



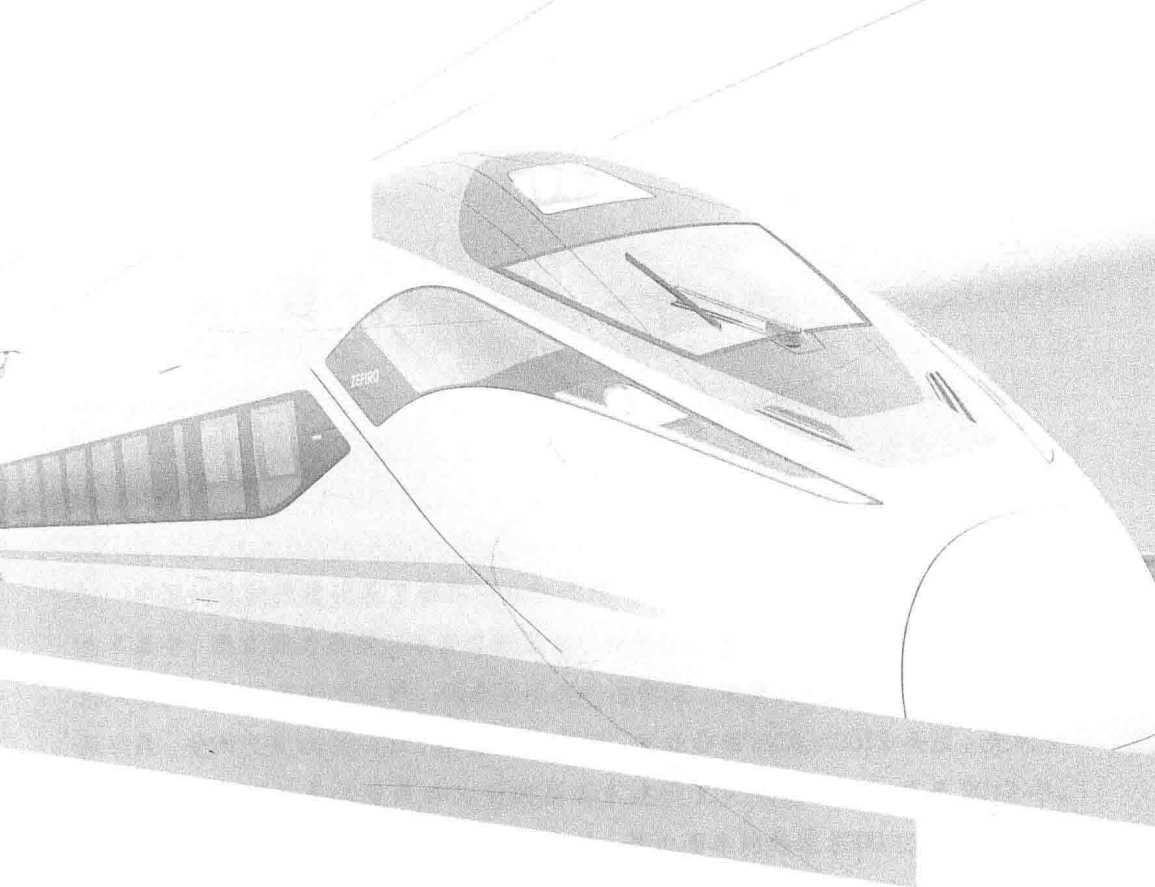
高速铁路 城际客运专线 开行方案优化研究

GAOSU TIELU
CHENGJI KEYUN ZHUANXIAN
KAIXING FANGAN YOUHUA YANJIU

张旭 著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



高速铁路 城际客运专线 开行方案优化研究

GAOSU TIELU
CHENGJI KEYUN ZHUANXIAN
KAIXING FANGAN YOUHUA YANJIU

张旭 著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

·长沙·

图书在版编目 (C I P) 数据

高速铁路城际客运专线开行方案优化研究 / 张旭著

· --长沙: 中南大学出版社, 2018. 7

ISBN 978 - 7 - 5487 - 3321 - 8

I. ①高… II. ①张… III. ①高速铁路—铁路运输—
旅客运输—研究 IV. ①U293

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 168105 号

高速铁路城际客运专线开行方案优化研究

张旭 著

☐责任编辑 刘颖维

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址: 长沙市麓山南路

邮编: 410083

发行科电话: 0731 - 88876770

传真: 0731 - 88710482

☐印 装 北京虎彩文化传播有限公司

☐开 本 710 × 1000 1/16 ☐印张 8.5 ☐字数 164 千字

☐版 次 2018 年 7 月第 1 版 ☐2018 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 3321 - 8

