

胶印机虚拟结构功能认知系统的研究与开发

张胜男, 司占军

(天津科技大学 天津 300222)

摘要: **目的** 满足用户对胶印机结构功能的认知, 为产品操作手册提供虚拟化结构展示平台, 方便用户快速了解胶印机相关信息。**方法** 选用 PZ1740E 单张纸胶印机为实机模型建立三维模型, 将.fbx 格式的胶印机模型导入 unity 中进行场景环境的搭建、交互功能的开发、脚本代码的编写, 实现系统软件的制作开发与优化。**结果** 操作手册实现了图文内容的多维信息展示, 用户可利用该系统控制自动装配过程、显示隐藏部件结构及其信息, 全方位地观察了解印刷机内外结构。针对结构相关信息内容, 用户点击具体部件结构后可以显示其名称、作用、此部位有可能出现的故障及其引起的印刷故障问题; 针对故障问题, 用户可以调节控制条观察背面蹭脏痕迹的变化。**结论** 利用三维建模技术实现了胶印机的虚拟展示功能, 虚拟现实技术实现了人机交互功能; 胶印机的结构展示与功能信息介绍, 补充了图文内容的立体化展示, 为后续的胶印机虚拟仿真系统以及故障仿真系统提供了前期的印刷理论知识基础与结构展示学习基础。

关键词: 胶印机; 虚拟现实技术; 交互功能

中图分类号: TS803.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)09-0230-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.09.032

Research and Development of Virtual Cognitive System for Offset Presses

ZHANG Sheng-nan, SI Zhan-jun

(Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: The purpose is to satisfy the users' cognition of the structure and function of the offset presses, provide a virtual structure display platform for the product operation manual, and facilitate the users to quickly understand the relevant information of the offset presses. Pz1740e sheet fed offset press is selected as the real machine model to build a three-dimensional model. The offset press model in. FBX format is imported into unity to build the scene environment, develop the interactive function, compile the disassembly and assembly script code, and realize the production, development and optimization of the system software. The operation manual displays the multi-dimensional information of graphic content. Users can use the system to control the automatic assembly process, display the structure and information of hidden parts, and observe the internal and external structure of the offset presses in an all-round way. According to the structure related information content, users can click the specific component structure to display its name, function, possible faults and printing faults. For the faults, Users can adjust the control bar to observe the change of the dirt marks on the back. Three dimensional modeling technology is used to realize the virtual display function of offset presses, and virtual reality technology is used to realize the human-computer interactive function; the structure display and function in-

收稿日期: 2020-06-27

作者简介: 张胜男 (1995—), 女, 天津科技大学硕士生, 主攻数字出版技术。

通信作者: 司占军 (1971—), 男, 天津科技大学教授、硕导, 主要研究方向为印刷色彩、图像处理及数字出版技术。

formation introduction of offset presses are supplemented with the three-dimensional display of graphic content to provide the printing theoretical knowledge foundation and structure display learning foundation for the following offset presses virtual simulation system and fault simulation system.

KEY WORDS: offset press; virtual reality technology; interactive function

随着科技的不断进步,虚拟现实技术的应用需求、范围不断拓展。虚拟现实技术(Virtual Reality, 简称 VR)作为一种新兴的维度技术^[1],结合了计算机图形图像技术、人机交互技术、多媒体技术、计算机通信技术、三维立体渲染技术及仿真技术等多种前沿技术^[2],可模拟各类物理效果,使物体信息具有充足的可视化效果。

1 虚拟现实技术

虚拟现实技术本身具有多种现实属性并提供用户可虚拟化的交互操作方式,相对于传统设计,VR技术的应用能够模拟产品模型本身的精度、设计效果以及使用过程。例如,利用碰撞检测技术在虚拟环境下直观展示模型的构建过程,并可以实时查看当前运动状态下的模型信息;通过虚拟装配技术用户可快速地识别产品本身的位置结构等信息、判断零件装配的合理性,进行产品维护和操作培训等^[3]。美国宇航局 NASA 建立了航空、卫星维护 VR 训练系统,空间站 VR 训练系统,以及可供全国使用的 VR 教育系统^[4];德国 BMW 公司把虚拟现实作为装配和维护过程中的验证手段进行了研究^[5]。天津科技大学司占军等^[6]设计了虚拟印刷流程展示平台,以数码印刷机为原型,实现印刷流程的预期展示效果。深圳职业技术学院江方记等^[7]设计了基于全息台的虚拟机械装配 VR 系统,基于机械制图等课程的实际教学对课程的教学过程、实训环境和技能训练等方面进行了全过程的虚拟现实重构。

