

分 类 号 \_\_\_\_\_

U D C \_\_\_\_\_

密 级 \_\_\_\_\_

单位代码 10151 \_\_\_\_\_

大 连 海 事 大 学

硕士学位论文

集装箱码头船舶装卸作业监控过程的改进研究

(学位论文形式：专题研究)

王 鲲

指 导 教 师	蒋 波	职 称	教 授
---------	-----	-----	-----

学位授予单位	大 连 海 事 大 学
--------	-------------

申请学位类别	工商管理硕士	学科（专业）	工商管理（MBA）
--------	--------	--------	-----------

论文完成日期	2016 年 3 月	答辩日期	2016 年 6 月
--------	------------	------	------------

答辩委员会主席





**A study of Promotion of Handling Monitor System in  
Container Terminal**

**A thesis Submitted to  
Dalian Maritime University  
In partial fulfillment of the requirements for the degree of  
Master of Business Administration**

**by  
Wang Kun  
(Business Administration)**

**Thesis Supervisor: Professor Jiang Bo**

**March 2016**

# 大连海事大学学位论文原创性声明和使用授权说明

## 原创性声明

本人郑重声明：本论文是在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果，撰写成硕士学位论文“集装箱码头船舶作业监控过程的改进研究——以天津港某集装箱码头公司W项目开发为例”。除论文中已经注明引用的内容外，对论文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本论文中不包含任何未加明确注明的其他个人或集体已经公开发表或未公开发表的成果。本声明的法律责任由本人承担。

学位论文作者签名： 王鲲

## 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者及指导教师完全了解大连海事大学有关保留、使用研究生学位论文的规定，即：大连海事大学有权保留并向国家有关部门或机构送交学位论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权大连海事大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，也可采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编学位论文。同意将本学位论文收录到《中国优秀博硕士学位论文全文数据库》（中国学术期刊（光盘版）电子杂志社）、《中国学位论文全文数据库》（中国科学技术信息研究所）等数据库中，并以电子出版物形式出版发行和提供信息服务。保密的论文在解密后遵守此规定。

本学位论文属于： 保 密 ☐ 在 \_\_\_\_\_ 年解密后适用本授权书。

不保密 ☒ （请在以上方框内打“√”）

论文作者签名： 王鲲 导师签名： 隋欣

日期： 2016年6月 日

## 摘 要

集装箱码头是目前物流领域最繁忙的节点，也是需要应用系统工程方法解决问题最多的环节。本文首先阐述了 D 公司的总体战略目标和服务目标，接着分析了公司的作业环境与行业背景、竞争强度和内部能力。运用系统工程的相关理论，在分析公司现状的基础上，指出了 D 公司现有装卸过程中存在的因监控过程缺位而带来的服务质量问题，提出了解决这些问题时应该在管理和作业监控系统方面所采取的监控系统和管理结合的改进措施。分析了监控内容的数据模型，并根据该模型构造了图形化的监控工具，用于对 D 公司今后生产过程的管理。

本文针对 D 公司装卸作业过程中的监控过程做了较为系统的研究，实践了系统工程理论，为装卸过程提出了切实可行的监控理论和监控工具。本文的研究结论是：D 公司在装卸作业的监控过程沿用依据经验的监控方式，缺乏严谨量化的监控指标和有效监控手段，是导致对作业过程进度误判、出现服务问题的根本原因，改进的措施应该从建立监控数据模型、监控数值指标、监控手段等方面出发，运用信息技术，建立完整的监控系统，以提升作业监控能力。

实现结果表明，依据本文提出的改进策略所实现的监控系统，有效地提高了 D 公司的装卸作业效率，降低了退动态发生率，提升了服务质量。

**关键词：集装箱码头；生产调度；装卸过程监控**

## ABSTRACT

Container terminal is a busy node in the logistics field, and it is also the most used system engineering. This paper first describes the overall strategic objectives and services of D company, and then analyzes the company's macro environment and industry background, competitive strength and internal ability. In the analysis of the basis of the theory of system engineering and the status quo of the company and analysis summarized the D company existing in the course of loading and unloading brought about due to the absence of monitoring process and quality of service issues, put forward in the light of these problems, how to use the theory of system engineering to improve management and operation monitoring system, and explains the of the combination of monitoring system and management ideas. The monitoring content of the data model has been studied, and the development of graphical monitoring tool for D company in the future production process with a clear guiding role. Text for the D company's loading and unloading operations in the process of monitoring the process of a more systematic study, the theory of system engineering, for the loading and unloading process put forward practical monitoring theory and monitoring tools. According to the research papers, D company in the monitoring process of loading and unloading operations still use experience, lack of rigorous quantitative monitoring index and simple and intuitive monitoring tools, leading to process the progress of miscarriage of justice, led to the emergence of the root causes of problems. To this end, the results of the study should be considered from the establishment of monitoring data model, monitoring of numerical indicators, monitoring tools and other aspects to be improved, to enhance the level of D company's operations monitoring.

**Key Words: Container terminal; Production dispatching; Vessel loading and discharging procession monitoring**

# 目 录

第 1 章 绪论 .....	1
1.1 集装箱航运作业监控过程的研究背景 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	2
1.3 主要研究内容与研究方法 .....	4
1.4 论文的结构安排 .....	5
第 2 章 集装箱航运作业过程的作业与监控 .....	6
2.1 系统工程的相关理论 .....	6
2.1.1 系统工程的定义 .....	6
2.1.2 系统工程过程 .....	6
2.2 集装箱船舶装卸作业的相关概念 .....	7
2.2.1 集装箱船舶装卸作业的机械设备 .....	7
2.2.2 集装箱船舶装卸作业的专业术语 .....	8
2.3 集装箱船舶装卸作业流程 .....	9
2.4 船舶装卸作业效率计算 .....	10
2.5 船舶装卸作业的监控过程 .....	13
2.6 航运作业监控系统在航运作业过程中的作用 .....	14
第 3 章 D 公司船舶装卸作业监控过程的现状及问题分析 .....	16
3.1 D 公司及其管理机制简介 .....	16
3.1.1 D 公司概况 .....	16
3.1.2 D 公司企业架构 .....	16
3.1.3 D 公司总体战略目标和服务理念 .....	18
3.1.4 D 公司外部环境及其市场竞争 .....	19
3.2 集装箱船舶装卸作业组织过程 .....	19
3.3 D 公司现有的船舶装卸作业监控过程 .....	21
3.4 D 公司现有航运服务中存在的问题 .....	22
3.5 退动态的原因分析 .....	23
3.5.1 值班经理的关联因素 .....	24
3.5.2 船舶作业调度员的关联因素 .....	24
3.5.3 码头现场作业人员的关联因素 .....	24
3.5.4 监控手段方面的关联因素 .....	25
3.6 减少退动态的对策 .....	26
3.7 结论 .....	26

第 4 章 船舶装卸作业监控过程的改进与实施 .....	27
4.1 监控过程中基本算法的改进 .....	27
4.1.1 岸桥作业效率表示方法 .....	27
4.1.2 作业时间计算方法 .....	28
4.2 作业监控手段的改进 .....	28
4.2.1 信息技术给监控过程带来革命性的变革 .....	29
4.2.2 监控过程预警机制的引入 .....	29
4.3 作业监控系统 .....	29
4.3.1 航运作业监控系统的总体目标 .....	30
4.3.2 航运监控系统的主要监控项目 .....	30
4.3.3 作业进度相关的监控项目 .....	32
4.3.4 作业效率相关的监控项目 .....	33
4.3.5 特种箱作业相关的监控项目 .....	34
4.3.6 航运监控系统的主要功能及呈现方式 .....	34
4.3.7 图形化实时显示作业进度和作业效率 .....	35
4.3.8 效率低下时的报警功能 .....	35
4.3.9 对特种箱作业的预警功能 .....	36
4.3.10 作业过程中的完整数据记录 .....	37
4.3.11 单条作业线的数据分析 .....	37
4.3.12 监控系统的详细设计与软件开发 .....	38
第 5 章 结论 .....	39
5.1 论文工作总结 .....	39
5.2 进一步的研究工作 .....	39
参考文献 .....	41
致    谢 .....	44

## 第 1 章 绪论

### 1.1 集装箱航运作业监控过程的研究背景

伴随着科学技术进步和经济全球化,国际集装箱运输行业得到了迅猛发展。在集装箱运输方式的改革进程中,集装箱码头日益凸显出了作为国际集装箱运输体系中的枢纽和物流供应链中重要作用。进入 21 世纪,中国经济高速发展,中国沿海的各大集装箱码头的吞吐量以几何级数增长,中国沿海从南到北掀起了一轮集装箱码头建设的高潮,集装箱码头群大量涌现,这导致了集装箱码头之间的竞争日趋激烈。2007 年的全球经济危机爆发之前,货量充足,出口装船经常发生爆舱的情况,这更激发了人们对集装箱码头建设的狂热。2007 年的经济危机到来,一切都发生了巨大的变化,全球经济不景气,集装箱贸易量大幅下滑,多家中小型船公司倒闭。巨大集装箱码头群的隐患在经济危机中一览无余,集装箱港口的吞吐能力大大超过吞吐量,集装箱码头之间开始了正面的竞争,这场竞争包括码头的硬件能力、软件能力、服务能力以及码头内部的运营管理,只有最好的码头才能提供给船公司高效、优质的服务,才能在本就不多的蛋糕上争取到多一些。船公司需要优质的服务(主要指航班的准班率)来吸引或留住货源,为达到更高的准班率和经济效益,船公司要求码头提供更加快速而稳定的装卸服务。面对这一需求,天津港某集装箱码头公司(以下简称 D 公司)在装卸服务稳定性方面的问题就不可避免地暴露无遗。

D 公司是一家专业的集装箱码头,拥有泊位 4 个,岸线长度 1200 米,设计年吞吐量为 160 万标准箱,2012 年吞吐量为 220 万标准箱,占天津港集装箱吞吐量份额的 20%。自 1980 年成立以来,D 公司不断地在码头操作管理流程上进行探索,到目前为止大致经历了四个阶段:即人工阶段、使用日本 NEC 系统阶段、使用与大连海事大学联合开发的系统阶段、使用比利时 COSMOS 系统阶段。虽然 D 公司在不断地更新码头操作管理软件,但骨子里的港老大思想仍然使得公司属于粗放式的管理。船舶装卸作业的效率在采用计件工资后有了极大的提升,但缺乏稳定性,越是重点船舶,越是容易出现服务问题,并且缺乏一套有效的管理监控手段来保证装卸服务高效而稳定。



基于上述背景与原因，公司决定改进船舶装卸作业的监控过程，希望实时监控船舶的装卸作业过程。目前，国际上的集装箱操作管理软件排名靠前的两家软件公司是美国的 Navis 公司和比利时的 Cosmos 公司，他们都有实时监控模块。Navis 的产品相对比较成熟，而使用 Cosmos 公司的实时监控软件模块的客户较少。国内、国际的集装箱码头都在进行监控软件模块的研究，装卸作业监控属于起步阶段。在国内，还没有一家码头拥有完整的船舶作业监控系统，基本上是由人工配合一些辅助软件来监控整个装卸作业过程。D 公司将要改进的实时监控系统目标定义为：提供辅助计算功能，同时能够提高监控人员劳动效率，降低劳动强度，规范员工的操作，提升员工的操作管理水平，提高对外服务质量，提供决策分析功能，监控系统对船舶装卸作业过程进行实时监控，可以使用图形化的方式呈现作业过程中的各种信息，并且能够对各种可能发生的问题进行预警，监控人员能够准确快速的判断当前作业的状况和问题，不再依靠经验来判断。

本文拟在分析天津港集装箱码头有限公司现状的基础上，在公司总体战略目标和对外服务目标下，建立监控的项目和指标，并给出改进后的监控流程。

研究目的：针对公司在装卸服务稳定性上的不足，建立一套有效的船舶作业实时监控系统，可以对服务过程中出现的效率波动和特殊情况进行监控和预警，从而降低公司发生服务问题的可能性，提升公司的竞争力。

