

doi: 10.11731/j.issn.1673-493x.2018.12.027

数字化视角下的应急预案结构化及流程化技术方案研究^{*}

王晶晶^{1,2}, 朱伟¹, 高玉坤³

(1. 北京城市系统工程研究中心, 北京 100035; 2. 燃气、供热及地下管网运行安全北京市重点实验室, 北京 100035;
3. 北京科技大学 土木与环境工程学院, 北京 100083)

摘要: 为提高应急预案的实用性, 以实现数字化应急预案为最终目标, 在分析数字化应急预案的4大发展模式和“六化目标”的基础上, 研究应急预案的结构化及流程化技术方法。基于应急预案响应流程的模块化思路, 提出应急预案结构化拆分方法, 从体现纵向到底、粒度精细、职责明确、任务追踪4大角度设计统一的应急预案拆分模板。从应急业务逻辑出发, 以事件信息流为驱动机制, 将流程、节点与任务进行绑定, 激活应急流程链中任务的执行, 最终实现应急预案的流程化。研究表明: 基于数字化视角提出的应急预案结构化和流程化技术方案, 可为相应数字化应急预案的实现提供参考和借鉴。

关键词: 数字化应急预案; 结构化拆分; 流程化; 应急处置方案

中图分类号: X913 文献标志码: A 文章编号: 1673-493X(2018)-12-0164-05

Study on technical schemes for structured and processed emergency plan from digital perspective

WANG Jingjing^{1,2}, ZHU Wei¹, GAO Yukun³

(1. Beijing Research Center of Urban System Engineering, Beijing 100035, China;
2. Beijing Key Laboratory of Operation Safety of Gas, Heating and Underground Pipelines, Beijing 100035, China;
3. School of Civil and Environmental Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to improve the practicability of the emergency plan, and take the realization of the digital emergency plan as the ultimate goal, based on the analysis of four development modes and six goals of the digital emergency plan, the technical methods for the structured and processed emergency plan were established. Based on the modular ideas of the response process of emergency plan, a structured split method of emergency plan was proposed, and a unified split template of emergency plan was designed from four perspectives of vertical to the bottom, fine granularity, clear responsibilities and tasks tracking. Starting from the business logic, the processed scheme of emergency plan took the event information flow as the driving mechanism, bound the process, nodes and tasks, and activated the execution of tasks in the emergency process chain. The results showed that the technical schemes for the structured and processed emergency plan from the digital perspective can provide the reference for the realization of the corresponding digital emergency plan.

Key words: digital emergency plan; structured split; processed; emergency disposal scheme

0 引言

在突发事件处置过程中, 行之有效的应急预案能够将应急行动、应急队伍、应急物资等要素有机地整合, 共同发挥作用。虽然目前我国已经建立了“横向到边、纵向到底”的应急预案体系, 但在实际应急管理中可

以发现, 随着突发事件具有越来越明显的演化和传导特性, 应急预案之间缺乏有效衔接的问题也越来越突出。此外, 由于应急预案多是按照上级单位模板进行相应的文本编写, 战时的动态调整能力较为薄弱, 造成现有预案难以实现对突发事件的快速、灵活应对, 制约着应急能力的发挥。基于此, 数字化应急预案逐渐走入人们的

收稿日期: 2018-07-19

^{*} 基金项目: 北京市优秀人才培养资助青年骨干个人项目(2017400685627G140); 北京市科学技术研究院青年骨干计划(YC201811); 北京市科技计划课题(Z181100009018009)

