

基于柔性契约的军队应急物资供应商选择

杨澄懿, 于明媛, 赵雁武
(武警后勤学院, 天津 300309)

摘要: **目的** 针对应急物资的供应商选择问题, 希望通过与供应商之间签订柔性契约, 以确保军队在应对突发灾害时能快速高效并且经济合理地获得救援物资。**方法** 通过建立随机规划模型, 可针对不同供应商提供的协议条款选择采购成本最少的供应商。**结果** 运用该模型可分析得出, 地处易发生Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ级灾害区域的军队采购部门在选择应急物资供应商时应重点协商的内容。**结论** 军队采购部门与应急物资供应商之间签订柔性契约, 能在保证物资供应的前提下尽可能降低总的采购成本, 从而实现双方共赢。

关键词: 供应商选择; 柔性契约; 应急物资

中图分类号: E233 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)01-0247-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.01.036

Selection of Military Emergency Supplies Suppliers Based on Flexible Contract

YANG Cheng-yi, YU Ming-yuan, ZHAO Yan-wu
(Logistics University of PAP, Tianjin 300309, China)

ABSTRACT: The work aims to sign flexible contracts with suppliers to ensure that the military can get relief supplies quickly, efficiently and economically in response to emergency disasters, with respect to the supplier selection problem of emergency supplies. By establishing the random planning model, the supplier with the lowest procurement cost could be selected according to the agreement terms provided by different suppliers. This model could be used to analyze the contents that military procurement departments in areas prone to I, II, III and IV grade disasters should focus on during negotiation when selecting emergency supplies suppliers. The flexible contract signed between the military procurement department and the emergency supplies supplier can reduce the total procurement cost as much as possible on the premise of ensuring the supply of supplies, thus achieving a win-win situation for both parties.

KEY WORDS: supplier selection; flexible contract; emergency supplies

自然灾害发生后, 各种应急物资(如水、食物和帐篷)的需求激增, 军队采购部门通过不同来源渠道满足这些需求, 如预置物资、实物捐赠和采购供应等, 其中灾后的采购供应是最主要的物资来源方式。由于灾难发生的时间、地点和造成的破坏度无法预测, 这使得灾后采购任务的完成难度加大, 为简化采购流程, 确保物资供应的及时性, 通常采购部门在灾前准

备阶段就会与供应商签订一些柔性契约。

目前关于“柔性契约”并没有明确的定义, 其“柔性”大多体现在双方签订的契约大多是不完全的, 契约中存在许多调价条款、再谈判条款、激励条款及数量调整条款等。文中旨在帮助军队采购部门在灾前选择供应商并签订柔性契约, 以保证在发生突发灾难时能进行高效采购, 快速获得物资供应, 因此, 文中将

收稿日期: 2018-09-05

基金项目: 中国物流学会面上项目(2018CXLKT3-022)

作者简介: 杨澄懿(1992—), 女, 武警后勤学院硕士生, 主攻应用经济专业。

通信作者: 赵雁武(1971—), 女, 博士, 武警后勤学院副教授、硕导, 主要研究方向为后勤保障。

“柔性契约”定义为为应对突发事件的不确定性,由应急物资供应商和军队采购部门之间签订的在采购数量和物资价格上可做调整的契约。柔性契约下,供应商为军队储备应急物资,并承诺一旦灾害发生,会按照预先规定的条款(如价格、包装等)交付相应物资,军队采购部门有权决定在灾难发生后是否按协议进行订单采购。这些由契约供应商储备的物资也可以称为“虚拟库存”^[1],柔性契约条件下军队只需储备少量重要的物资设备,这可以极大降低仓储和管理成本,而对供应商来说的最大好处就是业务集中且有最低保障。

