

基于客运网络的 小件快运服务网络设计 与运营管理

Parcel Express Service Network
Design and Operation Management Based on
Passenger Transport Network

孙宝凤 朱喜喜 姜源/著



科学出版社

基于客运网络的小件快运服务 网络设计与运营管理

孙宝凤 朱喜喜 姜 源 著

高等学校博士学科点专项科研基金项目 (20130061110008)

吉林省科技发展规划项目 (20130101040JC)

辽宁省交通科技项目 (20150501)

联合资助

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以辽宁省虎跃公司快运基础设施网络和服务网络为依托,针对客运小件快运发展在需求分析、网络设计、运营计划和网络服务能力评价等方面缺乏方法论支持的困境,给出完善小件快运服务网络规划设计、优化运营管理、保障服务质量的发展路径和对策建议,以及“基于情境效应的小件快运需求分析与服务产品设计方法”“客运小件快运服务网络一体化设计框架及设计模型”“基于分层协同思想的小件快运服务网络设计概念模型”“基于服务产品选择的小件快运服务网络协同优化模型”“客运小件快运服务网络的运营计划制订方法”等研究成果,为客运小件快运服务网络规划设计与优化运营管理提供系统性管理技术与方法支持。

本书可作为从事服务网络设计、运营管理、物流运作管理等方面科学研究的研究人员、企事业单位高层管理人员、企事业单位规划人员的参考用书,也可作为复杂网络、管理科学与工程、系统工程和交通运输规划与管理等学科专业的大学教师以及研究生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

基于客运网络的小件快运服务网络设计与运营管理/孙宝凤,朱喜喜,姜源著. —北京:科学出版社,2018.4

ISBN 978-7-03-054190-1

I. ①基… II. ①孙… ②朱… ③姜… III. ①快运物品-网络设计
②快运物品-运营管理 IV. ①U169.499

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 202928 号

责任编辑:张震 杨慎欣 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:吴兆东 / 封面设计:无极书装

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 4 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2018 年 4 月第一次印刷 印张:14 1/2 插页:3

字数:300 000

定价:99.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书在理论和方法上，重点给出小件快运需求分析、服务网络设计以及运营计划编制等一系列决策问题的方法论，具体包括小件快运需求分析与服务产品设计方法、小件快运服务网络一体化设计框架及设计模型、小件快运服务网络分层协同设计概念模型、基于服务产品选择的小件快运服务网络协同优化模型以及小件快运服务网络的运营计划制订方法等，为客运小件快运服务及其服务网络未来健康发展奠定理论基石。在实践上，立足于辽宁省省情，重点解决基于客运网络的小件快运服务网络规划设计与运营管理的内涵建设和发展思路问题，明晰完善小件快运服务网络规划设计、优化运营管理、保障服务质量的发展路径，为新时期小件快运企业管理创新、服务创新开拓新方向。

本书由吉林大学交通学院和辽宁省交通厅运输管理局共同合作完成，在双方齐心协力下，不仅能保证同类研究文献解析和现场调查务实稳健，而且能良好结合推进新兴快运服务网络健康发展的时代诉求，凝聚研究团队每位成员的辛勤和汗水。本书共 7 章，由孙宝凤、朱喜喜和姜源著，总撰稿人为孙宝凤教授。本书的主体部分，第 2 章由唐杰坤主笔，第 3~4 章由郑昌旭和姜源主笔，第 5 章由卢昭宇和姜源主笔，第 6 章由谢实垚主笔。另外，前言、第 1 章和第 7 章由孙宝凤和朱喜喜撰写。申琇秀、郑再思和梁婷等为本书的校对和核准做出了奉献，在此一并表示感谢。

