

如何有效缩短汽车白车身性能设计周期

朱武坚

(杭州都凌汽车研发有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要: 随着碰撞法规要求和顾客需求的越来越高, 白车身性能指标要求得到提升, 白车身性能设计在白车身数据设计中越来越重要, 影响也越来越大。为在固定的车型开发周期中确保白车身性能目标, 文中结合车型市场更新换代周期, 引入全参数 CAE 建模分析技术, 为白车身骨架结构设计提供更优的白车身性能 SFE 模型, 确保白车身数据按期保质冻结。

关键词: 汽车; 白车身; 性能设计周期; 性能分析驱动设计; 全参数 CAE 建模分析

中图分类号: U463.82

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)05-0006-03

白车身性能指标主要有白车身模态刚度、白车身疲劳强度、白车身安装点动静刚度、白车身碰撞要求等。随着碰撞法规要求和顾客需求的越来越高, 白车身性能指标相应提升, 如何保证白车身性能目标, 并快速有效地缩短白车身性能设计周期, 保证白车身 NC 数据能按期保质冻结, 成为白车身性能设计中的重要课题。

1 传统白车身性能设计方法

白车身断面设计是白车身数据设计中的关键一步, 断面根据造型 CAS2 硬点、整车布置图、人机要求、车身数据库、四大工艺要求等设计而成。白车身数据根据造型 CAS2 数据实现蒙皮数据设计, 再根据断面数据形成腔体结构数据, 根据数据库和经验设计白车身接头数据, 从而形成初步的白车身 TG0 架构数据。白车身骨架结构包含车身机舱结构、地板结构、下部纵梁横梁结构、左右侧围骨架结构、顶盖结构和后围板结构。

CAE 工程师 A 根据白车身 TG0 数据搭建白车身网格模型, 根据白车身网格分析白车身拓扑结构性能, 输出白车身模态报告、白车身刚度报告、白车

身安装点动静刚度报告、正面碰撞模拟报告、偏置碰撞模拟报告、侧面碰撞模拟报告、后面碰撞模拟报告等。若某项白车身性能指标不合格, 则需反复模拟叠加运算, 直至验算出该指标合格的方案。但该方案不一定满足车身工程设计要求, 工程师 A 需与车身工程师 B 进行方案讨论, 找出既满足白车身性能指标又满足车身工程设计要求的方案。该过程会增加方案讨论时间和再次方案反馈模拟叠加运算时间, 影响数据冻结周期。即使以上工作完成了, 工程师 B 按达成一致的方案修改数据并将数据输入 CAE 进行模拟分析, 有时仍会出现白车身其他性能指标不合格的情况, 还得重新模拟运算找方案、做数据, 极其耽误数据冻结周期。

白车身数据设计周期是指从主断面设计开始到 TG2 数据冻结所需时间。正常的话, 完成白车身数据冻结需要 9 个月。如图 1 所示, 传统白车身性能设计从 TG0 数据发布开始介入, 共分析两轮, 即分析 TG0 数据和 TG1 数据, 一般需要 3 个月。若出现多项重大不合格项, 所需时间更长, 非常耽误数据冻结周期, 直接影响车型上市。传统白车身性能设计仅能做到局部最优方案, 无法做到全局最优方案,

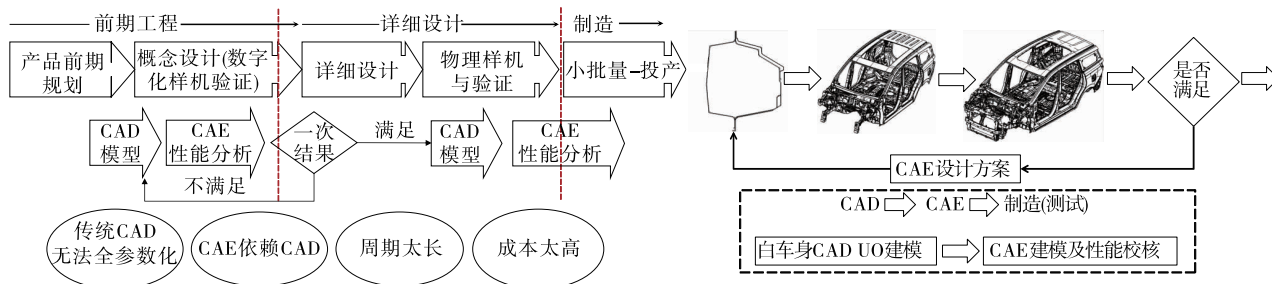


图 1 传统白车身性能设计模式

无法全盘综合考虑白车身模态、刚度、碰撞安全等指标,而且非常依赖白车身工程数据。

2 新型白车身性能设计方法

新型白车身性能设计的关键点是让 CAE 性能分析提前介入白车身概念设计阶段,即白车身断面设计初期、整车布置图阶段,输出合理的白车身拓扑结构、材料分布及料厚分析方案,为白车身详细工程