意义：本文的研究成果可以改进公司的船舶作业监控过程，提高企业服务过程的保障能力，提高客户的满意程度；对同行业也有极大的参考和借鉴价值，能够提升整个行业的服务水平，进而促进集装箱行业的发展。

为方便描述，本文将天津港某集装箱公司简称为“D 公司”，而将相应的案例项目建成为“W 项目”。

### 1.2 国内外研究现状

于汝民<sup>[1]</sup>认为集装箱码头必须要有实时监控模块，该模块是操作管理人员的操控平台。该模块综合利用移动站模块、码头操作管理系统、设备管理信息系统资源共享优势，提供调度生产设备参数、堆场作业信息，满足码头操控人员堆场作业过程控制和可视化管理需求。实现 24 小时码头作业过程控制和可视化管理，确

保码头作业效率的高效性、作业计划的严肃性和船舶动态的准确性。

董良才<sup>[2]</sup>在研究集装箱装卸桥调度的过程中,对装卸桥调度进行建模,将装卸桥的操作分解为所有操作所需时间的集合,对单个操作的所需时间进行分析,如装船、卸船、装卸舱盖,进而可以估算一台装卸桥或一个舱位的所需操作时间。他的研究对本课题在操作过程建模和操作预计完成时间估算上具有一定的参考价值。

Erick<sup>[3]</sup>研究两艘集装箱船同时在港作业,利用内卡完成出口集装箱装载后,再进行进口集装箱的卸载过程,提出了混合流水线模型(HFSPLUOMT),基本思想是将复杂过程分解成原始操作单元,然后再进行建模和最优化求解。与董的研究思路类似。

张婕姝<sup>[4]</sup>研究了多层集装箱码头生产调度的 BPR 优化方法,给出了集装箱生产调度过程的 BPR 概念,提出了多层次过程的定义,指出集装箱码头生产调度过程属于多层次过程,识别了集装箱生产调度过程的特征和性能指标。针对多层集装箱码头调度的特点,提出了适合多层次过程的图形建模方法,为多层集装箱码头生产调度过程进行 BPR 优化提供了理论依据和方法指导。

邓玉明<sup>[5]</sup>认为船舶的作业效率是码头综合能力的体现,单个子系统的高效率并不能有效地提高码头作业效率,单个子系统的低效率却会减低码头作业效率。集装箱码头的作业效率与船舶大小及集装箱积载质量、岸桥及配合作业的拖车以及堆场作业场桥的性能与数量、司机操作水平、堆场布置、管理水平与堆存的能力、作业线安排与配载计划水平等密切相关,体现码头综合能力和管理水平。针对船舶作业过程中的每一个环节,需逐个分析每一子系统对船舶作业效率的影响。港口集装箱码头的各个系统能否充分合理地利用现有资源,管理好各个系统的作业流程,减少船舶在港的作业时间,提高作业效率,是集装箱码头行业中的关键问题。

贺向阳<sup>[6]</sup>从天津港生产中的现实出发,通过对港口装卸作业系统的分析,逐步缩小系统研究范围,以提高某一码头作业线的机械装卸效率为研究目的,建立作业线合理选择工艺流程和配机的数学模型,并提出相应的求解方法。课题研究的现实意义就在于解决了当前港口生产中所存在的经验主义问题,通过数学模型的

建立，给出科学的决策方法，避免主观和盲目，从而优化港口设备资源的管理。

泰固<sup>[7]</sup>认为集装箱码头装卸效率是集装箱码头量化管理的关键指标。通过对企业的调研，总结出目前集装箱码头实际使用的装卸效率计算方法，并对计算方法中所涉及到的参数取值进行了详细分析，给出了更能反映码头实际装卸效率的计算指标和参数取值的建议，以利于码头之间竞争能力的比较，方便船公司选择靠港码头。

王开颜<sup>[8]</sup>通过对码头船边作业效率的预测与统计，与对相关情况作出分析，整理出影响集装箱码头船边作业效率的影响因素，并对每个影响因素进行了分析。

上述研究从不同侧面阐述了集装箱监控过程的重要性，以及影响作业效率的相关因素，作业效率如何分析、建模，并加以仿真计算等。然而，上述研究结果只是解决了实际生产问题的某些方面，没有将这些过程联系起来以解决企业实际中遇到的问题。本文从案例出发，分析企业所遇到的装卸服务问题，并利用系统工程的相关理论，对其进行系统分析、建立模型，提出解决思路与实施方案。

### 1.3 主要研究内容与研究方法

#### (1) 企业调研

对公司内部的有关管理人员和实际的船舶作业监控人员进行访谈，充分了解公司的发展远景和服务目标，分析出缺乏有效的监控手段是影响公司船边作业稳定性的症结所在。

#### (2) 比较分析

查阅行业书刊杂志，以及收集公司的内部资料；对所有搜集的资料进行归纳、研究和分析，总结出共同点，形成可借鉴的内容。

#### (3) 查阅相关理论根据，确定论文的研究内容与架构

运用专业知识和相关理论，在公司服务目标指导下，确定以船舶装卸作业监控过程的改进为主要研究内容，提出改进 TCT 船舶监控过程的方法和实施方案，并从改进需求、原因分析、改进过程实施等角度，确定论文研究的架构。

#### (4) 研究方法

论文研究过程中，本着实事求是、科学严谨的原则，以企业需求为背景，着

重实际调研与理论分析相结合，提出问题，给出问题的解决对策，并对过程改进的实施环节，以及改进实施的效果做详细分析。依据系统工程的相关理论，推进课题研究，完成论文撰写。

#### 1.4 论文的结构安排

针对研究内容，本文分 5 章加以论述。

第 1 章 绪论。本章主要论述本文的研究背景、研究目的、意义、内容和研究方法等。

第 2 章 集装箱航运作业过程的作业与监控。介绍集装箱船边作业的相关概念、作业流程和作业效率、作业时间的估算方法、航运作业过程和监控过程。

第 3 章 D 公司航运作业监控过程的现状及问题分析。本章阐述 D 公司的现状、管理机制、公司战略、服务理念等，对所存在的退动态服务问题进行分析，找出造成人为因素退动态服务问题的主要原因，以及与监控过程之间的关联关系。

第 4 章 航运作业监控过程的改进和实施。本章主要论述监控过程的改进思路和改进项目，以及监控系统的功能和实施。

第 5 章 结论。本章论述论文期间的主要研究工作及其研究结论，并提出需要进一步研究的课题。

## 第 2 章 集装箱航运作业过程的作业与监控

本章论述系统工程的相关基础理论知识和方法，着重介绍集装箱船边作业的相关概念、作业流程和作业效率、作业时间的估算方法、航运作业过程和监控过程等，以方便论述。

### 2.1 系统工程的相关理论

#### 2.1.1 系统工程的定义

系统工程是组织管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法，是从系统整体出发，根据总体协调的需要，综合运用有关科学理论与方法，以计算机为工具，进行系统结构与功能分析，包括系统建模、仿真、分析、优化、评价和决策，以求得到最好的或满意的系统方案并付诸实施，是一门综合性的整体技术和定性定量相结合的技术，是从整体上研究和解决问题的科学方法。

系统工程是关于生产、交通、物流、商业等活动的规划、组织、协调和控制的科学方法。系统工程在我国生产管理、物流运输、商业经营等诸多领域都取得了显著成效，其重要作用被人们广泛认识和接受。

#### 2.1.2 系统工程过程

系统工程是一个自顶层开始，依次反复应用于开发全过程、规范化的问题解决过程，它把要求逐步转化为系统规范和一个相应的体系结构。系统工程过程如图 2.1 所示。

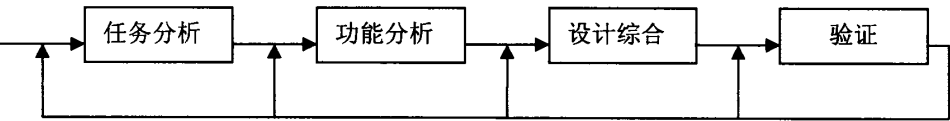


图 2.1 系统工程过程  
Fig 2.1 The system engineering process

(1) 系统工程的第一步是任务分析。任务分析活动是要澄清和确认用户的需求和工作的目标，明确限制条件，然后依此提出对系统的功能和性能要求。通过任务分析得到的共识，是后续的功能和物理设计获得成功的基础。

(2) 经过任务分析得到的系统级功能和性能,通过功能分析和分配活动进一步分解成为低层次功能,得到系统功能的全面描述,即系统的功能结构。功能结构不仅描述了系统必须具有的全部功能,还反映了各种功能和性能要求之间的逻辑关系。

(3) 设计综合(或称系统设计)是按照从功能分析与分配过程中得到的系统功能和性能描述,在综合考虑各种相关工程技术的基础上,发挥工程创造力,研制出一个能够满足要求的、优化的系统物理结构。

(4) 验证活动的目的是确认所设计的各个层次的系统物理结构满足系统要求,保证能够在预定的性能指标下实现所要求的功能。验证方法包括分析(建模和仿真)、演示验证和试验。

系统工程过程的每一个步骤都可是一个循环过程,可以反馈到前一个步骤,反馈的目的是为了能够及时纠正工程过程中所发现的问题。

## 2.2 集装箱船舶装卸作业的相关概念

集装箱船舶装卸作业是指集装箱码头对所靠泊的船舶进行集装箱的装船和卸船操作,即将船上所载的进口集装箱卸入码头,将码头上的出口集装箱装入船舶。船舶装卸作业是集装箱码头的主要业务操作,船舶装卸作业的能力反应了一个码头的吞吐能力,同时装卸作业的效率也是关乎对船公司服务的重要指标。

### 2.2.1 集装箱船舶装卸作业的机械设备

集装箱船舶装卸作业所用到的机械设备有集装箱装卸桥、集装箱轮胎场桥、正面吊、以及拖车。

集装箱装卸桥:是在码头岸边的大型起重设备,负责装卸船操作。使用单箱吊具时,可以每次操作一个 20 英尺或 40 英尺的集装箱;使用双 20 尺吊具时,不仅可以实现单箱吊具的功能,还可以每次同时操作两个 20 英尺的集装箱(双箱操作)。

集装箱轮胎场桥:是集装箱堆码场地内的起重设备,负责集装箱在场地和拖车之间的移动。使用的吊具与装卸桥是通用的,也具备操作单 20 尺、单 40 尺、双 20 尺集装箱的能力。

正面吊：也称为空箱码高机，只能在空箱场地对空箱进行操作。

拖车：也称为集卡，用于将集装箱在两个位置之间运输，如岸边和场地之间等。

### 2.2.2 集装箱船舶装卸作业的专业术语

集装箱船舶装卸作业中有很多专业术语，这些术语与作业过程与监控过程密切相关。

作业线：一部装卸桥加上若干部场桥和拖车形成装卸船作业的生产流水线，一条船舶的作业需要多条作业线。每条作业线的作业箱量是提前计划好的，作业时间可以进行估算；每条作业线的作业箱量和预计的完工时间都不相同，作业线之间不存在相互依赖关系，是并行作业的。

重点作业线：指耗时最长的作业线，这一点与项目管理中的关键路径概念是一致的。重点作业线不是一成不变的，会随着船舶装卸作业的不断进行，各个作业线的作业效率不一致，从而使得每条作业线的预计完成时间与最初的预计完成时间发生偏差，重点线就会变成当前时间下预计最晚完工的作业线。

TEU：TEU 是英文 Twenty-feet Equivalent Unit 的缩写，是以长度为 20 英尺的集装箱为国际计量单位，也称国际标准箱单位。通常用来表示船舶装载集装箱的能力，也是集装箱港口吞吐量的重要统计单位。1 个 20 英尺的集装箱为 1 TEU，1 个 40 英尺的集装箱为 2 TEU，1 个 45 英尺的集装箱为 2.25 TEU。

单桥效率：是指一台装卸桥平均每小时的作业箱量。单桥效率的表示方法有两种，一种是每小时操作的自然箱量(不分尺寸，只计个数)，目前 D 公司采用此种表示方法；另一种是每小时装卸桥的移动次数 Move/Hour(从岸边到船上往复为一次)，目前国际上多都采用此种表示方法。

