

基于 RAMSIS 软件的新能源乘用车 人机工程设计和优化

吴雪珍 周侠 楼朝晖

重庆睿蓝汽车研究院有限公司

摘要: 随着消费者对汽车性能和驾乘体验要求的逐步提高,车辆的人机工程设计越来越重要。本文基于我公司某款新能源汽车的整车开发项目,在 RAMSIS 软件环境下进行了人机工程设计和优化,发现并解决了很多问题,同时也为同类整车开发项目积累了经验。

关键词: 新能源乘用车; 人机工程; RAMSIS

0 前言

汽车是一个以人为中心的产品,需要重点考虑如何更好地满足驾驶员和乘客的需求,从而创造一个乘坐舒适、操纵便捷可靠的驾驶环境和乘坐空间。因此,无论是汽车的外观设计、内部空间布置,还是安全系统以及部件结构设计等,都需要考虑人机工程。

早期的人机工程设计主要在二维环境下进行,近十几年来,依托于 RAMSIS 软件的出现,三维环境下的人机工程设计越来越普遍。RAMSIS 的应用使人机工程设计更为直观和便捷,同时可以与传统二维设计相辅相成,发挥各自的优势,加速产品开发。

在全球汽车行业中,超过 75% 的汽车厂商使用 RAMSIS,它已成为了行业公认的软件,被广泛应用于汽车人机工程学分析^[1]。本文以某新能源乘用车开发项目为例,介绍如何通过 RAMSIS 实现人机工程的设计和优化。本案例采用 RAMSIS 软件的 V5-1-4-100-R26NET2012 版本进行。

1 汽车人机工程的重点

研究汽车的人机工程,设定驾驶员坐姿及驾驶舱布置环境是整车开发中的重要工作,因为这涉及到车辆的内部空间布置、座椅设计、仪表板布局及操作杆/操作键的设置等,与驾驶体验密切相关。利用 RAMSIS 可以对以上要点进行设计和优化,并能克服现存 SAE J826 模板人体的不足,进一步提高车辆的人机工程品质^[2]。

RAMSIS 的主要功能有定义人体模型、定义人体姿态、手伸界面分析、定义安全带、视野分析和人体舒适性分析等,主要功能如图 1 所示。



图 1 RAMSIS 的主要功能

2 基于 RAMSIS 的人机工程设计

本案例中某新能源乘用车的车内二维人体布置图已经完成,经过校核满足设计要求,如图 2 所示。但二维图无法很好地校核某些三维环境中的方案,比如人体周边的转向盘、仪表台、副仪表台、扬声器和安全带等,这些方案涉及人体周边的空间、零部件的性能和使用舒适性等,需要用 RAMSIS 软件进一步校核。

2.1 定义人体模型

人机工程设计始终是围绕人体这个基本对象来进

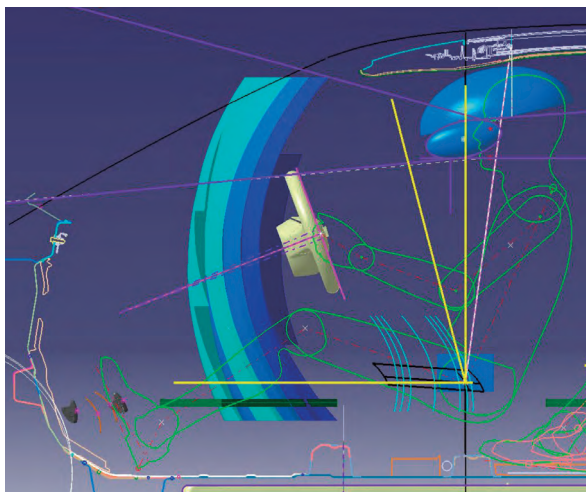


图2 二维人体布置

行的,因此定义人体模型是所有人机工程方案设计的起点。RAMSIS 定义的人体模型尺寸需要与二维布置图人体尺寸一致或接近。

在该新能源乘用车车型的人机工程设计中,我们先用 Creat Role 命令,在“RAMSIS NG Role Definition”对话框中确认 H-point、Posture Model、Prepositioning Point,其他全部默认,最后点击“确认”创建人体,如图 3 所示。

再用 Creat Manikin 命令,在“RAMSIS NG Create Manikin”对话框中设置性别、国家、年龄、人体参考年份、尺寸、肥胖、比例、鞋子模型及头发模型等,如图 4 所示,其中头发模型设置不影响人体身高。