虽然作者在撰写本书过程中力求叙述精准，但囿于水平，书中难免存在不妥之处，欢迎读者和同仁及时指正，共同进步。

作 者

2017 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 问题的提出	1
1.2 小件快运发展现状分析	2
1.2.1 辽宁省快递业务量及其收入	2
1.2.2 辽宁省快递服务能力现状	4
1.2.3 客运小件快运龙头企业现状分析	6
1.3 国内外同类研究综述	11
1.3.1 小件快运网络的消费者选择偏好	11
1.3.2 快速运输服务网络的设计与运营	13
1.3.3 快速运输服务网络的特性和优化方法	17
1.4 研究内容及思路	21
1.5 拟解决的关键问题及创新点	23
1.5.1 拟解决的关键问题	23
1.5.2 创新点	24
第 2 章 消费者选择偏好与客运小件快运服务产品设计	26
2.1 基于情境效应的消费者选择偏好构建	26
2.1.1 情境因素与情境效应	27
2.1.2 基于情境效应的消费者选择偏好构建过程	28
2.2 网络动力驱动下的消费者群体偏好	33
2.3 消费者选择决策模型	34
2.3.1 消费者选择决策基本模型	34
2.3.2 消费者选择决策扩展模型 I	40
2.3.3 消费者选择决策扩展模型 II	58
2.4 基于情境效应的运输服务产品设计及运营对策	74
2.4.1 基于情境效应的运输服务产品设计	74

2.4.2	基于情境效应的消费者选择行为实验结果分析	75
2.4.3	三种情境下的服务产品设计及运营对策	78
2.5	本章小结	83
第3章	基于客运网络的小件快运服务网络设计内容	84
3.1	客运小件快运服务网络分析	85
3.1.1	客运小件快运服务的特点	85
3.1.2	网络结构分析	86
3.1.3	网络时空特性研究	89
3.1.4	网络基本要素	93
3.2	客运小件快运服务组设计	95
3.2.1	服务属性分析	95
3.2.2	服务水平界定	97
3.2.3	服务设计分析	97
3.2.4	服务组设计	99
3.3	小件快运网络流分配	102
3.3.1	网络流属性分析	102
3.3.2	网络流分配原则	103
3.3.3	网络流分配特点	104
3.3.4	网络流分配方法及步骤	105
3.4	本章小结	106
第4章	客运小件快运服务网络设计模型	107
4.1	建模思想	107
4.1.1	目标函数的确定	108
4.1.2	约束条件的选择	108
4.2	问题描述	109
4.3	客运小件快运服务网络设计模型构建	110
4.3.1	前提与假设	110
4.3.2	参数集合定义	110
4.3.3	设计模型	112
4.3.4	求解算法	114

4.4	模型应用实例分析	115
4.4.1	实例概况	115
4.4.2	基础数据收集及处理	116
4.4.3	网络结构分析	122
4.4.4	求解过程	123
4.4.5	分析结果	129
4.5	本章小结	130
第 5 章	客运小件快运服务网络协同优化	131
5.1	客运小件快运服务产品及其战略定位	131
5.1.1	服务产品概念	131
5.1.2	服务产品战略定位	135
5.2	基于分层协同思想的客运小件快运服务网络概念建模	141
5.2.1	物理层网络	143
5.2.2	组织层网络	148
5.2.3	业务层网络	151
5.3	基于服务产品选择的客运小件快运服务网络协同优化	153
5.3.1	时空特征	153
5.3.2	服务规则	158
5.3.3	基于时间控制的协同优化模型	160
5.3.4	基于成本控制的协同优化模型	163
5.4	客运小件快运服务网络的服务能力评价	167
5.4.1	评价步骤	167
5.4.2	网络布局规划能力 P_{st} 评价指标体系	169
5.4.3	一体化运作能力 O_{mn} 评价指标体系	172
5.4.4	资源利用能力 R_{xy} 评价指标体系	176
5.4.5	综合评价方法	177
5.5	本章小结	178
第 6 章	客运小件快运服务网络的运营计划	179
6.1	运营计划的编制方法	179
6.2	小件承运商(客运公司)任务分配问题	181
6.3	基于优先级的小件任务动态分配策略	184

