

核电站虚拟检修培训技术研究

赵鹏程 彭波 张皓

(中核武汉核电运行技术股份有限公司 仿真中心,湖北 武汉 430223)

摘要:文章依据核电站对于设备检修培训的需求,提出了利用虚拟仿真技术进行核电站虚拟检修培训系统的设计与开发过程。该培训系统将三维建模、虚拟装配、数据库技术等技术进行结合,并与核电站设备检修规程相配合,可进行教学和操作。文章阐述了虚拟检修培训技术的应用现状、系统结构和关键技术。

关键词:核电站;设备检修;虚拟现实

1 概述

随着核电站的建设,不断有新员工加入到核电运行维护中,同时原有核电站资深维修技术人员也不断稀释到各新建核电站,造成了现有和新建核电站的整体技术熟悉程度和技能水平都呈现下降的趋势,课堂的理论教学不能满足需求,而完全采用实物模拟培训的方式,受经费、场地等诸多原因的限制,也不能大面积的推广,如何找到一个适用于核电站维修人员培训的技术路线,并在此基础上建立核电培训产品用于维修人员培训,提升维修人员技能水平,成为一个迫在眉睫的问题。虚拟现实技术作为一个可视化的技术手段,无论从视觉效果、现场感受等方面都有着良好的技术优势,已成为核电站维修人员培训的一个必不可少的手段。

2 虚拟检修培训技术的应用现状

虚拟现实技术是上世纪五六十年代兴起的一门新兴技术学科,他融合了数字仿真、数字图像处理、计算机图形学、多媒体技术、传感器技术等高新技术。在上世纪九十年代,国外已经广泛应用到生产、研究、生活的各个领域,如娱乐、军事、航天、设计、生产制造、信息管理、商贸、建筑、医疗保险、危险及恶劣环境下的遥控操作、教育与培训、信息可视化以及远程通讯等。

2.1 医学领域

建立医学工具操作的虚拟训练系统,让医生,特别是新学员在电脑前模拟进行操作,熟悉各种医学设备的操作过程,可有效提高手术的安全性和效率。如内窥镜操作虚拟训练系统、腔镜操作虚拟训练系统、基础子宫镜操作虚拟训练系统、心血管操作虚拟训练系统、消化道及支气管镜操作虚拟训练系统等

2.2 机械设备行业

在机械设备行业的应用也很多,因为大型设备的拆卸、安装维修都很困难,培训新维修安装工人在实际操作中,一是费用高,二是浪费时间,采用虚拟维修安装培训系统,可以更轻松的让新的安装工人熟悉操作的流程。

2.3 能源勘探领域

矿业人员技术培训:采用虚拟现实技术创造出的矿山生产环境具有逼真、交互作用的特点,可以直观模拟采矿环境及其作业过程,供采矿工程专业的学生实习,这样既可以降低实习费用,又可缩短教学时间,让更多的人接受高等教育。

2.4 电力行业

采用虚拟现实技术建立的电力仿真系统,可以全过程仿真电力系统动态行为,可用于电力系统运行方式研究、安全稳定分析、事故重演和分析等。对运行人员进行正常操作、事故判断和处理、系统恢复的培训等;对运行人员的各种操作能力、事故判断和处理能力进行鉴定与考核;对保护定值和自动装置定值进行校验。

2.5 制造业

虚拟制造是采用计算机仿真和虚拟现实技术分布技术环境中开展群组协同工作,支持企业实现产品异设计、制造和装配。工程和建筑领域内虚拟现实技术已被看作是唯一开发工具,目前正用它设计各种产品和设备,是整个产品制造过程。

2.6 教育行业

采用虚拟现实技术进行的虚拟实验,不但能产生视觉效果,还能够处理实时交互图形,具有图形以外的声间和触感,完全可以在虚拟世界充分感知信息,并做出选择或相应的动作。而且在不同的实验间切换,只需输入不同的处置方案即可。不需大量的置换外部元件。

