

快运企业干线运输网络中途点停靠问题研究

胡觉亮^a, 严蓉^b

(浙江理工大学, a. 理学院; b. 经济管理学院, 杭州 310018)

摘要:传统的直达运输模式车辆装载率低,运输成本较高。在传统的运输模式基础上提出中途点停靠运输模式,针对只装不卸(只卸不装)和先卸后装两种装卸模式,对中途点停靠运输模式分别进行可行性分析,并给出了两种装卸模式下的适用条件。以BS快运企业为研究实例,根据实际数据进行求解分析,将两种运输模式进行对比,结果表明:大多数情况下,利用中途停靠点比传统的直达运输模式更能避免一定的车辆空驶浪费。

关键词:干线物流;直达模式;中途点停靠

中图分类号: F224.9

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2018)04-0112-07

物流是物品从供应地向接收地的实体流动过程中,根据实际需要,将运输、储存、采购、装卸搬运、包装、流通加工、配送、信息处理等功能有机结合起来,实现用户要求的过程^[1]。物流其中一个主要功能就是运输,货物在流动过程中有多种运输形式,包括直发(单边、往返)、中途点停靠、HS模式等。

物流运输网络研究可划分为支线货物运输研究和干线货物运输研究。运输过程中很大一部分的成本来自于干线运输,运输要做到合理化,其中的车辆调度是关键^[2]。干线运输过程中点到点直达模式可将货物直接送往目的分拨,这是最快的方式。李夏苗等^[3]发现铁路直达货物运输时间主要受直达列车全程旅行时间的影响,通过对实例进行分析,分析出预期的运行时间,利用分布函数分析出其可以实现的概率,并评估分析了直达货物运输按时送达可靠性。张廷伦等^[4]通过对直达运输模式的可行性进行分析并提出面临的问题,总结了一系列提高大客户物资直达运输比重的措施。马翌佳^[5]通过比较直达运输模式与配送中心中转运输模式下各自物流成本构成,建立了以物流成本最小为目标的模型,引入真实数据求解出最佳的物流成本费用,结果表明运用

直达运输模式可缩短订货周期,减少安全库存持有量并有效降低物流成本,提高车辆装载率。叶俊等^[6]通过对“江海联运”集装箱运输现状进行分析,指出其在软硬件等方面存在弊端和不足,并提出江海直达的运输方式,研究结果表明此运输方式大大提高了运输效率,节省了运输时间。在物流运输过程中,点到点直达模式有一定的优势和价值,但是直达模式要求货物的装载大于或等于一个整车,一般情况下货物必定有剩余,并不能完全是整车运输,这就会大大增加车辆空驶成本,所以点到点直达模式并不是最具成本效益的。

针对物流系统中运输网络的特点,选择合适的运输网络形式,以降低运输成本,提高车辆装载率。李红启等^[7]提出 Hub-and-Spoke 网络形式,以货物集散点上货流到/发的均衡与否为依据,探讨 HS 网络结合运输车辆在中途点停靠的可行性。Mahapatra^[8]分别对有无轴辐式运输网络比较分析,以总运输成本最小为目标,分别建立了车辆的调度方案和车辆运输路径的混合整数规划模型,并通过实例来证明了模型的实际价值。Barcos 等^[9]提出一种满载车辆直发,半空载车辆经过一到两个集散中心的运输模式,建立了以物流成本最小为目标的整数规划模

型,并利用蚁群算法选择最优路径使总成本最小,并通过实例证明了模型的有效性。孟多^[10]提出一种新的运输网络,建立了以物流成本最小为目标,以车辆容量、装载率等为约束的模型。通过实例分析,比较该运输网络与传统运输网络的总成本,结果表明所建模型实用、有效。方晓平等^[11]针对公路零担运输企业节点布局特点,通过优化混合轴辐式运营网络,建立了以总运输成本和中转成本之和最小化为目标的混合整数线性规划模型。通过将具体数据带入检验模型的可行性,结果表明运输成本和总派车次数都有所降低。Akyilmaz^[12]提出了一种假设运输网络结构与货运站之间的位置不变,且车辆的数量为已知,依次删除某些起始点到目的点之间最短的直达路线,剩下的为中途点停靠装卸的货物运输路线,这种运输模式不仅提高了运输车辆装载效率,而且降低了物流成本。米奎^[13]针对传统的轴辐式运输网络,提出多式联运的轴辐式干线运输网络,对网络运输支线与干线的运输路线与运输方式的决策问题进行建模优化。选择调用 Matlab 里的 Bintprog 函数对模型进行求解,考虑运营商不同需求偏好,得到使零担货运网络运输总成本与运输服务时间达到最优的运输决策方案。

