



煤炭码头三维可视化管控系统研究与应用

郭 享^{1,2}, 苏志国³, 崔 峰^{1,2}, 万海霞⁴

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007; 2. 中国交建现代综合交通虚拟仿真应用技术研发中心, 北京 100007;
3. 神华黄骅港务有限责任公司, 河北 黄骅 061113; 4. 中国交通信息中心有限公司, 北京 100007)

摘要: 基于虚拟现实技术、信息技术、网络技术等, 构建煤炭码头三维可视化管控系统。通过与信息管理系统生产运营数据的对接, 在网络环境下, 实现煤炭码头生产运营状态的实时展示和实时信息查询, 以及生产运营过程中设备的快速定位及紧急报警。该系统可为煤炭码头管理人员提供直观的、可交互的辅助港口运营分析、决策的平台。通过在黄骅港煤炭码头的工程应用验证了该系统的先进性和实用性。

关键词: 煤炭码头; 虚拟现实; 管控系统; 实时; 信息查询

中图分类号: U 656.1⁺33; TP 391.9 文献标志码: A 文章编号: 1002-4972(2015)12-0128-05

Research and application of three-dimensional visualization management and control system of coal terminal

GUO Xiang^{1,2}, SU Zhi-guo³, CUI Feng^{1,2}, WAN Hai-xia⁴

(1. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China;
2. Research and Development Center on Virtual Reality & Simulation Application Technology of Modern Comprehensive Transportation, CCCC, Beijing 100007, China; 3. Shenhua Huanghua Harbor Administration Co., Ltd., Huanghua 061113, China;
4. China Communication Information Center Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: The three-dimensional visualization management and control system of coal terminal is built based on virtual reality technology, information technology and network technology. The system is designed with data connection to port operation and management system. In the enviroment of network, real-time status display of port operation, real-time information query and equipment fast positioning and emergency alarm in the process of port operation can be achieved. The system provides an intuitive and interactive platform assisting analysis and decision-making for coal terminal management. The system is validated to be advanced and practical through its application in huanghua coal terminal.

Keywords: coal terminal; virtual reality; management and control system; real-time; information query

我国主要煤炭码头已基本建立起码头生产管理系统和控制系统, 信息技术已经帮助码头管理者将传统的手工数据处理方式转变为计算机处理, 大大提高了煤炭码头的管理水平和生产效率。但是, 我国煤炭码头生产计划还都采用传统手工的

方式, 每个中控室需要 3 人以上值班、监控和操作, 生产效率和管理水平与国外一流煤炭码头相比还有较大差距。

近年来, 虚拟现实技术发展较快, 在娱乐、教育、军事、医学等行业有着较为广泛的应用。

将虚拟现实技术应用在港口工程设计、施工和运营过程中是当前的研究热点^[1]。煤炭码头三维可视化管控系统利用虚拟现实技术、计算机信息技术、网络技术等,在网络环境下,实现对煤炭港口三维场景的实时巡航,通过虚拟现实系统与信息管理系统生产运营数据的对接,实现港口生产运营状态的实时监控,以及生产运营过程中设备的快速定位及紧急报警,辅助调度人员更好地进行生产运营管理与控制,这将成为我国煤炭港口转型升级的重要手段,将对提升我国煤炭码头生产和管理水平发挥越来越重要的作用。

1 系统设计

1.1 系统总体架构

我国煤炭码头现有生产运营管控系统,通过控制网络与信息网络技术、实时数据库技术、变频技术、视频技术、软硬件安全技术等,实现码头生产管理与生产控制的无缝连接以及控制实时信息与管理信息的数据共享,使各级管理者及时地了解生产现场设备运行、码头环境等各种情况及状态,进行各类数据的综合分析,以统一规划全港区资源。

煤炭码头三维可视化管控系统总体架构如图 1 所示。生产管控系统与虚拟现实平台通过数据库的接口进行数据交互,实现煤炭码头三维场景中煤堆、单机设备等模型与现实中生产运营流程同步。

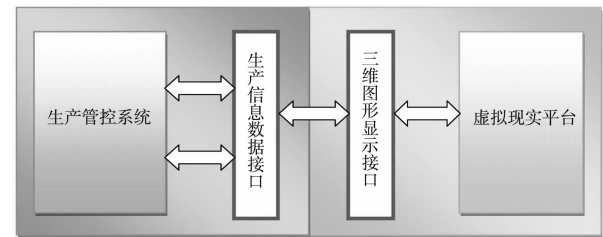


图 1 煤炭码头三维可视化管控系统总体架构

1.2 系统总体功能

煤炭码头三维可视化管控系统通过建立独立的 3D 显示数据库,读取相关实时数据库与管理数

据库信息,各类数据设定不同的更新策略,3D 画面的更新与数据库同步。系统集成翻车机、皮带机、大机、堆场、筒仓和辅助建筑物等,通过与生产运营管控系统数据连接,为煤炭码头各级管理人员提供港口运营实时状态展示与实时信息查询功能。

