

硕士学位论文

(工程硕士)

基于随机前沿分析模型的集装箱码头
经营效率测度研究

**RESEARCH ON THE MEASUREMENT OF THE
OPERATION EFFICIENCY OF CONTAINER
TERMINALS BASED ON THE STOCHASTIC
FRONTIER ANALYSIS MODEL**

邱启亮

哈尔滨工业大学

2015 年 6 月

国内图书分类号：F270.7

学校代码：10213

国际图书分类号：658

密级：公开

工程硕士学位论文

基于随机前沿分析模型的集装箱码头 经营效率测度研究

硕 士 研 究 生：邱启亮

导 师：王东 副教授

副 导 师：邱钰伟 高级工程师

申 请 学 位：工程硕士

工 程 领 域：项目管理

所 在 单 位：深圳市大铲湾港口投资发展有限公司

答 辩 日 期：2015 年 6 月

授 予 学 位 单 位：哈尔滨工业大学

Classified Index: F270.7

U.D.C: 658

Dissertation for the Master's Degree of Engineering

**RESEARCH ON THE MEASUREMENT OF THE
OPERATION EFFICIENCY OF CONTAINER
TERMINALS BASED ON THE STOCHASTIC
FRONTIER ANALYSIS MODEL**

Candidate:	Qiu Qiliang
Supervisor:	Associate Prof. Wang Dong
Associate Supervisor:	Senior Engineer Qiu Yuwei
Academic Degree Applied for:	Master of Engineering
Speciality:	Project Management
Affiliation:	Da Chan Port Holdings CO. LTD
Date of Defence:	June, 2015
Degree-Conferring-Institution:	Harbin Institute of Technology

摘 要

在当前国内外海运业飞速发展背景下，各个集装箱码头竞争日趋激烈，如何提高经营效率已成为各个码头迫切需要解决的问题。本文在国内外集装箱码头经营效率测度模型研究的基础上，选取了生产法作为投入产出指标的设定方法，基于对数 Cobb—Douglas 生产函数构建了随机前沿分析模型（Stochastic Frontier Analysis, SFA），在对我国集装箱码头发展现状分析的基础上，通过我国 34 个集装箱码头的样本数据估计随机前沿生产函数，从“投入导向”角度对我国集装箱码头特别是 Y 码头的经营效率进行了测量。同时考虑到数据的可得性，从经营规模、管理能力、自动化效率和员工素质等角度对集装箱码头经营效率的影响因素建立了指标体系，并以泊位总长衡量经营规模，航线个数衡量管理能力，生产性停时占比衡量自动化效率，本科以上学历占比衡量员工素质，通过四个维度对影响经营效率的因素进行论证。

然后通过描述性统计分析、相关性分析和回归分析确立了各变量对集装箱码头经营效率影响的显著性，最后针对 Y 集装箱码头经营效率的影响因素提出相关对策和建议，以增强 Y 码头的竞争能力。本文所讨论的内容不仅为进一步研究集装箱码头经营效率的影响因素提供了条件，而且为集装箱码头公司提升竞争力、促进自身长远发展提供理论和实证支持，对于集装箱码头具有重大意义。

关键词：集装箱码头；随机前沿分析法；经营效率；影响因素

Abstract

The development of shipping industry among domestic and international are in a fast lane at present, the competition of container terminals are extremely hot. It is an urgent problem for each terminal how to improve the operation efficiency. The article is based on the operation efficiency measurement model of domestic and international terminals, production method is selected as default of investment and output, a stochastic frontier analysis model (SFA) is structured by Cobb-Douglas production function. The stochastic frontier production function is estimated by sample data from 34 container terminals among current development status in China. "investment-oriented" is the key factor to measure the production efficiency of container terminals, especially Y terminal. Considering the availability of the data, the system is set up by the effect factors of operation efficiency like from the business scale, management ability, automation efficiency and staff qualification. The operation efficiency is evaluated by the four factors. The business scale is measured by total length of berths, management ability is measured by route number, automation efficiency is measured by production accounting arrest, staff qualification is measure by bachelor digress.

The influence on container terminal operation efficiency by the four factors can be valued by descriptive statistical analysis, correlation and regression analysis. The content in this article provide the basic idea for further study in field of operation efficiency. There is also theory and fact in this article which improve terminal company's ability and long term strategy. Countermeasure and suggestion are proposed at the end of the article for Y container terminal, which enhance its competition ability. It is significant for container terminal company.

Keywords: operation efficiency, stochastic frontier analysis model, container terminal, influence factors

目 录

摘 要	I
Abstract	II
目 录	III
第 1 章 绪 论	1
1.1 研究背景和问题	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究问题	3
1.2 研究目的和意义	3
1.2.1 研究目的	3
1.2.2 研究意义	4
1.3 国内外研究综述	4
1.3.1 国外研究综述	5
1.3.2 国内研究现状	9
1.3.3 国内外研究评述	10
1.4 研究内容和方法	10
1.4.1 研究内容	10
1.4.2 研究方法	12
第 2 章 集装箱码头的经营效率测度模型构建	14
2.1 随机前沿分析模型构建	14
2.1.1 投入指标选取	15
2.1.2 产出指标选取	15
2.1.3 随机前沿生产函数	17
2.1.4 随机前沿分析模型的参数估计	18
2.1.5 随机前沿分析模型的有效性检验	18
2.1.6 随机前沿分析模型中经营效率的计算	19
2.2 影响因素对集装箱码头经营效率的计量模型构建	20
2.2.1 经营规模	20
2.2.2 管理能力	21
2.2.3 自动化效率	22
2.2.4 员工素质	23

2.3 本章小结.....	25
第 3 章 集装箱码头的经营效率实证分析	26
3.1 集装箱码头经营概况.....	26
3.1.1 规划分布概况	26
3.1.2 样本数据说明	29
3.2 集装箱码头经营效率的计算.....	33
3.3 集装箱码头经营效率的影响因素分析.....	37
3.3.1 描述性统计分析	38
3.3.2 简单相关分析	39
3.3.3 回归分析	39
3.4 本章小结.....	40
第 4 章 研究结果讨论及Y集装箱码头经营效率提升建议	41
4.1 研究结果讨论.....	41
4.1.1 集装箱码头经营效率研究结果讨论	41
4.1.2 集装箱码头经营效率影响因素研究结果讨论	41
4.2 Y集装箱码头经营效率提升建议	42
4.2.1 Y集装箱码头企业简介	42
4.2.2 研究结果对Y集装箱码头经营效率的提升建议	43
4.3 研究局限与展望	50
4.3.1 本研究的局限	51
4.3.2 未来研究展望	51
4.4 本章小结.....	52
结 论	53
参考文献	54
哈尔滨工业大学学位论文原创性声明和使用权限	59
致 谢	60
个人简历	61

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景和问题

1.1.1 研究背景

2013 年 9 月，习近平主席出访中亚四国时提出建设“丝绸之路经济带”的构想，号召中国企业促进产品出口、工程承包与劳务合作，在走出去中提升竞争力，不断开创高水平对外开放新局面。李克强总理在《2014 年两会政府工作报告》中也指出，要积极推进对外投资管理方式改革，健全金融、法律、领事等服务保障，规范走出去秩序，抓紧规划建设 21 世纪海上丝绸之路（指古代中国与世界其他地区进行经济文化交流的海上通道，由当时东西洋间一系列港口网点组成的国际贸易网），拓展国际经济基础合作新空间。另外，上海自贸区、广州南沙经济开发区、珠海横琴岛开发区、深圳前海现代服务业合作区也风生水起、崭露头角。随着“自贸区”、“一带一路”尤其是 21 世纪海上丝绸之路经济概念的开拓性建设发展，主要就是以发展港口为主，说明了有港才有城、有城才有贸易、有了贸易才有资金流、有了资金流才有金融。国内集装箱码头也迎来前所未有的高速发展期，各省市地区竞相规划、开发、建设新的集装箱码头工程。例如，福建省沿海的沙埕湾、三都澳、罗源湾、兴化湾、湄洲湾、厦门湾、东山湾等 7 个优良深水港湾正在大规模开发建设 10 万吨级以上泊位，而且已开通至“丝绸之路”沿线国家以及中国香港、台湾地区航线 102 条，完成集装箱货物吞吐量 210 万 TEU（Twenty-foot Equivalent Unit，国际标准箱单位，通常用来表示船舶装载集装箱的能力，也是集装箱码头吞吐量的重要统计、换算单位）。

虽然我国已形成了环渤海经济带、长江三角洲、东南沿海、珠江三角洲及西南沿海等区域性集装箱码头群体布局，但尚未建立差异化、分工有序的发展模式，经营效率参差不齐。同时受制于外贸与内需以及加工贸易产业放缓导致的出口显著疲弱，集装箱吞吐量业务增长率大幅回落，面临更为严峻的下行压力，主要集装箱码头增长率均跌至个位数，部分出现零增长甚至负增长。但这并未减缓集装箱码头实际投资项目的建设进度，集装箱码头的产能投放甚至迎来高峰，不少集装箱码头仍处于粗放型管理中，这势必会导致产能利用率和投资效用的进一步下降^[1]。综合来看，我国集装箱码头经营效率和效益有待发展，

也存在不少发展问题，主要存在的问题表现在：

(1) **重规模轻管理** 一些地方政府不顾实际需要和客观条件约束，盲目扩大集装箱码头投资规模，虽然在开发建设、企业整体发展质量和国有资产运营效率方面具有相对高的水平，但由于内外部的原因，至今没有形成与集装箱码头企业相适应的运作架构。区域范围内缺乏合理分工，重复建设严重，远未形成干线港、支线港、喂给港相互协调发展的有效合作局面。

(2) **恶性竞争** 由于仓储面积增长过快而业务量不足，各港口码头群间尤其是国有化成分高的集装箱码头，相互争夺货源，通过吞吐量、价格、投资以及优惠政策展开“恶性竞争”，直接降低了集装箱码头行业的合理利润水平。不仅造成资源浪费，而且进一步加剧港口间两败俱伤的局面。例如，2012 年盐田港物流的净资产收益率仅为 6.18%，整体盈利能力和资产运营效益与同行业先进水平相比仍有一定差距。

(3) **物流运作水平较低** 目前集装箱码头港区现有仓储物流企业利润主要来源于仓库租赁，从事物流链中的低端环节，操作业务也多采取合资经营方式，增值服务大部分还处在较低层次的水平。港口码头已向第四代码头升级，而后方陆域仍处在基础物流阶段，行业发展处在低端、分散、无序的同质化恶性竞争状态，行业集中度严重偏低，各企业经营手段绝大部分仍靠传统方式经营，信息孤岛，各自为政。与第四代港口发展相适应的现代物流产业和第四方物流尚未形成，这种不平衡、不匹配的现象，严重地影响了集装箱码头整体功能的充分发展，为了减少码头与后方产业的这种不匹配现象，我们必须打造供应链商务金融服务平台，促进港口物流业转型升级。

(4) **物流增值服务单一化** 我国集装箱码头物流增值服务比较单一，无法提供如货物的快速运输、实时跟踪查询、物流加工以及仓储、分拨配送、信息处理以及包括供应链解决方案、企业物流模式设计等，而且仓储、包装、配送、加工、信息服务等各种物流功能尚未集成化，货源腹地到港区的物流供应链还没有完全建立起来。供应链商务金融服务平台的基本功能是将货物从采购、运输、仓储、配送、分销等供应链各节点的活动信息化，实现集供需信息、业务流程、办公系统的无纸化，各节点信息传递自动化，物流方案最佳化，金融服务业务化于一体的电子商务服务平台，以达到绿色、高效、低成本、差异化的供应链服务。

(5) **商贸功能拓展不足** 我国集装箱码头商贸功能拓展不够，特别是诸如国际中转、信息服务、商展展示、离岸金融、驳船运输、船货代理、流通性加工等高附加值服务延伸不足，节点资源短缺、配置效率不高，未能形成较大

规模的覆盖上下游的临港产业链条。尤其是具有更大的经济效益，远远大于港口本身功能的港口商务、港口地产等业务发展不足，没有及时完善适合功能转化的港区商贸功能。

（6）发展软环境建设落后 我国港口法律制度不健全，宏观管理缺乏力度；市场机制不健全，管理水平急需提高；物流企业的服务内容和手段较为单一，竞争水平也较低；物流管理专业人才缺乏，尤其是高级物流管理人才更是紧缺。

1.1.2 研究问题

本人入职深圳市大铲湾港口投资发展有限公司以来，一直以广东区域内的项目为主，对本地区的港口码头项目相对比较熟悉的项目如湛江宝满港、霞山港；东莞虎门港、麻涌海昌码头、深赤湾码头、惠州荃湾煤码头等，不管从投资额度还是设备容量等都是优质的大型项目。降本增效为现代企业的管理原则，目前集团对标更多着眼于增效，设定对标指标也多为经营性指标，对于降本和管理性指标的关注则应当加强。近年来，原材料、人工成本上升影响很大，如何在这些不利因素存在的情况下降低成本，提高效益，一是积极利用信息化水平增强的优势，采取信息传输提高自动化水平，一方面提升了工作效率其次降低了大量的人工成本。二是设定标准操作值，如选取标杆值，以标杆值作为操作规则，提升效率。三是关注成本、费用消耗大户，提升节能环保意识，设定成本目标和费用目标，使预算管理 with 日常经营相结合。四是学习标杆单位的降本数据，设定符合集团的降本指标。

在这样的背景下，本文利用参数分析法——随机前沿分析理论（SFA）的研究方法和模型，通过我国集装箱码头 2010—2012 年间的面板数据估计随机前沿分析模型对各集装箱码头特别是 Y 集装箱码头经营效率进行测量，衡量各个集装箱码头在既定生产投入数量下生产要素是否得到充分利用。

1.2 研究目的和意义

1.2.1 研究目的

集装箱码头是一个货物的集散地和各种运输载体的换装点，是水运货物流动的“车站”，它是水路、陆路、铁路等运输的起点和终点。众所周知，集装箱码头多建设在距离内河或者海洋较近的地方，因此受水位、波浪、台风的影响较大，越来越复杂的开发建设运营不仅需要借鉴国外成熟的管理技术，同时

也要提高自身的管理能力。2012—2020 年是我国进一步转变经济发展模式的一个重要时期，也是我国集装箱码头从 1 亿 TEU 向 3 亿 TEU 跨越的非常时期，与我国经济发展实现“又好又快”相对应的是，集装箱码头发展要“又强又大”，从世界集装箱“大港”之国向集装箱“强港”之国迈进。在此过程中，资源与环境的约束对集装箱码头竞争力发展的影响将变得越来越明显。

因此，本研究的总体目标是运用科学合理的方法全面、系统剖析全球化和金融危机背景下的 Y 集装箱码头所面临的经营效率问题，并深入分析影响集装箱码头经营效率的成因，积极探索 Y 集装箱码头经营效率的提升途径和发展新思路，进而提出富有针对性的政策建议。

1.2.2 研究意义

集装箱码头经营效率的研究主要集中在国内部分沿海地区、上市码头等，范围较窄，尚未有针对国内普遍意义的集装箱码头进行的经营效率研究，对于各个集装箱码头研究分析集装箱码头竞争市场和产业布局非常不便，因此很难结合整体市场状况制定各自的发展定位；同时国际经验显示，集装箱码头投资大、沉没成本高、资源占用专属性强、产业链长，因此不能将集装箱吞吐量和码头规模发展速度，作为衡量集装箱码头规模和实力的唯一指标。片面追求吞吐量和发展规模，很难全面体现集装箱码头综合竞争力和区域经济服务能力，必须关注投入产出效益。

因此，本文通过全面剖析我国集装箱码头特别是 Y 集装箱码头的经营效率及其影响因素，找到 Y 集装箱码头在经营效率和影响因素相比于其他集装箱码头的优势和劣势，提出其所面临的机会和威胁，以此推动 Y 集装箱码头在竞争日益加剧的市场环境中注重经营效率，改进、提升劣势因素，保持、加强优势因素，充分利用现有的生产设施、设备以实现产出的最大化。本文的研究对我国集装箱码头特别是 Y 集装箱码头经营效率的提升，Y 集装箱码头公司长远发展战略的制定提供了重要的理论支持和参考依据，对其他集装箱码头经营绩效的提高也具有一定的借鉴意义。

1.3 国内外研究综述

Gustaaf D M. (1987) 指出物理学最早使用效率 (Efficiency) 一词，表征机械做功时输出功率与输入功率之比^[2]。此后，效率概念逐步被引进经济学，尤其是市场经济条件下各个主体更加重视竞争，效率也就成为经济研究中一直被关注的核心问题之一，也逐渐成为现实生活中人们经常使用的一个词汇。传

统的经济理论观点认为，经济增长主要依靠要素投入和生产率提高两个主要因素，其中短期内经济高增长可能只是要素投入的作用，但由于要素投入收益递减规则的存在，短期经济的可持续增长不能仅仅依靠要素投入，而应该通过提高生产率来获得^[3]。尽管如此，在不同的发展阶段、经济理论和经济环境中，人们对于效率的理解也千差万别。现在更多的研究理论是把全要素生产率的增长进一步分解为两个部分，即技术效率和技术进步^[4]，而早期学者则认为技术进步才是全要素生产率增长的唯一前因。

Cullinane K和Song D W（2002）根据研究主体的不同，将效率分为宏观效率和微观效率^[5]。Coto-Milla'n P和Banos-Pino J（2000）指出微观效率主要用于评估个人、企业和事业单位等微观经济主体的经济运行状况，一般是指在投入一定生产资源条件下是否使产出最大，或者在生产一定产出时是否成本最小，此时的“效率”也被称为“经济效率”（Economic efficiency）或“生产效率”（Productivity efficiency）；宏观效率则主要从宏观层面着眼，评价某个国家或经济体的各种资源是否得到了合理、有效地配置，此时的“效率”通常是指在不同生产行业或生产目的之间是否能够最大限度地满足社会的各种需求^[6]。随着研究的深入，企业效率涉及的基本概念除了总经济效率、经营效率、配置效率外，也精细化分为纯技术效率和规模效率，Leibenstein H（1966）还引入了X-效率^[7]，在此不再赘述。