6.4	客运小件运行时刻表	185
6.4.1	客运班车行车时刻表的制定	186
6.4.2	小件派件服务时间窗和备选发车时刻的确定	186
6.5	客运小件车辆计划	187
6.5.1	车辆计划的编制方法	187
6.5.2	客运小件的车辆计划	188
6.6	客运小件班次计划	190
6.6.1	班次配置的确定方法	190
6.6.2	客运小件的班次计划	192
6.7	客运小件快运服务网络运营计划实证研究	194
6.7.1	承运商的小件任务分配方案	197
6.7.2	基于优先级的实时小件任务动态分配方案	198
6.7.3	客运小件快运服务网络的运营计划表	201
6.8	本章小结	205
第 7 章	主要研究成果	206
7.1	研究成果 1：基于情境效应的小件快运需求分析与 服务产品设计方法	206
7.2	研究成果 2：客运小件快运服务网络一体化设计 框架及设计模型	207
7.3	研究成果 3：基于分层协同思想的小件快运服务 网络设计概念模型	208
7.4	研究成果 4：基于服务产品选择的小件快运服务 网络协同优化模型	209
7.5	研究成果 5：客运小件快运服务网络的运营计划制订方法	210
参考文献		212
附录		217
附录 1	道路客运小件快运服务选择行为调查问卷	217
附录 2	口碑传播情境 Consumer 智能体模块设置	218
附录 3	合作竞争情境多 Agent 模块设置及启动 Java 代码	220

第 1 章 绪 论

1.1 问题的提出

客观上，日益完善的道路基础设施网络为小件快运提供了发展条件，快递市场逐步从低级阶段走向高级阶段，专业化、网络化运营是客运行业健康发展、转型升级的有效发展路径之一。如何解决小件快运企业服务网络设计与优化理论及方法滞后于网络化运营的问题，是当前主管部门和运营企业共同关心的技术问题之一。新时期多代理、多阶段、多约束为特征的客运网络基本实现了城乡连通客运站联网联运。联邦快递（FedEx）、联合包裹服务（UPS）、敦豪快递（DHL）等以时效性为目标、以零担运输为主营业务的快递企业在迅速发展的同时，也看到了运输网络资源（线路、站点）的速度和成本优势，枢纽站和客运企业则成为了快递企业重要的目标合作伙伴。基于客运网络的小件快运发展模式和服务网络设计成为新时期快运企业管理创新、服务创新的重要突破方向。

在发展机遇上，新型城镇化增加了新的交通需求，主要表现在以下方面：一是城镇旅客出行量快速增长；二是客、货运需求结构发生变化，出行目的多样化、个性化需求提高。基于农村客运班线的小件快运服务迅速增长，已成为农用物资、日用品下乡和农副产品进城的主要运输方式之一，新时期城乡客运网络联网联运也为小件快运服务商业运作创造了条件。把握小件快运服务网络规划设计的企业需求和行业管理规范要求，对于加快推进道路客运转型升级、更好地满足经济社会发展和人民群众出行需要至关重要。因此，重点研究如何完善小件快运服务网络规划设计、优化运营管理、保障服务质量的发展路径和对策建议，以及探索适应新型城镇化的交通发展的有效途径，将为推进新兴快运服务网络的健康发展提供技术方法支持和对策建议参考。

客运网络以客运枢纽、客运站为“节点”，以线路或班线为“连接”，不能只关注基础设施网络结构的可靠性，还应重视需求导向和运营可靠性对客运网络运行绩效的影响。因为，在网络结构可靠性未破坏的情况下，也可能因用户策略行

为对需求波动的影响导致服务网络失效。事实上，不重视用户需求分析，不考虑用户的策略行为，不考虑服务产品及其服务水平对用户选择行为的影响，将加剧客运网络运营的脆弱性。为此，针对客运企业发展小件快运服务产品设计缺乏需求导向和目标市场针对性问题，本书依托辽宁虎跃快速汽车客运（集团）股份有限公司下属的辽宁虎跃快运公司（以下简称 H 公司）客运网络和服务网络，以防范客运小件营运网络的脆弱性为切入点，考虑客运小件运输组织模式的差异、用户策略行为的影响，将复杂系统仿真方法和消费者效用理论相结合，解决小件快运服务网络设计与运行绩效评价缺乏理论和方法支持的问题。

1.2 小件快运发展现状分析

截至 2015 年 10 月，辽宁省全省快递企业业务累计完成 19 212.04 万件，已超出 2014 年全年快递业务量 2600 多万件。其中，同城业务累计完成 4822.44 万件，同比增长 67.2%；异地业务累计完成 14 197.84 万件，同比增长 42.59%；国际及港澳台业务累计完成 191.76 万件，同比增长 3.61%。快递服务整体发展动力十足，同城业务比例不断扩张。

