

基于三维模型数据库的游艇内装快速设计系统研究

龚荣彪¹, 冷雪峰², 于珍珍³, 欧书博³, 杨廷³, 宋海舵⁴, 李俊杰¹

1. 山东交通学院 船舶与港口工程学院, 山东 威海 264200

2. 聊城百思特游艇有限公司, 山东 聊城 252000

3. 招商局船舶工业集团威海船厂有限公司, 山东 威海 264200

4. 美国船级社(中国)有限公司, 辽宁 大连 116001

DOI:10.61369/ETQM.2026050030

摘 要 : 针对游艇舱室内装设计周期长、模型复用率低、经验依赖强等问题, 构建了基于三维模型数据库的快速设计系统。通过建立标准化模型与材质库, 提出“基础建模—材质赋予—快速布局—渲染输出”一体化流程, 实现模型构件标准化管理、参数化调整与模块化调用, 并完成系统集成。再以典型的中型游艇舱室验证, 覆盖模型导入、构件布置、材质配置及渲染输出。结果表明, 在保证设计质量与视觉效果前提下显著缩短方案构建与调整时间, 减少重复建模和多次软件转换, 提高迭代效率与数据输出准确性, 为内装数字化、标准化与快速迭代提供技术路径, 较具推广价值。

关 键 词 : 游艇舱室; 三维模型数据库; 内装设计; 快速设计系统

Research on Rapid Design System of Yacht Interior Decoration Based on 3D Model Database

Gong Rongbiao¹, Leng Xuefeng², Yu Zhenzhen³, Ou Shubo³, Yang Ting³, Song Haiduo⁴, Li Junjie¹

1. Naval Architecture and Port Engineering College, Shandong Jiaotong University, Weihai, Shandong 264200

2. Liaocheng Best Yacht Co., Ltd., Liaocheng, Shandong 252000

3. China Merchants Shipbuilding Industry Group Weihai Shipyard Co., Ltd., Weihai, Shandong 264200

4. American Bureau of Shipping (China) Limited., Dalian, Liaoning 116001

Abstract : To address the problems of long design cycle, low model reusability, and strong dependence on experience in yacht cabin interior design, a rapid design system based on a 3D model database was developed. By establishing a standardized model and material library, an integrated workflow of “basic modeling—material assignment—rapid layout—rendering output” was proposed, which realized standardized management, parametric adjustment, and modular invocation of model components, and completed system integration. A typical medium-sized yacht cabin was used for verification, covering model import, component layout, material configuration, and rendering output. The results show that the proposed system can significantly shorten the time of scheme construction and adjustment, reduce repeated modeling and multi-software conversion, and improve iteration efficiency and data output accuracy on the premise of ensuring design quality and visual effect. It provides a technical path for digitalization, standardization, and rapid iteration of interior design, and has good promotion value.

Keywords : yacht cabin; 3D model database; interior decoration design; rapid design system

引言

游艇是水上娱乐的一种方式, 集航海、娱乐、休闲等功能于一体, 在一定程度上能满足人们对美好生活的需求^[1]。游艇不仅取决于外观豪华美感, 更重要的是游艇舱室内装的美观舒适。而舱室内装则是用户体验的核心场景, 其空间布局合理、视觉协调及乘坐舒适度直接关系到市场认可度与核心竞争力, 这也因此成为游艇研发的核心环节。然而传统游艇内装设计多采用经验设计, 而且依赖二维图纸进行空间表达, 个性化需求响应迟缓, 严重制约了设计效率与产业规模化升级。

随着科学技术的发展, 游艇舱室内装设计已从传统平面图纸设计、二维 CAD 设计, 逐步迈向三维空间设计阶段。三维空间设计技术与 VR 虚拟仿真系统已广泛应用于船舶舱室内装设计领域。已有相关研究取得了系列成果, 章志兵^[2]等人提出基于 CAD 模型的舱室识别算法, 利用面和半边结构自动识别封闭舱室空间, 简化建模流程。刘华^[3]提出基于二维平面图提取构件信息, 结合 Revit 软件自动生成

舰船上层舱室三维模型,为舱室布置提供数据支撑。熊鸣镝^[4]将“从三维到二维”设计思想应用于潜艇指挥舱布置设计,借助相关软件构建三维模型、完成布置调整并生成二维工程图,替代传统方法。黄卫刚^[5]等人通过舱室边界识别、分级布尔运算等技术,实现从二维布置图到三维舱室的自动建模,减少数据整理工作量。卢伟^[6]等人整合3ds Max、360全景相机、Pano2VR技术,提出船舶舱室虚实结合的VR全景漫游方法,制作效果图与实景漫游程序,应用于船东评审、完工资料留存及推广,有效提升船东满意度。林琳^[7]提出基于VR技术的三维图像重建方法,通过锐化模板匹配、光场轮廓检测等技术,提升复杂舱室结构的视景重构性能。

