

集装箱码头管理丛书

集装箱码头控制优化管理

罗勋杰 樊铁成 著
马 孜 吕勇哉 审

Optimization Management of Container Terminals



大连海事大学出版社

集装箱码头控制优化管理

罗勋杰 樊铁成 著
马 孜 吕勇哉 审

大连海事大学出版社

© 罗勋杰 樊铁成 2010

内容提要

全书共分十章,基础部分包括绪论、码头物流系统及主要过程构成、过程控制及控制理论基础、系统建模及优化算法基础等,局部优化管理部分包括海侧泊位系统优化管理、堆场物流系统优化管理、水平运输系统优化管理、陆侧闸口系统优化管理等,最后是码头物流系统全局优化管理及系统实现等内容。

本书可作为高等院校、高职院校、高等专科学校、继续教育高等院校和中等职业技术学校相关专业学生用书,也可作为研究生学习用书或教学参考书,还可作为集装箱码头行业、物流 IT 行业等日常业务管理或系统设计的参考书,同时也可作为码头业务流程优化项目的参考资料和资深员工业务培训专用教材。

图书在版编目(CIP)数据

集装箱码头控制优化管理 / 罗勋杰, 樊铁成著. —大连: 大连海事大学出版社,
2010. 12

(集装箱码头管理丛书)

ISBN 978-7-5632-2506-4

I. ①集… II. ①罗… ②樊… III. ①集装箱码头—管理 IV. ①U656.106

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 245327 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路 1 号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连印刷三厂印装 大连海事大学出版社发行

2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 12

字数: 300 千 印数: 1~1500 册

责任编辑: 史洪源 版式设计: 海 韵

封面设计: 王 艳 责任校对: 高 炯

ISBN 978-7-5632-2506-4 定价: 30.00 元

前 言

随着我国改革开放 30 多年的发展,我国外向型经济发展模式取得了举世瞩目的成就,极大提高了我国经济实力和提升了我国在国际事务中的地位。国际远洋航运业特别是国际集装箱运输业,在各国国民经济发展中的地位和作用越来越突出;我国沿海港口城市“国际航运中心”的建设和发展,以及内陆大型城市的区域或国际物流基地(园区)建设,以及“无水港”的发展,正推动着“集装箱”这一先进运输方式飞速发展;物流和正在兴起的物联网的发展,已经吹响了下一次运输革命的号角。集装箱港口和码头是国际集装箱运输网络中的枢纽,是货运物流网络中的关键节点之一,是集装箱运输物联网发展的核心环节。

海上集装箱运输之父,美国人马尔康·马克林(Malcom Mclean)在 1955 年首先提出海洋运输采用集装箱方式,集装箱运输必须实现海陆联运的设想以来,远洋运输这一古老的行业,因国际集装箱运输的发展又一次焕发了青春。我国国际集装箱运输业和集装箱码头业自 1978 年 9 月 26 日“平乡城”轮由上海首航澳大利亚获得成功以来,得到了空前发展。港口集装箱吞吐量在 30 年来,每年以 25% 以上的速度递增。在世界集装箱吞吐量十大港口排名中,1970 年没有我国港口,1980 年只有中国香港排第三位,到 2007 年香港、上海、深圳、高雄和青岛等我国港口跻身其中,我国已成为名副其实的世界集装箱运输业的引擎!

随着集装箱港口业的飞速发展,我国集装箱运输业的人才培训和培养,也取得了较大进步,一些海事、交通、物流和港湾等大专院校也建立起了实验室、研究中心和相关本、专科专业,但就科研、培训和培养水平,以及港口业和码头日常的管理运行水平和技术创新水平,同世界发达国家和地区相比还有较大距离。目前世界级的码头跨国营运商,花费巨资建立了自己的业务和管理培训教材,一些国际专业协会组织和咨询公司也开发了系列集装箱码头、港口培训课程。硬件的世界一流,同软件的落后是目前我国港口发展的短板,也是未来中国港口国际化道路上必须逾越的障碍之一。如何实现由粗放型码头管理,向精细化管理转变,是目前港口码头业的主要课题,也是本书编著的重点。

作者自 2001 年开始在世界级码头集团跨国公司工作以来,有幸参加了大量的业务和管理培训,实地考察、学习和参观了世界各地的大型经典集装箱港口和码头,有很多心得和实际体会。同时参与了国内及国际一些大型港口码头的规划、设计、监造、启动、重组、日常管理以及现有码头系统优化项目,积累了丰富的资料 and 实践经验。这些资料和经验,构成了本书的一些基本内容。同时也促使我想编著集装箱码头操作管理、经营管理和优化管理等集装箱码头系列丛书,以便能同同仁们一起分享想法。

本人深知自己才疏学浅,同时也感受到集装箱运输业和科学技术的飞快发展,以及后起之秀的蓬勃生机、山外有山的远古道理。在本人第一本书《集装箱码头业务管理》1998 年第一版和 2002 年第二版共发行 23 000 册后,很多领导、同行、学生、读者和学校教师,提出了很多宝贵意见。借此机会,一并真诚致谢!

