



上海市“十一五”重点图书
交通运输规划与管理研究系列

基于微观仿真的集装箱码头 生产调度决策优化

JIYU WEIGUANFANGZHEN DE JIZHUANGXIANGMATOU
SHENGCHANDIAODU JUECEYOUHUA

张婕姝 编著

上海交通大学出版社



上海市“十一五”重点图书
交通运输规划与管理研究系列

基于微观仿真的集装箱码头 生产调度决策优化

张婕姝 编著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书以集装箱码头生产调度为研究对象,分析了我国集装箱码头生产调度过程中存在的一些问题,针对基于 BPR 的集装箱码头生产调度过程优化的实施问题,构建了一套完整的方法论体系并进行了实证研究。研究了集装箱码头微观分析仿真模型的概念、组成和特点,提出了集装箱码头微观分析仿真模型建立的原理和方法。构造了集装箱码头微观分析仿真系统的完整模型,深入研究了集装箱码头微观分析仿真系统的构造和开发,解决了系统建模的关键技术。最后,在理论和方法研究的基础上,介绍了一个自主开发的用于集装箱船舶调度的集装箱码头微观分析仿真调度系统。

本书可供交通运输规划与管理、港口管理、物流管理等相关专业的研究人员参考,对从事港口管理的从业人员或政府有关人士也具有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

基于微观仿真的集装箱码头生产调度决策优化/张婕姝
编著. —上海:上海交通大学出版社,2009

(交通运输规划与管理研究系列)

上海市“十一五”重点图书

ISBN978-7-313-05802-7

I. 基... II. 张... III. 集装箱码头—生产调度
IV. U695.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 068085 号

基于微观仿真的集装箱码头 生产调度决策优化

张婕姝 编著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海交大印务有限公司 印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×960mm 1/16 印张:12 字数:223 字

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

印数:1~1530

ISBN978-7-313-05802-7/U 定价:48.00 元

版权所有 侵权必究

序

为实现由教学型大学向教学研究型大学转变的目标,上海海事大学一直将学科建设作为学校工作的重中之重,从体制、机制和投入三方面予以支持,以便更好地为国家交通事业的发展和上海国际航运中心建设服务。

交通运输规划与管理学科作为交通部重点学科和学校的传统优势学科,目前设有1个博士点(交通运输规划与管理),3个硕士点(交通运输规划与管理、交通运输工程、港口海岸及近海工程),2个中外合作研究生培养项目(国际航运与物流工程、物流工程与管理)。

长期以来,交通运输规划与管理学科坚持以水路运输为特色,围绕交通运输战略与规划、交通运输现代化管理、海事信息与控制领域中的重大理论、技术和管理问题,注重学科建设和科学研究,取得了一定的学术成果。据统计,2002年以来,该学科共承担了包括国家863计划、国家自然科学基金等在内的各类科研课题100余项,科研经费达1000多万元,并获得省部级科研成果奖8项次,发表学术专著17部,在国内外重要学术刊物发表论文近两百篇。

《交通运输规划与管理研究系列》丛书收录的学术专著均源自交通运输规划与管理学科的教师近年来所完成的科研成果,从整体上代表了该学科的学术水平。这些专著作者,既有在学术上已卓有成就的资深学科带头人,也有正在快速成长的中青年学科带头人和学术带头人,其中还不乏初出茅庐的青年才俊,这充分显示了交通运输规划与管理学科雄厚的学科人才梯队。更值得一提的是,此次出版的丛书涉及了交通运输领域的方方面面,既有基础理论领域的探索,也有技术层面的应用创新,这表明了交通运输规划与管理学科的发展正逐渐呈现出多学科交叉的特色和优势。

《交通运输规划与管理研究系列》丛书的顺利出版,标志着交通运输规划与管理学科建设又达到了一个新的高度。在此衷心希望交通运输规划与管理学科团队继续振奋精神,努力创新开拓,坚持“理论上有一个高度,应用上有一个落脚点”的发展模式,在理论研究层面能密切跟踪当前国际学术发展前沿动态,并与之相接轨;在应用研究领域,能与海事领域具体应用密切结合,切实解决重大海事管理与规划问题,力争成为国内海事规划与管理领域不可或缺的思想库、专家库、技术库和成果库。

