

基于3DCS的VR虚拟感知质量技术在汽车开发中的应用

赵彬君, 郑耀凯, 曾昭龙, 程必武, 徐茂林, 赵吕

重庆赛力斯新能源汽车设计院有限公司 重庆 400000

摘要: 基于3DE强大的渲染功能, 仿真实车真实的环境(场景、光源强度等), 通过3DCS技术, 在造型设计阶段, 仿真模拟实车下线的DTS状态, 将3DE与3DCS相结合, 仿真模拟实车状态, 通过VR技术可视化呈现仿真渲染结果, 提前识别实车制造阶段可能出现的感知质量问题, 即时对造型、DTS等进行优化验证, 规避感知质量问题流入制造阶段。

关键词: 3DCS技术; 3DE; VR; 感知质量; 造型; DTS

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2025.03.010

相对主流主机厂的VR虚拟感知技术有区别, 目前主流主机厂主要采用静态外观评价, 即造型数据的理论状态评价, 这样的评价不全面, 没有把制造工艺能力等影响因素考虑进去, 无法仿真模拟实车下线的真实状态。

3DE、3DCS及VR技术的结合应用

3DE是用于涂装颜色仿真的软件, 因此涂装颜色仿真的axf文件可直接用于造型渲染。同时3DE软件可设置光源、背景等环境因素, 可仿真模拟真实的环境因

素, 仿真结果更加真实。

3DCS是用于公差分析和变异分析的软件, 在3DCS软件中通过Spec studies模块可定义造型分缝处的间隙面差, 通过驱动定义好的Spec studies可改变造型数据的间隙面差, 从而达到仿真模拟实车下线状态的间隙面差的状态。

VR虚拟现实技术是通过计算机技术、信息技术及系统平台, 实现对数据信息在平台终端的映射, 构筑出一个具有沉浸性、虚拟性及网络性的环境^[1]。

基于3DE软件开发的3DCS软件, 可打开在3DE中

的渲染文件，并可以通过驱动spec studies实现仿真模拟实车下线的不同间隙面差状态，通过VR设备将仿真渲染的结果1:1三维立体可视化呈现。

虚拟感知质量技术

1. 造型感知质量评价

受到人视角高度、角度等影响，汽车造型设计的理论间隙面差与评价人员实际所观察的结果不一致：问界M9侧围与背门外蒙皮设计面差为0mm（以侧围为测量基准），但视觉面差不均如图1所示，感知质量较差，在不进行造型数据更改的情况下，可通过3DCS软件改变侧围与背门外蒙皮下段的间隙面差理论值，验证整改方案是否可行：将侧围与背门外蒙皮设计面差更改为-0.5mm（以侧围为测量基准），视觉效果如图2所示，有明显改善。



图1 优化前渲染效果



图2 优化后渲染效果

2. 实车DTS状态仿真模拟

在造型数据的理论状态下，很难发现因零部件制造、装配带来的公差影响。在实际的制造生产过程中，下线汽车不可能达到造型数据的理论状态，通常情况下，汽车间隙面差需满足DTS标准才能下线，通过

3DCS技术仿真模拟不同的DTS公差状态（即仿真模拟实车下线状态），提前识别因制造等原因造成的感知质量缺陷，并即时可对该缺陷的整改方案进行验证：问界M9前保与翼子板对齐度前期设计DTS时，未做定义，视觉效果差（棱线不对齐，见图3）。增加前保与翼子板对齐度控制要求（对齐度1.5mm），视觉感知质量如图4所示，明显改善。



图3 DTS优化前渲染效果



图4 DTS优化后渲染效果

通过将3DCS技术与VR虚拟感知技术相结合，迅速识别造型感知质量问题，并可快速对优化方案进行验证，无需先对造型数据修改后再验证，从而达到逆向指导造型数据优化设计，大大提升了造型数据设计的质量及效率。

方案及思路

技术方案的具体实施流程如图5所示。

(1) 步骤一 根据输入的A面数据，按照不同的零部件，将A面的数据提取复制到新的PART 文件中，如：将翼子板特征提取复制，并单独保存为一个文件，按此方法，将A面数据中所有的零部件拆分保存为新的零部件。