平均单桥效率：是指船舶完工后所有参与作业的岸桥在全部的作业时间里的平均单桥效率。此项数据一般用于事后的统计分析，留作参考。

即时单桥效率：是指某个岸桥在某个时刻的即时单桥效率。此项数据一般用于在船舶作业过程中对作业线进行时间上的预估计算。

平均船时量：是指平均一个小时内一条船装卸的总箱量。一般用于船公司对码头作业能力的评价，此项数据很少被码头公司用于装卸作业过程中的估算。

船舶靠泊窗口时间：是指集装箱班轮在码头靠泊和离泊的时间。集装箱外贸航线都是以班轮的方式运行，有固定的运营时间表，在航线上的每个码头都有固定的靠离泊时间窗口。

船舶动态：天津港区域的特殊术语，指船舶靠离泊的计划时间。天津港区受航道的影响，大型船舶只能使用单向航道，双向航道是限制条件下的双向航道。将航道分为 2 小时进港，2 小时出港，所以在船舶靠离泊计划安排上是间隔 4 小时，若不能在计划时间内离港就需要再等 4 个小时以后离港。

Cosmos 码头操作管理软件(以下简称 Cosmos 系统)：是比利时 Cosmos 公司出品的集装箱码头操作管理系统，该系统是全球领先的商业系统。Cosmos 系统的主要功能是完成集装箱码头的内部操作，场地规划、船舶配载、机械指令调度、各种数据的处理等。

船舶装卸作业的监控过程：顾名思义，是对船舶装卸作业的全过程进行实时的监控。类似火车运行和生产流水线，船舶装卸作业的过程也可以看作是流水线，也需要对其进行实时的监控，以确保效率达标，船舶能够在计划的时间内开船。

## 2.3 集装箱船舶装卸作业流程

船舶装卸作业主要分为进口卸船流程和出口装船流程。

进口卸船流程包括如下步骤：

- ① 装卸桥将集装箱从船上移动到岸边的拖车上；
- ② 岸边的理货员用无线手持终端将集装箱的各种信息录入到系统；
- ③ 系统根据录入的信息，自动给箱子分配位置，并形成拖车的移动指令，将指令发送到拖车的无线终端和场桥的无线终端；
- ④ 拖车收到指令后，拖车司机根据指令到达预定位置；
- ⑤ 场桥司机根据指令将箱子卸入指定的位置，并在无线数据终端上确认指令已完成，系统向拖车发送到装卸桥边取箱的指令；
- ⑥ 重复步骤①-⑤，直到此条作业线中所有的箱子都被卸完。

出口卸船流程包括如下步骤：

- ① 系统按照装船清单的顺序来发送指令，将指令发送给拖车和场桥；



- ② 拖车司机根据指令把空车开到场地的预定位置；
- ③ 场桥根据指令将箱子从场地移动到空车上并在无线数据终端上确认指令已完成；
- ④ 拖车司机再根据指令开到指定的装卸桥下；
- ⑤ 岸边的理货员用无线手持终端将集装箱的各种信息录入，进行信息核对，确保该箱正确无误；
- ⑥ 装卸桥司机将箱子移动到船上；
- ⑦ 重复步骤①-⑥，直到此条作业线中所有的箱子都被装完。

在卸船和装船的流程中，除了装卸桥司机没有无线电子数据设备外，在装卸桥下有理货员用手持无线数据终端记录装卸桥的每次操作；拖车上有无线电子数据终端，可以接收并显示拖车每次运行的指令，同时司机完成指令后可以进行确认，让系统了解到该拖车是满载还是空载；场桥和正面吊也装有无线数据终端，用来接收、显示、确认指令，司机根据指令来完成每次操作，操作完成后对该指令做确认。整个过程人的参与只是录入所看到的集装箱实物信息，或者是根据指令完成对应的操作，其余工作，如指令的优化分配等，都由计算机系统自动完成。

## 2.4 船舶装卸作业效率计算

### (1) 单条作业线平均作业效率的计算

#### ① 用自然箱/小时表示的作业效率

假设装卸桥  $i$  的作业时间为  $H_i$  小时，作业箱量为  $N_i$  个自然箱，则装卸桥  $i$  的平均作业效率为  $V_i = \frac{N_i}{H_i}$  自然箱/小时， $1 \leq i \leq m$ ，其中  $m$  为装卸桥总数。

#### ② 用 Move/小时表示的作业效率

假设装卸桥  $i$  的作业时间为  $H_i$  小时，作业箱量为  $N_i$  个自然箱，则装卸桥  $i$  的平均作业效率为  $V_i = \frac{M_i}{H_i}$  Move/小时， $1 \leq i \leq m$ ，其中  $m$  为装卸桥总数。

在双 20 尺集装箱吊具出现之前，方法①表示的作业效率等价于方法②表示的作业效率，但双箱吊具出现之后，方法①就不再使用了。例如，下面的作业情况对方法①而言就已经不再适用。如装卸桥 1 在第一个小时内操作了 30 个 40 英尺

的自然箱，在第二个小时操作了 30 个 20 英尺双箱。用方法①表示桥 1 在第一个小时的作业效率是 30 自然箱/小时，在第二个小时的作业效率是 60 自然箱/小时。用②法表示，桥 1 在第一和第二个小时内的作业效率都是 30Move/小时。由此可以看到，用方法①进行表示作业效率时表现出严重不稳定，难以用于后续估算。用方法②表示的作业效率却比较稳定，在排除天气等特殊情况下，它只与司机的操作水平有关，同时每个装卸桥后续的操作数也可计算出来，所以能够近似估算出完工所需时间。D 公司采用方法①进行统计和记录，本身就不能为后续的各种估算提供数据上的支持。

(2) 单条作业线即时效率的计算

平均作业效率往往太过泛泛，不能用于作业过程中的估算，为此需要引入即时效率的概念。即时效率就是在最近一个小时内完成的箱量，用该效率可以对预计完成时间进行估算。

(3) 船时量的计算

目前，国际上通用的平均船时量的计算公式是：

$$V = \frac{\text{全船的装卸自然箱总数}}{\text{在港停泊时间}} \text{ (自然箱/小时)}$$

通过表 2.1 反映了船时量与单桥作业线的关系，其中的数字表示在 1 小时内作业的自然箱数。

表 2.1 船时量与单桥效率关系表

Tab.2.1 Relation tab between Vessel handling velocity and Crane Velocity

项目	第 1 小时	第 2 小时	第 3 小时	第 4 小时	第 5 小时	第 6 小时	第 7 小时	第 8 小时
装卸桥 1	30	30	30	0	0	0	0	0
装卸桥 2	30	30	30	30	0	0	0	0
装卸桥 3	30	30	0	0	0	0	0	0
装卸桥 4	30	30	30	30	30	30	30	30
装卸桥 5	30	30	30	30	30	30	30	30
装卸桥 6	30	30	30	30	30	30	30	30
装卸桥 7	30	30	30	30	30	30	30	0
装卸桥 8	30	30	30	0	0	0	0	0
船时量	240	240	210	150	120	120	120	90

为计算方便,假设给定的所有船都是 40 英尺集装箱,且每个装卸桥的作业效率都是 30 箱/小时。容易计算出,船舶的作业总量为 1290 自然箱,工作 8 个小时,平均的船时量为 161.25 自然箱/小时。每个小时内的船时量等于参与作业装卸桥的作业箱量之和。

船时量只是一个码头作业能力的指标值,并不能为后续的估算提供有力的支撑。通过表 2.1 也能看出,随着短作业线的提前完工,船时量在一路下滑,它与作业过程不构成线性关系,所以船时量在监控过程中并没有被采用。

#### (4) 船舶作业预计完工时间的估算

船舶作业预计完工时间的估算主要是对每条作业线中未完成部分所需的时间进行估算。通过表 2.1 可以看出,每条作业线都是同时并行作业的,相互间没有依赖关系,所以所需时间最长的作业线就是重点线,也就是关键路径。

对所需时间进行估算的方法是:计算每一条作业线所需的时间,比较后得出重点作业线,重点线的完工时间就是船舶最终完工所需的时间。

在假设所有单个集装箱操作时间相同,并且没有考虑舱盖的前提下,每一条作业线所需的时间可以表示为剩余 Move 总数除以即时 Move 效率,即,  $H_i = \frac{T_i}{V_i}$  (小时),其中  $H_i$  表示第  $i$  条作业线所需的时间,  $T_i$  表示第  $i$  条作业线剩余的 Move 数,  $V_i$  表示第  $i$  条作业线的即时 Move 效率。于是,船舶完工所需的时间为  $\text{Max}(H_1, H_2, \dots, H_n)$ ,  $1 \leq i \leq n$ ,其中  $n$  为作业线总数。目前 D 公司的人工估算方式采用此种估算方式。

但在实际操作过程中,不同类型的集装箱操作所耗的时间是不同的,例如,冷藏箱需要拔插冷箱插头,危险品箱需要核对危险品的各种标识,超限箱需要更换超限箱吊架,这些特种箱的操作时间都超过普通集装箱的操作时间;另外舱盖的操作也需要考虑在内,特别是大型船舶的舱盖数量较多,不能忽略不计。这样公式变为  $H_i = \sum_{j=1}^n t_i + h * m + J + L$  (小时),其中  $H_i$  表示第  $i$  条作业线所需的时间,  $t_i$  表示每个箱子所耗的装卸时间,  $n$  表示作业线中还剩余  $n$  个箱子,  $h$  表示单个舱盖所需的操作时间,  $m$  表示剩余的舱盖数。即作业线的作业时间为所有作业单元所耗时间之和,  $J$  表示经历的交接班时间,  $L$  表示的午饭时间,这种计算方法需要有计

算机软件作为支撑，人工计算很难满足实际作业的要求。

## 2.5 船舶装卸作业的监控过程

在码头为船公司服务的过程中，船舶的在港停泊时间是一个重要的承诺项。因为集装箱船舶都是班轮，如同飞机与火车一样，在每一个港口的到达和出发时间都是有时间表的，不能随意拖延。若因天气或航道管制等原因出现了拖班，则属于不可抗力情形。但不能出现因为码头管理和运作不善而造成拖班，一旦当出现这种情形，船公司可向码头方面进行索赔。基于上述原因，船舶在港作业的整个过程都需要在严密的监控下进行。

从集装箱航运作业的业流程可以看出，航运作业是由多种机械设备以及多个操作工种通力协作来完成的，整个过程类似多条自动化的汽车生产流水线，每个作业线都是由多个有序的工序组成，一个工序的完成，标志着下一个工序的开始。与自动流水线不同的是航运作业的每个工序通常都需要人工操作机械设备来完成。自动化流水线是经过精心设计的，排除了可能的不确定因素，生产过程和运作效率相对持久、稳定。但是，码头的作业线出现突发情况的可能性较大，如司机本身的技能、场地内交通拥堵造成拖车不能往返岸边与场地等，所以需要对接航运作业的整个过程进行过程监控，发现问题时，需要做及时调整。

航运作业监控的首要目的是保证船舶在给定的时间内完工出航，一切监控内容与手段都必须围绕该核心目标加以建立与实施。

航运作业监控的主要内容包括如下几个方面：

- ① 船时量数据；
- ② 所有作业线装卸桥的效率；
- ③ 重点作业线装卸桥的效率；
- ④ 所有参与作业的机械设备的运行状况和效率；
- ⑤ 估算船舶的预计完工时间。

影响效率的因素主要有以下几个方面：

- ① 各个机械设备的司机的操作水平；
- ② 各种机械的配备是否足够；

- ③ 作业箱子中特殊箱(解体箱、超限箱、冷藏箱、危险品箱)的比例;
- ④ 天气, 如雾、雪、大风、雨等;
- ⑤ 作业现场的复杂程度, 以及是否有序;
- ⑥ 调度的临场指挥水平;
- ⑦ 船舶配载和场地规划水平;
- ⑧ 现场发生的问题是否是能及时发现问题并解决。

船舶装卸作业的监控过程主要由指挥船舶作业的船舶调度员来完成, 在指挥装卸船作业的同时需要随时了解整个作业进程, 以便能够掌握按照当前工作进度是否能够在规定时间内完成整个船舶的作业。

