

高铁快递物流网络节点的选址问题研究

STUDY ON SITING OF NODES OF HIGH-SPEED TRAIN COURIER LOGISTICS NETWORK

赵薇¹, 华国伟²

Wei Zhao¹, Guowei Hua²

^{1,2}泰国正大管理学院中国研究生院

^{1,2}Chinese Graduate School, Panyapiwat Institute of Management, Thailand

Received: February 9, 2019 / Revised: August 8, 2019 / Accepted: August 15, 2019

摘要

随着高速铁路网的不断完善,提升了铁路物流运输整体实力的同时,也解决了普通铁路运输时效性问题,促进冷链物流快速发展,带动了各地区物资流动与经济发展,加速了各地经济、人口、金融行业的快速发展同时,扩大了内陆与沿海地区各物资的流通,协调各地区间资源的优劣,满足人们提高生活质量的需求。本文将在高铁快递物流运作模式及物流网络演化的基础上,以最小的成本,最大化利用物流节点为目标构建函数,并构建高铁快递物流网络节点选址模型,并以2017年《第一财经》发布的“中国城市新分级名单”里选择19个一线城市为研究对象,进行算例分析,以此来构建高铁快递物流网络的选址优化模型。

关键词: 高铁冷链物流 网络节点选址 选址模型

Abstract

Utilizing high-speed railway to expand railway courier logistics business is an inevitable trend. Considering the fierce competition in the logistics market and its relative maturity, the fledging stage of high-speed railway courier and the inaccessibility to counties and districts by high-speed railway, high-speed railway logistics services are expanded mostly rooting in places with heavy logistics flows and a high concentration of high-speed railway lines. In this thesis, the high-speed railway courier logistics network that comprises seller, buyer, logistics node and high-speed railway distribution center will be taken as an example to study the optimization and modeling system of high-speed railway courier logistics network.

Keywords: cold chain logistics of high-speed rail, network node location, model of site

引言

电子商务的发展，带动了小件物品物流市场的发展，网购商品是快递物流业务的主要增量市场，本文以网购商品为例说明高铁物流快递运作模式，如图1-1所示。随着高速铁路网的不断完善，高铁快递物流服务也渐渐增加，在充分利用高铁运输时效性的同时，也大大减少了物流的运输成本，因此利用高铁来拓展铁路快递是物流业务的必然趋势。但由于快递物流市场竞争激烈且相对成熟，高铁快递尚处于探索起步阶段，且高铁运行还没有到达各县区，所以现在高铁物流业务多以物流量大及高铁运行路线密集的地区为基础进行拓展。本文将以卖家、买家、物流节点、高铁配送中心共四类节点构成的高铁快递物流网络为例，研究高铁快递物流网络的优化及建模系统。

