

应急管理体系数字化转型的技术框架和政策路径

张伟东¹, 高智杰², 王超贤¹

(1. 中国信息通信研究院政策与经济研究所, 北京 100191; 2. 北京理工大学中国工程科技前沿交叉战略研究中心, 北京 100081)

摘要: 伴随新一代信息技术创新步伐加快, 经济社会呈现数字化转型的重要新特征, 作为经济社会重要组成部分和国家治理能力集中体现的应急管理体系的数字化转型摆上日程。本文遵循技术产业变革的客观规律, 基于技术经济管理的理论范式, 力图刻画现代应急管理体系的典型特征, 构建应急管理体系数字化转型技术体系, 提出推动应急管理体系数字化转型的政策路径。研究表明, 当前数字化转型技术体系和技术能力日益完善, 应急管理体系数字化转型需求迫切, 面临构建涵盖技术、平台和管理 3 个层面的应急管理数字化转型技术体系, 并兼顾推动物理世界和社会系统、平台支撑和管理决策、技术创新和融合应用平衡发展的重要任务。为此建议, 在后续应急管理政策设计和“十四五”规划推进的过程中, 强化应急管理基础设施数字化升级, 夯实应急管理的数字化平台基础, 加强数字技术在应急管理实践中的融合应用, 推动应急管理体系数字化转型迈向更高发展水平。

关键词: 应急管理体系; 数字化转型; 技术体系; 融合应用

中图分类号: F424.3 **文献标识码:** A

Digital Transformation of Emergency Management System: Technical Framework and Policy Path

Zhang Weidong¹, Gao Zhijie², Wang Chaoxian¹

(1. Policy and Economics Research Institute, China Academy of Information and Communications Technology, Beijing 100191, China; 2. Center for Strategic Research on Frontier and Interdisciplinary Engineering Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: With the acceleration of the new generation of information technology innovation, the economy and society are showing important new features of digital transformation, and the digital transformation of the emergency management system, which is an important part of the economy and society and the concentrated expression of national governance capabilities, is on the agenda. This article follows the objective laws of technological industry transformation, based on the theoretical paradigm of technical and economic management, tries to portray the characteristics of modern emergency management systems, constructs a technical system and proposes a policy path to promote digital transformation of emergency management systems. Research shows that the current digital transformation technology system and technical capabilities are becoming more and more perfect, and the emergency management system needs digital transformation. It is facing the construction of an emergency management digital transformation

收稿日期: 2021-04-14; 修回日期: 2021-06-10

通讯作者: 高智杰, 北京理工大学高级工程师, 研究方向为数字化转型、科技创新发展战略咨询; E-mail: gzj@bit.edu.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“智慧应急发展战略研究(2035)”(2020-XY-03); 北京市科技计划项目(Z181100004118003)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

technology system covering the three levels of technology, platform and management. It is an important task to promote the balanced development of the physical world and social systems, platform support and management decision-making, technological innovation and integrated applications. To this end, it is recommended that in the process of subsequent emergency management policy design and the formulation of the “14th Five-Year Plan”, it is necessary to strengthen the digital upgrade of emergency management infrastructure, consolidate the foundation of the digital platform for emergency management, and strengthen the integrated application of digital technology in emergency management practices.

Keywords: emergency management system; digital transformation; technology system; integrated application

一、前言

当前，以新一代信息技术为代表的科技革命和产业变革进入成熟发展阶段，经济社会数字化转型的趋势日益明显；紧急突发事件的发生频率、传播速度、对经济社会和人民群众的影响与危害，也呈现不断扩大的趋势。技术变革加速演进和广大人民群众对安全稳定生活的更高诉求相互叠加，对加快应急管理技术创新，提升应急管理能力提出了更高的要求，但当前应急管理技术体系的发展还难以满足这一现实需要。充分利用数字技术工具，成为各国提升应急管理能力的共同选择，应急管理体系的数字化、网络化、智能化转型加速，应急管理数字化转型的技术体系建设和政策布局稳步开展。

应急管理的技术体系包含通用技术体系、专业技术体系两类：前者指通信、信息、装备等具有一般性的底层技术体系，数字技术在应急管理中的应用属于一种通用的技术体系；后者指和垂直行业相结合的特殊技术类型，如矿山、电力、地质、环境、交通等专业应急管理技术领域。作为一种通用技术，数字技术主要起到底层技术基础和为专业技术领域赋能的作用。近年来，数字技术发展趋势呈现明显的新特征，主要体现在新型网络部署进程加快、计算能力持续大幅提升、智能分析水平显著跃升、技术组合协同不断强化等方面；感知、传输、计算、分析等多种技术协同配合，解决现实问题的能力显著提升，应急管理体系快速发展的技术背景趋于深化。

当前，对于数字技术在应急管理体系中融合应用的研究主要体现在对某一具体数字技术的应用上，如考察大数据、人工智能（AI）、区块链等在应急管理领域中的具体应用，提高应急反应速度、应急资源配置效率、应急处置效果的举措等；而对应急管理体系数字化转型的综合性研究还不多，相

