

A thesis submitted to
Zhengzhou University
for the degree of Master

**Planning on MILKRUN about S automobile enterprise on
Inbound Logistics**

By Ruomeng Li
Supervisor: Prof. Mingbo Sun
Industrial Engineering
School of Management Engineering
May 2014

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的科研成果。对本文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律责任由本人承担。

学位论文作者：李若萌

日期：2014 年 6 月 6 日

学位论文使用授权声明

本人在导师指导下完成的论文及相关的职务作品，知识产权归属郑州大学。根据郑州大学有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留或向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人授权郑州大学可以将本学位论文的全部或部分编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或者其他复制手段保存论文和汇编本学位论文。本人离校后发表、使用学位论文或与该学位论文直接相关的学术论文或成果时，第一署名单位仍然为郑州大学。保密论文在解密后应遵守此规定。

学位论文作者：李若萌

日期：2014 年 6 月 6 日

摘要

当今世界汽车行业仍然在快速发展之中，我们国家也不例外。但是，相对于国外汽车物流产业的成熟发展，国内在这方面仍然很欠缺。传统的汽车零部件入厂物流模式已逐渐适应不了发展迅速的国内外汽车市场。汽车行业的入厂物流涉及到成百上千种物料零部件以及大量的供应商，因此入厂物流被认为是在整个汽车物流系统中重要度和复杂度均较高的部分，是关键环节之一，故通过改善入厂物流模式来提高汽车企业的物流效率和收益是未来的一个发展趋势。

MILKRUN 取货模式是一种比较新型的取货模式，适用于汽车行业零部件的配送，使之为企业降低物流成本，提高物料配送效率，进而增加企业收益。在国外，基于 MILKRUN 取货模式的入厂物流运作理论和实践都比较成熟，国内虽有个别汽车企业（如通用、大众）成功实施了 MILKRUN 取货模式，但仍然有绝大多数的汽车企业沿用传统的取货模式。传统入厂物流存在诸多缺陷，如供应商直送空车返回造成浪费，企业整体物流效率低，有合作关系的第三方物流公司专业性不高等等。

本文以 S 汽车企业入厂物流规划项目为背景，介绍了 MILKRUN 取货模式的运作方法和相关理论，分析了当前 S 企业入厂物流模式的不足，从实际运作角度结合 S 企业现状，提出了基于 MILKRUN 取货模式的 4 种入厂物流方式，并设计 S 企业实施 MILKRUN 取货模式的步骤，包含供应商、RDC 的选择。在实施 MILKRUN 取货模式车辆规划问题中，运用 C-W 节约算法和改进的 C-W 节约算法对 S 企业省内推行的 MILKRUN 取货供应商进行运输成本优化，为满足 S 汽车企业未来几年的产能需求和提高市场竞争力提供一种思路，同时也可以为国内的其他相关行业开展 MILKRUN 取货模式提供一些参考。

关键词：汽车行业； MILKRUN； 入厂物流

Abstract

The world automobile industry is still in rapidly development, our country is without exception. However, compared with the mature foreign auto logistics industry, China is still lack in this area. The traditional automobile parts inbound logistics mode has not gradually adapt to the rapidly development of the automobile market at home and abroad. The automotive industry inbound logistics involves thousands of material components and a large number of suppliers, so inbound logistics is considered in the whole automobile logistics system a important degree and a highly complexity, is one of the core systems, so improving the inbound logistics mode to improve logistics efficiency and benefits of automobile enterprises is a development trend in the future.

The MILKRUN mode is a kind of new delivery model, applicable to the automotive industry parts distribution, for enterprises to reduce logistics cost, improve the efficiency of the material distribution, and increase the income for the enterprise. In foreign countries, MILKRUN mode of inbound logistics theories and practices are relatively mature, although there are individual automobile enterprises (GM, VW) successfully run the MILKRUN mode, there are still a vast majority of automotive enterprises use the traditional mode for delivery. Traditional inbound logistics has many defects, such as supplier sent straight empty returns the waste, the whole enterprise logistics efficiency is low, the third party logistics company witch cooperation with the enterprise is not high.

In this thesis, S automobile inbound logistics planning project as the background, introduce the operation method of MILKRUN mode and related theories, analyze the deficiency of the current S enterprise logistics mode, combining the S enterprise present situation from the practice angle, proposed the MILKRUN pickup pattern of 4 kinds of inbound logistics mode, and design implementation run mode of S enterprise steps, including supplier selection, RDC. In the implementation of MILKRUN pickup pattern vehicle planning problem, using the C-W algorithm and improved C-W

algorithm to implement S enterprise in the MILKRUN pickup suppliers for optimization of transportation costs, in order to meet the S automobile enterprise in the future several years capacity demand and improve market competitiveness, provide a kind of train of thought, and provide some reference for other relevantly domestic industry to carry out MILKRUN mode.

Keywords: the automobile industry; MILKRUN; Inbound Logistics

目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
1 绪论.....	1
1.1 研究背景和意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	1
1.2 国内外研究概况.....	2
1.2.1 MILKRUN 取货模式研究概况.....	2
1.2.2 MILKRUN 取货模式实施概况.....	3
1.3 论文结构与技术路线.....	4
1.3.1 论文结构.....	4
1.3.2 技术路线.....	6
2 MILKRUN 取货模式及相关理论.....	7
2.1 Just In Time 精益理念.....	7
2.2 Third Party Logistics 管理模式.....	7
2.3 MILKRUN 取货模式.....	8
2.3.1 MILKRUN 取货模式原理.....	8
2.3.2 MILKRUN 取货模式的优势与局限性.....	9
2.3.3 传统直送模式和 MILKRUN 取货模式的对比.....	10
2.3.4 MILKRUN 取货步骤.....	10
2.4 本章小结.....	11
3 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题建模及算法.....	12

3.1 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题.....	12
3.1.1 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题描述.....	12
3.1.2 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题参数设置.....	12
3.2 建立数学模型	13
3.3 C-W 节约算法.....	14
3.3.1 C-W 节约算法原理.....	14
3.3.2 改进的 C-W 节约算法.....	15
3.4 本章小结	19
4 S 企业实施 MILKRUN 取货模式规划	20
4.1 S 企业背景简介.....	20
4.1.1 S 企业供应商分布	20
4.1.2 S 企业当前入厂物流模式	21
4.2 S 企业实施 MILKRUN 取货模式分析	21
4.2.1 S 企业实施 MILKRUN 取货模式需求分析	21
4.2.2 S 企业实施 MILKRUN 取货模式应用条件分析	22
4.3 S 企业入厂物流改善	23
4.3.1 入厂物流模式改善	23
4.3.2 S 企业 RDC 的选址	24
4.4 S 企业供应商包装标准化改善	26
4.5 S 企业物流部组织架构规划	27
4.6 实施 MILKRUN 过程中紧急应对方案及措施	29
4.7 本章小结	30
5 S 企业省内推行 MILKRUN 取货模式案例分析.....	31
5.1 S 企业在省内推行 MILKRUN 取货模式的基本信息	31
5.1.1 实施 MILKRUN 取货模式的供应商信息.....	31
5.1.2 实施 MILKRUN 取货模式的配送车辆选择.....	31
5.2 S 企业省内实施 MILKRUN 取货模式车辆路径规划	32

目录

5.3 S 企业省内推行 MILKRUN 取货模式结果分析	35
5.3.1 影响车辆运输成本主要因素	35
5.3.2 实施 MILKRUN 取货模式前后成本对比	36
5.4 本章小结	37
6 结论与展望	38
6.1 主要结论	38
6.2 对 MILKRUN 取货模式的展望	39
参考文献	40
致谢	42
个人简历和在学期间发表的学术论文	43

1 绪论

1.1 研究背景和意义

1.1.1 研究背景

随着我国国家经济和消费水平的不断增长，汽车物流行业的迅速发展，更多的人选择了以汽车为代步工具，被称为“第三利润源泉”的物流越来越被汽车企业重视，物流作为企业与供应商和客户之间的桥梁和纽带而发挥着越来越重要的作用。随着生产制造水平的提高，汽车企业在降低原材料成本、提高产量等方面的利润不断减少。从最早的质量、数量的比拼，到现在服务、物流的竞争，更低的物流成本已成为当今汽车行业的核心竞争力之一。

汽车物流是一个综合性的管理系统，其中包括了配送车辆的运输、零部件物料搬运、仓库管理以及在制造产品的交易等其他相关信息。根据产品生产制造和产品营销过程可以划分为四个方面，即物料零部件入厂物流、产品制造物流、产品销售物流以及产品售后服务物流。物料零部件入厂物流是指企业供应部根据企业的生产制造情况向供应商提交采购订单后，供应商配送物料零部件到各个生产车间的过程，包括物料零部件的包装存储、配送车辆安排和返回等活动。汽车制造企业通过合理规划入厂物流来降低运输成本，满足生产需求。产品制造物流是指产品从开始生产到成型的过程。产品销售物流是指成品汽车分别配送给每个汽车销售点的过程。产品售后服务物流是指汽车售出之后，由于配件的损坏而重新配送的售后物料零部件。

汽车物流涉及的范围广，技术性比较强，管理难度大，尤其是入厂物流，涉及数量庞大的供应商和成千上万种的物料零部件，供应商配送车辆参差不齐导致运输费用居高不下，库存不足导致爆仓等等。一个合理的汽车物流模式能带来更多的收益是显而易见的，现在越来越多的汽车企业都已将汽车物流设为了企业的发展战略。

1.1.2 研究意义

S 企业是国内一家知名汽车制造企业，拥有底盘车架电泳、车身电泳、机器

人喷涂等先进的电泳涂装生产线,拥有先进的汽车制造技术、设备、丰富的资金和土地资源,以及极高的客户定制化能力。但是随着企业的发展和产量的不断增加,现有的入厂物流模式已经不能满足 S 公司未来几年的产能需求,因此改变并优化当前入厂物流模式成为当务之急。

MILKRUN 取货模式在国外汽车行业的入厂物流当中起到的关键作用,实施也比较成熟,故以 MILKRUN 取货模式为基础,对 S 公司当前仍然沿用的传统入厂物流模式进行规划优化,降低入厂物流成本,提高 S 企业的市场竞争力。同时,也为国内其他相关行业实施 MILKRUN 取货模式提供一些思路。

1.2 国内外研究概况

1.2.1 MILKRUN 取货模式研究概况

国外对 MILKRUN 取货模式的研究比较早,并且也相对国内较成熟。在 Just In Time 精益理念的指导与 Third Party Logistics 管理模式的结合下,使得 MILKRUN 取货模式更为有效地解决入厂物流问题。

Keng Hoo Chauah 和 Jon C.Yingling 通过建立模型来研究 MILKRUN 取货模式中零部件库存和成本之间的关系^[1]。Timon Du, F.K.Wang 通过建立 MILKRUN 取货车辆调度配送模型,对 MILKRUN 取货模式理论上进行了仿真^[2]。Gonzalez 根据 MILKRUN 取货模式分析了分别从供应商取货和增加集拼中心取货的两种典型的入厂物流模式^[3]。Hamson 根据对克莱斯勒、福特、通用、尼桑等著名汽车企业的实践总结,提出了供应商自主送货、制造企业主机厂从供应商处收货、第三方物流公司从供应商处收货、在主机厂附近设立供应商的外租仓库等入厂物流模式^[4]。Kasul 和 Motwani 结合 Just In Time 精益理念分析了在汽车制造中应用自动化需要长时间和高投入^[5]。Spekmam 认为供应商影响了零部件配送时间,企业应当加强和供应商之间的合作,控制供应商的零部件配送时间^[6]。