作者简介: 王晶晶, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为应急管理。

视野,数字化应急预案可以实现应急预案使用和管理的高效快捷,而应急预案的结构化及流程化正是数字化应急预案的技术基础。

国内外对数字化应急预案研究的角度不同,目前并没有形成统一的定义^[1]。部分学者将数字化应急预案定位为应急预案管理技术,以文本预案为起点,通过计算机技术开展应急预案的高效管理,实现预案的实时查询、模板编制、快速编辑^[2-4]。部分学者将数字化应急预案的最终走向定位为应急指挥系统,通过应用 GIS、数据库等先进信息技术,兼顾应急预案管理的需求,分别侧重于预案中应急处置流程的图文展现;在地图上应急资源的实时展示与调配;通过建立数据库、知识库和案例库,对突发事件的事态实时预测预警、应急预案的推演^[5-13]。综合分析以上研究成果可以发现,数字化预案的研究多侧重于将信息技术应用到系统平台中,最终形成一套应用软件,而对理论基础如:应急预案流程分析、模块分解、职责分工等数字化核心内容的研究相对较少,但应急预案结构化及流程化又是数字化应急预案的重要基础之一,这方面的研究目前是数字化应急预案研究中的薄弱环节。

基于此,本文拟在分析国内外应急预案数字化管理现状的基础上,基于应急响应流程开展应急预案的结构化分析,提出将应急预案相关工作流程、技术措施、资源保障等内容进行结构化和流程化的技术方案,实现对预案核心内容的直观展现,为实现数字化应急预案奠定理论基础,切实增强预案的实用性和实效性。

1 数字化应急预案的目标及发展模式

数字化应急预案是以信息技术为支撑,对预案涉及的职责、资源、任务进行结构化处理后,根据突发事件发展态势推演结果形成的过程可视化操作、结果可量化考核的应急预案(执行方案)的管理模式^[14]。数字化应急预案以应急职责清单化、资源可视化、指挥体系化、处置流程化、推演自动化、评估智能化(简称“六化”)作为目标。而应急预案在向数字化发展的过程中,经历了 4 种不同的“数字化预案模式”^[15-16]如图 1 所示。

第 1 种模式是应急预案的电子化,通过对文本预案的电子化管理,实现应急预案文本的存档、分类查询、编制预案模板、简单编辑(如添加、删除)等功能。目前相应的电子化技术已经比较成熟,成为政府、企事业单位应用广泛的预案管理模式,在现有应急指挥平台中大多包含此功能模块。

第 2 种模式是应急预案的结构化,也是成功实现数字化应急预案的最关键步骤,结构化是数字化应急预案

的核心,通过将预案内容按照一定的逻辑性拆分成不同的模块单元,融入应急响应关键阶段划分、职责分工、应急资源和启动条件等内容,综合考虑时间流和信息流对应急响应流程的驱动关系,以及相关职能单位的响应规则。在该阶段,重点实现应急职责的明确和应急响应的流程化表述。

第 3 种模式是应急预案的数字化,在应急预案的结构化基础上实现各种应急资源数据库的存储调取、应急资源的可视化展示,同时满足人员、物资和技术的调用,在这一阶段会应用多种信息科学技术,包括地理信息系统(GIS)、数据库技术等。

第 4 种是应急预案的智能化,以预案要素模块化为核心,围绕事件链、空间链、时间链,进行态势研判,自动生成应急处置方案,同时利用自评系统对应急预案推演、突发事件处置全过程进行评估,使该系统实现自主学习、自提高、自完善的功能,做到平时推演、战时辅助。

数字化应急预案理论的实践结果即为开发一整套数字化应急预案系统,系统应兼顾应急预案管理及模板开发、事件态势的预测预警、应急处置方案动态生成、指令及信息的上传下达、应急预案推演及评估等功能,而且还需包含知识库、案例库等基础数据,并设置外部系统接口以便于对接和交互访问,同时可集成到现有应急指挥平台中,最终达到为决策者提供辅助决策支撑的目标。