1.3.1 国外研究综述

伴随着国内外学者对生产率和技术进步的不断研究，对经营效率的研究也不断出现。Antonio E et al（1951）开创了技术有效性的研究，他给出技术有效的定义：如果在不减少其他产出（或增加其他投入）的情况下，技术上不可能增加任何产出（或减少任何投入），则该投入产出向量是技术有效的，技术有效的所有投入产出向量的集合构成生产前沿面^[8]。英国剑桥大学经济学家 Farrell M J（1957）在其论文《生产效率度量》一文中最早从微观层面对企业的总经济效率（Overall Efficiency, OE），又称成本效率作出了具体定义，Farrell M J的总经济效率又可分解为与投入、产出相关的经营效率（Technical Efficiency, TE），又称技术效率，以及在既定的要素价格下与要素使用量相关的配置效率（Allocative Efficiency, AE），经营效率与配置效率之和则为总经济效率^[9]。Farrell M J进而从投入的角度完整提出了生产前沿面概念并进行经营效率的度量研究，Yen-Chun W和Mark G(2010)进一步研究Farrell M J的理论时认为，经营效率是指按照既定的要素投入比例条件，假设外部生产技术和市场

价格短时间内保持不变，生产一定量产品所需的最小生产成本与实际生产成本的比值^[10]。

Leibenstein H则不是从成本角度而是从产出角度着眼，认为经营效率反映的是在相同的投入规模、投入数量、投入比例及市场价格条件下，实际产出量与所能达到的理论最大产出量的比率水平。Lau L J和P A. Yotopoulos (1989)则提出相对技术效率的概念，认为在相同的投入规模、投入数量、投入比例及市场价格条件一定的情况下，如果一个企业的产出高于另一个企业，那么它具有较高的技术效率^[11]。综合以上定义，我们可知经营效率用来衡量生产者利用现有技术获得最大产出（或投入最小成本）的能力，经营效率介于 0 到 1 之间，1 表示经营效率最佳，即在现有技术条件下，生产的实际产量等于最大可能的边界产量。前沿面生产函数在技术发生进步时，会向上方向移动，移动的结果是经营效率很高的生产单位又将面临如何提高经营效率的问题^[12]。自此，各国学者主要从理论方面和经验方面对技术效率进行研究：理论方面主要侧重于技术效率的测算也即前沿面的确定方法，揭示技术进步、技术应用与产出增长之间的关系；经验研究则集中于用不同的方法对企业、行业和区域进行微观和中观层面上的技术效率测算进而分析差异并提出相应的政策建议。

Farrell M J采用线性规划模型建模思想，构建了用于测量双因素投入、单因素产出的企业技术（非）效率与规模（非）效率的前沿生产函数模型，以多投入单产出情形为例，假定有 M 个决策单元，每个决策单元有 N 个投入变量，第 i 个决策单元的多投入单产出数据集合为 (X_i, Y_i) ，则可以得到多维空间相应的一个平面，其前沿面则是一个浮于各样本点之上的凸边界，表示生产者的实际生产活动接近其生产可能性边界的程度，即反映了现有技术的发挥程度和有效利用程度。整个构造的生产前沿面是由这 M 个平面所围成的凸多面体^[13]。

Farrell M J.的原始模型是生产前沿面研究的雏形，此后更多的学者投入到这方面的研究中来。Farrell M J起初并不是通过数学参数模型来确定产出与投入之间的定量关系，而是通过图形表示。T J coelli (1996) 从既定产出下投入最小化（投入导向）的角度用两种投入一种产出的图示方法，将Farrell M J经营效率和配置效率的基本概念直观表示如图 1-1 所示： X_1 为劳动力投入， X_2 为资金投入， Y 为产出，单位劳动力投入 X_1/Y 用横轴表示，单位资金投入 X_2/Y 用纵轴表示， AA' 为单位等成本曲线， OP 是在规模收益不变下的企业规模扩张线， SS' 线是单位等产量线，由各样本相对较低点的投入用线性规划技术构造的Farrell M J前沿面。 P 、 Q 、 Q' 为不同生产单元的样本点，我们可以利用样本点与有效生产单元组成的等产量曲线 SS' 的位置来估算各单元的技术（非）效率和配置

（非）效率，例如P点表示的生产单元的技术非效率就用 QP/OP 来表示，代表该单元要达到技术有效产出可减少的投入要素比率；P点表示的生产单元的技术效率 $TE(P) = OQ/OP = 1 - QP/OP$ ，P点表示的生产单元的配置效率 $AE(P) = OR/OQ$ 。若样本企业处于Q'点，即在前沿面SS'上但不在规模扩张线OP上，则该生产单元技术效率为最优但配置效率为非最优，存在配置非效率。RQ代表了投入点从技术有效配置无效点Q，移动到技术和配置均有效的Q'时，所能减少的成本。若样本企业处于Q点，即规模扩张线OP、等成本线AA'和前沿面SS'的交点，则该企业的经营效率和配置效率均为最优，Q为技术有效单元。若样本企业处于R点，即在规模扩张线OP上，但不在前沿面SS'上，则该企业配置效率为最优但技术效率为非最优，存在技术非效率，则R代表非经济有效单元。若样本企业处于E点，即既不在前沿面SS'上，也不在规模扩张线OP上，则该企业配置效率与技术效率均为非最优，存在技术非效率和配置非效率^[14]。

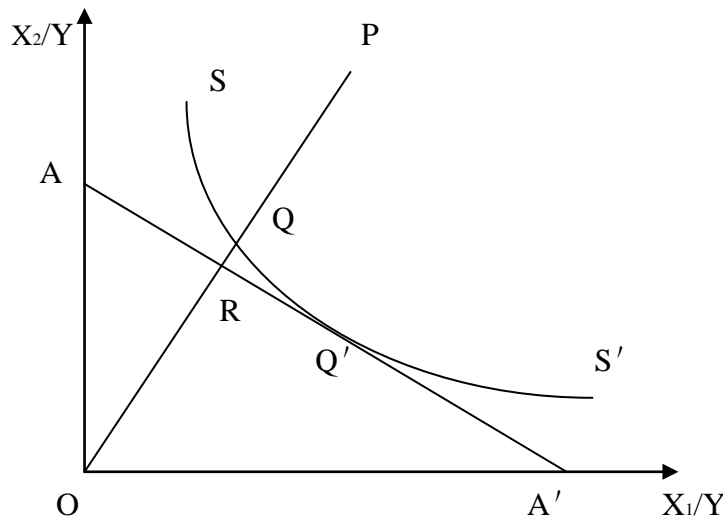


图 1-1 Farrell M.J.模型直观图^[14]

从上述微观效率概念的分析可以看出，经营效率和配置效率虽然在研究角度上有所区别，但在内涵意义上却相互紧密联系，二者本质上都是如何最有效的利用投入实现产出。从原理上看，经营效率是实现配置效率的前提和基础，也是生产效率研究的基础。

码头主要为航商、货主以及江海陆运输提供服务，其服务的复杂性特点导致很难用单一的绩效指标来衡量经营效率，国外较早就开始关注码头，认为码头效率是一个国家实现国际竞争优势的重要因素。De Monie G.提出了传统的分析集装箱码头生产率的方法，也重点关注一些如每台吊机单位时间内生产箱数，泊位停靠船舶数等生产指标。Notteboom T et al(2000)等学者基于贝叶斯随机前

沿模型 (Bayesian Stochastic Frontier Model) 对 36 家欧洲集装箱码头和 4 家亚洲集装箱码头进行了效率层面的研究^[15]。Sachish A(1996)用码头的实际吞吐量与最优吞吐量的比值作为衡量码头经营效率的指标^[16]。W K Talley(1988)建议以经济最优吞吐量作为衡量码头绩效的指标, 因为由于公路、铁路、航空等交通的高速发展, 实际上使得传统意义上的码头腹地不复存在^[17]。他还利用多重指标分析澳大利亚码头业的经营效率, 发现多指标绩效评价有时会出现一部分绩效指标改善而另外一些绩效指标恶化的情况, 这时则很难判断总体效率变动情况。如果进一步使用每单位美元利润的码头货物吞吐量的单一指标衡量码头绩效, 则单一指标方法克服了多指标衡量的不足。Cullinane K和Wang T F(2006)和Teng-Fei W和Dong-Wook S(2003)等对世界最大规模的 25 家码头分别运用数据包络分析 (Data Envelope Analysis, DEA) 方法和SFA方法进行生产率的度量, 发现两种结果之间有较强的相关性^[18,19]。

此后的几十年间, 对生产前沿面的研究层出不穷, 根据是否需要预设具体的前沿函数形式 (生产函数、成本函数、利润函数等) 并估计其相关参数, 用于经营效率测度的前沿分析方法主要有两大类: 非参数方法 (Non-parametric estimation method) 和参数法 (Parametric estimation method)^[20]。其中, 非参数方法以DEA为代表, 最常用的有平衡计分卡(BSC)、无界分析法(Free Disposal Hull, FDH) 等。与非参数法不需要估计生产函数的形式相对, 生产前沿面研究的参数方法沿袭了传统的生产函数估计思想, 由于其确定或构造的具体生产函数形式含有参数, 因此首先需要估计位于生产前沿面上的函数参数, 从而才完成前沿生产函数的构造。参数方法则以SFA为代表, 其它方法均可在这两种方法基础上进一步修正^[21]。

SFA方法的核心思想是把残差项分解为两部分—随机误差项 v 和无效率项 u , 但在计算中需要给出 u 的分布。实证中, 对 u 的分布假设最常用的有三种: 半正态分布 (half-normal)、断尾正态分布 (truncated normal) 和指数分布 (exponential), 此外还有Gamma分布, 但比较少用。Otieno R.K et al(2011)指出由于一般的回归估计无法对复合误差项进行估计, 因此计算中通常采用最大似然估计法^[22]。目前可以比较方便的计算SFA的软件主要有: Frontier Version4.1 软件程序中的“frontier/xtfrontier”模块。目前最常使用的参数前沿面方法: 线性回归法/ SFA及其两种变形——自由分布法 (Distribution Free Approach, DFA) 和厚前沿分析法 (Thick Frontier Approach, TEA)。鉴于SFA非常依赖于 u 的分布假设, 并且不同的假设往往会得出不同的结果, DFA在SFA的基础上采用了不同的区分随机误差项和无效率项的方法, 其假设在一定的时间段内, 每个企

业的效率是稳定、变化不大的，即随机误差在一段时间内的平均值为零。因此首先在面板数据中，采用一些断尾方法去掉一些极值，以便使随机误差项平均值为零后，每个企业的无效率可由这段时间内该企业的残差平均值与位于前沿面上的企业的残差平均值的距离表示。

1.3.2 国内研究现状

对码头客观的绩效评价有助于正确认识码头的行业定位，明确战略发展方向^[23]。黄博文（2012）指出国内学者大都利用传统研究方法对于停靠在码头的船舶生产效率进行分析，由于码头经营者和船舶公司利益诉求不同，经营效率衡量指标也不尽相同^[24]。而且主要以集装箱码头产出作为考察指标，而较少顾及投入产出效益，评价难免不够全面^[25]。因此，综合考虑码头合理的投入分配，以期获得最佳产出的能力，实现对投入最小化或产出最大化有效程度即对经营效率的度量逐渐成为集装箱码头绩效评价的主体方向^[26]。

国内学者庞瑞芝和李占平（2005）、匡海波和陈树文（2007）利用DEA法，以码头泊位长度和泊位数量为投入指标，吞吐量作为产出指标测算分析了我国沿海码头 1999—2002 年的生产率，他们认为我国集装箱码头效率不平衡，存在严重投入拥挤与资源浪费现象^[27,28]；匡海波通过分析上海港、深圳港等八大主要码头的经营效率，认为应增加桥吊数量和泊位长度，同时要加大基础设施的投资力度；杨华龙(2005)选取泊位长度、桥吊数量、集装箱吞吐量等作为输入输出指标，通过建立定量分析模型对八大主要码头的生产率进行测度和排序^[29]；陈军飞等(2004)应用DEA法选取总资产、流通股股数等指标作为输入指标，每股收益、净利润等作为输出指标，通过分析我国 15 家上市水运码头公司 2002 年年报数据，对综合经营效率进行了评价^[30]。吉阿兵（2005）运用极效率模型，首先对所选择的世界主要码头进行初步的DEA评价，然后对高效率码头再利用极效率DEA模型进行评价，从而区分出高绩效码头之间效率的差异^[31]。郭辉（2005）运用贝叶斯SFA模型对我国和世界一些集装箱码头的效率进行了评价，认为我国集装箱码头经营效率整体水平低于世界其它码头，而且得出了码头规模与生产效率的正向相关关系，即码头规模越大，其生产效率越高^[32]。陈春芳和宗蓓华（2008）针对设施、设备等投入因素，采用SFA方法分析了上海港公用集装箱码头经营效率，认为上海港经营效率水平整体呈逐年递增趋势，但进步幅度有所下降^[33]，进步率对其产出增长的贡献较大^[34]。

1.3.3 国内外研究评述

目前，参数法和非参数法皆是基于生产前沿面理论的两类效率测度的有效方法，但刘大熔(1994)指出我国集装箱码头经营效率的研究还很有限，一般使用单一的DEA非参数法，较少采用SFA参数法，而且对影响因素的定量分析不充分^[35]。而Shephard R W指出SFA法在国外码头经营效率的研究中已逐渐被学者认可，并对经营效率的提升发挥着越来越重要的作用^[36]。参数法中的代表方法SFA和非参数法中的代表方法DEA在实证分析中应用十分广泛且使用频率最高，在经营效率实证分析中都有各自的优缺点，故在此只对相关文献中所研究的SFA和DEA作为相互比较的对象进行总结。具体为以下表 1-1 所示的几个方面：

表 1-1 SFA 与 DEA 方法的比较

因素指标	参数法 SFA	非参数法 DEA
原理	通过经济计量方法估算相关的边界函数参数，再进行效率值的估算；其特点在于需事先设定生产函数的形态以及函数残差项分布等若干假设 ^[37]	将投入与产出利用数学规划的方法找出被评估单元的生产前沿包络面，计算个别生产单元观察值与前沿包络面的距离，对生产单元进行相对有效性评价
需要预设函数形式	是	否
有随机误差项	是	否
对样本的要求	对样本数量要求较严格，需要较大数量的样本	对样本数量要求较低 ^[38]
对投入产出的约束	可以处理多投入一单产出，单投入一多产出问题，较难处理多投入一多产出问题	处理多投入一多产出问题 ^[39]
结果显著性检验	显著性检验较为方便	不能检验结果的显著性；由于不包含随机误差项，结果离散程度较大

1.4 研究内容和方法

1.4.1 研究内容

本文利用参数分析法——SFA 的研究方法和模型，通过我国集装箱码头

2010—2012 年间的面板数据估计随机前沿分析模型和相关参数，并对集装箱码头的经营效率进行测量，然后通过文献综述和相关案例研究，确定我国集装箱码头经营效率的影响因素和衡量指标，并通过回归模型分析各个影响因素对我国集装箱码头特别是 Y 集装箱码头经营效率的影响显著水平。然后通过 Y 集装箱码头的经营效率及其影响因素研究结果与其他集装箱码头进行对比分析，得出 Y 集装箱码头在行业竞争中的优势和劣势，在此基础上，进而针对性的提出 Y 集装箱码头经营效率改进和提升的相关建议，从内部挖掘潜力，从而避免了以外延方式去增加投入来实现 Y 集装箱码头产量增长的困局。本文主要的研究框架和内容如下：

首先为“绪论”，该部分简述我国集装箱码头行业发展概况，提出研究的背景和问题，以及引入随机前沿分析方法对集装箱码头进行经营效率测量的理论意义和现实意义；对国内外的研究现状进行介绍并评述，同时叙述分析了经营效率研究中前沿面分析法相关理论中的非参数法和参数法，并将非参数法——DEA 和参数法——SFA 进行比较，确定论文研究内容、研究方法和研究思路。

其次为“集装箱码头的经营效率测度模型构建”，本部分首先通过选取对数柯布一道格拉斯生产函数建立相应的 SFA 计算模型，选择确定投入产出变量；同时通过文献综述和 Y 集装箱码头的案例研究，分析确定了影响集装箱码头经营效率的主要因素和相应的衡量指标。

第三部分为“集装箱码头的经营效率实证分析”，本部分首先根据前文所建立的随机前沿分析模型，通过我国集装箱码头 2010—2012 年间的面板数据估计随机前沿生产模型各个参数，然后根据确定的随机前沿生产模型测量计算各个集装箱码头特别是 Y 集装箱码头的经营效率。最后根据前文所选取的经营效率影响因素衡量指标，将经营效率计算结果和影响因素衡量指标进行回归分析，进而得出各个因素对集装箱码头经营效率的影响显著水平。

论文的最后为“研究结果讨论与 Y 集装箱码头经营效率提升建议”，本部分根据前文集装箱码头经营效率的测量结果，以及经营效率影响因素回归分析结果，针对 Y 集装箱码头经营效率的影响情况，分析得出 Y 集装箱码头竞争的优势和劣势。提出 Y 集装箱码头经营效率可改进提升的空间和相应的策略建议，最后简要归纳本文的研究结论，提出其局限性和现实指导意义，并展望未来的研究方向。

本文研究的技术路线见图 1-2。

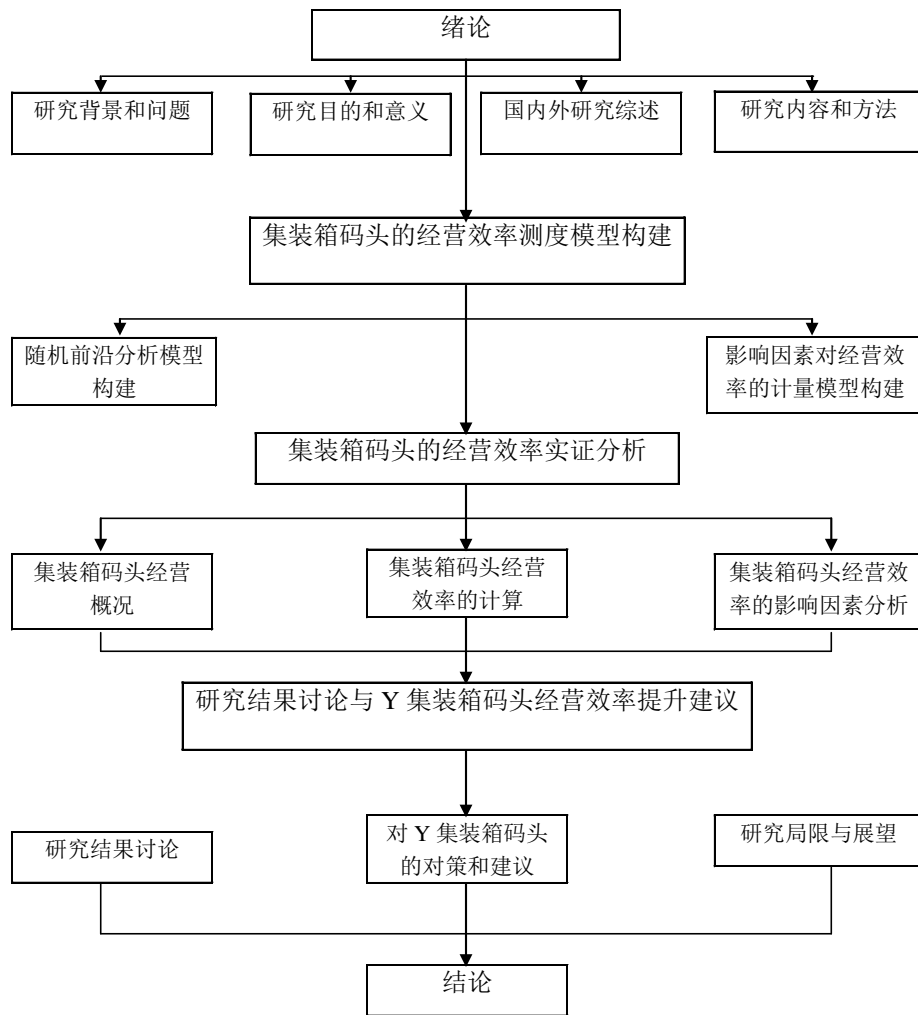


图 1-2 本文研究的技术路线图

1.4.2 研究方法

在对集装箱码头经营效率的诸多研究方法中，SFA 考虑了随机产生的误差对经营效率带来的影响，直接剔除无法控制的外在因素，更加符合集装箱码头生产运营中的实际情况，而且在其他领域也获得了广泛的应用，因此本文采用 SFA 作为研究方法的主要原因如下：