☐定 价 88.00 元

图书出现印装问题, 请与经销商调换

前言

中国的高铁速度代表了世界的高铁速度。中国是世界上高铁发展最快、系统技术最全、集成能力最强、运营里程最长、运营速度最高、在建规模最大的国家。虽然我国高铁发展起步较晚，但是由于其安全舒适、运量大、速度快、用地少、环保节能、受天气变化影响小，很受国家重视，发展非常迅速。2012 年底，党的十八大充分肯定了把高铁发展作为创新型国家建设重大成就之一。截至 2017 年，我国铁路项目投资已连续多年超过 6000 亿，最近两年均超过 8000 亿。2014 年李克强总理在出国访问期间，大力宣传我国高铁技术，积极参与海内外铁路项目，力推“高铁走出去”的国家战略，为我国铁路行业的发展注入了新的活力。目前我国高速铁路运营里程已排名世界第一，高铁技术也已处于世界领先水平。我国从 2004 年开始规划建设全国高速铁路网，至 2017 年 1 月，运营里程已达 2.2 万多公里，高速铁路网络已经初步形成，运输能力得到了很大的提升，这极大地促进了经济的发展。到 2020 年，我国新建高速铁路将远远超过《中长期铁路网规划》的 1.6 万公里，高速铁路网络将基本覆盖人口 50 万以上的城市。

近年来随着城市群的不断发展壮大，铁路的短途客运市场竞争日益增大，虽然城际铁路具有诸多优势，但因高速公路快速发展、高速公路网络布局加密以及公路运输有其自身优势，城际客运专线面临严峻的竞争环境，迫切需要提升其在短途客运市场的核心竞争力。提升竞争力有很多方法，比如：提供速度更快的列车，提供更多的车次和列车等级选择，提供更合理的到发时间和停站方案，提供更好的出行环境，以吸引诱发更多的客流等，进而不断地提高高速铁路的短途客运市场份额。而其中的很多方法都取决于编制好的列车开行方案，所以旅客列车开行方案的优劣是城际客运专线铁路客运竞争力强弱的直接体现，它直接影响到

铁路运输企业提供的客运服务的质量以及城际列车运营效率与经济效益。

开行方案在铁路旅客运输组织中的地位至关重要,它体现了铁路现有基础设施和技术设备是否被合理利用,直接决定了列车是否开行,也决定了列车的综合衔接、种类、对数及方向,这些是铁路客运组织的基础。优质的城际客运专线旅客列车开行方案能够将铁路运输设施设备功能充分发挥,提高高速铁路的运营效率,提升铁路运输企业的效益;能够为城际旅客提供更加快捷、舒适、方便的乘车环境,提高城际客运专线铁路旅客运输的服务品质;还能因提供了高水平的服务而吸引到更多的客流,提高铁路在短途客运市场的份额。如果要在城际客运专线的运营中把握住短途客运市场发展趋势,那么编制出适应需求且能给铁路运输企业带来一定收益的开行方案尤为重要。

本书主要研究内容为:

1. 通过对大数据的分析,从多个方面研究了客流规律,并将哈大高速铁路调图的具体情况进行了分析,之后利用遗传算法,用 Matlab 软件对哈大高速铁路线路上的列车开行方案即编组情况和停站方案进行了计算,具体算出了优化后的开行方案,使得开行方案变得具体化和实用化。