从理论上,目前关于将柔性契约运用到应急物资采购的研究有:从生产能力储备的角度,张琳^[2]等基于柔性契约建立了物资企业双储备形式下的政府应急物资采购模型;从应急物资定价的角度,田军^[3]、杨瑞娜^[4]、陈可嘉^[5]等对价格柔性契约下应急物资采购的协调机制进行了研究;从供应商风险厌恶的角度,吴双胜等^[6]构建价格随机与供应商风险厌恶的应急数量弹性契约模型,有效消除了突发事件对供需的影响,并得到了合理的批发价和订货数量。上述文献都或多或少先论述了在应急物资采购中运用柔性契约的重要性^[7-8],继而再从各自研究角度出发探讨柔性契约在生产能力、定价^[9]、分配原则^[10]等方面的具体体现,最终达到保证物资数量^[11]、控制政府成本^[12]的目的。实际签订契约过程中,鲜少有契约是仅在定价或储备上有弹性空间的,文中研究了在不同灾难强度下,供应商储备能力、供应范围和定价三因素相互之间作用最终对供应商的选择产生的影响,更加有可用性和实践意义。

在实践中,与供应商签订柔性契约的好处也日益显现,世界上许多军队和救援组织都已系统地使用柔性契约进行应急物资的采购。例如,国际红十字会与红新月会联合会(IFRC)早在2001年就曾与契约供应商采购基本的救灾物品,据统计,国际红十字会通过柔性契约在救援物资采购方面提高了28%的反应能力,降低了13%的物资中转滞留和减少了7%~14%的采购成本^[13]。世界宣明会(WVI)^[14]也是先在国际范围发布物资需求,再根据柔性契约,筛选出可能会进一步对契约条款进行协商的供应商,最后选择出契约供应商。

1 问题描述与契约说明

1.1 问题描述

军队在抢险救灾过程中需要大量急需的救济物资,而在灾前大量储备救济物资不经济,因此物资来源主要是灾后采购。一方面,由于灾害发生的不确定性,为减少预先储备带来的资源浪费,军队采购部门更倾向于在灾后作出采购决定,但另一方面,如果整

个采购过程都被推迟到灾后阶段,就很难迅速有效地得到物资供应,因此,军队采购部门希望在灾难发生之前与一些供应商签订柔性契约,以满足灾难发生后的救援需求。

1.2 规则确立

契约签订需要双方遵守规则如下。

1) 对于军队采购部门。在契约期内,无论灾难是否发生都必须从契约供应商处购买最低承诺量的物资;当灾难发生后,有权决定是否与契约供应商购买物资;契约期满,若购买量低于最低承诺量,需赔偿违约金。

2) 对于契约供应商。无论灾难是否发生,需按契约价格和交货要求提供物资;向军队采购部门提出契约期内必须购买的最低承诺量;契约供应商若未能按要求提供物资,同样需赔偿违约金;负责配送应急物资。

1.3 契约差异

不同供应商因各自规模不同会向军队采购部门提出不同的契约条款,总的来说可能会在以下方面有所不同。

1) 最低承诺量。契约期内,军队采购部门必须从供应商处购买的物资量。

2) 储备能力。发生灾难后,军队采购部门能从供应商处购买的最大量。

3) 定价。商品单价(包括运输费用),受军队的购买数量(购买数量越多,供应商给的折扣率越多)、发货目的地和提前期等因素的影响^[15]。

4) 地理覆盖^[16]。供应商的配送范围,影响配送时间和运输费用。

2 模型建立

针对应急条件下救灾物资供应商选择的问题,文中建立了随机规划模型来处理信息的不确定性,从一组符合质量要求的候选供应商中选择出所需供应商。模型中各变量符号、含义详见表1,供应商和军队采购部门决策变量见表2。

目标函数:

$$\min \sum_{i \in S} f_i y_i + \sum_{d \in D} p_d \left[\sum_{i \in S} (\delta_i W_i^d - \phi_i Z_i^d) + \sum_{i \in S} \sum_{l \in L} \sum_{q \in Q_l} \sum_{r \in R} c_{ilqr}^d Q_{ilqr}^d + \sum_{i \in S} \sum_{r \in R} Z_i^d \phi_r^d \right] \quad (1)$$

