

# 虚拟现实机械产品开发中计算机辅助设计研究

赵百钊 陈子达

杭州艾美依航空制造装备有限公司 浙江 杭州 311222

**摘要:** 通过深入探讨了虚拟现实 (VR) 与计算机辅助设计 (CAD) 技术在机械产品开发中的应用, 文章概述了VR与CAD的基本原理与特点, 并分析了两者融合的可行性与趋势, 并阐述了VR环境中CAD技术的优势, 包括提升设计效率与质量、增强创新能力、优化用户体验与产品性能。文章还通过产品概念设计、详细设计及验证评估阶段的具体分析, 展示了CAD在VR环境中的应用, 以东风汽车发动机生产线数字孪生系统为例, 证明了VR与CAD结合的创新性和经济效益。

**关键词:** 虚拟现实; 机械产品开发; 计算机辅助设计

## 1 虚拟现实与计算机辅助设计技术概述

### 1.1 虚拟现实技术原理与特点

虚拟现实 (Virtual Reality, 简称VR) 技术是一种通过计算机生成的仿真环境, 让用户能够身临其境地感受到虚拟世界。其原理主要基于计算机模拟生成的、可交互的3D环境, 用户通过穿戴设备如头戴式显示器 (HMD) 和感应设备进入这个环境并与其互动。这些设备能够精确地追踪用户的头部、手部等位置及其运动, 然后将这些动作即时反映到虚拟环境中。虚拟现实技术具有多感知性、存在感或沉浸感、交互性和自主性等特点。多感知性指的是除了视觉感知外, VR技术还能提供听觉、触觉等多种感官体验; 存在感或沉浸感则是指用户仿佛置身于虚拟环境中的真实程度; 交互性允许用户对虚拟环境中的物体进行操作并得到即时反馈; 自主性则是指虚拟环境中的物体能够依据物理定律进行运动<sup>[1]</sup>。这些特点共同构成了VR技术的独特优势, 使其在教育、娱乐、训练等多个领域具有广泛的应用前景。

### 1.2 计算机辅助设计技术基础

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称CAD) 技术是一种利用计算机软件进行产品设计与制造的技术。它涵盖了图形处理、几何建模、优化设计等多个方面, 能够大大提高设计效率和准确性。CAD系统通常由硬件、软件和数据构成, 其中硬件部分包括计算机、图形输入/输出设备等, 软件部分则包括各种CAD应用程序, 数据部分则存储了设计过程中的各种信息。CAD技术的基础在于三维几何造型设计, 通过构建复杂的三维模型, 设计师可以在计算机上进行各种虚拟设计操作。这些操作包括但不限于设计资料的程序化、常用计算方法的运用、程序设计方法的实现等。此外, CAD技术还与人工智能、仿真等技术紧密结合, 形成了更加

智能化、高效化的设计流程。在产品开发过程中, CAD技术已经成为不可或缺的一部分。

### 1.3 VR与CAD技术融合的可行性与趋势

随着技术的不断发展, 虚拟现实与计算机辅助设计技术的融合变得越来越可行。一方面, VR技术能够提供沉浸式的交互体验, 使得设计师能够在虚拟环境中直观地观察和操作产品模型; 另一方面, CAD技术则提供了强大的设计功能和精确的数据支持, 使得设计过程更加高效和准确。这种融合趋势已经体现在多个领域的应用中。例如, 在机械产品开发过程中, 设计师可以利用VR技术进行虚拟装配和模拟测试, 从而及时发现并修正设计中的问题; 同时, CAD软件则提供了各种设计工具和参数化设计方法, 支持设计师进行快速迭代和优化。随着云计算、大数据等技术的不断发展, VR与CAD技术的融合还将进一步推动产品设计制造的数字化转型和创新发展。

## 2 虚拟现实机械产品开发中计算机辅助设计的优势

### 2.1 提升设计效率与质量

在虚拟现实机械产品开发中, 计算机辅助设计 (CAD) 技术显著提升了设计效率与质量。传统的设计流程往往依赖于二维图纸和物理原型, 这不仅耗时耗力, 而且修改和迭代过程繁琐。而CAD技术通过三维建模和仿真分析, 使得设计师能够直接在计算机上进行产品设计和优化, 大大缩短了设计周期。同时, CAD软件提供的精确计算和分析功能, 可以帮助设计师更准确地预测产品的性能和可靠性, 从而减少设计错误和不必要的修改, 提高设计质量。在虚拟现实环境中, 设计师还可以实时查看和调整产品模型, 与团队成员进行远程协作, 进一步提升设计效率<sup>[2]</sup>。

