

引用本文

张晓明,李玉,王其磊,等.消防救援队伍应急通信保障能力评估及提升对策研究[J].消防科学与技术,2026,45(5):94—100.

Zhang Xiaoming, Li Yu, Wang Qilei, et al. Research on the evaluation and countermeasures of emergency communication support capability of fire and rescue teams[J]. Fire Science and Technology, 2026, 45(5): 94—100.

消防救援队伍应急通信保障能力评估及提升对策研究

张晓明, 李 玉, 王其磊, 张颖花

(中国人民警察大学, 河北 廊坊 065000)

摘 要:引入云模型理论,构建应急救援通信保障能力评估指标体系,优化各指标的权重和评语集;建立应急救援通信保障能力评估模型,并以某消防应急救援支队为例,对其应急救援通信保障能力进行评估,验证所建云模型的合理性,降低了传统评估方法的模糊性和不确定性。同时,根据评估结果,围绕提升基础保障能力、队伍建设保障能力、装备与系统支撑保障能力和管理机制保障能力等方面提出了相应的对策。

关键词:消防救援;应急通信保障;评估;云模型

中图分类号:TU998.1;TN929.5 **文献标志码:**A **DOI:**10.20168/j.1009-0029.2026.05.0094.07

Research on the evaluation and countermeasures of emergency communication support capability of fire and rescue teams

Zhang Xiaoming, Li Yu, Wang Qilei, Zhang Yinghua

(China People's Police University, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: The cloud model theory is introduced to establish an evaluation index system for emergency rescue communication support capability, optimizing the weights of each indicator and the rating set. An evaluation model for emergency rescue communication support capability is developed, and a case study of a fire and emergency rescue brigade is conducted to assess its communication support capability. This validates the rationality of the proposed cloud model and reduces the fuzziness and uncertainty of traditional evaluation methods. Additionally, based on the assessment results, corresponding strategies are proposed to enhance foundational support capabilities, team-building support capabilities, equipment and system support capabilities, and management mechanism support capabilities.

Key words: fire rescue; emergency communication support; evaluating; cloud model

消防救援队伍当前的通信保障工作遵循“快速反应、机动灵活、指挥高效、通信畅通”的原则^[1]。为了确保该原则的有效实施,目前消防救援队伍构建了较为完善的应急救援通信调度指挥网络,该通信网络在高层建筑火灾、森林火灾、地下建筑火灾、化工类火灾、城市大型综合体火灾等典型灾害场景中发挥了重要作用^[2-6]。但当前消防救援队伍所面对的灾害呈现出突发性更强、处置难度更大、作战时间更长等特征,消防救援队伍的通信保障能力受到了巨大的考验。同时,应急救援现场参与救援的部门、单位和人

员数量不断增加,使得应急救援现场通信秩序可能受到极大冲击,一旦出现信息传递混乱、通信效能下降的情况,将造成无法挽回的后果。从近年来的重大灾害事故中可以发现,应急救援通信保障体系也确实存在保障意识不强、通信手段多样、保障难度大、装备配置和应用训练不足等问题。另外,我国消防救援队伍通信保障能力评估体系不够完善,缺乏科学有效的评估手段来激励消防救援队伍提升通信保障能力。

当前,天空地一体化高覆盖、大容量、快速智能组网技术、卫星通信技术、宽带自组网(专网)、移动通信

基金项目:河北省重点研发计划项目(2337040ID)

作者简介:张晓明,中国人民警察大学讲师,博士,主要从事消防装备创新研发及效能评估等研究,河北省廊坊市安次区西昌路220号,065000, zhangxiaoming@cppu.edu.cn。

收稿日期:2025-02-27; **修回日期:**2025-09-05

(公网)等多种通信技术已广泛应用于应急救援的各个环节^[7-8],但如何提高应急指挥通信保障能力,衡量应急救援通信保障能力的优劣,已成为确保现场通信指挥是否顺畅的重要研究方向。

1 基于云模型的应急救援通信保障能力评估指标体系的构建

为了更加科学地反映消防救援队伍通信保障能力的真实状况,在构建应急救援现场通信保障能力评价指标的过程中,必须建立一套完善、科学、合理的指标评价体系,因此在建立指标时必须遵循科学性、系统性、可行性和动态性原则。

