

运动仿真在客车前围开合机构设计上的应用

刘超, 杨亭

(安徽安凯汽车股份有限公司, 合肥 230051)

摘要:通过三维运动仿真校核不同的开合机构在客车前围检修门上的运动轨迹,为开合机构的设计选型提供准确的数据支持,在缩短设计周期的同时,提升设计的精细化水平。

关键词:运动仿真; 客车前围; 检修门; 开合机构

中图分类号:U462.1; U463.83⁺²

文献标志码:A

文章编号:1006-3331(2023)02-0033-03

Application of Motion Simulation to the Design of Opening and Closing Mechanism of Front Wall for Buses

LIU Chao, YANG Ting

(Anhui Ankai Automobile Co., Ltd., Hefei 230051, China)

Abstract: The authors check the motion trajectory of the access door of the bus front wall by three-dimensional motion simulation, provide accurate data supporting the design and selection of the opening and closing mechanism, shorten the design period, and improve the designed refinement at the same time.

Key words: motion simulation; bus front wall; access door; opening and closing mechanism

传统客车前围检修门开合机构的设计,只能用CAD粗略地校核开合轨迹,然后通过实车不断地验证,不断地修改调整,最终完成方案设计。而运动仿真^[1]则可为前围检修门的设计方案提供虚拟验证^[2],避免实物验证无谓消耗时间和浪费开发投入。本文使用仿真软件UG 8.0^[3],先在建模环境下完成各个部件模型^[4]的建立,然后在装配环境下完成系统部件的装配,最后在运动仿真^[5]环境下模拟机构的运动状态。

1 客车前围开合机构

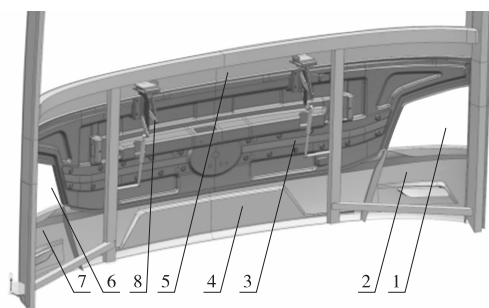
在客车前围完成外观造型评审、三维模型设计评审、前围分块评审后,需要进行客车前围各蒙皮件的安装固定结构设计。首先分析前围各个部件的功能及结构要求。通过分析发现,其客车前围检修门为开合件,需要设计开合机构,其开启方式为从下向上开启,加上整个检修门开档跨度过大,因此既要避免与

大灯相干涉,又要避免与前围蒙皮相干涉。但CAD二维设计已无法满足设计要求,故需要三维运动校核辅助设计。

前围检修门的开合机构通常由前围蒙皮(5号件)、前围检修门(3号件)、通用六连杆铰链或者弯臂铰链(8号件)组成,如图1和图2所示。方案一中使用的铰链为通用六连杆铰链(8号件),是用来连接前围蒙皮(5号件)、前围检修门(3号件)并保证两者按照固定的轨迹做翻转的机械装置;方案二中使用的铰链为弯臂铰链(8号件)即合页铰链,用来连接前围蒙皮(5号件)、前围检修门(3号件)并允许两者之间做翻转运动。以上两种方案各有利弊:方案一中的通用六连杆铰链结构相对复杂,成本偏高,但可承受较大的载荷,适用于尺寸较大的翻转门结构;方案二中的弯臂铰链结构简单,成本偏低,更适用于尺寸较小的翻转门。下面将针对通用六连杆铰链和弯臂铰链的运动仿真设计进行分析对比。