在实际整车开发项目中,人体一般按照 5% (女性人体)、50% 和 95% 三种人体进行设计分析,如图 5 所示,因此我们在 RAMSIS 中可以进行如下对应设置: 5% 人体可以设置为中国女性、年龄 36 ~ 55

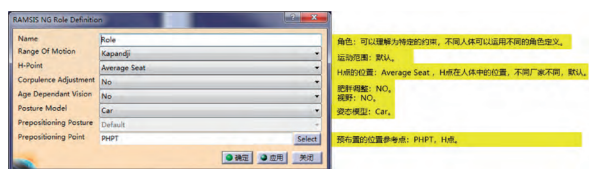


图3 创建人体



图4 设置人体参数

岁、参考 1988 年人体、中等人体尺寸 (人体高度为 1563 mm); 50% 人体可以设置为中国男性、年龄 26 ~ 35 岁、参考 2030 年人体、中等人体尺寸 (人体高度为 1724 mm); 95% 人体可以设置为德国男性、年龄 30 ~ 49 岁、参考 2010 年人体、高人体尺寸 (人体高度为 1888 mm)。若所开发的车型主要针对中国市场,则人体尺寸可参考 GB/ T10000-2023《中国成年人人体尺寸》进行设置。

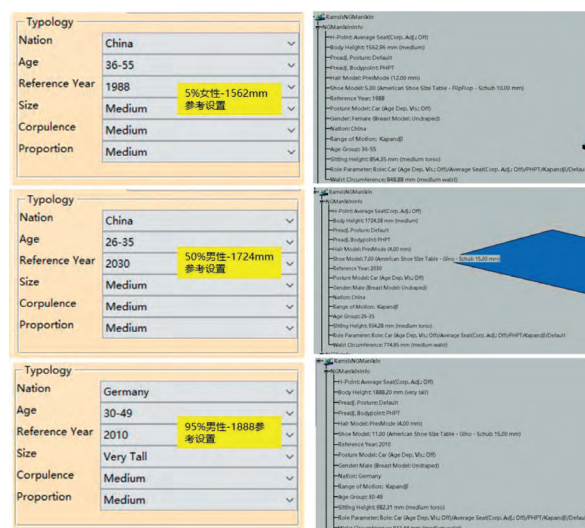


图5 设置“5%、50%、95%”三种人体

2.2 定义人体姿态

定义人体姿态是人机工程设计中关键的一环,将直接影响人机工程方案的质量。在这个汽车项目中,影响驾驶姿势的主要部件包括转向盘、座椅以及踏板等^[3],依据二维人体布置图中产生的关键硬点参数 (如踵点所在直线和平面、加速踏板中心线、转向盘左右两侧端点、歇脚踏板面和座椅行程等,即关键的点、线和面),并将这些硬点参数提取出来,结合已设置好的人体模型,就可以在 RAMSIS 环境中进行人机工程分析,如图 6 所示。

用 RAMSIS NG Define Constraint 命令,在 Constraint Type 中选择 TARGET,在 Manikin Comp 中选择人体皮肤点,在 Env.Object 中选择约束的面、点和线,点击“确定”后,人体皮肤点和约束会出现红线。重复以上操作,完成手部、H 点、脚掌和踵点等的约束。

在 Constraint Type 中选择 Pelvis Rotation,勾选 Tilt Sideways,点击“应用”,可以防止人体出现左右倾斜;在 Constraint Type 中选择 Torso Angle,在 Fixed Angle 中输入靠背角数值,点击“应用”,可以设置靠背角,如图 7 所示。

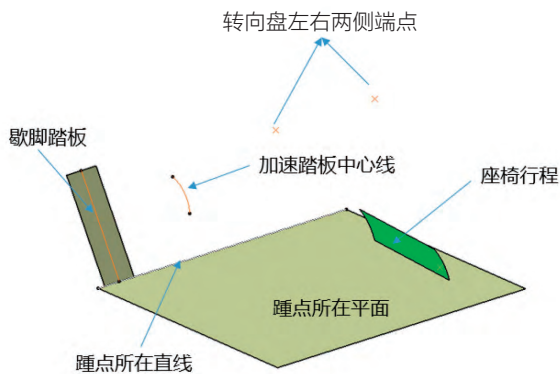


图6 人体硬点参数提取

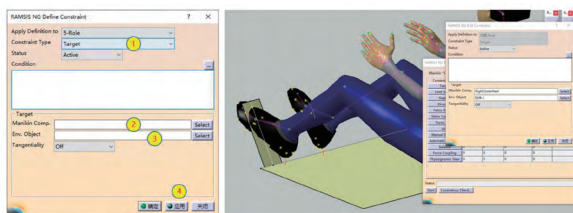


图7 建立约束

用RAMSIS NG Posture Calculation 命令，点击“Start”进行仿真，即可完成人体姿态的定义。人体姿态定义完成后，可以通过 Calculate the Skin Geometry（人体外形导出）命令，生成三维的人体曲面，如图8所示，之后就可以进行人机工程分析和优化了。