1.1 指标体系构建

根据应急救援通信保障现状对指标进行研究,确定其性质特征,广泛搜集文献和相关规范标准,选取与应急救援通信保障能力内容相关的指标。从专业背景与技术资格、实践经验与业务能力、政策与规范掌握度、政治素养与职业道德和多部门协作与沟通能力等方面综合考量选择行业专家。进行专家访谈、专家研讨论证会,进一步咨询相关意见,对指标进行分析、比较,综合选择针对性较强的指标。在此基础上,进行指标体系实证研究,验证指标体系是否科学、合理,能否客观、真实、准确地反映应急救援通信保障能力,并对指标体系进行反复修改,最终得到完善的、系统的应急救援通信保障能力评估指标体系。

基于以上方法构建了目标层、一级指标层、二级指标层和三级指标层4个层级的应急救援通信保障能力评估指标体系。共设计4个一级指标、12个二级指标和34个三级指标,在34个三级指标中,定性指标12个,定量指标22个,指标体系如图1所示。

1.2 基于云模型的指标权重赋值

根据所构建的应急救援通信保障能力评价指标体系及其相应的评级准则,通过云模型的可视化手段进行权重赋值。利用正向云发生器产生指标的权重云图,再根据云模型的熵和超熵,逐级可视化专家打分的收敛速度和质量,获取专家评估指标权重,按照生成权重评语集云模型、生成末级指标云模型、生成高级指标云模型的顺序计算出三级指标权重^[9-10]。

通过对应急救援队伍进行调查研究,并依据相关领域专家的意见建议,对确立的应急救援通信保障能力评价指标体系的各个因素进行权重数值分布范围和定性语言描述,并转化为对应的云模型,计算得到5个定性评语组成的权重评语云模型参数,结果如表1所示。

为了确保评价指标权重的合理性和科学性,选取相关专家包括消防通信领域专家、应急救援通信保障队伍各级指挥员,通过收集这些专家评价的数据,利用云模型逐轮生成应急救援通信保障能力评估指标

初始权重,不断优化,使权重更为科学、合理,以三级指标“通信管理规范”为例,采用逆向云发生器生成权重数据的3个特征值,其计算方法见式(1)~式(3)。

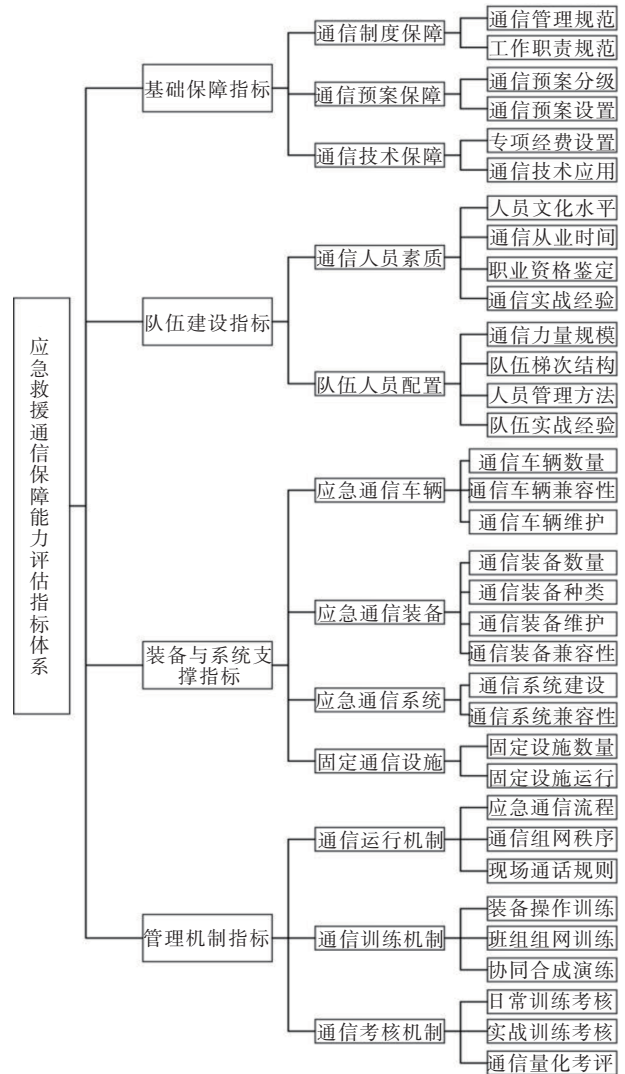


图1 通信保障能力评估指标体系

Fig. 1 Evaluation index system of communication support capability

表1 评估指标权重范围及定性语言描述

Table 1 Evaluation index weight range and qualitative language description

权重范围	语言描述	期望值 E_x	熵 E_n	超熵 H_e
[0.8, 1.0]	非常重要	0.9	0.033	0.005
[0.6, 0.8)	较重要	0.7	0.033	0.005
[0.4, 0.6)	一般重要	0.5	0.033	0.005
[0.2, 0.4)	次重要	0.3	0.033	0.005
[0.0, 0.2)	不重要	0.1	0.033	0.005

