

应急物资筹集点动态保障能力评估研究

张英慧¹, 汪贻生²

(1. 北京航空航天大学, 北京 100191; 2. 后勤工程学院, 重庆 401331)

摘要: **目的** 研究在应急物流资源动态使用情况下, 应急物资筹集点的现存保障能力。 **方法** 在明确应急物资筹集点保障能力的含义、特征、影响因素的基础上, 通过对应急物资筹集点保障能力构成要素及其相互关系的分析, 构建了应急物资筹集点动态保障能力的表达模型, 并通过算例进行了模型的有效性验证。 **结果** 应急物资筹集点可以根据已受领任务, 以及在待领任务时间区间内各类资源的综合占用情况, 动态地评测出在任一时间点的现存保障能力。 **结论** 该方法适用于某一筹集点在持续承担救援保障任务情况下的任务安排, 使决策者对于应急物资筹集点的选定及筹集量的确定等应急物资筹集决策更加合理、可行。

关键词: 应急物流; 物资筹集; 保障能力; 评估方法

中图分类号: TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)07-0071-07

Evaluation of Dynamic Support Capability of Emergency Materials Raising Point

ZHANG Ying-hui¹, WANG Yi-sheng²

(1. Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China;

2. Logistical Engineering University, Chongqing 401331, China)

ABSTRACT: The aim of this work was to study the existing support capability of an emergency material collection point under conditions of dynamic usage of emergency material resource. The definition, characteristics and influencing factors of support capability of emergency material collection point were clarified firstly, and then an expression model of dynamic support capability was established through the analysis on the support capability components and their interaction. And the effectiveness of the model was verified through a simulation instance. The existing support capability at any future timing of an emergency material collection point tasked could be evaluated well by the model based on the comprehensive occupation of various resources in the time ranges. The model is suitable for tasking for any emergency material collection point which is under conditions of sustained undertaking support task, and could increase the reasonability and feasibility of the decisions made for the selection of emergency material collection point and the collection amount.

KEY WORDS: emergency logistics; material collection; support capability; evaluation method

物流能力是物流运作与管理中需要考虑的重要因素之一, 在供应链竞争力生成^[1]、伙伴选择^[2]、物流网络优化^[3]、物流资源调度^[4]等研究领域均无法回避, 目前, 有关物流能力方面的研究已取得了大量成果^[5-7]。近年来, 随着应急物流研究的不断深入, 应急物流能

力也引起学者们的高度关注, 做了一些有意义的探索。多数学者从国家或地区层面探讨了应急物流能力的含义^[8]、构成^[9-10]及评价体系^[11-12], 并采用物元分析法^[13]、粗糙集理论^[14]、EDA^[15]和灰色模糊理论^[16]等方法, 研究了应急物流能力的综合评价方法, 取得的成

收稿日期: 2014-11-13

基金项目: 国家自然科学基金(71101152); 重庆市自然科学基金(CSTC, 2010BB9200); 后勤工程学院学术创新项目(201103)

作者简介: 张英慧(1975—), 男, 山东寿光人, 北京航空航天大学博士生, 主攻物流管理、应急物流。

通讯作者: 汪贻生(1977—), 男, 安徽芜湖人, 博士, 后勤工程学院副教授, 主要研究方向为军事物流、应急物流和物流系统工程。

果对于评测地区应急物流系统整体能力水平具有一定的意义,但对于直接评测出提供调度决策支持的节点应急物流能力则显得无能为力。目前,从微观层面针对节点应急物流能力方面的研究较少,主要集中在对节点应急物流能力的影响因素、能力构成及评价指标体系等方面的定性研究^[14,17],少数学者提出了节点应急物流能力计算模型^[15,18-19]。从现有文献来看,对于节点应急物流能力及其构成要素体系的研究尚未达成统一,相关定量评测仍停留在静态条件下对节点应急物流能力状态的分析,不能直接有效评测出节点的实际保障能力,同时,对于持续保障条件下节点应急物流能力的动态变化特性缺乏考虑,难以支持对节点物流资源的持续调度决策。在此,以应急物资筹集点现存保障能力为研究对象,分析筹集点应急保障能力构成体系,并充分考虑筹集点应急保障能力的持续动态占用情况,构建应急物资筹集点的动态保障能力表达结构模型与评估方法,以支持在筹集点现存应急保障能力基础上的应急物资合理化筹集决策。

1 应急物资筹集点保障能力影响因素及其构成

应急物资筹集点保障能力主要是指在应急救援物资筹集的时间要求范围内,能够筹集并完成出货准备的物资数量总和。应急物资筹集点保障能力是集生产、采购、储备、装卸搬运、包装、信息处理和人员素质等众多元素的综合作用效果,其大小不仅取决于单个元素的作业能力,而且还与各种元素的合理化配置密切相关,具有时间性、动态性、从属性和变化性等典型特征。应急物资筹集点保障能力主要取决于应急物资保障点的应急物资供应能力,具体体现为对可提供的物资进行分拣备货、装卸搬运和点货装车等作业的能力,以及应急物资筹集点的应急物流组织运作能力。

