

客车车身结构件对整车刚度的影响

陈 艳

身份证号码: 421002197810024527

摘 要: 随着环境污染加剧传统能源逐渐枯竭,城市道路交通拥挤等诸多社会发展问题日益突出,极大的影响着我国汽车工业的发展。客车作为我国最为普及的公共交通工具,能够有效的缓解城市交通拥挤以及实现节能环保方便的效用,近几年来,我国客车产业逐渐步入快速发展阶段,而激烈的市场竞争也为客车行业的发展以及产品研发提出了更高的标准要求。这其中,客车车身结构设计作为整车产品开发最为关键的部分,直接关系到客车的形体语言,更体现出我国客车自主研发水平。针对客车车身结构件所采取的设计流程包括概念设计、详细设计以及样车的试制与实验等阶段,而我国明显缺乏对于客车正向设计关键环节的研发能力。本文将以此为出发点,在讨论客车车身结构件对整车刚度影响的同时,也将一定程度上提出如何实现客车车身结构刚度匹配达到局部精细化设计。

关键词: 客车; 车身结构件; 整车; 刚度; 影响

客车车身刚度作为评价客车性能的重要指标,一直以来都是客车车身结构设计中的重要考虑因素。与此同时,客车车身刚度也会对客车其他性能,比如强度、耐久性抗疲劳度性能等带来直接的影响,所以满足客车车身刚度标准是在进行客车车身结构设计时最为重要的指标内容。在进行客车车身结构设计的过程中,由于无法通过对样车进行实验来对客车刚度性能进行评估,所以无法直观的了解客车车身各结构件对车身刚度的影响,只能通过颇为复杂的分析研究才能够了解大致的情况。具体而言,讨论客车车身结构件对刚度的影响,需要考虑的细节性因素包括,是否合理布置车身骨架、是否有效提高材料的利用率、是否实现轻量化的设计等等。在过去的研究中,国外常使用分析结构件的方式,对客车车身刚度的影响进行判断,通过分析相关指标来指导客车车身设计,以此来提高客车车身设计的成功率。国内也曾对客车车身的个别结构件,比如侧围蒙皮对客车车身刚度的影响做过试验分析,但是关于客车整车结构件系统的细节研究存在着极大的不足。本文希望能够在一定程度上弥补这方面的工作欠缺,针对客车车身结构件对整车刚度的影响进行一定的系统探讨,并根据客车车身结构件对刚度影响的程度进行分类,希望能够为客车车身结构初步设计提供一定的数据参考。

一、客车车身结构件分类

按照客车车身各结构件对车身刚度的影响程度,将客车车身的结构件可以分为三种类型。不同的结构件在车身中所起到的刚度贡献能力有所不同,在车身结构初步设计时,必须要给予充分的考虑。

A 类件。A 类车身结构件相对和绝对评价指标会对车身的刚度受影响的程度有不同的数值表现,总体而言数值变化为:相对评价指标高,体现出 A 类车身结构件的变化更为敏感;绝对评价指标较高,体现出车身刚度影响数值会受到车身结构件的影响,且车身总质量占比较高。在客车车身结构件设计的过程中通过改变 A 类车身结构件的连接布局形式是提高客车车身刚度的主要途径,比如将侧围的张拉蒙皮调整为应力蒙皮,将有效的提高客车车身的弯曲度和扭转刚度^[1]。

B 类件。B 类车身结构件相对评价指标高,绝对评价指标相对较低而言则较低。相对评价指标极高体现出 B 类车身结构件中的车身刚度会对结构件的变化反应异常敏感;而绝对评价指标较低,则说明 B 类车身结构件车身总质量的占比较小,对车身刚度的影响数值并不明显。刚度的相对评价指标表明 B 类车身结构件在车身中是高应力部件,说明这一部件是整个车身结构中的危险系数之一,所以在

对这一类结构件进行设计和使用,必须给予充分的重视。虽然往往无法要求 B 类车身结构件够帮助改善整个客车的刚度,但是对于它的布局和尺寸的错误调整往往可以成为车身强度下降的首要因素^[2]。