约束条件:

$$\sum_{i \in S} Y_i \geq \eta_{\min} \quad (2)$$

$$\sum_{i \in S} Y_i \leq \eta_{\max} \quad (3)$$

$$\sum_{l \in L} \sum_{q \in Q_i} Q_{ilqr}^d \leq v_i^{\max} Y_i \quad \forall i \in S, r \in R, d \in D \quad (4)$$

$$Q_{ilqr}^d \geq X_{ilqr}^d \alpha_{ilqr}^d \quad \forall i \in S, l \in L, q \in Q_i, r \in R, d \in D \quad (5)$$

$$Q_{ilqr}^d \leq X_{ilqr}^d \beta_{ilqr}^d \quad \forall i \in S, l \in L, q \in Q_i, r \in R, d \in D \quad (6)$$

$$W_i^d \geq v_i^{\min} Y_i - \sum_{l \in L} \sum_{q \in Q_i} \sum_{r \in R} Q_{ilqr}^d$$
$$\forall i \in S, l \in L, q \in Q_i, r \in R, d \in D \quad (7)$$

$$W_i^d \geq 0 \quad \forall i \in S, d \in D \quad (8)$$

$$Z_i^d \geq v_i^{\max} Y_i - \sum_{l \in L} \sum_{q \in Q_i} \sum_{r \in R} Q_{ilqr}^d$$
$$\forall i \in S, l \in L, q \in Q_i, r \in R, d \in D \quad (9)$$

$$Z_i^d \geq 0 \quad \forall i \in S, d \in D \quad (10)$$

$$Q_{ilqr}^d \geq 0 \quad \forall i \in S, l \in L, q \in Q_i, r \in R, d \in D \quad (11)$$

$$X_{ilqr}^d \in \{0,1\} \quad \forall i \in S, l \in L, q \in Q_i, r \in R, d \in D \quad (12)$$

$$Y_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in S \quad (13)$$

目标函数（1）将固定协议成本、预期的罚款成本（包括供应商违约及军队采购部门违约）以及采购成本的总和最小化；约束（2）和（3）确保所选供应商的数量在规定的上下限之间；约束（4）保证每个供应商的供货量在其储备能力范围内；约束（5）和

表 1 变量符号及说明
Tab.1 Variable symbol and description

符号	含义与约束
R	需求区域的集合， $r \in R$
S	候选供应商的集合， $i \in S$
L	提前期的集合， $l \in L$
Q_i	供应商 i 供应物资数量的集合， $i \in D$ ； $q \in Q_i$
D	灾害场景的集合， $d \in D$
p^d	某场景的发生概率， $d \in D$
q_r^d	d 场景下 r 任务点的需求量
c_{ilrq}^d	d 场景下供应商 i 在 l 提前期内为 r 任务点提供 q 数量区间的物资的单价
α_{ilqr}^d	d 场景下供应商 i 在 l 提前期内为 r 任务点提供 q 数量区间的物资的最少量
β_{ilqr}^d	d 场景下供应商 i 在 l 提前期内为 r 任务点提供 q 数量区间的物资的最大量
$v_i^{\min}$	军队采购部门从供应商 i 处购买的最低承诺量
$v_i^{\max}$	供应商 i 的最大储存能力
δ	军队采购部门购买量未达到最低承诺量的单位罚款
ϕ_i	供应商 i 未按契约提供物资的单位罚款
φ_r^d	供应商 i 未按契约提供物资的单位罚款
f_i	管理供应商 i 的固定契约费用
$\eta^{\min}$	选择的契约供应商的最少数量
$\eta^{\max}$	选择的契约供应商的最大数量
Q_{ilqr}^d	d 场景下供应商 i 在提前期 l 内为 r 任务点提供 q 数量间隔时购买的物资量

表 2 供应商和军队采购部门的决策变量及说明
Tab.2 Decision variables and instructions of suppliers and military procurement department