随着需求的不断增加，企业服务水平也相应提高。辽宁省当前包含全球邮政特快专递（EMS）、中外运（空运）、顺丰、申通等 16 家快递服务企业，针对各市不同需求，各快递企业从服务网点、运输车辆及服务网路三方面扩大企业规模及服务范围，提高快递服务水平。本节数据资料源自 2010~2015 年《辽宁省统计年鉴》、2010~2014 年《辽宁省邮政行业发展统计公报》，以及课题组在 H 公司的实际调查数据，不一一备注。

1.2.1 辽宁省快递业务量及其收入

2014 年，全国快递服务企业业务累计完成 139.6 亿件，同比增长 51.9%；业务收入累计完成 2045.4 亿元，同比增长 41.9%。其中，辽宁省快递业务量累计为 16 656.4 万件，同比增长 46%，居全国第 14 位（共 31 位）；辽宁省快递收入累计为 300 127.3 万元，同比增长 32.1%，位居全国第 12 位。可见，在全国快递业务不断增长的环境下，辽宁省快递业务量和快递收入处于全国中等发展水平。

2010~2014年辽宁省快递业务量累计件数及其同比增长率情况如图1.1所示。快递业务量累计件数持续上升,2012年之后伴随着电商的快速发展,快递服务需求膨胀,业务量激增,平均业务量增长率高达46.5%。快递业务量收入额及其同比增长率亦随着快递业务量持续上升而增长,如图1.2所示,2014年快递业务收入同比增长率最高,达到32.1%。

