

基于供应链网络的建立与道路破坏的定量评估

顾玲玉, 王 强

(安徽财经大学 金融学院, 安徽 蚌埠 233030)

摘要:针对49个城市中作为供应点城市的定量分析和道路破坏后最佳路径的评估,以总费用最小和供应点不变为切入点,通过分支定界、比较等方法,分别建立了0-1整数线性规划模型、费用增量优先度模型。运用Matlab、Lingo11软件得出了8个最佳供应城市和使对方总费用增加25%时所破坏的6条道路。

关键词:供应链网络;Floyd算法;0-1整数线性规划模型;比较法;Matlab。

中图分类号:U492.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2014)10-0074-05

供应链是一个复杂的网状结构系统,每一部分都面临着各种潜在的风险,任何一部分出现问题都可能给整个供应链带来严重的影响,因此如何分析、评价和提高供应链系统的可靠性变得日益迫切。旨在探究49个城市中作为供应点城市的分析问题和道路破坏后最佳路径。(详见2013年西北工业大学校内数学建模竞赛A题^[1])

1 供应点的选择

1.1 建模准备

1.1.1 建模思路

首先通过Matlab软件,将城市之间的道路连接关系图呈现出来,然后利用Floyd算法,得到每两个城市之间的最短距离,并且由分支定界法建立0-1整数线性规划模型,最终利用Lingo11软件,输出最小总费用,进而得到作为供应点的城市 and 每个供应点供应的城市。建模流程如图1。

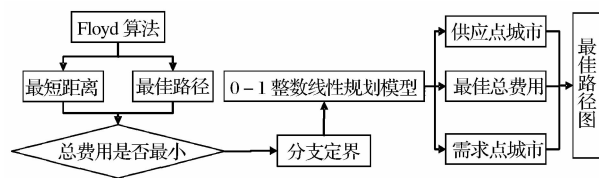


图1 0-1 整数线性规划模型思路图

1.1.2 Floyd 算法

通过依次插入结点 $v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_n$, 递推产生两个矩阵序列 $D_0, D_1, \dots, D_k, \dots, D_n$ 和 $path_0,$

$path_1, \dots, path_k, \dots, path_n$ 。其中 $D_k(i, j)$ 表示赋权图中从结点 v_i 出发,仅通过 $v_1, v_2, \dots, v_n$ 中的某些结点到达 v_j 的最短路径的长度; $path_k(i, j)$ 表示从 v_i 到 v_j 的当前最短路径中结点 v_i 的后继结点的标号。若从 v_i 到 v_j 没有仅通过结点 $v_1, v_2, \dots, v_n$ 的路径,则 $D_k(i, j) = \infty$,计算时用迭代公式^[2]:

$$D_k(i, j) = \min(D_{k-1}(i, j), D_{k-1}(i, k) + D_{k-1}(k, j))$$

其中, k 是迭代次数, $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ 。最后,当 $k=n$ 时, D_n 即是各顶点之间的最短距离。

1.2 模型的建立与求解

1.2.1 最短距离和最佳路径

对于49个城市而言,首先可以将其每个城市之间的道路连接关系呈现出来。根据各个城市的坐标数据,然后由城市之间的道路连接关系数据,运用Floyd得出每两个城市之间的最短路径,其中输出的最短距离和最佳路径为一个 49×49 的矩阵。选取 7×7 个数据结果,如下:

$$D_7 = \begin{bmatrix} 0 & 120 & 270 & 480 & 540 & 799 & 1129 \\ 120 & 0 & 370 & 580 & 660 & 919 & 1249 \\ 270 & 370 & 0 & 210 & 740 & 1069 & 1399 \\ 480 & 580 & 210 & 0 & 530 & 1279 & 1609 \\ 540 & 660 & 740 & 530 & 0 & 1339 & 1669 \\ 799 & 919 & 1069 & 1279 & 1339 & 0 & 330 \\ 1129 & 1249 & 1399 & 1609 & 1669 & 330 & 0 \end{bmatrix},$$

收稿日期:2014-07-09

基金项目:安徽财经大学教研项目(acjyzd201429)

作者简介:顾玲玉(1992—),女,安徽马鞍山人,安徽财经大学,本科生,研究方向:国际金融;通信作者:王强(1992—),男,安徽池州人,安徽财经大学,本科生,研究方向:国际金融,应用数学与数学建模等。

$$path_7 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & 1 & 1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 1 & 6 \\ 3 & 3 & 0 & 0 & 0 & 3 & 6 \\ 0 & 1 & 4 & 0 & 0 & 1 & 6 \\ 0 & 1 & 1 & 3 & 1 & 0 & 0 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