关体系性和框架性分析欠缺。为此，本文聚焦应急管理体系数字化转型的整体性、框架性研究，结合应急管理体系的行业特点，以数字技术与应急管理的融合应用为切入点展开论述。

二、应急管理体系数字化转型的概念及涵义

应急管理体系是由政府和其他各类社会组织构成、旨在应对突发事件的整合网络，包括法律法规、体制机构（公共部门和私人部门）、机制与规则、能力与技术、环境与文化 [1]。也可以认为，应急管理体系指应对突发公共事件时的组织、制度、行为、资源等相关应急要素及要素之间关系的总和 [2]。《中共中央关于坚持和完善中国特色社会主义制度、推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定》将我国应急管理体系建设的目标表述为：构建统一指挥、专常兼备、反应灵敏、上下联动的应急管理体制，优化国家应急管理能力体系建设。由此可见，应急管理体系是一个涵盖法律、制度、技术和文化的复杂系统。

应急管理体系数字化转型指以提升整个应急管理体系的质量和效率为目标，以互联网、大数据、AI等数字技术与应急管理体系融合为主要手段，推动应急管理体系变革和升级的过程。应急管理体系数字化转型主要包括三方面的转型：一是技术工具的转型，如互联网、大数据、AI等数字技术在应急管理体系中的运用及其围绕应急管理推动的产业化过程；二是管理决策机制的转型，由经验型、被动型、常规化的传统决策体系向由数字技术支撑的知识型、主动型、敏捷型决策体系转变；三是制度和文化的转型，推动垂直化、行政性、中心化的应急管理制度和文化的文化向数字技术支持的互联互通、协同共享方向进行适应性调整变革，构建网络化、专业化、现代化的应急管理体系。

三、应急管理体系的新特征要求数字化转型

近年来, 应急和突发事件受技术因素、自然环境变化的影响更加显著, 传导效应和溢出效应的叠加致使危害程度不断扩大; 新形势对应急管理体系提出新要求, 构建现代应急管理体系, 应将推动数字化转型作为关键手段。

(一) 融合性和整体性

整体性治理是应急管理的重要发展趋势 [3]。数字技术集成应用朝着网络化平台化趋势发展, 有助于打通垂直部门的行政壁垒和专业壁垒, 充分体现整体性治理的效能。在应急管理领域, 通过共享海量信息和数据, 发挥平台的数据分析优势, 开展突发紧急事件的描述、记录、分析和重组, 对事件进行整体性刻画, 为事件监测、预测、预警、应急处置等一体化治理提供了可行性。以大数据技术应对新型冠状病毒肺炎疫情为例, 大数据行程卡、健康码等数字技术应用, 就是以整合协同通信、医疗、交通、疾控等事件过程, 打破公共卫生碎片化的治理状态, 在整体性治理视角下, 形成以大数据为基础的疫情风险防范与应急处置一体化治理的新模式 [4,5]。数字技术体系的平台属性也使数据信息和资源共享成为可能, 从而不断衍生出应急管理模式创新, 更有效打破传统的垂直体系架构, 为构建融合型的应急管理一体化框架提供了有力支撑。

(二) 敏捷性和高效率

应急管理的时效性要求极高。过去, 对风险点和风险源以人为监测为核心, 以传统通信为主要信息沟通手段, 准确性和实时性不够, 难以做到实时反应, 导致应急信息反馈时滞期长, 应急效果不佳。如今, 基于深度嵌入的传感设备和边缘计算能力, 借助跨域直连的信息传递系统, 能够有效打通风险点与横向部门、纵向层级的信息壁垒和障碍, 基于数据的高效集成, 提升应急责任主体的响应速度和行动速度。通过对物理系统的精准描述与虚实联动, 建立数字孪生, 能够在线实时对物理系统的风险状况进行分析判断, 避免应急行动出现反复, 使应急行动举措一开始就保持在最优状态, 显著提高应急响应效率。

(三) 安全性和韧性

应急管理体系自身也可能受到不确定性冲击。应急管理体系的韧性特征主要强调应急管理体系的主动维持和提升调适能力, 以有效应对外部的冲击和破坏, 并在遭到破坏后具有自我修复能力 [6]。数字技术可以缩短信息传递链条并保证信息传递的准确性, 加强边缘处理和去中心化, 在保证系统整体性、可靠性方面具有独到优势。另外, 通过分布式、小规模、多样化等模式创新, 有助于增强应急管理体系遭受冲击后的恢复重建效率。

整体来看, 未来数字技术将成为支撑应急管理体系现代化的关键手段。在应急管理体系复杂性和不确定性更加突出的背景下, 加强数字技术能力建设, 构建数字技术支撑系统, 是现代应急管理体系建设无法绕开的根本问题。未来, 在传统突发事件从发生到采取应急措施的一般逻辑保持不变之外, 满足应急管理体系升级的各种新需求只有通过数字化转型才能实现。

四、应急管理体系数字化转型的技术体系框架

(一) 应急管理体系数字化转型的关键点

1. 应急管理体系数字化转型的重心在管理层面
应急管理体系数字化转型和工业、农业、服务业等产业的数字化转型不同, 其核心不仅是在生产经营等技术流程方面, 应该更强调管理层面的数字化转型; 具体来看, 应是与应急活动有关的预案计划、组织协调、过程控制等管理过程的数字化。从传统应急管理的角度看, 决策往往来源于过往经验, 但危机和突发事件几乎没有重复性 (每次都是全新的突发事件), 不断考验支持决策的知识系统。在风险社会中, 这种基于思维定式和行为惯性的知识系统作出的应急决策可能严重影响应急管理的实际效果。从实践来看, 高质量的应急管理决策仍然是国家应急事业的短板, 明显制约了应急资源的配置效率、应急处置的精度及效果。当前, 应急管理体系数字化转型的核心任务应着眼于提升事前应急风险的认知能力、应急预案的智慧化水平, 事中应急处置的效率水平和敏捷程度, 事后的重建恢复能力, 以及知识经验的总结能力。只有全面升级数字化、智慧化应急管理体系, 才能摒弃以往专家经验式判