### 2.2 增强设计创新能力

虚拟现实与计算机辅助设计的结合,为机械产品开发注入新的创新活力。虚拟现实技术提供了沉浸式的交互体验,使得设计师能够直观地观察和操作产品模型,从而更容易产生新的设计灵感。另外,CAD软件提供的丰富设计工具和参数化设计方法,支持设计师进行快速迭代和多样化设计尝试,进一步激发了设计创新能力。在虚拟现实环境中,设计师还可以模拟不同的使用场景和用户需求,对产品进行定制化设计,满足市场的多样化需求。

### 2.3 优化用户体验与产品性能

通过虚拟现实技术,设计人员可以模拟产品的使用场景和操作流程,从而更准确地评估用户的使用体验。这种模拟测试不仅可以发现潜在的用户痛点和使用障碍,还可以指导设计师进行针对性的优化设计。同时,CAD软件提供的仿真分析功能,可以对产品的机械性能、动力学性能等进行精确评估,帮助设计师优化产品的结构设计和材料选择,提升产品的整体性能。通过虚拟现实和计算机辅助设计的结合,设计师可以更加全面地考虑产品的用户需求、使用场景和性能要求,从而打造出更加符合市场需求和用户期望的机械产品。

## 3 虚拟现实机械产品开发中计算机辅助设计的应用分析

### 3.1 产品概念设计阶段的应用

在机械产品的概念设计阶段,设计师面临的主要挑战是如何快速而准确地将创意转化为可视化的概念模型。虚拟现实与CAD技术的结合,为此提供了强有力的支持。第一,VR环境为设计师提供一个沉浸式的创意空间。设计师可以在虚拟世界中自由漫游,从不同角度观察并操作概念模型,这种直观的感受有助于激发新的设计灵感。同时,VR环境中的交互性使得设计师能够即时调整模型参数,如尺寸、形状、材料等,从而快速迭代设计方案。第二,CAD软件的三维建模功能在概念设计阶段发挥着至关重要的作用。设计师可以利用CAD软件快速构建出初步的三维模型,并通过虚拟现实技术进行可视化展示。这种展示不仅限于静态模型,还可以包括动态模拟,如机构的运动仿真等。这有助于设计师在概念阶段就捕捉到潜在的设计问题,如机构干涉、运动不流畅等,从而及早进行调整。

### 3.2 产品详细设计阶段的应用

进入详细设计阶段,机械产品的开发需要更加精确和深入的设计工作。虚拟现实与CAD技术的结合,在这一阶段同样发挥着关键作用。在详细设计阶段,CAD软件提供了丰富的设计工具和参数化设计方法。设计师可

以利用这些工具对产品进行精细化设计,如调整零件尺寸、优化装配关系、选择材料等。同时,CAD软件还支持与其他工程软件的集成,如有限元分析(FEA)、计算流体动力学(CFD)等,这些工具可以帮助设计师对产品的机械性能、热力学性能等进行精确评估;虚拟现实技术在详细设计阶段的应用主要体现在两个方面。一方面,VR环境为设计师提供了一个逼真的虚拟装配平台。设计师可以在虚拟环境中模拟产品的装配过程,检查装配顺序、装配间隙等问题。这种模拟不仅有助于发现潜在的设计问题,还可以为后续的制造和装配工艺提供指导<sup>[3]</sup>。另一方面,VR技术还支持远程协作和实时沟通。设计师可以与供应商、制造商等外部合作伙伴在虚拟环境中共同查看和讨论产品设计,这种实时的沟通方式有助于确保设计方案的准确性和可行性。另外,虚拟现实技术还可以用于产品外观和人机交互的设计。设计师可以利用VR技术模拟出产品的真实外观和质感,从而进行美学和人机工程学方面的评估。这种评估不仅限于静态图像,还可以包括动态交互模拟,如用户操作产品的过程等。这有助于设计师在详细设计阶段就捕捉到潜在的用户体验问题,并及早进行调整。

### 3.3 产品设计验证与评估阶段的应用

在产品验证与评估阶段,虚拟现实与CAD技术的结合为设计师提供了一种高效、低成本的验证方法。第一,VR环境为设计师提供一个逼真的模拟测试平台。设计师可以在虚拟环境中对产品进行各种性能测试,如机械性能测试、热力学性能测试、耐久性测试等。这些测试不仅可以模拟真实世界中的各种工况,还可以对测试结果进行实时分析和可视化展示,这有助于设计师及时发现并修复潜在的设计问题,从而提高产品的可靠性和耐用性。第二,CAD软件的支持使得设计师可以在虚拟环境中进行多种方案的比较和优化。设计师可以利用CAD软件快速生成不同的设计方案,并在虚拟环境中进行模拟测试。这种快速迭代和优化过程有助于设计师找到最佳的设计方案,从而在满足用户需求的同时降低制造成本。第三,虚拟现实技术还支持用户参与的设计验证过程,设计师可以将虚拟产品展示给目标用户群体,并收集他们的反馈意见,这种用户参与的设计验证过程有助于确保产品的市场接受度和用户满意度。同时,设计师还可以利用VR技术进行用户培训和支持,帮助用户更好地理解和使用产品。