而现有游艇舱室内装设计中存在的设计周期长效率低、模型复用率低以及设计过程依赖人工经验等问题,本文提出了一种基于三维模型数据库的游艇舱室内装快速设计系统。该系统是以标准化三维模型数据库为基础,通过三维建模、快速布局与一体化渲染和输出,实现游艇舱室内装方案的快速高效构建与可视化表达。

一、游艇内装快速设计系统的数据库构建与模型导入

为了实现游艇舱室内装快速设计目标,需构建针对性的三维模型数据库。该数据库一方面为该系统提供标准化模型资源输入,另一方面通过规范化管理与标准化调用机制,解决了传统设计中重复建模的问题,提升了舱室内装设计的效率。

(一) 三维模型数据库的构建

1. 数据采集与三维建模

三维设计的第一步是建立三维模型,详细准确的数据信息是三维设计的基础^[8]。在模型构建过程中,通过市场调研和厂商资料收集来获取内装构件的尺寸参数、结构特征及材质信息。基于收集的数据,采用三维建模软件完成内装构件的三维建模。三维建模软件选择3ds Max2018软件,与其他建模软件相比该软件可以更好的适用舱室内装建模,该软件集成多边形建模、参数化修改等多种建模方法。而且3ds max技术丰富程度超乎想象,你能想象得到的模型基本上都可以使用这款软件建出来^[9]。所以该软件可以呈现家具、家电的外部造型与具体细节,同时该软件支持材质纹理的编辑,可以还原内装构件的真实感。

对于三维建模则针对不同构件的结构特点,采用不同的建模方法:对壁板、地板等规则构件采用参数化建模,确保尺寸可调整。对家具、家电等异形构件采用多边形建模,用来还原外观细节。对于模型的具体建模以及细节处理这里不在说明,请参考3ds Max教程。

2. 数据库模型分类存储

对于模型数据库则需构建三级分类存储体系,将所有模型按“核心类别-功能模块-具体构件”进行划分:

一级分类包括板材模型、家具模型、家电模型三大类,其中板材模型涵盖壁板、地板、天花板、扣板等基础构件。家具模型分为厨房、客厅、卫浴、卧室等功能模块对应的家具模型构件。家电模型按使用场景分为厨房设备、客厅设备、卫浴设备、卧室设备等子类别。所有模型文件统一存储于本地专用磁盘,每个模型文件夹包含三维模型源文件(.max格式)、通用格式文件(.3DS/.FBX格式)、材质贴图文件及模型信息表格,模型信息表格记录模型名称、尺寸参数以及价格重量等元数据,便于快速检索与管理。将构建的三维模型,依据其所属空间区域、功能用

途等进行系统化归类与标签化管理,按照统一的命名规范、存储路径进行分类存储,形成数据完整的模型数据库。为后续快速设计、资源调用提供数据支撑。

(二) 模型导入系统

数据库中的三维模型需导入游艇舱室内装快速设计系统,以实现设计过程中模型的快速调用与高效适配。在导入模型前,需先对.max模型源文件进行标准化处理和格式转化,先将所有模型导出为FBX、3DS等通用交互格式。再将转换格式后的模型连同模型的材质图,调整的背景图导入游艇舱室内装快速设计系统中。将所有内装构件模型通过上述步骤全部导入系统中,后期设计人员可以快速调用该系统的模型进行内装设计。如图1模型系统导入图。

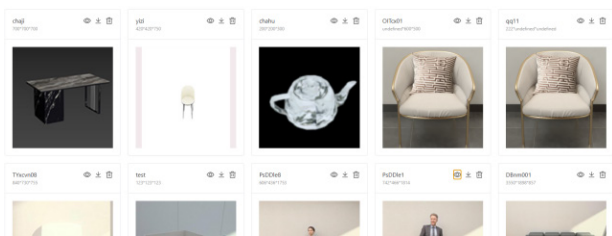


图1 模型系统导入图

二、游艇舱室内装快速设计系统的研究

根据系统科学的定义,系统是由相互作用、相互依赖的若干部分结合而成,具有特定功能的有机整体,且该有机整体仍是其从属的更大系统的组成部分^[10]。作为游艇数字化研发系统的子系统,游艇舱室内装快速设计系统要遵循“模块耦合、流程协同”的构建原则。最终将系统划分舱室基础建模、材质标准化赋予、内装快速布局及渲染与成果输出四个模块,各模块功能相对独立,通过数据交互实现协同运行。

