

突发事件数字化应急预案综述及研究*

李娜¹ 李娇² 孙青峰³

(1. 中国石油集团安全环保技术研究院有限公司; 2. 中国石油大学(北京); 3. 中国石油天然气销售分公司)

摘 要 文章首先对国内外典型的数字化应急预案系统进行了整理与分析,介绍了国内外数字化预案的现状;研究了数字化应急预案开发的一般流程,包括事前准备、事中响应、事后恢复三个步骤并且做了详细的说明;最后,设计了数字化预案的框架,包括七大功能模块。数字化应急预案不仅缩短了应急预案的编制周期,使预案的制定和执行达到规范化、可视化的水平,并提高了预案的可操作性,可在动态情景下实现及时、有效的应急响应,对保障人民生命财产安全有着重要的现实意义。

关键词 突发事件; 数字化; 应急预案

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2019.05.019

文章编号:1005-3158(2019)05-0071-04

0 引 言

我国发生的一系列重大突发事件,例如2003年的“SARS事件”、2008年的“5·12”汶川地震、“南方特大暴雪”事件、2015年“8·12”天津滨海新区爆炸事故等,具体可概括为自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件四大类,针对突发事件的频繁发生,国家投入很大力量组织制订应急预案,推进应急管理预案体系建设。应急预案是针对各类突发事件提前制定的一套解决问题的行动计划^[1],对防止事故后果扩大,降低事故损失,具有十分重要的作用。然而,在实际应用中,现有的应急预案存在着预案衔接不紧密,预案内容执行有效性差,预案更新速度慢等问题,应急响应的快速性和准确性面临严峻的挑战。随着现代化信息技术的发展,应急预案不应该只停留在纸质阶段,应利用现代化计算机技术和网络信息技术,将应急预案的功能最大化,以控制事故、减少损失^[2-4]。

1 国内外数字化预案技术综述

1.1 国外研究现状

国外从20世纪就开始积极地研究数字化应急预案,尤其是欧洲、北美等国已经处于世界领先地位。例如,20世纪末,美国Ohio油气田应急响应系统^[5]为了对油气田紧急情况进行处理,利用多媒体程序为应急人员提供实时信息传达与分析功能。该系统包括三个模块:井位搜索模块、报告模块、资源模块。井位搜索模块中将Ohio州的风险管理数据库与GIS地

图结合起来,让用户更方便地获得油气井的信息;报告模块能够在灾情发生时快速上报所需条目选项及相关事件信息;资源模块可提供该油气田所配备的资源信息与可提供增援的政府和私人应急保障信息,同时利用GIS功能进行分析,实现最佳应急资源调度。该系统还可为现场人员提供应急培训,使人员更加熟悉应急处置流程,提高应急能力。

Zheng C G等^[6]以地质灾害为研究对象,将UAVRS技术与应急预案系统结合起来,构建了基于UAVRS的地质灾害应急管理与预警系统。Kollarits S^[7]将灾害图模型与应急计划需求联系起来,利用互联网技术、传感技术、挖掘链接技术、图模型理论与方法构建的自感应链接灾害预警应急系统-MONITORII,可根据用户输入特定的应急场景与要求,自动调整预案,基于此,进行系统的开发与设计。Mei-PoKwan^[8]利用实时三维地理信息系统开发了基于地理信息系统的智能应急响应系统(GIERS),旨在促进对多层结构的快速应急响应,特别参考了基于网络的最短路径算法的应用,探讨了GIERS的重要决策支持功能。Chun S等^[9]将众包技术与传感网络技术相结合,构建了城市应急预案管理系统,该系统能自动分析与判断应急场景,实现了应急预案管理的自动化和智能化。

