



Estimation of Resources Required for Emergency Supplies Dispatch

—Take Shanghai Xuhui District as an example

Ying XUE^{1,2*}, Hanping ZHAO^{1,2}, Haoyue Qiu^{1,2}

1. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, MOE, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

*Corresponding author. Email: xueying9712@163.com

ABSTRACT

Lack of timely public access to emergency supplies after an emergency is an important problem in emergency response, and the reasons for the delay are related to the unreasonable allocation of material needs assessment and insufficient emergency resources such as manpower requirements. This paper takes the emergency response in the Shanghai epidemic as an example, and proposes to analyse the gap in resources such as manpower by integrating and analysing data from public platforms, in order to solve the problem of difficulty in delivering supplies to the residents.

Keywords: Emergency response, Delayed supply, Emergency resource gap

突发事件后生活物资调度所需资源估算

——以封城状态下上海市徐汇区为例

薛莹^{1,2*}, 赵晗萍^{1,2}, 邱昊月^{1,2}

¹ 北京师范大学 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875

² 北京师范大学 地理科学学部, 北京 100875

* 通讯作者. 电子邮箱: xueying9712@163.com

摘要

突发事件后公众获取应急物资不及时是应急响应中存在的重要问题, 其延迟的原因与物资需求评估分配不合理及人力需求等应急资源不足有关。本文以此次上海疫情下的应急响应为例, 提出通过公共平台数据整合分析求得人力等资源缺口进行分析, 以解决供应中存在的物资难以运达至居民手中的问题。

关键字: 应急响应, 供应延迟, 应急资源缺口。

突发事件后公众获取物资不及时问题频发, 而基础物资中断会严重影响民众生活甚至生命, 因此保障

1. 引言

物资供给是突发事件应急基础。导致物资供给出现大量缺口的原因不外乎两种：供给总量缺乏无法满足需求；物资配送延迟，缺乏维持物流运作的基础人力和物力资源。

针对物资供给总量缺乏问题，有学者采用整数规划^[1,2]、自适应遗传算法^[3]、非支配遗传算法^[4]等方法对储备库选址问题进行设计，也有学者从采购的角度进行研究，将政府对企业的采购视为紧急订单^[5]，采取预付模式^[6]、期权采购^[7]、引入数量柔性契约^[8]等使政企建立合作关系以适应应急物资需求量不确定的特性。而对于物资调度问题，研究逐渐从单一供应点向多需求点供应^[9,10]、多供应点到单一需求点供应^[11]转变到多供应点与多需求点^[12-14]的对接，目前的研究多将应急资源与应急物资划等号，对于人力这类资源的分配探索较少。

近日，我国疫情传播情况不容乐观，为防止疫情进一步扩散，保障全国人民生命健康，上海等地实行全域静态管理政策。该政策下，上海全市人员基本丧失自主采买能力，如何保障人民生活必需品就成了物流管理的重中之重，“物资配送到家”涉及到的人力需求不容忽视。本文试图收集公共平台数据加以整合，经过计算得到目前物资供给量、车辆及人力方面的需求，解决物资的数量及“最后一公里”问题。

2. 技术路线

在假设物资全部由外地供给的情况下，每个居民到手的物资可维持一周生活，可由居民数量及上海市年食物消耗量估算出物资的周需求量，当足量的物资运输到目的地，必然需要大量的人力物力资源，该资源可分为送货车辆、物资卸装人员、物资分拣人员、物资配送人员。

