

# CAVA 在商用车整车设计过程中的应用

赵龙 杨凯帆 张森 邓成刚 徐嘉乐 熊玉杰 武盼祥 赵雷雷 刘凯

质子汽车科技有限公司

**摘要:** 本文探讨了 CAVA (CATIA-Automotive Extensions - Vehicle Architecture) 在商用车整车设计过程中的应用。详细阐述了 CAVA 的技术特点、工作流程以及其在提高商用车设计效率和质量方面的显著优势。通过对现有商用车设计中 CAVA 的应用实例进行分析,重点探讨了其在校核便利性方面的表现。

**关键词:** CAVA ; 整车设计; 法规校核; 校核便利性

## 0 前言

CATIA 机动车辆特征拓展插件 CAVA (CATIA-Automotive Extensions - Vehicle Architecture) 的出现,为商用车整车设计校核带来了极大的便利性。CAVA 技术可以在商用车的设计过程中提前发现设计中的问题,提高设计的准确性和可靠性。同时,CAVA 技术在法规校核便利性方面发挥着重要作用,为商用车设计提供有力支持。

## 1 CAVA 在商用车整车设计中的应用

我公司正向开发 4.5 t 概念燃料电池载货商用车,涉及车辆架构设计,例如车身结构、底盘布局和电气系统布置等。另外也涉及法规校核,例如可见性校核即可以进行风窗玻璃视野范围、A 柱视野盲区、视平面、车辆前后方的直接视野以及内外后视镜视野等项目的校核。安全性校核主要进行行人保护相关,发动机罩所需空间、保险杠的参考曲线、头部碰撞和安全半径等相关信息的校核。人机相关法规校核即基于 SAE2D 人体模板进行不同的百分位尺寸的乘坐舒适度、几何碰撞检测等相关信息的校核。

传统工作中校核十分复杂,周期动辄 2 ~ 3 年,且需要多人大团队的同步设计,工作量极为繁重。

相比较之下,我们在该车型的设计阶段就引入 CAVA 软件校核技术,可以及时发现潜在问题并进行分析优化,提供基于当前整车设计环境下最为合理的方案。通过建立该款商用车的 CAVA 模型,成功地发现了设计中的多个问题,如整车姿态、通过性和人机

工程学不合理等。通过及时调整设计方案,提高了商用车的设计质量和效率,降低了研发成本。以下为该车型开发过程中应用 CAVA 软件的主要操作步骤及解决的典型问题。

### 1.1 定义整车参数

整车设计首先要确定整车骨架,即将项目前期开发任务书中所定义的整车坐标系及整车长宽高、轴距及前后悬,整车各载荷下的整车姿态及驾驶员人机工程的初步定义。在该燃料电池载货商用车车型的整车定义设计中,首先用 Base Data 命令,定义整车宽、前后悬、前后轮胎坐标及轮胎参数,如图 1 所示。初步定义转向盘中心点 (SWCP)、座椅参考 R 点/踏点 PRP 坐标及主驾座椅行程与靠背角参数。定义整车整备、满载和超载情况下前后轮心坐标跳动值,同步激活地面水平参考平面,根据整车各载荷轮状态及板簧刚度系数核算轮心跳动数值。根据初步选型匹配的板簧参数,对应超载情况下整车姿态角为  $1.283^{\circ}$ ,超过设计标准控制在  $1^{\circ}$  之内,通过调整板簧刚度后,对应整车超载姿态角都小于  $1^{\circ}$ ,符合设计要求。

在汽车设计流程中,当确定整车基础骨架这一关键环节完成后,紧接着就要依据主要部件的硬点状态推进后续工作。主要硬点即在整车结构中位置相对固定、对整体性能有着关键影响的关键点。以悬架为例,其与车架连接的硬点坐标决定了悬架的安装角度与行程范围,依据这些硬点状态精准搭载悬架数模,确保车辆行驶的平稳性与操控性。轮胎的装配同样依据硬点,其与轮毂连接点以及在车身上的安装位置硬点,关乎车辆的接地性能与行驶轨迹。转向盘的安装则要