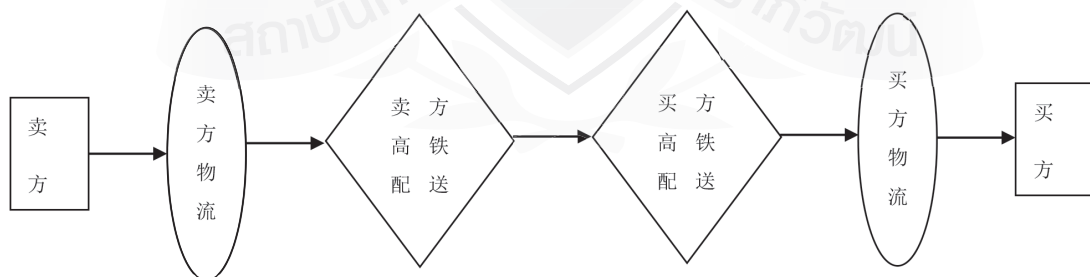


图1 高铁快递物流网络配送节点

1. 研究背景

电子商务的出现,为社会经济发展的各行各业带来一次质的飞跃,而这其中,物流行业的发展最为显著。中国物流行业的起步虽晚,发展却十分迅速。特别是近几年在电子商务的带领下,每年其物流量以约30%/年的速度增长,物流行业的蓬勃发展,也带动中国的各项经济指标的迅速上涨,特别是小物件商品的物流量。据统计2017年,小件商品的物流量远大于大件商品。但随着铁路运货物流货运量不断的上升,一面在快速促进各经济体发展的同时,一面也日渐暴露出其与铁路货运量的矛盾。因为受到货物量及时间的影响,一般铁路的货运量及时效性已经无法满足日益增长的物流量,这也就加剧了铁路货运与经济发展不对称的形势,与此同时,由于也受到价格和运输量的限制及不断上涨的货运量,公路及航空货运这两种运输方式也已经不能满足快递市场的需求。就在此时高铁货运走进了物流行业,高铁的出现、运行及网络覆盖建设,为这些问题带来的答案的同时,也使物流行业发展进入了一个新的高度,本文主要研究中国的高铁快递物流网络,并构建中国高铁快递物流网络节点选址模型及优化。

2. 研究现状

高铁运输不仅能实现客货分流,缓解货运压力,同时还能将铁路运输与公路、水路、航空运输结合起来,实现无缝连接。从目前发展迅速的海铁联运来看,中国国内不少从海外运输机器配件的物流企业都是走港口航线后,再由货车运至内地,急需的零部件只能选择空运。而高铁的开通,货物可从中国的航运港口物流上岸,通过高铁开通所释放的铁路货运能力运输至各地,使得中国现代物流企业利用高速铁路的优势进一步凸显。

高铁快递最大的优势是干线。高铁的发车频次很高,而且利用高铁运送货物,可减小交通堵塞、航空管制、天气因素等对传递速度的影响,相对来说,高铁的准点率比较高,从时效性方面来说,高铁快递具有很强的竞争力。

2018年,全国社会消费品零售总额380987亿元,比上年增长9.0%,城镇消费品零售额325637亿元,增长8.8%;乡村消费品零售额55350亿元,增长10.1%;从消费类型上来分析可以看出,商品零售额338271亿元,增长8.9%;餐饮行业收入为42716亿元,增长9.5%。

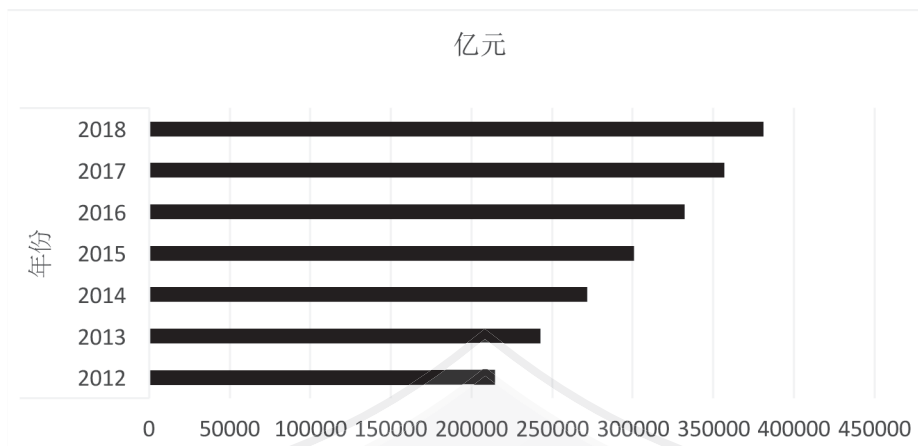


图2 2012-2018年中国社会消费品零售总额

数据来源：中国统计年鉴

2018年为止，中国网上零售额90065亿元，同比增长23.9%；2017年，中国互联网络电商零售约额5.2万亿元，相比2016年增长26.2%，其中实体商品互联网零售额约为4.1万亿元，比2015年增长25.6%，如图1.1. 2017年全国社会物流总额229.7万亿元，按可比价格计算，比上年增长6.1%，增速比上年提高0.3个百分点。第一季度50.7万亿元，增长6%，提高0.4个百分点；第二个季度57万亿元，增长6.2%，提高0.5个百分点；第三60.4万亿元，增长6.1%，提高0.3个百分点，全年社会物流总额呈现上升趋势，如图2。