$$E_x = \bar{x} \quad (1)$$

$$E_n = \sqrt{\pi/2n^{-1}} \sum_{i=1}^n |X_i - E_x| \quad (2)$$

$$H_e = \left[(n-1)^{-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - E_n^2 \right]^{1/2} \quad (3)$$

式中: x_i 为第 i 位专家对指标的打分值; n 为参与打分的专家总数; $\bar{x}$ 为所有专家的打分算数平均数。

结合专家第一次评价的语言值,参考表 1,将专

家的定性评估数据转换为量化的度量值,利用逆向云发生器生成云模型,如图 2 所示,通过 3 轮打分,优化期望值 E_x 、熵 E_n 和超熵 H_e 的取值。

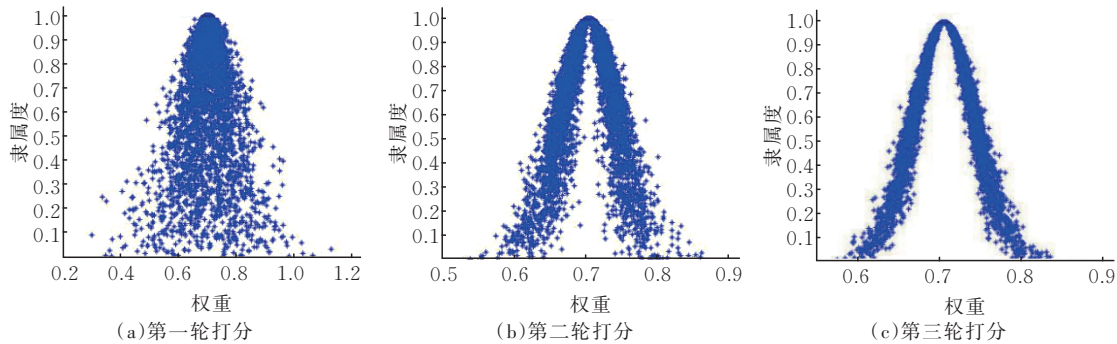


图 2 三级指标权重云模型

Fig. 2 Three-level index weight cloud model

进一步通过计算得到的三级指标权重值生成高级指标权重云模型。二级指标可以视为三级指标的父云,一级指标可以视为二级指标的父云,综合云的数字特征可以根据所有子云的数字特征计算,如式(4)~式(6)所示。

$$E_x = \sum_{i=1}^k E_{x,i} \times E_{n,i} / \sum_{i=1}^k E_{n,i} \quad (4)$$

$$E_n = \sum_{i=1}^k E_{n,i} \quad (5)$$

$$H_e = \sum_{i=1}^k E_{n,i} / \sum_{i=1}^k E_{n,i} \quad (6)$$

式中: k 为 i 级指标子云的数量; $E_{x,i}$ 为第 i 个子云的期望值; $E_{n,i}$ 为第 i 个子云的熵值。

利用权重归一化公式,获得 i 级指标相对于上一级指标的权重值,如式(7)所示。

$$W_i = E_{x,i} / \sum_{i=1}^n E_{x,i} \quad (7)$$

式中: W_i 为第 i 个指标相对于上一级指标的权重值。

利用 MATLAB 软件,逐步获取各层级指标相对上一级指标的权重值,数据如表 2 所示。

1.3 确定评估指标评语集

构建评估指标评语集,如表 3 所示。应急救援通信保障能力评估指标体系的评语集可以确定为 $V(V_1, V_2, V_3, V_4, V_5)$ 。其中, V_1 表示满意, V_2 表示比较满意, V_3 表示一般, V_4 表示比较不满意, V_5 表示不满意^[11]。

