

数字孪生在应急管理中的应用

曹雪松,徐淑珍,官静,康翠雯

(天讯瑞达通信技术有限公司研究总院,广东 广州 510623)

摘要:目前我国应急管理工作面临着严峻挑战,在突发事件应对处置和应急救援过程中,存在指挥中心及现场指挥部对灾害事故现场信息获取速度缓慢及不全,难以对事故灾难全貌做准确判断,导致应急处置各环节启动响应不及时的问题。数字孪生是一种对现场环境能够高度精确的仿真还原的数字模型技术,在应急管理工作中,这种技术可以通过对现场灾害的三维重建帮助提高应急处置及响应的效率和准确性,减少人员和物质损失。详细探讨数字孪生在应急管理中的应用,并分析其潜在的前景和挑战。

关键词:数字孪生;应急管理;三维建模

中图分类号:D035

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)48-0010-03

0 引言

随着社会的发展和科技的进步,应急管理工作面临着越来越复杂和严峻的挑战。而传统的应急管理方法已经无法满足现代社会的需求,特别是在突发事件应对处置和应急救援过程中,由于救援人员赶到灾害发生地点往往需要一定时间,存在指挥部对灾害事故现场信息获取速度缓慢及不全的问题,指挥员难以对事故灾难全貌做准确判断,从而无法保障应急处置各环节能够及时启动响应。数字孪生^[1]是智慧城市发展到一定程度产生的一种新兴的技术手段,在网络空间再造一个与之对应的“虚拟世界”,形成物理维度上的实体世界和信息维度上的数字世界共生共存、虚实交融,这种技术可以为应急管理工作提供全新的思路和解决方案。

1 数字孪生的概念和特点

数字孪生是一种通过对实体物体进行虚拟复制和模拟,创建精确的数字模型的技术。数字孪生具有高度精确的仿真和预测能力,可以实现对实体物体的实时监测、分析和优化。数字孪生的特点包括高度可视化、高度交互性和高度智能化^[2]。数字孪生按成熟度可分为六级模型精度:L0级,采用地表模型和建筑白模初步建模,基于GIS数据生产地形、地貌、路网、水系等;L1级,基于GIS数据、倾斜摄像、影像数据还原城市地形、建筑、城市道路,可较好还原城市区域形态;L2级,基于GIS数据、卫星影像、项目资料等,对城市地形、建筑结构原始纹理、交通设施、地表植被、水系等进行准确还原,真实程度较高;L3级,基于GIS、BIM、卫星影像、项目资料等对建筑结构细节、交通设施、水系、地表植被等进行精细还原,能够准确的反应物理世界的几何特性,精度达到厘米级;L4级,基于GIS、BIM、卫星影像、项目资料等对地形、建筑细节、交通设施、地表植被、水系进行超精细建模与细节还原,真实反应其光照及质感,精度达到毫米级;L5级,对城市建筑物、基础设施、

环境资源1:1还原,达到现实世界的质感与光效,可称为影视级的细节与渲染^[3]。

而应急管理对灾害事故场景的数字孪生建模,其目标就是要以数字化方式在网络空间再造一个与物理世界中的灾害事故现场相匹配、对应的孪生场景,目前采用L0-L3级别模型较为广泛。主要通过对物理实体、规则、边界、属性的数字化映射,结合历史数据、实时数据、空间数据以及算法模型等,实现各类突发事件从事前、事发、事中、事后等各环节的全过程、全要素、全方位、全周期的仿真、预测、交互和控制,并据此指导优化突发事件应对各项工作,辅助应急管理部门及时应对各类灾害事故,提升辅助指挥决策能力和救援实战能力,促进应急管理体系和能力现代化^[4]。

2 数字孪生在应急管理中的应用解决方案

2.1 灾害预警和预测

数字孪生在灾害预警方面可以利用高程数据和管网数据模拟地形地貌特征建立地表数字孪生模型,再利用实时数据采集和传输技术,及时获取地震、洪水、台风等自然灾害的相关数据,并将其与数字孪生模型进行实时连接,实时监测和预警可能发生的灾害。通过对数字孪生模型中的系统进行实时仿真和模拟,可以提前预测灾害的发生时间、地点以及规模等,并及时发出预警信息,帮助相关部门和民众做好防范和应对准备。数字孪生在灾害预测方面可以通过对历史灾害数据和实际系统的建模分析,预测未来可能发生的灾害并做出风险评估^[5]。通过数字孪生模型可以模拟不同的灾害情境,评估不同的防灾措施和应对策略的有效性,帮助决策者在灾害发生前做出科学的决策,提前采取相应的应对措施,减轻灾害带来的损失。城市灾害监测预警数字孪生如图1所示。