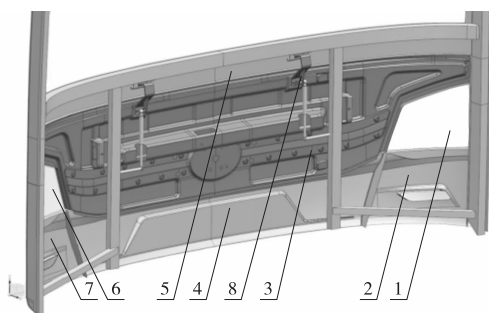
收稿日期:2022-08-12。

第一作者:刘超(1989—),男,高级工程师;主要从事客车车身结构设计工作。E-mail:18788839697@126.com。



1-右前大灯; 2-右边保; 3-前围检修门; 4-前中保;
5-前围蒙皮; 6-左前大灯; 7-左边保; 8-通用六连杆

图1 通用六连杆式前围开合结构



1-右前大灯; 2-右边保; 3-前围检修门; 4-前中保;
5-前围蒙皮; 6-左前大灯; 7-左边保; 8-弯臂铰链

图2 弯臂铰链式前围开合结构

2 通用六连杆铰链

完成通用六连杆铰链建模,装配到客车前围的相应位置(如图3所示),同时完成前围骨架的建模,保证三维模型与实际状态尽可能一致。

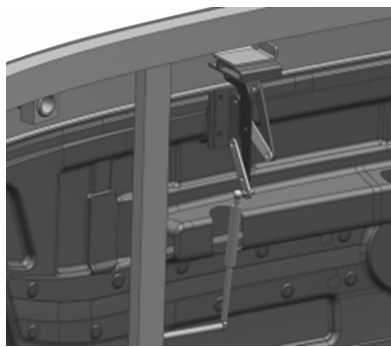
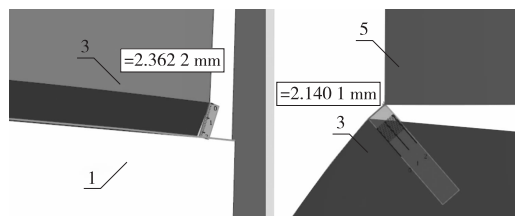


图3 通用六连杆开合结构

切换到UG 8.0软件中的运动仿真^[6]模块,进行机构的干涉分析,并根据分析结果修改零件的设计。设置好相应的运动副、运动时间等参数;观察前围检修门(3号件)刚开启时,检修门两侧与大灯(1号件、

6号件)的缝隙值,前围检修门(3号件)与前围蒙皮(5号件)的缝隙值。通过三维仿真^[7]校核发现,通用六连杆开启初期,检修门两侧与大灯(1号件、6号件)的缝隙值为2.362 2 mm,前围检修门(3号件)与前围蒙皮(5号件)的缝隙值为2.140 1 mm,最小缝隙值太小(如图4所示)。现有的客车加工精度,难以保证前围检修门在开启初期顺利开合,发生干涉的几率较大。



1-右前大灯; 3-前围检修门; 5-前围蒙皮

图4 通用六连杆开启初期缝隙

3 弯臂铰链

在UG 8.0的建模软件中完成弯臂铰链的建模。再切换到装配模块,将弯臂铰链装配到客车前围的相应位置(如图5所示)。然后切换到UG 8.0软件中的运动仿真^[8]模块,设置好弯臂铰链的转动副、运动时间等参数,校核弯臂铰链的运动轨迹,查看各个部件运动时的最小间隙。通过三维仿真校核发现,弯臂铰链开启初期,检修门两侧与大灯(1号件、6号件)的缝隙值为2.760 7 mm,前围检修门(3号件)与前围蒙皮(5号件)的缝隙值为3.381 9 mm,最小缝隙值太小(如图6所示)。现有的客车加工精度,难以保证前围检修门在开启初期顺利开合,发生干涉的几率较大。

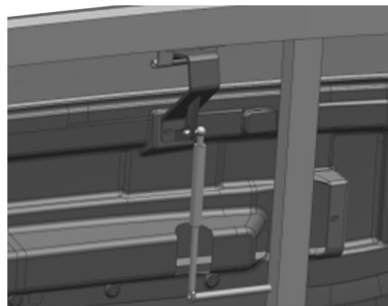
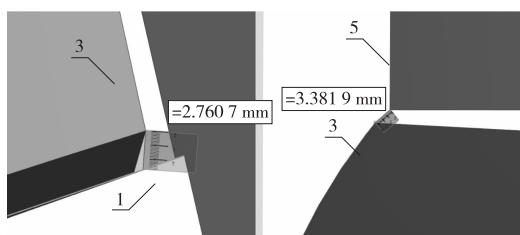


