

海上油气平台和海底电缆管道 信息化系统的设计与应用

王新新^{1,2}, 宋德瑞^{1,2,3}, 赵建华^{1,2}, 邱江华⁴, 刘小波⁴, 王祥^{1,2}, 康婧^{1,2}, 姜玲玲⁵

(1. 国家海洋环境监测中心 大连 116023; 2. 国家海洋局海域管理技术重点实验室 大连 116023;
3. 辽宁师范大学城市与环境学院 大连 116029; 4. 广东蓝图信息技术有限公司 广州 510665;
5. 大连海事大学环境科学与工程学院 大连 116026)

摘要: 为加强对海上油气平台和海底电缆管道的信息化管理, 为海洋管理部门的使用审批和相关企业的安全生产提供信息服务和决策支持, 文章基于国家海域动态监视监测系统, 设计开发海上油气平台和海底电缆管道信息化系统。该系统采用多层架构体系, 具有较强的扩展性; 分为数据整理、行政审批、统计分析、综合展示和系统管理 5 个功能模块, 采用面向服务的软件架构、模型驱动的系统设计和开发以及 MVC 技术框架等关键技术, 实现数据标准化和共享化、审批全过程管理以及二/三维可视化等功能。目前系统运行状况良好, 已获取大量海上油气平台和海底电缆管道信息, 在三维展示方面仍需完善。

关键词: 海上油气平台; 海底电缆管道; 海洋信息化; 数据共享; 海洋工程

中图分类号: P75 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005—9857(2018)08—0086—05

Design and Application of Information System for Offshore Oil & Gas Platforms and Submarine Cables and Pipelines

WANG Xinxin^{1,2}, SONG Derui^{1,2,3}, ZHAO Jianhua^{1,2}, QIU Jianghua⁴, LIU Xiaobo⁴,
WANG Xiang^{1,2}, KANG Jing^{1,2}, JIANG Lingling⁵

(1. National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China;
2. Key Laboratory of Marine Management Technology, SOA, Dalian 116023, China;
3. School of Urban and Environmental, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China;
4. Guangdong Landtool Information Technology CO., LTD, Guangzhou 510665, China;
5. College of Environmental Science and Engineering, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

Abstract: In order to strengthen the information management of offshore oil & gas platforms and submarine cables and pipelines, and provide information services and decision support for the use and approval of marine management departments and the safety production of related enterprises,

收稿日期: 2018-01-22; 修订日期: 2018-07-24
基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC1405100); 国家海洋局海洋公益性行业科研专项项目(201005011); 国家自然科学基金项目(41606106、41506197); 国家海洋局业务化项目(2018—J—46)。
作者简介: 王新新, 助理研究员, 硕士, 研究方向为海域监测业务信息化

the paper designed and developed offshore oil & gas platforms and submarine cables and pipelines information system based on national maritime dynamic surveillance and monitoring management system. The system adopted multi-layer architecture system and had strong scalability. The system was divided into five functional modules such as data consolidation, administrative examination and approval, statistical analysis, integrated display and system management, using the key software technology service-oriented architecture, system design and model-driven development and technology MVC framework, to achieve a data standardization and sharing, approval process management and 2/3D visualization. Currently the system is running in good condition, it has acquired a large number of offshore oil and gas platforms and undersea cable duct information, but it still need to be improved in terms of three-dimensional display.

Key words: Offshore oil & gas platform, Submarine cables and pipelines, Marine informatization, Data sharing, Offshore engineering

0 引言

海上油气平台和海底电缆管道目前已广泛应用于海洋油气开采。其中,海上油气平台由钻采设施和作业船只组成,海底电缆管道由海底管道和海底电缆组成,为海洋油气资源的高效开发利用发挥重要作用^[1]。

恶劣的海洋自然环境是威胁海上油气平台和海底电缆管道安全运行的主要风险,无序的海洋养殖和捕捞以及海上航运等用海活动是潜在风险^[2]。海底电缆管道长期受海流和河口冲刷、侵蚀以及地震、海浪和生产活动等因素影响,易出现变形、裸露、悬空和位移的现象,而复勘耗时费力,勘测结果易受复杂海底环境的影响出现误判^[3-5],无法确保其空间信息数据的准确性。此外,海上油气平台和海底电缆管道的建设和运行对海域使用管理和海洋生态环境保护也有重要影响。