变量符号	变量含义
Y_i	如果供应商被选择签订协议则为 1；否则为 0
X_{ilqr}^d	如果与供应商 i 在 d 场景下在提前期 l 内为 r 任务点提供 q 数量间隔物资能达成协议并购买供应品则为 1，否则为 0
W^d	d 场景下军队采购部门的未达到承诺量的辅助变量
Z_i^d	d 场景下供应商 i 未按契约提供物资的辅助变量

（6）确定了定价，保证每笔订单都对应一个供应的数量区间和提前期区间；约束（7）和（8）定义了军队采购部门购买未达到最低承诺量的情况；约束（9）和（10）定义了供应商未依照契约供应物资的情况；约束（11）是一个非负性约束；约束（12）和（13）定义了 2 个二元变量。

3 算例分析

在该节中通过算例分析探讨契约条款对供应商选择决策的影响。

3.1 案例描述

军队采购部门与当地 6 家候选供应商准备签订柔性契约。将不同的灾害造成的影响和供应商的配送范围大小作为算例的数据，灾害等级划分参照《国家地震应急预案》中的标准：死亡 20 人以下为一般灾害，定义为Ⅰ级；20~50 人为较大灾害，定义为Ⅱ级；50~300 人为重大灾害，定义为Ⅲ级，300 人以上为特别重大灾害，定义为Ⅳ级，因此可生成 8 种基本情况的算例见图 1。

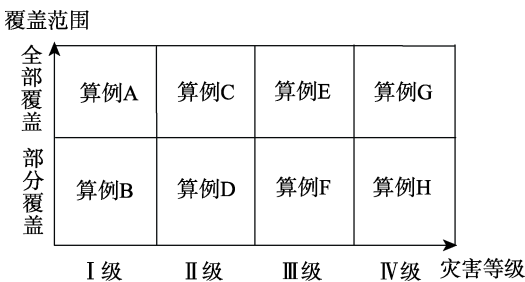


图 1 8 种基本情况的算例

Fig.1 Examples of 8 basic situations

算例参数设定如下：用 $U[100,200]$, $U(200,500]$, $U(500,1000]$, $U(1000,2000]$ 分别代表Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ级灾害发生后的应急物资需求大小， $U[0,1]$, $U(1,3]$, $U(3,7]$, $U(7,10]$ 分别代表用于Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ级灾害发生的频率大小。供应商的储备能力和最低承诺量分别为 1000 和 200 单位，固定协议的成本为

150 元, 物资单价 100 元, 军队采购部门购买未达到最低承诺量的违约金按单位成本的 10% 设置, 契约供应商未按契约提供物资的违约金按 15% 设置, 供应商对订单数量大于 500 个单位的订单提供 15% 的折扣。

3.2 算例测试结果

算例测试结果见表 3, 为更加直观看清采购成本和供应商储备能力在各案例中的变化, 根据表 3 作图 2, 3, 由表 3 的测试结果可得出结论如下。

1) 当供应商的供货覆盖范围较大时 (算例 A, C, E 和 G), 最终被选择的契约供应商数量会减少, 总成本降低, 这是因为固定成本和预期的惩罚成本会由于供应商数量较少以及较大程度利用供应商的储备能力而降低, 也就是说较低的单位惩罚成本在当覆盖范围被限制时对供应商选择的影响较大; 当预期的惩罚成本随着覆盖面的增加而下降时, 采购成本可能保持不变, 这是因为不同的情况也可能产生同样的折扣率, 因此预期采购成本受供应商覆盖范围差异的影响不大。

2) 虽然在 III, IV 级灾害案例中 (算例 E, F 和 G, H) 选择的协议供应商数量较大, 但其总成本比 I, II 级灾害 (算例 A, B 和 C, D) 的小。发生灾害级别较高后选择的供应商数量较大, 这是因为必须增加储备量来满足较高等级灾害后对物资的巨大需求, 选

