

基于AHP和模糊综合评价的农村防疫能力评价研究

李启美

上海工程技术大学, 上海

收稿日期: 2022年11月21日; 录用日期: 2022年12月15日; 发布日期: 2022年12月23日

摘要

2020年, 新冠疫情在我国暴发, 且持续至今。新冠疫情的暴发充分考察了我国面对重大突发公共卫生事件的应急管理能力, 而在此次疫情防控中, 我国的应急管理体系和应急管理能力也暴露出许多问题, 尤其是医疗体系较为薄弱的农村地区。因此, 为快速精准地应对新冠疫情, 增强农村应急管理能力, 对农村防疫能力的评价研究是重中之重。本文以江苏省G镇为例, 通过采用AHP和模糊综合评价法, 建立了农村防疫能力评价指标体系, 构建判断矩阵, 确定该地防疫能力影响因素的权重, 并以隶属度建立了模糊综合评价矩阵, 评价得出了该地防疫能力等级介于“一般”与“较好”之间。最后, 根据评价结果, 从较薄弱的环节入手, 针对不同的短板给出针对性的建议。

关键词

AHP, 模糊综合评价法, 农村, 防疫能力

Research on the Evaluation of Rural Epidemic Prevention Ability Based on AHP and Fuzzy Comprehensive Evaluation

Qimei Li

Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Nov. 21st, 2022; accepted: Dec. 15th, 2022; published: Dec. 23rd, 2022

Abstract

In 2020, the COVID-19 outbreak broke out in China and has continued ever since today. The out-

break of COVID-19 fully examines China's emergency management ability to face major public health emergencies, in the epidemic prevention and control, China's emergency management system and emergency management capacity have also exposed many problems, especially in the rural areas with a relatively weak medical system. Therefore, in order to quickly and accurately respond to COVID-19 and enhance the capacity of rural emergency management, the evaluation and research of rural epidemic prevention capacity is the top priority. This paper, in G town, Jiangsu province, for example, through the AHP and fuzzy comprehensive evaluation method, established the rural epidemic prevention ability evaluation index system, built judgment matrix, determined the weight of the factors, and established fuzzy comprehensive evaluation matrix based on membership degree, and obtained evaluation of the epidemic prevention ability level between "general" and "good". Finally, according to the evaluation results, start from the weak links and give different suggestions.

Keywords

AHP, Fuzzy Comprehensive Evaluation Method, Countryside, Epidemic Prevention Ability

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2020年初,新冠疫情在武汉市暴发,随后席卷全球。2020年1月,WHO宣布将新型冠状病毒疫情列为国际关注的突发公共卫生事件。习近平总书记对新型冠状病毒感染的肺炎疫情做出重要指示,强调要把人民群众生命安全和身体健康放在首位,坚决遏制疫情蔓延。随后三年,我国一直坚持“动态清零”的防疫方针,时刻与新冠病毒斗争。G镇位于江苏省的东北方,因四大名著《西游记》而著称于世,成为国家5A级旅游区。在新冠暴发初期,G市积极响应国家政策,外防输入,内防反弹,严格做好本地疫情防控工作。但在2022年的上半年,在常态化疫情防控背景下,G镇却开展了长达一个月的疫情防控工作,严重影响了公众的日常生活。此次疫情的发生在提醒我们:在面对重大突发公共卫生事件时,我们所拥有或掌握的突发公共卫生事件应急救援能力和技术仍然较为薄弱[1]。因此,找出防疫过程中应急管理能力暴露出的不足,提高面对疫情的应急管理能力,对农村地区精准防控疫情和推进应急管理体系和能力现代化具有重大意义。

梳理相关文献,发现我国现有研究较多集中在城市和社区的应急管理能力评价,如杨凤平构建了以“广东模式”、“上饶模式”为代表的城市应急管理能力评价指标体系,为不同类型城市的应急管理指标体系的构建提供了丰富经验[2];浙江诸暨应急管理部门坚持和发展“枫桥经验”,创新社区网格化应急管理模式,抓好应急管理的事前、事中、事后3个环节,成功抵御各种自然灾害和突发事件[3]。而王薇根据应急管理4阶段的角度,分别构建二级指标和三级指标,通过专家打分的方式确定各项指标权重[4]。李珂等建立了多维度、全过程的应急管理能力指标体系,并评价60个样本城市的应急管理能力,通过变异系数法分析发现造成应急管理能力差异的原因主要是政治、经济、文化以及灾害本身的特点等[5]。