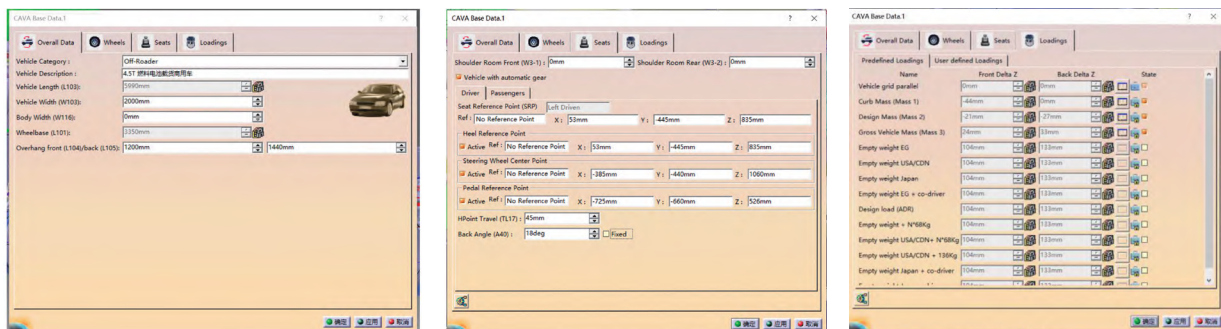


图1 整车基础参数搭建

考虑驾驶员操作便利性，依据驾驶位硬点布局来确定其角度与高度，使驾驶员能轻松转动。座椅依据人机工程学硬点，适配不同身材驾驶员的坐姿需求。三踏板的位置与行程也严格参照驾驶位相关硬点，保障踩踏舒适、反应灵敏。如此搭载各部件初版数模，就能为后续开展驾驶员人机工程相关校核提供精准基础，保障整车设计的科学性。

## 1.2 定义人机参数

整车基本参数及姿态确认后，开展驾驶员人机工程的初步定义。根据国标选择 95% 分位人机各项性能绘制驾驶室草图及舱内期间的布置，包括基于座椅参考 H 点、转向盘中心点 SWCP 和踵点 PRP 构成的三角区区域校核与人体关节舒适度、座椅头枕、手伸包络、指尖操作包络、眼包络、头包络和安全带校核。生成人体后，可对前期“Seats”定义的基础硬点参数做适

当的修正，如图 2 所示。

当初版驾驶室内部人机确定之后，便开启了绘制驾驶室初版边界的关键流程。首先聚焦于驾驶员操作空间，包括驾驶员在驾驶过程中的肢体伸展范围，腿部的屈伸空间，从踏板踩踏到底部时腿部自然弯曲的角度与所需长度，以及手臂操控转向盘、变速杆以及各类按钮旋钮时的活动轨迹，确保操作便捷且舒适，避免出现人体肢节伸展局促或者手伸无法触及的情况，如图 3 所示，在此基础上，结合整车的参数进一步细化。整车的轴距、轮距影响着驾驶室的前后、左右布局，如长轴距车型可能为驾驶室后部预留更多空间。车辆的高度设计限定了驾驶室顶部的边界，要考虑驾驶员头部空间及车内的垂直通过感。结合车辆的用途与载重，驾驶室结构边界设计需与之适配。综合这些因素，精准勾勒出驾驶室的初版边界，为后续的