综上所述,运输网络的优化是物流企业的一项重要重要的运营决策。运输网络的优化关系到物流设计体系的成功与否^[14]。无论选用何种运输网络,在不影响货物时效的前提下,都是以最小化物流成本、提高物流效益为目标,实现物流企业总成本支出的最优化配置。但是随着我国经济的不断发展,区域间经济水平发展不平衡导致发往经济欠发达地区的货量少,同时由于物流企业车辆调度不合理,导致车辆装载率较低,这都使得企业运输成本居高不下,很少有学者对这部分车辆进行优化研究。本文针对这方面研究的不足,提出了中途点停靠模式的运输网络优化形式,在优化运输车辆路径的同时提高车辆装载率,以降低单位货物运输成本。

本文提出了中途点停靠模式的运输网络优化形式,通过对干线运输网络结合中途点停靠运输模式的可行性进行分析,并提出该模式的适用条件。最后以 BS 快运企业为研究实例,对实际数据进行求解分析。

一、区域干线物流车辆“中途点停靠”可行性判别

在干线物流网络上,在各分拨中心货物装卸模

式对整个网络的效益有重要的影响。本文针对不同装卸模式,比较点到点直达模式与中途点停靠模式两种运输形式下,车辆的空驶浪费量(吨公里),分析区域干线物流运输车辆在中途点停靠的可行性。

引入四元组符号 $PQ(U, x_1, x_2, d)$, 其中: U 表示两个分拨中心 P 、 Q 之间承担运输任务车辆的额定载重量, t ; x_1, x_2 分别表示车辆往返装载率; d 表示两个分拨中心之间的距离, km。

已知分拨中心 S 与分拨中心 T 之间车辆相互直发, 即 $ST(A, \alpha_1, \alpha_2, a)$ 。现插入一个经停点 Q , 分以下不同情形探讨区域干线物流运输车辆在中途点停靠的可行性:

a) Q 与 S 、 T 中一个点存在直发车辆, 不妨设 Q 与 T 点之间存在直发车辆;

b) Q 与 S 、 T 都存在直发车辆。

(一)符号说明

A : 表示分拨中心 S 与 T 之间承担运输任务车辆的额定载重量, t ;

B : 表示分拨中心 Q 与 T 之间承担运输任务车辆的额定载重量, t ;

C : 表示分拨中心 S 与 T 之间承担运输任务车辆的额定载重量, t ;

α_1, α_2 : 表示分拨中心 S 与 T 之间车辆往返的装载率;

β_1, β_2 : 表示分拨中心 Q 与 T 之间车辆往返的装载率;

γ_1, γ_2 : 表示分拨中心 S 与 Q 之间车辆往返的装载率;

θ_1, θ_2 : 表示分拨中心 S 与 T 之间并且中途经停分拨中心 Q 车辆往返的混合装载率;

X_1, X_2 : 表示分拨中心之间承担运输任务车辆的载重量;

a : 表示分拨中心 S 与 T 之间的距离;

b : 表示分拨中心 Q 与 T 之间的距离;

c : 表示分拨中心 S 与 Q 之间的距离。

(二)车辆在中途点停靠时采用只装不卸(只卸不装)模式

在物流运输网络中,各点发出与到达货量基本不均衡,此时需比较往返双程直达模式与中途点停靠(非直达)两种运输组织形式下车辆的空驶浪费量(吨公里)。

当采用点到点直达运输形式时如图 1 所示,直达车辆总的空驶浪费吨公里可表示为:

$$aA(1-\alpha_1)+bB(1-\beta_1)+aA(1-\alpha_2)+bB(1-\beta_2)=aA(2-\alpha_1-\alpha_2)+bB(2-\beta_1-\beta_2) \quad (1)$$

