

汽车配件设计中数字化协同设计平台的构建与应用研究

王 涛¹ 范金鹏² 李昆袁²

1. 杭州嘉田汽配有限公司 浙江 杭州 310000

2. 杭州知管家信息科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要: 在汽车产业蓬勃发展、消费者需求多元的背景下,汽车配件设计面临严峻挑战。传统设计模式依赖人工线下协作,信息传递不畅、设计周期长、跨部门协同效率低,且数据格式不统一,共享困难,重复设计与沟通成本高,严重阻碍创新与质量提升。为此,本文深入分析汽车配件设计中数字化协同设计平台的构建与应用。剖析协同设计理念 and 数字化技术原理,明确理论支撑,探讨平台构建关键要素,设计涵盖协同设计、沟通协作、数据分析的功能模块,规划应用策略。旨在借该平台打破部门壁垒,实现实时数据共享与高效协同,缩短设计周期、降低成本、提升设计质量与创新能力,助力行业向数字化、智能化迈进,增强产业核心竞争力。

关键词: 汽车配件设计; 数字化协同设计平台; 协同设计; 数据共享

1 引言

在汽车行业革新与竞争加剧的当下,汽车配件设计作为整车制造的关键,重要性愈发凸显。消费者对汽车性能、外观和智能化程度要求提高,推动配件设计不断创新突破。但传统设计模式存在诸多弊端,各环节相对独立,信息传递易出现偏差与延误。设计数据分散,缺乏统一管理 with 共享机制,设计人员获取信息困难,重复劳动严重,降低了设计效率与质量。数字化浪潮带来变革契机,数字化协同设计平台凭借强大的数据整合和实时交互能力,有望重塑设计流程,实现高效协作。深入研究其构建与应用,对推动汽车产业高质量发展意义重大。

2 数字化协同设计相关理论基础

2.1 协同设计理念剖析

协同设计是一种集成化的设计模式,强调多专业、多部门人员围绕共同设计目标紧密合作。关键要素在于团队成员间的信息共享与高效沟通。从设计流程看,项目启动阶段,市场、研发、工程等部门共同参与需求分析,确保设计方向贴合市场需求。设计过程中,各专业人员并行开展工作,如造型设计师勾勒外观,工程师同步进行结构与性能设计,通过实时交流反馈,及时调整设计方案,避免后期因专业冲突导致的设计变更。设计评审环节,各部门依据自身专业知识共同评估方案,提出优化建议,保障设计方案的科学性、可行性与创新性,提升设计质量与效率。

2.2 数字化技术在设计中的应用原理

CAD(计算机辅助设计)技术运用二维或三维建模工具,设计师能精准绘制配件几何形状,直观呈现设计细节,通过参数化设计快速修改模型,提高设计效率。

CAE(计算机辅助工程)技术则基于有限元分析等算法,对配件的力学性能、流体动力学等进行模拟仿真。比如在设计汽车发动机配件时,利用CAE分析其在不同工况下的应力分布与热传递情况,提前优化设计,避免实际生产中的性能缺陷^[1]。数据交互与共享方面,通过建立统一的数据格式与标准,如IGES、STEP等,不同软件间可实现数据无损传输,确保设计信息在各环节准确流通,打破数据孤岛。

2.3 数字化协同设计平台构建的理论支撑

系统工程理论指导平台构建从整体出发,综合考虑平台的功能、性能、可靠性等多方面因素。将平台视为一个复杂系统,对各组成部分进行系统分析与设计,优化平台架构,保障各功能模块协同运作。信息管理理论则用于规划平台的数据管理体系。通过建立数据库管理系统,对设计数据进行分类存储、检索与更新,确保数据的安全性、完整性与可用性。同时,运用信息集成技术,整合来自不同部门、不同阶段的数据,为协同设计提供全面、准确的数据支持,使平台成为高效的数据交互与协同工作枢纽。

3 汽车配件数字化协同设计平台构建关键要素

3.1 平台功能需求分析

设计阶段,平台需有强大三维建模与渲染功能,助设计师精准勾勒配件外观、直观展现设计效果。参数化设计功能也很必要,通过调整参数就能快速生成不同方案,提升设计灵活性。模拟仿真功能同样关键,利用CAE技术提前验证配件性能,像分析悬挂配件力学性能,减少物理试验次数以降低成本。在多部门协作上,要搭建信息共享空间,让研发、制造、销售等部门实时