《集装箱码头控制优化管理》的框架基本以作者在大连海事大学自动化研究中心历经五年完成的博士论文为基础。借此机会,感谢东北大学顾树生教授、王建辉教授,大连理工大

学邵诚教授, 大连交通大学唐明新教授, 大连海事大学吕靖教授、郭晨教授、王兴成教授、于双和教授、胡英教授和田征教授等老师的无私帮助与指导, 以及田园、吴德峰、陈天飞、李爱国等师弟师妹们, 中国海洋大学的杨杰敏和上海交通大学电子电工学院的师弟师妹们的热情帮助。同时感谢上海海事大学真虹教授、武汉理工大学丁涛和林桦教授、武汉交通职业学院姬中英教授和胡艳君副教授、青岛港湾职业技术学院刘水国处长和刘祥柏教授等, 对本书框架提供了很多有价值的宝贵意见和建议。因篇幅所限, 有很多好主意、好观点、好做法和国内外码头目前现代化的做法, 没能在书中一一体现和包括, 将在个人 QQ: 1321408114 或 博客 seaterminal.blog.sohu.com 中与大家分享和交流。

本书由罗勋杰、樊铁成著, 拟定大纲和著了大部分内容, 其中第一章第三节由黄进编写, 第三章第二、三节由田园编写, 第四章第三、四节由李爱国编写, 胡艳君编写第二章第二、三节和第七章第一节, 刘祥柏编写第二章第一节和第八章第一节。本书最后由罗勋杰和樊铁成总纂。本书部分观点和算法模型还参考了有关学者的研究论文, 列于书后并在此一并致谢!

衷心感谢我的导师, 国际自控联合会 (International Federation of Automatic Control, IFAC) 前主席、上海交通大学特聘教授吕勇哉先生和大连海事大学自动化研究中心教授马孜博士, 感谢中国港口协会集装箱分会名誉理事长陈戌源先生、理事长陈立身先生和秘书长陈长庚先生的关心, 感谢上海国际港务集团的领导和同事们, 感谢青岛港集团焦广军副总裁和青岛 QQCT 的领导和同事们, 感谢原英国铁行港口 (P&O Ports) 高津华博士、招商国际刘云树副总裁、丹麦马士基码头 (APM Terminals) 原大中华区总裁 Richard Nilcosen 等无私帮助和对本书表示的极大关注, 以及深圳蛇口 SCT、赤湾 CCT 和盐田 YICT、广州港 GOCT、大连港 DCT、宁波港、厦门港、武汉港及天津港的同事和同仁们!

对本书不足甚至错误之处, 敬请专家、学者和同事批评斧正。

作者

2010 年 11 月于青岛

目 录

第一章 绪 论.....	1
第一节 集装箱码头优化管理产生背景	1
第二节 集装箱码头优化管理目的和意义	6
第三节 集装箱码头物流系统优化现状	10
复习思考题.....	22
第二章 集装箱码头物流系统构成及主要生产过程	23
第一节 集装箱码头及其特征	23
第二节 集装箱码头物流系统 (CTLS) 构成	25
第三节 集装箱码头物流系统的主要操作过程	29
第四节 集装箱码头物流系统优化体系及其指标计算模型	31
复习思考题.....	35
第三章 过程控制及控制理论基础	36
第一节 过程控制及其系统	36
第二节 控制理论和方法	38
第三节 智能控制.....	41
复习思考题.....	45
第四章 系统建模及优化算法基础	46
第一节 数学模型及数学建模	47
第二节 系统辨识与建模	51
第三节 优化理论和算法的发展	53
第四节 智能优化算法	55
复习思考题.....	63
第五章 海侧泊位物流系统优化管理	64
第一节 海侧泊位物流子系统优化管理现状	64
第二节 动态泊位安排优化 (DBAP)	66
第三节 船舶准班率优化 (SRP)	72
第四节 船舶配载优化 (VSP)	76
第五节 船舶作业桥吊 (QC) 调度优化 (QCDP)	84
第六节 提高泊位子系统效率及能力的途径	88
复习思考题.....	93
第六章 堆场物流系统优化管理	94
第一节 堆场物流子系统优化管理现状	95
第二节 堆场计划及箱位指派优化	97

第三节 堆场作业机械控制优化模型 (YOC)	110
第四节 提高堆场子系统效率及能力途径	114
复习思考题	118
第七章 水平运输物流系统优化管理	119
第一节 集装箱码头水平运输物流子系统优化研究综述	120
第二节 运输调度问题及其模型描述和求解算法	123
第三节 集装箱码头集卡动态调度优化模型 (DTDP)	126
第四节 码头集卡最短路径优化模型 (TRP)	131
第五节 提高水平运输子系统效率及能力的途径	136
复习思考题	136
第八章 陆侧闸口物流系统优化管理	137
第一节 闸口系统主要物流过程及其系统特征	137
第二节 陆侧闸口物流子系统优化现状	139
第三节 闸口在码头整体平面布局中设置优化	140
第四节 闸口车辆通道数量及配置优化模型	142
第五节 提高陆侧闸口子系统效率及能力的途径	145
复习思考题	147
第九章 集装箱码头物流系统全过程整体优化	148
第一节 码头物流系统整体优化现状	148
第二节 码头整体优化的全过程优化调度控制系统理论及方法	149
第三节 集装箱码头物流系统整体成本优化	153
第四节 集装箱码头日常作业全过程成本优化控制措施	157
第五节 集装箱码头系统整体运行效率优化	159
第六节 提高码头物流系统整体效率及管理的管理途径	165
复习思考题	167
第十章 结论及展望	168
附录 符号索引	170
参考文献	175