上海海事大学校长
於世成 教授

前 言

随着中国对外贸易的迅速发展,集装箱运输的地位也越来越重要,在业务量不断增加的情况下,中国许多集装箱港口的实际吞吐量早已超过了设计吞吐量,码头营运处于超负荷运转的状态。扩大集装箱港口的接纳能力,新建和扩建港口是一个方面,而如何发挥现有码头的营运能力也是一个重要的课题,实施现代化的港口管理是挖掘现有码头生产能力的关键。对比国内外集装箱港口可以发现,中国港口在现代化的生产设施方面与国外港口差距不大,但在生产组织方面则主要凭经验进行,因此,码头管理者迫切需要提高生产运作水平,特别是投资巨大的集装箱码头的生产管理水平。

BPR: Business Process Reengineering(“企业业务过程再造”)是美国著名管理学家和咨询专家 Michael Hammer 在 20 世纪 90 年代初提出的管理理论和方法,在世界范围内被称为“现代管理的革命”。生产调度是集装箱码头生产管理的核心;识别核心的业务过程,按照经过优化的核心业务过程组织业务工作,是 BPR 的最终目的,因此,利用 BPR 理论对码头生产调度工作进行优化和改进具有现实意义。本书认为,集装箱码头生产调度是一个多层次过程。结合 BPR 的思想和理论,本书对集装箱码头多层次过程的优化方法进行了深入研究,构建了适合多层过程 BPR 的方法体系,提出了多层集装箱码头生产调度过程 BPR 优化的一般步骤和优化规则,并指出微观层次的集装箱码头生产调度过程的主要问题在于计划缺乏科学性和信息技术对调度计划和支持作用,因此,构造集装箱码头生产调度仿真系统是一个可行的解决办法。

系统仿真是根据被研究的真实系统的模型,利用计算机进行实验研究的一种方法,它是建立在系统科学、系统识别、控制理论、计算机与控制工程基础上的一门综合性很强的实验科学技术,是分析、综合各类系统,特别是大系统的一种研究方法和有力的工具。由于港口营运的复杂性,许多学者都指出仿真已成为港口计划、分析、决策的一项重要技术。

根据仿真研究的目的,可以将港口仿真分为两大类:一是为新建或扩建、改建码头提供决策支持,在这类问题中,研究港口通过能力、机械选型、确定机械数量等问题较常见;二是为建成后的码头管理提供生产营运决策,这类问题比较复杂,近年来才开始进入仿真研究的领域。本书研究的是第二类问题,即为码头管理提供营运决策。在充分查阅中外文献的基础上,结合作者对港口生产活动规律的经验

和认识,对基于微观仿真的集装箱码头调度优化方法进行了认真的研究,构造了一个比较完整的集装箱码头生产调度微观分析仿真系统,并进行了实证研究。

本书的研究得到了上海市教委科技项目的资助,项目编号为 06FZ033。本书的出版得到了上海市第三期重点学科交通运输规划与管理项目的资助,项目编号为 S30601。上海交通大学出版社的多位老师为本书的出版付出了辛勤的努力。在此,我一并深表谢意。

张婕姝

2008 年 11 月于上海

目 录

第 1 章 引 言	1
1.1 集装箱港口发展现状	1
1.2 港口调度仿真研究的意义和目的	5
1.3 研究内容	6
1.4 研究方法	8
参考文献	9
第 2 章 离散事件系统仿真	10
2.1 模拟系统模型	10
2.2 离散事件系统仿真的方法	19
参考文献	26
第 3 章 国内外相关研究综述	27
3.1 BPR(过程再造)的研究综述	27
3.2 调度优化问题的研究	29
3.3 仿真技术的研究和应用现状及发展	36
3.4 仿真在港口生产组织优化中的研究现状和存在问题	40
3.5 本章小结	47
参考文献	47
第 4 章 集装箱码头生产调度系统分析	49
4.1 集装箱码头的组成及布局	49
4.2 集装箱码头的生产特点及工艺流程	50
4.3 集装箱码头生产调度的过程与方法	56
4.4 我国集装箱码头生产调度过程中存在的问题	65
参考文献	66