1.1 应急物资供应能力

应急物资供应能力主要是指应急物资筹集点在规定的時間要求范围内,能够提供的应急物资量,包括应急物资筹集点现有储备的物资,以及在规定的时间要求范围内,通过应急生产和调运等提供救援的物资。应急物资供应能力的大小取决于如下两方面的因素。

1) 应急物资现存量。主要是指应急物资筹集点储存的和在途的、未被分配的现有物资量,以及在规

定时间要求范围内,从其他地域调运并能够按时间节点要求运抵目的地的物资量。显然,应急物资现存量是动态的,与应急物资筹集时间要求有关,并且随着应急物资库存量的变化而变化。

2) 应急物资生产量。主要是指以生产能力储备方式进行应急物资储备的筹集点,在规定时间内可生产的物资量。应急物资生产量是不确定的,与生产时间长短和物资种类有关。

1.2 应急物流作业能力

应急物流作业能力主要是指应急物资筹集点在单位时间内,完成从分拣备货、装卸搬运、点货装车等备货、出货作业的物资量总和。应急物资供应能力是应急物资筹集点保障能力的基础,而应急物流作业能力则是应急物资筹集点保障能力的重要保证。应急物流作业能力的大小取决于如下几方面的因素。

1) 物流设施。主要是指用于物资入库、储存和出库等物流作业的场所,其在很大程度上影响了应急物流的作业能力。物流设施在规划时应综合考虑物资入库、储存、出库和装车等各环节的有效衔接和匹配。对于应急物流作业能力来说,物流设施的影响主要体现在出库暂存区的备货、出货能力和出库月台的装车作业能力。

2) 物流设备。主要是指应急物资筹集点在进行物资出货及装车作业过程中所涉及的各种装卸搬运等设备。物流设备数量及其作业效率关系到一定时间内可提供的物资数量,直接影响应急物资筹集点的保障能力。

3) 物流作业人员。物流作业人员类型及数量应该与应急物资筹集点的物流设备类型及数量、应急物流业务管理岗位相匹配,否则,将会影响物流设备效益的发挥,从而影响应急物流的作业能力。

显然,应急物流作业能力是不确定的,其与允许作业的时间长短成正比,与已分配任务情况下的应急物流设施、设备及人员占用数量成反比。

1.3 应急物流组织运作能力

应急物流组织运作能力,主要是指应急物资筹集点在进行物资出货准备时的计划、组织、协调和指挥等管理能力,主要体现在通过应急物流资源的优化调配,最大程度地实现对应急物资需求响应的时效性方面,对于充分发挥应急物资供应能力和应急物流作业能力具有重要意义。

2 应急物资筹集点动态保障能力表达模型

2.1 应急物资筹集点动态保障能力

由上述分析可知,应急物资筹集点的动态保障能力,主要由应急物资筹集点的应急物资供应能力和应急物流作业能力中的最小能力决定,可表达为:

$$A = \min(Q_{\text{sup}}, \alpha \cdot A_{\text{log}}) \quad (1)$$

式中: A 为应急物资筹集点动态保障能力; A_{log} 为应急物资筹集点应急物流作业能力; Q_{sup} 为应急物资筹集点的应急物资供应能力; α 为应急物流组织运作能力对于应急物资筹集点保障能力的影响水平,以历次应急物资保障水平和演练结果进行衡量,显而易见, $\alpha \in [0, 1]$ 。

2.2 应急物资供应能力

应急物资供应能力与储备方式有关,对于实物储备和合同储备方式,应急物资供应能力为应急物资筹集点物资储存总量与已分配的应急物资量的差值;对于生产能力储备方式,应为应急物资允许的筹集时间内生产的应急物资总量与已分配的应急物资量的差值。据此,构建应急物资供应能力表达式为:

$$Q_{\text{sup}} = \begin{cases} Q_{\text{sup}}^{\text{total}} - Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}} & \text{实物储备和合同储备方式} \\ v_{\text{sup}} \cdot t - Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}} & \text{生产能力储备方式} \end{cases} \quad (2)$$

式中: $Q_{\text{sup}}^{\text{total}}$ 为应急物资筹集点物资储存总量,包括应急物资筹集点储存的和在途的,以及在规定的时间内,从所属的其他地域调运并能够按时间节点要求运抵目的地的物资量; $Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}}$ 为已分配的应急物资量; v_{sup} 为应急物资筹集点的物资生产速度; t 为应急物资允许的筹集时间。

