

物流敏捷调运实现的研究

王富忠,郭俊辉

(浙江科技学院 经济管理学院,杭州 310023)

摘要: 针对研究物流调运优化问题所遇到的困难,提出了基于适度递阶控制机制实现物流敏捷调运的基本思路。通过剖析在适度递阶控制机制下,构建出物流敏捷调运优化递阶控制模型 TP。重点针对某实际问题,遵循模型 TP 的控制机制,提出了车辆配载优化模型与求解思路。研究表明,在同时考虑 4 条基本适用准则的情况下,实现了高装载率。

关键词: 物流;敏捷调运;适度递阶控制

中图分类号: F253.4

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2009)01-0040-05

Research on agile scheduling realization of logistics

WANG Fu-zhong, GUO Jun-hui

(School of Economics and Management, Zhejiang University of science and technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: To deal with the difficulties in research of logistics scheduling optimization problem, we propose a basic way to realize agile scheduling optimization of logistics based on semi-hierarchical control mechanism. We construct a hierarchical control model TP of logistics agile scheduling optimization under the semi-hierarchical control mechanism. Focusing on an applied example, according to the control mechanism of the model TP, we propose a vehicle loading optimization model and analyze how to solve it. The result shows that the way proposed can achieve a high loading rate under the condition of considering four basic and applicable rules.

Key words: logistics; agile scheduling; semi-hierarchical control

在笔者面向实际问题来研究物流调运(配送)优化问题时,当然希望以运筹学理论为基础,从当今理论界十分关注的几个研究领域如 LRP(Location-Routing Problem,设施选址——路径安排问题)、VRP(Vehicle Routing Problem,车辆路径问题)、VSP(Vehicle Scheduling Problem,车辆调度问题)

等中吸取营养。但由于上述问题绝大多数都属于 NP-hard 问题,因而只能寻求启发式求解方法,这也是大多数研究的主要内容和目标^[1-3]。而 VRP/VSP 问题具有严重的计算复杂性,因此,学者们也把精力主要花在构造高质量的启发式算法上^[4-5]。然而,在现实生活中,笔者遇到了一些困难。首先,

收稿日期: 2008-12-22

基金项目: 浙江科技学院物流工程特色专业建设项目(2007-4)

作者简介: 王富忠(1976—),男,湖南衡南人,讲师,博士,主要从事决策支持系统和物流管理的研究。

从快速响应当今动态多变的物流市场的需求且交货及时、可靠等服务成为物流市场竞争核心的角度看,基于“契约”驱动的物流系统、物流调运的敏捷性成为主要目标之一,而不只是考虑成本^[6]。同时,在实际调运过程中,其主要的运输资源——车辆具有很强的动态性,要基于 LRP/VRP/VSP 给出实现服务、成本均达到较佳水平,并且同时考虑车辆的动态性需求来设计出敏捷化物流调运方案并有效实施,笔者感到比较困难。其次,从建立一个具有实用价值的敏捷调运信息系统的角度看,往往需要先进的信息技术的支持,特别是 GIS 的支持,而要将 LRP/VRP/VSP 与 GIS 有机结合也感到有相当的难度。

为解决这些困难,考虑到敏捷调运实现的过程实质上也是一个决策过程,任一决策过程总是在一定的控制机制下运行的,于是,选择合适的控制机制就成为敏捷调运实现的关键问题。由于笔者曾使用适度递阶控制机制和在 GIS 等信息技术支持下,对物流系统规划设计^[7]和城市公交网络系统规划设计^[8]等问题做过相关的研究,基于这一研究背景,提出了基于适度递阶控制机制实现敏捷调运的基本思路,希望能对物流调运敏捷化的研究提供参考。