1.2 国内研究现状

我国对应急管理的研究起步晚,基础比较薄弱,对数字化预案的研究也是近些年才兴起。尽管这样,我国却在某些公共危机和高危行业开展了一些数字

*课题来源:天然气销售分公司课题,项目名称《天然气销售分公司应急预案体系与演练模型研究》(2018D-5001-0513)。

李娜,2009年毕业于中国石油大学(北京),硕士,高级工程师,现在中国石油集团安全环保技术研究院有限公司从事应急技术研究工作。通信地址:北京市昌平区黄河北街1号院1号楼,102206。E-mail:li.na@cnpc.com.cn。

化预案的建设。例如,2008年,北京消防局针对奥运场馆设计了消防灭火数字化应急预案系统,该系统利用仿真技术,搭建了三维场景,可实现真实场景传输、预案管理功能和应急演练等。将易发生火灾的重点部位的风险评估、火灾模拟、消防栓布置、人员疏散、现场处置方案等导入系统,以便灾情发生时有据可依。该系统还提供了消防作战预案布置功能,能够布置与动态演示消防人员的行走路线、站位等,消防救援人员还可通过三维仿真场景了解建筑结构、重点部位的情况以及现场的实时信息。该系统是根据北京奥运场馆真实场景按照一定的比例开发的,具有很强的针对性,同时大大提高了应急效率,降低了成本。

何望君等^[10]提出运用GIS技术、数据库、专家系统、数学模型、CBR等技术,开发了智能化突发事件应急响应系统以应对上海世博会期间可能发生的各类突发事件。该系统给出了系统全面的开发方案,能够解决关键的技术难题。

李峰等^[11]根据中国石油的具体情况,提出了适合该公司数字化应急预案系统建设的实施步骤。从业务流程设计、系统部署设计和系统功能设计三个方面详细介绍了如何建设中国石油数字化应急预案系统,对

开发与设计数字化预案系统具有一定的指导作用。

2 应急预案数字化的总体思路

数字化预案就是利用计算机技术和网络技术,根据突发事件的处置流程,将文本式应急预案转化成数字化预案,自动分析事故状态,判定预警级别与响应级别、恢复重建等关键应急节点,优选处置方案,辅助决策者做出更加科学的决策。在开发数字化应急预案过程中,要将事故风险评估与应急资源调查列入其中^[12],将潜在的危险、有害因素,事故的可能性与后果的严重性、危害程度、影响范围、应急资源等要素同时导入并做及时的更新,为预案的制定、生成、改进提供科学合理的依据。

数字化应急预案系统开发总体思路见图1。主要分为三个步骤——预案数字化过程、预案启动与快速处置过程、预案评估与预案改进过程。

1) 预案数字化过程。首先要梳理应急预案相关要素,包括组织机构、预警与预防机制、应急响应、后期处置、保障措施等,将这些相关要素进行结构化和模块化,制定成预案模板,导入预案库,以便后期进行预案生成与维护。

