



Y1896449

**Design and Realization of Cost Analysis and Freight
Prediction System For Marine Transportation of Fuel Coal**

A Thesis Submitted to

Dalian Maritime University

In partial fulfillment of the requirements for the degree of

Master of Management

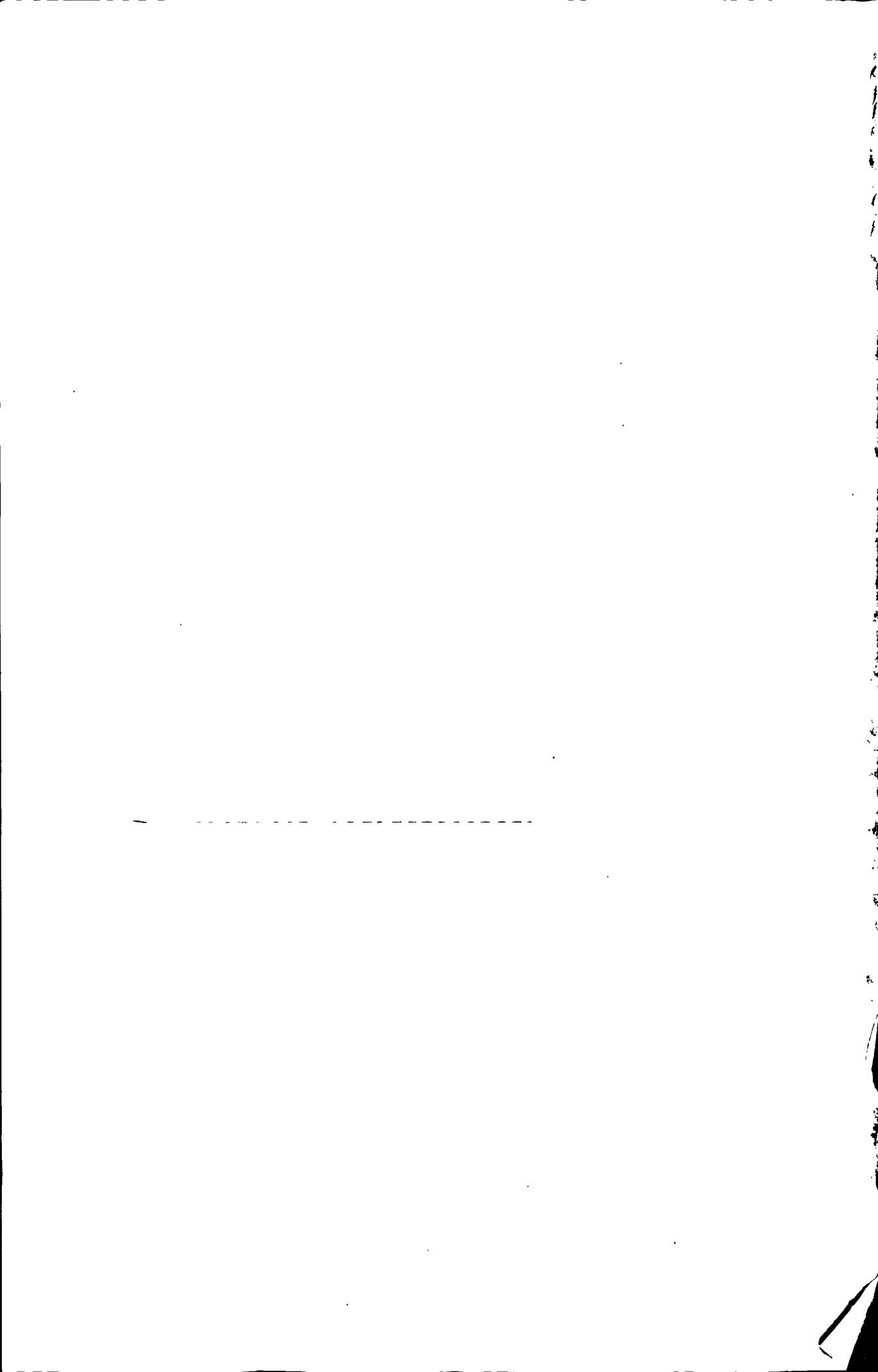
By

Wang Ying

(Management Science and Engineering)

Thesis Supervisor: Professor Chen Xiuquan

May 2011



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“电力燃煤海运成本分析和运价预测系统设计与实现”。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：王莹

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：王莹

导师签名：沈小波

日期：2011年6月25日

摘 要

随着科学决策化要求日益突出, 如何根据市场的变化及时做出科学决策必须有一定的科学手段相配合。作为国家重要的战略能源企业, 电力公司在全国电力供给方面发挥着举足轻重的作用, 而作为火力发电企业, 燃煤的供应是公司生存的首要基础。目前电力公司海运运力的组织方式是与船公司签订年度运输合同, 确定运价与合同条款。每年的合同条款、运价都会随航运市场的波动而波动, 并且在每年的海运合同谈判中都消耗相当大的人力物力。运价的波动是公司成本控制面临的最大问题, 研究运价形成机制可以降低公司运输成本变动风险, 提升公司竞争优势。

本文针对目前电力公司海运煤炭的运输现状, 以实际运用为背景, 运用 Struts、Hibernate 以及 JSP 等成熟的开发技术设计并实现了一套电力燃煤海运成本分析和运价预测系统。本文首先分析了电力公司在运输成本控制方面存在的问题, 提出要使用科学手段辅助决策者进行决策, 然后结合电力公司的实际需求, 设计了电力燃煤海运成本分析和运价预测系统。本文按照常规的信息系统开发过程, 对系统进行了详细的分析和设计, 最后给出实现过程。

该系统主要分为四个模块。(1) 用户管理模块, 从用户的层次对用户进行添加、删除等管理, 主要负责系统的安全访问控制;(2) 成本分析模块, 通过对船舶成本进行列项分析, 测算船运公司适航船型的具体经营成本;(3) 运价预测模块, 采取布朗线性指数平滑法、季节性指数平滑法和 ARMA 模型等多种定量模型和定性预测分析相结合的方式, 预测和分析国内沿海运输市场运价, 用以辅助电力公司进行市场租船;(4) 日志管理模块, 可以对所有用户的登录, 操作, 退出进行记录, 保证系统安全。

关键词: 成本分析; 定量预测; 定性预测; 软件设计

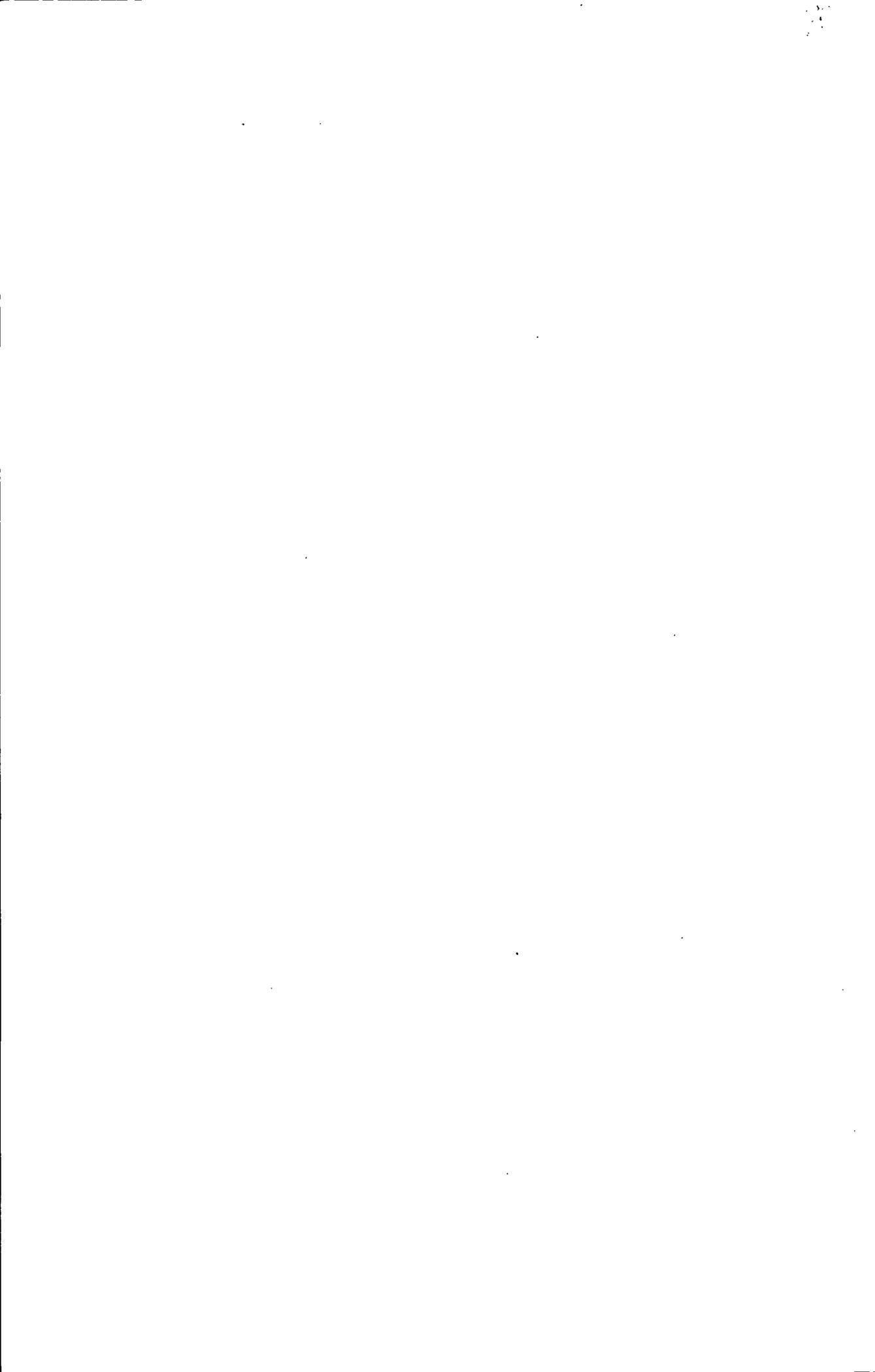
ABSTRACT

With the increasingly demand of scientific decision-making, how to make scientific decision according to the changes of the market must combine with the scientific means. As an important energy enterprise, power company plays a very important role in power supply. The way of shipping is to sign the transportation contract with the ship company to decide the freight and terms of the contract, which has to be negotiated, and will take a lot of human and material resources. Therefore, freight fluctuation is the biggest problem the enterprise faces, and study on the freight formation mechanism can reduce the risk of changes, enhance the company competitive advantage.

In this paper, Struts, Hibernate, JSP and other sophisticated technologies are used to develop cost analysis and freight prediction system for marine transportation of fuel coal. First of all, I have analyzed the problem of transportation cost control in the company. Then, combine the actual needs of Power Company, I design the system. According to the conventional information system development process, this paper gives the detailed analysis program and the implementation process.

The system is mainly divided into four parts. (1) Users management module is used to add and delete users, responsible for the security of the system access control from the level of users; (2) Cost analysis module estimates the specific ship operating costs; (3) Freight prediction module use quantitative model such as brown single parameter linear exponential smoothing method, seasonal exponential smoothing method and ARMA model, at the same time, combined with qualitative prediction to predict and analyze the domestic coastal transportation market freight, instructs the power company to rent ships; (4) Log management modules get the record of the login, operation, logout of all users; guarantee the security of the system.

Key Words: Cost Analysis; Quantitative Prediction; Qualitative Prediction; Software Design



目 录

第1章 绪论.....	1
1.1 课题背景.....	1
1.2 研究目的和意义.....	2
1.3 论文主要内容与结构.....	3
第2章 电力燃煤海运成本分析和运价预测系统分析.....	5
2.1 系统概述.....	5
2.2 系统面向的用户群体.....	5
2.3 系统功能结构.....	5
2.4 成本分析模块业务流程分析.....	7
2.4.1 运输成本测算原理.....	7
2.4.2 固定成本.....	8
2.4.3 变动成本.....	9
2.4.4 成本分析流程.....	10
2.5 运价预测模块业务流程分析.....	11
2.5.1 定量预测.....	12
2.5.2 定量预测模型选择依据.....	13
2.5.3 定量模型简介.....	14
2.5.4 定性预测.....	15
2.5.5 组合预测.....	18
2.5.6 运价预测流程.....	18
2.6 本章小结.....	20
第3章 电力燃煤海运成本分析和运价预测系统设计.....	21
3.1 概述.....	21
3.2 系统总体架构.....	21
3.3 成本分析模块设计.....	22
3.3.1 船舶信息管理.....	23
3.3.2 港口信息管理.....	23
3.3.3 运输成本测算.....	24
3.4 运价预测模块设计.....	28
3.4.1 定量预测.....	29
3.4.2 定性预测.....	33
3.5 用户管理模块设计.....	35
3.6 日志管理模块设计.....	36

3.7 数据库设计.....	37
3.8 本章小结.....	39
第4章 电力燃煤海运成本分析和运价预测系统的实现.....	40
4.1 概述.....	40
4.1.1 Struts 框架及其工作原理.....	41
4.1.2 Hibernate 框架及其工作原理.....	42
4.1.3 Struts 与 hibernate 整合.....	42
4.2 成本分析模块的实现.....	43
4.2.1 用户表示层.....	44
4.2.2 控制处理层.....	46
4.2.3 业务逻辑层.....	47
4.2.4 数据持久层.....	47
4.3 运价预测模块的实现.....	50
4.3.1 定量预测模型.....	50
4.3.2 定性预测模型.....	53
4.4 用户管理.....	54
4.5 日志管理.....	55
4.6 系统测试.....	56
4.7 本章小结.....	59
第5章 系统运行.....	60
5.1 成本分析效果.....	60
5.2 运价预测效果.....	63
第6章 总结.....	66
参考文献.....	68
攻读学位期间公开发表论文.....	72
致 谢.....	75

第 1 章 绪论

1.1 课题背景

本论文选题，源自作者参加的大连海事大学与神华集团某电力公司（简称电力公司，或者公司）签约的实际项目，该项目自 2010 年春开始研发，年底在北京通过了专家验收。

神华集团某电力公司截止 2010 年底，资产总额近 1200 亿元，拥有若干沿海火力发电厂（简称电厂），运营装机容量近 3000 万千瓦。

近年来，我国国民经济呈现出持续、快速、稳定发展的趋势，由此带来了电力需求的快速增长，由于我国电力主要为火力发电，煤炭需求也大幅增加。煤炭作为工业生产和日常生活的主要能源，是国家经济发展的命脉，在我国能源结构中占有重要地位。尽管石油进口和天然气开发逐年增多，煤炭的消费比例有所下降，煤炭仍然是国内最主要的能源资源，预计到 2020 年我国煤炭需求量将达到 22-24 亿吨左右^[1]。由于煤炭资源与煤炭消费在地域上分布的差异，使我国形成了“西煤东运”“北煤南运”的煤炭运输格局。在我国煤炭运输系统中，由于公路运输成本高，铁路运力有限，沿海煤炭运输就成了解决我国煤炭运输瓶颈的重要途径。

作为国家重要的战略能源企业，电力公司在全国电力供给方面发挥着举足轻重的作用，而作为火力发电企业，燃煤的供应是公司生存的首要基础。其煤炭供应链系统起始于上游的煤炭采购供应，中间的运输、配送一直到下游的煤炭接卸和库存等环节，控制各个环节的成本和风险是保证电力公司有效运营和发挥竞争优势的关键。从燃煤运输来看，电力公司主要通过铁路和海运两种运输方式实现。与相对稳定的铁路运价不同，由于受海运需求快速增长及国际投机资本的炒作等因素相互影响，国际、国内航运价格均出现了大幅度波动，航运价格波动给电力公司燃煤海运的成本控制带来了极大困难，使企业承担了巨大的经营风险。据统计，2008 年燃煤成本占到电力公司总成本的 70%以上，而海运费占到沿海电厂燃料成本的 16%以上。国际、国内航运市场行情大起大落，2009 年以来，沿海运输市场整体低迷，与 2008 年上半年相比，运价跌了近 60%，许多发电公司年初签订的长协运价远远高出市场运价，给发电公司的燃料运输成本控制带来了极大风险，运价已与市场有所违背。虽然目前世界经济与贸易有所回暖，但未来运输市场的

变动趋势仍不明朗。作为全国大型的能源集团，煤炭供给是关系到该公司电力生产和运营的基础性的问题，作为低值货物运输成本在总成本中占有较大比重，对运输价格的变动非常敏感。因此，运价的波动是企业成本控制面临的最大问题，研究运价形成机制可以降低企业运输成本变动风险。该公司对煤炭海运价格的定价机制进行科学论证、采取合理管控措施对于公司实施“成本领先战略”，实现战略成本控制，提升公司竞争优势具有重要意义。另外，如何合理确定燃煤海运价格，以期实现整体利益最大化、维护电力和航运两个事业板块利益、提高协调效率也成为该公司迫切需要解决的课题。

1.2 研究目的和意义

电力公司作为神华集团的主要事业板块之一，在神华集团矿、电、路、港一体化经营模式的框架下，发挥着越来越重要的作用。面对当前复杂的航运市场形势，电力公司需要对2011年沿海航运市场做出正确预判分析，提出一套适合该公司海运煤炭运输的操作模式，为了控制成本和实施“成本领先战略”，有效保证船舶运输的安全供应，应该建立符合市场变化的运价定制模式和租船操作模式，形成货主与船运公司的长效合作机制。另外，随着决策科学化规范化要求日益突出，决策科学化是指把科学手段引入决策过程，利用现代科学技术手段，采用民主和科学的方法制定政策设计、选择方案、决定问题，把决策变成集思广益的、有科学依据的、有制度保证的过程，使政策的调查研究和决定过程建立在科学的基础之上，从而达到最佳化的管理^[2]。面对日益复杂的市场形势和繁多的供应链环节，如何能够根据市场的变化及时做出科学决策必须有一定的科学手段相配合。

目前电力公司海运运力的组织方式是与船公司签订年度运输合同，确定运力、运价与合同条款。在此模式下，每年海运合同的条款、运价都需经过谈判才能确定，每年的合同条款、运价都会随航运市场的波动而波动，并且在每年的海运合同谈判中都消耗了相当大的人力物力。开发与应用电力燃煤海运成本分析和运价预测系统可以提高电力公司煤炭供应链的管理效率，实现决策科学化。

针对目前电力公司海运煤炭的运输现状，对目前国际、国内煤炭海运运输市场进行调研分析，结合海运煤的运输方式和实际特点、装卸港条件、适运船舶市场供给情况，建立电力煤炭海运价格定价模型，编制电煤海运运价管控模式、管

理流程及标准。通过对船舶成本进行列项分析, 测算船运公司适航船型的具体经营成本; 采取布朗单一参数线性指数平滑法、季节性指数平滑法和时间序列的 ARMA 模型等多种定量模型和定性预测分析相结合的方式, 预测和分析 2011 年国内沿海运输市场, 为日常海运调运工作和运输成本决策提供指导建议。在海运市场波动较为剧烈的情况下对保障电力公司的煤炭运输和提高经济效益, 提升该公司在电力行业的竞争优势具有重要意义。

因此开发与应用电力燃煤海运成本分析和运价预测系统可以提高电力公司管理效率, 实现决策科学化。将船舶成本、运价预测融入计算机决策支持系统中, 有助于辅助决策者及时准确进行市场判断和成本分析, 科学确定海运费率和合同条款, 减少每年在合同谈判中耗费的人力物力。有效地降低电力公司海运煤炭的运输成本和管理成本, 决策者根据市场变动情况及时为企业决策提供有效支持, 可以对市场做出迅速反应, 避免经济损失和决策失误。

1.3 论文主要内容与结构

本文针对目前电力公司海运煤炭的运输现状, 对目前国际、国内煤炭海运运输市场进行调研分析, 结合海运煤的运输方式和实际特点、装卸港条件、适运船舶市场供给情况, 开发电力燃煤海运成本分析和运价预测系统。该系统主要包括两个方面:

(1) 通过对船舶营运成本进行列项分析和具体测算, 输入各项参数, 测算出相应船舶的营运成本;

(2) 通过历史运价、市场情况预测沿海煤炭运输短期、中期、长期等运价趋势, 用以指导电力公司进行市场租船。

本文共分为六章, 内容安排如下:

第 1 章 绪论。主要介绍了本文的选题背景及研究的目的和意义, 最后阐述了论文的主要内容;

第 2 章 电力燃煤海运成本分析和运价预测系统分析。首先介绍了本系统的总体目标和业务功能需求。然后分析成本分析模块和运价预测模块的业务流程。介绍了运价预测模块中需要用到的数学模型;

第3章 电力燃煤海运成本分析和运价预测系统设计。该章是本文的核心部分，对电力燃煤海运成本分析和运价预测系统进行具体的开发与功能设计；首先分析系统的功能及结构设计，然后对系统数据库进行详细设计；

第4章 电力燃煤海运成本分析和运价预测系统的实现。首先对开发环境和开发工具作了简要的介绍，然后阐述了系统的实现思路。最后给出成本分析和运价预测两个子系统的详细设计及实现过程；

第5章 系统运行。本章主要截取系统的一些典型的运行效果图并做简单的介绍。给出了系统程序运行的主要界面和功能说明，同时还对系统的实际应用、试运行现状进行了说明；

第6章 总结。对论文的研究工作总结，然后指出了目前研究中存在的一些问题和不足，指出以后的研究发展方向。

第2章 电力燃煤海运成本分析和运价预测系统分析

2.1 系统概述

作为国家重要的战略能源企业，电力公司在全国电力供给方面发挥着举足轻重的作用，而作为火力发电企业，燃煤的供应是公司生存的首要基础。其煤炭供应链系统起始于上游的煤炭采购供应，中间的运输、配送一直到下游的煤炭接卸和库存等环节，控制各个环节的成本和风险是保证该公司有效运营和发挥竞争优势的关键。从燃煤的运输来看，该公司主要通过铁路和海运两种运输方式实现。与相对稳定的铁路运价不同，由于近年来受海运需求快速增长及国际投机资本炒作等因素相互作用影响，国际、国内航运价格均出现了大幅度波动，航运价格波动给电力公司燃煤海运的成本控制带来了极大困难，使企业承担了巨大的经营风险。针对目前电力公司海运煤炭的运输现状，对目前国际、国内煤炭海运运输市场进行调研分析，结合海运煤的运输方式和实际特点、装卸港条件、适运船舶市场供给情况，开发了一套电力燃煤海运成本分析和运价预测系统。该系统是基于B/S（浏览器/服务器）模式，主要发布在电力公司内部网络，外网用户可以使用VPN（虚拟专用网络）使用本系统。该系统为以后进行航运企业船舶成本测算、沿海煤炭（华南、华东航线）运价预测，同船公司洽谈运输合同提供了依据。

2.2 系统面向的用户群体

该系统主要是面向电力公司的工作人员，包括系统管理员、公司领导和业务人员。系统管理员负责对整个系统的配置，包括用户管理、权限分配和其他各种操作；公司领导可以查看辅助公司决策成本以及未来的运价等信息；业务人员主要负责底层的业务操作，包括船舶基本信息管理，港口基本信息管理等。

2.3 系统功能结构

电力燃煤海运成本分析和运价预测系统主要包括用户管理、成本分析、运价预测、日志管理四大模块。其中成本分析和运价预测是系统的核心部分。其具体功能结构图如图2.1所示。

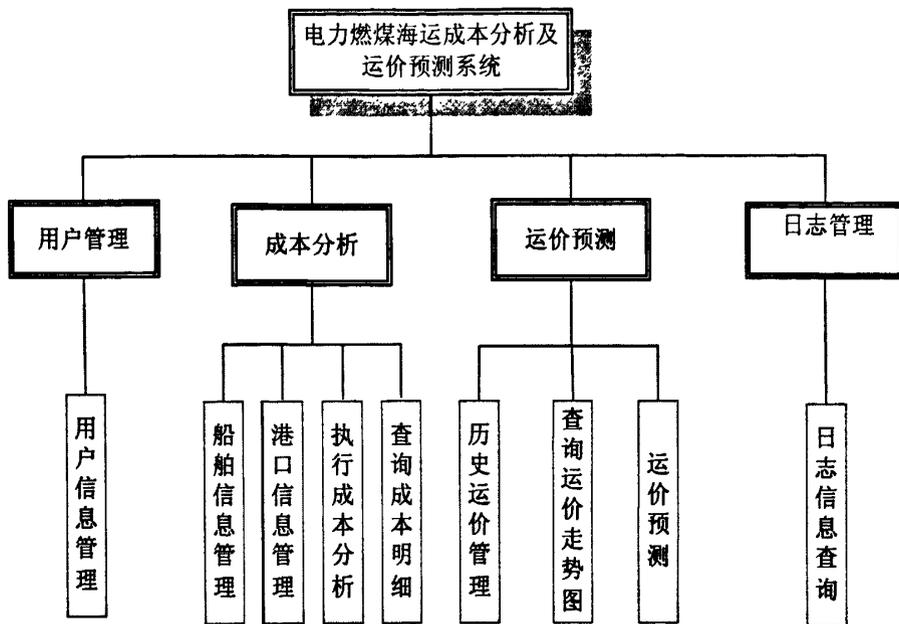


图 2.1 系统功能结构图

Fig.2.1 Functional structure of system

(1) 用户管理

任何一个系统都要有严格的安全和保密措施，以便充分保证系统数据的安全性和使用者的利益。系统针对不同用户分配不同的权限，使得用户只能接触到自己权限内的业务，其他业务不能使用。用户管理是从用户的层次对用户进行添加、删除等管理，主要负责系统的安全访问控制。用户管理模块的功能结构如图 2.2 所示。

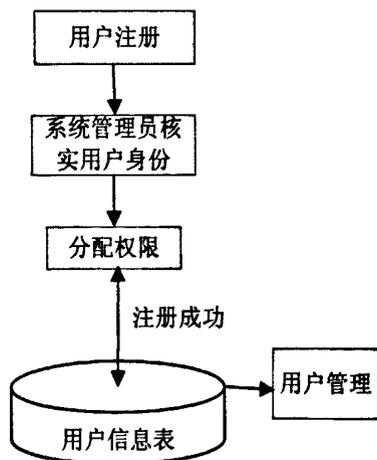


图 2.2 用户管理模块功能图

Fig.2.2 The structure of user management

(2) 成本分析

船舶信息管理：对该系统的所有船舶分别按船名、吨位、船舶类型进行统计，以及对船舶的基本数据的维护。

港口信息管理：对该系统中所有的装船港和卸船港进行管理，以及对港口基本数据的维护。

成本测算：根据用户需要，选择装船港、卸船港以及船舶名称，输入航运市场数据等信息，依据成本算法模型，得出单航次船舶的成本分析，并保存到数据库中。

查询成本明细：以列表形式给出单航次船舶的各项成本，并以柱状图的形式显示各项成本所占比例。

(3) 运价预测

历史运价管理：是对该系统中所有的历史运价数据进行管理并对运价基本数据进行维护。

查看运价走势图：选择周期（月，半年，年）显示运价走势图。

运价预测：应用定量模型预测结果，再将预测结果进行组合预测，最后由定性模型修正预测结果。

(4) 日志管理

日志管理功能可以对所有用户的登录，操作，退出进行记录，保证系统安全。

2.4 成本分析模块业务流程分析

船舶运输业是一个投资大、风险高的行业。目前世界经济竞争激烈，航运企业面临着艰难的竞争形势^[3]。航运成本是航运企业从事客货运输所必须发生的费用，是船公司制定运价的主要依据。如今，燃油价格的上涨、港口使费的上升以及维修费用的增加等因素导致了船舶营运成本大幅度增涨，所以航运业一定会加强船舶营运成本控制，降低成本，增加船舶的营运利润。

电力公司要想在与航运企业运价谈判的过程中占据主动，就要对其运输成本进行测算，从而为煤炭海运定价操作模式的制定提供依据。

2.4.1 运输成本测算原理

航运企业与从事物质生产的企业不同，它的生产成果表现为一定时间内，以良

好的服务质量，完成货物的空间位移。航运企业没有实物形态的产品，它的成本主要是航运企业提供运输服务所支出的一切费用的总和，即船舶的运输成本^[4]。船舶的运输成本随运输生产过程中的技术与经济的因素而变动，是生产管理的最重要指标之一，可用来判定航运组织工作的经济效果。

船公司的航运成本可分为固定成本，即为船舶的正常营运和保养每天必须发生的成本；变动成本，即为船舶航次进行时发生的所有成本，主要由燃料费、港口费和国际航道上的通行费所构成。成本测算原理如图 2.3 所示。

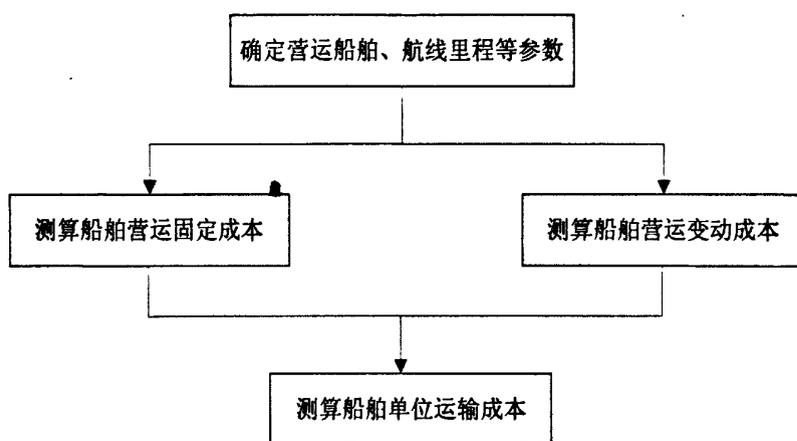


图 2.3 成本测算原理

Fig.2.3 Picture of Cost estimates principle

2.4.2 固定成本

固定成本 (Fixed Costs) 是在一定时间范围内，其发生总额不受运量增减变动的影 响而相对固定的费用^[5]。只要航运企业一经建立，即使运量为零，固定成本也要发生。

按照我国航运企业过去习惯的划分方法，属于固定成本的项目主要有：

(1) 船员费用：包括船员工资、伙食费、各种补贴与津贴及其它社会福利费等，以及各种形式花销在船员身上的支出。

(2) 润料费用：主要指各种机械上使用的润滑油、清洁剂的费用。与燃油相比，润滑油可以循环使用，其用量很少，内燃机船的润料费占燃料费的 5%-15%，大功率船的比例小。

(3) 物料费用：是船舶营运过程中耗用的各种材料、如缆绳、索具、木料、油料等的费用。

(4) 船舶折旧费：是对船舶投资账面价值所规定的每年回收额，当船舶投资是以贷款形式实现时，还应考虑到偿还贷款的利息费用，折旧费和投资贷款利息构成了资本成本。

(5) 船舶贷款利息：由于船舶的建造成本太高，很多航运企业都会选择通过银行贷款来融资，贷款数额占船舶购置成本比例的大小通常取决于船公司的经营实力，而还款年限和贷款利率是由船公司和银行具体协商确定的。

(5) 年修理费：船舶在使用过程中，各个部件磨损、腐蚀、损坏在所难免。使用年限内，通过定期或不定期的修理来保持船舶良好的技术状况和适航性是必要的。维修保养费包括了全部为使船舶达到航运企业和船级社所需的标准所发生的船舶修理和一般维修费用。

(6) 年保险费：航运业是一个风险很大的行业，保险可以帮助单个船东将损失分摊到整个航运业中。船舶的保险费由船体和机械的基本保险费，第三方费用，以及电机损坏、污染与战争风险等费用组成。

(7) 管理费及其它费用：航运企业进行运输生产，除了要有船舶以外，还得设立各种管理部门和代理机构，开展人事、商务、财务等管理工作。为从事这些活动所支出的费用的总和就是管理费。

2.4.3 变动成本

变动成本 (Variable Costs) 也叫可变成本，是指发生总额随着运量、发到港、组织方式等因素变动而变动的费用^[6]。

变动成本水平的高低主要取决于船舶航行的距离、平均航行速度、在港停泊时间以及船舶燃料的消耗及其价格水平。燃料价格与世界原油价格的变化直接相关，同时也受燃料供需平衡情况的影响。此外，港口费的多少与地理位置有关。因此，变动成本的高低与船舶行驶的航线也密切相关。

按照我国航运企业过去习惯的划分方法，属于变动成本的项目主要有：

(1) 年燃料费用：是船舶在航行、停泊、装卸作业时所耗用的各种燃料费之和，主要包括重油和轻油。

(2) 港口费用：指船舶在港口或特定航道所发生的各项费用。例如：船舶吨税、停泊费、码头费、引航费、拖轮费、装卸费、开关舱费、检疫费、代理费等。

因此，船舶单位运输成本是指运输单位重量货物所消耗的成本，由以上分析可得到公式 2.1。

$$\text{单位运输成本} = \frac{\text{航运固定成本} + \text{航运变动成本}}{\text{运输量}} \quad (2.1)$$

2.4.4 成本分析流程

由业务人员对该公司所拥有的船舶和港口的基本信息分别通过船舶信息管理和港口信息管理进行维护，进行成本分析时，由公司领导人员从数据库中选择相应的船舶和港口，得到船舶和港口的基本参数数据，然后输入当前的航运市场信息，包括市场油价，船舶折旧年限，船舶贷款比例等信息，最后运用成本分析算法模型得到船舶运营的各项成本。成本分析业务流程图如图 2.4 所示。

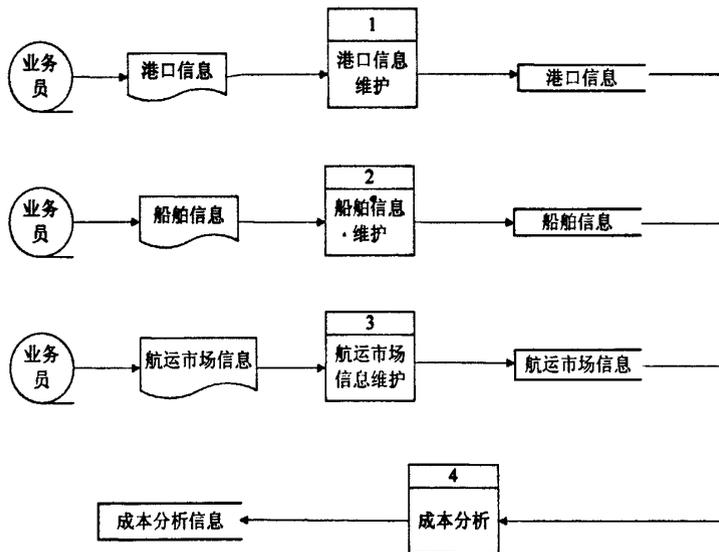


图 2.4 成本分析业务流程图

Fig.2.4 Picture of cost analysis business process

数据流程图描述了系统内数据的流向，通过绘制数据流程图，可以看清系统之间数据的来龙去脉。成本分析数据流程图如图 2.5 所示。其中港口信息维护和船舶信息维护都包括基本数据的增添、删除、修改、查询操作。成本分析操作读取存入数据库中的港口和船舶数据，根据算法模型，测得船舶运营的各项成本，保

存到数据库中，供领导人员查看。

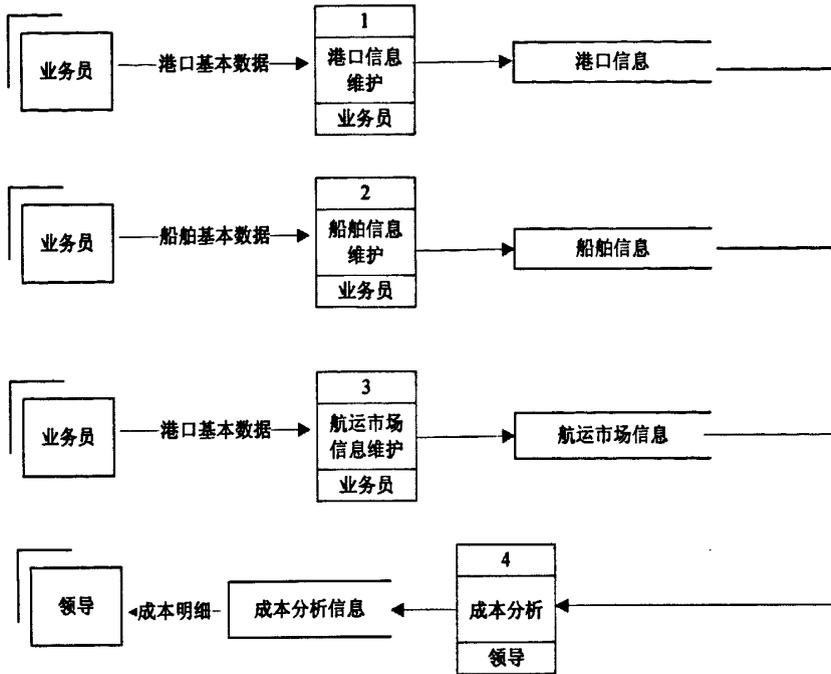


图 2.5 成本分析数据流程图

Fig.2.5 Data flow chart of cost analysis

2.5 运价预测模块业务流程分析

运价预测模块的目标是对我国煤炭沿海运输华南航线和华东航线的运价进行实时预测，预测周期包括月、半年、年，用来辅助公司上层领导做出正确决策。因此追求预测精度的极大化是用户的最大需求。

预测方法分为定性预测和定量预测。定性预测法以逻辑判断为主，适用于对缺乏历史统计资料的事件或对趋势转折的事件进行预测。定性预测在本文指决策者通过主观判断进行预测。它是决策者通过所掌握的信息和情报，并结合各种因素对事物的发展前景做出判断^[7]。定量预测是基于这样一种假设：目前现象之间的关系会延续下去。它通过历史数据寻找现象之间的关系，建立模型，再依据所建立的模型预测后期现象^[8]。

本文拟采用定量预测与定性预测相结合的预测手段，首先采用季节指数平滑法、布朗线性指数平滑法和 ARMA 模型三种数学模型初步预测出下一观察期的运

价。然后运用误差反比例法计算各方法的权重，通过组合预测得出初步定量预测运价结果。然后，通过定性分析修正初步预测结果，分析影响运价的主要因素的变化趋势，以及它们对运价的影响程度，设定调整因子修正定量预测结果。运价预测整体思路如图 2.6 所示。

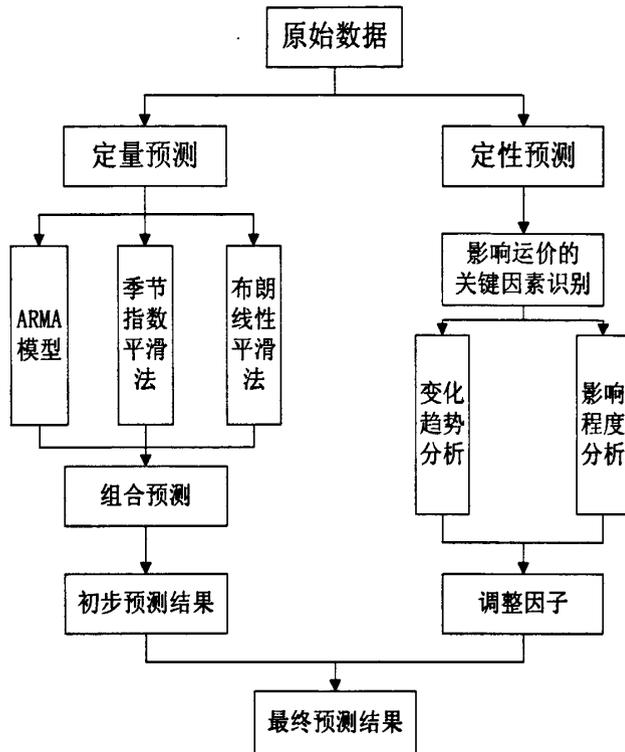


图 2.6 运价预测总体思路

Fig.2.6 General Idea of freight prediction

2.5.1 定量预测

定量预测是指利用原始数据，借助数学手段，建立数学模型来进行预测的方法。它是在历史数据和统计资料的基础上，运用数学或其他分析技术，建立可以表现数量关系的模型，并利用它来计算预测对象在未来可能表现的数量，是对预测对象未来的数量表现加以确定。其预测的精确度与可靠性在很大程度上取决于数据的准确性和方法的科学性。定量预测方法可分为两大类：一为因果分析法，即利用变量之间的因果关系，建立回归方程进行预测，如回归分析法、计量经济模型等；一为时间序列法，即研究时间推移对预测值的影响，如趋势外推法、指