第一章 绪 论

以采购、生产、运输、装卸、包装、仓储的合理化和系统化,加工配送的一体化和信息管理的网络化为主要特征的现代物流,不仅成为企业竞争力的主要因素,而且还成为一个国家综合实力最重要的标志之一。现代国际物流大约 80% 是通过海运完成的,因此,没有发达的航运业就不可能有发达的国际贸易。现代物流要求货物能以不同的运输方式、在不同的物流节点实现无缝连接,以最低的成本、最短的时间实现货物在时间和空间上安全、准确地转移。由于具有运输速度快、装卸方便、机械化程度高、作业效率高、便于开展多式联运等特点,现代集装箱运输自 20 世纪 50 年代中期出现以来得到了蓬勃的发展。与此同时,全球集装箱码头业也得到了空前飞跃式的发展。但开始于 2008 年下半年的全球性经济危机,重创了全球国际贸易正常发展,各国贸易保护主义政策抬头,严重影响了航运业发展,为集装箱码头业提出了前所未有的挑战。

本章主要介绍集装箱码头物流系统优化产生背景、目的和意义,以及目前国内外研究发展现状及其应用状态和未来发展。

第一节 集装箱码头优化管理产生背景

1. 全球化经济发展带来集装箱货物量迅速增长

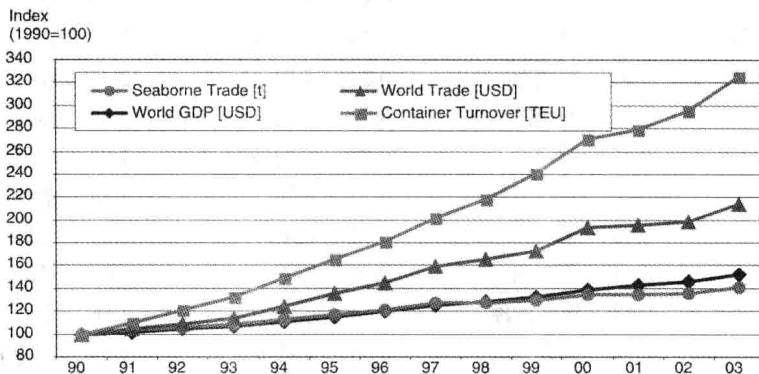


图 1.1 世界 GDP、国际贸易额、世界海运货量 and 世界集装箱货运量趋势图

随着全球经济的飞速发展,世界海运贸易额迅速增长。据统计,2006 年世界货物贸易量达到 97 亿吨,而 1990 年仅 60 亿吨。集装箱运输以其标准化,大容量,方便快速的优势,在国际海上货运中占据重要的地位。全球化经济的发展促使集装箱贸易迅速增长,过去 20 年海运集装箱货物的数量迅速膨胀。据统计,仅 1996 至 2006 年 10 年间,世界集装箱货物的年均涨幅为 10%,而世界货物贸易的年均涨幅为 5%。图 1.1 是英国航运分析机构 MDS Transmodal《集装箱贸易供需报告》中的世界 GDP、国际贸易额、世界海运货量和世界集装箱货运量趋势图。