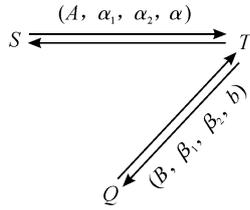


图1 两点之间直达运输

当采用“中途点停靠”运输形式时,车辆运行途中在点Q停靠,如图2所示,令 $X_1 > A\alpha_1 + B\beta_1$, $X_2 > A\alpha_2 + B\beta_2$, 则 $X \geq \max\{X_1, X_2\}$ 。此时额定载重量 X 吨的车辆的空驶浪费可表示为:

$$cX - cA\alpha_1 + bX - bA\alpha_1 - bB\beta_1 + bX - bA\alpha_2 - bB\beta_2 + cX - aA\alpha_2 \quad (2)$$

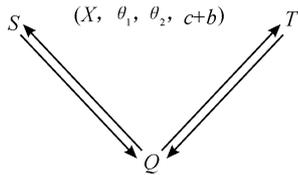


图2 只装不卸(只卸不装)模式下中途点停靠运输

计算式(1)和式(2)的差得: $\Delta = (2b+2c)X - 2aA - 2bB + (a-b-c)A\alpha_1 + (a-b-c)A\alpha_2$

若 $\Delta < 0$ 时,得

$$X < \frac{2aA + 2bB - (a-b-c)A\alpha_1 - (a-b-c)A\alpha_2}{2(b+c)} \quad (3)$$

此时引用中途点停靠运输模式比点到点直达模式车辆装载率更高且成本更低。

由于 $X \geq \max\{X_1, X_2\}$, 因此,当经停车辆的额定载重满足 $\max\{X_1, X_2\} \leq X < \frac{2aA + 2bB - (a-b-c)A\alpha_1 - (a-b-c)A\alpha_2}{2(b+c)}$, 此时采用中途点停靠的车辆运输形式较点到点直达形式的车辆运输形式可避免一定的车辆空驶浪费。

(三) 车辆在中途点停靠时采用先卸后装模式

在物流运输网络中,各点发出与到达货量基本不均衡,此时需比较往返双程直达模式与中途点停靠(非直达)两种运输组织形式下车辆的空驶浪费量(吨公里)。

当采用点到点直达运输形式时如图3所示,直达车辆总的空驶浪费吨公里可表示为:

$$aA(1-\alpha_1)+bB(1-\beta_1)+cC(1-\gamma_1)+aA(1-\alpha_2)+bB(1-\beta_2)+cC(1-\gamma_2) \quad (4)$$

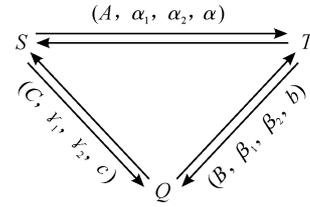


图3 三点之间直达运输

当采用“中途点停靠”运输形式时,车辆运行途中在点Q停靠,如图4所示,令 $X_1 > \max\{B\beta_1, C\gamma_1\} + A\alpha_1$, $X_2 > \max\{B\beta_2, C\gamma_2\} + A\alpha_2$, 则 $X \geq \max\{X_1, X_2\}$ 。此时额定载重量 X 吨的车辆的空驶浪费可表示为:

$$cX - cA\alpha_1 - cC\gamma_1 + bX - bA\alpha_1 - bB\beta_1 + bX - bB\beta_2 - bA\alpha_2 + cX - cA\alpha_2 - cC\gamma_2 \quad (5)$$

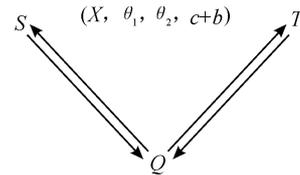


图4 先卸后装模式下中途点停靠运输

计算式(4)和式(5)的差得: $\Delta' = 2X(b+c) - (b+c-a)A\alpha_1 - (b+c-a)A\alpha_2 - 2aA - 2bB - 2cC$

若 $\Delta' < 0$ 时,得

$$X < \frac{(b+c-a)A\alpha_1 + (b+c-a)A\alpha_2 + 2aA + 2bB + 2cC}{2(b+c)} \quad (6)$$