## 2.6 航运作业监控系统在航运作业过程中的作用

任何生产作业过程都需要有监控存在, 无论通过什么方式实现, 其主要目的是让作业人员与管理了解作业过程进度, 并有效地估算出完工时间。

船舶装卸作业过程是一个高度系统化, 需要多个工种密切配合才能完成的复杂过程。在这个过程中, 对作业时间的准点性要求非常高, 所以就更需要对作业的过程进行严格的监控, 以确保作业过程能够顺利完成。

航运作业监控系统是一套自动化、图形化、智能化的计算机辅助系统, 它能够实时地显示船舶各条作业线的进度和效率, 并且能够根据平均效率或即时效率估算出完工时间。系统能够帮助船舶调度员实时地监控船舶装卸作业情况, 让调度员能够全程掌握船舶作业进度, 及时发现效率低下等问题并予以解决, 降低发生服务问题的可能性。

航运作业监控系统主要有以下几个作用:

- ① 收集作业过程中的各种数据, 并进行数据组织和计算, 进而形成直观的图形或表格, 使调度员能够非常容易便捷地了解到整个作业过程的进度。
- ② 通过计算, 预测出船舶的整体完工时间, 使得调度员能够随时知道是否能够按时完工。若计算预测出不能按时完工, 则调度员就可立即查找问题, 并采取相应措施, 以达到补救的目的。
- ③ 对某些重要操作, 如危险品箱、超限箱、作业线互相干扰等, 进行预警,

使得调度员能够提前做好准备，以避免影响作业效率的情况出现。

④ 在作业开工前，调度员为各个作业线预先设定能够确保按时完工需要达到的作业效率。当某条作业线低于设定效率时，监控系统就会报警，提示调度员进行人工干预，以便解决问题，系统同时会将这些报警进行记录。如果调度人员忽略了这些报警，则可进行查询以追责。系统提供报警可以有效地解决人员责任心不强的问题。

⑤ 当某条作业线发生效率低下的问题时，能够对该作业线的整个作业过程进行详细分析，以帮助调度员快速地定位问题发生的部位，进而及时地调整作业线的机械配置或指令的执行顺序，以提升该作业线的效率。

⑥ 航运作业监控系统是替代人工进行监控的重要系统，能够极大地降低调度员的劳动强度，使之将精力集中在提升作业效率，快速解决问题等方面。

## 第3章 D公司船舶装卸作业监控过程的现状及问题分析

本章介绍 D 公司的概况、管理机制、公司战略、服务理念等，对所存在的退动态服务问题进行分析，并指出监控过程不到位是造成人为因素退动态的主要原因。

### 3.1 D 公司及其管理机制简介

#### 3.1.1 D 公司概况

D 公司成立于 1980 年，是中国大陆第一家现代化国际集装箱专业码头公司，2006 年，作为天津港发展控股公司的子公司，成功在香港分拆上市。

D 公司拥有岸线 1200 米，4 个专业的集装箱泊位，泊位水深-16 米，可全天候停靠 15 万吨级以上集装箱船舶。堆场面积 53 万平方米，可同时堆码 50000 个 20 英尺标箱。码头年设计吞吐能力 160 万 TEU，2014 年吞吐箱量已突破 230 万 TEU。

D 公司拥有各种专用机械设备总计 200 余台，其中有具备“双箱操作”功能装卸桥 10 台，集装箱轮胎场桥 38 部，还有空箱堆高机、叉车、拖车等专业集装箱运输装卸机械。码头最高船时量 428 自然箱/小时，装卸桥平均作业效率 36 自然箱/小时。

目前 D 公司拥有中远欧洲航线、美西航线等 10 条外贸航线，阳光速航、天海航运、洋浦中良等 6 家内贸航线。2014 年外贸与内贸的比例为 55:45，其中最大的 VIP 客户为中国神运(中集与中海合并后的公司)，占 D 公司全年吞吐量的 46%。欧洲航线和美西航线是公司船舶装卸作业的重中之重，不能出现没有按照计划完工的事件。

#### 3.1.2 D 公司企业架构

公司组织结构如图 3.1 所示。

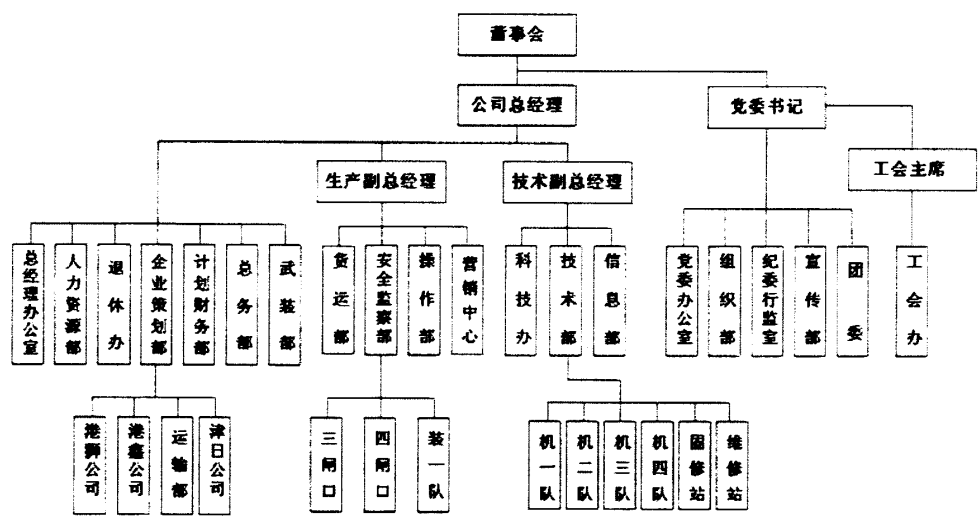


图 3.1 公司的组织结构  
Fig 3.1 Structure of Tianjin D Company

公司船舶装卸作业管理结构如图 3.2 所示。

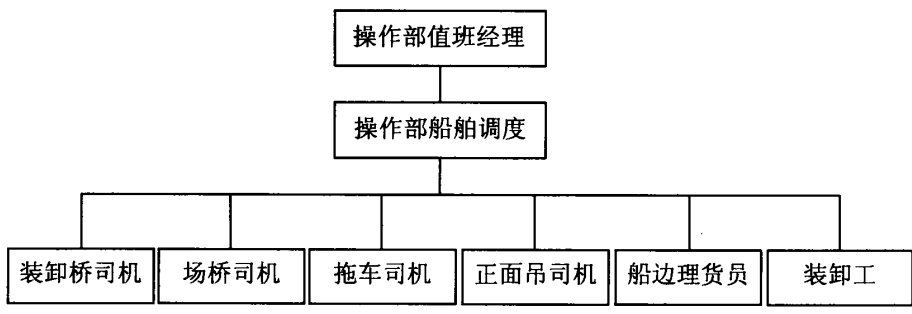


图 3.2 D 公司航运作业管理结构  
Fig 3.2 Vessel Handling Management Structure of Tianjin D Company

航运作业管理结构中的各个职能如下：

- ① 操作部值班经理：负责对码头上所有船舶作业过程的指挥和监控，对码头上的所有机械资源进行调度，对重点船舶进行重点监控，发现问题及时处理并调整作业方案。
- ② 操作部船舶调度：负责对某一条船舶作业过程的指挥和全程监控，负责制



定船舶的作业方案，组织机械设备和人员等进行作业，对作业过程中出现的各种问题及时处理并调整作业方案。

③ 装卸桥司机：负责操纵装卸桥完成集装箱在船舶与码头之间的移动。

④ 场桥司机：负责操作轮胎场桥，负责完成集装箱在集卡车上与场地之间的移动，同时要在无线数据终端上确认所完成的指令。

⑤ 拖车司机：负责操作集卡，完成集装箱在船边与场地之间的移动，同时要在无线数据终端上确认所完成的指令。

⑥ 正面吊司机：负责操作正面吊，负责完成集装箱在集卡与空箱场地之间的移动，同时要在无线数据终端上确认所完成的指令。

⑦ 船边理货员：使用无线数据终端对装卸桥完成的装船卸船操作进行指令的确认，对卸入码头的进口集装箱进行外观的物理检查，并将集装箱的各种属性进行录入。

⑧ 装卸工：负责集装箱拆打加固和链接器、连接杆的工作，舱口的装卸工负责指挥装卸桥司机完成装卸操作。

### 3.1.3 D 公司总体战略目标和服务理念

D 公司总体战略目标是成为中国卓越的集装箱综合物流服务商。公司将致力于围绕集装箱物流业务，逐步形成为重点客户提供多功能、一体化、综合性物流服务的业务运行模式和盈利模式，最终实现中国卓越的集装箱综合物流服务商。卓越的集装箱综合服务商将打造四个领先：业务功能领先、客户满意度领先、综合效益领先、员工满意度领先。

D 公司的总体战略目标的实现，需要一个良好而稳定的集装箱航运服务过程，需要为船公司重点客户提供卓越的装卸船服务，只有主营业务——码头装卸业先做大做强，集装箱综合物流服务商的战略目标才能成为可能。码头装卸业是这一切的基础。

D 公司的服务理念是以客为尊，精心服务。即以客户为导向，想客户所想，急客户所急，对客户的需求做出积极响应，全力以赴满足客户的需求，并通过为客户提供服务，最终超出客户期望，给客户带来增值的服务。

### 3.1.4 D 公司外部环境及其市场竞争

D 公司所处的地理位置为渤海湾的深处、海河的入海口处的天津港，拥有天津、北京、河北省、中国西部、中部等广阔的货源腹地，同时京津冀经济一体化进程也为公司带来了一个良好的发展势头。

在渤海湾附近和内部港口林立，周边有青岛港、大连港等大型集装箱码头，渤海湾内部有京唐港、秦皇岛港、黄骅港、营口港等支线码头，天津港内部到 2007 年有 6 家大型的集装箱码头。

D 公司面临的主要业务上的竞争和压力不是来自其他港口，而是来自天津港内部的其他 5 家集装箱码头，除东方海陆码头规模稍小，缺乏竞争力之外，其余 5 家码头在码头规模、靠泊能力、机械设备、管理水平、吞吐能力上都相差无几，而且地理位置又是沿海岸连续顺延，造成这五家码头属于完全竞争状态。

2000 年之前，天津港只有 D 公司和东方海陆两家集装箱码头公司，但是 2000 年之后业务量激增，天津港在 2000-2007 年之间先后建设并投产五洲国际码头、联盟国际码头、欧亚国际码头、太平洋国际码头，到 2007 年天津港的 6 家集装箱码头的设计吞吐能力超过了 1500 万标箱。但是 2007 年全球经济危机，造成天津港集装箱吞吐量产能严重过剩，经过了 7 年的缓慢恢复，到 2014 年天津港的吞吐量也才刚刚达到 1200 万标箱，还是远低于 1500 万标箱的设计能力。造成的结果是 6 家码头生产量都不饱满，而且如果码头的服务出现质量问题，船公司就会立即转到其他码头作业，给公司造成损失。

## 3.2 集装箱船舶装卸作业组织过程

D 公司经过以下步骤来实施一条船舶的装卸作业

(1) 船舶到港前 3 天，船公司向码头发送该船舶的预计到达时间和装卸总箱量，同时还有进口船图和各个贝的装卸箱量。

(2) 码头堆场计划员根据船公司进口的箱量总数预留进口场地；根据船公司提供的出口各港预计数安排出口场地，开始安排出口集装箱集港。

(3) 船舶到港前 24 小时，船公司向码头发送船舶的准确到达时间。泊位计划员开始为该船舶安排泊位，并且根据该船历史的作业效率以及该船舶重点线的情

况来确定具体的靠泊时间窗口，同时安排参与作业装卸桥、场桥、拖车等机械设备的数量。最终形成公司 24 小时作业计划，并向公司内部所有部门发布。

(4) 每天早晨公司有全体中层领导参与的会议，会议上会向全体人员讲述 24 小时内的作业计划，以及各条船的作业状况。重点干线的船舶(如中远的欧洲线和美西线)会着重说明以引起作业人员的重视，而一般的船舶就会一带而过，不做详细讲述。