(2) 步骤二 将步骤一的所有零部件装配在装配

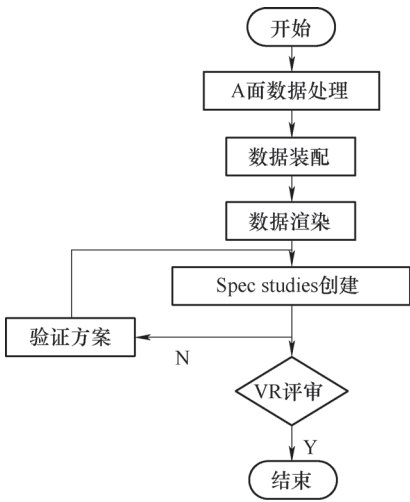


图5 技术方案流程

提文件中。

(3) 步骤三 将装配好的文件在渲染软件中着色渲染，并在软件中设置好背景光线等环境因素，还原实车现实环境、光线等环境因素。

(4) 步骤四 进入3DCS模块中，按照DTS定义的最大/最小间隙、面差、平行差及对称度等创建Spec studies(仿真模拟实车下线可能出现的最差状态)。

(5) 步骤五 通过VR设备进行评审，在评审时，通过驱动不同状态的Spec studies在VR设备中呈现Spec studies模拟的间隙、面差、平行度、对称度等对应的状态。针对评审结果感知质量不合格项，可即时通过创建Spec studies创建，对方案进行验证。

影响感知质量评价结果因素

感知质量的评价结果，因评价人员根据心理预期对产品接受程度的主观感受，没有明确的可量化评价标准，因此评价人员不同，评价结果也不同。

1.视角对评价结果的影响

不同的视线角度、高度对感知质量评价结果不同，如图6所示：在站立（眼睛距地面高度160mm），距观测点100mm处，问界M9机罩与翼子板视角间隙均匀。

如图7所示，在站立（眼睛距地面高度160mm），距观测点30mm处，问界M9机罩与翼子板视角间隙均匀。此类情况下，传统的数据审查很难发现此类感知质量问题，通过VR虚拟感知质量技术可全方位、全视



图6 视角距目标100mm渲染效果



图7 视角距目标30mm渲染效果

角——以评价实车的维度去评价感知质量，能够更加全面，客观得识别感知质量缺陷。

2.车身颜色对评价结果的影响

不同的车身颜色，感知质量评价结果不同，人们对不同颜色的敏感程度不同，在汽车制造过程中，不难发现，深色车的感知质量缺陷率较浅色车的缺陷率低，可通过涂装颜色仿真技术，仿真的车身颜色，或通过多角度色差仪识别的车身颜色识别的axf格式文件导入3DE（渲染软件）中直接用于渲染仿真，这样汽车颜色更加真实，如图8和图9所示，这样可规避因为颜色造车的影响。在使用VR评价过程中，能够一键换色，通过强烈的变化，对比不同的颜色对感知质量的影响，相比传统技术，无需做多个颜色的渲染模型，在评审时，需要打开多个渲染模型文件，且需要重新切换连接VR设备，可大大提升工作效率。



图8 星河蓝颜色渲染效果



图11 弱光下视觉感知效果



图9 鎏金黑颜色渲染效果

3.光源环境对评价结果的影响

不同的光源环境对感知质量评价结果有很大影响，在汽车制造过程中，汽车下线时经过灯光棚，此时车辆感知缺陷最为明显，可见光源强度、角度对感知质量评价结果有很大的影响，如图10和图11所示。可通过3DE软件模拟在灯光棚中不同的光线类型、角度、强度，并在VR设备中同步呈现，仿真模拟评价实车时的光源因素，评级结果更加真实客观。

结语

因项目研发过程中感知质量研发工作需要大量的



图10 强光下视觉感知效果

评审和验证环节，真实感强、即时可调、快速响应及成本低廉的评审方法来满足日常工作需求^[2]，本技术高度仿真还原实车评审环境、造型数据渲染高度真实、车身颜色切换快、优化方案验证快（无需更改造型数据）等特点，可大大提升造型数据审查的工作效率，通过仿真模拟实车下线状态，感知质量类问题拦截率达98%，规避感知质量问题流入制造过程中，大大减少了制造过程中的设变成本及开发周期，同时本文研究了影响感知质量评价结果的影响因素，并通过该技术进行验证。

参考文献：

- [1] 张明, 韦能. VR虚拟评审在商品性评价上的应用[J]. 时代汽车, 2020 (8) : 9-10.
- [2] 蒋逸凡. VR虚拟现实技术在工业设计中的应用研究[J]. 电子测试, 2021 (16) : 121-122, 86.

AUTO1950

《汽车工艺师》投稿邮箱：

<http://www.auto1950.com/>



详情请扫二维码