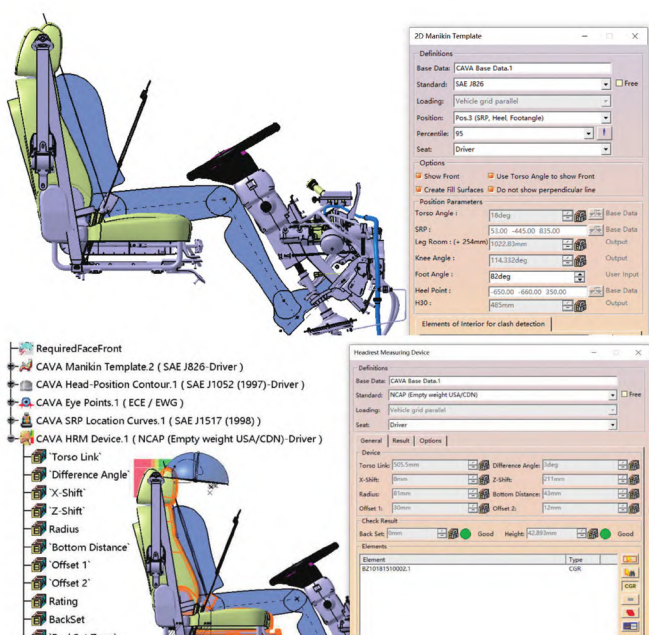


图2 驾驶员人体拟合、头包络及头枕校核

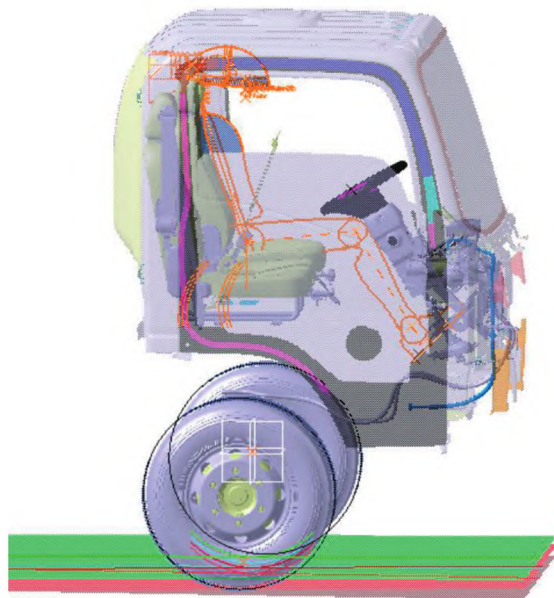


图3 根据人机布置确定驾驶室边界

优化设计筑牢根基。

### 1.3 布置底盘部件校核

当驾驶室基本边界得以确认后,车辆设计便进入到关键的底盘器件布置环节。整车定义犹如蓝图,明确了车辆的用途、性能指标以及目标客户群体等关键信息,而底盘布置则依据整车需求进行合理的匹配,包括运动间隙、传动系统类型和驱动形式的选择等。基于这些前提,开始着手布置底盘器件。首先考虑燃料电池发动机、电驱桥等大型部件,依据其尺寸、重量以及散热需求,精准定位在合适的安装点,保证车辆重心稳定、动力传输高效。其次是各类管线的铺设,要确保它们整齐有序且不相互干扰,沿着底盘骨架的合理路径延伸。在整个布置过程中,校核工作同步展开。例如通过性校核,模拟车辆跨越不同高度障碍物时底盘与地面的间隙情况,保障不会出现刮擦。接近离去角的校核,让车辆在爬坡、下坡时拥有良好的角度适配,避免车头或车尾触地。涉水参数的校核,则根据车辆的防水设计,验证其能安全通过一定深度的积水区域,全方位保障车辆的可靠性与适应性。在各校核项目中,通过“Required”选项填写校核目标值,通过“Elements”选项选取数模器件,通过运行“Current”校核所选部件是否达标,如图4所示,接近离去角校核结果显示绿灯通过。若通过角爆红则表示未通过,同步显示具体数值,指导优化范围,针对未达标项做设计数据调整。

### 1.4 视野灯光、安全性校核

在进行车辆设计制造时,必须满足驾驶员直接和间接的视野要求,以提高驾驶员的舒适性和安全性。如校核风窗玻璃中的视野范围、A柱视野盲区、车辆前后方的直接视野及内外后视镜视野等。灯光的布置校核需满足GB4785-2019相关法规。安全性校核包括

正面碰撞及侧面碰撞等。同样根据CAVA分析结果,可以对驾驶室的设计进行优化,提高驾驶员的工作效率和安全性。

在当下竞争激烈的商用车市场中,高效且精准的开发流程至关重要。在此次商用车开发项目中,我们创新性地引入了CAVA技术,深度应用于设计开发规划与可行性评估两大关键环节。