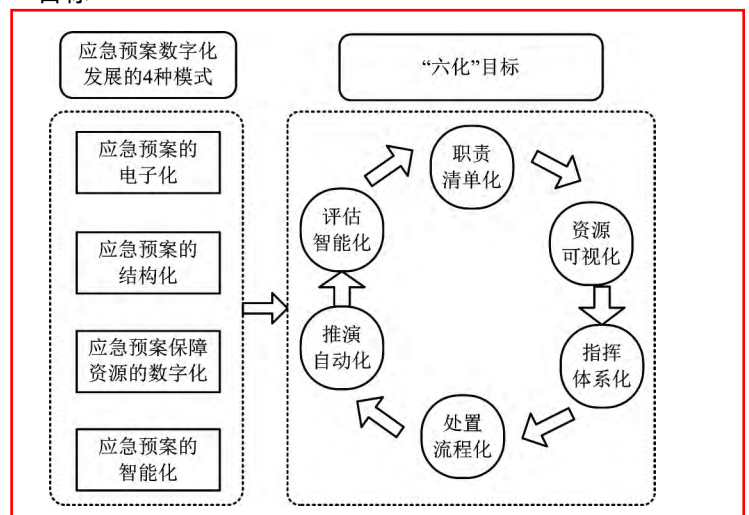


图 1 应急预案数字化发展的 4 大模式及“六化”目标

Fig. 1 Four major stages and six goals of the digital emergency plan

2 面向数字化应急预案的结构化拆分方法

2.1 应急预案的模块拆分

将应急预案进行数字化管理,首先需要解决将非结构化的文本预案转换为结构化的数字预案。应急预案

的结构化需对文本预案进行拆分,形成计算机识别的结构化单元。如何合理地进行预案的拆分,并考虑结构化单元之间的相互关联,是数字化预案管理的关键问题之一,而应急响应流程的拆分是此问题的重中之重。

应急预案中涉及到的应急响应流程可以归结为突发事件发生后各职能部门采取相应的响应行动。随着灾害链的演化和应急行动的双重效果,突发事件的场景会

随时间发生变化,直至应急处置工作结束。在整个响应过程中包含了**时间链**、**事件链**、**空间链**3个维度的灾害场景演化过程。应急人员面对特定的灾害场景,在一定的时限范围内将约定工作与行动要求进行组合,开展一系列响应动作,因此预案拆分的设计思路与方法将切入点落在了回答“在什么场景(地点)、什么时间、什么人、做什么以及怎么做”的问题上,如图2所示。

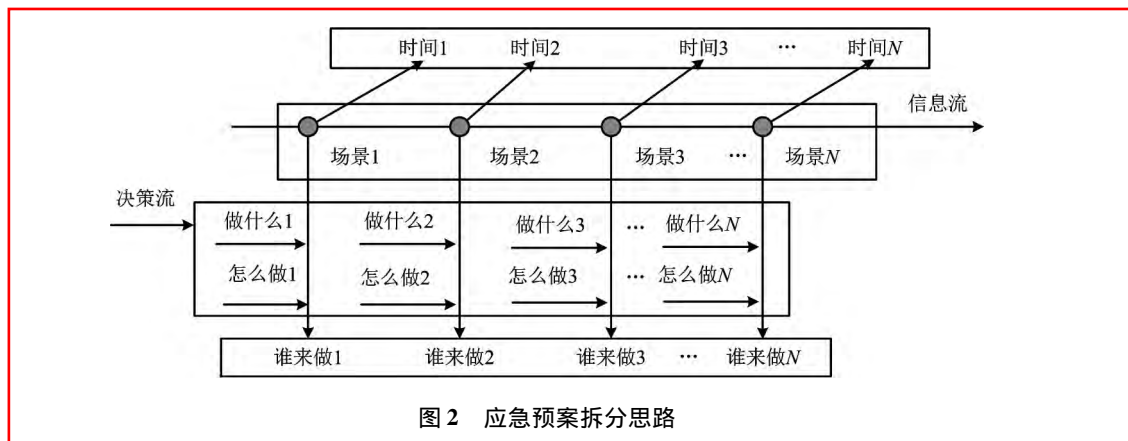


图2 应急预案拆分思路

Fig.2 Split idea of emergency plan

因此,应急响应流程有以下几个关键模块:**应急主体**、**应急任务**、**响应行动**和**应急资源**。其中,应急主体代表具有响应职责的相关职能部门或部门;应急任务则为突发事件时出现各类突发问题时的总体行动名称,任务与灾害场景具有对应关系;响应行动是指针对某特定任务所采取行动的具体行动流程;资源是指应对突发事件过程中所使用的各类资源的总称,如人员队伍、物资装备等^[17]。