国内对 MILKRUN 取货模式的研究相对较晚,主要是对 MILKRUN 取货模式理论描述和改进。徐秋华分析了国内传统的供应商直接配送入厂物流模式的不足,根据上海通用的现状阐述了上海通用实施 MILKRUN 取货模式的相关问题^[7]。李志权在其论文中从库存规划和路径规划对企业实施 MILKRUN 取货模式进行了分析^[8]。徐广卿介绍了上海通用的入厂物流模式,从物料装配、司机车辆

安排等方面研究了 MILKRUN 取货模式^[9]。罗华论述了造成汽车制造成本上升的因素,提出了企业入厂物流的新模式^[10]。马增荣分析了当前国内入厂物流模式的缺陷,提出了以第三方物流公司为主导的供应链一体化入厂物流模式^[11]。鲁耀斌等建立了以电子商务为基础的供应链模式^[12]。何民爱、李艳峰根据当前国内汽车行业物料零部件入厂物流现状,提出了引入 hitemet 条码识别系统来提高汽车企业的入厂物流效率^[13]。蒋啸冰认为条码技术有着极高的市场价值和极大的发展潜力,能够降低物流成本^[14]。王树华指出自营物流对企业造成了极大的成本浪费并提出以第三方物流为主导的策略^[15]。张蕾分析了实施 MILKRUN 取货模式所需要的前提条件,从企业物流需求、与供应商之间信息共享、MILKRUN 车辆路径规划等方面给出建议^[16]。倪红介绍了国内当前汽车企业物料零部件入厂物流的典型模式,提出了通过集成增量模式来改进物流模式^[17]。刘薇、熊燕华使用遗传算法建立 MILKRUN 取货模型,验证了遗传算法对 MILKRUN 车辆路径优化的可行性^[18]。李卓君在论文中使用改进的蚁群算法求解了 MILKRUN 取货模式中的车辆路径规划问题^[19]。张建勇、李军通过将遗传算法和模糊控制算法相结合,提出了使用混合遗传算法来解决不确定时间的 MILKRUN 取货车车辆路径问题^[20]。

1.2.2 MILKRUN 取货模式实施概况

国外实施 MILKRUN 取货模式的范围相对较广,不仅应用在汽车行业,还应用在零售业以及电子制造企业等等。但主要仍是在汽车行业居多,如北美三大汽车制造商福特、通用和克莱斯勒都实施了 MILKRUN 取货模式。

1994 年通用公司与第三方物流公司 RYDER 合作,实行定班联运方式,1995 年克莱斯勒在 JEFFERSON NORTH 工厂和 NEW MACK 工厂实施 MILKRUN 取货模式,1996 年福特公司也开始实施 MILKRUN 取货模式^[21]。丰田为了维持在日本和美国的即时制造系统而实施 MILKRUN 取货模式,提高了入厂物流的效率^[22-23]。福特通过实施 MILKRUN 取货模式将供应商配送缩短到三天,节省了大概 3000 万美元的成本^[24-27]。

国内实施 MILKRUN 取货模式时间较晚。从 2003 年上海通用开始实施 MILKRUN 取货模式,国内的汽车制造企业也逐步的向国外学习开始实施 MILKRUN 取货模式以提高企业整体的物流水平,降低物流成本,如表 1.1 所示。

贺盛宇和庞宇用统计学研究了上海通用实施 MILKRUN 取货模式,并指出

了 MILKRUN 取货模式对于降低企业物流成本效果明显^[28]。王和平用模拟退火算法研究了 MILKRUN 取货模式成本节约分配^[29]。国内汽车制造企业关注更多的是在基于 MILKRUN 取货模式的供应链和精益理念^[30-33]。

表 1.1 国内汽车企业实施 MILKRUN 取货模式概况

企业名称	三方物流公司	实施时间
上海通用	安吉天地物流	2003 年 3 月
上海大众	安吉天地物流	2003 年 7 月
北京吉普	中远物流	2004 年 5 月
东风日产	风神物流	2004 年 7 月
长安福特	长安民生物流	2004 年 10 月
广汽丰田	广汽丰通	2006 年 5 月
广汽本田	东本储运	2006 年 6 月
东风康明斯	康达物流	2007 年 4 月
神龙汽车	鸿泰物流	2009 年 4 月

1.3 论文结构与技术路线

1.3.1 论文结构

本文各章节的主要内容如下：

第一章，绪论。本章介绍了论文的研究背景和意义，概括了 MILKRUN 取货模式在国内外的研究状况和实施情况。

第二章，MILKRUN 取货模式及相关理论。本章介绍了 MILKRUN 取货模式的原理，阐述了 MILKRUN 取货的优势，对传统直接配送的入厂物流模式和 MILKRUN 取货模式进行了对比，传统直接配送的入厂物流模式已经满足不了迅速发展的汽车物流产业。同时，对相关理论 Just In Time 精益理念和 Third Party Logistics 管理模式进行了介绍。

第三章，MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题建模及算法。本章节探讨了 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题，在假设和约束条件下建立了模型。关于车辆的路径规划，本章阐述了 C-W 节约算法，C-W 节约算法能够较快的使问题得到解决。在实施 MILKRUN 取货模式的过程中，MILKRUN 取货车辆到每个供应商都有时间的限制，也就是有相应的时间窗，因此用改进的 C-W 节约算法对带有硬时间窗口的 MILKRUN 取货车辆进行规划。

第四章，S 企业实施 MILKRUN 取货模式规划。本章考察了 S 企业满足实施 MILKRUN 取货模式的需求和条件，根据实际情况将 S 企业当前一种配送模式规划为四种。此外，对 S 企业入厂物流相关要素做了改善规划，主要包括 RDC 的选择、供应商包装标准化、物流部组织架构等。最后探讨了实施 MILKRUN 取货模式过程中一些紧急状况应对方案和措施，最大可能的保证 MILKRUN 取货正常运行。

第五章，S 企业省内推行 MILKRUN 取货模式案例分析。本章对省内 7 家供应商实施 MILKRUN 取货模式路径进行了规划，按照 C-W 节约算法求出了供应商之间的节约里程表，进而按照改进的 C-W 节约算法步骤对问题进行求解，最终规划出 3 条 MILKRUN 取货路径。

第六章，结论与展望。

1.3.2 技术路线

本文的技术路线如图 1.1 所示。

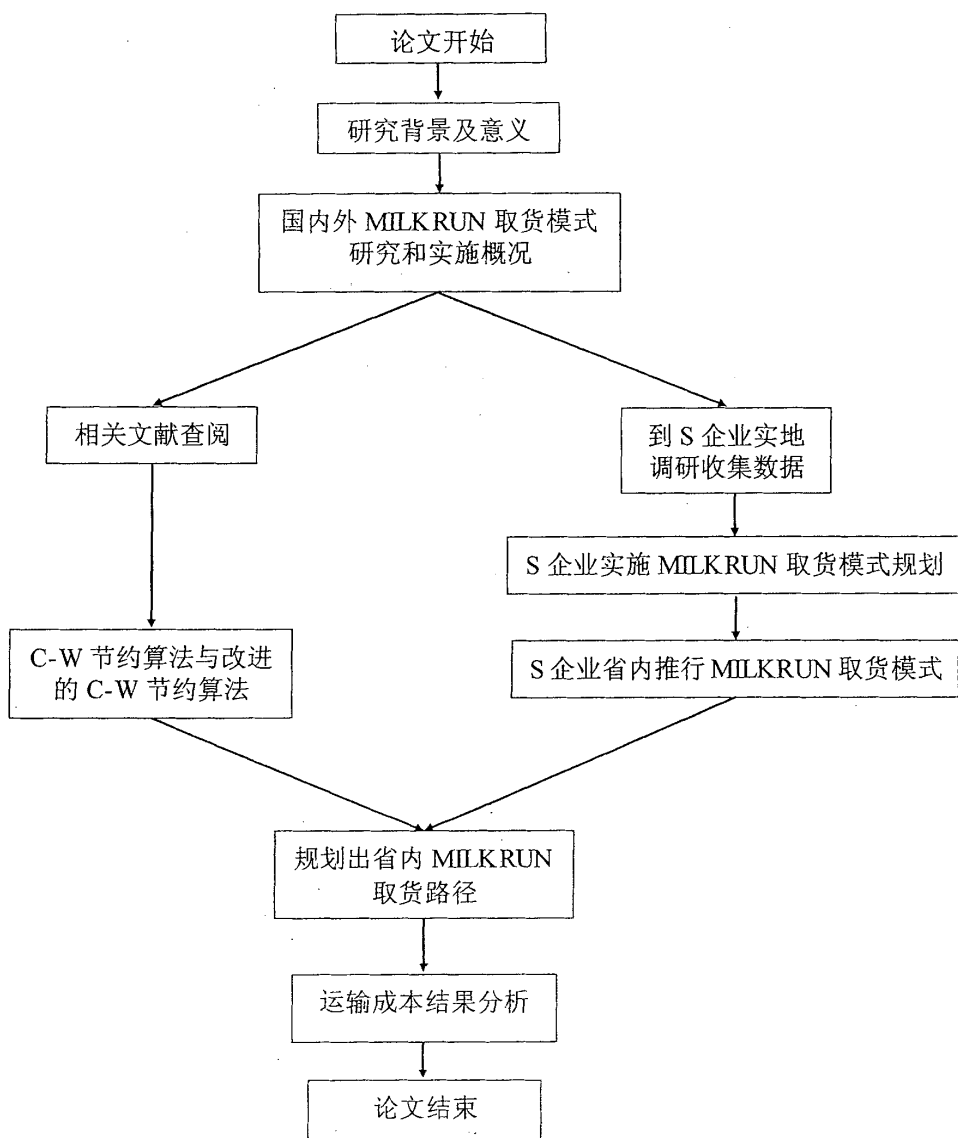


图 1.1 技术路线图

2 MILKRUN 取货模式及相关理论

2.1 Just In Time 精益理念

Just In Time (以下简称 JIT, 即准时制生产方式, 又叫精益生产) 起源于日本的丰田汽车公司, 是最大限度地追求库存量最小, 持续改善以实现“零库存”的生产方式。JIT 主要有两点特征: 一是消除浪费环节降低成本, 抛弃那些不能给企业增加价值的元素, 如产品生产过剩、不合格率高、生产周期较长等。二是强调持续改进, 不断改善以达到“零库存”、“零浪费”。目前关于 JIT 的理论研究和实践相对比较成熟, 尤其在汽车行业当中以成为大多数企业所关注的对象。JIT 是对时间、实时生产、交货及时的追求, 及时暴露在生产当中出现产品过剩和人员设备的浪费现象, 降低库存到最低, 减少物料运输成本, 从而提高企业利润率, 实现一个流生产, 加速物料流动以满足客户需求, 提供更好的产品和服务。

JIT 精益理念能够减少企业零部件库存水平, 降低配送车辆的运输成本。MILKRUN 取货模式的特点是多频次、小批量, 符合 JIT 精益理念。MILKRUN 取货模式的成功实施也将有利于企业实现物料零部件的 JIT 供应。

