

悬浮法生产可发性聚苯乙烯(EPS)虚拟仿真实验平台的设计与开发

姚姗姗¹,董 薇^{1*},拱溟昊²

(1. 吉林化工学院 材料科学与工程学院,吉林 132022;2. 吉林石化公司 北方龙山助剂公司,吉林 132000)

摘要:为实现我校高分子材料与工程专业人才培养目标,即培养高素质工程应用型人才,弥补教学过程中实际操作缺陷与不足,我们开发了基于实际工业生产的悬浮法生产可发性聚苯乙烯的虚拟仿真实验平台。详述了该平台的设计开发思路与理念,平台主题结构,以及实验主控界面设计思路和主要内容。实践证明,该平台不仅包含工程应用的相关知识,而且极大的提升了学生对聚合反应工程等相关学科知识的掌握和理解,它的成功应用,丰富和拓展了学生的工程实践理念,具有极佳的推广和应用价值。

关键词:可发性聚苯乙烯;虚拟仿真实验平台;设计开发

引言

高分子材料与工程是一门应用性和实践性较强的专业,我校的高分子材料与工程专业成立于 2000 年,办学伊始,就本着立足化工与材料专业,依托吉化公司的办学理念,制定了培养高素质工程应用型人才的培养目标。因此,我校一直将实验、实践类能够培养学生动手能力的课程作为教学的重点内容。然而,高分子专业传统实验教学存在着许多不足,很难满足新时期国家工业发展日新月异的变化^[1,2]。大多数的传统实验教学具有不断重复的单一验证性,学生很难在以后的工作生产中将理论与实际联系起来,本身就形成了思维定式,缺乏创新性^[3]。部分实验又因危险高、污染大、能耗多,院校没有条件或者不提供实验环境,学生仅能走马观花式地从互联网上或者只是教师的教案里了解到相关实验,只能看到皮毛,不能真正体会实验的目的与意义,不能完全锻炼他们的实验、动手动脑能力^[4]。

近年来快速发展起来的虚拟实验是指借助多媒体、仿真和虚拟现实等技术,在计算机上营造虚拟的实验环境,模拟真实实验的操作过程和实验现象,实验者可以像在真实实验环境中一样完成实验项目^[5]。它有着诸多的优势,可以很大程度上弥补现实实验条件的不足。因此,我校在 2010 年就开始了自己虚拟仿真实验软件的开发工作,于 2012 年将阴离子聚合仿真实验软件开发成功并投入使用^[6]。但它只是单纯地模拟实验室操作过程,并没有与工程实践相结合。在此基础上,我们进一步设计并开发基于悬浮法生产可发性聚苯乙烯(EPS)工厂实践的虚拟仿真实验平台。

1 实验方案设计思路

悬浮聚合法是一类非常重要的高分子聚合方法,工业应用非常广泛,其中用量最大的一种聚合物就是可发性聚苯乙烯,产品被广泛应用于电器产品的包装和外墙保温等领域。但其整个生产过程用时长,工序多,且成型加工过程装置大,无法在实验室完成和实现。我们将发泡聚苯乙烯的生产过程采用仿真

10.14028/j.cnki.1003-3726.2022.01.011

收稿:2021-07-05;修回:2021-09-08;

基金项目:吉林省高等教育教学改革研究课题(项目批准号:JLJS764520190722104253);

作者简介:姚姗姗(1981-),女,吉林省吉林市人,吉林化工学院副教授,硕士,主要从事聚合物改性方面的研究;

* 通讯联系人:董薇(1972-),女,吉林省吉林市人,吉林化工学院教授,硕士,主要从事功能高分子材料的合成与制备方面的研究。E-mail:373308441@qq.com.

实验的形式设计出来,整个实验方案包括开车前准备工作、聚合反应操作、反应终止操作、后处理、发泡聚苯乙烯成型加工及成品展示和应用等多个环节。

2 实验平台架构

以往开设的小型模拟仿真实验,多是建立在一门课程之下的单一验证性实验,步骤少,操作相对简单。此次开发的可发性聚苯乙烯仿真实验平台,是建立在高分子物理、高分子化学、高分子成型加工等多门高分子专业基础课之上的一个大型综合性实验平台。

平台的架构由以下几部分组成:(1)预习界面,它是实验前期的准备工作,包括本实验所涉及的所有基础知识和基本原理总结、预习知识问答等;(2)实验主控界面,它是实验的主体操作部分,由 3D 实景图、流程图总览和 DCS 操作平台几部分组成;(3)实验总结界面,它是实验的收尾工作,包括实验产品产率的计算、相关问题的解答以及学生对实验工作的总结与反思;(4)发泡聚苯乙烯相关知识拓展,包括发泡成型过程,热压成型过程及保温苯板等相关产品的应用开发,以视频或照片的形式展示给学生,并将最终产品的应用效果、使用注意事项等作为知识延伸交给学生学习,这样就能很好地将理论与实践相联系,也就更能增加学生的学习兴趣和学习热情。

