

T/CASME

中国中小商业企业协会团体标准

T/CASME XXX—2023

突发公共卫生事件应急物资调度模型构建 与评估指南

Guidelines for the construction and evaluation of public health emergency
materials dispatch model

（征求意见稿）

2023 – XX – XX 发布

2023 – XX – XX 实施

中国中小商业企业协会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 构建原则 1

 4.1 因地制宜 1

 4.2 经济实用 1

 4.3 统筹实用 1

5 应急物资调度模型构建 2

 5.1 构建流程 2

 5.2 建立应急物资需求模型 2

 5.3 建立数据收集系统和物流网络模型 2

 5.4 建立调度模型 2

 5.5 选择算法 3

 5.6 模型求解和优化 3

6 模型评估和优化 3

 6.1 评估因素 3

 6.2 评估指标 3

 6.3 评估方法 3

 6.4 模型优化 5

附录 A（资料性） 应急物流网络重构演化模型构建方法 6

 A.1 构建流程 6

 A.2 拓扑结构分析 6

 A.3 演化规律分析 6

 A.4 动态模拟 6

 A.5 优化设计 6

参考文献 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由应急管理部大数据中心提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：应急管理部大数据中心、北京大学人民医院、江苏富深协通科技股份有限公司、北京工业大学、成都维诺斯标准化技术咨询有限公司。

本文件主要起草人：赵宏生、赵祎铭、魏永锋、江海燕、翟璐璐、宋明、杨一凡、梁佟辉、母良睿。

引 言

由于突发公共卫生事件的不可预测性和突发性，在紧急情况下，物资的供应面临着供应链中断、运输困难、交通拥堵和资源配置效率低下等问题，使得应急物资的及时供应变得更加复杂，传统的组织和协调机制往往难以满足实际应急需求。

在此背景下，应急物资调度模型构建成为应急物流系统中至关重要的环节，旨在通过对应急物资供应链的协调和调配，提高应急物资的响应速度和供应效率。

突发公共卫生事件应急物资调度模型构建与评估指南

1 范围

本文件提供了突发公共卫生事件应急物资调度模型的构建原则、应急物资调度模型构建、模型评估和优化方面的指南。

本文件适用于突发公共卫生事件应急物资调度模型的构建与评估。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

突发公共卫生事件 public health emergency

突然发生，造成或者可能造成社会公众健康严重损害的重大传染病疫情、群体性不明原因疾病、重大食物和职业中毒以及其他严重影响公众健康的事件。

注：涵盖突然发生，造成社会公众健康严重损害的重大事件。如：新冠肺炎疫情、鼠疫、霍乱、食物中毒等。

[来源：GB/T 42458—2023，3.4]

3.2

应急物资调度模型 emergency material dispatching model

在突发公共卫生事件等紧急情况下，通过合理规划和优化运输路线、应急物资分配等方式，实现快速响应、高效配送的物流管理模式。

3.3

应急物流网络 emergency logistics network

为响应突发事件、减少灾害损失、保障群众生命安全和基本生活建立的物流体系，通过物流信息共享和资源协同，协调各方力量，实现应急物资的调配。

4 构建原则

4.1 因地制宜

根据地理环境、地域特点以及可能面临的主要公共卫生事件和安全风险类型等实际情况，有针对性地调配满足该区域突发公共卫生事件救助的需要。

4.2 经济实用

优先选用经济适用的应急物资进行调配，符合实用、通用、耐用、易于操作、便于维修保养等要求。

4.3 统筹实用

以满足实际需要为基础，严格预算管理，避免重复建设，科学确定各类应急物资调度方式，确保突发公共卫生事件发生后，能及时满足受灾群众和突发事件紧急处置需求。

5 应急物资调度模型构建

5.1 构建流程

应急物资调度模型构建包括建立应急物资需求模型、建立数据收集系统和物流网络模型、建立调度模型、选择算法、模型求解和优化5个步骤，可根据实际情况和需求特性的不同，具体设计不同的模型。应急物资调度模型构建流程见图1。

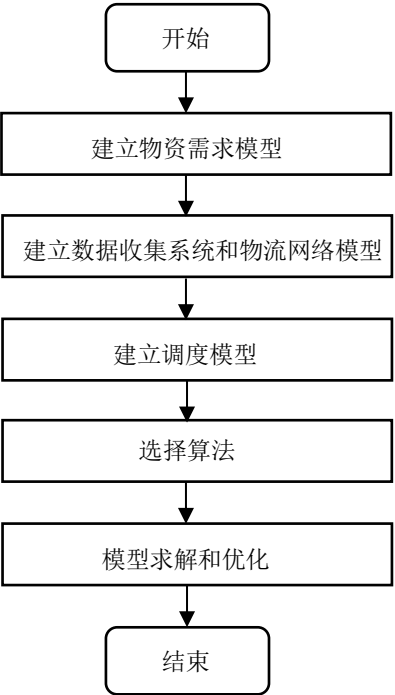


图1 应急物资调度模型构建流程图

5.2 建立应急物资需求模型

确定应急物资需求点和需求量，根据需求特性建立需求模型，包括应急物资种类、重要级别、需求时间、目的地等。

5.3 建立数据收集系统和物流网络模型

5.3.1 建立数据收集系统，包括应急物流数据采集、整合、处理和存储等；确定物流节点，包括物流中心、应急物资仓库、运输车辆、供应商等，以及各物流节点之间的交互关系和运作规则。应确保数据的准确性、完整性和时效性。

