

基于引力模型的沈阳市物流产业园区建设研究

王秋菲,史金艺

(沈阳建筑大学管理学院,辽宁 沈阳 110168)

摘要:从沈阳市物流需求量的预测入手,研究了沈阳市物流产业园区建设问题。借用引力模型的理论基础,构建了区域物流引力模型,并充分利用沈阳市主导产业各项数据,对辽宁省沈阳市静态物流需求量进行了预测。同时,根据赖利定律,计算出沈阳市与其他临近城市的断裂点,并根据断裂点分析了沈阳市与周边城市的吸引关系。基于此,运用引力模型预测了沈阳市动态物流生成量,从而发现物流需求的发展规律,旨在为沈阳市物流业的科学预测及合理规划提供借鉴,推动沈阳市物流产业园区建设。

关键词:引力模型;物流需求预测;赖利定律;物流产业园区

中图分类号:TU984.13 **文献标志码:**A

物流是影响城市竞争力的关键性因素,物流业更是地区经济发展必不可少的产业。随着物流业的发展,各地区之间的关联不断加深,对物流园区进行系统合理的规划越来越重要,而城市物流需求预测是其中的重要环节。最早对物流需求进行预测的是希尔,Lizzio 等^[1]等预测了美国明尼苏达州两个代表城市的水运运输量,并通过预测出的运输结果成功估算出未来几年内该区域水运运输量。而此后,物流需求的预测有了大规模发展,被广泛应用于各个领域。

目前,大多数物流需求量预测采用指数平滑法、灰色系统法和人工神经网络法等,这些预测模型存在一定的局限性。初良勇等^[2]分别用灰色预测和神经网络法构建模型来预测物流需求量,但在实际应用中,预测模型的准确度并不高;Thomassey 等^[3]利用神经网络法建模来进行短期预测,但只能以天为单位,变化时间较短,其物流预测有着明

显的局限性。为解决物流预测中存在的问题,Stewart^[4]提出了引力模型借助空间相互作用理论,分析了空间内物流量与区域经济之间的作用关系,对区域物流量进行了预测。

在应用过程中,很多学者对引力模型进行了有针对性的改进,主要体现在3个方面。一是对质量变量的修正,王德忠等^[5]以工业总产值代替质量;郑国等^[6]以城市市区GDP为质量衡量因素;黄炳康等^[7]以城市常住人口代替人口变量,对成渝产业带内的成都、重庆、自贡、内江间的空间关系进行了研究;赵雪雁等^[8]引入克鲁格曼指数等对引力模型进行了修正。二是距离变量的修正,王成新等^[9]提出了基于交通时间的引力模型。三是添加调整系数,王德忠等^[5]从部门产值关联的角度引入接受程度系数,对引力模型进行了修正;牛慧恩等^[10]借助可达性系数、机会性系数、接受程度系数对引力模型进行了修正。经过3方面的修正,引力模型可以在

空间领域中预测未来需求量。

笔者以辽宁省沈阳市为例,分析物流需求量的影响因素,使用相应的经济活动指标(GDP、人力资本和货运量等),计算沈阳市与周边城市的相互吸引力,建立区域层面引力模型,对沈阳市物流需求量进行预测,并根据预测结果对沈阳市的物流系统规划提出有效建议。

一、沈阳市物流需求预测模型的构建

1. 引力模型

引力模型是综合性的空间相互作用模型,是相对全面的经济引力模型。引力模型也是比较全面的空间经济评价模型,可以广泛应用于各个领域。引力模型最主要的功能是可以预测出空间的相互作用力,利用引力模型可以预测两个领域之间的相互作用关系,表示两个不同经济体之间的单项贸易流量与 GDP 成正比关系,与它们之间的距离成反比关系^[11]。

2. 影响物流需求的因素

物流的影响因素有许多方面,且十分复杂,笔者通过查阅物流需求预测的相关研究资料,结合相关性研究原则,选择以下影响物流需求量的相关因素。

(1)固定资产投资地区。每年固定资产的投放相对其他经济指标来说较为宏观,它代表国家对该地区投放资金的总额。国家为了促使一个城市的 GDP 稳定增长,会加大固定资产投入,但是当年的投入并不会马上促进 GDP 增长,不会取得立竿见影的效果,只有到了下一年,才会看见上一年投资的效果^[11]。在此基础上会对物流产生大量需求,所以固定资产投资对物流需求有很大的影响。

(2)城市经济发展水平。物流与经济发展息息相关,经济发展以物流作为重要支撑。一个城市对物流需求越多,说明该城市的经济发展得越好,反之则相反。一个城市经济发展水平可以直接影响物流需求情况。

