

doi:10.3969/j.issn.1005-152X.2021.11.014

突发公共卫生事件下的应急物流与应急物资管控及其相关关系研究

徐许晨,郭跃,邓豪瀛,林翔
(宁波工程学院,浙江 宁波 315211)

[摘要]首先利用专家打分法收集相关信息及数据,采用层次分析法对应急物流与应急物资的影响因素进行评价分析;然后在相关性假设分析的基础上,对应急物流与应急物资管控中相关影响因素进行关联性及回归性定量分析,以求得到应急物流与应急物资管控的相关关系;最后提出合理性建议,为更有效地处理应急物流与应急物资管控关系提供解决思路和应对措施。

[关键词]突发公共卫生事件;应急物流;应急物资管控;相关关系

[中图分类号]F252

[文献标识码]A

[文章编号]1005-152X(2021)11-0071-05

Research on Relationship between Emergency Logistics and Emergency Supplies Management under Public Health Outbreak

XU Xuchen, GUO Yue, DENG Haoying, LIN Xiang
(Ningbo University of Technology, Ningbo 315211, China)

Abstract: In this paper, we first used the expert scoring method to statistically process the relevant information and data collected, and the analytic hierarchy process to evaluate and analyze the influencing factors of emergency logistics and emergency supplies. Then, on the basis of correlation hypothesis analysis, we looked quantitatively into the relevance and regression of the relevant influencing factors in the management and control of emergency logistics and emergency supplies so as to obtain the relevant relationship between emergency logistics and emergency supplies management and control. Finally, we put forward some reasonable suggestions to provide solutions and countermeasures for more effectively handling the relationship between emergency logistics and emergency supplies management and control.

Keywords: public health outbreak; emergency logistics; emergency supplies; correlation

0 引言

2020年伊始,一场突如其来的新冠病毒疫情对中国应急物流与应急物资行业提出了挑战,同时也为行业的发展带来了新契机。目前,国内外分析应急物流与应急物资相关性的研究不多,闫妍^[1]在构建应急物流虚拟相关体的基础上,协同交通、信息等要素,围绕突发事件情景演化规律,构建了更加符合实际情况的应急物资分配的动态协同决策调拨规划模型。张磊,等^[2]分析了针对多应急物资储备库覆盖多

应急点问题,对应急储备库如何协同运作以满足应急点的需求问题进行了研究,并建立了应急储备库间相关运作模型。钱婧,等^[3]定义了应急物流的相关概念,构建了应急物流虚拟协合体,并对所构建的应急物流虚拟协合体体系的切实性进行了剖析。闫妍,等^[4]研究了国内外研究突发公共事件的相关文献,分析了它们所研究的内容和成果,总结了随着救灾时间和空间的变化,救援物资种类和数量、救灾的路网环境也在相应动态变化的过程,得出了一个符合实际情况的应急物资分配的动态协同决策调拨规划模

[收稿日期]2021-09-27

[基金项目]2020年度宁波工程学院大学生创新创业训练计划项目,主持人:徐许晨。

[作者简介]徐许晨(2000-),女,浙江台州人,宁波工程学院国际商务专业学生,研究方向:市场调研、物流与供应链等;郭跃(1971-),通信作者,男,江西九江人,博士,南京大学博士后,宁波工程学院经管学院教授,研究方向:物流与供应链管理、企业技术创新。

型。纵观已有研究成果,目前的研究主要集中于2014-2019年之间,对此块内容的相关实证分析研究较少。所以,针对突发公共卫生事件下应急物流与应急物资相关性研究有一定的必要性,利用其相关性的研究结论,能够更合理地提出两者的资源配置方案,提高应急物流与应急物资相关管理的水平,满足人民需求和社会需要,并能为突发公共卫生事件下应急物流与应急物资管控相关关系提供新的模型、建议和发展思路,促进应急系统高速高质量发展。

