

# 节能车车身结构设计与制作

罗秋华<sup>1</sup> 李亚涛<sup>1</sup> 唐瑶<sup>1</sup> 杨浩威<sup>2</sup>

1 南京理工大学紫金学院, 江苏南京, 210023;

2 南京小米景明科技有限公司, 江苏南京, 210022;

**摘要:** 本设计依托本田 Honda 中国节能车大赛, 以低阻化、轻量化为核心原则, 开展节能车车身结构设计与制作。车架采用倒三角布局, 匹配前轮转向、后轮驱动形式, 使用铝合金整体焊接技术与碳布车身材料实现轻量化。车身设计借助 CATIA 软件首先创建三维曲线, 以线构面, 最终形成车身。为减小空气阻力与迎风面积, 本车身设计理念为保证安全视线与合理操控空间的前提下, 车身尽量小巧低趴。同时经 CATIA 强度仿真优化, 满足应有强度需求。制作过程采用泡沫手工成型车身模型, 碳纤维布与树脂复合成型工艺, 该方案以低能耗、轻量化与高安全性的统一, 达到节能车设计需求。

**关键词:** 节能车; 轻量化; CATIA

**DOI:** 10.69979/3060-8767.26.04.019

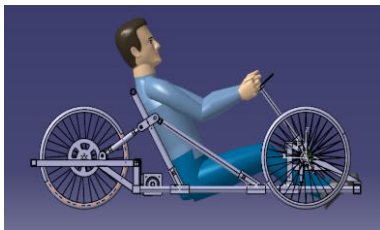
## 引言

随着新能源汽车技术的迭代演进, 降低能耗已成为行业竞逐的核心目标, 整车轻量化与车身流线型优化成为技术攻关的焦点<sup>[1]</sup>。本设计依托本田 Honda 中国节能车大赛, 以低阻化、轻量化为核心为设计原则, 在保障车身结构强度的前提下开展节能车优化设计, 旨在提高节能水平的同时, 同步提升车辆的安全性与操纵稳定性

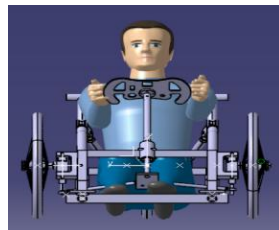
[2]-[5]。

## 1 车身设计

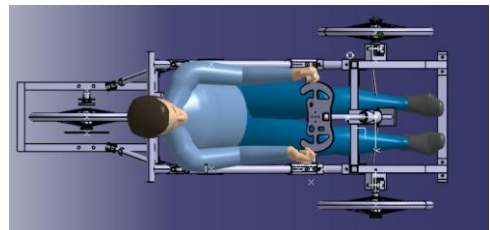
车架结构设计: 电动节能车采用倒三角布局, 匹配前轮转向、后轮驱动形式。总体布局如图 1 所示。较低和靠后的重心设计, 在提升操纵性的同时可有效降低甩尾风险。精简的后轮悬挂及传动装置设计, 有效降低整车质量。倒三轮布局为车身空气动力学设计奠定基础。



侧视图



正视图



俯视图

图 1 车架结构图

轻量化设计: 汽车能耗与质量呈正相关, 质量每减轻 1%, 能耗可降低 0.6%~1.0%<sup>[6]</sup>。为实现整车轻量化, 车架采用铝合金整体焊接成型, 车身采用碳布制作, 辅以碳布、铝材等提高强度。实测车架整体质量为 3.58 kg, 整车质量为 14.83 kg。

车身外形设计: 在汽车行驶过程中, 空气阻力与速度的平方和迎风面积成正比<sup>[7]</sup>, 即:

$$F_w = (1/2) C_D A \rho u^2$$

式中:  $C_D$  为空气阻力系数、 $A$  为汽车行驶方向的

投影面积 ( $m^2$ )、一般空气密度  $\rho = 1.2258 N S m^{-4}$ ;  $u$  为与风的相对速度 ( $m/s$ )。

故在进行车身外形设计时, 需着重关注流线型造型的塑造, 并尽可能减小车身的迎风面积以优化空气动力学性能。借助 CATIA 软件开展车身建模时, 首先精确确定车身线条的空间位置, 绘制出车身的半面轮廓; 随后基于该半面轮廓生成半个车身曲面; 最后通过镜像操作复制出对称的车身线条, 进而构建出完整的车身体。设计效果如图 2 所示。

