

doi: 10.7690/bgzdh.2024.10.004

# 装配设计工艺软件界面的设计与优化

徐宗璐, 范俊, 尤锦烨

(中国兵器装备集团上海电控研究所, 上海 200092)

**摘要:** 为提高产品研制效率, 基于软件界面的可用性研究, 结合感性工学和算法等方法, 总结适用于装配工艺设计软件界面设计的一系列方法。通过对装配工艺设计软件进行功能研究分析, 选择具体功能图标, 结合设计调查得到答题行为分析数据, 选择适合于装配工艺设计软件的功能图标设计风格。结果表明: 该方法能提高产品可装配性验证、规划和分析装配过程的步骤和环节, 提升工作效率。

**关键词:** 装配工艺; 设计优化; 设计软件

**中图分类号:** TP305 **文献标志码:** A

## Design and Optimization of Assembly Design Process Software Interface

Xu Zonglu, Fan Jun, You Jinye

(Shanghai Electric Control Research Institute of China South Industries Group Corporation, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** In order to improve the efficiency of product development, based on the usability research of software interface, combined with Kansei engineering and algorithm, a series of methods suitable for the design of assembly process planning software interface are summarized. Through the function research and analysis of the assembly process design software, select the specific function icon, combined with the answer behavior analysis data obtained from the design survey, select the function icon design style suitable for the assembly process design software. The results show that the method can improve the steps and links of product assembly ability verification, planning and analysis of assembly process, and improve work efficiency.

**Keywords:** assembly process; design optimization; design software

## 0 引言

工业软件领域广泛, 主要分为产品研发、生产管理、生产控制、协同集成和嵌入式工业软件 5 类。工业软件的本质在于将工业知识软件化, 通过整合工业数据和知识, 进行数据分析和验证测试, 实现产业规律的认知和模型验证。在智能制造服务模式下, 需求数据规模更大、来源更广、关系更复杂, 结合大数据的 4V 特性(体量大、多样性、速度快、价值密度低), 从业者需要建立完整的产业体系, 以服务于制造业的持续发展。为满足产品数字化研制的需求, 急需在工艺技术方面应用数字化技术。

工程用户是工业软件产品的主要用户, 通过结合交互设计、人机工程学和情感化设计原则, 可以提高工业软件的交互设计水平。增强软件可用性有助于用户更高效地解决问题, 提升用户满意度。

## 1 工程软件的界面设计分析

### 1.1 产品用户体验

用户体验(user experience, UE/UX)是指用户在

使用产品过程中建立起来的一种纯主观感受。优秀的产品带给用户的使用体验感是清晰、舒适的, 这就需要对产品使用层次进行分析与评判<sup>[1]</sup>。James Garrett 在《用户体验要素: 以用户为中心的 web 设计》中将用户体验设计定义为产品与外界发生联系并发挥作用的方式, 将产品用户体验分为表现层、框架层、结构层、范围层和战略层 5 层。

### 1.2 交互设计

对于设计的定义有一个较为广泛的共识——设计是发现问题, 并解决问题。设计的主题事物通常是具象的, 仅仅考虑设计对象而忽略了用户参与的整个过程, 并不能完全达到用户预期效果<sup>[2-3]</sup>。

交互设计应运而生。将设计目标从设计对象转移到用户行为, 同时关注行为如何与形式和内容产生联系。在思考人、行为、场景、目的和媒介 5 要素后提出的交互需求, 可以理解为产品功能需求与用户需求最优解, 实际的设计方向会有更强的目的指向, 有利于提高用户的使用体验, 增强产品的可用性。

收稿日期: 2024-06-27; 修回日期: 2024-07-30

第一作者: 徐宗璐(1983—), 女, 江苏人。

### 1.3 用户界面设计

用户界面 (user interface, UI) 设计是指设计师通过图形、图像、文本和交互元素等方式来创建用户与产品进行交互界面的过程。UI 设计旨在提高用户体验, 使用户能够轻松、高效、愉悦地使用产品<sup>[1]</sup>。