2. 集装箱货运量近 30 年呈现高速增长

图 1.2 是世界货运量发展趋势图，20 世纪 90 年代以来，全球集装箱货运量的增幅位居所有货物榜首。

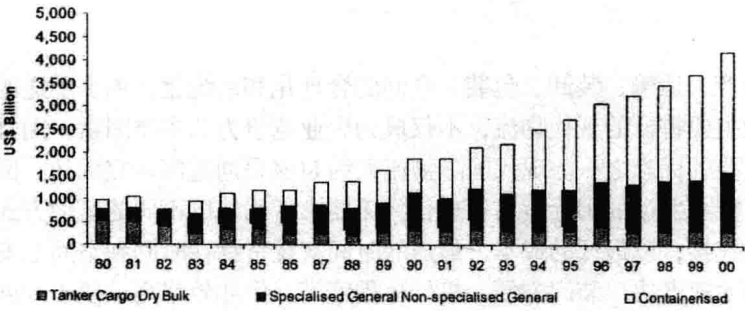


图 1.2 世界集装箱货运量比重及其趋势图（1980—2000）

3. 集装箱快速增长导致世界港口吞吐能力严重不足

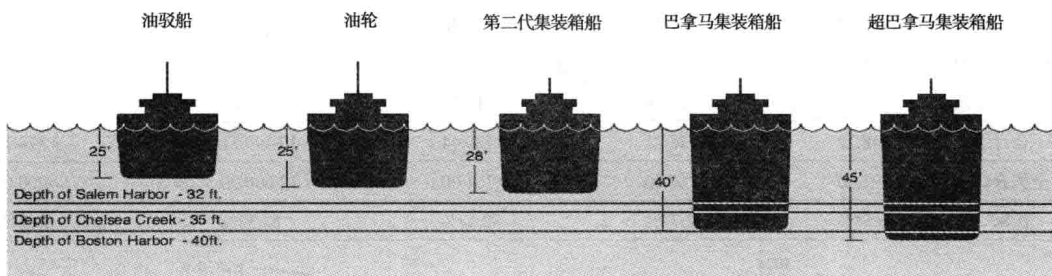
表 1.1 1970—2006 年全球 20 大集装箱港口排名及吞吐量

排位	1970	百万 TEU	1980	百万 TEU	1990	百万 TEU	2006	百万 TEU
1	纽约/新泽西	0.93	纽约/新泽西	1.95	新加坡	5.22	新加坡	24.79
2	奥克兰	0.34	鹿特丹	1.90	香港	5.10	香港	23.23
3	鹿特丹	0.24	香港	1.46	鹿特丹	3.67	上海	21.71
4	西雅图	0.22	高雄	0.98	高雄	3.49	深圳	18.47
5	安特卫普	0.22	新加坡	0.92	神户	2.60	釜山	12.03
6	贝尔法斯特	0.21	汉堡	0.78	洛杉矶	2.59	高雄	9.77
7	不来梅	0.19	奥克兰	0.78	釜山	2.35	鹿特丹	9.69
8	洛杉矶	0.17	西雅图	0.78	汉堡	1.96	迪拜	8.92
9	墨尔本	0.16	神户	0.73	纽约/新泽西	1.87	汉堡	8.86
10	提耳堡	0.16	安特卫普	0.72	基隆	1.83	洛杉矶	8.47
11	拉恩	0.15	横滨	0.72	横滨	1.65	青岛	7.70
12	弗吉尼亚	0.14	不来梅	0.70	长滩	1.60	长滩	7.29
13	利物浦	0.14	巴尔的摩	0.66	东京	1.56	宁波	7.07
14	科德角	0.14	基隆	0.66	安特卫普	1.55	安特卫普	7.02
15	哥德堡	0.13	釜山	0.62	费利克斯	1.42	广州	6.60
16	费城	0.12	东京	0.63	圣胡安	1.38	巴生	6.32
17	悉尼	0.12	洛杉矶	0.62	不来梅	1.20	天津	5.90
18	勒阿弗尔	0.11	吉达港	0.56	西雅图	1.17	纽约/新泽西	5.09
19	安克雷奇	0.10	长滩	0.55	奥克兰	1.12	丹戎帕斯	4.77
20	费利克斯	0.09	墨尔本	0.51	马尼拉	1.04	不来梅	4.45
前 20 合计		4.07		17.26		44.36		208.16
占全球箱量份额		75.88%		49.59%		52.41%		56.30%
全球合计		5.36		34.81		84.64		369.72

全球集装箱贸易持续增长造就了港口的吞吐能力危机，这已然成为对港口业的一大挑

战。根据有关机构的分析,预计到2011年世界主要港口的吞吐能力缺口将达8 520万TEU,其中68%的缺口出自欧洲和美国。过去10年全球集装箱港口运输量年均增长为7.7%,尤其是那些班轮挂靠频繁的港口很快就感受到需求增长带来港口吞吐能力不足的压力。目前全球拥有超过800个集装箱港口,总共有约2 400个集装箱船舶泊位和605 km长的码头岸线。理论上来说,许多国家的港口吞吐能力足够满足需求,但近期以及将来的需求增长将越来越集中到少数主要港口身上,因此它们中的大多数都将面临吞吐能力不足的威胁。表1.1是1970—2006年全球20大集装箱港口排名及吞吐量。

4. 集装箱船舶的大型化,对港口码头的能力和生产组织提出了更高要求



Resource: Boston region MPO transportation plan 2000–2025, pp 9-5

图 1.3 世界航运船舶船型发展及其趋势图

自1996年载箱能力6 000 TEU的“女皇马士基”号第五代集装箱船投入营运以来,到2000年已有35艘6 000 TEU及以上的集装箱船投入营运,其中最大的载箱能力为8 736 TEU的“马士基君主”号。2006年9月,丹麦马士基航运公司正式推出了14 500 TEU的“苏伊士级”超巨型集装箱船“艾玛—马士基(Emma Maersk)”。这种集装箱船的吃水在15.5 m,船宽56.4 m,船长397.7 m,载重是170 794 (DWT),航速是24.5 kn。这正好是目前船舶通过苏伊士运河的最大限度,称之为第六代的集装箱船。船舶的这种发展趋势对集装箱码头物流系统及其优化管理提出了更高的要求。为满足大型船舶作业需要,出现了超大规模的专业集装箱码头。码头物流系统向大型化、规模化、多功能、高效率、低能耗和自动化方向发展。

5. 集装箱港口从卖方市场,向买方(船方市场)转变,港口/码头间的竞争加剧

随着世界经济贸易的全球化,中国与世界经济的关系越来越紧密,世界港口吞吐能力的压力与全球贸易的需求也促使中国港口在短时间内迅速发展扩张。2006年吞吐量排名的全球十大集装箱港口中,前六名全部在亚洲,大中国地区有四家,即香港港、上海港、深圳港和高雄港。

随着集装箱港口的发展,港口间的竞争也变得越来越激烈,装箱港口从卖方市场,向买方(船方市场)转变。港口的竞争优势除了来自于港口的地理位置和腹地经济条件之外,港口的技术条件、作业效率和管理水平也是体现其竞争力的重要因素。要在新一轮的港口竞争中取得优势,必须使港口的物流作业系统化、合理化,为船舶的装卸提供一个良好的物流作业平台,而实现这一目标的唯一有效途径就是优化港口资源的分配与调度。

6. 中转比重在港口总吞吐量中稳步上升,枢纽港重要性越来越大

在港口总吞吐量增长的同时,如图1.4所示的中转比重稳步上升,因此枢纽港的重要性越来越大。国际航运中心建设和国际枢纽港的发展,正成为各国经济发展和大型城市建设的重要战略组成部分之一。

