

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: X2011230674

UDC _____

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

基于三维 GIS 技术的站场管理系统

设计与实现

Design and Implementation of Station Management System

Based on Three-dimensional GIS Technology

金 剑

指 导 教 师: 苏劲松 助理教授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论 文 提 交 日 期: 2013 年 10 月

论 文 答 辩 日 期: 2013 年 11 月

学 位 授 予 日 期: 2013 年 月

指 导 教 师: _____

答 辩 委 员 会 主 席: _____

2013 年 10 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

近年来，随着我国对油气资源需求量增大，油气管道建设规模不断扩大，油气管道已成为国家的重要的能源战略通道。为提高油气管道及站场的管理水平，提高站场数据的共享性和完整性、降低安全生产风险，迫切需要开发一个结合站场管理的、面向站场完整性、长输管道、工艺站场基本信息、设备设施管理的三维站场管理系统。

本文首先阐述了三维站场管理系统的研究背景和研究意义，介绍了建设本系统所使用的相关技术，包括三维 GIS 技术、APDM 管道数据模型、站场内工艺管线数据模型（In Station Process Pipeline Data Model, ISPPDM）以及 Oracle 数据库技术；然后，着重分析了本系统的业务需求和功能需求，主要包括场景浏览、设备及管道缺陷管理等；随后，根据系统需求对系统架构、主要功能模块以及数据库结构等内容进行了详细的设计，系统主要由场景浏览、设备管理、管道缺陷管理、工艺流程、站内巡检、管道分析、工业视频、系统管理模块组成；最后对系统的功能进行了实现并进行了系统测试。

本系统采用三层 B/S 结构进行设计，利用 J2EE 和 Oracle 数据库技术进行开发，系统实现了基本的业务功能要求，同时也考虑了系统的性能及安全性问题，并提出了相应的安全控制措施。本系统具有操作简单、用户界面友好的特点，为三维技术在长输管道站场管理的应用奠定了基础，对提高我国的站场完整性管理水平具有重要的现实意义。

关键词： 三维； GIS； J2EE； ISPPDM

Abstract

In recent years, with the greater demand for oil and gas resources, the scale of oil and gas pipeline construction is expanding constantly and oil and gas pipeline has become the important channel of national energy strategy in China. In order to enhance the management level of pipeline and station, improve the station data sharing and integrity, and reduce the risk of safety in production, there is an urgent need to develop an integrated three-dimensional station management system, which combines station management, integrity management, three-dimensional station management system, the basic information of long distance pipeline, process stations, and various equipment and facilities.

First of all, this dissertation introduces the research background, research significance and the related technologies, consisting of three-dimensional GIS technology, APDM technology, ISPPDM technology and Oracle database technology. Next, it analyzes the business requirements and functional requirements of the three-dimensional station management system, including the scene browsing, equipment and pipeline defect management and so on. Afterwards, based on the system requirements, it designs the system framework, key functional modules and database structure and so on. The system mainly includes scene browsing, equipment management, defect management, craft process, station inspection, pipeline analysis, industrial video, system management module. And at last, it carries out and tests the system.

The System used three layers B/S structure to design, and developed with the technology of J2EE and Oracle database. The system achieves fundamental functional requests, and at the same time, it considers the system performance and security. This system has the advantages of simple operation, friendly user interface. It establishes the foundation for the application of three-dimension technology on the management of long distance pipeline station, so it has the important practical significance to improve the station management.

Key words: 3D; GIS; J2EE; ISPPDM.

