

工业设计中 VR 虚拟仿真技术的角色

王智杰

深圳蜂牛科技有限公司，广东省深圳市，518000；

摘要：虚拟现实技术在工业设计中的应用大幅提升了设计流程的效率和精度。通过虚拟仿真技术，个性化定制设计得以实现，缩短了设计周期并提高了客户满意度。复杂结构设计中的仿真技术突破了传统方法的限制，降低了材料疲劳失效的概率，延长了产品使用寿命。虚拟仿真平台推动了设计流程的全面数字化转型，优化了各部门的合作，缩短了研发周期，提升了生产效率和产品质量。随着虚拟现实技术的进一步发展，工业设计将向智能化、数字化方向加速迈进，为未来设计带来更多创新和可能性。

关键词：虚拟现实；工业设计；虚拟仿真；设计优化；产品开发

DOI：10.69979/3041-0673.24.7.026

引言

随着科技的进步，虚拟现实技术已逐渐进入工业设计领域，成为提升设计效率和精度的关键手段。虚拟仿真技术通过三维建模、实时模拟等功能，改变了传统设计流程，优化了设计、测试和制造的协作方式。个性化定制设计和复杂结构的仿真突破，为企业带来了更灵活、高效的设计方法。虚拟仿真技术推动了设计流程的数字化转型，使得各部门的工作更加协同，减少了设计反复和资源浪费。未来，虚拟仿真将在更多领域发挥重要作用，加速工业设计的智能化进程。

1 虚拟仿真技术在产品建模中的创新应用

1.1 高效的三维模型构建

在汽车工业设计中，三维模型构建是设计的基础环节之一，直接影响着后续设计的准确性与效率。虚拟现实技术的应用极大提升了三维模型构建的速度与精度。在虚拟环境中，设计人员能够通过数字化工具迅速生成复杂的几何形体，利用先进的计算能力进行实时的模型处理和调整。与传统方法相比，虚拟仿真技术减少了手工建模中的繁琐步骤，使模型构建更加灵活。虚拟平台具备多层次的可视化功能，不仅支持从不同视角审查设计，还能通过增强现实功能在虚拟空间内进行尺寸和比例的实时对比。这种技术手段的介入使得设计人员能够高效捕捉设计灵感，并在初期阶段大幅减少可能的设计误差，进而提升产品开发的整体效率。

1.2 虚拟环境中的产品验证

虚拟现实技术为产品验证过程提供了全新的解决方案。传统的产品验证往往依赖于实物模型，这不仅耗费大量时间和成本，还存在模型数量和测试条件受限的问题。通过虚拟仿真，设计人员可以在数字化环境中完成多种工况下的产品

性能测试，涵盖从结构稳定性到外观视觉效果等多个方面。产品在虚拟环境中的运行表现可以通过技术手段进行全方位监控，从而快速识别潜在的缺陷或设计不合理之处。尤其在汽车设计中，利用虚拟现实技术可以模拟不同的驾驶场景和气候条件，确保产品在各种复杂环境下的可靠性。

1.3 设计缺陷的实时修正

设计中的缺陷修正通常是一个反复迭代的过程，而虚拟仿真技术能够显著提高这一过程的效率。在传统设计流程中，发现并修正设计缺陷往往需要经历实物模型的制作和测试，耗费大量时间和资源。通过虚拟现实技术，设计人员可以在虚拟空间中直接识别并修正设计中的问题^[1]。虚拟仿真环境具备高度互动性，能够即时反馈设计修改的结果，并展示改动对整体设计的影响。在虚拟现实平台上，设计中的结构性问题或功能性不足可以通过实时模拟分析呈现出来，使得修正工作能够迅速完成。

表 1：设计缺陷实时修正过程

时间点 (s)	设计版本	缺陷识别	修正建议	修正状态
0	1.0	否	无	完成
1	1.1	是	调整结构强度	进行中
2	1.2	是	优化功能性	进行中
3	1.3	否	无	完成