表 1.2 2002—2006 年中国十大集装箱港口排名及吞吐量

排位	2002	万 TEU	2004	万 TEU	2006	万 TEU	2008	万 TEU	2009	万 TEU
1	上海	861.20	上海	1 455.72	上海	2 171.00	上海	2 798.00	上海	2 500.2
2	深圳	761.37	深圳	1 361.52	深圳	1 846.80	深圳	2 140.00	深圳	1 825.01
3	青岛	341.00	青岛	513.97	青岛	770.20	宁波	1 122.60	广州	1 119.99
4	天津	240.80	宁波	400.55	宁波	706.80	广州	1 100.13	宁波	1 050.33
5	广州	218.00	天津	381.40	广州	660.00	青岛	1 032.00	青岛	1 026.24
6	宁波	185.90	广州	330.82	天津	595.00	天津	850.00	天津	870.35
7	厦门	175.40	厦门	287.17	厦门	401.87	厦门	503.46	厦门	468.04
8	大连	135.20	大连	221.12	大连	321.20	大连	450.27	大连	457.65
9	中山	62.00	中山	92.15	连云港	130.23	连云港	300.05	连云港	303.18
10	福州	48.15	福州	70.79	中山	117.34	营口	203.00	营口	253.73
合计		2 848.22		5 115.21		7 720.44		10 499.51		9 874.72
全国合计		3 721.00		6 180.00		9 361.00		12 600.00		12 200.00
份额		76.54%		82.77%		82.47%		83.33%		80.94%

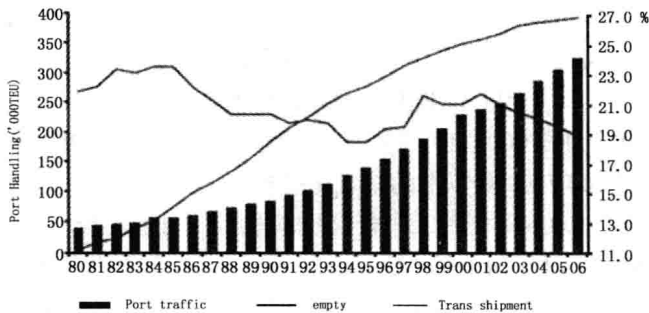


图 1.4 世界港口吞吐量及空箱和中转箱比重（1980—2006）

7. 港口物流系统信息化建设与发展，是提高港口码头竞争力主要手段
集装箱港口物流系统管理的信息化建设可以分为两个阶段。

第一个阶段是利用信息技术解决信息共享、信息传输，以降低人工和办公成本问题。以通讯技术、网络技术、感测技术、控制技术、计算机技术等为代表的现代信息技术的发展和广泛应用，使港口从传统手工业时代进入了一个崭新的信息时代。在这个层次上，可以不涉及或少涉及流程改造和优化的问题，信息系统的任务就是为决策提供及时、准确的信息。例如 20 世纪 80 及 90 年代，我国沿海一些先进的大型集装箱港口用无线电通讯代替了高频对讲机、使用了码头生产信息管理系统、EDI（电子数据交换）技术广泛使用、口岸实现了通关过程电子化等等，大大提高了信息管理和交换的及时性和准确性，节约料成本，提高料效率。物流信息技术的广泛应用更为码头物流的高效管理提供了基础和保障。

第二个阶段是港口将系统论和运筹学优化技术应用于物流的流程设计和改造，融合到新的计算机管理系统和管理制度中去。此层次的信息系统作用是固化新的流程或新的管理制度，使其得以规范地贯彻执行，并使物流在规定的流程中提供优化的操作方案，例如条码技术、射频技术（RFID）、图像识别技术（OCR）、全球定位系统（GPS）和地理信息系统（GIS）等技术的广泛应用都为集装箱港口内部物流高效运作提供了保障。通过码头计算机管理系统，集成堆场计划优化模型、车辆路线优化模型、最短路径模型、网络模型、资源调度分配模型

和定位模型，为最优路径选择和最佳运输任务分配和调度提供决策支持成为可能。

8. 经济危机给世界集装箱码头行业提出新的挑战

经济危机给世界集装箱物流行业带来严峻的挑战，集装箱船运公司面临全面亏损（图 1.5），大量集装箱船舶被闲置（图 1.6）。船公司是码头的客户，这种挑战和压力自然向下游传导给了码头业。要求码头业必须在货量下降，劳动力和能源成本不断上涨的压力下，压缩成本，提高效率，为船公司提供延伸和附加服务，共渡难关。