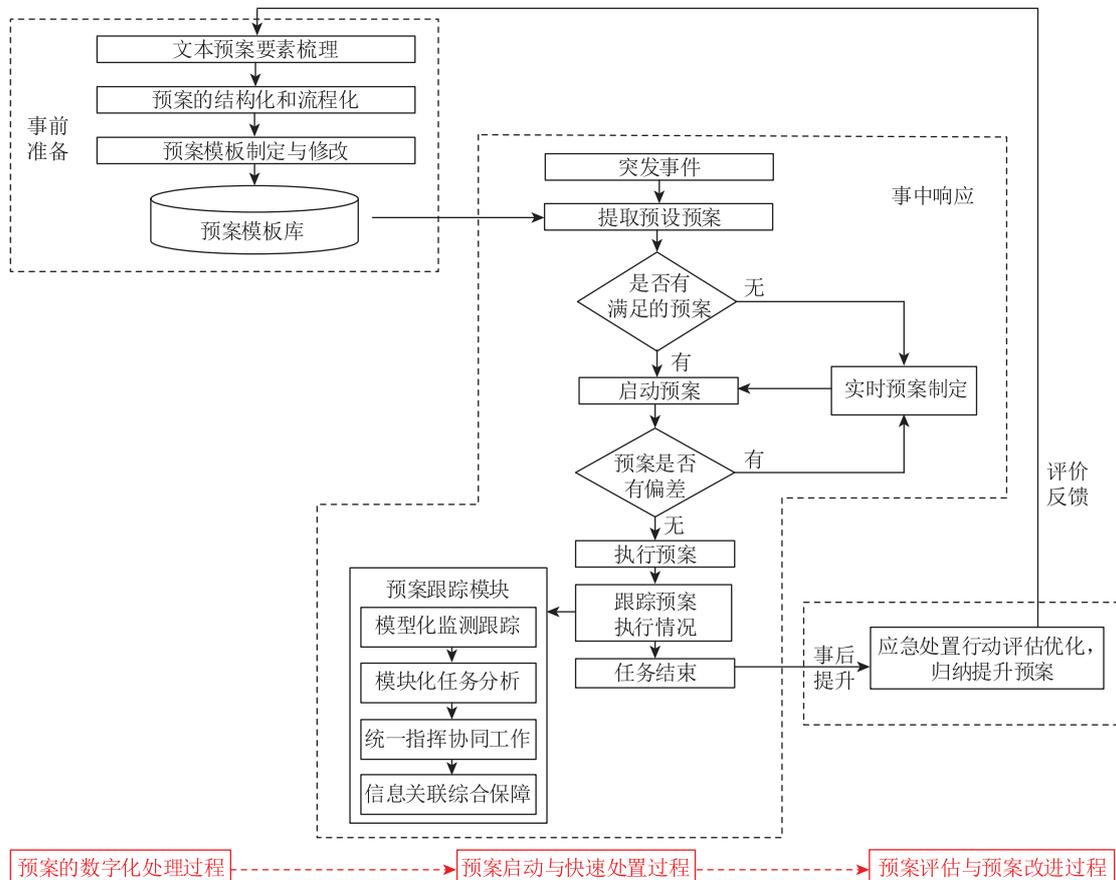


图1 数字化应急预案开发总体思路

2) 预案启动与快速处置过程。根据突发事件的特点,通过逻辑推理从预案库中调取相应的应急预案构成要素,形成完成的应急处置方案,启动预警、预防机制,监测事件信息与上报,展开预防行动,发布预警级别,明确各组织机构职责,启动应急响应,应急结束后恢复现场。若该应急预案不符合要求,系统能够识别并从事件库、预案库、历史资料库、应急资源库、法律法规库中检索相关内容,自动分析形成新预案。若新预案有偏差,系统会自动修复,根据现场信息实时制定新预案,直至满足要求。

3) 预案评估与预案改进。预案评估与预案改进能够对危险、有害因素、应急处置措施、应急资源进行更新,对突发事件及应急处置进行全过程跟踪、记录与执行,优化应急处置行动评估,归纳和提升预案。行动记录文件可作为修正和改进预案的依据,也可为以后类似事件的应急决策提供参考。

3 数字化应急预案的框架设计与实现

数字化应急预案是根据纸质版应急预案开发和设计的,它的要素和重要节点应与文本预案一一对应,只不过相对于文本预案,数字化预案可实现的功能更加强大。例如文本预案的预警机制,在数字化应急预案中可以通过监测预警、预警分级等功能实现,通过网络快速通知相应负责人与发布事件信息;文本预案中的应急响应程序与数字化预案中应急处置流

程相对应;文本预案制作中的风险分析和资源调查、评估的信息等,可在数字化预案库中调取。文本预案针对特定突发事件的应急处置方案,在数字化应急预案库中都有存储,并在事件发生后第一时间触发相应程序,调出或者根据特定事件的环境条件生成预案^[13]。