2.2 Third Party Logistics 管理模式

Third Party Logistics (以下简称 3PL, 即第三方物流) 是指汽车企业动态地配置自身的资源和功能服务, 利用外部或第三方的企业资源, 为本企业的生产经营服务。以自己的物流活动的初始原点, 尽量通过合同方式外包给其他专业的物流公司, 同时通过信息系统与物流公司建立密切的联系, 以实现物流配送和全程管理控制的一种物流运营模式。作为第三方物流企业物料零部件的生产和服务, 包括原材料的供应、运输、储存、配送等, 都为本企业提供专业的供应链一体化服务。随着企业业务范围的逐步扩大, 企业把更多的资金和精力放于核心业务中, 将供应、运输、存储、配送等业务交于专业化的第三方物流, 进而提高企业利润。

3PL 公司通过合理分配物流资源、合理规划配送车辆等方式来降低整个物流活动成本, 提高企业的利润率。采用 3PL 管理模式后, 企业不仅能够减少大量

的人力、物力和财力，而且能够将更多的有限资源投入到企业自身的核心业务当中，增强企业的市场核心竞争力。采用 3PL 管理模式的优势如下：

（1）降低企业运营成本。在传统的物流模式下，企业由于专业性不强，造成了很大的人财物等资源的浪费。若建立与 3PL 公司的合作，企业无需过多的关注入厂物流。3PL 公司为企业管理控制物料零部件的入厂物流并规划配送路线，降低管理和物流成本。

（2）增强企业市场核心竞争力。企业将入厂物流业务外包给 3PL 公司，将更多的资源投入到自身的核心业务当中，增强企业的市场核心竞争力。

（3）改善物流质量。企业在传统的物流模式下由于自身专业性不强而较少的关注运输物流对成本造成的影响，3PL 公司能够及时处理物流过程中的问题，更好的改善整个物流活动的质量。

（4）及时监控运输车辆。3PL 公司通过 GPS 系统和信息管理系统，对在途运输车辆及时监控，遇到紧急特殊问题时能够及时进行分析处理，尽可能保证企业的正常生产。

2.3 MILKRUN 取货模式

2.3.1 MILKRUN 取货模式原理

MILKRUN 取货模式（又称循环取货模式、牛奶取货模式）指的是同一辆车按既定的线路和时间窗口接收相邻供应商指定的货物，配送到零部件中心或直接交付给汽车装配线的运作模式。MILKRUN 取货模式起源于英国的农场牛奶配送模式，即送奶工依次给客户送牛奶并回收空奶瓶的过程，属于闭环拉动模式。对于一个汽车主机厂，MILKRUN 取货路线可能有上百条。运输配送车队一般由 3PL 企业安排运输车辆从汽车厂的配送中心或 RDC 出发，按照设定好的车辆路径和订单信息依次从各个供应商处或集拼中心处取货，经过一个循环，最终回到主机厂的配送中心或 RDC，实现供应商和仓库之间的 MILKRUN 取货，适用于小批量、多频次的近中程距离的物料零部件配送。采用 MILKRUN 取货模式，与企业建立合作的 3PL 公司能够有效地为企业服务实现 JIT 供应，降低整个运输物流的成本，提高物料零部件配送效率，增强企业的市场竞争力。如图 2.1 所示。

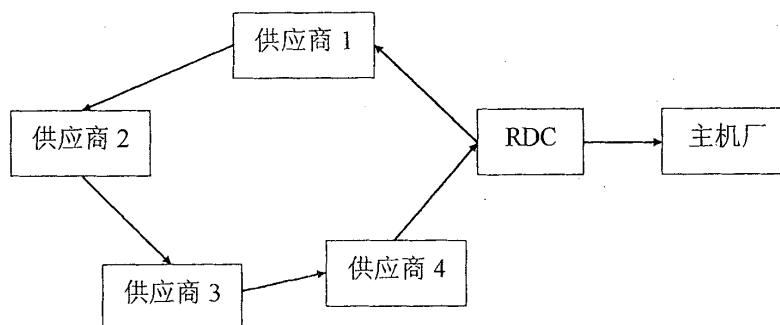


图 2.1 MILKRUN 取货模式示意图

2.3.2 MILKRUN 取货模式的优势与局限性

MILKRUN 取货模式的主要优势有下面几个方面：

（1）能够降低库存成本。MILKRUN 取货模式的特点是多频次、小批量，如果严格地执行 MILKRUN 取货模式，物料零部件能够直接配送至企业的生产线，从而避免了入库分拣过程，库存水平降低。

（2）能够实现 JIT 供应。企业在实施 MILKRUN 取货模式过程中增加了包装的周转效率，极大限度的减少浪费，符合 JIT 精益理念的要求。严格的 MILKRUN 取货模式能够实现 JIT 供应。

（3）能够降低企业管理成本。传统的供应商直接配送的入厂物流模式往往造成企业要投入大量资金在主机厂周边建造或租赁仓库来满足企业生产，管理过多的外租仓库会增加企业的管理成本。实施 MILKRUN 取货模式可以有效的降低库存成本，从而降低管理成本。

（4）能够最大程度的规避零部件质量风险。在实施 MILKRUN 取货过程中，3PL 公司及时监控，一旦发现零部件质量有问题，则启动应急方式，及时通知供应商减少货物损失，最大程度的规避零部件质量风险，保证企业的正常生产。

MILKRUN 取货模式只适合于零部件的多频次、小批量的配送，对于低频次、大批量配送的供应商应当选择其他入厂物流模式。MILKRUN 取货模式由于对物料零部件的取货到货时间有严格的设定，而国内往往由于道路交通拥堵等一些其他原因而无法准确到货，影响企业库存水平。

2.3.3 传统直送模式和 MILKRUN 取货模式的对比

主要从以下四个方面进行对比：

（1）配送零部件特点。MILKRUN 取货模式由于多频次、小批量的特点，要求各个供应商需配送的货量体积小，便于整车运输。如果货量体积较大并且到企业 RDC 的距离属于近中程距离，则选择供应商直送模式较合理。

（2）运输频率特点。一条 MILKRUN 取货线路上往往有多家供应商，MILKRUN 取货车辆单次取货货量有限制，因此实行小批量、多频次配送，一般情况下要比传统的直接配送频率高。

（3）是否有空车返回。MILKRUN 取货车辆从 RDC 出发，按照设定的顺序依次从供应商处取货，达到满载状态后返回 RDC，没有空车返回的情况。而在传统直接配送的入厂物流模式中，配送车辆分别从供应商处直接运输至 RDC，卸货后空车返回供应商处，增加了车辆的运输成本。

（4）企业库存水平。MILKRUN 取货模式能够实现 JIT 供货，降低企业库存水平。在传统的直接配送模式下，供应商选择大批量的整车运输向主机厂供货，造成主机厂库存水平居高不下。如表 2.1 所示。

表 2.1 传统直送模式与 MILKRUN 取货模式对比

配送模式	配送零部件特点	运输频率特点	有无空车返回	企业库存水平	操作
传统直接送货	数量大体积大	低频次	有	高	简单
MILKRUN 取货	数量小体积小	多频次	无	低	复杂

2.3.4 MILKRUN 取货步骤

根据前文对 MILKRUN 取货模式的描述，其具体实行步骤如下：

（1）由 S 企业制定 MILKRUN 取货的 BOM 清单、设定的 MILKRUN 取货路径图和标准包装工装（周转箱、托盘等），并提前告知每条 MILKRUN 取货线路上的供应商需要取货的零部件货量和件数以及 MILKRUN 取货车辆预计到达的时间，让相关供应商做好准备。将 BOM 清单交给对应的司机进行取货。

（2）司机准备物料零部件包装，按照设定好发车的时间和 MILKRUN 取货路线行驶至第一家供应商处。

(3) 若司机准时到达第一家供应商，则按照 BOM 清单取货；若司机到达时间提前或滞后，则按照相关规定进行验证改进。

(4) 若司机收货时核对物料零部件完好，数量正确，则实施取货；若出现差错，则找出原因进行沟通，供应商出现问题则对其进行处罚，主机厂 BOM 清单出错则按照正确的数量取货。

(5) 司机取货完成后和供应商处的负责人在 BOM 清单上签字，行驶至下一家供应商处取货。

(6) 反复执行 (3) (4) (5) 步骤，直到 MILKRUN 取货车辆基本满载，MILKRUN 取货完成之后司机返回主机厂或 RDC。

(7) 仓库人员使用叉车等进行卸货分拣，司机准备执行下一次 MILKRUN 取货任务。

2.4 本章小结

本章介绍了 MILKRUN 取货模式的原理，阐述了 MILKRUN 取货的优势，对传统直接配送的入厂物流模式和 MILKRUN 取货模式进行了对比，传统直接配送的入厂物流模式已经满足不了迅速发展的汽车物流产业。同时概述了 MILKRUN 取货模式与 JIT 精益理念和 3PL 管理模式之间的关系。

3 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题建模及算法

3.1 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题

3.1.1 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题描述

车辆路径问题（简称 VRP 问题）最早是在 1959 年由 Dantzig 和 Ramser 首次提出，MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题其本质就是 VRP 问题。为了降低运输的物流成本，MILKRUN 取货模式的车辆路径安排对其成功地实施有着关键的作用。MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题可以描述为：在一个系统中，有一个汽车制造中心（或者 RDC），有若干个物料供应商（或者外租仓库），有若干配送车辆，在一定的约束条件下，用最少的车辆，实现物料零部件从供应商处配送至 RDC，使运输距离最短，从而降低运输成本。

实现 MILKRUN 取货模式车辆路径规划需要满足下面几点假设^[34]：

- (1) RDC 有足够数量的配送车辆；
- (2) 在排除路面状况的情况下，每部车辆平均运输速度相同；
- (3) 每一部车辆出车的固定成本相同；
- (4) 每一部车辆出车的可变成本和运输距离成正比。

同时，实现 MILKRUN 取货模式车辆路径规划需要满足下面几点约束条件：

- (1) 在各个配送线路上的供应商或者外租仓库，等待配送的物料零部件总量不超过配送车辆的容积和吨位；
- (2) 每个供应商只能由一部 MILKRUN 取货车辆完成取货任务；
- (3) 每一部车辆都是从 RDC 出发，经过 MILKRUN 取货后回到 RDC。

3.1.2 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题参数设置

我们将此规划问题模型参数设置如下所示：

(1) 规定 RDC 和各个供应商用 i 表示，RDC 编号为 $i=0$ ，各个 MILKRUN 取货供应商编号分别为 $i=1, 2, \dots, n$ ；车辆数 $k=1, 2, \dots, n$ 。

$$(2) X_{jk} = \begin{cases} 1, & \text{车辆 } k \text{ 从供应商 } i \text{ 运行至 } j, \\ 0, & \text{车辆 } k \text{ 不从供应商 } i \text{ 运行至 } j, \end{cases} \quad (3.1)$$

$$(3) y_{ki} = \begin{cases} 1, & \text{车辆 } k \text{ 去供应商 } i \text{ 处取货,} \\ 0, & \text{车辆 } k \text{ 不去供应商 } i \text{ 处取货,} \end{cases} \quad (3.2)$$

(4) c_{ij} 表示车辆从供应商 i 运行至供应商 j 的运输成本;

(5) t_{ij} 表示车辆从供应商 i 运行至供应商 j 的运行时间;

(6) T_i 表示车辆在供应商 i 处装货所用时间;

(7) d_{ij} 表示从供应商 i 到供应商 j 的距离;

(8) s_i 表示车辆运行至供应商 i 处所用的时间;