计算得到该评语集的 E_x 、 E_n 、 H_e 的值,将上述评语集转化为相应的云模型,如图 3 所示。

2 应急救援通信保障能力评估云模型构建及分析

2.1 建立综合评估云模型

利用虚拟云理论中的综合云算法,计算第三层评价指标的云模型^[12]。通过云模型将底层的指标评估综合起来得到较高层次指标的评估云模型,多次运用此方法,不断向上跃迁,最终得到应急救援通信保障能力的综合评估云模型。其计算见式(8)~式(10)。

$$E_x = \sum_{i=1}^k E_{x,i} \times w_i / \sum_{i=1}^k w_i \quad (8)$$

$$E_n = \sum_{i=1}^k \left[E_{n,i} \times \left(w_i^2 / \sum_{i=1}^k w_i^2 \right) \right] \quad (9)$$

$$H_e = \sum_{i=1}^k \left[H_{e,i} \times \left(w_i^2 / \sum_{i=1}^k w_i^2 \right) \right] \quad (10)$$

式中: k 为 i 级指标子云的数量; $E_{x,i}$ 为第 i 个子云的期望值; $E_{n,i}$ 为第 i 个子云的熵值; $H_{e,i}$ 为第 i 个子云的超熵值; E_x 、 E_n 、 H_e 分别为 i 级指标父云的期望值、熵值和超熵值。

综合计算出应急救援通信保障能力评估云的数字特征,通过正向正态云发生器生成应急救援通信保障能力评估云图,并依据云图进行整体的评估分析。

2.2 实例分析

选取某市消防救援支队为评估对象,通过 5 名专家打分,结合实地调研和相关计算,得到该支队第三级指标的实际数据信息并确定了其对应等级,计算得出三级指标的评估云模型,如表 4 所示。

利用 MATLAB 计算将三级指标评估云综合起来,得到上一层次的二级指标评估云模型,如表 5 所示。

同理,可得到一级指标的评估云模型,如表 6 所示。

由一级指标云模型的数字特征,得到应急救援现场通信保障能力评估云的数字特征为 (0.712 5, 0.028 6, 0.003 7),利用正态云发生器生成 5 000 个云滴的云图,如图 4 所示。

由图 4 可知,该支队级消防救援队伍应急通信保障能力评估云的期望值为 0.712 5,且图中云滴大部分落在“一般”区间内。通过 MATLAB 对 5 000 个云滴进一步进行统计分析可以得到,评语“一般”的隶属度最高,确定度也比较高。因此,该消防救援队伍应急通信保障能力评级为“一般”,同理可得各级指标的隶属度评语,如表 7、表 8 所示。

表 2 各级指标相对上一级指标的权重

Table 2 Weights of subordinate indicators relative to their superior indicators

一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重
B ₁ 通信基础保障指标	0.227	C ₁ 通信制度保障	0.327	D ₁ 通信管理规范	0.503
				D ₂ 工作职责规范	0.497
		C ₂ 通信预案保障	0.341	D ₃ 通信预案分级	0.507
				D ₄ 通信预案设置	0.493
		C ₃ 通信技术保障	0.332	D ₅ 专项经费设置	0.516
				D ₆ 通信技术应用	0.484
B ₂ 通信队伍建设指标	0.256	C ₄ 通信人员素质	0.449	D ₇ 人员文化水平	0.165
				D ₈ 通信从业时间	0.247
				D ₉ 职业资格鉴定	0.247
				D ₁₀ 通信实战经验	0.341
	C ₅ 队伍人员配置	0.551	D ₁₁ 通信力量规模	0.213	
			D ₁₂ 队伍梯次结构	0.273	
			D ₁₃ 人员管理方法	0.221	
			D ₁₄ 队伍实战经验	0.293	
B ₃ 通信装备与系统支撑指标	0.253	C ₆ 应急通信车辆	0.264	D ₁₅ 通信车辆数量	0.405
				D ₁₆ 通信车辆兼容性	0.297
				D ₁₇ 通信车辆维护	0.298
		C ₇ 应急通信装备	0.275	D ₁₈ 通信装备数量	0.215
				D ₁₉ 通信装备种类	0.209
				D ₂₀ 通信装备维护	0.283
				D ₂₁ 通信装备兼容性	0.293
		C ₈ 应急通信系统	0.236	D ₂₂ 通信系统建设	0.590
				D ₂₃ 通信系统兼容性	0.410
		C ₉ 固定通信设施	0.225	D ₂₄ 固定设施数量	0.493
D ₂₅ 固定设施运行	0.507				
B ₄ 通信管理机制指标	0.264	C ₁₀ 通信运行机制	0.379	D ₂₆ 应急通信流程	0.329
				D ₂₇ 通信组网秩序	0.342
				D ₂₈ 现场通话规则	0.329
		C ₁₁ 通信训练机制	0.328	D ₂₉ 装备操作训练	0.264
				D ₃₀ 班组组网训练	0.358
				D ₃₁ 协同合成演练	0.378
		C ₁₂ 通信考核机制	0.293	D ₃₂ 日常训练考核	0.335
				D ₃₃ 实战训练考核	0.358
				D ₃₄ 通信量化考评	0.307