2. 分析了城际列车停站方案选择的优化思路和基本流程,选取旅客等待时间、城际运营效益以及列车空走距离为目标函数;以节点服务频率、区段和车站运输能力、停站约束、客流约束及列车定员约束为约束条件,建立了基于多种客流需求类型的城际列车停站多目标规划模型,并设计遗传算法来寻找最优解。利用模型对丹大城际列车停站方案进行实例分析,得到了基于不同客流需求的列车开行停站方案,而且绝大部分指标要明显好于现行方案,其中:列车开行对数减少了3%,大大节约了运营固定成本;各等级节点平均服务频率减少了2.35%;各等级节点之间的平均OD服务频率减少了1.67%;总停站次数减少了23.2%;节点覆盖率提高了1.2%,提高了停站方案的均衡程度。

3. 结合城际客运专线的现阶段情况,分析并总结开行方案制订的影响因素和编制原则。对现有的丹大城际客运专线客流数据从整体客流规律、各月发送量、周波动规律等6个方面进行研究分析。根据对城际客运专线的客流特点的分析,从趋势客流、转移客流、诱增客流3个方面进行客流预测。考虑到客流与开行方案的相互影响,本书为反映客流随开行方案变化的过程建立客流动态分配模型,在多种列车开行方案的基础上建立多目标规划模型,把铁路部门收益最大化、旅

客总支出最小化作为目标函数，并应用遗传算法求解。以丹大城际客运专线为实例，对丹大城际列车开行方案求解，得到丹大城际列车开行方案和对应的优化客流矩阵。

在本书的出版过程中，首先要感谢我的导师陈秉智教授、李振福教授，没有他们的引领我无法走进浩瀚的学术海洋，也无法凝练科学问题，形成自成体系的研究思路；感谢我的学生徐亮、王晓雨、李璐、陈丹妮、刘雅洁、乔晓娅、白晓鸥、钱蕾等的努力付出；感谢相关学者的前期研究为我提供研究基础；感谢大连站付佳同志在本书的写作过程中提出的修改意见和相关支持。最后感谢国家社科重大项目(13&ZD170)、辽宁省教育厅一般科研项目(JDL2016020)和大连交通大学学术著作出版基金的资助。

由于笔者研究水平有限，书中某些内容可能有不妥和差错之处，恳请各位读者批评指正。

作者

2018年1月

目 录

绪 论	(1)
-----------	-----

第一篇 基于旅客发送量大数据分析的 大连北站高铁开行方案优化研究

第 1 章 大连北站旅客发送大数据分析	(11)
1.1 大连北站发送客流线路分析	(11)
1.2 客流规律分析角度	(12)
1.3 大连北站时间角度客流规律分析	(13)
1.4 各车站发送量分析	(20)
1.5 上座率分析	(30)
1.6 哈大高速铁路列车运行图调整前后分析	(37)
第 2 章 大连北站高速铁路旅客列车开行方案优化	(45)
2.1 构建优化模型的总体思路	(45)
2.2 调整优化模型的构建	(45)
2.3 模型求解遗传算法设计	(49)
2.4 哈大线主要站点开行方案优化实例分析	(54)

第二篇 基于多目标优化的丹大城际客运 专线停站方案优化研究

第3章 高速铁路旅客列车停站方案基础理论分析	(59)
3.1 停站方案和开行方案	(59)
3.2 停站方案设置原则及影响因素分析	(60)
第4章 城际列车停站方案评价	(63)
4.1 节点等级划分	(63)
4.2 停站方式分类及其组合分析	(65)
第5章 城际列车停站方案选择优化模型	(71)
5.1 基本思路	(71)
5.2 模型构建	(72)
5.3 求解算法	(76)
第6章 丹大城际客运专线停站方案优化	(79)
6.1 丹大城际客流数据及节点分级	(79)
6.2 丹大城际列车停站方案优化	(81)
6.3 停站方案对比与评价	(88)

第三篇 基于客流动态分配的丹大城际客运 专线列车开行方案优化

第7章 城际客运专线列车开行方案	(95)
7.1 开行方案的特点与内容	(95)
7.2 开行方案的影响因素分析	(96)