掌握设计进度和技术参数。同时具备沟通协作功能，支持在线讨论、文件共享，方便不同部门及时交流设计问题，确保设计契合各方需求。

3.2 数据管理与安全保障策略

数据分类方面，将设计数据分成原始需求文档、设计模型文件、仿真分析报告等类别，方便管理和检索。存储采用分布式存储结合云存储技术，分布式存储保障数据高可用性与容错性，云存储提供海量空间和便捷访问方式。数据安全加密上，对传输和存储的数据加密，如用SSL/TLS加密传输，AES算法加密存储文件。通过设置不同用户角色与权限进行访问控制，设计师有读写权限，制造人员只能查看制造相关数据，防止数据泄露和非法篡改，保障平台数据安全稳定。

3.3 系统架构设计原则与要点

采用分层架构，分为表现层、业务逻辑层、数据访问层和数据层。表现层提供友好交互界面，方便用户操作；业务逻辑层处理业务规则，如设计流程管理、任务分配；数据访问层负责与数据库交互，实现数据读写；数据层存储设计数据。技术选型上，表现层用HTML5、CSS3结合JavaScript开发，保证界面响应速度与兼容性；业务逻辑层使用Java或Python等语言，借助其丰富框架和库提高开发效率；数据访问层借助MyBatis、Hibernate等持久化框架实现高效数据访问；数据层根据数据特点选用MySQL、Oracle等关系型数据库或MongoDB等非关系型数据库灵活存储管理^[2]。

4 汽车配件数字化协同设计平台功能模块设计

4.1 协同设计核心模块搭建

该模块实现多设计师实时在线协同，打破时间与空间限制。借助云计算与实时通信技术，设计师们能同时在三维模型上进行操作，修改痕迹实时呈现，方便团队成员即时查看与反馈。设计版本管理至关重要，平台自动记录每次修改内容，形成版本历史，设计师可随时回溯至任意版本，对比不同设计方案，选取最优成果。针对多人协作可能产生的设计冲突，平台引入冲突检测与解决机制，通过智能算法自动识别冲突点，如零件装配尺寸矛盾，提示设计师协商解决，确保设计工作流程顺利进行，提升团队协作设计效率与质量。

4.2 沟通协作模块开发

即时通讯功能使团队成员能随时交流设计想法，平台内置消息提醒，确保重要信息不遗漏，可按项目、部门分组沟通，方便针对性讨论。视频会议功能支持高清远程会议，在评审复杂设计方案、解决关键技术难题时，不同地区成员能“面对面”深入探讨，增强沟通效

果^[3]。任务分配与进度跟踪模块让项目负责人清晰划分设计任务，明确各成员职责与交付时间，成员实时更新任务进度，负责人可直观掌握项目整体推进情况，及时调整资源分配，保障设计项目按计划顺利开展。

4.3 数据分析与决策支持模块构建

设计数据挖掘与分析运用关联规则挖掘、聚类分析等算法，从海量设计数据中挖掘潜在信息。比如分析不同车型配件设计与市场反馈的关联，找出受欢迎设计元素，为新配件设计提供参考；聚类分析相似配件设计案例，总结设计规律。基于数据的决策模型结合行业标准、成本预算等因素，对设计方案进行量化评估。如输入配件性能指标、制造成本等数据，模型输出设计方案可行性评分，辅助管理层科学决策，筛选出最具经济效益与市场竞争力的设计方案。如表1所示：

表1 协同设计平台功能模块使用频率统计

功能模块	日均使用次数	单次操作耗时(分钟)	用户评分(5分制)
三维协同建模	23.4	41.2	4.6
CAE仿真集成	8.7	68.5	4.1
版本历史管理	12.1	9.8	4.8
智能冲突检测	5.9	15.3	4.3
数据决策看板	17.6	22.4	4.5