其中, D_i 为取前 7 个城市的最短距离, $path_7$ 为前 7 个城市的最佳路径。单位:公里

对于 49×49 的矩阵,通过 D 可以得到各顶点间的最短距离,通过 path 可以顺序查出各顶点间的最短路径。于是可以利用所得到的最短距离的 49×49 矩阵来建立 0-1 整数线性规划模型。

1.2.2 0-1 整数线性规划模型

由于物流公司的总耗费用为建立供应点的固定费用和由供应点运输到各需求点的运输费用之和,而且对于运输过程中,每吨每公里运输费用为 0.5 元,所以为了使得总费用最小,可建立 0-1 规划模型为^[3]:

$$\min Z = \sum_{i=1}^{49} h(i) \times x(i) + 0.5 \times \sum_{j=1}^{49} \sum_{i=1}^{49} l(i,j) \times D(i,j) \times q(j)$$

$$s. t. \begin{cases} x(i) = 0 \text{ or } 1, & i = 1, 2, \dots, 49 \\ l(i,j) = 0 \text{ or } 1, & i, j = 1, 2, \dots, 49 \\ l(i,j) \leq x(i), & i, j = 1, 2, \dots, 49 \\ \sum_{i=1}^{\infty} l(i,j) = 1, & j = 1, 2, \dots, 49 \end{cases}$$

由于该 0-1 线性规划问题涉及到 49 个城市,目标函数的约束条件很多,用一般的枚举法很难得到最优的结果,于是可以利用 Lingo 软件中的分支定界法,通过软件可以直接求得最小总费用,得到的最小总费用为: $Z_1 = 9197118$ 元

相对应物流公司所建立的供应城市共有 8 个,分别是城市:太原,长春,杭州,南宁,成都,拉萨,兰州,宜昌。每个供应城市所提供货物的需求点如表 1。

表 1 提供货物的供应点和需要货物的需求点

提供货物的供应点	供应城市	需要货物的需求点
4	太原	1,2,3,4,5,15,16,27,46,47
7	长春	6,7,8,39,40,41,42
11	杭州	9,10,11,12,13,32,36,37,38,43
20	南宁	19,20,21,24,25,33,34,35,48,49
23	成都	22,23,
26	拉萨	26,
28	兰州	28,29,30,31
45	宜昌	14,17,18,44,45

由表 1 可以看出,其中太原、杭州和南宁三个城市供应点所供应的城市多,原因在于这些城市所在的区域城市比较密集,而对于拉萨和成都,基本上供应城市很少,主要靠自身的供应。

利用 Matalab 软件编程和作图的编辑原理^[4],得到每一个供应点到需求点的连接图(见图 2)。

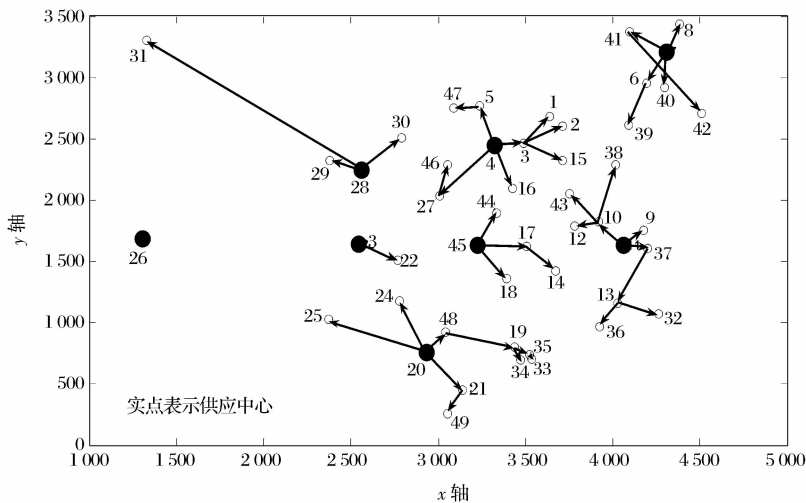


图 2 最佳供应城市与所对应的需求城市的路径图

2 道路破坏后最佳路径

2.1 模型准备

建模思路。从建立的道路关系图中可以看出到达城市 49 的路只有一条,从城市 21 出发,因此这条道路不能被破坏。将货物从供应点运输到需求点未
经过城市 24 到城市 25 这条路,因而是否破坏 24 到 25 这条路对所有城市货物运输无任何影响,每破坏一条道路都需要成本和代价,所以不用考虑破坏城市 24 到城市 25 这条路,这样可以被破坏的路就只有 7 条。利用比较法,先结合图 2 从破坏后增加的总费用最大的道路依次分析,将可破坏的道路之间距离视为 1 000 000 000km,运用一的方法计算出物流公司通过最短路的改道所增加的费用并与原总费用的 25%

