

# LNG 运输船舶船岸兼容数据库软件系统开发

郑 坤,时光志,周 毅

(中海油能源发展股份有限公司,天津 300452)

**摘 要:** LNG 运输船舶船岸兼容分析涉及到的信息空间跨度大,所需数据数量大,数据格式类型多且难于共享,因此考虑通过建立 LNG 运输船舶船岸兼容数据库系统,为船岸兼容分析提供有效的支持。通过分析 LNG 运输船舶船岸兼容分析方法,集成 Access 数据库开发、OPTIMOOR 系泊计算、VB.NET 软件开发等技术,构建了船岸兼容分析系统。船岸兼容数据库由三个子数据库组成:终端数据库、船型数据库、船岸兼容分析数据库。系统具有六大模块,对应的有六大功能:兼容性分析、统计分析、系泊分析、靠离泊分析、文档自动生成功能、数据维护功能。通过 LNG 运输船舶船岸兼容数据库软件系统的应用,可极大地提升船岸兼容分析的效率。

**关键词:** LNG 运输船舶; 船岸兼容; 数据库

**中图分类号:** U651<sup>+</sup>.4

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.19646/j.cnki.32-1230.2018.02.011

## 0 引言

近年来全球 LNG 的生产和贸易日趋活跃,LNG 作为重要的清洁能源已成为世界油气工业新的热点。全球 LNG 产业包括天然气液化、LNG 海运、LNG 接收站、LNG 运输和利用等各个环节。

2004 年 6 月,国家发改委制定了《关于我国液化天然气进口方案的建议》,提出在广东、福建、山东、浙江、上海、江苏、辽宁、河北、天津、广西等沿海地区建设若干 LNG 接收码头。我国已经规划的 LNG 接收站目前一共有 13 个陆地岸站,至今已有广东、福建、上海、青岛、如东、唐山、珠海、海南等 LNG 项目建设完成<sup>[1]</sup>。

为确保 LNG 船舶安全靠离 LNG 接收站码头和 LNG 的输送操作安全,在 LNG 船舶进入 LNG 接收站码头之前,必须开展靠离泊及船岸匹配研究<sup>[2]</sup>。然而,由于船岸兼容所涉及到的信息空间跨度大,致使研究所需数据数量巨大,格式类型众多且难于共享。因此,建立 LNG 运输船舶船岸兼容数据库系统显得尤为重要<sup>[3]</sup>。

盛苏建等<sup>[4]</sup>提出的船岸兼容研究内容包括航行兼容性、靠离泊兼容性、卸料臂兼容性、储存能力兼容性和人员兼容性等方面。在流程上,包括船舶准入程序、托运人提交信息、LNG 终端提交文件、初次船岸界面会议等。通过研究,建立和完善安全作

业程序,确保了安全生产。

本文通过对船岸兼容分析方法进行研究,构建船岸兼容分析数据库,将其分为终端数据库、船型数据库、船岸兼容分析数据库,并开发软件系统实现兼容性分析、统计分析、系泊分析、靠离泊分析、文档自动化功能,从而可以高效地完成 LNG 运输船舶与码头兼容性的快速分析。

## 1 数据库架构

### 1.1 数据库访问

不同的用户对于数据库的使用权限是不同的。用户一共可以分成四类,分别是:系统管理员、船岸兼容分析用户、船公司、终端公司。数据库则可分为船型数据库、终端数据库、船岸兼容分析数据库。

系统管理员能够对船型数据库、终端数据库、船岸兼容分析数据库的数据和架构进行读写;船岸兼容分析用户能够读取船型数据库、终端数据库的数据,读写船岸兼容分析数据库的数据;船公司能够读写船型数据库,读取终端数据库;终端公司能够读取船型数据库,读写终端数据库。用户及权限关系图如图 1 所示。

### 1.2 终端数据库架构

终端数据库架构图共分为 7 个部分:联系方式、码头主要参数、系泊、靠离泊、装卸、安全性、环境,共由 32 张表构成。

(1) 在联系方式这项上,由 TA\_Contact、TA\_Agent 等表组成,里面含有终端联系人与代理人等的地址、电话、邮箱、网站等信息。

收稿日期:2017-12-29

作者简介:郑坤(1987—),男,硕士,工程师,从事船舶与海洋结构物设计制造研究。

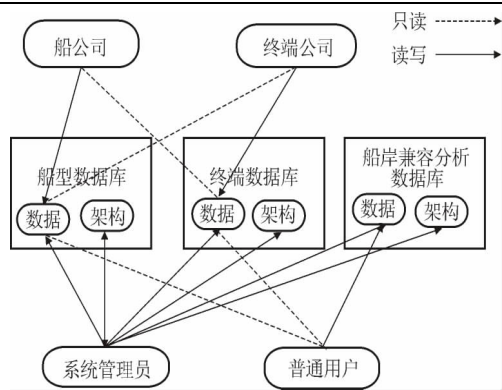


图1 用户及权限关系图

(2) 在码头主要参数这项上,由 TA\_Sum、TA\_Fit、TA\_StorCapa、TA\_Unit 等表组成,里面含有码头的基本设施信息、主尺度限制、具体参数、各项规范要求、储存能力等信息。