本文旨在探究应急物流与应急物资管控及其相关关系。鉴于两者概念广泛,包含内容丰富,需着重把握重点影响因素,力争将两者研究相关性的对象具体化。为避免泛泛而谈,本文首先采用层次分析法剖析两大主体的影响因素以及各自内部权重,大致确定应急物流能力和应急物资管控能力影响因素的重要性,为进一步的研究提供方向和理论基础。另外,采用层次分析法评价可以借用行业专家之力,使得本文的研究方向更加科学、合理、具体,后续对两者内部相关性对象的选择也更具说服力。最后利用相关分析得到应急物流与应急物资管控相关关系,进行回归拟合分析,为得到资源配置的较优方案奠定基础。

1 基于层次分析法的应急物资管控能力和应急物流能力评价

利用层次分析法对应急物资管控能力及应急物流能力进行评价。对物资管控能力进行分析,以物资管控能力作为目标层,以基础流程生产—筹措—储备三大环节作为准则,以其所需达成目标的相关能力:获取物资的时间、信息更新速度、单位物资清点速率、物资利用率、平均仓储成本作为方案层,构建联系框架,进行关联性分析。同理,将应急物流能力作为目标层,其运输—中转—分发—配送四大环节作为准则层,达到目标的影响因子:平均调配速率、物资流转效率、信息更新速度、重要交通工具数量及平均运输成本作为方案层,层层递进,进行评价分析。层次分级如图1、图2所示。

应急物流与普通的物流有较大区别,一般的群

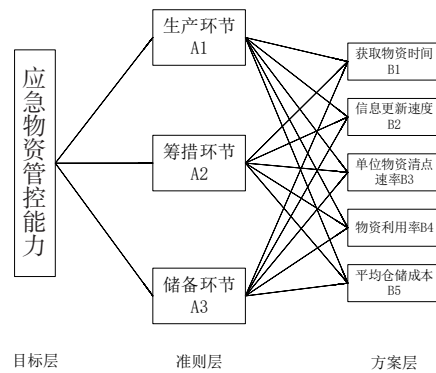


图1 应急物资管控能力层级划分

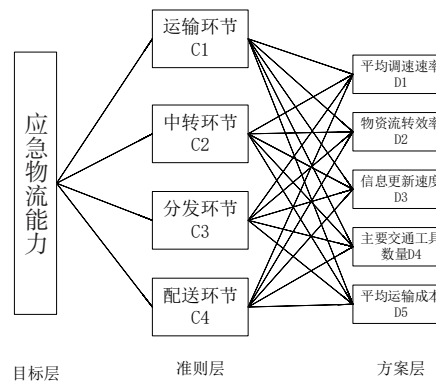


图2 应急物流能力层级划分

众对其认知度不高,采用问卷调研可能达不到预期效果。而一般高级的管理人员、一线人员可能对此了解较多,较为专业,所以,采用专家打分法更贴近实际情况,具有科学性和合理性。

根据层次结构模型建立判断矩阵。确定各层次各因素之间的权重时,如果只是定性的结果,则过于主观,因此建立判断矩阵进行两两相互比较,比较时采用相对尺度,以提高准确度。针对应急物资管控能力和应急物流能力分别分层构建判断矩阵。

应急物资管控能力准则层判断矩阵:

$$\begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 2 & 1 & 2 \\ 2 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

应急物流能力准则层判断矩阵:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 1 & 1 & \frac{1}{2} & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

利用MATLAB求解得到权重,其中CR称为一致性比率,当 $CR < 0.1$ 时,认为判断矩阵具有满意的一致性;如果 $CR \geq 0.1$,需调整判断矩阵,使之具有满意的一致性。以应急物资管控能力准则层判断矩阵为例,经过计算得 $CR=0.0462 < 0.1$,通过一致性检验。计算得出应急物资管控能力准则层、目标层权重见表1、表2。在应急物资管控能力方面,储备的物资往往仅能应急一部分,且物资涉及的种类繁多,所以,应急物资更关注筹措环节。相比于筹措和储备环节,如果应急物资需生产再调配,可能就会错过黄金救援时间,生产环节适合在筹措和储备的物资完全不够用的前提下,作为后方补给站。