1) 视觉设计: 是 UI 设计的重要组成部分。通过选择合适的颜色和字体搭配, 设计师可以营造出符合产品风格和品牌形象的视觉效果。

2) 布局设计: 指如何合理地组织页面上的各个元素, 以达到信息清晰、界面整洁的效果。良好的布局设计可以使用户更轻松地找到需要的信息, 减少混乱和迷惑。

3) 交互设计: 关注用户与产品之间的互动方式。通过设计直观和流畅的交互方式, 可以提高用户的操作效率和满意度。

4) 响应式设计: 指设计师根据不同设备和屏幕尺寸的特点, 灵活调整界面布局和元素大小, 以确保产品在各种设备上都能够呈现出良好的用户体验。

5) 可访问性设计: 指设计师考虑到各种用户的需求和限制, 包括视力障碍、听力障碍和运动障碍等, 确保产品对所有用户都具有友好的可访问性。

6) 反馈与动效: 通过适当的反馈和动效, 可以帮助用户理解其操作的结果, 并提高用户的参与感和愉悦感。

## 2 装配工艺设计软件可视化研究

装配工艺设计软件是基于 3 维模型的装配工艺设计工具。该工具用于装配工艺的设计、仿真与评价。在 3 维环境下, 装配工艺设计能直观地表达装配顺序和路径, 模拟实际装配过程, 同步展示工艺标注、工艺装备等信息; 装配过程的仿真和分析可检验和评价产品装配工艺的正确性; 该工具可生成自定义的轻量化工艺文件, 有助于工艺文件的存储与共享; 可生成工艺演示动画和工艺流程, 用于指导生产。

### 2.1 装配工艺设计软件工具体系结构

3 维装配工艺设计软件是一款面向于 3 维装配组装生产的软件, 具备一般类工程软件的常规特点。装配工艺设计软件的整个体系系统分为应用层、逻辑功能层、工艺平台层和数据层 4 层<sup>[2]</sup>。

### 2.2 装配工艺设计软件系统功能模块

通过调研主流装配工艺设计软件和应用单位实际情况, 分析总结, 划分 3 维数字化装配工艺设计专用工具的系统功能模块如图 1 所示。

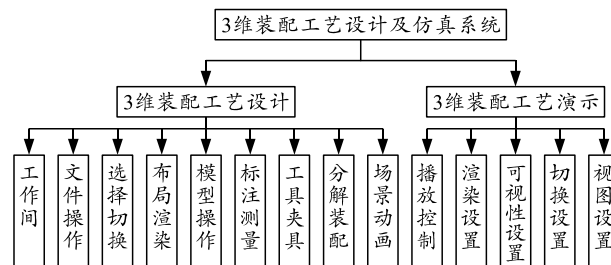


图 1 装配工艺设计软件系统功能模块

### 2.3 装配工艺流程介绍

装配工艺设计中应用装配工艺结构树来实现信息数据的管理。工艺结构树与工艺流程存在映射关系。产品的装配过程依据范围从小到大可分为组装、部装和总装。工艺结构树具体表现形式为装配链条, 视觉上由流程节点组成, 工艺流程节点特指装配信息单元, 它是装配工艺流程中的基本组成元素。装配链条和工艺流程节点的组合表达了工艺流程间组成与层次关系。

## 3 装配工艺设计软件界面优化与设计实践

### 3.1 装配工艺设计软件主题色分析

亮度是能够反映物体表面发光强弱的物理量, 亮度对比度是指界面区域内最大亮度和最小亮度的对比值<sup>[4]</sup>。按照 Michelson 公式<sup>[5]</sup>, 物体和背景颜色组合方面存在着物体亮度和背景色对比度值之间的关系:

$$L_C = |L_T - L_B| / L_T + L_B \quad (1)$$

式中:  $L_T$  为物体亮度;  $L_B$  为背景色亮度;  $L_C$  为  $L_T$  物体在  $L_B$  背景下的对比值, 数值越高, 代表该色彩群具有更高的视觉搜索效率。

选取的 6 款工程软件为实验样本, 依据上述公式得出 6 款界面的  $L_C$  值, 如表 1 所示。由结果可知 RHINO 软件相较而言具有高识别率。该方法可应用于得出多色彩方案最优解的问题, 也可作为装配工艺设计软件选择主缀色的选取依据。

表 1 6 款界面  $L_C$  值

Name	$L_T$	$L_B$	$L_C$	Rank
CAD	100	97	0.015	6
NX	70	89	0.119	2
PRO.E	95	100	0.026	5
RHINO	72	96	0.143	1
DELMIA	87	93	0.033	3
3D	93	99	0.031	4

### 3.2 功能区图标可视化分析与设计

装配工艺设计软件有：打开、存储、另存为、上视角、下视角、左视角、右视角、前视角、后视角、锁定、平移、倒圆角、倒角、属性窗口、标准视角、全景显示、合并、减去、矩形选择、自由选择、智能尺寸、基准、基准目标、粗糙度、形位公差、显示、标注窗口、产品结构树、约束列表、工艺列表、装配监控、世界平面、装配工艺、工艺设计、工序设计、工步设计、对象设计和运动设计 38 个功能图标需要设计优化。