数平滑法、分解法等。这种方法已被人们广泛利用。它不但能给以量的确切描述,也能给以质的定性描述,能够包括多种因素变量和假设,能充分利用信息和电子计算机,对不确定现象作较为精确的科学预测^[9]。

2.5.2 定量预测模型选择依据

预测领域经常采用的方法主要包括回归预测法、趋势外推法、时间序列平滑法、平稳时间序列法等。下面逐个对这些方法在本文中的适用情况进行分析和研究,从而得出最适用于沿海煤炭海运运价的定量预测模型。

(1) 回归预测法是用数学方法找出相关因素与预测目标之间的函数关系的近似表达,再利用样本数据对其模型估计参数和误差检验,确定模型,再根据因素的变化值进行预测^[10-12]。在本系统中影响运价的关键因素很难用量化的指标表示,若采用回归预测法,存在既需要找到相关因素与运价的数学关系,又需要预测相关因素的变化趋势的问题,实际存在两次预测过程,从而产生双重误差,预测结果没有保障。回归预测的方法不宜采用,但影响运价的关键因素必须考虑,这就是定性预测模块需要解决的问题。

(2) 趋势外推法要求数据序列变化有明显的发展趋势,主要适合宏观经济数据的预测,并不适用于波动频繁的运价预测,本文中也不采用。

(3) 时间序列平滑法^[13,14]就是通过编制和分析时间序列,根据时间序列所反映出来的发展过程、方向和趋势,进行类推或延伸,借以预测下一段时间或以后若干年内可能达到的水平,最突出的特点是简单实用,是国内运价预测研究最常用的方法。其中比较常用的包括移动平均法、布朗线性指数平滑法、霍尔特双参数线性指数平滑法和季节指数平滑法。

本文中对以上各种方法的选择采用的是试算法,通过对以上各种方法的预测结果对历史数据的拟合情况和相对误差的大小进行验证,同时结合理论和实际研究,确定采用布朗线性指数平滑法和季节指数平滑法两种方法。布朗线性指数平滑法的平均相对误差在所有方法中误差相对最小,因此选用。季节指数平滑法平均误差大小可以接受,同时它是理论研究领域比较成熟常用的方法,常常用来预测 BFI (Baltic freight index 波罗的海运价指数)、CCFI (China container freight index 中国出口集装箱运价指数) 等运价指数^[15-17]。考虑这两年受金融危机和经济刺激

计划的影响,运价的季节性变化趋势受到一定影响,根据国内外学者研究,在没有更加主导型因素干扰时,考虑季节因素的季节指数法的预测结果令人满意。

(4)ARMA 模型是预测波动数据的最广泛使用的模型^[18,19],广泛应用于股票、运价指数、原油价格指数等领域的预测。利用 ARMA 模型对波罗的海干散货运价指数等国内国际运价指数的预测是个研究热点,使 ARMA 模型对运价指数预测的理论和方法十分成熟,在本文里也可以选用。

2.5.3 定量模型简介

(1) 季节指数平滑法

在日常生活中,经济现象的某些属性往往是呈一定的周期性变动,即受季节因素的影响,呈现出季节变动的规律性,只要掌握季节变动的规律性,就可以用来预测月度、季度的变动趋势^[20,21]。季节指数平滑法就是根据经济现象按月(季)编制的时间序列资料,以一定的统计方法测算出反应季节变动规律的季节指数,并利用季节指数进行近期预测的一种方法。

季节变动的特点是:它的变动有规律性,每年重复出现,各年的变动幅度一般差别不大,而且表现为逐年同月有相同的变化方向和大致相同的变动幅度^[22]。

季节性指数平滑法是一种非统计性的数学模型。它的基本方法是先把直接观测到的时间序列分解成水平因素、趋势因素和周期因素三部分,然后再把三者合起来进行预测。这种预测方法能有效地反映季节变动对时间序列的影响,提高了对兼有趋势和季节变动两种形式时间序列预测的准确性。

(2) 布朗线性指数平滑法

布朗线性指数平滑法是二次指数平滑法,它是在一次指数平滑值的基础上进行的再一次平滑。一次指数平滑法是直接利用平滑值作为预测值,二次指数平滑法是利用平滑值对时间序列下的线性趋势进行修正,建立平滑模型。布朗线性平滑法适用于具有线性趋势的时间数列^[23]。布朗线性指数平滑法操作起来较为简便,可根据预测需要调整当前期数据权重,灵活度高,其预测公式为公式 2.2-2.4:

$$S'_i = \alpha x_i + (1-\alpha)S'_{i-1}, S''_i = \alpha S'_i + (1-\alpha)S''_{i-1} \quad (2.2)$$

$$a_i = 2S'_i - S''_i, b_i = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_i - S''_i) \quad (2.3)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (2.4)$$

其中, S'_t ——第 t 期一次指数平滑值

S''_t ——第 t 期二次指数平滑值

m ——预测的超前期数

应用布朗线性平滑法的关键在于选择合适的平滑常数, 实际预测时, 一般根据时间序列特点和预测经验, 先预选几个 α , 然后根据预测误差的对比分析, 选择预测误差最小的 α 。

(3) ARMA 模型

时间序列分析中 ARMA (Auto-Regressive and Moving Average Model) 模型对短期预测具有较好的效果, 它适用于平稳过程或者通过差分可平稳化的非平稳过程。基本思想是: 将预测对象随时间推移而形成的数据序列视为一个随机序列, 即除去个别的因偶然原因引起的观测值外, 时间序列是一组依赖于时间 t 的随机变量。这组随机变量所具有的依存关系或自相关性表征了预测对象发展的延续性, 而这种自相关性一旦被相应的数学模型描述出来, 就可以从时间序列的过去值及现在值预测其未来的值^[24,25]。ARMA(p, q) 包括自回归部分 AR(p)和滑动平均部分 MA(q), 其数学表示式为:

$$\Phi(B)y_t = \delta + \theta(B)\varepsilon_t \quad (2.5)$$

其中 $\{\varepsilon_t\}$ 是白噪声序列, 即 $\{\varepsilon_t\}$ 是一列相互之间无关、其均值都为零, 方差都为 σ^2 的随机变量序列; B 为后移算子, 表示为:

$$B^k y_t = y_{t-k}, k = 1, 2, \dots; \quad (2.6)$$

$$\Phi(B) = 1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \dots - \Phi_p B^p \quad (2.7)$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \quad (2.8)$$

2.5.4 定性预测

定性预测亦称判断预测法或经验预测法。是根据预测人员的经验、知识和所掌握的直观资料、零星数据, 对预测目标的未来发展, 做出粗略判断的一种方法。这种方法不可能测定预测目标确切的数量变化关系, 而只能估计它的发展趋势、优劣程度和发生的概率, 主要用于预测某事件是否发生, 何时发生及各阶段发生

的大体程度。定性预测是否准确可靠，主要取决于预测人员的知识和经验，及其所掌握资料的全面与否^[26]。

在本系统中，通过对影响定性预测的主要因素进行识别，再对这些主要因素对运价影响程度的分析，最后通过确定调整因子，对定量预测的初步预测结果进行修正，以达到适应市场环境变化，紧跟运价形势变化，减少预测滞后时间，提高预测准确度的目的。定性预测的主要影响因素如图 2.7 所示。

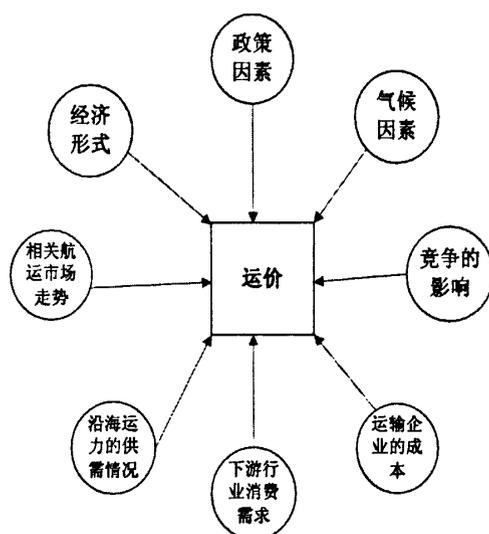


图 2.7 定性预测的主要影响因素

Fig.2.7 Main influence factors of Qualitative prediction

(1) 经济形势

我国现阶段经济主要增长方式主要靠外需和投资拉动，全球经济的走势影响我国外贸环境，间接拉动我国沿海煤炭运输需求。当经济快速发展时，我国外贸出口强劲，对工业等基础设施的投资加大，对钢材、水泥等原材料需求上升；工厂开工率上升，电力消耗上升。这些都将直接或间接增加我国沿海煤炭运输需求。我国经济发展是沿海煤炭运输需求最直接的拉动因素之一。我国正处于工业化、城镇化加速发展阶段，各种基础建设投资还有比较大的增长空间，将带动沿海煤炭运输需求稳步增长。

(2) 政策因素

现在对影响沿海煤炭运价的主要政策因素包括：淘汰落后产能政策、优化电

力结构政策、楼市调控政策、船舶登记政策等。国家运价政策也是影响运价制定和运价水平的重要因素。为了保证煤炭的供应,满足各行业对煤炭的需求,国家往往会出台相关政策来抑制运价的过分上涨,对运价进行干预。

(3) 气候因素

气候因素是影响沿海煤炭运输的重要因素,如2008年春季南方暴雪,我国沿海煤炭运输形式骤然紧张。今春以来,西南省区持续干旱使水力发电大幅下降,火电发电量大增,导致上述省区在相当一段时间内煤炭供不应求。

(4) 相关航运市场走势

国际干散货市场低迷时,中国船东所有的新交付船舶加入本国国籍,从事沿海干散货运输,反之,则更多新交付的船舶悬挂方便旗,从事国际航运。

(5) 下游行业消费需求

煤炭是典型的下游需求推动行业,电力、钢铁和水泥行业占到了煤炭消费的80%,电力消费和工业消费主宰了煤炭的运输需求。

(6) 沿海运力的供需情况

运输市场的供求关系是影响定价的重要因素。通常情况下,运输需求增加,运价应相应提高;运输需求减少,运价则相应降低。在市场经济不断发展,运输市场逐渐完善的情况下,根据市场供求关系变化确定和调整运价,是运价形成的一个重要特征。

(7) 运输企业的成本

运输成本是制定运价的重要基础,因为运输成本是运输生产劳动耗费的基本尺度。其中,燃油成本是运营成本的主要组成部分,约占20%—50%。

(8) 竞争的影响

随着市场运力、运价的放开,航运业内部市场竞争日趋激烈。在航运市场管理进一步放开的趋势下,各家航运企业力求扩大业务经营范围,国内水运市场的竞争将更加激烈。不同的运输方式之间存在竞争,因此煤炭海运价格的高低还会受到不同运输方式之间竞争激烈程度的影响。

2.5.5 组合预测

组合预测是指通过建立一个模型，把两个或两个以上不同预测方法所得到的不同预测值，组合为一个新的预测值作为最后的预测结果。为了提高预测结果的可靠性，实际工作中往往采取多种预测方法建立多个预测模型，得出多个预测值。然后对这些预测值进行科学的分析、综合，以提高预测的精确度，这便是多种预测结果的综合调整。组合预测值往往比被组合的单一预测值的精度高。多种预测结果的综合调整或称组合预测，所采取的不同预测方法可以是任何不同类型的预测模型，但实际运用时要认真分析研究，以找出把不同预测结果进行组合的依据所在^[27]。

上述定量预测方法各有其优点和不足之处，所预测的结果也有差异。为了将每种预测方法包含的有用信息全部反映在预测结果里，可采用上述三种方法的组合模型预测，将不同模型的计算结果选取适当的权重加权平均，达到提高预测精度和增加预测结果可靠性的效果。组合预测的核心问题就是如何求出加权平均数，对其确定的方法主要有：等权平均法、方差倒数法、均方差倒数方法等^[28,29]。

2.5.6 运价预测流程

上海航运交易所每周公布一组运价的信息，该运价信息由业务员通过历史运价维护功能输入到历史运价数据库中保存起来，同时对数据库中的历史运价信息进行维护。使用数据库中的历史运价信息，根据决策者的需求，选用任意一种或者多种定量预测模型对未来的运价进行预测；然后由决策者自己判断影响运价的外界因素，通过设定调整因子，对定量预测结果进行修正，得到最终的运价结果。运价预测业务流程图如图 2.8 所示。

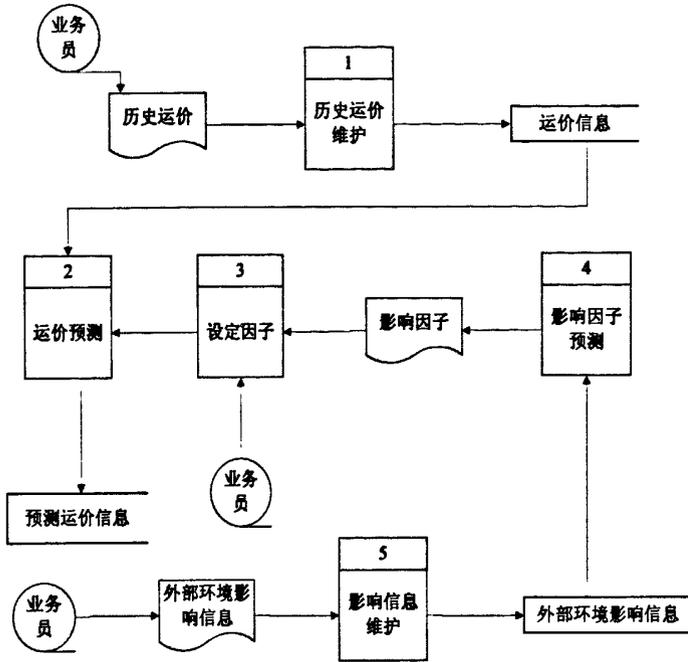


图 2.8 运价预测业务流程图

Fig.2.8 Picture of freight prediction business process

运价预测数据流程图如图 2.9 所示。其中历史运价信息维护主要包括历史运价数据的增添、删除、修改、查询操作。运价预测根据数据库中的历史运价数据运用不同的预测模型，同时结合外部影响运价的因素，即定性预测，给出最后运价预测数据，辅助决策者做出正确决策。

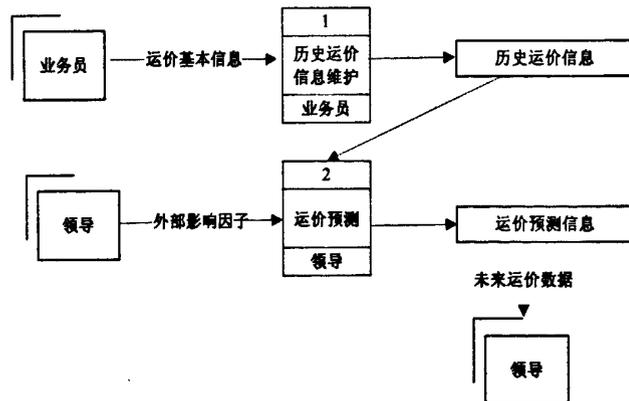


图 2.9 运价预测数据流程图

Fig.2.9 Data flow chart of freight prediction

2.6 本章小结

本章说明了系统的总体功能结构以及所面向的用户群体，然后分别介绍了成本分析和运价预测两个主要功能模块的业务流程。其中，成本分析模块主要包括成本测算的主要原理以及成本分析流程，运价预测模块主要介绍了预测的模型，包括定量预测模型，定性预测以及组合预测的总体思路，最后给出了运价预测的流程。

第 3 章 电力燃煤海运成本分析和运价预测系统设计

3.1 概述

在上一章系统分析中，对系统内的数据和功能进行详细的分析了解系统内部的数据流程及用户对系统的各项要求，解决了“系统应该做什么”的问题。系统的各项功能在未来的信息系统中是靠计算机中的应用程序模块来实现的，这些功能应该由哪些程序模块来实现，这正是信息系统设计所要解决的。本章主要是对电力燃煤海运成本分析和运价预测系统的设计描述。依据系统分析的结果，采用正确的方法来确定系统各功能模块在计算机内应该由哪些程序组成，它们之间用什么方式连接在一起，以构成一个最好的系统机内结构，同时还要使用一定的工具将所设计的成果表达出来。本章采用 UML (unified modeling language, 统一建模语言) 描述各个模块的功能结构，给出模块的用例图，类图，时序图等。最后给出数据库的详细设计。

3.2 系统总体架构

通过对电力公司进行业务调研和分析，根据上一章的需求分析结果，本章给出了电力燃煤海运成本分析和运价预测系统架构，如图 3.1 所示。总体上将电力燃煤海运成本分析和运价预测系统分为三层，即表示层、应用服务层和存储层。

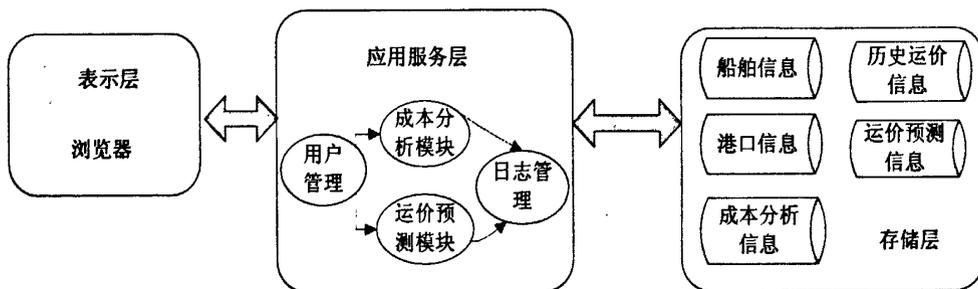


图 3.1 系统总体架构

Fig.3.1 The whole structure of system

(1) 表示层

表示层使用 JSP 开发的网页界面，为用户提供一个人机交互的界面，将用户

需求提交给应用服务层进行处理，并负责将应用服务层处理后的信息结果反馈到表示层，展现给用户。

(2) 应用服务层

应用服务层按照模块化的思想，将系统功能划分为如下几部分：用户管理、成本分析、运价预测、日志管理等。其中成本分析和运价预测模块是本文的核心部分。首先登录退出系统是进入整个系统的第一关，并对用户登录的用户名和密码进行验证，正确方可进入系统。进入主界面后可根据用户权限的不同对系统进行不同的操作。用户操作过程中由日志管理模块对所有用户的登录，操作，退出进行实时记录，保障系统的安全性。

(3) 存储层

存储层采用先进的 Oracle 10g 数据库管理系统，负责整个系统中所有数据的存储和管理，方便利用和共享。

3.3 成本分析模块设计

成本分析模块的主要功能是通过船舶成本进行列项分析和具体测算，输入各项参数，测算出相应船舶的营运成本。成本分析模块主要分四个模块，船舶信息管理、港口信息管理、成本测算、成本明细查询。成本分析模块的用例图如图 3.2 所示。