表1 应急物资管控能力准则层权重

分类	权重
A ₁	0.195 8
A ₂	0.493 4
A ₃	0.310 8
CR	0.046 2

表2 应急物资管控能力目标层最终权重

分类 编号	A ₁	A ₂	A ₃	最终权重	排名
B ₁	0.191 3	0.147 7	0.068 4	0.131 6	4
B ₂	0.151 0	0.105 5	0.146 8	0.127 2	5
B ₃	0.260 7	0.314 2	0.133 3	0.247 5	2
B ₄	0.199 9	0.245 0	0.253 6	0.238 8	3
B ₅	0.197 0	0.187 6	0.398 0	0.254 8	1
CR	0.074 9	0.053 3	0.016 3	—	—

同理可计算得到应急物流能力准则层、目标层权重,见表3、表4。

表3 应急物流能力准则层权重

分类	权重
C ₁	0.168 2
C ₂	0.197 6
C ₃	0.395 2
C ₄	0.239 0
CR	0.022 5

表4 应急物流能力目标层最终权重

分类 编号	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	最终权重	排名
D ₁	0.216 8	0.147 7	0.068 4	0.086 7	0.165 7	4
D ₂	0.307 6	0.105 5	0.146 8	0.142 0	0.246 2	1
D ₃	0.128 4	0.314 2	0.133 3	0.189 9	0.205 1	3
D ₄	0.135 4	0.245 0	0.253 6	0.187 9	0.146 8	5
D ₅	0.211 9	0.187 6	0.398 0	0.393 4	0.236 2	2
CR	0.053 1	0.018 2	0.017 3	0.032 0	—	—

2 构建相关性分析和回归方程

在构建相关性分析和回归方程前,作出如下理论假设:*a.*假设 X_1 获取物资时间- Y_1 平均调配速率负相关;*b.*假设 X_2 单位物资清点速率- Y_2 物资流转效率正相关;*c.*假设 X_3 物资利用率- Y_2 物资流转效率正相关;*d.*假设 X_4 平均仓储成本- Y_2 物资流转效率负相关。

对于上述假设,首先计算相关系数 r ,见式(1),其中, X 表示自变量因子, Y 表示因变量, \bar{X} 表示自变量均值, \bar{Y} 表示因变量均值。

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

然后,进行 z 相关系数显著性检验,步骤如下:

(1)提出假设。 $H_0: \rho = 0; H_1: \rho \neq 0$ 。

(2)计算检验的统计量:

$$t = |r| \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \sim t(n-2) \quad (2)$$

(3)进行决策,根据给定的显著性水平 α 和自由度 $df=n-2$ 查 t 分布表,得出 $t_{\frac{\alpha}{2}}(n-2)$ 的临界值。若 $|t| > t_{\frac{\alpha}{2}}$,则拒绝原假设 H_0 ,表明总体的两个变量之间存在显著的线性关系。

最后,建立一元线性回归预测方程:

$$\hat{y} = \alpha + \beta x_i \quad (3)$$

本文采用实地调研法,访谈浙江省数个街道社区和相关政府部门,了解疫情期间的应急物流和应急物资管控政策、措施以及实施效果,将其量化推演成一组数据,为研究两者相关关系提供基础。另外,调研所在地点的疫情形势、资源分布、基础交通设施建设等情况不同,因此,调研的结果也不具备普适性,仅为相关关系的研究提供可能性方向,其数据支撑的科学性和合理性有待进一步研究。

因应急物资种类繁多,且可获取性存在极大差异,所以,采取复杂问题简单化从而研究潜在的相关性,假设获取或消费的应急物资为同一品类、同一数量的大众应急物品(医用口罩、额温枪、防护服、消毒