虚拟现实技术在胶印机虚拟结构功能认知系统中的应用主要体现在模型构建、虚拟装配 2 方面,对于胶印机零部件结构模型构建:通过虚拟现实技术进行设计与传统设计相比,不仅需要实测数据以及工程图纸等内容^[8],还需要进行三维建模并为虚拟装配轨迹设定参照点、保证模型零件的中心位置正确;对于虚拟装配方面,设计者通过设置关键帧位置状态内容的同时,注意摄像机位置的转换,通过各类移动旋转等参数的设置完成机械零部件的运动轨迹设计。虚拟装配过程设计完成后,通过操作鼠标、按钮等行为进行旋转、缩放等行为,实现零件装配观察视角的变换,并控制虚拟环境中的部件结构,实现人机交互^[9],了解零部件结构位置及功能,为用户提供良好的交互界面。

2 虚拟结构功能认知系统的实现

2.1 系统搭建

2.1.1 开发环境

操作系统为 Windows 10 office 系统,处理器为 i7-9750H CPU,独立显卡 GTX1660Ti,64 位操作系统,安装内存为 16.0 GB。

2.1.2 设计软件

相对于 ZBrush^[10]数字雕刻建模软件的极度精细建模,着重于 3D 设计、动画、录影游戏设计等领域模型建造和塑形的 Silo 独立 3d 建模器,基于 Windows 开发的三维 CAD 系统 SolidWorks^[11],研究中采用最为主流的 3Ds Max 建模软件进行模型的绘制,可以直接导出可被 Unity 3D 接受的文件格式,具有良好的契合度,无需通过其他软件进行文件格式的转换。3Ds Max 集成了三维建模、渲染、动画制作等功能于一体的全功能三维计算机图形软件,能够满足用户的各种功能需求,例如用户可通过自动关键帧及关键点的设置完成拆装动画的制作,也可通过引用外部 vray 渲染插件完成模型更加真实的材质渲染,使模型更加接近真实的机器。

Unity 3D 引擎所需要的支撑环境相对较低,可以应用于配置一般的系统中。同时,unity 可以应用于工业设计、机械设计与制作等领域进行虚拟现实内容的开发,通过碰撞检测技术及其相关物理效果的设置实现虚拟环境下工业制造的生产过程演示、交互式第一或第三人称视角漫游、虚拟展示与装配等功能,提供人性化的编辑器来整合各类内容。

2.1.3 技术路线

胶印机结构功能认知与信息介绍系统软件的设计目的是为了更方便用户通过此系统了解胶印机的各部件的结构位置及功能注意事项等信息,能够通过虚拟结构展示系统补充胶印机操作手册内容。其系统设计思路与流程见图 1,在 3Ds Max 中完成正确模型的建立后进行贴图渲染,还原胶印机实机材质后并导出.fbx 格式模型;将制作好的模型导入 unity 3d 中通过脚本代码的编写、模型优化插件的合理运用以及 UI 界面及环境搭建完成主要功能的实现。该系统设计了胶印机整机展示模块、基础理论知识学习模块、结构隐藏显示及功能介绍模块、自动装配及其结构信

息展示模块、背面蹭脏故障五大模块,对已开发的功能进行发布调试,完善其不足后,进行最终版本的程序发布。

2.2 制作流程

2.2.1 模型建立与材质还原

系统设计原型为 PZ1740E 胶印机,在 3Ds Max 软件中完成相关结构建模并通过贴图、渲染等方式还原胶印机的材质属性^[11],为防止模型因过多杂乱琐碎而丢失,模型可以通过组合、附加等形式进行合理命名并分组。在建模过程中,通过多边形建模方式实现模型顶点、线段、面的变换操作^[12],通过贴图渲染、

材质球等方式还原胶印机的材质属性,注意模型的命名规范、坐标及轴心调整等问题。一般情况下,模型轴心应设置在物体中心位置,可通过影响轴命令进行模型中心坐标位置的修改,避免后期物体运动过程中发生位置出错误。其中,可以通过层次关系模型分析部件是否具有相同的零件几何模型、装配特征信息、交互特征等内容,梳理模型关系,通过群组结构建模-群组部件细节建模-群组建模完成后进行下一子装配体的方式进行建模,最后整合各部分模型完成整机建模,见图 2。