此时引用中途点停靠运输模式比点到点直达模式车辆装载率更高且成本更低。

由于 $X \geq \max\{X_1, X_2\}$, 因此,当经停车辆的额定载重满足 $\max\{X_1, X_2\} \leq X < \frac{(b+c-a)A\alpha_1 + (b+c-a)A\alpha_2 + 2aA + 2bB + 2cC}{2(b+c)}$,

采用中途点停靠的车辆组织方式较点到点直达形式的车辆组织方式可避免一定的车辆空驶浪费。

车辆在中途点停靠采用只装不卸(只卸不装)模式时,经停车辆的额定载重 X 满足 $\max\{X_1, X_2\} \leq X < \frac{2aA + 2bB - (a-b-c)A\alpha_1 - (a-b-c)A\alpha_2}{2(b+c)}$,

此时采用中途点停靠的车辆运输形式较点到点直达形式的车辆运输形式可避免一定的车辆空驶浪费;车辆在中途点停靠采用先卸后装模式时,经停车辆的额定载重 X 满足 $\max\{X_1, X_2\} \leq X < \frac{(b+c-a)A\alpha_1 + (b+c-a)A\alpha_2 + 2aA + 2bB + 2cC}{2(b+c)}$,

此时采用中途点停靠的车辆运输形式较点到点直达形式的车辆运输形式可避免一定的车辆空驶浪费。

所以当干线物流车辆直发模式车辆空驶浪费量大于中途点停靠模式(吨公里)车辆空驶浪费量,且经停车辆额定载重满足一定的条件,则中途点停靠模式是可行的,可减少一定车辆空驶浪费量。

二、实证分析

(一)案例背景介绍

本文以 BS 物流公司快运事业部的干线运输组织为对象进行实证分析,论证区域干线物流结合中途点停靠模式的可行性与实际价值。

BS 快运是百世旗下的知名零担物流品牌。百世快运以信息化管理和服务效率为核心,BS 快运由加盟(网点)+直营(分拨中心)组成。通过武汉、北京、郑州、杭州、广州、苏州共 6 个一级枢纽,配合 13 个二级枢纽、50 个转运中心及 265 个集配站,为不同需求的客户提供标准化的物流服务。

BS 快运在竞争相当激烈的物流行业,BS 快运企业依然面临着车辆空载率高、物流服务质量差、物流成本居高不下等问题。

(二)BS 物流公司干线运输组织方式

BS 物流运输系统示意如图 5 所示,图中,虚线框中的运输路径为干线运输,即货物在分拨中心之间运输。根据实际调研可知,现在 BS 快运企业华东

区域的干线运输网络大多数采用点到点直达运输模式,很多车辆在运输过程中装载率不高的情况,极大地浪费了运输的资源,使得物流企业运输成本居高不下,不利于企业提升核心竞争力。由图 5 可以看出,也并不是所有分拨中心之间都有直达车辆。

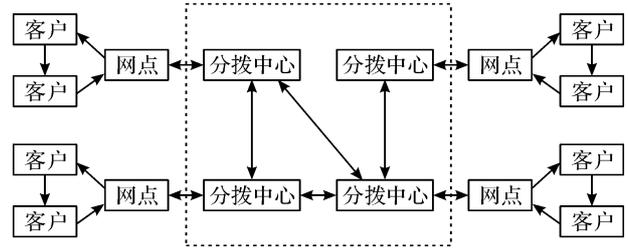


图 5 BS 物流运输系统示意图

此时根据物流系统中运输网络的特点,应当对现行运输网络运输模式做出改进。通过采用中途点停靠模式的运输形式,最大程度提高车辆装载率。实例通过比较中途点停靠模式和直达模式之间空驶浪费量,证明中途点停靠模式的可行性。

对情形 a) 的计算实例:以 BS 快运企业为实例在华东区域内任选三个分拨,其中有两个分拨之间无直发车辆。本文获取这三个点之间到发货量、调度车辆型号、分拨之间的距离等作为一组数据,共取 10 组真实数据。通过计算,求出 X 的取值范围,求得结果如表 1 所示。