(1) **外部因素的影响** 政府政策的特殊性、腹地的经济发展水平等对集装箱码头的投入和产出量的影响较大，且这些因素是集装箱码头运营企业自身无法控制的。SFA 双误差结构中的随机误差项能将无法控制的这些因素很好的融入进前沿生产模型，使得前沿面可以随着样本点的不同而不同，这样就可以

避免统计误差对效率的影响，使前沿生产模型计算得出的经营效率结果更能反映集装箱码头生产运营的实际情况。同时还能将不能控制的因素对效率的影响从效率值中剔除掉，这样大大改善了估计的结果；DEA 中所有的经济单位共有一个固定的前沿面，不考虑运气成分、数据问题或其他计量问题引起的随机误差。而进行经营效率实证分析时，将不可控因素和统计误差也归为非效率，忽略了样本点之间的具体差别，显然不符合实际生产运营的情况。

（2）SFA 模型应用普遍 近年来，国外学者更倾向于选用 SFA 模型来进行经营效率的分析，例如在银行业、保险业、农业等各领域亦多采用 SFA 模型测度和分析经营效率。相比而言，国内学者对集装箱码头经营效率的研究大多采用 DEA 方法，方法过于单一，故本文试图运用 SFA 模型使得我国对集装箱码头经营效率的研究方法多元化。

（3）多投入单产出的条件约束 本文选用集装箱码头吞吐量作为经营效率测度模型的产出变量，符合 SFA 易处理多投入一单产出的条件约束，且本文实证分析中所选的面板数据包含 34 个有效观察值，亦满足 SFA 模型需要较大数量样本的严格要求。

第 2 章 集装箱码头的经营效率测度模型构建

目前,国际上研究集装箱码头经营效率的方法已逐渐摆脱会计指标分析法,而转向更为复杂、更为精确,同时也更加符合经济学概念的前沿面分析法,该方法被广泛的用于企业间的大规模兼并重组及业务多元化的效率测量。

2.1 随机前沿分析模型构建

在经济学生产理论中,生产函数描述的是生产过程中的投入要素的数量与产出之间的技术水平。换句话说,对于给定的生产要素和产出品价格,要求选择投入物的最优组合,在适度的经济规模下充分发挥生产技术和经营管理水平以使总产出达到最大^[40]。因此,张璐(2009)指出生产函数表达的是投入与产出的最佳关系,但在以生产函数为基础的实证分析中,实际生产过程并不全是在最优状态下进行,人们总是直接使用实际产出(如总产值)和投入(如资金、劳动力)数据进行生产函数的常规拟合(如回归估计),这就存在着正的或负的误差,经验分析中估计出来的实际上是平均生产函数,只能反映“平均”意义上的投入产出关系,并不是我们想反映的最优技术利用水平概念,与理论假定中的生产函数的定义相悖离。前沿生产函数(Frontier Production Function)也称为边界生产函数,是对一个经济系统最优生产行为的描述,经营效率的测定需要借助前沿生产函数,其与生产前沿面有着密切的联系。与平均生产函数相对,“前沿”反映经济学中“最优”的概念,由于实际值可以直接观测到,因此度量经营效率的关键是前沿面的确定,所以生产前沿面理论的产生与发展在经营效率理论中尤为重要^[41]。

自Farrell M J提出效率测度的前沿分析法以来,测定效率的研究文献大量涌现。Fujita M和Mori T(2005)指出前沿分析方法可以测量每一个生产要素的相对效率值与改进空间,首先将有效率的生产要素连接成前沿,任一点与前沿的差距就是无效率的值^[42]。SFA是一种衡量企业效率的常用方法,最初包含两个误差项的模型基本形式是:

$$y = f(x; \beta) \exp(v - u) \quad (2-1)$$

式中 y ——企业的产出;

f ——前沿生产函数;

x ——企业生产要素投入数量的向量;

β ——反映企业技术水平的待估参数向量；

v ——误差项，用于描述统计误差的白噪声， $v \sim N(0, \sigma_v^2)$ ；

u ——误差项，用于表示企业技术非有效性的非负随机变量。

v 和 u 相互独立，Fare R和Lovell C A K（1978）分析了 u 服从半正态分布和指数分布两种情况，当 $u=0$ 时，表示企业的生产状况处于随机生产前沿；当 $u>0$ 时，表示企业的生产状况低于随机生产前沿^[43]。在ins文件中，如果只进行效率估计则选ERROR COMPONENTS MODEL，如果要在估计效率的同时分析影响因素，则选TE EFFECTS MODEL。

2.1.1 投入指标选取

现代集装箱码头产出的关键很大程度上依靠精密的机械设备和信息技术而非密集的劳动力、土地，由于集装箱码头所面临的竞争越来越激烈，企业实现以最小的投入获得最大的产出的目标变得越来越紧迫，集装箱码头是依靠对劳动力和设备的有效运用。因此，确定投入产出指标对集装箱码头经营效率分析非常关键，一般的生产企业相对比较容易确定投入和产出变量。现有的国内外文献采用间接法和生产法两个角度来选取集装箱码头的投入产出指标，间接法通过财务数据做为投入产出指标间接评价经营效率，生产法则认为集装箱码头是服务的生产者，因此需要把各种基础设施作为投入，而吞吐量等作为产出。表 2-1 中总结了近年来在集装箱码头经营效率研究中的相关文献（有的文献采用 DEA 方法，故有多项输出变量），选取基础设施设备如桥吊和堆场轮胎吊的数目、劳动力数量、泊位总长以及堆场面积等作为投入变量指标。考虑我国集装箱码头生产作业装卸设备的实际情况并结合数据的可得性，本文选取装卸船桥吊或其他机械台数作为资本投入变量，在岗职工人数作为劳动投入变量。

2.1.2 产出指标选取

集装箱码头的吞吐量、码头设备和服务需求量密切相关，无疑是集装箱码头产出水平的最重要、也最被广泛认可的生产指标，因为它直接与集装箱码头的生产组织和管理服务水平密切相关，因此是评估码头经营规模和投资水平的重要依据，也是衡量经营效率最准确和最容易处理的指标。同时也是对不同集装箱码头进行比较时，衡量相对规模、投资大小或经营水平的重要依据。由于我国各集装箱码头公司财务数据的相对保密性，本文没有将各个公司历年的各种产出以资本的形式作为考虑，而采用集装箱吞吐量（单位为 TEU）作为产出

变量，而装卸船桥吊或其他机械台数、在岗职工人数作为投入变量，变量选取也满足 SFA 方法要求多投入一单产出的约束。投入产出指标总结如表 2-1 所示。

表 2-1 集装箱码头经营效率的投入产出指标总结

作者	投入变量	产出变量
Notteboom 和 Coeck(2000)	泊位长度	集装箱吞吐量
	码头面积	
Jose T (2001) ^[44]	集装箱泊位个数	集装箱吞吐量
	起重机数量	船舶工作效率
	拖轮数量	
	堆场面积	
	船舶等待时间	
	港口员工数	
Valentine V F 和 Gray R (2001) ^[45]	泊位总长度	集装箱吞吐量
	集装箱泊位长度	总的货物吞吐量
Cullinane 和 Song et al.(2002)	堆场面积	集装箱吞吐量
	装卸机械数量	
Cullinane 和 Teng-Fe et al.(2003—2006)	码头面积	集装箱吞吐量
	桥吊数量	
	堆场起重机数量	
	跨运车数量	
杨华龙和任超等(2005)	码头面积	集装箱吞吐量
	码头 CFS	集装箱吞吐量年均增长率
	桥吊数量	
钟铭和吕媛媛(2007) ^[46]	泊位水深	集装箱吞吐量
	桥吊数量	
	堆场面积	
陈春芳和宗蓓华(2005)	桥吊数目	集装箱吞吐量
	堆场轮胎吊数目	
	堆场面积	
张璐(2009)	泊位水深	集装箱吞吐量
	桥吊数量	
	堆场面积	
	在岗职工人数	
林黎(2011) ^[47]	泊位水深	集装箱吞吐量
	装卸机数量	
	堆场面积	

(1) 集装箱码头的装卸船桥吊或其他机械台数的多少体现了装卸效率，直接决定了船舶在泊位上有效逗留时间的长短，这些都是船公司选择码头的一个重要依据。

(2) 由于具备专业知识、业务技能的现代化集装箱管理人才可运用先进的管理模式和管理手段实现集装箱码头的高效作业运营，集装箱码头的产出主要依靠对人力资源的有效运用，因此选取在岗职工人数作为劳动力投入变量。

本文投入产出指标变量如表 2-2 所示。

表 2-2 投入产出指标变量说明

变量名称	描述
劳动投入变量 L	在岗职工人数
资本投入变量 K	装卸船桥吊或其他机械台数
集装箱吞吐量产出变量 Y	集装箱吞吐量

2.1.3 随机前沿生产函数

集装箱码头的经营效率水平与企业目标密切相关，从增长源泉的角度分析，产出的增长是要素生产率提高和要素投入量增加综合作用的结果，而要素生产率的提高又归结于经营效率改进的作用和技术进步的作用。因此，本文设定各个集装箱码头的主要经营目标是投入最小化和产出最大化。

前沿生产函数的具体形式有对数柯布一道格拉斯 (Cobb—Douglas) 生产函数和超越对数生产函数两种，柯布一道格拉斯生产函数的具体形式为 $\ln Y = \ln K + \ln L$ ，数据排列形式是 $\ln Y$ ， $\ln K$ ， $\ln L$ ，自变量个数为 2；超越对数生产函数的数据排列形式是 $\ln Y$ ， $\ln K$ ， $\ln L$ ， $\ln K * \ln K$ ， $\ln L * \ln L$ ， $\ln K * \ln L$ ，自变量个数为 5，其具体函数形式为：

$$\ln Y = \ln K + \ln L + \ln K * \ln K + \ln L * \ln L + \ln K * \ln L \quad [48] \quad (2-2)$$

本文所采用的前沿生产函数的具体形式为对数柯布一道格拉斯函数，考虑集装箱码头自身因素和由数据问题、运气成分或其它计量所引起的随机误差因素，根据不同的标准，可以将随机前沿模型分成不同种类。其中，在实证研究中应用比较广泛的是正态指数模型和正态一半正态模型，本文采用的是正态一半正态模型。

为方便说明，假设随机前沿生产模型 (SFA) 的具体表示形式如下：

$$\ln(y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(L_{it}) + \beta_2 \ln(K_{it}) + v_{it} - u_{it}, \quad (i=1,2,\dots, I) \quad (2-3)$$

式中 y_{it} ——第 i ($i=1,2,\dots, I$) 家企业在第 t 年的产出;

L_{it} ——第 t 年的该企业劳动要素的投入向量;

K_{it} ——第 t 年的该企业资本要素的投入向量;

$\beta_0 \sim \beta_2$ ——分别表示待估参数;

v_{it} ——白噪声, $v_i \sim iidN(0, \sigma_v^2)$; v_{it} 和 u_{it} 相互独立;

$u_{it} \geq 0$ ——表示技术无效率项。

$u_{it} = \beta(t) * u_i$, $\beta(t) = \exp\{-\eta * (t-T)\}$; $u_{it} \quad u_i \sim iidN^+(0, \sigma_u^2)$ 。

2.1.4 随机前沿分析模型的参数估计

如果使用普通最小二乘法 (OLS) 估计模型 (2-2), 除截距外的其它参数可以获得一致估计量, 但截距估计量将是下偏的, 而且不能计算企业的经营效率, 因此, 不能使用 OLS 方法, 而应使用最大似然法 (Maximum Likelihood) 去估计该模型^[49]。在上述的分布假定之下, 模型 (2-2) 的对数似然函数是:

$$\ln L(y|\beta, \sigma, \lambda) = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{\pi \sigma^2}{2}\right) + \sum_{i=1}^I \ln \varphi\left(-\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^I \varepsilon_i^2 \quad (2-4)$$

式中 y ——企业的产出向量;

β ——待估参数向量;

σ ——样本标准差;

λ ——似然比;

ε_i ——复合误差项, $\varepsilon_i \equiv v_i - u_i = \ln y_i - x_i' \beta$;

$\Phi(*)$ ——标准正态分布随机变量的累计分布函数。

黄森和蒲勇健 (2010) 指出根据最大似然原理, 求 (2-3) 式一阶导数并令其等于 0 就可得到各参数的估值量^[50]。但是, (2-3) 式一阶导数是高度非线性的, 难以直接算出各参数估计量的显式解, 因此, 在实际应用中, 常常需要借助迭代优化等数值计算技术来计算各参数估计量的数值解。

2.1.5 随机前沿分析模型的有效性检验

Battese G E 和 Coelli T J (1988) 研究发现, 以 $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ 和 $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$

(0,1) 可以来重新表示对数似然函数^[51]。 γ 被称为变差率, 它具有重要的含义。当 γ 接近 1 时, 意味着随机误差的影响可忽略不计, 此时主要由于技术无效率

项导致样本与前沿边界的偏差；当 γ 接近于 0，意味着不存在技术无效率效应，此时技术无效率项的影响可忽略不计，主要由于随机误差因素引起了样本与前沿边界的偏差，意味着偏离都是由白噪声产生的^[52]。当 γ 在 0 和 1 之间，意味着随机误差和技术无效率项共同决定着偏差。

在随机前沿分析模型中，因为 $\gamma = 0$ 意味着技术无效率项不存在，即前沿函数无效。因此，Battese G E 和 Coelli T J (1992) 指出可以依据变差率 γ 是否等于 0 来判断前沿函数是否有效，常用的检验方法是对前沿函数进行单边误差似然比检验 (LR test of the one-sided error)^[53]。随机前沿分析方法并不要求前沿函数中的所有待定参数估计值都通过显著性检验，但必须通过 LR 统计检验，即其变差率 γ 必须不等于 0，这样就可证明前沿函数对样本有足够的解释力度，即前沿函数是有效的^[54]。

假设 θ 为前沿函数的待估参数，检验的备择假设是 $\gamma > 0$ ，则零假设 $\gamma = 0$ 可视为对这些参数施加的约束条件^[55]。假设 θ_0 是约束条件下 0 的最大似然估计，则 θ_1 是无约束条件下 0 的最大似然估计。假设 $L(\theta_0)$ 和 $L(\theta_1)$ 分别是在这两个估计处的似然函数值，其似然比 $\lambda = L(\theta_0)/L(\theta_1)$ 属于区间 (0, 1)，且其单边似然比检验统计量 LR 可表示为：

$$LR = -2 \ln \lambda = -2[\ln L(\theta_0) - \ln L(\theta_1)] \quad (2-5)$$

2.1.6 随机前沿分析模型中经营效率的计算

在随机生产前沿分析中，企业 i 的经营效率（即 X—效率）值 TE ^[56]，一般可定义为： $E(y_i|u_i, x_i)/E(y_i|u_i=0, x_i) = TE_i$ ，以 (2-2) 式的随机生产前沿模型为例，则有：

$$TE_i = \exp(-u_i) \quad (2-6)$$

从上式可知，企业的经营效率值 TE 取决于一个不可观测的随机变量 u_i ，要计算 TE ，必须先估计 u_i ^[57]。在 y_i 给定条件下， u_i 的条件概率密度函数为：

$$P[u_i|y_i] = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(u_i^* - u_i)^2\right) \bigg/ \Phi\left(\frac{u_i}{\sigma}\right) \quad (2-7)$$

其中， $u_i^* = -(\ln y_i - x_i\beta)\sigma_u^2/\sigma^2$ ， $\sigma^2 = \sigma_v^2\sigma_u^2/\sigma^2$ 。Aigner D J. et al. (1977)^[58] 推导了 u_i 的估计量 \hat{u}_i ，即：

$$\hat{u}_i \equiv E\{u_i | y_i\} = u_i^* + \sigma_* \left[\frac{\phi(u_i^*/\sigma_*)}{\Phi(u_i^*/\sigma_*)} \right] \quad (2-8)$$

其中， $\phi(*)$ 是标准正态分布的概率密度函数。因此，在估计完随机前沿模型的有关参数之后，根据（2-6）式将获得 u_i 的点估计量 \hat{u}_i ，将其代入（2-8）式中，则可算出企业 i 的经营效率估计值 TE_i ，即 $TE_i = \exp(-\hat{u}_i)$ 。

Coelli 和 Battese（1988）提出了经营效率的另外一个点估计，即：

$$\hat{TE}_i = E\{\exp(-u_i | y_i)\} = [\Phi(\frac{u_i^*}{\sigma_*} - \sigma_*) / \Phi(\frac{u_i^*}{\sigma_*})] \exp\{\frac{\sigma_*^2}{2} - u_i^*\} \quad (2-9)$$

（2-8）式和（2-9）式的计算结果存在一些差异，（2-9）式虽然不是一致估计量，但比（2-8）式具有更小的均方误差，所以（2-9）式是目前能从截面数据中得到的最好估计量，本文研究倾向于使用（2-9）式。

2.2 影响因素对集装箱码头经营效率的计量模型构建

前沿分析方法自提出以来逐渐发展成为现代效率研究与测度的主导方法，很多学者不仅仅局限在对经营效率的数值大小进行测算及比较，而开始从影响经营效率的因素进行研究。Liu Z（1995）指出常用的方法是先估计随机前沿函数，测算出每个企业的经营效率，再用回归方式分析企业的管理水平、所有权结构等影响因素对经营效率的影响，这也是最早的对经营效率影响因素进行的分析^[59]。