2.3 应急物流作业能力

应急物资筹集点应急物流作业能力受限于应急物流设施和设备的瓶颈,并且与应急物流作业人员数量密切相关。考虑作业人员约束与否,构建应急物流作业能力表达模型为:

$$A_{\text{log}} = \begin{cases} \min(A_{\text{log-fac}}, A_{\text{log-equ}}) & \text{不考虑作业人员约束} \\ \min(A_{\text{log-fac}}, A_{\text{log-equ}}^*) & \text{考虑作业人员约束} \end{cases} \quad (3)$$

式中: $A_{\text{log-fac}}$ 为应急物流设施能力; $A_{\text{log-equ}}$ 为应急物流设备能力; $A_{\text{log-equ}}^*$ 为考虑物流作业人员约束条件下的应急物流设备能力。

2.3.1 应急物流设施能力

应急物流设施能力主要取决于出库暂存区的备货出货能力和出库月台的装车作业能力,该2项作业属于串行作业过程,故受制于其中的瓶颈能力。因此,应急物流设施能力为:

$$A_{\text{log-fac}} = \min(A_{\text{log-fac}}^{\text{ship}}, A_{\text{log-fac}}^{\text{load}}) \quad (4)$$

式中: $A_{\text{log-fac}}^{\text{ship}}$ 为出库暂存区的出货能力,与该区域的容量和周转次数有关; $A_{\text{log-fac}}^{\text{load}}$ 为出库月台的装车作业能力,与该区域的可供装车作业的停车车位数 n 有关。

1) 出库暂存区的出货能力。该能力与该区域的容量和可备货次数有关。设运输能力为 R_t^a ,装卸与运送时间(往返)为 t_t^a ,备货出货任务起始时间和终止时间分别为 t_s^a 和 t_z^a ,完成时间为 t^a , $t^a = t_z^a - t_s^a$,则可备货次数 χ 为:

$$\chi = \text{Int}(t/t_t^a) + 1 \quad (5)$$

由此,备货位 $Q_{\text{pal}}^{\text{assigned}}$ 为:

$$Q_{\text{pal}}^{\text{assigned}} = \begin{cases} Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}}/Q_{\text{pal}}^{\text{stack}}, & Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}}/Q_{\text{pal}}^{\text{stack}} \leq R_t^a \\ R_t^a, & \chi R_t^a \geq Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}}/Q_{\text{pal}}^{\text{stack}} > R_t^a \text{ 且 } \chi \geq 2 \end{cases} \quad (6)$$

式中: $Q_{\text{pal}}^{\text{assigned}}$ 为出库暂存区在允许筹集时间内已分配的托盘位数量,与托盘位被占用数量及时间有关; $Q_{\text{pal}}^{\text{stack}}$ 为每个托盘存放的物资数量。

显然,若 $Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}}/Q_{\text{pal}}^{\text{stack}} > R_t^a$,且 $\chi < 2$;或者 $Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}}/Q_{\text{pal}}^{\text{stack}} > \chi R_t^a$,且 $\chi \geq 2$,说明运力不够。

设待领任务装卸与运送时间(往返)为 t_t ,备货出货任务起始时间和终止时间分别为 t_s 和 t_z ,完成时间为 t , $t = t_z - t_s$ 。则由式(5)可得可备货次数 $\chi' = \text{Int}(t/t_t) + 1$,截至已接受任务完成时间所占用的备货次数为 $\chi'' = \text{Int}((t_z^a/t_t)/t_t) + 1$,出库暂存区已分配托盘位的剩余周转次数为 $\chi' - \chi''$ 。则出库暂存区的出货能力 $A_{\text{log-fac}}^{\text{ship}}$ 为:

$$A_{\text{log-fac}}^{\text{ship}} = \begin{cases} Q_{\text{pal}} \cdot \chi' & t_z^a \leq t_s \\ (Q_{\text{pal}} - Q_{\text{pal}}^{\text{assigned}}) \cdot \chi' & t_z^a \geq t_z \\ (\chi' - \chi'') Q_{\text{pal}}^{\text{assigned}} + \chi' (Q_{\text{pal}} - Q_{\text{pal}}^{\text{assigned}}) & t_z > t_z^a > t_s \end{cases} \quad (7)$$

式中: Q_{pal} 为出库暂存区可容纳的托盘位数量。

2) 出库月台的装车作业能力。令 δ 为搬运效率(与装卸次数和作业时间有关), d 为从出货暂存区搬运至出货月台的距离, v 为平均搬运速度。则出库月

台的装车作业能力 $A_{\log-fac}^{load}$ 为:

$$A_{\log-fac}^{load} = (\delta t / (d/v)) \cdot n - Q_{\log-fac}^{assigned-r} \quad (8)$$