## 4 虚拟现实机械产品开发案例分析——以东风汽车发动机生产线数字孪生系统为例

### 4.1 案例背景

在汽车制造领域,发动机生产线的效率和质量直接影响着整车的性能和市场竞争力。传统发动机生产线在优化过程中,往往面临生产流程复杂、瓶颈难以识别、优化成本高昂等问题。东风汽车与武汉的VR开发公司合作,引入虚拟现实技术,建立了发动机生产线数字孪生系统,旨在实时监控和优化发动机生产线,提高生产效率、降低运营成本。

#### 4.2 虚拟现实技术应用

(1) 数字孪生系统构建:该数字孪生系统通过虚拟仿真技术,将发动机生产线的物理实体与其虚拟模型相结合。通过在生产线上安装大量传感器,实时采集设备的状态、性能参数等数据,并传输到数字孪生系统中。系统利用这些数据构建出与实际生产线高度一致的虚拟模型,实现对生产过程的实时监测。

(2) 生产流程模拟与优化:管理人员可以在虚拟环境中模拟生产流程,通过改变虚拟模型中的参数,如设备运行速度、物料供应节奏等,观察生产线的运行情况,识别生产瓶颈。例如,在模拟过程中发现某道工序的设备利用率较低,导致后续工序等待时间过长。通过对该工序进行优化,调整设备参数和工艺流程,使整个生产线的生产效率得到显著提升。

#### 4.3 数据支撑效果

4.3.1 生产效率提升:据统计,引入数字孪生系统后,东风汽车发动机生产线的生产效率提高了约15%。通过对生产流程的持续优化,生产周期缩短了近10%,使得发动机的交付时间更快,能够更好地满足市场需求。

4.3.2 运营成本降低:数字孪生系统能够提前预测设备故障,实现预测性维护。在系统运行期间,设备故障率降低了约20%,减少了因设备故障导致的停机时间和维修成本。同时,通过对生产过程的精细化管理,原材料的浪费减少了约8%,进一步降低了运营成本<sup>[4]</sup>。

#### 4.4 案例分析

4.4.1 技术创新优势:该案例充分体现了虚拟现实技术在机械产品开发中的创新应用。数字孪生系统将虚拟现实技术与工业生产相结合,为生产线的优化提供了全新的手段。通过实时数据采集和虚拟仿真,管理人员能够更加直观地了解生产线的运行情况,及时发现问题并

进行优化,提高了生产决策的科学性和准确性。

4.4.2 经济效益显著:从数据可以看出,数字孪生系统的应用为东风汽车带来了显著的经济效益。生产效率的提升和运营成本的降低,使得企业在市场竞争中更具优势。同时,该案例也为其他汽车制造企业提供了可借鉴的经验,推动了整个行业的技术进步和发展。

4.4.3 人才培养与团队协作:在项目实施过程中,东风汽车与武汉的VR开发公司紧密合作,培养了一批既懂汽车制造又掌握虚拟现实技术的复合型人才。这些人才在项目的推进中发挥了重要作用,同时也为企业未来的技术创新和发展奠定了坚实的基础。此外,数字孪生系统的应用也促进了不同部门之间的协作,提高了企业的整体运营效率。

东风汽车发动机生产线数字孪生系统的成功应用,充分证明了虚拟现实技术在机械产品开发中的巨大潜力。通过引入数字孪生系统,企业能够实现生产线的实时监控和优化,提高生产效率、降低运营成本,获得显著的经济效益。未来,随着虚拟现实技术的不断发展和完善,相信其在机械产品开发领域的应用将会更加广泛,为企业的创新发展提供更加强有力的支持。

#### 结束语

综上所述,虚拟现实与计算机辅助设计技术的结合为机械产品开发带来了革命性的变革。通过沉浸式的交互体验和强大的设计功能,该技术显著提升了设计效率和质量,增强了设计创新能力,并优化了用户体验和产品性能。未来,随着技术的不断进步,VR与CAD的融合应用将更加广泛和深入,为机械产品开发领域注入更多创新活力。

#### 参考文献

- [1]曹明月.计算机辅助技术与机械设计制造的结合分析[J].内燃机与配件,2020(1):232-233.
- [2]闵友付.浅析计算机辅助技术与机械设计制造的有效融合[J].南方农机,2020,51(23):112-113.
- [3]李卓荣.浅析计算机辅助设计技术在机械设计中的应用[J].企业科技与发展,2020(05):119-120.
- [4]武承晨.计算机辅助设计CAD技术在机械设计制造中的应用[J].内燃机与配件,2020(06):235-236.