(5) 重点船舶开工作业前 1-4 个小时，操作部会组织参与作业人员的队长或班组长开船前会，将船舶的作业情况和作业效率、安全方面的要求向与会者作一个详细的说明，与会者再向自己队内的司机或装卸工、理货员等传达相关要求。

(6) 船舶作业开工，需要多个部门和工种来配合作业。主要参与作业的部门有操作部、机械队、装卸队、理货、安监部；辅助支持保障部门有技术部和信息部。各个部门的职能如下：

① 操作部：负责整体的作业指挥，负责监控船舶的作业进程，协调处理船舶作业过程中的各种突发事件。对参与作业的其他部门拥有绝对的指挥权。

② 机械队：主要是各种机械设备的司机。负责根据作业指令来进行实际的操作。是码头作业的主力。

③ 装卸队：由农民合同工构成。主要负责集装箱的拆打加固工作。属于户外、工作环境比较恶劣的工况。

④ 理货：负责在装卸桥下使用数据终端对卸下和装上的集装箱进行录入。

⑤ 安监部：负责现场的各种安全以及运作秩序的维护。安全和现场的秩序也是集装箱码头行业在运营中的重要环节，一切生产都首先要保证安全，一旦出了安全事故就会导致船舶作业的停工，会造成更严重的后果。现场的秩序就如同道路交通一样，现场的各种车辆杂乱无章会导致参与航运作业的车辆堵在路途中，无法来往于船边和堆场，会造成航运作业间歇性的停止，从而效率低下，可能会导致无法按时完工。

⑥ 技术部：负责保障机械设备的可靠运行，机械设备发生突发故障时要在第一时间进行抢修。

⑦ 信息部：负责码头整个有线网络、无线网络、服务器和码头操作管理软件

的正常运转，出现故障要及时排除。

(7) 码头操作管理系统会负责各种指令的优化安排和自动发送。

(8) 作业过程中，调度员负责观察各种指令的发送和执行情况，并对船舶的作业过程进行监控。指令时按照作业线来进行划分的，以表格的方式呈现，一条作业线就有一个指令表，作业线越多就意味着指令表越多。大型船舶能够开到 8-10 条作业线，所以调度员的监控强度会很大，同时要处理多条作业线的各种突发问题，所以留给监控的时间较为紧张，实际的工作中调度员也极需要一个直观、简便、全面的监控系统来辅助他进行指挥。

### 3.3 D 公司现有的船舶装卸作业监控过程

D 公司目前使用的码头操作管理软件是由比利时 Cosmos 公司开发的软件，D 公司购买了其中主要的 CTCS、SPACE、SHIPS 模块。CTCS 是数据处理模块，负责各种基础数据、业务数据的处理和维护；SPACE 模块负责场地策划和作业指令的调度；SHIPS 模块负责船舶配载。由于在签署购买合同的时候，COSMOS 公司负责实时监控的模块 TOM 刚开发出来，还不是很稳定，所以 D 公司没有购买监控软件。

目前，D 公司船舶装卸作业监控过程是由人工进行的，没有监控软件或监控系统。船舶调度员如果要查看船舶装卸进度情况，并且对预计完工时间进行估算，需要从 SPACE 模块中的指令列表中查看船舶每个舱剩余的作业自然箱量，然后计算出每条作业线的预计完工时间，最长时间的作业线就是重点线。目前计算预计完工时间的方式也是比较简单，采用剩余自然箱总量除以经验作业效率的方式，由于有双箱作业，这样的做法使得估算结果不是很准确。

同时，目前的船舶作业监控过程不是实时进行的，监控过程的间隔期是船舶调度员根据个人的经验来实施的，取决于个人的责任心、劳动强度和经验。这样的局面使得 D 公司船舶装卸作业的过程没有得到很好的监控，极易在作业过程中出现作业效率低下的问题而没有被及时发现。

所以现在 D 公司的船舶作业监控过程是缺失的，是不完善而落后的。

### 3.4 D 公司现有航运服务中存在的问题

集装箱航运业都是班轮，与飞机、火车一样，都运行严格的时刻表，什么时间点到达哪个码头，作业多少小时，什么时间开船都是严格按照时刻表来执行的，货物准时送达目的地是船公司给客户的承诺，所以船公司要求码头作业的过程必须准时完成。

影响船舶不能正点开船的因素有很多，主要有：

① 天气原因：如大雾、大风、暴雨、大雪等天气过程，会造成港口航道封航，船舶不能正常进出港，或者造成码头装卸作业过程缓慢甚至中断。

② 航道原因：天津港是人工港口，受航道宽度和吃水的影响，在 2014 年之前一直是单向航道，2 个小时进，2 个小时出，进出港船舶需要排队进出。到 2014 年 1 月份才有限制条件的开通双向航道，但遇到大吃水船舶进出港，其他船舶还是要进行避让航道。

③ 设备原因：机械突发故障，不能及时修复，从而导致作业线停工，船舶装卸作业不能按时完工。本文不对设备方面的原因做分析和论述。

④ 管理原因：码头作业管理体系中，缺乏行之有效的监控手段，或监控过程繁杂，使得作业人员不能及时了解作业的进度。当作业效率要求较高时，不能出现长时间的作业效率低下，监控手段不利会导致作业人员不能及时发现效率低下的情况，进而不能及时扭转不利的局面，到最后时间所剩不多就不能挽回局面了。

以上的所列 4 种原因中，①、②两个原因是客观原因，属于不可抗力，不会因码头公司的管理水平和努力程度而改变；③、④是码头公司主观原因，码头公司可以不断查找原因，提升管理来加以改善，理论上可以消除主观原因造成的退动态事件。

表 3.1 中列出了 2004 年至 2013 年十年间 D 公司退动态的次数及主客观原因的次数。

表 3.1 D 公司退动态统计表

Tab 3.1 Tianjin D Company Vessel Departure Delay reason Statistics Table

年份	退动态次数	客观原因	设备原因	管理原因
2004 年	20	16	2	2
2005 年	19	15	3	1
2006 年	20	16	3	1
2007 年	17	13	2	2
2008 年	23	18	3	2
2009 年	24	21	2	1
2010 年	17	14	2	1
2011 年	20	18	2	0
2012 年	13	10	1	2
2013 年	16	14	0	2

通过统计 D 公司最近十年的退动态情况，发现平均每月有 1-2 次退动态，其中管理原因约占 10%，每年都会发生 1-2 起，只有 2011 年没有发生过退动态的情况。按照全年 1000 多艘次的船舶装卸操作量来计算，主观原因造成的服务过错占到了 0.1%-0.2%，虽然所占比例较小，但是它属于高危事件，一旦发生产生的后果很严重。不仅造成公司后续船舶的靠离泊计划全部变更，天津港集团会进行动态不兑现的考核；另外还导致船公司方面要求经济上的赔偿，航运业也会对码头进行不良评价，导致码头的服务评价降低，不利于公司的行业竞争。所以，出现管理原因造成的退动态，D 公司是不能接受的。

D 公司面临的问题就是如何消除每年出现的这 1-2 次的管理原因推动态事件。

3.5 退动态的原因分析

本文对 10 年间的主观原因退动态的 11 艘次进行了分析，发现只有 2013 年中的一次为重点船舶，且按时开船要求达到的作业效率较高，其余 10 次均为普通船舶，且按时开船要求达到的作业效率并不高。进一步的分析可以发现，主观原因退动态都是由于当班的值班经理和船舶调度员重视程度不够造成的，但并不能将退动态的责任与原因都归结到船舶调度员的责任心，需要做深层次的科学分析。

### 3.5.1 值班经理的关联因素

D 公司采用的是 4 个班次，每班工作 12 小时的方式来维持码头的连续运作，每班配备一名值班经理，对码头上的所有业务操作负责。

值班经理的责任重大，需要照看工作范围面广，并且劳动强度大，需要时刻关注码头上的所有作业，包括所有在港船舶的作业进度和各种陆运作业的情况，同时还需要协调指挥码头所有参与作业的人员和机械。通常情况下，D 公司同时在港的船舶数量为 2-4 艘，最大为 5 艘。同时关注多条船的作业非常牵涉值班经理的精力，常常造成值班经理在关注航运作业的时候会有所取舍，将精力主要投入到重点船舶上。值班经理的重点关注也会影响船舶调度员的重视程度，这一点就可以解释为什么重点船、要求高的船反而退动态少。

### 3.5.2 船舶作业调度员的关联因素

集装箱公司操作部从事船舶调度工作的人员共有 12 名，分成 4 个班次，每班 3 人，每班次工作时间为连续的 12 个小时。从年龄结构上看，12 名调度员中，45 岁以上的占到了半数以上，其余为刚进公司不足 5 年的新人；从学历结构上看，具有大学学历的只有 5 人，其余为中专或在职大专学历。

船舶调度员的工作是指挥、协调具体某一条船的作业过程。针对重点船舶或难度较大的船舶，公司各个层次的管理以及操作人员都会比较重视，包括调度员和参与作业的司机，从作业的一开始就会以较高的效率进行运作。但是，针对难度较小的船舶，往往缺乏足够的重视，从调度员和司机，都认为不可能出现退动态，思想层面上就未给予足够的重视。这些主观原因退动态往往都是因为作业最初的 4-8 个小时内，作业效率低下，加上作业时间相对作业量来说并不充裕，调度员在指挥作业的时候没有及时去观察作业进度等因素造成的，等到发现作业时间不足时，作业进度就已经追不回来了，只能眼看着船舶不能按时开船。

总之，船舶作业调度员在思想上的重视程度不够，是引起退动态的根本因素。

### 3.5.3 码头现场作业人员的关联因素

码头现场作业主要有 6 个工种：装卸桥司机、场桥司机、拖车司机、叉车司机、装卸桥下数据终端录入理货员、装卸桥下集装箱拆打连接器装卸工。这 6 个

工种都是需要人操作，存在着人员技能、责任心、身心状态等诸多问题。

在用人机制上，司机和理货人员是本单位国有企业性质的员工，而装卸工则是外雇合同制农民工。公司的各类司机 70% 以上年龄在 47 岁左右，虽然技能比较纯熟，但在客观上存在体力和精力上不能满足高强度的工作要求，特别是夜晚作业，与白天相比，效率指标下降比较明显。从主观上，针对国企员工，只要不出现大的过错，一般不会被处罚，并且效率低下也不被认为是一种大问题，所以夜晚睡岗现象比较普遍，调度员需要及时发现并进行督促。农民合同工在企业的工作过程中没有认同感，只是简单地完成一些危险的或工况不好的工作，所以也会产生消极怠工的情形。所有这些，都需要调度员在船舶作业过程中及时地发现并加以解决。

### 3.5.4 监控手段方面的关联因素

D 公司使用 Cosmos 软件作为码头的操作管理软件，但是没有购买其中的航运作业监控模块，使得 D 公司没有船舶装卸作业的监控工具，监控过程完全靠人工来完成，并且不同的人由于经验和估算的方法不同，也导致对船舶完工的估算差距较大。D 公司目前的监控过程是：船舶调度员每隔 2-3 个小时以人工的方式来收集各种数据，且需要花时间进行计算，才能得出各条作业线的效率、进度以及预计的完工时间，同时计算得出重点线和全船的预计完工时间，这个过程至少需要十分钟时间才能完成。当调度员工作繁忙时，不可避免地会快速而粗略地完成这个任务，或者增大监测的间隔期，由原来的 2-3 个小时增大到 4-5 个小时，或者干脆就不监控了。显然，监控过程的复杂和耗时是导致调度员容易忽略监控过程的主要原因。缺乏监控手段也使得发生退动态事件后的分析变得困难，因为很难将当时的情景再现并分析原因。

船舶装卸作业线效率一般都会保持在一个水平线附近，即使需要提升 1-2 箱/小时，实现这样的要求也很困难。因此，一旦作业线效率在开工前期低于正常值 5 箱/小时且持续时间超过了 4 个小时，那么后期就很难追回来了，因而作业线效率低下时的报警是非常必要的。但是，目前的实际情况是缺乏这种警报机制来提醒调度员及早解决问题。

