

面向突发重大传染病事件的情景构建研究^{*}

沙勇忠 付磊

(兰州大学管理学院, 兰州 730000)

摘要: [目的/意义] “情景—应对”应急决策是应对非常规突发事件的基本模式。做好突发重大传染病情景构建对帮助政府进行科学准备和有效应对具有重要意义。因此, 本文拟在提取突发重大传染病事件情景要素的基础上, 选取关键变量构建突发重大传染病防治情景。[方法/过程] 通过搜集突发重大传染病防治案例, 采取扎根理论方法提取突发重大传染病事件情景要素, 利用事故树分析方法梳理关键情景要素之间的逻辑, 最终构建出突发重大传染病防治情景。[结果/结论] 研究提取出突发重大传染病事件情景要素, 选取部分应急活动作为关键变量构建出突发重大传染病防治的最好的和最坏的发展情景。

关键词: 突发重大传染病 情景要素 情景构建 应急管理

分类号: D63; R181.8

DOI: 10.31193/SSAP.J.ISSN.2096-6695.2022.03.03

0 引言

突发重大传染病事件是指某种传染病突然发生、在短时间内传染范围广泛并导致大量传染或死亡病例, 其发病率远远高于常年发病率的情况^[1]。不同于其他突发事件, 该类事件由传染病引发, 具有传染性强、致病原和疫情发展情况未知、影响范围广泛、破坏性强等特点, 对整个社会的应急管理提出了新的要求。新型冠状病毒肺炎(COVID-19)疫情(简称“新冠肺炎疫情”)就是一种典型的突发重大传染病事件。以新冠肺炎疫情为代表的突发重大传染病事件的暴发向我们显示了一个生物学和流行病学问题向社会、经济和政治等多领域问题转变的过程, 给应急管理和整个社会带来了巨大的治理挑战。在这种环境下, 预测突发重大传染病事件的可能变化能够帮助决策者利用更加真实有效的信息进行风险评估, 从而制定实施更具针对性的防控措施, 实现应急资源的有效配置。这也是公共管理和公共卫生领域所共同追求的重要目标。

^{*} 本文系国家自然科学基金青年基金项目“重大传染病疫情预测与政府干预措施评估研究——以新冠肺炎疫情为例”(项目编号: 72004086)研究成果之一。

[作者简介] 沙勇忠(ORCID: 0000-0002-2479-2335), 男, 教授, 博士, 研究方向为公共危机信息管理, Email: shayzh@lzu.edu.cn; 付磊(ORCID: 0000-0002-1832-0315), 男, 硕士研究生, 研究方向为公共危机信息管理, Email: ful19@lzu.edu.cn。

传统的“预测-应对”应急决策模式是通过突发事件的演变进行预测，并在不断整合更新信息源的基础上对突发事件的演变进行描述。虽然可以帮助应急管理人员通过事前预警及应急规划来减少非常规突发事件造成的损失^[2]，但是面对高度复杂的非常规突发事件，在缺少历史经验和知识的基础上，“预测-应对”的模式难以建立准确的模型并做出有效的决策。为了更好地解决这一问题，基于“情景-应对”的应急决策模式应运而生。

情景是一个包含很多重要要素的集合，并对未来可能出现的态势进行描述。“情景-应对”就是非常规突发事件暴发之后应急决策者通过突发事件当前和发展中的情景来动态地生成应急决策。与传统的“预测-应对”模式相比，“情景-应对”模式弥补了前者无法对非常规突发事件进行准确预测的缺陷，同时一定程度上减少了非常规突发事件应急决策中的不确定性，提高了响应速度^[3]。新冠肺炎疫情在全球范围的暴发再一次让学术界和实务界重拾“被遗忘的情景”，反思情景在突发重大传染病防控中的重要作用。突发重大传染病事件的情景构建，就是对突发重大传染病事件可能的发展路径和趋势进行分析与描述，以便在可能的后果出现之前为应急规划和准备措施提供信息。因此，尽早做好突发重大传染病风险的情景构建，以适应不确定环境下的风险挑战，对推动政府风险治理由事后反应向事前准备转变具有重要意义。

鉴于此，本文尝试对突发重大传染病事件情景进行构建。在搜集突发传染病事件防控案例的基础上，通过扎根理论的编码方法提取突发重大传染病事件的情景要素；借助事故树分析方法梳理出情景逻辑，以应急活动作为关键驱动要素开发出突发重大传染病事件发展的最好情景和最坏情景。系统呈现突发重大传染病事件的情景构建过程，不仅提示了情景研究方法在应急管理理论研究中的重要作用，还为实务界情景化应急管理预案的编制及应急演练的开展提供科学依据。

1 相关研究

情景构建最初是为军队开发的，并被一些大型公司进行了应用和调整。它能够系统地检查未来可能发生的、复杂且具有不确定性的级联后果。正是由于这一优势使得情景构建技术能够更好地应用到应急管理领域中，用以帮助决策者降低突发事件的复杂性和不确定性，以提高决策效率和加强应急准备工作。

国内应急管理领域的学者围绕情景构建技术进行了很多相关研究。其中刘铁民的一系列研究具有代表性。他通过将国内突发事件应急预案与国外突发事件应急预案的编制技术进行对比，提出了基于“情景-任务-能力”应急预案编制技术^[4]。针对突发事件情景构建的技术方法，刘铁民^[5]认为突发事件的情景构建大致可划分为三个阶段：资料的收集与分解，以事件为中心评估与收敛，突发事件的集成与描述。王永明^[6]在回顾情景构建沿革发展和剖析其概念的基础上，建立了情景构建的技术路线框架，具体包括情景分析-任务梳理-能力评估。王旭坪^[7]等基于“情景-应对”的应急管理思想，构建了非常规突发事件情景构建与推演体系。朱伟^[8]等将情景构建方法应用到城市重要基础设施灾害研究，总结了灾害情景构建点，建立了城市重要基础设施灾害的情景构建方法。盛勇^[9]提出一种基于情景构建技术的应急准备能力评估方法，通过情景构建来明确情景中的应急任务，并将这些任务所要求的能力和实际能力进行比较，以评估该类情