(3) 在系泊这项上,由 TA\_Fender、TA\_BreaDolph、TA\_HookBall 等表组成,里面含有系缆墩和靠船墩的设备信息以及用于 OPTIMOOR 软件计算所需要的信息。

(4) 在靠离泊这项上,由 TA\_TugReq、TA\_ApprRada、TA\_OtheSpec、TA\_gangway 等表组成,里面含有终端登船梯信息、雷达设备信息和登船梯设备等信息。

(5) 在装卸这项上,由 TA\_LoadDiscArms、TA\_DOA、TA\_FOA、TA\_Frew、TA\_LN2 等表组成,里面含有卸料臂、燃油臂、淡水连接装置等设备信息。

(6) 在安全性这项上,由 TA\_ESDLink、TA\_FireCon、TA\_Bondcabl、TA\_FireFigh、TA\_Comu 等表组成,里面含有 ESD 系统信息、电缆通讯信息、消防信息等。

(7) 在环境这项上,由 TA\_Tidal、TA\_WeaLimi、TA\_OtheEnviInfo 等表组成,里面含有终端的潮汐信息、环境信息、其他条件限制信息等。

### 1.3 船型数据库架构

船端数据库架构图主要包括 6 个部分:联系方式、主要参数、系泊、装卸、安全性、靠离泊,共由 22 张表构成。

(1) 在联系方式这项上,主要由 V\_Contact、V\_Agent 等组成,里面含有船端联系人及代理人等的地址、电话、邮箱、网站等信息。

(2) 在主要参数这项上,主要由 V\_MainChar、V\_Manifold、V\_Crane 等表组成,里面含有船型主尺度、船端管汇的位置和船端吊机的位置、起吊能力等信息。

(3) 在系泊这项上,主要由 V\_MoorLine、V\_LineType、V\_Winch、V\_Fender 等表组成,里面含有船

型导缆孔信息、缆绳类型、导缆器、护舷等信息。

(4) 在装卸这项上,主要由 V\_Pump、V\_OtheArm 等表组成,里面含有液货泵信息、船端其他管汇等信息。

(5) 在安全性这项上,主要由 V\_ESDLink、V\_TensMoniSys、V\_FireConne、V\_FireFigh 等表组成,里面含有船端 ESD 系统、缆绳拉力监测系统、消防等信息。

(6) 在靠离泊这项上,主要由 V\_Thruster、V\_ApprRada、V\_OtheSpec 等表组成,里面含有侧推器信息、雷达信息、其他参数等信息。

### 1.4 船岸兼容分析数据库

在船岸兼容分析中,一共包含了 41 项兼容分析,其中,包括了对船舶主尺度兼容性分析、卸料臂工作范围兼容性分析、管汇布置兼容性分析、登船梯工作范围兼容性分析、ESD 系统兼容性分析等。当对液化天然气运输船舶和接收站码头进行分析时,就会将分析结果储存到船岸兼容分析数据库中。今后如果还要使用这个数据时,就可以在数据库中直接调用此数据。

## 2 系统设计

船岸兼容系统设计图如图 2 所示。船岸兼容数据库系统主要包括终端数据库、船型数据库、船岸兼容性分析数据库,本研究通过 Access 实现数据库构建。系统共有 6 大功能模块:数据库维护模块、兼容性分析模块、统计分析模块、系泊分析模块、靠离泊分析模块、文档自动化模块,本研究通过 VB.net 实现系统开发。此外,还需要使用 OPTIMOOR 软件对系泊时的缆绳拉力和系缆墩的受力进行计算。

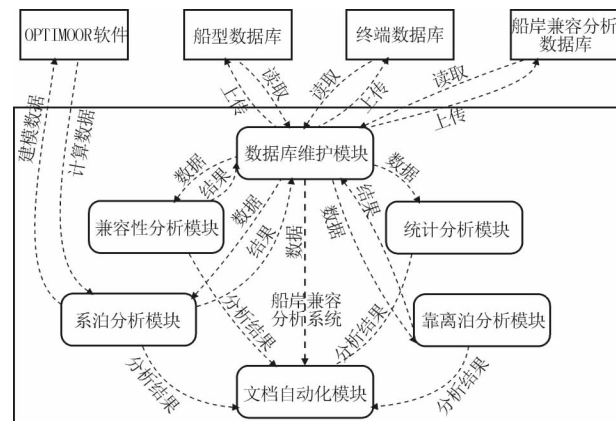


图2 船岸兼容系统设计图

### 2.1 兼容性分析模块

兼容性分析模块是通过读取终端数据库和船型数据库中的数据,并对 2 组数据的逻辑计算,得出是否能够兼容的结论,同时将各项的兼容性分析结果

存储到船岸兼容分析数据库中。其中,要进行兼容性逻辑计算的主要有:船舶主尺度是否能满足终端码头的要求,卸料臂能否在安全范围内实现对接,管汇布置是否满足要求,ESD 系统是否兼容。