2.2 应急预案拆分模板设计

依据前面确定的预案模块拆分思路,开展应急预案的结构化拆分,可设计出数字化应急预案的统一拆分模板,以某市雪天交通保障专项应急预案的预报预警阶段为例,拆分示例如表1所示。

应急预案的拆分将**纵向到底**、**粒度精细**、**职责明确**、**任务追踪**的思想贯穿其中,在拆分时,主体这个模块并不局限于市级部门层次,而是从基层处置到上级决策指挥的各个层次,即将每项任务落到实处,真正拆分到具体落实的单位,因此根据各自职责分工,主体层涉及的单位会承担行政决策、协调调度、专业处置、具体作业4个方面不同的具体响应行动。同时,拆分尽力做到横向到边、纵向到底,不局限于某1个专项预案,而是考虑专项预案的关联性及各层次应急预案中的相关部分,做到任务和响应拆分内容符合实际情况,内容全面无遗漏,需明确清晰各单位或政府部门的职责,避免响应行动拆分时具体动作出现交叉和无人认领的现象。此外,应急任务及响应执行过程有动态性和不确定性,在任务响应指令下达后,需要对任务的执行过程进行持续跟踪,并

对任务的执行结果进行反馈。

3 应急预案的流程化

应急预案的核心是针对突发事件规模、程度和发展趋势,设计针对不同情况的应急业务流程,明确规定参与应急响应中各部门的指挥程序、应急行动程序和资源调配程序。因此,为了提高应急预案的可操作性,在对预案及预案要素进行拆分后,需要结合实际应用场景和配套资源、工作要求,形成适合自身预案推演的一整套面对灾害的应对逻辑。而这一逻辑的产生需要综合考虑各单位的业务规定和在实际处置工作中的响应规则,通过整体分析形成应急预案的主流程图,从主流程产生子流程分支,并从主流程各节点关联主要任务,实现预案模块生成行动方案的流程化。应急处置流程驱动机制由突发事件的信息流发起,由应急预案中各个任务节点进行驱动,直至整个突发事件得到解决,应急预案高质量的完成即为应急处置流程的结束。应急预案的流程化应以节点为单位,每个节点之间的关系是线性关系。上1个节点结束会产生若干结果形成结果集,将结果集与当前节点启动触发条件进行匹配,若匹配结果达到触发条件阈值,则启动当前节点,执行当前节点的任务,协调所需资源,并进行相关操作,以产生当前节点的结果集,然后将当前结果的结果集传递给下1个节点,进行匹配,因此任务执行情况的追踪尤为重要。若上1个节点的结果集不满足触发当前节点的条件,则结束上1个节点,转入归档环节,代表该链条触发的应急任务执行结束,如图3所示。