综上所述,可以发现学者的研究角度大多聚焦在城市,且成果丰硕,但对农村地区疫情防控的研究则较为贫瘠。因此,本文从农村视角出发,探讨疫情背景下农村的应急管理能力。首先,本文遵循科学性、代表性、可操作性和系统性原则[6]建立了农村防疫能力评价指标;其次,运用层次分析法得出各指标权重;最后用模糊综合评价法对G镇做出评价。

2. 构建农村防疫能力应急管理评价指标体系

2.1. 建立农村防疫能力评价指标

应急管理是以系统的思维逻辑，将微观、中观、宏观有机结合起来，综合考虑突发事件的事前、事中和事后，有效防范风险的叠加效应、联动效应和诱导效应，把事故损失降到最低的管理手段[7]。科学合理的评价指标在评价结果中起着重要的作用，农村防疫能力指标的构建是评价的必要前提。本文通过梳理现有文献及相关政策文件，遵循科学性、代表性、可操作性和系统性原则，同时结合美国联邦安全管理委员 PPRR 理论与我国事故应急管理四阶段理论，即“预防、响应、准备、恢复”，构建农村防疫能力评价指标体系，包括 4 项一级指标、13 项二级指标，如表 1 所示。

Table 1. Evaluation index system of rural epidemic prevention capacity

表 1. 农村防疫能力评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标解释
农村防疫能力 评价指标体系 A	预防与应急 B ₁	应急机制建设 C ₁	建设联动机制、统筹协调机制、八大管控机制
		应急预案准备 C ₂	预案基本内容完成、预案启动效率、预案修订情况
		应急教育宣传 C ₃	常态化时做好应急宣传、应急演练工作
	监测与预警 B ₂	监测预警机制 C ₄	利用数字化、一体化技术建设监测预警体系
		事件监测 C ₅	完善突发事件监测人员配置、监测范围工作
		预警管理 C ₆	做好灾害预报工作，强调预警效果
	处置与救援 B ₃	应急处置 C ₇	面临突发事件，要做好危险源辨识、危险性分析
		指挥决策 C ₈	完成突发事件统筹协调、现场指挥、总体指挥工作
		现场救援 C ₉	疫情现场控制、医疗救治、相关人员隔离工作
		信息公布 C ₁₀	病例上报、事故进展信息发布
	恢复与重建 B ₄	损失评估 C ₁₁	确诊病例、相关人员经济、人员伤亡情况损失评估
		事件总结与分析 C ₁₂	此次疫情感染者数量、风险区域总结分析
		恢复重建 C ₁₃	相关人员完成治疗后出院工作，风险区域降低风险，重新开放

2.2. 判断矩阵构建及权重的计算

为达到尽可能减少性质不同的因素相互比较的困难，提高准确度的要求，在确定各层次各因素之间的权重时，采用相对标度，按 1~9 的重要性等级把每级指标分别两两相互比较，构成判断矩阵，比例标度表如表 2 所示[8]。判断矩阵具有如下性质：

$$a_{ij} > 0 \quad (1)$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \quad (2)$$

$$a_{ii} = 1 \quad (3)$$

式中： a_{ij} 为指标 i 与指标 j 的重要性比较结果； A 为同一层级所有比较结果构成的判断矩阵； n 为矩阵的阶数。

Table 2. Scale values and definitions
表 2. 标度取值及定义

标度	定义
1	元素 i 与元素 j 比较, 同样重要
3	元素 i 与元素 j 比较, 稍微重要
5	元素 i 与元素 j 比较, 较强重要
7	元素 i 与元素 j 比较, 强烈重要
9	元素 i 与元素 j 比较, 极端重要
2, 4, 6, 8	界于上述两相邻判断的中间值

根据所建立的农村防疫能力评价指标体系和标度取值, 设计调查问卷, 为得到科学合理的指标权重值, 邀请相关领域专家对体系中准则层进行打分, 从而判断表中两两指标之间的重要程度。例如在“预防与应急”准则层下, 参考评分标准重要的打 9 分, 强烈重要的打 7 分, 较强重要打 5 分, 稍微重要打 3 分, 同样重要打 1 分, 稍微不重要打 1/3, 较强不重要打 1/5, 强烈不重要打 1/7, 极端不重要打 1/9, 先后比较“预防与应急”和“预防与应急”、“预防与应急”和“监测与预警”、“预防与应急”和“处置与救援”、“预防与应急”和“恢复与重置”等的重要性, 其他指标一样的操作方法。对收回的专家打分表开展层次单排序和总排序的一致性检验, 其中 20 份通过一致性检验, 其权重值有效, 得到以下判断矩阵(见表 3~7), 利用和积法计算各指标权重, 并进行一致性检验, 若 $CR < 0.1$ 即通过一致性检验, 其公式如下:

$$CI = \lambda_{\max} - n/n - 1 \quad (4)$$

$$RI = (CI_1 + CI_2 + \dots + CI_n)/n \quad (5)$$

$$CR = CI/RI \quad (6)$$

Table 3. Criterion layer judgment matrix
表 3. 准则层判断矩阵

	预防与应急 B_1	监测与预警 B_2	处置与救援 B_3	恢复与重建 B_4
预防与应急 B_1	1	1/2	2	1/3
监测与预警 B_2	2	1	2	1/2
处置与救援 B_3	1/2	1/2	1	1/3
恢复与重建 B_4	3	2	3	1

Table 4. B- C_{1-3} judgment matrix
表 4. B- C_{1-3} 判断矩阵

	应急机制建设 C_1	应急预案准备 C_2	应急教育宣传 C_3
应急机制建设 C_1	1	2	1/2
应急预案准备 C_2	1/2	1	1/2
应急教育宣传 C_3	2	2	1

Table 5. B-C₄₋₆ judgment matrix
表 5. B-C₄₋₆判断矩阵

	监测预警机制 C ₄	事件监测 C ₅	预警管理 C ₆
监测预警机制 C ₄	1	2	2
事件监测 C ₅	1/2	1	1/2
预警管理 C ₆	1/2	2	1

Table 6. B-C₇₋₁₀ judgment matrix
表 6. B-C₇₋₁₀判断矩阵

	应急处置 C ₇	指挥决策 C ₈	现场救援 C ₉
应急处置 C ₇	1	1	1/2
指挥决策 C ₈	1	1	1/3
现场救援 C ₉	2	3	1
信息公布 C ₁₀	2	2	1/3

Table 7. B-C₁₁₋₁₃ judgment matrix
表 7. B-C₁₁₋₁₃判断矩阵

	损失评估 C ₁₁	事件总结与分析 C ₁₂	恢复重建 C ₁₃
损失评估 C ₁₁	1	1	2
事件总结与分析 C ₁₂	1	1	2
恢复重建 C ₁₃	1/2	1/2	1

式中： λ_{\max} 为判断矩阵特征向量 w 对应的最大特征值。随机一致性指标 RI 的值与判断矩阵的阶数相关，对应关系如表 8 所示。再用每个指标层权重与其隶属的准则层权重相乘，得到该指标层组合权重，即指标层对目标层的权重，得到农村防疫能力评价指标的权重系数(见表 9)。

Table 8. Agreement index RI index values
表 8. 一致性指标 RI 指标值

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46

Table 9. Weight coefficient of rural epidemic prevention capacity evaluation index
表 9. 农村防疫能力评价指标权重系数

准则层	权重	指标层	权重	组合权重
预防与应急 B ₁	0.1707	应急机制建设 C ₁	0.3119	0.0532
		应急预案准备 C ₂	0.1976	0.0337
		应急教育宣传 C ₃	0.4905	0.0837

Continued

		监测预警机制 C_4	0.4905	0.1273
监测与预警 B_2	0.2596	事件监测 C_5	0.1976	0.0513
		预警管理 C_6	0.3119	0.0810
		应急处置 C_7	0.1601	0.0192
处置与救援 B_3	0.1202	指挥决策 C_8	0.1408	0.0169
		现场救援 C_9	0.4559	0.0548
		信息公布 C_{10}	0.2432	0.0292
		损失评估 C_{11}	0.4	0.1798
恢复与重建 B_4	0.4495	事件总结与分析 C_{12}	0.4	0.1798
		恢复重建 C_{13}	0.2	0.0899

3. G 镇防疫能力的模糊综合评价

模糊综合评价法是一种基于模糊数学，并根据隶属度理论把定性评价转换成定量评价的综合评价方法，能够较好地解决层次分析法评价的模糊性、专家差异模糊性、难以量化的弊端[9]。评价步骤如下：

- 1) 确定评价指标集 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ (m 为评价指标数量)；
- 2) 确定评价集 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ (n 为评价等级数量)；
- 3) 构建评价指标隶属矩阵 $R_i = (r_{ij})$, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$ ；
- 4) 计算模糊综合评价集 $B = W \times R = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ ；
- 5) 对评价集 B 去模糊计算，则各指标评价值 $E = H \times B$ (H 为评价集 V 各等级对应分值)。