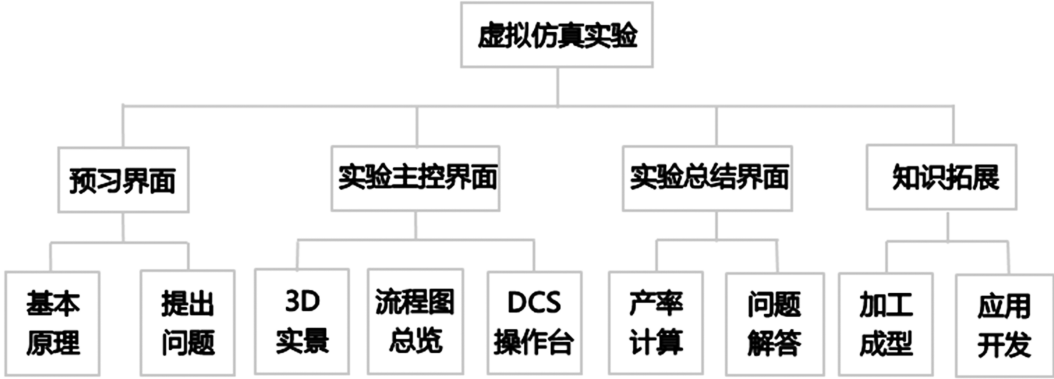


图 1 虚拟仿真实验平台构架图

Figure 1 Architecture diagram of virtual simulation experiment platform

3 实验主控界面设计

实验主控界面是整个实验的灵魂和中心,我们在此投入了大量的精力,力争使此部分不仅仅是简单的实验操作过程,还与工厂的工程实践相结合,从理论上让学生学习和掌握关于自由基悬浮聚合的所有相关知识以及实验注意事项;从工程实践方面让学生了解工厂实际生产的过程,如进行 DCS 操作、开停车、进行质量监控等一系列工程应用操作,具体工作如下:

3.1 实验主控界面的组成

实验主控界面,包括:(1)3D 实景图,为具体操作装置的实际运行情况;(2)流程图,表明整个工艺的总体布局;(3)DCS 操作平台界面,为可操作的平台,显示整个实验过程的实施进度。学生可以通过鼠标进行三个界面的切换。

3.2 流程图界面

流程图是流经一个系统的信息流、观点流或部件流的图形代表。在企业中,流程图主要用来说明某一过程。这种过程既可以是生产线上的工艺流程,也可以是完成一项任务必需的管理过程。会识图看图不仅是培养工程应用型人才的要求,也是学生以后进入社会在工厂从事技术工作的最基本的技能。在实验平台上引入流程图界面,目的是提高学生的工程应用能力。在所有实验操作之前,要求学生最先进入

的就是该界面,在此界面上通盘了解整个实验过程的流程、主要反应设备以及关键控制点,在进入 3D 及实操界面之前,要熟悉与掌握工艺流程。除此之外,在此界面,还应使学生学到化工工艺流程图的基本制图原则,掌握不同设备装置的画法以及关键控制点的控制原理。流程图上不论是仪表代号、设备编号还是管道代号都是有原则和规律的,只有看懂图纸才能做到真正掌握工艺流程,通过本实验,使学生学会识图看图,了解仪表的控制回路,这就很大程度上为大三学生进入工厂生产实习以及大四毕业设计环节打下良好的实践基础。