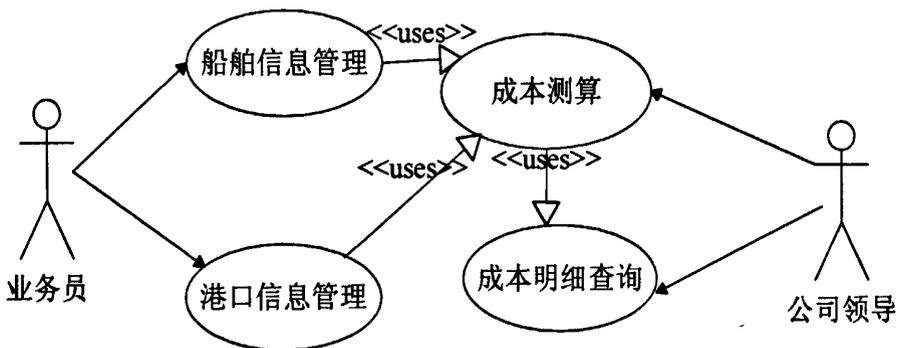


图 3.2 成本分析模块用例图

Fig.3.2 The use case of cost analysis

3.3.1 船舶信息管理

船舶信息管理模块负责对船舶进行管理，因而将其分为查询、添加、修改、删除 4 个模块。可以对数据库中的船舶基本信息数据进行查询，提供多种查询方式，可按简单条件查询，按组合条件查询，比如船舶吨位，船舶名称。在录入船舶基本信息数据之前进行一些有效性验证，验证通过后将数据添加到对应的船舶数据库表中。在录入船舶基本信息之后，可对这些船舶基本信息数据进行修改、删除等维护性操作。船舶信息管理模块时序图 3.3 所示。

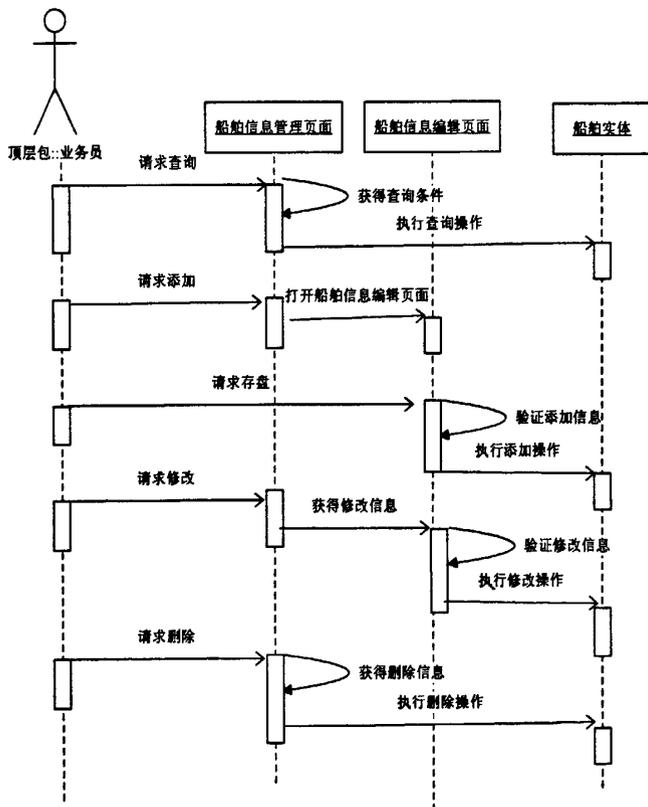


图 3.3 船舶信息管理时序图

Fig.3.3 The sequence diagram of ship management

3.3.2 港口信息管理

港口信息管理模块负责对港口进行管理，因而将其分为查询、添加、修改、删除 4 个模块。可以对数据库中的港口基本信息数据进行查询，提供多种查询方

式，可按简单条件查询，按组合条件查询，比如装船港，卸船港。录入港口基本信息数据之前进行一些有效性验证，验证通过后将数据添加到对应的港口数据库表中。在录入港口基本信息之后，可对这些港口基本信息数据进行修改、删除等维护性操作。港口信息管理模块时序图如图 3.4 所示。

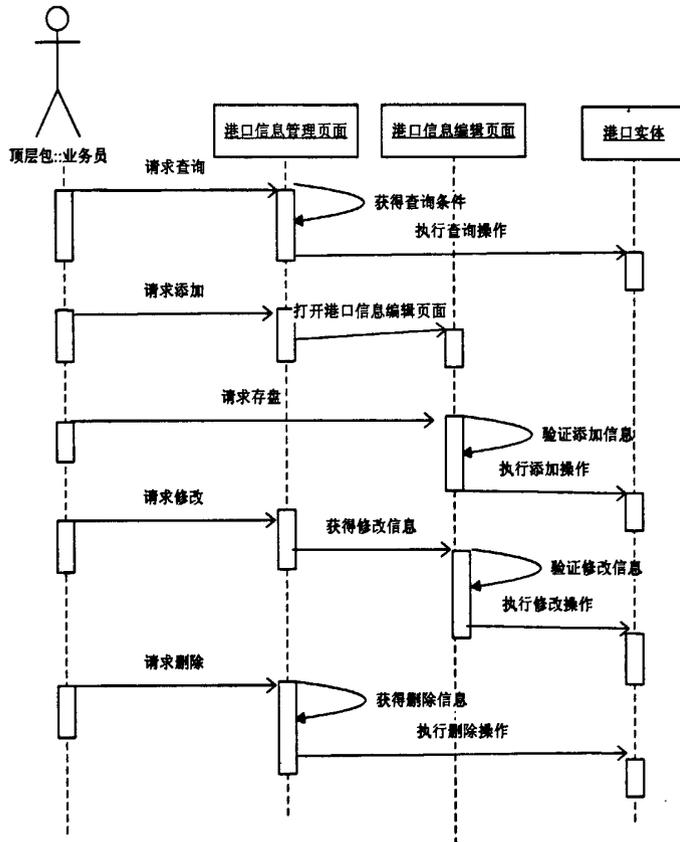


图 3.4 港口信息管理时序图

Fig.3.4 The sequence diagram of port management

3.3.3 运输成本测算

电力公司沿海煤炭运输主要是指将在北方的黄骅港、天津港或秦皇岛港的煤炭装船运往江苏太仓、浙江宁海和广东台山、惠州等地的电厂。成本测算根据电力公司提供的船舶资料，对沿海煤炭运输散货船进行成本测算和分析。成本测算步骤如下。

(1) 确定船舶营运参数，如表 3.1 所示。

表 3.1 船舶营运的主要参数

Tab.3.1 The table of main ship parameters

参数名称	说明	
装船港	装载煤炭的港口，主要有黄骅港、天津港、京唐港、秦皇岛港	
卸船港	卸载煤炭的港口，主要有绥中、台山、惠州、宁海、太仓	
航线距离（海里）	由选择的装船港和卸船港确定	
船名	运输煤炭的船舶名称	
船舶吨位（万吨）	船舶可载货量	
船舶载货量（万吨）	船舶吨位×95%	
船舶造价（万元）	4932.7×船舶吨位	
日耗重油（吨）	航行	航行一天所需要的重油吨数
	停泊	停泊一天所需要的重油吨数
日耗轻油（吨）	航行	航行一天所需要的轻油吨数
	停泊	停泊一天所需要的轻油吨数
航速（节/时）	船舶航行时的速度	

装船港和卸船港由操作人员自己选择，装船港包括黄骅港、天津港、京唐港、秦皇岛港；卸船港包括绥中、宁海、太仓、台山、惠州。当选择装港和卸港之后，即可确定两地之间的距离。

选择船舶后，该船详细信息就会从后台数据库中调出，供操作人员查看。

船舶吨位指的是船舶可载货量，根据船舶吨位，计算船舶实际载货量，这里按照满载率为 95% 计算，即船舶载货量=船舶吨位×95%。

船舶造价随着航运市场的兴衰而起伏变化，可以由操作人员输入，倘若没有输入，则其默认数值为：船舶造价=4932.7×船舶吨位。

航速的设计标准根据不同的船舶吨位来确定，单位为节/时。根据船舶航速可计算航行时间：航行天数=航线距离/（航速×24）×2。

(2) 输入航运市场相关数据

确定了船舶营运参数之后，就需要输入航运市场相关数据来进行船舶成本测算，航运市场相关数据如表 3.2 所示。

表 3.2 航运市场相关数据

Tab.3.2 The corresponding data of shipping market

参数名称	说明
重油单价 (元/吨)	
180cst	重油型号, 由用户根据当时的市场行情输入数值
120cst	重油型号, 由用户根据当时的市场行情输入数值
轻油单价 (元/吨)	
4 号柴油	柴油型号, 由用户根据当时的市场行情输入数值
0 号柴油	柴油型号, 由用户根据当时的市场行情输入数值
船舶折旧年限 (年)	由用户自行输入, 默认值为 15 年
船舶贷款比例	贷款数额占船舶造价的比例, 由用户自行输入
贷款偿还时间	贷款偿还年限, 由用户自行输入
船舶贷款利率	船舶贷款利率, 由用户自行输入
船员工资 (万元/年)	由用户自行输入
年航运管理费用 (万元)	由用户自行输入
在港停泊天数	由用户自行输入

油价随市场行情变化很大, 由操作人员根据当时市场行情来输入。如果 120cst 和 180cst 燃油价格都输入, 则重油单价取二者平均值, 如果只输入一个, 则重油单价与输入值相同。如果 4 号和 0 号柴油价格都输入, 则轻油价格取二者平均值, 如果只输入一个, 则轻油价格与输入值相同。

国家规定船舶折旧年限为 18 年, 但在实际应用中, 许多船舶船龄都超过 20 并且可以适航, 所以船舶折旧年限最好由操作人员输入。

船舶购置通常需要借助银行贷款, 贷款数额占船舶购置成本比例的大小通常取决于船公司的经营实力, 而还款年限和贷款利率是由船公司和银行具体协商确定的, 因此该数值应当由操作人员输入。

船员工资也是各公司不一致, 所以应当由操作人员输入, 输入数据为船员的年工资。

船舶年航运管理费用同样是各公司不一致, 应当由操作人员输入。

由于该公司在在华东和华南航线上的航次数几乎确定, 所以船舶在港时间也几

乎可以确定为 5 或 7 天左右。

在港停泊天数确定后可计算单航次周期：单航次周期=航行天数+在港停泊天数

(3) 测算运输成本

首先是固定成本，包括以下几个部分：

船员费用，根据输入的船员年工资和得到的单航次周期可计算单航次船员费用，船员费用=船员工资/340×单航次周期。

航次保险费，根据已有的船舶折旧年限以及船舶造价、单航次周期来确定。当船龄为 1-3 年时，航次保险费=船舶造价×0.5%×单航次周期/340；船龄超过 3 年，但是小于折旧年限时，航次保险费=(船舶造价-船舶造价×0.95/船舶折旧年限×船龄)×0.5%×1.5^(船龄-3)×单航次周期/340；船龄超过折旧年限时，航次保险费=船舶造价×0.95×0.5%×1.5^(船龄-3)×单航次周期/340。

航次修理费，则根据船舶吨位和单航次周期计算航次修理费，航次修理费=(54*船舶吨位+75.931)×航次周期/340。

航次润料费，航次润料费是燃料费的 2%，即航次润料费=燃料费用×0.02。

航次物料费，航次物料费是燃料费用和润料费用之和的 2%，即航次物料费=(燃料费用+润料费用)×0.02。

船舶贷款利息，计算公式见公式 3.1。

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (3.1)$$

其中，A=船舶年贷款利息，P=船舶成本*船舶贷款比例，i=贷款利率，n=还款年限。由此可得，单航次船舶贷款利息=船舶年贷款利息/340×单航次周期。

航次船舶折旧费用=船舶造价×0.95×单航次周期/(船舶折旧年限×340)，当船龄超过折旧年限时，折旧费用变为 0。

航次管理费及其它费用=年航运管理费用/340×单航次周期。把上述各项费用数值全加起来就构成了固定成本。

其次是变动成本，包括以下几项：

装卸港使费每个港口规定收费标准不一致，因此由公司方面根据现实条件自己输入，无默认值。港口使费=装港使费+卸港使费。

燃料费用，根据市场数据中输入的燃油价格计算，其中，航行油耗={日耗重油（航行）×航行天数×重油单价+日耗轻油（航行）×航行天数×轻油单价}/10000，在港油耗={日耗重油（停泊）×在港停泊天数×重油单价+日耗轻油（停泊）×在港停泊天数×轻油单价}/10000，燃料费用=航行油耗+在港油耗。变动成本就是港口费用和燃料费用之和。

最后，单航次成本=固定成本+变动成本，单位运输成本=单航次成本/船舶载货量。

3.4 运价预测模块设计

运价预测模块的主要功能是通过历史运价、市场情况，预测沿海煤炭运输短期、中期、长期等运价趋势，用以指导电力公司进行市场租船。运价预测模块用例图如图 3.5 所示，主要模块功能如表 3.3 所示。

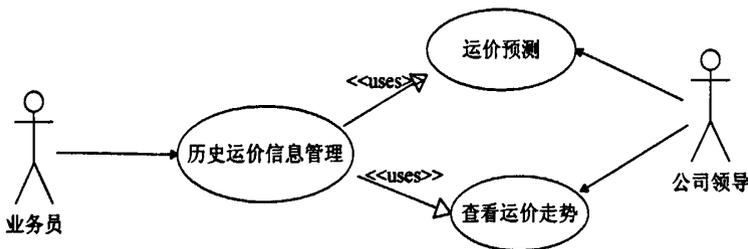


图 3.5 运价预测模块用例图

Fig.3.5 The use case of freight prediction

表 3.3 运价预测模块功能

Tab.3.3 The function of freight prediction

模块名称	功能设计描述
历史运价管理	对该系统中所有的历史运价数据进管理并对运价基本数据进行维护，包括增、删、改、查等基本操作。可以选择起始日期查看运价的走势，并将数据库中的历史运价信息导入到 excel 中，也可以将 excel 中的运价信息导入到数据库中，方便操作人员使用。
查看运价走势	操作人员选择周期（月，半年，年），选择相应的航线名称（华东和华

表 3.3 运价预测模块功能 (续表)

Tab.3.3 The function of freight prediction (continued)

	南航线), 显示相应的运价走势图。
运价预测	操作人员选择三种定量预测模型预测未来的历史运价, 再将预测结果进行组合预测, 最后根据定性预测的影响因素对预测结果进行修正。

3.4.1 定量预测

定量预测方法中使用上海航交所每周公布的运价数据进行预测。主要选择秦皇岛-广州和秦皇岛-宁波两条航线的的数据。通过求每个月所有周数据的简单平均作为月运价, 在此基础上对运价进行预测。运价基础数据包括 2007 年 5 月至 2010 年 5 月及以后更新数据。

1. 季节指数平滑法

在应用季节指数平滑法进行预测时, 必须事先获得前两个周期内每一个时期的观测值^[30-32]。设直接量测到的时间序列周期长度为 l , 已知其观测值为 x_1, x_2, \dots, x_{2l} , 应用季节性指数平滑法的预测过程为:

(1) 分别计算前两个周期中每个时期的平均水平值。

$$V_1 = \frac{1}{l}(x_1 + x_2 + \dots + x_l) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l x_i \quad (3.2)$$

$$V_2 = \frac{1}{l}(x_{l+1} + x_{l+2} + \dots + x_{2l}) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l x_{l+i} \quad (3.3)$$

(2) 计算两个周期内平均每个周期的增量。

$$B = \frac{1}{l}(V_2 - V_1) \quad (3.4)$$

(3) 计算初始指数平滑值。

$$S = V_2 + \frac{l-1}{2} B \quad (3.5)$$

(4) 确定前两个周期内每一个时期的季节变动指数 C_i , 第一个周期内每一时期的季节变动指数为:

$$C'_i = \frac{x_i}{V_1 - \left(\frac{l+1}{2} - m\right)B} \quad (3.6)$$

其中, $t=1, 2, \dots, l$, 当 $t=1$ 时 $m=1$, 当 $t=2$ 时 $m=2, \dots$, 当 $t=l$ 时 $m=l$, 第二个周期内每一时期的季节变动指数为:

$$C'_i = \frac{x_i}{V_2 - \left(\frac{l+1}{2} - m\right)B} \quad (3.7)$$

其中, $t=l+1, l+2, \dots, 2l$ 当 $t=l+1$ 时 $m=1$, 当 $t=l+2$ 时 $m=2, \dots$, 当 $t=2l$ 时 $m=l$ 。

(5) 计算前两个周期中平均每个时期的季节变动指数。

$$C_i^* = \frac{1}{2}(C'_{i-1} + C'_i) \quad (3.8)$$

其中, $t=l+1, l+2, \dots, 2l$, 共有 1 个平均季节变动指数

(6) 将季节变动指数正态化。

$$C_i = \frac{l}{l'} C_i^* \quad (3.9)$$

$$l' = C_{l+1}^* + C_{l+2}^* + \dots + C_{2l}^* = \sum_{t=l+1}^{2l} C_t^*, t=l+1, l+2, \dots, 2l \quad (3.10)$$

(7) 对第 3 个周期内每一时期进行初步预测。

$$F_{t+m} = (S_t + B_t m) C_{t-l+m} \quad (3.11)$$

其中, $t=2l$, m 可以取 1, 2, \dots, l , 即初步预测第 $(2l+1)$, $(2l+2)$, $(3l)$ 时期的值。

(8) 对指数平滑进行修正

当获得第 3 个周期的第 1 个时期的观测值后 ($x_t = x_{2l+1}$), 用一组确定的平滑常数 α, β, γ 修正指数平滑值、趋势和季节变动指数, 修正公式为:

$$S_t = \alpha \frac{x_t}{C_{t-1}} + (1-\alpha)(S+B), (0 < \alpha < 1) \quad (3.12)$$

$$B_t = \gamma(S_t - S) + (1-\gamma)B, (0 < \gamma < 1) \quad (3.13)$$

$$C_t = \beta \frac{x_t}{S_t} + (1 - \beta)C_{t-1}, (0 < \beta < 1) \quad (3.14)$$

(9) 每次获得前 t 时期的观测值 x_t 时, 就可以用以下公式分别计算单指数平滑值、趋势和季节变动指数。

$$S_t = \alpha \frac{x_t}{C_{t-1}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + B_{t-1}) \quad (3.15)$$

$$B_t = \gamma(S_t - S) + (1 - \gamma)B_{t-1} \quad (3.16)$$

$$C_t = \beta \frac{x_t}{S_t} + (1 - \beta)C_{t-1} \quad (3.17)$$

对 $(t+m)$ 时期的预测值为: $F_{t+m} = (S_t + B_t m)C_{t+m}$, 其中, $m=1, 2, \dots, l$ 。

每当计算完 1 个周期, 得到 1 个季节变动指数后, 就要按第 6 步的方法, 把它们重新加以正态化。

2. 布朗线性平滑法

必须要输入至少最近至少两年每月的运价数据, 求出一级指数平滑初始值 S_t' ,

二级指数平滑初始值 S_t'' 。根据公式:

$$S_t' = \alpha S_t (1 - \alpha) S_{t-1}', S_t' = \alpha x_t + (1 - \alpha) S_{t-1}' \quad (3.18)$$

$$a_t = 2S_t' - S_{t-1}', b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S_t' - S_{t-1}') \quad (3.19)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (3.20)$$

依次计算出基础期内每个月运价的一次指数平滑值 S_t' , 二次指数平滑值 S_t'' 和预测值 F_{t+m} 直到当前月。对模型预测结果的相对误差进行检验, 利用规划求解的方法求出基础期平均误差最小的参数, 使用此参数求出下一月的预测值。

3. ARMA 模型

ARMA 模型把预测问题划分为三个阶段^[33]: (1) 模型的识别; (2) 模型中参数的估计和模型的检验; (3) 预测应用。其预测流程如图 3.6 所示:

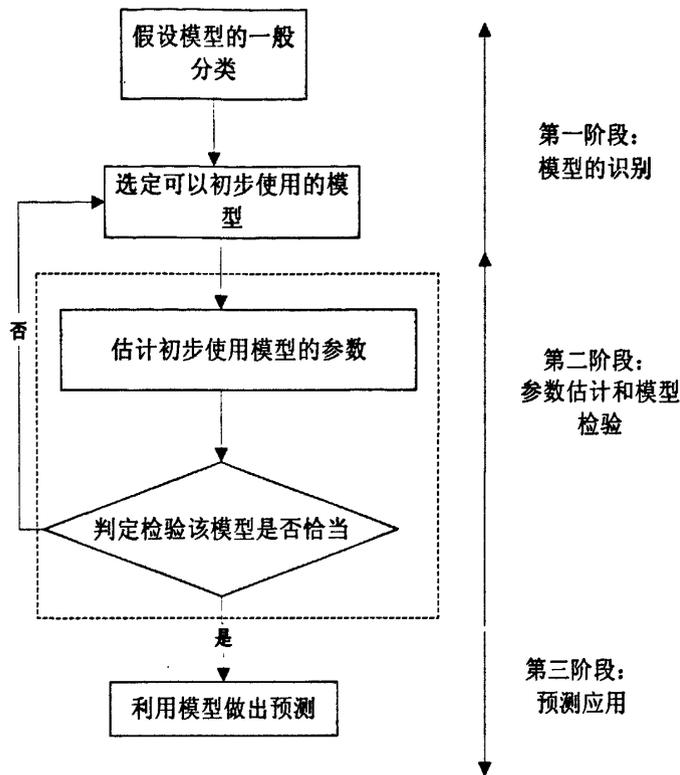


图 3.6 ARMA 模型流程图

Fig.3. 6 The flow chart of ARMA model

第一阶段, 利用自相关分析和偏自相关分析等方法, 分析时间序列的随机性、平稳性和季节性, 并选定一个特定的模型以拟合所分析的时间序列数据。第二阶段, 用时间序列的数据, 估计模型的参数, 并进行检验, 以判定该模型是否恰当。当选定了一个恰当的模型后, 便进入了第三阶段, 即对将来的某个时期的数值作出预测。

经过反复试验, Java 实现 ARMA 模型比较困难, 涉及大量数学部分的运算, 用 Java 会带来效率上的损失。Matlab 中有实现 ARMA 模型的集成组件^[34,35], 所以就通过使用 Java 编程语言调用 Matlab 来实现 ARMA 模型。在用 Java 语言编写应用程序时, 有时需要在程序中调用另一个现成的可执行程序或系统命令, 这时可以通过组合使用 Java 提供的 Runtime 类和 Process 类的方法实现^[36]。Java 与 Matlab 交互如图 3.7 所示。

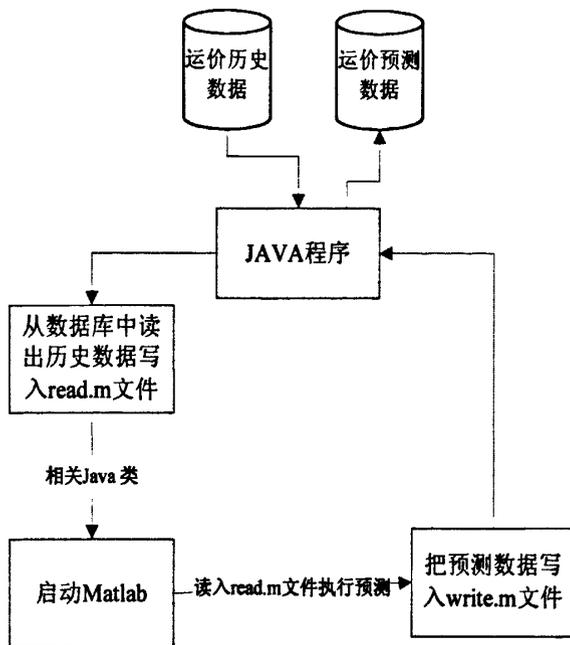


图 3.7 Java 与 Matlab 交互实现 ARMA 模型

Fig.3. 7 Java and Matlab finish ARMA model

4.组合预测

求出上述三种方法的预测结果的误差倒数，确定权重系数 l_i ，根据公式：

$$l_i = \frac{E_{ii}^{-1}}{\sum_{i=0}^m E_{ii}^{-1}}, i = 1, 2, 3 \quad (3.21)$$

$\sum_{i=0}^m l_i = 1, l_i \geq 0$ ，其中 E_{ii}^{-1} 为第 i 种单项预测模型的预测误差平方和。根据三种预测方法的预测结果，利用公式：

$$y(t) = l_1 y_1(t) + l_2 y_2(t) + l_3 y_3(t) \quad (3.22)$$

求出组合预测的结果， $y_i(t)$ 分别为第 i 种预测模型的预测结果。

3.4.2 定性预测

定性预测需要考察的是主要影响因素的突然变动程度，如果所有主要影响因素变动不大，运价不应当修正。然后从影响因素变化程度和因素对运价的影响程度两方面确定对运价的修正程度。通过分析定量预测的预测结果与历史运价的相

对误差范围,确定定性预测调整运价的范围。然后确定各个关键因素变化程度的评判标准和等级,对各个等级赋予不同的调整因子和相应调整公式。还可以对各因素赋予不同的权重,调整因素对运价的最大影响幅度。影响定性预测的主要因素和各个影响因素的判定标准分别见表3.4和表3.5。决策者通过对当前关键因素的变化趋势进行判断并打分,系统结合定量预测结果得出最终预测结果。

表3.4 影响定性预测主要因素

Tab.3.4 Main influence factors of Qualitative prediction

主要因素	子因素	因素描述
市场因素	下游行业消费需求	相关地区的电力、钢铁和水泥行业的生产状况和煤炭需求
	煤炭供给	由于铁路、煤矿、港口等因素造成煤炭供给量变化,影响运价
行业因素	沿海运力的供需情况	运输需求>运输供给,运价提高;运输需求<运输供给,运价降低。
	长期合同的执行情况	船公司积极执行长期合同,运价有下降预期,反之上升
	沿海主要电厂煤炭库存量	沿海主要电厂库存充足,煤炭运输需求不旺,运价下跌,反之上升
季节因素		煤炭“迎峰度夏”和“冬储”等季节性运输需求影响运价
节假日因素		节假日工业用电降低煤炭需求,进而影响运价
气候因素		雨、雪、台风、高温、干旱等气候因素间接影响运价
政策因素		淘汰落后产能、优化电力结构、楼市调控、船舶登记、国家运价限制等政策等间接影响运价
经济环境因素		我国经济发展尤其是外需和投资状况通过影响煤炭需求间接影响运价

表3.5 影响因素判定标准

Tab.3.5 The standard of influence factors

主要因素	子因素	判定标准
市场因素	下游行业消费需求	对煤炭下游需求状况评分,0-10分对应-30%—30%的调整因子,5分需求预计平稳,0-4分为需求预计下降,6-10分需求预计旺盛
	煤炭供给	对沿煤炭供给情况评分,0-10分对应-30%—30%的调整因子,5分预计供需均衡,0-4分供大于求6-10分供小于求
行业因素	沿海运力的供需情况	对沿海运力的供需情况评分,0-10分对应-40%—40%的调整因子,5分预计供需均衡,0-4分供大于求6-10分供小于求

表 3.5 影响因素判定标准 (续表)
Tab.3.5 The standard of influence factors (continued)

行业因素	长期合同的执行情况	对长期合同的执行情况打分, 0-10 对应-20%—20%的调整因子, 5 分船公司态度变化不大, 0-4 分态度变化积极 6-10 分态度变化消极
	沿海主要电厂煤炭库存量	对沿海主要电厂煤炭库存量打分, 0-10 分对应-20%—20%的调整因子, 5 分预计库存变化不大, 0-4 分预计库存充足, 6-10 分预计库存明显不足
季节因素		对季节因素打分, 0-10 分对应-40%—40%的调整因子, 5 分预计无季节变化, 0-4 分淡季到来, 6-10 分旺季储煤到来
节假日因素		对节假日因素打分, 0-10 分对应-10%—10%的调整因子, 5 分无节假日影响, 0-4 分节假日影响运价下降, 6-10 分影响运价上升
气候因素		对气候因素打分, 0-10 分对应-20%—20%的调整因子, 5 分预计无特殊气候, 0-4 分预计气候因素使运价下降, 6-10 分预计气候因素使运价上升
政策因素		对政策因素打分, 0-10 分对应-30%—30%的调整因子, 5 分预计无新政策, 0-4 分预计政策因素使运价下降, 6-10 分预计政策因素使运价上升
经济环境因素		对当时经济形势评分, 0-10 分, 分别对应-40%—40%的调整因子, 5 分为平稳, 0-4 分为走弱, 6-10 分为向好

单项调整因子 = (分数 - 5) * 单位分数调整百分数, 综合调整因子 = $\prod(1 + \text{单项调整因子}) - 1$, 最终调整因子可以人工输入, 如不输入, 则最终调整因子 = 综合调整因子。

3.5 用户管理模块设计

该模块主要实现用户的增、删、改、查等功能, 实现对用户的权限分配以及功能划分。首先由用户自己注册本人的基本信息, 填写完毕提交给系统保存, 由系统管理员对该用户的身份进行核实, 并分配具体的权限, 如果注册成功, 就由系统管理员通过用户管理模块对用户的信息进行管理, 主要包括用户的插入、修改、删除、查看功能。用户管理时序图如图3.8所示。

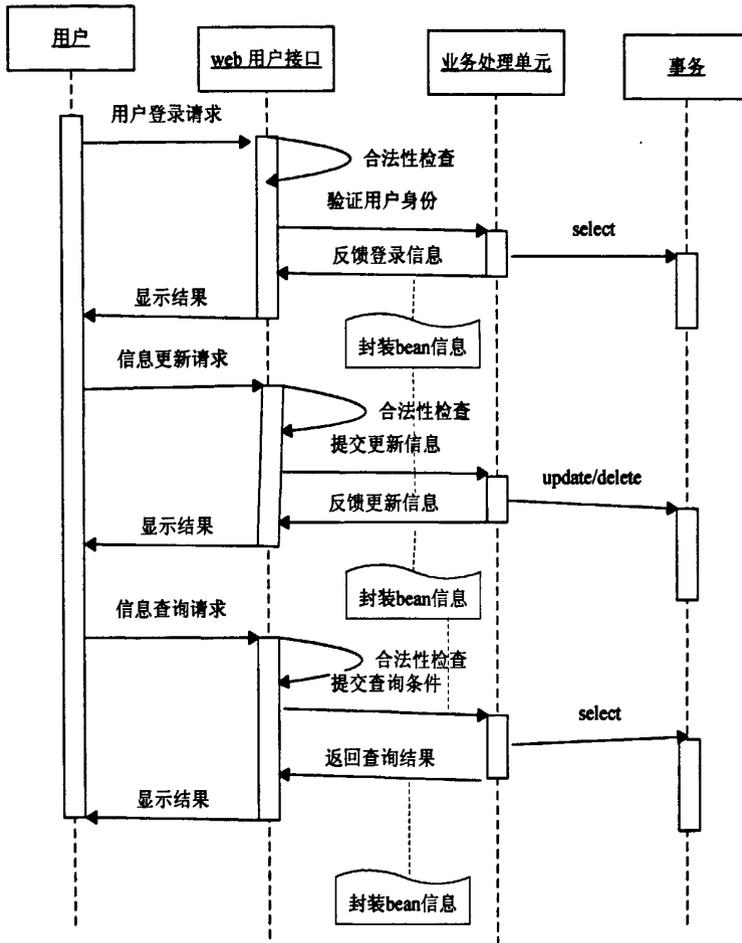


图 3.8 用户管理 UML 顺序图

Fig.3.8 The sequence diagram of User management

3.6 日志管理模块设计

为保证系统安全，我们提供了系统日志功能，采用 Apache 的开源组件 log4j 进行管理^[37]。日志功能可以对所有用户的登入，操作，登出进行记录。该功能可以由系统管理员自己配置，保证了日志备份的灵活性，同时也保证了系统的安全性。系统日志功能默认在 Tomcat 服务器的 logs 文件夹下每天产生一个备份文件(文件名称默认是 log2010-12-19.txt 格式)，也可以由管理员自己配置。

3.7 数据库设计

数据库结构设计的好坏将直接对应用系统的效率以及实现的效果产生影响。好的数据库结构设计会减少数据库的存储量，数据的完整性和一致性，数据的安全性系统比较高。系统的安全维护的费用，成本比较低。数据库设计遵循以下原则^[38]：

(1) 完整性原则：包括数据的正确性和相容性。要阻止用户向数据库中加入不符语义的数据，对输入的数据要有审核和约束机制。

(2) 安全性原则：防止非法用户使用数据库和合法用户非法使用数据库造成数据泄露、更改及破坏，对用户进行认证和授权。

(3) 可伸缩性原则：数据库结构的设计应充分考虑长远发展的需要、移植的需要，具有良好的扩展性、伸缩性和适度的冗余。

(4) 规范化原则：数据库的设计必须遵循规范化理论。对规范化程度低的关系模式进行分解、合并，转换为更高级的范式。但并不是范式级别越高越好，过高或过低均不合适，具体应用根据情况权衡利弊。

由于本系统使用公司已有正在运行的 Oracle 数据库，所以数据库的安装与优化、全局数据库的建立和数据库管理员(DBA)用户角色的创建等工作都不用考虑，只需要创建本系统的数据库用户就可以了。为本系统创建的数据库用户应指定用户名、密码，用户创建完成后，要为其授予创建连接和资源操作的所有权限。用户授权完成后，就可以使用刚创建好的数据库用户来登录 Oracle 数据库进行基本表、视图和存储过程的创建以及具体数据的增删改查。本系统中数据库主要常用表及其作用如表 3.6 所示。数据库中主要数据表结构及其关系如图 3.9 所示。

表 3.6 数据库中主要表名称、含义及功能

Tab. 3.6 The name, meaning and function of main tables in the database

数据库表名称	数据库表含义	数据库表功能
Tab_User	用户基本信息表	存储系统用户的基本信息
Tab_Port	港口基本信息表	装船港、卸船港以及港口间距离
Tab_Ship	船舶基本信息表	船舶的名称、吨位、造价等信息

表 3.6 数据库中主要表名称、含义及功能 (续表)

Tab.3.6 The name, meaning and function of main tables in the database (continued)

Tab_CostAnalysis	成本分析表	存储船舶营运的各项成本
Tab_Price	运价基本信息表	存储历史运价, 包括航线名称、日期、运价等信息
Tab_PredictionClass	运价预测类型表	存储预测模型名称、预测周期、航线等信息
Tab_PredictionValue	运价预测值表	存储预测类型, 预测时间和预测值等信息

由于运价基本信息表中的运价数据是存储的每周的运价数据, 在运价预测模块中, 要用到运价的月平均数据、半年平均数据和一年的运价平均数据, 为了加快处理速度建立了三个视图, 如表 3.7 所示。

表 3.7 数据库中的视图

Tab.3.7 Main views in the database

视图名称	视图含义	视图功能
View-MonthPrice	运价月平均数值视图	存储运价的月平均数据
View-HalfYearPrice	运价半年平均数值视图	存储运价的半年的平均数据
VIEW-YearPrice	运价年平均数值视图	存储运价的年平均数据

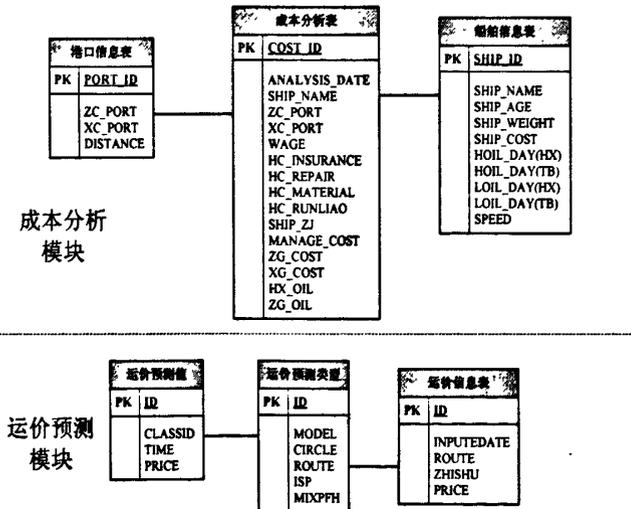


图 3.9 数据库中主要表的结构及其关系

Fig.3.9 The structure and relationships of main tables in the database

3.8 本章小结

本章首先给出了系统的总体架构，然后对系统中各个模块进行了详细的设计说明，给出了每个模块的功能结构。主要包括成本分析模块设计、运价预测模块设计、用户管理模块设计以及日志管理模块设计等。其中针对成本分析模块给出了成本测算的具体步骤和算法，运价预测模块给出了每个定量预测模型的算法原理和步骤，以及定性预测的具体影响因素。最后进行了数据库设计，给出了数据库中的主要数据表的结构及其之间的关系。

第4章 电力燃煤海运成本分析和运价预测系统的实现

4.1 概述

电力燃煤海运成本分析和运价预测系统主要采用了面向对象编程的思想、JSP 技术,选择 Eclipse 和 Myeclipse 作为主要开发平台, JDK-1.6.0 开发工具包、Tomcat 6.0 Web 应用服务器和 Oracle 10g 数据库的开发环境,基于 Struts 和 Hibernate 框架模式进行开发和实施。

本系统的实现主要是基于 Struct 体系结构的 MVC 三层设计模式,在整个开发过程中,尽可能采用复用的原则,例如采用标签库,统一结果显示等。在设计 Web 应用时,分层是一个核心模式,本系统的分层模式如图 4.1 所示。按照这个模式,首先是依据 Struts 框架开发的原则,将整个应用程序根据不同的功能划分为视图,模型和控制器组件,同时由于 Hibernate 的引入,在业务层和数据库层添加一个持久层,最后利用 Struts 框架中提供的配置文件 struts-config.xml 对相关的组件进行配置。

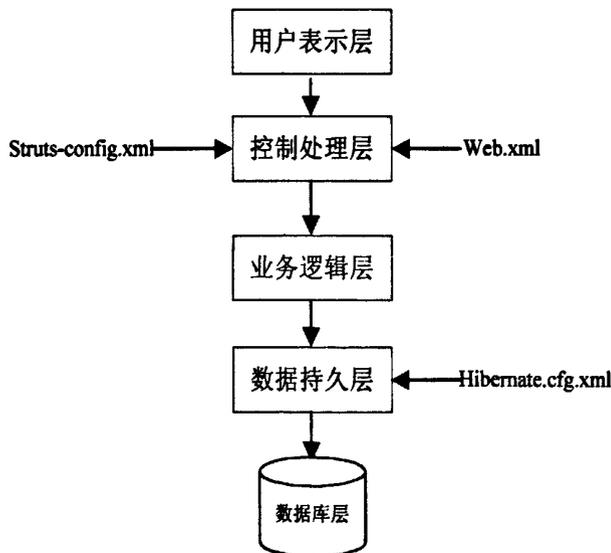


图 4.1 系统的分层模式

Fig.4.1 The layered pattern of system

4.1.1 Struts 框架及其工作原理

Struts 是一个 MVC 框架，用于快速开发 Java Web 应用。MVC 模式中三者的分离，为设计提供了灵活性和可重用性。Struts 实现的重点在控制器，它包括一系列的 ActionServlet 和 Action，也为视图层提供了一系列定制标签，由一组相互协作的类、Servlet 及 JSP TagLibrary 组成^[39-42]。

在 Struts 框架中，由 ActionForm Bean 和其他实现业务逻辑的 Java Bean 或 EJB 组件构成模型，由 ActionServlet 来实现控制器，视图由一组 JSP 文件来实现。其工作原理如图 4.2 所示。

Struts 工作流程：在 Struts 中，用户的请求一般以 *.do 作为请求服务名称，所有的 *.do 结尾的请求均被指向 ActionServlet，然后 ActionServlet 根据 Struts-config.xml 文件中的配置信息，将用户请求封装成一个对应的 FormBean，并将此 FormBean 传至指定名称的 ActionBean，由 ActionBean 完成相应的业务操作。每一个 *.do 结尾的请求均有对应的 FormBean 名称和 ActionBean 名称，这些在 Struts-config.xml 文件中配置。Struts 是一种优秀的 J2EE MVC 架构方式，其优点如下：