(3)产业结构。产业结构会根据城市的

发展情况发生适当的改变,物流需求的不同是由于产业结构的不同造成的。因此,产业结构影响着物流需求。

根据上述影响物流需求的因素,将基本变量定义如下: P 为物流潜能,%; E 为 GDP,万元; I 为物流业增加值,万元; m 为公路货运量,万 t; e 为人力资本占比,%; f 为固定资产投资比重,%; Q 为货运量,万 t; d_{ij} 为区域间距离,km; d_{ip} 为最近港口距离,km; w_{ii} 为物流网络里程,km; w_{2i} 为公路周转量,t·km。

3. 模型与构建

物流引力模型是一种传统的国际贸易模型,根据经济规模(通常是 GDP)和两个单位之间的距离来预测双边贸易流量。该模型由 Walter Isard 于 1954 年正式用于经济预测,将两个地区(i 和 j)之间的贸易模型形式定义为

$$F_{ij} = G \cdot \frac{M_i M_j}{D_{ij}}$$

式中: F 为贸易流量,万 t; G 为常数; D 为距离,km; M 为被测量地区的经济规模。将该模型转变为线性模型,有利于经济分析。引力模型空间物流量计算式为

$$Q = \beta_{ER}^s ER + \beta_{EP}^s EP^s + \beta_{IC}^s IC + \beta_{GDP}^s GDP + \beta_{NT}^s NT + \beta_{PT}^s PT$$

式中: Q 为货运量,kg; s 为某一行业; h 为时间变量; d ; ER 为区域居民和雇员总数; EP 为区域中雇员总数; EPs 为区域中从事该行业的员工人数; IC 为区域人均收入,万元; GDP 为人均生产总值,万元; NT 为虚拟变量,通常设为 0; PT 为虚拟变量,有港口设为 1,无港口设为 0; β 为参考系数,设为 1。

以城市静态物流量和 GDP 的乘积为内部变量; G 设为 1^[11],该模型变为

$$F_{ij} = \frac{Q_i \cdot GDP_i \times Q_j \cdot GDP_j}{D_{ij}^2}$$

式中: Q_i 为一个地区的空间货运量,万 t; D 为一个地区的直线距离,km,表示不同地区的两个中心相互间的空间物流强度。

被定义为有规模的经济中心的中心城市将对其周边腹地产生引力作用。一个地区内不同地方的场强不同,中心城市区域越大,经

济越发达,引力场的强度也就越大^[3]。场强计算式为

$$S = \frac{\sqrt{Q \times GDP}}{D^2}$$

式中: S 为场强, v/m ; Q 为货运量, 万 t ; D 为距离, km 。

二、沈阳市物流需求预测实证检验

1. 样本选取

以沈阳市为中心,选取大连、丹东、朝阳及铁岭 4 个城市为独立节点,分别计算其与沈阳之间的断裂点。选择这 4 个城市的具体原因是:朝阳、铁岭和丹东是辽宁省与外部经济联系关联较大的城市,而大连位于辽宁省南部,经济较为发达,与沈阳的经济增速都较大,有较强的引力。因此,笔者以沈阳为中心,选取这 4 个城市来研究沈阳的物流需求量。

2. 静态物流需求量

根据辽宁省统计年鉴和统计公报等相关资料,进行数据统计,计算物流份额。

表 1 2019—2023 年沈阳市静态物流需求量预测结果

年份	R^2	商贸流通	化工	煤炭	冶金	石油	建材
2019	0.94	18 971.34	311.13	12 076.31	665.30	3 203.36	3 549.89
2020	0.95	19 730.18	326.69	12 561.62	659.55	3 509.81	3 483.54
2021	0.97	20 716.70	349.56	11 340.93	705.78	3 755.49	3 727.39
2022	0.96	21 752.53	377.52	14 516.21	741.07	3 673.31	4 025.58
2023	0.94	20 840.16	411.51	15 822.67	807.76	3 893.76	4 387.89

3. 动态物流需求量

(1) 赖利定律。赖利定律由 William Reilly 于 1931 年提出。赖利定律认为,城市的吸引力与距离有关,并且城市对中间某一点处的吸引力是相等的,即

$$\frac{d_i}{d_j} = \sqrt{\frac{P_i}{P_j}}$$

式中: d_i 、 d_j 分别为两个不同的城市的距离。
公式可以扩展延伸为引力相同的点作为断裂点,规定了城市与城市间的界限,通过断裂点的计算来算出沈阳市的吸引力范围。