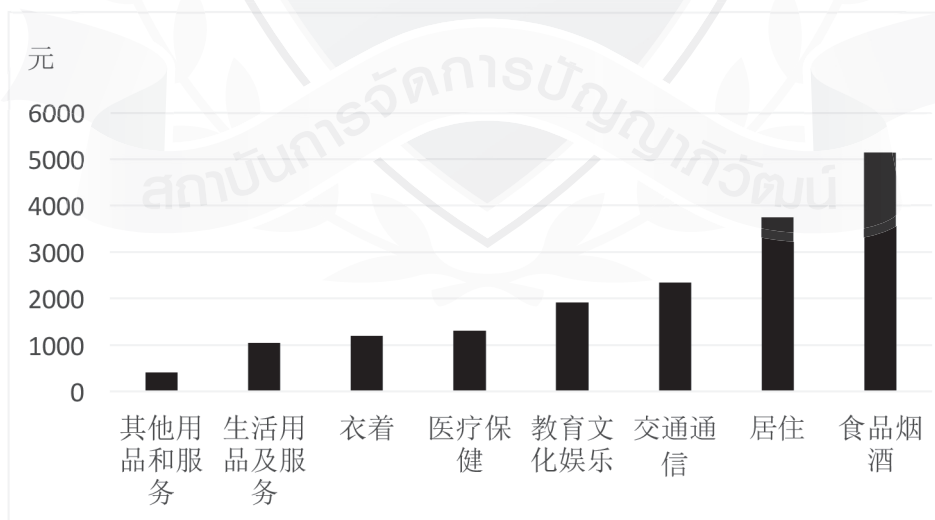


图3 2017年全国居民人均消费支出

数据来源：中国物流年鉴

3. 研究意义

从现在产品市场及物流服务市场来看, 高铁快递物流货运具有很大的发展前景和空间, 研究其具有以下几方面意义: 第一, 相比公路货运其货运量大、时效强; 相比于航空货运其货运费比空运低且而且时效性不比其他差。第二, 高铁无论在时间还是空间上都要比其它运输工具占有优势, 除此外, 高铁运行受自然环境及现象影响小, 且运输统一、路线固定, 利用其进行物流货运可更方便于需求方对时间成本的控制和对产品品质、动态掌握。第三, 高铁站多建在市效附近, 对于物流配送节点的建立提供了土地资源及时间、空间优势, 提供了其与多种运输方式合作机会, 具有“速度快、准点率、安全性强”等优点, 加快其实现“门到门”、“门到站”、“站到门”、“站到站”的运营方式的速度。伴随着高铁客运的运行, 高铁冷链物流也开始有计划的进行, 在新的格局下, 高铁冷链物流不仅仅是用高端的技术做着低端的工作, 停留在货物运输的低端层面, 而是应该要以服务质量和速度争取更大的高附加值市场。

4. 研究方法

本文从管理学的角度出发, 交差引入系统工程的最优化理论, 构建选址模型并对式进行优化。以生产-消费供应链上的每一环节为研究对象来分析高铁冷链物链配送管理。通过分析相关文献, 采用定性与定量相结合的方法, 基于对社会冷链物流市场需求特点、铁路冷链发展现状 & 竞争环境的分析, 提出高铁冷链物流的必要性。

5. 文献研究

Wang (2017) 结合商品四物流运作方式和网络要求, 构建多周期动态选址-分配物流网络优化模型, 并对小商品高铁快递网络进行中国优化建模分析; Sun & Chi (2010); Ji (2010) 分析铁路冷链物流发展模式提出铁路参与并发展冷链物流服务的模式和方法, 并建议合理布局冷链物流节点, 运输环节、储存、配送、运营维护做重点规划建设; Zhou & Yin (2012) 提出依据一体化理论, 构建总成本最小化的冷链一体模型, 对整个冷链物流配送网络进行优化, 得出多个配送节点的最后化选址方案; Wang (2014) 通过铁路冷链物流与控制物流时间和成本, 整合资源与能力优势相结合, 形成冷链物流战略联盟, 从而推动采用铁路冷链物流“南菜北”;

Ahmadi-Javid & Hoscinpour (2015) 优化问题进行了假设及论证。其将成本最小化做为目标函数, 假设物流区域不变, 客户量与需求量成正比关系, 研究了选址及货运成本, 是首个将动态这一约束条件引入到网络优化问题研究中; Tancrez, Lange & Semal (2012) 通过实践验证了基础设施、管理水平、运输方式、SWOT四项影响节点选址的因素, 包括了29个细分的评价指标。

问题描述

本文将在高铁快递物流运作模式及物流网络演化的基础上, 构建周期动态特征的选址-分配高铁物流系统模型, 以满足高铁货运在不同发展阶段对物流网络的需要。该模型主要为了解决高铁快递物流节点选址的问题。