景的应急准备能力。国外研究中, Kappos^[10]等人基于脆弱性评估的混合方法, 进行地震风险的开发并通过情景构建的方式来揭示地震风险的性质。Dettinger^[11]等人构建了一个极端的冬季风暴场景, 用于加利福尼亚州的应急准备和规划演习。Manley^[12]等提出了一种基于大型复杂结构的建筑环境变化对乘客群体行为和整体疏散时间的影响模型, 构建不同的情景进行模拟研究。

从上述研究可以发现, 现有研究主要集中在自然灾害、气候变化、危化品、城市交通规划、基础设施保护等情景上, 对突发重大传染病的关注较少。沈文琪^[13]等在研究中通过情景推演的方法对我国埃博拉疫情未来的发展进行了预测, 并基于“情景-应对”的应急决策模式制定了相应的防控策略。陈东^[14]等通过构建疫情扩散至低危人群和疫情有效控制两种情景, 在两种情景下对艾滋病疫情传播峰值点进行了预测。

新冠肺炎疫情暴发之后, 学术界对突发传染病疫情情景构建的研究激增。Ivanov^[15]通过建模仿真的方法分析了三种暴发情景可能对全球供应链造成的潜在影响。Karatayev^[16]等通过建模的方式描述了局部封锁和全球封锁对于疫情传播的可能后果。Iwata^[17]则规划了45种不同的情景, 以研究不同情景下感染人数和恢复人数。Van Genugten^[18]等为了解大流行流感的潜在影响, 制定了包含各种干预措施和关键模型参数的四种情景, 通过模型得出不同情景下大流行流感的潜在影响。美国疾病预防控制中心制定了五个COVID-19大流行情景, 来帮助美国政府推进公共卫生准备和规划, 并帮助数学建模人员为决策提供信息。从病毒传播性、疾病严重程度、症状发作前发生的传播百分比、无症状感染的百分比、无症状个体相对于有症状个体的传染性高低五个关键因素, 作出不同的参数规定构建出COVID-19大流行的五种情景。除此之外, 还有学者研究了新冠疫情暴发后公众债务^[19]、经济变化^[20]、应急物资^[21]等不同情景下的可能后果。

突发重大传染病事件作为突发事件的一种, 其情景构建是突发事件情景构建技术在细分领域上的应用, 同时需充分考虑到突发重大传染病事件的特性, 如相较于其他突发事件, 干预措施的及时性和有效性对于事态发展方向及后果的影响更大。从相关研究来看, 虽然学术界开展了很多突发事件情景构建的相关研究, 但针对突发重大传染病事件这一细分领域的情景构建研究相对较少, 已有的研究更多的是通过定量建模的方法, 研究不同情景下突发重大传染病的发展和后果。这些不同情景往往是直接给定, 缺乏对该类事件情景构建过程本身的关注。本文对突发重大传染病事件进行情景构建时, 采取刘铁民所提出的突发事件情景构建技术路线, 同时参考王永明关于情景构建过程中对不同情景变量进行描述的准则。以期对突发重大传染病事件情景构建过程进行较为完整的呈现, 一定程度上弥补学术界对突发重大传染病事件情景构建工作关注较少的不足。

2 突发重大传染病防控情景要素提取

基于“情景-应对”的应急决策之所以成为应急管理研究中的重要模式, 是因为相似性较高的突发事件情景具有很强的外部迁移性。这种相似性来源于这些突发事件之间包含着共同的情景要素^[22]。通过掌握已发生突发重大传染病之间共同的情景要素, 应急管理可以推断新发重大传染病事件的基本特征。本文通过扎根理论的三级编码方法对突发重大传染病事件情景中的要素

进行提取,以形成对突发重大传染病事件情景的基本认识,并为后续的情景构建研究提供基础。相关研究表明扎根理论方法可以很好地应用于风险灾害危机研究^[23-24]。

2.1 案例搜集

突发重大传染病防控案例主要来自世界卫生组织(WHO)的官方网站,包含21世纪以来暴发的H1N1流感和新冠肺炎疫情这两种突发重大传染病的工作周报(Weekly Operational Update)、每周流行病学报告(Weekly Epidemiological Update)、情况更新(Situation Report)、相关指导文件以及部分国家和地区应对突发重大传染病事件的相关案例。通过扎根理论的编码方式所提取的突发重大传染病事件情景要素是突发重大传染病事件情景的基本组成单元,这些情景要素能够反映突发重大传染病事件的基本特征。因为情景具有很强的外部迁移性,所以这些情景要素可应用于中国背景下的突发重大传染病事件防控实践。

通过对搜集到的所有资料进行筛选,选取其中的20份文本资料进行扎根理论的编码研究,并利用剩余的5份文本资料进行理论饱和度检验,用以保证没有重要概念遗漏。同时,整个编码过程由相关领域的两名研究人员同时进行,并由一人进行最终整理分析,以提高研究的信度。

2.2 开放性编码

开放性编码是编码过程的第一阶段,即研究者仔细分析研究资料,发现概念的过程。首先对搜集得到的原始资料进行分析,在剔除重复和不具备实际意义资料的基础上,对搜集到的资料进行开放性编码。情景要素的提取是情景构建的前提条件,情景的功能并不是简单地确定未来事件,而是要强调推动未来朝不同方向发展的关键驱动要素。当某些情景发生后,决策者需要识别出存在的关键要素。为了不遗漏情景要素,对于较难确定范畴的概念,则直接将其定义为范畴。通过上述方法,开放性编码共得到228个概念,并形成了119个范畴。如表1所示。

表1 开放式编码结果(节选)

序号	范畴	概念
A1	公共沟通	a1 打击谣言; a2 大众媒体传播; a3 电视广播采访; a4 动员社会参与相关措施; a5 发放宣传材料; a6 风险沟通活动; a7 公众咨询; a8 呼吁全球合作; a9 积极宣传避免恐慌和污名化; a10 记者; a11 进行社区动员; a12 开通心理健康热线; a13 利用论坛教育公众; a14 旅游建议; a15 社交媒体; a16 为记者举办简报会和培训; a17 向公众发布公告; a18 信息沟通; a19 谣言; a20 疫情警报; a21 政府鼓励公众采取防御措施; a22 政府警告
A2	人口脆弱性	a23 地理位置; a24 年龄差异; a25 贫富差异; a26 危险人群; a27 心理因素; a28 性别差异
A3	封锁	a29 边境检查; a30 出境筛查; a31 从入境口附近的医疗机构发出的警报; a32 关闭边境; a33 关闭大型集会; a34 关闭公共场所; a35 关闭教育机构; a36 关闭市场; a37 关闭私人场所; a38 关闭学校; a39 关闭政府; a40 禁止聚集; a41 邻近边境社区监测警报; a42 入境筛查; a43 限制餐厅和酒吧时间; a44 夜间宵禁; a45 在陆路口岸对与旅行有关的案件发出警报
A4	医疗设备	a46 防护服; a47 防护面具; a48 房间通风系统; a49 护目镜; a50 基本医院设备; a51 救护车; a52 临床护理产品; a53 手套; a54 一次性使用设备; a55 医疗用品; a56 医用耗材
A5	卫生工作者	a57 公共卫生专业人员; a58 培训临床医生; a59 培训卫生保健工作者; a60 培训卫生工作者; a61 社区卫生工作者; a62 卫生保健工作者; a63 卫生队伍管理; a64 卫生工作者工资; a65 卫生人员心理状况; a66 招聘分配卫生工作人员