择多个供应商后, 固定成本和预期的罚款成本较高, 但由于采购物资数量折扣较大, 对灾害事件作出响应的百分比也更大, 所以其预期采购成本不一定会增加。

3.3 算例敏感性测试

针对不同情况下契约条款对供应商选择和采购成本的影响进行分析, 举例说明改变供应商储备能力、最低承诺量以及定价对模型的敏感性^[17]。

3.3.1 储备能力的影响

通过不断修改供应商储备能力的数据, 然后带入模型得到折线图见图 4。根据图 4 可以得出如下结论。

1) 随供应商储备能力的增加, 最终被选择的供应商数量会减少。当供应商的储备能力增加时, 只需少量的供应商就能满足灾害后对物资的需求。

2) III、IV 级灾害情况下, 储备能力变化对供应商选择和采购成本的影响更大。当储备能力从最小值增加到最大值时, 算例 E, F 和 G, H 中供应商的数量有一个显著的减少, 而 I, II 级灾害情况下算例 A, B 和 C, D 中减少的幅度较小。因为 I, II 级灾害发生时, 需求量并不太大, 因此少量的供应商就可以满足需求, 固定成本和罚款成本的降低幅度变大, 节省了采购成本。

表 3 基础案例结果
Tab.3 Basic case results

算例	选择的供应商数	总成本/元	预期采购成本/元	预期惩罚成本/元	固定成本/元	供应商灾害响应程度/%						供应商储备能力的使用百分比/%	
						1	2	3	4	5	6	平均	最大
A	2	67 582.4	62 563.1	4719.3	300	56.3	56.3	—	—	—	—	57.7	67.6
B	4	69 935	62 563.1	6771.9	600	63.1	62.1	62.1	55.7	—	—	27.5	62.5
C	3	69 874.8	63 257	6167.8	450	68	63.8	55.5	—	—	—	59.1	77.1
D	4	70 672.5	63 257	6815.5	600	72	70.1	64.5	62.1	—	—	31.4	70.8
E	4	66 528.1	64 625.3	1302.8	600	79.4	74.2	69.3	65.2	—	—	61.6	86.9
F	6	67 710.3	64 625.3	2185	900	81.7	78.7	75.4	71.2	65.8	61.3	37.5	81.5
G	4	65 693.5	65 193.5	0	600	82.8	77.8	74.2	69.8	—	—	66.1	99.1
H	6	66 093.5	65 193.5	0	900	100	93.5	90.4	87.3	86.5	80.4	39.2	87.8

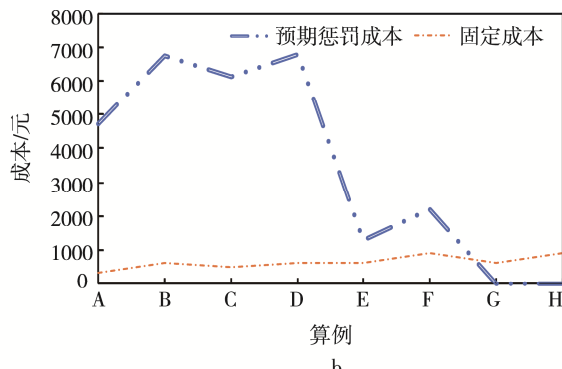
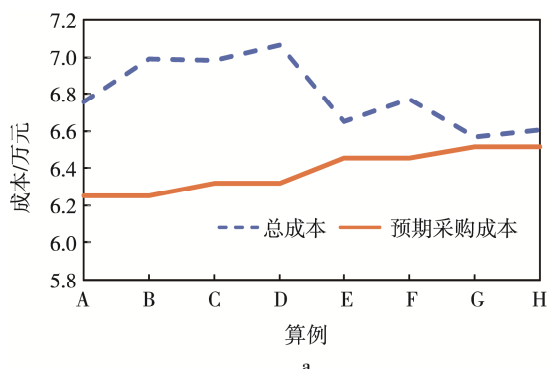


