

基于 NSGA-Ⅱ 算法的应急物资运送路径选择

董雅文 杨静雯 刘文慧 赵小惠

(西安工程大学机电工程学院工业工程系, 陕西 西安 710048)

摘要:研究应急物资供给点分为低级和高级两级,且低级供给点库存不足时,直运和转运两种应急物资运送模式,对其运送成本和物资缺失程度进行多目标优化。构建多目标优化模型,设计专门的带精英策略的非支配排序遗传算法(NSGA-Ⅱ),获得全局的 Pareto 最优解集,提供大量分配方案供决策者依据实际需要选择。两种不同的运送模式为决策者提供了明确的应急物资分配思路,同时也对应急物资分配理论进行了一定的探索。

关键词:应急物资;多目标优化;直运;转运;NSGA-Ⅱ

中图分类号:F25

文献标识码:A

doi:10.19311/j.cnki.1672-3198.2021.19.006

近些年来,无论自然灾害、事故灾害还是公共卫生

灾害时有发生,不仅对国家、企业造成了一系列的经济

至生态环境保护工作人员兼职现象在一些乡镇普遍存在,不能很好地满足当前环保需求,致使农村环境保护工作出现“短腿”情况,一些乡村乱倒垃圾、乱排污水、地膜残留造成的面源污染问题比较突出。

3 全县生态建设与环境保护对策建议

3.1 深入贯彻落实习近平生态文明思想

改善生态环境质量,关键在领导干部,因此各级领导干部和公职人员在年度教育培训中必须要有习近平生态文明思想的相关内容。在政府主导下,充分调动广大公众参与环境保护和建设的积极性,通过宣传教育、技能培训及政策激励等多方面努力,鼓励和引导社会各方力量参与其中,营造大家共同关注的良好氛围。

3.2 生态综合治理倒逼转向绿色发展

打造绿色发展模式,使用技术手段,通过循环经济保证从生态系统提供到经济系统的自然资源总量保持不变,经济系统排放到自然系统的废弃物保持不变,因此加快传统产业升级,壮大新兴产业,坚决取缔国家明令禁止和淘汰的生产工艺,对不符合环评要求的项目坚决不批,倒逼社会经济转向绿色高质量发展。

3.3 持续推进打赢打好污染防治攻坚战

把握重点环节防控,坚决打赢蓝天保卫战。继续做好大气污染“冬防”工作,稳步推进蓝天保卫战三年行动,狠抓燃煤锅炉综合整治、煤质管控、扬尘治理、工业企业废气治理、餐饮油烟污染治理、机动车尾气治理,全面清理整治“散乱污”企业,使大气环境质量持续好转。深化流域环境治理,持续打好碧水保卫战。紧盯泾河流域特点,不断靠实河长责任,开展河道“清四乱”专项行动,河湖环境进一步改善;深入开展集中式饮用水、水源地环境保护专项行动,不断完善乡镇和城乡接合部污水收集管网,让生活污水真正实现收集、处理、达标。抓好农村环境整治,有序推进净土保卫战。扎实推进农村人居环境整治行动和全域无垃圾专项治理行动。

按照“村容村貌整洁、生态环境优美”的要求,以村

庄周边、房前屋后、公共场所为重点,全面发动干部群众开展生活污水、生活垃圾、白色污染、人畜粪便及柴草堆积等废弃物的集中清理工作,因地制宜推进改建农村户用卫生厕所,助力现代化农业发展。

3.4 切实推进环保基础设施发挥作用

紧紧依托“黄河流域生态保护和高质量发展”平台,统筹整合各方面力量,共同抓好大保护,协同推进大治理。在项目争取上,按照山水、田、林、湖、草生命共同体的系统观,做好调研,主动汇报衔接,争取项目资金,集中力量推进流域综合治理。在项目实施上,加快泾河流域水环境综合治理项目,抓好乡镇污水、垃圾处理设施规范运营。在运营管理上,项目争取实施前严格核算运营维护成本,明确技术、人才、资金保障,项目建成后确保正常稳定运行。对于污水垃圾处理等民生领域的 PPP 项目和第三方运维管理,从严监督,依法依规稳妥推进。

