

上海海运学院

硕士学位论文

中远集运船舶管理信息系统研制

专业： 交通运输工程

研究方向： 现代船舶管理

研究生： 蒋国仁

导师： 郑士君

企业导师： 吴树雄

2003年2月

摘 要

本文是以中远集装箱运输有限公司（COSCON）所属船舶管理公司“船舶安全与技术管理系统”应用软件科研开发项目的基础上，综合国内外船舶管理信息化应用软件的开发和应用的特点，阐述了适合我国航运企业所属船舶管理公司（部门）现行管理模式的船舶管理应用软件的开发方案与技术，并对船舶管理信息化应用软件项目开发管理进行了探讨。

本文第一章在综合国外航运企业运用计算机管理信息系统的基础上，就我国现行船舶管理模式、管理手段严重制约了船舶管理水平的提高，阐述了开发本系统的必要性与重要性。

本文第二章对船舶管理公司的组织构成、管理模式与对管理系统功能模块的设置与细化的要求作了较为详细的论述，为开发出适合我国船舶管理企业现行管理模式的船舶管理系统奠定了基础。

管理信息系统的开发本质上是对管理过程中有用业务信息按需求所给定的功能目标进行有序组合。本文第三章尝试对船舶安全与技术管理系统信息流进行分析和探讨，并以船舶设备管理子系统（功能模块）为例，通过建立信息流的拓扑关系描述功能模块的结构组成与业务流程等。

本文第四章以船舶设备管理子系统（功能模块）为例详细描述了船舶管理系统面向对象的建模分析方法。并采用统一模型语言（UML）与基于 UML 语言的图形化 OO CASE（Object Oriented）工具 Rational Rose，用面向对象的开发设计方法来理解和把握用户的需求，建立系统模型，设计出灵活、适应性强的系统架构与流程，为最终实现船舶管理系统软件的成功开发提供技术保障。

本文第五章以实用性、投资回报率为原则，提出了实现船舶管理信息化的技术方案，并根据中远集运船舶管理公司现有资源与对系统的要求提出了系统硬件技术、系统软件技术、系统实施技术、数据安全技术等方案，并对选择方案进行了较为详细的讨论。

最后作者结合船舶管理信息化应用软件开发实践，提出了船舶安全与技术

管理系统应用软件开发项目整个过程控制的措施与方法。并对船舶管理信息化过程中所遇到的问题进行了讨论，提出了推进船舶管理信息化工作，一是要与船舶管理公司的改革、改组、改造和加强管理结合起来；二是要与强化企业的基础管理相结合；三是要与引进先进的管理理念相结合；四是要与培养复合型人才相结合的对策。

关键词：船舶管理，信息化，管理模式，系统模型，项目管理

Abstract

Based on the research project “Safety & Technique Management System” of ship management company of COSCON and characters of developing and deploying MIS(manage information system) in both at home and abroad, the author expands on the blue print and techniques of ship management software system of shipping lines that is fit for our country’s shipping lines which integrates the specialty of developing and deploying of informationization software in home and foreign. And makes an exploration of the project management of the informationization of shipping lines.

Chapter one of this thesis, explains the necessity and importance of developing the manage system, in terms of the current ship manage model, manage measurement having restriction on the improvement of ship manage level, on the basis of integrating shipping lines’ MIS in both at home and abroad.

Chapter two conducts a detailed study on the demand of structure, manage model and the setting and specialization of MIS’s function module, and builds a foundation for developing a ship management MIS that suits our country’s lines.

In the essence, MIS is a sequential combination of useful operation information that is presetting at the system demand. Chapter three tries to analyses work flow of “safety & technique management system”, and taking ship equipment management as example, describing the structure of function modules and operation flow of the system after establishes the information flow.

Gives an example of subsystem of equipment management, chapter four introduces the object oriented modeling method in ship manage system, and using the modeling language UML (unified Modeling Language) and UML based visual design tool Ration Rose, to understand the requirement of the customers, the thesis establishes a system model,

designs a agile and suitable system architecture and work flow, thus provides the technique support for the successful system.

On the principle of practical and high return, chapter five puts forward the scheme of the informationization. The thesis also brings forward the hardware, software, implementation, data safety scenario to meet the demand of the current resource and requirement of COSCON, and makes a detailed discussion on the scenarios.

Lastly, taking as reference the practice of developing MIS and software development process control and ISO quality system, the thesis proposes the whole steps and means of process control of the system. The thesis discusses the problems facing in the process of ship manage informationization, and puts forward the strategy of combining ship management informationization with the reforming, reorganizing and enhancement of shipping lines, with the strengthening of skeleton management, with the introduction of developed management conception of both domestic and foreign, with fostering comprehensive talent.

Jiang Guoren (MTE2000)

Directed by Zheng Shijun

Directed by Wu Shuxiong

KEY WORDS: ship management, informationization, manage model,
system model, project management

目 录

1. 综述.....	1
1.1 课题研究意义.....	1
1.2. 国内外船舶管理信息化软件研究概况.....	1
1.2.1 国外船舶管理信息化软件应用概况.....	1
1.2.2 国内船舶管理信息化软件的应用与开发概况.....	2
1.2.3 国内自主开发的船舶安全与技术管理系统.....	3
1.3 效益分析与达到的水平.....	4
1.3.1 经济、社会效益预测.....	4
1.3.2 达到的水平.....	5
1.4 本课题的主要研究内容与任务.....	5
2. 中远集运船舶安全与技术管理系统.....	6
2.1 中远集装箱运输有限公司简介.....	6
2.2 中远集运船舶管理需求与实现目标.....	8
2.2.1 船舶管理需求.....	8
2.2.2 实现目标.....	8
2.3 中远集运船舶安全与技术管理系统架构.....	9
2.4 中远集运船舶安全与技术管理系统功能.....	10
2.5 模块细化分析.....	12
2.6 系统工作模式.....	14
3. 船舶安全与技术管理系统信息流分析.....	15
3.1 船舶设备管理业务流程分析.....	15
3.2 数据字典.....	20
3.2.1 数据流条目.....	21
3.2.2 基本加工条目.....	21
3.3 数据文件条目.....	22
3.4 船舶设备管理信息流模型.....	23
3.4.1 船舶设备管理信息流的拓扑关系.....	23
3.4.2 船舶设备管理信息流数学表达式.....	25
3.4.3 综合判断决策模型.....	28
4. 船舶安全与技术管理系统建模与设计.....	30

4.1 系统设计语言 UML 及工具 Rational Rose 介绍.....	30
4.2 船舶设备管理总体架构.....	32
4.3 编辑设备信息.....	35
4.3.1 添加设备.....	35
4.3.2 删除设备.....	36
4.4 设备工单.....	37
4.4.1 工单初始化.....	37
4.4.2 添加临时工单.....	40
4.4.3 工单处理.....	41
4.4.4 工单安排.....	42
4.4.5 工单报告.....	43
4.4.6 工单存档循环.....	45
5.船舶安全与技术管理系统技术方案.....	47
5.1 系统技术方案选择原则.....	47
5.2 系统硬件架构设计方案.....	47
5.3 系统硬件配置.....	48
5.4 系统软件架构设计方案.....	50
5.4.1 表示层.....	51
5.4.2 领域层.....	51
5.4.3 基础架构层.....	51
5.5 系统实施技术方案.....	53
5.6 网络拓扑方案.....	54
5.7 网络安全方案.....	54
5.7.1 网络结构的保障.....	55
5.7.2 计算机网络安全体系.....	55
5.7.3 防火墙方案.....	56
5.8 备份方案.....	57
6.船舶安全与技术管理系统项目实施管理.....	58
6.1 项目管理组织架构.....	58
6.2 制定项目实施标准与加强过程控制.....	59
6.2.1 项目组织和准备阶段.....	59
6.2.2 软件蓝图规划和设计阶段.....	61
6.2.3 软件的建立和实现阶段.....	62

6.2.4 运行准备阶段.....	63
6.2.5 运行阶段.....	64
6.3 船舶安全与技术管理信统开发中要解决的几个问题.....	65
6.3.1 先进的管理模式是实现船舶管理信息化的前提.....	65
6.3.2 强化船舶管理的基础工作.....	66
6.3.3 船舶管理人员要具备先进的管理理念.....	66
6.3.4 推进船舶管理信息化，领导是关键.....	67
结束语.....	68
致谢.....	70

参考文献

献

... . 71

1. 综 述

1.1 课题研究意义

航运业是具有国际化和资本、技术密集型特点的产业，随着科学技术的进步，各种现代化设备与技术不断应用于船舶，对船舶管理工作的要求越来越高。但航运业又是一个古老而又传统的行业，作为航运业基础的船舶管理，受到稳健的传统管理理念的影响，信息技术在船舶技术管理中的应用始终落后于其他行业。自 2000 年初，国家经贸委提出“十五”期间国有企业实现信息化管理的要求以来，船舶技术管理信息化已经列入我国各大航运企业“十五”规划之中。为此，中远集团提出了“依靠技术创新，为经营和管理水平的提高提供科技保障”的战略方针，并加强了对企业信息化与技术创新工作的领导与投入，这几年中远集团在这方面已取得了不少成果。但是船舶管理领域的信息化与技术创新工作与经营管理领域相比明显滞后，到目前为止中远集团下属的各航运企业所属的船舶管理公司（部门）还没有一个规范的管理模式及与其相配套的船舶管理信息系统，现行的船舶管理运作方式及信息传递方式与中远集团在国际航运界的地位不相符，与世界著名航运企业相比有明显差距^[1]。

加入 WTO 后的我国各大航运企业，为参与国际航运市场与船舶管理市场的竞争，推进船舶管理信息化已迫在眉睫。

1.2. 国内外船舶管理信息化软件研究概况

1.2.1 国外船舶管理信息化软件应用概况^[3]

国际上被船舶管理公司广泛采用的船舶管理信息化软件主要有两家开发商：ABS 船级社 的 SAFENET 船舶管理软件和 SPECTEC 公司的 AMOS 船舶管理软件。但国际知名的航运公司、船舶管理公司，如 EVERGREEN、OOCL、WALLEM、BARBER、DENHOLM、COLUMBLA、P&O 及 SEA-LAND 等航运企业大多拥有自行开发的符合本公司管理模式的船舶管理软件，信息技术在船舶管理中的应用已十分普及，实现了船舶管理信息完全浓缩在一台电脑和网络中，做到了船岸信息数据共享，使船舶管理过程处于船岸同步监控之下，使管理效率大为提高。

1.2.2 国内船舶管理信息化软件的应用与开发概况

从1997年中远集团建立计算机网络开始,所属各公司也已陆续完成了网络建设工作,初步具备了船舶管理信息系统运行的外部条件,但目前网络功能的开发与利用非常有限,好多计算机还只作为一台打字机在使用,主要原因是缺少与其相配套的各种管理应用软件,使大量硬件建设投入没有产生应有的效益。有的船舶管理公司(部门)也组织开发了一些管理软件,但限于各种条件限制与传统管理模式与管理理念的影响,开发管理软件时过多考虑了让计算机迁就于管理人员,缺少先进性、科学性;有的船舶管理公司(部门)开发的管理软件只考虑某个部门或科室的要求,缺少系统性,无法做到数据共享与无纸化办公要求。所以,到目前为止我国还没有一套适用于中国航运企业的船舶管理公司(部门)使用的,能满足船舶管理工作中要实现技术管理是基础,安全管理是核心,成本管理是目的的船舶管理应用软件。

随着信息技术的普及与我国航运事业发展需要,各船舶管理公司(部门)也早已认识到应用IT技术进行船舶管理的重要性,许多企业也都作过多种尝试,但最终能转化为实际应用技术,且能运用于船舶管理工作的更是少见。船舶管理仍旧停留在传统管理手段上、一切仍靠人工处理,包括计划、记录、报告、备件物料申请、审批、采购等,船岸间的沟通仍靠船舶管理人员登轮检查。这已严重制约了船舶管理水平的提高,直接影响了船舶安全、营运率、船舶寿命及船舶管理人员(包括船员)业务素质的提高,更主要的是船舶营运不能令客户(租船人、货主)满意,直接影响到航运公司的经济效益与声誉^[3]。

国外船舶管理软件的引进工作也正在探索中进行,但由于受到不同管理体制、管理理念与费用的影响,国外船舶管理软件还没有得到我国航运企业的普遍认同,主要原因是国外管理软件是按国外船舶管理公司的管理体制与管理理念进行开发的,与我国各大航运企业现行的船舶管理体制,管理理念与运作流程等方面存在较大的差异。以及在软件今后的升级、完善与维护费用等方面也存在不同的看法。

1.2.3 国内自主开发的船舶安全与技术管理系统

由中远集装箱运输有限公司与上海海运学院合作正着手共同开发的船舶管

理信息化应用软件STMS (Safety Technique Management System) , 该应用软件共有十三个系统模块组成, 包含了我国现行船舶管理体制下的机务管理、海务管理、通导管理、安全管理、成本控制等功能, 具有适合船舶管理公司使用的机关版与船舶使用的船舶版两个版本。其管理理念为“**技术管理是基础, 安全管理是核心, 成本管理是目的**”^[31]。着重于船舶安全管理、设备完好率与成本管理的全过程控制。

系统主要特点:

- 1) 以船舶维修保养体系 (Chuanbo Weixiu Baoyang Tixi 简称 CWBT) 为基础, 对船舶全部机电设备的维护、修理、更新实行全过程跟踪、指导。方便船舶管理人员对船舶运行的监督、管理, 有利于公司领导对船舶发生紧急情况时的判断、决策。有利于船舶管理公司和船舶对质量保证体系和国际安全管理规则 (ISM) 的运作;
- 2) 船、岸数据实现定时同步, 资源共享、数据的录入与输出实现标准化与规范化。
- 3) 系统设计中, 注意为日后应用软件的升级或公司操作流程的变动提供再开发的可能性;
- 4) 尽可能利用公司现有的网络、硬件资源, 并使应用软件支持局域网以外的客户使用, 实现远程上网查询, 异地办公等需求;
- 5) 有利于改善公司现有管理模式, 提高设备完好率与船舶安全的控制力度, 实现船舶成本控制与优化运作。

1.3 效益分析与达到的水平

1.3.1 经济、社会效益预测

1) 适应国际公约对航行安全的需要

ISM 规则生效后, 对船舶管理公司 (部门) 的管理工作提出了更高的要求, 不但要求实现船舶航行安全与杜绝海上污染事故的发生, 并要求建立一套严格的安全管理监控体系, 完善的安全管理工作机制, 强化体系运行意识, 从而实现对整个管理过程的有效控制, 这就要求在管理过程的各个环节实施标准化、

规范化、程序化、数字化管理，而计算机信息化管理能使船舶管理的过程控制成为现实。

2) 适应信息化社会环境的需要

随着 IT 技术在整个人类社会中的运用与普及，如 EDI 电子商务的运用，因特网、局域网的运用，要求船舶管理在与外界的交往联络中，使用先进的通信联络手段、信息数字交换等技术，如备件采购，船岸间的技术交流、技术支持，资源共享，船舶动态与动力装置运行工况的数据交换，加强船舶管理工作过程的监控力度等，而采用信息化管理就能方便实现。

3) 有利于降低船舶营运成本

船舶维修保养体系 (CWBT) 在信息化管理的支持下，使船舶设备完好率得到提高，降低了偶然事故率，避免了停航损失，提高船舶的准班率，并实现了维修费用的有效控制。据国外某航运公司对其所属船舶数年的对比统计结果表明，采用船舶信息化管理后，船舶营运成本有明显下降。

船舶管理信息化为船舶安全提供了良好的技术保障，有利于船舶管理公司信誉的提升，促使保险公司保险费率的削减与折扣率的提高。若按折扣提高 0.1 百分点计算，对拥有近 40 亿美元资产的中远集装箱运输有限公司，则每年可节省保费约 400 万美元。

有利降低船舶通讯费用，节约率在 60%~90%，如以目前的每轮每月平均 1000 美元通讯费计算，那么对于拥有百余艘船舶的中远集装箱运输有限公司，则每年可节省近百万美元。

1.3.2 达到的水平

本项目开发出的船舶管理信息化应用软件的技术水平在国内处于领先；管理功能满足我国航运企业所属船舶管理公司（部门）对船舶管理工作的过程控制与成本控制；在性价比方面大大优于国外同类型应用软件；在管理模式方面具有中国船舶管理公司的管理特色^[4]。

1.4 本课题的主要研究内容与任务

1) 根据《中远集运船舶安全与技术管理系统需求书》提出的要求，在完

成对中远集运公司现行管理模式调研的基础上，参照国外船舶管理公司的先进经验完成管理模式的选择；

- 2) 按管理模式要求进行管理信息系统结构设计与分析，信息流分析与归类和系统建模；
- 3) 在上述基础上进行管理信息系统的总体设计；
- 4) 开发船舶安全与技术管理信息系统应用程序与测试（包括公司机关版与船舶版）
- 5) 机关版、船舶版数据库初始化与系统试运行维护
- 6) 船舶安全与技术管理系统项目管理

2. 中远集运船舶安全与技术管理系统

2.1 中远集装箱运输有限公司简介

中远集装箱运输有限公司（COSCON），简称中远集运，由原设在北京的中远集装箱运输总部与设在上海的上海远洋运输公司，经资产重组，于1998年1月27日在上海揭牌成立，是中国远洋运输集团（中远集团）所属专门从事海上集装箱运输的核心企业。经营范围主要包括：国际、国内海上集装箱运输、接受订舱、船舶租赁、船舶买卖、船舶物料、备件、伙食、燃油的供应，与航运有关的其它业务以及陆上产业，国内沿海货物运输及船舶代理，通讯服务，船员劳务外派业务，仓储、货物多式联运和物流服务。

中远集运目前拥有120多艘标准箱位集装箱船，总箱位逾23万标准箱；其中9艘5400标准箱位超巴拿马型全集装箱船是当今世界最先进的船舶。年箱运量达到400万标准箱。运力排名世界前列，箱运份额约占全球总额的4.2%；国内排名第一，箱运份额占8%。开辟20多条全球运输主干航线，船舶挂靠世界上100多个重要港口。集装箱运输业务遍及全球，其影响力辐射至五大洲各交通枢纽和经济热点地区，在全球拥有1000多个代理分支机构，并已形成网络。在中国本土，拥有货运机构300多个，覆盖全国铁路枢纽、公路网站、国际空港和沿海主要口岸，形成以大连、天津、青岛、上海、广州、西安、武汉等地区为支点，连接各主要交通城市的联运网络和运输服务系统。在境外，中远集运不断加强多式联运服务业务，网点遍及欧、美、亚、非、澳五大洲，做到了全方、全天候的“无障碍”服务。中远集运一贯重视服务质量的不断提高，始终坚持“以市场为导向，以客户满意为中心”的经营理念，已经通过了中国船级社、挪威船级社的质量及安全管理体系认证，为全国首家通过认证的船公司。中远集运不断增强企业适应市场、参与国际竞争的能力，力求为中国对外贸易和远洋运输事业做出积极的贡献。中远集运脚踏中远集团40年发展建立起来的牢固基业，依托上海国际航运中心的特殊地位，以创建面向21世纪世界一流航运企业的巨大魄力，昂首阔步，走向辉煌。

中远集运船舶管理公司作为COSCON子公司，服务于COSCON的船舶管理。我国各大航运公司为适应航运市场竞争与专业化船舶管理的需要，从上世纪九十年代起航运公司从功能上分为经营管理公司与船舶管理公司，船舶管理公司主要从事船舶安全技术管理与成本控制，大型船舶管理公司内部又以船队形式

分成若干管理部门与职能处室，船舶管理部门主要负责营运船舶的安全、设备维修保养工作，确保船舶的营运率，提高准班率；职能处室的功能是督查船舶的营运安全，进行成本核算与控制，并提供各种后勤与技术保障。图 2-1 为中远集运船舶管理公司现行管理机构设置框图，图中阴影部分为船舶安全与技术管理系统服务范围^[4]。