计算式为

$$d_z = \frac{D}{1 + \sqrt{P_j/P_i}}$$

(1) 计算物流潜能。

$$P_t = \sum_i \frac{l_i E_i e_i f_i w_{1i} w_{2i}}{d_{ij} d_{ip}}$$

式中: t 为年份; l 为物流量, 万 t 。

(2) 计算物流潜力。

$$\ln P_{\pi} = a_0 + a_1 \ln E_{\pi} + a_2 l_{\pi} + a_3 d_{\pi} + a_4 e_{\pi} + a_5 f_{\pi} + a_6 w_{\pi} + u_{\pi}$$

式中: r 为城市; a 为常数; u_{π} 为随机误差。

(3) 计算物流需求份额。

$$\overline{P_i} = \frac{P_i}{\sum_i P_i}$$

(4) 计算静态物流需求量。

$$\overline{m_i} = \overline{P_i} \sum m_i$$

采用回归拟合方法,预测 2019—2023 年沈阳市商贸流通、化工与煤炭、冶金与石油以及建材 6 种产业的静态物流需求量,拟合结果为 R^2 ,拟合公式为

$$Q_n = Q \times (1 + x)^{n+1}$$

2019—2023 年沈阳市静态物流需求量预测结果如表 1 所示。

表 1 2019—2023 年沈阳市静态物流需求量预测结果

年份	R^2	商贸流通	化工	煤炭	冶金	石油	建材
2019	0.94	18 971.34	311.13	12 076.31	665.30	3 203.36	3 549.89
2020	0.95	19 730.18	326.69	12 561.62	659.55	3 509.81	3 483.54
2021	0.97	20 716.70	349.56	11 340.93	705.78	3 755.49	3 727.39
2022	0.96	21 752.53	377.52	14 516.21	741.07	3 673.31	4 025.58
2023	0.94	20 840.16	411.51	15 822.67	807.76	3 893.76	4 387.89

式中: d_z 为断裂点; D 为城市间的距离, km 。
(2) 计算断裂点。笔者通过沈阳吸引大连、丹东、朝阳、以及铁岭的货运量计算断裂点。断裂点计算式为

$$d_z = D / (1 + \sqrt{S_j/S_i})$$

式中: S_j 为沈阳市的生产总值与货物生成量的乘积; S_i 为其他城市生产总值与货物量的乘积。

通过计算得知大连、丹东、朝阳、铁岭这 4 个城市的断裂点与沈阳市的距离分别为: 187.005 km 、82.332 km 、79.965 km 、5.938 km 。

(3) 计算引力系数。沈阳市对某一城市的引力系数为

$$a = 1 - d_z/D$$

通过计算可以得出大连、丹东、朝阳、铁岭 4 个城市的引力系数分别为:0.52、0.62、0.68、0.91。

(4)计算动态物流需求量。笔者根据辽宁省统计年鉴和统计公报等相关资料进行数据收集,对 2019—2023 年沈阳市的动态物流需求量进行计算。

表 2 2019—2023 年沈阳动态物流需求量 万 t

年份	商贸流通	化工	煤炭	冶金	石油	建材
2019	2 341.082 6	53.720 4	5 233.509 9	421.540 0	1 310.471 0	332.275 8
2020	2 481.547 5	61.960 0	5 247.520 4	387.420 0	1 389.099 0	352.212 4
2021	2 655.255 9	60.930 0	5 935.847 0	414.530 0	1 486.336 0	376.867 3
2022	2 841.123 8	65.800 0	6 410.714 6	447.690 0	1 605.243 0	407.016 6
2023	3 096.825 0	71.730 0	6 987.679 0	487.990 0	1 749.715 0	443.648 2

综合表 1 与表 2,可以得出 2019—2023 年沈阳 6 类关键行业物流总需求量预测结果 (见表 3)。

表 3 2019—2023 年沈阳市物流总需求量 万 t

年份	商贸流通	化工	煤炭	冶金	石油	建材
2019	21 312.42	364.85	17 309.82	1 086.84	4 513.83	3 882.17
2020	22 211.72	388.65	18 109.14	1 046.97	4 898.90	3 835.17
2021	23 371.96	410.49	7 276.78	1 120.31	5 241.83	4 104.26
2022	24 593.65	443.32	20 926.92	1 188.76	5 278.55	4 432.60
2023	25 936.99	483.23	22 810.35	1 259.75	5 643.42	4 831.53