C 类件。这类客车车身结构件相对评价指标和绝对评价指标都不高,所以在进行车身结构设计时,只需要对 C 类车身结构件的具体功能进行利用和分析。

二、客车车身骨架有限元模型设计技巧分析

1、客车车身骨架有限元模型的建立

首先,需要建立整体坐标系。将前轴的中心线所在垂直于地平面的平面和客车车身纵向对称面的交线与车架上平面的交点为最初的坐标原点,客车前进的方向相反的方向为 X 轴的正方向,原点垂直向上为 Z 轴的正方向,客车的右边为 Y 轴正方向,每个方向都需要保持水平,每个方向轴之间则必须垂直。按照以上 XYZ 轴的方向,坚持模型简化原则,体现出完整的力学表现,当前我国大客车车身骨架大多采取矩形或者是异形钢管进行连接,构架起空间桁架结构,受到不同力学关系的影响,整个空间关系表现较为复杂,而且断面的形式也有极大的不同。所以建立空间梁单元时,应该选择计算模型单元,如果考虑到客车车身底架结构的繁琐性则可以采取更加精准的板单元建模原则进行计算^[3]。

其次,对荷载进行处理。当客车车身结构呈现出满载的状态时,作用于客车结构的荷载计算客车上乘客的重量,客车上的乘客与座椅之间的荷载要分配到相邻的不同节点上,新能源客车上的电池、电机、电控、空调以及传统客车上的发动机、变速箱、油箱或气瓶、冷凝器等装备荷载则需要平均分配到相对应的支撑节点上,站立的乘客荷载可以分配在车厢过道地板上,客车如果有电瓶,荷载应该均匀分布在支撑杆上^[4]。

第三,对边界约束条件进行处理。不同的结构特点以及悬架系统会对客车的骨架刚度与强度造成直接的影响,如果客车采取了空气悬架系统,在该系统之中可以受到四连杆导向机构的影响,所以可以忽略其侧向和纵向的柔性参数,只考虑结构中的垂直刚度参数影响,以一等效梁单元来进行展现,将该单元上的水平面按照自由移动的方式约束在四连杆导向机构上。由于客车轮胎刚度较大,可以忽略它对结构分析的干扰,直接视其为是刚性的。

最后,对计算工况进行选择。对客车车身结构进行静力分析,其目标是在于计算结构内是否存在最大荷载条件下所产生的变形

与应力,这样可以更好的对客车车身结构件对整车刚度的影响进行分析。按照传统的理论,结合样车的实验结果和实际使用情况,可以得出结论是影响到车身骨架强度的主要来自于客车车身出现弯曲和扭转两种情况时,以及这两种情况同时出现时所造成的影响^[5]。一方面,当客车车身出现弯曲工况时,需要考虑车身的重量以及荷载能力,受力方向为垂直向下,模拟客车在较为平坦的路面上行驶,并且车速保持高速行驶,此时需要对对称垂直荷载进行分析;另一方面,当客车呈现出扭转工况时,需要按照客车空载状态以及前轮悬空的方式来进行刚度变化分析。这种状态下客车会受到很大的扭矩影响,实际行驶的过程中是不可能出现这一数值,这样的定义目标是为了实现横向对比;最后,当客车车身同时出现弯曲和扭转工况时,也就是弯扭工况时,需要按照车身自重和荷载乘上1.3倍的动荷系数来进行分析,并将客车前悬架两侧车轮位置分别按照向上和向下80mm的距离进行指定位移,以此来模拟客车在不平坦的道路上行驶时,所产生的斜对称动载荷^[6]。

三、影响结果分析

1、车身强度与应力变化分析

客车车身骨架高应力地区主要集中在客车侧为中门区域、前中后底下部分区域以及后部地板区域等,由于三电系统、发动机一般布置在客车的后面,导致客车后桥轴承载较高,后车架的荷载作用区会有集中的应力表现。所以在进行改进设计时,需要根据客车各零部件的受力情况表现,结合客车整体的受力状态、位置和关键性,逐一的进行分析调试。调整整个车身的内力分布变化,并设计出多种最优的设计,并对不同的方案进行对比,实现最优化的设计。方案的改进目标是,应该实现前后应力的重新分配,客车骨架总体应力与变形应该实现均匀对称,而且互不影响,也不会降低整体车架的股价刚度和强度^[7]。

2、车身刚度与车身变形关系分析

车身的变形主要是指客车弯曲变形、扭转变形以及开口变形。对影响的结果进行分析,可以得出结论是弯曲工况下,客车最大变形量集中在车尾部、车顶空调部以及后车架上。而在扭转的工况下,计算出轴间车身相对扭转角、底架纵梁轴肩相对扭转角,得出客车车身扭转刚度和车身承载能力,并对客车的门窗、前后围窗框对角线长度变化情况进行检查分析。其中,客车侧围窗下沿纵梁相对变形需要率高于5mm。计算出客车轴间车身相对角度变化,底架纵梁轴间相对角度变化、车身承载度变化,这些数值可以统一反映出客车车身分担底架荷载的能力,如果数值不当就能够体现出客车车身与底架联系不够恰当,与完全承载客车重量尚有距离^[8]。