水等日常物品),经过推演的数据见表5。

表5 应急物流与应急物资相关推演数据表

编号	X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2
1	8	500	0.75	1 104	210	0.74
2	6	323	0.85	1 239	339	0.68
3	10	634	0.84	1 003	201	0.89
4	5	377	0.87	1 343	330	0.86
5	13	456	0.97	1 223	188	0.75
6	15	765	0.87	9 89	198	0.95
7	9	654	0.99	1 024	231	0.91
8	7	234	0.87	1 439	207	0.68
9	12	754	0.97	9 20	178	0.98
10	4	458	0.95	1 248	348	0.77
11	15	245	0.93	1 304	344	0.73
12	19	745	0.91	9 28	183	0.92
13	3	455	0.89	1 289	385	0.79
14	9	664	0.84	1 090	220	0.85
15	7	532	0.87	1 205	204	0.84

其中, X_1 代表获取物资时间,以响应所需一单位应急物资所耗费的大致时间(h)而推算; X_2 代表单位物资清点速率,以每获取一单位应急物资所耗费的大致时间(s)而推算; X_3 代表物资利用率,以已消费的应急物资占全部物资的比例而推算; X_4 代表平均仓储成本,以每周所耗费的大致仓储费用(元)而推算; Y_1 代表平均调配速率,以每天所能运转的大致应急物资数量(件)而推算; Y_2 代表物资流转效率,以在转应急物资占全部物资的比例而推算。

对于假设 a , 根据计算可得系数见表6、表7。

表6 假设 a 相关性分析

相关性分析	
Multiple R	0.554 147
R Square	0.307 079
Adjusted R Square	0.253777
标准误差	63.821 22
观测值	15

相关系数 $r_a = 0.554 > 0.5$; $Significance F = 0.032 < 0.05$, 两者呈中度相关,且拟合回归方程为: $\hat{y}_a = -8.999 54x + 336.262 3$ (其中 \hat{y} 为回归方程预测值),即获取物资时间与平均调配速率负相关,但是只能解释变差的25%,两者可能存在线性关系,但是拟合效果不佳,结果并不显著。

表7 假设 a 方差分析及线性回归方程

方差分析	df	SS	MS	F	Significance F	
回归分析	1	23 466	23 466	5.761 145	0.032 071	
残差	13	52 950.93	4 073.149			
总计	14	76 416.93				
	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	336.262 3	39.133 28	8.592 744	1.01E-06	251.72	420.804 6
X Variable 1	-8.999 54	3.749 436	-2.400 24	0.032 071	-17.099 7	-0.899 38

对于假设 b , 根据计算可得系数见表8、表9。

表8 假设 b 相关性分析

回归统计	
Multiple R	0.888 01
R Square	0.788 561
Adjusted R Square	0.772 297
标准误差	0.046 034
观测值	15

表9 假设 b 方差分析及线性回归方程

方差分析	df	SS	MS	F	Significance F	
回归分析	1	0.102 744	0.102 744	48.483 52	9.87E-06	
残差	13	0.027 549	0.002 119			
总计	14	0.130 293				
	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	0.573 346	0.037 728	15.196 97	1.18E-09	0.491 841	0.654 852
X Variable 1	0.000 48	6.89E-05	6.963 011	9.87E-06	0.000 331	0.000 629

相关系数 $r_b = 0.88 > 0.8$; $Significance F < 0.05$, 呈现高度相关,拟合回归方程为: $\hat{y}_b = 0.000 48x + 0.573 346$,能解释变差的77%,两者存在线性关系,且拟合效果较好。

对于假设 c , 根据计算可得系数见表10。

表10 假设 c 相关性分析

回归统计	
Multiple R	0.261 208
R Square	0.068 23
Adjusted R Square	-0.003 44
标准误差	0.096 637
观测值	15