式中: $Q_{\log-fac}^{assigned-r}$ 为剩余已分配的托盘位数量,与备货时间区间和可用备货位有关,表示为:

$$Q_{\log-fac}^{assigned-r} = \begin{cases} 0 & t_z^a \leq t_s \text{ 或一次性备货出货} \\ Q_{\log-fac}^{assigned} / Q_{\log-fac}^{stack} - \chi_r \cdot R_t^a & t_z^a > t_s, \\ \text{且备货位 } Q_{\log-fac}^{assigned} \text{ 为 } R_t^a \end{cases} \quad (9)$$

式中: χ_r 为完成备货次数。由式(5)可得:

$$\chi_r = \begin{cases} \text{Int}((t_z - t_s^a) / t_t^a) + 1 & t_z^a \geq t_z \\ \text{Int}((t_s - t_s^a) / t_t^a) + 1 & t_z > t_z^a > t_s \end{cases} \quad (10)$$

2.3.2 应急物流设备能力

应急物流设备能力主要取决于下架作业过程中设备的作业能力 $A_{\log-equ}^{SR}$ 和从储存区搬运至出货暂存区,以及装车过程中的搬运作业能力 $A_{\log-equ}^{forklift}$ 。该2项作业也属于串行作业过程,故受制于其中的瓶颈能力,因此应急物流设备能力 $A_{\log-equ}$ 为:

$$A_{\log-equ} = \min(A_{\log-equ}^{SR}, A_{\log-equ}^{forklift}) \quad (11)$$

1) 下架作业过程中巷道堆垛机的作业能力 $A_{\log-equ}^{SR}$ 。该能力与巷道堆垛机的数量 Q_{SR} 和平均作业效率 V_{SR} 相关,可表达为:

$$A_{\log-equ}^{SR} = Q_{SR} \cdot V_{SR} \cdot t - Q_{\log-fac}^{assigned-r} \quad (12)$$

2) 从储存区搬运至出货暂存区及装车过程中的搬运作业能力 $A_{\log-equ}^{forklift}$ 。该能力与搬运设备的数量、作业效率和搬运距离有关。令应急物资筹集点拥有电动叉车数量为 N_e^c ,工作效率为 V_e (托盘个数·m/h),搬运效率(与装卸次数和作业时间有关)为 δ_e ,每天需要充电的时间为 t_e^c ,实际使用率为 λ (与充电时间有关, $\lambda=1-t_e^c/24$);内燃叉车数量为 N_f^c ,工作效率为 V_e (托盘个数·m/h),搬运效率为 δ_e ;手动叉车数量为 N_t^0 ,工作效率为 V_e (托盘个数·m/h),工作饱和度为 η ,搬运效率为 δ_e ;从储存区搬运至出货暂存区的距离为 k ,则 $A_{\log-equ}^{forklift}$ 为:

$$A_{\log-equ}^{forklift} = \text{Int}(\lambda N_e^c t V_e \delta_e / (2(d+k))) + \text{Int}(N_f^c t V_e \delta_e / (2(d+k))) + \text{Int}(\eta N_t^0 t V_e \delta_e / (2(d+k))) - Q_{\log-fac}^{assigned-r} \quad (13)$$

2.3.3 考虑物流作业人员约束条件下的应急物流设备能力

物流作业人员约束主要体现在作业人员类别及数量与设备类型及数量的匹配程度,集中在技术专业

性比较强的物流作业领域,主要存在于电动叉车司机和内燃叉车司机,以及自动化立体仓库的中央控制室工作人员等,其余业务管理岗位对于应急物流设备能力存在约束的可能性较小。这里将其归结为应急物流组织运作管理范畴,在此不予考虑。

1) 考虑物流作业人员约束条件下的 $A_{\log-equ}^{SR}$,记为 $^*A_{\log-equ}^{SR}$ 。设应急物资筹集点电动叉车司机人数为 N_e 、内燃叉车司机人数为 N_f ;自动化立体仓库的中央控制室工作人员数为 N_m , μ 为 N_m 名中央控制室工作人员满足工作需要的比率;满足工作需要的中央控制室工作人员数为 N_{need}^m ,则 $^*A_{\log-equ}^{SR}$ 为:

$$^*A_{\log-equ}^{SR} = \mu A_{\log-equ}^{SR} \quad (14)$$

式中:

$$\mu = \begin{cases} 1 & N_m \geq N_{need}^m \\ N_m / N_{need}^m & N_m < N_{need}^m \end{cases} \quad (15)$$