第 5 章 多层集装箱码头生产调度过程的 BPR 优化方法研究	67
5.1 集装箱码头生产调度过程 BPR 概念的提出	67
5.2 多层集装箱码头生产调度过程研究	68
5.3 多层集装箱码头生产调度过程 BPR 优化的方法体系	75
5.4 本章小结	83
参考文献	83
第 6 章 基于 BPR 的多层集装箱码头生产调度过程优化的实施	85
6.1 宏观层次的集装箱码头生产过程 BPR 优化	85
6.2 中观层次的集装箱码头生产调度过程 BPR 优化	92
6.3 微观层次的集装箱码头生产调度过程 BPR 优化	96
6.4 本章小结	102
参考文献	102
第 7 章 集装箱码头生产调度微观分析仿真模型的理论与方法研究	103
7.1 集装箱码头微观分析仿真模型(CYMSM)的概念、方法及特点研究	103
7.2 集装箱码头微观分析仿真模型(CYMSM)的构建方法	111
7.3 本章小结	114
参考文献	115
第 8 章 集装箱码头生产调度微观分析仿真系统的构造研究	117
8.1 系统模型功能及总体框架的研究	117
8.2 计算机动态图形仿真技术的方法研究	120
8.3 随机变量及其生成方法	123
8.4 集装箱码头生产调度微观分析仿真模型建立机制的研究	127
8.5 仿真结果评价及调整机制研究	145
8.6 本章小结	155
参考文献	155
第 9 章 集装箱码头生产调度微观分析仿真系统开发、试验分析和优化研究	156
9.1 集装箱码头生产调度微观分析仿真系统的开发研究	156

9.2	仿真基本参数的选择	159
9.3	集装箱码头生产调度微观分析仿真系统仿真实验的分析	175
9.4	调度方案优化及选择	179
9.5	本章小结	181
结束语		182

第1章 引言

1.1 集装箱港口发展现状

1.1.1 集装箱港口吞吐量持续高速增长

生产力水平的提高和零库存、柔性化制造等现代经营管理方式的广泛应用,企业竞争由生产性领域转到了非生产领域,物流业已经从企业内部转移并扩大到了相互联系、分工协作的整个产业链,物流活动逐步从生产、交易和消费过程中分化出来,成为专业化的新型经济活动。尤其在贸易自由化、跨国生产和全球制造体系形成、信息网络和电子商务等新技术和新商业模式的应用等三大因素的有力推动下,现代物流特别是国际物流得到了迅速发展。

作为国际运输链与物流链的重要环节,集装箱运输业在现代物流业的发展中起着不可替代的作用,一些发达国家甚至将其作为体现本国物流综合竞争力的重要标志。集装箱运输业不仅是国民经济的基础,同时也为国内外经济、贸易的发展作出巨大的贡献。

进入全球物流时代以后,现代集装箱码头已从纯粹的运输中心(运输+转运+储存)发展成为配送中心(运输+转运+储存+拆装箱+仓储管理+加工),再发展为如今的综合物流中心(运输+转运+储存+拆装箱+仓储管理+加工+信息处理)。现代集装箱码头已经成为一个集商品流、资金流、技术流、信息流、人才流于一体的物流中心。

凭借规模化的集散能力,集装箱码头最有可能成为整个物流链的枢纽和增值服务中心。有关资料显示,世界贸易的 2/3 以上是通过海运方式实现的。集装箱码头物流是海洋运输的起点与终点,是海陆货物运输的重要节点,在整个运输链中是货物最大的集散地。集装箱码头是国际贸易中的服务基地和货物物流的分配中心,是货物和航运业的信息中心。集装箱码头地理位置得天独厚,通常位于经济、贸易、金融、信息较为发达的城市,为综合物流的大量生成与发展提供了有力支撑。图 1-1 反映了世界主要港口集装箱吞吐量近 15 年的发展情况。