经营效率作为一个反映集装箱码头经营水平、管理能力和技术投入有效利用程度的一个重要指标，必然受到内部、外部等各种因素的影响。目前国内学者对集装箱码头经营效率的影响因素的研究成果还不多，但影响因素的选择必须直接或间接作用于模型中的投入（如生产技术和经营管理、服务技术水平的发挥），才能使集装箱码头分析模型更具针对性和可靠性。因此，影响因素的选择必须考虑资本和人力两方面投入的作用，而且可用量化指标来衡量且易获得。

2.2.1 经营规模

集装箱码头的经营规模与经营效率的关系具有不明确性，规模只是可能影响效率的因素之一。理论研究中，张璐（2009）使用码头的泊位长度来衡量经营规模，使用随机生产函数对内陆码头的经营效率进行计算和比较，发现码头

规模大小对码头效率具有很高的解释性。Coto-Milla'n 则运用随机前沿成本函数（Stochastic Frontier Cost Function）分析了 27 家西班牙码头的面板数据，以评估其经济有效性，提出码头规模对其经济性的解释并不明显的结论；Cullinane 和 Song 同时采用截面数据和面板数据，利用 SFA 模型对亚洲主要的 50 家集装箱码头效率进行了研究，认为较大吞吐量的码头有更好的绩效表现。实践中，例如 Y 集装箱码头依托优越的自然、区位优势，利用深圳经济特区的政策优势，多次乘势而上扩大经营规模，不仅先后投资建设了中港区一、二、三期和大铲湾一期集装箱码头。而且，实施高度市场化的港口发展模式，大规模的扩张，现已成长为一个以港口码头建设投资、临港产业为主业的大型企业集团。Y 集装箱码头经营规模的扩张也为其带来了丰厚的回报，截止到 2012 年，Y 集装箱码头流动资产累积为 62.38 亿元，其中货币资金为 43.23 亿元，货币资金占流动资金的比重达到了 69.3%，资产结构表明 Y 集装箱码头具备良好的财务状况和经济实力，银行资信好，自有资金比较雄厚，公司综合竞争力和投融资能力有了进一步增强，为后续项目建设提供强有力的支持。不仅如此，Y 集装箱码头在商务服务方面，开发了写字楼、办公楼及住宅等项目，积累了丰富的资源。在拖轮业务方面，定位清晰，专业化经营较为稳健，加强了对港口的支持服务作用。置业公司大力发展房地产租赁、房地产开发和园林绿化业务。资讯中心搭建港区综合资讯平台，依托码头及港口，积极拓展业务，整合港口、物流、公共服务等信息资源，逐步建立完整完善的数据库，为客户和会员提供更好的高附加值服务。Y 集装箱码头多次经营规模扩张以至多业并举、整合发展的模式使得港口综合竞争力进一步提升。

因此，从理论和实践分析，本文选取泊位总长（Len）作为集装箱码头经营规模大小的衡量指标。

2.2.2 管理能力

管理水平的高低对提高集装箱码头的经营效率起着重要的作用，使得集装箱码头企业在相同的投入下能够取得更大利润。集装箱码头班轮运输的“马太效应”导致码头开辟的航线数越多、覆盖面越广，越能够吸引货源和资金、信息的集中，其集货能力就越强，同时相关资源的集中又进一步导致更多航班的挂靠。理论研究中，陈春芳和宗蓓华（2008）用航线数来反映管理能力，一定程度上代表着经营管理的水平。实践中，例如“十二.五”期间 Y 集装箱码头集团通过“主业突破、强强联合、双轮驱动、纵横整合”四大战略，提出“二次创业，再铸辉煌”的目标，力争发展成为一个以港口码头为主营业务，以投

资管理为核心，横跨物流、港口地产及拖轮等临港产业，行业地位显著，在全国范围内具有广泛影响力的综合性港口开发企业。Y 集装箱码头加强绩效管理，绩效指标层次主要应用于集团下属企业，用责任书、绩效考核办法直接明确对标绩效指标，利用标杆差着眼于以下两个方面设定绩效指标目标值：

（1）**目前业界的最优值及下属企业实际经营状态** 由集团下达指标——数据具有一定的挑战性，对企业发展施加一定的压力。

（2）**响应速度** 企业通过对目标值的分析及对自身经营情况的评估而对下达指标的反馈——企业通过指标设定再次对自身经营情况深化分析的过程。

（3）**企业文化层次暨落实到全体员工层次** 对标管理文化层面层次的是指在全面熟悉本公司的基础上，详尽深入的的研究标杆企业文化方面的成功要素及企业文化的整合系统，是对标真正实现的体现，暨全体员工已对标杆企业的文化内涵了解并创造了属于自身企业的文化。通过加强内部管理、管理水平上台阶，Y 集装箱码头集团在港口主业板块，逐步形成以盐田、大铲湾、惠州等三大片区为核心支柱，其他港口投资项目为补充的多元化港口码头布局。目前，每周有 30 多家船公司和近 100 条航线挂靠港区，远洋集装箱班轮密度全国第一。

因此，从理论和实践分析，本文选取航线个数（Route）作为集装箱码头管理能力的衡量指标。

2.2.3 自动化效率

桥吊是集装箱装卸中至关重要的机械设备，其使用效率的高低，直接决定了整个集装箱码头的经营效率。每台桥吊装卸的集装箱数量越多，表明码头自动化效率越高，在同样的桥吊投入情况下，能够装卸更多的集装箱。理论研究中，张璐（2009）使用集装箱生产性停时占比来衡量码头的自动化效率，能比较合理地衡量生产组织的效率水平，即经营管理和服务技术水平的发挥；Tongzon J L（1995、2001）利用码头的成本指标等作为自变量，桥吊效率等作为因变量，借助SFA模型探讨了全世界 25 家码头的综合生产率水平，同时认为码头管理当局应适当引入私有资金介入码头的运营管理活动，不提倡全部的国有资本持股和政府管理^[60,61]。实践应用中，Y集装箱码头首先通过强大稳定的数据库建立了包括集装箱码头管理系统、船舶配载系统、堆场管理系统、设备控制系统、EDI系统、电子闸系统、场站管理系统、财务计费系统、网上查询系统等在内的码头自动化管理计算机系统，通过各种数据的实时传输、科学严

密的数学逻辑来准确控制和操作各种设备的每一个动作，以及每一个集装箱从到达离开的全过程。首先，以现有Y集装箱码头国际物流信息服务平台为基础，在码头信息中逐步集成船务、关务、报关、货代、拖车、铁路等信息，并提供商品的供需信息发布功能，将港口的信息孤岛通过此平台进行集成，实现供应链各节点的信息公开化，为各节点之间的紧密合作提供必要平台，并在此基础上最终实现从跨境货物交易到物流的一体化服务，以提升物流周转效率，降低物流作业成本。其次，在完善各环节供求信息平台的基础上，构建供应链各节点业务流程自动化、资金结算自动化、运输方案最佳化等服务功能，以减少人力、物力、财力的流转量，达到低成本、低碳运行目标。

打造一体化服务平台，一是可以将码头服务前移到外贸企业门前，这样，集装箱可以不都存放在Y集装箱码头后方陆域，也可以存放在深圳海关监管的其他监管区，以缓解Y集装箱码头及其后方陆域堆场不足的矛盾；二是可以让供需系统公开透明，为各物流企业提供公平竞争的舞台，为促进仓储业转型升级汇聚巨大能量，如果企业不能提供符合市场需求的服务，就没有银行给予其资金支持，就必然被市场所淘汰；三是可以对细分行业提供专业化、定制化、个性化的港口供应链服务；四是可以发布国内外供需信息，促进船务公司开发新航线，发展综合运输和多式联运以满足国际市场需求，促进跨境电子商务的发展，这样，后方陆域不再只是发展配套产业，只为码头提供服务，而是按国际市场需求提供多元化、多样式增值服务；五是可以吸引具有国际采购与配送功能的大财团企业进驻Y集装箱码头，形成国际采购与配送中心、进出口贸易中心，并以此推动服务平台升级，便于进一步提升该平台服务物流企业的功能。

因此，从理论和实践分析，本文选取集装箱码头生产性停时占比(P—Ratio)作为自动化效率的衡量指标。

2.2.4 员工素质

集装箱码头经营效率的发挥取决于桥吊和堆场轮胎吊经营效率的发挥，而大型机械司机是集装箱生产一线的直接作用者，不同的操作者可能导致效率水平和服务质量水平差异很大，进而影响大型机械的经营效率发挥。集装箱码头企业的本科及以上学历员工数量可代表具备一定专业技术知识和较高生产作业水平的劳动者，从一定程度上反映集装箱码头投入的员工素质。理论研究中，张璐（2009）使用本科及以上学历员工占总职工的比例来衡量码头的员工素质。实践应用中，Y集装箱码头集团通过复合型人力资源规划，促进企业IT技术的发展，通过员工的参与实现电子化运作，实现信息共享和在线商务活动。复合型人力

资源是指组织内整合和利用 IT 技术进行企业经营管理和决策的无形知识资源，既涉及管理者参与电子商务的领导能力和管理技巧，也包含了员工参与日常运作的技术和知识，是以知识为载体的无形资源，是企业电子商务实施的知识和技能保证。同时，通过企业知识资源规划，创造一种协调的环境让员工能够获取、共享、重复使用组织内外部知识信息以形成个人知识和组织知识，在充分肯定知识对企业价值的基础上，通过支持、鼓励个人将知识应用、整合到组织产品和服务中去，最终提高企业创新能力和对市场反应速度的管理理论和实践。从资源配置角度看，知识管理就是企业搜索组织信息，并且通过合作不断分析和优化，同时运用 IT 技术将这些知识与技能传递给恰当的人，以便他们做出最恰当的决策。

因此，从理论和实践分析，本文选取本科及以上员工占总职工的比例（E—Ratio）作为集装箱码头企业员工素质的衡量指标。

综上所述，本文选取经营规模、管理能力、自动化效率和员工素质四个影响因素维度，其中泊位总长（Len）作为经营规模大小的衡量指标，选取航线个数（Route）作为管理能力的衡量指标，选取生产性停时占比（P—Ratio）作为自动化效率的衡量指标，选取本科及以上员工占总职工的比例（E—Ratio）作为员工素质的衡量指标，如表 2-3 所示。

表 2-3 影响因素的解释变量汇总

影响因素	变量名	定义	预期符号
经营规模	Len	泊位总长	?
管理能力	Route	航线个数	+
自动化效率	P—Ratio	生产性停时占比	+
员工素质	E—Ratio	本科及以上员工占总职工的比例	+

为了实证检验各种因素是否对集装箱码头经营效率存在影响，首先要对其进行量化。其中，集装箱码头的经营效率由 2.1 节计算而得。具体模型方程如下：

$$TE_i = a + A_1 Len_i + A_2 Route_i + A_3 Auto_i + A_4 Ratio_i + \varepsilon_i \quad (2-10)$$

式中 $A_1 \sim A_4$ ——回归系数；

TE_i ——第 i 家集装箱码头的经营效率；

i ——第 i 家集装箱码头；

a ——截距；

ε_i ——残差。

2.3 本章小结

在第 1 章对比 DEA 和 SFA 等经营效率测度方法的相关理论基础上，明确了集装箱码头经营效率测度体系的设计思路 and 原则。首先通过不同生产函数功能和性质的对比分析，对投入产出指标的设定方法进行梳理，选择了对数柯布一道格拉斯生产函数建立随机前沿分析模型，进而指出了随机前沿分析模型参数的估计和模型的检验方法。其次，通过理论文献分析和 Y 集装箱码头案例研究得出了影响集装箱码头经营效率的因素，确定了经营规模、管理能力、自动化效率和员工素质四个指标，并分别用泊头总长、航线个数、生产性停时占比、本科及以上员工占比进行量化分析来建立回归模型，为第 3 章利用集装箱码头样本数据进行经营效率和影响因素分析奠定了模型支持和方法论基础。

第 3 章 集装箱码头的经营效率实证分析

本章将在经营效率理论梳理和第 2 章经营效率模型构建和影响因素提取基础上,通过我国 34 家主要集装箱码头的样本数据计算模型参数并完善随机前沿分析模型,并着重对 Y 集装箱码头的经营效率进行了测量。同时找出影响集装箱码头经营效率的核心因素,进而利用这些影响因素对 Y 集装箱码头进行更加深入的实证分析。

3.1 集装箱码头经营概况

3.1.1 规划分布概况

我国拥有 1.8 万千米的海岸线,11 万千米的内河航道,承担着 9%的国内贸易运输和 85%以上的外贸货物运输,沿海沿江有 1460 多个商港。中国沿海三个层次的港口总体布局,即主要港口、地区性重要港口和一般港口。全国沿海布局规划了 24 个主要港口,其中还划分有 8 个区域性枢纽港口,24 个地区性重要港口;其余为一般性港口。上海、大连、天津、秦皇岛、宁波、青岛、广州、深圳等八大港口货物吞吐量均超过亿吨,其中上海、香港和深圳分居第二、第三和第四名,占全球集装箱码头吞吐量近 60%^[62]。

随着国民经济的快速发展,集装箱码头运输以世界少有的年均 35%的增幅,实现了自 2005 年后连续 10 年雄踞世界第一的跨越式发展,已成为开放水平最高、融入国际市场最好的领域之一,港口已成为对外开放的门户和窗口。我国对外开放的港口已有 140 多个,已与 50 多个国家签订了海运协定,已有 30 多个国家近百家境外航运公司获准在中国港口开辟集装箱班轮航线。中国与美国、欧洲之间出现了前所未有的贸易流量,且随着中国进入重工业化阶段后对大宗货物的需求飙升,中国内地港口运输量急剧增长^[63]。截止到 2013 年底,中远、中海集装箱船队运力进入世界前 10 位,我国沿海港口的集装箱化率达到或接近国际先进水平,我国已成为世界集装箱吞吐量快速增长的主要推动力量,港口群在发挥装卸集装箱船货物的运输功能外,还将参与组织各个物流环节业务活动及彼此之间的衔接与协调,逐步成为全球国际贸易和运输体系中的物流基地。

目前,我国已形成自北向南依次是环渤海港口群、长江三角洲港口群、珠江三角洲港口群、东南沿海港口群和西南沿海港口群五大区域港口布局,见图 3-1。四大货类运输系统布局,即集装箱运输系统、煤炭运输系统、外贸进口原

油运输系统和外贸进口铁矿石运输系统。粮食运输系统、商品汽车运输及物流系统、陆岛滚装运输系统、旅客运输系统^[64]。其中：

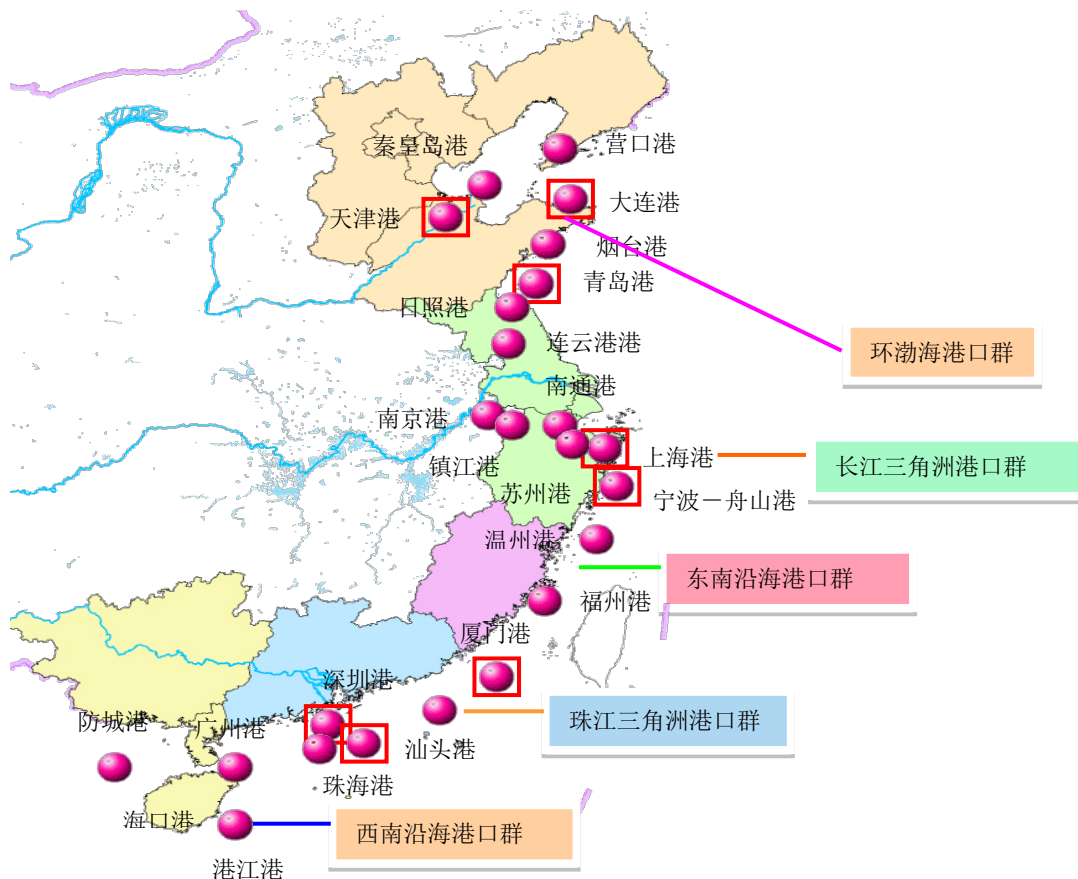


图 3-1 我国五大港口群区域布局图

（1）环渤海地区港口群 主要由辽宁、津冀和山东沿海港口群组成，服务于中国北方沿海和内陆地区的社会经济发展。其中辽宁沿海港口群以大连东北亚国际航运中心和营口港为主，津冀沿海港口群以天津北方国际航运中心和秦皇岛港为主，山东沿海港口群以青岛、烟台、日照港为主。

特点：作为我国重要的能源、原材料生产基地，其腹地煤炭、矿产资源十分丰富，同时，东北、华北也是我国重要的重化工业基地。虽说与长三角、珠三角相比，环渤海区域经济发展相对落后，但由于第一产业及第二产业中采掘业、冶金和石油化工等重化工业所占比重较高，对港口经济的发展，带来了极大的潜力。统计显示，环渤海港口群腹地工业增加值增速从 2004 年开始超越珠三角和长三角，而且该趋势仍在继续。同时，2001—2005 年期间，环渤海投资增速也连续五年超过 25%，固定资产投资的高速增长为环渤海区域未来经济长期增长打下基础。