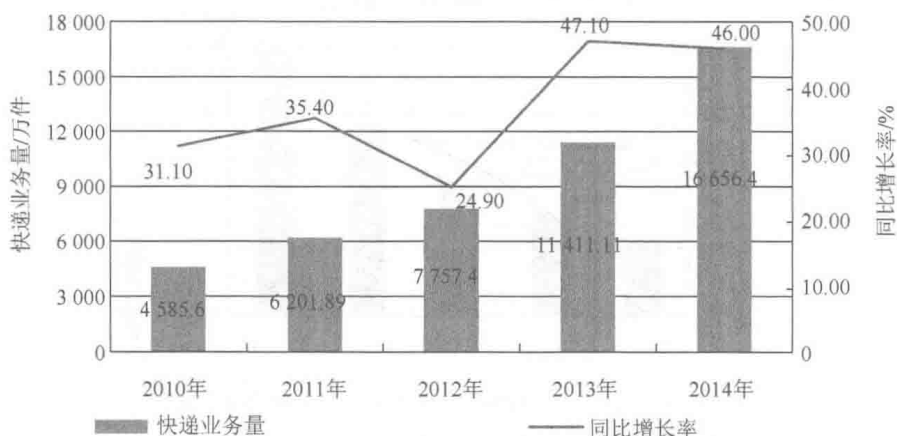


图 1.1 2010~2014 年辽宁省快递业务量及其同比增长率

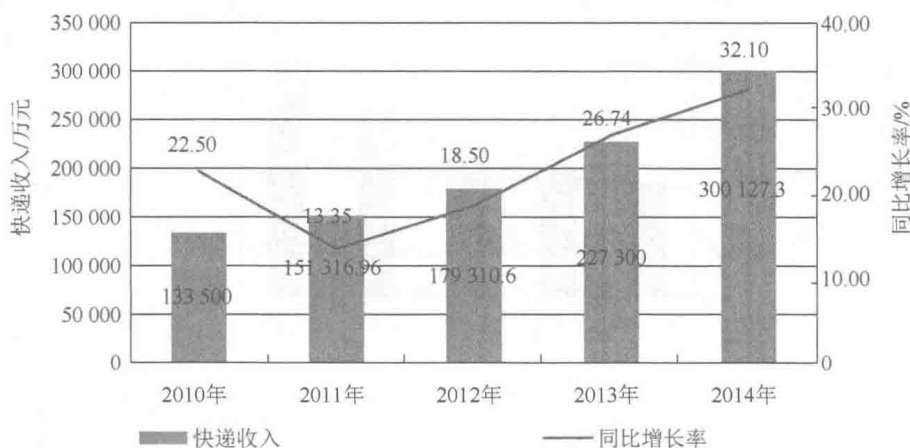


图 1.2 2010~2014 年辽宁省快递业务收入及其同比增长率

在快递业务量结构方面,如图1.3所示,2010~2014年辽宁省异地快递业务占快递业务量平均比例为80%,同城快递业务占17%,国际业务平均占比不足3%。从增长趋势看,自2011年开始,同城快递业务量所占比例增长放缓,异地快递业务量所占比例缓慢下降,表明城市内部的物品流通需求加大且不断延伸。在快递

业务收入结构方面，如图 1.4 所示，异地快递业务收入占总收入的平均比例约为 70%，奉献最大，国际快递和同城快递业务量占比约 20%，而二者收入占比约为 30%，可见，国际快递和同城快递对快递业务总收入的奉献也十分突出，是快递业务的有益补充。

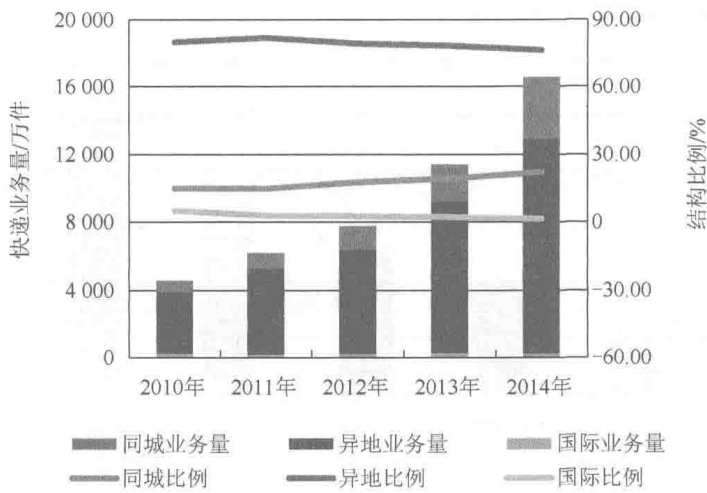


图 1.3 2010~2014 年辽宁省快递业务量结构图

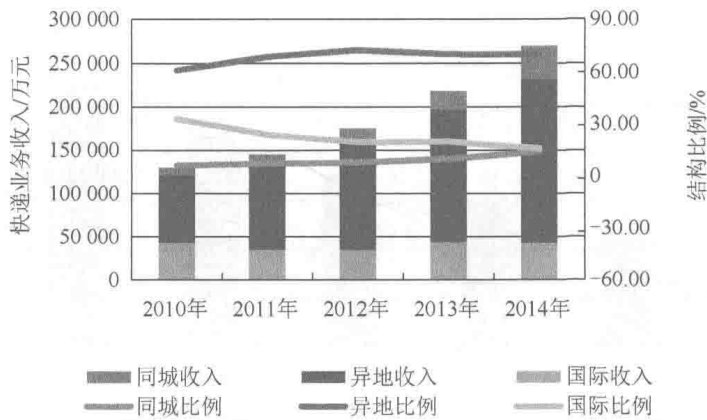


图 1.4 2010~2014 年辽宁省快递业务收入结构图

1.2.2 辽宁省快递服务能力现状

1.2.2.1 快递服务设施及设备

辽宁省土地面积 14.8 万 km²，有 14 个地级市，2014 年各市快递业务量、服务

营业网点数量及快递服务车辆数量如图 1.5 所示。综合各市地理位置及快递服务营业网点覆盖情况，全省已形成以沈阳、大连为中心的一南一北、两大南北快递服务网络，鞍山位于辽宁省中部地区，其快递业务量及服务能力位居全省第三。其中，在快递业务量方面，居前列的城市分别为沈阳、大连、葫芦岛、鞍山，在服务网店覆盖及快递车辆数量方面，大连快递服务能力最强，居全省之首；葫芦岛市 2014 年快递业务量居全省第四，但其服务网点及快递车辆数量与同水平城市相比，均低于平均水平，服务设施建设有待加强。