2) 考虑物流作业人员约束条件下的 $A_{\log-equ}^{forklift}$,记为 $^*A_{\log-equ}^{forklift}$ 。设人均日工作时间为 t_p , $\phi=24/t_p$; N_e 名电动叉车司机满足工作需要的比率为 ω ,满足 N_f^c 台电动叉车工作需要的人数为 N_{need}^e ; N_f 名内燃叉车司机满足工作需要的比率为 ξ ,满足 N_t^0 台内燃叉车工作需要的人数为 N_{need}^c 。则由式(13)可得 $^*A_{\log-equ}^{forklift}$ 为:

$$^*A_{\log-equ}^{forklift} = \text{Int}(\lambda \omega N_e^c t V_e \delta_e / (2(d+k))) + \text{Int}(\xi N_f^c t V_e \delta_e / (2(d+k))) + \text{Int}(\eta N_t^0 t V_e \delta_e / (2(d+k))) - Q_{\log-fac}^{assigned-r} \quad (16)$$

其中,

$$N_{need}^e = \phi N_e^c - \text{Int}((t_e^c \cdot N_e^c) / t_p) \quad (17)$$

$$N_{need}^c = \phi N_f^c \quad (18)$$

$$\omega = \begin{cases} 1 & N_e \geq N_{need}^e \\ N_e / N_{need}^e & N_e < N_{need}^e \end{cases} \quad (19)$$

$$\xi = \begin{cases} 1 & N_f \geq N_{need}^c \\ N_f / N_{need}^c & N_f < N_{need}^c \end{cases} \quad (20)$$

则考虑物流作业人员约束条件下的应急物流设备能力 $^*A_{\log-equ}^{forklift}$ 为:

$$^*A_{\log-equ} = \min(^*A_{\log-equ}^{SR}, ^*A_{\log-equ}^{forklift}) \quad (21)$$

3 评估算例

某应急物资筹集点为一普通应急物资储备仓库,存储有A类物资,存储量为15 000件(每托盘堆放20件)。应急物资储备仓有1个发货区(可容纳200个托

盘位),出货月台停车位数量为10个,拥有10台电动叉车(工作效率为2.78 m/s,每台叉车平均每天充电时间为4 h,搬运效率0.1),10台内燃叉车(工作效率为2.78 m/s,搬运效率0.1),12台手动液压叉车(工作效率为0.68 m/s,工作饱和度为0.9,搬运效率为0.20);电动叉车司机20名,内燃叉车司机30名,普通搬运工可临时聘用,数量不限,人员工作按照8 h工作制,24 h全天作业;储存区至出货暂存区的距离平均为50 m,出货暂存区至出货月台的平均距离为30 m;出货方式采用整托盘装卸;通过对历次应急物资保障水平和演练结果的统计分析,该应急物资筹集点应急物流组织运作能力对于保障能力的影响水平为0.8。

该筹集点之前已受领于某年5月12日18时至13日4时完成5000件A类物资的出货装车任务,指挥部已调用7台车完成该批物资的运输(每台车装载量为12个托盘),运输至物资发放点的时间为2 h,运送完毕后车辆返回筹集点再次装货运送。随着灾情的发展变化,13日0时,应急物流指挥部需要在13日12时之前再完成8000件A类物资的筹集发运准备工作。该物资筹集点为首选出救点,但需要明确该筹集点可供A类物资的保障能力,以便于安排其他筹集点的任务。

3.1 应急物流设施能力确定

3.1.1 出库暂存区出货能力

根据算例可知,托盘位 $Q_{\text{pal}}=200$ 个,托盘 $R_t^a=84$ 个, $t_t^a=4$ h, $t^a=10$ h, t_s^a 为12日18时, t_z^a 为13日4时, $Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}}=5000$ 件, $Q_{\text{pal}}^{\text{stack}}=20$ 件。由式(5)可得 $\chi=3$ 次, $Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}}/Q_{\text{pal}}^{\text{stack}}=250>84$ 个托盘;由式(6)可得备货位数量 $Q_{\text{pal}}^{\text{assigned}}=R_t^a=84$ 个。

另据算例可知, $t_t=4$ h, t_s 为13日0时, t_z 为13日12时;则 $t=12$ h,由式(5)可得待领任务可备货次数 $\chi'=4$ 次,截至已接受任务完成时间所占用的备货次数为 $\chi''=2$ 次;且 $t_z > t_z^a > t_s$,因此,由式(7)可得 $A_{\text{log-fac}}^{\text{ship}}=632$ 个托盘位。

3.1.2 出库月台的装车作业能力

根据算例情况可知, $n=10$,且 $t_z > t_z^a > t_s$,则由式(10)可得 $\chi_r=2$ 次;由式(9)可得 $Q_{\text{pal}}^{\text{assigned-r}}=82$ 个托盘位。由于出货方式采用整托盘装卸,因此,使用电动或内燃叉车进行装车作业,故 δ 取电动叉车或内燃叉车搬运效率(0.1), $d=30$ m, V 取电动叉车或内燃叉车工作效率(2.78 m/s),则由式(8)可得 $A_{\text{log-fac}}^{\text{load}}=3921$ 个