断、管理者行政性决策可能存在的不足，实现基于数据凸显科学决策的过程。

2. 社会系统风险是应急管理体系数字化转型的重要领域

产业和行业的数字化转型一般聚焦在物理系统层面，通过生产制造、产品原料、物流供应等物理系统运行规律的数字化、智能化升级，优化生产经营决策，提升生产过程的效率和质量。而应急管理系统不仅需要应对自然灾害、重大森林火灾、工业事故、航空事故、环境紧急情况等物理系统方面的紧急突发状况，更要充分考虑公共卫生、公共安全事件等社会系统存在的风险点；有必要在物理系统的数字化转型基础上，加快构建和完善针对社会生活的数字化应急体系，形成功能完整、广泛覆盖的应急管理系统（见图1）。

3. 协同互联互通是应急管理体系数字化转型的基本准则

协同和互操作性是构建应急管理体系的重大挑战。从组织层面看，应对大规模的灾难性事件通常需要超出任何单个组织的资源和能力，导致应急管理参与者通常具有不同的组织背景；打破参与者的组织壁垒非常关键，相应组织层面的协同成为应急管理的重要方面。从信息和数据层面看，传统应急管理从风险点获得信息，交换数据的能力薄弱，“数据烟囱”成为风险社会下突发事件应急管理的严重阻碍；基于信息和数据具有异构、分散的特点，加强数据层面的协同和互操作对于构建高效同步的应急管理体系至关重要。面对应急管理决策数据、信息和知识的不足，数字平台建设、增强互操作性等

整体性解决方案是打通壁垒、实现协同和互联互通的必要举措。

（二）应急管理体系数字化转型的技术分层

1. 应急管理体系数字化转型涉及三大类技术

一是数字技术。主要指第五代移动通信技术（5G）、物联网、大数据、云计算、AI等信息通信技术，覆盖感知、传输、运算、建模等多个方面。例如，物联网技术的快速发展，对大幅提升风险性事件的认知能力具有重要意义。具备多种前端数据采集功能的感知设备可以广泛部署在物理世界，随着智能传感技术的不断成熟和技术产品价格的大幅下降，将进一步实现地质、洪涝、危化、矿山等自然灾害和安全生产领域的全域涵盖；依托于此，应急管理决策将获得更为精确的一手海量数据来源。物联网配合高可靠、低时延的传输网络以及智能分析手段，将全面支撑应急管理的事前预判、临灾预告、短临预警等数字化升级。

二是融合技术。主要指数字技术与应急技术的融合，分为与通用应急技术的融合、与专业应急技术的融合：前者指服务于应急管理的通信、探测、搜寻等通用技术（以应急通信技术为典型代表），后者包括支持各专业领域（如地质、洪水等）应急技术以及与相应救援技术的融合（如救援装备的智能化）。在数字技术与通用应急技术融合方面，以应急通信技术的数字化转型为典型。当前的应急通信手段较为单一，特别是数字化、智能化程度不高；推动应急通信网络的数字化转型，需要统筹考虑依托5G、Wi-Fi、光纤网络等商业通信网络设施，积

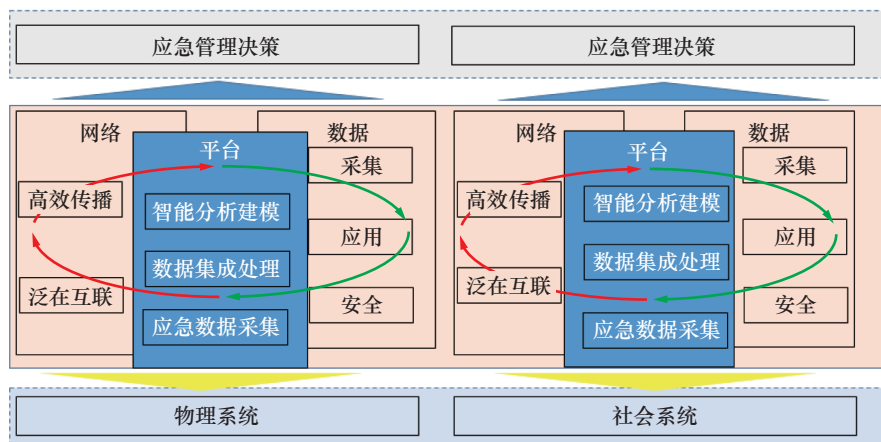


图1 应急管理体系数字化转型框架图

极升级应急通信设施,完善应急通信网络,构建全球覆盖、全程贯通的应急通信能力;还可考虑部署浮空器、高空长航时无人机等具备通信功能的综合性应急装备,增强区域应急通信的空天一体与韧性抗毁能力;这类综合性通信设施还可以进一步补充遥感知、高精地图等功能,使应急通信装置拓展应用于灾害监测、灾情识别、灾后评估、重建监测等场景。在数字技术与专业应急技术融合方面,以应急装备数字化为典型。救援人员的个人装备,有望集成可穿戴计算技术、各类数据采集技术和防护技术;未来穿戴数字化救援装备更可成为应急救援核心装备,兼具内外部感知、无线通信、数据传输、现场定位等功能。集成 AI 技术的消防机器人、挖掘装备、无人机等,将具有自学习、自适应、自提升能力,自主判断灾害级别并作出处置作战动作,执行单机或局部性的自动救援任务 [7]。