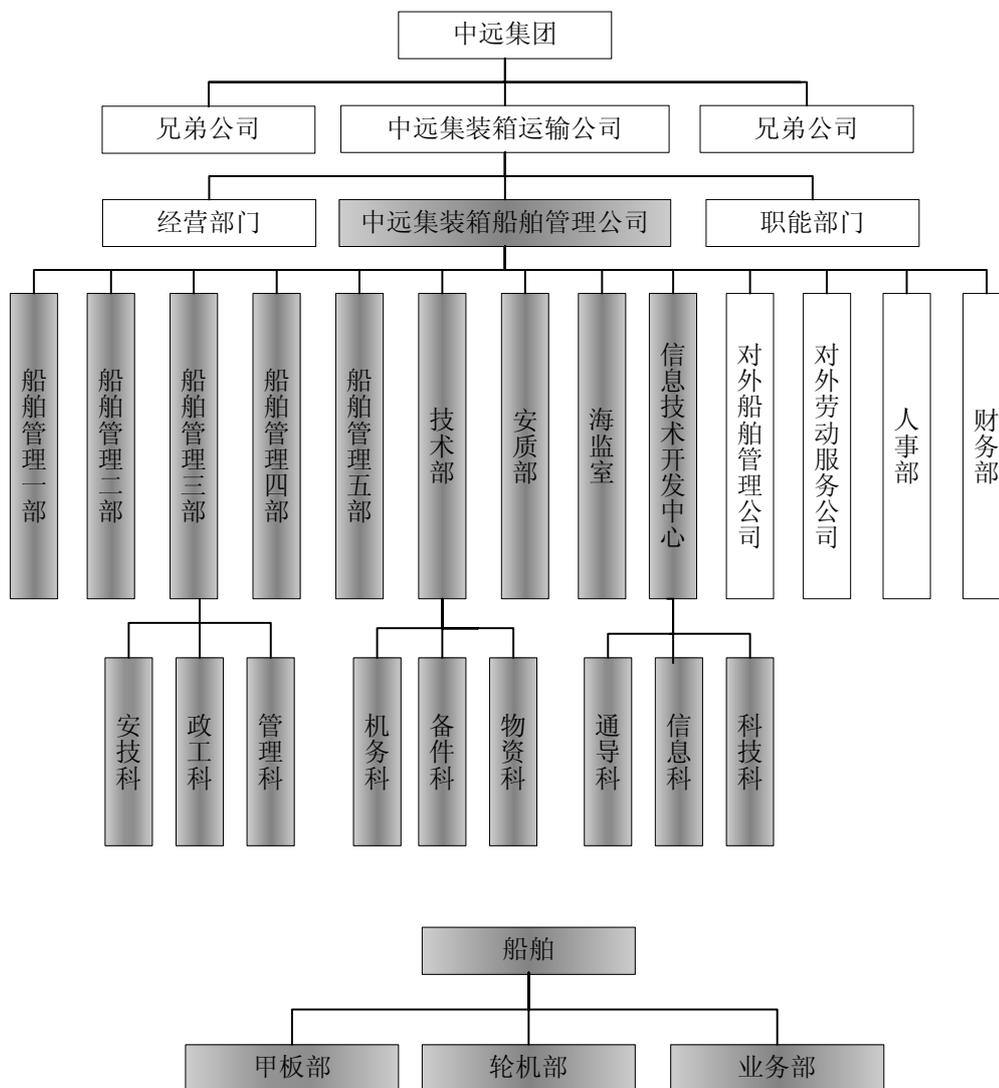


图 2-1 船舶管理公司管理机构设置图

这种船舶管理机构的设置在我国现有船舶管理公司中具有一定代表性，

是我国传统的船舶管理模式与适应我国国情需要的一种管理机构设置。由于我国航运企业的改革还在进行与完善中，与国外航运企业相比无论在管理体制、管理模式与管理理念方面均存在一定的差异。总体上说，我国现有船舶管理体制与模式还不能完全适应现代化船舶管理与参与国际船舶管理市场的竞争需要，所以船舶管理体制的改革与管理模式的创新是我国船舶管理公司当前迫切需要解决的一个课题。

2.2 中远集运船舶管理需求与实现目标

2.2.1 船舶管理需求

- 符合船舶管理公司（部门）管理需求，开发一套有助于领导监督、方便操作的系统；
- 实现机关一船队的数据同步，实现信息共享、异地办公，方便管理人员对将来工作的安排和对历史记录查询；
- 为信息查询的快捷和数据同步的精简奠定基础，对数据库提出较高要求；
- 注意系统结构层次（表示层、领域层、基础架构层），为系统升级或变动提供可能性和方便性；
- 尽可能满足船级社要求，以获得其认证；
- 系统数据和操作界面中、英文的兼容（或中文操作界面，英文报表）；
- 充分利用现有的可持续性资源（人力、软件、硬件、网络），使系统支持局域网以外的客户使用；
- 以船舶维修保养体系（CWBT）为基础，指导船舶管理工作；
- 跟踪设备的运转情况、备品的仓储情况、供应情况；
- 对公司现有管理系统数据进行整合，并按功能要求进行重新再造，以达到功能丰富，操作简单的目的；
- 系统包括机关版本和船舶版本；
- 使用专用邮件程序传递系统数据文件，实现船一岸数据同步；
- 系统具有预警功能。

2.2.2 实现目标

- 以船舶维修保养体系（CWBT）为基础指导船舶工作的船舶安全和技术管理系统（STMS）软件，将大大提高船舶管理层领导的监督、决策能

力，方便船舶管理人员操作，跟踪船舶日常工作；加强船舶管理过程的控制与公司质量保证体系的运作；

- 船、岸数据实现定时同步，资源共享、数据的录入与输出实现标准化，规范化，并满足公司安全质量保证体系的要求；
- 系统设计中，注意为日后应用软件的升级或公司操作流程的变动提供再开发的可能性；
- 尽可能利用公司现有的网络、硬件资源，并使应用软件支持局域网以外的客户使用，实现远程上网查询，异地办公等需求；
- 有利于改善公司现有管理模式，提高设备完好率与船舶安全的控制力度，实现船舶成本控制与优化运作。

2.3 中远集运船舶安全与技术管理系统架构

中远集运船舶管理公司船舶安全与技术管理系统基本框架如图 2-2 所示 [8]：

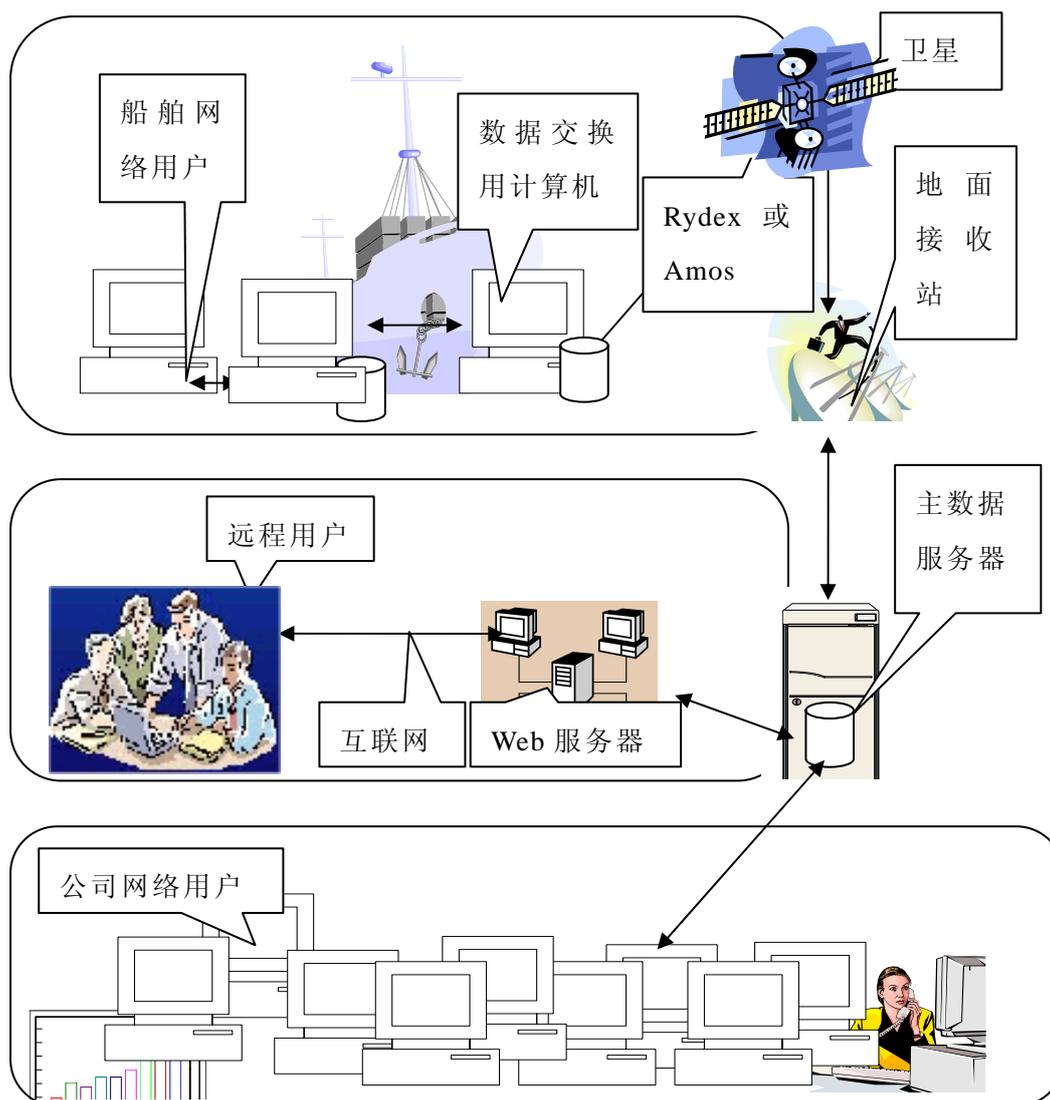


图 2-2 船舶安全与技术管理系统框图

2.4 中远集运船舶安全与技术管理系统功能

船舶安全与技术管理系统(简称船舶管理系统)从安全管理、设备完好率、成本控制与公司安全质量体系的正常运作的管理职能需要,以及船舶管理公司现行管理体制的所需,船舶管理系统设计共有十三个子系统(功能模块)组成(图 2-3)。分别为:安全质量管理体系、修船管理、证书管理、油品管理、物资管理、费用管理、安全管理、船岸数据交换、备件管理、设备管理(CWBT与PMS)、通导设备管理海务管理、在船船员管理与一个辅助的系统维护模块[11]。

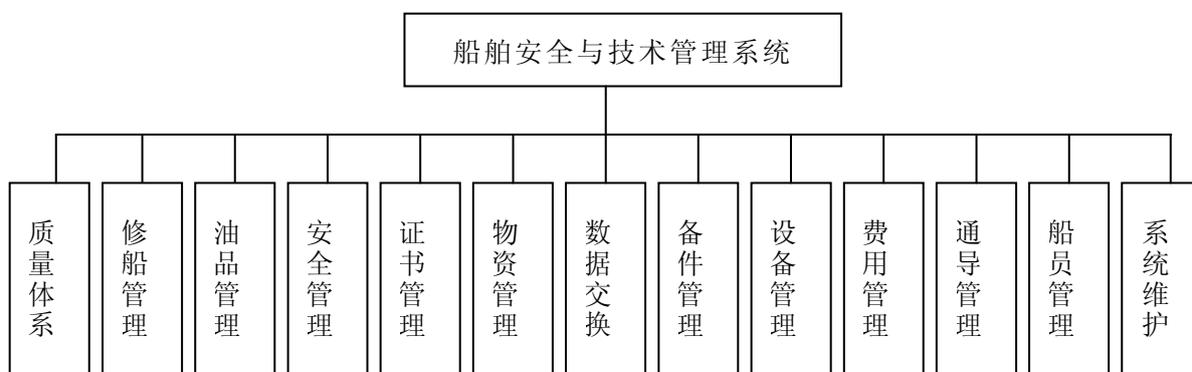


图 2-3 船舶安全与技术管理系统功能模块设置

● 设备管理

设备管理完成工作卡生成、计划安排、工单执行、工单报告、备品消耗、备品申请、备品到船登记、备品库存管理及所需的各种输出(上报总公司报表、公司内部报表、各种自定义查询输出等)等与设备维修保养管理工作过程控制有关的工作任务。

● 备件管理

备件管理主要功能是完成备件申请单、备件询价、备件订购、备件跟踪、定单付款、统计及所需的各种输出(上报总公司报表、公司内部报表、各种自定义查询输出等)等与备件管理工作过程控制有关的工作任务。同时,备件管理还对备件仓库进行管理,包括统定仓库和保税仓库。

● 证书管理

证书管理主要功能是完成证书录入、证书检验信息录入、证书检验、证书船检周期刷新及所需的各种输出(上报总公司报表、公司内部报表、各种自定义查询输出等)等与证书管理工作过程控制有关的工作任务。

- **油品管理**

油品管理完成油品消耗（燃料油、润滑油）管理，节油量（奖）管理，油品检验管理，设备油品趋势分析，综合查询、分析、统计及所需的各种输出（上报总公司报表、公司内部报表、各种自定义查询输出等）等与船舶油品管理工作过程控制有关的工作任务。

- **修船管理**

修船管理完成修船申请、计划安排、修船过程控制、费用控制、分析、统计及所需的各种输出（上报总公司报表、公司内部报表、各种自定义查询输出等）等与修船管理工作过程控制有关的工作任务。

- **安全管理**

安全管理主要功能是完成外部检查、内部检查、海事处理、航海保证、综合查询、分析、统计及所需的各种输出（上报总公司报表、公司内部报表、各种自定义查询输出等）等与船舶安全管理工作过程控制有关的工作任务。

- **物资管理**

物资管理实现各种船舶物资供应定额分配、费用计划制定，物料费用、油漆费、化学品费用、绑扎费用按内、外购费用类别进行管理与过程控制，对主要供应商报价的综合管理，综合查询、分析、统计及所需的各种输出（上报总公司报表、公司内部报表、各种自定义查询输出等）等与船舶物资管理工作过程控制有关的工作任务。

- **干部船员管理**

干部船员管理完成干部船员（船长、轮机长、驾驶员、轮机员等）基本资料登记、任职记录登记、报批登记、谈话记录、综合查询、分析、统计及所需的各种输出（公司内部报表、各种自定义查询输出等）等与船舶干部船员管理工作过程控制有关的工作任务。

- **体系文件管理**

体系文件管理完成船舶管理公司体系文件录入（导入）、更新、查询；船舶体系文件录入（导入）、更新、查询，船舶管理报表模板的管理，本模块的管理由安全质量办公室提供管理文件资源、更新信息与内容，使用者只有查询、浏览、调用文件与报表的权利。

- **通导管理**

通导管理完成工单管理、通导设备订购、通导设备库存管理、通导证书管理、单船通导设备管理、工程费用统计及所需的各种输出（上报总公司报表、公司内部报表、各种自定义查询输出等）等与通导管理工作过程控制有关的工

作任务。

- **费用管理**

费用管理实现船舶费用预算、船舶费用计划的分配、部门、公司年度计划的制定，机务五项费用实际支出控制，计划与实际完成情况的上报，公司五项机务费用使用分析及所需的各种输出（上报总公司报表、公司内部报表、各种自定义查询输出等）等与船舶费用管理工作过程控制有关的工作任务。

- **系统维护**

系统维护完成船舶信息维护、权限设置、及其他基础数据维护及所需的各种输出（查询信息输出）等与其他管理模块工作过程控制有关的基础数据维护工作任务。

2.5 模块细化分析

功能模块的细化，是根据船舶管理的需求与应用程序开发的需要进行，是建立功能模块数学模型的基础工作，按使用者的具体需求进行细化，并征得各使用部门的确认，此项工作对系统开发非常重要，图 2-4 是系统中船舶设备管理功能模块经细化后的组成结构实例图解。

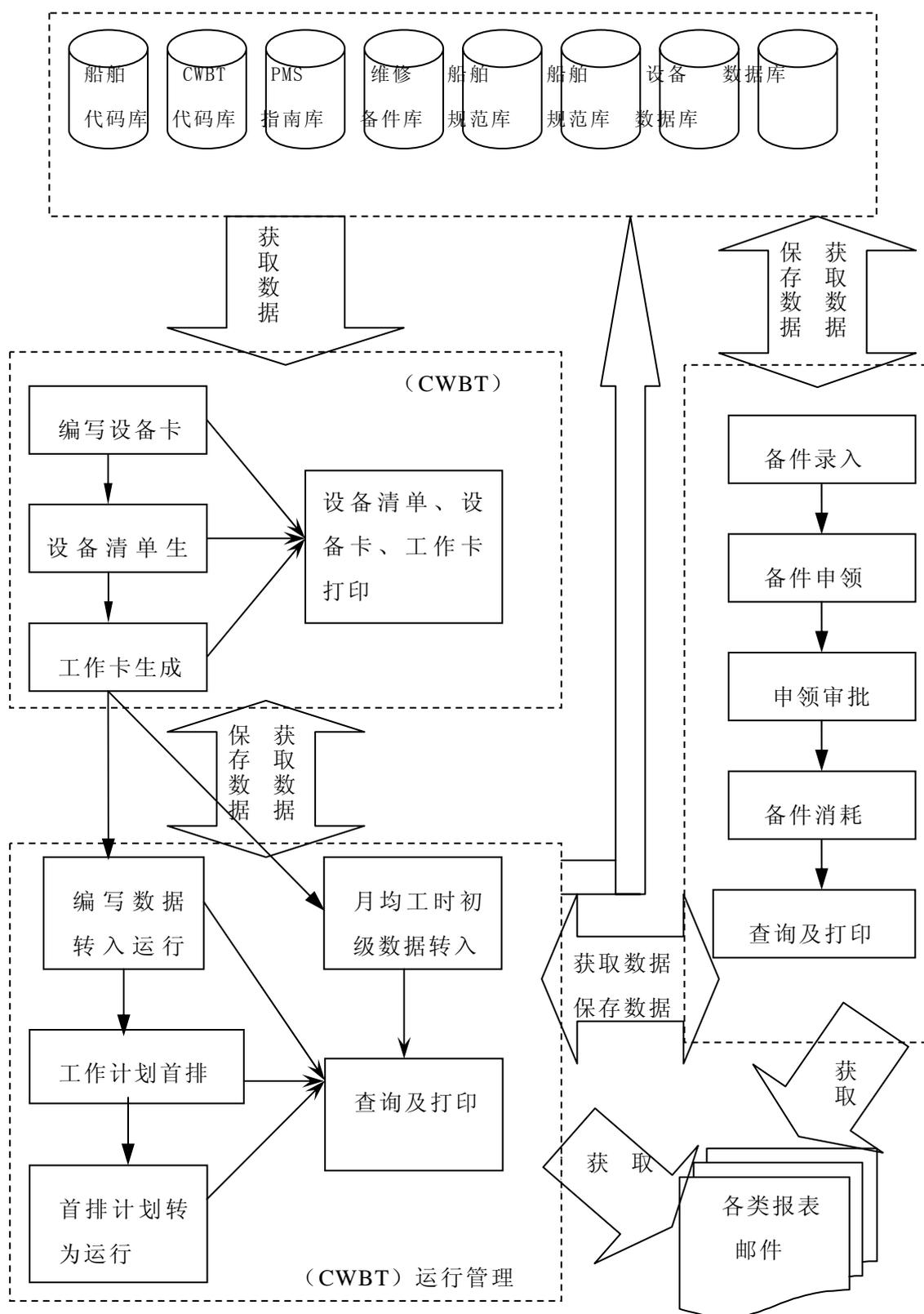


图 2-4 船舶设备管理功能模块细化

2.6 系统工作模式

船舶管理系统运行于船舶管理公司的局域网，采用客户机 / 服务器（CLIENT / SERVER：C/S模式）与浏览器 / 服务器（BROWSER / SERVER：B/S模式）混合模式^[15]。如图 2-5 所示：

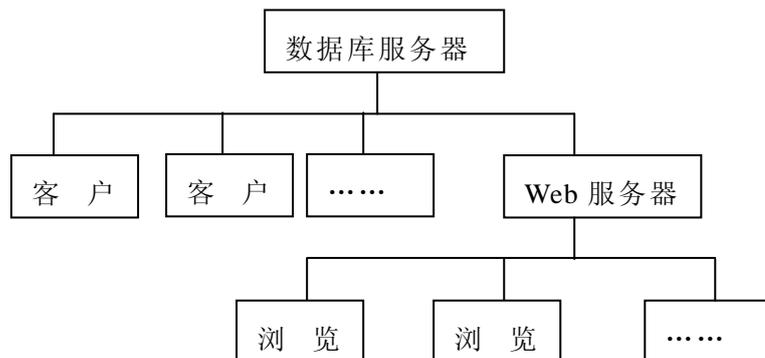


图2-5船舶安全与技术管理系统工作模式

对于面向大量使用者作用的模块采用浏览器、Web 服务器、数据库服务器三个层次组成的 B/S 模式，在使用者的计算机上安装运行浏览器软件，基础数据集中放在较高性能的数据库服务器上，中间建立一个 Web 服务器作为数据服务器与客户机浏览器交互的连接通道；而对于在系统模块安全性要求高、交互性强、数据处理量大、数据查询等日常事务性工作则使用 C/S 模式，以便充分发挥各自的长处，确保应用软件的安全可靠与高效率。

3. 船舶安全与技术管理系统信息流分析

船舶管理系统是为实现系统信息的整体管理目标，对各类管理信息进行系统综合处理，并辅助各级管理人员进行管理决策的人工系统。该类型系统主要由信息收集、信息存储、信息加工、人机对话与输出等部分以及信息管理者所组成。它一般可以根据决策层次、管理职能和信息处理方式，分成若干个相互关联的子系统（功能模块），以便于整个系统的开发。

因此，船舶管理系统的开发本质上是对我们所需的有用业务信息按需求所给定的功能目标进行有序组合。而这种有序组合必须符合信息“流动”的特定规律，这种特定规律就是指满足特定系统的信息流模型。

本章以船舶设备管理业务信息流为分析对象，尝试对船舶安全与技术管理系统信息流采用建模方法进行分析探讨，其目的是为开发适合我国航运企业所属船舶管理公司现行管理模式下的管理信息系统提供设计思路。