1 基于适度递阶控制机制实现敏捷调运

适度递阶控制是介于等级控制和分形控制之间的一种混合控制机制,它更强调系统内部过程之间的自顶向下的控制关系,并保留了传统递阶控制 TOP-DOWN 的问题求解方式,从而可以降低研究问题的复杂性,提高问题的求解效率^[7-10]。基于适度递阶控制机制,针对 GIS 技术与 LRP/VRP/VSP 有机结合有相当难度,将物流配送网络基于 GIS 的生成先独立进行,再在此基础上进一步生成配送网络地理信息数据库(配送地基础地理信息数据库、配送路径基础地理信息数据库)。调运方案生成则在配送网络地理信息数据库(包括配送需求数据库、车辆数据库和相应模型库、方法库)支持下进行。

在物流调运和配送中,为实现敏捷化,首要问题是制订合理的工作准则,实际工作者在调运与配送管理中,往往都提出了一些行之有效的准则(每个企业提出的准则会有所不同)。

于是,本文提出了 4 条基本适用的准则:

第一优先准则 交货需求早并且满足拼货条件的配送地要优先安排装载。

第二优先准则 在考虑货物种类的情况下,对

距配送中心远的配送地优先安排装载。

第三优先准则 在装载能力相同且有多种车辆组合可选的情况下,尽可能选择配送车辆吨位大的车辆优先安排装载。

第四优先准则 针对确定车辆装载物品重量大的优先安排装载。

由于物流敏捷调运优化方案的生成过程本质上是一个决策过程,而在该决策过程中,各关键的决策环节由以下四大功能模块组成:基础数据构建(A_1)、决策支持数据构建(A_2)、调运优化模型的生成与求解(A_3)、调运方案生成(A_4)。

针对各决策环节,笔者提出了借鉴 IDEF0 方法描述的敏捷调运优化递阶控制模型 TP。该模型的支持机制由决策人员(M_1)、基础数据库(M_2)、决策支持数据库(M_3)、模型库(M_4)、方法库(M_5)、地理信息系统(GIS)构成,如图 1 所示。

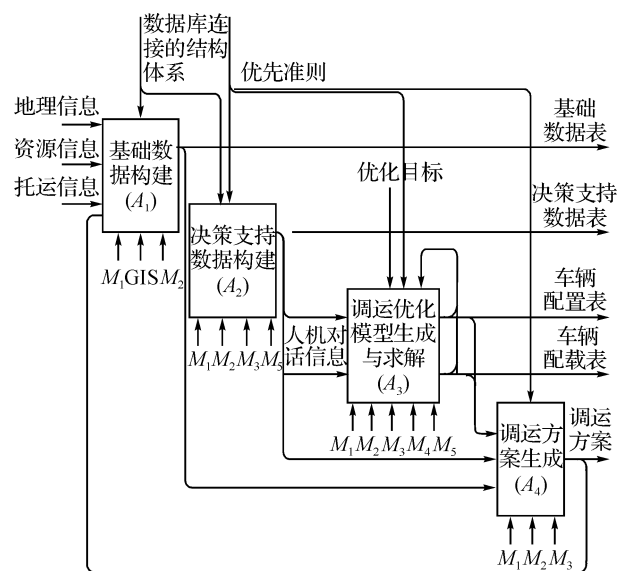


图 1 物流敏捷调运优化递阶控制模型 TP

Fig. 1 The hierarchical control model of logistics agile scheduling optimization

显然,用 IDEF0 方法描述的递阶控制模型 TP 能更好地反映各子系统间的逻辑关系。如图 1 中的相关子系统间的内部控制关系,反映了模型生成与模型求解,它是基于递阶控制机制、递阶生成和递阶求解的。

1.1 基础数据构建

主要指基础数据库的构建。其中包括配送地数据表、车辆信息表、配送线路表和配送需求表的构建。基础数据库对决策支持数据库的构建起着关键作用。

1.2 决策支持数据构建

主要指决策支持数据库的构建。其中包括有配送需求的配送地数据表、优化线路表、确定交货期的配送需求表、可用车辆表、确定交货期和满足运力约束的配送需求表、确定交货期委托外运表、确定交货期和优先路径并满足运力约束的配送需求表等的构建。