三是管理决策技术。主要指应急管理信息系统,通常以应急管理大数据平台等形式存在,发挥支撑应急管理决策的功能。数字化的平台技术聚焦数据挖掘分析与价值转化,形成应急管理决策的辅助功能,包括分析、描述、诊断、预测、指导、应用开发,可在一定程度上实现智能化自动决策。分析功能主要借助各类模型和算法的支持,推动前端采集到的海量繁杂数据信息背后规律显性化,为下一步诊断、预测、优化功能的实现提供支撑;常用的数据分析方法有统计学、大数据、AI 等。描述功能主要通过数据分析和对比,形成对当前突发事件的现状、存在问题等状态进行刻画,借助可视化的形式展示应急状态,支持迅速了解应急事件的类型和内容。诊断功能主要基于数据分析对灾况、灾备等现状进行评估,及时发现问题并提供解决建议;可在事故和风险发生的第一时间发布警报,提示救援人员采取科学合理的救援方案。预测功能是在数据分析的基础上预测事故和风险的未未来状态,在问题还未发生时提前介入;如根据气象数据预测地质灾害发生的概率,提前采取告警、应对和预防。指导功能指利用数据分析来发现并帮助改进物理环境和社会运行中存在的合理、低效率问题。

2. 数字化转型技术体系

应急管理体系数字化转型是一项复杂的系统工程,其技术体系涵盖总体技术、感知技术、边缘处理技术、平台技术、软件技术、标准技术、支撑

技术、融合应用技术等。处于核心地位的技术涉及物联网、区块链、云计算、大数据挖掘等类别,各类技术之间协同配合以构成高效技术体系尤为关键(见图 2)。

(三) 应急管理体系数字化转型的分层架构

在当前阶段,应急管理数字化转型的实施可以划分为边缘层、平台层、决策层 3 个主要层面。边缘层聚焦与现实物理世界和社会系统紧密联系的感知、采集、预警等技术系统及产品领域,关注对底层风险点的监控、识别、警报等需求;既是应急管理体系数字化的终端层面和门户,也是智慧应急实现其“智慧”的基本神经元要素 [8]。

平台层涵盖 3 个主要部分,构成了智能化管理决策的支撑系统。①基础设施即服务(IaaS)层,主要利用云计算技术,对采集的数据实施云化,构建可运算、可调用、结构化的云系统,为下一步分析打牢基础。②平台即服务(PaaS)层,主要将云化的数据进行结构化,形成可供进一步分析的数据库、模型库、知识库。③软件即服务(SaaS)层,主要在云和结构化数据的支撑下,形成通用领域和垂直领域的开发应用,构建可调用、可复用、可共用的应急管理数字化技术产品和服务,最终支撑应急管理体系作出科学决策。应急管理数字平台层是整个数字化应急管理体系的核心,关键要素是数据;通过数据接入、存储、共享、统计等手段,解决数据割裂、无法共享等问题,也为后期的数据分析与挖掘提供基础;基于内嵌的应急事件数据库、知识库、模型库,为应急决策提供数据管理、预警模型、规则建议等服务。

决策层指在边缘感知层、数据平台层基础上,建立直接进行决策应用的工具、系统和方案。应急管理者通过访问相关的应用终端即可了解经过处理加工的数据信息,比较分析不同的应急预案,采用可视化工具观察和指导前线的操作,实现跨部门联动、“一张图”调度、决策指挥分析、虚拟现实仿真等业务应用;通过外部风险点的高效智能感知、现场数据信息的准确传递与快速处理,最终作出可靠的决策反应和精准的部署指挥。决策层可视为应急管理体系的大脑中枢。