续表

序号	范畴	概念
A6	检测	a67 检测地点; a68 检测的可获得性和应用; a69 检测中心; a70 建立检疫区; a71 紧急检测预防行动; a72 快速识别检测; a73 早期识别
A7	医院床位	a74 床位容量; a75 临时医院; a76 危重医院; a77 医院网络; a78 重症监护床位; a79 主要医院
A8	移动限制	a80 保持距离; a81 隔离; a82 旅行限制; a83 确定隔离地点; a84 行动管制

注: 如需了解“表 1 开放式编码结果 (完整版)”, 请联系本文作者。

2.3 主轴编码

开放性编码得到的概念往往是相互独立的, 需要将这些概念整合到一个具有核心范畴的总体框架中, 这一过程被称作主轴编码。在开放编码过程中对数据进行分解后, 在主轴编码过程中以一种新的方式将它们连接在一起, 即在一个类别及其子类别之间建立链接。本文在开放性编码的基础上, 通过分析和归纳得到 25 个主范畴, 见表 2。

表 2 主轴编码结果

主范畴	范畴
B1 人身安全	死亡
B2 社会心理问题	心理健康; 污名化; 恐慌; 儿童心理健康; 耻辱感
B3 社会严重后果	社会抗议; 社会经济混乱; 劳动力缺勤; 基于性别的暴力增加; 冲突、战争、政治不稳定; 暴力增加
B4 多系统合作	与民间社会团体合作; 多部门协调
B5 风险沟通	发布指南; 公共沟通
B6 公共卫生措施	重症监护; 治疗; 疫苗接种; 疫苗部署; 洗手; 实验室检测; 临床护理; 接触者追踪活动; 检测; 病例监测; 病例管理; 戴口罩; 护理
B7 国际合作	国际协调与合作
B8 技术应用	应用程序; 信息实时发布技术; 数字工具; 利用 GPS 进行检测追踪; 技术支持; 公共卫生监测系统
B9 培训活动	培训卫生工作者; 培训流行病学家; 培训检测人员
B10 其他活动	远程教学
B11 社会措施	移动限制; 封锁
B12 社区参与	社区参与活动; 社会支持; 人口行动
B13 实验研究	疫苗临床试验; 疫苗开发; 药物临床试验; 实验室建设; 流行病学研究
B14 响应行动	突发事件管理; 社会心理支持活动; 能力评估; 经济恢复行动; 建立快速反应小组; 加强社会保护措施; 风险评估; 不断调整防控措施; 制定准备和应对计划; 政府制定战略; 立法; 检测策略; 措施合法性

续表

主范畴	范畴
B15 信息共享活动	与 WHO 共享信息；信息实时发布；信息共享；向专业部门报告信息；
B16 应急主体	政府；卫生工作者；卫生保健机构；决策者；家庭；护理工作者；过境点主管；公共卫生官员；非政府组织；非营利组织；病毒学家
B17 资源配置	医院床位；医疗设备（总）；药品；通讯基础设施；实验检测设备；供应链；个人防护设备（总）；隔离设备；组织捐款
B18 传播活动	宗教集会；社区传播；社会活动病例增加；监狱疫情；过境点；工厂疫情；易感场所
B19 技术因素	治疗能力；诊断能力；预防能力；信息技术问题；检测能力；监测能力；隔离能力
B20 人为因素	人口脆弱性
B21 社会环境	卫生状况
B22 文化环境	宗教信仰；价值观念
B23 政治环境	内部行政；卫生系统；应急制度；政治实体；政治体制；政治稳定；恐怖活动
B24 致灾物质	流行病学特征；临床特点；病毒学特征
B25 自然环境	自然灾害；地理位置；地理环境；边境相邻国家

2.4 选择性编码

选择性编码是数据分析的最后阶段。选择性编码的目标是将在主轴编码中发展、阐述和相互关联的不同类别整合成一个内聚理论。为了达到这一目标，主轴编码的结果将被进一步阐述、集成和验证。本文选择性编码结果确定了三个核心范畴：致灾情景、承灾情景、救灾情景（见表3）。通过对这三种类型的情景要素进行组合，可以还原出突发重大传染病事件，即致灾物质（病原体）受到传播活动（集会等）的影响扩散发展的过程，在这一过程中事件发展受到多种环境因素（政治、自然、文化、社会等）的影响，进而导致传染病事件向不同方向发展。突发重大传染病事件的恶化将对个人、社会心理、政治、经济造成更大的破坏。而各应急主体所采取的一系列必要应急措施则会引导突发重大传染病事件向好的方向发展。

表3 选择性编码结果

核心范畴	主范畴
致灾情景	政治环境；文化环境；自然环境；致灾物质；技术因素；人为因素；社会环境；传播活动
承灾情景	人身安全；社会严重后果；社会心理问题
救灾情景	应急主体；国际合作；技术应用；培训活动；多系统合作；实验研究；信息共享活动；社会措施；风险沟通；资源配置；公共卫生措施；响应行动；社会参与；其他活动

2.5 突发重大传染病情景要素表达

通过对重大传染病事件防控案例的扎根理论应用, 最终得到更详尽的致灾情景要素、承灾情景要素、救灾情景要素 (见图 1)。这三种类型情景要素是构成突发重大传染病事件的基本单元, 同时很好地契合了公共安全三角形理论模型^[25]。通过对这些情景要素及其细分的情景要素的选择组合, 就可以对突发重大传染病事件进行重构, 形成一系列突发重大传染病的发生及防控情景。