表 3 评语集

Table 3 Comment set

权重范围	评语等级	期望值 E_x	熵 E_n	超熵 H_e
[0.9,1.0]	满意	0.95	0.017	0.003
[0.8,0.9]	较满意	0.85	0.017	0.003
[0.6,0.8]	一般	0.70	0.033	0.004
[0.4,0.6]	较不满意	0.50	0.033	0.004
[0.0,0.4]	不满意	0.20	0.067	0.005

分析表 7 和表 8 的隶属度结果可得以下几点。

1)通信基础保障能力。一级指标“通信基础保障能力”评语为“一般”的隶属度最高,其下的二级指标

评语“一般”隶属最高,这说明在制度保障方面各级消防救援队伍制定了很多相关措施,但实际执行和贯彻的成效不够明显,未来要注重政策和措施的落地执行。“通信预案保障”的隶属度表明了目前该消防救援队伍通信预案在质量和数量上均无法保证在重大应急救援任务过程中通信指挥系统能力的高效发挥。“通信技术保障”的隶属度表明了对通信类装备的保障经费有待于提高,要摒弃单一重视作战装备经费保障的传统思路,逐步提高通信装备的经费保障力度。

2)通信队伍建设保障能力。一级指标“通信队伍建设指标”评语“一般”的隶属度最高,其下的二级指

标评语“一般”隶属度最高。“通信人员素质”表现为一般,其主要原因是目前消防救援队伍通信人员参与重大灾害救援的经验较少,且绝大部分未接受过通信技术的系统培训,通信知识匮乏,一旦通信装备、频段资源等出现问题,无法快速解决。“队伍人员配置”表现为一般,考虑到是由于目前消防救援队伍注重一线战斗员的补充和培养,而专职通信人员一般站级仅1人,且大部分身兼数职,人员配置不足,一旦面临较大规模应急救援任务,此种不足造成的影响更为突出。