- (1) Struts 是开源软件，开发人员可以更深入的了解其内部实现机制；
- (2) Struts 的标记库 Taglib，能大大提高开发效率，此外开发人员还可以使用自定义标签；
- (3) 页面导航，使系统的整体脉络清晰明了。通过一个配置文件，即可把握系统各部分之间的联系，便于理解，易于维护^[43]。

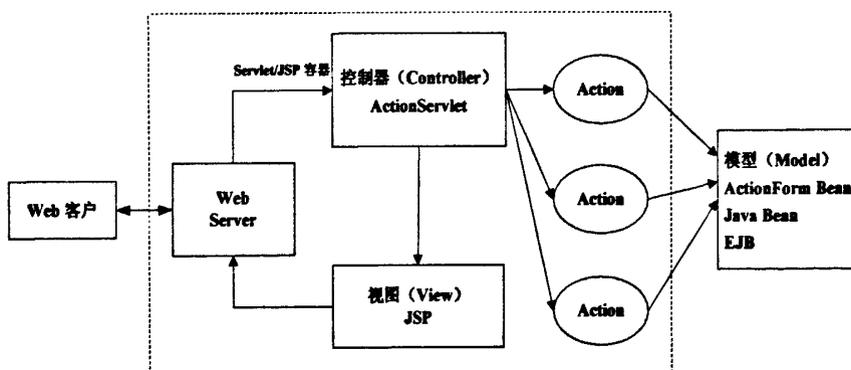


图 4.2 Struts 工作原理

Fig.4.2 The working principle of struts

4.1.2 Hibernate 框架及其工作原理

Hibernate 是一个开放源代码的对象关系映射框架,它是第三方开发的以中间件形式提供服务。它对 JDBC 进行了轻量级的对象封装,使 Java 程序员可以随心所欲的使用对象编程思维来操纵数据库。相对于使用 JDBC 和 SQL 来手工操作数据库, Hibernate 可以大大减少操作数据库的工作量^[44]。Hibernate 既可以在 Java 的客户端程序使用,也可以在 Servlet/JSP 的 Web 应用中使用,还可以在应用 EJB 的 J2EE 架构中取代 CMP,完成数据持久化的重任。

Hibernate 包括 Session、SessionFactory、Transaction、Query 和 Configuration 五个核心组件。

Session 是一个持久层管理器,介于数据库事务和数据连接的一种中间接口。包含一些持久层的相关操作,例如存储持久对象,读取持久对象等。

SessionFactory 是一个数据库的缓冲区,它是全局的,在一个应用中,一个数据库只有一个 SessionFactory 对象。

Configuration 用来管理 Hibernate 的启动和配置, Configuration 实例首先定位映射文档的位置并读取,再创建一个 SessionFactory 实例。它启动 Hibernate 运行时的所有初始对象。

Transaction 接口负责事务的相关操作。开发人员也可以设计编写自己的底层事务处理代码。

Query 接口负责执行各种数据库查询。它可以使用 HQL 语言或者 SQL 语句两种表达方式。

Hibernate 主要是通过两个特有的文件来进行工作,一个是以 .cfg.xml 结尾的文件,另一个是以 .hbm.xml 结尾的文件。 .cfg.xml 的作用是连接数据库,文件内部其实就是一个由 User, Password, Url, Driver 组成的一个连接库的基本信息; .hbm.xml 这个文件是对数据库的表的映射文件,用这个文件定义哪个类对应着哪个表,而且还定义哪个类中的属性对应着表中的哪个字段。

4.1.3 Struts 与 hibernate 整合

Struts 作为一款优秀的基于 MVC 的框架,已经得到了企业和开发人员的认可,成为 Java Web 开发的首选框架。Struts 在视图层和控制层提供了丰富的支持,对于

模型层也没有做过多的约束，这使得开发人员在模型层的处理上有了更多的自由，也使得 Hibernate 这一开源的对象关系映射框架能够更好的与 Struts 进行整合。将这两个优秀的开源框架结合起来，用 Struts 框架降低系统整体的耦合性，负责 MVC 的分离。Hibernate 负责降低模型部分的开发难度，负责持久层的实现。它们整合的关键之处就在于模型部分采用 Hibernate 来做 O/R 映射而不是硬编码 JDBC 语句。用整合后的开发框架开发的 Web 应用，系统整体和局部的耦合性都降到了最低。灵活性、可维护性也得到了很大的提高，从而消除了单独使用某一框架的不足^[45,46]。整合后的框架如图 4.3 所示。

Hibernate 与 Struts 的整合步骤：

- (1) 分析系统的需求，利用面向对象的方法(比如 UML)提出了完整的领域模型；
 - (2) 写出基本的 DAO 接口，并给出 Hibernate 的 DAO 实现；
 - (3) 在 Struts 架构的控制器(Action)部分调用 Java Bean 来完成业务逻辑。
- 通过以上步骤，就利用 DAO 模式，实现 Hibernate 与 Struts 框架的无缝连接。

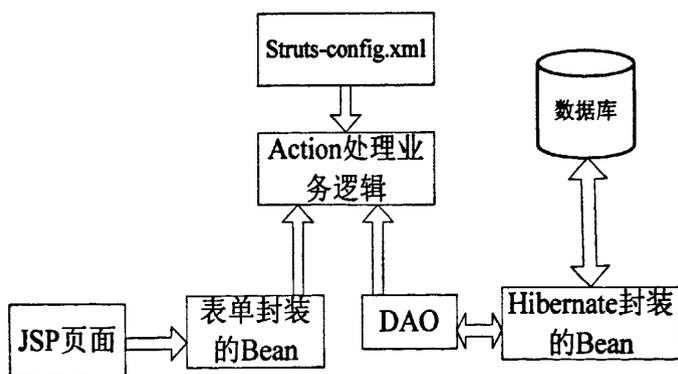


图 4.3 Struts 整合 Hibernate 框架图
Fig.4.3 The integration of struts and hibernate

4.2 成本分析模块的实现

由于成本分析模块中各个功能所采用的开发方式和开发技术相同，下面仅以该模块中的船舶信息管理为例，按照 Struts 的 MVC 的三个层次的具体实现进行详细的介绍，并给出最终的运行界面。

4.2.1 用户表示层

船舶信息管理用户表示层包含 ship_query.jsp、ship_insert.jsp 和 ship_update.jsp 三个 JSP 文件,它们之间的关系如图 4.4 所示。

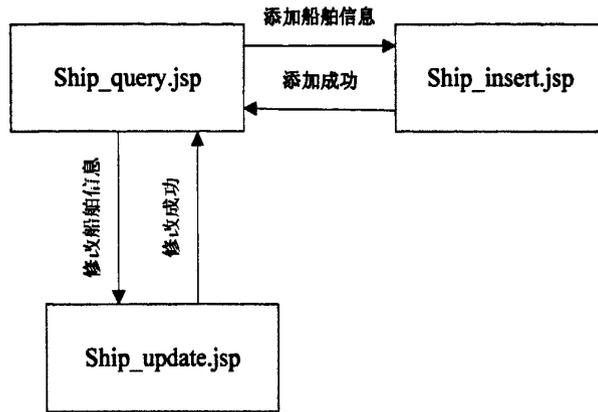


图 4.4 ship_query.jsp、ship_insert.jsp 和 ship_update.jsp 的关系

Fig.4.4 The relationship between ship_query.jsp、ship_insert.jsp and ship_update.jsp

ship_query.jsp 对应的界面如图 4.5 所示, ship_insert.jsp 对应的界面如图 4.6 所示, ship_update.jsp 对应的界面如图 4.7 所示。

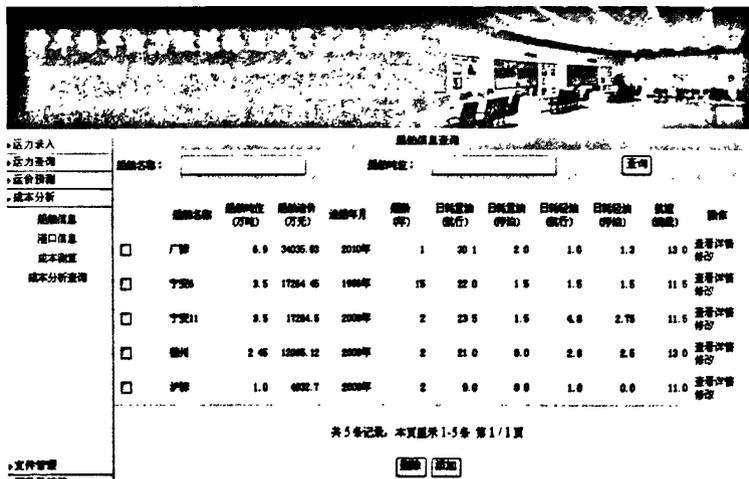


图 4.5 ship_query.jsp 网页

Fig.4.5 ship_query.jsp page

4.2.2 控制处理层

在 MVC 模式下, 控制器负责接收来自用户或其他组件的输入, 处理数据, 选择转发到下一个视图, 根据数据处理的结果更新模型组件^[47-49]。在 Struts 框架应用中的控制器部分由 ActionServlet 和 ActionMapping 对象构成。核心是一个 Servlet 类型的对象 ActionServlet, 它用来接受所有来自客户端的请求。ActionServlet 包括一组基于配置的 ActionMapping 对象, 每个 ActionMapping 对象实现了一个请求到一个具体的 Model 部分中 Action 处理器对象之间的映射。这些映射关系都在 Struts-config.xml 中进行说明。控制层由 Action 类来完成, 该类通过执行 execute() 方法, 接受用户传递过来的参数来完成相应的功能。其部分代码如下:

```
public class ShipAction extends Action{
    public ActionForward execute(ActionMapping mapping, ActionForm form,
        HttpServletRequest request, HttpServletResponse response)throws
Exception {
    ShipForm shipForm = (ShipForm) form;//接收从表单传递过来的数据
    HttpSession session=request.getSession();
    shipDAO dao = new shipDAO();//调用模型层
    .....
    String command =shipForm.getCommand ();
    }
    return mapping.findForward(prompt);//将 http 请求转发给合适的视图组件
}
}
```

要通过 action 类实现页面的跳转, 应在 Struts-config.xml 文件中加入如下代码:

```
<action attribute="shipForm"
    name="shipForm"
    path="/ship"
    input="/ship/ship_insert.jsp"
    scope="request"
```

```

type="foton.ship.ShipAction" validate="true">
<forward name="UPDATE" path="/ship/ship_query.jsp" />
<forward name="BACK" path="/ship/ship_query.jsp" />
</action>

```

4.2.3 业务逻辑层

业务逻辑层主要由ActionForm Bean和Java Bean组成，用来在视图组件和控制组件之间传递表单数据，表单中的字段和ActionForm Bean中的属性一一对应，并且ActionForm中的validate（）方法可以对用户输入的数据进行合法性校验^[50-53]。船舶信息管理模块中的业务逻辑主要由封装了船舶基本信息类shipBean.java和shipForm.java组成。

船舶信息管理模块的模型由shipDAO实现，负责业务逻辑的执行，通过持久层与数据库进行通信。该类主要完成数据库事务和连接的初始化以及数据库事务的提交及数据库连接的关闭，主要是针对数据库的保存，修改，删除等基本操作。模型组件是通过Action来调用的，模型层部分代码如下：

```

public class shipDAO {
    Session session;
    Transaction tx;
    public void delShip(String shipID) //删除船舶信息
    public void insertShip(TabShip info) //插入船舶信息
    public void updateShip(TabShip info) //更新船舶信息
    public ArrayList getShip()// 查询船舶信息
}

```

4.2.4 数据持久层

1、建立hibernate.cfg.xml配置文件^[54-56]

我们所采用的数据库为oracle10g，用户名为scott，密码为tiger，数据库名为orcl，hibernate.cfg.xml部分代码如下：

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<session-factory>

```

```
<property
name="connection.url">jdbc:oracle:thin:@172.23.199.124:1521:orcl</property>
  <property name="connection.username">scott</property>
  <property name="connection.password">tiger</property>
  <property name="connection.driver_class">
    oracle.jdbc.driver.OracleDriver
  </property>
</session-factory>
</hibernate-configuration>
```

2、定义持久化类，编写映射描述

船舶信息管理模块主要用到数据库表 Tab_ship，这个表已经在数据库中建好。

TabShip.java 代码如下：

```
public class TabShip implements java.io.Serializable {
    private Long shipId; //定义船舶编号
    private String shipName; //定义船舶名称
    private Float shipWeight; //定义船舶重量
    private Float shipCost; //定义船舶成本
    public TabShip(String shipName, Float shipWeight, Float shipCost)
        this.shipName = shipName;
        this.shipWeight = shipWeight;
        this.shipCost = shipCost;
    public Long getShipId() { //获取船舶编号
        return this.shipId; }
    public void setShipId(Long shipId) { //设置船舶编号
        this.shipId = shipId; }
    public String getShipName() { //获取船舶名称
        return this.shipName; }
    public void setShipName(String shipName) { //设置船舶名称
```

```

        this.shipName = shipName;}
    .....
}

```

可以看出，在 TabShip.java 中包含的属性与表中的属性个数类型是一致的，除了属性外，还包括属性对应的 getter/setter 方法

下一步是生成 TabShip.hbm.xml 文件，在该映射文件中，指定了要映射的类和映射的表，并且指定了表中的各个字段和 Java 对象中各个字段的映射关系。部分代码如下：

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<hibernate-mapping>
    <class name="com.guohua.hibernate.TabShip" table="TAB_SHIP"
schema="SCOTT">
        <id name="shipId" type="java.lang.Long">
            <column name="SHIP_ID" precision="10" scale="0" />
            <generator class="increment" />
        </id>
        <property name="shipName" type="java.lang.String">
            <column name="SHIP_NAME" length="100" />
        </property>
        <property name="shipWeight" type="java.lang.Float">
            <column name="SHIP_WEIGHT" precision="126" scale="0" />
        </property>
        <property name="shipCost" type="java.lang.Float">
            <column name="SHIP_COST" precision="126" scale="0" />
        </property>
    .....
</class>
</hibernate-mapping>

```

3、在 hibernate.cfg.xml 中注册生成的映射文件

为了让 Hibernate 知道怎么把一个对象存储到数据库中，接下来需要在 hibernate.cfg.xml 中注册生成的映射文件。在 hibernate.cfg.xml 中要添加的关键代码如下所示：

```
<hibernate-configuration>
<session-factory>
.....
<!--mapping files-->
<mapping resource="com/guohua/hibernate/TabShip.hbm.xml" />
</session-factory>
</hibernate-configuration>
```

持久层构建好了之后，模型层就可以通过持久化对象完成对数据库中数据的访问。

4.3 运价预测模块的实现

4.3.1 定量预测模型

(1) 季节指数平滑法

季节指数平滑法主要由 JJZS.java 来实现。方法摘要信息：

public double[] quarterSmooth(double[] source, double a, double b, double c) ，接收传递过来的历史运价数据和一组平滑常数。关键代码如下：

```
//计算得到前两年内每一个时期的季节变动指数
for (int i = 0; i < 24; i++) { if (i < 12) {
    ctl[i] = source[i] / (v1 - (13.0 / 2.0 - (i % 12 + 1)) * B);
  } else {
    ctl[i] = source[i] / (v2 - (13.0 / 2.0 - (i % 12 + 1)) * B);
  }
}
// 计算得到前两年内平均每个时期的季节变动指数
```

```

for (int i = 12; i < 24; i++) {
    ctll[i] = 1.0 * (ctl[i - 12] + ctl[i]) / 2.0;
    sumCtll = sumCtll + ctll[i];
}
// 对平均季节变动指数正态化
for (int i = 12; i < 24; i++) {
    if (sumCtll != 0) {
        temp = 12.0 / sumCtll; // 正态化因子
    }
    Ftt[i] = (St[i - 1] + Bt[i - 1]) * ct[i - 12];
return Ftt;
}

```

public double[] getPabc(double[] source), 接收历史运价数据, 求得最佳平滑常数 α, β, γ 。

(2) 布朗线性平滑法

布朗线性平滑法主要 BL.java 类来实现, 关键代码如下:

```

private double mixPFH = 1000000000; // 初始化最小误差平方和
public double findPAlpha(double[] source); // 寻找最小alpha值
public double[] brown(double[] source, double alpha, int m){
    // 第一次迭代
    s[i] = ss[i] = source[i];
    a[i] = b[i] = 0;
    f[i] = f[i + 1] = 0;
    i++;
//计算第i期的变量 s,ss, a,b并计算第i+1期的预测值。
    while (i < k + m - 1) { // 从第二期开始
        s[i] = alpha * source[i] + (1 - alpha) * s[i - 1];
        ss[i] = alpha * s[i] + (1 - alpha) * ss[i - 1];
    }
}

```

```

a[i] = 2 * s[i] - ss[i];
b[i] = alpha / (1 - alpha) * (s[i] - ss[i]);
f[i + 1] = a[i] + b[i]; // 第i+1期的预测值
i++;

```

(3) ARMA 模型

经过反复试验, Java 实现 ARMA 模型比较困难, Matlab 中有实现 ARMA 模型的集成组件, 所以就借用 Java 调用 Matlab 来实现 ARMA 模型。

在用 Java 语言编写应用程序时, 有时需要在程序中调用另一个现成的可执行程序或系统命令, 这时可以通过组合使用 Java 提供的 Runtime 类和 Process 类的方法实现。Runtime 类是一个与 JVM 运行时环境有关的类, Runtime.getRuntime() 可以取得当前 JVM 的运行时环境。本地应用程序的可以通过 Runtime.getRuntime() 来得到 Runtime 实例, 然后执行 exec() 方法来调用本地应用程序, 调用 Runtime.exec 方法将产生一个本地的进程, 并返回一个 Process 子类的实例, 该实例可用于控制进程或取得进程的相关信息。Runtime 类中有很多 exec() 方法, 参数不同, 但是最后都会调用 exec(String[] cmdarray, String[] envp, File dir) 这个方法, 其中 cmdarray 是要执行的本地命令集合, envp 是环境变量, dir 是 exec 返回的 Process 的工作目录^[57]。

ARMA 模型实现是 Arma.java 类实现的, 关键代码如下:

```

public double[] armaAlg(double[] source,String inputFilePath,String outputFilePath)
{ File armaFile = new File("d://matlab//arma.m");//指定arma.m的位置
  File sourceFile = new File("d://matlab//read.m");//历史数据文件写入read.m文件
  Process process = Runtime.getRuntime().exec("//调用matlab启用ARMA模型
    " matlab.exe -nodesktop -nosplash -minimize -r
    arma("+inputFilePath+", "+outputFilePath+"");
  InputStream in = new FileInputStream(writeFile);
  BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(in));
  String str = null;
  while ((str = br.readLine()) != null) {

```

```
preValue[m] = Double.valueOf(str).doubleValue();
return preValue;//返回预测值，存入数据库中；
```

(4) 组合预测

组合预测是由ZHBusiness.java类来实现的，通过调用BLBusiness.java，JJZSBusiness.java，ArmaBusiness.java来实现其预测功能。其关键代码如下：

```
public class ZHBusiness {
    BLBusiness blBusiness = new BLBusiness();
    JJZSBusiness jjzsBusiness = new JJZSBusiness();
    ArmaBusiness armaBusiness = new ArmaBusiness();
    //取得季节指数预测数据
    double[] jjzsPreMonth = predictionPublicBusiness.getPreData("JJZS_M_" + route);
    //取得布朗线性预测数据
    double[] blPreMonth = predictionPublicBusiness.getPreData("BL_M_" + route);
    //取得ARMA模型预测数据
    double[] armaPreMonth = predictionPublicBusiness.getPreData("ARMA_M_" +
route);}
    //利用最小误差平法和求的确定每种模型的权重系数，求得最终预测结果
    preValue[k] = blXS * blPreMonth[k] + jjzsXS
                * jjzsPreMonth[k]+armaXS*armaPreMonth[k];}
```