图 2 采购成本
Fig.2 Procurement cost

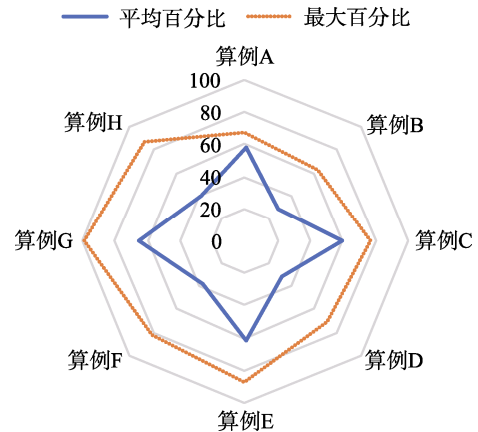


图 3 供应商储备能力使用
Fig.3 Use of supplier reserve capacity

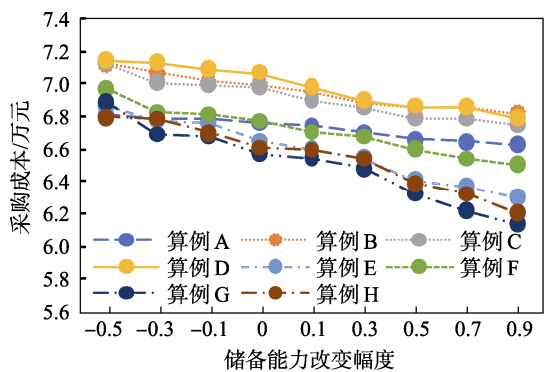
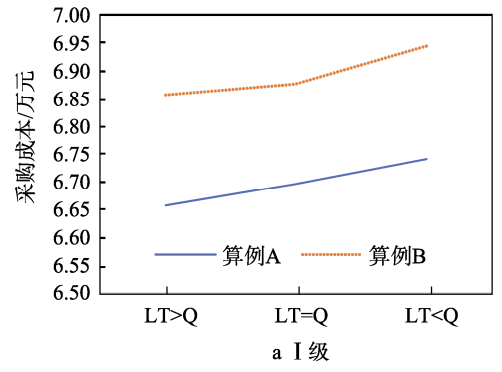
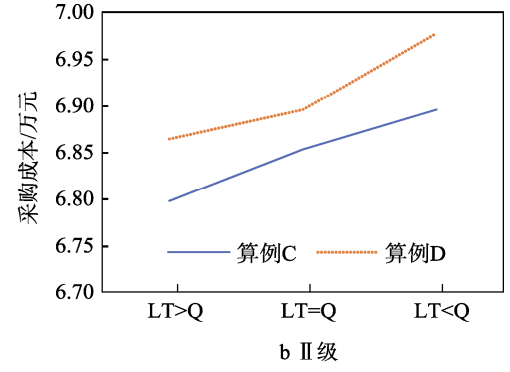


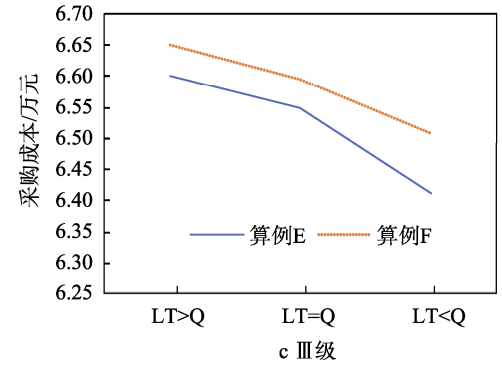
图 4 成本对储备能力的敏感性
Fig.4 Sensitivity of cost to reserve capacity



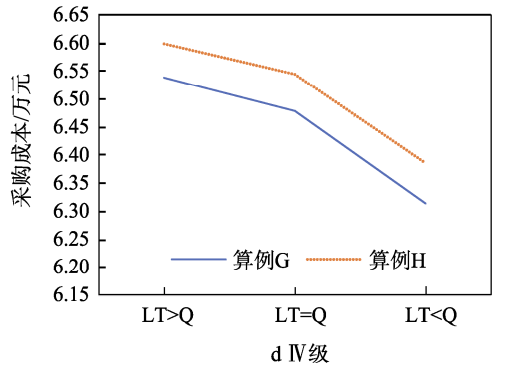
a I 级



b II 级



c III 级



d IV 级

图 6 4 级灾害下不同数量 (Q) 和提前期 (LT) 折扣费率的采购成本
Fig.6 Procurement cost of discount rate with different quantity (Q) and lead time (LT) under IV grade disaster