7.3 开行方案的编制原则	(99)
第8章 丹大城际客运专线发展概况及客流规律分析	(101)
8.1 丹大城际客运专线基本概况	(101)
8.2 丹大城际客运专线沿线经济发展概况	(102)
8.3 丹大城际客运专线整体客流规律	(102)
8.4 丹大城际客运专线周波动客流规律	(102)
8.5 丹大城际客运专线节假日客流规律	(102)
8.6 丹大城际客运专线日时段发送量分析	(104)
8.7 丹大城际客运专线上座率分析	(105)
第9章 基于客流动态分配的城际客运专线开行方案优化模型建立	(106)
9.1 模型建立的基础	(106)
9.2 优化模型的建立	(107)
第10章 丹大城际客运专线列车开行方案优化	(112)
10.1 丹大城际客运专线基础数据	(112)
10.2 三种客流量预测	(114)
10.3 开行方案主要参数的确定	(116)
10.4 城际列车开行方案计算结果及分析	(116)
参考文献	(122)

绪 论

一、研究背景

城际铁路是高速铁路的一种,是指在人口稠密的都市圈或者城市带规划和修建的高速铁路客运专线系统,主要特点是相对距离短、公交化、快速、安全、环保、经济和可持续发展等,是现阶段城际商务、中短途快速出行等的首选交通方式。

建设与发展城际铁路是一个庞大的系统工程,在人们出行需求增加以及对运输产品档次需求日益提高的情况下,有必要大力发展城际客运专线以满足未来市场需求。同时发展城际客运专线更是我国交通运输发展适应经济社会可持续发展的需要。当今随着世界人口的不断增加,资源与能源的有限性日益引起人们的重视。技术的创新和可持续发展的要求,为在世界范围内调整旧的运输结构和改变传统运输发展模式提供了新的条件和动力。城际铁路的发展越来越被认为是人类在可持续发展下运输模式的一种理性选择。

除了国家经济社会可持续发展需要城际铁路的建设以外,随着近几年城市化进程的加快,城市与城市联合发展成为城市群、城市带,它们之间的社会经济文化联系越来越紧密,城市间也有着高密度的人口流动以及信息交流,这些使得城际铁路短距离客流呈明显上升趋势。但是城际铁路有一个强劲的对手——公路运输。近几年来,高速公路也在飞速发展,公路运输的短途优势也日渐突出。但是城际铁路客运专线较公路运输有很多优点,比如运行速度快、运能大、准点率高、安全性高、舒适度和便利性高等优点。此外大家选择城际铁路还有一个重要原因:城际铁路能通过城市的中心站把公交、地铁连接在一起,形成较为完整的交通运输枢纽,所以城际客流将成为我国社会客流的主要源头及客运市场的主体。规划建设城际铁路客运专线是我国铁路建设发展完善铁路网的重点任务之一。到2020年,一批重大标志性项目建成投产,铁路网规模达到15万公里,其中高速铁路3万公里,覆盖80%以上的大城市,为完成“十三五”规划任务、实现全面建成小康社会目标提供有力支撑。到2025年,铁路网规模达到17.5万公里左右,其

中高速铁路 3.8 万公里左右,网络覆盖进一步扩大,路网结构更加优化,骨干作用更加显著,更好发挥铁路对经济社会发展的保障作用。展望到 2030 年,实现内外互联互通、区际多路畅通、省会高铁连通、地市快速通达、县域基本覆盖。

在原规划“四纵四横”主骨架基础上,城际铁路将增加客流支撑、发展标准适宜的高速铁路,同时充分利用既有铁路,形成以“八纵八横”主通道为骨架、与区域连接线衔接、城际铁路补充的高速铁路网。

二、国内外研究现状

1. 国外研究现状

(1) 高铁停站方案

F. J. M. Salzborn 首先分析了越行站分布对通过能力的影响。在此基础上,V. R. Vuchie 提出“列车应该在节点度高的车站多停站,在相对不重要、节点度低的车站可以选择性停站”的思路。此外,停站的设置一方面应该尽量提高列车的运行速度,提升列车的服务水平和频率,以便更好地吸引客流;另一方面,要尽量减少列车运行数量,合理利用资源,降低运营费用,尤其是在高峰时段内,更应综合考虑服务和成本的关系。M. T. Claessens 等以一个周期时间内列车的运营费用最小为目标,研究了荷兰铁路的旅客列车开行方案,建立了非线性规划模型,并设计了对应的算法。M. R. Bussieck 等以输送直达旅客的人数为目标研究了德国铁路的旅客列车开行方案,首先对初始客流进行分配,然后以直达客流量最大为目标建立了模型,通过加入松弛变量,完成了模型的求解。K. Boos 分别建立了以直达旅客数量最大和铁路运营成本最小的两种开行方案模型,但是由于模型复杂无法在有效的时间内求出可行解而不得不对约束条件进行弱化,求其松弛模型的解,该模型只适用于小规模开行方案的求解。Wen - Jin 以台湾铁路旅客运输为研究对象,通过对时间价值、班次频率、票价结构等因素的分析,建立了铁路和旅客利益最大化的双层规划模型,为开行方案的研究提供了新的思路和方法。