托盘。由此,根据式(4)得 $A_{\text{log-fac}}=632$ 个托盘。

3.2 应急物流设备能力确定

因为该应急物资筹集点为一普通应急物资储备仓库,所以只需考虑从储存区搬运至出货暂存区及装车过程中的搬运作业能力 $A_{\text{log-equ}}^{\text{forklift}}$ 。由算例可知, $N_f^e=10$ 台, $V_e=2.78$ m/s, $\delta_e=0.1$, $N_f^c=10$ 台, $V_e=2.78$ m/s, $\delta_e=0.1$, $N_o^0=12$ 台, $V_o=0.68$ m/s, $\delta_o=0.2$, $\eta=0.9$, $k=50$ m, $d=30$ m, $t_e^c=4$ h,则 $\lambda=0.83$ 。由此,根据式(13)可得 $A_{\text{log-equ}}^{\text{forklift}}=1686$ 个托盘。

3.3 考虑物流作业人员约束条件下的应急物流设备能力确定

由算例可知, $N_e=20$, $N_c=30$,人员工作按照8 h工作制,24 h全天作业,则 $t_e^c=4$ h, $t_p=8$ h, $\phi=3$,故根据式(17)——(20)可得 $N_{\text{need}}^e=25$, $N_{\text{need}}^c=30$, $\omega=0.8$, $\xi=1$ 。由此,据式(16)可得 $A_{\text{log-equ}}^{\text{forklift}}=1561$ 个托盘,故 $A_{\text{log-equ}}^*=1561$ 个托盘。

3.4 应急物资筹集点动态保障能力的确定

根据上述计算结果,由式(3)可得 $A_{\text{log}}=632=12\ 640$ 件;另据算例可知, $Q_{\text{sup}}^{\text{total}}=15\ 000$ 件, $Q_{\text{sup}}^{\text{assigned}}=5000$ 件, $\alpha=0.8$,则根据式(2)可得 $Q_{\text{sup}}=10\ 000$ 件;由此,由式(1)可得 $A=10\ 000>8000$ 件,可以判定该物资筹集点剩余保障能力能够满足应急物流指挥部在13日12时之前对8000件A类物资的筹集需要。

4 结语

提出的应急物资筹集点动态保障能力评估方法,综合考虑了已受领任务所占用的物资、设施、设备和人员等各类资源在待领任务时间区间内的占用情况,可以根据需要动态地评测出某一应急物资筹集点在任一时间点的现存保障能力。该方法一方面从保障能力的角度,探讨了节点对应应急救援的支援程度,拓展了节点应急物流能力的评测范围,评估结果可直接应用于应急物资的筹集决策;另一方面,弥补了已有评估方法不能直接有效评测出实际保障能力,以及在节点应急物流资源动态使用情况下的现存保障能力等不足,不仅适用于应急起始状态下节点资源优化配置与调度,而且更加适用于在应急救援过程中,对于某一节点持续承担救援保障任务情况下的任务安排,