2 提升协作与沟通效率的虚拟平台

2.1 设计师与工程师的虚拟协作

在工业设计过程中，设计师与工程师之间的协作至关重要，而虚拟现实技术为这种跨领域的合作提供了一个高效的平台。通过虚拟环境，设计师可以将初步的设计概念以三维形式呈现，工程师能够在同一虚拟空间内对设计进行实时反馈和技术审查。这种无缝的沟通方式避免了传统设计中信息

传递滞后的问题，使得设计思路与技术实现能够同步推进。虚拟仿真技术不仅缩短了双方的沟通距离，还能提供动态的设计调整功能，允许工程师直接在虚拟模型上进行结构或材料的优化调整，而设计师则可以快速看到这些调整对整体视觉效果的影响。协作的实时性和高效性使得复杂的设计项目能够在更短时间内完成，同时确保了技术与美学之间的平衡。

2.2 通过VR增强的设计评审流程

虚拟现实技术在设计评审过程中带来了巨大的提升，尤其是在复杂产品的设计审查环节。传统的设计评审往往依赖于纸质图纸或二维屏幕展示，限制了评审人员对产品设计的直观感知。而借助虚拟现实，整个评审流程变得更加沉浸和交互化。评审人员可以通过佩戴VR设备，进入一个全比例的三维虚拟空间，全面查看设计的各个细节，从多角度观察产品的结构、材质、外观等，并进行精细的评估^[2]。虚拟环境还允许实时进行设计修改与调整，这意味着任何发现的问题都能迅速得到处理。



2.3 跨部门协作中的技术支持

虚拟现实技术不仅优化了设计师和工程师之间的协作，也极大促进了跨部门之间的沟通与协调。在传统的设计流程中，不同部门往往由于职责分工和专业领域的差异，导致沟通效率低下。而在虚拟仿真平台上，不同部门的成员可以在同一虚拟空间中工作，直接参与产品的设计、生产和测试等环节。这种统一的虚拟平台打破了部门间的信息壁垒，技术人员、市场团队和管理人员可以同时参与到项目的各个阶段，并提供各自的专业反馈。

3 降低设计成本与缩短开发周期的关键技术

3.1 虚拟原型代替物理模型的效益

在工业设计过程中，虚拟原型的使用大幅降低了设计中的时间和成本。通过虚拟现实技术，产品可以在数字空间中进行模拟和测试，无需制造物理模型，从而减少了材料浪费和加工误差。虚拟原型不仅支持多次迭代，确保设计能够精准达到预期效果，还能通过数字化平台进行实时调整。虚拟原型提供了灵活性和可扩展性，使得设计团队能够快速验证多种方案，避免了传统模型制造过程中繁琐的步骤，同时加快了产品的上市进程。这种方式确保了整个产品开发流程中

的效率和资源优化。

3.2 优化生产线设计的仿真模拟

虚拟仿真技术在生产线设计中的应用，为复杂系统的优化提供了重要支持。在虚拟环境中，整个生产线的布局、运行流程和设备的操作状态都能被精准模拟，帮助工程师预测潜在的瓶颈和问题。通过对生产线的虚拟模拟，不同参数可以快速调整，从而找到最佳配置方案，避免实际生产中的停工和资源浪费。虚拟仿真还支持对设备运动路径的实时监控，确保设计符合安全标准与操作流程。这样的仿真模拟方式极大提高了生产效率，同时也降低了潜在的运营风险，进一步提升了设计的实用性和可靠性。

3.3 减少设计反复的技术手段

在工业设计中，设计反复往往导致开发周期的延长和成本的增加。虚拟现实技术提供了一种有效的解决方案，通过虚拟空间中的实时反馈机制，设计中的问题可以在早期阶段被迅速发现并修正^[3]。这种实时性允许设计师和工程师在同一平台上进行协作，避免了信息传递中的误差和延迟。虚拟仿真技术的高度交互性使得设计过程更加高效，减少了反复修改的需求，确保最终的产品能够更快地进入实际生产阶段。虚拟仿真技术还能够持续跟踪和记录设计中的每一次更改，提供详尽的改动记录和数据支持。