(2) **长江三角洲地区港口群** 依托上海国际航运中心，以上海、宁波、连云港港为主，服务于长江三角洲以及长江沿线地区的经济社会发展。

特点：一是发展速度快：不仅原中央所属的港口规划起点高，基建力度大、设施上马快、投产运营好，不少地方港口的建设速度和规模也异乎寻常；二是功能配套完善：随着制造业向内陆的转移，长江走廊将成为亚洲集装箱航运市场的一部分，直接挂靠或者附加挂靠长江港口的国际集装箱航线也会随之推出。一些长江沿岸城市，如南京、武汉、芜湖、重庆，都可能获得一定数量的进出口货量，从而成为数百万 TEU 级的集装箱港口。在与内陆港的合作方面，上海港走在了前面，一直在推动“长江发展战略”并取得了相当不错的成绩。

(3) **东南沿海地区港口群** 以厦门、福州港为主，服务于福建省和江西等内陆省份部分地区经济社会发展和对台“三通”的需要。

特点：黄博文（2012）指出东南沿海港口群全部集中于港口岸线资源丰富、优良深水港湾众多的福建省，由厦门港、福州港、泉州港、莆田港、漳州港等组成^[65]。

(4) **珠江三角洲地区港口群** 由粤东和珠江三角洲地区港口组成，依托香港经济、贸易、金融、信息和国际航运中心的优势，在巩固香港国际航运中心地位的同时，以广州、深圳、珠海、汕头港为主，服务于华南、西南部分地区，加强广东省和内陆地区与港澳地区的交流^[66]。

特点：珠江有八大口入海，河网水系发达、港口众多，水上交通极为便利。珠江三角洲为我国最早成功推行改革开放的区域之一，初步建立起了市场经济体制和外向型经济体系。以深圳的蛇口、赤湾、妈湾等港区为例，都是 10 年之间拔地而起的。深圳港 2015 年第一季度集装箱吞吐量达 571.99 万 TEU，同比增长 10.08%，集装箱吞吐量实现了稳定增长^[67]。其中，盐田港区集装箱达 270.36 万 TEU，同比增长 10.04%；西部大铲湾实现 27.47 万标箱，增速 6.89%；赤湾及妈湾港区累计 114.65 万 TEU，增速 1.09%；增速最快的是蛇口港区达 157.46 万 TEU，增长 18.00%。Y 集装箱码头下属的盐田港区和大铲湾港区累计 297.83 万 TEU，集装箱吞吐量在深圳的市场份额达到了 52.07%。

其他如珠海、惠州、中山、茂名、南海等港口同样成长迅速，这些地方港口的功能、规模和效率都达到了相当高的水准，成为港口群中一支重要的新生力量。

(5) **西南沿海地区港口群** 由粤西、广西沿海和海南省的港口组成，以湛江、防城、海口港为主，服务于西部地区开发，为海南省扩大与岛外的物资交流提供运输保障^[68]。

3.1.2 样本数据说明

由于各个集装箱码头企业的资金投入和产出数据相对保密，本文没有将集装箱码头企业的各种投入和产出以资本的形式作为考虑，而是参考 2010、2011 和 2012 年度的《中国港口统计年鉴》中各个集装箱码头的面板数据作为实证分析的基础样本数据，在剔除不符合要求的样本后，最终形成了 34 家集装箱码头样本数据，包括锦州新时代、招商港、厦门海天、上海振东、天津集箱、Y 集装箱码头等。各码头相关样板数据见表 3-1~表 3-3。

表 3-1 2010 年（2010—2011 年初）国内集装箱码头样本数据

集装箱 码头企业	吞吐量 (TEU)	装卸船桥吊或 其他机械台数K	在岗职 工人数L	泊位总 长 Len	航线个 数 Route	生产性停时 占比 P-Ratio	本科以上学 历占 比 E-Ratio
北二集司	3498733.0	16	614	1258	37	0.95	0.45
大连港湾	1668418.0	10	216	1380	16	0.96	0.57
大连国际	894788.0	8	193	1842	9	0.956	0.58
大连集箱	2497673.0	16	834	1800	52	0.945	0.15
大榭招商	1560074.0	14	438	1500	22	0.96	0.31
防城集箱	251034.0	4	237	498	15	0.96	0.15
福州新港	635890.0	7	191	983	15	0.96	0.45
广州集箱	964571.0	7	425	810	13	0.95	0.17
锦州新时代	754787.0	6	117	533	10	0.95	0.41
晋江太平洋	313590.0	4	524	689	18	0.978	0.11
九洲国码	339371.0	3	219	700	4	0.97	0.13
泸州港 (四川长通)	70237	11	260	1000	5	0.945	0.35
南京龙潭	1245558.0	8	465	910	67	0.95	0.17
南沙港务	4100342.0	14	689	1920	11	0.98	0.27
南沙海港	3060542.0	20	558	2100	13	0.973	0.20
南通集箱	392433.0	4	312	640	34	0.949	0.14
宁波港吉	3330668.0	20	610	1700	28	0.967	0.35
秦皇岛	340041.0	6	392	537	8	0.98	0.20
青岛前湾	10567205.0	41	1685	3400	128	0.97	0.16
泉州太平洋	1422808.0	15	339	1300	17	0.968	0.13

表 3-1（续表）

集装箱 码头企业	吞吐量 （TEU）	装卸船桥吊或 其他机械台数	在岗职工 人数 K	泊位总 长 Len	航线个 数 Route	生产性停时 占比 P-Ratio	本科以上学 历占比 E-Ratio
日青公司	1061009.0	4	140	844	21	0.985	0.16
厦门东渡	631149	4	160	350	21	0.987	0.08
厦门国际	1140415.0	13	523	1083	16	0.99	0.35
厦门海天	2016811.0	21	783	2229	46	0.984	0.22
上海浦集	2450178.0	11	790	900	25	0.994	0.15
上海振东	5800866.0	26	765	1984	48	0.997	0.15
深招港	1154377.0	7	842	1338	9	0.998	0.06
张家界苏润	199295	2	202	432	7	0.99	0.10
太仓码头	596472.0	4	384	930	18	0.987	0.15
天津集箱	1901246.0	14	1038	1224	17	0.99	0.20
天津联盟国 际	1906566.0	11	201	1100	7	0.996	0.58
天津五洲	1915876.0	12	346	1202	6	0.996	0.36
武港集箱	382725	4	289	582	15	0.997	0.10
象屿新创建	776592.0	9	393	976	14	0.996	0.18
扬州远洋	302614	3	435	300	5	0.939	0.11
永嘉码头	889514.0	12	255	722	4	0.95	0.13
漳州招商	430265.0	6	302	1772	21	0.945	0.23
珠海高栏	46953	4	281	1234	5	0.96	0.19
Y 集装箱码头	10133967.0	80	684	5738	114	0.97	0.16

表 3-2 2011 年（2011—2012 年初）国内集装箱码头样本数据

集装箱 码头企业	吞吐量 （TEU）	装卸船桥吊或其 他机械台数 K	在岗职工 人数 L	泊位总 长 Len	航线个 数 Route	生产性停时 占比 P-Ratio	本科以上学 历占比 E-Ratio
北二集司	3505782.0	18	590	1258	33	0.95	0.49
大连港湾	1900204.0	12	562	1777	16	0.96	0.24
大连国际	1467269.0	8	199	1842	14	0.956	0.57
大连集箱	2746385.0	16	349	1846	40	0.945	0.41
大榭招商	1748192.0	14	447	1500	26	0.96	0.36
防城集箱	265020.0	4	233	498	18	0.96	0.16

表 3-2（续表）

集装箱 码头企业	吞吐量 (TEU)	装卸船桥吊或其 他机械台数 K	在岗职工 人数 L	泊位总 长 Len	航线个 数 Route	生产性停 时占比 P-Ratio	本科以上学 历占比 E-Ratio
福州新港	605941.0	7	198	983	15	0.96	0.47
广州集箱	901093.0	9	428	810	9	0.95	0.18
锦州新时代	638886.0	6	117	533	7	0.95	0.42
晋江太平洋	314101.0	5	187	689	19	0.978	0.25
南京龙潭	1600521.0	8	465	910	81	0.95	0.18
南沙港务	4924569.0	27	715	1920	17	0.98	0.28
南沙海港	3914346.0	28	665	2100	33	0.973	0.24
南通集箱	445731.0	4	300	640	21	0.949	0.15
宁波港吉	3678044.0	20	758	1700	26	0.967	0.30
秦皇岛	430056.0	6	370	537	8	0.98	0.21
青岛前湾	12426088.0	40	1714	3129	124	0.97	0.17
泉州太平洋	1576062.0	15	334	1300	19	0.968	0.15
日青公司	1350611.0	4	133	844	18	0.985	0.14
厦门东渡	908914	4	160	350	24	0.987	0.08
厦门国际	1140803.0	11	518	1083	10	0.99	0.16
厦门海天	2104634.0	23	786	2229	52	0.984	0.22
上海浦集	2388161.0	11	761	900	35	0.994	0.15
上海振东	5720204.0	26	752	1984	55	0.997	0.17
深招港	1200054.0	7	847	1338	17	0.998	0.07
张家界苏润	240988	2	213	430	7	0.99	0.10
太仓码头	500538.0	4	429	930	7	0.987	0.15
天津集箱	1900204.0	14	1016	1224	20	0.99	0.20
天津联盟国际	2200709.0	11	208	1100	9	0.996	0.71
天津五洲	2100326.0	12	345	1202	11	0.996	0.36
武港集箱	406329	8	356	525	14	0.997	0.12
象屿新创建	904624.0	9	388	976	18	0.996	0.17
扬州远洋	40222	5	455	600	3	0.939	0.08
永嘉码头	1065381.0	12	258	722	5	0.95	0.15
漳州招商	440875.0	2	323	1772	20	0.945	0.24
珠海高栏	46953	4	281	1234	5	0.96	0.19
Y 集装箱码头	10264400.0	80	676	6743	49	0.97	0.19

表 3-3 2012 年（2012—2013 年初）国内集装箱码头样本数据

集装箱 码头企业	吞吐量 (TEU)	装卸船吊或其 他机械台数 K	在岗职 工人数 L	泊位总 长 Len	航线个数 Route	生产性停时 占比 P-Ratio	本科以上学 历占比 E-Ratio
北二集司	3651221.8	22	590	1258	28	0.95	0.35
大连港湾	2216353	14	576	1777	16	0.96	0.23
大连国际	2766725	8	203	793	11	0.956	0.56
大连集箱	2736423	14	344	1846	31	0.945	0.41
大榭招商	1920547.3	14	465	1500	28	0.96	0.37
防城集箱	270238.0	4	131	498	20	0.96	0.29
福州新港	514576.3	5	197	983	14	0.96	0.45
广州集箱	930203.3	13	424	796	12	0.95	0.19
锦州新时代	597343	6	109	533	7	0.95	0.39
晋江太平洋	360397.8	5	182	689	25	0.978	0.26
九洲国码	273146.5	3	227	700	3	0.97	0.13
泸州港 (四川长通)	135190	3	320	1000	5	0.945	0.32
南京龙潭	2035615.5	10	476	910	82	0.95	0.19
南沙港务	5260801.3	29	770	1920	9	0.98	0.28
南沙海港	4230572.3	22	696	2100	36	0.973	0.27
南通集箱	472805.5	4	306	640	37	0.949	0.13
宁波港吉	3959185	20	814	1700	29	0.967	0.29
秦皇岛	330064	2	333	537	8	0.98	0.20
青岛前湾	13961156	39	1730	3219	124	0.97	0.17
泉州太平洋	1561279	15	357	1300	22	0.968	0.18
日青公司	1452369	4	135	844	7	0.985	0.13
厦门东渡	1105301	6	165	350	24	0.987	0.07
厦门国际	1030443	11	519	1083	9	0.99	0.16
厦门海天	2285764.3	21	781	2230	13	0.984	0.26
上海浦集	2151300.8	11	731	900	31	0.994	0.17
上海振东	5820932.3	26	743	1984	44	0.997	0.17
深招港	1339513.5	7	368	1338	18	0.998	0.05
张家界苏润	245446	2	227	432	8	0.99	0.09
太仓码头	475236.5	4	450	930	8	0.987	0.14
天津集箱	2170168	14	1000	1204	20	0.99	0.21

表 3-3（续表）

集装箱 码头企业	吞吐量 (TEU)	装卸船桥吊或其 他机械台数 K	在岗职 工人数 L	泊位总 长 Len	航线个数 Route	生产性停时 占比 P-Ratio	本科以上学 历占比 E-Ratio
天津联盟国际	2330081.5	11	209	1100	7	0.996	0.77
天津五洲	2180188.5	12	345	1202	12	0.996	0.36
武港集箱	460369	7	382	525	14	0.997	0.12
象屿新创建	942183.3	9	392	976	16	0.996	0.18
扬州远洋	401002.8	5	480	600	5	0.939	0.14
永嘉码头	1228935.3	12	260	722	5	0.95	0.18
漳州招商	428931	4	344	2161	20	0.945	0.23
珠海高栏	104727.7	4	281	824	7	0.96	0.18
Y 集装箱码头	10667000.0	80	529	8020	99	0.97	0.19

3.2 集装箱码头经营效率的计算

2010—2012 年初集装箱码头投入产出变量样本数据的统计学描述如表 3-4~表 3-5 所示：

表 3-4 2010—2012 年 初 国内集装箱码头投入产出变量样本平均数据

集装箱码头企业	吞吐箱量 (TEU)	装卸船桥吊或其他机械数 (台)	在岗职人数
北二集司	3551912.3	18.7	598
大连港湾	1928325.0	12.0	451
大连国际	1709594.0	8.0	198
大连集箱	2660160.3	15.3	509
大榭招商	1742937.8	14.0	450
防城集箱	262097.3	4.0	200
福州新港	585469.1	6.3	195
广州集箱	931955.8	9.7	426
锦州新时代	663672.0	6.0	114
晋江太平洋	329362.9	4.7	298
九洲国码	307240.5	3.0	223
泸州港（四川长通）	101990.3	8.7	297
南京龙潭	1627231.5	8.7	469
南沙港务	4761904.1	23.3	725

表 3-4 (续表)

集装箱码头企业	吞吐箱量 (TEU)	装卸船桥吊或其他机械数 (台)	在岗职人数
南沙海港	3735153.4	23.3	640
南通集箱	436989.8	4.0	306
宁波港吉	3655965.7	20.0	727
秦皇岛	366720.3	4.7	365
青岛前湾	12318149.7	40.0	1710
泉州太平洋	1520049.7	15.0	343
日青公司	1287996.3	4.0	136
厦门东渡	881788.0	4.7	162
厦门国际	1103887.0	11.7	520
厦门海天	2135736.4	21.7	783
上海浦集	2329879.9	11.0	761
上海振东	5780667.4	26.0	753
深招港	1231314.8	7.0	686
张家界苏润	228576.3	2.0	214
太仓码头	524082.2	4.0	421
天津集箱	1990539.3	14.0	1018
天津联盟国际	2145785.5	11.0	206
天津五洲	2065463.5	12.0	345
武港集箱	416474.3	6.3	342
象屿新创建	874466.4	9.0	391
扬州远洋	247946.3	4.3	457
永嘉码头	1061276.8	12.0	258
漳州招商	433357.0	4.0	323
珠海高栏	66211.2	4.0	281
Y 集装箱码头	10355122.3	80.0	630

表 3-5 2010—2012 年国内集装箱码头样本数据的描述性统计分析

年份	指标	均值	最大值	最小值	标准方差
2010	吞吐量 (TEU)	2121596.4	10567205	251034	2461941
	装卸船桥吊或其他机械数(台)	12	80	2	13.5
	在岗职工人数 (人)	505	684	216	252.4
2011	吞吐量 (TEU)	2323606.6	12426088.0	265020.0	2700185.3
	装卸船桥吊或其他机械数(台)	13	80	2	13.8

表 3-5 (续表)

年份	指标	均值	最大值	最小值	标准方差
2012	在岗职工人数(人)	461	676	117	395.3
	吞吐量(TEU)	5412923.0	10667000.0	1920547.3	4631717.0
	装卸船桥吊或其他机械数(台)	13	80	2	13.8
	在岗职工人数(人)	451	1730	109	302.9

利用 2010—2012 年初国内集装箱码头投入产出变量样本数据,通过 Coelli 的 Frontier Version4.1 软件程序计算模型公式(2-3),估计参数并根据公式(2-5)计算单边似然比检验统计量 LR , 结果如表 3-6 所示。

表 3-6 随机前沿分析模型的最大似然估计结果

解释变量/统计量		系数	标准差	T-检验值	显著水平
随机前沿	截距	2.765	0.249	-0.996	—
生产函数	K	0.851	0.102	-8.319	—
	L	0.188	0.038	4.984	—
	β_0	48.55	1.09	44.58	**
	β_1	1.99	0.64	3.12	**
	β_2	0.70	0.03	20.73	**
	σ^2	25980.57	1.00	25853.33	***
	γ	1	0.14×10^{-7}	6.98×108	***
残差及诊	log 极大似然函数值			-200.6	
断信息	负的 LR 单边检验误差			21.392	
	横截面数			34	
	年数			3	

注: **、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

通过 Coelli 的 Frontier Version4.1 软件程序计算回归模型,因为该模型有两个随机误差项,所以根据 t 分布表, t 值绝对值大于 1.96 就是 5%水平下显著,分别记录 0.1、0.05、0.01 与自由度相交的值 x 、 y 、 z , 然后用 t 值与其比较, t 值大于 x , 说明在 10%的显著性水平上显著; t 值大于 y (小于 z), 说明在 5%的显著性水平上显著; t 值大于 z , 说明在 1%的显著性水平上显著。从 t 值得到 p 值, 来计算各个参数的显著性, 用最大似然法来估算参数 β 和 σ 。

$\gamma=1$ 说明在无效率中, 导致我国集装箱码头的经营效率不能完全发挥的因素是可以控制的, 因此更加说明有必要对经营效率的影响因素进行研究。从表 3-6 看出, 对数柯布一道格拉斯生产函数中, 3 个参数的估计结果都是统计显著

的，且显著水平都在 1% 以上；同时，这些参数的估计与其符号符合，估计结果比较理想，说明本文对前沿生产函数的设定是正确的。

根据公式 2-9，利用样本数据计算随机前沿分析模型，并根据随机前沿分析模型计算各个集装箱码头的经营效率，并将 Y 集装箱码头与其他集装箱码头经营效率进行对比分析。按集装箱码头三年的平均经营效率从高到低的顺序来排列，估计结果如表 3-7 所示：