5.3.2 针对某些重大突发公共卫生事件发生时物流设施中断或受限等情景，应研究灾后救援初期应急物流网络重构问题，综合考虑灾后初期阶段特征、应急物资需求、设施能力限制等因素，构建适用于救援初期的应急物流网络重构演化模型。应急物流网络重构演化模型构建方法见附录 A。

5.4 建立调度模型

根据物流网络模型和需求模型，建立应急物资调度模型，包括应急物资分配算法、运输路径选择算法、车辆调度算法等。

5.5 选择算法

根据实际情况和需求特性选择算法，如最小成本流算法、最小费用最大流算法、Dijkstra算法等。

5.6 模型求解和优化

采用数学模型对应急物资保障调度问题进行求解，得出调度方案，包括分配方案、路线方案、车辆调度方案等。根据实际需求调整模型参数和策略，重新求解优化方案结果评估和优化。

6 模型评估和优化

6.1 评估因素

对突发公共卫生事件应急物资调度模型进行评估时，应考虑以下因素：

- 不确定性；
- 时效性；
- 滞后性；
- 不可替代性。

6.2 评估指标

评估指标的选取应考虑全面代表性、可获取性、易量化性、便于理解性和相对可比性的原则，从应急物资调度模型构建的各阶段进行评估，各阶段的评估指标见表1。

表1 应急物资调度模型各阶段评估指标

模型构建阶段	评估指标
假设阶段	假设的可靠性、普适性
建模阶段	模型的可靠性、目标函数的有效性、约束条件的合理性
求解阶段	算法的可靠性、鲁棒性、灵敏度、效率
检验阶段	模型的有效性、稳定性、适用性

6.3 评估方法

6.3.1 概述

6.3.1.1 突发公共卫生事件应急物资调度模型评估方法可分为基于测试的评估方法、基于领域专家意见的评估方法和基于实践效果的评估方法三种。实践中，可根据模型特点灵活运用这三种方法：

- 基于测试的评估方法：也称基准测试法，使用标准的测试数据集进行测试，并将结果与其它类似模型进行比较，以评估模型的性能；
- 基于领域专家意见的评估方法：请相关领域专家对突发公共卫生事件应急物资调度模型进行评估，了解模型在实际应用中的表现和效果，提供具体和准确的评估意见和建议；宜结合多位专家的意见，消除主观因素，形成客观的评估结果；
- 基于实践效果的评估方法：将突发公共卫生事件应急物资调度模型应用于实际场景中，观察模型的实际表现和效果，或通过收集第三方用户对模型的反馈，了解模型在实际应用中的表户反馈可包括模型的准确性、可靠性、易用性、速度等方面。

6.3.1.2 针对应急物资调度模型的评估，除从构建各阶段的定性和定量指标进行评估，还应将领域专家意见与数学模型或算法结合进行综合评估，常见的方法包括多属性决策法、层次分析法和网络分析法、基于大数据和人工智能的方法。

6.3.2 假设阶段

对模型假设的评估主要从假设的合理性和普适性做出评判，对突发公共卫生事件应急物资调度模型假设合理性的评估可通过应急场景的历史数据进行验证，并根据数据和假设的拟合程度进行打分，得出拟合优度。在此基础上，对多个同类应急场景的不同实例其拟合优度计算方差、标准差或变异系数等能够反映其分散性的数字特征，并据此给出假设普适性评分。

6.3.3 建模阶段

建模阶段主要对模型整体、目标函数和约束条件的合理性进行评估，按以下步骤进行：

- a) 评估突发公共卫生事件应急物资调度模型的应用条件是否可以满足，即是否考虑了场景中的不确定性以及具有由不确定因素导致的实时演化能力；
- b) 对目标函数的评估，评估突发公共卫生事件应急物资调度模型是否综合考虑了多种经济和社会因素指标，检验目标函数是否具备实时演化的能力；
- c) 对约束条件评估，突发公共卫生事件应急物资调度模型的约束条件通常包括应急物资的存储数量、仓储网络运输容量、灾后应急物资需求情况等，且约束条件应能有效描述应急场景下多变和极端的条件。

6.3.4 求解阶段

突发公共卫生事件应急物资调度模型多为优化模型，求解时宜使用具有简单、通用、便于并行处理等特点的智能优化算法。主要评估指标采用智能优化算法的常用评估指标，包括算法的可靠性、鲁棒性、灵敏度以及算法效率等。