一个好的船舶装卸作业监控系统，可以采用技术手段解决很多管理上的问题。



### 3.6 减少退动态的对策

基于以上几个方面的论述可以发现，一个好的船舶装卸作业监控系统在码头的实际运营中是至关重要的，它可以让船舶调度员实时地了解船舶作业的进度情况，可以极大地减少人为不稳定因素。正因为如此，D 公司决定开发一套船舶装卸作业监控系统，以弥补这方面存在的不足。船舶装卸作业监控系统的研发简称为 W 项目。

W 项目主要的设计目标是：能够以实时的、图形化的方式，显示船舶作业的进程，显示所有作业线的进度、效率，并且能够计算出重点作业线和船舶的预计完工时间。当预计完工时间不达标时，进行报警。

W 项目的主要设计过程是：先确定监控的内容和要素，对监控内容的计算公式进行推导，对 COSMOS 数据库中的数据进行挖掘，进而计算出监控内容的相应结果。

W 项目的开发方式为自主开发，由公司的 IT 人员和业务人员组成开发团队，依据系统工程、软件工程的原理与要求，运用信息技术，开发出一套适合 D 公司装卸作业过程的监控软件。

### 3.7 结论

综上所述，造成管理原因退动态的因素中，有人的因素，也有监控过程 and 手段落后的因素。人的因素可以通过强化管理制度来进行解决，但是收效往往会很不明显。D 公司所采用的人工的、落后的、几乎缺乏航运监控过程的作业方式，是产生退动态的根本原因，这种方式主要依靠人的主动性来保证服务质量。本文提出的过程改进建议，通过建立一套完善的航运作业监控系统，把耗时耗力的人工监控过程，改进为图形化的实时计算机航运作业监控系统，实时显示各条作业线的作业进度、效率、预计完工时间，并且能够对各种情况进行预期报警，这样可有效地提升监控管理能力，彻底消除人为因素所造成的退动态。

针对上述存在问题及其原因分析，本文将有针对性地提出建立航运监控系统的改进过程，并给出应该采取的管理对策与实施建议。

## 第 4 章 船舶装卸作业监控过程的改进与实施

本章主要论述监控过程的改进思路与改进项目，并详细阐述监控系统的功能以及实施过程。

### 4.1 监控过程中基本算法的改进

航运作业监控过程中涉及到一些计算方法，不同的计算方法可能产生不同的效果。从实际要求出发，改进岸桥作业效率与作业时间的计算方法，将有助于航运作业监控过程的改进。

#### 4.1.1 岸桥作业效率表示方法

为了适应航运作业监控过程的改进，首先需要改进的是岸桥作业效率的表示方法，由目前的自然箱/小时，改为 Move/小时。

目前 D 公司岸桥作业效率使用表示方法为自然箱/小时，这种表示方法是 D 公司成立以来一直沿用的方法。早期，由于没有双二十尺吊具，这种表示方法尚未暴露出什么问题，惯性思维或者安于现状的管理与运行理念使得这种方式一直沿用至今。但是，目前 D 公司的岸桥已经全部更新为双二十吊具，就使得自然箱/小时的表示方法出现了重大的问题。前面已经论述，受作业线中双箱作业量比例的影响，记录的效率历史数据出现了较大的波动，已经不能为作业时间估算的参考依据。

将 D 公司的岸桥作业效率表示方法改进为 Move/小时后，统计出的数据比较稳定，波动较小。集装箱业界经过长期实践，已经证明了使用 Move/小时表示方法作为作业时间估算的依据，是科学的、行之有效的方法。

Cosmos 系统虽然在指令上可以区分双 20 尺箱，但是在人机交互的界面上仍然是以自然箱数量进行表示，所以将岸桥作业效率表示方法改进为 Move/小时的前提是，要能够对 Cosmos 系统的岸桥作业指令集做合理的数据分析与挖掘，并能够区分和计算出单 20 箱作业的指令数量、单 40 尺箱作业的指令数量、双 20 尺箱作业的指令数量等。有了这些数据，才能够正确计算出岸桥的 Move 数，从而使用 Move/小时的表示方法进行作业时间的估算。

受对 Cosmos 作业指令数据库操作的限制, D 公司一直未能对岸桥中的双箱指令做出正确识别, 导致未能将表示方法改进为 Move/小时。Cosmos 作业指令数据库操作的研究突破, 使得岸桥作业效率表示方法的改进成为可能。

#### 4.1.2 作业时间计算方法

D 公司目前估算作业时间所采用的计算方法是简单的, 就是依据路程、速度、时间等做简单计算, 即剩余作业时间等于剩余作业量除以效率的经验值, 整个计算过程是人为地获取每条作业线的剩余作业量, 然后由计算人员根据自己的经验确定一个效率经验值, 经过几个简单的除法即计算出每条作业线的预计完工时间, 其中, 最大值就是整条船舶的预计完工时间。这种计算方法既不能使估算准确, 也不能进行快速运算, 所以已经难以满足实际生产的需求。

作业时间计算方法的改进思路是依据所有作业单元所耗时间的总和来估算剩余作业时间。采用这种新的计算方法需要完成以下预期工作:

① 每月月初要对最近三个月内的普箱、各种特种箱、舱盖的单元操作所耗时间进行统计, 作为计算公式的常量部分, 以确保用于计算的基础数据总保持在最新的状态。

② 对 Cosmos 系统中的指令数据进行实时发掘, 得出每条作业线未完工的作业指令列表, 指令列表中包含作业单元的箱型信息。

③ 根据①中的统计数据 and ②中的箱型信息可以计算出每个作业单元的所耗作业时间, 将所有作业单元的所耗时间进行汇总, 并加上舱盖的作业时间, 以及午饭时间和交接班时间等修正数据, 就可以准确地计算出每条作业线的预计完工时间。

新的计算方法不能采用人工计算, 因为手工计算不能及时、准确地得到计算结果, 所以需要借助计算机来完成。得益于公司近两年加大了对软件开发方面的投入, 在 D 公司, 目前这种计算已经成为可能, 因此已经为作业监控过程的改进, 提供了技术保障。

#### 4.2 作业监控手段的改进

航运作业监控过程的改进, 离不开监控手段的改进。信息技术与监控过程预

警机制的引入，航运作业监控过程改进的必要手段。

#### 4.2.1 信息技术给监控过程带来革命性的变革

D 公司目前的监控方式是盲目的，它建立在人工纸面计算的基础之上，毫无疑问，这与企业推行现代化管理是格格不入的。在现代企业中，采用这种监控方式，几乎可以认为是缺少一个监控过程。

新的监控方式需要采用信息技术，建立一个完整的监控系统。监控系统首先需要能够对所需数据进行采集，然后进行自动计算并加以对比分析，最后把结果以图形化和实时的方式呈现给船舶调度员。也就是说，监控系统给了船舶调度员一双敏锐的眼睛，可以随时随地地掌握每条作业线的情况。数据采集和自动计算过程，不仅改变了计算方式，减轻了船舶调度员的劳动强度，也使得作业时间估算标准化、精确化，不会产生因人而异的结果。图形化技术采用显示屏为调度员提供所有需要的数据，如每条作业线的作业进度、作业效率、预计完工时间等，当然还可以根据需要呈现更多的数据信息。实时性使得数据能够跟随作业的进度随时更新，因而能够反映当前作业的即时信息。

信息技术的引入为监控过程带来了革命性的变革，有效地改善了监控过程与监控效果，丰富了监控内容和监控手段。

#### 4.2.2 监控过程预警机制的引入

监控过程的预警机制分为两个层面：一是当监控系统发现船舶预计完工时间晚于船舶动态时，进行声音报警，提醒船舶监控人员及时查找效率低下的原因并修正，以保障作业顺利完成；二是对未来一个小时或半个小时内将要开始的特殊作业进行提醒，如超限箱的装卸需要提前备好超限箱吊架等，同时也提醒船舶监控人员提前布置好每条作业线的作业细节。

预警机制的引入消除了退动态的发生，监控系统会在航运作业的第一箱就进行跟踪，一旦发现问题，即时报警，以便不断督促船舶调度人员，及时解决效率低下等问题。

### 4.3 作业监控系统

航运作业监控手段的改进，需要通过采用信息技术手段，开发出一套航运作

业监控系统。该系统将体现本文为 D 公司提出的解决管理原因退动态问题的改革方案，监控的内容和手段由监控系统加以实现。通过对监控系统功能的分析，可以更加深入地了解整个监控过程。

#### 4.3.1 航运作业监控系统的总体目标

航运监控系统的总体目标是：以图形化方式，实时、动态地显示所有作业线的运行情况，包括效率、进度和预计完工时间，并在效率不满足动态要求时进行报警并记录相关信息，最大限度地辅助调度员工作，降低发生退动态事件的可能性。整体目标可具体分解为以下几个子目标：

(1) 确保船舶能按时完成装卸操作，进而能够准班开船。

(2) 所有内容和数据以直观的图形化方式呈现。图形方式可让调度员省去人为数据二次处理的过程，可快速、直观地掌握各种生产实时参数。另外，图形方式还可以降低工作的枯燥程度。

(3) 所有数据可实时更新，不需要人工更新。减少调度员的操作量，同时也避免了因调度员忘记刷新而造成数据不准确的情形发生。

(4) 监控系统能够计算出所有作业线的效率、作业进度和预计完工时间，同时能够通过分析得出重点线，进而预测出全船的预计完工时间。

(5) 当出现有作业线的作业效率不达标时，监控系统将给出声、光报警，为调度员提示出现问题的作业线，并进行记录。

(6) 可对将要发生的重点作业提出预警，如超限箱的装卸和出口船放危险品箱等。由于这些作业需要组织工人参与，所以提前预警非常必要，尤其是当多条作业线都需要特种箱作业时，该功能凸显重要。

(7) 当某条作业线出现低效率时，监控系统可对该作业线的整个作业过程以及参与作业的机械设备进行信息收集与分析，帮助调度员快速确定出现效率低下的作业点。

(8) 记录整个作业过程中的各种数据，以便后来对其进行分析。

#### 4.3.2 航运监控系统的主要监控项目

航运监控系统中主要监控项目的选择，来源于调度员日常工作中特别需要关

注的作业重点。

航运监控系统监控项目的确定不是一个理论上的决策，而是要通过实际的使用过程不断的加以改进。同时受限于显示区域的大小，对众多监控项目进行了取舍，以免数据繁多，影响监控效果。确定监控系统的监控项目通常有以下几个步骤：

(1) 对调度员的作业过程进行约两周时间的全程跟踪。D 公司的集装箱班轮大多是周班，所以一周内的情况具有代表性，而两周的跟踪会使数据更加符合实际。跟踪过程中需要随时记录调度员观测数据内容，及计算内容等，并加以整理，形成表格以便后续工作的开展。整理后的表格如表 4.1 所示。

表 4.1 数据项目表  
Tab.4.1 Data Item Table

序号	数据项目	获取途径	难易程度	频繁程度	重要程度
1	靠泊时间	CTCS	容易	一次	一般
2	计划开船时间	接口系统	容易	一次	重要
3	进出口总量	CTCS	容易	一次	重要
4	已完成作业量	CTCS	容易	频繁	非常重要
5	剩余作业量	CTCS	容易	频繁	非常重要
6	进口贝图	SHIPS	容易	频繁	重要
7	出口预配	SHIPS	容易	频繁	重要
8	实时的船舶作业序列图	SHIPS	需要认为计算和分析	频繁	非常重要
9	各种作业效率	CTCS	容易	频繁	一般
10	特种箱的作业的预计时间	船舶作业序列图	需要仔细观察，并且认为计算	一般	重要
11	预计完工时间	人工计算	复杂	频繁	非常重要
12	最低保证效率	人工计算	复杂	频繁	非常重要
13	潮高情况	国家水文网站	容易	一般	非常重要
14	参与作业的机械情况	GPS 应用	一般	频繁	重要

(2) 针对表 4.1 中的项目内容，与调度员沟通，确认每个数据项目在监控过程中所起的作用、重要程度，以及它们在船舶作业过程的哪个阶段起作用。要与业务熟练、工作细致且善于表达的调度员进行沟通，不能采用随机抽样的方式，以保证沟通的效率与效果。