(9) Q 表示车辆所容纳的最大货量;

(10) q_i 表示车辆在供应商 i 处取货的货量;

(11) EF_j 表示车辆在到达供应商 j 的时间和原定时间的差值;

(12) ET 表示 MILKRUN 取货车辆最早到达的时间;

(13) LT 表示 MILKRUN 取货车辆最晚到达的时间。

3.2 建立数学模型

根据问题的约束条件, MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题建立数学模型如下:

目标函数:

$$\min Z = \sum_i \sum_j \sum_k c_{ij} X_{ijk} \quad (3.3)$$

约束条件:

$$\sum_i g_i y_{ki} \leq q, \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (3.4)$$

$$\sum_k y_{ki} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (3.5)$$

$$\sum_i X_{ijk} = y_{kj}, \quad j = 0, 1, \dots, n \quad (3.6)$$

$$\sum_j X_{ijk} = y_{ki}, \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (3.7)$$

$$X_{ijk} = 0 \text{ 或 } 1, \quad i = 0, 1, \dots, n; \quad j = 0, 1, \dots, n \quad (3.8)$$

$$y_{ki} = 0 \text{ 或 } 1, i = 0, 1, \dots, n; j = 0, 1, \dots, n \quad (3.9)$$

在上述模型中，公式 (3.4) 表示车辆 k 所接受的货量不超过其承载的最大货量；公式 (3.5) 表示到供应商 i 处取货只能由一部车辆完成；公式 (3.6) 和公式 (3.7) 保证了每个供应商有且仅有一部车辆来取货。公式 (3.3) 说明了模型所达到的最终目标，即在满足以上的约束条件下，使得 MILKRUN 取货车辆运输路径最短^[35]。

3.3 C-W 节约算法

3.3.1 C-W 节约算法原理

C-W 节约算法又叫做节约里程法，由 Clarke-Wright 提出的用来解决运输车辆在数量不确定的情况下的最有名的启发式算法。C-W 节约算法的核心就是逐步将运输过程中的两条路径合并为一条路径，使总运输路径节约的距离最大，直到达到当前车辆最大装载量或最大容积，再进行下一部车辆的优化。其原理如下：设汽车制造商（或 RDC）为 R ， A 、 B 为供应商（或外租仓库）， R 、 A 、 B 之间的距离分别是 a 、 b 、 c ，如图 3.1 所示^[36]。

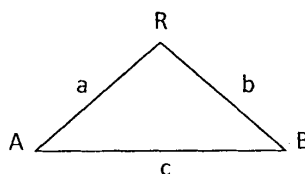


图 3.1 供应商和 RDC 的关系

如果供应商 A 、 B 分别向 RDC 配送物料，车辆的总行程为： $2a+2b$ 。如果使用一部车辆实行循环取货，线路为 $R \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow R$ ，车辆的总行程为： $a+b+c$ 。那么，节省的运输距离就是： $(2a+2b) - (a+b+c) = a+b-c > 0$ 。我们称 $(a+b-c)$ 就是节约里程。

当供应商增多时，按照上面的方法将所有供应商与 RDC 相连，在满足不超过配送车辆的最大载货量的情况下，按照节约里程的大小进行排序，然后将其中能形成最大节约里程的供应商相连接，最终减少运输路程，获得 MILKRUN 车辆节约的运输路径。具体流程如图 3.2 所示。

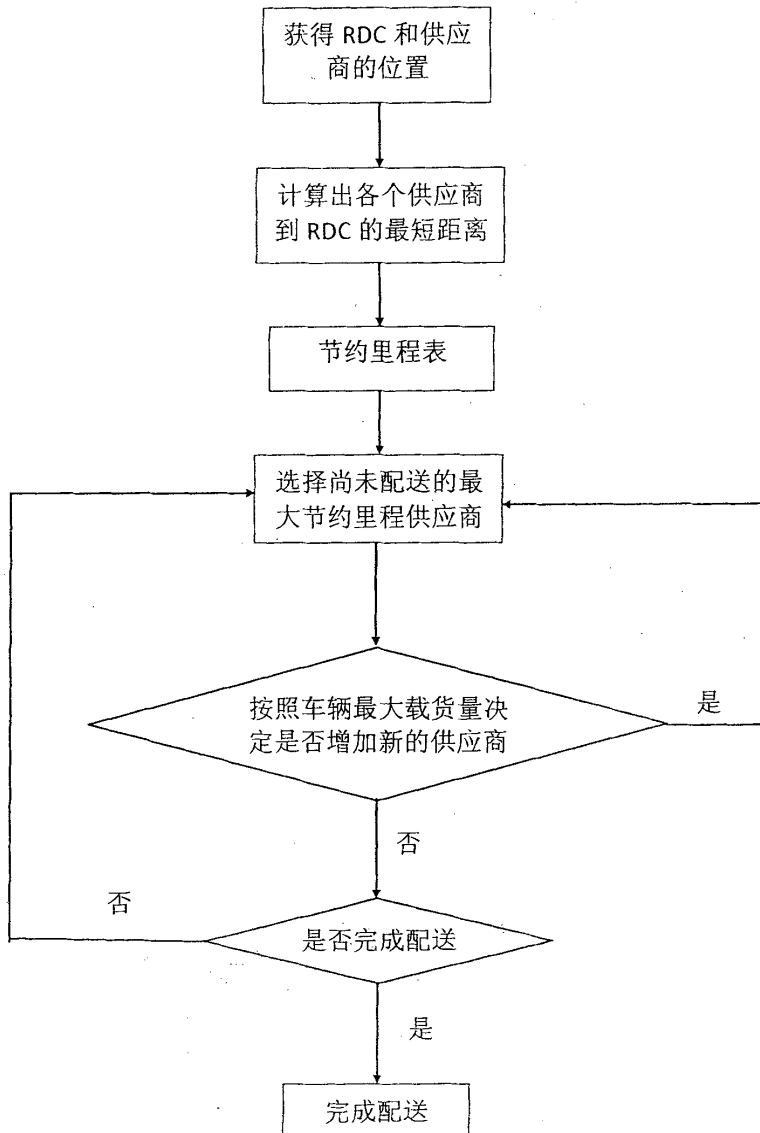


图 3.2 C-W 节约算法流程

3.3.2 改进的 C-W 节约算法

在配送过程中，MILKRUN 取货车辆到每个供应商都有时间的限制，我们在

此考虑硬时间窗的限制，即 MILKRUN 取货车辆必须在此时间窗到达指定的供应商，否则不执行取货任务，因此使用改进的 C-W 节约算法，来解决带有硬时间窗约束的 MILKRUN 取货运输路径规划。

根据 C-W 节约算法，可以得出两个供应商点之间的节约里程 $s(i, j)$ ，然后由大到小进行排序，连接供应商 i 和供应商 j 所在的路线，如果配送车辆到达供应商 j 的时间比时间窗规定的提前或滞后，那么都会影响后面车辆的正常配送。由此可得到 EF_j 的计算公式：

$$EF_i = s_i + T_i + t_{ij} - s_j \quad (3.10)$$

当 $EF_j < 0$ 时，MILKRUN 车辆到达供应商 j 处取货比原定取货时间提前；当 $EF_j > 0$ 时，MILKRUN 车辆到达供应商 j 处取货比原定取货时间滞后；当 $EF_j = 0$ 时，MILKRUN 车辆到达供应商 j 处取货和原定时间一样。