进行比较。

2.2 模型的建立和求解

在一的基础上,考虑到了 8 个供应点不变,对 7 条道路进行单独分析和综合研究。

2.2.1 7 条可破坏道路进行单独处理

通过将两城市的距离变为 1 000 000 000km,利用 Floyd 算法,重新得到每个城市之间的最短距离,然后利用 Lingo11 软件重新研究得出道路被破坏后,物流公司通过改道所得到的最佳总费用,再计算出费用增量原总费用的 25%进行比较。通过观察图 2 可知破坏道路的影响程度从大到小依次为 $2>5>7>4>1>9>3$ (被破坏的道路序号),依次按该顺序进行计算。

表 2 7 条可破坏道路单独处理时的费用增量和改道前后的路径 元

道路序号	城市 1	城市 2	道路破坏前运输道路	道路破坏后运输道路	费用增量
2	3	4	4→3; 4→3→1; 4→3→2; 4→3→15	4→16→3; 4→5→1; 4→5→1→2; 4→16→15	1 081 172
5	19	20	20→19; 20→19→35→33; 20→19→34; 20→19→35	20→21→19; 20→21→19→35→33; 20→21→19→34; 20→21→19→35	381 624
7	17	45	45→17; 45→17→14	45→44→17; 11→14	214 650
4	10	11	11→10; 11→10→12; 11→10→38; 11→10→43	11→9→10; 11→9→10→12; 4→3→15→38; 11→9→10→43	198 536
1	4	5	4→5; 4→5→47	4→3→1→5; 28→30→47	91 308
9	20	21	20→21; 20→19→21→49	20→19→21; 20→19→21→49	77 014
3	7	40	7→40	7→41→40	35 186

由表 2 可以看出,破坏一条道路无法达到要求,而破坏两条或更多条道路,增加的费用不能按照各自单独破坏时所造成的费用增量的简单相加了,这样会产生交叉改道后的交叉性。像这样的情况有三种:分别为道路序号为 1 和 2;2 和 4;7 和 9,可以按照破坏一条道路的方法进行处理。

2.2.2 两条交叉性道路破坏的处理(表 3)

2.2.3 三条交叉性道路破坏的处理

将得到的费用增量从高到低累计分析,得出超过原总费用的 25%时所对应的破坏道路和总费用。因此需要超过的费用为: $9197118\times 25\%=2299280$ 元

综合分析 7 条可破坏道路单独处理和两条、三条交叉性道路破坏的处理可以得知,当破坏的道路为表 4 中的 1、2、4 号道路中的 4→5,4→3,11→10,表 3 中的 5、9 号道路中的 20→19,20→21 和表 2 中的 7 号道路中的 45→17 时,破坏后物流公司改道后的费用增量为:

$$\Delta Z = 1515042 + 650968 + 214650 = 2380660 \text{ 元}$$
$$> 2299280 \text{ 元}$$

其费用增量已经超过了原总费用的 25%,即符合所求。

改道后的路线可以通过路径图呈现(见图 3)。

表 3 同时破坏道路序号为 1 和 2 时的费用增量和改道前后的路径 元

道路序号	城市 1	城市 2	道路破坏前运输道路	道路破坏后运输道路	费用增量
2 和 4	3	4	4→3	4→16→3	1 350 482
			4→3→1	4→5→1	
			4→3→2	4→5→1→2	
			4→3→15	4→16→15	
	10	11	11→10	11→9→10	
			11→10→12	11→9→10→12	
			11→10→38	11→9→10→38	
			11→10→43	11→9→10→43	
1 和 2	4	5	4→5	7→6→1	1 245 732
			4→3	28→30→5	
			4→3→1	28→30→47	
	3	4	4→3→2	4→16→15→2	
			4→3→15	4→16→3	
			4→5→47	4→16→15	
5 和 9	19	20	20→19	45→18→19	650 968
			20→19→35→33	45→18→19→35→33	
			20→19→34	45→18→19→34	
	20	21	20→19→35	45→18→19→35	
			20→21	45→18→19→21	
			20→19→21→49	45→18→19→21→49	

表 4 同时破坏道路序号为 1、2 和 4 时的费用增量和改道前后的路径 元

道路序号	城市 1	城市 2	道路破坏前运输道路	道路破坏后运输道路	费用增量
1,2 和 4	4	5	4→5	7→6→1	1 515 042
			4→3	4→16→15→2	
			4→3→1	4→16→3	
	3	4	4→3→2	28→30→5	
			4→3→15	4→16→15	
			4→5→47	28→30→47	
	10	11	11→10	11→9→10	
			11→10→12	11→9→10→12	
			11→10→38	11→9→10→38	
			11→10→43	11→9→10→43	