2.2.2 虚拟装配功能的实现

在虚拟装配过程中,物体在运动过程中会发生穿

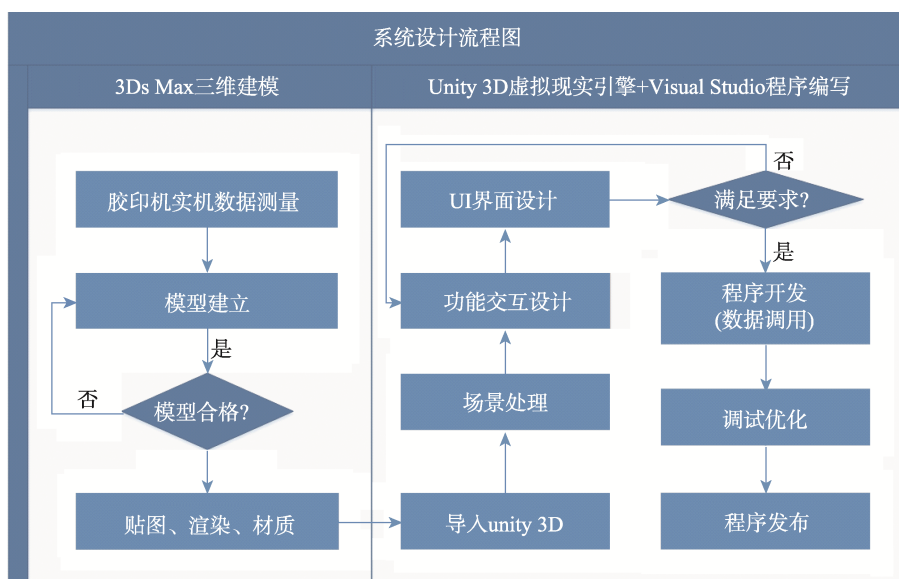


图 1 系统设计思路与流程
Fig.1 System design idea and process

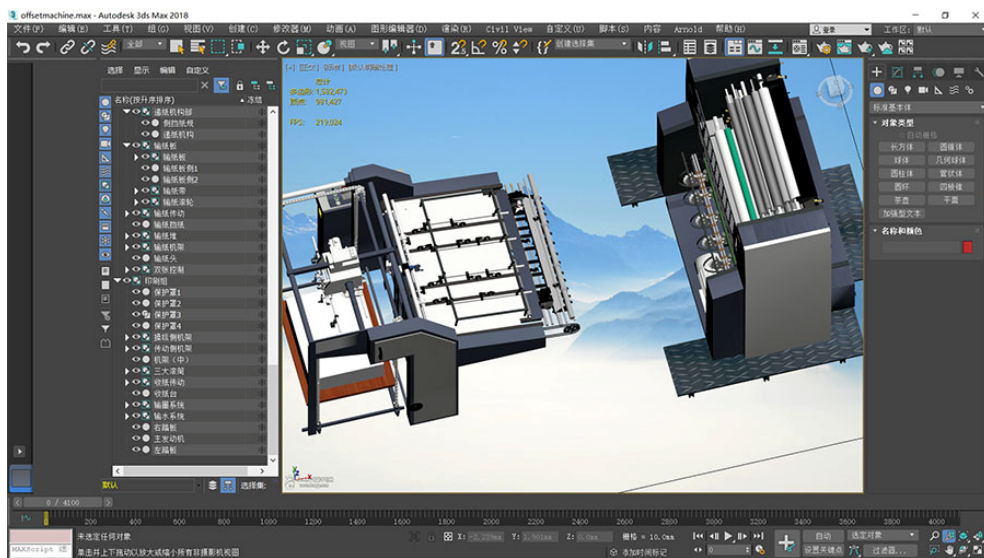


图 2 3Ds Max 建模
Fig.2 3Ds Max modeling

透、相互影响预先轨迹等问题,因此,碰撞检测技术是虚拟装配过程中不可缺少的关键技术^[13],也是仿真物体间进行人机交互的先行步骤^[2-3,14]。该系统采用王静等^[15]开发的基于 SaP 算法改进的 AABB 碰撞检测算法,避免装配操作过程中产生大量的伪碰撞对以及相关剔除操作,保证零部件碰撞检测的精准性,同时能够极大地缩短碰撞检测运行的时间、提高计算速度与精确度。其工作原理为引入样本估计技术的双轴扫描法,为部件模型构建 AABB 包围盒,模型发生移动、旋转等运动时,对 AABB 包围盒不断进行更新计算;通过样本估计确定主轴和次轴后扫描主轴端点列表以及对次轴列表进行基数排序,计算离散点距离与模型半边长距离、中间点距离等内容判断模型是否发生碰撞干涉。