定义下面参数：

Δ_j^- 为车辆在供应商 j 后面的各供应商均不需要等待到达供应商 j 的时间的最大提前量；

Δ_j^+ 为车辆在供应商 j 后面的各供应商满足时间窗口约束的到达供应商 j 的时间的最大允许滞后量。

则计算方式为：

$$\Delta_j^- = \min_{r \in R_j} \{s_r - ET_r\} \quad (3.11)$$

$$\Delta_j^+ = \min_{r \in R_j} \{LT_r - s_r\} \quad (3.12)$$

检查到供应商 i 和供应商 j 的路径是否满足时间窗的限制：

当 $EF_j < 0$ ， $|EF_j| \leq \Delta_j^-$ 时，MILKRUN 车辆在供应商 j 后面的取货不需要等待，否则需要等待；

当 $EF_j > 0$ ， $EF_j \leq \Delta_j^+$ 时，MILKRUN 车辆在供应商 j 后面的取货不会滞后，否则会滞后。

求解改进的 C-W 节约算法步骤如下：

步骤 1：将所有的供应商和 RDC 相连，计算出各个供应商到 RDC 的最短距离；

步骤 2：求出供应商之间的节约里程表，然后按照从大到小的顺序排序；

步骤 3：若节约里程值为空，则终止，否则选择节约里程最大的两家供应商，

如果满足下列条件之一，则跳转到步骤 4，否则跳转到步骤 7；

条件 1: 供应商 i 和供应商 j 都不在已经建立的路径上；

条件 2: 供应商 i 和供应商 j 都在已经建立的路径上,但是没有和 RDC 相连；

条件 3: 供应商 i 和供应商 j 在已经建立的不同路径上，同时一个是起始位置，一个是终止位置。

步骤 4: 计算供应商 i 和供应商 j 连接后路径上的总货量，如果 $Q \leq q$ ，则跳转到步骤 5，否则跳转到步骤 7；

步骤 5: 计算 EF_j 的值。

如果 $EF_j = 0$ ，那么跳转到步骤 6；

如果 $EF_j < 0$ ，那么计算 Δ_j^- ，当 $|EF_j| \leq \Delta_j^-$ 时，跳转到步骤 6，否则跳转到步骤 7；

如果 $EF_j > 0$ ，那么计算 Δ_j^+ ，当 $EF_j \leq \Delta_j^+$ 时，跳转到步骤 6，否则跳转到步骤 7；

步骤 6: 连接供应商 i 和供应商 j ，计算 MILKRUN 车辆到达各个供应商的新时间，跳转至步骤 7；

步骤 7: 选择剩余供应商节约里程，跳转到步骤 3。

改进的 C-W 算法流程图如图 3.3 所示：

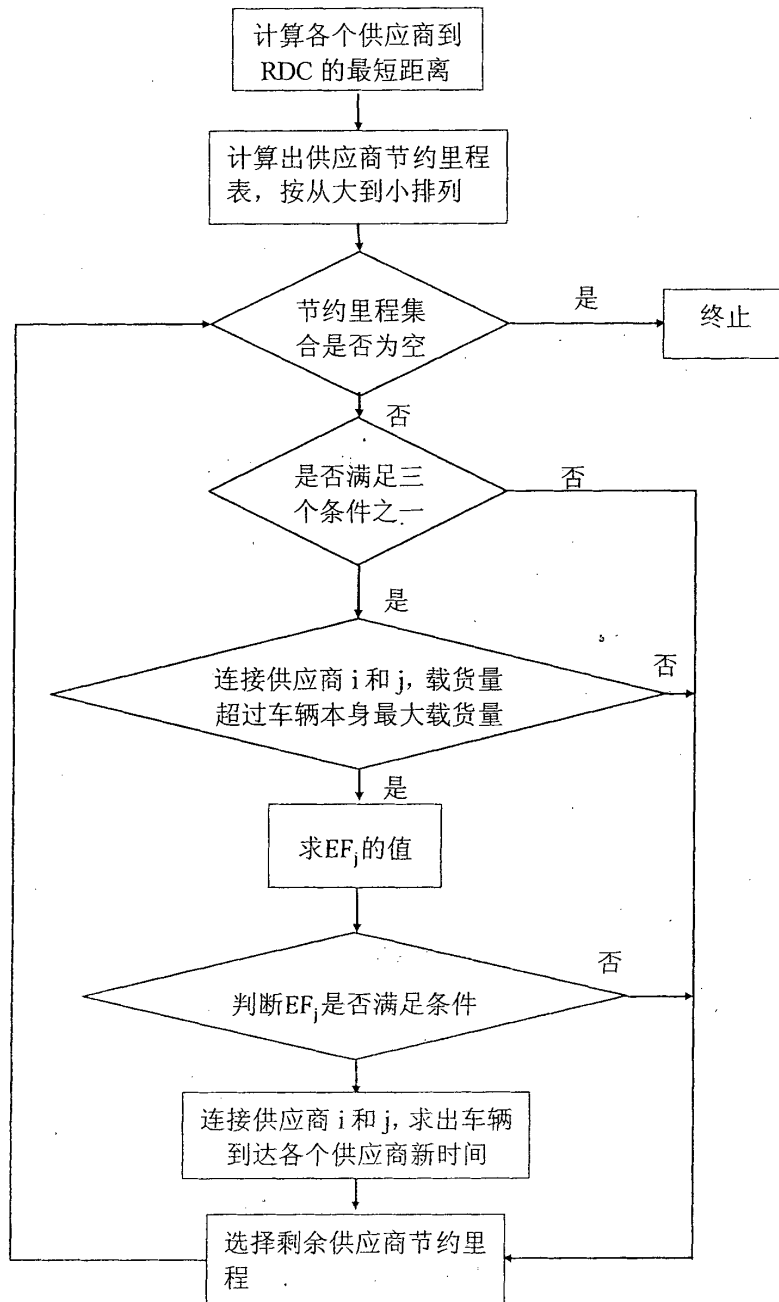


图 3.3 改进的 C-W 节约算法流程图

3.4 本章小结

本章节探讨了 MILKRUN 取货模式车辆路径规划问题，在假设和约束条件下建立了数学模型。关于车辆的路径规划，本章描述了 C-W 节约算法。通过 C-W 节约算法，可以快速得到模型问题的满意解决方案。在实施 MILKRUN 取货的过程中，MILKRUN 取货车辆到每个供应商都有时间的限制，也就是有相应的时间窗，本章采用硬时间窗的限制对 C-W 节约算法进行改进。

使用改进的 C-W 节约算法，解决带有硬时间窗约束的 MILKRUN 取货运输路径规划，为 S 企业实施 MILKRUN 取货提供了数学方法。

4 S 企业实施 MILKRUN 取货模式规划

4.1 S 企业背景简介

4.1.1 S 企业供应商分布

S 企业是国内一家知名的汽车制造企业，拥有底盘车架电泳、车身电泳、机器人喷涂等先进的电泳涂装生产线，拥有先进的汽车制造技术、设备、丰富的资金和土地资源，以及极高的客户定制化能力。随着企业的发展和产量的不断增加，现有的物流模式已经不能满足 S 公司未来几年的产能需求，因此改变优化当前物流模式成为当务之急。目前 S 企业共有 325 家供应商，主要分布于华东、华中以及西部地区，如表 4.1 所示。

表 4.1 S 企业供应商分布情况

序号	物流分布	货量比例	发货频次
1	东北	1.10%	3 日
2	东南	5.80%	1 日
3	华北二区	2.90%	3 日
4	华北三区	4.50%	1 日
5	华北一区	4.60%	3 日
6	华东二区	7.20%	1 日
7	华东三区	7.00%	1 日
8	华东一区	12.00%	1 日
9	华南	2.90%	1 日
10	华中二区	4.40%	1 日
11	华中六区	0.30%	7 日
12	华中三区	12.80%	1 日
13	华中四区	0.10%	7 日
14	华中五区	1.10%	3 日
15	华中一区	1.00%	3 日
16	西部一区	16.10%	1 日
17	西南二区	0.40%	1 日
18	西南一区	4.30%	1 日
19	省内	11.50%	1 日
合计		100.00%	

4.1.2 S 企业当前入厂物流模式

S 企业当前入厂物流模式为传统的直接配送物流模式，即供应商直接配送至 S 企业主机厂。S 企业通过 SAP 系统，向供应商提交需求订单，供应商收到订单后向 S 企业主机厂配送物料零部件，这种入厂物流模式技术要求不高，简单易行，其作业流程如图 4.1 所示。

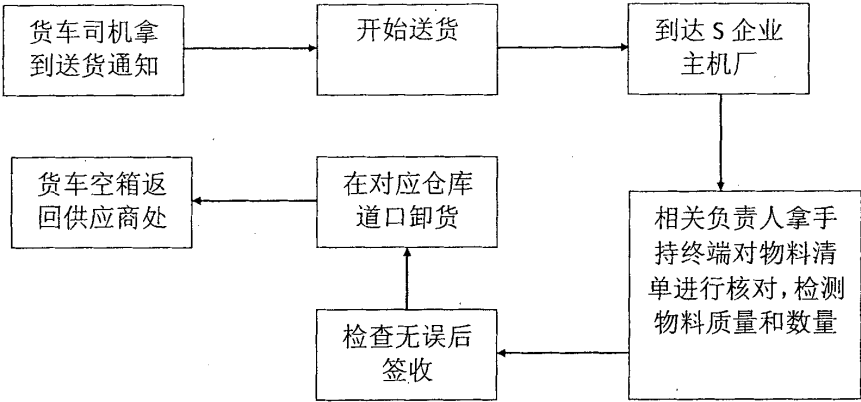


图 4.1 S 企业当前收货流程

4.2 S 企业实施 MILKRUN 取货模式分析

4.2.1 S 企业实施 MILKRUN 取货模式需求分析

根据实际情况，S 企业入厂物流规划的需求分析主要为以下三点：

(1) 可靠性。S 企业的入厂物流需拥有比较可靠和准时的配送状况，能够对紧急情况进行分析并提出解决方案。

(2) 透明性：S 企业与零部件供应商、3PL 公司实行信息共享，保证信息的时效性以便于三方及时设定和变更计划。

(3) 便利性：S 企业与 3PL 公司合作，委托 3PL 公司承包入厂物流活动。通过信息系统，S 企业可根据当前生产状况更改订单信息。

针对以上的规划需求，设定实施 MILKRUN 取货模式达到的目标，主要有如下三点：

(1) 降低入厂物流成本。在实施 MILKRUN 取货模式中，使用标准化的 MILKRUN 取货车辆降低运输成本，有效提高 MILKRUN 取货车辆装载容积率。

(2) 提高取货卸货效率。在实施 MILKRUN 取货模式中, 使用标准化的包装和工装, 提高叉车装货和卸货的效率, 缩短叉车人员的等待时间。

(3) 提升入厂物流的可靠性。在实施 MILKRUN 取货模式中, 当遇到天气、交通、故障等负面情况下, 有可执行的紧急事件应急对策, 最大程度的降低对企业生产的影响, 减少损失。

4.2.2 S 企业实施 MILKRUN 取货模式应用条件分析

根据 MILKRUN 取货模式小批量、多频次的特点, 结合 MILKRUN 取货模式的实施流程, 对 S 企业实施 MILKRUN 取货模式进行条件分析。

(1) 生产计划的连续性和稳定性。我们从实施 MILKRUN 取货模式的步骤中可以看出, BOM 清单、MILKRUN 取货车辆的安排、时间窗口的设置、供应商零部件的储备等都是在生产计划确定之后才决定的。因此, 成功实施 MILKRUN 取货模式的关键之一就是要有连续稳定的生产计划。S 企业根据实际生产状况来制定生产计划, 能够制定出较连续和稳定的生产计划。而对于生产计划不连续和不稳定的企业, 无法实施 MILKRUN 取货模式。

(2) 较高的信息化水平。在当前信息化的社会, MILKRUN 取货模式的实施离不开高品质的信息平台, 尤其是信息的交换和共享。在实施 MILKRUN 取货模式的过程中, 企业、供应商和 3PL 公司之间要实现信息共享, 以便及时快速的安排生产、变更需求和处理紧急问题。当前 S 企业使用的是 SAP 系统, 与各个供应商之间能够实现信息共享, 与 3PL 公司之间沟通有待加强。

(3) MILKRUN 取货距离合理。为了尽可能实现 JIT 供货, MILKRUN 取货距离应当合理设置, 综合考虑供应商到 RDC 的道路实际状况、供应商零部件的配送批量和频次、零部件能否及时到达 RDC 等, 在合理范围之内实施 MILKRUN 取货模式。

(4) 在实施 MILKRUN 取货模式过程中人员应当尽职尽责。S 企业能够合理地制定生产计划, 尽可能保证生产计划的连续性和稳定性。供应商能够按照设定的 MILKRUN 取货模式及时准备好物料零部件。3PL 公司能够及时监控 MILKRUN 取货车辆的信息, 对其进行合理安排和调度, 当出现的紧急情况时, 能够及时提出解决问题的方案。在实施 MILKRUN 取货过程中, 各个部门都要严格按照设定的计划实施, 在实施过程中遵守规定, 认真负责。

4.3 S 企业入厂物流改善

4.3.1 入厂物流模式改善

S 企业目前入厂物流模式有以下弊端：

(1) 供应商为了节约成本，在零部件没有装满卡车时，往往他们不配送，等到零部件装满卡车后才开始配送，也就是整车配送，这就造成了 S 企业部分零部件的库存量很大，占用大量资金和场地；

(2) 由于 S 企业所需要的物料零部件种类成百上千，造成供应商数量很大，在单纯的直接配送入厂物流模式下便自然会出现供应商排队等着卸货，甚至会出现生产线因为缺货而停线的情况；

(3) 供应商采用单独送货的方式，返回供应商处时会出现空车返回的现象，造成极大的运输成本浪费。

为了利于均衡到货物流，提升入厂物流的经济性，减少库存积压，将 S 企业当前 325 家供应商按照货量、距离和物料体积来划分为近距离和远距离供应商，根据供应商和汽车装配厂地理位置的分布、供货量等因素，计划采取不同的入厂物流模式，供应商到 RDC 的距离大于 300km 时设立集拼中心（相当于零部件的中转站），以 300km 为界限划分为 4 种方式：

(1) 距离小于 300km 的大物料供应商选择供直接送往 S 企业的线边仓；

(2) 距离小于 300km 的其他供应商推行 MILKRUN 取货模式，配送至 S 企业的 RDC；

(3) 大于 300km 的大批量供应商选择直接配送至集拼中心，在集拼中心整合之后再配送至 S 企业的 RDC；

(4) 大于 300km 的小批量供应商选择先实施 MILKRUN 取货配送至集拼中心，在集拼中心整合之后在配送至 S 企业的 RDC。

如表 4.2 所示

表 4.2 S 企业规划后的 4 种入厂物流模式

类别	供应商数量	货量比例	取货方式	供应商地域
近距离	12	4%	直送至 RDC	小于 20km
近距离	27	10%	MILKRUN 取货 配送至 RDC	小于 300km
远距离	18	44%	直送至集拼中 心，再配送至 RDC	大于 300km
远距离	268	42%	MILKRUN 取货 配送至集拼中 心，再配送至 RDC	大于 300km
合计	325	100%		