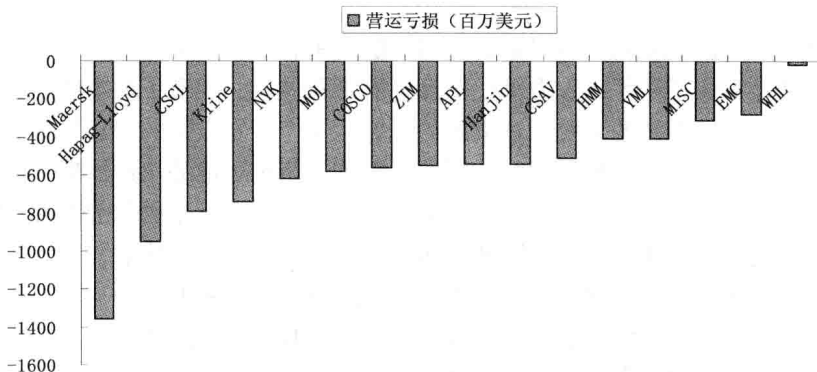


图 1.5 世界前 16 位船公司年度累计营运亏损（截至 2009 年 9 月）

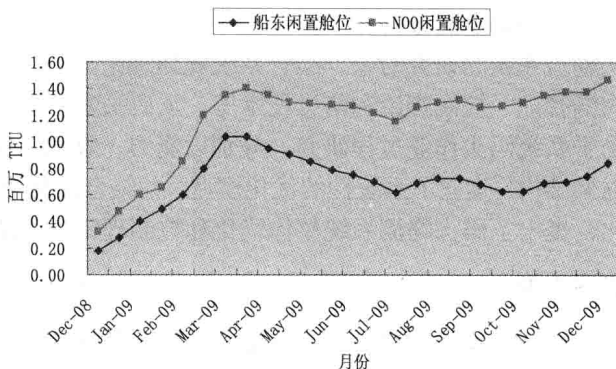


图 1.6 世界集装箱船队舱位及其闲置量（Dec 08 - Dec 09）

面临经济危机给港口码头行业提出的挑战和机遇，中国的集装箱港口现在虽然吞吐量在国际上暂时占据优势，但是要发展成为国际一流的现代化集装箱港口，保持持续长久的竞争力，还有很长的路要走。除了粗放外延型的硬件设施的大规模投资扩张建设，更要注重码头操作管理水平和信息化软件建设，来提高码头整体运营能力、效率和效益，走集约化内涵型可持续发展道路。

集装箱运输是一项复杂的系统工程，它是高效装卸的专业码头、快速周转的运输船队、四通八达的集疏运网络、功能齐全的中转站场，同时它也是一个由协调工作的口岸和监管部门等组成的规模庞大的专业化运输系统。合理地组织集装箱码头日常生产，可以提高港口的吞吐能力、码头的装卸效率、加速车船周转、降低货运成本、缩短货运时间、提高货运质量等等。目前集装箱码头和港口物流管理系统的信息化建设正处在第二个阶段，长期缺乏系统

化的适合集装箱码头物流操作管理的系统优化理论和建模方法的指导。特别是在经济危机仍在向纵深发展的当今世界,对港口码头业来将,码头物流系统优化理论和建模方法的研究,显得迫在眉睫。

第二节 集装箱码头优化管理目的和意义

一、目的

虽然很多大多数集装箱码头通过采购国内外的码头管理信息系统,或自行研发实时计划控制系统等,已经实现了从手工人力管理向计算机管理过渡,实现了基本的码头物流系统运行日常信息化管理。但码头的重要设备资源的配置,生产计划方案的制订,任务安排和调度以及设备路径优化等方面还大多采用经验管理。随着集装箱运输的快速发展,吞吐量大幅提高,船舶的大型化和码头规模的大型化,码头物流系统从一个简单的船舶装卸过程系统,演变成一个多作业线、多作业类型、多区域、多空间、动态和随机变化的复杂大系统,很多问题逐渐成为了码头物流系统日常管理中人工经验管理下不可逾越的鸿沟,如机械移动频繁,车辆运输拥挤,船舶压港时的泊位安排,堆场容量不足和堆场翻到增加,系统效率达到一定程度后的再提高,如何建立在系统生产运行过程中的成本控制等。

从目前码头系统运行管理的事后控制和运营决策凭借主观判断的现状,变为智能优化决策和事中或事前控制,是提高现有资源的利用率,提高码头的生产效率,减低码头运行成本,解决码头大型化带来的一系列问题的方向。

本书以集装箱码头物流系统为研究对象,结合系统规划理论、生产运行管理学、财务成本管理、运筹学、供应链管理、控制理论和信息技术等,从码头实际需要出发,通过对集装箱码头物流系统的四个子系统码头作业过程研究,分别以能力、效率、成本和质量为目标,构建了系统优化总体框架结构,建立了系统性的优化模型,并结合优化算法,求解优化方案,最后基于局部系统优化,提出了码头物流系统整体优化和控制理论和方法。

二、理论意义和实用价值

集装箱码头物流系统优化理论和建模方法的意义和实用价值表现如下:

1. 理论意义

针对的集装箱码头物流系统建立的包括系统控制要素、作业过程、宏观和微观系统优化问题、优化目标及其影响因素等项目的码头物流各子系统及整体优化框架体系,对目前本领域的研究起到规范和指导,减少研究的盲目性,对形成完备集装箱码头物流系统优化和建模的理论体系,具有一定理论价值。

从码头目前管理的现状和实际需求出发,以码头物流系统优化体系框架为基础,将各种建模方法和最新智能优化算法应用于解决码头物流各子系统的新工艺和新问题,发展了新的优化模型,对填补目前研究的空白点和难点,具有一定理论价值。

在系统成本优化和模型建立发面,将传统财务成本管理同集装箱码头生产运行管理相结合,建立了码头物流系统基于作业全过程的生产成本管理控制优化理论、模型及方法,研究具有一定的创新。

2. 实际应用价值

本书对于集装箱码头物流系统的优化理论及建模方法研究,对我国集装箱码头改进运营管理和提高决策水平有重要借鉴作用;书中针对新工艺和新问题的研究成果对目前大型国际集装箱码头运营商,也会具有很好的实际应用价值。本书中很多优化案例直接来源于码头日常管理的实际案例,其理论和方法可以直接应用于生产和系统管理实际。

在系统整体优化方面,以冶金和石化行业复杂工业过程全流程优化控制模型为蓝本,结合集装箱码头企业管理层次和物流系统的业务流程,建立的集装箱码头复杂物流系统全流程整体控制和优化模型,对提高目前码头实际全面预算管理、生产计划、作业安排和过程控制水平,以及推进目前码头计算机管理系统的发展具有一定的实际指导意义。

基于作业全过程的生产成本管理控制优化理论、模型及方法,在世界经济危机的今天,具有很强的现实应用意义和较大的应用需求,一些结论和方法目前已开始在个别码头投入实际应用,创造了较好的价值。