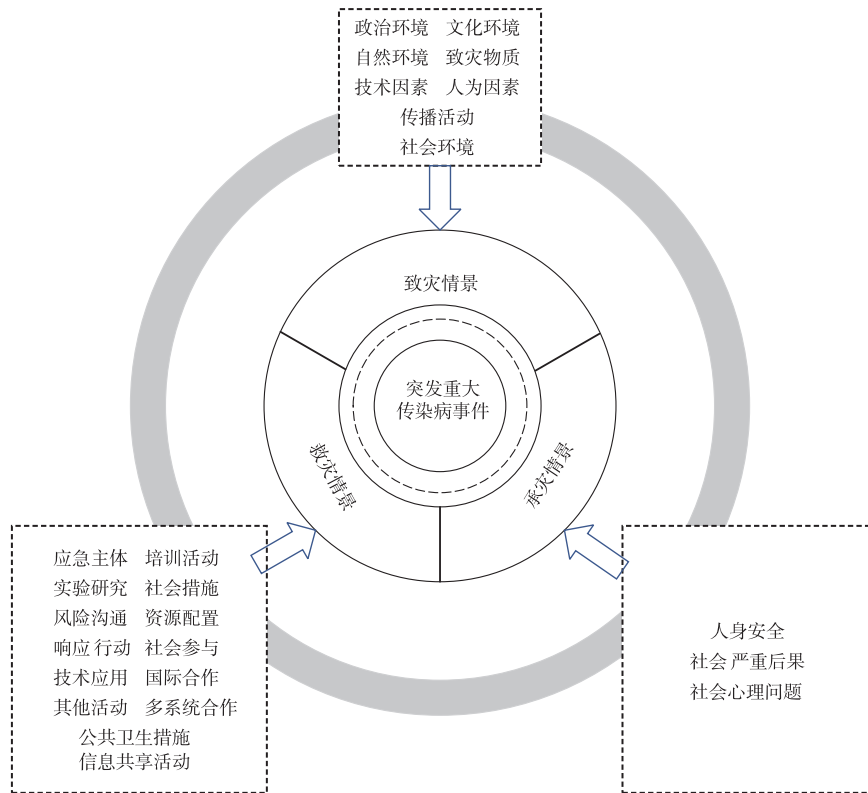


图 1 突发重大传染病事件情景要素构成

首先, 致灾情景对应的是公共安全三角形模型中的“突发事件”边, 指突发事件孕育、发生、发展到成灾的发展过程。突发重大传染病的致灾情景要素描述的是突发重大传染病事件发生、传播并造成严重后果的背景环境以及多种因素耦合作用下重大传染病事件不断演化的过程, 主要包括政治环境、文化环境、自然环境、社会环境、致灾物质、技术因素、人为因素、传播活动等情景要素。

突发重大传染病致灾物质的流行病学特征、临床特点等是影响突发重大传染病事件可控性和后果严重性的决定因素。流行病学特征指的是传染病在自然和社会因素的影响下, 在流行过程中所表现出的特征, 包括传染源、传播途径、致死率、 R_0 (基本传染数)、易感人群等。临床特点包括潜伏期、发病表现、愈后效果、是否需住院治疗等特征。

某国家或地区在发生突发重大传染病事件之前的背景环境特征同样会影响突发重大传染病事

件的发生、传播速度、后果严重性。这些背景环境包括政治环境、文化环境、自然环境、社会经济环境等。政治环境包括该国家地区的政治体制、政治稳定、内部行政、应急制度等要素，这些要素将直接影响突发重大传染病防控的反应速度、防控效果等。如政治体制可能会对资源调配、协调防控等活动造成影响。同样，政治是否稳定将直接决定疫情防控政策是否连续、反应速度是否及时等。自然环境包括地理位置、地理环境、边境相邻国家、自然灾害等要素。以新冠肺炎疫情为例，有关研究显示温度与发病率、死亡率、恢复病例和活跃病例之间存在统计学上的显著相关性，纬度上也发现了相同的趋势。文化环境包含宗教信仰、价值观念等。如崇尚宗教信仰的国家和地区意味着有更多的宗教场所和集会，为传染病的传播提供了条件；强调自由的个人价值观为封锁等传染病防控措施的施行增加了难度。社会经济环境则包括人口脆弱性（如贫富差距、性别差异、年龄差异）、卫生状况等。

除了关注致灾物质本身和环境影响，传播活动是直接造成传染病传播的主要原因，如宗教集会、社区传播、社会活动、监狱疫情、过境点传播、工厂疫情等。

其次，承灾情景对应的是公共安全三角形模型中的“承灾载体”边，指突发事件的作用对象。突发重大传染病事件的承灾情景要素描述的是传染病事件发生后的灾害结果，包括威胁人身安全、造成社会严重后果和社会心理问题等，直接表现为人员死亡、经济损失和社会稳定。突发重大传染病事件的发生所造成最为直接的后果就是人员死亡。伴随着人员的死亡和防控措施的施行，会造成劳动力的短缺，经济运行迟滞，社会抗议、暴力、冲突等事件发生的数量逐步增加，导致社会经济混乱。同时，疫情的肆虐也会引发严重的社会心理问题，如耻辱感、恐慌等，其中儿童的心理问题更应得到关注。

最后，救灾情景对应的是公共安全三角形模型中的“应急管理”边，指预防或减少突发事件影响后果的干预措施。突发重大传染病事件的救灾情景要素描述的是重大传染病事件发生后的应急防控情况，主要由应急主体、国际合作、技术应用、培训活动、多系统合作、实验研究、信息共享活动、社会措施、风险沟通、资源配置、公共卫生措施、制定战略计划、响应行动、社会参与等要素构成。突发重大传染病事件的应急主体要素是指参与传染病防控的部门、人员及其他救灾力量，如政府部门、卫生保健机构、卫生工作者、非政府组织、非营利组织、病毒学家等。突发重大传染病事件作为一种重大突发公共卫生事件，往往是一个极度复杂的系统性问题，要求应急力量在疫情防控中进行跨系统合作（表现为多部门的协调和与民间社会团体的合作）甚至进行国际合作，同时强调社会参与，如获取社会支持，进行社区防控等。