(一) 舱室基础建模模块

舱室基础建模模块用于在外部导入的游艇舱室整体空间模型基础上,对舱室内部空间进行区域划分,以辅助后续舱室内装设计。在实际过程中,原始游艇舱室模型通常以整体空间形式存在,内部功能区域划分不明确。该模块在不改变原有舱室结构的前提下,对舱室空间进行区域划分,从而形成适用于内装构件布

置的内装区域。如图2区域划分辅助建模图。



图2区域划分辅助建模图

（二）材质标准化赋予模块

材质标准化赋予模块是对游艇舱室内装材质的快速配置与统一管理，该模块可以提升设计方案视觉表现。该模块在三维模型数据库的基础上，构建了面向游艇内装设计的标准化材质库，该材质库涵盖板材、家具以及金属构件等常用材质类型。

在设计过程中，系统支持按材质类型、风格等条件对材质资源进行分类，并通过拖拽贴图的方式一键赋予。如图3材质数据库图。

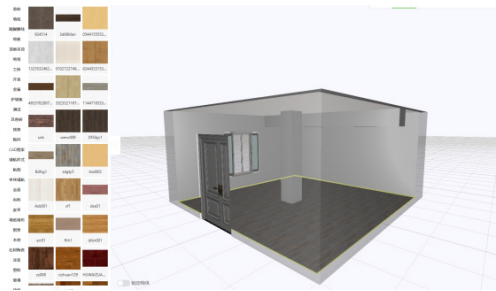


图3材质数据库图

图3左侧为系统的材质数据库，系统内置了丰富材质贴图资源。通过标准化管理与快速调用机制，避免反复返回建模软件修改材质，提高配置效率。

（三）内装快速布局模块

内装快速布局模块是游艇舱室内装快速设计系统的核心功能模块，主要用于实现内装构件在舱室空间内的高效配置与调整。该模块以舱室基础建模模块为基础，并与三维模型数据库实现联动，为用户提供家具、家电等内装资源的快速调用。

在布局过程中，用户可通过拖拽方式快速将内装构件放置在舱室空间中或舱室外部区域，并对构件的位置、尺寸等进行调整。系统支持对构件之间及构件与舱室结构之间的空间关系进行直观检查，有助于优化舱室空间利用率并减少布局冲突。如图4内装快速设计布局图。

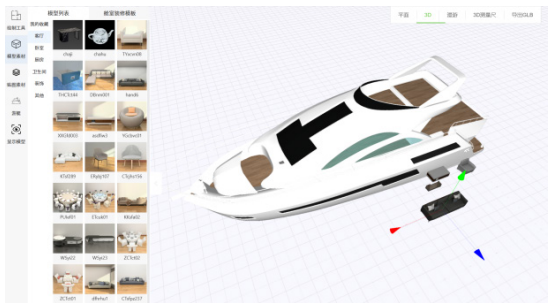


图4内装快速设计布局图

图4左侧为由三维模型数据库导入并分类管理的模型素材，涵盖客厅、卫生间等不同区域的家具与家电构件。在本文系统中，游艇船体及舱室空间模型作为设计对象由外部导入系统。所提出的快速设计系统是面向给定舱室空间条件下的内装构件布局、材质配置及渲染输出，不涉及游艇船体几何模型的自动生成。

通过内装构件的模块化配置与布局方案的快速调整，该模块显著缩短了游艇舱室内装方案的设计周期，降低了对人工经验的依赖，为游艇内装个性化与快速设计提供了有效的工程手段。

（四）渲染与成果输出模块

渲染与成果输出模块是游艇舱室内装快速设计系统的终端功能模块，用于对完成布局与材质配置的舱室方案进行可视化表达与设计成果输出。该模块在系统中承担着连接设计阶段与后续评审、沟通及工程实施环节的重要作用。而且该模块支持高质量渲染，支持导出 GLB 模型及设计数据清单（含模型尺寸参数、材质说明等），适合虚拟仿真评审、船东沟通等场景，实现设计成果的全流程复用。

三、案例分析

为验证所提出的基于三维模型数据库的游艇舱室内装快速设计系统在实际工程应用中的可行性与有效性，本文选取某中型游艇的典型舱室作为研究对象，开展内装快速设计案例分析。该游艇舱室空间结构完整，功能区域划分明确，具有较好的代表性。