图5 弯臂铰链开合结构



1-右前大灯; 3-前围检修门; 5-前围蒙皮

图6 弯臂铰链开启初期缝隙

4 设计新型六连杆铰链结构

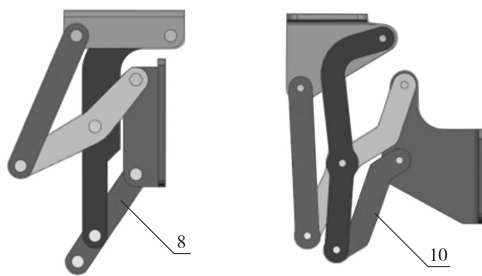
以上三维运动仿真^[9]表明,常用的六连杆铰链和弯臂铰链均无法满足前围检修门开合要求,故需要寻找其他开合结构;平移机构虽可满足前围检修门的开合要求,但其成本较高,且占用空间尺寸较大,而前围内部零部件又多,不是最优的开合结构方案^[10]。

经过进一步研究,首先排除了弯臂铰链的可能性,因为弯臂铰链只有一个转轴点,其转轴结构和合页铰链类似,开合轨迹是固定的,无法通过调整内部结构来调整开合缝隙;而通用六连杆铰链有6个连杆,7个转轴点,可以通过调整连杆的长度、转轴点位置来调整开合缝隙,故选择从六连杆开合机构上寻找突破口。

通过多轮轨迹校核^[11],在UG 8.0软件中修改调整出新型六连杆铰链结构,如图7所示。由图7可知,修改调整后新式六连杆铰链(10号件)的各个连杆外观样式、长度、安装角度以及转轴点位置与通用六连杆铰链(8号件)相比区别较大,尤其是上部固定底座和右侧活动支座的外形尺寸及转轴点的相对位置。新式六连杆铰链(10号件,图7右侧)的上部固定支座连杆与水平夹角大约为30°;活动支座的向右延伸距离较大,其上2个转轴点均位于固定支座转轴点的右侧。通用六连杆铰链(8号件,图7左侧)的上部固定支座连杆为水平方向;活动支座的向右延伸距离较小,其上2个转轴点都位于固定支座转轴点的中部。

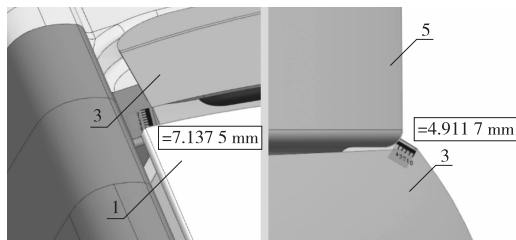
而后切换到装配模块中将新型六连杆铰链模型安装到客车前围的相应位置。然后切换到运动仿真^[12]模块,将6个连杆中的转动副(1个主转动副、6个从转动副)、运动时间等参数设置好,校核安装新型六连杆后开合机构的运动轨迹,查看各个部件运动时

的最小缝隙。通过三维运动仿真校核,发现启动雨刮器刮水时,雨刮器连杆运动部件的最下端与新型六连杆铰链发生干涉,对此通过校核雨刮器的运动轨迹,将雨刮器整体上抬30 mm,可解决雨刮器与新型六连杆铰链干涉的问题。同时通过运动仿真校核新型六连杆铰链在开启初期,检修门两侧与大灯(1号件、6号件)的缝隙值为7.1375 mm,前围检修门(3号件)与前围蒙皮(5号件)的缝隙值为4.9117 mm(如图8所示),最小缝隙值满足客车生产加工精度需求^[13]。



8-通用六连杆铰链; 10-新型六连杆铰链

图7 新型六连杆与通用六连杆对比图



1-右前大灯; 3-前围检修门; 5-前围蒙皮

图8 新型六连杆开启初期缝隙

5 结束语

对于复杂的运动部件,可通过三维运动仿真^[14]来直观展示部件在运动过程^[15]中的相对空间位置,为运动机构的方案设计提供精确的数据支撑,利用科技提升设计的精细化并缩短设计周期。

参考文献:

- [1] 宋晓华,汪建平. 基于UG的平面连杆机构运动仿真和分析[J]. 农机化研究, 2021(1): 107-109.
- [2] 刘一薇,王义林. 基于NX运动仿真的汽车覆盖件模具动态干涉检查系统设计[J]. 模具工业, 2019, 45(4): 1-4.