数据来源：平台2023年1-6月用户行为日志（样本量：327名设计师）

5 数字化协同设计平台在汽车配件设计中的应用策略

5.1 平台应用流程规划



图3 平台应用流程全景图

项目启动初期，由项目经理在平台创建项目空间，录入项目基本信息、设计需求与预期目标。各部门成员受邀加入，依据任务分工领取设计任务。设计过程中，设计师先在平台获取基础数据与设计规范，运用协同设计模

块开展工作，实时与团队成员沟通，共享设计成果^[4]。定期组织线上设计会议，利用沟通协作模块汇报进度、讨论问题。完成初步设计后，将方案提交至评审环节，借助平台评审功能，邀请多部门专家线上评估，收集意见并修改完善，直至设计方案通过审核，进入下一生产环节，保障设计流程有条不紊推进。如图3所示：

5.2 团队协作与沟通机制建立

跨部门团队组建时，明确各成员职责，如研发人员负责产品功能设计，制造人员把控工艺可行性，销售人员反馈市场需求。制定沟通协调机制，规定每日线上短会沟通工作进展与问题，每周开展一次深度设计研讨会议。利用平台沟通协作模块，成员随时发起讨论，共享文件资料，打破部门壁垒。建立问题反馈与解决流程，成员发现问题及时在平台反馈，指定负责人跟踪处理，

确保问题快速解决，提升团队协作效率，保障设计项目顺利开展。

5.3 应用效果评估指标与方法

评估指标涵盖设计质量、效率、成本。设计质量通过产品故障率、市场满意度衡量，统计配件在实际使用中的故障次数，收集客户对产品性能、外观的反馈；效率指标包括设计周期缩短比例、任务按时完成率，对比传统设计与平台应用后的设计周期，统计任务按时交付数量占比；成本指标涉及研发成本降低比例、制造成本预估偏差率，核算平台应用前后研发投入差值，对比制造成本预估与实际成本差值^[5]。评估方法采用定量分析与定性分析结合，定量分析通过数据统计计算指标数值，定性分析邀请专家、客户进行主观评价，综合评估平台应用效果。如表2所示：

表2 某车企应用平台前后关键指标对比

评估维度	传统设计模式（2020）	平台应用后（2023）	变化幅度
平均设计周期(天)	87	52	-40.2%
跨部门沟通频率	每周4.3次	每周1.2次	-72.1%
设计错误率	18.7%	6.5%	-65.2%
研发成本（万元/项目）	235	168	-28.5%
市场满意度评分	7.8/10	8.9/10	+14.1%

数据来源：杭州嘉田汽配有限公司2020-2023年项目数据

6 结语

本研究围绕汽车配件设计中数字化协同设计平台，深入剖析相关理论，完成平台构建与应用策略制定。成功搭建具备协同设计、沟通协作、数据分析等功能的平台，实现多部门高效协作、数据实时共享与科学决策支持，显著提升设计效率与质量，缩短设计周期，降低成本。然而，研究仍存在不足。平台在与部分老旧系统集成时存在兼容性问题，数据分析深度和广度有待拓展，对复杂设计场景的适应性需进一步优化。未来，可着重攻克系统集成难题，开发更智能的数据分析模型，提升平台在复杂环境下的稳定性和灵活性。本研究成果为汽车配件设计行业提供了切实可行的数字化转型路径，助力企业借助平台强化核心竞争力，推动行业朝着智能化、协同化方向持续发展，为汽车产业创新升级注入新动力。

参考文献

[1]黄伟.基于BIM的数字化设计协同平台基础技术研究[J].中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2024(10):0009-0012.

[2]汪丛军,刘美霞,邹胜,邵翟,叶娟娟,王洁凝.基于BIM的产业协同平台构建及其在智能建造中的应用研究[J].建设科技,2024(17):101-104.

[3]邓广辉,陈海斌,王杰聪,林俊勇.大型综合交通枢纽中市政交通工程数字化设计研究及应用[J].市政技术,2024,42(2):56-61.

[4]丁红艳.人工智能在汽车配件设计与制造中的应用分析[J].内燃机与配件,2023(10):89-91.

[5]侯孙海.人工智能在汽车配件设计制造及其自动化中的应用探析[J].微型计算机,2024(9):91-93.