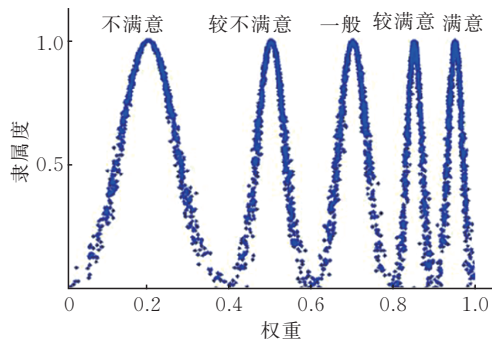


图3 评语云模型

Fig. 3 Evaluation language cloud model

表4 三级指标评估云模型

Table 4 Third-level index evaluation cloud model

三级指标	权重	评估云	三级指标	权重	评估云
D_1 通信管理规范	0.503	(0.730 0, 0.029 8, 0.003 8)	D_{18} 通信装备数量	0.215	(0.850 0, 0.017 0, 0.003 0)
D_2 工作职责规范	0.497	(0.850 0, 0.017 0, 0.003 0)	D_{19} 通信装备种类	0.209	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_3 通信预案分级	0.507	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{20} 通信装备维护	0.283	(0.540 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_4 通信预案设置	0.493	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{21} 通信装备兼容性	0.293	(0.850 0, 0.017 0, 0.003 0)
D_5 专项经费设置	0.516	(0.580 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{22} 通信系统建设	0.590	(0.850 0, 0.017 0, 0.003 0)
D_6 通信技术应用	0.484	(0.660 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{23} 通信系统兼容性	0.410	(0.950 0, 0.017 0, 0.003 0)
D_7 人员文化水平	0.165	(0.850 0, 0.017 0, 0.003 0)	D_{24} 固定设施数量	0.493	(0.500 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_8 通信从业时间	0.247	(0.500 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{25} 固定设施运行	0.507	(0.660 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_9 职业资格鉴定	0.247	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{26} 应急通信流程	0.329	(0.820 0, 0.020 2, 0.003 2)
D_{10} 通信实战经验	0.341	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{27} 通信组网秩序	0.342	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_{11} 通信力量规模	0.213	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{28} 现场通话规则	0.329	(0.660 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_{12} 队伍梯次结构	0.273	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{29} 装备操作训练	0.264	(0.850 0, 0.017 0, 0.003 0)
D_{13} 人员管理方法	0.221	(0.730 0, 0.029 8, 0.003 8)	D_{30} 班组组网训练	0.358	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_{14} 队伍实战经验	0.293	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{31} 协同合成演练	0.378	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_{15} 通信车辆数量	0.405	(0.850 0, 0.017 0, 0.003 0)	D_{32} 日常训练考核	0.335	(0.500 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_{16} 通信车辆兼容性	0.297	(0.850 0, 0.017 0, 0.003 0)	D_{33} 实战训练考核	0.358	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)
D_{17} 通信车辆维护	0.298	(0.660 0, 0.033 0, 0.004 0)	D_{34} 通信量化考评	0.307	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)

2.3 应急救援通信保障能力提升对策

1)完善通信制度保障。应急救援部门应进一步修订完善通信标准体系,明确应急救援通信工作在应急救援中的地位,给予应有的政策制度保障。结合实际情况优化应急救援现场指挥调度通信网络规范、技术标准,建立通信技术保障系统,确保应急救援现场

3)通信装备与系统支撑保障能力。一级指标“通信装备与系统支撑保障指标”评语“一般”的隶属度最高。“应急通信车辆”表现为一般,原因是通信车辆的装备配备不齐全,系统之间存在兼容性不足、数据共享不畅通问题。“应急通信装备”表现为一般,主要是装备的维护保养不到位,发生突发应急救援任务时,部分装备无法正常使用。“应急通信系统”表现为较满意,主要是当前该支队的应急通信系统建设比较完善,基本能满足重大应急救援任务的通信需求。“固定通信设施”表现为一般,表明目前建筑施工过程中固定通信设施的建设重视不足,甚至存在造假的情况。

4)通信装备与系统支撑保障能力。一级指标“通信装备与系统支撑保障指标”评语“一般”的隶属度最高。“通信运行机制”“通信训练机制”和“通信考核机制”均表现为一般,这表明该支队在以上3方面存在许多需要改进的地方,例如:通信机制与指挥体系融合度不够,效能发挥受到了限制;训练机制不完善,专业人员素质差,基本通信知识匮乏;考核机制不健全,推广组织实施的难度大,影响了专业人员素质的进一步提升,无法保证专业技术水平的稳定性。

通信工作顺利完成。健全合理的应急救援现场通信规则,对应急救援现场通信组织层次、应急救援通信组网、现场通信呼叫、命令下达呼叫等程序进行严格的规范,提升应急救援通信专业水平。

2)优化通信预案设置。各级消防救援队伍应当按照上级的要求,结合自身实际,制定周密的通信预

案,明确通信组织、人员分工和设备支持等内容。落实预案分级制度,明确不同标准下的通信职责认定,明确各级人员的职责。统一应急救援通信预案的编制方法和主体内容,至少要包括预案的总则、灾情描述、情况分析、适用条件、处置措施物资与装备、队伍编成、专业资料、背景资料等内容。

表5 二级指标评估云模型

Table 5 Second-level index evaluation cloud model

二级指标	权重	评估云	二级指标	权重	评估云
C ₁ 通信制度保障	0.327	(0.789 6, 0.023 5, 0.003 4)	C ₇ 应急通信装备	0.275	(0.730 9, 0.024 7, 0.003 5)
C ₂ 通信预案保障	0.341	(0.700 0, 0.033 0, 0.004 0)	C ₈ 应急通信系统	0.236	(0.891 0, 0.017 0, 0.003 0)
C ₃ 通信技术保障	0.332	(0.618 7, 0.033 0, 0.004 0)	C ₉ 固定通信设施	0.225	(0.581 1, 0.033 0, 0.004 0)
C ₄ 通信人员素质	0.449	(0.675 4, 0.031 4, 0.003 9)	C ₁₀ 通信运行机制	0.379	(0.726 3, 0.026 8, 0.003 6)
C ₅ 队伍人员配置	0.551	(0.706 6, 0.032 4, 0.003 9)	C ₁₁ 通信训练机制	0.328	(0.739 6, 0.029 7, 0.003 7)
C ₆ 应急通信车辆	0.264	(0.793 4, 0.021 2, 0.003 3)	C ₁₂ 通信考核机制	0.293	(0.633 0, 0.033 0, 0.004 0)