目录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 研究现状及存在的问题	1
1.3 主要研究内容	3
1.4 论文内容与结构	3
第二章 相关技术背景	5
2.1 GIS 技术	5
2.2 APDM 管道数据模型	6
2.3 站场内工艺管线数据模型	7
2.4 JAVA 相关技术	7
2.4.1 J2EE 技术	7
2.4.2 开发框架	8
2.4.3 开发工具	8
2.5 Oracle 数据库	9
2.5.1 Oracle 简介	9
2.5.2 Oracle 数据库特性	9
2.6 本章小结	10
第三章 系统需求分析	11
3.1 业务需求分析	11
3.2 功能性需求分析	12
3.3 性能需求分析	14
3.4 数据流分析	15
3.5 环境需求	18
3.6 本章小结	19
第四章 系统设计及实现	20
4.1 系统总体架构设计	20
4.1.1 网络拓扑结构设计	21

4.1.2 系统的框架设计	21
4.1.3 系统的功能设计	22
4.2 数据库设计	28
4.3 系统主要功能的代码实现	31
4.3.1 场景浏览模块	31
4.3.2 设备管理模块	33
4.3.3 管道缺陷管理模块	36
4.3.4 工艺流程模块	39
4.3.5 站内巡检模块	41
4.3.6 管道分析模块	44
4.3.7 系统管理模块	45
4.4 系统安全设计	47
4.5 本章小结	48
第五章 系统测试	49
5.1 测试环境	49
5.2 测试计划	49
5.3 测试用例	51
5.4 测试结果	53
5.5 本章小结	59
第六章 系统实现效果	60
6.1 系统建设环境	60
6.2 系统实现效果展示	60
6.2.1 系统主界面	60
6.2.2 站场浏览界面	61
6.2.3 场景浏览界面	62
6.2.4 设备管理界面	63
6.2.5 工艺管网界面	64
6.2.6 风险评价界面	65
6.2.7 系统管理界面	65

6.3 本章小结	66
第七章 总结与展望	67
7.1 总结	67
7.2 展望	67
参考文献	69
致谢	71

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Research Background and Significance	1
1.2 Research Status and Problems	1
1.3 Research Contents	3
1.4 Outline of Dissertation	3
Chapter 2 Related Technologies	5
2.1 GIS	5
2.2 APDM	6
2.3 ISPPDM	7
2.4 JAVA	7
2.4.1 J2EE.....	7
2.4.2 Development Framework.....	8
2.4.3 Development Tool	8
2.5 Oracle Database	9
2.5.1 Brief Introduction to Oracle	9
2.5.2 Characteristics of Oracle Database	9
2.6 Summary	10
Chapter 3 System Requirements Analysis	11
3.1 Business Requirements Analysis	11
3.2 Functional Requirements Analysis	12
3.3 Performance Requirements Analysis	14
3.4 Data Flow Analysis	15
3.5 Environmental Requirements Analysis	18
3.6 Summary	19
Chapter 4 System Design And Impletation	20

4.1 System Architecture Design	20
4.1.1 Network Topology Design	21
4.1.2 System Framework Design	21
4.1.3 System Funtional Design	22
4.2 Database Design	28
4.3 Implementation of System Main Functions	31
4.3.1 Scene Browsing Module	31
4.3.2 Device Management Module	33
4.3.3 Pipeline Management Module	36
4.3.4 Process Module	39
4.3.5 Site Inspection Module	41
4.3.6 Pipeline Analysis Module	44
4.3.7 System Management	45
4.4 System Safety Design	47
4.5 Summary	48
Chapter 5 System Testing	49
5.1 Testing Environment	49
5.2 Test Plan	49
5.3 Test Case	51
5.4 Test Result	53
5.5 Summary	59
Chapter 6 System Display	60
6.1 System Environment	60
6.2 System Demnostration	60
6.2.1 System Main Interface	60
6.2.2 Site Browsing Module Interface	61
6.2.3 Scene Browsing Module Interface	62
6.2.4 Device Management Interface	63
6.2.5 Process Piping Interface	64

6.2.6 Risk Evaluation Interface.....	65
6.2.7 System Management Interface	65
6.3 Summary	66
Chapter 7 Conclusions and Prospects	67
7.1 Conclusions	67
7.2 Prospects	67
References.....	69
Acknowledgements.....	71