通过对文本预案进行结构化分解,按应急救援所涉及的环节分解出关键节点,开发独立且相互关联的程序模块,获得详细的处置流程图,收集各类突发事件的典型案列,建立应急预案案例库,制定科学的推演规则,实现对应急处置方案的智能分析与评估^[14]。根据数字化预案开发思路与对应急预案的剖析可以总结出,数字化预案可实现的功能主要包括七大模块,这七大模块既相互独立又相互关联,上一级模块可为下一级模块提供支持或被直接调用。

数字化应急预案制定的流程由事前准备(文本预案数字化的过程)—事中响应(预案启动与快速处置过程)—事后提升(预案评估与预案改进过程)三个步骤组成,这三个步骤形成一个闭环系统。事前准备即数字化预案管理模块,是数字化应急预案的基础;事中响应由突发事件分析模块、智能化分析模块、预案实时制定模块组成,是数字化预案的核心;事后提升对应新预案生成与融合模块,归纳与提升预案;最终,再将优化后的预案反馈至数字化预案管理模块。数字化应急预案系统功能设计见图2。

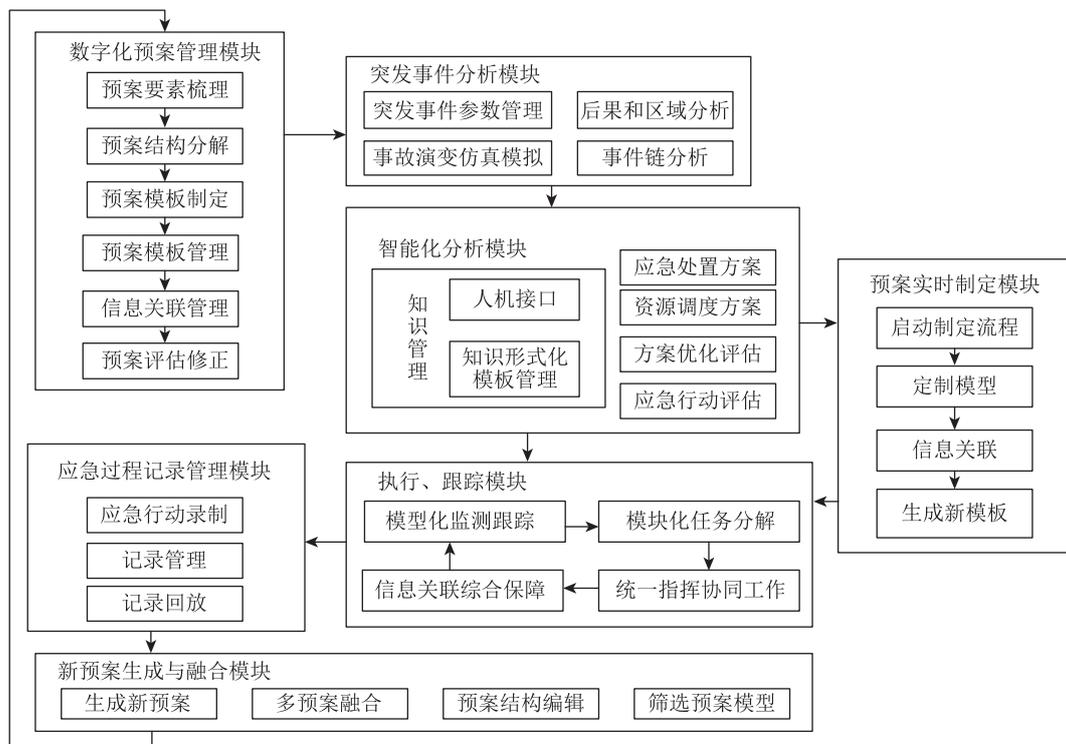


图2 数字化应急预案系统功能设计

数字化预案管理模块的功能主要包括梳理预案相关要素,对预案进行结构分解,制定及管理预案模板。突发事件分析模块通过搜集突发事件参数,对事件链进行分析,得出事故后果的影响区域,分析完成之后,从预案模板库中调取合适的预案,该模块还可对事故的演变过程进行仿真模拟。智能化分析模块中包括多个知识库、专家库,设有人机接口,当突发事件发生时,该模块可根据突发事件的具体情况从系统中选择最佳的应急处置方案并对其进行评估,若有缺陷,系统会对该方案进行优化。智能化分析完成后,预案实时制定模块启动预案制定流程,与现场信息进行关联,实时制定预案。执行、跟踪模块按照统一指挥、协同合作的原则,执行预案,同时对预案执行全过程进行跟踪。应急过程记录管理模块可对应急行动全过程进行录制和回放,管理记录文件,可为归纳和提升预案提供依据。新预案生成与融合模块可从预案执行过程中查漏补缺,优化旧预案,也可将多个预案进行融合,生成新预案,最后导入预案库,又通过数字化预案管理模块,对导入的预案进行评估修正,以此为一个循环,不断提升。

4 结 论

数字化应急预案与 GIS 模块、现场视频监控模块、专家智库模块等模块相互关联,可将事故信息、地理信息、数据信息、设备信息、物资储备与车辆信息等通过现代化信息手段显示与智能整合,实现高度动态化、智慧化管理。数字化应急预案不仅大大缩短了应急响应时间,而且提高了应急决策的科学性,使现场应急措施更加准确,更切合实际。应急预案数字化是现在乃至未来一个阶段应急预案发展的方向,应与国际接轨,借鉴国外先进的经验与技术,使我国的数字化应急预案技术更加成熟。

参 考 文 献

[1] 钟开斌,张佳.论应急预案的编制与管理[J].甘肃社会科学,2006(3):240-243.
 [2] 孙颖,黄全义.基于 ArcGIS 的消防灭火数字预案系统中

应急工具箱的制作[J].测绘信息与工程,2007,32(1):21-23.