4.3.2 S 企业 RDC 的选址

企业 RDC 的选址直接影响了企业运营成本，也关系到 RDC 后期的正常运营，加之市场环境的不确定变化，企业需要对自身进行调查分析，综合考虑使 RDC 对未来市场变化有一定的适应能力^[37-40]。

RDC 的主要功能是：

- （1）管理 MILKRUN 取货车辆，实现运输与配送功能；
- （2）短时存储 MILKRUN 取货的货物，并重新装配货车实行干线运输；
- （3）装卸搬运功能。

RDC 的选择遵循适应性原则、协调性原则和经济性原则。

（1）适应性原则。在选择 RDC 的位置时必须参考企业实际供应商资源分布具，适应于社会的发展。

（2）协调性原则。综合考虑供应商的地理位置、配送能力和零部件制造水平，三方面相互协调来规划 RDC 的位置。

（3）经济性原则。在相同的条件下选择配送成本以及其他费用最低的位置。主要因素包括：

1) 交通完善便利程度。公路、铁路、海运、空运等所需求的成本是不一样的，运输成本直接影响着 RDC 的效益，因此完善便利的交通能够降低运输成本，是 RDC 选址所要考虑关键因素。

2) 已有设备使用程度。仓库、叉车等这些已有的设施设备能够减少建设 RDC 的成本，在选择 RDC 的位置时考虑是否有可以使用的设施设备，避免造成资源

重复浪费。已有设备使用程度也是规划 RDC 位置的重要指标之一。

3) 劳动力成本因素。RDC 位置选在消费水平较低的地方能够减少运营成本, 这些地方的劳动力成本一般相对较低, 通过降低劳动力成本来增加效益也是重要因素之一。

RDC 选址的基本条件如下:

(1) 环境条件。RDC 的选址地点受到周边环境、地质地形等条件的影响。

(2) 地理条件。影响运输成本的关键因素就是运输距离, 故尽可能选择供应商和主机厂到 RDC 距离最短的地点。

(3) 运输条件。RDC 的周围如果有高速公路出入口、车站、货运站等, 有利于 RDC 的后期运营。

(4) 其他条件。如管理人员、员工便捷, 配送服务成本等。

目前 S 企业有两处土地可用来建设 RDC。

A 地块优势在于:

(1) 距离主机厂运输距离短, 配送运输成本低;

(2) 由于距离主机厂近, 可以直接使用牵引车发货, 方便快捷;

(3) 门禁管理便捷;

(4) 员工生活便利 (有通勤车、食堂等)。

A 地块的劣势在于: 由于位置的特殊性, 后期可扩展性较弱。

B 地块优势在于: 后期 RDC 可扩展性较强。

B 地块劣势在于:

(1) 距离主机厂较远, 需要货车来进行取货上线;

(2) 短驳成本相对较高。

具体 A、B 两块地的对比如表 4.3 所示。

表 4.3 A、B 块地状况成本对比

RDC 位置	A	B
大件工装尺寸 (m)	1.6*1*2	1.6*1*2
小件工装尺寸 (m)	1*0.8*1.8	1*0.8*1.8
短驳车型	牵引车	货车
车次	237	51
交接时间 (h)	0.1	0.2
在途时间 (h)	0.07	0.13
装卸时间 (h)	0.1	0.4
周转时间 (h)	0.5	1.5
运输距离 (km)	1	3.8
车辆估计需求	9	6
单日成本 (元)	2493	4320
单车短驳成本 (元)	15.6	27

根据前文提到的 RDC 的功能、RDC 的选址原则和 RDC 选址的基本条件，加之两块地的初步成本测算对比以及实地与 S 企业物流部内部的讨论，最终确定 A 地块作为 S 企业的 RDC。

4.4 S 企业供应商包装标准化改善

为了成功实施 MILKRUN 取货，包装的改善问题也不容小视。S 企业当前包装模式为纸箱和木箱，如图 4.2 所示。

纸箱和木箱造成当前成本效率问题：

- (1) 拆包装作业量大，产生现场废料多；
- (2) 人工装卸效率低，占用卸货通道时间长；
- (3) 纸箱和木箱属于一次性包装，不可重复利用，造成大量浪费，成本高，同时不利于环保；
- (4) 纸箱和木箱包装强度较低，容易造成破损，进而影响物料质量。

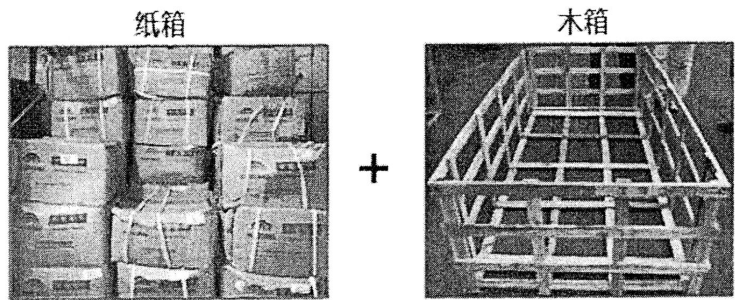


图 4.2 S 企业当前包装模式

经过对包装的改善以及标准化，将纸箱和木箱换成仓储笼和托盘周转箱，如图 4.3 所示。

仓储笼和托盘周转箱的优势在于：

- (1) 叉车装卸货方便，提升配送效率；
- (2) 规格统一，方便配载，减少运输、储存过程中的质损；
- (3) 进一步保证物料零部件质量；
- (4) 仓储笼和托盘周转箱可以重复利用，即环保，又降低了包装成本。

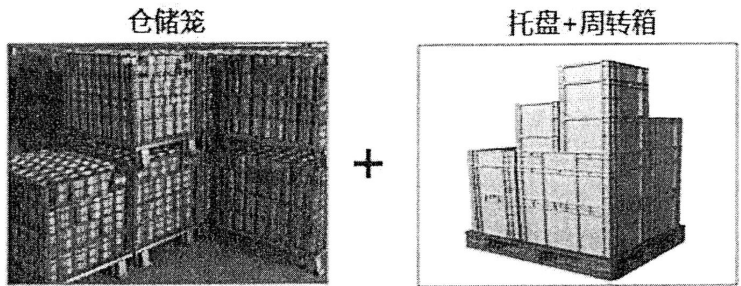


图 4.3 S 企业改善后包装模式

4.5 S 企业物流部组织架构规划

目前 S 企业的物流部是在供应链体系下的一个部门，主要职能就是负责物料零部件的运输、存储、包装、装卸搬运和维护物流信息等业务，负责整个主机厂的物料零部件从供应商处及时的送往各个车间生产线，保证生产线的正常运转。S 企业的物流部所处的主要组织架构如图 4.4 所示。

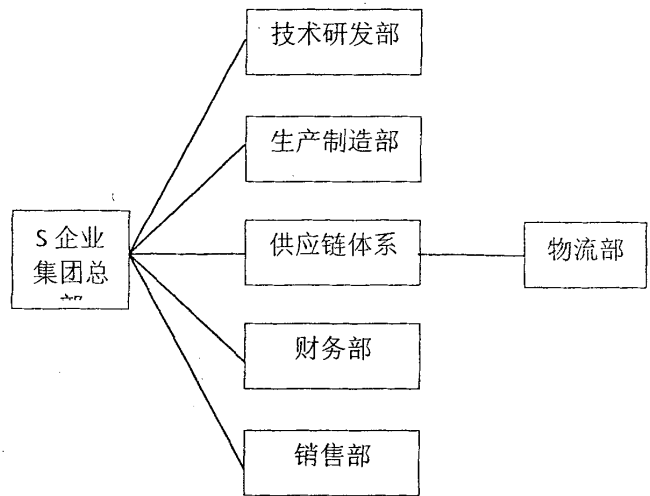


图 4.4 S 企业当前组织架构

从物流部所处位置以及在 S 企业物流部的调研，存在下列问题：

- （1）物流部地位较低。物流部在 S 企业供应链体系之下，没有引起企业的足够重视。物流部在日常的工作开展经常需要和采购、供应、生产等其他部门协商，没有足够的授权而影响到工作效率；
- （2）项目开展不易。物流部在推行一个新的项目或模式，需要上级的层层审核，时间长会影响到新项目的时效性，不利于企业及时的改进；
- （3）缺乏创新。当前物流部重心仅仅在于保证物料零部件及时配送到生产线，保证生产，长时间缺乏改进或创新意识将会对物流工作产生较大的影响。

对当前物流部组织架构进行改善，明确物流部长、经理的职能：

- （1）物流部长：负责物流部全面管理工作；
- （2）物流部副部长：负责物流部业务运作管理，负责物流技术及规划工作；
- （3）仓储经理：负责工厂仓储业务的全面管理，负责车身外购配套件的收、发、存等业务，负责底盘自制件、外购配件收、发、存等业务，负责半成品自制件的收、发、存等业务；
- （4）物流规划经理：负责物流部整体业务规划管理工作，负责厂外物流运作、3PL、运输方式选择及实施范围的规划管理，负责公司 CKD 业务的包装、发运、人员培训、流程优化等业务，负责精益物流推进和持续改善，负责工装

器具设计、包装规范、应用及推进，负责厂内物流配送、JIT、物流路线优化，存储方式改善等业务；

（5）综合经理：负责物流部通勤、安全、人事后勤等业务的全面管理，负责公司通勤业的全面保障和管理，负责部门 HR 整体管理工作，负责部门费用管理、KPI 监控及基础管理改善工作。

组织架构如图 4.5 所示。

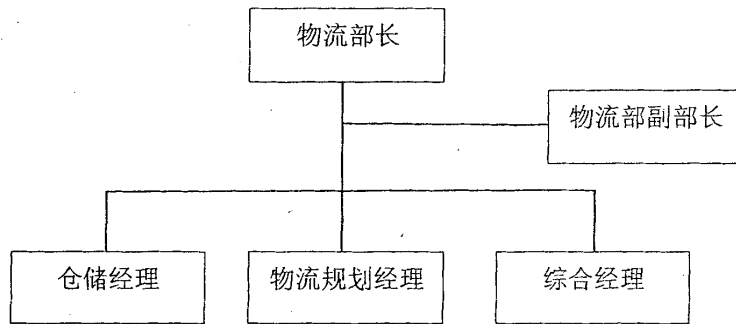


图 4.5 S 企业组织架构规划

4.6 实施 MILKRUN 过程中紧急应对方案及措施

在 MILKRUN 取货模式实施过程当中，难免会出现一些紧急状况，如 MILKRUN 车辆遇到恶劣天气、交通拥堵、车辆故障等等，这些原因会导致原本设定好的 MILKRUN 取货计划偏离原定计划而导致实施 MILKRUN 取货模式的失败。因此，在实施 MILKRUN 取货模式之时要制定紧急应对方案，尽可能的保证企业正常生产。

（1）处理紧急事件原则

- 1) 采取可用的手段保证企业正常生产；
- 2) 完善并规范化紧急事件报告方式。

（2）应对紧急事件流程

- 1) 3PL 公司及时监控 MILKRUN 取货车辆，随时确认当前状况；
- 2) 遇到紧急状况时，MILKRUN 取货司机应当及时向相关人员报告；
- 3) 相关人员根据司机报告如实记录当前紧急状况，如司机报告的时间内容、遇到紧急事件的 MILKRUN 取货车辆信息、零部件损失程度等，采取相应措施