3.5 法规制度体系整治问题常态化

始终把实行最严格的制度、最严密的法治作为推进生态环境保护的可靠保障,及时办结督察交办环境信访投诉问题,按照乡镇部门分类进行清单移交,就问题明确责任主体和督办单位,有序办理,不断推进信访问题解决落实。把区域生态环境突出问题作为重点,分重点分领域对建筑工地城区扬尘、道路湿法清扫、餐饮油烟、燃煤锅炉等进行日常监管,确保不出任何问题。在执法上不能松懈,创新构建适宜的生态环境保护综合执法模式,处理好部门联动和监管,积极联合各方面力量,让企业切实把生态环境保护责任自主自觉履行起来,依法严惩威胁群众利益的生态破坏行为,始终把实行最严格的制度、最严密的法治作为推进生态环境保护的可靠保障,在企业环境的整改和管理上给予指导和帮助,让企业和群众的合法权益不受到侵犯。

参考文献

- [1] 习近平谈治国理政.第三卷[M].外文出版社,2020.
- [2] 谢祥生,孟浩,董邦国,等.呼伦贝尔农村生态文明建设的现状及启示[J].大连民族大学学报,2020,(3).

基金项目:陕西省教育厅 2018 年专项科研计划项目“突发事件下应急医疗资源优化调度与配送问题研究”(18JK0324);西安工程大学 2021 年研究生创新基金项目“消杀移动机器人全覆盖路径规划研究”。

作者简介:董雅文(1979—),女,陕西宝鸡人,副教授,主要研究方向:可持续制造决策、应急资源配置。

损失,而且对个人的生命安全也带来了很大的威胁,如2002年波及全球的SARS事件,共造成我国349人死亡;2017年“8·8”九寨沟7级地震,共造成25人死亡,525人受伤,直接经济损失达224.5亿元;2018年张家口“11·28”爆炸事故,共造成23人死亡,22人受伤;2020年新冠肺炎疫情,据世界卫生组织2020年12月13日公布的最新数据显示,全球累计确诊病例达70228447例,累计死亡1595187例。由于突发性灾害事件具有救援时间紧迫、需求物资多样、需求物资数量大等特点。因此,如何快速、有效地向受灾点运送物资,最大程度地挽救生命、降低损失,成了当今各国和相关组织需要面对的重要课题。

1 模型建立

1.1 问题描述

首先将应急物资供给点分为低级和高级两级,两种供给点都可以提供相同类别物资,差别在于低级供给点库存较小,高级供给点库存充足,并且低级供给点数量多于高级供给点。且多数突发事件中应急物资需求量大,经常会出现低级供给点库存不足,高级供给点到受灾点之间的距离过远而无法及时运送,从而造成救援物资的缺失,影响救援效果。

基于此,本文提出两种运送模式:第一种为直运模式,即低级供给点先向受灾点运送物资,当出现库存不足时,高级供给点“接力”继续向受灾点运送物资;另一种为转运模式,即低级供给点出现库存不足或高级供给点由于客观原因无法及时救援,高级供给点可以先向低级供给点进行物资运送,然后由低级供给点根据需要向受灾点运送物资。

1.2 直运模式下的分配模型

模型假设:

- (1)各供给点之间的距离和各供给点到受灾点的距离已知;
- (2)各供给点的物资储备量已知;
- (3)受灾点的物资需求已知,且需求量不随时间变化;
- (4)仅考虑车辆运送,不考虑飞机等其它运送方式;
- (5)每次只运送一类应急物资;
- (6)不考虑由低级点供给转换为高级点供给时的间隔时间。

参数定义:

$I=\{i|i=1,2,3,\dots\}$ 为低级供给点集合

$K=\{k|k=1,2,3,\dots\}$ 为高级供给点集合

$J=\{j|j=1,2,3,\dots\}$ 表示受灾点集合

d_{ij} :表示从低级供给点*i*到受灾点*j*的运送距离

d_{kj} :表示从高级供给点*k*到受灾点*j*的运送距离

d_{ki} :表示从高级供给点*k*到低级供给点*i*的转运距离

W_i :表示低级供给点*i*初始物资数量

W_k :表示高级供给点*k*初始物资数量

D_j :表示受灾点*j*的物资需求数量

决策变量:

X_{ij} :表示低级供给点*i*向受灾点*j*运送应急物资的数量

X_{kj} :表示高级供给点*k*向受灾点*j*运送应急物资的数量

X_{ki} :表示高级供给点*k*向低级供给点*i*转运应急物资的数量

X_{2ij} :表示低级供给点*i*第二次向受灾点*j*运送应急物资的数量

因此,直运模式下的应急物资运送模型:

$$C=\min \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{ij} d_{ij} + \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} X_{kj} d_{kj} \quad (1)$$

$$G=\min \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} \frac{D_j - (X_{ij} + X_{kj})}{D_j} \quad (2)$$

s. t.

$$W_i < W_k \quad \forall i \in I, k \in K \quad (3)$$

$$\text{当 } W_i - \sum_{j \in J} X_{ij} = 0 \quad \text{且 } \exists j \in J \text{ 使 } D_j > 0$$

$$\text{则 } X_{kj} \geq 0 \quad \forall k \in K, i \in I \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I} X_{ij} + \sum_{k \in K} X_{kj} \leq D_j \quad \forall j \in J \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I} X_{ij} + \sum_{i \in I} X_{kj} > 0 \quad \forall j \in J \quad (6)$$

$$\sum_{j \in J} X_{ij} \leq W_i \quad \forall i \in I \quad (7)$$

$$\sum_{j \in J} X_{kj} \leq W_k \quad \forall k \in K \quad (8)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad \text{且 } \in R \quad \forall i \in I, k \in K, j \in J \quad (9)$$

1.3 转运模式下的分配模型

转运模式下的应急物资运送模型:

$$C=\min \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_{ij} X_{ij} + \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} d_{ki} X_{ki} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_{ij} X_{2ij} \quad (10)$$

$$G=\min \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \frac{D_j - (X_{ij} + X_{2ij})}{D_j} \quad (11)$$

s. t.

$$W_i < W_k \quad \forall i \in I, k \in K \quad (12)$$

$$\text{当 } W_i - \sum_{j \in J} X_{ij} = 0 \quad \text{且 } \exists j \in J \text{ 使 } D_j > 0$$

$$\text{则 } X_{ki} \geq 0 \quad \forall k \in K, i \in I \quad (13)$$

$$W_i - \sum_{j \in J} X_{ij} + \sum_{k \in K} X_{ki} \geq \sum_{j \in J} X_{2ij} \quad \forall i \in I \quad (14)$$

$$\sum_{i \in I} X_{ij} + \sum_{i \in I} X_{2ij} \leq D_j \quad \forall j \in J \quad (15)$$

$$\sum_{i \in I} X_{ij} + \sum_{i \in I} X_{2ij} > 0 \quad \forall j \in J \quad (16)$$

$$\sum_{j \in J} X_{ij} \leq W_i \quad \forall i \in I \quad (17)$$

$$\sum_{i \in I} X_{ki} \leq W_k \quad \forall k \in K \quad (18)$$

$$X_{ij}, X_{2ij} \geq 0 \quad \text{且 } \in R \quad \forall i \in I, k \in K, j \in J \quad (19)$$

2 算例分析

某地发生突发事件,现有3处受灾点,此时需从该地区的3个高级供给点以及5个低级供给点调集应急

物资进行救援。则有: $J=\{1,2,3\}$, $K=\{1,2,3\}$, $I=\{1,2,3,4,5\}$ 。现假设受灾点的物资需求量如表 1 所示。低级供给点和高级供给点的初始库存分别如表 2 和表 3 所示。各供给点之间的距离以及至受灾点的距离如表 4、表 5 和表 6 所示。