表 3-7 2010—2012 年国内集装箱码头经营效率分析

序号	公司	2010	2011	2012	三年平均
1	青岛前湾	0.9874	0.9872	0.9876	0.9874
2	Y 集装箱码头	0.9859	0.9838	0.9732	0.9810
3	上海振东	0.9738	0.9687	0.9777	0.9734
4	南沙港务	0.9577	0.9660	0.9674	0.9637
5	南沙海港	0.9559	0.9620	0.9594	0.9591
6	宁波港吉	0.9584	0.9574	0.9591	0.9583
7	北二集司	0.9551	0.9504	0.9546	0.9534
8	厦门海天	0.9544	0.9521	0.9517	0.9527
9	天津集箱	0.9522	0.9485	0.9505	0.9504
10	上海浦集	0.9463	0.9395	0.9379	0.9412
11	大连集箱	0.9541	0.9294	0.9209	0.9348
12	大榭招商	0.9300	0.9229	0.9263	0.9264
13	泉州太平洋	0.9255	0.9146	0.9169	0.9190
14	厦门国际	0.9281	0.9129	0.9145	0.9185
15	大连港湾	0.8790	0.9268	0.9357	0.9138
16	天津五洲	0.9186	0.9063	0.9072	0.9107
17	深招港	0.9293	0.9268	0.8621	0.9061
18	南京龙潭	0.9012	0.8945	0.9142	0.9033
19	广州集箱	0.8817	0.8867	0.9111	0.8932
20	永嘉码头	0.8950	0.8784	0.8812	0.8849
21	象屿新创建	0.8915	0.8785	0.8837	0.8846
22	天津联盟国际	0.8904	0.8689	0.8689	0.8761
23	扬州远洋	0.7985	0.8372	0.8628	0.8329
24	太仓码头	0.8055	0.8150	0.8399	0.8201
25	泸州港	0.8745	0.8767	0.6775	0.8096
26	大连国际	0.8180	0.7867	0.8154	0.8067
27	武港集箱	0.7093	0.8513	0.8549	0.8052
28	秦皇岛	0.8487	0.8247	0.6326	0.7687

表 3-7 (续表)

序号	公司	2010	2011	2012	三年平均
29	南通集箱	0.7390	0.6840	0.7240	0.7157
30	漳州招商	0.8119	0.5279	0.7688	0.7028
31	福州新港	0.7753	0.7183	0.5415	0.6784
32	珠海高栏	0.6838	0.6300	0.6697	0.6612
33	晋江太平洋	0.8581	0.4440	0.4583	0.5868
34	锦州新时代	0.5646	0.2191	0.3914	0.3917
	平均	0.8776	0.8434	0.8353	0.8532

3.3 集装箱码头经营效率的影响因素分析

2010—2012 年初，集装箱码头经营效率及其影响因素相关样本数据如表 3-8 所示。

表 3-8 2010—2012 年初国内集装箱码头样本平均数据

集装箱码头 企业	经营效率 TE	泊位总长 Len	航线个数 Route	生产性停时占 比 P-Ratio	本科以上学历 占比 E-Ratio
北二集司	0.9534	1258	32.7	0.95	0.43
大连港湾	0.9138	1645	16.0	0.96	0.35
大连国际	0.8067	1492	11.3	0.96	0.57
大连集箱	0.9348	1831	41.0	0.95	0.32
大榭招商	0.9264	1500	25.3	0.96	0.34
防城集箱	0.8067	498	17.7	0.96	0.20
福州新港	0.6784	983	14.7	0.96	0.46
广州集箱	0.8932	805	11.3	0.95	0.18
锦州新时代	0.2917	533	8.0	0.95	0.40
晋江太平洋	0.5868	689	20.7	0.98	0.21
九洲国码	0.9190	700	3.3	0.97	0.13
泸州港(四川长通)	0.8096	1000	5.0	0.95	0.33
南京龙潭	0.9033	910	76.7	0.95	0.18
南沙港务	0.9637	1920	12.3	0.98	0.28
南沙海港	0.9591	2100	27.3	0.97	0.24
南通集箱	0.7157	640	30.7	0.95	0.14
宁波港吉	0.9583	1700	27.7	0.97	0.31
秦皇岛	0.7687	537	8.0	0.98	0.20

表 3-8 (续表)

集装箱码头 企业	经营效率 TE	泊位总长 Len	航线个数 Route	生产性停时占 比 P-Ratio	本科以上学历 占比 E-Ratio
太仓码头	0.8201	930	11.0	0.99	0.15
青岛前湾	0.9874	3249	125.3	0.97	0.17
泉州太平洋	0.9190	1300	19.3	0.97	0.15
日青公司	0.8846	844	15.3	0.99	0.14
厦门东渡	0.7028	350	23.0	0.99	0.07
厦门国际	0.9185	1083	11.7	0.99	0.23
厦门海天	0.9527	2229	37.0	0.98	0.23
上海浦集	0.9412	900	30.3	0.99	0.16
上海振东	0.9734	1984	49.0	1.00	0.16
深招港	0.9061	1338	14.7	1.00	0.06
张家界苏润	0.8761	431	7.3	0.99	0.10
天津集箱	0.9504	1217	19.0	0.99	0.20
天津联盟国际	0.8761	1100	7.7	1.00	0.69
天津五洲	0.9107	1202	9.7	1.00	0.36
武港集箱	0.8052	544	14.3	1.00	0.11
象屿新创建	0.8846	976	16.0	1.00	0.18
扬州远洋	0.8329	500	4.3	0.94	0.11
永嘉码头	0.8849	722	4.7	0.95	0.15
漳州招商	0.7028	1902	20.3	0.95	0.23
珠海高栏	0.6612	1097	5.7	0.96	0.18
Y 集装箱码头	0.9810	6834	87.3	0.97	0.18

3.3.1 描述性统计分析

选择的变量分别是泊位总长 Len、航线个数 Route、生产性停时占比 P—Ratio、本科以上学历占比 E—Ratio，表 3-9 描述了样本的统计学特征。

表 3-9 2010—2012 年国内集装箱码头样本的描述性统计分析

变量	最小值	最大值	平均值	标准差	观测数
Len	350	6833.7	1319.8	1091.7	34
Route	3.3	125.3	23.7	24.5	34
P-Ratio	0.94	1.00	0.97	0	34
E-Ratio	0.06	0.69	0.24	0.10	34
TE	0.3917	0.9874	0.8532	0.85	34

3.3.2 简单相关分析

表 3-10 表示了各变量与集装箱码头经营效率的 Pearson 积矩相关系数，可知集装箱码头的经营效率与泊位总长（Len）不显著正相关，因此在后续的回归分析中将剔除泊位总长（Len）这个变量。集装箱码头的经营效率与航线个数（Route）保持在 5% 水平上显著正相关，相关系数为 0.559，这意味着集装箱码头的航线数越多，经营效率越高，反之亦然。集装箱码头的经营效率与生产性停时占比（P—Ratio）在 1% 水平上显著正相关，相关系数为 0.662，这意味着生产性停时占比越高，经营效率越高，反之亦然。集装箱码头的经营效率与本科以上学历占比（E—Ratio）在 5% 水平上显著正相关，相关系数为 0.556，这表明集装箱码头的本科以上学历占比越高，经营效率越高。集装箱码头经营规模因素对码头的经营效率影响并不明显。

表 3-10 2010—2012 年国内集装箱码头影响因素变量的简单相关分析结果

变量	TE	Len	Route	P-Ratio	E-Ratio
TE	1	0.637 (0.142)	0.559** (0.018)	0.662*** (0.006)	0.556** (0.019)
Len	0.637	1	-0.011	0.005	-0.066
Route	0.559	-0.011	1	0.011	0.012
P-Ratio	0.662	0.005	0.011	1	-5.295
E-Ratio	0.556	-0.066	0.012	-5.295	1

注：（）中数字表示 P 值；***、**和*分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平（双尾检验）。

3.3.3 回归分析

为了检验各变量对集装箱码头经营效率的解释情况，我们根据公式 2-10 对各变量指标与码头经营效率（TE）进行了回归分析，其结果如表 3-11 所示。

表 3-11 国内集装箱码头经营效率与各影响因素的回归结果分析

变量	回归系数	t-Statistic
Len	1.30	0.654
Route	0.003*	1.143
P-Ratio	1.951E-5***	0.502
E-Ratio	0.264**	0.966
F-statistic		2.237**
Adjusted R-square		0.654
Sample size		34

注：***、**和*分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平。

从回归结果可知，文中选取的各解释变量指标对集装箱码头经营效率的解释效果较为显著，对经营效率的提高有正向作用。其中，本科及以上学历员工占总职工的比例（E—Ratio）—衡量员工素质的指标，对码头经营效率的解释能力较强，通过了 5% 的显著性水平下的 t 检验，其回归系数为 0.264，即本科及以上学历员工占总职工的比例每上升 1%，经营效率就提高 2.604%；航线个数（Route）—衡量管理能力的指标，对码头经营效率的解释能力较为明显，通过了 10% 的显著性水平下的 t 检验，其回归系数为 0.003；生产性停时占比（P—Ratio）对经营效率的解释能力也较为明显，通过了 1% 的显著性水平下的 t 检验，其回归系数为 1.951E-5。模型的 Adjusted R—squared 数值较为理想。此外，从 F 检验的结果可以看出，在 5% 的显著性水平下，模型通过了检验。

综上，集装箱码头经营效率的影响因素主要是管理能力、自动化效率、员工素质。

3.4 本章小结

本章首先对国内集装箱码头的基本概况作了介绍，然后通过对 34 家主要集装箱码头的样本数据进行了经营效率的测量，从而得出 2010—2012 年国内各集装箱码头特别是 Y 集装箱码头的经营效率。在相关计算的基础上，通过对经营效率的影响因素进行对比分析，确定了影响集装箱码头经营效率的主要因素为管理能力、自动化效率和员工素质，为第 4 章利用研究结果对 Y 集装箱码头的经营效率提升分析奠定了良好的基础。

第 4 章 研究结果讨论及 Y 集装箱码头经营效率提升建议

在对集装箱码头经营效率的诸多研究方法中，SFA 考虑了随机产生的误差对效率带来的影响，直接剔除了生产运营中无法控制的外在因素，更加符合集装箱码头生产运营的实际情况，在其他领域也获得了广泛的应用。因此本文将作为主要研究方法，通过对集装箱码头特别是 Y 集装箱码头的经营效率及经营效率的影响因素对比分析，本文认为 Y 集装箱码头现有的发展模式是合理的，但还存在可以改进的地方，并根据分析结论提出针对性的对策和建议。

4.1 研究结果讨论

4.1.1 集装箱码头经营效率研究结果讨论

通过第 3 章各个集装箱码头经营效率测量结果可以看出，2012 年国内主要集装箱码头平均经营效率达到了 0.8353，最低为 0.3914，最高为 0.9876，效率差异较为明显。从 2010—2012 三年平均经营效率数值来看，排名前三位的分别为青岛前湾码头、Y 集装箱码头和上海振东码头，分别达到了 0.9874、0.9810 和 0.9734，表明其在既定投入水平下能够取得更多的收入、创造出更大的利润、获利能力最高。但 2011 和 2012 年 34 家集装箱码头的经营效率均值均低于 2010 年，说明虽然 2009 年国内国际经济形势有所好转，但是经济增长更多的是靠国家四万亿投资的拉动，随着四万亿投资效力逐步减退，国内经济开始持续不景气。珠海高栏、晋江太平洋和锦州新时代分别占据后三名的位置，平均经营效率分别为 0.6612、0.5868 和 0.3917，经营效率明显偏低，表明其在既定投入水平下所获得的收入、产值和利润较低，获利能力明显偏弱。

4.1.2 集装箱码头经营效率影响因素研究结果讨论

根据第 3 章集装箱码头影响因素的样本数据显示，国内主要集装箱码头 2010—2012 三年平均的泊位总长 (Len) 为 1319.8，最低为 350，最高为 6834，差异较为明显。排名前三位的分别是 Y 集装箱码头、青岛前湾码头和厦门海天码头，分别为 6834、3249 和 2229；平均航线个数 (Route) 为 23.7，最低为 3.3，最高为 125.3，差异较为明显。排名前三位的分别是青岛前湾码头、Y 集装箱码

头和南京龙潭码头,分别为 125.3、87.3 和 76.7;平均生产性停时占比(P—Ratio)为 0.97,最高为 1,最低为 0.94,差异不大。有六家码头公司同时排名第一。分别是上海振东码头、深招港码头、天津联盟国际码头、天津五洲码头、武港集装箱码头和象屿新创建码头;平均本科及以上学历员工占总职工的比例(E—Ratio)为 0.24,最高为 0.69,最低为 0.06,差异较大。排名前三位的分别是天津联盟国际码头、大连国际码头和福州新港码头,分别为 0.69、0.57 和 0.46。

综上描述分析,一方面说明我国集装箱码头的经营规模、管理能力、自动化效率和员工素质等方方面面都存在较大差异,证明了各地集装箱码头参差不齐的发展现状;另一方面说明经营效率的高低不单纯受某一个或两个影响因素好坏的直接影响而决定,而是各个因素综合影响作用的结果。因此,利用科学系统的分析方法,对影响码头经营效率的因素及其影响程度和水平进行研究和分析是必要的。而根据第 3 章经营效率影响因素的回归分析研究结果显示,航线个数(Route)、平均生产性停时占比(P—Ratio)、本科及以上学历员工占总职工的比例(E—Ratio)三项衡量指标对集装箱码头经营效率的解释效果较为显著,对经营效率的提高有正向作用,即影响集装箱码头经营效率的主要积极因素为管理能力、自动化效率和员工素质;而泊位总长(Len)指标与经营效率不显著正相关据此,即经营规模因素对码头的经营效率影响并不明显。

4.2 Y 集装箱码头经营效率提升建议

4.2.1 Y 集装箱码头企业简介

Y 集装箱码头企业成立于 1985 年 1 月,该企业依托优越的区位和自然地理条件,利用特区政策支持,历经 30 年快速发展,已成为集码头开发建设经营、物流配套、资讯服务等临港产业为一体的大型企业。经营范围包含码头建设和经营、后方仓储物流等配套服务设施的开发与经营、疏港公路和隧道等配套设施的建设与经营等。

目前,Y 集装箱码头旗下所包括的中港区、西港区和东港区码头,以及下属的大铲湾、和惠州港码头已投入运营的集装箱泊位 21 个,多用途泊位 3 个,码头岸线前沿水深达 16 米,可停泊 10 万吨级以上大型集装箱船舶。在码头主业方面,已形成以盐田、大铲湾、惠州等三大港区码头为核心支柱,其他港口投资项目为补充的多元化港口码头布局。

自开港以来,Y 集装箱码头集装箱吞吐量持续增长,目前,Y 集装箱码头的集装箱吞吐量约占深圳港的一半。作为世界单港集装箱吞吐量最高的码头之

一,已成为本地区国际集装箱远洋干线枢纽港。远洋集装箱班轮密度全国第一,包括有马士基、长荣、韩进、川崎、中远等近 40 家世界知名的大型船公司的 100 多条航线停靠,包括北美洲航线、欧洲航线、亚洲航线、中东航线、南美航线、非洲航线、中美洲航线、澳洲航线、港澳和内支航线。是目前我国远洋集装箱班轮密度最高的集装箱码头。

4.2.2 研究结果对Y集装箱码头经营效率的提升建议

从笔者所在的 Y 集装箱码头与其他码头对比的情况来看,2010—2012 年三年 Y 集装箱码头平均经营效率在 34 家码头中排名第二,主要因为 Y 集装箱码头具备竞争优势。根据笔者对 Y 集装箱码头的深入分析, Y 集装箱码头不仅完成了中港区一、二、三期集装箱码头以及扩建工程、西港区部分泊位的建设,而且在建港条件上, Y 集装箱码头具有水域开阔、水深不淤,天然掩护良好,航道维护成本低的建港条件;在区位优势上,地处外向型经济十分发达和作为“世界工厂”的珠江三角洲地区,毗邻香港国际航运中心;在公共关系方面,因具大型国企身份而拥有社会公信度,有利于取得一定的政策投放;在政策环境方面,因拥有国内最多的监管仓,辟建了保税物流园区,有利于开展富有竞争力的区港联动,在未来有可能升格成为保税港或自由港;在战略伙伴方面,有“和黄”、普洛斯等国际港航业和物流业巨头实质性的合作,有利于学习先进的经营管理技术,培养人才,走向全国,走向世界。

从 Y 集装箱码头自身发展趋势来看,2010—2012 年 Y 集装箱码头经营效率呈现逐年下降,并且下降速度有所激增,这表明, Y 集装箱码头也受到国内外不景气的经济形势影响,在经营上出现了一定的波动。但是,2011 年 Y 集装箱码头经营效率仅出现了 0.21% 的下降,远低于行业平均的 3.89% 的下降,表明 2011 年 Y 集装箱码头在应对不利的经济环境中采取了行之有效的措施和手段,其中显著的是 Y 集装箱码头取得了“大铲湾”的股权,发展资源得到了一种倍增效应,这些资源可以匹配成为一种很大的发展优势和综合能力,并进而提炼成为企业的核心竞争力。较大程度的抑制了码头效率的下降,降低了码头经营的波动。而在 2012 年中, Y 集装箱码头经营效率出现了超过行业平均的下降,表明 Y 集装箱码头在应对不利的经济形势,提升自身经营效率方面出了某些问题。

为便于找出 Y 集装箱码头在经营效率影响因素方面的竞争优势和劣势,将 Y 集装箱码头与国内集装箱码头经营效率影响因素样本的描述性统计进行对比如表 4-1 所示。

表 4-1 2010—2012 年 Y 集装箱码头与国内集装箱码头影响因素样本的描述性统计分析

变量	34 家码头中的最小值	34 家码头中的最大值	34 家码头的平均值	Y 集装箱码头（排名）
Len	350	6834	1319.8	6834（1）
Route	3.3	125.3	23.7	87.3（2）
P-Ratio	0.94	1.00	0.97	0.97（18）
E-Ratio	0.06	0.69	0.24	0.18（21）

结合本文集装箱码头经营效率及其影响因素研究结果的讨论，在针对 Y 集装箱码头各个影响因素衡量指标进行深入比较分析的基础上，根据其优势和劣势情况，提出提升和改善 Y 集装箱码头经营效率的建议如下。

4.2.2.1 经营规模研究结果对 Y 码头经营效率的提升建议

根据表 4-1Y 集装箱码头经营规模研究结果对比显示，Y 集装箱码头的泊位总长（Len）为 6834，该指标远超 34 家集装箱码头的平均值 1319.8，排名第一。说明 Y 集装箱码头作为我国改革开放后最早开发建设的集装箱码头之一，历经 30 年，已经发展成为远洋集装箱班轮密度全国第一，国内首屈一指的国际集装箱远洋干线枢纽港。作为深圳的重要支柱，在码头开发建设经营规模上遥遥领先于其他集装箱码头。虽然本文第 3 章研究揭示经营规模因素对码头经营效率影响并不明显，但结合 Y 集装箱码头在经营效率和年集装箱吞吐量均排名第二的领先优势来看，借助国家“一带一路”新型海洋经济发展战略，Y 集装箱码头的规模使得其具备进一步做大做强，扩大优势的实力和潜力。因此，在经营规模方面，对 Y 集装箱码头提出以下对策建议：