对当前状况进行控制。

(3) 备用资源以应对紧急事件

1) 3PL 公司利用自身资源，建立与其他相关运输公司或站点的合作，有效解决紧急事件；

2) 与其他相关企业联合建立 MILKRUN 取货车辆维修站点，在车辆遇到损坏等情况下能够及时得到处理。

(4) 可能遇到的紧急事件及解决办法

1) 天气因素。当遇到雾霾冰雹等较恶劣的天气时，MILKRUN 取货车辆无法正常的执行取货任务，在这种情况下，企业应当加强与供应商和 3PL 公司的联系，建立天气预警系统，及时调整生产和物料配送计划。

2) MILKRUN 取货车辆故障因素。在短时间内司机能够自己解决故障的不必上报处理，半小时后仍解决不了的故障需要及时向相关人员报告进度，等待备用车辆进行接替，同时联系修理厂进行修理。

4.7 本章小结

本章考察了 S 企业满足实施 MILKRUN 取货的需求和条件，根据实际情况将 S 企业当前一种配送模式规划为四种。此外，对 S 企业入厂物流相关要素做了改善规划，主要包括 RDC 的选择、供应商包装标准化、物流部组织架构等。最后探讨了实施 MILKRUN 过程中一些紧急状况应对方案和措施，最大可能的保证 MILKRUN 取货正常运行。

5 S 企业省内推行 MILKRUN 取货模式案例分析

5.1 S 企业在省内推行 MILKRUN 取货模式的基本信息

5.1.1 实施 MILKRUN 取货模式的供应商信息

为了有效降低物料运输成本,S 企业与供应商和 3PL 物流公司展开进一步合作。根据 MILKRUN 小批量、多频次的特点,以及企业与供应商之间的沟通协商,在 RDC 已确定的情况下,S 企业决定选择 7 家省内供应商率先在省内实施 MILKRUN 取货模式。通过企业的 SAP 系统,可获得这 7 家供应商的相关信息,包括物料种类、车辆到达供应商后的装货时间、取货货量以及时间窗的开始时间和结束时间。为了便于处理数据,对供应商的时间窗进行标准化处理,令取货车辆从 RDC 出发时间定为 0。

供应商相关信息如表 5.1 所示。

表 5.1 省内推行 MILKRUN 取货模式的供应商信息

供应商编号	物料种类	装货时间 T_i (h)	取货货量 q_i (m^2)	时间窗开始 时间 ET_i (h)	时间窗结束 时间 LT_i (h)
1	车桥配件	0.7	28.4	1.6	2.7
2	车外灯具	0.5	34.6	0.5	2.0
3	传感器	0.6	17.1	2.7	3.5
4	继电器	0.6	14.2	0.8	1.5
5	座椅扶手	0.4	10.7	2.3	3.2
6	司机椅底架	0.8	25.3	1.0	2.4
7	设备通用配件	0.3	5.8	0.4	1.0

5.1.2 实施 MILKRUN 取货模式的配送车辆选择

MILKRUN 取货的理念是多频次、小批量,其运输车辆的选择也是影响运输成本的一个因素。在运输车辆的选择上主要有以下几个要素:

- (1) 车辆的吨位和容积。一般汽车制造企业都拥有成千上万种物料零部件,对于不同的物料都有更加合适的配送车辆,从而节约空间,降低运输成本。
- (2) 耗油量。车辆吨位与耗油量成正比。
- (3) 过路费。不同规格的车辆收取过路费的标准不同。
- (4) 当地法规的限制。

S 企业在实施 MILKRUN 取货过程中选择了 9.6 米长的飞翼车,主要有两个

因素:

- (1) 9.6 米飞翼车侧面由上边板、翻转板以及下边板组成，装卸物料速度快、效率高，可直接用叉车在侧面装卸货物，省时间，省人工，节约运输成本；
 - (2) 9.6 米飞翼车与 S 企业 RDC 的收货码头和发货码头的匹配程度较高，能充分利用码头空间，在满足便利的同时又降低了运输成本。
- 常见的三种运输车辆规格如表 5.2 所示。

表 5.2 常见的三种运输车辆规格

序号	车辆规格	车辆净空间 (长*宽*高) (m)	容积 (m³)	备注
1	9.6m	9.5*2.3*2.6	50	车身高 1.4m
2	13m	12.5*2.35*2.6	80	车身高 1.4m
3	17.5m	17*2.65*2.6	110	车身高 1.4m

5.2 S 企业省内实施 MILKRUN 取货模式车辆路径规划

根据改进的 C-W 节约算法，对省内 7 家供应商实施 MILKRUN 取货车辆路径规划，7 家供应商分别到 RDC 的最短距离如表 5.3 所示。

表 5.3 供应商到 RDC 的最短距离

供应商编号	到 RDC 最短距离 (km)
1	18
2	7.5
3	16.5
4	15
5	20
6	5.5
7	10

计算出 7 家供应商之间的最短距离，如表 5.4 所示。

表 5.4 各供应商之间最短距离

供应商 编号	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0							
1	18	0						
2	7.5	19.5	0					
3	16.5	28.5	23.5	0				
4	15	6.5	19	22.3	0			
5	20	38	15	33	33.7	0		
6	5.5	23	12	11.5	20	21.5	0	
7	10	12.2	15.7	16.4	7	29.3	14	0

利用 C-W 节约公式计算出各个供应商之间的节约里程，如表 5.5 所示。

表 5.5 供应商节约里程表

供应商 编号	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0							
1	0	0						
2	0	6	0					
3	0	6	0.5	0				
4	0	26.5	3.5	9.2	0			
5	0	0	12.5	3.5	1.3	0		
6	0	0.5	1	10.5	0.5	4	0	
7	0	15.8	2	10.1	18	0.7	1.5	0

按照节约里程从大到小进行排序，如表 5.6 所示。

表 5.6 排序后的供应商节约里程表

序号	路径	节约里程 (km)
1	1, 4	26.5
2	4, 7	18
3	1, 7	15.8
4	2, 5	12.5
5	3, 6	10.5
6	3, 7	10.1
7	3, 4	9.2
8	1, 2	6
9	1, 3	6
10	5, 6	4
11	3, 5	3.5
12	2, 4	3.5
13	2, 7	2
14	6, 7	1.5
15	4, 5	1.3
16	2, 6	1
17	5, 7	0.7
18	1, 6	0.5
19	2, 3	0.5
20	4, 6	0.5
21	1, 5	0

利用改进的 C- W 节约算法, 求得的 MILKRUN 车辆路径如表 5.7 所示。

表 5.7 MILKRUN 车辆路径

MILKRUN 车辆	运输路径	总运输距离 (km)	载货量 (m ³)
1	0→5→2→0	42.5	45.3
2	0→7→4→1→0	41.5	48.4
3	0→6→3→0	33.5	42.4

规划结果如图 5.1 所示。

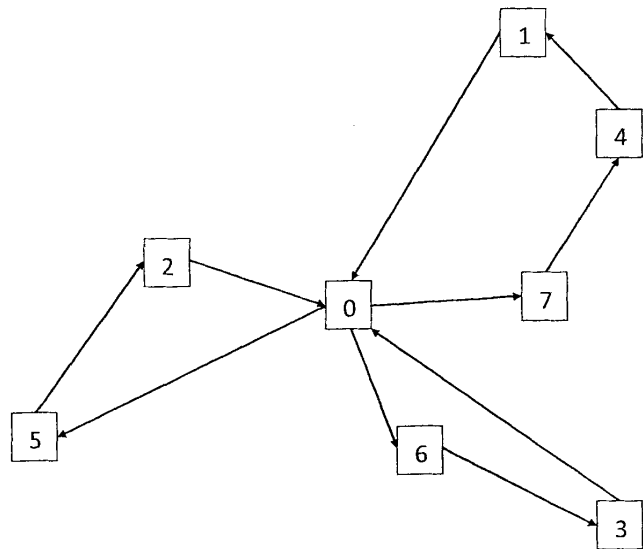


图 5.1 MILKRUN 取货车辆规划结果

5.3 S 企业省内推行 MILKRUN 取货模式结果分析

5.3.1 影响车辆运输成本主要因素

车辆运输成本按照成本性质来分可划分为固定成本和变动成本。

固定成本基本和车辆运输距离、产量等没有联系，支出成本相对固定，主要包括：

- （1）车辆折旧费：车辆折旧费一般按照运输车辆的已运行公里数来计算以及更新车辆以维持运输生产；
- （2）养路费：是指国家规定由单位或者个人按月份、季度或者年份向公路主管部门缴纳的用于公路养护的费用；
- （3）车辆保险费：是按照投保的单位或个人根据投保车辆的种类、使用性质及投保的保险种类等，依照保险级别分别计算相应的数额。
- （4）运输车辆司机费用：主要包含司机的工资、奖金、福利和补贴等；
- （5）车辆检测费：车辆每年必须进行机动车的安全性能检测，以保证在道路上的正常运行；

(6) 其他费用。

变动成本是指在车辆运营过程中随里程和运输量而产生变动的成本支出，主要包括：

- (1) 燃油费：包括汽油、柴油费用；
- (2) 轮胎损耗费：轮胎损耗主要由轮胎表面磨损、轮胎体损坏和刺破造成；
- (3) 车辆维修费；
- (4) 桥路费；
- (5) 其他费用。

5.3.2 实施 MILKRUN 取货模式前后成本对比

根据 MILKRUN 取货车辆运输成本中的固定成本和可变成本，主要数据收集如下：

(1) MILKRUN 取货车辆司机费用，每位司机月薪 3000 元，加上福利补贴每月一共 4000 元。S 企业每年的工作日为 251 天，因此每月平均工作天数为 21 天，一名司机每天需支付 $4000/21=190.5$ 元。

(2) 车辆每天折旧费=车辆购置费用/车辆使用年限/12/每月的工作天数。9.6m 飞翼车单价 13 万元，车辆使用年限一般按照 6 年计算，每月工作天数平均为 21 天，车辆每天折旧费为 $130000/6/12/21=86$ 元；

(3) 9.6m 飞翼车每公里燃油费=每百公里耗油量*油价/100= $35*7.18/100=2.5$ 元；

(4) 一部 MILKRUN 车辆的其他费用每天大概为 100 元。

按照 S 企业之前的直接配送方式，那么需要 7 名司机和 7 部运输车辆，配送成本为 $(18+7.5+16.5+15+20+5.5+10) * 2.5 + (190.5+86+100) * 7=462.5+2635.5=3098$ 元。

实施 MILKRUN 取货模式后，规划为 3 条运输路径，只需要 3 名司机和 3 部运输车辆，并且避免了直接配送造成的空车浪费现象，配送成本为 $(42.5+41.5+33.5) * 2.5 + (190.5+86+100) * 3=293.75+1129.5=1423.25$ 元。

对省内 7 家供应商实施 MILKRUN 取货之后，当日成本减少了 1674.75 元，降低了 54% 的车辆运输成本。

5.4 本章小结

本章对省内 7 家供应商实施 MILKRUN 取货路径进行了规划,按照 C-W 节约算法求出了供应商之间的节约里程表,进而按照改进的 C-W 节约算法步骤对问题进行求解,最终规划出 3 条 MILKRUN 取货路径。根据具体情况,S 企业选择 9.6m 的飞翼车作为 MILKRUN 取货车辆,计算出 MILKRUN 取货车辆的运输成本。对实施 MILKRUN 取货模式前后运输成本进行计算,对得到的结果进行对比,规划后的方案比之前直接配送方式运输成本节省 54%。