目前我国尚未建立完善的全国性的海上油气平台和海底电缆管道信息化系统。2013 年原国家海洋局开发相应模块并部署在国家海域动态监视监测管理系统中,但该模块只具有录入相关审批管理结果和数据统计分析的功能,随着国家“放管服”改革的实施,已不能满足管理需要;部分海洋管理部门设计开发满足自身业务需求的管理系统,但系统功能较少;相关油气企业在生产实践中各自研发信息化生产管理系统,具有实用性强、集成度高、数字化和自动化的优点,但系统较独立,

企业之间以及企业与海洋管理部门之间未实现信息共享^[2,6-7]。

因此,迫切需要设计研发海上油气平台和海底电缆管道信息化系统,建立统一的数据管理模式和标准的行政审批流程,确保信息的实时、准确以及可视化和共享化,为相关管理和决策提供技术支撑和科学依据。

1 系统设计

基于国家海域动态监视监测管理系统的运行环境,沿用其标准体系和安全体系,针对我国管辖海域海上油气平台和海底电缆管道的基本信息和用海情况,结合相关资料,通过数据库建设、信息整合分析和三维建模等技术途径,设计开发海上油气平台和海底电缆管道信息化系统,实现相关数据信息的标准化、行政审批的流程化、海域权属审批的一体化和二/三维可视化。

1.1 系统框架

系统采用 B/S 架构,基于国家海域动态监视监测管理系统的软件平台,在统一框架和标准下设计开发。其中,开发平台选用 ArcGIS,数据库管理系统选用 Oracle,三维模型管理系统选用 SkyLine,服务器操作系统选用 Windows Server 2012。

系统采用多层架构体系,具有较强的扩展性,可根据实际情况对系统软件进行配置和组合,便于系统功能的调整、升级和维护以及与其他业务系统的灵活对接,以适应业务的不断发展。

(1)底层是数据库服务层,包括数据采集和数据管理 2 个部分,采用高效的访问和存储技术以及核心数据库连接池,提供集中和统一的数据服务,保证整个系统数据的一致性和共享性。数据采集内容主要包括已入库和未入库的行政审批数据、企业生产管理数据、基础地理数据、海洋基础资料数据和遥感影像数据等;通过对采集的数据进行分类,建设 5 类数据库,包括基础地理数据库、遥感影像数据库、海底电缆管道数据库、海上油气平台数据库和三维模型数据库等。

(2)中间层是逻辑应用层,提供整个系统逻辑应用的全部功能,通过应用组件和中间件的重用和扩展,实现灵活且强大的功能应用。采用兼容的构建对象程序,支持大用户量访问,传输协议采用 XML、XSLT 和 SOAP 标准的数据交换规范。形成 5 个应用平台,包括数据整理、行政审批、统计分析、综合展示和系统管理。

(3)顶层是应用表现层,可根据不同权限,通过浏览器调用各项系统功能,实现客户端的 B/S 模式应用,为国家和地方海洋管理部门、海上执法部门和其他涉海单位服务。

1.2 功能模块

根据业务需求,系统划分为 5 个功能模块,分别是数据整理、行政审批、统计分析、综合展示和系统管理。

(1)数据整理模块收集我国管辖海域的海上油气平台和海底电缆管道的信息,其中海上油气平台信息包括基本信息、空间信息和信息调查表,海底电缆管道信息包括路由调查、铺设施工、注册备案、维修改造、废弃拆除和企业管理等信息以及信息调查表。

(2)行政审批模块整合海底电缆管道的主要行政审批业务并实现全过程管理,包括对路由调查、铺设施工、注册备案、维修改造和废弃拆除等的审批,同时通过建立接口实现该模块与海域权属管理子系统之间的数据交换和共享,使海底电缆管道审批与海域使用审批有效衔接,并对每个审批环节产生的大量申请资料、调查资料和批复文件等进行标准化和规范化的统一管理。

(3)统计分析模块实现对海上油气平台和海底电缆管道信息的汇总和统计。

(4)综合展示模块实现图层叠加展示和二/三维可视化展示。

(5)系统管理模块实现用户管理和权限管理。

2 关键技术

2.1 面向服务的软件架构(SOA)

作为组件模型,SOA 通过在应用程序功能单元(即服务)之间定义完善的接口和契约,从而联系应用程序中的不同服务^[8]。

在系统设计过程中,应尽可能地将提供对外服务的应用程序封装和发布为 Web 服务(Web Service),通过 SOA 架构系统的目录服务和注册,向各种组件或其他应用系统(服务消费者)提供 Web 服务,使系统功能以松耦合的方式实现集成,并使服务功能具有可扩展性(图 1)。