表6 一级指标评估云模型

Table 6 Cloud model of first-level index evaluation

一级指标	权重	评估云	一级指标	权重	评估云
B ₁ 通信基础保障指标	0.227	(0.702 3, 0.024 9, 0.003 8)	B ₃ 通信装备与系统支撑指标	0.253	(0.751 5, 0.023 7, 0.003 4)
B ₂ 通信队伍建设指标	0.256	(0.692 6, 0.032 1, 0.003 9)	B ₄ 通信管理机制指标	0.264	(0.703 3, 0.029 3, 0.003 7)

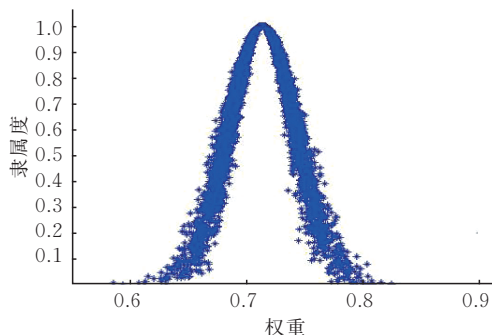


图4 评估结果图

Fig. 4 Evaluation result diagram

3)提升通信人员素质。针对目前消防救援队伍在通信人才招收和培养模式上的问题,需要优化提质应急救援通信专业队伍。根据自身需求,拓宽通信人才来源渠道,确保应急救援通信人员充足、业务水平

高。同时要补充中青年通信人才,加强专业培训,调整专业结构,建立一支技术精湛的应急救援通信队伍。

表7 二级指标隶属度

Table 7 Secondary index membership degree

二级指标	满意	较满意	一般	较不满意	不满意
C ₁ 通信制度保障	0.000 0	0.375 8	0.624 2	0.000 0	0.000 0
C ₂ 通信预案保障	0.000 0	0.010 2	0.958 0	0.031 8	0.000 0
C ₃ 通信技术保障	0.000 0	0.000 0	0.648 9	0.350 2	0.000 0
C ₄ 通信人员素质	0.000 0	0.017 6	0.973 9	0.008 5	0.012 0
C ₅ 队伍人员配置	0.000 0	0.002 8	0.958 8	0.038 4	0.000 0
C ₆ 应急通信车辆	0.000 0	0.000 0	0.582 2	0.417 8	0.000 0
C ₇ 应急通信装备	0.000 0	0.015 2	0.983 4	0.001 2	0.000 0
C ₈ 应急通信系统	0.287 6	0.712 4	0.000 0	0.000 0	0.000 0
C ₉ 固定通信设施	0.000 0	0.000 0	0.732 5	0.222 4	0.000 0
C ₁₀ 通信运行机制	0.000 0	0.082 6	0.910 0	0.006 4	0.000 0
C ₁₁ 通信训练机制	0.000 0	0.176 9	0.823 1	0.000 0	0.000 0
C ₁₂ 通信考核机制	0.000 0	0.000 0	0.743 2	0.256 8	0.000 0

表8 一级指标隶属度

Table 8 First-level index membership degree

一级指标	满意	较满意	一般	较不满意	不满意
B ₁ 通信基础保障指标	0.000 0	0.015 8	0.984 2	0.000 0	0.000 0
B ₂ 通信队伍建设指标	0.000 0	0.010 2	0.958 0	0.031 8	0.000 0
B ₃ 通信装备与系统支撑指标	0.000 0	0.000 0	0.803 4	0.196 6	0.000 0
B ₄ 通信管理机制指标	0.000 0	0.021 2	0.960 3	0.018 5	0.000 0

4)整合通信装备体系。通信装备设计配发时,要充分遵循利旧整合原则,积极融合目前现有通信设备灭火救援箱、倒地呼救器、指挥系统及其终端、单兵图传等装备的功能,实现高效利用。应急通信指挥系统建设中,要注意提升通信调度、辅助决策、信息采集、移动办公、工作协同、视频指挥、图像传输子系统的关联度,真正实现系统的价值和作用。同时建设训练模拟子系统,提升应急救援通信的训练水平,强化灭火救援通信系统的评估工作,及时进行反馈修改,确保系统的设计不断迭代更新。创新设置应急通信固定设施,提高重点单位固定通信设施容灾抗灾能力,提