2.2 应急响应和指挥

数字孪生技术应用在应急响应和指挥中的应用可

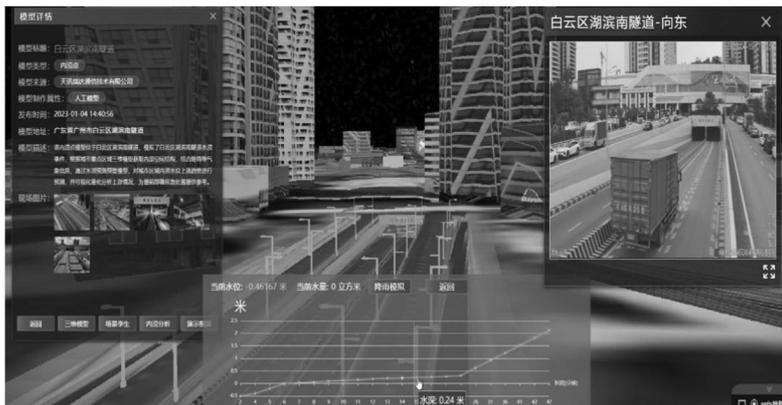


图1 城市灾害监测预警数字孪生

以提高灾害应对能力、减少损失,帮助指挥决策者做出科学、迅速的决策,有效地应对各类紧急情况。如在突发事件发生的紧急情况下可以通过数字孪生构建真实环境的虚拟模型用于模拟和演练各种紧急情况。应急响应人员通过该模型可以进行模拟演练,了解不同情况下的响应策略和决策,评估应急措施的有效性,并培训应急人员以提高应急响应能力。同时数字孪生技术可以在虚拟场景中通过传感器网络和数据采集设备,实时获取环境、设备和人员等各种数据,以提供准确的

状态信息和决策支持^[9]。例如,在火灾紧急情况下,数字孪生可以实时监测烟雾、温度、氧气含量等数据,提供实时警报和推荐最佳逃生路线。数字孪生还可以模拟和优化资源调度方案。例如,在地震灾害中,数字孪生可以模拟受灾地区的交通情况、人员分布、医疗资源等,通过智能算法进行优化分析,帮助指挥部门高效地调度救援力量和物资,合理分配资源,提高应急响应效率。应急响应和指挥全流程数字孪生如图2所示。



图2 应急响应和指挥全流程数字孪生

2.3 安全生产

通过数字孪生技术可以实现对安全生产领域的模拟、监测和预测,帮助提高安全性、降低事故风险,并及时采取措施保护人员和设备的安全。如针对危化品生产、储存企业建立工业生产园区的数字孪生模型可以实时监测设备运行状态并预测潜在的故障风险,这有助于及时采取措施以避免事故发生,提高厂区和设备的安全性,数字孪生还可以在矿山中模拟采矿设备的运行状态,并预测潜在的危險和事故风险。这帮助矿山运营商及时采取措施,确保矿工和设备的安全。数字孪生还可以模拟城市的基础设施,如桥梁、道路、管道等。通过对这些基础设施进行监测和预测,建立城市生命线的全生命周期体系,预防潜在的破坏和事故,并采取

相应的维修和保养措施。安全生产基础设施数字孪生如图3所示。



图3 安全生产基础设施数字孪生

2.4 演练和培训

数字孪生可以通过对不同应急场景的模拟和演

练,提供实战训练和指导。通过数字孪生可以模拟不同的灾害场景,培训应急人员的应变能力和决策能力,提高应急管理的整体水平。数字孪生技术可以创建虚拟现实环境,模拟各类应急情景,如火灾、地震、化学泄漏等。参与者通过虚拟现实技术可以实时感受到紧急情况下的应对压力,并在虚拟环境中进行反应和决策。这有助于提高应急响应的效率和准确性。在应急演练中通过数字孪生模型可以实时监测和分析参与者的行为和应急响应。基于模拟结果和分析数据可以识别出潜在的问题和改进空间,并通过模拟优化进行反复演练和改进。可以实现多人同时在虚拟环境中进行训练,并模拟实际应急情况下的协同工作,通过团队合作的演练可以提高团队成员之间的配合能力和沟通效率,有效应对复杂的应急情况。最后可以记录和分析每个参与者的应急表现,并提供实时反馈和评估报告。这有助于参与者了解自身的表现,并发现改进的地方,提高自身的应急能力。基于预案的应急演练和培训数字孪生如图4所示。