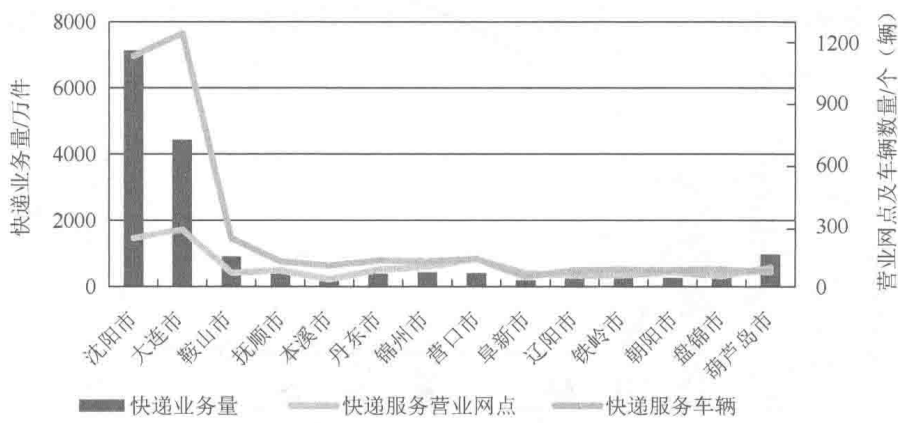


图 1.5 2014 年辽宁省各市快递业务量、快递服务营业网点数量及快递服务车辆

2014 年辽宁省各市的快递业务量和服务设备数量对比情况如图 1.6 所示，业务量及服务能力高的城市如沈阳、大连、鞍山，其快递服务设备保有量也大；丹东、阜新两市的手持终端数量高于同一发展水平城市约 600 个，可见这两个城市的快递服务系统电子化、信息化程度高于同一发展水平城市。

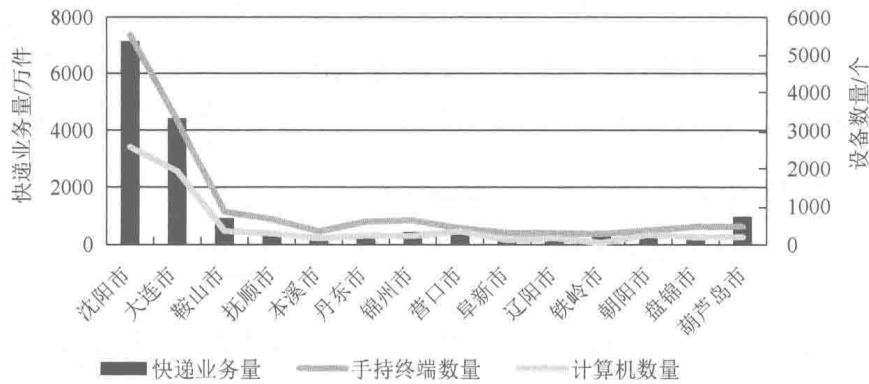


图 1.6 2014 年辽宁省各市快递服务企业业务量和服务设备数量统计图

1.2.2.2 快递服务网路

网路条数及长度能够间接反映快递服务网路的密度及范围。2014 年辽宁省快递服务网路数量为 3208 条，比上年末增长 55.28%；快递服务网路长度（单程）为 692 374.5 km，比上年末下降 1.56%。其中，主要城市服务网路条数及网路长度情况如图 1.7 所示。沈阳与大连市人口密集，运输需求多，快递服务网路条数及长度远多于其他城市，以沈阳为例，沈阳市网络条数 1062 条，网路长度 327 500 km，是鞍山市的 35.6 倍。其他城市的快递服务网路资源程度相当，综合各城市的业务量与其服务网路资源配置情况，鞍山市的快递业务量居全省第四，但其服务网路资源配置水平略低。