6.3.5 检验阶段

突发公共卫生事件应急物资调度模型检验阶段的评估包括对模型有效性、稳定性和适用性作评估：

- 有效性：综合考虑救灾响应时间、应急物资保障率、灾害损失、救援成本以及群众满意度等因素下突发公共卫生事件应急物资调度模型输出方案的综合性能评估；
- 稳定性：突发公共卫生事件应急物资调度模型最优解对参数的依赖程度，通常采用控制变量法进行评估；
- 适用性：突发公共卫生事件应急物资调度模型在实际应用中的适用范围，可通过基于历史数据建立的仿真环境下模型表现进行评估。

6.3.6 综合评估

6.3.6.1 多属性决策法

多属性决策也称有限方案多目标决策，指在有多人选择方案的情况下，考虑多个不同权重的属性，选择最优备选方案或进行方案排序。

6.3.6.2 层次分析法和网络分析法

6.3.6.2.1 层次分析法是对定性问题进行定量分析的一种简便、灵活而又实用的多准则决策方法，特点是将复杂问题中的各种因素通过划分为相互联系的有序层次，使之条理化，根据对一定客观现实的主观判断结构（主要是两两比较）将专家意见和分析者的客观判断结果直接而有效地结合起来，将一层次

元素两两比较的重要性进行定量描述。而后，利用数学方法计算反映每一层次元素的相对重要性次序的权值，通过所有层次之间的总排序计算所有元素的相对权重并进行排序。该方法具有能够将定性分析与定量分析相结合地处理各种决策因素的特点。

6.3.6.2.2 网络分析法在层次分析法的基础上，考虑了各因素或层次的相互影响。针对应急物资储备和供应基础条件的不断改善，相应的设施、技术和应急物资储备数量都大大上升，应急物资供应能力管理越来越偏重于动态组织能力的提升，相应的应急物资供应能力评估，也更多地倾向于组织过程能力的情况。

6.3.6.2.3 采用网络层次分析法建立评估模型，能够更好地揭示评估指标之间的内在关联，并清晰反映各指标对应急物资供应能力目标的影响。

6.3.6.3 基于大数据和人工智能的方法

借鉴了数学理论和计算机理论等其他学科的研究成果，如模糊数学理论、灰色系统理论、人工神经网络、遗传算法、启发式方法等，通过应用这些方法，可在模型评估的效率、自适应能力等方面发挥优势，构建出既能融入专家经验又能避免过多人为主观因素影响的模型评估方法。

6.4 模型优化

6.4.1 对已实施应用的突发公共卫生事件应急物资调度模型进行优化，优化过程主要来源于模型应用过程的监控。模型监控主要包括：

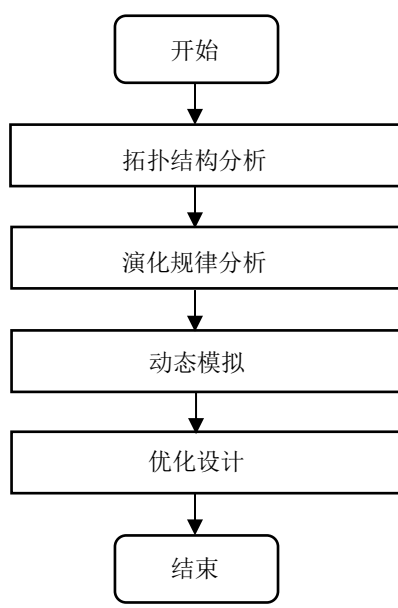
- 模型日常监控：主要用于对上线应用模型进行常规监控，用于确定模型应用时的新业务、新数据与模型建立过程保持一致，包括业务监控、数据及指标加工过程监控、模型预测结果监控及模型监控；
- 模型事件监控：主要用于对模型应用过程中发生的重大事件进行监控，如外部政策、外部突发事件等，在发生重大事件后，需对已应用模型进行整体回溯验证。

6.4.2 通过调研分析，理解用户需求，并基于构建全过程进行模型的评估优化，提高决策过程的可解释性、稳定性、决策效率，形成可靠、稳定的模型验证能力和管理体系。对模型进行不断的持续性优化。

附 录 A
(资料性)
应急物流网络重构演化模型构建方法

A.1 构建流程

应急物流网络重构演化模型构建包括应急物流网络的拓扑结构分析、演化规律分析、动态模拟和优化设计4个步骤，可根据实际情况和需求特性的不同，具体设计不同的模型。应急物流网络重构演化模型构建流程见图A.1。



图A.1 应急物流网络重构演化模型构建流程图

A.2 拓扑结构分析

采用复杂网络理论和图论方法，描述和分析应急物流网络的基本结构和特征。

A.3 演化规律分析

通过历史数据和实时数据的分析，探索应急物流网络演化的规律性和趋势性。

A.4 动态模拟

基于应急物流网络的演化规律和拓扑结构，建立动态模型，模拟和预测应急物流网络在不同情况下的演化过程和变化趋势，可以通过系统动力学模型、智能算法模型等方法，对应急物流网络进行动态模拟。

A.5 优化设计

在演化过程中，对应急物流网络的结构和连接关系进行优化和设计，提高应急物资的响应速度和分配效率，可以采用网络优化算法、多目标决策模型等方法。

参 考 文 献

- [1] GB/T 42458—2023 智慧城市 突发公共卫生事件数据有效利用评估指南
-