(2) 高铁开行方案

城际客运专线旅客列车的在国外运营较早。20 世纪初期,德国、法国、日本等就已经着手对高速列车的理论进行研究并进行了相关试验。20 世纪 60 年代初期,英国就率先创立了城际客运快车;日本早在 1946 年就计划修建高速铁路,但因战后经济困窘而延迟,直到 1964 年 10 月,东海道新干线才正式诞生并投入运营,这标志着世界铁路的复苏,铁路由夕阳产业再次成为朝阳产业并开始进入高速化时代;紧接着法国 TGV、德国 ICE、英国 APT 以及意大利 TAV 等相继问世并兴起,城际列车的运行速度不断被刷新。在各国已经建设好的高速铁路环境下,各国客运组织都能根据市场需求而逐步改进、完善,开行方案主要向运输企业利

益倾斜,以铁路总体运营成本最少和旅客总出行费用最少为目标函数建立了单条铁路线上城际客运专线旅客列车开行方案的多目标优化模型,在此方面已形成较全面、成熟的理论。

国外对开行方案的费用收益、影响因素以及优化模型的研究相对较多。R. N. Anthony 给出了旅客列车开行方案制订和优化的基本框架。M. R. Bussieck 和 P. Kreuzer 研究了网络条件下多种列车组合情形,讨论了在使用周期时刻表的运输网络系统的铁路系统中开行方案的优化选择问题。作者将开行方案优化的目标定为直达旅客数量最大化,同时通过定义旅客和铁路效益等约束条件使开行方案必须提供足够的输送能力去满足运输服务系统中的客流需求,建立了一个混合整数规划模型。

总的来说,国外的相关研究比较深入,其客运开行方案的费用收益分析以及建立的数学模型比较成熟。由于我国近几年加大力度开行客运专线,部分区域将具有高密度、大运能等特点,发达国家的开行方案优化方法将有一定的借鉴意义,例如国外研究文献中的多目标规划模型、双层规划模型。但在开行方案上,有些国家和地区的铁路客运由于路网规模狭小和自身客流密度较大等特点,形成了公交化的运营模式。而在我国,铁路的费用和收益有自身的特点,路网规模较庞大,远远大于一些发达国家,因此很多现成方法在我国都难以运用,这些都需要结合我国客运专线运营实际要求,进行深入研究。

2. 国内研究现状

(1) 高铁停站方案

目前,国内对于列车停站方案的研究大多是结合开行方案进行的,主要包括如下几方面。

1) 旅客列车停站设置原则研究

旅客列车停站的设置需要统筹列车等级、通过能力以及列车运行线之间的协调配合等因素综合优化确定。停站方案是影响通过能力的主要因素,减少列车停站次数、压缩列车在站停留时间能够有效提高高速铁路通过能力。

叶怀珍、兰淑梅等都以理论的方式对合理的停站原则进行了讨论,指出我国高速铁路停站可以采用一站直达的模式,同时在条件允许的情况下应多组织交错停站列车,以提高服务频率,满足旅客出行需求。

朱家荷、王王伟等通过计算相关数据的方式对合理的停站原则进行了讨论,前者通过分析城际铁路列车不同停站方案的时间损失,在计算比较了不同停站方案的小时通过能力基础上,给出了几点有利于更好地利用通过能力的停站方案建议,并分别建立了无待避、有待避两种停站方案的损失时间计算公式。后者对城际列车按照客流进行了分类,研究了列车停站方案的设置,并给出了列车在中间站停站次数的计算方法,建议在不同的客流时段采取不同的停站方案。