表 1 数字化应急预案的统一拆分模板示例

Table 1 Example for split template of digital emergency plan

| 阶段 | 任务 | 主体 | 响应行动 | | | | 结果反馈 | 资源 | 依据 |
|------|----------|------------------------|--|------|------|--|--------------|-------------|---------------------------|
| | | | 行政决策 | 协调调度 | 指挥处置 | 执行动作 | | | |
| 预报预警 | 暴雪气象灾害预报 | 主责单位 市气象局 | 立即开启同【天津市、河北省气象部门】会商机制,传递气象信息,共同研判气象信号 | | | 将灾害性天气警报、气象灾害预警信号向【市雪天交通保障临时应急指挥部办公室】通报 | 红色气象预警通报 | 电视台、广播、气象站等 | 北京市雪天交通保障应急预案、气象预报预警等相关法规 |
| | 提出雪情预警建议 | 主责单位 临时指挥部办公室(市交管委) | | | | 向【市交通安全指挥部办公室】提出发布红色雪情预警建议 | 红色雪情预警等级建议报告 | 广播、电台、新媒体等 | |
| | 发布红色雪情预警 | 配合单位 市气象局 | 及时上报红色雪情预警情报 | | | | 红色气象预警通报报告 | 广播、电台、新媒体等 | |
| | 审批建议 | 主责单位 交通安全应急指挥部办公室 | | | | 审批预警发布建议后上报【市应急办】 | 红色雪情预警建议公文 | 传真、电话等 | |
| | 决策 | 市领导 | 批准发布红色雪情预警 | | | 1. 报请【分管市领导】批准发布 2. 得到批准后,委托【市预警中心】发布暴雪红色预警 | 批复红色雪情预警建议报告 | 传真、电话等 | |
| | 执行结果 | | | | | | | | |

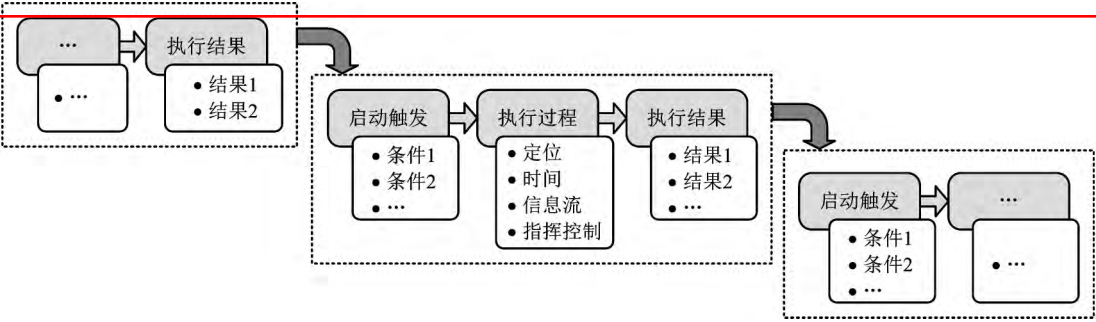


图 3 应急预案流程化示意

Fig. 3 Sketch of processed emergency plan

4 结论

1) 应急预案数字化发展过程中经历了电子化、结构化、数字化、智能化 4 大模式,其最终目标可以总结为

“六化”,即应急职责清单化、资源可视化、指挥体系化、处置流程化、推演自动化、评估智能化。其中合理对应急预案的结构化拆分是实现数字化应急预案的关键。

2) 基于应急响应流程,应急预案可转化为应急主

体、应急任务、响应行动和应急资源等模块,综合考虑各单位在行政决策层、协调调度层、指挥处置层、执行动作层的具体响应行动、任务反馈结果及应急资源等因素,设计面向数字化应急预案的拆分模板,体现**纵向到底、粒度精细、职责明确、任务追踪**4大特点。

3) 应急预案的流程化以事件信息流为驱动机制,基于数字化应急预案的拆分模板,形成由各任务节点线性连接的一整套应急处置流程,当前态势和上1个节点中任务的执行结果共同构成下1个任务节点的触发条件。