以上预测结果说明,未来几年沈阳市的物流需求量会逐渐增加,并且增长较快,其中,商贸流通的物流需求最大,2023 年是沈阳市物流需求最大的一年。总体来看,未来几年沈阳市物流业的增长空间非常大。

4. 预测模型准确性比较

选取 2004—2016 年沈阳市的数据样本为基础数据,分别使用 BP 神经网络模型与引力模型,对沈阳市目前已知的实际货运量进行预测,预测区间为 2010—2017 年。用区间内已知的实际货运量分别与引力模型和 BP 神经网络模型预测数据作比较,预测得到的结果越接近实际货运量,则该种模型的预测误差越小,模型的预测越准确。BP 算法的学习过程包括两个阶段,分别为正向传播和反向传播,将前一层的输出节点加权,以加权后的节点为隐含层的输入,隐含层和输出层节点的输入在不断向后传播的过程中调整修正系数,不断改变加权值,最终使输出值与期

首先,计算货物需求量

$$\overline{Q_i} = P_i \sum_i Q_i$$

然后,计算城市动态物流需求量

$$Q_m = \overline{Q_i} \times a$$

计算结果如表 2 所示。

望值之间的误差最小为止。

根据沈阳市统计年鉴与统计公报,选取 2004—2016 年的基础数据为样本,对目前已知的 2010—2017 年的数据运用 BP 神经网络模型来分别进行预测,以此来验证该方法的准确性。选取沈阳市 GDP、物流业增加值、货物量、社会固定资产投资作为输入变量,2010—2017 年的货运量为输出变量。利用 MATLAB 软件进行数据计算预测。以 2017 年预测为例,具体步骤如下。

- 步骤 1:对输入变量与输出量进行归一化处理;
- 步骤 2:确定隐含层数目,共 4 个;
- 步骤 3:计算各层实际输入;
- 步骤 4:经过反归一化得出最终预测数据。
- 将训练样本数据归一化后输入网络,设定网络隐层和输出层,之后开始训练网络。得到网络迭代次数如图 1 所示。

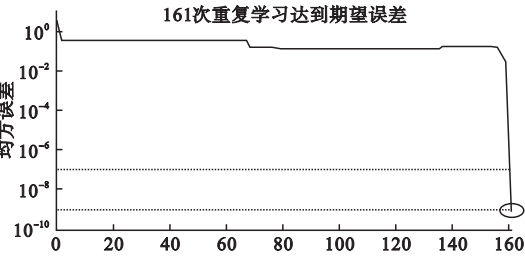


图 1 网络迭代次数

该网络通过 161 次重复学习达到期望误差后,则完成学习。综合上述两种模型计算,分别得到预测结果(见表 4)。

表 4 引力模型和 BP 神经网络模型结果对比			
年份	实际货运量/万 t	引力模型预测结果/万 t	BP 神经网络模型预测结果/万 t
2010	15 164	15 733	17 833
2011	17 348	16 421	20 457
2012	19 406	18 633	21 255
2013	21 720	20 894	23 545
2014	23 489	21 631	27 043
2015	21 362	20 419	23 556
2016	22 069	20 688	26 573
2017	22 889	19 607	31 100

根据表 4 可知,BP 神经网络模型预测的 2010—2017 年沈阳市货运量数据不够准确,误差大,且误差浮动不规律;而引力模型的预测值相对于 BP 神经网络模型更加准确,引力模型预测出的沈阳市物流需求量相对准确。

三、沈阳市物流产业园区建设政策建议

由预测结果可知,2019—2023 年沈阳市商贸流通的需求增长速度极快,而煤炭业、建材业的需求也始终居高不下,对石油、化工、冶金业的需求也日渐增长。只有对沈阳市物流园区合理布局,合理规划、合理建设,才能保证其发展跟得上需求,促进沈阳市的物流发展以及经济发展。针对沈阳市的物流需求以及城区分布,建议对沈阳市物流园区进行功能性区分,合理选址布局。

(1)建立以沈阳市浑南区为核心的大规模的密集物流园区,建立辐射到沈阳市各个城区的物流网。以浑南区为物流核心区主要是因为浑南区是近几年发展起来的崭新城区,有着最便利的交通条件,如正在建设的贯

通沈阳的快速路、密布的地铁线路、触及到浑南区各地的有轨电车。浑南区路面平整,马路宽广,车辆行驶顺畅,而交通的便利是物流发展的重中之重。浑南区紧邻沈阳市主城区,北接苏家屯区与抚顺市,未来的物流园区有着充足的发展空间,同时,浑南区地域广阔,有足够大的地域来建立大规模现代化的物流园区。而未来沈阳市对物流需求的极速增长正需要这样规模够大的物流园区作为支撑点。针对物流需求的不同以及浑南区自身的特点,应以商贸流通业为主,建材与化工等为辅,建立密集的以存储配送为主的大规模综合性物流园区。浑南区工业企业较多,将供应商与物流区衔接可以提高运输效率,节省成本,获得更有效的发展。