1.3 调运优化模型生成与求解

主要包括确定路径的调运优化基本模型、车辆选择优化模型、整数规划模型或基于 0-1 规划的车辆装载优化模型等。

1.4 调运方案生成

生成最优的调运方案及已装载的车辆,并计算装载率。本文主要针对一个实际配送问题,运用下文所提出的车辆配载优化模型 P 进行优化求解,以求得最优调运方案。

2 基于适度递阶控制机制实现敏捷调运的应用

2.1 问题背景

在某实际物流企业 Z 中,它的配送方式均采用点对点班车(汽车运输)进行,而且均是从配送中心将货物配送到不同的配送地,每种货物的交货时间、数量、种类、配送地、配送中心与配送地的距离都已知,在此种物流运作方式下,如何有效提供低成本、高质量、敏捷性的物流配送服务成为该企业面对的主要问题。

物流企业 Z 面临的问题可以归纳为如下的一类物流敏捷调运问题:某配送中心将不同货物从配送中心配送到不同的配送地,如何做到成本的最优与效率最高? 由于该类敏捷调运问题具有代表性,研究该类问题非常有必要,它可以给全国类似性的配送中心的敏捷配送提供参考与借鉴。

2.2 基于适度递阶控制机制敏捷调运的实现

根据物流企业 Z 的实际配送问题,遵循适度递阶控制机制思想,建立了基础数据库和决策支持数据库。

2.2.1 基础数据库的构建 建立配送地数据表、车辆信息表(表 1、表 2)。限于篇幅,其他基础数据表,例如配送线路表、配送需求表略。

2.2.2 决策支持数据库的构建 根据实际问题的背景,笔者对决策支持数据库作相应的简化处理,并按适度递阶控制原理及第一至第四级调运优先准则,对一组模拟数据进行归纳,得到表 3。

表 1 配送地数据表

配送地号	配送地名	距离配送中心 /km
1	DA	68
2	DB	60
3	DC	58
4	DD	22
5	DE	90
6	DF	82

表 2 车辆信息表

车号	1	2	3	4	5	6~7	8	9	10
装载能力	5	4.6	4.2	3.5	3.3	2.8	2.4	1.8	1.2

表 3 经简化的配送需求数据表

序号	配送地号	配送量/t	交货期/h	距离配送中心 /km	可否拼货
1	1	2.2	6	68	交货需求早且满足拼货条件的配送地
2	2	4.1	6	60	
3	3	3.4	6	58	
4	4	3.1	6	22	
5	5	2.4	6	90	不能拼货
6	6	3.2	6	82	不能拼货
7	1	1.6	12	68	可以拼货
8	2	3.7	12	60	
9	2	2.7	24	60	不能拼货
配送量合计		26.4			
		(TM)			

2.2.3 调运优化模型生成与求解 根据物流企业 Z 的汽车运输方式,可建立的车辆配载优化模型 P 如下:

记针对配送中心的可动用车辆集为 $F = \{f | f = 1, 2, \dots, n\}$, 其中 f 表示车号。

t_f 为针对 f 的选择变量(决策变量), $t_f \in \{0, 1\}$, $f = 1, 2, \dots, n$ 。 u_f 为第 f 辆车的载重量。

$M = \sum_{i=1}^k G_i$ 表示某时段各配送点上的总配送需求量。其中 k 为该时段的配送任务数, G_i 为该时段配送地 i 的配送量。 TM 为所有时段配送量的总和。

于是,用整数规划描述的车辆配置优化模型 P 为:

$$\begin{aligned} \min z &= \sum_{f=1}^n u_f t_f - M \\ \text{s.t.} \quad & \left(\sum_{f=1}^n u_f t_f - M \right) \geq 0 \\ & t_f \in \{0, 1\}, f = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

求解模型 P 的基本思路如下:

1) 按第一至第四级优先准则对配送需求数据

表进行排序并分解成可以装载的清单表。

2) 利用模型 P 对装载清单进行求解。得到车辆的配载清单,同时刷新可动车辆集 F 。

3) 重复 2)中操作。如果某一时段的装载清单所造成的装载率较低,低于物流企业 Z 能够接受的最低装载率约束(物流企业 Z 自行设定),则物流企业 Z 可以将部分装载任务委托给其他的物流企业进行运输。同时,刷新 TM 。

4) 求得所有的装载方案,并计算出装载率。

于是,根据车辆配载优化模型 P 的求解思路,对模型 P 进行求解。其求解前的数据准备与求解过程如下:

1) 按照第一至第四级优先准则,对配送需求数据表进行排序并分解成可以装载的清单,如表 4 所示。

2) 车辆配载优化模型 P 对装载清单进行求解

Table 5 The solving process of the model P for the loading bill			
轮数	车号	装载能力/t	选用
第一轮	1	5	✓
	2	4.6	✓
	3	4.2	
	4	3.5	
	5	3.3	✓
	6	2.8	
	7	2.8	
	8	2.4	
	9	1.8	
	10	1.2	
	此轮配送总量/t		12.8
	动用装载能力/t		12.9
	是否(部分)任务委托外运		不委托外运
	新可动车辆集(车辆号) {3,4,6,7,8,9,10}		
第二轮	3	4.2	
	4	3.5	
	6	2.8	
	7	2.8	
	8	2.4	✓
	9	1.8	
	10	1.2	
	此轮配送总量/t		2.4
	累计配送总量/t		15.2
	动用装载能力/t		2.4
	累计动用装载能力/t		15.3
	是否(部分)任务委托外运		不委托外运
	新可动车辆集 {3,4,6,7,9,10}		

Table 4 Decomposed table of loading bill					
轮数	序号	配送地号	配送量/t	交货期/h	距离配送中心/km
第 1 轮	1	1	2.2	6	68
	2	2	4.1	6	60
	3	3	3.4	6	58
第 2 轮	4	4	3.1	6	22
	5	5	2.4	6	90
第 3 轮	6	6	3.2	6	82
第 4 轮	7	1	1.6	12	68
	8	2	3.7	12	60
第 5 轮	9	2	2.7	24	60

的过程如表 5 所示。

2.2.4 调运方案生成 由第五轮(最后一轮)可知,总装载率为:26.4/27=97.78%。其中最优的调运方案如表 6 所示。

轮数	车号	装载能力/t	选用
第三轮	3	4.2	
	4	3.5	✓
	6	2.8	
	7	2.8	
	9	1.8	
	10	1.2	
	此轮配送总量/t		3.2
	累计配送总量/t		18.4
	动用装载能力/t		3.5
	累计动用装载能力/t		18.8
	是否(部分)任务委托外运		不委托外运
	新可动车辆集 {3,6,7,9,10}		
第四轮	3	4.2	✓
	6	2.8	
	7	2.8	
	9	1.8	
	10	1.2	✓
	此轮配送总量/t		5.3
	累计配送总量/t		23.7
	动用装载能力/t		5.4
	累计动用装载能力/t		24.2
	是否(部分)任务委托外运		不委托外运
	新可动车辆集 {6,7,9}		
第五轮	6	2.8	✓
	7	2.8	
	9	1.8	
	此轮配送总量/t		2.7
	累计配送总量/t		26.4
	动用装载能力/t		2.8
	累计动用装载能力/t		27
	是否(部分)任务委托外运		不委托外运
	新可动车辆集 {7,9}		

表 6 最优调运方案
Table 6 The best scheduling project

车号	装载能力/t	调运方案 ($X_{i,j}$ 表示车号 i 对配送地 j 的配送量)
1	5	$X_{1,1}=2.2, X_{1,2}=2.8$
2	4.6	$X_{2,2}=1.3, X_{2,3}=3.3$
3	4.2	$X_{3,7}=1.6, X_{3,8}=2.6$
4	3.5	$X_{4,6}=3.2$
5	3.3	$X_{5,3}=0.1, X_{5,4}=3.1$
6	2.8	$X_{6,9}=2.7$
7	2.8	
8	2.4	$X_{8,5}=2.4$
9	1.8	
10	1.2	$X_{10,8}=1.1$