运营实时状态展示是指系统中的设备模型与现实港口中的设备行为实时一致。实时信息查询包括综合查询、单机设备查询、港区浏览、现场视频(CCTV)等。

1) 综合查询。

可查询煤炭码头总库存和分期库存量,堆场、筒仓状态,火车、船舶、翻车机、堆场/码头大机的作业情况等。

2) 单机设备查询。

鼠标移入,显示单机设备简要信息,如大机设备号、当前状态等。点击单机设备,显示单机设备详细信息:点击火车,弹出火车作业信息,包括车次、到港时间、装卸状态等;点击船舶,弹出船舶作业信息,包括船舶号、进出港时间、装卸状态等;点击翻车机,弹出翻车机作业信息,包括翻车机号、火车车次、卸车进度、货种、作业开始时间等。

3) 港区浏览。

包括自动浏览、交互浏览和定位浏览。自动浏览,是沿固定路径浏览港区场景实时状态;交互浏览,是让用户交互地自由浏览港区场景实时状态;定位浏览,是预设一系列固定的位置让用户方便、快捷地浏览港区场景某位置的实时状态。

4) 现场视频(CCTV)。

可查询现场摄像头信息。

1.3 系统功能模块

煤炭码头三维可视化管控系统主要有数据库连接模块、整体逻辑控制模块、三维场景控制模块和网络发布模块。整体逻辑控制模块包括大机设备控制模块、数据信息显示模块、场景信息查

询模块和拓展功能模块。拓展功能模块包括相机模块、天气模块和视频模块。系统数据与模块间结构如图 2 所示。

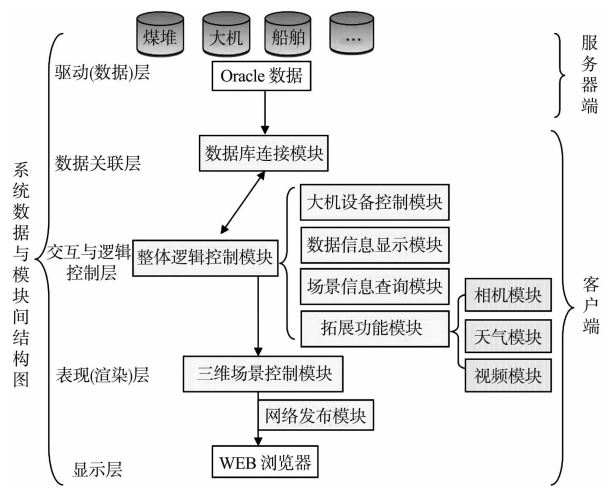


图 2 系统数据与模块间结构

2 系统功能模块实现

2.1 数据库连接模块

基于 Oracle 数据库，数据库连接模块嵌套在三维场景控制模块中使用，实现虚拟现实平台编辑器与 Oracle 数据库的连接。数据库网络通信是数据库连接模块中的重点，是部署在远程服务器计算机的代理程序作为一个中间功能，与多个客户端建立 TCP/IP 网络会话，实现传输数据的功能。数据库网络通信构架如图 3 所示。

2.2 整体逻辑控制模块

整体逻辑控制模块包括大机设备控制模块、数据信息显示模块、场景信息查询模块和拓展功能模块，对煤炭码头整个场景进行逻辑控制，包括大机、煤堆、筒仓、船舶等的初始化与运行过程、消息响应过程、权限管理等。其逻辑流程如图 4 所示。