在本领域理论研究成果如何转化为实际生产力方面,即将各子系统的智能优化模型同码头现有计算机生产实时信息管理系统相结合,本书建立的集装箱码头生产智能优化与控制集成实时管理系统框架,推进目前码头计算机管理系统的发展和管理水平提高具有一定的实际指导意义。

三、本书的内容与结构

本书共分为十章,各章主要内容如下:

第一章为绪论,主要阐述论文写作的背景,在国内外集装箱码头物流系统优化研究综述之后提出了研究问题,最后陈述了本文研究目的、理论意义和实用价值,以及论文结构。

第二章对论文研究的对象,从集装箱码头及其特征,物流系统构成,主要工艺操作过程,以及系统运行评价指标体系等四个方面进行了分析,并建立了集装箱码头物流系统生产过程模型。

第三、四章讨论了系统过程控制控制优化理论和方法。概要介绍了过程控制及其系统发展,经典控制、现代控制、先进控制和智能控制的理论和方法,重点论述了优化理论和优化算法,GA、SA、TSA、ACA、PSO 和混合优化算法。

第五章讨论了海侧物流子系统的优化问题。在总结现有优化模型的基础上,分析了子系统的优化框架体系,发展了四个优化模型:

以船舶在泊时间最短为目标,结合桥吊配置的动态泊位计划优化模型(DBAP);

以船舶船期延误时间最短为目标,考虑桥吊配置和动态泊位计划的船舶准班率优化模型(SRP);

以翻倒率最低为目标的船舶配置优化模型(VSP);

以船舶作业时间最低为目标,结合桥吊装卸作业路分配和作业顺序安排的船舶作业桥吊调度优化模型(QCDP)。提出了提高SOS效率和管理途径。

第六章讨论了堆场物流子系统的优化问题。在总结现有优化模型的基础上,分析了子系统的优化框架体系,发展了三个优化模型:以船舶作业水平运输距离最短和各想去作业量均衡为目标的五天滚动动态堆场计划安排优化模型(DYAP);

以整体箱区作业量均衡和堆场内翻倒率最低为目标,基于混堆规则的堆场场箱位指派优

化模型 (YCPP) ;

以工班时期内完成全部堆场作业,其堆场作业机械 RTG 行走时间最短为优化目标的 RTG 优化调度模型 (YOC)。提出了提高 YOS 效率和管理的管理途径。

第七章讨论了水平运输物流子系统的优化问题。在总结现有优化模型的基础上,分析了子系统的优化框架体系,发展了以下优化模型:

以码头前沿和堆场内交通堵塞最少和完成船舶作业集卡总运行时间最短的多目标的集卡动态调度优化模型 (DTDM) ;

在桥吊“边卸边装”和集卡“重进重出”作业模式下,以完成船舶装卸作业的集卡空载行驶距离最短为目标的集卡最短路径优化模型 (TRP)。提出了提高 LTOS 效率和管理的管理途径。

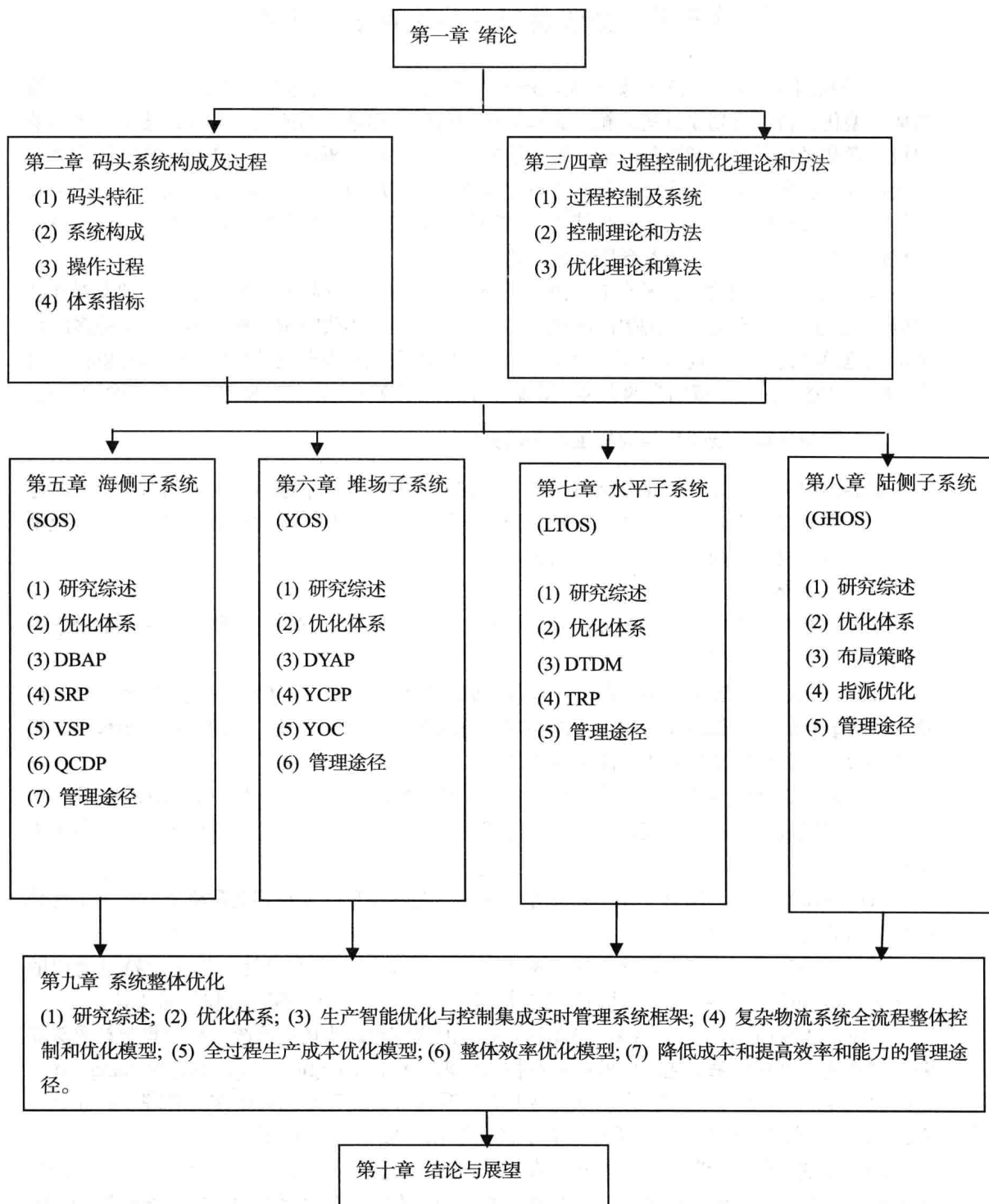
第八章讨论了陆侧物流子系统的优化问题。在总结现有优化模型的基础上,分析了子系统的优化框架体系,发展了两个优化模型:

以码头规模和堆场大小为依据的闸口在码头总体平面布局中的优化设置策略;

在比较了四种闸口车道数计算数学模型后,以一段作业期内开放的进场和出场车道总数最少为目标的闸口车道分配调度模型算法。提出了提高 GHOS 效率和管理的管理途径。

第九章讨论了码头物流系统的整体优化问题。在总结现有优化模型的基础上,分析了系统整体优化框架体系,提出了集装箱码头生产智能优化与控制集成实时管理系统框架,建立了集装箱码头复杂物流系统全流程整体控制和优化模型,发展了两个优化模型:基于作业全过程的生产成本管理控制和优化模型和整体效率优化模型。提出了降低系统整体成本和提高系统整体效率和管理的管理途径。

第十章是本书的总结,并对今后的研究问题与方向进行展望。



第三节 集装箱码头物流系统优化现状

由于我国经济发展与对外贸易交流的不断扩大和集装箱在运输中的广泛应用以及运输船舶大型化,合理规划设计集装箱码头和不断提高集装箱港口物流系统的管理技术已成为港口设计者和经营者必须解决的问题。港口研究方法主要有解析法(如排队论、系统优化法、系统仿真方法和仿真优化方法。解析法有比较悠久的发展历史,在实际中应用广泛。由于港口物流系统具有离散、动态、随机特性,采用数模方式进行定量分析非常困难,为此,系统优化仿真方法提供了一条更为现实有效地途径。

系统优化建模和仿真技术在港口码头系统上的应用,是伴随着模拟技术本身的发展和港口码头机械化、自动化水平的提高而深入的。20 世纪 90 年代特别是近几年,越来越多的系统优化建模和仿真成功地被应用于为集装箱码头物流系统的规划设计和营运管理提供决策信息。相关研究内容可以概括为两大类:微观日常运营环节研究和宏观装卸工艺系统设计研究。

一、微观日常运营优化与建模国内外研究综述

集装箱码头物流系统的主要运营环节发生在码头前沿、水平搬运、堆场和道口,因此运营环节研究可归纳为码头整体优化问题、资源配置和分派问题、运营环节局部问题,以及由于各环节运营效率不同而产生的瓶颈问题。

1. 码头整体优化问题

集装箱港口码头整体协调作业很重要,有些学者采用仿真方法进行研究,另一部分学者则运用解析方法进行研究。

GarridoRodrigo 等(2000)研究“集装箱码头运营的分析与建模”,提出模型工具,评价不同集装箱码头内部运作策略产生的影响。将内部运作分为 3 段:装卸、集装箱移动、集装箱堆放。该分析模型是基于排队论提出的。

F Kozan(2000)为了减少货物运输的费用,加速搬运,减少船延时,降低海运费,设计了一个网络模型分析了集装箱在港口的进程。该模型可视作评估多式联运码头的投资决策支持系统。

Peter Preston 等(2001)在不同资源条件和不同的集装箱运输调度策略下,建立了优化储存策略的海港系统模型。

荷兰的 VeekeH. P.M 和 Ottjes J.A.(2002)提出仿真模型设计,用于鹿特丹港口的 Maasvlakte2 的扩建。利用仿真对码头从初始研究到未来的运营和控制提供决策支持。

日本的 Kwashima 等(2003)研究基于需求的集装箱码头仿真系统,提出集装箱码头需要高效率的运营管理来优化国内外的海运物流处理。Mitsui Engineering& Shipbuilding Co., Ltd.(MES)开发的基于需求的集装箱码头仿真系统可模拟日常码头运作与管理。界面上可看到 3D-CG 仿真。相关数据来源于已存放的集装箱、堆场及船舶运作计划。

国内在港口营运状况研究主要有:真虹(1999)根据并行工程理论,开发了可用于港口生产调度 DDS 和评价港口生产调度 CE 改造原则的动态图形仿真系统;真虹、张婕姝等(2000)为上海外高桥一期开发了集装箱码头生产调度决策支持系统。鲁子爱(1999)把港口生产视为随机服务系统,建立了模拟港口营运状况的计算机仿真系统。Shabayek A.A.等(2002)利用数字仿真和排队论方法开发软件来仿真香港 Kwai Chung 码头运营,该软件能高度准确地