通过人口普查数据及中国统计年鉴可得需求物资量，经过查阅新闻、走访调查、电话咨询可得配送车辆的规格及人的装卸、分拣、配送能力，由此计算公式为

$$N_i = \frac{S}{p_i} \quad (1)$$

其中：

S——某地区的物资需求量（吨）

p_i ——i 环节的车或人能处理的物资量（吨）

建立在人力物力配置已知的基础上，延申得出应设分拣中心数量。

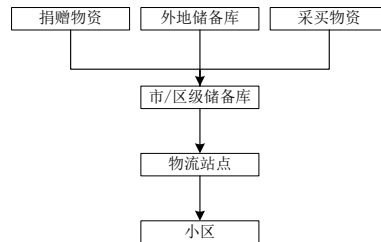


图1 物资运送流程

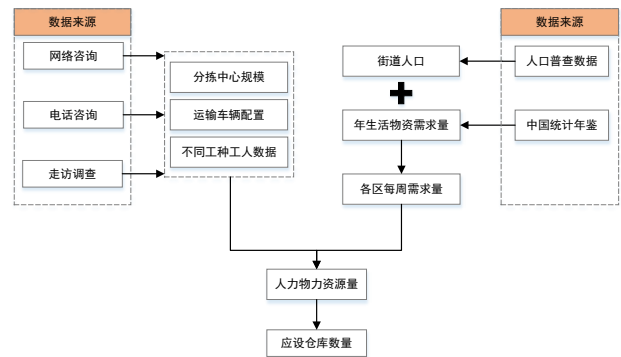


图2 技术流程图

3.上海市徐汇区生活物资调度资源估算

3.1 上海物资供给量评估及供应概况

针对目前上海某些区域出现物资缺乏问题，我们通过基础人口数据估算各类生活物资需求量和分布如表1，根据基础需求分布，考虑消耗性生活物资时效性，可以结合供给资源做出合理分配，通过公共平台获取小区分布及住户信息数据，可以细化到小区级别的物资需求估算（图2）。

4月5日，上海举行新冠肺炎疫情防控工作会议新闻发布会表示“全市的生活物资供应总体充足，当前

重点是把“最后一公里”解决好¹，这表明物资供给足够且分配也在合理范围，根据高德爬虫挖掘潜在供应点，获取徐汇区的便利店、超小型超市、综合商场等 265 个供应点，部分投入使用的情况见图 1，

不难发现在假设各店物资充足的情况下 60% 的供应点投入使用能满足人口基础需求。在“区级集采集配”政策下，人力物力的需求评估、及时补齐是关键。

表 1 徐汇区各街道每周生活物资需求量

街道	人口 (人)	主粮需求量 (吨)	蔬菜需求量 (吨)	肉类需求量 (吨)	蛋类需求量 (吨)	奶类需求量 (吨)	果类需求量 (吨)
康健新村街道	100444	214.95	202.90	56.25	27.12	44.20	115.51
漕河泾新兴技术 开发区	2244	4.80	4.53	1.26	0.61	0.99	2.58
漕河泾街道	97917	209.54	197.79	54.83	26.44	43.08	112.60
田林街道	97171	207.95	196.29	54.42	26.24	42.76	111.75
长桥街道	118872	254.39	240.12	66.57	32.10	52.30	136.70
龙华街道	85769	183.55	173.25	48.03	23.16	37.74	98.63
天平路街道	60533	129.54	122.28	33.90	16.34	26.63	69.61
徐家汇街道	92915	198.84	187.69	52.03	25.09	40.88	106.85
斜土路街道	69710	149.18	140.81	39.04	18.82	30.67	80.17
凌云街道	108582	232.37	219.34	60.81	29.32	47.78	124.87
枫林路街道	112400	240.54	227.05	62.94	30.35	49.46	129.26
湖南路街道	36281	77.64	73.29	20.32	9.80	15.96	41.72
虹梅街道	37121	79.44	74.98	20.79	10.02	16.33	42.69
华泾镇	67415	144.27	136.18	37.75	18.20	29.66	77.53
总计	1087374 .00	2326.98	2196.50	608.93	293.59	478.44	1250.48