2) 旅客列车停站方案模型及算法研究

列车停站方案研究中, 现有的模型一般为多目标规划模型, 算法主要有遗传算法、有序组合树算法、目标规划法、模拟退火算法等。

运用单目标优化模型的学者有邓连波和李得伟等。邓连波以降低旅客出行费用为目标, 在分析停站设置因素的基础上, 首次独立以停站方案为研究对象, 深入挖掘停站设置和客流换乘选择之间的博弈关系, 构建了双层规划模型, 最后设计了相应的算法对其进行求解, 并通过实例进行验证, 该方法使旅客出行费用比初始停站方案下降 35.47%, 取得了很好的优化效果。李得伟以总的停站次数最少为目标, 在对停站方案总体研究的基础上, 以节点的旅客服务频率、站间可达性、列车开行区段和列车最大停站次数为约束条件, 建立了停站方案的优化模型。该模型虽然考虑了车站服务频率、站间可达性和列车总的停站次数, 但是没有考虑停站方案和客流之间相互影响的关系。

运用多目标优化模型的学者有张拥军、彭其渊和徐斌等。张拥军等建立了多目标 0-1 规划数学模型, 模型目标为列车能力浪费最少、旅客停站等待时间最少、没有被满足的旅客需求最少。最后将模型转化为多层次 0-1 规划模型, 用有序组合树算法对其求解, 为计算机编制旅客列车运行图和开行方案的研究提供了一种有效途径。彭其渊等在对高速铁路停站设置原则和影响因素分析的基础上, 以旅客出行便捷性和广义出行费用为目标, 建立了停站方案优化模型, 并用实例验证了模型的正确性和算法的有效性。徐斌分析了停站方案的定义、组合模式及其影响因素, 提出了基于信息熵-灰色关联度分析法的节点划分方法, 基于旅客服务水平, 建立了以区段平均上座率均衡指数最小和旅客旅行时间损失最少为目标的停站方案多目标优化模型, 设计了对应算法, 并初步建立了停站方案评价指标体系, 为进一步的研究打下了坚实的基础。

运用遗传算法的学者有彭其渊和赵洪诚等。彭其渊结合开行方案, 以铁路部门收益最大、旅客出行成本最小、有效客运周转量最大为目标, 建立了列车开行方案综合模型, 并提出了列车停站方案的自适应遗传算法。赵洪诚在可达性定义的基础上, 建立了以整张运行图的可达性之和达到或趋于最大为目标函数、以换乘条件和列车等级为约束条件的列车停站方案优化模型, 设计了单亲遗传算法, 通过实例验证取得了不错的优化效果, 但是在计算过程中收敛速度慢、收敛方向容易波动, 算法需要进一步改进。

郭钰研究了三种非站站停列车的停站方案, 分析了其对铁路运输组织和旅客出行的影响, 以是否停站为自变量, 以客流出行需求为已知条件, 建立了三种不同的停站方案模型。

陈钉均引入“时距”的概念, 建立了列车在共线运行条件下的越行组模型, 分析研究了通过能力与相关因素之间的函数关系。

3) 基于旅客列车停站方案的客流分配研究

基于不同的客流分配方法,一些学者做了相关研究。闫铭等建立了基于用户均衡的客流分配模型,在通过分析客流分配影响因素的基础上,构造了基于开行方案的混合换乘网络,并且设计了梯度映射法,求得了各 OD 之间的径路方案,满足 UE 准则,比较准确地反映了旅客出行的习惯。邓连波则进行了网络的客流分配,以高速铁路的费用和收益为基础,研究了开行方案的特点,综合考虑旅客和运输企业双方的利益,建立了开行方案的多目标规划模型,构造了换乘网络,设计了对应的算法。