2.3 人机交互功能的实现

2.3.1 胶印机整机展示模块

该模块的目的在于帮助用户了解单张纸胶印机的整体外观形状以及规格性能,其中用户可通过鼠标右键拖动模型进行旋转及缩放功能,帮助用户快速了解相关结构位置,见图 3。其他模块在展示过程中同时设有旋转功能,以使用户观察。

2.3.2 基础理论知识学习模块

虚拟系统提供了关于基础理论知识的相关学习,帮助用户快速了解印刷原理、印刷相关知识的学习,主要视频资源借助微信平台及黄品青印刷在线公众号及网络开放性视频资源的引用,该模块主要引用了基础知识及印刷机械、印刷故障等部分相关功能课程

进行展示学习以及江西中景集团针对 PZ1740E 单张纸胶印机所提供相关基础操作讲解视频避免错误操作,针对基础理论知识学习,用户可通过按钮自由选择内容进行学习,同时可通过按钮进行音量及播放暂停的控制,其中按钮播放控制通过对 Button 添加 Click on 事件,判断状态行为。

2.3.3 显示与隐藏结构模块

经过展示模块及基础理论知识的学习后,用户可进入功能介绍模块。此模块提供了相关结构的功能介绍,以及展示隐藏等功能,用户可自由选择物体结构进行观察。其功能的实现主要通过监听鼠标点击事件,获取场景中所有物体及相关按钮,针对物体所对应的 Tag 属性分类,通过 HideObj, DisplayObj 事件进行显示与隐藏。

2.3.4 自动装配模块及结构信息模块

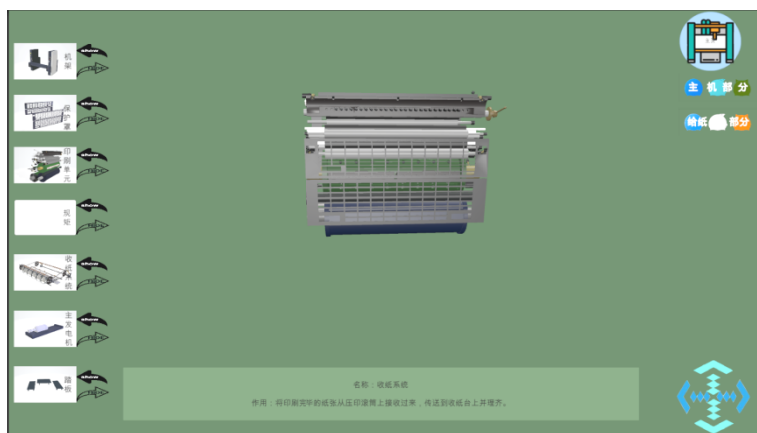
自动装配及其结构信息展示模块主要针对层次模型关系中的装配体进行相关内容的展示,针对其具体的结构信息,用户可点击第 3 模块中图片进入单元结构自动装配模块,其功能的实现主要通过 Animation 中关键点及关键帧的设置、物体相对移动等内容完成物体拆卸功能;同时,用户可通过界面按钮进行拆卸过程的控制。针对于子装配件,通过鼠标 OnMouseEnter, OnMouseExit, OnMouseDown 事件的监听,判断鼠标行为,将可视化窗口初始状态设为 false,当鼠标经过时显示此碰撞体名称,当鼠标点击时,显示结构相关信息,包括作用、工作原理、常见故障、注意事项等内容,当鼠标再次点击时,关闭可视化窗口。展示效果见图 7。