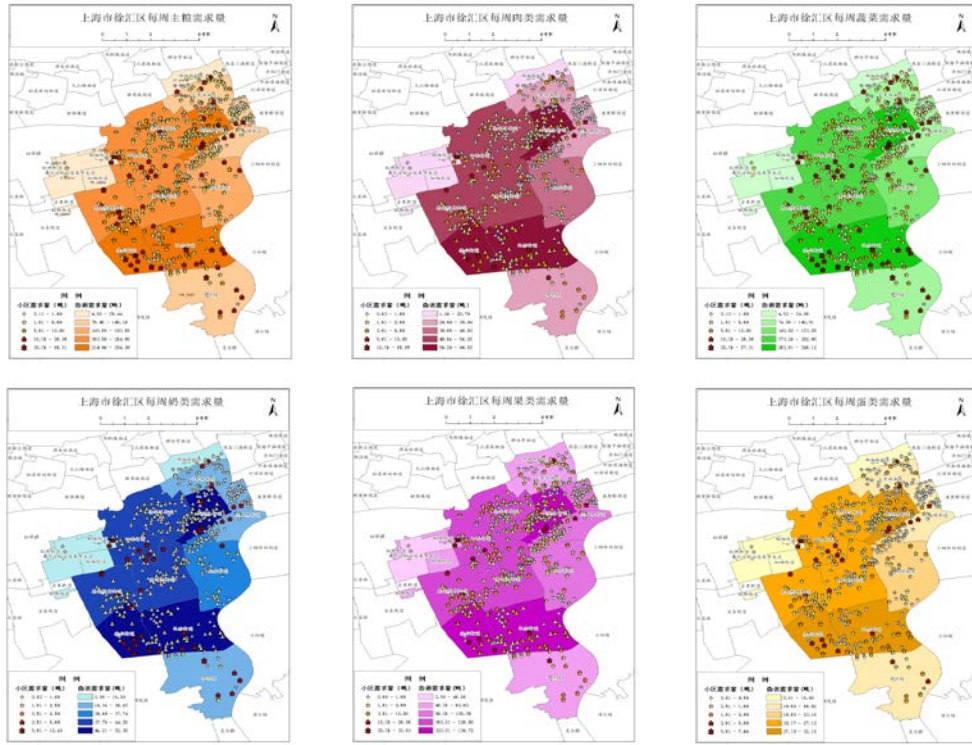


图 3 徐汇区不同种类物资需求分布图

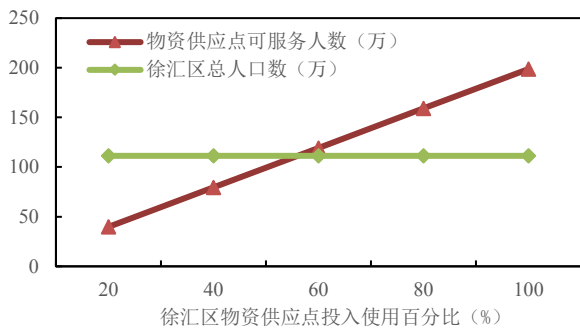


图 4 物资供应点可服务人数

3.2 上海市徐汇区所需人力物力计算

在保障物资供给的前提下,要将物资送达小区居民手里需要完善的物流网络,但上海在封城状态下,一般商业物流供给迟缓甚至中断。我们根据属地原则构建上海市~徐汇区各街道仓库~街道属地各小区三级基础物流网络,示意如下图:

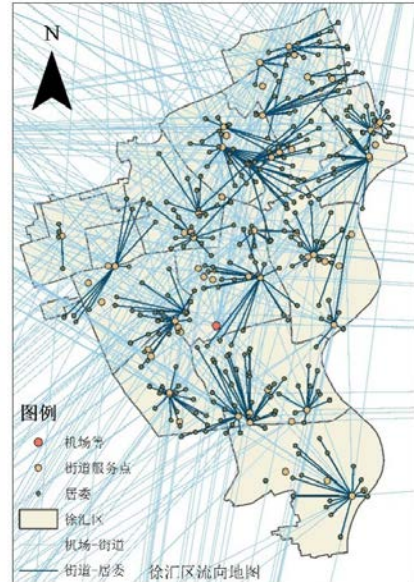


图 5 上海市徐汇区物流配送网络图

我们假设将京东分拣中心的流程类比各区街道

的仓库, 经过对北京中等规模分拣中心的实地调查, 可得以下数据: 分拣中心流水线上工作人员在 400 名到 600 名左右, 每辆车的运载量为 5.2 吨, 装卸工一天可理完 40 吨货物, 分拣工人可拣货 4 吨。通过对上海物流站点的电话咨询可得, 一位配送人员一天可运送将近 0.4 吨货物。

4 月 9 日上海出台三区阶梯式管理政策, 将三区划分为封控区、管控区、防范区, 按照分类管理原则, 封控区需做到足不出户, 管控区原则上居家可下楼走走, 防范区可适当活动, 且封控区与管控区适时进行切换。截至 2022 年 4 月 22 日 22 时, 根据筛查结果和风险研判, 徐汇区最新“三区”名单 2035 个, 其中封控区 670 个, 管控区 477 个, 防范区 888 个。在这样的管理政策下, 可将封控区及管控区视为需配送上门的区域, 而防范区可以做到出门去站点取货, 将防范区对配送人员的需求视为 0。按照三区比例进行计算可得各区数据如表 2 所示。在该数据的结果上, 可以反推三级网络的第二级节点数量, 即徐汇区应当设置四个分拣站点, 提高工作效率。

表 2 徐汇区人力物力需求评估表

街道	所需车辆	所需装卸人员	所需分拣人员	配送人员
康健新村街道	127	17	157	641
漕河泾新兴技术开发区	3	0	4	14
漕河泾街道	124	16	153	625
田林街道	123	16	152	620
长桥街道	150	20	186	758
龙华街道	109	14	134	547
天平路街道	77	10	95	386
徐家汇街道	118	15	146	593
斜土路街道	88	11	109	445
凌云街道	137	18	170	693
枫林路街道	142	18	176	717
湖南路街道	46	6	57	231
虹梅街道	47	6	58	237
华泾镇	85	11	106	430
总计	1376	179	1704	6938

通过估计徐汇区物流站点分布情况及其人员组成, 可对徐汇区目前的配送人员进行粗略估计, 经电话咨询, 对于中型物流站点大约有 13 名配送人员。从所得结果发现, 除漕河泾新兴技术开发区外, 其他街道的配送人员数量匮乏 (图 6), 其中枫林路街道、凌云街道、长桥路街道及康健街道对配送人员的数量需求最高。