在沟通过程中，要与调度员一起确定需要计算的数据项目的计算公式。由于调度员往往给出的是粗略的经验公式，所以需要进一步整理，使之变得严谨。

(3) 与调度员沟通完成后，需要提取公司所属各计算机系统数据库中的数据，确保所有数据项目以及计算这些项目的支撑数据的有效性。

D 公司存在很多商业软件，Cosmos 系统是其中规模最大的商业软件，且数据库并不提供全部的说明。事实证明，找寻这些数据是极为耗时的，需要不断地访问数据库，并与实际数据且反复进行比较，以确认数据的准确性。本项目中，为查询这些数据花费了 3 个月的时间，才基本将所需数据及支撑数据整理完成。

#### 4.3.3 作业进度相关的监控项目

作业进度相关的监控项目主要从时间数据和作业数量两个测度描述作业进度情形，以便监控人员能够大体掌握作业进度。作业进度相关的监控项目主要包括以下几个方面：

##### (1) 全船的总体作业进度情况

总体作业进度情况包括作业时间方面的项目和作业箱量方面的项目。其中，作业时间方面的项目包括：

① 进出口开工和完工时间：有四个概念性的时间表述，分别是进口开工时间，进口完工时间，出口开工时间，出口完工时间。用于对船舶作业的时间有一个大体的把握。

② 计划完工时间：提前设置好的截止时间，是船舶作业最慢情形下所允许的完工时间。所有作业都应该以此为最终目标。

③ 已作业时间：从作业开始到当前所流逝的时间长度。

④ 剩余作业时间：从当前时间到计划完工时间的时间长度。

⑤ 预计完工时间：系统计算出的预计完工时间。当预计完工时间大于计划完工时间时，就表示当前船舶有可能不能按时开船，要给出报警，让船舶调度员进行人工干预处理，查找问题，迅速解决。

作业箱量方面的数据分为已完成的箱量和未完成的箱量。计算出已经完成的集装箱数量后，可计算出未完成的集装箱作业量。用百分比反映作业箱量的完成进度。由于不同种类的集装箱作业所耗的时间也不同，所以还需要将表示箱量数

据更加细化，如按进出口、尺寸、空重和特殊箱等进行分类处理。

以上监控项目只是概念上的数据，用于调度员掌握全船的总体作业状况，但这些数据不能用于估算作业的预计完工时间。

#### (2) 分作业线的进度情况

显示每条线的作业进度，包括每条作业线的开工时间、作业时长、总的箱量、已完成箱量、剩余吊次、预计完工时间。在显示所有作业线的进度信息同时，要提示出重点作业线(预计完工时间最晚的作业线)，并且列出与重点线预计完工时间相差1小时以内的作业线(称为次重点作业线)，次重点作业线也是需要重点关注的。

分作业线的进度情况是监控中的重点内容，因为重点作业线的完工时间就代表着全船完工的时间，是整条船作业的关键路径。

#### 4.3.4 作业效率相关的监控项目

作业效率相关的监控项目有平均船时量和平均单桥作业效率，以及每条作业线的平均单桥效率和即时单桥效率。这些效率指标反应了船舶当前作业的快慢，是计算预计完工时间的基础。同时也是调度员需要主要关注的一组数据，当效率低下的时候，调度员要及时查找原因，并进行解决，确保作业线不能长时间处于效率低下的状态。

作业效率相关的监控项目主要包括以下几项内容：

(1) 平均船时量：为一个考核性的度量指标，对船舶作业的监控过程没有什么实际意义和作用，仅仅是一个衡量码头作业能力的指标，是公司下达的考核生产组织部门的一个效率指标。

(2) 平均单桥作业效率：指的是全船的所有参与作业的装卸桥的单桥效率，与平均船时量一样也是一个考核性的指标。

(3) 单条作业线的平均单桥效率：反应了装卸桥司机的操作能力，不直接用于计算该作业线的预计完工时间，但是可以作为单条作业线即时效率的参考值。

(4) 单条作业线的即时单桥效率：反应了最近一个小时内该作业线的装卸效率，使用此数据值来估算预计完工时间，但是即时效率总在变化，需要系统不断刷新此数据项。



#### 4.3.5 特种箱作业相关的监控项目

特种箱作业指的是针对危险品箱、冷藏箱、超限箱的作业，由于特种箱作业都一般需要操作人员在码头现场实际参与，所以需要提前做好些准备。危险品和冷藏箱的作业，需要提前30分钟通知现场作业人员做准备，超限箱作业则需要提前一个小时通知现场作业人员做准备。因此，基于这些原因所设计的特种箱作业监控项目应该包括以下几项内容：

(1) 30分钟后要进行的危险品箱作业和冷藏箱作业信息，以及1个小时后要进行的超限箱作业信息，信息的内容包括：箱号、在船上的位置、作业线的编号，以及预计作业时间。

(2) 参与特种箱作业的外部车辆是否就位、联系方式、联系人等。

#### 4.3.6 航运监控系统的主要功能及呈现方式

##### (1) 设定各作业线的效率指标

在船舶作业开工前，综合该航线历史上最近3个月的效率指标和本航次每条作业线需要达到的效率指标，并考虑司机的操作水平，为本班次每条作业线分别设定一个效率指标。该效率指标用于在监控过程中与即时效率进行比较。

每条作业线需要达到的效率指标定义为每条作业线的剩余箱量除以作业时长。作业时长为计划开船与进口开工的差再减去工人吃饭及交接班时间。需要达到的效率指标为作业的效率底线，设定的效率指标往往都要高于需要达到的效率指标。

每条作业线的效率指标设定需要根据每条作业线的实际情况，如箱量、配备机械的情况等，合理进行设定，不能一味地追求高效率，合理、高效、低耗、适合，才是理想的设定。

##### (2) 确定作业线的合理作业顺序

在D公司作业的大型船舶有20个舱，受装卸桥数量和位置的限制，最多只能开10条作业线，一般情况下可开8-9条作业线，这样，不同人员在考虑作业线的顺序时会给出不同安排方式，由于考虑不周，可能导致作业过程不同，从而使得预计完工时间也不尽相同。

基于上述原因，系统需要提供一个优化功能，在作业开始前能够给出一个最

优的作业线顺序，消除作业人员水平的差异。同时，系统也可根据调度员指定的作业顺序，模拟作业过程，计算出在当前作业顺序下各作业线和整船的预计完工时间，给调度员以参考，帮助调度员甄别所给出的作业方案是否合理。

合理确定作业线顺序是一个非常重要而实用的功能，对于操作标准化和辅助分析调度员所进行作业过程等，都具有非常重要的作用。

#### 4.3.7 图形化实时显示作业进度和作业效率

图形化实时显示作业进度与效率是航运作业监控过程的核心功能。

每条作业线的作业进度和作业效率要以一种图形化方式直观地呈现出来，使得调度员在查看数据时能一目了然，以免去调度员的数据再加工操作过程。

每条作业线作业进度采用两套数字表示方式：一是显示该作业线的总量、已作业箱量、未作业箱量；二是显示该作业线剩余的作业 Move 数、剩余作业时间和预计完工时间点。当预计完工时间点未超过计划开船点时，以绿色显示，否则以红色显示。该项显示与效率显示是同步的。

作业效率采用两个汽车迈速表以 Move/小时为单位呈现：一是从开工到当前时间的平均作业效率；二是当前的即时效率。两种表示方式都用一条红线表示提前设定的效率指标，高于设定效率指标的表盘区域设置为绿色安全区域，低于设定效率指标的表盘区域则为红色报警区域。当表示即时效率的指针进入红色报警区域时，就会启动报警功能进行声音报警，同时给出明显的警示，提醒调度员进行人工干预，帮助该作业线的效率重新回到安全区域。

#### 4.3.8 效率低下时的报警功能

效率低下时的报警功能也是航运作业监控过程的重要组成部分，若没有报警功能，整个监控系统就难以发挥其应有的作用。

考虑到调度员的工作性质是连续 12 个小时工作，其工作强度大且需要精神高度集中，特别是夜间工作容易造成疏忽，所以声光报警功能是重要且必须的。

当某条作业线的效率进入红色报警区域且持续 30 分钟，或在 1 小时内有超过 5 次进入红色报警区域时，就会启动报警功能。报警时，系统会连续播放声音，同时对应的迈速表会闪烁，直到调度员发现且做出应答后报警才会停止。

发生报警后，系统会自动记录发生报警的时间、作业线，作业线的即时效率、设定的效率，以及调度员的报警应答时间等。调度员干预后，若 10 分钟之内效率还未达标，则报警会再次启动，并记录相关内容。

报警系统中的记录功能可以记录报警时的相关信息，同时由于能够记录调度员的应对时间，所以为事后分析和责任判断提供了有力的依据。

由于报警功能依托于整个监控系统，若监控系统未能启动，则报警功能也不能正常运行。为此，管理上要求在船舶作业时必须要启动整个监控系统，若没有启动监控系统，则需要采取相应的处罚措施。

#### 4.3.9 对特种箱作业的预警功能

这里以冷藏箱和超限箱两种特种箱的作业为例，分析预警机制的作用。

D 公司的特种箱作业需要提前做好准备。冷藏箱作业需要联系冷藏箱场地人员提前做好插、拔电源的准备并加以记录。超限箱作业则需要提前准备好特殊的超限吊架。若一条船舶的特种箱比较多，那么调度员要处理的沟通环节也就较多，且要关注的内容也非常多。

对于特种箱较少的船舶作业，一般情况下调度员是可以胜任的，但有某些航线，如欧线，由于每个航次特种箱的数量都在 100 箱左右或者更多，仅仅靠调度员的脑力，很难准确地预知每个集装箱的作业时间，所以需要有一个预警功能来帮助调度员做好准备与记录工作。

特种箱预警功能主要根据设定好的时间值提醒调度员，在未来 30 分钟或 1 个小时内，有哪些特种箱需要作业。采用自动刷新表格的呈现方式，将所有未作业的特种箱都显示在一个表格中，列出每箱的箱号、作业线和预计作业时间，然后修改符合设定时间的特种箱的颜色，以提醒调度员加以注意。一旦作业完成，就从表格中删除该特种箱。

特种箱越多，特种箱预警功能的作用就越明显，它可以显著地降低调度员的工作强度，使调度员能够更加专注于船舶作业的整体组织协调，而不是仅仅局限于某些沟通上。

#### 4.3.10 作业过程中的完整数据记录

在航运作业监控系统运行过程中，会在后台定时地将所监控船舶的作业数据分时段记录到数据库中，以便事后对整个作业过程进行回放。

当某条船出现不能按时开船的情形时，需要组织人员分析事故的原因与责任，针对整个作业过程，假如只靠调度员回忆，或参与作业的其它人员的陈述，是不能完整、准确地回放的，因而也就难以精确地判断问题和区分责任，凭借经验与一些概念性分析做出的决策，不能对事故做出定量分析。

仿照下棋复盘的思路，假如记录了整个船舶的作业过程，利用软件工具能够按不同的倍速回放整个作业过程，无疑能够精确地判断出问题的所在，事故责任的判断也就有据可依。同时，由于能够重现船舶作业的整个过程，事故原因十分明显，这样也有助于调度员从事故中吸取教训，以便今后改进工作质量，也有利于提升管理能力与水平。

#### 4.3.11 单条作业线的数据分析

单条作业线的数据分析是一个辅助功能，当出现作业线效率低下时，该功能可帮助调度员汇总该条作业线的所有机械、作业箱的各种信息并呈现出来，帮助调度员快速地判断问题的所在。

未启用该功能前，为了查找效率低下的原因，调度员往往需要亲自从不同侧面收集作业线的各种数据，并进行加工与计算，在这个过程中，经验往往起了决定性作用。例如，在未经过精确计算的情况下判断在哪里出了问题，是因为岸桥司机速度慢，还是场桥司机速度慢，还是因为拖车的数量不足等，调度员往往凭经验做出决定，但这个决定有时会偏离实际。