近 20 年来,在改革开放政策推动下,我国国民经济和对外贸易迅速发展,国内生产总值和对外贸易额持续保持 8% 和 10% 以上的增长速度,适箱货大量生成,

2 基于微观仿真的集装箱码头生产调度决策优化

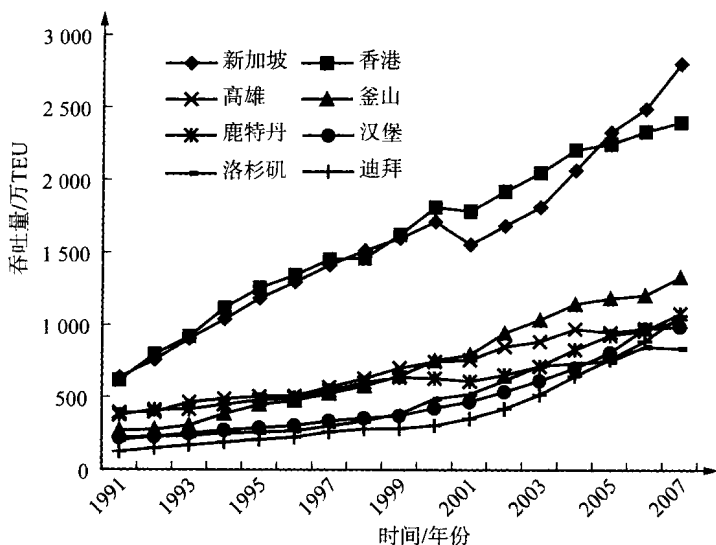


图 1-1 1991~2007 年世界主要港口集装箱吞吐量统计

为我国港口集装箱运输的迅速发展提供了先决条件,集装箱港口建设日新月异,沿海主要港口集装箱运输的航班数量及吞吐量迅速增长(图 1-2)。主要港口中,已基本形成华南以香港为中心、华东以上海港为中心、东北以大连为中心、华北以天津

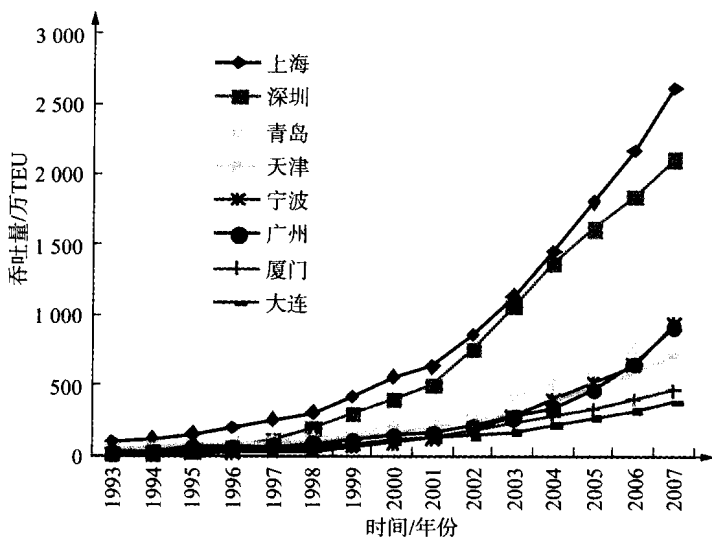


图 1-2 1993~2007 年中国主要集装箱港口吞吐量统计

为中心和中原地区以青岛港为中心的集装箱运输港口体系。在主要港口集装箱码头的设施和设备配置上,瞄准国际先进水平,采用先进的技术手段,立足国内,从实际出发,尽量提高装备的实用性、可靠性和先进性。集装箱运输相关政策、法律和法规进一步规范,港口软硬件环境不断改善。截至 2005 年底,全国港口万吨级以上的泊位已达 944 个,货物吞吐量突破 50 亿 t,集装箱吞吐量约 7 500 万 TEU (TEU 为 20 英尺标准箱),这两个吞吐量已连续三年位居世界第一。

1.1.2 集装箱运输需求与码头能力缺口矛盾凸显

为了适应国际集装箱运输的需要,集装箱船舶正向大型化方向发展。目前,容量为 7 000~9 000 TEU 的船舶正在投入运营,未来还将出现 10 000 TEU 的大型集装箱船。船舶的大型化给集装箱码头的规划建设、机械配置、装卸调度、堆场管理等带来了新的问题,需要深入研究。