2.7 其它

模拟器:广泛应用的有飞行模拟器、列车模拟器、驾驶模拟器、坦克模拟器、潜艇模拟器等,如动车组模拟器、驾照考核模拟器,采用虚拟现实技术与控制技术,对人员整个的操作过程进行培训,包括对突发事件和事故的处理。

在核电领域,国外也在三维设计、人员培训方面逐步进行虚拟现实应用。如欧洲原子能共同体(EURATOM)的VRIMOR项目、列宁格勒核电站的虚拟现实换料装置模拟机、韩国核电站的虚拟培训系统等。国内各核电站从本世纪初开始进行虚拟现实技术核电应用的探索与研究,主要集中在运行、培训、检修等领域。如大亚湾核电站的虚拟核岛演示项目,秦山二期的虚拟换料机培训系统、核岛设备定位系统,秦山三期的电站关键设备三维仿真系统、热交换器整体更换三维模拟系统,秦山一期电站设施三维信息化及管理系统、虚拟控制棒驱动机构、虚拟主汽阀检修及装配培训软件、虚拟主变压器解体大修仿真培训软件、虚拟停堆冷却泵结构及装配软件、堆芯核测系统机械部分维修虚拟仿真软件,田湾核电站技能培训虚拟仿真培训系统,山东核电虚拟设备检修培训系统等。国内各院校针对核专业学员也提出了建设虚拟核电培训系统的需求等。虚拟现实技术已成为核电培训产品开发的重要技术手段。

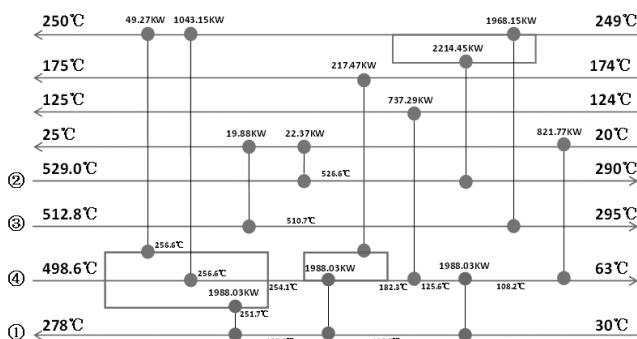


图2 优化后热集成网络

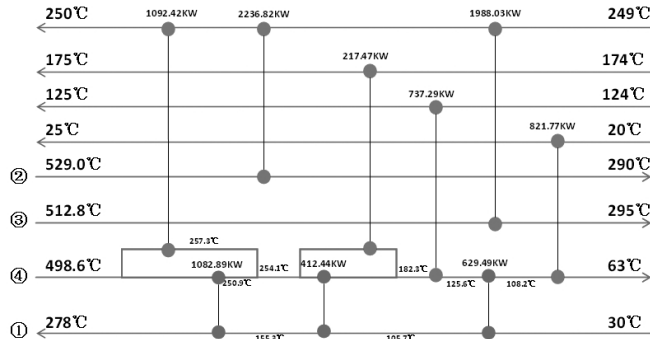


图3 最终热集成网络

参考文献

- [1]田春荣.2012年中国石油和天然气进出口状况分析[J].国际石油经济,2013(3):44-55.
- [2] 中国石油和化学工业联合会.2014年石油和化工行业经济运行报告[N].中国化工报,2015-1-22.