三、现代客车车身结构设计方法分析与建议

客车测试结构设计主要分为正向设计与逆向设计两个方向。逆向设计也可以称之为反向设计,是在已知的车型基础上通过数字化的加工重新获得立体车身结构模型,或者参考已有的车型设计参数型适当的结构创新,将反求出来的模型参数经过适当修改与检查后,可以生成最终的新的设计图稿。由于我国客车生产发育较为迟缓,国内自主品牌为了降低设计风险以及快速发展的市场需要,直接使用发达国家的成熟车型图纸来进行反向设计,可以快速的满足国内客车生产需求。对这些图纸进行引进、消化与改进,可以短暂的满足我国市场需要,所以时常被视为快速且有效的客车车身设计方式。但是逆向设计是存在着一定的缺陷的,比如对于国外产品依赖性过高,缺乏自主创新能力,国内自主品牌企业随时可能会面临产品更新迭代之后市场竞争力不强、知识产权纠纷等严重的市场竞争压力,所以相较于逆向设计这项设计,正向设计将有更为积极的

意义^[9]。

正向设计要求更加突出设计者的主观能动性,需要对待开发的车型、外观、功能、用途等作为现有条件,然后遵循科学的设计流程,逐步完成新产品的研发。客车车身结构设计可以分为概念设计、详细设计和样车试制与实验三个阶段。具体而言,车车身结构设计的流程包括:整车造型总布置设计、结构设计、工程分析、工艺设计等诸多环节,按照不同的环节以及不同的先后顺序,客车车身结构开发也可以分为串行设计和并行设计两种模式。在传统的串行设计方法中,客车结构设计各个环节都需要按照严格的时间顺序来逐步的开展,各环节之间不会存在任何技术上的重叠与交流,这样就会导致设计人员无法对产品宏观设计有综合的考虑,使各个环节之间可能出现脱节,还有可能导致设计末期需要进行大幅度的增改,产品的开发周期被延长。并行设计模式这一概念被提出是在上个世纪90年代末,经过多次的研发与实践经验的积累,现在已经逐步应用到航空事业、电子电器实业、机械设计领域之中,并行工程设计是更为系统和集成的设计方法,摒弃传统以并行交叉的方式,可以使客车车身结构件的开发更加灵活,也将更加前端。采取并行设计的开发模式,要求设计人员在设计产品的初期,就要充分的考虑到产品各个环节之间所存在的影响因素,各个设计环节之间的不同设计人员,通过信息的交流,便可以在初期将所遇到的问题在后期进行设计时得到及时的反馈与解决。这样就可以有效的避免客车车身结构设计因返工修改而导致的时间与成本浪费,极大的提高了客车产品的市场竞争优势,也提高了产品自主创新能力^[10]。

结束语:

了解不同的承载形式以及客车车身结构件对整车刚度的影响,需要进行具体问题具体分析,也需要采取科学的计算形式,细节化处理各类数据,才能够获得准确的数据参考,当确定影响性因素都已经明确时,采取正向设计方法将是提高我国客车自主研发能力的有力途径。

参考文献:

- [1]陈琴. 车身结构件对整车 NVH 性能影响[J]. 汽车知识, 2022, 22(5):3.
- [2]于爽, 何洋, 赵广. 汽车 25%覆盖度 64km/h 正面刚性壁障碰撞的前纵梁加强结构研究[J]. 汽车实用技术, 2020(7):2.
- [3]郭同静. 基于 CAE 的汽车前保险杠中支架刚度分析与优化控制[J]. 汽车制造业, 2020(9):3.
- [4]陈光, 赵轲. 客车车身结构件对整车刚度的影响[J]. 科研, 2016(10):00176-00176.
- [5]郭新宇. 客车粘接式侧围车窗对车身结构性能的影响研究[D]. 吉林大学.
- [6]袁正. 客车车身结构的刚度匹配方法改进与局部精细化设计研究[D]. 吉林大学, 2017.
- [7]邓腾树, 陈铭年. 接头角板对客车车身空间三杆结构刚度强度的影响[J]. 机械强度, 2015, 37(5):7.
- [8]袁正, 那景新, 范康宁, 等. 客车车身左右侧刚度匹配特性对车身性能的影响[J]. 烟台大学学报: 自然科学与工程版, 2018, 31(4):7.
- [9]涂进进. 爆炸冲击下客车车身结构变形特性及乘员安全性研究[D]. 武汉理工大学, 2017.
- [10]施康. 蒙皮对客车车身底架和顶棚结构强度和刚度的影响[J]. 汽车研究与开发, 2000.