第一章 绪论

1.1 研究背景及意义

油气管道是石油产业当中重要的一环，其重要性不仅体现在对石油的传送方面，另一方面也是由于管道企业是集成了长输管道、加工设备、油气存储设备等几乎涵盖油品输送、存储、加工所有环节设备于一体，具备高危产品集中、工艺设备复杂特征的综合区域，是 HSE 体系和安全管理体系中应当重点关注的环节。

由于管道企业具备上述特征，因此世界上的各石油集团对石油管道企业的数字化管理和应急管理都格外重视，石油管道企业的应急管理，具备统筹规划、平战结合、预防为主、处置有效的特点，能够对企业内复杂的设备进行有效监控、管理；对企业内多样的工艺设备进行清晰的识别并提出处置方案；对企业面临的多种风险进行有效的预防和处置演练。

为了提高石油石化企业的应急管理能力，国际上提出了包括 HSE、QHSE、完整性管理等一系列的管理规程、处置规程，并被广泛应用。而另一方面，这些规程在应用过程当中，也面临着由于技术手段不够发达、基础资料不够全面而带来的规程运行成本高、运行效率不能满足预期等问题。

随着二十一世纪的到来，卫星遥感技术，远程传感技术、地理信息技术、三维可视化技术、计算机网络技术等相关技术体系都得到了极大的发展，尤其是高分辨率对地观测技术、高性能计算机技术、多手段传感器技术以及三维可视化技术的发展，为实现高效、实用、实时化的管道企业应急管理提供了坚实基础。

1.2 研究现状及存在的问题

国外三维技术发展较早，主要研究集中在三维 GIS 的数据模型方法方面，在技术方面 OpenGL 和 DirectX 等三维图形应用接口技术已经较为成熟，已在

城市规划、土地管理、海洋资源、军事等领域得到了应用。国外 GIS 开发商在三维技术软件上也形成了一些产品,其中用户所熟悉的 Googl Earth 浏览器就是 2005 年,由 Google 公司研发并推出,面向企业级的 ArcGIS 软件也得到了普遍应用。

国内在三维 GIS 技术研究方面,国家投入了大量经费支持国产三维技术软件的研发,在三维可视化与虚拟现实系统方面,以 EV-Globe、SuperpMap、GeoGlobe 等产品为代表^[1]。

目前,国内外石油石化行业已开始着手研究三维技术在油气田勘探开发、站场、管线等方面开展信息系统建设,集成地理信息数据、将数据查询、分析以及可视化管理等功能集成,提供一个信息展示平台。三维信息系统在石油石化行业信息化建设中的作用越来越大。

随着数字管道技术的发展,我国油气管线站场正向“有人值守、无人操作、远程控制”的方向发展。

目前,油气站场管理中存在的主要问题如下^[2]:

(1) 缺少统一的信息管理平台。目前,国内站场施工建设期的工程设计图纸、工艺流程图、线路设计分布图等各类资料基本上都是以图纸的形式存在。纸质资料不利于数据共享和查阅,如站内管线包括地面和地下管线较复杂,管理人员无法详细交接工作管线、设备具体情况,难以达到科学有效的管理。

(2) 站场改造施工时往往因缺少地下管线图纸或信息而造成对地下管线和设备的破坏。

(3) 站场员工培训往往是面对图纸,员工缺少对站内设备、工艺管线内部的构造和结构直观认识,需要通过三维系统直观展示站场各环节信息,通过系统模拟工艺流程,提高培训效果。

(4) 在站场管理中对工艺管道上发现的缺陷记录需要信息系统进行管理,精确定位,便于后期的维修,提高完整性管理水平。

2008 年胡劭波在三维工厂设计软件在油田地面站场中的应用论文中,以国际上油田地面站场设计中广泛应用的三维工厂设计软件 CADWorx 为例,阐述了其主要功能;深入结合工程实际,介绍了国际工程中管道专业的工作程序,同时,展望了该领域的发展前景^[3]。2009 年,郭虎、赵延治在结合石油石化数字