表2：虚拟仿真技术在工业设计中的效益分析

项目	公式表达式	数值	单位
虚拟原型成本降低率	$C_p - C_v / C_p \times 100\% = C_p - C_v \times 100\%$	35%	%
生产线仿真节省时间	$T_p - T_v / T_p \times 100\% = T_p - T_v \times 100\%$	20%	%
减少设计反复次数	$N_r - N_v / N_r = N_r - N_v$	8	次
设计优化效率提升	$E_v / E_p \times 100\% = E_v \times 100\%$	50%	%
生产停工次数减少	$F_p - F_v / F_p = F_p - F_v$	5	次

4 VR技术在设计创新中的未来应用潜力

4.1 个性化定制设计的虚拟仿真

虚拟现实技术在个性化定制设计中具有显著优势，通过虚拟仿真，用户能够根据自身需求实时查看设计效果，并在虚拟空间内进行调整。在国内某知名汽车制造企业的研发中，利用虚拟仿真平台，为用户提供了个性化定制车内装饰的选择。通过该平台，用户能够调整内饰材料、颜色、布局等多个参数，并立即看到设计的变化。该平台支持实时模拟不同驾驶环境下的灯光、声音等因素，确保定制方案符合客户预期。数据显示，利用虚拟仿真技术，该企业的定制设计周期缩短了40%，用户的参与感和满意度也大幅提升。该系统的应用为定制设计带来了更高的灵活性，并显著减少了后期修改

需求。

4.2 复杂结构设计中的仿真突破

在复杂结构的设计中，传统方法难以高效应对多种参数的耦合问题，而虚拟仿真技术为这一难题提供了解决途径。国内某航空设备制造公司在研发新型涡轮发动机时，遇到了结构复杂、零部件紧密排列的挑战。通过虚拟仿真平台，工程师能够实时分析涡轮叶片的受力状态、热膨胀系数以及气流分布，确保每个部件的设计符合整体结构需求^[4]。在测试阶段，通过仿真平台对涡轮叶片的应力分布进行优化，将材料疲劳失效概率降低了 15%，大幅提高了零部件的寿命。该平台还支持多次迭代调整，不仅减少了试验次数，还确保了设计的精确性和高效性。



4.3 设计流程的全面数字化转型

虚拟仿真技术的引入使得设计流程全面数字化，推动了传统工业设计的转型升级。国内某智能手机制造企业采用虚拟仿真平台，在整机设计流程中实现了从外观设计到内部结构优化的全流程数字化。该平台集成了建模、仿真、分析等多种功能，设计团队能够在虚拟环境中同步工作，实时调整结构与功能配置。数据显示，企业通过该平台的使用，设计效率提升了 45%，产品的研发周期缩短了 30 天。虚拟仿真不

仅改变了产品设计的工作方式，还优化了各部门之间的协作流程，确保了设计与制造之间的无缝衔接，有效提升了生产效率和产品质量。

结语

虚拟现实技术在工业设计中的应用已经显现出显著的优势，无论是在个性化定制设计、复杂结构仿真，还是设计流程的数字化转型方面，都大大提升了设计的效率和精确度。虚拟仿真技术打破了传统设计方法的限制，使设计、测试和生产之间的衔接更加紧密，从而缩短了产品开发周期，降低了成本。随着虚拟现实技术的不断进步，未来工业设计将更加注重智能化与数字化的融合，进一步提升产品的创新能力。可以预见，虚拟仿真将在更多领域发挥关键作用，为工业设计的未来发展带来更多可能性和机遇。

参考文献

- [1] 刘柯呈, 宫雨砚. 工业设计中的艺术性与实用性平衡: 家具设计中的形态美学研究 [J]. 艺术品鉴, 2024, (26): 67-72.
 - [2] 陈学兰. 工业设计中的工程机械产品外观造型设计探究 [J]. 大众标准化, 2024, (05): 122-124.
 - [3] 沈安妮. 工业设计心理学在儿童产品设计中的应用策略 [J]. 网印工业, 2024, (03): 27-29.
 - [4] 牟琼坤. 工业设计中用户体验与产品创新的关系研究 [J]. 上海服饰, 2023, (11): 185-187.
- 作者简介（王智杰，1990 年 1 月，男，汉族，籍贯广东省吴川市，学历本科，高级工程师，研究方向：VR 虚拟仿真技术研究）。