参考文献

- [1] 张超,裴玉起,邱华. 国内外数字化应急预案技术发展现状与趋势[J]. 中国安全生产科学技术, 2010, 6(5): 154-158.
ZHANG Chao, Pei Yuqi, QIU Hua. Current status and development trend of digital emergency plan at home and abroad[J]. Journal of Safety Science and Technology 2010, 6(5): 154-158.
- [2] Will L. Requirements for operations to take advantage of flexibility of SOA[J]. Computer Science and Engineering 2012, 2(5): 68-76.
- [3] GRIMAILA M R, BADIRU A. A hybrid dynamic decision making methodology for defensive information technology contingency measure selection in the presence of cyber threats[J]. Operational Research, 2013, 13(1): 67-88.
- [4] SUNLEY R, CANNON R, EYRE D, et al. A decision support scheme that generates contingency plans and prioritizes action during pest outbreaks[J]. Eppo Bulletin, 2012, 42(1): 89-92.
- [5] 殷学杰. 基于本体的非常规突发事件应急预案的动态生成研究[D]. 南京: 南京邮电大学, 2016.
- [6] 鲁荣辉. 基于流程的应急预案有效性评估研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2013.
- [7] 钟玲玲. 基于情景和数字化预案的城轨应急决策方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2014.
- [8] 罗宇恒, 谷岩. 数字化应急预案的存储模型与生成方法的研究[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2013, 12(2): 71-77.
LUO Yuheng, GU Yan. The study of digital emergency plan stored model and producing method[J]. Journal of Guangzhou University (Natural Science Edition) 2013, 12(2): 71-77.
- [9] 李湖生. 如何提高突发事件应急预案的有效性[J]. 现代职业安全, 2008(4): 70-73.
LI Husheng. How to improve the effectiveness of emergency plan[J]. Modern Occupational Safety 2008(4): 70-73.
- [10] 李爽, 郭延海, 陈守文. 石化企业应急预案图标化构建方法[J]. 计算机与应用化学 2016, 33(3): 260-264.
LI Shuang, GUO Yanhai, CHEN Shouwen. Construction method of iconic emergency plan for petrochemical industry[J]. Computers and Applied Chemistry 2016, 33(3): 260-264.
- [11] 童庆, 张敬谊, 陈诚. 应急指挥系统的结构化和可视化预案研究[J]. 计算机工程 2011, 37(13): 275-278.
TONG Qing, ZHANG Jingyi, CHEN Cheng. Study of structural and visual plan of emergency command system[J]. Computer Engineering 2011, 37(13): 275-278.
- [12] 翟丹妮. 数字化预案系统的功能分析研究[J]. 中国公共安全(学术版) 2009(Z1): 49-52.
ZHAI Danni. Research on functional analysis of digital emergency plan System[J]. China Public Security(Academy Edition) 2009 (Z1): 49-52.
- [13] 张欣, 王体健, 蒋自强, 等. 突发性大气污染事件数字化动态应急预案系统及其应用[J]. 安全与环境学报, 2012, 12(1): 254-260.
ZHANG Xin, WANG Tijian, JIANG Ziqiang, et al. Digital and dynamical emergency response plan system for accidental air pollution and its application[J]. Journal of Safety and Environment 2012, 12(1): 254-260.
- [14] 韩新, 汪永明. 数字化灭火救援预案编制及应用技术研究(II)—应用软件系统构成[J]. 安全与环境学报, 2004, 4(2): 59-62.
HAN Xin, WANG Yongming. Study on digitalized planning strategy of fire-fighting and rescue operations(II)—Systematic architecture of application software[J]. Journal of Safety and Environment, 2004, 4(2): 59-62.
- [15] 蒋浩, 荆玲, 武港山. 突发环境污染事件应急预案数字化方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(5): 6-9.
JIANG Hao, JING Ling, WU Gangshan. Research on emergency plan digitalization method of environmental disaster[J]. Computer Technology and Development 2013, 23(5): 6-9.
- [16] 吴园园. 突发水土流失事件的应急管理 & 预案数字化应用研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2017.
- [17] 荣莉莉. 应急预案体系的构建方法研究[J]. 中国应急管理, 2014(8): 23-29.
RONG Lili. Research on the construction method of emergency plan system[J]. China Emergency Management 2014(8): 23-29.

(责任编辑: 李 群)