除了 3 个主要层面之外,还有 1 个贯穿整个应急管理数字化系统的安全层,用于保障设备、数据、

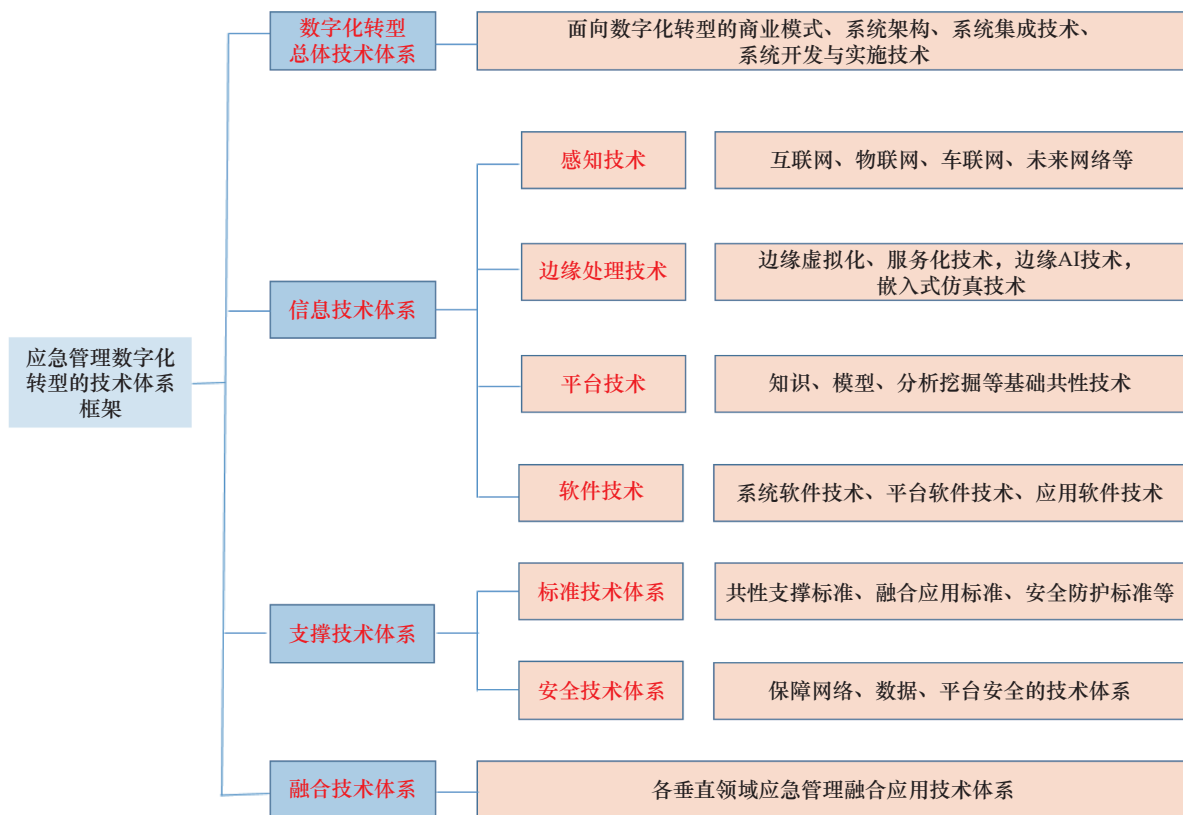


图 2 应急管理体系数字化转型的技术体系框架图

网络、平台、应用全域的安全可靠，服务应急管理体系的安全运行（见图 3）。

（四）应急管理体系数字化转型的水平架构

应急管理体系数字化转型的水平架构指构建围绕风险源、涵盖风险点、集成风险链的数字化应急管理的闭环体系。从水平的角度看，应急管理体系主要由信息流和决策流构成；数字化转型首先对信息流发挥重要作用，通过数字技术和手段，贯通应急管理信息采集与处理、加工与组织、分析与服务、评估与反馈整个流程，保证信息流准确流畅、信息利用高效智能、信息传递和执行完整高质量。大数据技术用于多元异构信息和数据的采集、清洗、交换、整合、结构化/程序化处理。智能技术一方面将历史的常态信息和数据进行归纳和整理，对过往的突发事件应急管理知识进行收集和匹配，形成案例库、知识库、策略库、模型库，进而形成面向垂直领域的应用范例；另一方面将突发应急信息和数据快速整合，通过平台分析系统输出实时性结果，增强应急分析与服务能力，更好支撑应急管

理决策 [9]。

在数字化背景下，应急管理决策的核心是将物理环境的信息数字化、分散的数据体系化、数据的价值最大化；信息流沿着“收集—处理—分析—监测—评估—预测—研判”方向流动，智能系统实现“数据—信息—知识—智能—智慧”升级，以有效预防、预警和处置应急事件，体现从传统以经验为主的决策方式向“智慧决策”的飞跃。决策流主要反映在应急管理决策后，充分落实决策信息安排，高效配置应急资源，有力开展救援处置，全面展开善后恢复（见图 4）；扑灭控制风险点和风险源，将有关信息和知识重新反馈给信息收集与处理系统，便于后续的结构化和模型化，增强系统自我学习能力，推动应急管理体系的常态化运行 [10]。

具体技术布局包括数据技术、平台技术、决策技术。在数据技术方面，涉及信息整合交换、消息服务、动态路由、流媒体、数据库。在平台技术方面，涉及决策支持服务、地理信息系统（GIS）服务、数据挖掘服务、信息安全服务、模拟仿真服务。在决策处置技术方面，主要指各领域的垂直技术。



图3 应急管理体系数字化转型的分层架构

注：IoT表示物联网。

五、典型案例：数字孪生视角下的应急管理体系建设

（一）应急管理数字孪生体系构建

数字孪生是以数字技术为关键支撑技术，融合多学科手段，对物理世界进行全方位、高同步、深度映射的技术过程；首先建立物理世界和数字世界的连接，形成物理世界和数字世界融合的虚拟模型，继而通过数据分析、交互反馈、决策优化等智能化手段实现物理实体运行的全息模拟映射。数字孪生技术和思想使人们对物理世界的认识和改造可优先在虚拟数字世界进行仿真模拟，能够更精确、更深入、更有效地控制、干预和创造物理世界。数字孪生技术最早应用于工业和制造业，典型应用场景是发动机设计、制造和维护，通过产品、产线和工艺的数字仿真与实时跟踪，大幅缩减了研发周期和生产成本。当前，数字孪生技术和思想已经向建筑、医疗、城市管理等领域渗透，如依托建筑信息模型（BIM）完成建筑物结构框架、土建施工、装配维护等，实现了建筑资源优化配置；正在朝着数字孪生乡村、数字孪生自然环境等全域方向演进。

