example to calculate each indexes, and the calculation results are correspond to the actual situation.

**Keywords:** earthquake disaster; emergency preparedness; evaluation indexes; prepare capability assessment; Yunnan