图 3 胶印机整机展示模块
Fig.3 Display module

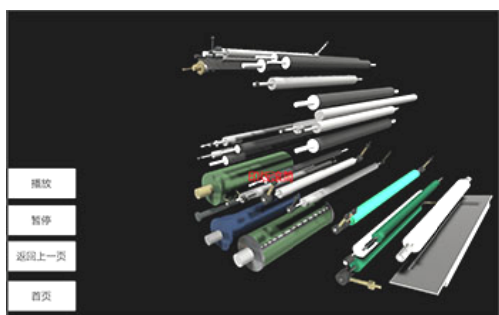


a



b

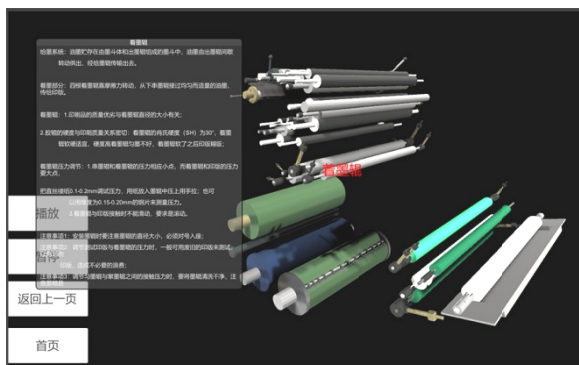
图 4 功能介绍与显示隐藏物体功能
Fig.4 Function introduction and display of hidden parts



a



b



c

图 5 自动装配功能与信息介绍功能
Fig.5 Automatic assembly and information introduction

2.3.5 背面蹭脏故障模块

背面蹭脏故障模块主要是展示背面蹭脏痕迹的变化,通过调节喷粉量以及油墨中催干剂含量改善避免印刷背面蹭脏现象,见图6。该模块的开发主要是运用URP管线下的Shadergraph来制作特定的着色器效果,利用simple noise生成噪点图后,将图中颜色进行过滤,利用输入in值实现蹭脏痕迹的变化。

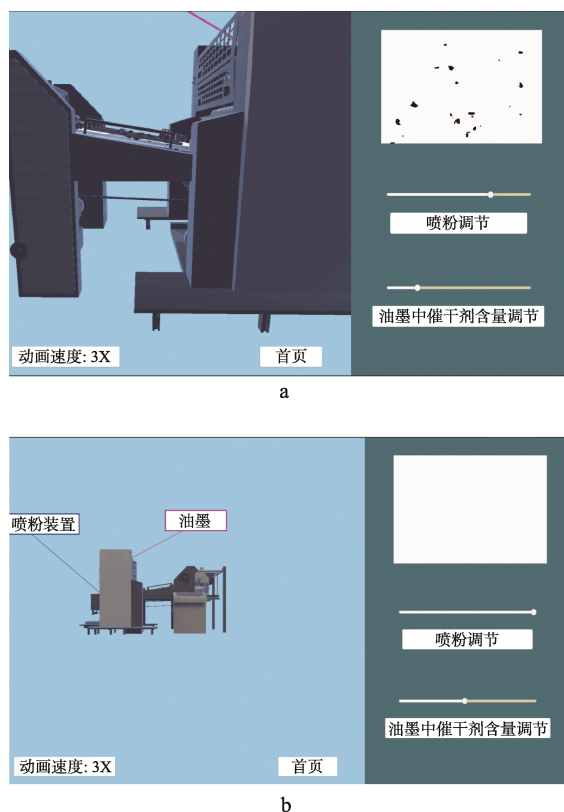


图6 背面蹭脏模块
Fig.6 Module of set-off

4 结语

虚拟现实技术将人机交互技术、三维建模技术、虚拟仿真技术紧密结合,对未来教育、工业设计等领域具有良好的应用前景。胶印机的虚拟仿真系统实现了结构展示、自动装配、理论学习等功能以及背面蹭脏展示变化,利用3ds Max建模、unity 3d实现功能交互,将胶印机操作手册部分图文信息进行三维立体化展示,最终可用于辅助教学或学习使用机器过程中,展示印刷机结构及部分故障问题,同时为后期胶印机虚拟仿真系统及虚拟故障系统的开发提供基础功能和复杂功能的实现进行铺垫。

参考文献:

[1] 胡子骄. 虚拟现实技术在工业产品设计中的应用[J].

计算机产品与流通, 2020(6): 106—136.

HU Zi-jiao. Application of Virtual Reality Technology in Industrial Product Design[J]. Computer Products and Circulation, 2020(6): 106—136.

[2] 武筱菲. 基于虚拟技术的汽车发动机装配平台的设计[D]. 天津: 天津职业技术师范大学, 2017: 1—6.

WU Xiao-fei. Design of Automobile Engine Assembly Platform Based on Virtual Technology[D]. Tianjin: Tianjin Vocational and Technical Normal University, 2017: 1—6.