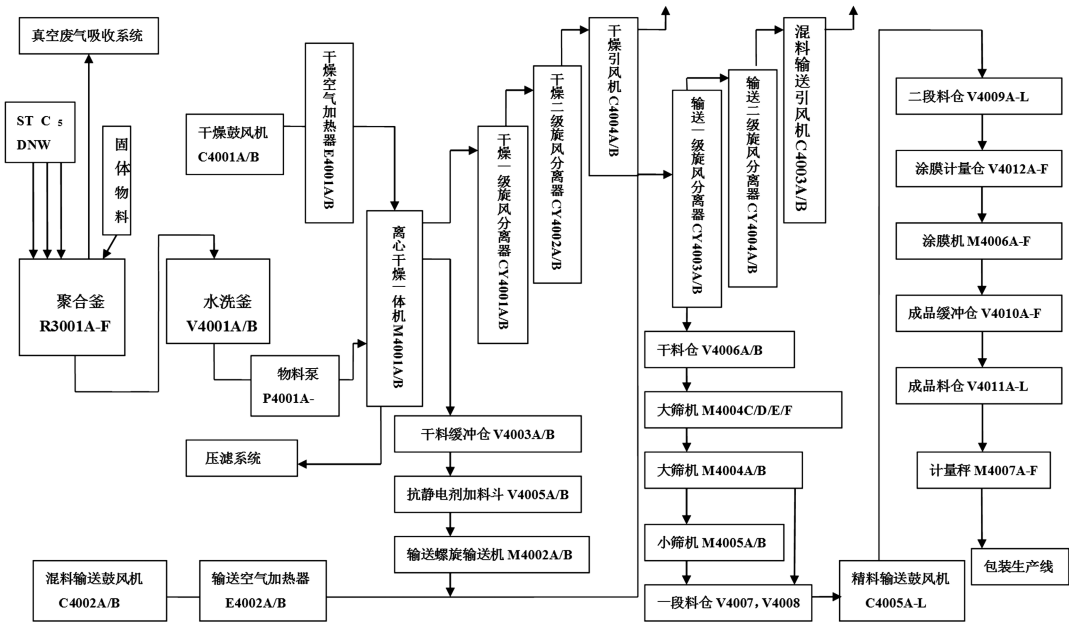


图 2 EPS 工艺流程简图
Figure 2 Process flow diagram of EPS

3.3 3D 实景图界面

3D 实景图是参考吉化龙山化工厂的真实厂房和设备实景进行的设计,包括原料储存区、聚合反应装置区、生活区等几部分组成。此界面具有交互性和智能型等特征,学生进入此界面后,可以产生置身其中的感觉。通过操控戴着安全帽的小人进入三维立体的工厂厂区,可以了解整个装置区的构成与结构,可以前后左右行走并观察每一台设备。另外,有一些无法在 DCS 操作界面完成的手动操作过程也可在此界面完成,学生需要根据 DCS 操作界面上的提示找到对应的设备和阀门,通过控制小人来打开或关闭相应设备,这种具有沉浸感和趣味性的学习界面,能够有效激发学生学习兴趣和学习潜能,提升学生学习的主动性。

3.4 DCS 操作平台界面

DCS 是一种综合控制系统,它具有控制系统和检测系统的画面显示功能。显然,不同的控制系统,需要显示的画面是不一样的。总的来说,结合总貌、分组、控制回路、流程图、报警等画面,以字符、棒图、曲线等适当的形式表示出各种测控参数、系统状态,是 DCS 组态的一项基本要求。我们摒弃了原有实验室实验的操作模式,将实验室里的瓶瓶罐罐扩大成工厂的反应釜,因此也就将现代化工厂使用的 DCS 操作系统引入实验,通过在 DCS 操作界面打开调整阀门的开度,完成各种原料的加料,通过观察 DCS 界面上各仪表的显示,对聚合过程进行宏观调控,并要求学生分析各操作参数设置之间的合理性,进一步通过对数据的分析来控制阀门,调整生产。该界面的设置既是普通模拟仿真实验操作的升级,又没有像大型模拟仿真软件那样繁复,是学生在大三下学期进入工厂实习前良好的工程应用训练,并能够很好地培养学生的全局观。