表 1 只装不卸(只卸不装)模式

线路序号	线路 (始发点—经停点—目的点)	$PQ(U, x_1, x_2, d)$	X 的取值范围	两种形式差额 (直发—经停)
1	上海—常州—南京	上海—南京(12,0.64,0.99,265) 常州—南京(16,0.74,0.88,148)	不可取	—
2	连云港—盐城—苏州	连云港—苏州(12,0.72,1.00,424) 盐城—苏州(16,0.31,0.48,235)	20~21	677.8
3	宿迁—盐城—上海	宿迁—上海(12,0.44,0.69,477) 盐城—上海(12,0.18,0.44,323)	14~19	4893.6
4	盐城—南通—上海	盐城—上海(12,0.18,0.44,323) 南通—上海(12,0.81,0.86,109)	16~17	375.0
5	南通—嘉兴—杭州	南通—杭州(12,0.48,1.00,228) 嘉兴—杭州(16,0.49,0.56,65)	不可取	—
6	徐州—宿迁—南京	徐州—南京(12,0.39,0.77,415) 宿迁—南京(12,0.60,0.63,297)	18~22	2545.8
7	连云港—淮安—南京	连云港—南京(12,0.53,0.75,377) 淮安—南京(12,0.58,0.85,135)	20~22	1043.2
8	盐城—常州—上海	盐城—上海(12,0.18,0.44,323) 常州—上海(12,0.81,0.88,147)	16~17	111.0
9	盐城—常州—苏州	盐城—苏州(16,0.31,0.48,235) 常州—苏州(16,0.39,0.58,73)	17~19	834.0
10	徐州—盐城—苏州	徐州—苏州(12,0.56,0.83,522) 盐城—苏州(16,0.31,0.48,235)	18~19	619.1

由表1的结果可以得出,10组数据中8组数据解是可行的。以连云港、盐城、苏州三个分拨中心为例,其中连云港与苏州分拨中心之间车辆相互直发,现插入一个经停点盐城分拨,其中盐城分拨中心只与苏州分拨存在直发车辆。由 $\max\{X_1, X_2\} \leq X < \frac{2aA+2bB-(a-b-c)A\alpha_1-(a-b-c)A\alpha_2}{2(b+c)}$, 可得 $20 \leq X < 21$,即可采用中途点停靠运输模式承担连云港—苏州分拨中心间的货物运输,同时中途停靠盐城分拨带货。此种模式较直达运输模式可减少一定的车辆空驶浪费,此时应采用额定吨位在20~21 t的车辆。同时,其他几组线路也都满足条件,得出的解为可行解。也就是说,一般情况下,点到点直达运输模式下车辆存在空载的情况,我们都可以选择一个分拨经停带货。

其中有两组数据解是不可行的,以该快运企业上海、常州、南京三个分拨中心为例,其中上海与南京分拨中心之间车辆相互直发,现插入一个经停点常州分

拨,其中常州分拨中心只与南京分拨中存在直发车辆。

$$\text{由 } X < \frac{2aA+2bB-(a-b-c)A\alpha_1-(a-b-c)A\alpha_2}{2(b+c)},$$

可得 $X < 195$;由 $X \geq \max\{X_1, X_2\}$,可得 $X \geq 26$ 。可见,当 X_1 或 X_2 接近满载时, X 无解,则直发运输模式无需改成中途点停靠运输模式。

区域干线物流车辆两点直发的模式下,车辆空驶浪费量大于中途点停靠模式(吨公里),说明在只卸不装或只装不卸模式下,车辆在中途点停靠模式是可行的,可减少一些车辆空驶浪费。但是当直发车辆往返装载率有一者都接近满载时, X 不在取值范围内,则直发运输模式无需改成中途点停靠运输模式。

对情形b)的计算实例:以BS快运企业为实例在华东区域内任选三个分拨,三个点之间相互有直发车辆。本文获取该企业三个点之间到发货量、调度车辆型号、分拨之间的距离等作为一组数据,共取10组真实数据。通过计算,求出 X 的取值范围。求得结果如表2所示。