[3] 谢新慧, 司占军. 基于碰撞检测技术的涂布机虚拟装配系统研究[J]. 数字印刷, 2019(6): 44—49.

XIE Xin-hui, SI Zhan-jun. Coating Machine Virtual Assembly System Based on Collision Detection Technology[J]. Digital Printing, 2019(6): 44—49.

[4] 付晓靓. 基于Virtools与Flash的实时交互虚拟NMR实验室的构建[D]. 大连: 大连理工大学, 2011: 6—10.

FU Xiao-liang. Construction of Real-time Interactive NMR Lab Based on Virtools and Flash[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2011: 6—10.

[5] 张斌, 齐元胜, 王晓华, 等. 虚拟拆装技术应用现状[J]. 北京印刷学院学报, 2010, 18(4): 23—26.

ZHANG Bin, QI Yuan-sheng, WANG Xiao-yuan, et al. The Current Application of Virtual Assembly or Disassembly Technology[J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2010, 18(4): 23—26.

[6] 司占军, 李煜. 基于Virtools的虚拟印刷流程展示平台的设计与研究[J]. 包装工程, 2013, 34(7): 101—104.

SI Zhan-jun, LI Yu. Design and Study of Virtual Printing Process Display Platform Based on Virtools[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(7): 101—104.

[7] 江方记, 孙宗恒. 基于全息台的虚拟机械装配VR内容制作研究[J]. 深圳职业技术学院学报, 2018, 17(1): 14—17.

JIANG Fang-ji, SUN Zong-heng. Research on VR Content Production of Virtual Mechanical Assembly Based on Holographic Stage[J]. Journal of Shenzhen Polytechnic, 2018, 17(1): 14—17.

[8] 张光曙. 虚拟现实技术及其在机械设计与制作中的应用初探[J]. 科技创新与应用, 2020(18): 151—152.

ZHANG Guang-shu. Virtual Reality Technology and its Application in Mechanical Design and Manufacture[J]. Technology Innovation and Application, 2020(18): 151—152.

[9] 代明远, 王明江, 肖利伟, 等. 工程机械产品虚拟设计应用综述[J]. 机械设计, 2020, 37(3): 128—134.

DAAI Ming-yuan, WANG Ming-jiang, XIAO Li, et al. A Survey of Virtual Design Application of Construction Machinery Products[J]. Journal of Machine De-

- sign, 2020, 37(3): 128—134.
- [10] 冯星宇, 孙巧君, 韩小波, 等. 基于 ZBrush 2019 的 3D 打印在牙齿和骨骼领域的应用[J]. 现代信息技术, 2020, 4(5): 135—138.
- FENG Xing-yu, SUN Qiao-jun, HAN Xiao-bo, et al. Application of 3D Printing Based on ZBrush 2019 in the Field of Teeth and Bones[J]. Modern Information Technology, 2020, 4(5):135—138.
- [11] 张继强. 三维角色贴图拆分应用研究[J]. 艺术科技, 2017, 30(9): 232.
- ZHANG Ji-qiang. Research on the Application of Three-Dimensional Role Mapping Splitting[J]. Art Science and Technology, 2017, 30(9): 232.
- [12] NORTON T. Learning C# by Developing Games with Unity 3D[M]. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2013: 56—62.
- [13] 刘贤梅, 石杨, 赵娅, 等. 基于虚拟现实的室内仿真操作系统研究与应用[J]. 计算机技术与发展, 2020, 30(1): 149—154.
- LIU Xian-mei, SHI Yang, ZHAO Ya, et al. Research and Application of Indoor Simulation Operating System Based on Virtual Reality[J]. Computer Technology and Development, 2020, 30(1): 149—154.
- [14] 谢振清. 基于 Unity3D 的虚拟装配技术研究 with 实现[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2018: 1—15.
- XIE Zhen-qing. Research and Implementation of Virtual Assembly Technology Based on Unity3D[D]. Harbin: Harbin University of Technology, 2018: 1—15.
- [15] 王静, 司占军. 基于 SaP 算法的胶印机印刷单元虚拟装配碰撞检测研究[J]. 数字印刷, 2019(2): 105—110.
- WANG Jing, SI Zhan-JUN. Research on Collision Detection of Virtual Assembly of Offset Printing Unit Based on SaP Algorithm[J]. Digital Printing, 2019(2): 105—110.