升应急救援通信效率。

5)健全通信保障管理机制。应急救援现场通信旨在服务于应急救援现场指挥,不同的应急救援现场应当选用合理恰当的指挥方式,在应急救援指挥时,一定要避免不恰当的跨级指挥和无效指挥。为了确保现场救援的成功,通信必须主动配合指挥工作,并根据应急救援现场的发展,及时调整通信联络体系,准确无误地传递各种信息。

应急救援现场处置各类灾害事故时,应急通信响应要进行级别划分,现场通信的组织形式按照通信保障级别进行划分。例如,当面对复杂灾害现场时要成立现场通信指挥部,设立通信组,全面组织现场通信工作。与其他部门的通信联络,要在二级网中进行,因此要保持二级网的独立性,并进行二级网划分,优化应急通信三级架构网络,确保通信顺畅。

6)健全通信训练与考核机制。定期进行应急救援通信技术培训,确保应急救援人员熟练掌握通信组网和装备使用要领。其中,从事通信工作的人员作为培训重点,但所有消防应急救援人员都应参与基础技术培训学习。定时进行通信演练,利用通信预案设置情境,模拟建立各种应急救援现场通信保障工作需求。建立和完善应急救援通信考核机制,通信保障科目列入消防应急救援基本考核内容。注重将应急救援通信保障人员资质与通信人才的相关证书资历相融合;注重理论和实践相融合,注重考核结果与培训切入点相融合。

3 结 语

鉴于当前应急救援现场通信现状不容乐观,存在通信装备运用不佳、通信频点匮乏、通信秩序混乱等问题,且消防救援队伍在通信保障方面存在重视程度不够、队伍专业性欠缺、通信装备配备不足、缺乏通信预案等问题。结合调研和相关专家意见,构建了应急救援通信保障能力评估指标体系,利用云模型优化了各指标的权重和评语集。

利用云模型理论建立了应急救援通信保障能力的评估模型,并以某消防救援支队为例,对其应急救援通信保障能力进行了评估,验证了云模型建立的合理性,降低了传统评估方法的模糊性和不确定性。同时,根据评估结果,围绕提升基础保障能力、队伍建设保障能力、装备与系统支撑保障能力和管理机制保障能力等方面提出了相应的对策。

参考文献:

- [1] 葛绪超,李怀义,许建权,等.消防救援队伍高原高寒地区大震巨灾应急通信保障策略研究[J].消防科学与技术,2023,42(3):411—415.
- [2] 何新伟.大型灾害事故消防救援应急通信建设任务与保障措施[J].消防科学与技术,2023,42(6):848—850.
- [3] 韩普,郭超,李姗,等.基于无人机的应急通信中继部署[J].计算机应用与软件,2024,41(10):140—148.
- [4] 李晓阳,谢恒义,寇曼曼,等.震后灾区应急通信系统搭建的关键技术[J].电讯技术,2024,64(10):1677—1683.
- [5] 郑策,夏登友.北斗导航系统在灭火救援中的应用研究[J].消防科学与技术,2019,38(6):844—847.
- [6] 崔彦琛,吴立志,朱红伟,等.无人机在消防通信中的应用研究[J].消防科学与技术,2019,38(4):526—529.
- [7] 唐川雄.消防救援队伍应急救援指挥与信息通信现代化建设措施分析[J].中国新通信,2022,24(7):7—9.
- [8] 杨继星,房玉东,边路,等.应急救援数字化战场体系研究与应用探索[J].中国安全科学学报,2023,33(10):240—246.
- [9] 王洪利.基于云模型的定性运算理论与方法[J].数学的实践与认识,2012,42(18):176—182.
- [10] 董芳.基于云模型的数据挖掘及其在交通流系统中的应用[D].天津:天津大学,2006.
- [11] 李蓉华,于立友,吴泽栋,等.共享式应急救援机构体系的构建与分布规划研究[J].价值工程,2016,35(5):215—218.
- [12] 张龙忠.基于云理论的液态危险货物铁路运输风险评价[D].兰州:兰州交通大学,2015.

(责任编辑:邢玉军)