突发重大传染病事件防控不同于其他突发事件的处置，实验研究至关重要，包括流行病学研究、药物临床试验、疫苗开发、疫苗临床试验等。实验研究可以帮助防控人员了解致灾因子的特点，制定合理有效的防控措施，有效遏制传染病的传播。同时，通过实验研究筛选传染病治疗的特效药，开发疫苗，降低传染病致死率，构筑群体免疫屏障，减少人员伤亡和财产损失。突发重大传染病事件防控需要应急物资的科学配置，以解决感染者的救治、死者的安葬防疫，生产及生活秩序的恢复、灾区人员损失的减少等。

突发重大传染病事件暴发需要政府快速响应，制定一系列响应活动，如应急计划制定、快速反应小组组建、突发事件管理、社会心理支持活动开展、应急能力评估、经济恢复行动、社会保

护措施加强、风险评估、防控措施不断调整等。突发重大传染病事件的防控措施主要由两个方面构成：一是社会管制措施，如移动限制、封控管控等；二是公共卫生措施，如治疗、重症监护、接触者追踪活动、疫苗部署与接种、洗手等。除了上述响应活动和防控措施之外，风险沟通和信息共享对疫情防控也至关重要^[26]。

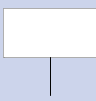
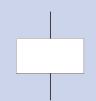
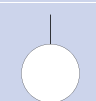
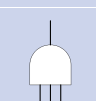
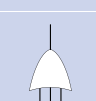
3 突发重大传染病防控情景逻辑

情景构建需要识别关键驱动因素之间的互动关系。在情景构建的过程中，并非所有情景都具备价值。决策者无法穷尽所有驱动因素来构建特定的防控情景。因此，综合上文对突发重大传染病事件防控情景要素的提取和描述，通过事故树分析（FTA）方法对突发重大传染病事件发生发展的机制进行逻辑推理，找出导致突发重大传染病事件发生发展的原因组合，从而将这些原因作为情景中的关键驱动因素以进行突发重大传染病的情景构建。

3.1 事故树简介

事故树分析方法是一种用来预测系统可靠性的工具，其功能是通过描述系统中子系统和部件之间的逻辑关系实现的，该方法通常用于区分和评估导致系统故障的原因。如今，事故树分析作为一种风险分析技术被广泛应用在突发公共卫生应急管理中^[27-28]。事故树通常由一系列事件和逻辑门组成。事件主要包括顶事件（Top Event）、中间事件（Middle Event）、基本事件（Basic Event）、未展开事件、触发事件等，本文主要使用顶事件、中间事件和基本事件。顶事件是系统最不希望发生的事件；中间事件是顶事件的原因，并且存在下级事件的故障原因；基本事件是主要故障事件和顶事件或中间事件的原因，并且不再拥有任何下级事件的故障原因。逻辑门主要有与、或、异或、非、优先与等，本文主要使用前两种逻辑门。与门表示只有在所有输入事件发生时才发生输出事件，或门表示至少发生一个输入事件时发生输出事件。

表 4 事故树分析法常用的符合及含义

名称	符号	含义
顶事件		系统中最不希望发生的事件
中间事件		存在下级事件的故障原因或现象
基本事件		不再拥有任何下级事件的原因
与门		所有子事件必须都发生，父事件才会发生
或门		任一子事件发生，父事件就会发生

3.2 基于事故树的突发重大传染病防控情景逻辑

基于事故树分析方法开发出突发重大传染病防控事故树，如图2和表5所示。结果表明造成死亡人数上升的原因是感染人数的增加和疾病康复率的下降，死亡人数与感染人数成正相关，与康复率成负相关。

康复率受到药物、医疗物资保障和医疗救援的影响。当康复率下降时，可能是因为没有高效的治疗药物，病人没有得到充足的医疗物资保障，医疗救援也不够及时。造成医疗保障不充足的原因包括两个部分：一是药品、器械等医疗资源不充足；二是医护人员等卫生工作者不充足。造成药品、器械等医疗资源不充足的原因有二：一是未启动应急资源；二是在应急资源不充足的情况下未组织应急资源的募集。造成卫生工作者不充足的原因是未向上级部门报告以进行调配。

感染人数受到传染率的影响，传染率的高低则与确诊病人是否进行统一管理、是否对疫区进行管控、不可控感染人数的多少、间接传播是否得到控制、民众防范意识高低、是否进行疫苗接种、公众配合程度等直接相关。不可控感染者多少受到三方面原因的影响：一是是否对疾病流行区域的人员进行预防性控制；二是感染者隔离速度的快慢；三是对疑似或确诊人员控制强度的高低。隔离速度同时受到社区排查效率和现场处置水平的影响。间接传染能否得到控制受到三个原因的影响：是否对确诊者行动轨迹进行调查，是否对受污染的场所线路进行消毒，是否对传染物进行隔离。公众防范意识高低则与是否进行疾病知识宣传普及相关。公众配合程度受到公众恐慌程度的影响，而公众恐慌程度则受到生活物资供应水平、疫情信息发布速度、疫苗接种比率的影响。