设计提供性能方面依据。CAE 输出的性能设计方案是集成考虑白车身模态、刚度、碰撞安全、轻量化等指标后得出的综合性方案,体现了多学科和多目标优化水平。

为有效缩短汽车白车身性能设计周期,对传统研发流程进行优化,将 CAE 分析前移,真正实现“性能分析驱动设计”,即全参数 CAE 建模分析技术(见图 2)。

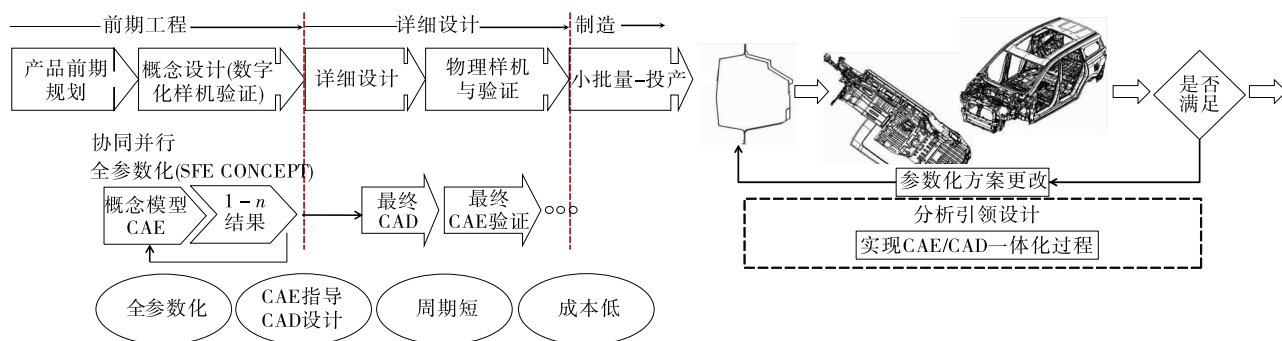


图 2 新型白车身性能设计模式

在工程概念设计阶段,白车身性能设计必须集成考虑车身标准化断面、车身标准化接头、材料数据库、整车布置图、性能目标、benchmark 车型等搭建白车身 SFE 参数化 1.0 模型,并基于该模型进行多学科性能分析,主要是实现轻量化和性能目标平衡化分析,包括碰撞安全拓扑分析、模态拓扑分析和刚度拓扑分析。其中:碰撞安全拓扑分析主要是寻找可行载荷传递路径与结构设计策略;模态拓扑分析主要是基于 1.0 模型灵敏度分析,通过调整车身断面、车身接头、车身材料分布、车身料厚分布,降低局部灵敏度,实现模态目标;刚度拓扑分析主要是基于

1.0 模型灵敏度分析,通过调整车身断面、车身接头、车身材料分布,降低局部灵敏度,实现刚度目标。经过碰撞安全拓扑分析、模态拓扑分析、刚度拓扑分析,1.0 模型经过调整参数优化为 2.0 模型。2.0 模型再经过关键连接结构优化、局部优化设计升级为 3.0 模型。白车身 SFE3.0 模型是集轻量化和性能平衡的最优模型,用于指导白车身详细工程设计,真正实现“性能分析驱动设计”。