3.1 船舶设备管理业务流程分析

根据船舶维修保养体系（CWBT）的需求，对船舶维修保养体系（CWBT）设立的业务项目有：设备信息管理、设备—工作信息设立、工单初始化、临时工单管理、工单安排、工单处理、工单执行、工单报告、工单存档循环。设备管理总体业务流程如图 3-1，整个模块以设备—工作为基础、设备工单为核心，从工单的产生到存档的一系列过程，完成船舶设备的维修保养的一个循环^[19]。

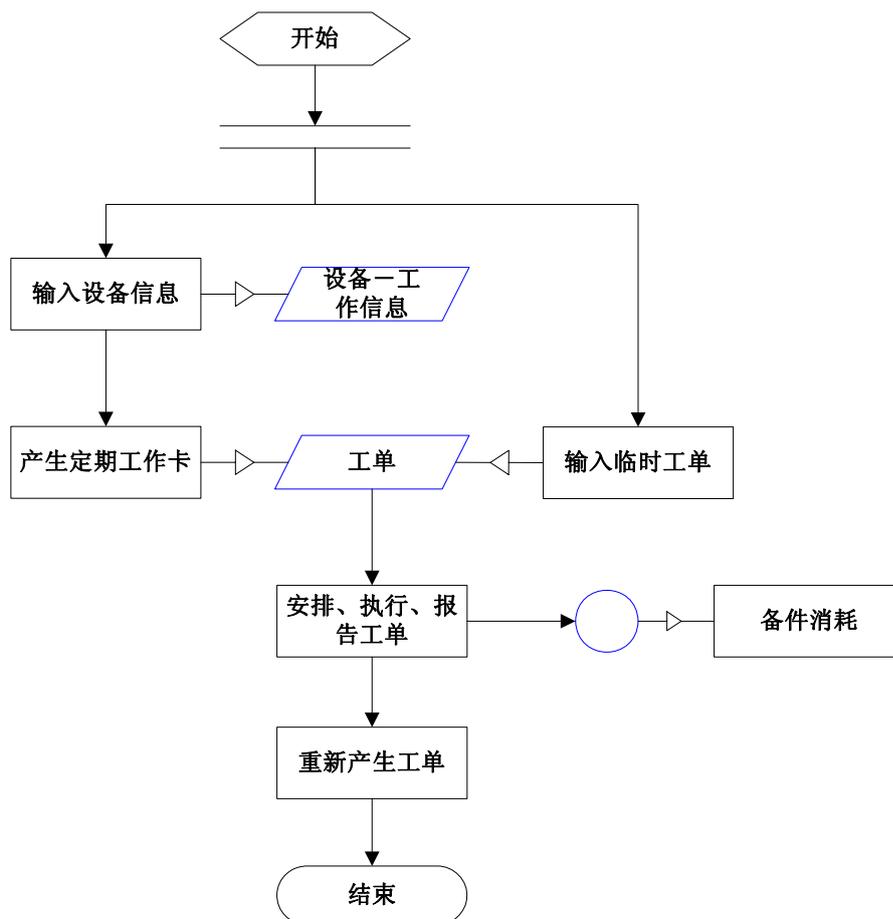


图 3-1 船舶设备管理业务流程图

1) 设备信息管理

设备信息管理包括船舶设备的初始化、设备信息查询、设备信息修改。设备的初始化为船舶设备信息的录入，初始化方法可从设备标准库（CWBT标准库）中手工选择录入或从姊妹船导入后进行修改，设备信息包括设备基础信息、设备-备件信息、设备-工作信息、设备-工作-备件预定信息、设备-计数器信息、设备-图纸信息。设备信息查询包括多方面的查询，提供各类组合查询。设备信息修改在设备查询基础上，对设备信息进行修改。设备编码规则为：!****，!为大写英文字母、*为数字（采用CWBT国标码）^[20]。

2) 设备-工作信息设立

设备-工作信息是船舶维修保养体系（CWBT）中工单的基础，周期制工单由该信息产生。设备-工作信息中，工作由基础数据集中的工作信息提供。其中，包括工作内容，工作等级、工作方式、工作周期等重要信息，还包括工作-备件预定信息。该信息是工单报告时，备件消耗的基础信息。

3)工单初始化

工单是维修保养工作的核心。周期工单根据设备-工作信息产生，周期工单数据由工作信息扩展。在初始化后，所有设备-工作信息产生新一周期的工单，若工单初始化时设备工作的工单已存在，则新工单覆盖原工单数据。工单编码规则为：#-###-##-##-#####，其中#为数字，###为船舶编码；##为年份；##为船舶部门编码；#####为工单流水号，其中，第一位为识别码，船舶为0，公司为1，后四位为自增长流水号。定期制：生成的新“工单”的到期时间都是系统当前的时间，即使用者操作的当天计算机系统时间。初始化的定时制“工单”经过到期时间的二次编辑后，就可以作为工作指令投入使用。定时制：通过“设备时钟”的读数、“设备-计数器”的数据，计算设备从投入使用之日到系统当前时间的平均日运行工作小时数，然后，根据设备的“定时制”保养频率与平均日用小时数的除数，得出该项工作的“到期时间（日期）”。

4)临时工单管理

临时工单管理包括添加、修改、删除，其中，删除操作应在工单安排前，否则删除操作不能执行。临时工单是为如修船时、安全大检查前、PSC与FSC检查前临时工作提供管理接口，所以，临时工单是一次性的，不参加工单循环。临时工单性质为“临时”，周期为空，（若需将临时工单改成周期工单，则需修改工单性质与给定周期频率，反之相同），其他同周期制工单。

5)工单安排

工单安排是对状态为指令、计划、超期的工单进行分配（分给设备主管），制定执行时间的操作，工单安排后工单状态为“安排”。

6)工单处理

工单处理包括工单取消、锁定、解锁。工单取消为对状态为“指令”（且为锁定）、“超期”的工单执行取消操作，取消后工单则不再执行，存档为历史记录。若工单为周期制，则存档后，根据取消日期产生下一周期工单；工单锁定为对重要的工单进行锁定操作，工单锁定后，其信息（如执行日期）不能更改。工单解锁操作为对已锁定的工单取消锁定。

7)工单执行

工单一旦分配到设备主管后，设备主管根据权限即可检索到所属的工作计

划，设备主管可对某工单的执行情况进行登记，如未完成，则该工单即为“执行”状态。

8)工单报告

工单报告为对工单按照具体工单的内容完成工作后，将工作的执行情况（完成质量、详细情况、备件消耗、测量数据等）登记系统中。工单报告后，若无缺陷，则工单状态为无缺陷完成，若有缺陷，则状态为缺陷，必须进行整改。整改后进行报告，若无缺陷，则工单状态为缺陷完成。工单报告中，备件消耗一旦登记，则调用备件管理、备件消耗登记接口进行备件消耗登记，形成历史记录。

9)工单循环存档

工单报告后，若为完成或缺陷完成，则对工单进行存档。存档后，工单执行情况形成历史记录，供查询和报表输出。若工单为周期制工单，则根据工单执行信息和工单周期信息，产生下一周期工单。

当“定期制”工单被执行了“完工”命令后，系统根据这张工单的保养要求及实际完成时间的差距确定新的工单的到期时间，即新的工单与原来的工单要求一致，差别仅在于“到期时间”的不同，确定新工单的“到期时间”原则有三个条件（表 3-1 所示），分别是：

表 3-1 工单循环周期确定原则

条件	原则
当原工单的实际“完成时间”在原工单的到期时间的前后期允差之内	在原工单的“到期时间”上直接加上其工作频率而得到新的工单的“到期时间”
当原工单的实际“到期时间”在原工单的到期时间的前期允差之前	在原工单的“实际完成时间”上直接加上其工作频率而得到新的工单的“到期时间”
当原工单超期完成	在原工单的“实际完成时间”上直接加上其工作频率而得到新的工单的“到期时间”

当“定时制”工单被执行了“完工”命令后，系统根据这张工单的保养要求及实际的完成时间、保养对象—设备的最后一次更新设备时钟而引起变化的日平均工作小时和工作频率确定新工单的“到期时间”。计算公式为：

$$T_2 = T_1 + F/V \quad (3-1)$$

$$F_0 = F - H_2 \quad (3-2)$$

式中： T_1 -原工单的完成时间；

T_2 -新工单的到期时间；

F -设备保养频率（小时）；

H_2 -当前时间设备计数器读数；

V -最后一次更新设备时钟后，设备的日平均运行小时；

F_0 -距离下一次保养所需的小时数。

整个工单循环描述如图 3-2 所示。

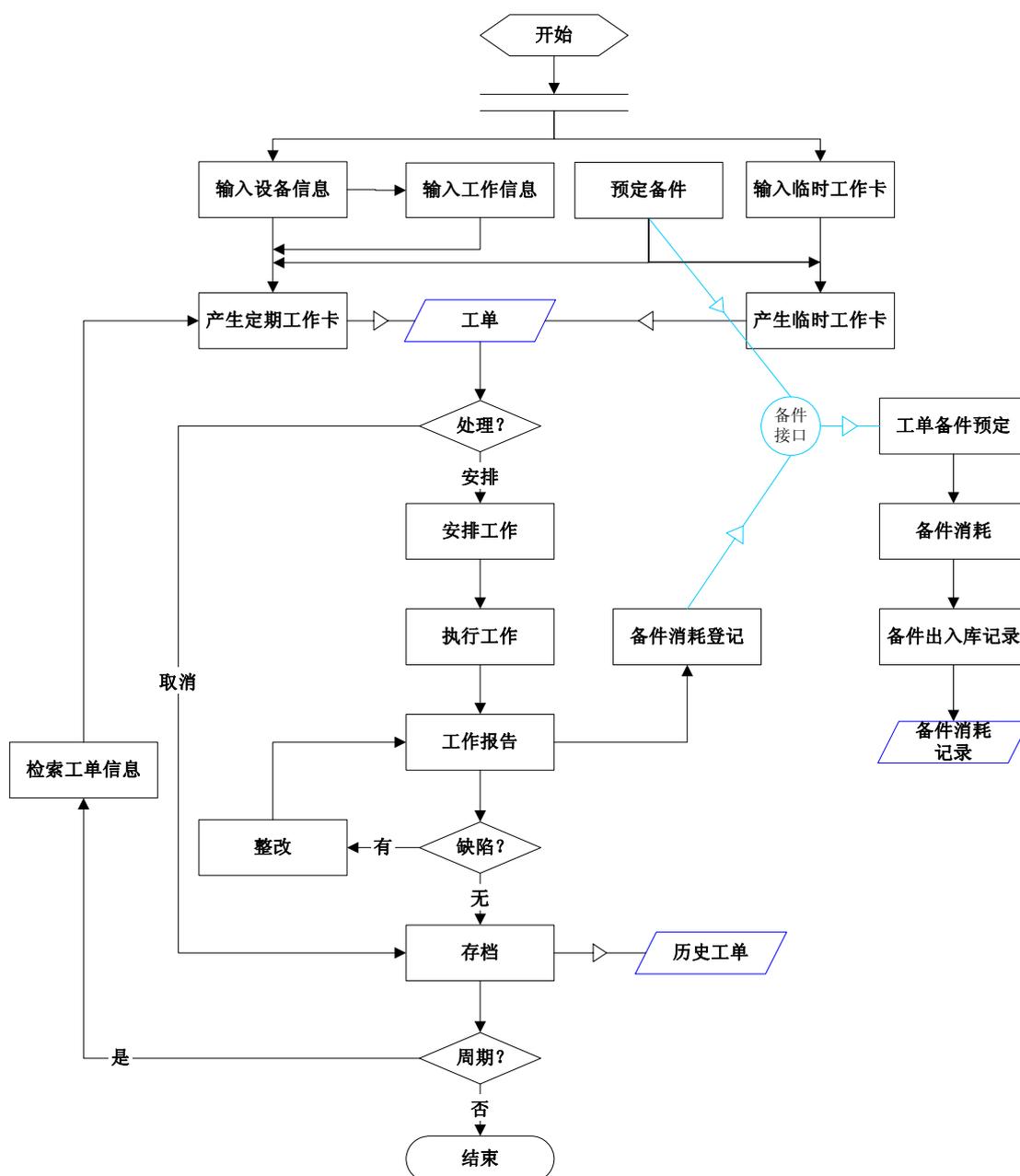


图 3-2 船舶维修保养体系工单循环流程图

3.2 数据字典

数据字典是对数据流图中的每一数据流、基本加工、文件及数据项加以具体定义，所有这些定义按一定次序汇集而成，即为数据字典。

3.2.1 数据流条目

3.2.1.1 工单初始化

数据流名称	工单初始化
来源	基础数据集
去向	工单
数据组成 =	设备信息 + 备件使用信息 + 设备-工作信息 + 工作-备件预定信息 + 计数器信息

3.2.1.2 工单报告

数据流名称	工单报告
来源	工单
去向	工单报告
数据组成 =	备件使用信息 + 工作-备件预定信息 + 计数器信息

3.2.1.3 工单存档

数据流名称	工单存档
来源	工单报告
去向	历史数据集
数据组成 =	设备信息 + 备件使用信息 + 设备-工作信息 + 工作-备件预定信息 + 计数器信息

3.2.2 基本加工条目

3.2.2.1 工单初始化

加工名称	工单初始化
激发条件	基础数据集设置正确
输入数据流	基础数据
输出数据流	工单
处理逻辑	将遍历每一设备-工作信息，根据工作信息及周期信息及其他辅助信息产生工单，若工单存在，则覆盖，否则新增。

3.2.2.2 工单安排

加工名称	工单安排
激发条件	工单计划产生
输入数据流	指令、计划、超期工单
输出数据流	安排工单
处理逻辑	将状态为指令、计划、超期的工单进行分配、安排时间。

3.2.2.3 工单锁定、解锁

加工名称	工单锁定、解锁
激发条件	未锁定、锁定工单
输入数据流	计划、指令工单；锁定工单
输出数据流	锁定工单；解锁工单
处理逻辑	锁定时将未锁定的工单锁定，不允许修改；解锁时将锁定的工单解除锁定。

3.2.2.4 工单取消

加工名称	工单取消
激发条件	
输入数据流	安排、超期工单
输出数据流	存档工单
处理逻辑	将安排、超期的工单取消。

3.2.2.5 工单执行

加工名称	工单执行
激发条件	负责人编辑
输入数据流	安排工单
输出数据流	执行工单
处理逻辑	负责人将安排的工单首次编辑时，系统将工单状态设为执行。

3.2.2.6 工单报告

加工名称	工单报告
激发条件	
输入数据流	执行报告
输出数据流	报告工单
处理逻辑	将工作执行情况进行报告，包括执行质量、消耗备件、测量表、计数器更新。

3.2.2.7 工单循环存档

加工名称	工单循环存档
激发条件	工单完成报告，无缺陷完成或整改完成
输入数据流	执行工单
输出数据流	存档工单
处理逻辑	将完成的工单存档，形成历史记录。若工单为周期制，则产生下一周期工单。

3.3 数据文件条目

3.3.1 设备信息

组成 = 设备编码 + 名称 + 型号 + 序列号 + 设备等级 + 说明书 + 使用位置 + 父设备 + 设备资料 + 制造商 + 制造日期 + 设备状态 + 代理商 + 主要参数

3.3.2 备件使用信息

组成 = 备件编码 + 备件名称 + 备件号 + 规格 + 使用数量 + 库存数量 + 单位
--

3.3.3 设备-工作信息

组成 = 编码 + 船检编码 + 标题 + 主管 + 周期 + 工作性质

3.3.4 备件预定信息

组成 = 工作编码 + 备件编码 + 预留数量 + 库存数量

3.3.5 设备计数器信息

组成 = 时钟名称 + 首次使用时间 + 启用时间 + 停机时间 + 总运行时间 + 设备日均运行小时

3.3.6 工单信息

组成 = 工作单流水号 + 标题 + 船检编码 + 设备编码 + 主管 + 工单性质 + 周期 + 检测表 + 工作单状态 + 工单生成时间 + 上次保养距今时间 + 工作等级 + 工作方式 + 维修原因 + 维修标准 + 前期允差 + 后期允差 + 到期时间 + 工作内容详细要求 + 承包商 + 备件预订信息 + 工作安排时间 + 工作执行时间 + 工作完成时间 + 缺陷标记时间 + 缺陷种类 + 整改到期时间 + 整改结束时间 + 工作确认（存档）时间 + 工单取消时间

3.3.7 测量数据信息

组成 = 工单流水号 + 报表

3.3.8 备件消耗信息

组成 = 备件编码 + 备件名称 + 备件代码 + 备件动态 + 备件数量 + 备件规格 + 备件仓库 + 单位

3.3.9 计数器更新

组成 = 时钟名称 + 本次运行时间 + 总运行时间

3.3.10 历史工单信息

组成 = 工单信息 + 测量数据信息 + 备件消耗信息

3.4 船舶设备管理信息流模型

建立信息流模型的目的是为了认识船舶设备管理的工作机制与运作程序，为开发船舶管理系统提供设计依据。

船舶安全与技术管理系统是一个大型复杂的管理信息系统，为了清楚表达船舶管理信息流的共性，我们将从系统的一个具体子系统（模块）出发，建立该模块的信息流模型，然后加以推论。

3.4.1 船舶设备管理信息流的拓扑关系^[22]

图 3—1 是船舶设备管理子系统（模块）的物理结构信息流示意图。

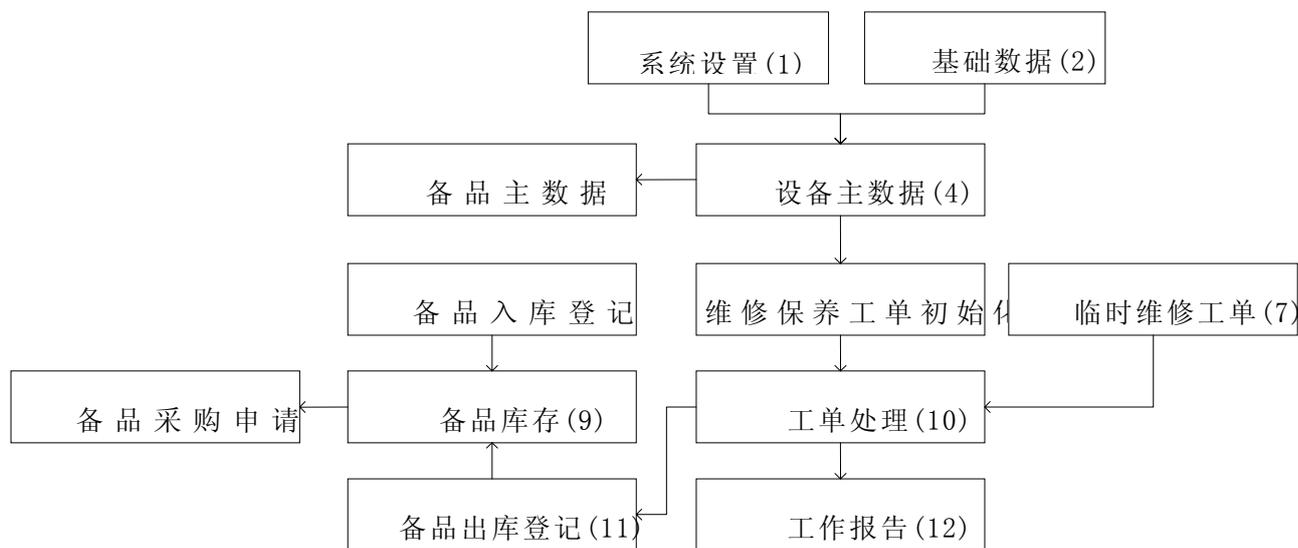


图 3-1 船舶设备管理子系统（模块）信息流物理结构示意图

图 3-1 中，“系统设置(1)”包含了设备管理的目标信息。所谓目标信息是指管理者希望管理对象应当达到的运动状态和运动方式。一般来说，一个完善的船舶管理信息系统的目标信息是：能够使公司所属各类船舶的信息（如证书、设备维护、安全控制、费用控制、物资供应等）内部共享。系统能够准确地对公司的各类信息进行统计、汇总；系统能够及时准确地为决策者提供决策信息。在设备管理子系统（模块）中目标信息主要是上级的要求，如设备维护要求、费用指标、备件采购方法、系统查询规则等，是系统要求实现的目标。

“基础数据(2)”包含了设备管理的若干环境信息。任何对象的运动状态和运动方式不是孤立的，它总是存在于一定的环境之中，并且和外部环境发生各种各样的联系，所以外部环境的运动状态和运动方式必然会影响到对象的运动状态和方式。在设备管理子系统（模块）中主要有各供应商的备件价格、服务质量，交货时间、港口等，以及设备、备件在各船舶的使用分布状态等。

“备品主数据(3)”、“设备主数据(4)”、“临时维修工单(7)”、“备品采购申请(8)”等是对象的初始信息。这些初始（或称原始）信息奠定了设备管理的基础。

“维修保养工单初始化(6)”、“备品库存(9)”、“工单处理(10)”、“备品出

库登记(11)”等是管理信息。管理信息本质上是将初始信息根据既定规则、制度或方法以最优原则进行加工处理，得到我们所希望的结果。

“工作报告(12)”是对象效果信息。所谓的效果信息，是指经过管理系统所得到的管理效果。图 3-1 中省略了一些其他效果，如备品备件送船跟踪情况（签收单），备件使用质量情况等。