2.3 副仪表台方案优化分析

在本次新能源乘用车的开发项目中，我们通过校核三维人体与副仪表台，发现人体右腿膝盖附近与副仪表台上部有3 mm左右的干涉，如图9所示。针对这一问题，我们采用修改副仪表台此处的形面来规避干涉，满足人机空间要求。

2.4 高音扬声器方案优化分析

在本项目中，高音扬声器的布置要求在竖直方向上，水平 0° 至标准坐姿碰撞试验用人体耳孔位置角度偏差 $+5^{\circ}$ 、 -0° ，如图10a所示。我们通过校核发现，A柱高音扬声器指向与人耳孔位置角度为 7° ，大于 5° 的要求，如图10b所示，因此该方案不满足布置要

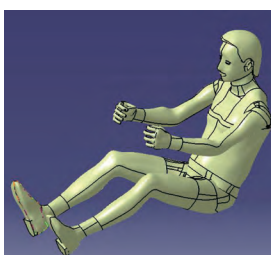


图8 三维人体

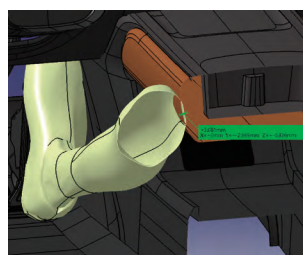


图9 三维人体腿部与副仪表台干涉

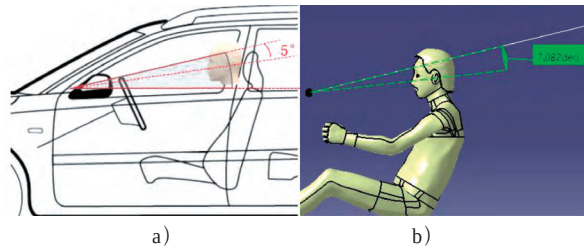


图10 高音扬声器方案校核分析

求，会造成扬声器的体验下降，需要对扬声器的指向进行调整，从而优化扬声器的效果。

2.5 安全带方案优化分析

人体姿态定义完成后，点击工具栏的 Modules 命令，然后继续点击 Belt analysis—Manikin—Definition—Define 等命令后，可进行3个安全带固定点参数的设置。根据以上设置，RAMSIS 可生成安全带仿真结果。仿真结果表明：该方案95%人体安全带与颈部边缘距离 $75.4\text{ mm} \geq 10\text{ mm}$ ，满足舒适性要求；但是安全带与肩部边缘距离为负数（ -6 mm ），这表明安全带会出现滑肩现象，不满足舒适性和安全性要求，需要对安全带方案进行优化设计^[4]。

3 结论

以上列举的几个利用RAMSIS软件进行优化的方案，是比较有代表性的。实际上在我公司多个新能源乘用车项目中，有大量的人机工程设计问题得到了完美解决，这大大提高了工作效率，缩短了产品的开发周期；同时，由于在项目早期解决了许多人机工程问题，规避了风险，因此降低了项目返工的开发成本。这些都体现了RAMSIS软件在人机工程设计中便捷、准确和直观的优点，并在实际工作中发挥着越来越重要的作用。

参考文献

- [1] 谭瑛鹏, 陈昌明. RAMSIS 人体数据库建立方法 [J]. 汽车工程师, 2010(8):27-29.
- [2] 陆子青. RAMSIS 驾驶员坐姿与 SAE 标准坐姿对比研究 [J]. 汽车与驾驶维修 (维修版), 2019(12):97-99.
- [3] 罗兴来, 王隆宇, 刘殿科, 等. 基于 RAMSIS 的乘用车方向盘中心点研究 [J]. 汽车实用技术, 2019(7):131-133.
- [4] 周侠, 皮士华, 吴雪珍. 乘用车安全带舒适性虚拟评价研究 [J]. 质量与标准化, 2024(1):50-53.