 [3] 孙勇.突发事件应急预案形式化描述方法研究[D].大连:大连理工大学,2007:1-77.
 [4] 李红臣,邓云峰,刘艳军.应急预案的形式化描述[J].中国安全生产科学技术,2006,2(4):29-34.
 [5] 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.
 [6] ZHENG C G, YUAN D X, YANG Q Y, et al. UAVRS technique applied to emergency response management of geological hazard at mountainous area[J]. Applied mechanics and materials, 2012, 239-240.
 [7] KOLLARITS S, LEBER D, SCHNETZER I. Linking hazards maps to contingency planning needs-the MONITOR II continuous situation awareness system (CSA) [C]. Proceedings of EGU general assembly, 2011.
 [8] KWAN M P, LEE J. Emergency response after 9/11: the potential of real-time 3D GIS for quick emergency response in micro-spatial environments[J]. Computers environment and urban systems, 2005, 29(2):93-113.
 [9] CHUN S A, ARTIGAS F. Sensors and crowdsourcing for environmental awareness and emergency planning [J]. International journal of E-Planning research (IJEPR), 2014, 1(1):56-74.
 [10] 何望君,廖振良,王遵彤.上海世博会突发事件应急预案系统研究[J].计算机技术与发展,2008,18(11):240-242.
 [11] 李峰,张超,张正辉.中国石油数字化应急预案系统研究[J].中国安全生产科学技术,2013,9(9):142-147.
 [12] 国家安全生产监督管理总局.生产安全事故应急预案管理办法:国办发[2013]101号[S].2016.
 [13] 韩新,汪永明.数字化灭火救援预案编制及应用技术研究(I)—编制模式与方法[J].安全与环境学报,2004,4(1):45-48.
 [14] 马文静.钻井事故灾难应急救援决策支持系统研究[D].西安:西安石油大学,2010:1-65.

(收稿日期 2019-02-25)

(编辑 王蕊)

科技创新 助力美丽中国建设