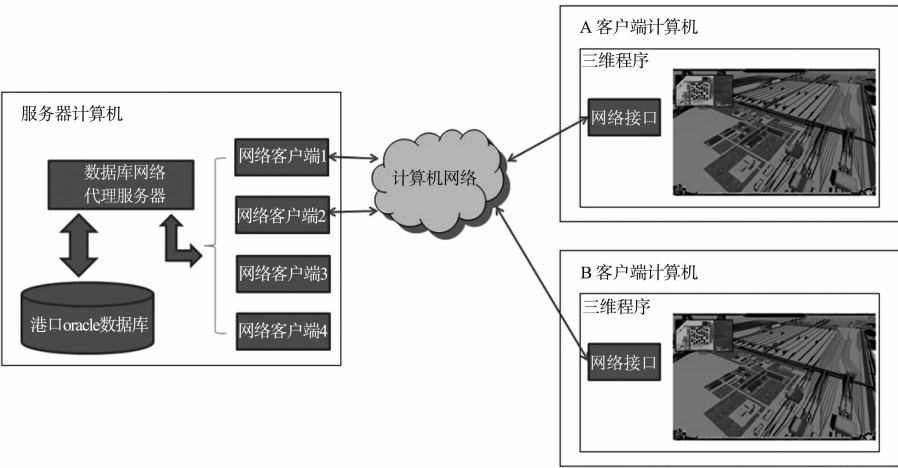


图 3 数据库网络通信构架

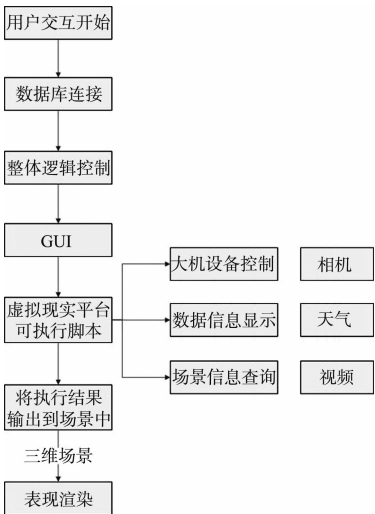


图 4 整体逻辑控制模块逻辑流程

1) 大机设备控制模块。

大机设备控制模块包括机车控制、煤堆生成与控制、船舶管理、泊位管理、相机控制、文字与船舱、筒仓内容设置等。图 5 所示为添加堆场取料机并设置其节点关系，图 6 为大机设备控制模块逻辑流程。

2) 数据信息显示模块。

数据信息显示模块用于在三维场景的空间里显示指定模型的数据信息，其显示形式包括文字泡、信息面板、高级 GUI 面板等（图 7）。

3) 场景信息查询模块。

场景信息查询模块包括结果集查询、条件查询、鼠标单击模型查询、鼠标双击数据库数据记录查询等。



图 5 添加堆场取料机并设置其节点关系

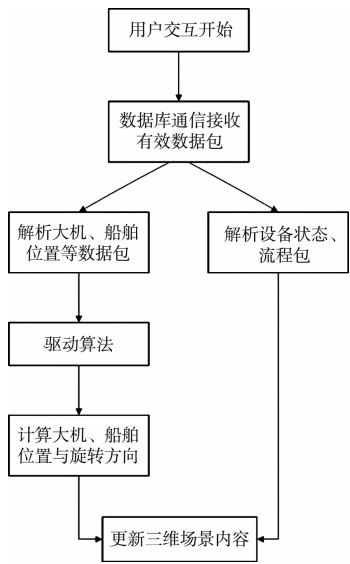


图 6 大机设备控制模块逻辑流程



图 7 船舶信息面板

4) 拓展功能模块。

拓展功能模块包括相机模块、天气模块和视频模块，主要实现场景漫游、天气模拟、辅助场景交互控制、查询现场摄像头信息等功能。

2.3 三维场景控制模块

三维场景控制模块是煤炭码头三维可视化管控系统的基础部分，通过虚拟现实平台编辑器实现整个三维场景的搭建、渲染表现和模型信息的存储等，通过虚拟现实平台脚本编辑器，将其他各模块的对外接口都置于其管理下，方便用户的调用与逻辑编写（图 8）。