表2 先卸后装模式

线路序号	线路(始发点—经停点—目的点)	$PQ(U, x_1, x_2, d)$	X 的取值范围	两种形式差额(直发—经停)
1	淮安—合肥—杭州	淮安—杭州(12,0.53,0.83,468)	22~25	3574.3
		合肥—杭州(12,0.59,0.74,417)		
		淮安—合肥(16,0.31,0.75,352)		
2	上海—苏州—杭州	上海—杭州(12,0.61,0.66,154)	17~24	3444.8
		苏州—杭州(12,0.10,0.72,181)		
		上海—苏州(16,0.29,0.56,87)		
3	上海—嘉兴—杭州	上海—杭州(12,0.61,0.66,154)	17~25	2743.6
		嘉兴—杭州(16,0.49,0.56,65)		
		上海—嘉兴(12,0.48,0.74,102)		
4	上海—常州—南京	上海—南京(12,0.64,0.99,265)	不可取	—
		常州—南京(16,0.74,0.77,148)		
		上海—常州(12,0.89,0.93,147)		
5	连云港—南京—苏州	连云港—苏州(12,0.72,1.00,424)	不可取	—
		南京—苏州(12,0.92,0.92,192)		
		连云港—南京(12,0.53,0.75,377)		
6	宿迁—南京—杭州	宿迁—杭州(12,0.44,0.62,539)	20~24	4229.5
		南京—杭州(12,0.17,0.98,267)		
		宿迁—南京(12,0.60,0.63,297)		
7	宿迁—苏州—杭州	宿迁—杭州(12,0.44,0.62,539)	20~24	4160.2
		苏州—杭州(12,0.10,0.72,181)		
		宿迁—苏州(12,0.53,0.61,404)		
8	南京—湖州—宁波	南京—宁波(12,0.23,0.41,244)	15~19	3094.4
		湖州—宁波(12,0.18,0.77,221)		
		南京—湖州(8,0.43,0.50,197)		
9	苏州—杭州—宁波	苏州—宁波(12,0.52,1.00,244)	24~25	677.8
		杭州—宁波(16,0.14,0.54,142)		
		苏州—杭州(12,0.10,0.72,181)		
10	南京—苏州—宁波	南京—宁波(12,0.23,0.41,244)	17~20	2705.6
		苏州—宁波(12,0.52,1.00,244)		
		南京—苏州(12,0.92,0.92,192)		

由表2的结果可以得出,10组数据中8组数据解是可行的。以淮安、合肥、杭州三个分拨中心为例,其中淮安与杭州分拨中心之间车辆相互直发,现插入一个经停点合肥分拨,其中合肥分拨中心与淮安、杭州分拨中心都存在直发车辆。由 $\max\{X_1, X_2\} \leq X < \frac{(b+c-a)A\alpha_1 + (b+c-a)A\alpha_2 + 2aA + 2bB + 2cC}{2(b+c)}$, 可得 $22 \leq X < 25$, 即可采用中途点停靠运输模式承担淮安—杭州分拨中心间的货物运输,同时中途停靠合肥分拨带货。此种模式较直达运输模式可减少一定的车辆空驶浪费,此时应采用额定吨位在22~25 t的车辆。同时,其他几组线路也都满足条件,得出的解为可行解。也就是说,一般情况下,在点到点直达运输模式时车辆存在空载的情况,我们都可以选择一个分拨经停。

其中有两组数据解是不可行的,例如:以该快运企业连云港、南京、苏州三个分拨中心为例,其中连云港与苏州分拨中心之间车辆相互直发。现插入一个经停点南京分拨,其中南京分拨中心与连云港、苏州分拨中心都存在直发车辆。由 $X < \frac{(b+c-a)A\alpha_1 + (b+c-a)A\alpha_2 + 2aA + 2bB + 2cC}{2(b+c)}$, 可得 $X < 235$; 由 $X \geq \max\{X_1, X_2\}$, 可得 $X \geq 24$ 。可见,当 X_1 或 X_2 接近满载时, X 无解,则直发运输模式无需改成中途点停靠运输模式。

区域干线物流车辆三点间互相直发的模式下,车辆空驶浪费量大于中途点停靠模式(吨公里),说明在先卸后装的模式下,车辆在中途点停靠模式是可行的,可减少一些车辆空驶浪费。但是当点到点直达车辆往返装载率有一者接近满载时, X 不在取值范围内,则直发模式无需改成中途点停靠模式。