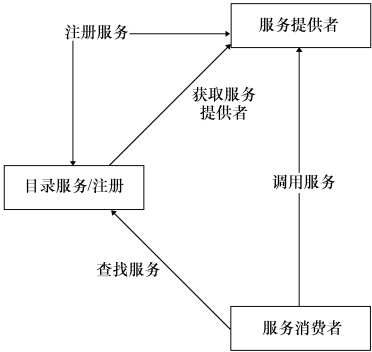


图 1 SOA 模型

2.2 模型驱动的系统设计和开发

基于对象管理组织(OMG)的模型驱动体系结构(MDA),采用面向对象的分析和设计方法(OOAD),基于 UML 统一建模语言对所设计的系统建模,该语言已成为系统建模的标准语言和 MDA 的基础^[9]。

借助建模工具 Power Designer 和 MS Visio,采用正向工程的方法基于 UML 模型生成应用程序模板和数据库结构,采用逆向工程的方法从程序源代码和数据库中提取 UML 模型,实现软件与模型之间的全向工程和一致性,从而实现二者的持续改进。基于 UML 模型生成规范的系统分析和设计文

档,以实现模型驱动的系统设计和开发(图 2)。

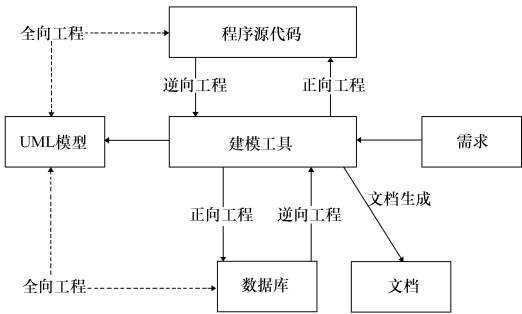


图 2 模型驱动的系统设计和开发

2.3 MVC 技术框架

MVC 技术框架具有设计清晰、易于扩展和可分布运用等特点,可满足本系统多用户、可扩展、可维护和高交互的设计需求^[10]。

系统服务端采用多层架构设计。①表现层采用 MVC 框架,遵循 HTML5+CSS3 W3C 规范,引入 Bootstrap Web 前端面 CSS 框架,支持响应式布局;②业务逻辑封装在服务层,服务可互相调用,将文件服务和数据同步服务从现有系统设计中独立出来,通过简单的封装,将系统中的服务发布成接口服务,供扩展系统和个性系统调用,完成数据交互和共享;③数据层的数据库映射采用 Nhibernate,以数据知识库模式供服务层调用,以 Redis 作为 Nhibernate 数据的二级缓存,提升数据的读写性能(图 3)。