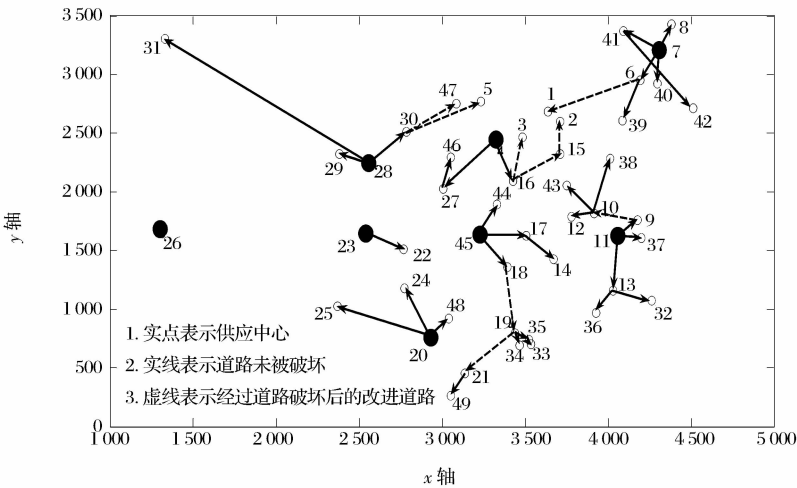


图 3 经过道路破坏后改道的路径图

综上所述:当破坏方所破坏的道路序号为:1、2、4、5、7、9,即所破坏的路线为:4→5、4→3、11→10、20→19、20→21、45→17 时,可以使对方总费用增加 25%,且最终物流公司需要花费的总费用为:

$$Z2 = Z1 + \Delta Z = 9197118 + 2380660 = 11577778 \text{ 元}$$

此时,破坏方所破坏道路最少,花费的成本和代价也最低。

3 总结

以上各模型在建模过程中通过相应的软件检验,具有一定的合理性,对于 49 个城市中作为供应点城市 and 道路破坏后的最佳路径,运用软件进行计算使得

结果更加准确。将模型结果与实际相结合,对道路破坏问题的研究可以深入到其他领域,如定期检查维护、加强监管等。

参考文献

[1] 网上资源 . A 题:供应链网络的建立与道路破坏问题[EB/OL]. <http://www.doc88.com/p-2804734667331.html>.
[2] 吴晓红 . 关于最短路径问题的一种有效算法[J]. 系统工程与电子技术,1992,22(11):94—97.
[3] 杨桂元,黄己立 . 数学建模[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2008.
[4] 李柏年,吴礼斌 . Matlab 数据分析法[M]. 北京:机械工业出版社,2012:20—25.

Based on the Establishment of the Supply Chain Network and Quantitative Evaluation Model of Road Damage

GU Ling-yu, WANG Qiang

(School of Finance, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu Anhui 233030, China)

Abstract: For 49 as outlets in the city urban problems and analysis, and the best path of roads damaged, with the minimum total cost and the supplier does not become a breakthrough point, through the branch and bound, comparative method, respectively, established a 0—1 integer linear programming model, the incremental cost priority model. Using Matlab, Lingo11 software it is concluded that the eight best supply the city and make each other a 25% increase in total cost when 6 road.

Key words: supply chain network; Floyd algorithm; 0—1 integer linear programming model; comparison method; Matlab

(上接第 61 页)

[3] 胡际权 . 中国新型城镇化发展研究[D]. 重庆:西南农业大学,2005.
[4] 迟福林 . 推进规模人口城镇化向人口城镇化转型[C]//中国(海南)改革发展研究院 . 人的城镇化 . 北京:中国经济出版社,2013,4—5.
[5] 厉以宁 . 走符合中国国情的城镇化道路[C]//厉以宁 . 中国道路与新城镇化 . 北京:商务印书馆,2012.
[6] 吴季松 . 新型城镇化的顶层设计、路线图和时间表[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2013:6—13.
[7] 李克强 . 新型城镇化以人为核心[EB/OL]. (2013—03—17). 人民网 .
[8] 马怀礼,华小全,李颖 . “人本城镇化率”指标的构建[C]//王振中 . 中国城镇化道路 . 北京:社会科学文献出版社,2012:340—348.
[9] 田静 . 新型城镇化评价指标体系构建[J]. 四川建筑,2012(4):47—49.
[10] 曾志伟,汤放华,易纯,等 . 新型城镇化新型度评价研究[J]. 城市发展研究,2012(3):中彩页 1—4.

Several Issues of the New Urbanization

HUA Xing-shun

(Anhui Party School, Hefei 230022, China)

Abstract: By tracing the origin of the concept of new urbanization, clearly put forward the meaning of new type of three aspects of urbanization; Combined with the aim of new urbanization, and puts forward the new urbanization a more concise evaluation system; Analyzes the main difficulties, facing the new urbanization is put forward to promote the new supervision in the process of urbanization, classification, implementation of performance appraisal.

Key words: new urbanization; evaluation system; the degree of new urbanization