(2) 高铁开行方案

邓连波等建立了开行方案优化的多目标模型,并设计了启发式的求解方法。他研究了旅客换乘及选择基础——换乘网络,进而研究了基于开行方案的客流分配方法。他在已发表论文中将列车开行方案与客流换乘方案结合起来,建立了旅客列车开行方案的双层规划模型,并通过抽象归纳铁路企业制订开行方案的丰富经验和利用邻域搜索的方法,设计行之有效的优化算法,可解决路网上大规模的旅客列车开行方案优化问题。徐瑞华和邹晓磊提出通过合并车流优化列车开行方案的方法,相关计算软件已经实现。他们在论文中提出的合并算法先将 OD 车流合并推算列车停站方案,再推算合并流量,确定开行方案,合并后运输组织变得相对简单。汪波等针对京津城际铁路列车开行方案在周期运行图基础上特别考虑客流的不确定性,建立了包含 3 个具体目标的机会约束模型。在制订列车开行方案时,对客流量的统计应在客流的高峰时段内进行,并考虑与运行图的铺画方式相结合。为此建立多目标机会约束模型,满足多种需求并且引入不确定性因素,模型才能更加真实地反映实际问题,也会更加科学。

贾晓秋和关晓宇等构建不同速度等级的列车运行网络下的客运专线列车开行方案的多目标规划模型,并将其转化为多优先级结构的单目标模型,设计了内嵌博弈搜索的遗传算法,最后给出数值算例验证算法的有效性。赵钢为了优化城际客运专线列车开行方案,从旅客平均候车时间出发,提出了城际铁路旅客出行方便值的概念,以城际铁路旅客出行方便值最大和运营组织效益最优为目标函数,建立了城际铁路客车开行方案优化模型,并设计出了该模型相应的算法;对城际客运专线列车开行方案进行了定性分析和定量计算,确定了各区段高峰时段大站直达列车开行数量,结合实际对城际铁路列车运行交路进行了设计,并且对各交路模式进行了分析比较。郭奎对列车开行方案进行了理论研究,分析城际旅客列车开行方案含义和目标并对开行方案的主要内容进行系统分析,而后依据城际客专的实际情况以及开行方案的主要内容,对开行方案的制订原则和影响因素进行了深度分析和阐述,最后提出城际客专旅客列车开行方案的编制方法及编制过程,并结合算例进行分析得到结果。朱郁俊建立了客流动态分配模型以反映各类

型客流随着开行方案的变化而发生相互转化的过程,模型以铁路部门收益最大化、旅客成本最小化等为约束条件,建立了基于旅客动态分配的开行方案模型,并用遗传算法对其求解,得到优化的客流矩阵以及对应的开行方案。最后通过对昌九城际铁路实例研究,得到昌九列车最优的开行方案以及客流矩阵,并分析了结果验证模型与求解算法的有效性。

张拥军等建立了两个数学模型,一个是以高速列车开行数量及停站方案的多目标 0-1 规划数学模型,又从方便旅客出行以减少在途中时间和提高铁路运输效率两方面考虑建立了多层次 0-1 规划数学模型,再由多目标简化成单目标,采用有序组合数法求解模型,为研究列车开行方案及计算机编制客运列车运行图提供了一种有效途径。何宇强等提出旅客出行方便度概念,并研究不同时段旅客出行的方便度,绘制方便度曲线,然后分析不同类型列车的客流平衡条件,建立不同类型列车的广义费用函数。在此基础上建立客运专线列车开行方案的多目标双层规划模型。以石太客运专线的列车开行方案为例,建立的模型以列车开行的最大收益和旅客的最大方便度为目标,并利用 Matlab 编程,实现了求解该模型的混沌算法,成功地验证了该模型和算法。

冯枫在开行方案的客流分配上采用线路 OD 客流量的处理算法,并编制了相应的计算机程序,开发和设计了铁路客运专线 OD 客流量分配应用软件。以最大化直达运输和列车数量最小化为目标函数,建立了求解客车开行对数的多目标数学模型,使用 Lindo 软件对模型求解,最后用实例验证了软件的可用性。在评价开行方案方面,采用多层次灰色综合评价法评价不同的开行方案,阐述了评价方法的可用性。李倩详细分析了高速铁路网的客流特征,在理论研究和机理分析的基础上,以交通需求预测四阶段法为基础,提出了创新后的客流预测方法。在新方法中构建经济—人口诱增客流模型和分时间段的交通生成与分布模型,最后以全国高速铁路网为研究对象预测了分时段的高速铁路客流量,验证了方法的可行性,并应用 TransCAD 实现了高速铁路客流在路网中的路径分配,为未来的路网规划与建设提供了参考。曾鸣凯等根据开行方案中列车的运行区段及列车停站情况,构造了列车的运行网络,又采用结合旅客的出行心理,将旅客出行成本折算成旅客满意度的方法。由此建立了确定客流分配的多目标线性规划模型,模型体现了旅客选择列车的主动性。通过研究影响客流分配的相关因素,给出了路网客流的合理分配方法。