## 2.2 统计分析模块

统计分析模块用于查看液化天然气运输船舶数量和终端码头数量,在选定指定码头和 LNG 运输船舶进行兼容性分析时,能够在功能模块里对缺失的信息进行添加或对已有的信息进行修正,保证了兼容性分析的完整性和正确性。

## 2.3 系泊分析模块

系泊分析模块通过使用 OPTIMOOR 软件,在选择好系泊方案和工况之后,进行计算得出结果<sup>[5]</sup>。该模块主要根据以下 3 个参数进行判别:缆绳拉力是否超过极限破断应力,护舷受力是否满足要求,系缆墩受力是否超过极限值。只有当 3 个参数同时满足要求时,才能够通过系泊分析。

## 2.4 靠离泊分析模块

靠离泊分析模块主要用于生成航线图以供液化天然气运输船舶在进出港口时提供参考。在通过读取数据库中的港口岸线信息后,在软件中选取初始点、初始航向角,然后在每个时间段内通过调整主机功率和舵角参数对航线进行调整,最终模拟出液化天然气运输船舶从初始点到码头停靠点的航线。

## 2.5 文档自动化模块

文档自动化模块通过对兼容性分析、系泊分析、靠离泊分析、统计分析的结果和数据库中的数据进行汇总,自动生成一份船岸兼容的文档,可以直观地体现出终端数据和船型数据以及其中的兼容结果。

## 2.6 数据库维护模块

通过数据库维护模块,能够使得船岸兼容数据库和各个模块之间能够相互调用。此外,通过数据库维护模块,也能够对数据库的终端数据和船型数据进行增添、删除与修改。

# 3 系统应用

船岸兼容系统可用于不同类型的 LNG 运输船与不同类型的 LNG 接收端兼容性快速匹配,并给出兼容性分析报告与分析结论。船岸兼容系统的应用过程主要包括数据库的建立、船岸兼容分析项目的建立、兼容性评估等。

(1) 数据库的建立。由系统管理员根据接收端提供的数据,将接收端相关信息录入至数据库中。由系统管理员根据 LNG 运输船公司提供的资料,将 LNG 运输船的信息录入至数据库中。

(2) 船岸兼容分析项目的建立。当有船岸兼容性分析请求,且相关的 LNG 运输船、LNG 接收端均在数据库中时,首先由 LNG 运输船方提供待评估 LNG 运输船的状态,包括 LNG 货物的体积、船舶的艏艉吃水等;然后由 LNG 接收端提供预订靠泊时间段内,码头的潮高、流速、浪高及风速等信息;最后用户根据上述信息建立船岸兼容分析任务。

(3) 兼容性评估。采用船岸兼容分析系统,可以评估指定 LNG 运输船与指定 LNG 接收端,在对应的环境载荷下的兼容性,生成评估报告并给出评估结论。

船岸兼容性分析系统已在“海洋石油 301”LNG 运输船与海南 LNG 终端、广西防城港 LNG 终端及大连 LNG 终端等多个 LNG 接收站的兼容性分析实际工程中得到应用。船岸兼容分析系统的应用,有效提高了上述工程项目中船岸兼容分析的效率,对提高 LNG 运输船及 LNG 接收端的经济性与安全性均有较重要意义。

# 4 结论

本研究针对 LNG 运输船舶与 LNG 接收终端的兼容性分析,通过集成 Access 数据库开发、OPTIMOOR 系泊计算、VB.NET 软件开发等技术,构建了船岸兼容分析系统。船岸兼容数据库由三个子数据库组成:终端数据库、船型数据库、船岸兼容分析数据库。系统具有六大模块,所对应的有六大功能:兼容性分析、统计分析、系泊分析、靠离泊分析、文档自动生成功能、数据维护功能。本系统为船岸兼容研究提供数据支撑和结果可视化,提高了工作效率,为在实际操作中的科学决策提供可靠的信息支持。

目前,船岸兼容数据库中收录有 2 条 LNG 运输船和 114 个接收码头信息。随着该系统的使用,可使数据库中的数据量进一步增加,对数据进一步挖掘,以满足不同船方和岸方对系统的使用需求。

## 参考文献:

- [1] 陈汝夏,刘涛. LNG 接收站船岸界面匹配研究[J]. 油气储运,2012,31(增刊1):60-63.
- [2] 杨莉娜,韩景宽,王念榕,等. 中国 LNG 接收站发展形势分析[C]//中国液化天然气储运技术交流会论文集汇编. 广州:中国石油学会石油储运专业委员会,2016.
- [3] 汪益兵,王捷,徐显文. 数据挖掘聚类算法在船岸一体化平台中的应用[J]. 中国航海,2015,37(2):122-126.
- [4] 盛苏建,王云庆,曾献华. 液化天然气船的船岸兼容性研究[J]. 船舶设计通讯,2015(1):23-28.
- [5] 郭剑锋,高峰,李焱,等. 浙江 LNG 接收站船舶系泊试验研究[J]. 水道港口,2010,31(1):7-11.