4.3.2 定性预测模型

定性预测只有在选择了组合预测之后才会在页面上显示选择定性预测这个按钮，定性预测的实现过程是在predict.jsp页面中嵌入JavaScript代码实现的，具体代码如下。

```
function checkSelect(), //判断定性预测是否被选中。
function analysis(){ //给各个因素打分
var res = /^[0-9]+\.[0-9]{0,1}$/;
    var shichang1 = document.getElementById('shichang1').value;
    if(!res.test(shichang1) || shichang1<0 || shichang1>10)
```

alert('请输入0-10之间的数,至多一位小数(包括0, 10));

.....

alert('调整后的预测运价是: '+ (hiddenPreValue*(parseFloat(xishu)+1)));}

4.4 用户管理

本系统中用户管理包括用户登录、用户注册以及修改个人信息等操作，系统管理员对系统用户有查看、修改、删除和为注册的用户分配权限的功能。用户管理业务逻辑处理涉及到的类图以及它们之间的关系如图 4.8 所示。系统用户管理实现采用 DAO 模式，利用抽象类和接口来进一步屏蔽数据持久层，保证持久层对上层应用的透明性^[58]。

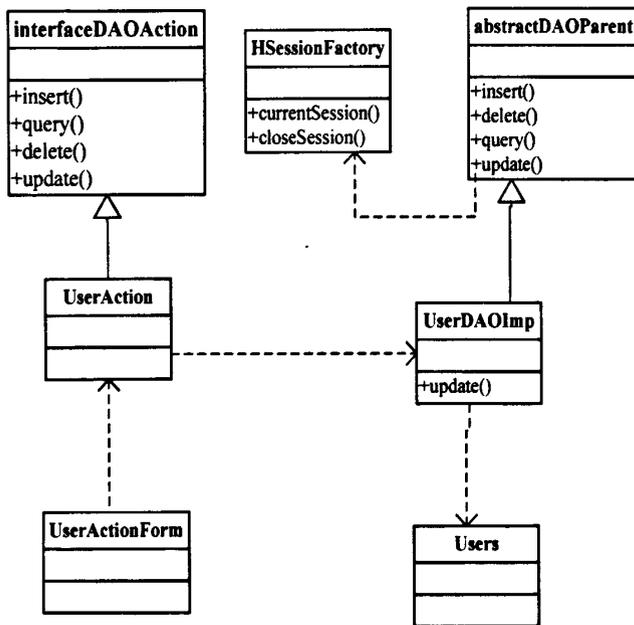


图 4.8 用户管理类图

Fig.4.8 User management class diagram

类功能说明如下：

HSessionFactory:Hibernate 持久数据库操作 SessionFactory 管理；

DAOParent: 抽象类，结合 HSessionFactory 对数据库进行增删改查操作，其中 Update 操作以接口形式由具体 DAO 类实现；

Users 对应数据库表的持久化类;

UsersDAOImp 继承 DAOParent, 为持久化对象实现 Update 操作, 由 Action 类使用;

DAOAction: Struts 的 Action 类, 调用 DAO 类实现对数据库的操作, 并提供接口由相关 Action 类继承;

UsersActionForm: 主要完成数据封装和验证功能; UsersAction 类, 与相应的 ActionForm 共同完成相应业务逻辑的处理。

4.5 日志管理

为了跟踪程序的运行情况及监视用户的操作情况, 采用日志记录能很好的满足要求, 本系统中实现日志操作的日志记录工具是使用 Log4j 来实现的。Log4j 是 Apache 的开源项目, 可以很方便的控制日志信息输送到各种目的地, 包括控制台、日志文件、GUI 组件以及套接口服务器、NT 事件的记录器, 还可以精确地控制每一条日志的输出格式, 细致的控制日志的生成与输出^[59]。

Log4j 的配置和使用:

(1) 导入 Log4j 包, 将 log4j-1.2.8.jar 到 lib 下。

(2) 在应用的 src 目录下, 创建 log4j.properties 文件, 代码如下:

```
log4j.rootLogger=INFO,C,F //配置根 Logger
```

```
log4j.appender.C=org.apache.log4j.ConsoleAppender //配置日志信息输出目的地
```

```
log4j.appender.C.Target=System.out
```

```
log4j.appender.C.Threshold=INFO
```

```
log4j.appender.C.layout=org.apache.log4j.PatternLayout //配置日志信息的格式
```

```
log4j.appender.C.layout.ConversionPattern=%d{yyyy-MM-ddHH:mm:ss,SSS}[
```

```
%p] - %m %l%n
```

```
//定义为 F 的输出端的类型为每天产生一个日志文件。
```

```
log4j.appender.F=org.apache.log4j.DailyRollingFileAppender
```

```
log4j.appender.F.Append=true
```

```
log4j.appender.F.File=../logs/log //此句为定义为 F 的输出端的文件名  
为../logs/log 可以自行修改。
```

```
log4j.appender.F.DatePattern='yyyy-MM-dd'.txt'  
log4j.appender.F.Threshold=INFO  
log4j.appender.F.layout=org.apache.log4j.PatternLayout  
log4j.appender.F.MaxFileSize=2KB  
log4j.appender.F.layout.ConversionPattern='%d{yyyy-MM-dd HH:mm:ss,SSS}  
[%p] - %m %l%n'
```

使用 Log4j 的第一步就是要获得 Logger, `public static Logger getLogger(String name)`

在代码中,一般将获取 Logger 的语句放在整个类的最开始处,以类名为该日志器命名,这样显示出来的日志就会带有该类名的信息,比如:

`Logger logger=Logger.getLogger(ShipAction.class);` 在相应的方法中加入如下语句: `logger.info("用户: "+request.getSession().getAttribute("systemOperator")+"使用 IP"+request.getRemoteAddr()+"进入了船舶添加页面");` 在生成的日志文件中就会显示 2011-04-02 16:53:23,093 [INFO] - 用户: 0001 使用 IP172.23.199.122 进入了船舶添加页面 `foton.ship.ShipAction.execute(ShipAction.java:681)`。

4.6 系统测试

系统测试是软件交付前的最后一个步骤。是用户进行验收测试前的重要一步,着重检验所开发的软件是否达到了规范要求、规定的各种性能指标和技术指标,是否满足用户要求等^[60]。电力燃煤海运成本分析和运价预测系统的测试包括接口路径测试、功能测试、健壮性测试、性能测试、图形用户界面测试、信息安全测试、压力测试、可靠性测试和安装/反安装测试等。由于测试不是本文研究的重点,故在此仅以运价预测模块的历史运价管理子模块为例,给出测试用例以及测试结果。

本文选用黑盒测试方法,即把程序看成一个黑盒,完全不考虑程序内部结构和内部特性而进行的测试。测试者仅仅关心按程序的规范导出测试数据,寻找使程序未按规范运行的情况。黑盒测试着眼于程序外部结构,不考虑内部逻辑结构,主要针对软件界面和软件功能进行测试。

在进入系统前,根据用户输入的用户名和密码进行权限判断。以不同的权限

登入系统可以使用的功能不一样。用户根据自己不同的权限在进行增、删、改、查操作时，需要对输入的信息进行验证，符合条件才能允许操作。历史运价信息管理的功能测试用例如表 4.1 所示。

表 4.1 历史运价信息测试

Tab.4.1 History freight information test

测试项目名称	历史运价管理	测试人员	王莹
输入/动作	期望的输出	实际情况	图 示
航线名称：选择输入 日期：日期控件 运价指数：数值 运价：数值	返回主菜单页面，显示所添加的运价信息	返回主菜单页面，显示所添加的运价信息	图 4.9
航线名称：选择输入 日期：日期控件 运价指数：非数值 运价：非数值	提示用户输入数值型数据	用户输入数值型数据	图 4.10
在主页面上点击删除按钮	在选中记录的情况下，给出确认删除的提示信息，在无选中记录的情况下，给出选中提示信息	在选中记录的情况下，给出确认删除的提示信息，在无选中记录的情况下，给出选中提示信息	图 4.11
起始日期：日期控件 结束日期：日期控件 航线名称：选择输入	显示所选择日期内的特定航线的历史运价信息	显示所选择日期内的特定航线的历史运价信息	图 4.12

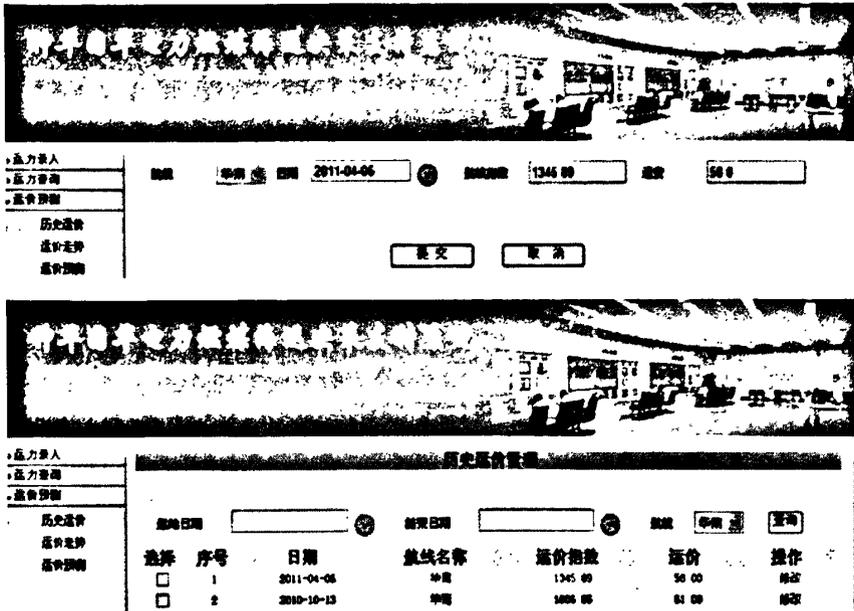


图 4.9 正确添加历史运价信息界面

Fig.4.9 Interface of adding freight information correctly

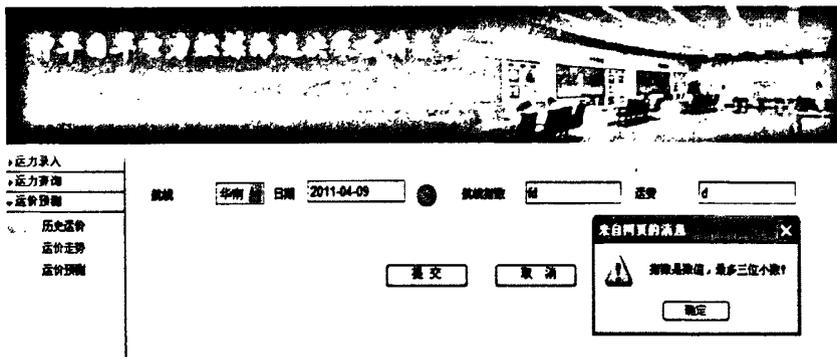


图 4.10 添加不符合要求的历史运价信息界面

Fig.4.10 Interface of adding freight information which is wrong

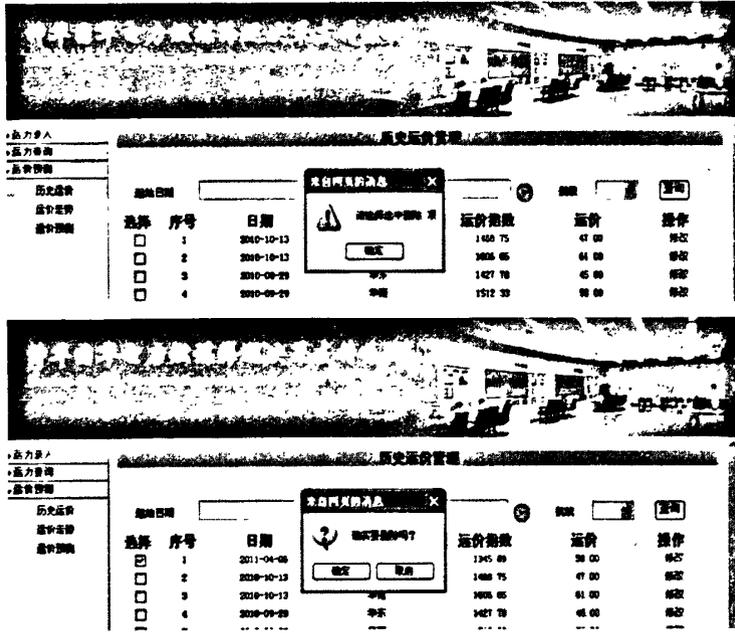


图 4.11 删除历史运价信息界面

Fig.4.11 Interface of deleting freight information

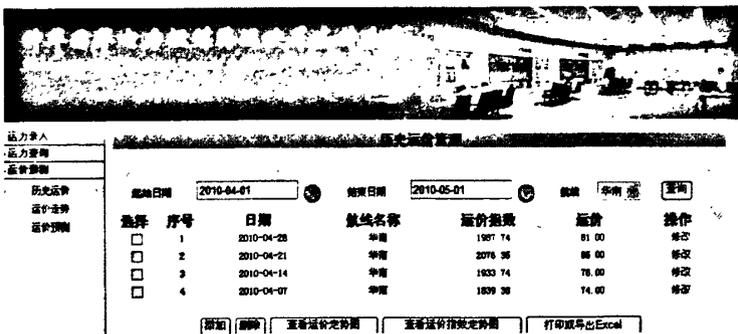


图 4.12 查看特定时间段内的历史运价信息界面

Fig.4.12 Interface of selecting freight information which is in specific time

4.7 本章小结

本章按照 MVC 的开发模式，介绍了系统的三层架构的实现。由于篇幅有限，故选取了具有代表性船舶管理子模块为例，详细阐述了 Struts 以及 Hibernate 框架的应用。在运价预测模块中，给出了每个预测模型的实现类。最后进行了系统的测试，本文主要选用黑盒测试方法，以历史运价管理子模块为例，给出了测试结果，达到了预期效果。

第5章 系统运行

电力燃煤海运成本分析和运价预测系统在测试之后，已经部署在公司的服务器上。由于该系统是用来辅助公司领导人员进行决策的，所以使用的频率不是很高，用户数量也很少。考虑到该情况，使用小型的轻量级应用服务器 Tomcat，该服务器在中小型系统和并发访问用户不是很多的场合下被普遍使用。系统的运行环境如下：

服务器端硬件环境：CPU：Intel P4 2.8GHz、内存：2G

服务器端软件环境：操作系统：Windows 操作系统、数据库：ORACLE 10g、应用服务器软件：Tomcat 6.0、其他：JDK1.5.07 及以上版本、Matlab 6.0 精简版

客户端硬件环境：CPU：P4 2.0G GHz 以上、内存：1GB

客户端软件环境：Windows 操作系统、IE7.0 以上

系统入口：[http://服务器 IP 地址:8080/wy/](http://服务器IP地址:8080/wy/)

通过实际使用，该系统很好的满足了客户需求。本章给出系统运行的效果并有一些简单的描述。

5.1 成本分析效果

成本分析模块通过对船舶营运成本进行列项分析和具体的测算，决策者可以掌握船运公司具体经营成本，有助于辅助决策者及时准确的进行市场判断，根据市场变动情况及时为企业决策提供有效支持，避免经济损失和决策失误。系统实现的营运船舶的各项成本及其所占比例如图 5.1 所示。

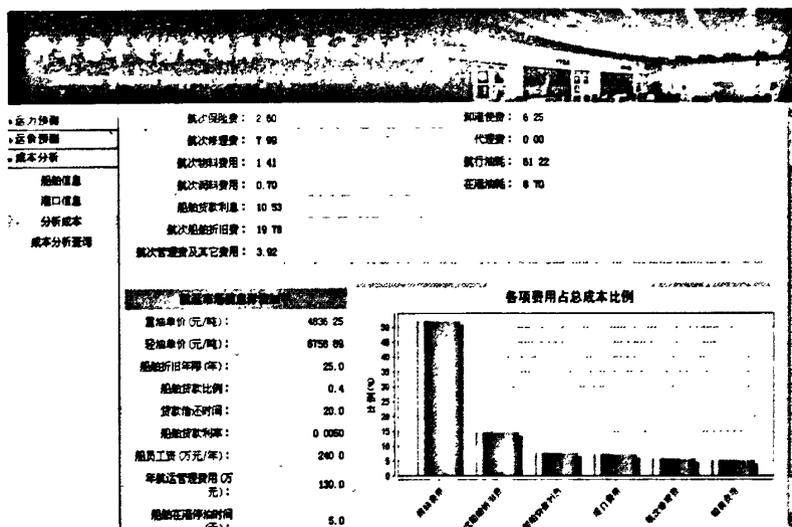


图 5.1 营运船舶的各项成本及其所占比例

Fig.5.1 the cost and its proportion

成本测算根据电力公司提供的船舶资料，对 1.0 万吨、2.45 万吨、3.5 万吨、6.9 万吨四艘沿海煤炭运输散货船进行成本测算和分析，按照去程满载，回程空载来计算。按照运输成本测算原理，依次求得船舶营运的固定成本和变动成本，结果见表 5.1。

表 5.1 沿海船舶煤炭运输成本测算结果

Tab.5.1 The result of cost calculated

载重吨位	1	2.45	3.5	6.9
1. 固定成本 (万元)	14.80	70.25	54.25	156.90
1.1 船员费用	3.96	10.70	6.87	11.22
1.2 航次保险费	0.55	3.12	2.60	8.38
1.3 航次修理费	2.40	9.78	7.99	22.09
1.4 航次物料费用	0.07	4.70	1.41	6.58
1.5 航次润料费用	0.03	2.30	0.70	3.23
1.6 船舶贷款利息	1.92	11.96	10.97	35.31
1.7 航次船舶折旧费	3.47	21.58	19.78	63.69
1.8 航次管理费及其它费用	2.40	6.11	3.92	6.40
2. 变动成本	8.62	124.73	79.92	178.74
2.1 港口费用 (万元)	2.14	9.625	10	17.39
装港使费 (万元)	1.07	2.625	3.75	7.39
卸港使费 (万元)	1.07	7	6.25	19.71

表 5.1 沿海船舶煤炭运输成本测算结果 (续表)

Tab.5.1 The result of cost caculated (continued)

2.2 燃料费用 (万元)	6.48	115.10	69.92	161.35
航行油耗 (元)	6.48	103.28	61.22	148.42
在港油耗 (元)	0.00	11.83	8.70	12.92
单航次总成本 (万元)	23.42	194.98	134.17	335.64
单位成本运输成本 (元/吨)	24.65	83.77	40.35	51.20

从表 5.1 中可以看出, 在船舶营运的固定成本中, 船舶折旧费所占比重最大, 在 2.45 吨位以上的船舶中超过 30%, 银行还款利息比重在第二三名之间徘徊, 超过 15%。在船舶运营总成本里, 变动成本占绝大多数, 而在变动成本里面, 燃料费用占了 75%以上。运输的距离越远, 燃料费用也就越高。总的来说, 船舶运营所用的成本主要来自于船舶运输过程中的油料消耗, 其次是船舶管理自身的固定消耗。

3.5 万吨级和 6.9 万吨级运输成本分别为 40.35 元/吨和 51.20 元/吨, 而今年, 电力公司与航运公司签订的价格分别为 55.4 元/吨和 69.76 元/吨。可见, 船公司是盈利的。由于电力公司最近想把 2.45 万吨的船舶升级到 3.5 万吨, 所以下面分析一下这两种船舶成本之间的差距如表 5.2 所示。从表 5.2 中可以看出, 同样的运输路线和挂靠港口, 2.45 万吨船舶的单航次总成本小于 3.5 万吨船舶, 但是其单位运输成本高于 3.5 万吨船舶, 所以在这一航线中, 船舶的规模效益体现的很好。适当增加船舶的吨位可以取得更好的经济效益, 在谈判中也可以取得更低的运价。