张强锋针对开行方案提出创新思路,就所涉及交路方案、开行列车种类、停站方式等相互影响的特点,建立了在满足客流需求下动车组需要数最小的优化模型,对交路方案、列车开行种类、停站方式等关键问题进行比较选择,最终确定列车开行方案。他在论文中以成都—绵州—乐昌为实例,制订了全日列车开行计划,对该客运专线制订合理的列车开行方案。徐涛和王进勇针对城际客运专线列

车开行方案,以旅客时间消耗最小为目标建立了一般性的最小费用流模型。根据模型的特点设计相应的遗传算法,并对遗传算法的适应值函数、算法步骤和算法复杂度进行分析。分析结果表明,该算法是一个收敛于全局最优解的近似有效算法。

三、研究目标

本书的研究目标有:

(1) 基于旅客发送量大数据分析的大连北站高铁开行方案优化研究

通过对大连北站客流大数据的分析及 Matlab 遗传算法的计算得出开行方案、编组方案、停站方案的优化建议。

(2) 基于多目标优化的丹大城际客运专线停站方案优化研究

建立多目标优化模型对丹大城际列车停站方案进行实例分析,得到了基于不同客流需求的列车开行停站方案,新方案较现有方案在相关指标上均有提高。如:较少列车开行对数、节约运营固定成本、降低各等级节点平均服务频率、提高各等级节点之间的平均 OD 服务频率、增加旅客选择多样性以提高服务水平。

(3) 基于客流动态分配的丹大城际客运专线列车开行方案优化

通过完善客流预测的相关理论后对趋势客流量、转移客流量以及诱增客流量进行短期预测,建立客流动态分配模型,分析出客流与开行方案之间的互动关系。在此基础上建立基于客流动态分配的城际列车开行方案优化模型,并利用遗传算法进行模型的求解。最后以丹大城际客运专线开行方案为例,验证该理论与优化模型的可行性。

四、研究内容

本书的研究内容有:

(1) 基于旅客发送量大数据分析的大连北站高铁开行方案优化研究

主要通过大数据的分析,从多个方面研究了客流规律,并将哈大高速列车运行图调整前后的具体情况做了比较分析,之后利用遗传算法,用 Matlab 软件对哈大高铁线路上的列车开行方案即编组情况和停站方案进行了计算,计算出了优化后的开行方案,根据大数据分析所进行的开行方案优化对铁路局进行开行方案的编制有着非常重要的意义。

(2) 基于多目标优化的丹大城际客运专线停站方案优化研究

主要内容包含:对高铁列车停站方案基础理论进行研究,介绍停站方案和开行方案基本内容,分析停站设置原则及停站影响因素等;对城际列车停站评价方法进行分析;建立城际铁路节点等级划分方法,介绍不同的停站组合,以及停站方案的指标分析;构建基于多类型城际列车停站方案的多目标规划模型,设计求

解该优化模型的算法，并对模型的求解过程进行说明；对丹大城际列车停站方案进行案例分析，以现有 OD 客流数据对模型进行求解，并验证模型和算法的有效性，最后对既有城际列车停站方案和模型生成方案进行对比分析评价。

(3) 基于客流动态分配的丹大城际客运专线列车开行方案优化

主要研究内容包含：研究我国制订列车开行方案的理论基础。介绍城际客运专线列车开行方案相关概念，分析它的特点和内容、影响因素以及编制原则；根据丹大客流数据对这条线路的发送客流分析规律。再依据我国的客流特点，简述客流预测方法并对趋势客流量、转移客流量、诱增客流量这三部分预测客流量进行分析计算；建立优化模型对丹大城际客运专线实例研究，将客流预测的结果应用于建立的优化模型求解，最后分析计算结果得到结论。