作者简介:彭胜(1987-),民族:汉族,研究方向或从事的主要专业工作:煤化工方面催化剂制备。

烷化反应器串联方案控制反应器温度在550℃以下,有效降低了设备换热要求,避免催化剂烧结。模拟结果与试验数据相不大,验证了建模过程中动力学及工艺参数选择的准确性。

对热集成网络进行分析,采用夹点技术恰当匹配冷热物流之间的换热及冷热公用工程的类型和能级选择。利用余热加热原料气,消减了热负荷的消耗。优化余热回收过程,余热利用率从45.85%提高到88.42%。

3 虚拟检修培训系统总体设计

核电站虚拟检修培训系统需具备厂房及设备三维结构展示、检修规程模拟、工器具管理、培训与考核、零部件属性信息查询、外部资料关联调用等功能,包含前台的虚拟培训系统、后台的数据库系统和三维建模系统,结构如图1所示。系统所有的数据都存放在服务器上,用户端通过访问服务器,将数据下载到本机才能进行相关的操作。在服务器数据进行更新后,同样客户机通过下载更新后的数据对客户机本机的数据进行更新。

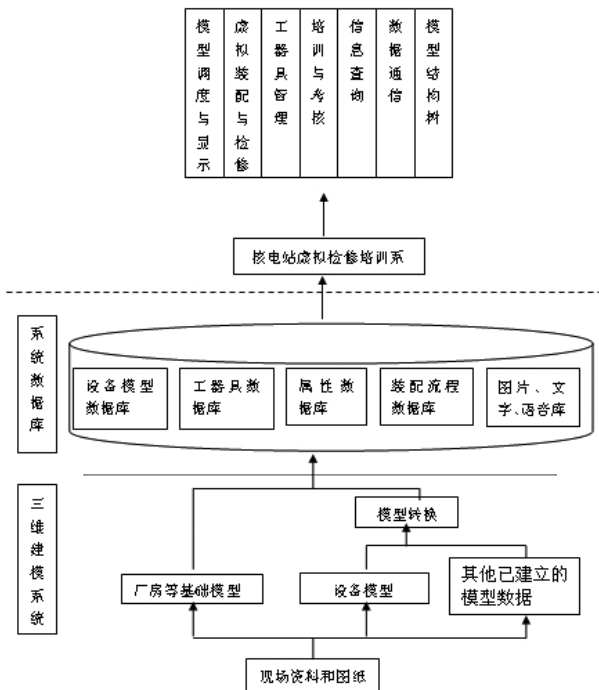


图1 核电站虚拟检修培训系统结构图

4 虚拟检修培训系统关键技术

核电站虚拟检修培训关键技术包括三维建模技术、场景交互技术、模型结构树浏览、虚拟维修模拟、三维特效技术以及集成其他领域范围的各种技术,形成了核电站虚拟现实培训系统。

4.1 三维建模技术

对核电站进行三维虚拟仿真建模,涉及的范围包含厂房、设备及零部件、管道、支吊架、电缆线等,受资料完整度影响,按照不同的应用需求,可以将三维模型分为三种精度:

- 1级:目标对象全部部件都需按设计尺寸精确建立。
- 2级:仅对目标对象主题关键部分有精确尺寸要求,次要部分仅建立外形,或按装配图比例建立。
- 3级:对目标对象无精确尺寸要求,仅需要模型比例与实体基本一致。

目前三维建模技术主要是利用软件进行手工建模,在一些环境下也可采用三维扫描技术提取模型数据,再进行加工处理实现三维模型的建立。

对于设备及零部件模型,一般采用工程软件进行建模的方式,主要的工程软件包括Pro/E、Catia、UG等,该类软件的优势在于能够完全还原设备的尺寸和结构,工程应用时数据更准确。

对于厂房模型,一般对于数据的精度要求不高,可利用普通软件如3Dmax进行建模工作。该类软件的优势是可以利用模型纹理、材质等手段,更好的展现厂房的外观效果。

对于管道、支吊架、电缆线等类型三维模型数据的建立,可根据实际应用精度的要求,在精度要求高的情况下,利用工程软件进行建模,在精度要求低的情况下,利用普通建模软件建模。