(2)物流需求增长迅速的商贸流通业、化工业、建材业需要依托小型高效配送的物流园区来发展。铁西区、和平区、沈河区、大东区工业企业较多,人流密集,与其他区的距离都较接近,地理条件适合发展这样的产业物流。因此,应该建立更多的小型物流园区,作为枢纽性的市内配送物流园区,并建立以第三方物流为依托的综合性多类型物流园区。

(3)煤炭业需求量大,但灰尘污染也大,并且有特殊的季节性需求,而市区内人口密集,地理面积小,可以用来储存大量煤炭的园区几乎没有。沈北新区辖区大,人口密度低,虽然交通相对不够便利,但天然优越的地理条件最适合发展仓储型的物流园区。因此,应在沈北新区建立区域型的煤炭仓储物流园区。

四、结 语

振兴东北老工业基地政策实施以来,沈阳市作为辽宁省经济的重心,未来物流需求会有较大提升,要根据沈阳市自身特点和优越的地理位置,积极采取措施应对。除了为物流园区建设进行合理的选址布局之外,政府也应当给予其政策支持,如适当降低税收、提供补贴、发展内陆交通、与高校合作引进专业人才等。政府与各部门应合理分工并积极配合沈阳市物流基础设施建设,推动物流系

统合理布局、搭建物流信息平台,统筹园区的总体规划,优化资源配置,规范市场主体,提升物流竞争力,带动区域经济发展和物流发展。

参考文献:

[1] LIZZIO A A, DEBARR J A. Mechanism of SO₂ removal by carbon [J]. Energy & fuels, 1997, 11(2):284-291.

[2] 初良勇,田质广,谢新连. 组合预测模型在物流需求预测中的应用[J]. 大连海事大学学报, 2004, 30(4):43-46.

[3] THOMASSEY S, BASTIEN, HAPPIETTE M. Aneural clustering and classification system for sales forecasting of new apparel items [J]. Applied soft computing, 2007, 7(4):1177-1187.

[4] STEWART J Q. An inverse distance variation for certain social influences[J]. Science, 1941, 93(2404):89-90.

[5] 王德忠,庄仁兴. 区域经济联系定量分析初

探:以上海与苏锡常地区经济联系为例[J]. 地理科学, 1996, 16(1):51-57.

[6] 郑国,赵群毅. 山东半岛城市群主要经济联系方向研究[J]. 地域研究与开发, 2004, 23(5):51-54.

[7] 黄炳康,李忆春,吴敏. 成渝产业带主要城市空间关系研究[J]. 地理科学, 2000, 20(5):411-415.

[8] 赵雪雁,江进德,张丽,等. 皖江城市带城市经济联系与中心城市辐射范围分析[J]. 经济地理, 2011, 31(2):218-223.

[9] 王成新,梅青,姚士谋,等. 交通模式对城市空间形态影响的实证分析:以南京都市圈城市为例[J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(3):74-77.

[10] 牛慧恩,胡其昌. 甘肃与毗邻省区区域经济联系研究[J]. 经济地理, 1998, 18(3):51-56.

[11] FOTHERINGHAM A S. Spatial structure and distance-decay parameters [J]. Annals of the Association of American Geographers, 1981, 71(3):425-436.

Research on the Construction of Shenyang Logistics Industrial Park Based on Gravity Model

WANG Qiufei, SHI Jinyi

(School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: This paper studies the construction of Shenyang logistics industry park, starting from the forecast of logistics demand in Shenyang. Based on the theoretical basis of the gravity model, the regional logistics gravity model is constructed, and the data of leading industries in Shenyang are fully utilized to predict the static logistics demand in Shenyang City of Liaoning Province. At the same time, according to Riley's law, the breakpoints of Shenyang City and other neighboring cities are calculated, and the attraction relationship between Shenyang City and surrounding cities is analyzed according to the breakpoint. On this basis, the gravity model is used to predict the amount of dynamic logistics in Shenyang, and the development law of logistics demand can also be found. It aims to provide reference for the scientific forecasting and rational planning of Shenyang logistics industry and promote the construction of Shenyang logistics industry park.

Key words: gravity model; logistics demand forecasting; Riley's law; logistics industry park

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)