通过对于高铁快递物流结构分析将高铁物流运行过程分为卖方、物流节点、高铁配送中心及买方四个部分。货物在高铁物流网络中经过的节点可概括为: “卖方-物流节点(发送)-高铁配送中心(发送)-高铁配送中心(到达)-物流节点(到达)-买点”, 其运作流程可用图1表示。货物由卖方发出经卖方物流节点到达卖方高铁配送中心(发出站), 经高铁运输到达买方高铁配送中心站(到达站)由买方高铁服务站运往买方物流节点最后到达买方地。目前中国散货快递除EMS外, 还有顺丰等几家成熟的物流企业, 快递物流市场发展已经很成熟, 所以要想利用高铁来进行物流货运, 就要考虑以下问题:

1. 物流节点的选址及规模
2. 物流节点区域内高铁配送站的位置及数量
3. 各级节点间的货物量大小
4. 高铁货运的最优定价策略

由于高铁货运均是货量小的散客户, 所以很难收集数据, 因此本文将首先分析与预测各城市间快递业务OD量分布, 在此基础提出符合高铁货运发展的目标及约束条件, 最后采用LINGO设计模型的求解策略。

因此, 设定a与b两个城市间, 从a城市发出的物流流量总量为 V_a , R_{ab} 是a与b两城市间物流运营强度。本文运用LINGO来进行两城市间的物流流量OD量推算模型用下式表示:

$$V_{ab} = V_a + R_{ab}$$

假设条件及模型构建

本节从以下四方面给出Matlab模型的基本假设条件。

1. 物流运作模式的假设条件。需求不可拆分, 即一对快递OD流仅能由一个发货地物流节点、一个到达地物流基地、一个发货地高铁物流配送中心、一个到达地高铁物流配送中心;
2. 供需节点的假设条件。各城市的物流节点集中在城市中心处;
3. 距离的假设条件。本文将利用经纬度计算两点间距离, 因此假设两点间实际距离用直线距离近似表示, 且两点间高铁铁路的运输距离相同;
4. 费用的假设条件。物流基地、高铁服务站的建设及关闭费用均已知, 且不考虑利率、通胀、通缩等情况对成本的影响, 即不同周期内成本参数保持不变。

1. 符号说明

模型中将涉及集合变量、参数变量、决策变量三类符号，具体表现形式及符号说明如下所述：

1.1 各集合的变量

J: 货物出发地集合, $j=1, 2, \dots, J$

I: 货物到达地集合, $i=1, 2, \dots, I$

K: 物流节点备选集合: $k=1, 2, \dots, K$

M: 高铁配送中心集合: $m=1, 2, \dots, M$

H: 现有竞争快递企业集合: $h=1, 2, \dots, 6$;

$h=1$ 表示高铁, $h=2$ 表示邮政

$h=3$ 表示顺丰, $h=4$ 表示圆通, $h=5$ 表示中通, $h=6$ 表示申通

T: 周期集合, $t=1, 2, \dots, T$;

1.2 参数变量

1.2.1 关于运输力的参数变量

q_{ji}^t : 周期 t 内, j - i 货物运送量, 件/年;

Q_{\min} : 对于高铁货运物流节点建设的最小货物运送量要求, 件/年;

Q_{\max} : 对于高铁货运物流节点建设的最大货物运送量要求, 件/年;

ω : 高铁货运业务占市场份额的最小百分比;

1.2.2 相关费用的参数变量

E : 高铁货运物流节点建设费用, 亿元;

E' : 高铁货运物流节点停止运营的关闭费用, 亿元;

F : 高铁配送中心运营所用费用, 亿元

F' : 高铁配送中心运营停止所用费用, 亿元

c_1^t : 在 t 周期内, 高铁货运单件货物每件每公里的运输成本, 元/(件·公里)

c_2^t : 在 t 周期内, 航空货运单件货物每件每公里的运输成本, 元/(件·公里)

f^{th} : t 周期内, 现在快递竞争企业 $h(h=2,3,\dots,6)$ 单价, 元/件

1.2.3 距离参数变量

d_{ji} : 货物发出地 j 与货物到达地 i 间的距离, 公里

d_{jk} : 货物出发地 j 与货物物流节点 k 间的距离, 公里

d_{km} : 货物物流节点 k 与高铁站货物配送中心 m 间的距离, 公里

$d_{mm'}$: 出发地高铁站货物配送中心 m 与到达地高铁站货物配送中心 m' 间距离, 公里

d_{ki} : 到达地物流节点k到到达终点j间的距离, 公里;

