

文章编号: 1003-1480 (2006) 01-0049-03

硝化棉虚拟生产操作培训系统

袁志国, 刘有智, 罗一鸣

(中北大学环境与安全工程系, 山西 太原, 030051)

摘 要: 介绍了利用多媒体和虚拟现实等技术开发的硝化棉生产虚拟操作培训系统, 详细介绍了该系统的结构、实现途径、培训内容和培训效果。

关键词: 硝化棉; 虚拟现实; 虚拟操作培训; 操作考核

中图分类号: TQ562.21

文献标识码: B

The Virtual Operating Training System in NC Producing

YUAN Zhi-guo, LIU You-zhi, LUO Yi-Ming

(North University of China, Taiyuan, 030051)

Abstract: Making use of the techniques such as multi-medium and virtual reality etc, the virtual operation training system in NC producing was developed. The paper introduced and the structure of system, achieving ways, training contents and training result.

Key words: NC; Virtual reality; Virtual operating training; Operation test

众所周知, 安全生产问题是硝化棉生产中的突出问题^[1], 因而对工序操作、生产管理、生产和技术人员的素质等提出严格要求, 也即人员培训成为硝化棉生产中的关键环节。传统的培训方法是黑板加粉笔的理论培训, 和师傅带学徒在生产装置上进行有限的现场培训, 这种方法并不能起到良好的培训和警示作用。为此, 笔者利用多媒体计算机和虚拟现实技术开发出了高效率的“硝化棉生产虚拟操作培训系统”。

虚拟现实 (Virtual Reality, 简称 VR) 技术综合了计算机图形学、仿真技术、图像处理与模式识别、智能技术、传感技术、语音处理与音响技术等多门科学, 将计算机处理的数字化信息变为人所能感受的具

有各种表现形式的多维信息, 通过视、听、触、嗅觉等作用用于使用者, 对使用者的行为做出动态的交互反应。虚拟操作环境就是利用虚拟现实技术生成的一种令人感到身临其境、交互式的人工虚拟世界。它具有多感知性、沉浸特性、交互性和自主性等基本特征^[2]。

1 虚拟操作培训系统的设计

由于该培训系统主要用于操作人员和技术人员的培训与考核, 所以用户界面需要简单明了、易学易用。但硝化棉生产过程相当复杂, 有些生产工序属于连续生产过程, 有些属于间歇生产过程, 因而该系统按生产工序来设计开发, 每个工序中都包含生产理论

收稿日期: 2005-12-12

作者简介: 袁志国 (1978-), 男, 助教, 主要从事计算机仿真, 化工过程模拟等方向的研究。

基金课题: 兵总“十五”预言项目 (42001060401)

知识、操作规程、开车操作、生产调节和事故专家处理等模块。其外部结构如图1所示。

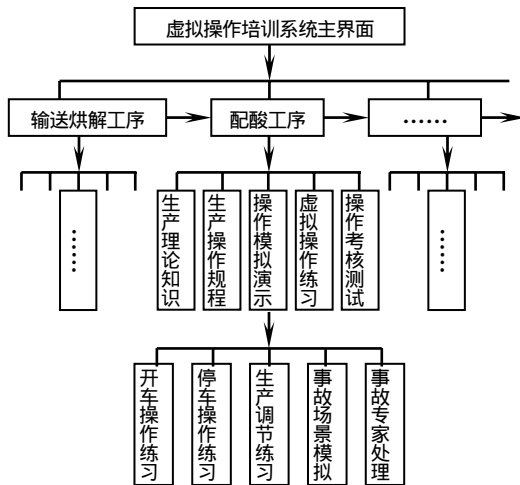


图1 虚拟操作培训系统外部结构

Fig.1 The main components of the virtual operating training

由于每个工序中包含的模块类似,所以系统内部分为:理论知识、实物模型、事故模型、专家经验和用户管理等数据库,这样增强了系统的可扩充性和可维护性。

2 虚拟培训系统的实现

2.1 理论知识模块的实现

该模块包括技术理论、操作规程及安全条例3项培训内容。用户界面采用超媒体技术,将文本、图像、声音、动画和影像等素材进行集成与显示,界面友好,操作简单,将部分抽象的理论用动画形象地模拟出来,易于学员掌握相关抽象的理论,且能留下鲜明的印象,从而强化学习效果。

2.2 实物模型和事故场景的建立

本系统采用三维建模软件3DS MAX开发制作了实物模型、生产装置流程和部分事故场景库,其它事故场景利用影像处理软件剪辑的历史影像和动画演示,这为虚拟操作提供了丰富逼真的虚拟操作界面和场景。如图2所示。

2.3 数据库的建立

所有数据库均采用了面向对象程序设计语言VB

和Access来实现。其中专家经验库和事故库资料包括了我国近百年来硝化棉生产相关知识和历史事故及专家处理经验等。

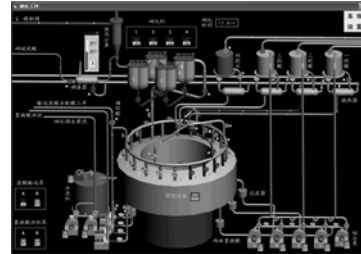


图2 某工序的虚拟操作场景

Fig.2 The virtual operating scene of one process

2.4 虚拟操作的实现

虚拟操作包括了开车、停车、生产调节、历史事故再现和事故处理等5项培训内容。其中后两项又包含在前3项操作之中,当误操作或生产不正常时,系统将分析其原因自动调出事故场景并给出专家处理建议。为了建立虚拟生产场景和模拟实际生产过程相关参数的变化,笔者利用三维建模软件3DS MAX建立了全生产装置流程的立体实物模型,以此模型作为学员操作场景,然后运用机理与经验相结合的方法,根据物料平衡、热量平衡、传递速率方程及化学反应动力学建立了与实际生产情况近似的数学模型,通过使用VB编程实现模型求解和控制。其系统内部结构如图3所示^[3]。