在设计开发规划阶段,研发团队借助CAVA环境构建出虚拟的车辆模型,全面模拟车辆在各种承载工况下的姿态、法规合规性和车内驾乘空间的布局合理性,均能直观呈现。而在可行性校核方面,CAVA技术更是发挥了强大效能。针对车辆的底盘布置,如燃料电池发动机、电驱桥以及氢系统等关键总成的选型布置,判断其是否满足项目预期的载重、速度与氢耗要求。对底盘的承载能力进行虚拟加载测试,提前发现潜在的设计缺陷。通过这一系列模拟和校核操作,项目团队得以胸有成竹地制定出极为合理的设计方案,不仅避开了诸多可能出现的问题,大幅节省了反复试错所需的时间和成本,还将设计效率提升到了全新高度,为项目的顺利推进筑牢根基。

## 2 CAVA技术在商用车设计领域的未来发展趋势

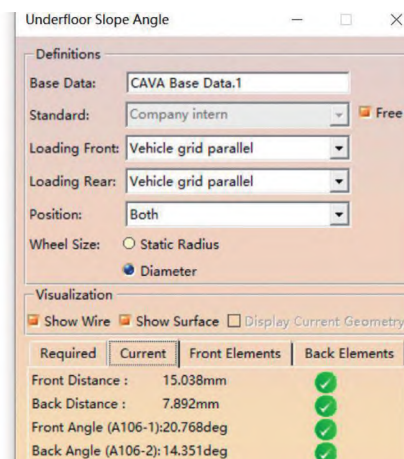
### 2.1 智能化

随着汽车产业智能技术的不断发展,CAVA技术也将朝着智能化方向发展。未来的CAVA系统将能够更加智能地自动识别整车法规相关校核方案,便利地进行新法规相关检查和性能分析,为设计师提供更加智能化的设计支持。

(下转第41页)



图4 接近离去角、通过角通过校核



升了车辆进气系统的性能,为车辆进气系统的设计优化、提升车辆进气性能提供了思路。

参考文献

[1] 李继龙,李宏.进排气系统对整车性能的影响[J].轻型汽车技术,2014.29-32.

[2] 申晋宪,王铁.载货车总体设计分析[M].北京:中国标准出版社,2013.

[3] 张桃沙,苏小平,等.某发动机排气歧管热应力仿真与分析[J].机械设计与制造,2016(11).171-174.

[4] 刘林,杨华松.某重型卡车进气系统匹配分析[J].汽车实用技术,2018(11).44-46.

[5] 朗道.理论物理学教程:流体动力学[M].北京:高等教育出版社,2013.

[6] 闵海涛,王建华.汽车设计[M].北京:机械工业出版社,2021.

[7] 孟萌.柴油机进气系统CFD流场分析[D].大连:大连交通大学,2018.

[8] 刘京一.某商用车发动机进气系统流场分析与优化改进[J].轻型汽车技术,2017(1).20-25.

(上接第37页)

2.2 全面化

商用车的设计过程涉及多个部门和专业,需要进行协同设计。未来的CAVA技术将囊括更广的车辆新开发产品的校核,例如智能驾驶等,提高商用车设计效率。

2.3 网联化

随着科技的迅速进步,云计算技术势必不断发展,CAVA技术也将朝着网联化方向发展。未来的CAVA系统将可以在云端运行,设计师可以在线随时随地进行商用车的设计和分析,提高设计的灵活性和便捷性。

3 结语

CAVA技术在商用车整车设计过程中具有重要的应用价值。通过CAVA技术的应用,可以提高商用车设计的效率和质量,缩短设计周期,降低设计成本。同时,CAVA

技术在法规校核便利性方面的出色表现,能够为商用车设计提供有力支持。随着科技的不断进步,CAVA技术在商用车设计领域的应用前景将更加广阔。未来,CAVA技术将朝着智能化、全面化和网联化方向发展,为商用车设计带来更多的创新和突破。

参考文献

[1] 张月平.自动化技术在汽车制造领域的应用[J].汽车测试报告,2023(6):40-42.

[2] ZONG W H. Architecture Design and Implementation of an Autonomous Vehicle[J]. IEEE Access, 10.1109/ACCESS. 2018. 2828260

[3] 高翔.云计算技术发展分析及应用[J].中国新技术新产品,2016(13):13-14.