从表 6 中可以看出,除了每辆车的装载率高之外,还有 7 号车和 9 号车未使用,从而更有利于任务的安排。如果物流企业 Z 存在应急物流任务的调运时,7 号车和 9 号车的使用会增加企业应急任务安排的灵活性。

3 结 语

根据笔者在多个物流敏捷调运系统的系统设计和开发实践,证明适度递阶控制思想用于实现调运敏捷化是可行和有效的^[10-11]。本文提出的车辆配载优化模型 P 在求解过程中考虑了“4 条基本适用准则”,而其他文献所提出的车辆配载模型大多只部分考虑了交货需求、拼货情况、距离配送中心的远近、组合车辆选择等情况。

本研究也同时考虑了装载率约束的问题,其实这也是一个装载成本问题,因为总装载率高,总装载成本必然低。在如何提升装载率方面,本文也提出了委托外运的思想,而委托外运思想的前提是物流企业基于装载成本角度考虑,不愿意对某时段内装载率低的配送任务实施配送,而将货物委托给其他的物流企业进行配送。这也解释了物流企业之间经常存在相互搭货的原因。

虽然本研究主要是针对物流敏捷调运(配送)这一类优化问题而展开的,但也可供专业第三方物流企业的配送与车辆配载作参考。

诚然,本文研究也不尽全面。例如,本文并没有对已回程车辆(已经返回配送中心的车辆)进行研

究,也没有对货运周转量这一指标进行研究,这些内容在物流敏捷调运的过程中也是非常重要的,这是未来需要继续研究的重点。

参考文献:

- [1] HANSEN P H, HEGEDAH B, HJORTKJAER S, et al. A heuristic solution to the warehouse location-routing problem[J]. European Journal of Operational Research, 1994, 76(1): 111-127.
- [2] BRAMEL Julien, SIMCHI-LEVI David. A location based heuristic for general routing problems [J]. Operations Research, 1995, 43(4): 649-661.
- [3] TUZUN Dilek, BURKE Laura I. A two-phase tabu search approach to the location routing problem [J]. European Journal of Operational Research, 1999, 116(1): 87-99.
- [4] HUISMAN Dennis, FRELING Richard, WAGELMANS Albert P M. A Robust Solution Approach to the Dynamic Vehicle Scheduling Problem [J]. Transportation Science, 2004, 38(4): 447-458.
- [5] CAMPBELL Ann Melissa, SAVELSBERGH Martin. Efficient Insertion Heuristics for Vehicle Routing and Scheduling Problems [J]. Transportation Science, 2004, 38(3): 369-378.
- [6] 王富忠, 沈祖志. 现代物流敏捷调运的运作体系与调运方式研究 [J]. 浙江科技学院学报, 2008, 20(3): 200-204.
- [7] 沈祖志, 余福茂. 基于适度递阶控制的物流系统规划研究 [J]. 中国公路学报, 2003, 16(2): 120-123.
- [8] 肖亮, 沈祖志, 余福茂. 基于适度递阶控制机制的公交网络仿真规划研究 [J]. 东华大学学报, 2004, 30(2): 56-61.
- [9] 邓朝晖, 李平凡, 孙宗禹, 等. 面向 21 世纪的先进生产模式 [J]. 湖南大学学报: 自然科学版, 2000, 27(1): 57-61.
- [10] 党延忠, 王众托. 系统结构分析与结构建模新方法 [C]//系统科学与工程研究. 上海: 上海科技教育出版社, 2000: 481-493.
- [11] 沈祖志, 王富忠, 马林, 等. 基于敏捷性准则的物流调运优化技术的研究 [J]. 中国机械工程, 2006, 17(23): 2472-2476.