本文对 4 个一级指标和 13 个二级指标均设定五个级别评语，即 $V = [V_1, V_2, V_3, V_4, V_5] = [\text{很好}, \text{较好}, \text{一般}, \text{较差}, \text{很差}]$ ，并且赋值为 $V = [5, 4, 3, 2, 1]$ 。专家人员在对指标价值体系评估的同时，也需要对指标层的每个指标进行等级打分，最终评价结果如下：

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.33 & 0.67 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.17 & 0.50 & 0.33 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.83 & 0.17 & 0.00 & 0.00 \end{pmatrix}, \quad R_2 = \begin{pmatrix} 0.33 & 0.50 & 0.17 & 0.00 & 0.00 \\ 0.33 & 0.33 & 0.33 & 0.00 & 0.00 \\ 0.17 & 0.33 & 0.17 & 0.33 & 0.00 \end{pmatrix}$$

$$R_3 = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.33 & 0.67 & 0.00 & 0.00 \\ 0.17 & 0.67 & 0.17 & 0.00 & 0.00 \\ 0.67 & 0.00 & 0.33 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.50 & 0.33 & 0.00 & 0.17 \end{pmatrix}, \quad R_4 = \begin{pmatrix} 0.17 & 0.50 & 0.17 & 0.17 & 0.00 \\ 0.33 & 0.17 & 0.50 & 0.00 & 0.00 \\ 0.33 & 0.33 & 0.33 & 0.00 & 0.00 \end{pmatrix}$$

利用公式(7)和 $M(\cdot, \oplus)$ 模型，计算准则层模糊综合评价集 B 及最终评价集 A ：

$$B_1 = W_1 \times R_1 = (0.1365, 0.7149, 0.1486, 0.0000, 0.0000)$$

$$B_2 = W_2 \times R_2 = (0.2801, 0.4134, 0.2016, 0.1029, 0.0000)$$

$$B_3 = W_3 \times R_3 = (0.3294, 0.2688, 0.3619, 0.0000, 0.0413)$$

$$B_4 = W_4 \times R_4 = (0.266, 0.334, 0.334, 0.068, 0.0000)$$

$$A = W \times B = (0.2552, 0.4118, 0.2713, 0.0573, 0.0050)$$

计算得出所有指标分值如下：

$$E_1 = 5 \times 0.1365 + 4 \times 0.7149 + 3 \times 0.1486 + 2 \times 0.0000 + 1 \times 0.0000 = 4.9879$$

$$E_2 = 5 \times 0.2801 + 4 \times 0.4134 + 3 \times 0.2016 + 2 \times 0.1029 + 1 \times 0.0000 = 3.8647$$

$$E_3 = 5 \times 0.3294 + 4 \times 0.2688 + 3 \times 0.3619 + 2 \times 0.0000 + 1 \times 0.0413 = 3.8492$$

$$E_4 = 5 \times 0.266 + 4 \times 0.334 + 3 \times 0.334 + 2 \times 0.068 + 1 \times 0.0000 = 3.804$$

$$E = 5 \times 0.2552 + 4 \times 0.4118 + 3 \times 0.2713 + 2 \times 0.0573 + 1 \times 0.0050 = 3.8567$$

本文通过运用模糊综合评价对 G 镇防疫能力进行评估发现，G 镇农村防疫能力的整体评分值为 3.8567，按照评语集界定，G 镇的防疫能力介于“一般”和“较好”之间。

4. 数据结果分析

4.1. 层次分析法结果分析

通过农村防疫能力评价指标权重系数表(表 9)可以看出，从准则层的权重数据来看，在预防与应急中，应急教育宣传的权重最高，达到了 0.4905，说明应急教育宣传在农村防疫中的重要性，农村基层政府应继续进行防疫应急教育的宣传工作，戴口罩、勤洗手，少去人群聚集的地方。而应急预案准备的权重最低，只有 0.1976。党的十八大以来，政府高度重视应急管理体系和治理能力现代化的建设，应急预案作为应急体系的重要部分，是突发事件的预防针，政府应积极准备应急预案，以便高效应对突发事件。从监测与预警层面分析，监测预警机制的权重最高，表明政府高度重视监测预警机制的建设。事件监测的权重相对于预警管理较低，在新冠疫情事件中，防疫监测能快速辨别突发事件的风险性，减少疫情的社会面扩散，为后续的防疫应急工作提供重要的参考意见。

在处置与救援因素中，现场救援与信息公布的权重分别为 0.4559、0.2432。当面对一个确诊病例时，及时对患者进行隔离治疗，将其生活场所进行消杀，并且将其行程轨迹精准、高效的公布出来，是防疫的关键。分析恢复与重建因素，从表中可以看出防疫的损失评估与事件总结分析权重相同，都为 0.4，恢复重建权重为 0.2。在当下坚持“动态清零”的背景下，G 镇的阳性病例一旦确诊，即被送至定点医院进行隔离治疗，少则一周，多则几个月，而患者本身因隔离而产生的生活工作等压力则无人负责。因此，要提高防疫能力，也要考虑到阳性病例隔离结束后的生活问题。