（1）构建基于港口主营业务的协调发展新优势 为提升 Y 集装箱码头资源要素价值，营造港口竞争软实力，港区高端商贸物流、金融物流和配套服务设施的拓展也必不可少。要充分发挥 Y 集装箱码头海铁联运的优势，增加内陆港的出口箱量和重箱出口比例。Y 集装箱码头在加快推进项目建设的同时，要继续做好码头腹地用户的市场拓展，全方位做好码头运营的准备工作。

加强拓展 Y 集装箱码头海外港口及物流设施的投资及运营，以港口为节点拓展临港产业。加快实施“走出去”战略，积极利用金砖国家开发银行、丝路基金等新型金融机构的专项资金，参与海上丝绸之路海外节点的建设与开发。Y 集装箱码头在继续巩固现有的现代货箱的战略合作基础上，探讨海外投资的渠道、产业及运营模式。重点研究新西兰南岛、德国杜伊斯堡港以及东南亚等地的港口、物流园区、海外仓的投资运营，并尝试以港口为核心节点，拓展商

品展示交易、进口冷链等临港产业，延伸港口产业链。

(2)加快整体开发建设和新项目的拓展力度 近年来集装箱航运业一直在朝着船舶大型化和船公司联盟化的趋势发展并不断加速。去年7月，可装载1.8万标准箱的全球最大集装箱货轮“马士基·穆勒”号首航挂靠Y集装箱码头；今年起，航运业三大巨头——马士基、地中海和达飞组建了超级航运联盟“P3联盟”，开始跨联盟运营。超大型船舶和超级联盟在计划着将大船的规模经济效益发挥到极致，高舱位利用率必不可少，这就意味着各个航线网络上的枢纽港将可能会有更大的吞吐量。但是，同一个联盟在同一个港口群内势必不会挂靠两个枢纽港，其航线挂靠港的任何调整也许就会意味着相关港口庞大货运吞吐量的迅速流失，港口之间的竞争将更加激烈。在这一过程中，Y集装箱码头投资策略的先动优势起着至关重要的做用，各大港口必将加快其软硬件的升级改造，支持超大型船舶挂靠的超大型深水泊位将成为码头运营者迫切想拥有的战略资源。

加快港口码头的整体开发、连片发展机制，集中力量引导推进重点码头的发展，着力推进以临港工业为依托的新兴港区建设。拓展Y集装箱码头港口腹地，积极参与投资开发经营内陆省份码头。积极开展港口推介，加强与内陆中西部省份合作。但Y集装箱码头在建设和发展港口的进程中，不要盲目拔高自己、求大求全，而是根据本地区经济发展的整体水平、港口所处的位置、进出货物的数量和流向，因地制宜地建设相应等级的码头，达到大小港口码头各显其能的整合优势。

积极鼓励支持实力较强的外商以独资、合资或控股参股等多种方式参与开发建设和经营Y集装箱码头，促进Y集装箱码头投资经营的多元化发展。要继续加大对新项目的开拓力度，转变投融资策略，获取更多的战略资源。

4.2.2.2 管理能力研究结果对Y码头经营效率的提升建议

根据表4-1Y集装箱码头管理能力研究结果对比显示，Y集装箱码头航线个数（Route）为87.3，该指标远超34家集装箱码头的平均值23.7，次于青岛前湾码头的指标125.3，排名第二。说明Y集装箱码头作为国际集装箱远洋干线运输枢纽港，目前，每周已有30多家船公司和近100条航线挂靠港区，远洋集装箱班轮密度全国第一。但可以看到，Y集装箱码头较排名第一的青岛前湾码头存在较大的差距。因此，Y集装箱码头仍有较大上升的空间，需要进一步提升和加强业务、服务等方方面面的管理能力，继续保持和扩大优势。因此，在管理能力方面，对Y集装箱码头提出以下对策建议：

(1)开展类金融业务创新 要全力开展对Y集装箱码头港区企业服务

的类金融业务的创新，特别要利用好 Y 集装箱码头自有资金和融资能力，创新金融服务将实现港口功能的拓展，创造社会效益和经济效益。传统的港口建设审批程序冗长，投资周期长，要充分利用 Y 集装箱码头综合保税区的相关政策功能开展金融租赁业务的探索。凭借良好的商业信誉及经营业绩，与众多银行结成战略合作伙伴关系，基于丰富的供应链金融服务，今后可以为 Y 集装箱码头港区进出口客户提供多样化的信息金融、数据分析等增值服务，如短期资金的融通、设备融资租赁、中小微企业整体资金解决方案等。通过为 Y 集装箱码头港口物流客户特别是中小企业拓展融资渠道，帮助客户扩大生产经营，增强抵御风险的能力；利用和研发领先的港口物流数据信息系统，满足多种业务模式的个性化需求，为客户的业务运作及数据信息安全保驾护航。

同时，还要整合和发挥 Y 集装箱码头物流企业的协同效应，根据供应链上不同环节的企业需求，整合优势资源，以物流、商流、资金流、信息流、业务流为载体，致力于打造集流通消费型供应链服务、全球采购与产品整合供应链服务、供应链金融服务于一体的全方位综合型供应链服务平台。形成集商务办公、产品展示、现代化仓储、娱乐休闲于一体的商贸物流业态。未来要秉承“整合、共享、创新”的精神，以现代化的服务设施、国际先进的管理水平及服务能力，将供应链地产优势与一站式供应链完美结合，独辟蹊径，开创供应链地产服务的全新境界。

(2) 加强品牌管理 商标权就是一种重要的无形财产权，国有资产既包括厂房、设备等有形资产，也包括土地使用权、商标、专利等无形资产。如果 Y 集装箱码头对于所掌控的国有资产疏于管理，那么必然导致国有资产的流失。商标可融资、可作价入股为 Y 集装箱码头带来经济效益。商标作为知识产权的重要部分，从来没有像今天这样受到社会和企业的重视。商标专用权是港口品牌建设推广的法律基础，也是国有资产的一部分，与 Y 集装箱码头的发展战略密切相关，表现形态和价值表现多种多样，不仅可参与企业经营、成为作为融资工具、而且可通过授权使用等直接产生经济效益。规划和加强 Y 集装箱码头注册商标泊管理、建立符合公司战略发展的商标品牌管理体系、统筹规划并合理利用港口注册商标，是充分利用与盘活 Y 集装箱码头资产的一种方式。

4.2.2.3 自动化效率研究结果对 Y 码头经营效率的提升建议

根据表 4-1Y 集装箱码头自动化效率研究结果对比显示，Y 集装箱码头生产性停时占比（P—Ratio）为 0.97，该指标与平均值相同，排名第 15，与排名第 1 的几家集装箱码头有较大差距。说明 Y 集装箱码头的自动化效率水平一般，毫无优势。是影响码头经营效率的主要原因。所以，Y 集装箱码头应尽早完善

码头软硬件设施等方面，完善不足，有效提升自动化效率水平。因此，在自动化效率水平方面，对 Y 集装箱码头提出以下对策建议：

(1) 整合系统客户信息资源 要科学合理地组织生产，通过加强各个环节之间的协作缩短船舶非生产性停时，加强和完善开放性信息系统建设，做到既能够与外部系统进行衔接转换，又能够为后续的开发升级留有空间，通过信息技术的改进减少人力和物力投入。在 Y 集装箱码头信息资讯平台建设方面，通过不断完善国检全申报，集装箱适载，放行条网上确认，海关申报系统，仓储、堆场子系统以及运输管理系统建设等服务功能，逐步优化 Y 集装箱码头国检、堆场、海关、码头、仓储、货代、工厂的部分数据集成，并依托码头持续开发腹地供应链电子商务，力争形成集贸易、物流与信息流为一体的资讯服务平台。

金融新兴渠道的最大价值在于数据，通过物流企业和信息服务平台，通过整合分析已积累的大量客户业务数据对客户信用进行专业评估，建立 Y 集装箱码头信用等级名单。同时，通过调研了解客户对金融产品的需求，建立客户的金融信息库，并进行适时更新，为开展有针对性的金融服务提供决策依据。

相对于海量的大数据，Y 集装箱码头经营管理过程中汇集的各项管理信息只能说是“小”数据，但日常经营管理更需要关注和利用的是这些信息。如何让“小数据”也发挥大作用？最少的汇集成本、最小的整理误差、最快的输出应该是处理“小数据”所依托的管理信息系统所需满足的基本要求。目前 Y 集装箱码头已建立诸多的专项管理信息系统，但这些子系统是相对独立的，难以完全满足管理信息的共享，同时增加了不同信息系统输出信息的核对工作量，也减缓了信息输出的速度和效率。建议对 Y 集装箱码头现有的各项管理子系统予以适度整合，以形成 Y 集装箱码头统一的管理信息系统。利用移动互联网技术实现客户群的信息共享及为客户提供快捷、便利的服务，以提高客户的满意度，并以此拓展客户资源。并运用 GPS 技术、GIS (Geographical Information System) 技术、CTI (Computer Telecommunication Integration, 计算机电信集成) 技术等建立城市的 GPS 物流配送管理系统，为客户提供增值服务。

(2) 与现有客户及潜在客户建立长期联系 随时发布仓位信息、有关海关监管制度、最新的优惠方案、资费的调整、新设备的引入，流程的变更通知等相关的最新动态信息，进一步挖掘 Y 集装箱码头客户的潜在需求，并大力拓展新的业务渠道。掌上配货。利用移动终端（手机）和服务信息平台的联接，以及运用上述技术与各地合作的物流地网系统直接对接，汇聚了各地物流地网的物流信息；客户端包括 PC 客户端和手机客户端，分别通过宽带和 3G 无线上

网登录系统，为 Y 集装箱码头仓储、车主和货运司机提供基于移动终端的找货和车辆管理应功能，满足车找货、货找车的物流配货需求。

掌上配货应用创建了创新的多赢商业合作模式，运营商通过与跨地域物流信息网、物流地网紧密合作实现规模拓展。商业合作模式为跨地域物流信息网以开发、运营和信息共享参与掌上配货应用功能费分成；物流地网提供本地物流信息并可作为运营商通信业务的合作代理，参与掌上配货应用功能分成，同时获取运营商通信业务代理佣金；运营商可以将手机与物流信息服务整合向车主或货车司机提供综合物流配货整体应用服务，向客户收取通信费和掌上配货应用功能费，并与合作伙伴分成。

(3) 移动视频监控 视频监控已不限于仓库、堆场、码头、停车场等固定场所，随着移动通信的发展，高速率的移动传输得到实现和应用，视频监控也应用于移动状态下的运输环节，比如危险品运输、贵重物品拆拼等。目前已有电信运营商开展了移动视频监控支持多路视频并发，并能够实现云台控制、镜头缩放、报警识别、本地存储、实时传输、多路分发等功能。对 Y 集装箱码头普通货物运输可起到监督司机行为、保障货物安全等作用，对危险品和特种物品的运输、拆拼，还可以和 Y 集装箱码头应急联动系统对接，做到全程监控、统一指挥。

(4) 呼叫中心调度 Y 集装箱码头与电信运营商合作为不同种类的物流企业提供多样化的呼叫中心调度服务，为客户提供电话发布和查询配货信息、交通导航信息等功能。为运输企业客户提供基于集群通信的对讲业务，实现单呼、组呼、广播呼叫、紧急呼叫等功能，提供便捷、高效和低成本的集中调度。比如为 Y 集装箱码头运输企业提供基于微信语音或手机短信的调度，可以实现单条发送和群发等，也可以预定发送的时间或只针对部分特定的接收者。还可以为 Y 集装箱码头物流企业客户提供呼叫中心租用服务，一方面可以为客户快速提供高效的呼叫中心功能；另一方面可以降低 Y 集装箱码头物流企业客户的运营成本。

4.2.2.4 员工素质研究结果对 Y 码头经营效率的提升建议

根据表 4-1Y 集装箱码头管理能力研究结果对比显示，Y 集装箱码头本科及以上学历员工占总职工的比例（E—Ratio）为 0.18，该指标低于 34 家集装箱码头的平均值 0.24，排名仅第 21，与排名第一的天津联盟国际码头 0.69 的指标差距巨大。说明 Y 集装箱码头的员工素质总体水平较低，劣势明显，极大影响了码头的经营效率，是 Y 集装箱码头提高获利能力的重大障碍因素，严重制约码头的高效发展和进一步优势的扩大。所以，当务之急，Y 集装码头首要举措应

采取多种渠道和方式，系统有效的提高总体员工素质和专业技术水平、能力。因此，在员工素质方面，对 Y 集装箱码头提出以下对策建议：

(1) 打造适应经营形势的员工队伍 Y 集装箱码头航运金融、保险、租赁等仍处于起步阶段，海事仲裁、运价交易、保险公估、航运咨询、货运代理、航交所等国际航运服务机构规模偏小，影响力不大。Y 集装箱码头港航人才特别是高级人才总量不足，口岸通关服务环境也有待进一步提升。长期以来，由于 Y 集装箱码头国企性质的特殊，一定程度上导致了 Y 集装箱码头市场意识、竞争意识、创新意识不强，企业文化、人事制度、管控体系和党风廉政建设不够，各级管理干部创新和动力不足。人才的匮乏是制约 Y 集装箱码头发展的最重要因素，所以对专业人才的培养和引进是很重要的发展策略。实证研究表明，员工的学历和技能水平将对生产经营效率的提高产生决定性影响，因此应该根据 Y 集装箱码头自身的特点培养符合要求的员工，在人才的引进方面逐步向高学历人才过度，加强人才的储备工作。要继续强化员工队伍思想观念、工作作风和能力素质建设，加强干部培养和交流，完善外派干部制度；尤其是各级管理干部要提升解决冲突管理的能力，营造和谐、充满正能量的工作氛围。Y 集装箱码头也要定期培训员工，让他们知识、意识能够跟上发展趋势。

一是人才引进，一方面要积极引进银行、金融服务、IT 技术领域的领军人物等高层次人才，建立 Y 集装箱码头类金融人才孵化基地，另一方面通过校招、实习生项目的培养计划，采取校企合作、共同培养的模式，有针对性及时吸收优秀精英学子作为人才生力军。

二是人才培养，重点依托 Y 集装箱码头港口资讯平台，借助其信息与物流的复合性业务链条，打造适应港口新业务模块的内部人才培育平台，同时强化人才外派交流机制，为到国内外知名企业交流培训创造机会，有计划地培养港口复合型人才骨干。

三是优化人才年龄结构，有意识地调整人才年龄结构，重点增加和优化 25-30 岁年龄段的类金融专业人才，未来五年实现类金融专业人才队伍年轻化，逐步优化整体人才结构，向同行业标杆企业靠齐，增强新业务板块的综合实力。

四是建立高校合作培养机制，Y 集装箱码头要尝试与国内外知名院校合作开设高级研修班，分期分批对企业中层领导干部进行专业知识的深造，打造知识型经营管理团队。

(2) 提高管理效率 随着经济全球化和信息化，港口的功能已由第一代单一的货物装卸，第二代临港工业的原材料和产成品的进出海通道，第三代提供运输、存储、包装、装卸、流通加工、分拨、物流信息处理等全方位物流服

务，向第四代提供综合供应链服务转变。实证表明，当经营效率水平达到 0.85 的时候，原有的技术水平对经营效率的进步和产量的增长将会非常有限，不但边际效益递减，甚至可能出现导致产量下降的负面影响。因此，Y 集装箱码头需要不断发掘新的生产工艺和生产模式来促进生产效率的提高。例如实现物流、信息流、现金流“三流”融合，依托云计算、大数据、移动互联网进行资源整合，利用 Y 集装箱码头现有品牌、融资、资金方面的优势与相关企业强强合作，完成 Y 集装箱码头由传统港口物流企业向综合供应链服务商升级转型。如果原有的生产效率在短期内无法提高，就需要考虑新的投资方式和商业模式来带动 Y 集装箱码头的进一步增长。

一是以科学决策为目标，对项目建设管理过程中成本、进度、合同风险评估与预警等动态数据，通过查询与统计报表功能，使 Y 集装箱码头各级管理人员参加项目过程的审核流程，并使决策有效地整合到项目管理过程中。Y 集装箱码头系统平台的数据挖掘和数据存储及综合调用功能可深入充分地分析项目过程，随时做出各种所需的辅助决策分析，以帮助 Y 集装箱码头各级领导得到分析对比数据以及模拟预测的结果，提高决策的科学性；

二是以控制成本为核心，通过预测、决策、计划，对成本进行事前控制，通过控制、核算对成本进行事中控制，通过分析、考核与评估对成本进行事后控制。随时进行各种成本的汇总，为 Y 集装箱码头项目管理人员和决策层领导提供可依赖的数据文件，加强成本的动态实时控制。同时围绕 Y 集装箱码头多项目进行设计、进度与资源的合理优化，进一步实现科学、合理的成本控制；

三是以进度计划为主线通过 Y 集装箱码头项目管理工作分解结构的合理优化，分配并组织项目的人力、资金、技术等资源，安排设计的质量、审查和决策控制，以及工程管理质量、安全和现场的控制措施，并将 Y 集装箱码头成本结构分解到进度计划的各个工作中，通过进度计划的完成情况的检查与分析，优化资源配置，确保项目进度计划的执行；

四是全过程一体化管理，最终实现 Y 集装箱码头项目建设的前期管理、项目实施（工程管理、招投标及采购管理、投资与成本管理、运营管理、进度款支付与结算管理、效益分析等）、项目后评价等全过程一体化管理。满足 Y 集装箱码头各层级领导和不同职能部门对管理与决策的更高需求。

4.3 研究局限与展望

本文虽然已对基于随机前沿分析法的集装箱码头特别是 Y 集装箱码头经营效率的影响因素进行了深入的讨论，具体的指出了研究的理论意义和实践意

义。当然也要指出研究局限，并对未来研究进行展望。

4.3.1 本研究的局限

(1) **模型包容性较差** 本文选取的 SFA 模型在生产函数方面采用的是对数 Cobb—Douglas 生产函数，该函数包容性较为单一，而我国地方型码头群往往拥有不下一家的集装箱码头，各具有不同的所有制结构和管理方式，生产率参差不齐、表现方式各有特点，通过同一个经营效率测度模型测量不同规模、不同类别口岸，存在以偏概全问题，准确性难以保证，今后研究可以考虑包容性更强的超越对数函数，以提高结果的准确性。