图 3-1 的船舶设备管理子系统（模块），是整个船舶管理系统相对独立的一部分。模块中数据处理关键过程有：1) 数据存储，对于存储数据的各种介质的操作。2) 数据检验，对数据质量进行检验和修补的过程，对数据的准确性、完整性、一致性等进行检验。

3.4.2 船舶设备管理信息流数学表达式

对图 3-1，如果我们抽去其信息流的具体含义，仅根据信息流动方向，可画出其对应的几何拓扑结构图^[25]，如图 3-2 所示。

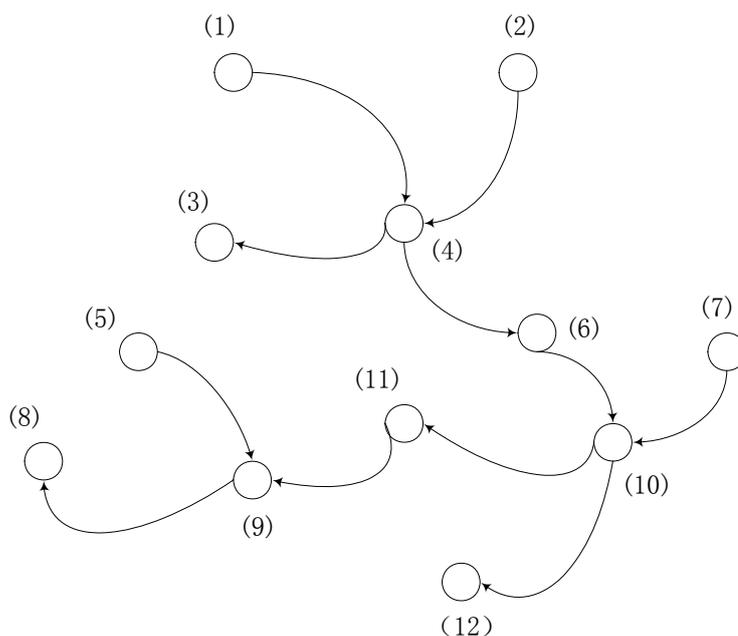


图 3-2 信息流拓扑结构示意图

图中节点(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)、(12) 分别代表图 3-1 中对应的功能环节，同时也代表相应环节中的集合。因此从数学角度看，送入节点数据可以看成是送出该节点数据的一个映射，这种映射有两个基本特征：

一是非线性。数据进出每个节点（功能环节）本质上是对数据进行了一次加工处理，它可以是数据压缩存储，或是查询、检索，也可是打印、输出等等。这些过程一般是非线形的。

二是时变性。数据时刻变化，对设备管理来说，库存备品备件消耗与补充不断变化；设备与备品备件供应厂商受市场影响而变化；公司的设备、备品备件费用指标则根据船舶运营状况而变化等等。

设图 3-2 中的节点为(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)、(12)，其中(1)、(2)、(5)、(7)为输入节点，(3)、(8)、(12)为输出节点，其余为中间节点，对应节点的信息为 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 、 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} ，因此对图 3-2 各节点的关系可用数学表达为：

$$\left\{ \begin{array}{l} f_4 = \varphi_4(A_1, t) + \varphi_4(A_2, t) \\ f_3 = \varphi_3(A_4, t) \\ f_6 = \varphi_6(A_4, t) \\ f_{10} = \varphi_{10}(A_6, t) + \varphi_{10}(A_7, t) \\ f_{12} = \varphi_{12}(A_{10}, t) \\ f_{11} = \varphi_{11}(A_{10}, t) \\ f_9 = \varphi_9(A_5, t) + \varphi_9(A_{11}, t) \\ f_8 = \varphi_8(A_9, t) \end{array} \right. \quad (3-3)$$

图 3-2 和式 (3-3) 描述了设备管理信息流的状态。更一般地，设系统有 n 个节点（ n 个功能环节），除 m 个输入节点外，第 i 个节点（ $0 < i < n - m + 1$ ）有 A_1, A_2, \dots, A_k 个输入信息流，则有

$$f_i = \sum_{j=1}^k \varphi_i(A_j, t) \quad (3-4)$$

下面讨论式 (3-4) 的作用意义。

1) 系统质量评价

管理信息系统自身的质量跟踪与评价，可以通过检验式 (3-4) 的关系式成立与否来确定，如果

$$f_i \neq \sum_{j=1}^k \varphi_i(A_j, t) \quad (3-5)$$

则我们可判定第 i 个功能环节出了质量故障，具体表现为文件遗失，存储

失效等。

2) 系统维护

管理信息系统投入运行后，数据量会随着时间增长而迅速膨胀，因此需要定期或不定期删除陈旧数据，这种维护本质上是对式(3-4)进行截尾。设 t_0 之前的陈旧数据需要删除，则系统第 i 个环节保留的数据为：

$$f_R = f_i - f_{i,t_0} = \sum_{j=1}^k (\varphi_i(A_j, t) - \varphi_i(A_j, t_0)) \quad (3-6)$$

3) 状态监控

对信息目标的运动状态监控，一段时间 T 内第 i 个环节信息增长(或下降)状态，可取式(3-4)的积分：

$$\theta_T = \int_T \sum_{j=1}^k \varphi_i(A_j, t) \quad (3-7)$$

而如果需关注信息变化情况，则取式(3-4)对时间的导数：

$$\lambda_T = \frac{\partial}{\partial t} \left(\sum_{j=1}^k \varphi_i(A_j, t) \right) \quad (3-8)$$

如以备品备件为例。备品备件作为易耗品，在不断消耗与补充，为了监视其动态过程，观察一段时间内备件的消耗或补充情况，则考察节点(8)，有

$$\theta_{8,T} = \int_T f_8(A_9, t) dt \quad (3-9)$$

而要观察某时间点的备件消耗或补充速率，则

$$\lambda_{8,T} = \frac{\partial}{\partial t} (f_8(A_9, t))|_{t=t_2} \quad (3-10)$$

4) 历史数据分析

将式(3-4)离散化(本质上计算数据就是离散的)的时间序列 Ft_1, Ft_2, \dots, Ft_n 根据此序列，可绘出历史曲线或各种图表。

5) 预测

如果利用历史序列 Ft_1, Ft_2, \dots, Ft_n ，运用合适的预测方法来外推 F ，则可得到外推序列 $Ft_{n+1}, Ft_{n+2}, \dots, Ft_{n+k} \dots$ ，可以对未来进行预测。

3.4.3 综合判断决策模型

1) 定义决策因素

影响设备管理业务过程中的决策因素有多种多样,如设备备件订货决策中厂商的报价、质量、供货期这三个因素最重要。现今这些因素分别为 u_1 , u_2 , u_3 , 它们组成一因素集合^[26]。

$$u = \{ u_1, u_2, u_3 \} \quad (3-11)$$

式中的各个因素必须量化,即在 $[0, 1]$ 区间内给以确定的数值。

2) 定义决策对象

提供设备备件的厂商有多家,每家厂商都提供一份自己的“因素集”,因此当我们通过对每家厂商的因素对比分析后,可得出选A厂商,还是B厂商,还是C厂商。因此,我们把供应厂商称之为对象。假设有四家厂商分别为 v_1 , v_2 , v_3 , v_4 , 构成对象集。

$$v = \{ v_1, v_2, v_3, v_4 \} \quad (3-12)$$

3) 因素集的权重分配

选择对象的各种原因(因素),其重要程度不尽相同,因此对 u_i 应赋予相应的权值 a_i ,构成权重集

$$A = \{ a_1, a_2, a_3 \} \quad (3-13)$$

它们满足归一化条件 $\sum a_i = 1$ 。权重可以在业务过程中调整,例如,当着重考虑运行成本时,价格因素的权值可大些;而当着重考虑维修需要时,供货期因素的权值可大一些。

4) 单因素评价

单独从一个因素出发进行评判,即确定 u_i 对 $\{v_j\}$ 的影响

$$R_{u_i} = \{ f_{v_1}(u_i), f_{v_2}(u_i), f_{v_3}(u_i), f_{v_4}(u_i) \} \quad (3-14)$$

式中元素表示因素 u_i 对选择对象 v_j 的影响,简单的方法是将式(3-14)中的量化值 u_i 直接代入(这里式(3-14)中的元素 u_i 实质上是一个四维数值向量,因为有四家厂商)。

于是全部三个因素作用的评判矩阵为:

$$R = \begin{pmatrix} R_{u_1} \\ R_{u_2} \\ R_{u_3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{v_1}(u_1) & f_{v_2}(u_1) & f_{v_3}(u_1) & f_{v_4}(u_1) \\ f_{v_1}(u_2) & f_{v_2}(u_2) & f_{v_3}(u_2) & f_{v_4}(u_2) \\ f_{v_1}(u_3) & f_{v_2}(u_3) & f_{v_3}(u_3) & f_{v_4}(u_3) \end{pmatrix} \quad (3-15)$$

5) 综合评判

将权重集 A 与评判矩阵 R 合成, 得

$$B = AR = (a_1 \quad a_2 \quad a_3) \begin{pmatrix} f_{v_1}(u_1) & f_{v_2}(u_1) & f_{v_3}(u_1) & f_{v_4}(u_1) \\ f_{v_1}(u_2) & f_{v_2}(u_2) & f_{v_3}(u_2) & f_{v_4}(u_2) \\ f_{v_1}(u_3) & f_{v_2}(u_3) & f_{v_3}(u_3) & f_{v_4}(u_3) \end{pmatrix} = (b_1 \quad b_2 \quad b_3 \quad b_4) \quad (3-16)$$

比较各个 b_i , 取最大者, 选中相应供应商, 即 $\max\{b_1, b_2, b_3, b_4\}$ 。综合评判较为直观, 方便地为船舶设备管理业务过程中的决策提供了定量依据。上述方法也可应用于船舶安全与技术管理系统的其它功能模块中。

4. 船舶安全与技术管理系统建模与设计

在计算机软件系统的分析与设计中，首先需要准确的描述使用者或用户需求中的功能需求，以便进一步确定系统中应该建立那些对象。Use Case 图提供了这样一种方法，所谓 Use Case 图是指系统的外部事物 Actor（活动者）与系统的交互，它表达了系统的功能。

在本节中我们仍以船舶安全与技术管理系统中的船舶设备管理子系统（功能模块）为例，讨论采用系统设计语言 UML 及工具 Rational Rose 进行应用软件的设计的方法。

4.1 系统设计语言UML及工具Rational Rose介绍^{[2][43]}

UML（统一模型语言 The Unified Modeling Language）是编制软件蓝图的标准语言，用于对复杂软件系统的各种成分的可视化，说明和构造系统模型，以及建立软件文档。UML 包含了 3 个方面的内容：模型的概念和表示法、语言的公共机制、对象约束语言。

- UML 模型的概念和表示法：UML 提供了 3 类基本的标准模型建筑块：事物、联系和图形。事物是一个模型的一级抽象成员，即构成模型的元素。UML 规定了 4 种事物的表示法：结构性事物、行为性事物、成组性事物、注释性事物。其中结构性事物指模型的静态部分，如对象类、Use Case、接口（Interface）、组件（Component）、节点(Node)等；行为性事物指模型的动态部分，如交互、状态机等；组成性事物指模型的组成部分，如包(Package)；注释性事物指模型的解释说明部分，如注释（Note）；
- UML 语言的公共机制：UML 规定了语言的四种公共机制：说明、装饰、通用划分、扩展机制。UML 规定可以自定义 3 种语言成分：构造型（Stereotype）、标记值（Tagged Value）和约束。UML 规定了许多标准的预定义的构造型、标记值和约束，但是允许自动扩充；
- UML 的对象约束语言：UML 的对象约束语言（Object Constraint Language, OCL）是一种表达施加于模型元素的约束语言。

Rational Rose 是基于 UML 语言的图形化 OO CASE（Object Oriented）工具，面向对象的开发设计方法有利于理解和把握用户的需求，建立系统模型，设计出灵活、适应性强的系统架构，最终实现容易维护的软件系统。Rational Rose 集中体现了当代软件开发的先进思想，把面向对象的建模与螺旋上升式

的开发过程相结合，有利于团队开发，并且综合了其他的开发技术，对软件系统的开发提供了强有力的支持，为运用面向对象的思想和技术、控制系统的复杂性、提高软件开发效率创造了必要的条件。**Rational Rose** 的主要优点如下：

- 降低开发风险；
- 提高软件成分的可用性；
- 提高系统的弹性；
- 提高开发进程的灵活性；
- 降低开发成本；

4.2 船舶设备管理总体架构^{[4][44]}

图 4-1、图 4-2、图 4-3 是采用 UML (统一模型语言 The Unified Modeling Language) 编制的船舶设备管理子系统用例分析图、状态图与顺序图来描述子系统的总体架构设计。

设备维修保养体系概貌

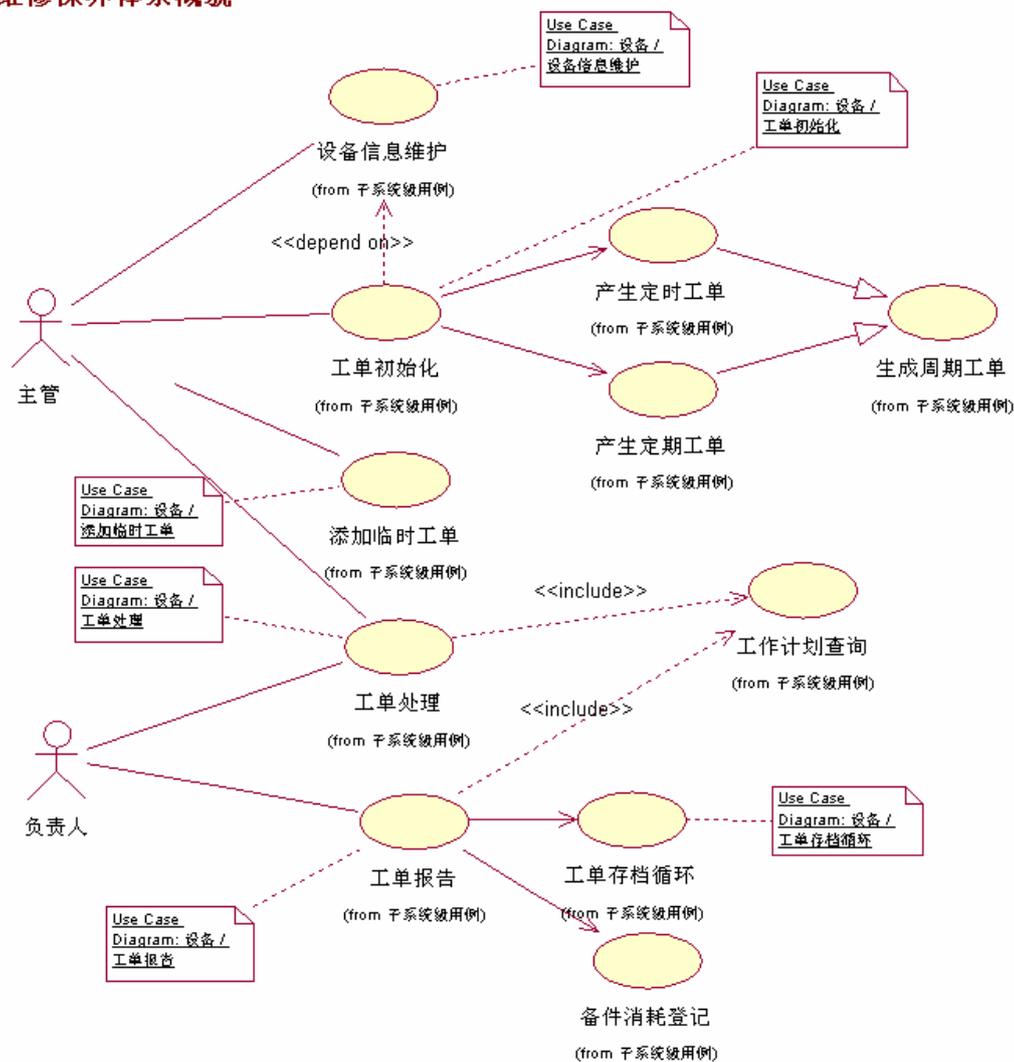


图 4-1 船舶设备管理用例分析 (模块级)