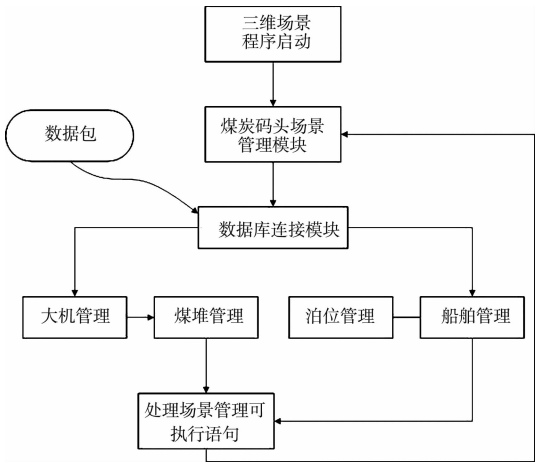


图 8 三维场景控制模块逻辑流程

2.4 网络发布模块

网络发布模块将煤炭码头三维可视化管控系统打包为可用于 WEB 发布的网页文件，在 IE 插件离线包的安装下，进入 WEB 浏览器显示三维场景(图 9)。

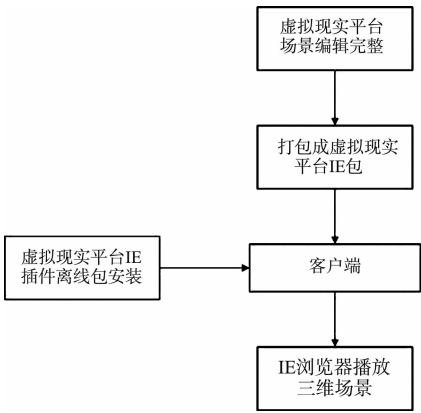


图9 网络发布模块逻辑流程

3 工程应用

3.1 工程背景

黄骅港位于河北省渤海湾西南岸，是沿海的地区性重要港口，也是我国的主要能源输出港之一，形成以煤炭港区、散货港区、综合港区为主，河口港区为补充的发展格局，加速由煤炭装船港向综合性港口转变，打造区域性综合大港，成为沟通冀中南以及山西、豫北、鲁西北等地的出海口。

3.2 问题的提出

黄骅港在发展过程中，不断扩大港口的生产规模，提高吞吐能力。在管理过程中，对于生产运营信息的实时、全方位掌握需求在不断提高，港口只有借助信息技术建立起现代化的管控一体化模式，才能满足这种需求。

由此，需要采用三维可视化管控系统实现设备控制和生产管理的有机结合，进而实现整个港口的透明生产，实现黄骅港与上游货主以及下游船代之间的信息交流，打造上下游一体化的数字港口码头；同时借助信息化手段提升内力，发挥信息化的信息共享和强大的数据挖掘分析能力，为管理层提供准确有效的数据，提供生产经营的某些决策依据以及战略层次的相关数据。

3.3 煤炭码头三维可视化管控系统的应用

黄骅港码头管控一体化系统的框架设计基于生产执行层（PSC）、业务管理层（MES）、分析决策层（ERP）三层模型^[2]，主要实现生产控制

系统与管理系统的实时联动：在详实的经营计划基础上，管理系统会依据生产设备状态信息及火车船舶信息制定生产调度计划，此类计划通过网络传达给控制系统，成为控制系统控制工艺流程的依据；控制系统会将工艺流程状态数据实时传输给管理系统，使管理系统能监视、记录、分析并存储设备状态及生产流程信息，从而为分析决策系统提供决策数据，港口管控系统形成一个紧密闭环的体系。

依托黄骅港管控一体化的总体设计和建设现状，三维可视化管控系统基于生产管控系统的翻堆取装单机信息、堆场信息、筒仓信息、翻车作业状态、单船作业状态等生产运营信息，通过数据接口的方式实现与管控系统的数据交互，实现三维场景中设备模型参数信息与管控系统生产流程数据的同步。数据实时导入三维网络可视化平台，立体化实时展示生产场景，从而全方位透明呈现各生产环节，随时掌握生产及设备状态^[3]。黄骅港三维可视化管控系统如图10所示。

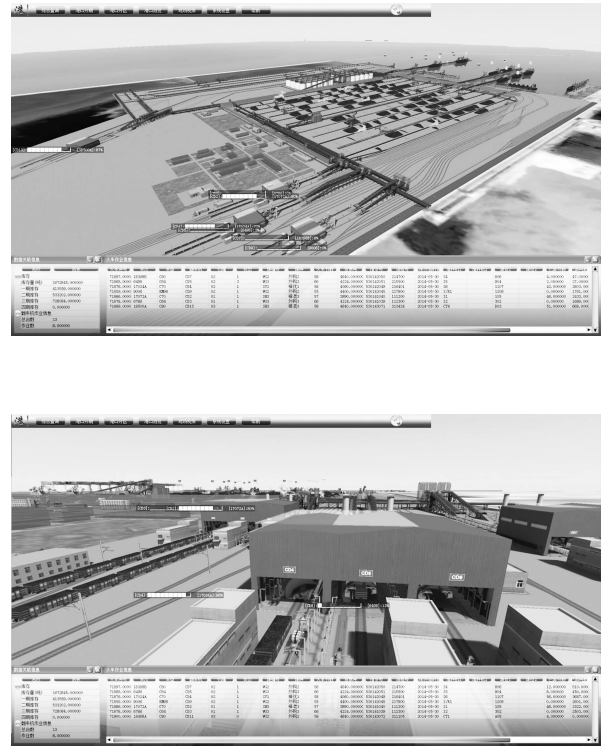


图10 黄骅港三维可视化管控系统