20 世纪后期,生物、信息计算机网络、传感测试等高新技术取得了巨大进步,有力地推动了社会的发展。EDI、GPS 等技术大量应用到港口,促进了港口的发展,同时也给港口带来新的规划及管理问题。随着人口的增多,土地资源越来越昂贵,不可能无限制地扩大港口占地面积。在现有的土地规模下,如何挖掘潜力,改进港口规划与管理水平,提高港口吞吐能力,是港口领域面临的共同问题。

随着我国集装箱运输发展突飞猛进,上海港、深圳港的集装箱吞吐量均进入世界前五位的行列。但我国集装箱吞吐量快速发展的同时,许多港口码头能力严重不足的矛盾十分突出。以上海港为例:1998 年上海港集装箱码头通过能力 230 万 TEU,实际完成吞吐量 307 万 TEU;1999 年集装箱码头通过能力 322 万 TEU,实际完成吞吐量 422 万 TEU;2000 年集装箱码头通过能力 400 万 TEU,实际完成吞吐量 561 万 TEU;2003 年集装箱码头通过能力 850 万 TEU,实际完成吞吐量 1 128 万 TEU,集装箱码头长期处于超负荷运行状态(图 1-3)。2006 年 3 月,上海组合港管理委员会办公室在江苏省港口调研中,也发现了码头能力明显不足的问题(表 1-1)。摆在港口面前的重要问题是如何尽可能地提高码头作业效率,充分挖掘码头能力的潜力,以满足集装箱吞吐量增长的需求。

表 1-1 2007 年江苏省部分港口集装箱设计吞吐能力与港口吞吐量的比较 万 TEU

港口	设计吞吐能力	货物吞吐量	能力缺口
江苏省沿海沿江港口	427	437	-10
南通港	30	37.1	-7.1
镇江港	8	19.1	-11.1

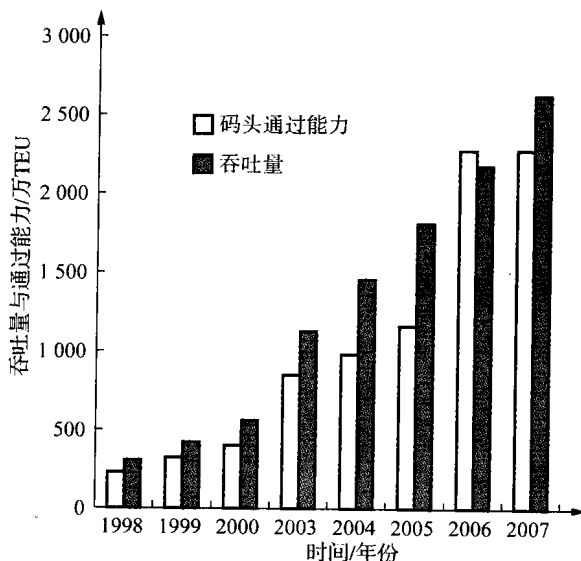


图 1-3 上海港集装箱码头通过能力与吞吐量比较

1.1.3 管理现代化是我国集装箱港口建设与发展的重要目标

近年来,我国集装箱港口建设和发展成绩有目共睹,但仍然存在一些无法忽视的问题:

(1) 港口功能不全、布局及结构不合理、港口功能扩展滞后于经济发展的需求等是中国港口建设面临的首要问题。港口物流中心的建设在国外已有近 30 年的历史,我国还处于初始阶段。目前尚未建成一批有影响的集装箱国际中转枢纽港。中国沿海不少港口多为支线港,存在总体规模小、港口水深不足等问题。

(2) 信息化管理水平落后。除少数大型港口外,计算机管理水平不高,装卸效率较低。近年来集装箱运输电子数据交换(EDI)系统虽有提高和完善,但仍未普及,也不规范。由于港口及其相关行业和部门的信息系统缺乏统一的技术标准和规范的数据传递格式,信息系统互不兼容,部门之间的信息难以共享,另外软件信息技术与外部网络衔接等方面仍存在较多问题,致使沿海港口信息技术的应用和服务滞后,不适应集装箱码头计算机应用、通信网络、数据标准化三者结合的发展趋势,难以满足港口发展的需求,与现代物流业的需求相距甚远。