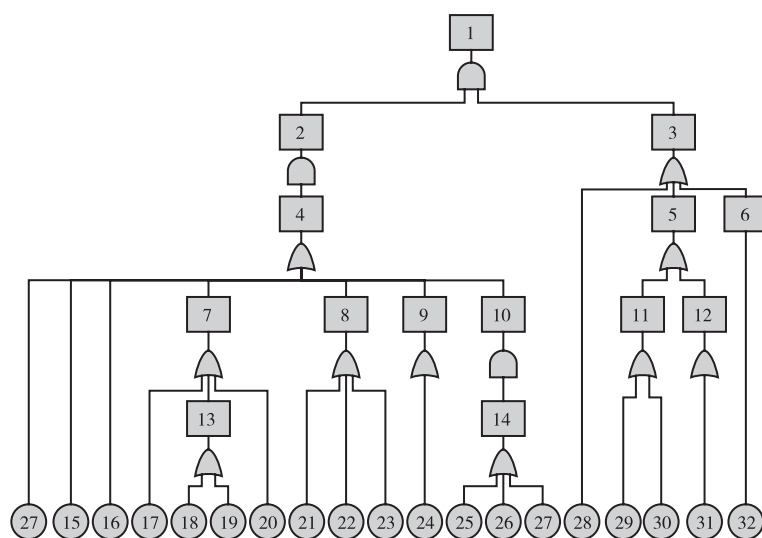


图2 突发重大传染病事件防控事故树

表 5 突发重大传染病事件防控事故树节点表

序号	节点名称	序号	节点名称
1	死亡人数上升	17	未对流行区域的人员进行预防性控制
2	感染人数上升	18	未进行社区排查
3	康复率下降	19	现场处置水平较低
4	传染率上升	20	疑似或确诊人员的控制强度较低
5	医疗保障不充足	21	未对确诊者进行行动轨迹调查
6	无高效治疗药物	22	未对受污染的场所线路进行消毒
7	不可控感染者数量增多	23	传染物未隔离
8	间接传播未得到控制	24	未进行疾病知识宣传普及
9	民众防范意识较低	25	生活物资未得到充足的供应
10	公众配合程度低	26	疫情信息发布不及时
11	药品医疗器械等不充足	27	未组织大规模疫苗接种
12	医护人员不充足	28	医疗救援不及时
13	感染者隔离慢	29	未启动应急资源
14	公民恐慌程度高	30	未组织应急资源的募集
15	未对病人进行统一管理	31	未向上级部门报告
16	未对疫区进行管控	32	未开展科学研究

4 突发重大传染病防控情景构建

情景通常至少实现两个关键功能。一是分析和探索的功能，因为它们有助于系统地讨论当前的状况和潜在的未来发展趋势。二是规范性的功能，它允许讨论未来中理想或不理想的发展模式^[29]。鉴于不可能确切地知道未来突发事件会如何发展，一个好的决策不论在一个或多个未来的情景中都能发挥较好的作用。为了找到稳健的策略，情景应以复数形式创建。

本文尝试构建突发重大传染病事件防控的探索性情景，提取突发重大传染病事件的情景要素，梳理突发重大传染病事件防控的情景逻辑，开发突发重大传染病事件防控的最好与最坏情景。

4.1 情景主体信息

定义情景范围是情景构建的重要前提。情景范围具体包括地理区域、人口、经济状况、时间范围等。突发重大传病情景范围的设定需要应急管理者和实际情况进行选择。本文选择以某西部城市 A 区作为情景范围，选择的原因如下：一是 A 区所在的城市具有明显的西部城市特征，如经济水平、人口数量、地形地貌等，对研究西部地区的传染病防控具有意义。二是第一轮新冠

肺炎疫情暴发之后，疫情呈现零星散发和局部暴发的状态。新冠肺炎疫情常态化防控以来，严格遵循属地管理原则，坚持精准处置常态化。三是将情景范围设定在研究者所熟悉的区域将很大程度上提高数据收集的便利性。

情景主体信息如下：

地理环境：A区隶属于西部某城市，紧邻其他省份。地貌总特征属黄土高原西部丘陵沟壑区，北部为黄土山梁、台地区，南部和西部为河川谷地区。地势西北高，东南低，区海拔高度为1580~2462米。属北温带大陆性干旱气候。

行政区划与人口：A区下辖4个街道办事处，4镇，22个社区、34个村，常住人口14.23万。

经济现状：2020年，A区生产总值100亿元，三次产业结构比为5.95：52.41：41.64^[30]，工业发展比较突出。

交通状况：A区已经形成了三个层次的公路网络。国、省干线组成的干线公路。县、乡道组成的支线公路，通达程度较高、覆盖范围较广的“通村”公路网络，目前乡镇、村基本全部实现通达通畅。

4.2 初始情景

自新冠肺炎疫情常态化管理以来，我国制定了严格的出入境管理规定，试图控制或限制疾病传播，国民疫苗接种率已经达到78%（截至2021年9月18日）^[31]。国内第一轮疫情已经过去，目前疫情呈现零星散发和局部暴发的状态。

A区在第一轮疫情中，总体病例较少，感染病例数量未出现爆发式的增长。随着第一轮疫情的过去，A区已经有500多天未出现病例，疫情防控措施逐渐放宽（开放学校、商场、餐厅等），社会经济运行进入常态化阶段。2021年10月下旬，天气转冷，最低温度在4~5度左右，最高温度在16~19度左右。A区某旅游团体一行6人自某边境省份某景点旅游乘坐火车回来几日之后，有媒体报导省外出现感染病例也曾到该景点旅游，A区该行6人是其密接群体。A区政府迅速对这6人进行了检测，并转至集中隔离点隔离观察，初检和复检结果均显示为阳性，由负压救护车转运至定点医院隔离救治，后全部确诊。据媒体报道的行程轨迹来看，这一行6人在返回A区后，在商场、写字楼、理发店、餐馆、菜市场、医院、诊所均有较长时间的停留，其中有1人是小学生，就读于区内某小学。

4.3 突发重大传染病事件的情景描述

突发重大传染病事件受到应急活动效果的影响会朝多个方向发展和演进，本文尝试规划两个情景即最好的情景和最坏的情景，来展示突发重大传染病事件情景的演化路径。

如图3所示，致灾要素描述的是突发重大传染病事件发生发展或促使其发展的要素，具体包括S1：社会死亡人数上升；S2：社会死亡人数下降；S3：社会感染人数上升；S4：社会感染人数下降；S5：传染率上升；S6：传染率下降；S7：康复率下降；S8：康复率上升。

应急活动描述的是突发重大传染病事件防控过程中应急决策主体为了应对事件进一步发展所采取的一系列措施，具体包括M1：对病人进行统一管理；M2：对疫区进行管控；M3：对流行区域的人员进行预防性控制；M4：进行社区排查；M5：高水平现场处置；M6：高强度控制疑似或确诊人员；M7：对确诊者进行行动轨迹调查；M8：对受污染的场所线路进行消毒；M9：隔离传

染物; M10: 宣传普及疾病知识; M11: 生活物资供应; M12: 疫情信息及时发布; M13: 组织大规模疫苗接种; M14: 及时的医疗救援; M15: 启动应急资源; M16: 组织应急资源募集; M17: 向上级部门报告; M18: 开展科学研究。