单条作业线的数据分析功能能够汇总出现问题作业线的各种信息，如岸桥效率，场桥效率，拖车效率，场地位置等，同时判断出是岸桥在等待拖车，还是场桥在等待拖车，或者能根据场地位置判断出当前拖车数量是否足够。信息汇总能够大大缩短调度员收集信息的过程，同时有助于调度员精确地判断出问题所在，并即时采取正确的应对措施，避免因采取措施不当而使效率得不到提升的情形发生。

#### 4.3.12 监控系统的详细设计与软件开发

监控系统的详细设计和代码编写由 D 公司的 IT 人员承担,针对人机交互界面,采用快速原型法进行开发。开发环境为 Win7 和 .net Framework4.5, 开发工具为 Visual Studio 2013。

在进行详细设计时,充分考虑到每个界面的数据呈现方式和操作简便性。对于重点界面,全部采用图形化呈现与操作方式,最大限度地方便用户。

由于界面设计采用了快速原型法,经过 1 个月的时间就完成了界面与功能的初步设计,经过项目小组的不断讨论,并邀请调度员参与方案修订,经过 5 次修改后最终定稿,然后进入了代码编写阶段。代码编写过程历时 1 年。

## 第 5 章 结论

本章主要介绍论文工作的总结和推广价值。

### 5.1 论文工作总结

码头航运作业监控系统就好比码头作业的眼睛，是整个作业过程的中枢。没有了监控系统，那整个作业过程就是盲目的，作业的进度和预计完工时间都不可预知，这对于码头作业来说的是不可想象的。本文对 D 公司航运监控过程中的问题进行了较为系统的研究，基本完成了预期的研究工作：

(1) 综合关于系统工程、集装箱码头调度算法、系统仿真、计算机技术等方面的大量文献，对其中的重要概念、理论和方法做了较为系统的论述，奠定了理论基础。

(2) 以 D 公司航运监控改进项目为例，详细论述了 D 公司在装卸服务过程中存在的问题。

(3) 结合系统工程和计算机技术的相关技术方法，为该案例提出了切实可行的解决方案。

(4) 针对案例的研究，得出结论：D 公司产生服务问题的主要原因是缺乏一套行之有效的航运作业监控系统。在航运监控系统一年多的运行时间里，D 公司未发生因管理原因退动态的时间；同时船舶调度员也反映良好，表示该系统能够很好的反映出船舶实时作业情况，并且能够对调度员的工作进行辅助，降低劳动强度。

本文基于案例的方法，主要实践了系统工程技术和信息技术的应用，并对集装箱航运作业的监控过程提出了行之有效的方案。目前国内集装箱行业内对集装箱航运作业过程的最优化和仿真研究较多，对实时监控过程研究较少，所以本文的研究结果，对于集装箱码头改进航运作业监控过程具有一定的指导和借鉴意义。

### 5.2 进一步的研究工作

论文通过理论研究、发现问题、分析原因和提出解决方案的逻辑思路来完成既定的研究计划，达到预期的研究目的，但仍存在诸多不足，具体体现如下：

(1) 监控系统的上线运行时间较短, 仅为 1 年多的时间, 虽然这一年中 D 公司未出现退动态时间, 但是统计采样时间段较短, 不能说明问题, 今后会继续跟踪, 将采样的时间扩大为 5 年或更长, 到时统计出的数据会比较真实的反映监控系统的作用。

(2) 本文中提到的监控系统改进方案为本人在实际工作中的总结和经验, 有实际的数据和经验作支撑, 但是还缺乏进一步整理为有思路的理论, 这主要是由于本人工作在码头生产一线, 缺乏理论研究的实力, 这也是今后需要继续努力的方向。

## 参 考 文 献

- [1] 于汝民. 现代集装箱码头经营管理[M].北京:人民交通出版社, 2007:155.
- [2] 董良才.基于时间窗的集装箱装卸桥调度[J].上海海事大学学报. 2011, 32(1):1-7.
- [3] Erick Phares Massami.港口集装箱装卸优化模型[D]:(博士学位论文). 大连: 大连海事大学, 2012.
- [4] 张婕姝. 集装箱码头生产调度优化研究[D]: (博士学位论文).上海: 上海海事大学, 2006.
- [5] 邓玉明. 天津港集装箱码头船舶装卸效率影响因素研究[D]: (硕士学位论文).大连: 大连海事大学, 2012.
- [6] 贺向阳. 天津港装卸船生产线作业效率研究[D]:(硕士学位论文).武汉: 武汉理工大学, 2004.
- [7] 泰固. 集装箱码头装卸效率计算及参数取值分析[J]. 港口装卸. 2007(2): 36-38.
- [8] 王开颜. 影响集装箱船边装卸效率的因素[J]. 珠江水运. 2014(18): 51-52.
- [9] 张婕姝. 集装箱码头微观调度仿真系统建模研究[J]. 系统仿真学报. 2005,17(10): 2560-2563.
- [10] 梁亮. 陆志强. 集装箱码头装卸系统集成调度的建模与优化[J].系统工程理论与实践. 2010, 30(3):476-483.
- [11] 杨兴晏. 集装箱码头计算机模拟模型概况[J]. 港口技术. 2003(04):8-11
- [12] 真虹. 集装箱码头生产过程动态图形仿真优化的研究[J]. 中国图像图形学报. 1999, 4(6): 502-506.
- [13] 高红.熊光楞. 决策规则在仿真调度中的应用[J].控制与决策, 1995,10(2): 114-118.
- [14] 高伟. 周强. 集装箱码头集卡作业模式比较及建模与仿真[J]. 港口装卸.2003(2):27-29.
- [15] 杨静蕾. 丁以中. 集装箱码头设备配置的模拟研究[J].系统仿真学报.2003, 15(8): 1069-1073.
- [16] 赵复光. 管理信息化与企业流程再造研究[J]. 北方经贸. 2005(2):66-68.
- [17] 金健. 集装箱码头装卸作业控制革新新设想[J]. 集装箱化. 2006(4):9-11.
- [18] 魏众. 集装箱码头物流作业系统集成优化调度研究[D]: (博士学位论文). 北京:北京交通大学. 2007.
- [19] 徐兴星. 浅谈集装箱码头生产过程可视化管理系统[J]. 山西建筑. 2008. 34(17):367-368.
- [20] 林巧. 船舶作业度量展示系统在集装箱码头的应用[J]. 集装箱化. 2008,19(9):12-14.
- [21] 褚英双. 集装箱码头自动化堆场综合管理系统设计[J]. 集装箱化. 2014.25(6):23-25.
- [22] 朱雨翔. 大型集装箱码头智能操控管理系统[J]. 港口科技.2015(9):30-34.
- [23] 曾庆成. 集装箱装卸作业集成调度模型与方法[D]: (博士学位论文).大连:大连海事大学. 2008.



- [24] 张睿. 同贝同步模式下的集装箱装卸作业调度优化[J]. 系统工程学报.2014.29(6):833-844.
- [25] 曾庆成. 集装箱码头装卸调度方针优化模型与算法[J]. 交通运输工程学报. 2013:88-93.
- [26] 陈璐. 集装箱码头装卸作业的调度控制模型及算法设计[J]. 控制理论与应用. 2006, 23(6):873-878.
- [27] 黄健晨. 论集装箱码头前沿装卸作业效率提高的途径[J]. 中国水运月刊. 2013. 13(12): 50-51.
- [28] 王力. 单装单卸模式下集装箱装卸系统集成调度优化[J]. 哈尔滨商业大学学报. 2013.29(6):699-703.
- [29] 陈磊. 系统工程基本理论[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2013.
- [30] 陈禹. 关于信息系统的理论基础[J]. 中国管理科学. 1988(3):28-31.
- [31] 张明江. 超大型集装箱船舶装卸作业交通组织方式研究[J]. 港口装卸. 2008(5):26-29.
- [32] 泰固. 集装箱码头装卸效率计算及参数取值分析[J]. 港口装卸. 2007(2):21-22.
- [33] 许振超. 浅谈集装箱船装卸效率[J]. 港口科技动态. 2005(6):1-2.
- [34] 王开颜. 影响集装箱船边装卸效率的因素[J]. 珠江水运. 2014(18):51-52.
- [35] 彭传圣. 提高集装箱码头作业效率的措施[J]. 港口装卸. 2001(4):21-24.
- [36] 张笑. 集装箱码头岸桥与集卡装卸协作优化[J]. 水运工程. 2013(3):124-128.
- [37] 黄健晨. 论集装箱码头前沿装卸作业效率提高的途径[J]. 中国水运(下半月).2013, 13(12): 50-51.
- [38] 钱继锋. 集装箱码头“装卸桥-集卡-堆场”作业计划的优化[D]: (博士学位论文).北京:北京交通大学. 2014.
- [39] 蔡宏. 试论作业计划在集装箱码头的应用与发展[J]. 集装箱化. 2002(3):5-7.
- [40] 徐承军. 基于无线局域网的集装箱码头机械调度系统的仿真、优化与监控[D]. (博士学位论文).武汉: 武汉理工大学. 2007.
- [41] 董良才. 全岸线集装箱装卸桥调度模型研究[J]. 计算机工程与应用. 2012, 48(13):216-222
- [42] 吴军. 集装箱堆场监控与无线作业系统的设计与实现[J]. 武汉理工大学学报. 2008(06):897-901.
- [43] 孙凯. 基于移动设备的集装箱码头操作信息实时监控系統研究[J].中国远洋航务.2013(9): 62-66.
- [44] E.W.T. Ngai, Design and development of an intelligent context-aware decision support system for real-time monitoring of container terminal operations [J], International Journal of Production Research, 2011,Vol.49(12),pp.3501-3526
- [45] Kap-Hwan Kim. A crane scheduling method for port container terminals[J]. European Journal of Operational Research. 2004.

- [46] Daganzo C F. Crane Productivity and Ship Delay in Ports.[J]. Transportation Research. 1990.
- [47] Christian Bierwirth. A fast heuristic for quay crane scheduling with interference constraints
- [48] Kim Kap Hwan. Container Terminals and Cargo System Design, Operations Management.,and Logistics Control Issues.[J] Decision Sciences. 2002.
- [49] D Wang. Integrated scheduling of a container handling system with simultaneous loading and discharging operations[J]. Engineering Optimization. 2015. 48(3):1-18.
- [50] XL Han. Research of Quay Crane Operation Scheduling Model and Scheduling Policies in Container Terminal[J]. Industrial Engineering & Management, 2009,14(5):20-26.
- [51] KG Murty. A decision support system for operations in a container terminal[J]. Decision Support systems. 2005. 39(3):309-332.
- [52] E Ursavas. A decision support system for quayside operations in a container terminal[J]. Decision Support Systems. 2014. 59(1):312-324.
- [53] TC Kuo. Development of a container terminal simulation modal and its application in an analysis of terminal 18, port of seattle[J]. Journal of Human Hypertension. 1998, 12(12):839-844.
- [54] P Legato. Simulation-based optimization for discharge/loading operations at a maritime container terminal[J]. Operations Research-Spektrum. 2010. 32(32):543-567.
- [55] Q Zeng. Integrating simulation and optimization to schedule loading operations in container terminals[J]. Computers & Operations Research. 2009. 36(6):1935-1944.
- [56] EK Bish. A multiple-crane-constrained scheduling problem in a container terminal[J]. European Journal of Operational Research. 2003. 144(1):83-107.
- [57] Lu Chen. Multiple yard cranes scheduling for loading operations in a container terminal[J]. Engineering Optimization. 2011. 43(11):1205-1221.
- [58] C Liang. Study on Yard Crane Scheduling with Multiple Container Flows in a Container Terminal[J]. Journal of Quality. 2011.
- [59] KL Mak. Scheduling Yard Cranes in a Container Terminal Using a New Genetic Approach[J]. Engineering Letters. 2009. 17(4).
- [60] C Bierwith. A survey of berth allocation and quay crane scheduling problems in container terminals[J]. European Journal of Operational Research. 2015.244(3):675-689.

## 致 谢

本文在调研、写作过程中，得到了许多老师、领导、同事、同学的支持和帮助，特别得到我的研究生导师蒋波教授的悉心指导，得到了天津港集装箱码头有限公司操作部、信息部、市场部等同事，以及家人的大力支持。在此，谨向他们表示诚挚的谢意。