构建现实物质世界和社会系统的数字孪生体系，是支撑未来应急管理数字化的重要基础。应急管理体系的质量明显依赖对物理世界和社会系统的

全面准确认知，尤其依赖对物理世界和社会系统运行中突发特殊情况的认知与识别能力。因此全面掌握物理世界和社会系统运行的风险点，是应急管理体系需要解决的关键问题。随着数字孪生技术的应用，与物理世界相映射的数字空间正在逐步构建；物理世界的运行越来越以可视化的方式呈现出来，现实世界运行的异常表现在数字孪生系统中将更为显著，有助于更准确识别相关异常现象。未来，基于整个物理世界的数字孪生体系，构建面向应急管理的数字孪生系统成为可能。物质世界和社会系统的数字孪生，不仅积累生成大量数据，如文档、图片、音频、视频、地理位置、社交网络，为应急管理提供丰富可用的人口、交通、气象、住房、消防、环保等信息，而且通过构建应急事件虚拟空间场景，为应急防控体系提供参考模型，为处突方案的研定、应急预案的演练、干预效果的评估提供了关键载体。

近年来，数字孪生技术在智慧城市中获得深度应用，各地着力推动的数字孪生城市建设为城市应急管理的数字化提供了有力支撑。数字孪生技术利用人们手中的智能手机、智能终端等传感器，生成城市居民的用户画像，全面填补社会系统中轨迹漏洞，及时呈现个体社会活动和行为方式，这就为建立基于数字孪生的应急管理体系新模式创造了条件 [11]。基于数字孪生技术可支持应急管理应用场

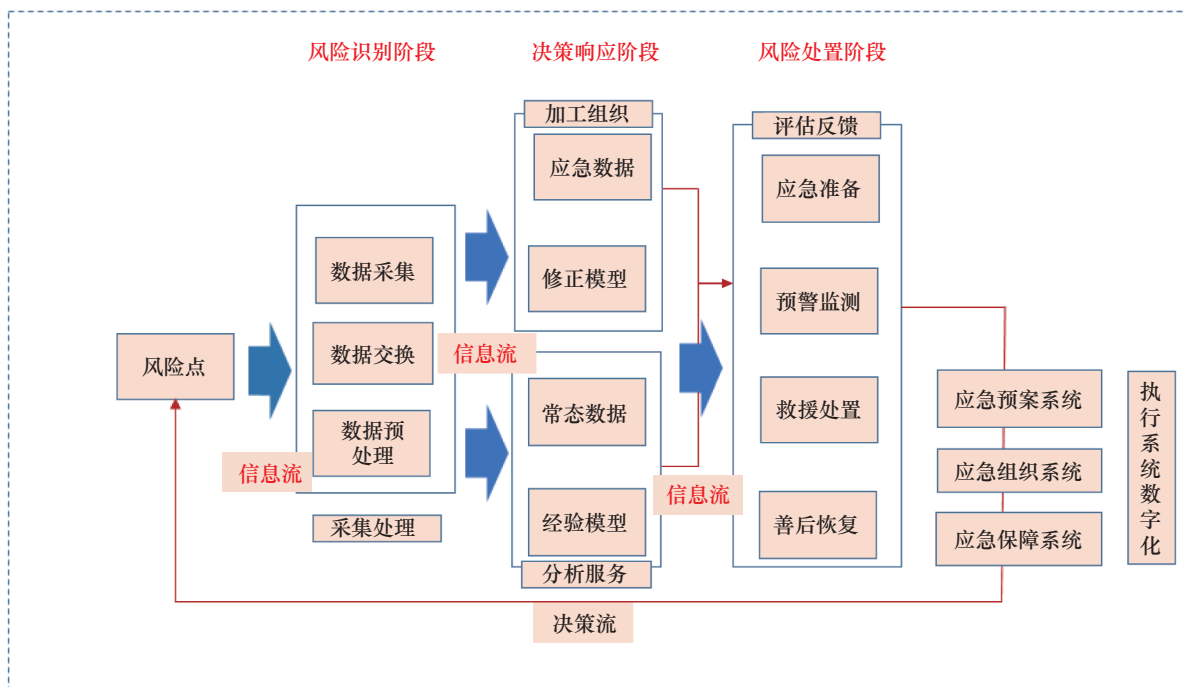


图4 应急管理体系数字化转型的水平架构

景的真实再现，通过接入各种传感信息，实现突发应急应用场景的实时动态监控；通过对海量公共安全数据进行整理、分析、挖掘、呈现，最终闭环作用于物理世界，促进城市应急管理的全面透彻感知、系统整体掌控、迅捷精确响应，使应急管理主体能够信息共享、互联互通并推动形成一体化的预警防控体系。

（二）基于数字孪生平台的应急仿真管理

究其本质，数字孪生平台是一个仿真系统。应急管理数字孪生系统构建完成后，不仅能够还原地质、旱涝、火灾等应急事故现场的环境，还可以针对每个潜在风险点构建相应的虚拟应急管理模型，在应急知识库的支持下，仿真模拟应急事件的多种可能性，推演应急风险演进的路径，研判不同条件下应急事件发展的不同走向并预判应急决策的效果，实现应急管理方案的最优选择。数字孪生平台通过可视化界面实时展示各种应急资源的位置、状态，基于位置数据和传感装置对可用应急资源库存进行查询，为突发事件的应急预案提供底层数据支持，为指挥调度和高效配置资源等应急管理决策提供保障。开展基于数字孪生平台的应急预案模拟演练，针对应急仿真中呈现的不同发展趋势，对