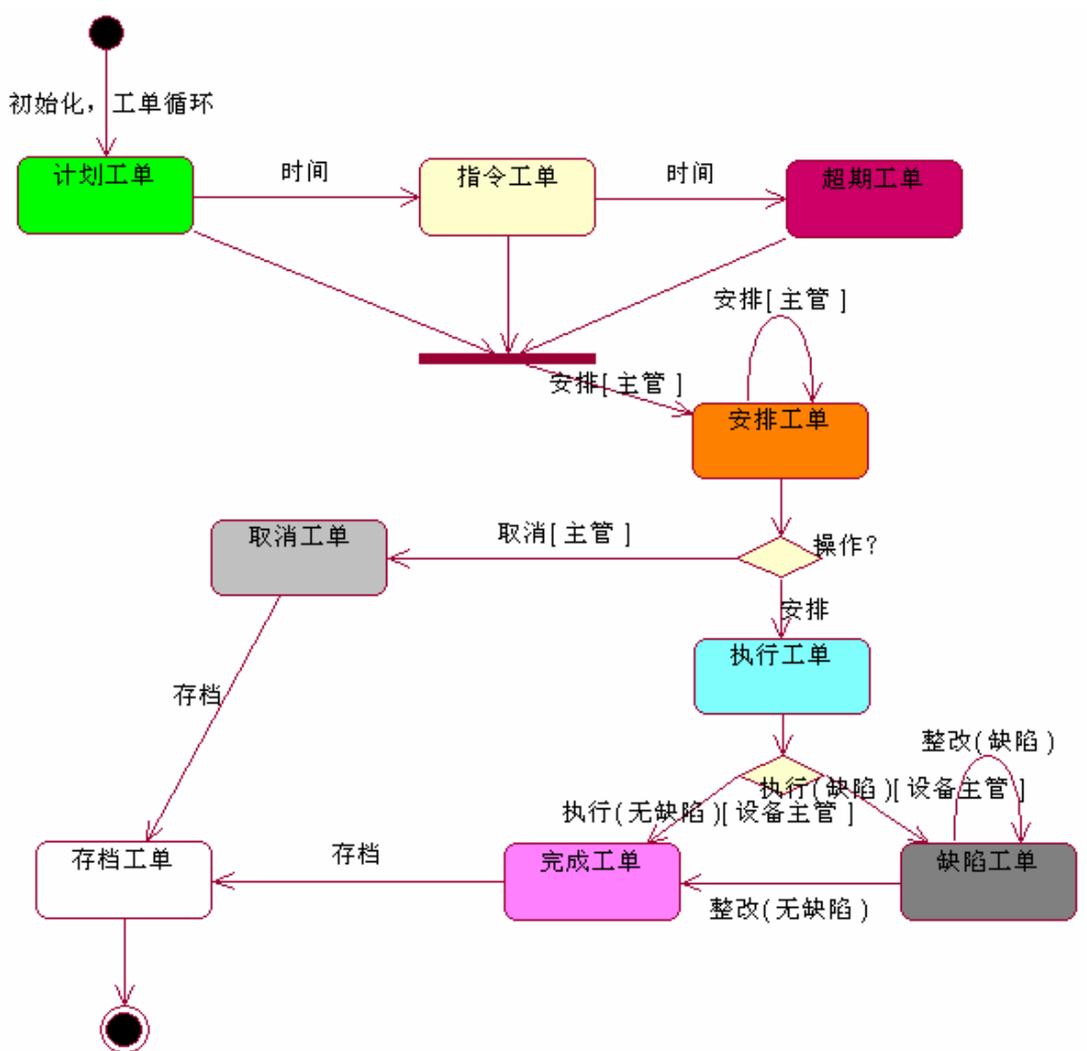


图 4-2 船舶设备管理工单周期状态图

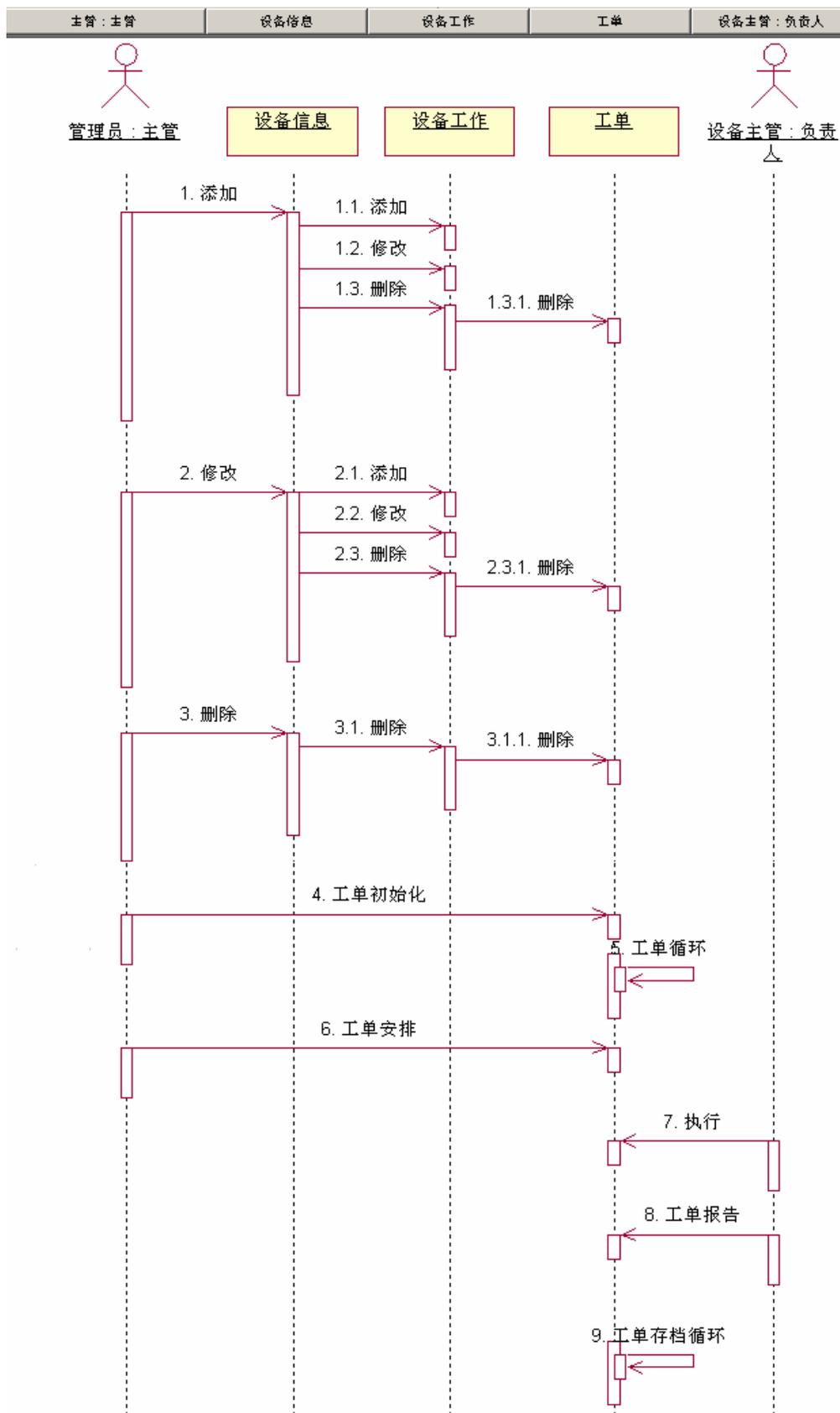


图 4-3 船舶设备管理顺序图

4.3 编辑设备信息

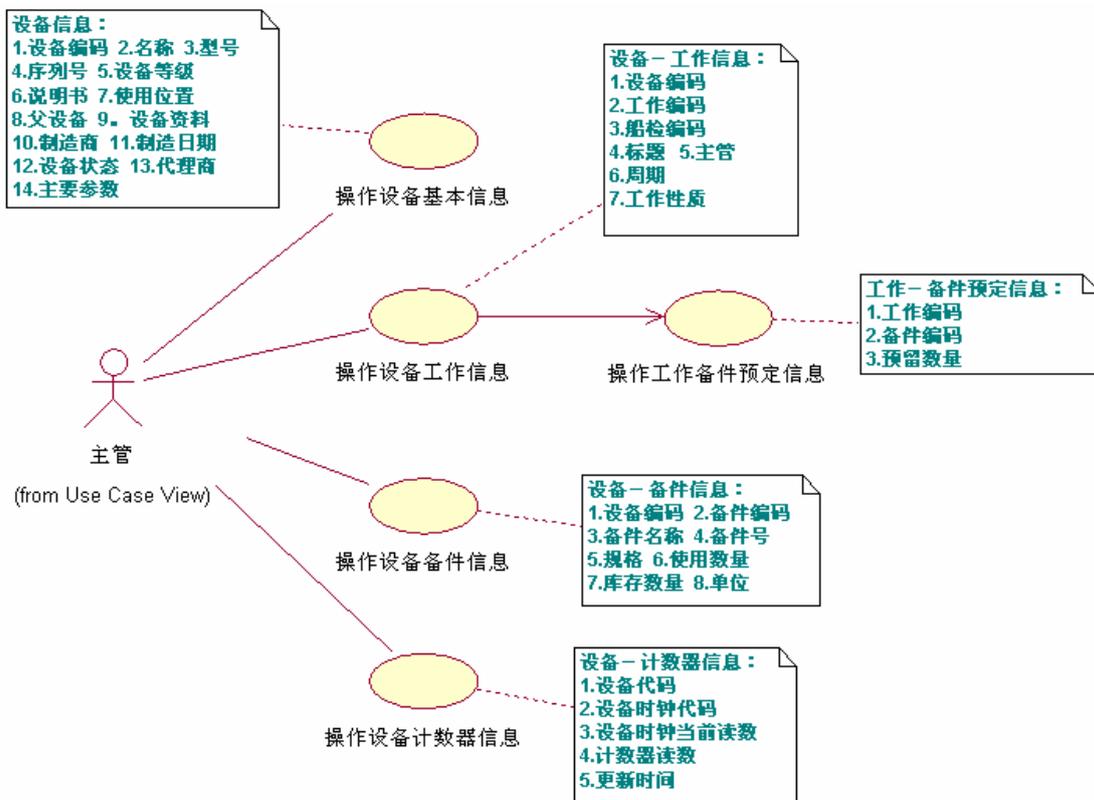


图 4-4 编辑设备信息用例分析（对象级）

4.3.1 添加设备

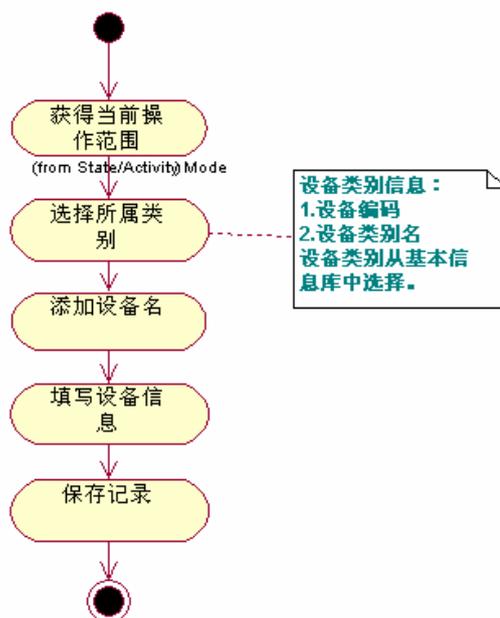


图 4-5 添加设备流程图

事件流：

1) 基本路径

- a. 系统获得当前用户的有效操作范围，并检索数据；
- b. 用户选择所需添加设备种类，并添加设备；
- c. 用户填写设备信息；
- d. 用户保存设备信息，系统刷新数据。

2) 备选路径

- a. 若用户在保存前退出，则取消该次操作。

前置条件

- a. 用户有权限对设备进行操作；
- b. 设备种类基本信息设置正确。

后置条件

- a. 用户保存后，即可打印设备信息；
- b. 用户保存后，即可对设备进行其他信息编辑。

4.3.2 删除设备

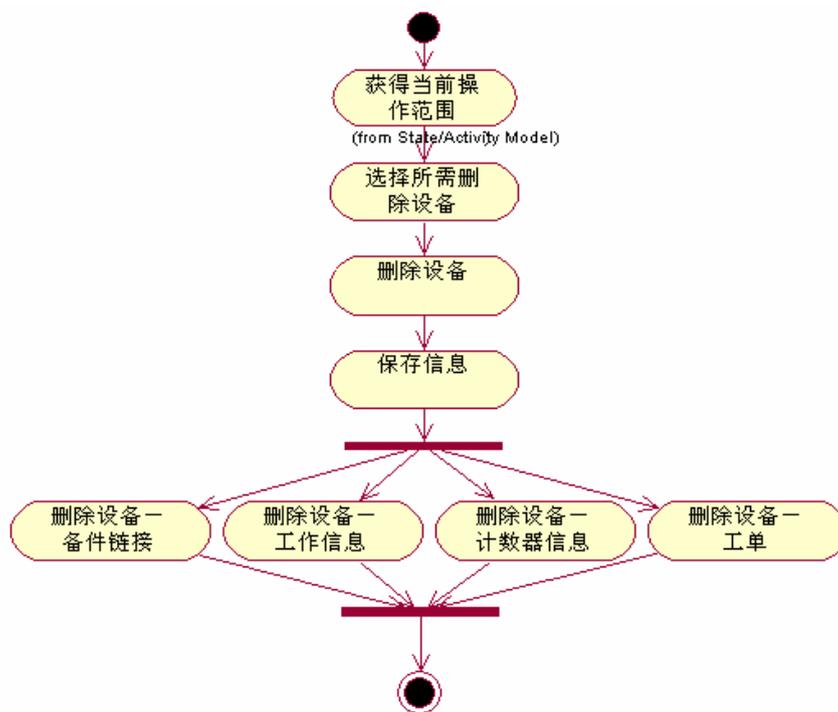


图 4-6 删除设备流程图

事件流

1) 基本路径

- a. 系统获得当前用户的有效操作范围，并检索数据；
- b. 用户选择所需删除设备，进行“删除”操作；
- c. 用户保存信息；
- d. 系统自动删除与设备相关的工作信息、备件链接信息、计数器信息、工单信息。

2) 备选路径

- a. 用户在保存前退出，则取消该次操作。

前置条件：

- a. 用户有权限进行操作。

后置条件：

- a. 用户保存后，系统刷新界面数据。

4.4 设备工单

4.4.1 工单初始化

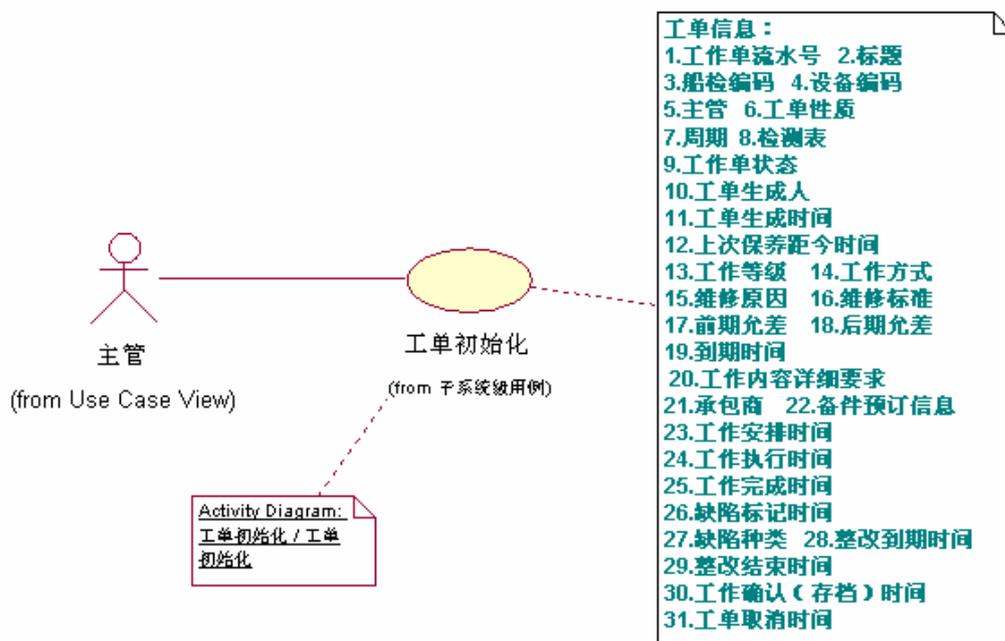


图 4-7 工单初始化用例分析（对象级）

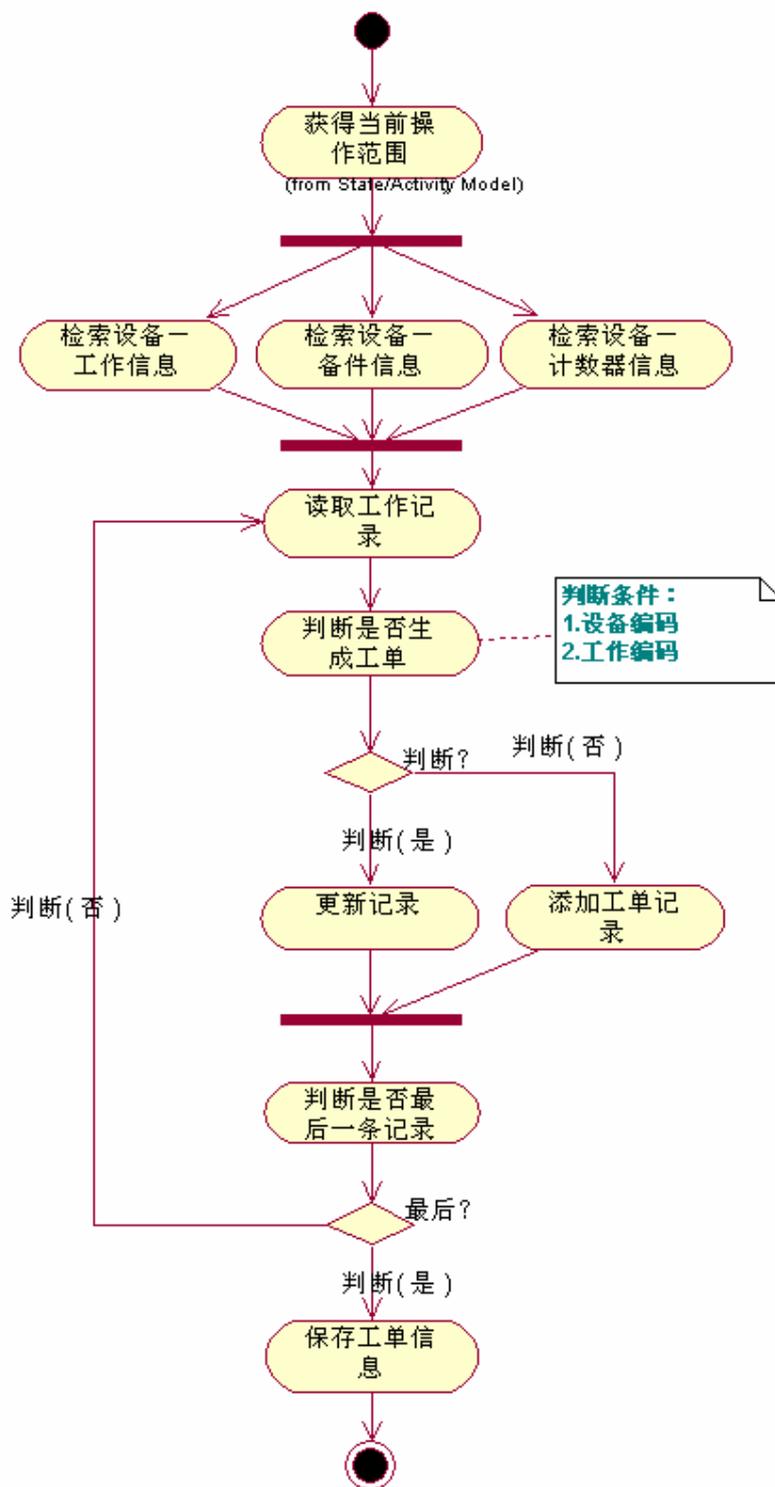


图 4-8 工单初始化流程图

事件流:

1) 基本路径

- a. 系统获得当前用户的有效操作范围，并检索数据；
- b. 系统检索设备-工作信息、设备-工作备件预定信息、设备-计数器信

息；

c. 系统遍历工作信息，判断设备工作是否生成工单。若生成工单，则用基本信息覆盖原工单，若未生成工单，则系统添加工单数据，并添加工单信息，产生工单流水号；

根据船舶、部门、年份、工单流水号计数器生成工单流水号，其规则为：
###-##-##-#####；

根据设备、工作、计数器等基本信息集添加工单数据；

工单生成人为当前用户，工单生成时间为当前时间，若工单首次生成，则到期时间为当前时间，否则当前时间为上次记录时间加周期；

根据预定工作备件信息，产生工单备件预定信息。

d. 保存工单信息。

2) 备选路径

a. 若设备—工作信息中周期为空，则无法生成工单周期及到期时间；

b. 若工单不为首次生成，且最近保养日期为空，则无法生成工单到期时间；

前置条件：

a. 用户有权限进行操作；

b. 设备信息、设备工作信息、设备工作备件预定信息、设备计数器信息设置正确。

后置条件：

a. 工单初始化后，用户即可打印工单数据；

b. 工单初始化后，用户即可对工单进行安排操作。

4.4.2 添加临时工单

临时工单数据同周期工单，工单性质设为“临时”，周期为空

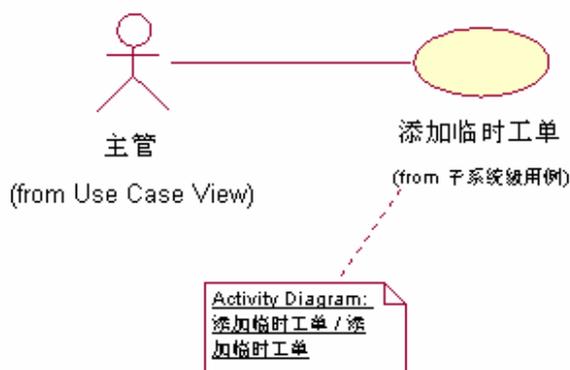


图 4-9 添加临时工单用例分析（对象级）

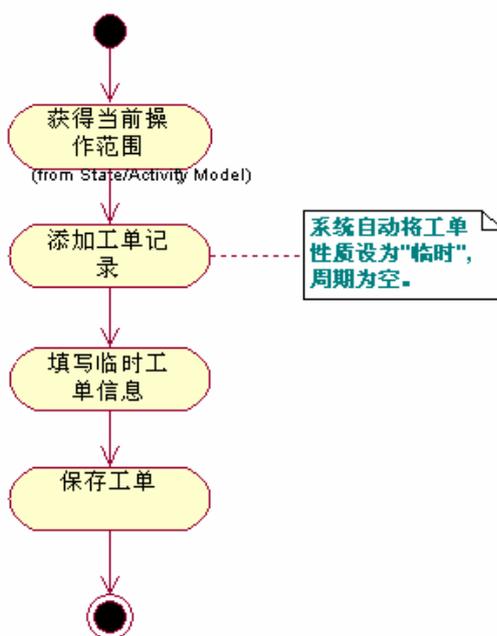


图 4-10 添加临时工单流程图

事件流：

1) 基本路径

- a. 系统获得当前用户的有效操作范围，并检索数据；
- b. 系统添加工单记录；
- c. 用户添加工单信息；（工单信息同周期工单）
- d. 用户保存工单，系统产生流水号。（同周期工单）

2) 备选路径

- a. 用户在保存前退出，则取消该次操作。

前置条件：

- a. 用户有权限进行操作。

后置条件：

- a. 临时工单保存后，用户即可打印工单数据；

4.4.3 工单处理

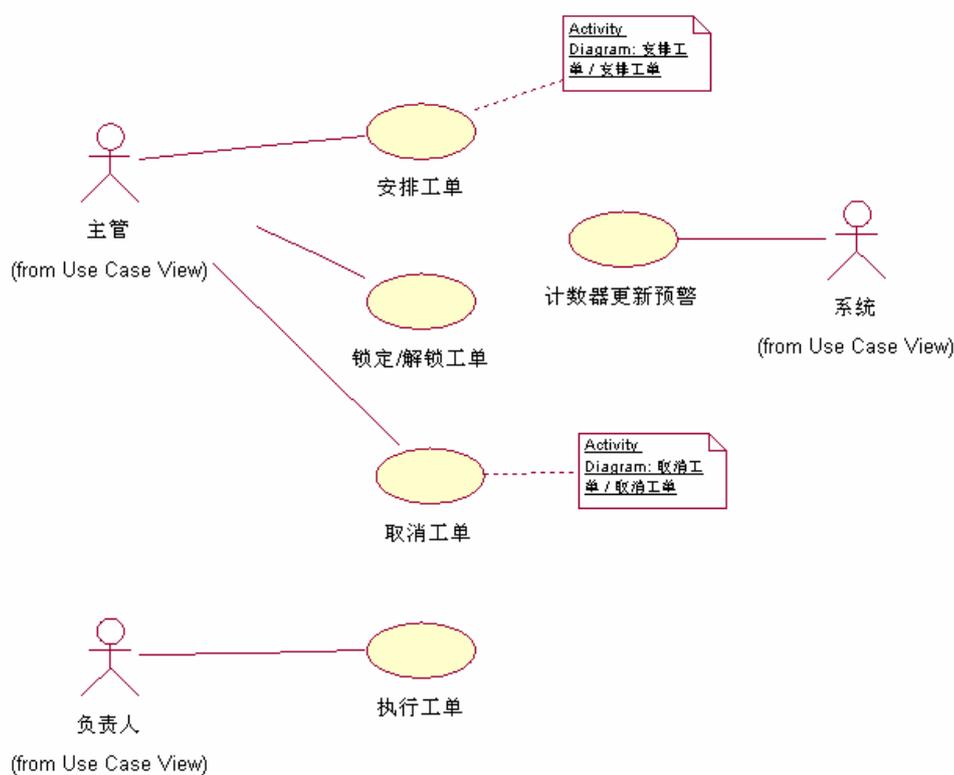


图 4-11 工单处理用例分析（对象级）

4.4.4 工单安排

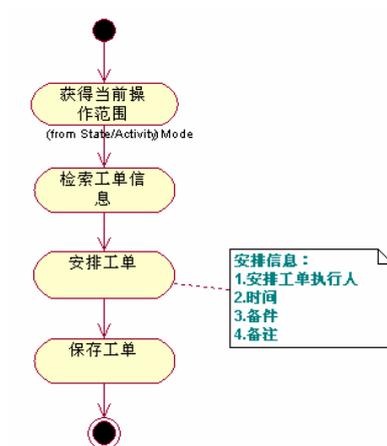


图 4-12 工单安排流程图

事件流:

1) 基本路径

- a. 系统获得当前用户的有效操作范围，并检索数据；
- b. 检索符合安排条件的工单；
工单状态为指令、计划、超期的工单；
- c. 保存工单。

2) 备选路径

- a. 用户在保存前退出，则取消该次操作。

前置条件:

- a. 用户有权限进行操作；
- b. 工单数据正确设置。

后置条件:

- a. 用户保存后，即可打印安排工单；
- b. 用户保存后，各设备主管即可检索属于自己的工单进行执行。

4.4.5 工单报告

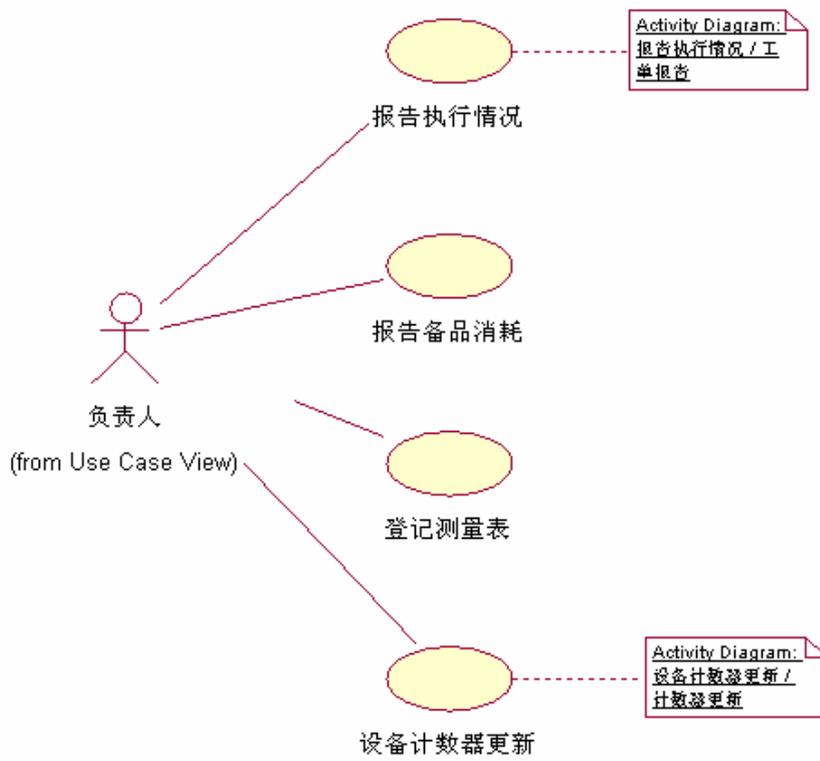


图 4-13 工单报告用例分析（对象级）

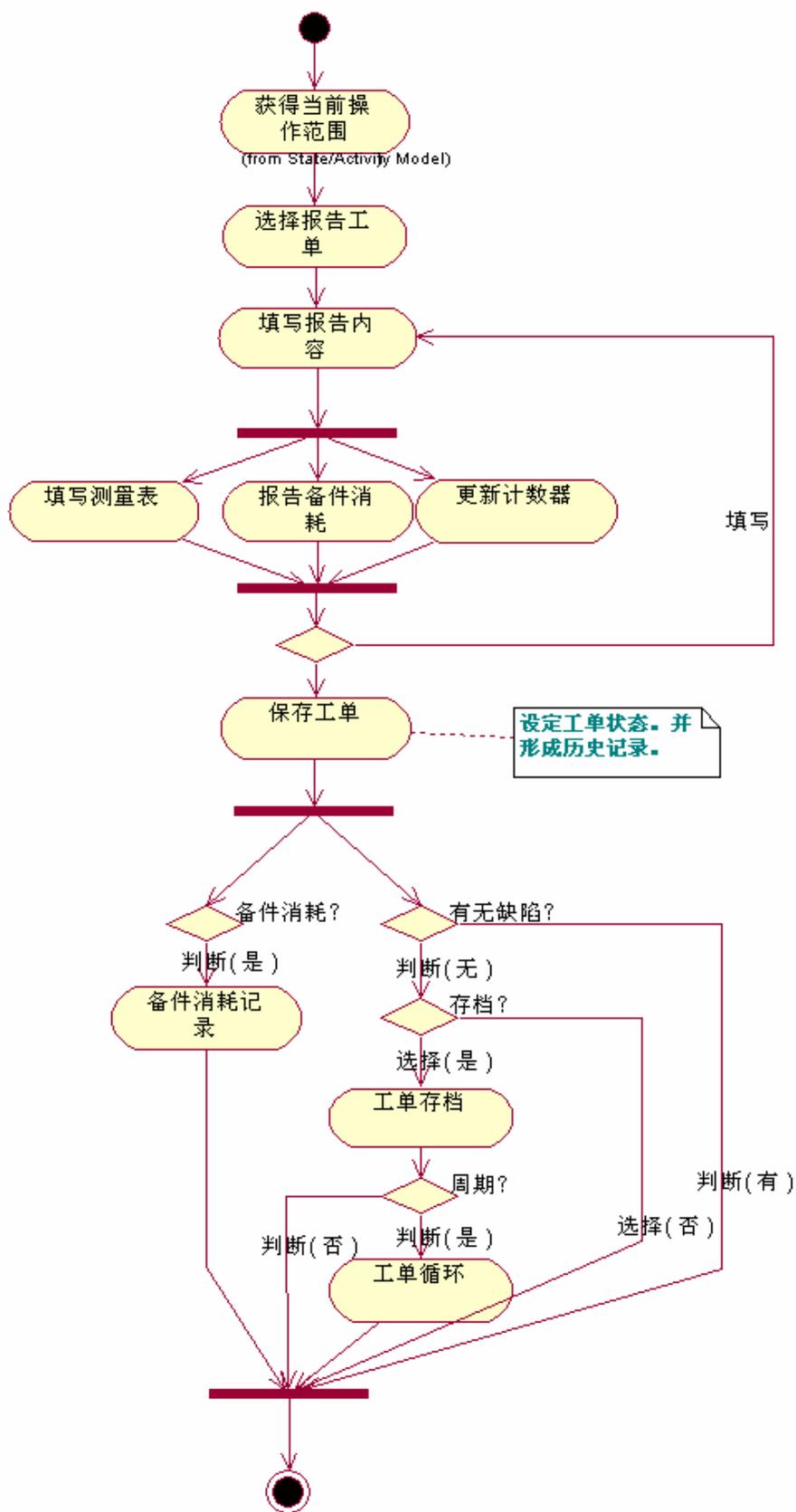


图 4-14 船舶设备管理工单报告流程图

事件流:

1) 基本路径

- a. 系统获得当前用户的有效操作范围，并检索数据；
- b. 检索符合报告条件的工单；
- c. 选择工单进行报告，并填写相应内容；
- d. 保存工单，系统同时进行备件消耗登记和工单存档循环。

2) 备选路径

- a. 若工单保存前退出，则取消该次操作；
- b. 若备件消耗数量大于库存量，则系统提示错误；

前置条件：

- a. 用户有权限进行操作；
- b. 工单数据正确设置。

后置条件：

- a. 工单报告后，系统自动进行刷新；
- b. 工单报告后，即可打印报告内容。

4.4.6 工单存档循环

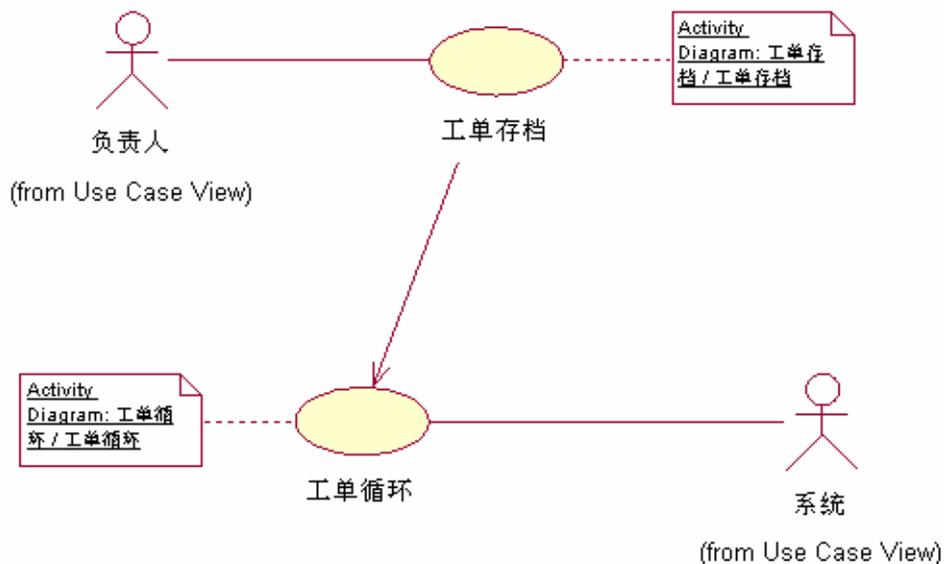


图 4-15 工单存档循环用例分析（对象级）

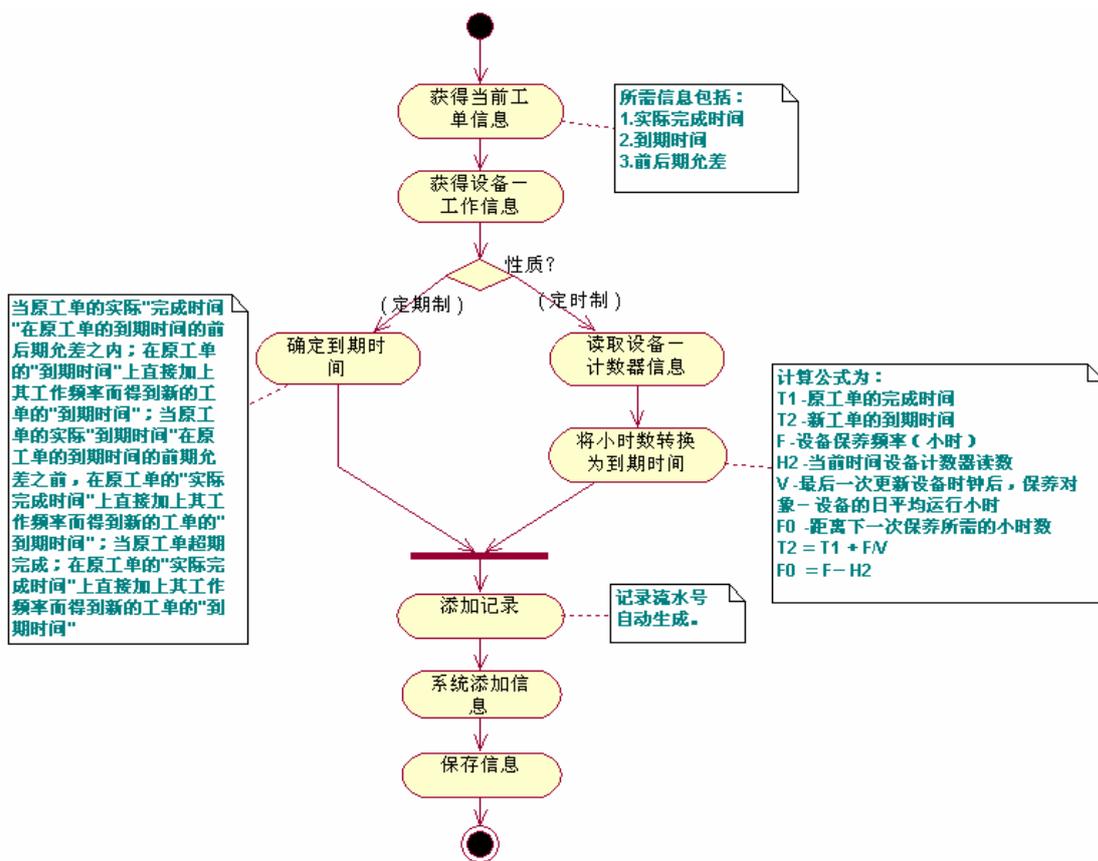


图 4-16 船舶设备管理工单循环流程图

事件流：

1) 基本路径

- a. 获得循环工单信息，包括完成日期、到期日期、周期、工单性质等；
- b. 检索设备信息、设备-工作信息、设备-计数器信息；
- c. 计算工单下次到期日期；
- d. 产生下一周期工单记录，并添加信息；

2) 备选路径

前置条件：

- a. 用户已激发工单存档或取消操作，并且工单是周期制的；
- b. 系统获得足够信息。

5. 船舶安全与技术管理系统技术方案

5.1 系统技术方案选择原则

根据船舶安全与技术管理系统的特特点，机关内部日常事务处理量大，船岸数据交换与共享以及要满足异地访问。基于此，系统平台是应用系统运行的基础和保障。船舶管理系统运行于船舶管理公司的局域网，采用客户机 / 服务器（CLIENT / SERVER: C/S 模式）与浏览器 / 服务器（BROWSER / SERVER: B/S 模式）混合模式。应用程序对平台的选择和要求决定了系统平台的方案。船舶安全与技术管理系统工作平台的选择应该遵循以下原则：

实用性原则：对平台的投资，应该根据企业当前的应用需求，不可一味追求最好的设备和软件，更不能选择无法满足企业应用的平台。

长期投资原则：计算机系统的更新很快，选择的目标平台应该根据企业实际，具有良好的发展前途。在选择应用系统的同时，也要对其开发手段进行选择，尽量选择具有技术发展代表性的技术手段。

回报率原则：系统的方案应该根据预期达到的效果和投资额来综合考虑，选择高回报率的方案。

5.2 系统硬件架构设计方案

根据中远集运现有的网络设备及业务情况,系统硬件架构设计充分利用现有资源,采用分布式拓扑网络。数据库服务器在内部通过集线器、路由器等路由设备同中间件进行数据交互,在外部由Web服务器通过Internet同终端进行数据交互。船舶数据通过卫星通讯方式同岸上服务器进行数据交换^[32]。系统结构如图 5-1 所示:

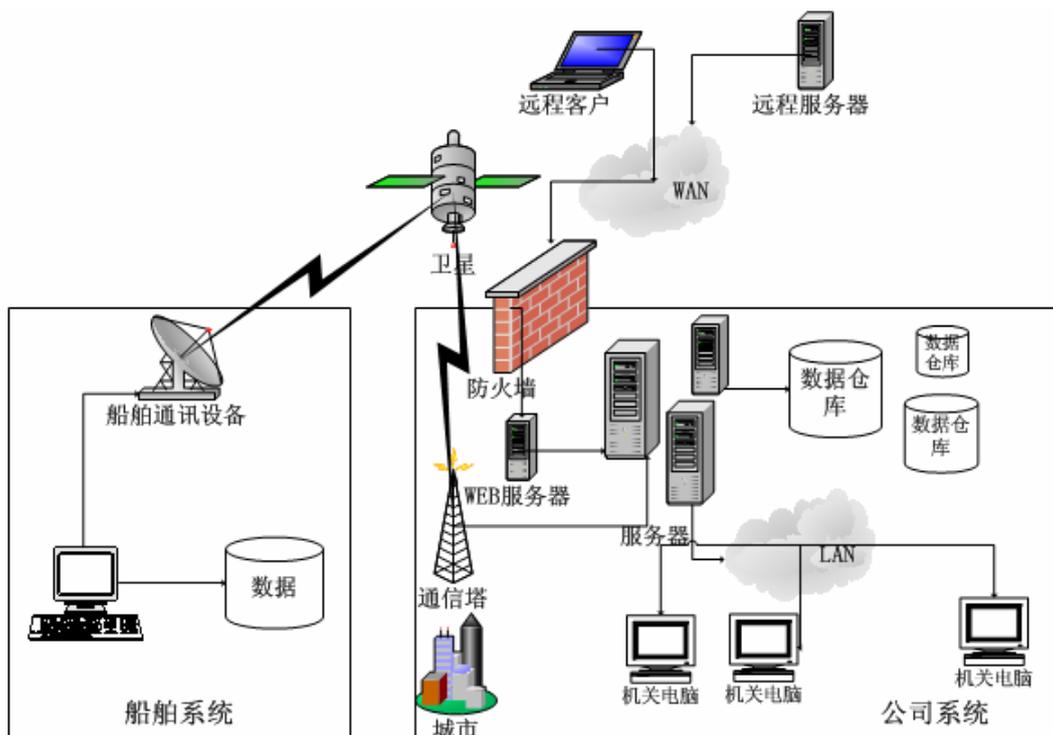


图 5-1 船舶安全与技术管理系统硬件方案

5.3 系统硬件配置

船舶系统的服务器可选用目前船上的 HP2000 服务器。

对于船舶管理公司系统，我们推荐以下三种方案：

单台服务器方式；

两台服务器串联；

两台服务器集群；

服务器推荐 Sun(TM) Enterprise(TM) 250

Sun(TM) Enterprise(TM) 250 提供丰富的 RAS、基于 2 路 PCI 的服务器采用 10X DVD 驱动器和高达 2GB 的内存，1 个或 2 个 300 MHz 或 400 MHz CPU，6 个内置式磁盘驱动器（9 GB、18 GB 或 36 GB，最大内部存储能力为 218 GB）和 4 个 PCI 插槽（3 x 33 MHz 和 1 x 66 MHz）。

基本配置：

带 2 MB 高速缓存的 400 MHz UltraSPARC-II CPU

512 MB DRAM

18.2 GB 10000 RPM 硬盘

DVD-ROM 10

1 个电源

Solaris 服务器许可

特性:

Datacenter RAS 特有功能 (例如 Sun 远程系统控制 (RSC) 和自动系统恢复) 使其成为部门办公、ISP 以及电子商务的最佳选择

1 个或 2 个冗余热交换电源和热交换磁带机提高了正常工作时间

高可用性集群配置选项极大提高了可用性

技术规范:

CPU: 1 个或 2 个 300 MHz 或 400 MHz UltraSPARC-II CPU, 带 2 MB 外部高速缓存

内存: 16 DIMM 插槽, 用于 64 MB 或 128 MB 60 ns DIMMS (256 MB - 2 GB)

I/O: 4 个 PCI 插槽 33/66 MHz / 32/64 位; 100/10 BaseT 快速以太网双绞线和 MII; 2 个串口(DB25); 1 个并口(DB25)

存储: 高达 6 个 9.1 GB、18.2 GB 或 36.4 GB 10000 RPM 热交换 UltraSCSI 硬盘; 10X DVD 驱动器 (可选: 1.44 MB 软驱, 4 mm 或 8 mm 磁带机)

操作系统: Solaris 8; 7; 2.6 5/98; 2.5.1 11/97 (Solaris 8 提供 DVD 功能, Solaris 2.5.1 及更高版本仅提供 CD 功能)

- **单台服务器方式**

单台服务器即将应用服务器和数据库服务器安装在同一台服务器上, 并提供了一个可承受的 RAID 存储解决方案 (建议 RAID5)

- **两台服务器串联**

两台服务器串联即应用服务器和数据库服务器分别装在一台服务器上。

- **两台服务器集群**

两台服务器集群即应用服务器和数据库服务器都装在一台 **存储设备上, 两台服务器作并联。**

● 存储设备

存储设备可选用Sun的磁带存储产品A3500

Sun的企业磁带库给我们完全处理它的能力和容量。并且这些压缩的单元能满足我们的首要要求:它们是非常可靠的。

Sun的 StorEdge L1800 & L3500 对我们公司来说是最终的备份方案。她能以压缩方式贮存七兆兆(terabytes)字节的数据,并且为我们提供高速可靠的大容量备份和其他所需要的存储应用程序。

Sun StorEdge L1800 和Sun StorEdge L3500 能更快地转移数据,组成非常可靠的、高性能的 DLT 7000 磁带驱动器,每个驱动器可达到 5 MB/秒。

5.4 系统软件架构设计方案

系统开发采用通用的三层架构(图 5-2),表示(presentation)层,领域(domain)层,以及基础架构(infrastructure)层。前端表示层(用户界面层)采用客户端应用程序/浏览器;领域层提供包括输入和存储数据的计算、验证表示层来的数据、根据表示层的指令指派一个基础架构层逻辑;基础架构层提供数据库系统支持及网络服务。整个系统采用面向对象的开发方法进行[33]。