使得应急物资筹集点选定及筹集量确定等应急物资筹集决策更加合理、可行。但只考虑了单一品种物资的应急物资筹集点动态保障能力的评估方法,对于多品种应急物资同时供应情况下的应急物资筹集点动态保障能力评估还需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 马士华,应丹丰,关旭. 影响供应链竞争力的物流能力要素分析[J]. 工业工程与管理, 2011, 16(6): 1—9.
MA Shi-hua, YING Dan-feng, GUAN Xu. Elementary Analysis for the Effect of Logistics Capability on Supply Chain Competency[J]. Industrial Engineering and Management, 2011, 16(6): 1—9.
- [2] 闫秀霞,孙林岩,王侃昌. 物流服务供应链模式特性及其绩效评价研究[J]. 中国机械工程, 2005, 16(11): 969—974.
YAN Xiu-xia, SUN Lin-yan, WANG Kan-chang. Research on Performance Evaluation and Characteristics in Logistics Service Supply Chain[J]. China Mechanical Engineering, 2005, 16(11): 969—974.
- [3] 甘信华,顾晓军. 基于物流能力优化的配送中心选址问题研究[J]. 包装工程, 2006, 27(4): 159—162.
GAN Xin-hua, GU Xiao-jun. Study on Site Selection Problem of Distribution Centers Based on Logistics Capability Optimization[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(4): 159—162.
- [4] 詹沙磊,刘南. 基于模糊目标规划的应急物流多目标随机规划模型[J]. 中国机械工程, 2011, 22(23): 2858—2862.
ZHAN Sha-lei, LIU Nan. A Multi-objective Stochastic Programming Model for Emergency Logistics Based on Fuzzy Goal Programming[J]. China Mechanical Engineering, 2011, 22(23): 2858—2862.
- [5] SANDBERG E, ABRAHAMSSON M. Logistics Capabilities for Sustainable Competitive Advantage[J]. International Journal of Logistics: Research and Applications, 2011, 14(1): 61—75.
- [6] 张劲松,蔡政英,肖人彬. 基于QoS的物流能力网格及其动态群体决策[J]. 中国机械工程, 2009, 10(5): 559—564.
ZHANG Jing-song, CAI Zheng-ying, XIAO Ren-bing. Dynamic Group Decision Making of Logistics Capability Grid Based on QoS[J]. China Mechanical Engineering, 2009, 10(5): 559—564.
- [7] 李莉,薛冬辉. 基于模糊分析方法的我国物流产业国际竞争力评价研究[J]. 中国机械工程, 2010, 11(12): 1435—1440.
LI Li, XUE Dong-hui. Chinese Logistics Industry International Competitiveness Evaluation Based on Fuzzy Analysis Method[J]. China Mechanical Engineering, 2010, 11(12): 1435—1440.
- [8] 聂彤彤. 非常规突发事件下应急物流能力研究[J]. 现代管理科学, 2011(9): 117—118.
- [9] 刘小群,游新兆,孙建中,等. 应急物流能力的内涵剖析与构成体系[J]. 灾害学, 2007, 22(2): 123—127.
LIU Xiao-qun, YOU Xin-zhao, SUN Jian-zhong, et al. Conception and Constitution Research of Emergency Logistics Capability[J]. Journal of Catastrophology, 2007, 22(2): 123—127.
- [10] WANG T Y, GAO G., WANG Y L, et al. Research on Bottleneck of Emergency Logistics Capability Based on Emergency Logistics Network[J]. Advanced Materials Research. 2013, 711: 753—757.
- [11] 周尧. 自然灾害应急物流能力评价体系研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2009.
ZHOU Yao. Study on the Evaluation Indexes of Natural Disaster Emergency Logistics Capability[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2009.
- [12] 荆象源,谭清美,朱佳翔. 国民经济动员物流系统应变能力评价[J]. 技术经济, 2013, 32(2): 24—28.
JING Xiang-yuan, TAN Qing-mei, ZHU Jia-xiang. Evaluation on Emergency-dealing Ability of National Economy Mobilization Logistics System: Based on Catastrophe Fuzzy Membership Function[J]. Technology Economics, 2013, 32(2): 24—28.
- [13] 李佳佳. 基于模糊物元分析法的应急物流能力评价研究[D]. 湖南: 长沙理工大学, 2011.
LI Jia-jia. Based on the Fuzzy Matter-element Analysis Emergency Logistics Capability Evaluation Research[D]. Hunan: Changsha University of Science & Technology, 2011.
- [14] 任向阳,王姝,冯乔乔,等. 基于Rough集的企业应急物流能力评价研究[J]. 物流技术, 2013, 32(10): 77—79.
REN Xiang-yang, WANG Shu, FENG Qiao-qiao, et al. Study on Evaluation of Enterprise Emergency Logistics Capacity Based on Rough Set[J]. Logistics Technology, 2013, 32(10): 77—79.
- [15] 董全周. 基于应急物资调运的节点物流能力研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.
DONG Quan-zhou. Research on the Node Logistics Capability Based on Emergency Materials Transportation[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2010.
- [16] 姚冠新,何杰. 应急物流能力的灰色模糊综合评价[J]. 商业时代, 2012(23): 44—46.
YAO Guan-xin, HE Jie. Research on the Grey-fuzzy Comprehensive Evaluation of Emergency Logistics Capability[J]. Commercial Times, 2012(23): 44—46.
- [17] 聂彤彤. 物流网络环境下应急物流中心能力评价指标研究[J]. 山东经济, 2011, 164(3): 78—82.