各部门的应急管理工作进行培训和演练，达到评估优化预案、训练相关人员的目的。

（三）基于数字孪生平台的应急预案管理

数字孪生平台是一个知识系统。在垂直行业中，数字孪生平台建立在不同的知识图谱基础之上，本质上是各种知识工程。应急管理数字孪生体系构建的过程也是应急事件和应急管理知识重构的过程，对梳理认识不同领域应急管理活动的本质，精准指导应急管理实践具有重要的意义。应急管理数字孪生平台不仅重构应急管理知识系统，也可进一步为应急管理知识系统提供功能性场景；在不同应用场景的基础上对应急事件进行建模，真实直观地反映应急事件的本体特征。在对事件本身进行建模的同时，也可对各种应对措施进行建模，输入不同数据和变量后在模型中生成应急预案数据库，是应急事件事前管理的重要组成部分。数字孪生平台作为反馈系统，可在事前管理的基础上对应急预案的执行进行科学评价。

（四）基于数字孪生平台的专业应急壁垒突破

数字孪生平台是一个融合系统。鉴于应急管理垂直行业解决方案壁垒较深、技术和知识差异

较大、应急管理体系整体效能的发挥受到制约，通用技术手段和专业技术工具融合应用成为推动应急管理高质量发展的重要方向。数字孪生技术和体系在解耦、提炼、封装专业应急知识技能等方面具有强大的能力，通过构建通用化的行业应用模型，为专业应急救援仿真、专业分析、方案优化、应急模拟等通用应急管理以及各行业精准规划、方案优化提供支持 [12]。

基于数字孪生技术的应急管理新模式，能够大幅提升对突发紧急事件复杂性、流动性、连续性的适应能力，显著优化管理体系的开放性、动态性，增强对技术工具多样化、复杂化的融合能力以及对应急事件的综合呈现能力。

六、对策建议

近年来，随着数字技术的快速发展以及应急管理工作要求的不断提高，充分运用数字技术，加快我国应急管理体系数字化转型的必要性显著提高。在此背景下，构建涵盖基础设施、平台体系、融合应用的应急管理体系数字化转型的政策推进框架具有重要意义（见图 5）。

（一）加快应急基础设施的数字化转型

2018 年中央经济工作会议提出，加快 5G 商用步伐，加强 AI、工业互联网、物联网等新型基础设施建设；加快新型基础设施建设成为重要的国家战

略。大范围、高质量地推动“新基建”发展，将为应急管理体系的数字化和现代化打下坚实基础。加快应急基础设施的数字化转型是推动整个应急管理体系转型的基础，在执行应急管理“十四五”规划的过程中，要充分考虑基础设施方面的政策内容，立足更精准、更有效的预防、监测和保障，更高水平地运用大数据、AI、云计算等数字技术；围绕安全生产、自然灾害、城市安全、现场救援等应用方向，全力打造具有深度感知、边缘计算和智能辅助等能力的智慧应急基础设施，实现全领域、全方位、全过程感知，全面提升应急管理能力 [13]。

（二）加快应急管理数字化平台建设

平台化发展是数字化转型的重要特征，是对构建全环节联接、全数据汇聚、全智能决策闭环的客观要求。应急管理数字平台建设可以承载地理信息数据、生物医学数据、疫情监测数据、大众舆情数据，并从规划、采集、处理、智能化使用等过程着手，开展全生命周期的评估、监督和指导等一系列管理活动，从而真正实现数据的价值转化。构建数字化平台，关键在于推出有利于充分发挥数据在应急管理体系中重要作用的系列政策，实现应急管理领域各类数据的开放共享；推出一系列鼓励技术创新、激发建设能动性的政策措施，前瞻开展应急管理平台的体验验证等政策举措，夯实应急管理融合应用的基础。