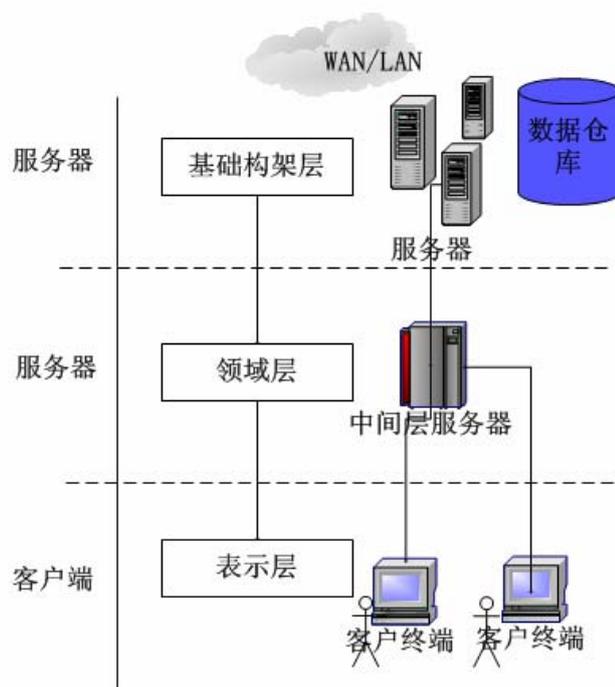


图 5-2 船舶安全与技术管理系统软件架构方案

5.4.1 表示层

表示层是应用的用户接口部分，它担负着用户与应用间的对话功能。考虑到公司现有的网络组件及未来发展趋势，我们准备采用以 C/S 为主，B/S 为辅的开发方式进行表示层的设计。在公司内部，利用现有 10M 以太网采用 C/S 方式；对于 Internet 用户，通过 Web 服务器采用 B/S 方式进行交互。

在 C/S 模式下，系统的部分代码将驻留在客户计算机上，减轻了服务器的负担，而且，在业务处理时，可将精力集中在数据安全及完整性方面。

在 B/S 模式下，客户端只要有浏览器即可连接系统，客户端不需安装任何额外的部件。客户端将从服务器下载应用程序的拷贝。这对于系统维护及升级带来了很大的方便。

5.4.2 领域层

领域层相当于应用的本体，它是将具体的业务处理逻辑地编入程序中。领域逻辑的组织有好几种模式。我们认为领域逻辑比较复杂的系统可以采用

Domain Model。Domain Model属于OO（面向对象—Object Oriented）思维。做法是领域逻辑运行在全部集中在Server上。这样需要使用html的前端以及web server。这样做的好处是升级和维护都非常的简单，也不用考虑桌面平台和Server的同步问题，也不用考虑桌面平台的其它软件的兼容问题。在web server上组织程序的方式采用两种：脚本和server page。脚本方式用函数和方法来处理http调用。Server page 用来处理数据流。设计将基于著名的MVC（Model View Controller）模式^[36]。

5.4.3 基础架构层

基础架构层逻辑包括处理和其他系统的通信，代表系统执行任务。这里我们包括数据库系统交互，和其他应用系统的交互、网络服务。

如图 5-3 所示：

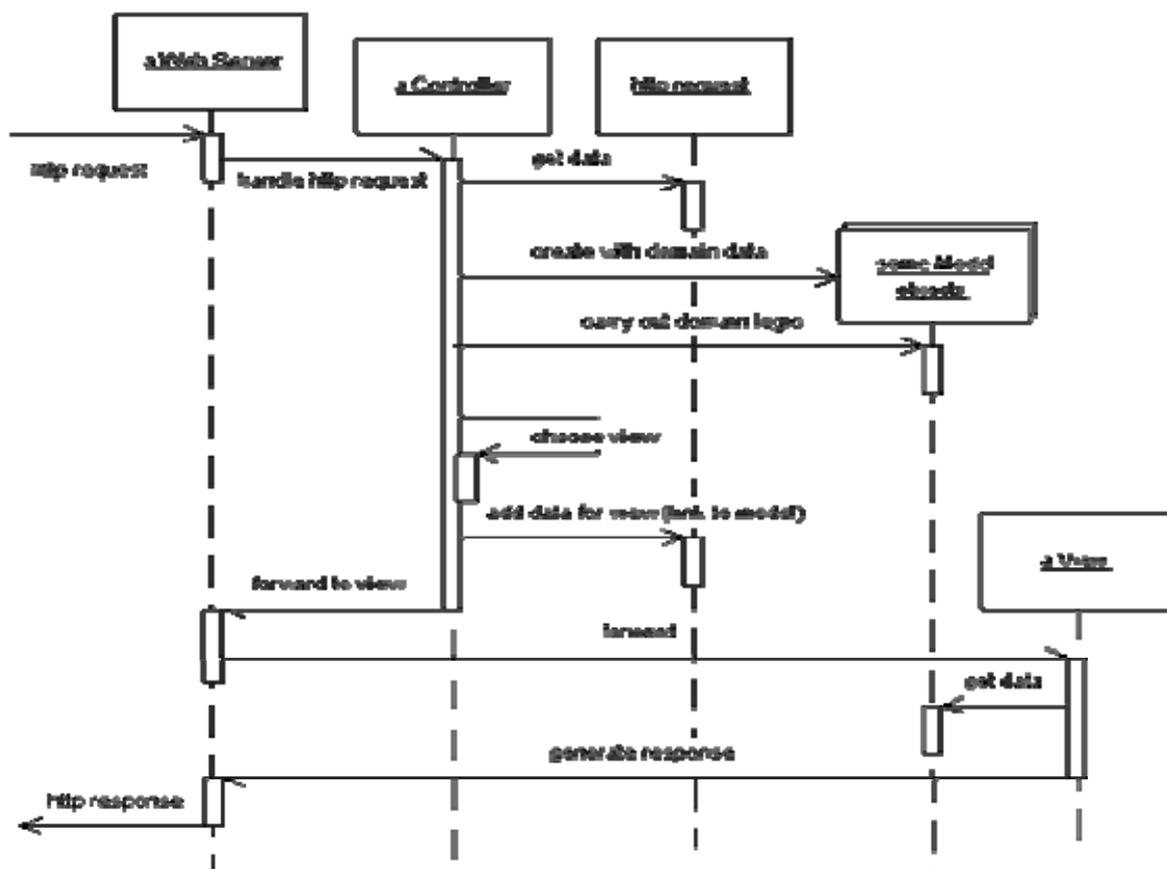


图 5-3 系统领域层模型

三层结构具有如下特点:

- 具有灵活的硬件系统构成

对于各个层可以选择与其处理负荷和处理特性相适应的硬件。这是一个与系统可缩放性直接相关的问题。例如,最初用一台 Unix 工作站作为服务器,将数据层和功能层都配置在这台服务器上。随着业务的发展,用户数和数据量逐渐增加,这时就可以将 Unix 工作站作为功能层的专用服务器,另外追加一台专用于数据层的服务器。若业务进一步扩大,用户数进一步增加,则可以继续增加功能层的服务器数目,用以分割数据库。清晰、合理地分割三层结构并使其独立,可以使系统构成的变更非常简单。因此,被分成三层的应用基本上不需要修正。

- 提高程序的可维护性

三层结构中,应用的各层可以并行开发,各层也可以选择各自最适合的开发语言。

- 利于变更和维护应用技术规范

因为是按层分割功能,所以各个程序的处理逻辑变得十分简单。

- 进行严密的安全管理

越关键的应用,用户的识别和存取权限设定愈重要。在三层结构中,识别用户的机构是按层来构筑的,对应用和数据的存取权限也可以按层进行设定。

5.5 系统实施技术方案

系统开发将采用 SQL Server 2000 + PowerBuilder8.0 + ASP。采用面向对象的开发方法,充分运用软构件模型思想达到重用、高层开发、通过工具进行自动化开发简化开发过程^[37]。

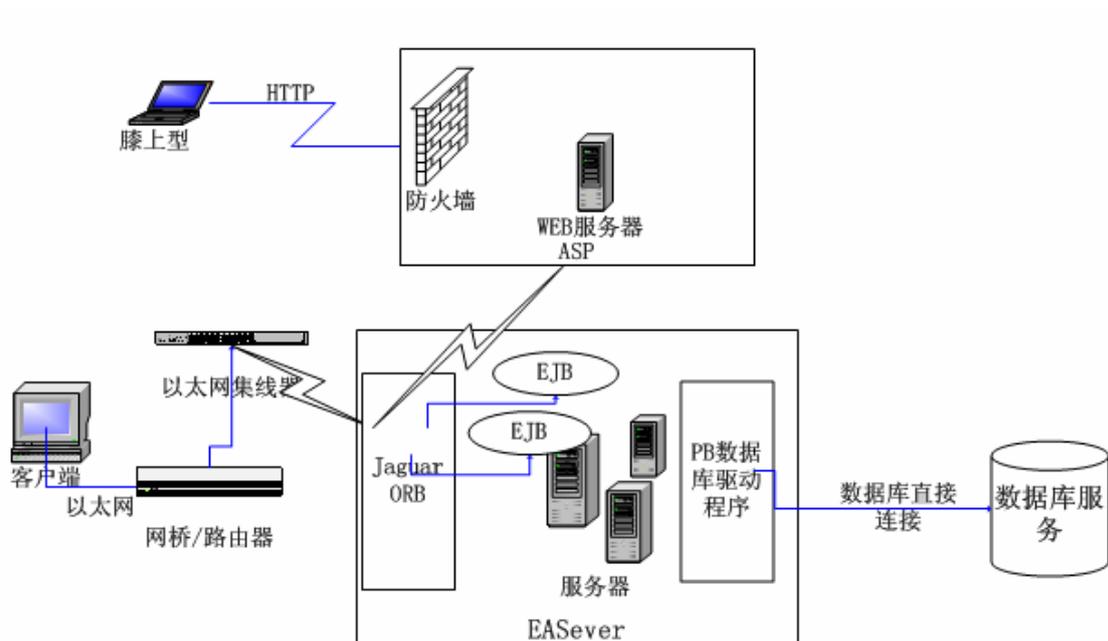


图 5-4 系统三层结构模型

在业务逻辑层及表示层的开发中，将采用先进的软构件模型的设计思想。服务器端构件模型解决了中间件开发的复杂性问题，他使得中间件开发人员集中于应用系统的逻辑部分，而不用处理同步、可伸缩性、事务集成、网络、分布式对象框架等一些分布式应用系统中存在的复杂问题。开发中将利用PowerBuilder8.0 先进的网络开发工具：Sybase Jaguar CTS、EAServer Component、Com\MTS Component、PFC、WEB DataWindow。使应用系统更具可维护性和重用性。

5. 6 网络拓扑方案

中远集运船舶管理公司的网络拓扑方案如图 5-6 所示^[39]：

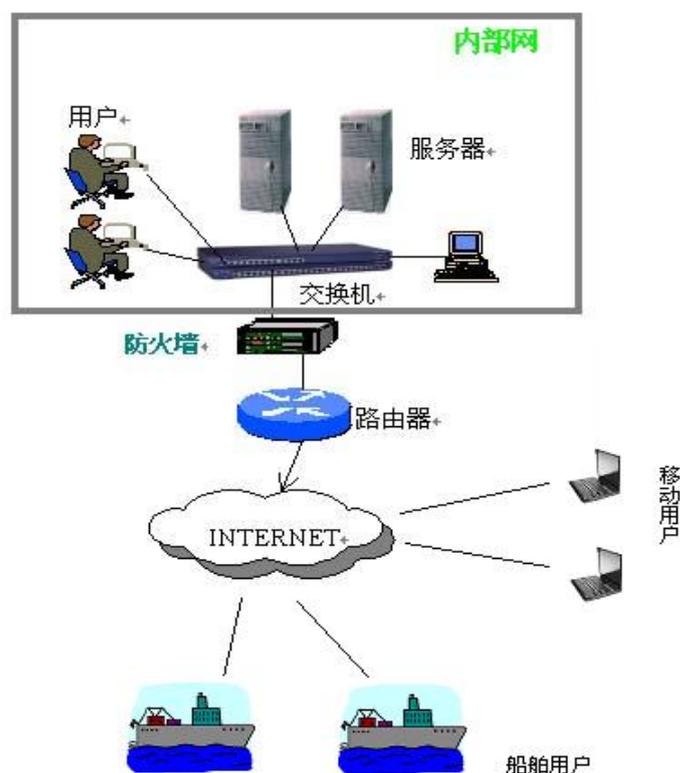


图 5-5 网络拓扑方案

5.7 网络安全方案

船舶安全与技术管理系统运行着重要的商业数据，且开展着中远集运船舶管理公司重要的服务，船舶安全与技术管理系统部分基于 Internet 构建，因此网络安全尤为重要。如何建立一个安全、便捷的应用环境，对信息提供足够的保护，已经成为船舶安全与技术管理系统建设过程中的一个十分重要的问题。

计算机网络安全的内容包括：计算机网络设备安全、计算机网络系统安全、数据库安全等。其特征是针对计算机网络本身可能存在的安全问题，实施网络安全增强方案，以保证计算机网络自身的安全性为目标。

5.7.1 网络结构的保障

船舶安全与技术管理系统采用集群的方式，即满足了可用性、兼容性和高性能的需求，又巧妙地解决了网络安全中的重要问题——网络结构的不安全性。通过路由器将提供主要应用服务的 5 台服务器放在防火墙内部，防火墙外只有一台对外的服务器可以访问其

中的两台服务器，而其他服务只能访问另两台服务器，并通过 Solaris 权限设置可以保证这一点。

5.7.2 计算机网络安全体系

一个全方位的计算机网络安全体系结构包含网络的物理安全、访问控制安全、系统安全、用户安全、信息加密、安全传输和管理安全等。充分利用各种先进的主机安全技术、身份认证技术、访问控制技术、密码技术、防火墙技术、安全审计技术、安全管理技术、系统漏洞检测技术、黑客跟踪技术，在攻击者和受保护的资源间建立多道严密的安全防线，极大地增加了恶意攻击的难度，并增加了审核信息的数量，利用这些审核信息可以跟踪入侵者。

在实施网络安全防范措施时，首先要加强主机本身的安全，做好安全配置，及时安装安全补丁程序，减少漏洞；

在安装 Solaris 的时候，首先要重新编译系统的内核，修补内核中的安全漏洞。重新编译可能存在漏洞的服务，并下载最新最可靠的版本，同时安装补丁；

其次根据每台机器的分工不同，将相应不用的服务端口全部关闭；

将操作系统中不必要的用户全部删除，email、FTP 用户的权限设置正确，使系统的远程登陆人员只有一个，口令设置在 10 位以上；

其次要用各种系统漏洞检测软件定期对网络系统进行扫描分析，找出可能存在的安全隐患，并及时加以修补；

从路由器到用户各级建立完善的访问控制措施，安装防火墙，加强授权管理和认证^[40]；

利用 RAID5 等数据存储技术加强数据备份和恢复措施；

对敏感的设备 and 数据要建立必要的物理或逻辑隔离措施；

对在公共网络上传输的敏感信息要进行强度的数据加密；

安装防病毒软件，加强内部网的整体防病毒措施；

建立详细的安全审计日志，以便检测并跟踪入侵攻击等。

再次，在企业内部实施安全管理制度，通过制度保证网络安全防范意识和法律意识深入人心，建立安全责任制，通过人为的检查、巡查发现安全隐患。

最后，当攻击发生时，要有足够的应对措施，一方面修补攻击造成的破坏和漏洞，另一方面，通过日志分析追踪攻击的来源并向公安机关报案。

5.7.3 防火墙方案

船舶安全与技术管理系统防火墙方案（图 5-6）采用：

软件----CheckPoint FireWall-1 Internet Gateway 共享防火墙

硬件----SUN NetraX1，操作系统----Solaris 8

方案的功能/特性：

- 提供防火墙的初始设置、安装、管理、维护服务；
- 访问控制：可提供复杂的访问控制；
- 授权认证：可为远程用户、移动用户的连接采取有效的权限控制；
- 内容安全：保护用户的网络、信息资源免遭各类病毒的恶意入侵和骚扰；
- 地址翻译：可隐藏客户内部网络；
- 无带宽限制的高性能防火墙；
- 实时状态监测，实时报警，日志；
- 高可扩充性，实时更新当今最优良的设备，客户可以得到最好的安全服务。

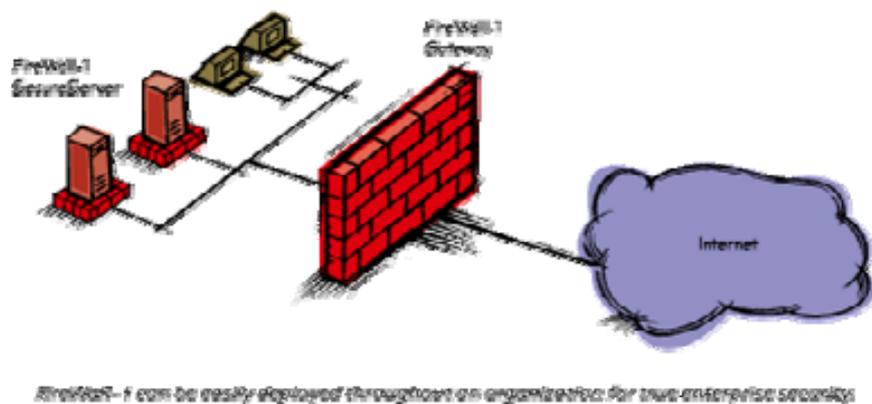


图 5-6 防火墙方案

5.8 备份方案

机关版船舶管理系统将采用并行处理系统的高性能数据库集群系统，面向重负载的高端数据库应用市场，定位于大型数据库应用领域，包括数据库应用、联机事务处理、联机事务分析等，为高性能、高可靠性需求的用户提供一个解决方案。

用户应用集群系统的场合均是关键业务，最重要的业务数据都存储在此，

而且数据量大，如果备份方案选择不当，严重影响在线运行的系统性能。对于高性能集群系统而言，数据备份是系统整体的一部分，如果没有备份方案，集群系统就不完整。机关版数据备份方案见图 5-7。

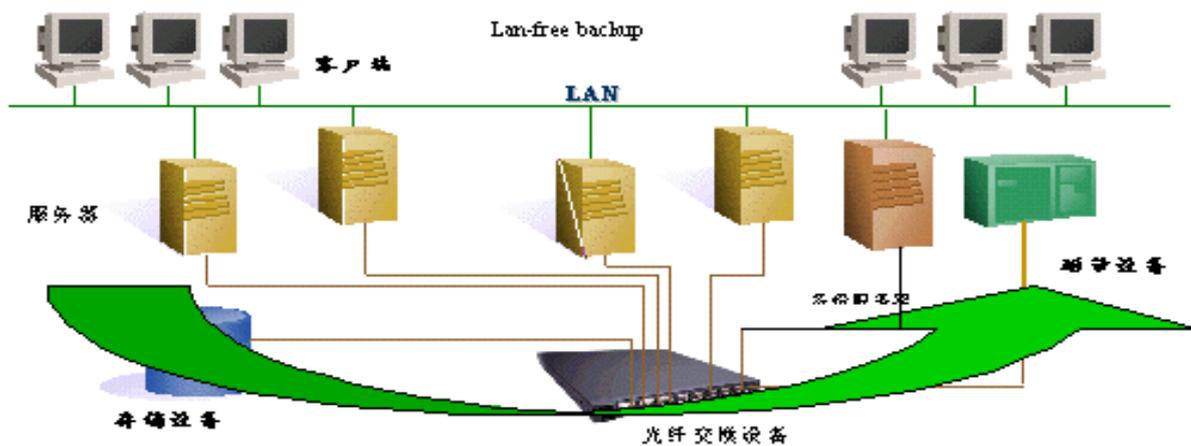


图 5-7 机关版数据备份方案

6. 船舶安全与技术管理系统项目实施管理

6.1 项目管理组织架构

船舶安全与技术管理系统信息化软件的项目实施是为配合企业管理改革服务的，因此软件项目的实施不是一个孤立的过程，而是与企业的管理体制、管理模式与管理过程息息相关，而软件本身无论何时都只是一个信息技术的手段。但是，这并不是对软件作用的贬低，软件在企业过程重组中的作用毋庸置疑，而且从今天的经验来看，缺乏管理软件的支持，企业的管理几乎无法开展。我们认为项目的关键在于首先要能够保障软件对企业管理需求是能够最大化地满足，这是衡量软件项目成功的第一要素，从船舶管理公司的角度来说就是要能够满足期望的投资回报率。其次，所采用的实施方案和技术手段对于项目来说是充分的、可靠的和经济的。第三，软件项目实施的风险很大，项目部负责人，应该使用可靠的项目管理手段和过程，使项目实施的过程更加透明和安全。第四，项目在开始以后，才是使用者和软件开发人员之间真正合作的开始，而不是完全由软件开发人员所决定，所以，应该组成一个项目实施委员会来解决软件开发过程中出现的各种问题是特别需要的。船舶安全与技术管理系统项目管理架构如图 6-1 所示^{[3][41]}。