(2) **模型一致性不足** SFA 模型对经营效率影响因素的研究，第一步为选定经营效率的概念和确定合理的测量方法，通过对样本进行处理和分析，测算出被考察单元的相对效率值；第二步为根据研究目的，找出影响样本经营效率的影响因素。由于该方法分两个环节进行，因此存在估计的一致性问题的，特别是在第二步的研究分析中，通常使用一组可能对样本效率差异产生影响的变量进行回归找出主要影响因素。

(3) **影响因素变量的选取不全面** 由于时间和水平的限制，本人只通过泊位总长、航线个数、生产性停时占比、本科以上学历占比四个影响因素指标进行集装箱码头经营效率的研究，而在实际中影响经营效率的因素有很多，例如可以考虑将人才结构、功能拓展和物流水平等纳入进来进行系统性分析。

4.3.2 未来研究展望

综合当前研究现状，结合缺陷的原因，我们还可以从如下方面进行更深入的研究：

(1) **考虑集装箱码头兼并重组对经营效率的影响** 在以市场为导向、以政府调控为手段，有序进行港口重点企业整合，支持大型国有企业通过联营、入股、兼并等方式对港口码头资产进行重组的背景下，要关注兼并重组对集装箱码头经营效率的影响。

(2) **考虑集装箱码头定位特色对经营效率的影响** 坚持形成合理分工、优势互补、相互合作的格局，考虑煤炭、矿石、油品等专业化、大型化、现代化行业码头的不同经营效率影响因素。

(3) **考虑不同分析模型对经营效率的影响** 虽然自 20 世纪 90 年代以后，BC 模型以一次性测算经营效率及影响因素提高了估算的效率，SFA 方法也得到了更加深入的发展，但仍然存在数据一致性问题。因此，可以利用我国集装

箱码头数据，采用另一种非参数法——DEA 对效率影响因素进行研究。

4.4 本章小结

本章首先对第 3 章的计算结果进行讨论，将 Y 集装箱码头与其他集装箱码头经营效率及经营效率的影响因素进行对比，分析得出 Y 集装箱码头竞争的优势和劣势。进而从经营规模、管理能力、自动化效率、员工素质等方面对 Y 集装箱码头的经营效率提出对策和建议。最后，对本文基于 SFA 的集装箱码头经营效率研究也指出了研究局限和未来研究展望。

结 论

本文运用对数 Cobb—Douglas 前沿生产函数建立了经营效率的随机前沿分析 SFA 模型，同时确立了经营规模、管理能力、自动化效率和员工素质等变量作为经营效率的影响因素。然后通过我国 34 个集装箱码头的样本数据得出了各个集装箱码头的经营效率并选取了管理能力、自动化效率和员工素质三个影响因素对 Y 集装箱码头经营效率提出相应的对策和建议，主要的研究结论如下：

(1) 从回归结果可知，本科以上学历占比 (E—Ratio) 对经营效率的解释能力较强，其回归系数为 0.264；航线个数 (Route) 对经营效率的解释能力较为明显，其回归系数为 0.003；生产性停时占比 (P—Ratio) 对经营效率的解释能力也较为明显，其回归系数为 1.951E-5。本文选取的管理能力、自动化效率和员工素质对经营效率的提高有正相关的作用。

(2) 管理能力对经营效率有着重要的影响，通过 5% 水平的显著性检验，相关系数为 0.559。这表明集装箱码头的管理能力水平制约着经营效率，低下的管理能力必然对集装箱码头经营效率有着不良的影响。

(3) 自动化效率对经营效率有着至关重要的影响，保持在 1% 水平上显著正相关，相关系数为 0.662。这意味着生产性停时占比越高，集装箱码头的经营效率越高，反之亦然。

(4) 员工素质对经营效率有着积极的影响，保持在 5% 水平上显著正相关，相关系数为 0.556，这表明集装箱码头的员工素质对经营效率有着积极的影响。

本文建议 Y 集装箱码头在经营规模方面，要构建基于港口主营业务的协调发展新优势、加快整体开发建设和新项目的拓展力度；在管理能力方面，要开展类金融业务创新和加强品牌管理；在自动化效率方面，要整合系统客户信息资源，与现有客户及潜在客户建立长期联系等；在员工素质方面，要打造适应经营形势的员工队伍、提高管理效率。

随着研究的深入，虽然作者力图使本文的研究变得更加完善，但由于时间和水平有限，本文在诸多方面仍存在着缺陷和不足，需要在今后研究中进行深入探讨。

参考文献

- [1] 舒洪峰. 集装箱港口发展动态研究[D].北京: 中国社会科学院研究生院, 2007:123-130.
- [2] Gustaaf D M. Measuring and Evaluating Port Performance and Productivity[J]. Unctad Monographs on Port Management, 1987, 6: 339—352.
- [3] Ki-Tae Y, W S Dong-Wook S. An evaluation of container ports in china and Korea with the analytic hierarchy process[J]. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2003, 5: 726-741.
- [4] Martinez B, Diaz A, Navarro I, Ravelo M. A Study of the Efficiency of Spanish Port Authorities-using Data Envelopment Analysis[J]. International Journal of Transport Economics, 1999, 26: 237-253.
- [5] Cullinane K, Song D W, Gray R. A Stochastic Frontier Model of the Efficiency of Major Container Terminals in Asia: Accessing the Influence of Administrative and Ownership Structures[J]. Transportation Research: Part A. 2002, 36: 743-762.
- [6] Coto-Milla'n P, Banos-Pino J, Rodr'guez-Alvarez A. Economic efficiency in Spanish ports: some empirical evidence[J]. Maritime Policy and Management. An International Journal of Shipping and Port Research. 2000, 27(2):169-174.
- [7] Leibenstein H. Allocative Efficiency vs “X-Efficiency”[J]. America Economic Review, 1966, 56(3): 392-415.
- [8] Antonio E et al. Sources of Efficiency Gains in Port Reform: a DEA Decomposition of a Malmquist TFP Index for Mexico[J]. Utilities Policy, 2004, 12: 221-230.
- [9] Farrell M J. The Measurement of Productive Efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3): 253-290.
- [10] Yen-Chun W, Mark G. Container port efficiency in emerging and more advanced markets[J]. Transportation Research Part E, 2010, 46: 1030-1042.
- [11] Lau L J, Yotopoulos P A. The meta-production function approach to technological change in world agriculture[J]. Journal of Development Economics, 1989, 31: 241-269.
- [12] Talley W K. Performance Indicators and Port Performance Evaluation[J]. The Logistics and Transportation Review, 1994, 30: 339-352.
- [13] Jose T, Wu H. Port privatization-efficiency and competitiveness: Some empirical evidence from container ports[J]. Transportation Research Part A,

- 2005, 39: 495-424.
- [14] Coelli T J. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer)Program[J]. Center for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA), Working Papers, 1996: 96-68.
- [15] Notteboom T et al. Measuring and explaining the relative efficiency of container terminals by means of Bayesian Stochastic Frontier Models[J]. International Journal of Maritime Economics, 2000, 2: 83-106.
- [16] Sachish A. Productivity functions as a managerial tool in Israeli ports[J]. Maritime policy and Management, 1996, 23(4): 341-369.
- [17] Talley W K. Optimum throughput and performance evaluation of marine terminals[J]. Maritime Policy and Management, 1988, 15(4): 327-331.
- [18] Cullinane K, Wang T F. The technical efficiency of conterports: Comparing data development analysis and stochastic frontier analysis[J]. Transportation Research Part A, 2006, 40: 354-374.
- [19] Teng-Fei W, Dong-Wook S, Kevin. Container port production efficiency: A comparative study of DEA and FDH approaches[J]. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2003, 5: 698-713.
- [20] Kumbhakar S C, Lovell C A K, Stochastic Frontier Analysis[M]. Cambridge,England: Cambridge University Press, 2000: 235-342.
- [21] Mark N L, Lullit G. Statistical benchmarking in utility regulation: Role, standards and methods[J]. Energy Policy, 2009, 37: 1323-1330.
- [22] Otieno R K et al. Sea-Port Operational Efficiency: An Evaluation of Five Asian Ports Using Stochastic Frontier Production Function Model[J]. Journal of Service Science and Management, 2011, 4: 391-399.
- [23] 董晓菲. 大连港—东北腹地系统空间作用及联动发展机理研究[D]. 长春: 东北师范大学博士论文, 2011:9.
- [24] 黄博文. 浅议港口码头的现代化开发管理模式[J]. 中国水运(下半月). 2012, 12(4):22-23.
- [25] 钟祖昌. 考虑环境效应和随机误差的中国港口技术效率分析—基于三阶段 DEA 模型的测度[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2013(2): 93-97.
- [26] 庄辰明, 许路, 吴岩松. 世界先进集装箱码头管理模式的借鉴作用[J]. 中国港口, 2003, 3: 26-27.
- [27] 庞瑞芝, 李占平. 港口绩效评价与分析探讨[J]. 港口经济, 2005, 5: 43-44.
- [28] 匡海波, 陈树文. 基于神经网络的技术效率研究——对中国港口的实证分析[J]. 科学学研究. 2007, 4: 21-24.

- [29] 杨华龙, 任超, 王清斌, 等. 基于数据包络分析的集装箱港口绩效评价[J]. 大连海事大学学报, 2005, 31(1): 51-54.
- [30] 陈军飞, 许长新, 严以新. 用数据包络分析法对港口水运上市公司经营效率的评价[J]. 上海海运学院学报, 2004, 25(1): 51-55.
- [31] 吉阿兵. 基于极效率 DEA 模型的港口绩效评价[J]. 系统工程, 2005, 23(4): 119-122.
- [32] 郭辉. 集装箱码头生产效率分析-我国集装箱码头生产效率与世界其他集装箱码头生产效率的比较分析[D]. 大连: 大连海事大学硕士论文, 2005: 33-37.
- [33] 陈春芳, 宗蓓华. 基于 SFA 的上海港集装箱码头效率评价[J]. 上海海事大学学报, 2008, 29(3): 87-92.
- [34] 罗俊浩, 催蛾英, 季建华. 基于随机前沿分析(SFA)的港口上市公司的效率评价[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2012, 8(4): 736-739.
- [35] 刘大熔. 多指标体系的港口效率评价模型[J]. 上海海运学院学报, 1994, 6(15): 2-8.
- [36] Shephard R W. The Theory of cost and Production Functions[M]. Princeton, N. J: Princeton University Press, 1970:112-153.
- [37] Varian H R. The Nonparametric Approach to Production Analysis[J]. Management Science, 1984, 52: 579-597.
- [38] Kumbhakar S C. Stochastic Frontier Analysis[M]. Cambridge,England: Cambridge University Press, 2000: 5-20
- [39] Banker R, Charnes A, Cooper W W. Some Models for Estimating Technical And Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis[J]. Management Science. 1984, 30: 1078-1092.
- [40] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2: 429-444.
- [41] 张璐. 我国集装箱码头效率分析[D]. 大连: 大连海事大学硕士论文, 2009: 15-27.
- [42] Fujita M, Mori T. Transport development and the evolution of economic geography[J]. Portuguese Economic Journal, 2005, 2: 129-156.
- [43] Fare R, Lovell C A K. Easuring the Technical Efficiency of Production[J]. Journal of Economic Theory, 1978, 19: 150-162.
- [44] Jose T. Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis[J]. Transportation Research Part A,

- 2001, 35: 113-128.
- [45] Valentine V F, Gray R. The Measurement of Port Efficiency Using Data Envelopment Analysis[C]. Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research.South Korea: seoul, 2001, 7:8-11.
- [46] 钟铭, 吕媛媛. 基于数据包络分析的集装箱码头相对效率比较[J]. 水运管理, 2007, 29(5): 22-25.
- [47] 林黎. 我国铁矿石码头效率评价研究[D]. 大连: 大连海事大学硕士论文, 2011:13-17.
- [48] Maria L. Efficiency Measurement in the Port Industry: A Survey of the Empirical Evidence[J]. Maritime Economics and Logistics, 2003, 5: 199-218.
- [49] 刘策, 安立仁. 基于 DEA 模型的循环经济效益实证研究: 来自中国 30 省(市)的数据[J]. 西安财经学院学报, 2008, 21(6): 25-29.
- [50] 黄森, 蒲勇健. 中国省域经济综合效率分析—基于三阶段 DEA 模型的研究[J]. 山西财经大学学报, 2010, 32(3): 23-29.
- [51] Battese G E, Coelli T J. Prediction of firm-level technical efficiencies: With a generalized frontier production function and panel data[J]. Journal of Econometrics, 1988, 38: 387-399.
- [52] Battese G E. Frontier production functions and technical efficiency: A survey of empirical applications in agricultural economics[J]. Agricultural Economics. 1992, 7: 185-208.
- [53] Battese G E, Coelli T J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data with application to paddy farmers in india[J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 3: 153-169.
- [54] Battese G E, Coelli T J. A stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effects[A]. Working Papers in Econometrics and Applied Statistics. Department of Econometrics. University of New England. Armidale, 1993:69.
- [55] 匡海波. 中国港口上市公司综合效率研究[J]. 科研管理, 2007, 28(3): 148-155.
- [56] 徐琼. 技术效率与前沿面理论评述[J]. 财经论丛, 2005, 2: 29-34.
- [57] Scale B M. Efficiency and Productivity Change[J]. Journal of Productivity Analysis, 2001, 15: 159-183.
- [58] Aigner D J, Lovell C A K, Schmidt. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Functions Models[J]. Journal of Econometrics, 1977, 6(5): 21-37.
- [59] Liu Z. The comparative performance of public and private enterprises[J].

-
- Journal of Transportation Economics and Policy, 1995, 9: 263-274.
- [60] Tongzon J L. Determinants of Port Performance and Efficiency[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 1995, 29(3): 245-252.
- [61] Tongzon J L. Efficiency measurement of selected Australian and other international Ports using data envelopment analysis[J]. Transportation Research: Part A. 2001, 35: 113-128.
- [62] 袁晓玲, 仲云云. 我国区域经济发展效率的时空变化及影响因素分析——基于超效率 DEA 模型的实证分析[J]. 商业经济与管理, 2010, 7: 81-90.
- [63] 庞瑞芝. 我国主要沿海港口的动态效率评价[J]. 经济研究, 2006, 6: 92-100.
- [64] 吕媛媛. 我国集装箱港口效率评价研究[D]. 大连: 大连海事大学硕士论文, 2008.
- [65] 沈玉芳, 刘曙华, 张婧, 等. 长三角地区产业群、城市群和港口群协同发展研究[J]. 经济地理, 2010, 30(5): 778-783.
- [66] 黄勇, 徐景昊. 中国港口行业上市公司效率评价研究[J]. 水运工程, 2010, 30(5): 98-102.
- [67] 李学工, 郭丽彬. 中国港口物流合作与竞争的框架体系[J]. 中国储运, 2007, 11: 87-89.
- [68] 张小蒂, 邓娟. 中国港口效率测度及提升研究[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2013, 43(4): 29-31.

哈尔滨工业大学学位论文原创性声明和使用权限

学位论文原创性声明

本人郑重声明：此处所提交的学位论文《基于随机前沿分析模型的集装箱码头经营效率测度研究》，是本人在导师指导下，在哈尔滨工业大学攻读学位期间独立进行研究工作所取得的成果，且学位论文中除已标注引用文献的部分外不包含他人完成或已发表的研究成果。对本学位论文的研究工作做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明。

作者签名：印希亮

日期：2015年7月5日

学位论文使用权限

学位论文是研究生在哈尔滨工业大学攻读学位期间完成的成果，知识产权归属哈尔滨工业大学。学位论文的使用权限如下：

(1) 学校可以采用影印、缩印或其他复制手段保存研究生上交的学位论文，并向国家图书馆报送学位论文；(2) 学校可以将学位论文部分或全部内容编入有关数据库进行检索和提供相应阅览服务；(3) 研究生毕业后发表与此学位论文研究成果相关的学术论文和其他成果时，应征得导师同意，且第一署名单位为哈尔滨工业大学。

保密论文在保密期内遵守有关保密规定，解密后适用于此使用权限规定。

本人知悉学位论文的使用权限，并将遵守有关规定。

作者签名：印希亮

日期：2015年7月5日

导师签名：

王东

日期：2015年7月5日

致 谢

本文是硕士学业学习成果的总结。本人在攻读硕士学位期间受到了导师王东老师的亲切关怀与无私帮助，王老师在论文的选题，确定提纲、主体内容及研究方法等等各个方面都提出了十分中肯的意见和建议，在此对导师一直以来的谆谆教诲和无微不至的关怀表示衷心的感谢！学高为师，师德为范，导师在做学问和为人处事上对我的悉心教诲使我受益甚丰。在此特向导师致以最崇高的敬意和感谢！

感谢城市规划与管理学院各位老师，让我有更扎实的基础，并从我的论文开题、中期直至论文终稿完成都给予我指导、关心、帮助和支持，在专业上给了我毫无保留的支援，感谢你们的支持使我顺利完成学业。

衷心感谢我的企业导师邱钰伟经理，与邱经理交流的过程中总会得到意想不到的收获，邱钰伟经理对企业的了解和把握给了我巨大的启示，使我考虑问题的角度迅速提升，思维方式有了根本的转变。

衷心感谢所有支持我的同事、朋友，他们在我身边默默关怀，不求回报，是我又一强大的精神支柱。在我遭遇挫折的时候，陪伴着我，给予我支持和鼓励，无论是在生活和学习上，他们总是给予热情的帮助与关怀，愿同窗情谊，地久天长。

还要向养育我多年的父母奉上我由衷的感谢，是他们全力、一如既往的支持才使得我完成学业，成为社会栋梁之才。

我能够完成硕士学业，与我的妻子、孩子坚定不移地支持分不开。家庭永远都是我最坚强的后盾，妻子始终给我以支持和鼓励，孩子尽量不给我增加额外负担。家人无私的关怀长期给我以巨大的感召，是我积极向上的动力和源泉。

在文章的写作过程中，阅读了大量文献，感谢所有文献作者的辛勤劳动！

最后，还要感谢在百忙之中抽出时间为我评审论文的各位老师，衷心感谢你们！

个人简历

1977 年 10 月出生于海南省琼中县。

教育经历：

1996 年 9 月考入天津城市建设学院建筑工程专业，2000 年 7 月本科毕业。

2009 年 3 月至今在哈尔滨工业大学深圳研究生院攻读工程硕士学位。

工作经历：

2006 年至今，在深圳市大铲湾港口投资发展有限公司工作。

2003 年—2006 年，在深圳市东城康桥房地产开发有限公司工作。

2000 年—2003 年，在深圳市华润万家有限公司工作。