- NIE Tong-tong. Research on the Evaluation Indexes of Emergency Logistics Center Capability in the Condition of Logistics Network[J]. Shandong Economy, 2011, 164(3): 78—82.
- [18] NIE T T. Research on Capability Evaluation of the Emergency Logistics Center with Fuzzy Clustering and Extension of TOPSIS Method in the Context of Network[J]. Information Technology Journal, 2013, 12: 8454—8461.
- [19] ZHANG X L, NIE T T. Research on the Capability Evaluation of the Emergency Logistics Center Based on Linguistic Variables[J]. Advanced Materials Research, 2013 (712/715): 3015—3019.
-
- (上接第52页)
- 参考文献:**
- [1] 沙永柏, 朱吉良, 王清岩, 等. 钻杆自动传送系统运动学分析及仿真研究[J]. 机械工程学报, 2012, 48(17): 45—49.
- SHA Yong-bai, ZHU Ji-liang, WANG Qing-yan, et al. Kinematic Analysis and Simulation Research on Pipe Automatic Transferring System[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48(17): 45—49.
- [2] 许小侠, 赵静斌, 韩英淳. 基于虚拟样机的轿车天窗运动机构的设计[J]. 机械工程学报, 2008, 44(9): 225—229.
- XU Xiao-xia, ZHAO Jing-bin, HAN Ying-chun. Automotive Sunroof Motion Mechanism Design Based on Virtual Prototype [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2008, 44(9): 225—229.
- [3] 林建生, 张宝欢, 付伟成, 等. 一种新型多杆内燃机的机构运动学与动力学的虚拟仿真研究[J]. 内燃机学报, 2006, 24(6): 565—568.
- LIN Jian-sheng, ZHANG Bao-huan, FU Wei-cheng, et al. Research of Dummy Simulation on Kinematics and Dynamics of Engine with New Type of Multi-link Mechanism[J]. Transactions of CSICE, 2006, 24(6): 565—568.
- [4] 田晓鸿. 基于ADAMS的推烟机构推手中曲柄滑块机构的动态研究[J]. 包装工程, 2014, 35(5): 46—49.
- TIAN Xiao-hong. Dynamics Study on the Slider-crank Mechanism in Smoke Pusher Hand Based on ADAMS[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(5): 46—49.
- [5] 原永亮, 杨臻, 王圣辉. 基于ADAMS翻转机构的优化设计[J]. 包装工程, 2014, 35(11): 71—75.
- YUAN Yong-liang, YANG Zhen, WANG Sheng-hui. Optimization Design Turnover Mechanism Based on ADAMS[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(11): 71—75.
- [6] 徐立峰, 张雷. 基于ADAMS的模切机双肘杆机构优化设计研究[J]. 包装工程, 2013, 34(1): 75—78.
- XU Li-feng, ZHANG Lei. Optimal Design of Dual-elbow-bar Mechanism of Die-cutting Machine Based on ADAMS[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(1): 75—78.
- [7] ZHANG Ding-guo, ZHOU Sheng-feng. Dynamic Analysis of Flexible-link and Flexible-joint Robots[J]. Applied Mathematics and Mechanics, 2006(5): 122—125.
- [8] ZHANG Ding-guo. Recursive Lagrangian Dynamic Modeling and Simulation of Multi-link Spatial Flexible Manipulator Arms[J]. Applied Mathematics and Mechanics, 2009(10): 1024—1027.
- [9] LOWEN G G, CHASSAPIS C C. The Elastic Behavior of Linkages, an Update[J]. Mech Machine Theory, 1986, 21: 33—42.
- [10] BEJKOW I J. Application FEM in Modeling Rigid and Flexible Systems with Joint Clearances[J]. Shock and Vibration Digest, 2000, 32(1): 63.
- [11] MIYABE T, KONNO A, UCHIYAMA M. Cooperative Control of a Two-arm Flexible Manipulator with Redundancy[C]// IEEE RS J, 2002: 2708—2713.
- [12] 郭杏林, 赵子坤. 含间隙柔性曲柄摇杆机构动力学分析[J]. 机械强度, 2010, 32(6): 905—909.
- GUO Xing-lin, ZHAO Zi-kun. Dynamic Analysis of a Flexible Crank Rocker Mechanism with Clearance[J]. Journal of Mechanical Strength, 2010, 32(6): 905—909.
- [13] 席晓燕. 基于ADAMS的含间隙柔性酒瓶装箱机构的优化设计与动力学仿真[J]. 机械科学与技术, 2013, 32(8): 1195—1199.
- XI Xiao-yan. Kinematics Simulation and Optimization Design of Flexible Wine Bottle Packing Machine with Clearance Based on ADAMS[J]. Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering, 2013, 32(8): 1195—1199.
- [14] 席晓燕. 基于ADAMS的含间隙酒瓶装箱机构优化设计[J]. 包装工程, 2013, 34(1): 69—74.
- XI Xiao-yan. Optimization Design of Wine Bottle Packing Machine Based on ADAMS[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(1): 69—74.
- [15] 田野, 孙智慧, 郑赛男, 等. 包装机中推料机构分析及优化[J]. 包装工程, 2013, 34(21): 66—70.
- TIAN Ye, SUN Zhi-hui, ZHENG Sai-nan, et al. Analysis and Optimization of Feeding Mechanism of Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(21): 66—70.
- [16] 郭卫东. 虚拟样机技术与ADAMS应用实例教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- GUO Wei-dong. Virtual Prototype Technology and ADAMS Application Tutorial Examples[M]. Beijing: Beihang University Press, 2008.
- [17] 朱玉. 机械综合课程设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- ZHU Yu. Comprehensive Course Design of Mechanics[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2012.