表 1 受灾点应急物资需求量

j	1	2	3
D_j	580	540	530

表 2 低级供给点初始库存

i	1	2	3	4	5
W_i	150	150	150	150	150

表 3 高级供给点初始库存

k	1	2	3
W_k	300	300	300

表 4 高级供给点与低级供给点之间的距离

i \ k	1	2	3	4	5
1	10	39	29	17	36
2	31	26	32	25	29
3	27	33	31	15	37

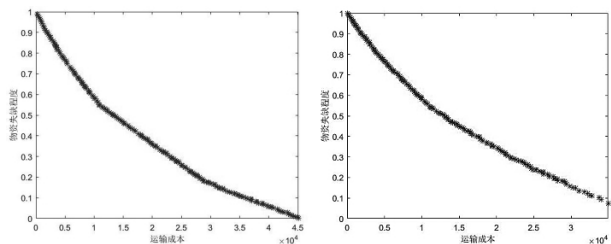
表 5 低级供给点与各受灾点之间的距离

i \ j	1	2	3	4	5
1	21	15	25	11	17
2	13	30	24	12	23
3	23	19	17	31	18

表 6 高级供给点与各受灾点之间的距离

k \ j	1	2	3
1	48	68	51
2	47	77	29
3	64	30	58

在此,利用 Matlab R2016b,采用带精英策略的非支配排序遗传算法(NSGA-Ⅱ)来求解模型。其中算法的参数设置:种群规模为 200,迭代次数为 200,交叉概率为 0.9,变异概率为 0.2。最终代码运行得到直运和转运模式下 Pareto 有效前沿解如图 1 所示,并且运行 10 次,种群空间分布大致相同,这说明算法有很强的全局优化能力和收敛稳定性。



直运模式下第 200 代种群分布 转运模式下第 200 代种群分布
图 1 直运与转运模式下第 200 代种群的空间分布情况

本文构建的模型及其求解提供了大量的 Pareto 解集供决策者按实际需要选择,当较多考虑成本因素时,可选择方案 1、2;当希望物资缺失最低时,则可选择方案 5、6。若要求成本和物资缺失程度较为均衡则可选择方案 3、4。此外,由表 7、表 8 可见,不同运送模式、相同物资缺失程度所对应的运送成本相差较大,转运模式可以有效节约运送成本。同时,由图 1 可看出,尽管直运模式整体运送成本大于转运模式,但直运模式提供了大量低缺失程度的分配方案。

表 7 直运模式下 Pareto 最优解

方案	目标函数	
	物资缺失程度 G	运送成本 C
1	0.54	11324
2	0.46	15190
3	0.35	20473
4	0.24	26022
5	0.15	31551
6	0.07	38195

表 8 转运模式下 Pareto 最优解

方案	目标函数	
	物资缺失程度 G	运送成本 C
1	0.54	11246
2	0.46	14592
3	0.35	19397
4	0.24	24883
5	0.15	30624
6	0.07	34946

3 研究结论与建议

本文研究结果表明,直运模式可以提供大量低缺失程度的分配方案,而转运模式可以有效节约运送成本。当突发事件波及范围大、严重程度高,选择直运模式进行物资运送,以保证充足的物资在紧急时刻及时送达;当突发事件规模较小、严重程度一般或者较低,可以选择转运或直运、转运相结合的运送模式,以适当降低运送成本,并保证整体救援效果。据此,决策者可依据实际需要选择运送模式的选择和配送方案的制定。

参考文献

- [1] Cao C, Li C, Yang Q, et al. Multi-Objective Optimization Model of Emergency Organization Allocation for Sustainable Disaster Supply Chain[J]. Sustainability, 2017, 9(11): 1-22.
- [2] Liu Y, Li Z, Liu J, et al. A double standard model for allocating limited emergency medical service vehicle resources ensuring service reliability[J]. Transportation Research Part C Emerging Technologies, 2016, (69): 120-133.
- [3] Wang Y, Sun B. A Multi-objective Allocation Model for Emergency Resources That Balance Efficiency and Fairness[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2018, (10): 1-8.
- [4] 凌思维, 杨斌, 孙少文. 基于需求分级的应急医疗资源配置[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2014, 39(2): 358-364.
- [5] 张永领, 马娇. 混沌粒子群算法在应急资源调度中的应用[J]. 灾害学, 2017, 32(2): 185-189.