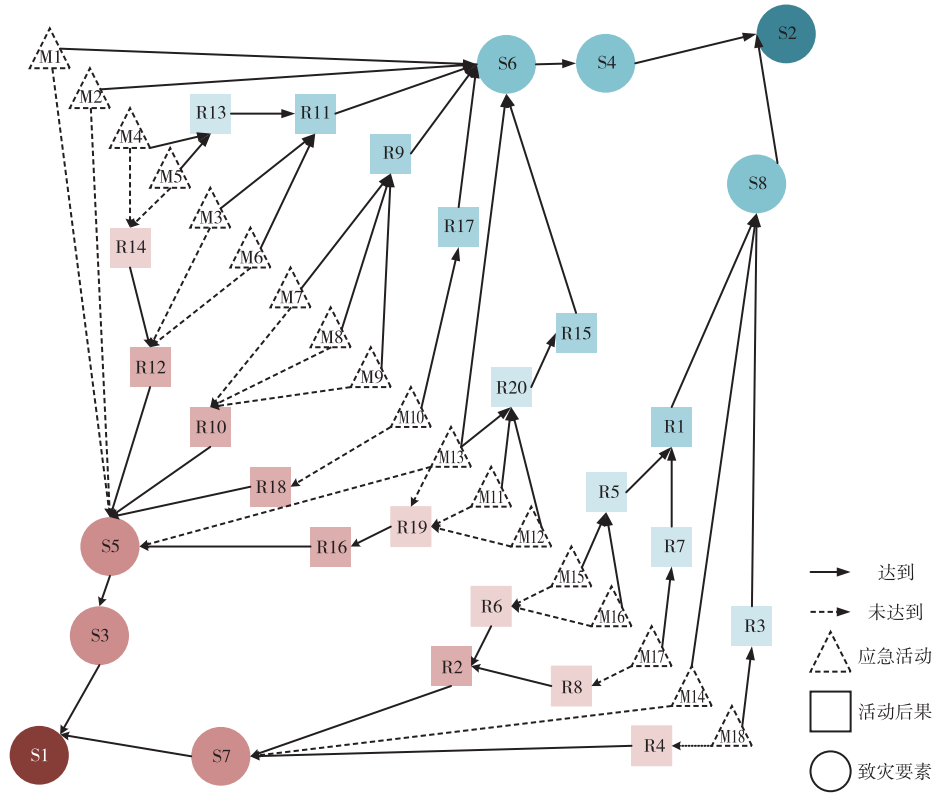


图 3 突发重大传染病事件最好和最坏情景

活动后果描述的是突发重大传染病事件防控中采取应急活动之后所发生的事件后果, 具体包括 R1: 医疗保障充足; R2: 医疗保障不充足; R3: 找到高效治疗药物; R4: 未找到高效治疗药物; R5: 药品、医疗器械等充足; R6: 药品、医疗器械等不充足; R7: 医护人员充足; R8: 医护人员不充足; R9: 间接传播得到控制; R10: 间接传播未得到控制; R11: 可控人数增多; R12: 可控人数减少; R13: 隔离速度提高; R14: 隔离速度下降; R15: 公众配合程度提高; R16: 公众配合程度降低; R17: 公众防范意识上升; R18: 公众防范意识下降; R19: 公众恐慌程度提高; R20: 公众恐慌程度降低。

突发重大传染病事件最好发展情景: 在初始情景下, 应急活动 (M) 实行并达到效果 (R) 之后, 突发重大传染病事件致灾要素 (S) 向最好的情况发展。即传染率得到控制, 康复率进一步上升, 社会总体感染人数和死亡人数进一步下降, 社会正常生产生活秩序得到恢复, 突发重大传染病事件得到很好地解决。

突发重大传染病事件最坏发展情景: 在初始情景下, 应急活动 (M) 未实行或未达到效果 (R) 时, 突发重大传染病事件致灾要素 (S) 向最坏的情况发展, 即传染病未得到控制, 康复率

下降, 社会总体感染人数和死亡人数进一步增加, 突发重大传染病事件失控, 衍生出各种其他问题, 经济进一步恶化, 政治社会秩序混乱。

5 结语

本研究以 A 区为例, 选取突发重大传染病中的关键应急活动作为驱动要素, 构建出突发重大传染病防控最好和最坏发展情景, 旨在帮助决策者在突发重大疫情防控中抓住关键驱动要素, 以更好地采取现实行动并设计出合理的干预措施。相反, 忽视这些要素, 不仅不能使传染病影响下的世界回归正常, 反而还会造成更消极的负面影响。同时, 相较于研究不同情景下突发重大传染病的发展和后果, 本文更加关注突发重大传染病情景构建本身, 通过扎根理论提取突发重大传染病的情景要素, 在把握突发重大传染病事件的整体特征上, 再选取不同的关键驱动要素进行突发重大传染病情景的构建。以应急活动作为关键驱动要素进行情景构建为示例, 推动对突发重大传染病事件的情景研究。

本研究在一定程度上弥补了对突发公共卫生事件情景关注较少的问题, 但仍存在诸多不足, 未来需要在以下几个方面进一步进行研究。

(1) 虽然通过扎根理论的编码方法得到了突发重大传染病的基本要素, 但由于突发重大传染病病原体的内在特性及其所处的生态系统的高度复杂性, 这些要素并非一成不变, 后续研究需要进一步进行补充。

(2) 利用事故树分析方法梳理了突发重大传染病事件情景的基本逻辑, 并在此基础上选取关键要素构建了城市区级层面的突发重大传染病事件的最好和最坏情景。未来研究可以考虑构建省级、国家级或是更细粒度的突发传染病防控情景。同时, 在选取关键驱动要素进行情景构建时, 对应急活动除救灾情景要素之外的其他类型要素予以更多关注。

(3) 构建出突发重大传染病防控情景后, 未来研究过程中可进一步进行情景仿真推演, 通过定量分析来考察情景中关键驱动要素的作用。

【参考文献】

[1] 朱静洁, 吴大华. 突发重大传染病疫情防控中个人数据公开披露的困境及其破解——以新冠病毒肺炎疫情防控为例 [J]. 电子知识产权, 2021 (4): 78-90.

[2] Pang J, Liu L, Li S. A comparative study between “prediction-response” and “scenario-response” in unconventional emergency decision-making management [C]. 2011 Fourth International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization, 2011: 649-652.

[3] 王宁, 仲秋雁. 非常规突发事件演化与推演方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2016.

[4] 刘铁民. 应急准备任务设置与应急响应能力建设——基于情景-任务-能力应急预案编制技术研究之二 [J]. 中国安全生产科学技术, 2012, 8 (10): 5-13.