图3包括3类动态数据库:操作参数数据库、阀门和按钮等设备操作状态数据库、工艺参数数据库。操作参数数据库主要用来描述操作过程中与操作有关的一些参数,如有关连锁参数以及调节器参数等。设备状态作数据库包括了各类生产设备的运行状态、按钮状态及管线上各阀门的类型、开度大小等相关信息,它可对生产中各类设备的运行情况做出定量的描述,并实时存储于数据库中,同时系统根据这些参数实时更新操作场景。工艺参数数据库用于存放工艺流程中物料的所有信息数据,如温度、压力、流量、质量及其关系等信息,它一方面直接与工艺模型相联系,另一方面将更新的操作参数实时输出到显示画面^[4]。

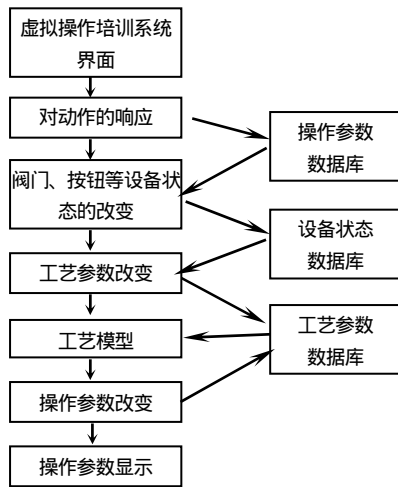


图3 虚拟操作培训系统内部结构

Fig.3 The internal components of the virtual operating training

2.5 操作考核测试模块的实现

该模块是在虚拟操作练习的基础上开发制作的，与其不同之处在于该部分增加了操作记录程序和成绩评定，去掉操作提示。其中成绩评定方法采用了类似于组态 CENTUM 顺控表的工作单组态方法。其核心思想是将整个硝化棉生产流程划分为若干个阶段，每个阶段占用 1 张工作单，在工作单内规定了相应阶段应达到的过程指标和操作的逻辑结构。学员操作过程中若满足了规定的操作和指定的指标则得到相应的分数，否则不能得分。操作结束后，将各阶段的得分加以处理，即得到最后结果。其工作表内规定的操作逻辑关系清楚，定量精确，增加了评定学员操作成绩的准确性，可以强化学员掌握其生产操作，也可定期用来考核操作员工和技术人员。

3 培训内容

3.1 全流程培训

对硝化棉所有工序联合培训。全流程培训时，各个工序相互联通，进行数据传递和交换，所有操作对装置的仿真运行都将产生相应的作用。全流程培训可加强操作员之间的配合，加深对全流程装置运行状态的认识，使各个工序协调操作。

3.2 工序培训

按硝化棉生产工序进行培训。工序培训时，整个生产装置的各个工序之间互不影响，没有数据交换，所有应从别的工序来的数据都将认为已经是合格的理想数据。一个工序的操作不影响其它工序，这种培训有利于学员花较少时间掌握所需学习的内容，同时能大大加强对本工序的熟练操作。

3.3 培训工况

进行如下 5 种工况操作练习：（1）冷态开车，即装置从停产状态开始启动，常指装置第 1 次开工或大修以后的开工；（2）热态开车，一般是指装置从非正常停工或事故状态恢复后的开工；（3）正常工况，是指装置在平稳运行的情况下，由操作人员进行操作调节，此时，系统的事故设定功能会设定 1 个或 1 组事故，经学员判断、处理来实现事故的操作或通过修改参数，使装置产生异常，由学员判断、操作；学员也可大范围地调整操作参数，了解生产装置的状态变化规律；（4）正常停车，一般指正常状态下的停车；（5）紧急停车，一般是出了重大事故后的一种处理方法。这些培训内容往往是传统培训方法所不能进行的操作练习，所以该系统培训内容灵活，可以最大限度地调动学员的积极性，培训效果显著，效率高。

4 培训效果

学员在该虚拟操作环境中，不仅可以观看生产操作方法和操作步骤的演示，而且可以成为生产中的虚拟员工或技术人员，进行“真实”的生产，使学员以一定身份（比如技术员、操作工人等）完全置身于一个接近真实的生产环境中，而不仅仅作为一个旁观者来观看学习，从而有效地进行技能训练和操作练习。同时，学员不仅可以反复进行操作训练，而且培训方式和内容灵活。既可单独学习，也可集体学习；既可进行全程培训，又可进行某个工序培训，从而满足了学员之间的差别和不同需求；既缩短了培训周期又提高了培训效果。

（转至第 54 页）

(上接第 51 页)

另外,学员还可以反复试验自行设计的开车、停车方案、生产调节和事故排除方案等,这对于学员了解工艺和控制系统的动态特性,提高对工艺过程的运行和控制能力具有特殊效果,充分发挥学员创造意识和创造才能。

经实践证明,硝化棉生产虚拟操作培训系统是一种适应信息时代发展要求的有效而又科学的培训手段,在降低培训成本、保障安全生产、节省开、停车费用、减少事故损失和非正常停产的损失等方面将发挥重要作用。

参考文献:

- [1] 张瑞庆编著.火药用原材料性能与制备[M].北京:北京理工大学出版社,1995,3.
- [2] 汪成为.灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及应用[M].北京:清华大学出版社,1996.
- [3] 任晓莉,刘有智.硝化棉生产工艺中配酸及其热交换的模型设计 [J]. 火炸药学报, 2002, 25, (4):62~65.
- [4] 史旭华. 化工过程仿真培训系统及其计算机辅助设计[J]. 机电工程,2000,17,(6):14~15.