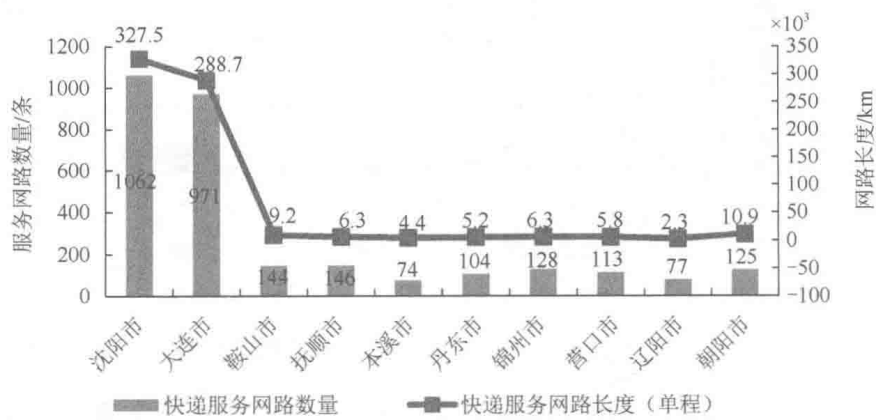


图 1.7 2014 年辽宁省主要城市快递服务网路数量及网路长度图

1.2.3 客运小件快运龙头企业现状分析

本节调查以 H 公司为对象，抽样订单样本 25 000 条，抽样订单时间为 2013 年 9 月，深入调查了小件快运服务开行和拓展情况。其小件快运服务开行时间长、服务网络完善、在企业主营收入中所占比例较高，具有代表性，对于客观认识小件快运发展现状、问题和前景具有一定的参考价值。

1.2.3.1 服务范围

H 公司是辽宁省交通运输服务中心及全省 14 个市的专业客运企业以资产为纽带共同发起设立的股份制企业，旗下小件快运公司依托其客运网络开展小件快运

业务，其服务能够覆盖辽宁省主要市县，对外干线运输覆盖吉林、黑龙江、内蒙古、河北等省份部分城市。“十二五”期间，2013 年该公司的小件快运业务运行状况最佳，省内服务网点 75 个，覆盖全省 14 个地级市；省外服务网点 12 个，业务延伸至北京、长春、四平、哈尔滨、赤峰、秦皇岛等城市（表 1.1）。

表 1.1 2013 年 H 公司主要服务网点

地区	城市	业务类型	数量
省内地区 (地级市)	沈阳	小件快运、售票、旅游	6
	大连	小件快运	5
	鞍山	小件快运、售票	3
	抚顺	小件快运	3
	本溪	小件快运、售票	2
	丹东	小件快运、售票、会员服务	5
	锦州	小件快运、会员服务、售票	11
	营口	小件快运、售票	4
	阜新	小件快运、售票、会员服务	6
	辽阳	小件快运、售票、会员服务	6
	盘锦	小件快运、售票	8
	铁岭	小件快运、会员服务、售票	4
	朝阳	小件快运、售票、会员服务	7
	葫芦岛	小件快运、会员服务	5
省外地区	北京	小件快运	4
	长春	小件快运、售票	2
	四平	小件快运、售票	2
	哈尔滨	小件快运、售票	2
	赤峰	小件快运、售票	1
	秦皇岛	小件快运、售票	1

1.2.3.2 服务产品及运营情况

H 公司小件快运服务主要依托干线运输捎载小件的低成本和高时效而获得的竞争优势，最快可以实现两小时异地送达，服务水平较高。近年来，快递市场迅速发展，顺丰、圆通、中通、申通、韵达等几大快递企业服务网络基本形成，小件快运迎来了新的发展机遇。但由于网络化运营理念不足，服务网络无法覆盖末端，导致服务流程不够完善。并且，服务网络线路运能分配不合理，不能充分利用中转与接驳运输，以平衡冷线、热线之间的需求差异。除此之外，服务意识不足、管理手段落后、战略转型不利等诸多因素限制了 H 公司小件快运的发展。

1. 服务产品种类

针对市内取送、省内直达、省内取送、协议客户、特快急件以及海鲜花卉运输专线等不同的服务需求，H 公司小件快运分别设计了不同的服务产品，例如：站到站、站到门、门到门运输服务，运杂费到付服务，签单返回服务，同城速递服务，货物的包装、分拣、搬运、装卸与寄存服务，货运业务查询，运输方案设计等。按照依托班线的到开时刻，服务产品细分为当日达和次日达两种，如表 1.2 所示。