在满足一定的条件下,实施 MILKRUN 取货模式能够降低 S 企业的物料零部件运输成本,增加企业收益。因此,S 企业应当加强与供应商和 3PL 公司的合作,推行更多的满足条件的供应商实施 MILKRUN 取货。

6 结论与展望

6.1 主要结论

本文从逻辑思维上可以划分为三大部分。

第一部分介绍了 MILKRUN 取货模式的运作规划以及相关理论,将传统入厂物流模式和基于 MILKRUN 取货模式的入厂物流模式进行了对比,指出了传统入厂物流模式的诸多弊端,并提出了用更为先进的 MILKRUN 取货模式实施物料配送。

第二部分介绍了车辆路径规划问题,MILKRUN 取货车辆的路径规划问题是在实施 MILKRUN 取货模式过程中的关键问题。本部分介绍了启发式算法中的 C-W 节约算法和带有硬时间窗口的改进的 C-W 节约算法,并建立了车辆路径规划模型。

第三部分通过实地到 S 企业进行调研,结合文献资料的查阅,对 S 企业物料零部件入厂物流的实际情况进行了较深入的分析,指出了传统入厂物流模式的缺陷与不足,并为 S 企业入厂物流规划了基于 MILKRUN 取货模式的入厂物流模式方案,包含 RDC 的选择、供应商的选择、配送车辆的选择、供应商包装改善等。在实施 MILKRUN 取货过程中,可能会出现一些异常情况,本文也对这些异常问题给予了解决方法,提出了相关紧急预案,提高了方案抵御意外状况的能力以及供货率,为有效保证 S 企业生产线的正常生产提供了参考依据。在综合考虑供应商、RDC、主机厂地理位置的分布、供货量等因素的前提下,本文将 S 企业入厂物流物料零部件的配送规划为 4 种:

- (1) 距离小于 300km 的大物料供应商选择直接送往 S 企业的线边仓;
- (2) 距离小于 300km 的其他供应商推行 MILKRUN 取货模式,配送至 S 企业的 RDC;
- (3) 大于 300km 的大批量供应商选择直接配送至集拼中心,在集拼中心整合之后再配送至 S 企业的 RDC;
- (4) 大于 300km 的小批量供应商选择先实施 MILKRUN 取货配送至集拼中心,在集拼中心整合之后在配送至 S 企业的 RDC。

利用 C-W 节约算法和改进的 C-W 节约算法对省内 7 家供应商实施

MILKRUN 取货，通过算法计算得出运输成本降低 54% 的结论。

MILKRUN 取货模式是企业建立与供应商和 3PL 公司之间的桥梁和纽带，企业必须结合实际情况，正确分析自身条件，从而实施 MILKRUN 取货模式。

6.2 对 MILKRUN 取货模式的展望

MILKRUN 取货物流模式经过国内外一些企业的实践证明，能够有效的为企业降低运输物流成本，提高物流效率，增加企业收益。MILKRUN 取货模式明确了供应商、3PL 公司和主机厂之间的关系，加强了主机厂、3PL 公司以及供应商之间的合作，使管理更加简洁明朗，责任划分更加明确，同时也提高了物流服务质量。MILKRUN 取货模式使物流作业更加标准化，比如标准化的取货流程，标准化的取货车辆，标准化的取货时间窗口，标准化的包装等等，通过标准化提升整个物流活动的效率。

在 MILKRUN 取货模式的实施过程中有一些局限性。MILKRUN 取货模式前期投入成本高，如投入标准化的托盘周转箱，标准化的配送车辆，企业还要通过沟通来改变供应商的传统观念，获得供应商的配合等。MILKRUN 取货模式有较严格的时间窗口设置，一旦出现异常就会影响生产线的正常运转，所以时间窗口的设置需要谨慎规划。实际上，MILKRUN 取货车辆的路径合理规划是成功实施 MILKRUN 取货模式的关键因素之一。尽管各类专家和学者都热衷于研究 MILKRUN 取货车辆路径规划问题，但是当约束条件和目标函数发生变化时，就衍生出不同的模型和算法，对实施 MILKRUN 取货模式当中的不可控因素仍然不能较好的解决。总之，MILKRUN 取货模式是一个值得继续深入研究的问题。随着市场环境的越来越复杂、竞争越来越激烈，我国的汽车制造企业只有不断的改善物流现状，根据企业自身实际情况考虑实施 MILKRUN 取货模式，不断改进整个物流阶段的流程，加强与供应商、3PL 公司的合作以达成战略合作的关系，推动更多满足条件的供应商加入到实施 MILKRUN 取货当中，才能达到降低整个汽车物流成本，提高企业自身竞争力，推动我们国家汽车制造业的快速发展。

参考文献

- [1] Keng Hoo Chuah, Jon C.Yingling. Analyzing inventory transportation cost trade offs for milkrun Parts delivery systems to large JIT assembly plants. SAE Technical, 2001(01).26~27
- [2] Du T. Wang, F.K.Lu, P.Y.A real time vehicle dispatching system for consolidating milkrun, Transportation research part E: Logistics and transportation,2006(03).28~29
- [3] Gonzalez. A Inbound logistics drives strong demand for transportation system[J]. Warehousing Management, 2002.1~2
- [4] Harrison. A Perestroika in automotive inbound[J]. Manufacturing Engineer,2001.247~251
- [5] Kasul,Ruth. A,Motwani,Jaideep G.Suecessful implementation of TPS in a Manufacturing setting: a case study[J].Industrial Management and Data Systems, 1997.274~279
- [6] Spekman R. E. Perceptions of Strategic Vulnerability Among Industrial Buyers and Its Effect on Information Search and Supplier Evaluation[J].Journal of Business Research, 1988.318~320
- [7] 徐秋华. Milkrun-循环取货方式在上海通用汽车的实践和应用[J].汽车与配件, 2003.21~24
- [8] 李志权.企业供应物流循环取货的运作及其成本节省[D].中南大学, 2008
- [9] 徐广卿.循环取货的应用分析[J].物流科技, 2007.30~32
- [10] 罗华.成本压力剧增汽车零件配送衍生新模式[J].市场观察, 2008.10~11
- [11] 马增荣.汽车零部件物流发展概况与趋势[J].物流技术与应用, 2007.
- [12] 鲁耀斌.基于电子商务的汽车行业供应链管理模式研究[J].工业工程与管理, 2002.16~19
- [13] 何民爱, 李艳峰.我国汽车零配件产业物流管理的新模式[J].物流技术, 2005.17~19
- [14] 蒋啸冰.我国汽车制造业零部件入厂物流模式研究[J].物流技术与应用, 2007.88~91
- [15] 王树华.汽车零部件物流发展的趋势与对策[J].江苏商论, 2007.58~60
- [16] 张蕾.循环取货方式的条件分析及实施建议[J].中外物流, 2007.30~32
- [17] 倪红.提高汽车制造业零部件供应物流质量的研究[J].福建工程学院学报.2008.353~357.
- [18] 刘薇,熊燕华.基于遗传算法的物流中心选址和车辆调度综合问题研究[J].中国制造业信息化, 2008.12~19.
- [19] 李卓君.改进的蚁群算法在 VKP 中的应用研究[J].武汉商业服务学院学报, 2006.56~59
- [20] 张建勇, 李军.具有模糊旅行时间的 VRP 的一种混合遗传算法[J].管理工程学报, 2006.13~14
- [21] 王宦.循环取货运输系统的运行及成本分析[D].上海交通大学, 2007.12~13
- [22] 理查德拉明, 精益供应创新与供应商关系战略[M].北京商务印书馆, 2003.
- [23] 杰弗里莱克著, 李芳龄译.丰田汽车案例精益制造的 14 项管理原则[M].中国财政经济出版社, 2004.
- [24] 黄爽, 马士华.汽车制造业的供应商分类研究[J].物流技术, 2006.191~192
- [25] 龚凤美, 马士华.基于 SupplayHub 的第三方物流直送工位模式研究[J].工业技术经济, 2007.124~127
- [26] 王磊.引入 TPL 的汽车制造企业物流优化研究[J].长安大学, 2005
- [27] 叶蕾.循环取货在上海通用汽车零部件入厂物流中的应用研究[J].复旦大学, 2006
- [28] 贺盛瑜, 庞宁.通用汽车物流运作模式实证研究[J].企业经济, 2006.
- [29] 王平和.制造商循环取货车辆路径勾节省成本分配研究[D].北京交通大学, 2009.

-
- [30] 刘杰, 李丽. 汽车制造业实施循环取货物流模式现状与展望[J]. 物流技术, 2007.223~2246
- [31] 曾照宝. 汽车零部件物料市场分析[J]. 环球供应链, 2004.
- [32] 李娜. 一汽丰田入厂物流规划与设计的分析[D]. 吉林大学, 2006.
- [33] 冯晓娟, 胡立德. 供应链下集并运输的技术方法研究[J]. 物流技术, 2007.
- [34] 姜舒曼. 汽车制造企业零部件入厂物流规划与应用[D]. 武汉理工大学, 2010.36~37
- [35] 吴明明. 汽车供应物流循环取货车辆路径问题研究[D]. 吉林大学, 2011.30~31
- [36] 汪安静. 汽车零部件循环取货入厂物流及其路径优化研究[D]. 安徽工程大学, 2010.35~36
- [37] 赵芳芳, 靳艳魁. 不确定环境下 RDC 选址问题研究[J]. 时代经贸, 2007.
- [38] 叶健. 基于物流服务水平与成本平衡的物流配送中心选址的研究[J]. 物流科技, 2009.
- [39] 洪琴, 龚宇. 物流配送中心选址[J]. 时代经贸, 2007.
- [40] 刘明华. 物流企业 RDC 选址规范分析[J]. 甘肃科技纵横, 2005.

致谢

时间如白驹过隙一般飞逝，弹指一挥间我的研究生学习生涯即将结束。在读研究生期间，我成长了很多，学到了知识，增长了学问，交到了更多的朋友，在做人的方面也更加的成熟稳重。在此，我衷心地感谢我的导师孙明波教授，孙老师用她新颖的教学模式和开阔的思维方式使我受益匪浅，对我的学习和生活都十分关心。同时，我也十分感谢王淑英教授、崔庆安教授等管理工程学院的各位老师对我的指导和帮助，感谢您们对我的论文提出宝贵的建议。

我十分感谢身边的同学和朋友，有了你们的陪伴我才能愉快地度过研究生期间的学习和生活。

我十分感谢在 S 企业调研期间，李林坤、黄梦如等亦师亦友的物流部门同事以及车间师傅们的帮助，你们在我不懂的时候能够认真地对我讲解，容忍我的错误。

我十分感谢我的父母和家人，感谢您们对我的宽容，对我学业的敦促以及在我迷茫的时候对我的支持和鼓励。

最后，我特别感谢在百忙之中抽出宝贵时间的各位论文评审答辩组的专家和教授们，十分感谢您们为论文的评审和答辩所付出的辛勤劳动。

个人简历和在学期间发表的学术论文

个人简历:

李若萌, 男, 汉族, 1988 年 10 月生;

2007 年 9 月至 2011 年 7 月, 就读于郑州大学信息工程学院软件工程专业, 获得学士学位;

2012 年 9 月至 2014 年 7 月, 就读于郑州大学管理工程学院工业工程专业, 获得专业硕士学位。

在学期间发表的学术论文:

关于 MILKRUN 物流模式的思考, 创新科技[J], 2014.