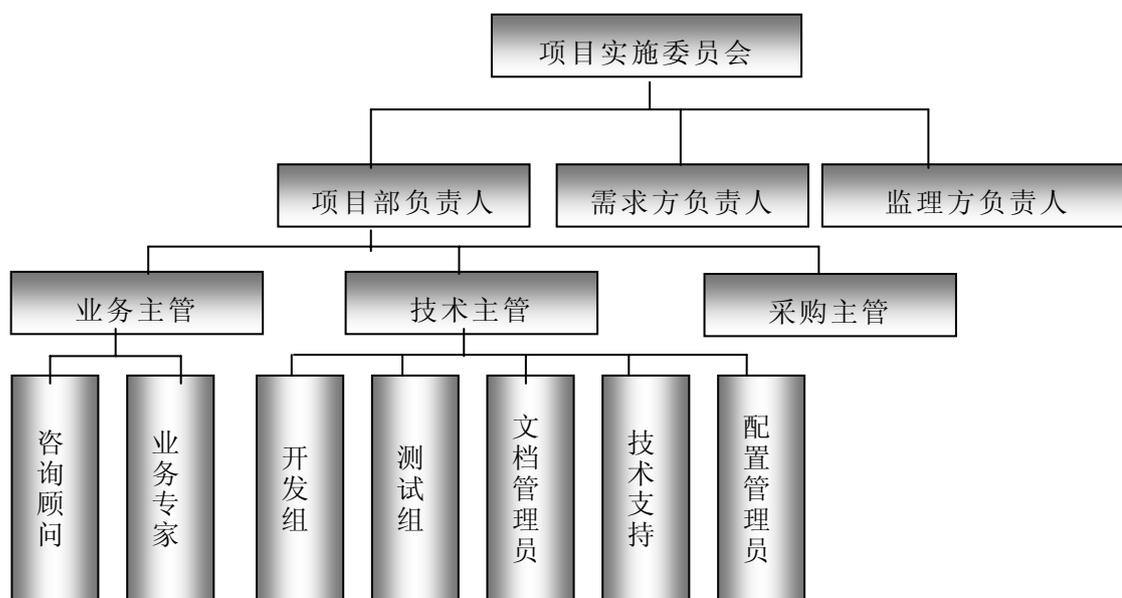


图 6-1 船舶安全与技术管理系统项目管理架构

6.2 制定项目实施标准与加强过程控制

船舶安全与技术管理系统软件开发项目实施标准过程是综合了该项目一期开发工作及考虑二期开发过程中可能发生的各种因素,组成项目实施的工作序列。使每一个功能模块都可以从标准过程中获得实施的具体过程,具体过程是根据项目一期已开发软件部分的使用满意度,软件的期望回报率,实施的时间进度要求及项目预算来决定的。

本项目实施总体上可以分为五个阶段:组织和准备阶段,软件蓝图规划和设计,软件建立和实现阶段,运行准备阶段和运行阶段。在每个阶段,我们引入工作序列,它可以被认为是项目阶段的下一个层次,用来标准化定义项目阶段。工作序列由一组次序预先确定的需要执行的活动组成。

6.2.1 项目组织和准备阶段

这个阶段有两个目标:项目的组织,和计划项目的实施进度等相关准备。在此阶段结束之前应提出项目的实施计划,而且应得到项目部负责人批准;并组织所需要的各种资源。当项目部组织开始实施时,首先应该建立整个项目的各级组织。当确定了项目开发的各级组织后,项目部就可以着手制定项目第一阶段中的所有工作序列。

● 项目准备

在软件项目开发前,需重点关注五个方面的问题:实施软件项目的目标定义、相关的其他系统情况、系统将如何实施、计划是怎样的以及有谁负责,然而一一回答并解决。

● 项目部和相关人员的培训

此工作序列的目标是在实施项目时确保质量和效率。此计划必须按照项目部人员和相关人员区别开来制定培训的内容。这些环节将在项目成员和相关人员之间建立相互联系渠道,并为以后的沟通活动制订规范和标准。

项目开始时对相关人员的培训是我们此项目开发的重要特点,它为项目部成员理解需求和开展设计,以及相关人员的理解软件项目的实施过程和提供必要的和高效的配合建立了基础,保证船舶管理系统信息化软件项目实施能够得到

全过程的控制。

- 定义功能范畴

此工作序列的结果是建立项目实施的功能的粗线条说明，它将项目实施的范围在项目开始之前进行圈定，经批准后付诸项目的实施。主要的活动有：

将开发软件要求的主要功能列表进行目录式的细化，使产生的树状图能够覆盖所有的实施需求。

相关人员对项目部所提供的软件基本框架和主要功能进行熟悉，了解待开发软件的设计思路和解决策略。

对照差距分析/需求分析，补充功能。

- 定义界面

在条件允许的范围内，定义待开发软件的界面方案。这一工作序列将产生界面的计划，包括界面风格、布局、元素等的说明。配合计划，可以建立演示页面，让使用者对界面更加直观的了解。

- 进度计划

在清楚了功能范畴之后，根据船舶管理公司领导（需求方负责人）要求的完成日期，按照项目的实施过程，制定详细的进度计划。进度计划中对阶段的定义要能够明显标记出项目中的重要环节点，同时制定项目实施的节点疏状图。对每个阶段，我们要注明阶段结束的标志。进度计划需要得到需求方负责人和项目部负责人的一致认同。

- 组织计划

明确项目人员和相关人员的职责。建立项目实施委员会的组织结构，确定相互间的联系人员和联系方式。建立项目实施委员会人员变动必要的控制和保障机制，以免对项目的进度产生不良影响。

- 需求变更控制

对项目过程中的需求变更建立管理和控制机制。其中相当重要的是使用者提出的需求的变更。必须建立需求变更的处理流程和审核机制。需求变更往

往会导致进度发生变化，因此应对变更产生的结果进行管理。在这个工作序列中，需明确变更的处理流程和负责人。一般会对进度产生影响的变更都必须由项目部负责人同意，并召开需求变更相关部门协调会研究确定。

- 质量控制计划

软件项目质量控制是靠 ISO9000 质量认证体系来实现的，它包括项目实施过程本身在内，通过使用“计划-实施-验证”的过程，来保证项目能够按照预先的设想来进行。同时，我们还建立了“任务-报告”制度，通过定期的关于开发状态的全面报告（包括质量、进度、功能、投入等）来保证对项目实施的适时控制。

- 资源计划和安排

根据每个功能模块开发过程的计划，明确各功能模块开发所需要的各类资源，包括人力资源——项目部人员和为配合项目实施所需要的所有相关人员。除此之外，设备、软件以及各种资料也是保证系统实施的重要因素，因此必须在计划中予以明确。并且对每个资源都要进行使用时间、频率、准备要求上的具体说明。

- 发布计划

发布计划包括项目完成后的软件、文档等的发布时间、发布后的版本控制计划、版本升级及补丁使用计划。

6.2.2 软件蓝图规划和设计阶段

在项目实施过程的第二个阶段，项目部需对需求和业务过程进行全面深入的分析。为实现这些结果，要求对船舶管理公司的日常工作进行调查，作为记录进行分析，勾画蓝图。

在这个阶段中主要的工作就是将这种差距分析转化为现实的设计方案。收集信息在这个阶段很重要，并且对软件设计人员非常有用，软件设计人员对我公司的工作过程和工作需求进行仔细、深入的分析。同时能够通过有关业务参考模型（如设备管理参考模型）和“问题与解答”数据库，帮助船舶管理人员来解决实际工作中的问题，船舶管理公司的管理人员在船舶管理领域积累了大量的经验，可以帮助设计人员制定更为科学的蓝图，可谓是“站在巨人的肩膀

之上”。工作蓝图主要由工作的主过程和每个工作点的过程共同组成。然后，提供必要的形式来使船舶管理人员对于工作蓝图有正确的理解。通过界面还可以帮助船舶管理人员对系统有更直接的认识。

此阶段把对工作过程的分析与对参与项目的相关人员进行培训结合起来。船舶管理人员通过学习软件的功能和逻辑结构，对系统的设计思路有大致地了解，同时，设计人员通过对提供需求的不断掌握，使得更加容易完善设计思路。而项目开发人员通过与船舶管理人员进行不断深入的沟通，还能更深刻地理解具体工作中更深层次的需求。

概要设计和详细设计，目的是保证开发的进度和效率。根据项目的具体情况，也可以将概要设计和详细设计进行统一。在船舶管理公司内部通常项目组成员和公司管理人员、技术骨干对设计进行严格的审查和实现可能性验证，确保设计的质量符合需求的功能要求和实际技术要求。

6.2.3 软件的建立和实现阶段

通过前一阶段产生的“业务蓝图”和设计文档，要求项目部有条不紊地开始开发工作，此阶段中包含的最重要的工作序列有：

- 检查开发的项目管理活动，如规划、审核、日程安排和范围。
- 给项目相关人员提供开发前的培训。
- 建立开发的环境。
- 建立设备配置管理的环境。
- 为主要功能和过程配置和测试提供初始的原形（基线）。
- 进行系统的配置，使之符合使用者的应用初始要求。
- 开发功能和界面。
- 测试功能和界面。
- 整合软件功能。
- 建立初始数据。

- 开展最终的集成测试。

6.2.4 运行准备阶段

此阶段的目标是准备好运行的系统环境，以便投入运行。本阶段包括如下工作序列：

- 创建“投入运行”计划

完成运行系统的配置。基于前一阶段完成的功能和性能测试，确定运行系统环境的配置方案。包括：

- 应用服务器配置
- 数据库服务器配置
- 打印需求
- 网络配置
- 桌面配置，如浏览器等
- 备份和恢复策略
- 高可用性要求：转换和集群系统
- 远程接入要求：ISDN，DDN，ADSL
- 创建使用者文档

项目部须为软件的最终使用者开展工作提供所需的文档。按照功能或经营过程以及使用者任务来分类。文档支持快速而简易的检索。同时这些文档适用于最终使用者培训的基础。

- 设置运行环境
- 培训最终使用者

此工作序列的目标是培训使用者如何使用系统，从而避免出现和工作所需知或技巧相关的问题。这个培训有概念和操作两个层次。

- 建立系统管理

所有相关系统管理的活动都和应用软件的使用同时开展。在此工作序列中，这些活动的目标是确保稳定的系统环境和应用性能、可用性和安全性。

- 向目标系统传输数据

这是实际投入运行和开始生产运营之前的最后几步之一。在此工作序列中的活动包括运行环境的最后准备，如认证、配置文件、用户等传送，以及新开发部分的配置。此时可以使用一些自动化的方法，如“批量输入”、“编程拷贝”等。还有通过设置数据库端的复制，来使系统定时从源系统复制所需要的数据。除此之外，还有手工录入，或现有手工将数据转换成所需格式，再进行批量导入。

- 运行前的检查

这是运行前的最后一个工作序列，其目标是产生此阶段有效性报告，以备批准，将系统正式递交船舶管理公司试用。

6.2.5 运行阶段

在此阶段启动运行。在投入运行的初期可以检验和评估在前面项目阶段中完成任务和设计的正确性。因此必须为运行划出足够的时间用以试运行来集中解决系统中的问题。在运行的初期，项目部人员将集中全部的力量来应付使用者遇到的疑问、错误、问题和误解，并对此尽快地做出答复或解决。这是整个项目中的一个临时阶段。

在此阶段以后，使用者对新的工作环境熟悉以后，情况就会得到稳定。系统的运行支持主要转为日常维护和应付突发事件。

- 在实际运行初支持使用者。
- 监控和改善系统的性能配置。
- 更新并改变使用者文档和系统配置。
- 为系统增加新的使用者提供支持。
- 安装最新的软件包。

- 安装软件补丁。
- 观测系统的性能，提出可能的设备和系统软件的升级方案。
- 进行日常的数据备份和恢复。
- 处理系统运行故障。
- 进行日常的离线数据传输。

运行稳定后，提交系统实施验收申请报告，成立项目实施评估小组，对项目实施的进度、功能需求满意度、系统的运行性能、系统维护功能、升级和扩充等进行综合自评。自评也可以委托第三方软件测评机构对软件的功能和性能、稳定性、成熟度进行测试和评估。

6.3 船舶安全与技术管理系统开发中要解决的几个问题^{[3][42]}

6.3.1 先进的管理模式是实现船舶管理信息化的前提

船舶管理信息化要与引进现代化管理模式相结合，不是简单地用计算机代替手工劳动，也不是将传统的管理方式照搬到计算机网络中，而是借助现代信息技术，引进现代管理模式，对计划经济时期形成的、不适应社会主义市场经济体制要求的落后经营方式、僵化组织结构、低效管理流程等，进行全面而深刻的变革。推进船舶管理信息化，很重要的一条就是要与企业的改革、改组、改造和加强管理结合起来。因为，应用软件总要与特定的管理模式相适应，管理模式又是随着市场形势的变化和公司经营管理目标调整而不断变化发展的，所以我国船舶管理信息化应用软件的开发既要注意实用性，先进性、科学性、可靠性，又要具有前瞻性与可持续开发。

6.3.2 强化船舶管理的基础工作

船舶管理信息化建设要与强化船舶管理公司（部门）的基础管理相结合。船舶管理信息化是对船舶管理公司（部门）信息在深度和广度上的开发利用，而数据管理不仅是船舶管理公司（部门）基础管理的重要内容，也是船舶管理信息化建设的前提条件和基础，工作质量的好坏直接决定船舶管理信息化建设的成败。先进的硬

件设备和软件程序，只是提供船舶管理信息化的手段和工具。及时、准确、全面的信息，才是科学决策的可靠依据。推进船舶管理信息化建设，要从强化数据管理这一源头抓起。要尽快完善船舶管理公司（部门）的评估体系、船舶设备维护保养体系、安全保障体系等，要加强定额管理和标准化管理，确保各项定额与标准的先进性和科学性。要建立统一、完整、操作性强的代码编制系统。要扩大一线信息的自动采集，建立规范化的数据采集、录入制度，确保数据采集的高效、真实、统一。

6.3.3 船舶管理人员要具备先进的管理理念

船舶管理信息化建设要与引进先进的管理理念相结合。船舶管理信息化的难点不是技术，也不是资金，而是船舶管理人员的管理思想的转变和理念的更新。船舶管理信息化的过程，也是引进现代管理理念的过程，为学习和借鉴国际先进的管理思想提供了有效途径，在引进和运用先进管理软件的同时，要注意从中国国情和船舶管理公司（部门）自身特点的实际出发，注重消化和吸收其中的先进管理思想和理念，转变传统的管理理念，而不是让先进的管理软件迁就落后的管理理念。

6.3.4 推进船舶管理信息化，领导是关键

船舶管理信息化不单纯是个技术与经费问题，它涉及到船舶管理公司（部门）的方方面面，信息化的过程就是从“人治”向“法治”转变的过程。船舶管理领导的高度重视、直接决策、宣传推动和组织实施，对船舶管理信息化建设至关重要。公司组织框架的重组、流程的再造，就意味着权利和利益的再分配。强化管理和控制，势必和一些习惯势力产生碰撞。信息化建设所需的大量资金投入。所有这些，如果没有船舶管理公司领导坚定的信心，并身体力行，是很难推动与实现的。

结 束 语

船舶安全与技术管理是船舶管理系统工程中的重要环节，关系到船舶的航运安全，动力装置与机械设备的技術状态等航运企业所关心的实质性问题，甚至与航运企业在竞争激烈的市场经济中的竞争能力密切相关，搞好船舶安全与技术管理可以降低生产成本，增进效益。船舶安全与技术管理系统软件的开发与应用，是现代船舶管理企业发展的一种必然趋势。由中远集运委托上海海运学院共同开发的船舶安全与技术管理系统基本满足了我国航运企业所属船舶管理公司（部门）对船舶管理工作的需求，有利于实现“**技术管理是基础、安全管理是核心、成本管理是目的**”的管理模式。船舶安全与技术管理信息系统的开发工作（一期）目前已全部完成，该应用软件是我国拥有知识产权的第一套船舶安全与技术管理软件，也是目前在大型船舶管理公司中正在使用的唯一一套国产软件。

推进船舶管理信息化工作，一是要与船舶管理公司（部门）的改革、改组、改造和加强管理结合起来；二是要与强化企业的基础管理相结合；三是要与引进先进的管理理念相结合；四是要与培养复合型人才相结合。

船舶管理信息化应用软件与一般企业使用的 ERP（Enterprise Resource Plan 企业资源计划）软件有所不同，它注重船舶的安全管理、设备完好率、后勤保障与成本的过程控制，属技术性管理为主的应用软件。

应用软件总要与特定的管理模式相适应，管理模式又是随着市场形势的变化和公司经营管理目标调整而不断变化发展的，所以我国船舶管理信息化应用软件的开发既要注意实用性，先进性、科学性、可靠性，又要具有前瞻性与可持续发展。

我国航运事业在五十多年的发展过程中，特别是改革开放二十年来的发展，我国各大航运公司经过几代人的努力，积累了丰富的船舶管理经验，形成了一套行之有效的、有自己特色的船舶管理模式。因此，为了体现我国航运企业的船舶管理的特色，研制开发与我国航运企业的管理体制相适应的船舶安全与技术管理信息系统是我们的责任。在我国加入 WTO 组织后，为参与国际船舶管理市场的竞争，开发一套符合我国船舶管理公司所需的应用软件已迫在眉

睫。

当今世界上船舶安全与技术管理系统的发展已实现了船舶和岸上公司间通过计算机网络和国际互联网（INTERNET）紧密地联结在一起。双方通过键盘，即可实现双向数据交换与电子邮件通讯。在未来航运业发展过程中，EDI（电子数据交换）技术、网络可视电话技术等许多高科技技术将被广泛运用，所有这些必将带动船舶安全与技术管理系统向更加完善的方向发展。

参考文献

1. 李红. 管理信息系统. 经济科学出版社, 2002
2. 张龙祥. UML 与系统分析设计. 人民邮电出版社, 2001
3. 郑士君等. 船舶管理信息化研究, 上海海运学院学报 2002.02 p12-16
4. 郑士君等. 船舶管理公司机务信息管理系统设计, 中国航海 2002.04 P64-68
5. 肖洪群. 面向船舶的备件管理信息系统的研制. 船舶机务技术交流, 第 92 期
6. 黎连业, 李淑春. 管理信息系统设计与实施. 清华大学出版社, 1998
7. 葛世伦等. 企业管理信息系统开发的理论和方法. 清华大学出版社, 1998
8. 科学数据库与信息技术论文集 (第三集). 中国科学技术出版社, 1996
9. 科学数据库与信息技术论文集 (第四集). 科学出版社, 1998
10. 张维明. 信息系统建模技术与应用. 电子工业出版社, 1997
11. 贾晶等. 信息系统安全与保密. 清华大学出版社, 1998
12. 詹志刚. 计算机辅助船舶轮机管理. 航海技术, 1997. 4
13. 常中等. 船舶备件计算机管理系统. 航海技术, 1997. 6
14. 翟重文, 李玉增. 谈船技处办公自动化开发. 航海技术, 1998. 3
15. 隋美娥. 计算机在船舶物料管理中的应用. 世界海运, 1998. 4
16. 徐波等. 现代航运企业机务管理模式的设想. 航海技术, 1998. 6
17. 田靖. “IT” 在船舶管理中的应用及未来展望. 世界海运, 1998. 5
18. 田靖. 计算机与现代船舶管理. 航海技术, 1999. 4
19. 田靖. 现代船舶管理概述. 世界海运, 1999. 5
20. 田靖. E-mail—现代船岸通讯技术. 2000. 3
21. 郑人杰等. 实用软件工程. 清华大学出版社, 1997
22. 吴钦藩. 软件工程——原理、方法与应用. 人民交通出版社, 1997
23. 陈文伟. 决策支持系统及其开发. 清华大学出版社, 2000
24. 薛华成. 管理信息系统. 清华大学出版社, 1999
25. 蔡开元. 软件可靠性工程基础. 清华大学出版社, 1995
26. 黄锡滋. 软件的可靠性与安全性. 科学出版社, 1993
27. 吕立等. 信息系统安全技术研究. 小型微型计算机系统, 1997. 1
28. 汤晓安, 陈敏. 工程软件之可靠性定量评估研究, 2000. 4
29. 罗晓沛. 数据库技术 (高级). 清华大学出版社, 1999

30. 钟义信. 信息科学原理. 北京邮电大学出版社, 1996
31. 杨芙清等. 面向对象的分析方法. 清华大学出版社, 1998
32. 王博, 晓龙. 面向对象的建模设计技术方法. 北京希望电脑公司
33. 任颂华, 周超骏. 船舶设计中面向对象建模初探. 计算机辅助工程, 1996. 1
34. 陈余年, 方美琪. 信息系统工程中的面向对象方法. 清华大学出版社, 1999
35. 张长富等. PowerBuilder6.0 开发人员指南. 北京希望电脑公司, 1998
36. 张长富等. PowerBuilder6.0 用户参考手册. 北京希望电脑公司, 1998
37. 中远集装箱运输有限公司《船舶安全与技术管理信息系统》研制工作报告, 2002
38. 中远集装箱运输有限公司《船舶安全与技术管理信息系统》技术报告, 2002
39. 《中远集运船舶备件管理系统》系统设计说明书, 2000
40. 船舶维修保养体系. 中远集装箱运输有限公司, 1998
41. SpecTec Group BV. AMOS Maintenance & Purchase User Guide 2000
42. Machinery Equipment and Systems. ABS, SAFEHULL, 1999
43. P. Coad&E. Yourdon. Object-Oriented Analysis. Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall, 1990
44. P. Coad&E. Yourdon. Object-Oriented Design. Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall, 1991