（一）游艇模型导入

在设计应用的过程中，首先将游艇舱室的三维空间模型以通用格式导入游艇舱室内装快速设计系统。如图5游艇模型导入。



图5游艇模型导入

（二）内装构件布局与材质配置

导入游艇模型后，设计人员通过内装快速布局模块调用上传到系统中的家具、家电及装饰等构件模型，并采用拖拽方式将其布置至对应区域，以达到快速设计的目的。同时家具可以通过左侧的贴图数据库将贴图拖拽给当前摆放的家具，如图6模型摆放与材质配置。

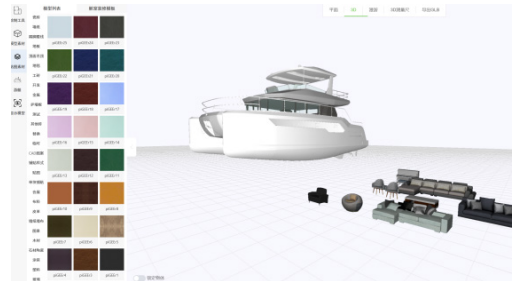


图6模型摆放与材质配置

通过材质标准化赋予模块对舱室家具表面材质进行配置。材质资源从系统的标准化材质库中直接调用，避免在外部软件中重复修改材质，提高了设计一致性与效率。

（三）渲染与设计效率分析

在完成内装布局与材质配置后，利用系统渲染模块对设计方案进行效果图输出。通过调整灯光参数及环境设置，系统可快速生成具有较高真实感的舱室内装效果图，可以用于方案展示与评审。如图7游艇舱室渲染图。

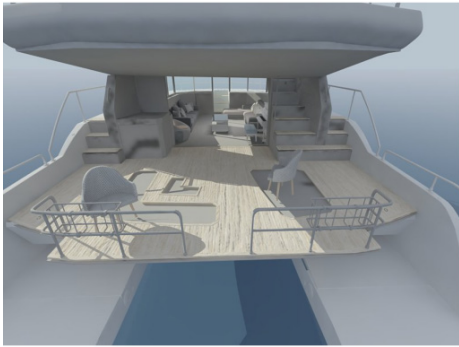


图7 游艇舱室渲染图

与传统“建模软件+渲染软件”分离式设计流程相比，所提出系统在本案例中明显缩短了设计周期。内装方案从空间构建到效果图输出的整体时间有所减少，且在方案调整过程中无需重复导入模型与重新配置材质，体现了系统在快速设计与方案迭代方面的工程优势。

四、结语

本文围绕游艇舱室内装设计中存在的重复建模、效率受限等问题，构建了以三维模型数据库为核心支撑的快速设计体系，实现了设计资源的结构化组织与流程一体化协同。通过模块化架构与标准化数据管理，重构了传统“建模—布局—渲染”分裂的设计流程，形成面向舱室空间条件下的快速内装构建体系。

案例分析结果表明，该系统能够在保证设计质量的前提下显著提高内装方案构建与调整效率，减少重复建模与渲染设置工作，增强设计成果在评审与工程应用中的可视化表达能力。该系统适用于游艇舱室内装方案设计、方案选择及快速迭代等应用场景，具有较好的工程实用价值。

参考文献

- [1] 杨博, 张文斌, 顾一清, 等. 游艇智能技术应用与展望 [J]. 船舶设计通讯, 2023, (02): 6-10.
- [2] 章志兵, 程登, 孟凡冲, 等. 基于 CAD 模型的船舶舱室识别算法研究 [J]. 华中科技大学学报 (自然科学版), 2017, 45(12): 101-106.
- [3] 刘华. 舰船上层舱室建筑三维结构模型构建 [J]. 舰船科学技术, 2020, 42(24): 1-3.
- [4] 熊鸣镝. 从三维到二维的设计思想在舰船舱室及设备布置设计中的应用 [J]. 武汉造船, 1995, (02): 33-38.
- [5] 黄卫刚, 林科. 基于二维布置图的三维舱室自动建模技术 [J]. 中国舰船研究, 2021, 16(04): 125-131.
- [6] 卢伟, 殷小伟. 船舶舱室 VR 全景漫游技术的研究与应用 [J]. 江苏船舶, 2025, 42(03): 9-11+26+6.
- [7] 林琳. VR 技术在船舶舱室三维图像重建中的应用 [J]. 舰船科学技术, 2023, 45(09): 168-171.
- [8] 肖肯. 基于三维模型的船舶机舱布置设计 [J]. 中国高科技, 2018, (14): 21-24.
- [9] 李双, 范鑫. 3DMax 软件在制作船舶效果图中的应用 [J]. 广东造船, 2014, 33(01): 40-42.
- [10] 钱学森. 论宏观建筑与微观建筑 [M]. 杭州出版社, 2001.