D_2 : 高铁快递运输最小距离, 公里

1.2.4 其他变量

A_{ji}^{ht} : t周期内, 第h个快递竞争企业在j到i货物运输的竞争力;

HD_{ji}^{ht} : t周期内, h 第h个快递竞争企业 j到i 货物运输的市场份额;

η_k : 第 k 个物流节点的综合评价得分;

1.3 决策变量

$x_{jkm m k i}^t$: t周期内, j到i 快递货量是否采用高铁进行运输, 并且货物是否经过物流节点 k、发出地高铁配送中心m、货物到达地物流节点k'、货物到达地高铁配送中心m', 为0-1变量, 其值为1时表示“是”, 其值为0时表示“否”;

y_k^i : t周期内, 物流节点k是否建设为物流基地, 为0-1变量, 其值为1时表示“是”, 其值为0时表示“否”;

v_m^t : t周期内, 高铁配送中心m是否建设货物配送中心, 为0-1变量, 其值为1时表示“是”, 其值为0时表示“否”;

p_{ji}^t : t周期内, 高铁货运从j到i 的单件货物定价, 元/件。

2. 构建模型

高水平的物流服务更容易吸引客户, 但这往往也意味着高的物流服务成本, 同样, 送达时间越短, 使得货物的使用价值越早得到发挥, 对客户的吸引力也越大。因此, 要想使高铁快递物流业务在快递市场中占有优势, 就必须在物流服务水平、物流服务价格及货物送达时间上占有优势。高铁快递物流企业 h 在 t 周期内的竞争力 A_{ji}^{ht} 可以表示为货物包装、单件运输价格和送达时间函数, 如下式所示:

$$A_{ji}^{ht} = \left(\frac{\theta_h^t}{\theta_{ji}} \right)^{\theta} \cdot \left(1 + \frac{\gamma_{ji} - p_{ji}^{ht}}{\gamma_{ji}} \right) \cdot \left(1 + \frac{\lambda_{ji}^h}{\lambda_{ji}^{\theta}} \right)^{-\lambda}$$

式中: θ_h^t 表示t周期内第 h 个快递企业的物流包装, 取值越大表示物流包装越好; θ_{ji} 表示j→i的货物中客户对于快递企业物流包装水平的预期值, θ_h^t 与 θ_{ji} 没有必然关系, 即 θ_h^t 取值可大于也可以小于 θ_{ji} ; θ 取值在0-1间, 取值越接近1表示客户对包装重视程度越高; p_{ji}^{ht} 表示在t周期内第h个快递企业在j→i货物运输的价格; γ_{ji} 表示客户可以接受的最大价格, γ 取值在0-1间, 取值越接近1表示客户对于价格重视度越高; λ_{ji}^{θ} 表示在t周期内第h个快递企业在j→i货物运输过程中所需要的时间; λ_{ji} 表示在j→i货物运输过程中客户能接受的最大时间值, 取值也是在0-1间, 数据越接近1表示客户越重视。

因此, 快递企业 h 在 t 周期 m 内从 j 地到 i 地货物运输的市场份额 HD_{ji}^{ht} 可用下式表示。

$$HD_{ji}^{ht} = A_{ji}^{ht} / \sum_{h=1}^6 A_{ji}^{ht}$$

3. 目标函数

在目标函数设计时, 除了要以最小的成本, 最大化利用物流节点资源外, 还要达到高铁货运利润的最大化。以下分别针对上述三项目标的具体数学表达式进行分析设计。

3.1 成本最小化

3.1.1 物流节点建设成本最小化

高铁快递物流网络中货物物流节点的建设成本是指在各周期内, 各备选节点在扩建和运营时产生的费用之和, 以及各备选物流节点关闭时停运费之和。由停运扩建时的周期 $t=0$ 到进行第一个周期 $t=1$ 周期转变时开始, 以及向各周期转变, 表示为:

$$\min Z_{11} = \sum_{k=1}^k y_k^1$$

$$\min Z_{12} = \sum_{t=2}^T \sum_{k=1}^K (E \cdot u_1 + E' \cdot u_2) \cdot y_k^t$$

$$u_1(t, k) = \begin{cases} 0, & y_k^t \leq y_k^{(t-1)} \\ 1, & y_k^t > y_k^{(t-1)} \end{cases} \quad t = 2, 3, \dots, T$$

$$u_2(t, k) = \begin{cases} 0, & y_k^t \geq y_k^{(t-1)} \\ 1, & y_k^t < y_k^{(t-1)} \end{cases} \quad t = 2, 3, \dots, T$$