表 5.2 2.45 和 3.5 万吨船舶成本分析对比表

Tab.5.2 The contrast result between ships of 2.45 and 3.5 million tons

船舶吨位	2.45	3.5
1. 固定成本 (万元)	70.25	95.11
2. 变动成本	124.73	144.15
单航次总成本 (万元)	194.98	239.26
单位成本运输成本 (元/吨)	83.77	71.96

5.2 运价预测效果

运价预测模块是对我国煤炭沿海运输华南航线和华东航线的运价进行下个月,下半年或者下一年的预测,以辅助决策者在公司内部建立一个价格调整平台,使其能够在市场高峰或低谷时,通过此平台掌握价格信息,保证公司利益不受损失。本系统选取2005年1月至2010年9月华东和华南航线煤炭运输市场运价作为预测的基础数据。采用布朗线性指数平滑法、季节性指数平滑法和ARMA预测模型,同时结合定性预测的影响因素对定量预测的结果进行修正,得到最终预测结果。图5.2为系统实现的运价预测界面。

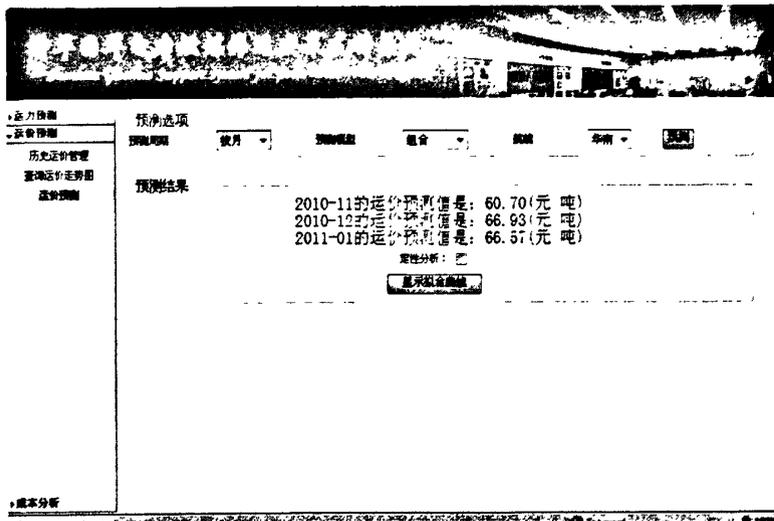


图 5.2 运价预测界面

Fig. 5.2 The page of freight prediction

本章选取布朗线性指数平滑法预测模型预测结果来进行分析,预测值和真实值之间的对比如表 5.3 所示。

表 5.3 布朗线性指数平滑法预测模型真实值和预测值对比

Tab.5.3 The result between real value and prediction value of Brown linear prediction model

日期	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2010-5	2010-6	2010-7	2010-8
真实值	82.5	69	53.4	79.5	78.67	67.2	56	49.25
预测值	92.27	65	62.89	69.11	66.24	78.77	62.33	57.014
误差	0.118	0.057	0.177	0.13	0.158	0.172	0.101	0.15

从表 5.3 中可看出, 真实值与预测值之间的误差都在 10%—20% 之间, 在可以接受的范围内。图 5.3 为布朗线性指数平滑法预测的运价拟合图, 从图中可以看出, 历史数据与预测数据的走势基本一致, 达到了很好的预测效果。

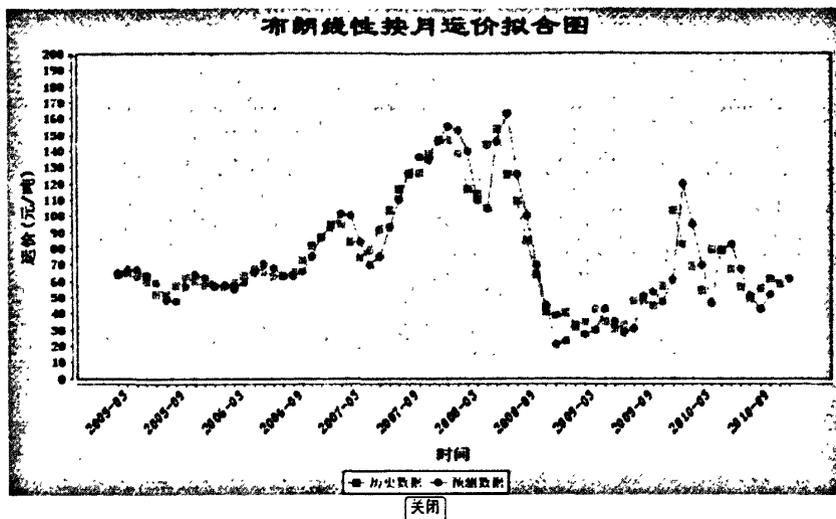


图 5.3 运价拟合图

Fig. 5.3 The fitting chart of freight

由于本文中的定量预测属于时间平滑法, 即认为过去的规律在未来仍然适用。并且本文中使用的三种预测方法属于研究领域的通用标准方法, 模型的缺点是无法预测拐点等突变情况, 有一定的滞后性。在组合预测中, 三种模型参数的确定是根据平均误差最小得到的。所以在一些拐点出现的时候, 某个时间点的运价预测数据会出现误差偏大的情况。解决这些问题的一般方法是通过因果关系修正。虽然也有定量的回归方法, 但是由于沿海煤炭运价的影响因素过多, 如天气、铁路运输情况、港口库存等数据很难得到, 因果关系无法精确确定。再加上需要对影响因素的变化进行预测才会对运价的预测有意义。因此, 系统没有加入回归的方法, 但是在定量修正的模块中考虑了运价的影响因素, 可以对最新的运价进行人工修正。定性预测界面如图 5.4 所示。

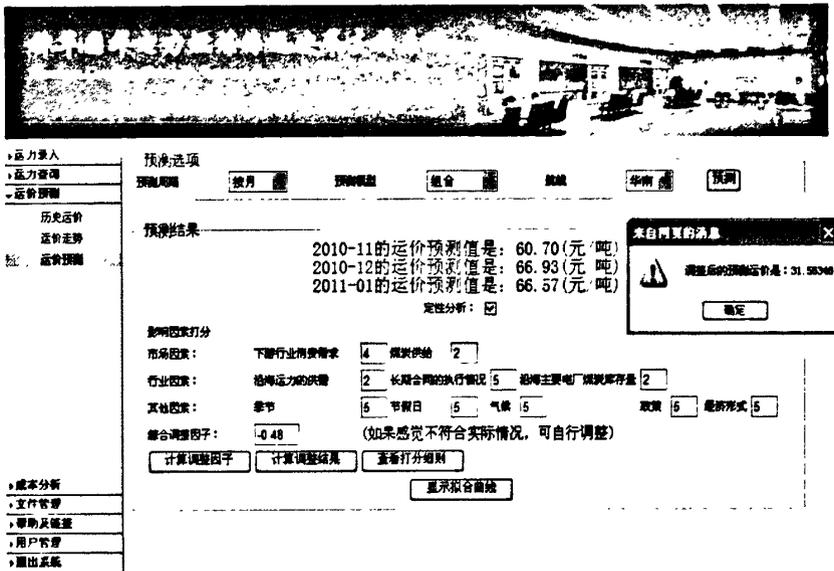


图 5.4 定性预测界面

Fig. 5.4 The page of qualitative prediction

对于运价的预测甚至所有的预测问题本来是应当根据数据变化趋势、影响因素的变动等灵活选用模型，并且采用专家意见修正得到的结果会比较有效。但是由于通过软件的形式固定了模型和方法，在特定的时间点上会出现误差过大的情况，若是人工预测的话，可以灵活的调整模型或直接调整结果，但是由于软件程序的固定性和稳定性要求，所以决策系统的定量预测结果并不总是有效，在这时只能起到参考作用。

第6章 总结

本文在对电力公司运行业务进行详细调研、对用户需求进行充分分析的基础上,对电力燃煤海运成本分析和运价预测系统的设计与实现,进行了较为详细和深入的探讨。本文以 J2EE 体系结构为开发平台,结合目前应用比较广泛的开源技术 Struts 和 Hibernate 框架对系统进行了开发实现。该系统对成本分析和运价预测两个模块进行了重点实现,系统完成后,决策人员可以使用该系统对船舶运营成本进行分析,掌握航运公司的运营成本;预测沿海煤炭短期、中期、长期运价,用于指导电力公司进行市场租船,帮助决策人员进行科学决策。

目前该系统已经部署在了公司的服务器上,使用效果得到了用户的认可。但随着推广应用,必然会有新的需求与变化。我们将不断完善系统功能,满足用户的需求,使软件更加适合数据库管理人员的工作习惯,界面更加友好,操作更加人性化,增强软件的可用性和健壮性。

本文主要完成的工作有以下几点:

(1) 现场调研。在完成相关资料收集和整理的基础上,前往公司进行现场调研,了解用户具体需求,以便进行软件功能的设计。

(2) 实现了船舶成本分析功能。通过确定船舶营运参数和航运市场信息,测算出船舶营运的固定成本和变动成本以及各项成本所占比例,从而为煤炭海运定价操作模式的制定提供依据。

(3) 实现了运价预测功能。结合原型资料分析,综合运用数学模型验证,找出最适合的运价定量预测模型,并结合定性预测对定量结果进行修正,以期得到比较精准的预测结果,用以指导电力公司进行市场租船。

(4) 设计了系统的用户管理和日志管理功能,确定了系统的角色划分,不同的用户以不同的身份登录系统后访问不同的功能,以保证系统的安全性。

(5) 将开发实现的系统打包安装运行在指定的服务器上,从而进行基于浏览器的客户端访问和测试,验证系统的稳定性和健壮性。

船舶成本分析和运价预测是一个动态管理的过程,许多指标数据还处于不断的变化之中,要形成一套完整定性的需求分析还很困难,再加上本人对于 J2EE 技术的深度和广度把握有限,本文的设计和实现中还存在着不足和差距,在后续的

研究和开发中需要进一步完善的有以下几点:

(1) 历史运价数据量比较庞大, 每个预测模型都会有一定的误差, 需要经过反复论证才能找到合适的模型。

(2) 系统应提供更多的管理功能以实现不同层次的管理需要, 提供更强大的查询功能。

(3) 由于 ARMA 模型本身比较复杂, Java 自身的能力实现很困难, Matlab 集成了 ARMA 模型的相关组件, 所以需要借助第三方软件工具 Matlab 来实现, 因此部署软件的服务器上必须安装 Matlab, 这样就对软件的使用产生了一定的局限性, 造成系统的可移植性不是很好。

参 考 文 献

- [1] 国务院发展研究中心产业经济研究部. 2004 中国产业发展报告. 北京: 华夏出版社, 2004
- [2] 秦玉琴. 新世纪领导干部百科全书[M]. 北京: 中国言实出版社, 1999, 1957-1958.
- [3] 吕靖, 王彦. 国际航运经济与市场[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2000.
- [4] 谢新连. 船舶运输管理与经营[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 1997.
- [5] 陈湖, 陈汝龙, 陈绍勇等. 交通运输统计词典[M]. 北京: 人民交通出版社, 1992: 468-469.
- [6] 方芳. 船舶航运管理学[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [7] Spyros M, Wheelwright S C, Hyndman R J. Forecasting Methods and Applications[M]. New York, USA: John Wiley & Sons Inc. 1997.
- [8] 徐国祥. 统计预测和决策[M]. 上海: 上海财经大学出版社, 1998: 254.
- [9] 萧浩辉. 决策科学辞典[M]. 北京: 人民出版社, 1995.
- [10] Tommaso Proietti. Comparing seasonal components for structural time series models[J]. International Journal of Forecasting. No. 16: 247 - 260.
- [11] Sanders N R, Ritzman L P. Judgemental adjustment of statistical forecasts. In: Armstrong J S. Principles of forecasting. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2001: 405.
- [12] Good P. Improving the voluntary integration of statistical forecasts and judgement[J]. International Journal of Forecasting, 2000, (16): 85.
- [13] George E. P. Box. 时间序列分析预测与控制[M]. 北京: 中国统计出版社, 1997: 101-135.
- [14] 王燕. 应用时间序列分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005.
- [15] 叶舟, 陈康民. 温斯特曲线与季节性指数平滑法在电力负荷预测中的应用与改进[J]. 电力建设, 2000, (8): 13-16.
- [16] Clemen R T. Combining forecasts: A review and annotated Bibliography[J]. International Journal of Forecasting, 1989, (5): 501.
- [17] Lim J, Connor M. Judgemental adjustment of initial forecasts—its effectiveness and biases[J]. Journal of Behavioral Decision Making, 1995, (8): 149.
- [18] 胡永红, 吴志峰, 李定强等. 基于 ARIMA 模型的区域水生态足迹时间序列分析[J]. 生态环境, 2006, 15(1): 94-98.
- [19] JIANG WEI, TSUI K L. A new SPC monitoring method: the ARMA chart[J]. Technometrics, 2000, 42(4): 399-410.
- [20] Wallis, K. F. Seasonal adjustment and relations between variables. Journal of the American Statistical Association, 1974, 345(69): 18-31.

- [21] 纪跃芝, 范小娜. 利用指数平滑法预测经济变量[J]. 长春工业大学学报. 2003, (6):61-63.
- [22] 王勇领. 预测计算方法[M]. 北京:科学出版社, 1986.
- [23] 张德南, 张心艳. 指数平滑预测法中平滑系数的确定[J]. 大连铁道学院学报, 2004, 25(1):79-80.
- [24] 王振龙. 时间序列分析[M]. 北京:中国统计出版社, 2000:231-232.
- [25] 易丹辉. 统计预测方法与应用[M]. 北京:中国人民大学出版社, 1997:79-107.
- [26] 刘福仁, 蒋楠生, 陆梦龙等. 现代农村经济辞典. 沈阳:辽宁人民出版社, 1991:475.
- [27] 郑家亨. 统计大辞典. 北京:中国统计出版社, 1995:1430.
- [28] 卢奇, 顾培亮, 邱世明. 组合预测模型在我国能源消费系统中的建构及应用[J]. 系统工程理论与实践, 2003, (3):2-430.
- [29] 赵国忻, 王明涛. 一种变权重组合预测方法研究[J]. 西北纺织工学院学报, 200014(3):228-232.
- [30] 门玉明, 晏长根. 季节性指数平滑法在地下水位预报中的应用[J]. 工程勘察, 2002, (2):25-27.
- [31] 尹相达. 我国沿海煤炭运输市场现状与发展趋势研究:(硕士学位论文). 大连:大连海事大学, 2008.
- [32] 陈玉祥, 张汉亚. 预测技术与应用[M]. 北京:机械工业出版社, 1985.
- [33] Danny Pfeffermann, Marietta Morry, Paul Wong. Estimation of the variances of X-11 ARIMA seasonally adjusted estimators for amultiplicative decomposition and heteroscedastic variances. International Journal of Forecasting. 1995(11):271-283.
- [34] 王国锋, 王子良, 王太勇等. Matlab 在时间序列分析中的应用[J]. 应用科技, 2003, 30(5):36-38.
- [35] 张善文, 雷英杰, 冯有前. MATLAB 在时间序列分析中的应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2007.
- [36] <http://www.iteye.com/wiki/topic/733805>.
- [37] 刘斌. 精通 Java Web 整合开发: JSP+AJAX+Struts+Hibernate[M]. 北京:北京电子工业出版社, 2007. 11.
- [38] 何玉洁. 数据库基础及应用技术[M]. 北京:清华大学出版社, 2002.
- [39] 潘海兰, 吴翠红, 葛晓敏. XML 及其在 MVC 模式中的应用[J]. 计算机技术与发展, 2010, 8(02):202-205.
- [40] 靳秀兰, 张晓琳. 基于 J2EE 平台 MVC 模式的就业管理信息系统的设计与实现[J]. 科技信息, 2010, 12(02):259-261.

- [41] 张宇, 王映辉, 张翔南. 基于 Spring 的 MVC 框架设计与实现 [J]. 计算机工程, 2010, 3(04):59-62.
- [42] 李容. 基于 MVC 模式的 Web 应用研究 [J]. 软件导刊, 2010, 2(01):19-21.
- [43] 陈才贤, 李莉. Struts 框架的分析及其改进 [J]. 计算机应用与软件, 2010, (01):26-28.
- [44] 宋汉增, 沈琳. 利用 Hibernate 对象持久化服务简化 Java 数据库访问 [J], 计算机应用, 2003. 12
- [45] Joe Walnes, Ara Abrahamian, Mike Cannon-Brookes et al. Java Open Source Programming With XDoclet, JUnit, WebWork .Hibernate. Indiana: Wiley Publishing, Inc, 2004.
- [46] 寇毅, 吴立文. 基于 MVC 设计模式的 Struts 框架的应用方法 [J]. 计算机应用, 2003, 23(11): 91—94.
- [47] LiChunlin. A java-based method for developing web application systems. Porc. Of IEEEAPCC, 1999:423-424.
- [48] 欧阳宏基, 马广平, 葛萌. 基于 Struts 框架的 Web 应用研究与实现 [J]. 计算机与数字工程, 2010, (03):197-200.
- [49] 嵇可可. Struts+Spring+Hibernate 框架的开发. 电脑编程技巧与维护, 2010, (06):17-18, 88.
- [50] Joe Walnes, Ara Abrahamian, Mike Cannon-Brookes et al. Java Open Source Programming With XDoclet, JUnit, WebWork .Hibernate. Indiana: Wiley Publishing, Inc, 2004.
- [51] 李宝, 凌永红, 刘春燕. 整合 Struts 和 Hibernate 框架 [J]. 福建电脑, 2007, (09):23-25.
- [52] 张海玉, 刘晓霞. 用 Struts 开发基于 MVC 的 Web 应用 [J]. 微机发展, 2005, 15(7):40-43.
- [53] Bill Siggelkow. Jakarta Struts Cookbook [M]. Reilly Press, 2005.
- [54] 杜玲玲. 基于 Hibernate 框架的数据持久化应用开发. 微计算机信息, 2008, (06).
- [55] 吴京慧, 钱忠胜. 基于 Hibernate 对象持久化 Web 应用的研究. 计算机应用与软件, 2009, (02):22-24.
- [56] Hibernate 中文论坛, <http://forum.javaeye.com>.
- [57] <http://www.iteye.com/topic/24780>.
- [58] FerraioloD, D. R. Kulm. Role-Based Access Control. Proceedings of the NIS-TNSA National Computer Security Conference, 1992:554 — 563.
- [59] 王俊标. 精通 Java Web 开发-基于 Struts、EJB、Hibernate、Jbuilder [M]. 北京:人民邮电出版社出版, 2007.

[60] 王光源, 李庆忠. 行为模型在 Web 应用测试中的使用研究. 计算机工程与科学, 2006, (11):34-37

攻读学位期间公开发表论文

- [1] 王莹, 陈修权. 中心数据库集中访问控制系统. 小型微型计算机系统. 2011 年增刊.

致 谢

在两年的研究生学习生活中，各位老师的教导让我受益匪浅。本论文是在我的导师陈修权教授的精心指导下完成的。从论文的开题、撰写和修改，陈老师都给予了认真的指导。在陈老师的悉心指导和亲切关怀下，我不但顺利地完成了课题研究和论文的撰写，还掌握了立足实践的科学的学习、研究态度和方法。两年来，陈老师对学生在学习和研究上严格要求，在生活中又非常随和可亲，给了我许多关心和帮助。在此，谨向一直给予我悉心关怀和教诲的导师陈修权教授致以最真挚的感谢。

同时，我还要感谢管理科学与工程学科的所有老师的辛勤培养；感谢管理科学与工程研究生 2009 级的兄弟姐妹，是他们在学习和生活中给了我无尽的支持和帮助；同时谢谢我可敬可爱的师兄、师姐、师弟和师妹们，谢谢你们带给我的这段美好又珍贵的生活。

最后衷心感谢我的家人和朋友们，他们一如既往的支持和关心给了我无穷的动力和信心。谢谢你们。