3.3.2 最低承诺量的影响

最低承诺量对供应商选择和采购成本的影响,见图 5。根据图 5 可以看出:在所有情况下,随最低承诺量的增加,采购总成本增加;Ⅲ,Ⅳ级灾害情况下,最低承诺量的变化对总成本的影响更大。

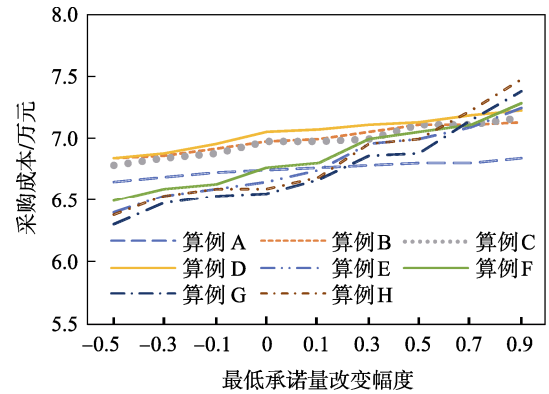


图 5 成本对最低承诺量的敏感性
Fig.5 Sensitivity of cost to minimum commitment

3.3.3 定价的影响

该节研究了数量折扣率和提前期折扣率对总成本的影响。Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ级灾害下物资的采购成本见图 6,从图 6 中可以得出如下结论。

1) 在Ⅰ,Ⅱ级灾害的环境下,总成本随提前期折扣率的增加而降低。随着灾害级别的增加,较大提前期折扣率的影响会变小。

2) 在Ⅲ,Ⅳ级灾害的环境下,总成本随数量折扣率的增加而降低,随着灾害级别的增加,较大数量折扣率的影响会变小。

总的来说,在易发生Ⅲ,Ⅳ等级灾害的区域,军队采购部门优先与配送覆盖范围较大的供应商签订契约,但若同时供应商的配送覆盖范围都有限,军队采购部门应尽量与供应商谈判,通过降低最低承诺量以减少采购成本;从折扣率上来看,在Ⅲ,Ⅳ等级灾害环境下,军队采购部门应与供应商去协商较大的提前期折扣率,随着等级的升高,提前期折扣率的高低对成本的影响可能很小,那么需要针对影响价格的其他要素(如配送范围、提高数量折扣率等)与供应商进行谈判,可能有助于减少采购总成本。

4 结 语

应急物资需求的不确定性和紧迫性为军队后勤保障带来巨大挑战,而预先储备大量的应急物资可能会造成资源的限制和浪费。对此,文中针对应急需求峰值高、生产时间较长且在和平时价格相对稳定的药品、食品、生活用品等物资类型,通过随机规划模型构建了一个数量柔性契约。运用该模型可分析得出地处易发生Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ级灾害区域的军队采购部门在选择应急物资供应商时应重点协商的内容,从而在保证物资供应的前提下尽可能降低总的采购成本,这为军队采购部门在不同条件下评估供应商特征和协议条款提供了意见建议。未来的研究可进一步分析响应时间、储备形式、生产能力等方面的不同给供应商选择带来的影响。

参考文献:

- [1] SCHULZ S. Benefits and Impediments of Horizontal Cooperation Between Humanitarian Organizations[J]. Disaster Relief Logistics, 2009, 16(4): 261—285.
- [2] 张琳,冯耕中.基于柔性契约的政府应急物资采购模型研究[J].运筹与管理,2017,26(5): 53—61.
ZHANG Lin, FENG Gen-zhong. Government Emergency Supplies Procurement Model Based on Flexible Contract[J]. Operations Research and Management Science, 2017, 26(5): 53—61.
- [3] 田军.价格柔性契约下政府应急物资采购协调机制研究[J].中国管理科学,2017,25(11): 158—167.
TIAN Jun. Coordination Mechanism of Government Emergency Material Purchase under Price Flexible Contract[J]. Chinese Journal of Management Science, 2017, 25(11): 158—167.
- [4] 杨瑞娜.数量柔性契约中的应急物资采购定价策略研究[J].系统工程理论与实践,2016,36(10): 2590—2600.
YANG Rui-na. Emergency Supplies Procurement Pricing Strategy under Quantity Flexible Contract[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2016, 36(10): 2590—2600.
- [5] 陈可嘉,李烜楠.数量弹性契约下考虑采购折扣的供应商数量优化问题[J].福州大学学报(自然科学版),2017,45(1): 133—139.
CHEN Ke-jia, LI Xuan-nan. The Problem of Suppliers Number Optimization Considering Purchase Discount under Quantity Flexible Contract[J]. Journal of Fuzhou University(Natural Science Edition), 2017, 45(1): 133—139.
- [6] 吴双胜,刘浪.价格随机条件下供应商风险厌恶的应急数量弹性契约研究[J].软科学,2017,31(11): 128—133.
WU Shuang-sheng, LIU Lang. Emergency Quantity Flexibility Contract under Risk Aversion of a Supplier Considering Stochastic Price[J]. Soft Science, 2017, 31(11): 128—133.
- [7] 庄品,李宏娟.短生命周期产品供应链应急数量柔性契约研究[J].价值工程,2009,28(12): 57—59.
ZHUANG Pin, LI Hong-juan. Short Life Cycle Product Supply Chain Emergency Number Flexible Contract[J]. Value Engineering, 2009, 28(12): 57—59.
- [8] 刘臣,单伟.基于数量弹性契约的供应商数量选择问题研究[J].运筹与管理,2010,19(4): 1—7.
LIU Chen, SHAN Wei. Supplier Number Selection Based on Quantity Flexibility Contract[J]. Operations Research and Management Science, 2010, 19(4): 1—7.
- [9] 姬小利,曹海旺.价格弹性随机需求情况下基于RPM的供应链契约设计[J].中国管理信息化,2008(18): 87—89.
JI Xiao-li, CAO Hai-wang. Rpm-based Supply Chain Contract Design in the Case of Random Demand for Price Elasticity[J]. China Management Informationization, 2008(18): 87—89.
- [10] 李书芳.基于突发事件的供应链采购契约组合优化决策[J].科技创业月刊,2013,26(2): 98—100.
LI Shu-fang. Supply Chain Procurement Contract Combination Optimization Decision Based on Emergency[J]. Pioneering with Science, 2013, 26(2): 98—100.
- [11] BAGCHI A, PAUL M. Improving Bid Efficiency for Humanitarian Food Aid Procurement[J]. Int J Prod Econ, 2013, 134: 238—245.
- [12] BALCIK B, BEAMON C, KREJCI K. Coordination in Humanitarian Relief Chains: Practices, Challenges and Opportunities[J]. Int J Prod Econ, 2015, 126(1): 22—34.
- [13] KUMAR S. Managing Risks in a Relief Supply Chain in the Wake of an Adverse Event[J]. Oper Res Insight, 2011, 24(2): 131—157.
- [14] HAZRA J, MAHADEVAN B. A Procurement Model Using Capacity Reservation[J]. Oper Res Insight, 2009, 193: 303—316.
- [15] 张建业.供应链应急数量柔性契约研究[D].南京:南京航空航天大学,2010.
ZHANG Jian-ye. Quantity Flexibility Contract in Supply Chain for Short-life Products under Disruption[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2010.
- [16] LI L, Z ZABINSKY. Incorporating Uncertainty into a Supplier Selection Problem[J]. Int J Prod Econ, 2016, 134: 344—356.
- [17] BURCU B, DENIZ A. Supplier Selection for Framework Agreements in Humanitarian Relief[J]. Production and Operations Management, 2014, 23(6): 1028—1041.