表 1.2 H 公司小件快运服务时效性分类

产品种类	产品解释	可供范围
当日达	今日收件，承诺当天送达的服务； 针对制定范围和时间收寄的具有信函性质的快件； 面向传递时限要求很高的客户，服务时间一般控制在 5 小时以内	省内及省外部分地区
次日达	今日收件，承诺次日 10:30 前送达的服务	省内及省外

小件从沈阳到省内其他城市或相邻省份城市能够实现“当日达”，即运送时间一般可以控制在 5 小时左右，下午 16:00 前接受顾客到站自提；小件从沈阳到省外城市基本实现“次日达”，即直达线路 8:00 可取货，中转线路 12:00 左右可取货。相较于邮政 EMS 以及其他民营快递企业具有很大优势，其主要城市服务耗时情况如表 1.3 及表 1.4 所示。

表 1.3 主要城市服务耗时统计（省内）

城市	时间	城市	时间
大连	5 小时	东港	3 小时 50 分
兴城	4 小时	凤城	2 小时 40 分
锦州	4 小时	建平	4 小时 50 分
葫芦岛	4 小时	彰武	1 小时 30 分
昌图	2 小时	朝阳	4 小时 20 分
北镇	3 小时 10 分	盘山	3 小时 20 分
丹东	3 小时 40 分	首山	1 小时 50 分
喀左	5 小时	黑山	2 小时 30 分
绥中	5 小时	凌源	5 小时 20 分
北票	3 小时 50 分	新丘	4 小时 30 分
阜新	3 小时 20 分	义县	3 小时 50 分
沟帮子	2 小时 40 分	凌海	2 小时 50 分
铁岭	1 小时 40 分		

表 1.4 主要城市服务耗时统计（省外）

城市	时间	城市	时间
北京	8 小时	吉林	5 小时 20 分
哈尔滨	7 小时	赤峰	6 小时 30 分
东胜	20 小时	多伦	11 小时
大同	12 小时	长治	16 小时
石家庄	12 小时	迁安	6 小时 30 分
长春	4 小时 30 分	四平	2 小时 30 分
大庆	12 小时	呼和浩特	17 小时
包头	18 小时	太原	12 小时
榆林	24 小时	银川、乌海	24 小时
保定	9 小时 30 分	唐山	6 小时 30 分

2. 定价标准

在服务产品定价方面，H 公司小件快运遵循道路运输行包定价规则，对于不同的快运线路，设置不同的收费标准。部分地区门到门运价标准如表 1.5 所示。

计重原则包括：计泡重量=长×宽×高/0.003；在计算小件运费时，重量出现临界点时（0~3kg；3~10kg；10~20kg；20~60kg；60kg 以上），比如计费重量出现 3kg、10kg、20kg、60kg 时，按照阶梯价格的上限进行计算。

其他费用方面，到站自提价格在以上价格的基础上打 8 折，打折仅针对运费，包装费、保险费额外计算；超区按照派送区域表收费；轻泡货物以每 0.003m³ 折合 1kg 为计费单位；到付业务加收运费的 10%。

表 1.5 H 公司主要线路小件定价标准

开行方向	10kg 内	10~20kg	20~60kg	60kg 以上	送货	运行方式
抚顺市	10	1.5	1.3	1	门到门	直达
抚顺县	15	1.5	1.3	1	门到门	抚顺中转
清原	20	1.8	1.6	1.4	门到门	抚顺中转
新宾	20	1.8	1.6	1.4	门到门	抚顺中转
丹东市	15	1.5	1.3	1	门到门	直达
东港	15	1.8	1.6	1.4	门到门	丹东中转
宽甸	20	1.8	1.6	1.4	门到门	丹东中转
凤城	15	1.5	1.3	1	门到门	直达
铁岭市	10	1.5	1.3	1	门到门	直达
清河	10	1.5	1.3	1	门到门	铁岭中转
调兵山	15	1.5	1.3	1	门到门	直达
开原	15	1.5	1.3	1	门到门	铁岭中转