4.2. 模糊综合评价法结果分析

通过模糊综合评价发现，G 镇的防疫能力评价在为“一般”与“较好”之间，整体评分值为 3.8567，这表明 G 镇的防疫能力还需要进一步提升。在评价结果中，一级指标预防与应急在农村防疫能力的评估中达到了“较好”，甚至接近于“很好”的标准，其余三个一级指标应急预案准备、处置与救援、恢复与重建在农村防疫能力评估中所起的作用均处于“一般”水平。由于农村地区远离城市中心，其经济水平、政策实施、医疗资源都较为贫瘠，因此当农村地区发生疫情后，它的应急措施并不完善，恢复日常生活也有一定的困难。

5. 结语

本文利用层次分析法和模糊综合评价法对 G 镇的防疫能力进行评估，发现该地准则层恢复与重建指标的权重最高，为 0.4495，处置与救援指标的权重最低，为 0.1202。而关于疫情的预防与应急的评价接近于很好，恢复与重建只有一般水平，G 镇的总体防疫能力处于“一般”与“较好”之间，接近于较好水平。对于目前农村防疫能力中较为薄弱的部分，从其评价指标出发，分别提出以下建议：

5.1. 预防与应急

《“十四五”国家应急体系规划》通知中明确提出[10], 要坚持预防为主, 健全风险防范化解机制, 做到关口前移、重心下移, 强化风险评估、隐患排查。在常态化疫情防控中, 要积极利用自媒体平台, 加大疫情预防的宣传力度。通过可视化监控指挥应急演练, 创新应用数字化应急演练方式, 提高应急管理相关部门和社会公众的理论基础与实战经验。提高公众应对突发事件的能力, 为应对突发事件做好正确充分的准备, 保障社会组织与公众遇到突发公共事件后能沉着冷静正确应对[9]。

5.2. 监测与预警

在日常生活中落实疫情监测管理制度, 充分利用信息平台、大数据的优势, 做好公众健康码、行程码的报备工作, 并及时更新, 避免预报错误或延迟, 严谨发布内容, 同时也要及时关注网上舆情, 不造谣不传谣不信谣。

5.3. 处置与救援

当疫情发生后, 政府应做好应急处置和指挥决策工作, 高效利用健康码、行程码等完成流调工作, 针对疫情的特点, 制定明确的疫情防控规章制度, 各地联防联控、群防群控机制积极进行数字化转型, 遏制疫情的社会面蔓延。

5.4. 恢复与重建

疫情发生后, 包括感染的患者、该人去过的各家店铺、接触过的人都产生了一定的经济损失和失去了生活自由。因此, 要规范损失评估标准, 提高损失评估水平, 做好疫情过后的恢复工作。同时也要坦诚面对和公开疫情信息, 并总结经验教训。疫情平稳后, 政府也要实时跟踪报道疫情相关情况, 及时反馈信息, 告知公众详情。

参考文献

- [1] 杜文. 巨灾型突发事件应急救援体系研究[D]: [博士学位论文]. 焦作: 河南理工大学, 2012.
- [2] 杨凤平. 北京市应急管理评价指标体系研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 首都经济贸易大学, 2014.
- [3] 许栋海, 陈海娟. 浙江诸暨: 新时代“枫桥经验”推动社区网格化应急管理[J]. 中国减灾, 2020(7): 18-21.
- [4] 王薇. 我国城市应急管理综合能力综合评价研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2010.
- [5] 李柯, 谭柱森. 基于 CV 值的城市应急管理差异性分析[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2018, 40(2): 129-135.
- [6] 申奇锦. 政府生产安全事故应急管理评价指标体系研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学, 2016.
- [7] George, D.H. and Jane, A.B. (2003) Introduce to Emergency Management. Butterworth-Heinemann, Oxford, 24-27.
- [8] 汪应洛. 系统工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003: 130-140.
- [9] 胡孙琪, 徐晓玲, 胡煜文, 李海航, 游温娇, 王学辉. 基于 AHP-模糊综合法的城市应急管理评价指标研究[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2022, 44(2): 188-194.
- [10] 国务院关于印发“十四五”国家应急体系规划的通知[EB/OL]. 中央人民政府网站. http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-02/14/content_5673424.htm, 2022-02-14.