[5] 刘铁民. 重大突发事件情景规划与构建研究 [J]. 中国应急管理, 2012 (4): 18-23.

[6] 王永明. 重大突发事件情景构建理论框架与技术路线 [J]. 中国应急管理, 2015 (8): 53-57.

[7] 王旭坪, 杨相英, 樊双蛟, 等. 非常规突发事件情景构建与推演方法体系研究 [J]. 电子科技大学学报

沙勇忠, 付磊. 面向突发重大传染病事件的情景构建研究 [J]. 文献与数据学报, 2022, 4 (3): 023-038.

(社科版), 2013, 15 (1): 22-27.

[8] 朱伟, 王晶晶, 杨玲. 城市重要基础设施灾害情景构建方法与应急能力评价研究 [J]. 管理评论, 2016, 28 (8): 59-65.

[9] 盛勇. 基于情景构建技术的应急准备能力评估方法 [J]. 中国安全生产科学技术, 2017, 13 (10): 43-47.

[10] Kappos A, Stylianidis K, Pitilakis K. Development of seismic risk scenarios based on a hybrid method of vulnerability assessment [J]. Natural Hazards, 1998, 17(2): 177-192.

[11] Dettinger M D, Ralph F M, Hughes M, et al. Design and quantification of an extreme winter storm scenario for emergency preparedness and planning exercises in california [J]. Natural Hazards, 2012, 60(3): 1085-1111.

[12] Manley M, Kim Y S. Exitus:Agent-based evacuation simulation for individuals with disabilities in a densely populated sports arena [J]. International Journal of Intelligent Information Technologies (IJIIT), 2012, 8(2): 1-13.

[13] 沈文琪, 胡建利, 谭兆营. 基于“情景-应对”决策范式构建我国埃博拉出血热应急防控策略 [J]. 江苏预防医学, 2016, 27 (1): 109-111.

[14] 陈东, 刘剑, 刘德海. 我国艾滋病疫情发展趋势预测和防控措施分析 [J]. 中国公共卫生管理, 2013, 29 (1): 3-7.

[15] Ivanov D. Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains:a simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (covid-19/sars-cov-2) case [J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2020, 136: 101922.

[16] Karatayev V A, Anand M, Bauch C T. Local lockdowns outperform global lockdown on the far side of the covid-19 epidemic curve [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2020, 117(39): 24575-24580.

[17] Iwata K, Miyakoshi C. A simulation on potential secondary spread of novel coronavirus in an exported country using a stochastic epidemic seir model [J]. Journal of clinical medicine, 2020, 9(4): 944.

[18] Van Genugten M L, Heijnen M-L A, Jager J C. Pandemic influenza and healthcare demand in the netherlands:scenario analysis [J]. Emerging Infectious Diseases, 2003, 9(5): 531.

[19] Török L D. The impact of a coronavirus epidemic on china's public debt ratio growth [J]. Műszaki és Menedzsment Tudományi Közlemények, 2020, 5(3): 151-159.

[20] Holtemöller O. Integrated assessment of epidemic and economic dynamics [R]. IWH Discussion Papers, 2020.

[21] Govindan K, Mina H, Alavi B. A decision support system for demand management in healthcare supply chains considering the epidemic outbreaks:A case study of coronavirus disease 2019(covid-19) [J].Transportation Research Part E:Logistics and Transportation Review, 2020, 138: 101967.

[22] 姜卉, 侯建盛. 基于情景重建的非常规突发事件应急处置方案的快速生成方法研究 [J].中国应急管理, 2012 (1): 14-20.

[23] 张海波. 专栏导语: 风险灾害危机研究的概念体系 [J]. 风险灾害危机研究, 2017 (1): 1-9.

[24] 杨峰, 姚乐野. 危险化学品事故情报资源的情景要素提取研究 [J]. 情报学报, 2019, 38 (6): 586-594.

[25] 范维澄, 刘奕, 翁文国. 公共安全科技的“三角形”框架与“4+1”方法学 [J]. 科技导报, 2009, 27 (6): 3.

[26] 牛春华, 江志欣. 重大公共安全事件防控的风险沟通: 整合框架与可能路径 [J]. 兰州大学学报 (社会科学版), 2020, 48 (2): 25-37.

[27] 孙毅华, 郝艳华, 吴群红, 等. 风险分析方法在突发公共卫生应急管理中的应用 [J]. 中国卫生资源, 2013, 16 (1): 12-14.

[28] Liu Y, Fan Z P, Yuan Y, et al. A FTA-based method for risk decision-making in emergency response [J]. Computers & Operations Research, 2014, 42: 49-57.

[29] Birkmann J, Cutter S L, Rothman D S, et al. Scenarios for vulnerability: opportunities and constraints in the context of climate change and disaster risk [J]. Climatic Change, 2015, 133(1): 53-68.

[30] 甘肃省统计局 (国家统计局甘肃调查总队). 甘肃发展年鉴: 2021 [M/OL]. 北京: 中国统计出版社, 2021 [2022-7-28]. http://tjj.gansu.gov.cn/tjj/c117468/info_disp.shtml.

[31] 新华社. 我国新冠病毒疫苗接种覆盖人数达11亿, 超10亿人完成全程接种 [EB/OL]. (2021-09-19) [2022-7-28]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-09/19/content_5638418.htm.

Scenario Construction toward Major Epidemic Outbreak

Sha Yongzhong Fu Lei

(School of Management, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: [**Purpose/significance**] The “scenario-response” emergency decision-making paradigm is the basic paradigm for responding to unconventional emergencies. It is of great significance to do well in the scenario construction of major epidemic outbreak to help the government make scientific preparations and respond effectively. Therefore, this paper intends to select key variables to construct the prevention and control scenarios of major epidemic outbreak on the basis of extracting the scenario elements. [**Method/process**] This paper collects the prevention and control cases of major infectious diseases, adopts the grounded theory to extract the scenario elements of major epidemic outbreak, uses the fault tree analysis method to sort out the logic among key scenario elements, and finally constructs the scenario of major epidemic outbreak. [**Result/conclusion**] The study extracts the scenario elements of major epidemic outbreak, and selects some emergency activities as key variables to construct the best and worst development scenarios for the prevention and control of major epidemic outbreak.

Keywords: Major epidemic outbreak; Scenario element; Scenario construction; Emergency Management

(本文责编: 孔青青)