在工程概念设计阶段,经过 SFE 模型(见图 3)分析出最优车身断面、车身接头、车身材料分布、车身料厚分布。车身工程师持续优化车身断面、车身

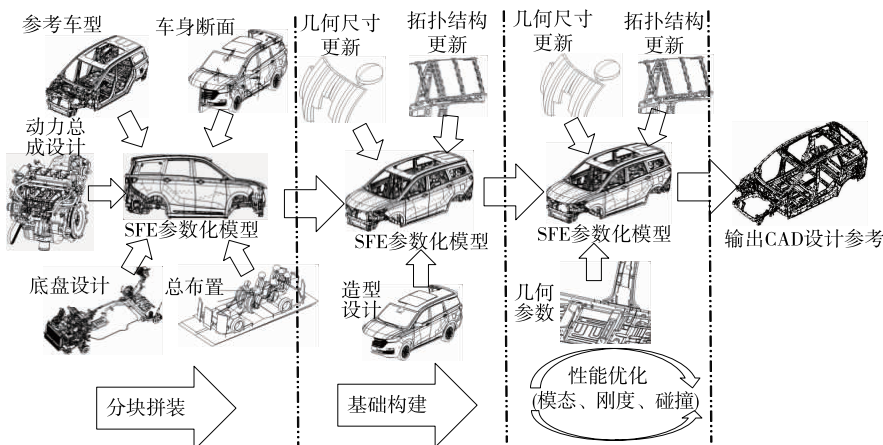


图 3 SFE 模型

接头、车身材料分布、车身料厚分布,通过计算断面转动惯量及断面系数,不断优化和固化车身断面数据库、车身接头数据库、车身材料分布数据库、车身料厚分布数据库。经过不断循环优化,进一步优化白车身 SFE 模型,缩短白车身 SFE 模型搭建和分析周期,实现白车身最轻、性能最优的结构。

白车身 SFE3.0 模型为车身工程师提供 TG0 数据设计参考, TG0 和 TG1 数据基本不会出现碰撞安全、模态刚度方面大的性能问题,也不会导致数据发生大的变化。TG0 和 TG1 数据只是进一步优化提升碰撞安全、模态刚度性能,解决钣金抗凹问题、安装点刚度问题、局部刚度问题、四门两盖刚度模态等问题。白车身数据不会因为性能问题导致数据大的变化甚至颠覆重来,这样将极大缩短数据设计周期,预估能缩短 1~1.5 个月。

3 结语

传统车身性能设计方法太过依赖工程数据,若工程数据质量合格,则 CAE 性能分析工作量很少,分析周期也相应缩短。否则,将严重影响数据设计周期。该方法无法为工程数据设计提供参考,严重依赖车身工程师的性能方面经验知识,运算也极为复杂,是过时、不可取的。

新型白车身性能设计方法是一门多学科和多目标优化的分析方法,它将 CAE 分析前移,实现“性能分析驱动设计”。通过碰撞安全拓扑分析、模态拓扑分析、刚度拓扑分析解读,集成优化出白车身 SFE3.0 模型,为工程数据详细设计提供性能方面的设计参考。

相比传统车身性能设计方法,新型白车身性能设计方法更符合白车身性能发展要求,能有效缩短数据设计周期,为汽车产品更新迭代提供强有力的支持。白车身性能设计方法需不断优化性能设计研发流程,产生新的、更优的性能设计方法。

参考文献:

- [1] 林程.汽车车身结构与[M].第二版.北京:机械工业出版社,2016.
- [2] 高云凯.汽车轿车车身结构分析[M].北京:北京理工大学出版社,2006.
- [3] 张焱,姚成.客车车身骨架结构优化设计与先进技术应用[J].客车技术与研究,2007(2).
- [4] 胡宗波,唐晓峰,吴训成,等.隐式参数化建模技术在前期 CAE 分析中的应用[J].上海工程技术大学学报,2013,27(4).

收稿日期:2018-05-08

(上接第 5 页)

装配一台同型号变速器,故障点衬垫用金属发泡橡胶复合密封板替代,重新搭载在该主机厂的试验车上进行结构耐久性试验,顺利完成了 16 000 km 的试验里程,没有出现结合面渗油现象(见图 5)。后续其他试验车型均采用该方案,全部没有出现渗油现象。



(a) 操纵壳体部分



(b) 后盖壳体部分

图 5 改进后变速器结合面情况

4 结语

该文对一起变速器典型故障进行分析、改进,通过拆解检查故障发生的可能原因,然后从人、机、料、法、环五方面对可能原因进行逐一排查,得出导致渗油的根本原因是无石棉密封板衬垫具有吸油特性。用金属发泡橡胶复合密封板替代故障点衬垫,变速器结合面渗油现象被排除。金属发泡橡胶复合密封板的总体性能优于无石棉密封板,对各结合面能起到很好的密封作用。

参考文献:

- [1] GB/T 20671-2006,非金属垫片材料分类体系及试验方法[S].
- [2] 乔湘鹤,叶伟飞.变速器漏油问题分析及改进[J].汽车工艺师,2015(6).
- [3] 彭立印.某变速箱结合面漏油改进仿真分析[J].汽车实用技术,2018(13).

收稿日期:2018-07-09