图4 基于预案的应急演练和培训数字孪生

3 数字孪生在应急管理中的前景和挑战

数字孪生是一种创新技术,但在应急管理工作中仍面临着一些重大挑战,制约该项技术对这个行业领域的支撑,主要包括以下5个方面。

3.1 数据精确性和准确性

数字孪生需要依赖大量的数据来构建模型,但数据的精确性和准确性是一个挑战。如果模型建立在不准确的数据上,可能导致模拟结果不真实或者对实际情况无效。因此在数字孪生中确保数据的质量和准确性非常关键。

3.2 数字孪生建模的及时性

突发事件往往发生非常突然,地点非常随机,救援机会转瞬即逝,数字孪生建模往往需要时间,很难满足事件处置的及时性要求,这会导致数字孪生技术在应急管理中的应用受限。

3.3 模型复杂性和维护

数字孪生模型的复杂性往往较高,需要投入大量时间和资源来构建和维护。模型的更新和维护也需要及时调整,以使其始终与现实情况保持一致。这对应急管理团队来说可能是一项挑战,需要投入相应的人力

和物力来维护模型的准确性和实用性。

3.4 技术和设备需求

数字孪生技术通常需要配备高性能的计算机、传感器和虚拟现实设备等,并且需要专业的技术人员进行维护和操作。这对于一些资源有限的应急管理机构可能是一个挑战,限制了其在数字孪生领域的应用和发展。

3.5 数据共享和隐私保护

数字孪生建模通常需要使用大量的数据来创建真实世界的模型。在应急管理工作中涉及的数据可能包含敏感信息和隐私内容,因此,需要妥善处理数据共享和隐私保护的问题,确保数据的安全性和机密性。

虽然数字孪生在应急管理工作中面临一些挑战,但随着技术的不断进步和经验的积累,这些挑战可以逐渐得以克服。应急管理单位需要充分了解和准备这些挑战,并积极寻求解决方案来推动数字孪生在应急管理领域的应用。

4 结语

数字孪生作为一种新兴的技术手段在应急管理工作中具有广泛的应用前景。它能提高应急响应的效率和准确性,减少人员和物质损失,并提升应急管理的整体水平。然而数字孪生的应用也面临着一些挑战,需要综合考虑技术、资源和法律等方面的因素,加强相关研究和合作,推动数字孪生在应急管理中的更广泛应用。

参考文献

- [1] 中国信息通信研究院,中国互联网协会,中国通信标准化协会.数字孪生城市白皮书(2022年)[R/OL].(2023-01-12)[2023-05-04].<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202301/P020230111662616392246.pdf>.
- [2] 陶飞,张辰源,戚庆林,等.数字孪生成熟度模型[J].计算机集成制造系统,2022(5):28.
- [3] 周苏旭,杨鹏.数字孪生技术在应急管理领域的应用探讨[J].电信快报,2023(7):30-33.
- [4] 李瑞昌,唐云.数字孪生体牵引应急管理过程整合:行进中的探索[J].中国行政管理,2022(10):30-38.
- [5] 王晰巍,王楠,阿雪.数智驱动的重大突发事件应急情报管理:新机遇、新挑战、新趋势[J].图书情报工作,2022,66(16):4-12.

作者简介:曹雪松(1979—),男,汉族,湖北武汉人,博士研究生,高级工程师,研究方向为应急管理、数字政府、视频监控等领域核心技术。

徐淑珍(1988—),女,汉族,江西抚州人,硕士研究生,工程师,研究方向为应急管理、数字政府等领域核心技术。

官静(1990—),女,汉族,四川宜宾人,本科,工程师,研究方向为应急管理、数字政府等领域核心技术。

康翠雯(1981—),女,汉族,广东广州人,本科,工程师,研究方向为应急管理领域核心技术。