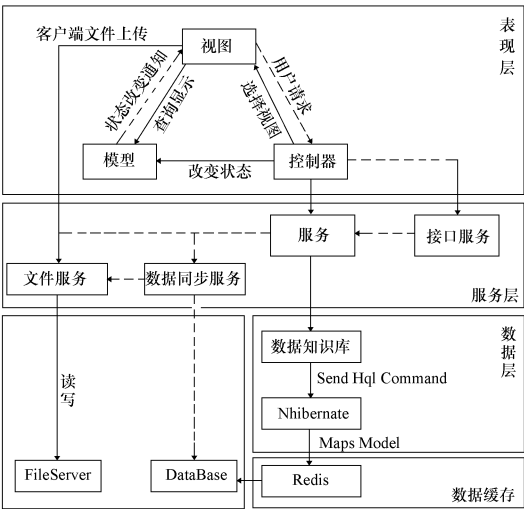


图 3 MVC 技术框架

3 系统应用

目前系统已完成设计开发并正式上线运行,对相关管理部门和企业开展了业务培训。系统自上线以来运行状况良好,获取了大量海上油气平台和海底电缆管道信息(图 4)。

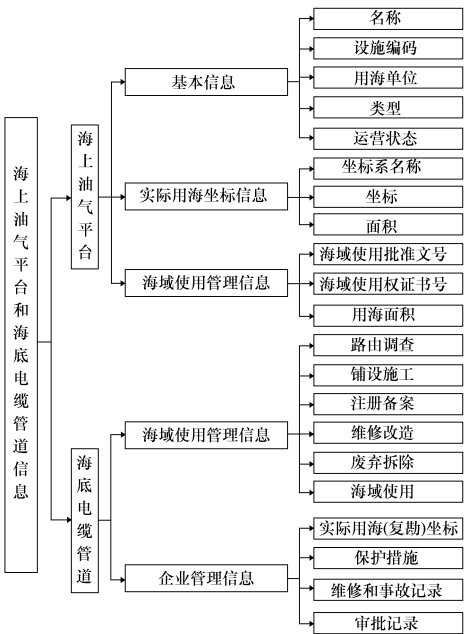


图 4 海上油气平台和海底电缆管道信息

系统已初步实现二/三维可视化展示功能,根据业务管理需求,该功能仍需完善。如,登陆点、井口和交叉管道等区域在海流和海浪等因素的影响下,接触和摩擦损坏风险较大,对油气开采、运输以及海洋生态环境形成安全隐患^[3-5];在事故易发区域,可通过三维建模展示海底电缆管道的水下状态,定期更新维修信息,设立高风险识别区,通过维修记录高亮显示风险级别,为海底电缆管道的维护和管理提供准确的数据支撑。

4 结语

本研究设计并应用的海上油气平台和海底电缆管道信息化系统通过数据整理、行政审批、统计分析、综合展示和系统管理 5 个功能模块,实现数据标准化和共享化、审批全过程管理以及二/三维可视化等功能,为海洋管理部门提供信息平台,为包括海上油气平台和海底电缆管道建设在内的各类海洋开发利用活动的空间协调提供全面的技术支撑,为相关企业的安全生产提供决策服务。(以下内容转至第 94 页)

底部余量和张力等),以辅助判断。

此后,通过不断调整底部余量,使控制软件计算与理想值相对应的布缆速度。调整底部余量的目的是匹配制造海底光缆时设定的区域余量。在施工过程中,施工船需在必要时加速或减速,为使底部余量保持稳定,须控制释放余量。

需要注意的是,在布放接头盒和中继器时,应将海底光缆的入水角调到很大至几乎垂直,并降低施工船速度。这是因为在布放中继器或接头盒时,海底光缆速度会很慢,如果此时海底光缆的入水角很小,即使施工船速度和海底光缆速度相同或保持一定的释放余量,也会不可避免地产生底部张力。在施工过程中,还需关注海底光缆长度与计长器的误差,发现误差须及时修正,一旦出现较大的累积误差,将导致中继器定位不准和登陆长度不可控等问题。

此外,控制软件还支持对施工过程的实时监控,并以此调整施工计划,与传统的施工前计划但施工中无法调整相比,具有巨大的优势。

3 结语

余量控制是深海海底光缆敷设施工中最关键的核心技术环节。本研究介绍深海海底光缆敷设余量控制的原理和方法,通过应用控制软件解决余量控制和海中设备定位等问题。应用控制软件计算的精确度远高于人工计算,可极大地提高施工质量,并极大地降低海底光缆敷设施工难度。

参考文献

[1] 董秀春.海底光缆敷设余量设计[J].海缆技术,2010(1):40—46.
[2] 叶银灿,姜新民,潘国富,等.海底光缆工程[M].北京:海洋出版社,2015.



(上接第 89 页内容)

参考文献

[1] 张震,唐伟,段康泓,等.海洋石油天然气管道保护条例立法问题探究[J].海洋开发与管理,2015,32(9):40—44.
[2] 詹燕民,李毅,朱友生.海底管道电缆管理及预警系统研究与应用[J].工程勘察,2015(8):68—73.
[3] 严天赦,孟宪阔,孟祥勇.交叉海底管道探测方法研究[J].港口技术,2017,54(3):108—112.
[4] 卢燕,潘婷.电缆探测技术在平台周边海底管道的研究[J].科技创新导报,2017(15):58—59.
[5] 马平,刘晓建.海底管道交越光电缆软体排铺设后的工程测量[J].施工技术,2012,41(增刊):369—371.

[6] 谭萌,王金磊,杨丽芬,等.基于 World Wind Java 的海底电缆管道业务管理信息系统设计与实现[J].海岸工程,2015,34(2):81—88.
[7] 郑春生.胜利埕岛油田海底电力电缆故障类型与原因分析[J].事故分析与预防,2016,16(2):6—10.
[8] 赵会群,孙晶.一种 SOA 软件系统可信性评价方法研究[J].计算机学报,2010,33(11):2202—2210.
[9] PANE E S, SARNO R.Capability maturity model integration (CMMI) for optimizing object-oriented analysis and design (OOAD)[J].Procedia Computer Science,2015,72:40—48.
[10] 刘亮,霍剑青,郭玉刚,等.基于 MVC 的通用型模式的设计与实现[J].中国科学技术大学学报,2010,40(6):635—639.