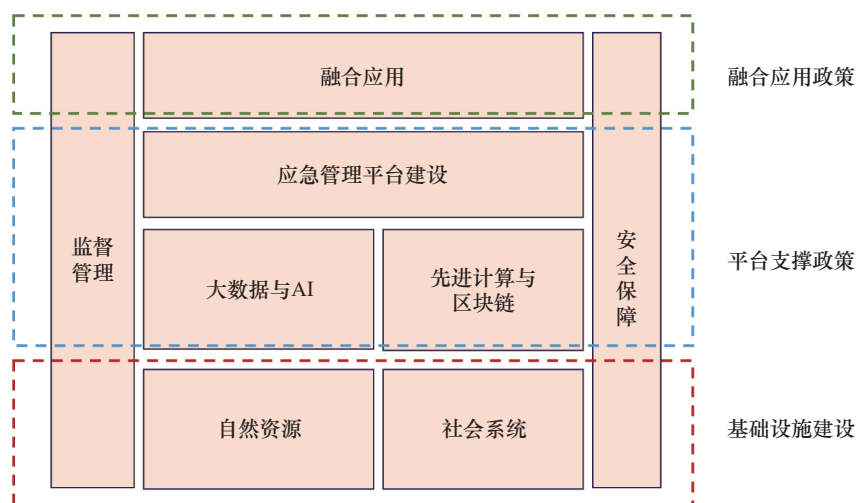


图 5 应急管理体系数字化转型的政策推进框架

(三) 加强数字技术和垂直领域应急管理的融合应用

融合应用是数字化转型的价值所在。通过政策支持和试点示范引导融合应用,启动一批应急管理数字化转型示范项目,推动地理信息系统、网络通信技术、云计算、大数据、物联网、AI等融合应用;加快技术融合成果的综合集成转化,强化应急管理装备技术支撑和关键技术研发,推出更加丰富的技术产品,提高应急管理的科学化、智能化、精细化水平。提升应急管理体系数字化转型的市场化服务水平,培育一批综合解决方案提供商。通过统计监测和贯标评估激励融合应用,对转型效果好的地方和部门最佳实践案例给予适当奖励,激发各类主体主动应用数字技术产品的内在动力。

参考文献

- [1] 薛澜. 中国应急管理系统的演变 [J]. 行政管理改革, 2010 (8): 22-24.
Xue L. The evolution of China's emergency management system [J]. Administrative Management Reform, 2010 (8): 22-24.
- [2] 高小平. 中国特色应急管理体系建设的成就和发展 [J]. 中国行政管理, 2008 (11): 18-24.
Gao X P. Achievements and development of the construction of emergency management system with Chinese characteristics [J]. Chinese Administration, 2008 (11): 18-24.
- [3] 竺乾威. 从新公共管理到整体性治理 [J]. 中国行政管理, 2008 (10): 52-58.
Zhu Q W. From new public management to holistic governance [J]. Chinese Public Administration, 2008 (10): 52-58.
- [4] 赵发珍, 赵官虎. 大数据环境下面向突发公共卫生事件的一体化治理研究 [J]. 电子政务, 2020 (5):34-44.
Zhao F Z, Zhao G H. Research on the integrated governance of public health emergencies under the big data environment [J]. E-Government, 2020 (5):34-44.
- [5] 肖子龙, 池雅琼, 刘峰. 新冠疫情下区块链技术在国家应急管理体系中的应用 [J/OL]. 社会科学研究网络电子期刊, (2020-03-23)[2021-03-05]. https://www.researchgate.net/publication/340159680_xinguanyiqingxiaokuailianjishuzaiguojiayingjiguanlitixizhongdeyingyong_The_Application_of_Blockchain_Technology_in_the_National_Emergency_Management_System_under_COVID-19. DOI: 10.2139/ssrn.3559361.
Xiao Z L, Chi Y Q, Liu F. The application of blockchain technology in the national emergency management system under COVID-19 [J/OL]. Social Science Research Network Electronic Journal, (2020-03-23)[2021-03-05]. https://www.researchgate.net/publication/340159680_xinguanyiqingxiaokuailianjishuzaiguojiayingjiguanlitixizhongdeyingyong_The_Application_of_Blockchain_Technology_in_the_National_Emergency_Management_System_under_COVID-19. DOI: 10.2139/ssrn.3559361.
- [6] 黄振威. 韧性治理: 推动应急管理现代化新方向 [N]. 学习时报, 2020-04-20 (A5).
Huang Z W. Resilience governance: Promoting the new direction of emergency management modernization [N]. Study Times, 2020-04-20 (A5).
- [7] 董炳艳, 张自强, 徐兰军, 等. 智能应急救援装备研究现状与发展趋势 [J]. 机械工程学报, 2020 (11): 13-37.
Dong B Y, Zhang Z Q, Xu L J, et al. Research status and development trend of intelligent emergency rescue equipment [J]. Journal of Mechanical Engineering, 2020 (11): 13-37.
- [8] 余晓晖, 刘默, 蒋昕昊, 等. 工业互联网体系架构2.0 [J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(12): 2983-2996.
Yu X H, Liu M, Jiang X H, et al. Industrial Internet architecture 2.0 [J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2019, 25(12): 2983-2996.
- [9] 何伟, 张伟东, 王超贤. 面向数字化转型的“互联网+”战略升级研究 [J]. 中国工程科学, 2020, 22(4):11-17.
He W, Zhang W D, Wang C X. Strategic updating of Internet Plus considering digital transformation [J]. Strategic Study of CAE, 2020, 22(4): 11-17.
- [10] 雷霆, 孙骞, 王孟轩. 基于5G的智慧应急指挥平台 [J]. 指挥与控制学报, 2020 (4): 319-323.
Lei T, Sun Q, Wang M X. The 5G-based smart emergency command platform [J]. Journal of Command and Control, 2020 (4): 319-323.
- [11] 中国信息通信研究院. 数字孪生城市白皮书 [R]. 北京: 中国信息通信研究院, 2019.
China Academy of Information and Communications Technology. White paper on digital twin cities [R]. Beijing: China Academy of Information and Communications Technology, 2019.
- [12] Tang Z H, Peng S R, Zhou X Y. Research on the construction of smart city emergency management system under digital twin technology: Taking the practice of new coronary pneumonia joint prevention and control as an example [J]. Social Sciences, Education and Humanities Research, 2020, 446: 146-151.
- [13] 彭凌, 许文浩, 苏耀墀, 等. “新基建”与智慧应急 [J]. 中国应急管理科学, 2020 (9): 40-48.
Peng L, Xu W H, Su Y C, et al. “New infrastructure” and smart emergency [J]. China Emergency Management Science, 2020 (9): 40-48.