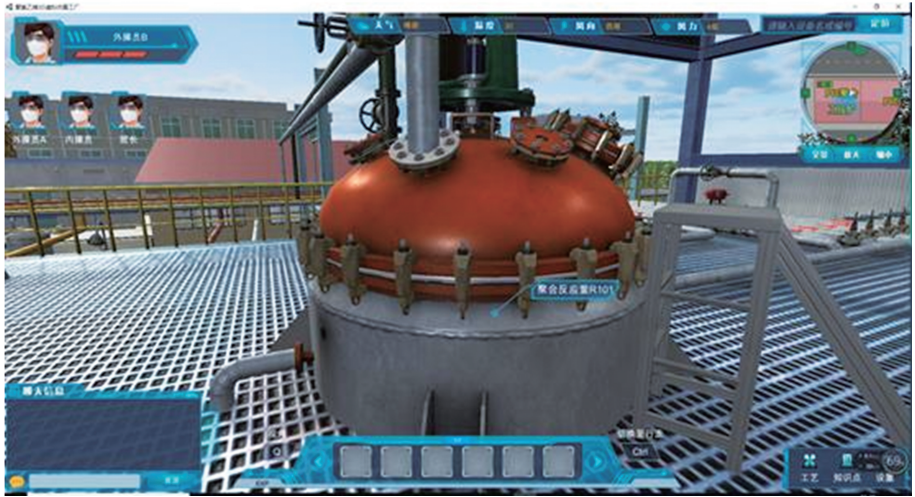


图 3 EPS 聚合反应釜 3D 实景图

Figure 3 3D realistic view of EPS polymerization reactor

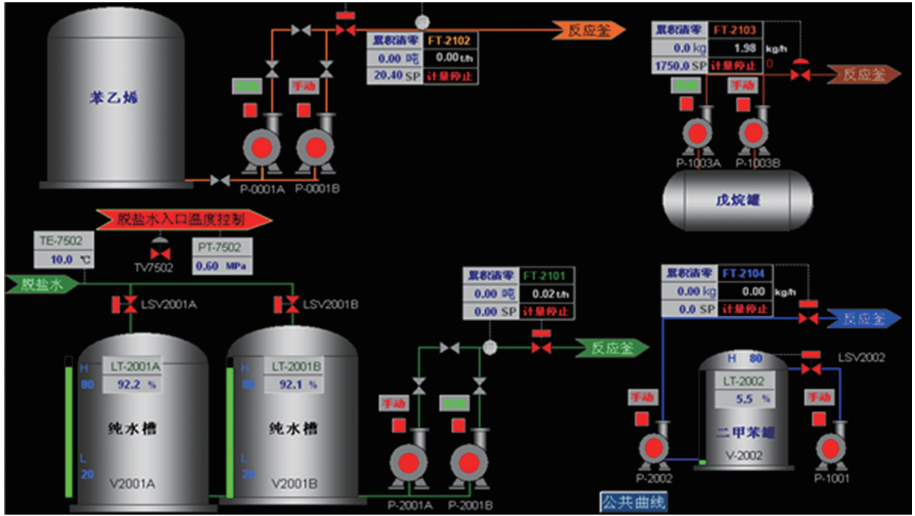


图 4 原料储罐区 DCS 控制图

Figure 4 DCS control diagram of raw material storage tank farm

4 知识拓展及成绩评定

本实验平台最后一个界面即为知识拓展和成绩评定界面。学生在完成所有操作过程后,系统会通过采集上来的数据,对学生的每一步操作给出评分,对产率计算的结果以及对问题解答的正确与否进行打分并汇总,综合的总成绩会提交教师端直接进行记录,教师再根据学生的预习情况,课堂提问表现及课后实验报告情况给出最终成绩。学生端成绩提交后,平台将会自动进入知识拓展界面,该界面主要以视频和照片的模式像学生展示聚苯乙烯发泡材料在聚合结束后进入的下一成型工艺阶段,即热压成型工艺,包括模具展示、成品展示、产品应用等。

5 结语

基于虚拟展厅、仿真实验及网络课程的高分子材料与工程虚拟实验平台的建设,对多个知识点各有

侧重并相互融合,优势互补以满足不同方面的需要。克服了传统实验的时空限制、设备短缺、安全环保等不足,大大提高了实验教学效果。其教学目的是学习知识,探究本源,而不仅仅是重复实验操作。解决问题远远比发现问题更重要,实验过程需提高学生学习主动性,积极鼓励创新创造,从而培养出创新型高质量人才,也突出了本校培养应用型人才的特色。本实验平台的成功应用取得了较好的教学效果和人才培养效果,为工科院校高分子材料与工程专业课程建设和人才培养模式提供了可借鉴的经验。

参考文献:

- [1] 熊宏齐. 实验技术与管理, 2019, 9: 1~4.
- [2] 李林, 陈宇峰, 李仲君. 实验技术与管理, 2018, 7: 144~147.
- [3] 唐萍, 牛慧, 张春庆. 高分子通报, 2021, 3: 55~58.
- [4] 伍婷, 许苏宜, 张亚鹏. 化学教育, 2017, 5: 58~61.
- [5] 王晓敏, 高志强, 闫晋文. 中国大学教学 2021, 3: 78~85.
- [6] 董薇, 姚姗姗, 王澍. 高分子通报, 2016, 12: 66~70.

Design and Development of the Virtual Simulation Experiment Platform for Producing Expandable Polystyrene (EPS) by Suspension Method

YAO Shan-shan¹, DONG Wei^{1*}, GONG Ming-hao²

(1. Department of Polymer Material, Jilin Institute of Chemical Technology, Jilin 132022, China;

2. North Longshan Additives Company, Jilin Petrochemical Company, Jilin 132000, China)

Abstract: In order to achieve the goal of training polymer materials and engineering professionals in our school, that is, to cultivate high-quality engineering application-oriented talents, and to make up for the defects and deficiencies of practical operation in teaching, we have developed a virtual simulation experimental platform for the production of flexible polystyrene based on practical industrial production. The design and development ideas and concepts of the platform, the theme structure of the platform, and the design ideas and main contents of the experimental main control interface are described in detail. Practice has proved that the platform not only contains relevant knowledge of engineering application, but also greatly improves students' mastery and understanding of polymerization engineering and other related disciplines. Its successful application greatly enriched and expanded the students' engineering practice concept, and has excellent values of promotion and application.

Key words: Expandable polystyrene; Virtual simulation experiment platform; Design and development