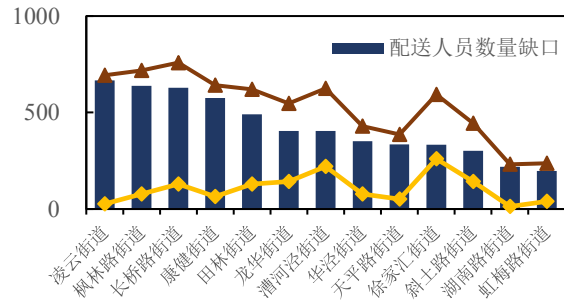


图 6 上海市徐汇区配送人员缺口数量

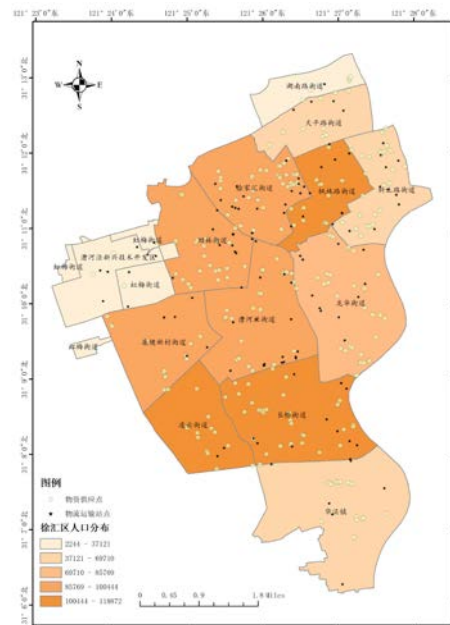


图 7 上海市徐汇区物资供应点、物流点分布

通过上述分析, 仅上海市徐汇一个区完全依靠统一配送完成基础物资供给, 至少需要上千辆运输卡车, 和万余名配送人员。

4. 结论

目前上海已经采取分级管理, 会开放部分商业

和小区,但是能否彻底解决居民生活物资短缺问题,还需要管理上合理规划。本文利用开放平台数据对上海市徐汇区案例分析,发现物资供应充足情况下,人、物力的短缺是物资最后一公里运送问题的最大障碍,并且估算出需要补齐的相应资源数量。本文为应急物资供应运作的研究进行了补充。在此基础上,得到更细化的具体到街道级的结果以及大型仓库或分拣中心的选址将是下一步研究的方向。

参考文献

- [1] 张旭, 胡小慧. 面向地震救援的应急物资临时储备库规划研究[J]. 数学的实践与认识, 2020,50(22): 11-20.
- [2] PAUL J A, MACDONALD L. Location and capacity allocations decisions to mitigate the impacts of unexpected disasters[J]. *European Journal of Operational Research*, 2016,251(1): 252-263.
- [3] 刘晋, 邹瑞, 韩琦, 等. 基于自适应遗传算法的应急物资储备库选址及物资调配优化研究[J]. *安全与环境学报*, 2021,21(01): 295-302.
- [4] 张忠义, 宋英华, 王喆, 等. 多层次防汛应急物资储备库公私协同LAP模型[J]. *中国安全科学学报*, 2020,30(05): 177-183.
- [5] JOHANSEN S G, THORSTENSON A. An inventory model with Poisson demands and emergency orders[J]. *International Journal of Production Economics*, 1998,56-57: 275-289.
- [6] 丁斌, 孙政晓. 预付条件下应急物资的Stackelberg采购模型[J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2010,12(02): 68-70.
- [7] 扈衷权, 田军, 冯耕中. 基于期权采购的政企联合储备应急物资模型[J]. *系统工程理论与实践*, 2018,38(08): 2032-2044.
- [8] 扈衷权, 田军, 冯耕中. 基于数量柔性契约的双源应急物资采购定价模型[J]. *中国管理科学*, 2019,27(12): 100-112.
- [9] KNOTT R. The logistics of bulk relief supplies[J]. *Disasters*, 1987,11(2): 113-115.
- [10] BURKART C, NOLZ P C, GUTJAHR W J. Modelling beneficiaries' choice in disaster relief logistics[J]. *Annals of Operations Research*, 2017,256(1): 41-61.
- [11] HU Z H. Multi-objective optimization model for emergency logistics distribution with multiple supply points and multiple resource categories: 2010 2nd International Conference on Industrial and Information Systems[C], 2010.
- [12] LIBERATORE F, ORTUNO M T, TIRADO G, et al. A hierarchical compromise model for the joint optimization of recovery operations and distribution of emergency goods in Humanitarian Logistics[J]. *Computers & Operations Research*, 2014,42(feb.): 3-13.
- [13] FERRER J M, MARTÍN-CAMPO F J, ORTUO M T, et al. Multi-criteria optimization for last mile distribution of disaster relief aid: Test cases and applications[J]. *European Journal of Operational Research*, 2018: S964338624.
- [14] ZHANG J, LIU H, YU G, et al. A three-stage and multi-objective stochastic programming model to improve the sustainable rescue ability by considering secondary disasters in emergency logistics[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2019,135(SEP.): 1145-1154.

Open Access This chapter is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits any noncommercial use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license and indicate if changes were made.

The images or other third party material in this chapter are included in the chapter's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the chapter's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