相关系数 $r_c = 0.26 < 0.3$, 则两者不相关,假设不成立。

对于假设 d , 根据计算可得系数见表11、表12。

相关系数 $r_d = 0.794 > 0.5$; $Significance F < 0.05$, 则两者呈中度相关,拟合回归方程为:

表11 假设 d 相关性分析

回归统计	
Multiple R	0.794 162
R Square	0.630 694
Adjusted R Square	0.602 286
标准误差	0.060 839
观测值	15

表12 假设 d 方差分析及线性回归方程

方差分析	df	SS	MS	F	Significance F	
回归分析	1	0.082 175	0.082 175	22.201 16	0.000 406	
残差	13	0.048 118	0.003 701			
总计	14	0.130 293				
	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	1.374 954	0.118 261	11.626 4	3.05E-08	1.119 466	1.630 442
X Variable 1	-0.000 48	0.000 101	-4.711 81	0.000 406	-0.000 7	-0.000 26

$\hat{y}_d = -0.000 48x + 1.374 954$, 能解释变差的60%, 两者存在线性关系, 拟合效果较好。

3 实证结果分析

通过以上计算得到如下结论:

(1)在应急物资管控能力方面,需特别重视筹措环节。具体而言,需对平均仓储成本、单位物资清点速率、物资利用率加以重视。在应急物流能力方面,需特别重视分发环节。具体而言,需对物资流转效率、平均运输成本、信息更新速度加以重视。

(2)在其他影响因素一定的情况下,获取物资时间与平均调配速率呈负相关,但利用线性回归分析法得出的拟合效果不佳,即存在线性关系,但结果不显著。单位物资清点速率与物资流转效率呈正相关,且使用线性回归分析法得出的拟合效果较好。物资利用率与物资流转效率不相关。平均仓储成本与物资流转效率负相关,且利用线性回归分析得出的拟合效果较好。在相关关系中,也应当加强对相关性强及拟合效果好的相关因子的利用与发展,从而提高相关效应,以促进应急物流与应急物资相关关系的构建,实现突发公共卫生事件下的高效应对。

(3)物资清点速率和仓储成本两者关系反映了

应急物资与应急物流的相关关系,需要加快物资的流动速率,降低平均仓储成本,物资的获取与物流的运输需配合一致。但本文未针对物资特性做具体讨论,若不同的应急物资其获取途径与物流运输方式有明显差异,那么则在此方面有待进一步细化研究。

4 对应急物流与应急物资管控及其相关关系发展的建议

4.1 提高资源配置效率

根据应急物资与应急物流管控的影响因素重要性以及后续相关性分析所得结论,应重视应急物流与应急物资的筹措环节、分发环节,尤其关注可能在线性关系的因子,如平均仓储成本因子和物资流转效率因子,其负相关关系说明保持较低的平均仓储成本会带来较高的物资流转效率,即通过减少仓储成本预算来提高资源配置效率。此外,可根据相关因子的重要性关系划分对应重点层次,确定优先变动因子,减少不必要的资源浪费。

4.2 不断完善保障体系

发生应急事件时,尽可能实现多方联动配合,动态把握应急物资的需求,及时收集信息进行需求的量化分析,建立综合指挥中心以实现科学调度,不断提高协作效率。在物资筹集方面,进一步提高政府、企业的合作力度,全方位利用经济、政治、文化手段进行高效的物资筹集;在物资储备方面,在全国各大省市建立应急物资储备基地,分层分级,及时更新应急物资储备情况,建立健全应急物资的储存、监测及运输调配工作预案;在应急物资管理方面,对应急物资进行合理分类,完善应急物资总目录,合理构建应急物资的品种结构,构建全方位、多元化共同参与的应急物流与应急物资相关保障体系。在应急事件发生之初,应及时分析并精准上报,及时对接应急物资需求目录,并迅速准确地将应急物资配送到应急事件发生地。

4.3 加强“大智移云”应用

在应急物资与应急物流管控相关关系发展过程中,需要进一步加强利用大数据、云(下转第125页)