3.1.2 高铁配送中心建设成本最小化

高铁配送中心建设的成本计算方式与物流节点一样, 周期 $t=0$ 向周期 $t=1$ 及以后各个周转变时所产生的高铁配送中心建立成本可用下面公式表示:

$$\min Z_{21} = \sum_{m=1}^M Z_m^1$$

$$\min Z_{22} = \sum_{t=2}^T \sum_{m=1}^M (F \cdot u_1^t + F' \cdot u_2^t) \cdot v_m^t$$

$$u_1(t, m) = \begin{cases} 0, v_m^t \leq v_m^{(t-1)} \\ 1, v_m^t > v_m^{(t-1)} \end{cases} \quad t = 2, 3, \dots, T$$

$$u_2(t, m) = \begin{cases} 0, v_m^t \geq v_m^{(t-1)} \\ 1, v_m^t < v_m^{(t-1)} \end{cases} \quad t = 2, 3, \dots, T$$

3.2 资源利用最大化:

$$\max Z_3 = \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \eta_k \cdot y_k^t$$

3.3 高铁运营利润最大化:

$$R_{ji}^t = p_{ji}^t - c_2^t \cdot (d_{jk}^t + d_{km}^t + d_{m'k}^t + d_{k'i}^t) - c_1^t \cdot d_{mm'}^t$$

$$\max Z_4 = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^J \sum_{k'=1}^K \sum_{m'=1}^M \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J x_{jkm'm'k'i}^t \cdot q_{ji}^t \cdot HD_{ji}^t \cdot R_{ji}^t$$

高铁快递物流网络节点选址优化设计

1. 数据来源

本节将结合铁路发展实际，以全路既有货场为研究对象，运用前文所设计的模型与算法，对铁路高铁快运物流网络进行优化分析，从而验证本文所提出的型及算法的有效性。本文根据2017年《第一财经》发布的“中国城市新分级名单”里选择一线城市19个为研究对象，以上文中OD预测方法，通过《2017年中国物流统计年鉴》数据，分析2017年19个一线城市的发货量，预测2019-2020年其19个一线城市的物流流量超过13亿件，约占全国物流流量总量的78%，是中国物流流量高度集中区域。

通过各快递企业官网提供的物流运输费用为主，顺丰快递首重13元/公斤，超出2元/公斤整理以下定价为13/2。

表1 2017年中国专业快递物流企业定价

OD(Km)	SF	YT	STO	EMS	EXP
≤500公里	13/2	10/5	15/3	14/4	15/3
500-1000公里	14/2	15/7	12/7	17/7	15/10
1000-1500公里	15/5	18/10	15/10	20/10	15/12
>1500公里	20/18	20/18	20/18	20/12	18/12

2. 算例分析

对于成本, 根据《2017年中国物流统计年鉴》整理, 快递企业每单标准快递的利润率在10%-20%之间, 且距离越远其利润率越低。为便于计算, 本文将根据利润率计算四个运输距离范围内的平均公路单位运输成本, 为 1.6×10^2 元/(件·公里)。假设高铁快递的单位运输成本为 1.6×10^2 元/(件·公里)。公路经济运输距离 S_1 设为100公里, 高铁经济运输距离 S_2 设为300公里, 物流流量OD间距离 S_3 设为350公里。

3. 结果与分析

本文在Matlab R2014b软件平台对MPDCLA模型算法进行编程求解, 从而得到高铁物流网络节点选址布局方案。

表2 2017年一线城市高铁快递运输单价 (元/件)

	<500公里	500-1000公里	1000-1500公里	>1500公里
2019年	15	20	25	30
2020年	15.5	20.5	25.5	30.5