(3) 物流成本过高。现代物流成本在美国、日本仅占全国 GDP 的 10% 左右,而我国约占 20% 左右,差距很大。我国以港口企业为中心向港口物流企业发展还处在初始阶段,港口经营以经验型、粗放式管理为主,港口生产管理中存在着环节

多、人员多、资源浪费等问题。

(4) 集装箱码头基础设施能力不足。一方面由于我国经济的迅猛发展使得集装箱吞吐量快速增加,超过港口设计能力;另一方面,我国大部分集装箱码头装卸机械效率低、装卸工艺尚不完善等原因也导致码头生产能力无法充分发挥。

现代港口之间的竞争不仅仅局限于港口硬件方面,更主要的是港口的信息化、现代化建设与应用水平。对我国港口来说,港口管理现代化还有着更加重要的意义,即缓解港口能力缺口。尽管我国港口近年来在加快建设新港区方面作出了巨大的努力并已取得明显成绩,但是由于码头工程规模大、建设周期长、码头能力的增加仍然滞后于需求的增长,能力缺口继续不断扩大。交通部副部长徐祖远指出:“全国港口生产能力仍然滞后于吞吐量发展,2006年设计通过能力不足实际吞吐量的90%;结构性矛盾突出,专业化集装箱码头泊位和一线库场不足,不能适应干线运输的发展。”面对强劲的港口吞吐量需求,对一个已建港口来说,如何在现有的设施、设备条件下,提高港口效率、服务水平及可靠性是缓解码头能力缺口矛盾的关键因素,这势必要求港口将管理现代化作为建设与发展的重要目标。

1.2 港口调度仿真研究的意义和目的

近年来,在我国主要枢纽港的集装箱码头、班轮等泊位的现象频频出现,集装箱泊位超负荷运行相当严重,有时甚至超过其设计能力的2倍以上。缓解港口供需矛盾,是许多集装箱港口面临的迫切问题。

港口调度工作是保证港口企业生产计划组织实施而进行的一系列部署、指挥、检查、督促、协调和平衡的总称。港口生产调度是港口生产运作管理系统的核心,其主要任务落实在港口生产调度岗位。港口生产调度工作质量直接影响到企业的经济效益,所以如何做好港口生产调度工作已成为港口生产经营是否成功的关键,其工作的优劣在很大程度上影响着港口的服务水平和服务能力。

随着我国经济的不断发展,集装箱码头资源日益紧张,码头运作管理变得越来越复杂,而我国大部分集装箱码头的生产调度却依然延续着过去陈旧的依靠经验的生产组织方式,这一环节的落后日益成为集装箱码头提高运输效率和运作能力的瓶颈。交通部在《公路水路交通科技“十五”发展计划》中将“港口生产作业优化与自动控制技术”作为“十五”公路水路交通科技发展的重点。由外延式向内涵式转变、由粗放型向集约型转变、由规模型向规模效益型转变,推动港口管理现代化,使集装箱码头组织运行更加高效、业务流程更加顺畅、资源配置更加合理,对我国集装箱码头而言,是符合科学发展观的切合实际的发展途径。

随着港口集装箱吞吐量的增长,码头管理人员普遍认识到,如果管理到位,港

口在设施、设备和信息技术等方面的投资效益将更加明显。从长远看,集装箱码头的岸线资源和资金投入都是有限的,需要码头经营者向资源管理要效益、向人员管理要潜力。先进的管理理念和业务流程,是迅速提高中国集装箱码头管理、实现与国际集装箱码头接轨的推进器。

因此,研究和采用先进的生产调度方法是我国集装箱码头管理现代化的关键,研究集装箱码头生产调度优化问题具有理论和现实意义。

1.3 研究内容

本书研究内容如下:

第1章说明了选择集装箱码头生产调度作为研究对象的意义和目的,提出了研究思路和技术路线。

第2章介绍了离散事件系统仿真的基本理论和方法。

第3章对BPR(过程再造)理论和调度优化理论的国内外研究现状进行了综述,BPR理论被提出后,在国内外得到了广泛的应用,但在集装箱码头的应用还比较缺乏。调度优化理论的方法很多,这些方法都有各自的优缺点,鉴于集装箱码头生产作业过程的特点,应用仿真技术解决这一NP-HARD[在计算机学科中,存在多项式时间的算法的一类问题,称之为P(Polynomial)类问题;而至今没有找到多项式时间算法解的一类问题,称之为NP(Non-deterministic Polynomial)类问题。有这样一类问题,对其中一个问题存在有效算法时,每个问题都会有有效算法。这类问题称为NP难题(NP-HARD或NPH)。迄今为止,这类问题没有找到有效算法。]问题有较好的适用性。随后进一步对仿真和仿真技术在港口生产组织优化中的应用进行了研究,指出了仿真技术应用于码头生产调度存在的一些问题及研究空白。这些问题及研究空白作为研究重点在本书随后的章节中进行了理论、方法和实证的探索。

第4章介绍了集装箱码头生产系统的特点和工艺流程,重点介绍了集装箱码头生产调度的过程和方法,分析了我国集装箱码头生产调度过程中存在的一些问题。

第5章中应用BPR理论,对基于BPR理论的多层集装箱码头生产调度过程的优化方法进行了研究。提出了多层过程的概念,识别了多层集装箱码头生产调度过程的三个层次,研究了多层集装箱码头生产调度过程的特征和性能指标。针对多层过程的特点,构建了一种过程步骤流图(PSFD)建模方法,提出了多层集装箱码头生产调度过程BPR优化的一般步骤和一般规则,为多层集装箱码头生产调度过程进行BPR优化提供了理论和方法指导。

在此基础上,第6章进行了多层集装箱码头生产调度过程BPR优化的实证研究,分别对第5章中提出的集装箱码头生产调度实施BPR的三个层次进行了分析,绘制了这些过程的步骤流程图(PSFD),结合基于BPR的集装箱码头生产调度过程优化的一般规则,分析了过程中存在的问题,提出了优化方法,绘制了优化后的过程步骤流程图(PSFD)。

实施BPR,信息技术是一个有力的工具,其中,建立调度决策支持系统可以帮助集装箱码头生产调度人员更科学地进行决策。为此,本书在后面的章节中对集装箱码头生产调度仿真系统进行了理论和方法研究。

集装箱码头生产调度过程具有微观、细致的典型特点,但在以往的研究中,对集装箱码头的细节描述比较粗糙,实体的行为进行了简化。为此,第6章中提出了集装箱码头微观分析仿真模型(CYMSM)的概念,比较分析了集装箱码头微观分析仿真模型(CYMSM)的特点,研究了集装箱码头微观分析仿真模型(CYMSM)的一般构建方法和流程。

第7章对集装箱码头微观分析仿真模型的理论与方法进行了研究。通过对经济系统微观分析仿真模型和道路交通微观分析仿真模型的研究发现,集装箱码头微观分析仿真模型具有自身的特点。在此基础上,提出了集装箱码头微观分析仿真模型(CYMSM: Container Yard Microanalysis Simulation Model)的概念,分析了集装箱码头微观分析仿真模型(CYMSM)的特点和适用范围,研究了集装箱码头微观分析仿真模型(CYMSM)的一般构建方法和流程。

第8章对集装箱码头生产调度微观分析仿真系统建立和开发的方法进行了研究。提出了集装箱码头生产调度微观分析仿真系统的功能和总体框架。对图形仿真和随机值产生的方法进行了研究。解决了集装箱码头生产调度微观分析仿真系统建立和开发的关键技术问题,给出了集装箱码头生产调度微观分析仿真系统的实体、活动、进程和事件,研究了事件的逻辑关系,识别了集装箱码头微观分析仿真系统的规则,提出了仿真结果的评价指标、调整触发因素和调整方法。