管线建设与管理方面的需求，通过对三维 GIS 软件 EV-Globe 的产品组成以及软件产品的特点与功能分析，最后从软件应用方面重点介绍了 EV-Globe 在中石油、中石化、中海油数字管道建设和管理项目中的应用情况^[4]。探讨了三维 GIS 技术在数字管线建设与管理应用中的发展趋势，其中地下管线三维模型可视化和空间分析研究将成为未来重点发展方向。

未来三维 GIS 技术将会适应地图可视化、网上海量空间数据可视化，地理知识可视化，分布协同可视化，协同虚拟地理环境等技术上进一步发展。

1.3 主要研究内容

1、本文要在查阅当前已有三维管网系统的基础上，针对站场应用管理的业务管理需求，基于 Struts+Spring+JDBC 三层架构和 Oracle+空间数据库设计并实现一套基于 GIS 技术的三维站场管理系统。系统需要涵盖场景浏览、三维场景管理、设备管理、管道缺陷管理、工艺流程、管道分析、站内巡检、工业视频、系统管理等功能模块，实现集长输管道、工艺站场基本信息、设备设施的三维化平台，在实现管道系统基础资料三维可视化的基础上，提供一个统一的平台，为其他业务系统或独立的业务应用提供工作平台。

2、本文以软件工程理论为设计主线，根据需求分析详细设计了三维站场管理系统，并实现了主要功能模块。

1.4 论文内容与结构

论文分为七章：

第一章是绪论，主要介绍了项目的背景以及项目的特点和优势。

第二章是相关技术背景，主要介绍了系统总体设计的思路，设计方法，以及采用的开发框架、开发工具、数据库。

第三章是系统需求分析，主要介绍了三维站场管理系统所应对的业务需求及功能需求。

第四章是三维站场管理系统设计，主要介绍了系统的整体设计、功能设计、数据库设计、系统安全设计。

第五章是系统测试，主要介绍了系统的测试环境、测试策略等。

第六章是系统实现效果，主要介绍了系统的实现环境、系统界面、系统功能实现。

第七章是总结与展望，主要对文章进行了简单总结，并对下一步工作进行了展望。

厦门大学博硕士论文摘要库

第二章 相关技术背景

本系统主要应用了 GIS、APDM 管道数据模型^[5]、站场内工艺管线数据模型 (In Station Process Pipeline Data Model, ISPPDM) 以及 Oracle 数据库等技术, 通过 JAVA 软件开发平台实现软件系统。

2.1 GIS 技术

地理信息系统 (Geographic Information System 或 Geo-Information system, GIS) 有时又称为“地学信息系统”或“资源与环境信息系统”。它是在计算机硬、软件系统支持下, 对整个或部分地球表层 (包括大气层) 空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。是一种基于计算机的工具, 它可以对空间信息进行分析和处理 (简而言之, 是对地球上存在的现象和发生的事件进行成图和分析)。GIS 技术把地图这种独特的视觉化效果和地理分析功能与一般的数据库操作 (例如查询和统计分析等) 集成在一起。

目前 GIS 分为二维、三维 GIS, 二维 GIS 只能处理平面 X、Y 轴向上的信息, 不能处理 Z 轴上的信息, 只能给用户指平面的效果。二维 GIS 平台国外较常用的有 ArcGIS、MapXtreme、MapGuide 等、国内较常用的有 SuperMap、Geostar 等。基于 B/S 架构的 GIS 发展已成为主流^[6]。

随着 GIS 应用的深入, 人们越来越多的要求用真三维来实现可视化。三维 GIS 空间目标通过 X、Y、Z 三个坐标轴来定义, 与二维 GIS 相比, 三维 GIS 能给人以更真实的感受, 以立体造型技术给用户展现地理空间现象, 不仅能够表到空间对象间的平面关系, 而且能描述和表达它们之间的垂向关系。目前国外较著名的三维 GIS 平台有 Google Earth, Skyline, World Wind, Virtual Earth, ArcGIS Explorer 等, 国内较出名的有 EV-Globe、GeoGlobe、VRMap、IMAGIS 等。

目前国内外三维 GIS 系统开发主要有 3 种途径:

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库