(下转第40页)

参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通运输部. 客车空调系统技术条件:JT/T 216—2020[S]. 北京:人民交通出版社,2020:6-10.
- [2] SAE. Windshield Defrosting Systems Test Procedure and Performance Requirements—Trucks, Buses, and Multipurpose Vehicles; J381_200901 [S]. Warrendale: SAE International, 2009:4-6.
- [3] VERSTEEG H K. MALALASEKERA W. An Introduction to Computational Fluid Dynamics; the Finite Volume Method[M]. New York: Wiley, 1995:50-91.
- [4] JEONG Un Yong, KOH Hyun Moo, LEE Hae Sung. Finite element formulation for the analysis of turbulent wind flow passing bluff structures using the RNG $k-\epsilon$ model[J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2002, 90(3):151-169.
- [5] 傅立敏, 扶原放. 轿车外流场车轮转动时侧风效应的数值模拟研究[J]. 公路交通科技, 2006, 23(2):147-150.
- [6] 刘杰, 刘继兰. 客车采暖与前风窗玻璃除霜系统的设计[J]. 客车技术与研究, 2000, 22(1):17-18.
- [7] 扶原放, 张晓斌. 某轻型客车除霜性能优化[C]//2014 中国汽车工程学会年会论文集. 北京:北京理工大学出版社, 2014:1486-1489.
- [8] 王应奇, 俞立新. 客车车厢冬季除霜除湿的分析与计算[J]. 客车技术与研究, 2010, 32(6):31-33.
- [9] 俞立新, 柴浩. 高寒地区客车前风窗玻璃除霜分析及改进[J]. 客车技术与研究, 2008, 30(2):35-38.
- [10] 叶立, 张梦伢, 叶欢, 等. 基于 CFD 的新能源汽车 HAVC 除霜模式研究[J]. 徐州工程学院学报(自然科学版), 2020, 35(2):17-22.
- [11] 任岗, 宁红. 汽车空调除霜除雾性能测试方法研究[J]. 汽车实用技术, 2019(7):59-61.
- [12] 张大伟, 林伟, 李金磊, 等. 某客车除霜风口设计布置及 CFD 仿真分析[J]. 客车技术与研究, 2017, 39(4):43-45.
- [13] 孔祥梅, 韩艳美. 基于 CFD 分析的汽车除霜风道优化设计[J]. 企业科技与发展, 2014(13):55-56.
- [3] 王琛, 于嘉浩. 基于 UG 的双离合自动变速器运动仿真分析[J]. 林业机械与木工设备, 2021, 49(11):33-35.
- [4] 尹辉俊, 徐武彬, 罗玉军, 等. 基于 UG 的车桥差速器的运动仿真[J]. 装备制造技术, 2004(3):32-34.
- [5] 王成成. 基于 UG NX8.0 的曲柄摇杆机构运动仿真与分析[J]. 中国新技术新产品, 2018(19):5-6.
- [6] 王国法, 徐亚军, 孙守山. 液压支架三维建模及其运动仿真[J]. 煤炭科学技术, 2003, 31(1):42-45.
- [7] 张朋举, 张纹, 陈树人, 等. 八爪式株间机械除草装置虚拟设计与运动仿真[J]. 农业机械学报, 2010, 41(4):56-59.
- [8] 魏新华. 汽车模具冲压运动仿真系统研究[J]. 内燃机与配件, 2018(1):118-119.
- [9] 张晋西, 郭雪琴. 齿轮三维参数化建模与加工运动仿真[J]. 机械设计, 2002, 19(3):33-35.
- [10] 李超, 余洋, 赵嫚. 涡旋压缩机的虚拟建模与运动仿真[J]. 流体机械, 2012, 40(1):17-21.
- [11] 赵舒红, 蒋恩臣, 闫以勋, 等. 小麦播种机开沟器双向平行四杆仿形机构的设计及运动仿真[J]. 农业工程学报, 2013(14):26-32.
- [12] 张学军, 吴成武, 王旭东, 等. 残膜分离筛机构的运动仿真与分析[J]. 农业工程学报, 2007, 23(7):113-116.
- [13] 王健, 袁江松, 李丹彤, 等. DMU 运动仿真在汽车设计开发中的应用[J]. 北京汽车, 2017(6):23-26.
- [14] 宋晓华, 马晓丽, 汪建平. 利用 UG 实现机构的运动仿真和分析[J]. 实验技术与管理, 2005, 22(3):65-68.
- [15] 林波. 浅谈 CATIA 运动仿真在汽车设计中的应用[J]. 中国机械, 2016(1):55.

(上接第 35 页)