从布局方案来看, 周期一共建设17个高铁快递物流基地、17个高铁服务站; 从结果中可以看出, 目前有2000多股快递货流具备开行载客动车组(独立车厢), 其中北京-上海、上海-合肥、广州-长沙、上海-济南、北京-济南、长沙-杭州、上海-武汉、杭州-泉州、广州-武汉、北京-沈阳、北京-哈尔滨等17条线路之间具备成对开行单节动车组的条件。

结论

本文在高铁快递物流运作模式、高铁快递物流网络演化规律及铁路既有物流网络节点评价分析的基础上, 着重分析研究了高铁快递物流网络的选址建模问题, 该模型的核心要素包括:

1. 从研究对象来看, 高铁快递物流网络包括供给方、需求方、物流节点、高铁配送中心四类节点, 货流在网络中的基本流动过程可表示为“卖方-物流节点(发送)-高铁配送中心(发送)-高铁配送中心(到达)-物流节点(到达)-买点”;

2. 从目标函数来看, 主要包括建设成本最小化、资源利用最大化、业务利润最大化, 三类目标量纲不同, 其中, 建设成本目标与资源利用目标可采取第四章所述方法进行转换, 进而采用标准化加权求和法来处理双目标优化问题, 从而转化为单目标问题;

3. 设计了快递OD流量的预测方法;

4. 通过对现有数据进行算例分析, 以此来为高铁快递物流网络节点选址模型进行优化, 计算得出各类物流基地的数量、位置、规模, 高铁服务站的选址方案, 以及高铁快递业务的最优定价策略等。

References

- Ahmadi-Javid, A. & Hoseinpour, P. (2015). Incorporating location, inventory and price decisions into a supply chain distribution network design problem. *Computers & Operations Research*, 11(2), 110-119.
- Ali, R., Mounir, G. & Moncef, T. (2016). Adaptive probabilities of crossover and mutation in genetic algorithm for solving stochastic vehicle routing problem. *International Journal of Advanced Intelligence Paradigms*, 8(3), 318-326.
- Ji, L. L. (2010). E-Study on the Development of Railway Cold Chain Logistics in China. *Logistics Engineering and Management*, 32(188), 9-16. [in Chinese]
- Murphy, P. R. Jr. & Wood, D. F. (2009). *Contemporary logistics*. Beijing: Beijing Renmin University Press. [in Chinese]
- O'Kelly, M. E. (2010). Routing traffic at hub facilities. *Networks and Spatial Economics*, 10(2), 173-191.
- Sun J. P. & Chi, P. (2010). Research on Development Model of Railway Cold Chain Logistics. *Railway Freight Transport*, 28(2), 5-9. [in Chinese]
- Tai, H. H. & Hwang, C. C. (2005). Analysis of hub port choice for container trunk lines in East Asia. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 12(1), 907-919. [in Chinese]
- Tancrez, J. S., Lange, J. C. & Semal, P. (2012). A location-inventory model for large three-level supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(2), 485-502.
- Wang, P. (2017). Approximations for the relative outdating of perishable products by combining stochastic modeling, simulation and regression modeling. *Journal of the China Railway Society*, 39(9), 6-14. [in Chinese]
- Wang, Y. (2014). Integrated production-inventory-distribution system design with risk pooling: model formulation. *Chinese Railways*, (2), 32-36. [in Chinese]

- Wu, D. (2013). Coordination of competing supply chains with news-vendor and buyback contract. *International Journal of Production Economics*, 144(1), 1-13. [in Chinese]
- Zhou, Q. K. & Yin, Y. J. (2012). Location optimization of multi-distribution centers in cold chain logistics integration. *Railway Purchasing and Logistics*, (8), 52-54. [in Chinese]



Name and Surname: Wei Zhao

Highest Education: Doctoral Candidate

University or Agency: Panyapiwat Institute of Management

Field of Expertise: Physical Distribution Management

Address: 85/1 Moo 2, Cheangwattana Rd., Bang Talad, Pakkred, Nonthaburi 11120, Thailand



Name and Surname: Guowei Hua

Highest Education: Doctoral Degree

University or Agency: Panyapiwat Institute of Management

Field of Expertise: Logistics and Supply Chain Management, Business Administration, Management Science and Engineering

Address: 85/1 Moo 2, Cheangwattana Rd., Bang Talad, Pakkred, Nonthaburi 11120, Thailand