4.2 场景交互技术

虚拟现实技术的最大特点就是可交互性,在核电站虚拟现实培训系统中,学员不仅可以观看三维模型,还可以借助鼠标、方向盘、数据手套、体感、实体盘台等设备,实现厂区漫游、设备拆装、过程控制等各种操作,真正达到培训的目的。目前主要的应用还停留在键盘鼠标和实体盘台上,数据手套、体感、力反馈等设备由于受场地、资金、技术结合性等方面的影响,还处于研究阶段,实际应用案例较少。

4.3 模型结构树浏览

按照设备零部件装配关系表达设备零部件层级关系,使用模型结构树的方式表现,显示设备整体部件,下一级的零件和部件,再下一级的零件和部件,显示的信息包括设备编号和名称。(如图2所示)

的零件和部件,显示的信息包括设备编号和名称。(如图2所示)



图2 模型结构树示意图

4.4 虚拟维修模拟

运动模拟:对于设备维修规程中涉及运动的零部件,对起运动开始时间、结束时间、运动的初始坐标、结束坐标进行配置。确定后该数据库存入到数据库的对应数据表中,供规程调用使用。

结构联动:对于涉及联动运动的物体采用DOF节点实现,判断并响应主运动节点,通过控制主运动节点的方式实现。

时间轴节点设置:通过时间轴的方式设置运动开始时间、结束时间,在三维场景里面选取模型并对模型进行移动操作。并记录时间和运动信息到对应数据库中。

界面化检修规程配置:设计开发图形接口,已图形化方式设定检修规程的操作步骤,以及对应的运动动作,调用的动画、图片、文字说明等,实现数据库统一管理,如图3所示。

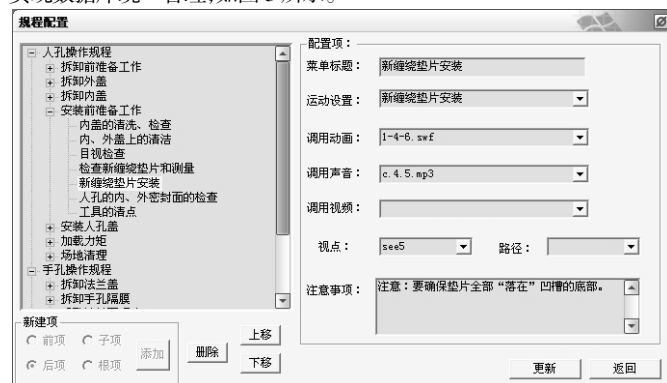


图3 检修规程配置图形化界面示意图

4.5 虚拟教学与演练

可设置手动、自动两种模式,自动模式下系统根据选定的检修规程,自动进行维修各工作步骤的模拟。在手动模式下,需要学员选择正确的器具和正确的操作位置,进行维修操作演练。

5 结束语

综上所述,采用虚拟仿真技术建立的虚拟检修培训系统,具有如下特点:(1)利用三维建模技术能真实还原设备结构和零部件关系;(2)采用图形化规程配置、参数化运动控制、时间轴运动节点控制等方式,可快速实现设备检修规程中维修动作的模拟;(3)采用手动/自动两种方式进行规程模拟,可满足教学和训练两种不同的需求。

使用虚拟检修培训系统进行核电站设备检修人员的培训,能够让学员清楚直观的了解设备结构,可进行设备检修过程的演练,熟悉设备检修的操作步骤、操作要求以及操作方法,为核电站提供一个良好的培训手段,可大规模使用,有效提高核电站维修人员的技能水平。

参考文献

- [1]李新芳,李新叶.基于虚拟技术的变电设备检修培训系统的设计[J].黑龙江科技信息,2014,35.
- [2]张豫南,黄涛,等.装甲车辆电气设备虚拟维修训练系统[J].计算机应用,2011,S1.
- [3]刘子强.虚拟装配的基础研究[D].哈尔滨工程大学,2004.
- [4]唐先丰.基于Virttools的汽轮机模拟维修系统研究与实现[D].武汉理工大学,2010.