通过对以上两种情形实例计算可知,当分拨之间通过直达运输车辆空载率较高时,在满足一定时效的情况下,可考虑采用中途点停靠模式来提高车辆装载率,降低企业物流成本。

三、结 论

本文针对干线物流运输网络存在车辆装载率较低、运输成本高等问题,在传统的直达运输模式基础上提出“中途点停靠”的运输形式,并针对不同装卸模式,比较点到点直达模式与中途点停靠模式两种运输形式下车辆的空驶浪费量。通过分析中途点停靠模式下车辆额定载重 X 的满足条件,判别快运企业干线物流运输网络结合中途点停靠运输模式的可行性,最后以BS快运企业的干线运输组织方式为

对象加以实证分析。通过计算,求出 X 的取值范围,结果显示,在大多数情况下,采用中途点停靠的运输模式较点到点直达模式可避免一定的车辆空驶浪费,这表明了在大多数情况下以中途点停靠形式改善干线运输网络是可行性及有效的。

本文只分析“中途点停靠”一个分拨的情况,如果“中途停靠”运输模式中经停点过多,不仅大大增加人工成本、车辆的运输成本等各种成本,而且车辆在一个往返线路上多次经分拨停留,考虑到装卸时间、运输时间的增加货物的时效可能会达不到。由此可见,“中途点停靠”物流运输形式的应用有很大的局限性。

参考文献:

- [1] 尹衍波. 现代物流管理教程[M]. 北京:清华大学出版社,2010:3-6.
- [2] 易正辉. 烟草行业物流干线运输优化调度系统设计与实现[D]. 长沙:湖南大学,2015:3.
- [3] 李夏苗,胡思继,朱晓立. 直达货物运输按时送达可靠性的评估方法[J]. 中国铁道科学,2003,24(1):121-124.
- [4] 张廷伦,刘晗. 加强直达运输组织全力推进铁路大客户战略的贯彻实施[J]. 铁道货运,2006(3):11-14.
- [5] 马翌佳. 直达运输模式下物流成本的探讨[J]. 物流工程与管理,2010,32(10):66-69.
- [6] 叶俊,郑栋敏. 长江“江海联运”集装箱运输现状及发展策略[J]. 浙江海洋学院学报(人文科学版),2017,34(2):19-24.
- [7] 李红启,刘鲁. Hub-and-Spoke型运输网络改善方法及其应用[J]. 运筹与管理,2007,16(6):63-68.
- [8] Mahapatra, S. Analysis of routing strategies in air transportation networks for express package delivery services[J]. Style,2005,20(3):295-318.
- [9] Barcos, Rodriguez, Lvarez, et al. Routing design for less-than-truckload motor carriers using ant colony optimization[J]. Transportation Research Part E, 2010,46(3):367-383.
- [10] 孟多. 轴辐式零担运输网络规划研究[D]. 广州:中山大学,2011:22-32.
- [11] 方晓平,何开先,陈维亚,等. 无容量限制的混合轴辐式零担运营网络优化[J]. 铁道科学与工程学报,2014,11(1):126-130.
- [12] Akyilmaz T. Networking policies for hub-and-spoke systems with application to the air transportation system[J]. Transportation Science,2016,29(3):201-221.
- [13] 米奎. 轴辐式零担货运网络运输决策模型研究[J]. 中国市场,2016(41):143-144.
- [14] 郭京生,刘璘. 最小费用最大流模型在运输网络优化中的应用[J]. 现代商贸工业,2015,36(17):53-54.

Way station problem in the arterial transport line of express enterprise

HU Jueliang^a, YAN Rong^b

(a. School of Sciences; b. School of Economics and Management,
Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Under the traditional through transport mode, the vehicle loading rate is low and the transportation cost is high. On the basis of the traditional transportation mode, this paper puts forward the transportation mode of way station for two loading patterns: single loading (single unloading) and unloading before loading. The feasibility analysis on transportation mode of way station was conducted, and the applicable conditions under the two patterns were given. BS Express Enterprise was used as the example for analysis according to practical data. The two patterns were compared. The results show that in most cases, the transportation mode of way station is less empty driving waste than the traditional mode of through transport.

Key words: arterial transport line; through transport; way station

(责任编辑: 钱一鹤)