### 3.3 工艺流程图可视化设计

工艺流程图主要作用是演示当前对象的活动工步,用以引导装配工人在装配过程具体工步的实施。它是装配工艺结构树的直观体现,弱化了层级关系但突出了工步顺序,同一工序内还会有多工步同时进行。对于图标背景形状而言,圆角矩形的搜索绩效最好;工步间隔和整体尺寸需要控制在合理范围内,且需要跟背景颜色有明显的对比度;从功能位置的角度出发,采用上轻下重会符合人眼的视觉特征,所以可以适当增加颜色深度。

工艺流程图设计需要遵循工步的前后步骤,因为工步包含在工序这一子级之内,工艺流程图也间接反映了工序间的先后顺序,不同工序间独立的个体,需要有单独模块加以区分,而单独工序内,工步间存在装配上的顺序,根据人的视觉效果采用“从上到下”映射“由先到后”的装配顺序,整体颜色与整体效果相呼应,但处于整体界面下方,视觉上需加深明度处理。

### 3.4 工艺结构树区域排布设计优化

工艺设计区主要用于构建装配工艺结构树。装配工艺结构树按照预设的工艺结构模板进行设计,是记录和存储装配工艺操作数据的树形结构。结构树的功能是按照规范的顺序和技术要求,组合加工的零件为组件,再将组件和零件组合为部件,形成完整机器的装配过程。工艺流程图区域如图 2 所示。

装配工艺是装配工序的整体概念,其中装配工序包括了操作对象对应的具体装配步骤。装配工序作为装配工艺的基本组成单元,在工艺结构树中包含了当前的装配零部件和相应的装配步骤。装配步骤则是装配工艺信息中的操作工艺信息,描述了操

作人员对基本零部件进行的具体操作过程。

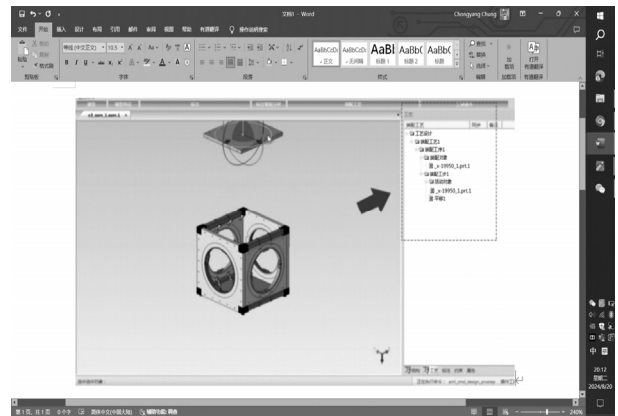


图 2 工艺流程图区域

## 4 结束语

从产品用户体验和 UI 交互设计管理的角度出发,深入探讨了适用于工程软件的设计方法原则。通过详细分析装配工艺设计软件的功能特点,精选了特定的功能图标,并结合设计调查的数据,深入剖析了用户的答题行为,从而确定了适合装配工艺设计软件的功能图标设计风格。在对比分析装配工艺设计软件的市场竞品后,成功构建了一个装配工艺设计软件的图标库。

然而,该研究仍有许多方面有待进一步深入:

- 1) 在交互方法优化方面,尽管介绍了一系列交互模型,但对模型的具体应用及交互方式的优化探讨尚显不足。
- 2) 在交互方式的研究上,虽然初步探索了眼控交互,但对于手势交互和语音交互等交互形式的研究还相对薄弱。
- 3) 关于目标元素种类的研究,尚未对软件图标的功能进行系统的总结,也未能深入探讨图标图形展示与产品语义之间的关联。这些方面将是未来研究的重要方向。

### 参考文献:

- [1] 黄贺. 工业设计类通用平台软件界面的视觉延伸设计[D]. 长春: 吉林大学, 2014.
- [2] 陆敏. 基于人机工程的软件界面设计研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2008.
- [3] 李岩, 程龙, 解维奇, 等. 图形化网络图流程设计与计算软件[J]. 兵工自动化, 2023, 42(12): 24-28.
- [4] LIAO H F, ZHANG L X, XIAO T Y, et al. An Interactive Assembly Process Planner[J]. Tsinghua Science and Technology, 2004, 9(2): 219-226.
- [5] 赵骥足. MES 系统软件人机交互界面设计研究[D]. 南京: 东南大学, 2019.