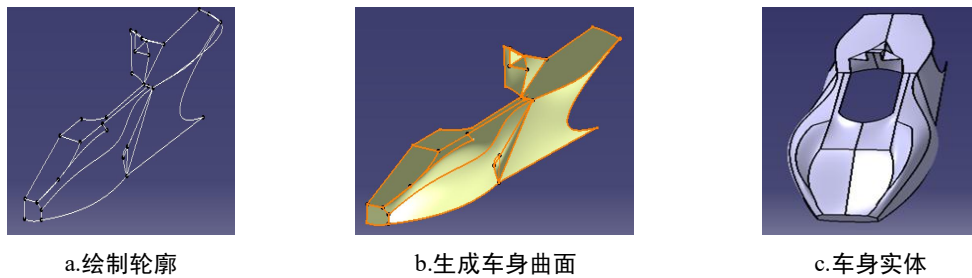


图2 车身外形设计流程

## 2 强度测试

在汽车行驶过程中，车身强度对车手安全至关重要，

车手上下车时的按压等操作均会对车壳产生作用力，因此进行车身强度仿真测试至关重要。借助 CATIA 软件开展强度压力测试，测试结果如图 3 所示。

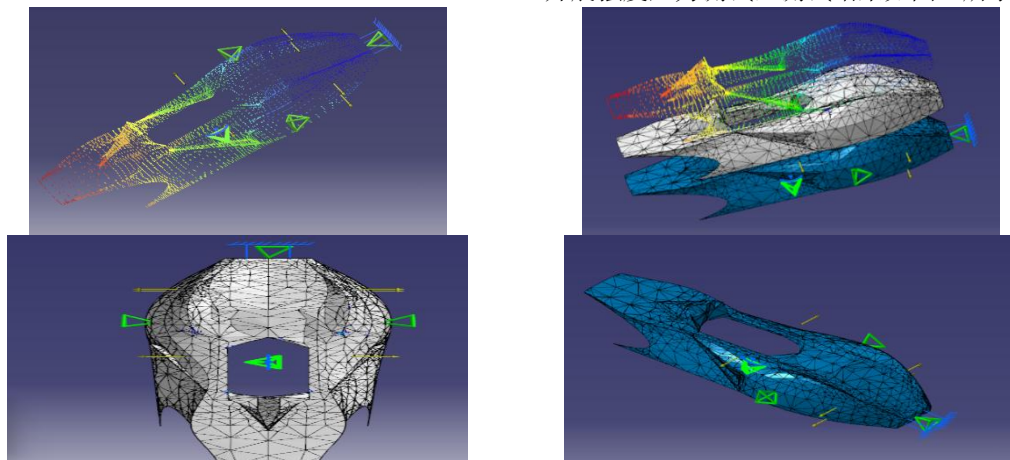


图3 仿真

通过在车身位置施加上下/左右方向的力，模拟驾驶员上车时候的车身受力情况，单元质量方面，拉伸率良好占 1.25%、较差 79.74%、不良 19.01%，纵横比不良占比达 65.37%（最大值 310.759）。泊松比 0.266，密度  $7860\text{kg/m}^3$ 。材料约束与载荷条件明确，微载荷作用下模型平衡状态良好。符合碳布的强度要求。满足设计需求。

## 3 车身制作

车身模型制作：在车身设计完成尺寸校核后，将车

身的六面线条打印，随后在方形泡沫坯料上绘制车身样条线，依据样条线将泡沫加工成车身外壳的雏形，如图 4 所示。

车身外壳制作：在铺设碳布环节，先将碳布平整铺设于模型表面。为满足车身强度要求，以两层碳布为基础，将树脂按 2:1 比例混合后均匀涂刷在碳布表面；待其晾干后再次涂刷，如此重复三到五次。待树脂彻底凝固后，对表面的不平整处及凸起部分进行打磨修整，最终形成完整的车壳，如图 5 所示。



图4 车身模具制作



图5 车身外壳成型

## 4 结论

本设计方案通过结构优化、材料选择与工艺创新，

结构上采用倒三角车架布局，搭配前轮转向、后轮驱动形式，既借低且靠后的重心提升操纵稳定性、降低甩尾风险，又通过精简后轮悬挂及传动装置减重；材料选用

铝合金整体焊接车架与碳布车身,使车架质量达 3.58kg、整车质量 14.83kg,为低能耗奠定基础。且经 CATIA 强度仿真测试,车身受力时最大应力低于材料极限,满足安全需求。同步达成了低阻化、轻量化与高强度的目标,既能降低能耗与排放,又能保障行驶安全,符合节能车的设计需求与发展方向,顺应新能源汽车行业发展趋势。

#### 参考文献

- [1]王贺团,沈志刚.基于汽车轻量化的碳纤维及其复合材料制备技术分析[J/OL].石油化工,1-9[2025-08-18].<https://link.cnki.net/urlid/11.2361.tq.20250804.1741.002>.
- [2]赵瀚,陈柏先,来升.本田竞技型节能赛车车架设计

分析[J].农业装备与车辆工程,2021,59(03):157-160.

[3]张锐,张深源,王思满,等.电动节能车的车身设计[J].农业工程与装备,2023,50(02):31-34.

[4]陈修魁,王思满.电动节能车车身与车架优化设计[J].浙江万里学院学报,2025,38(02):88-96.

[5]权建毅,宋勇,解印琦,等.电动节能车车架的结构设计与优化[J].汽车实用技术,2025,50(05):41-46.

[6]曹玉凤,郭望,李亨,等.铝合金在汽车轻量化中的研发应用及发展[J].汽车工程学报,2025,15(02):125-136.

[7]朱占明.新能源汽车空气动力学对整车能耗与操控稳定性的影响分析[J].人民公交,2025,(14):43-45.