在理论和方法研究的基础上,第9章对集装箱码头生产调度微观分析仿真系统的开发进行了研究。以现代化集装箱码头为研究对象,以单船作业生产调度作为研究范围,研究内容包括港口生产作业的三个环节:码头前沿作业、水平搬运作业和堆场作业,开发了一个实用、直观、高效、可靠的可用于港口生产组织方案仿真、评价决策的仿真系统,用户通过对机械、作业方式等的分配和控制,形成各种调度仿真方案,模拟该调度方案下系统运行的全过程,获得能够指导决策的有效输出指标。该集装箱码头生产调度微观分析仿真系统开发已经完成,并已用于我国某集装箱码头,为该码头的生产调度决策提供了技术支持。

1.4 研究方法

主要从理论和实证两方面对集装箱码头生产调度过程的优化进行了研究,研究的技术路线如图 1-4 所示。

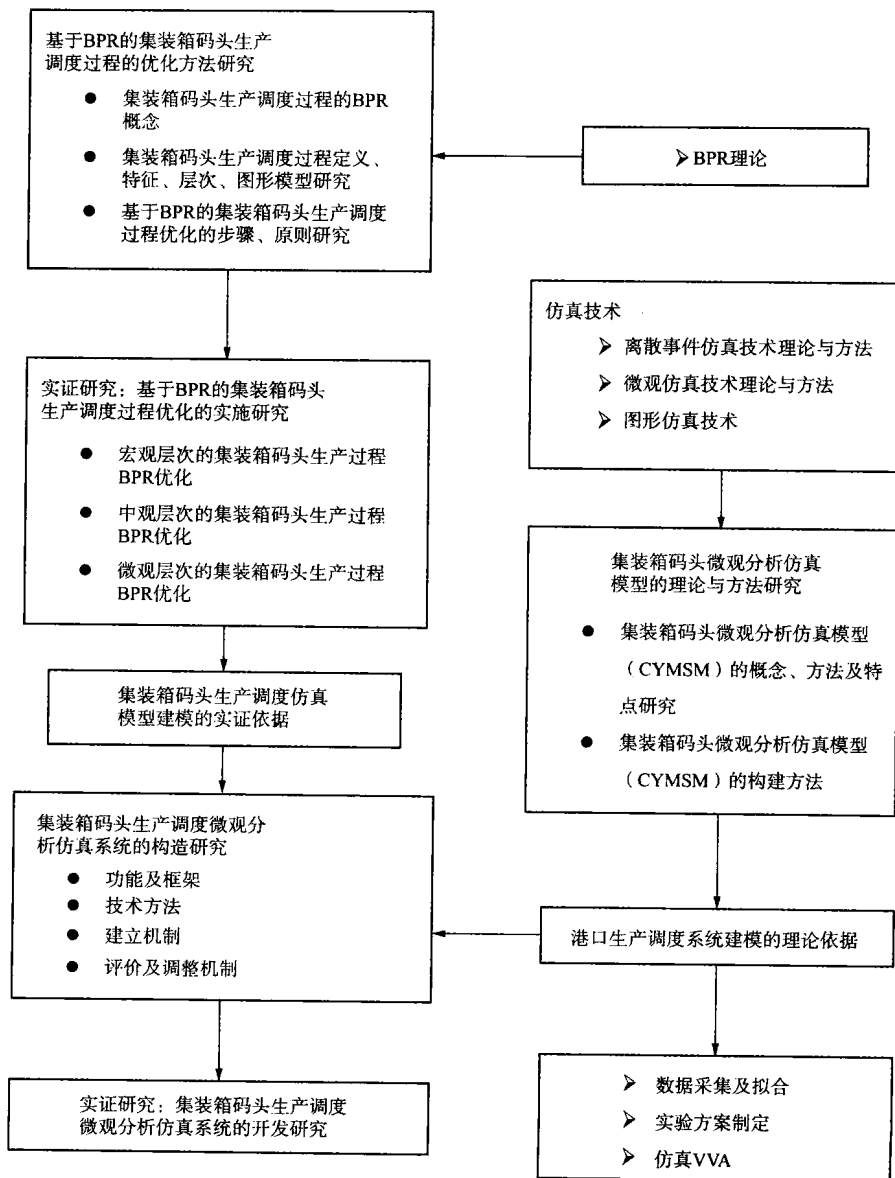


图 1-4 研究的技术路线