

The Application of Reverse Engineering in the Design of Automotive Disk Brake System

Honghua Li

Guangdong Zhongzhi Trace Forensic Appraisal Institute, Foshan, Guangdong, 528000, China

Abstract

Reverse engineering is the general name of digital technology, geometric model reconstruction technology and product manufacturing technology, which converts objects into CAD models that are widely used in various fields. Reverse engineering transforms the automotive disc brake system into a CAD model to fully reproducing the characteristics of automotive disc braking. The automobile disc brake system is complex in structure. The 3D scanner is used to obtain the data points in reverse engineering. The CATIA is used to process the obtained data and follow the design effect of the automobile disc brake system. In addition, for complex parts that are difficult to model directly, the 3D modeling software CATIA can be used to obtain data, process data, virtual assembly, and so on. Based on the establishment of reverse engineering, the strength and stiffness of the brake clamp are analyzed by finite element method to realize the application of CAD/CAE in the design of automobile disc braking system.

Keywords

reverse engineering; disk brake system; CATIA; CAD/CAE

逆向工程在汽车盘式制动系统设计中的应用

李虹华

广东中智痕迹司法鉴定所, 中国·广东 佛山 528000

摘要

逆向工程是数字化技术、几何模型重构技术和产品制造技术的通用名称, 它将对象转换为广泛用于各个领域的CAD模型。逆向工程将汽车盘式制动系统转换为CAD模型, 完整再现显示汽车盘式制动的特性。汽车盘式制动系统结构复杂, 采用三维扫描仪在逆向工程中获取数据点, CATIA用于处理获取的数据, 遵循实现汽车盘式制动系统设计效果。此外, 对于难以直接建模的复杂零件, 可以使用三维建模软件CATIA获取数据、工艺数据、虚拟装配等。基于逆向工程的建立, 用有限元方法分析了制动钳体的强度和刚度, 实现了CAD/CAE在汽车盘式制动系统设计中的应用。

关键词

逆向工程; 盘式制动系统; CATIA; CAD/CAE

1 引言

在汽车开发过程中, 制动系统在汽车安全驾驶中起着重要的作用。以优异的性能组装制动系统, 可以提高制动效率, 维持制动效率的稳定性, 大幅减少事故。其中, 盘式制动系统的使用更为明显。在实际应用中, 盘式制动系统被广泛应用于稳定驾驶的汽车制动系统中。盘式制动系统也有自己的缺陷。例如, 制动系统制造要求高, 摩擦板大幅磨损, 成本高。效率低, 制动工作管压力高, 需要安装的盘式制动系统变速器装置比鼓式制动系统更复杂。此外, 由于摩擦板的面积小, 需要高制动液压, 因此只能使用搭载有动力辅助装置的车辆。使用在研究汽车盘式制动系统的设计特性, 必须主要逆向工程的应用。

【作者简介】李虹华(1993-), 男, 中国广西陆川县人, 从事司法鉴定车辆安全性能研究。

2 数据采集

逆向工程是指在不存在原始尺寸的对象或无法直接获取对象尺寸时, 通过技术手段将对象转换为CAD模型的数字技术。在传统的设计和开发中, 设计师首先根据盘式制动系统特有的研究、优化和设计思路, 绘制CAD模型和设计图, 然后制造、加工产品。但是逆向工程从实际产品开始, 在测量装置的帮助下获取实际产品的表面特性参数和相关数据, 然后根据该数字化数据进行一系列重构工作, 获取实际产品的CAD模型并收集数据。三维扫描仪包括扫描托架、信号收集装置、信号输出装置及其辅助装置, 三维扫描仪等接触设备通过测量探头与真实物体的接触记录测量点的坐标位置, 重复该步骤获取真实物体的点云数据^[1]。由于测量密度低、测量精度低、测量时间长, 该方法目前已广泛用于非接触测量。非接触测量使用光学原理, 扫描装置发出的光源投影到物体表面, 仪器定位物体表面点, 根据物体表面反射的

光记录坐标。

采集数据时应注意以下几点:

①对制动器卡钳体及支架进行表面处理,在关键位置贴上反射光胶,以快速提供三维扫描仪的空间定位坐标。扫描仪参数被设置。在盘式制动系统中,制动钳主体和托架具有复杂的结构,很难进行正向建模。为了确保其制动钳体效果,需要在表面得到尽可能多的点云数据。

②将扫描仪放置在距离物理表面,然后慢慢沿着物体表面扫描,以便扫描物体的所有区域。通常由支持软件 ATOS 专业人员处理,或者具有可以导入 CATIA 中的背景点和坏点,并使用 CATIA 移除功能清除噪声。

③扫描后,扫描结果文件的后缀将被导出。由于 HandyScan 软件可以直接输出生成的三角形网格表面,因此可以在扫描时直接重建,而不会产生干扰。

3 曲面拟合

对于零件重构,常见过程是生成三维模型,如导入点云数据、处理点云数据、过滤、删除、生成、编辑三角网格曲面,快速重建基准平面、绘制曲线^[2]。因此,制动钳体和支架建模过程如下:

①点云数据的导入和处理。此步骤中包含的 Catia 模块主要是在数字化形状编辑器 (DSE) 中导入扫描的点云数据,以捕捉点云中的噪波并删除冗余点云。三角网格曲面是在降噪后生成的。

②曲面快速重建。使用 Catia 中的“曲面快速重建”(QSR) 模块,可以选择并激活几个点云,以根据激活的点云生成曲面。通过激活卡钳体侧面和卡钳体支架内表面的点云生成基准平面,并在该基准平面上重建模型。

③在曲线和表面拟合 Catia 零件设计模块 (PD) 和生成形状设计模块 (GSD) 环境中安装制动钳和支架。

4 实体重构和虚拟装配

曲面拟合后,下一步是实体重构。CATIA 有两种方法: ThickSurfaces 和 CloseSurfaces。对于结构比简单的零件,如果需要增加厚度,请使用加厚曲面构建实体模型。对于结构复杂的零件,请使用封闭曲面来构建实体模型。而其他零件如螺纹孔和光孔基于实体模型。由于活塞缸和制动盘结构简单、尺寸简单,且制动系统带有原始设计图纸,因此 Solidworks 将对这两个部件进行建模。这是因为 Solidworks 在实体建模方面具有便利性,而且建模时间短。制动系统片和制动系统盘模型的建立属于正向设计,因此按照游标卡尺、角度尺、塞规等工具测量的尺寸进行绘制、切割等操作,是一个比较简单的过程^[3]。最后,得到盘式制动系统装配图纸,建立制动系统的立体模型。制动系统各组件的组装关系

也影响制动系统。因此,对于主要元件的组件相关尺寸,必须测量并检查零件匹配后的尺寸。为了确保该尺寸的精度,盘式制动系统的虚拟组装工作必须在测量所有部件的固体结构后进行。组装时,零件可以共存。另外,在盘式制动系统的组装工序中,也部分零件之间存在交叉干涉。

5 有限元分析

大多数汽车零件的结构和形状很复杂,机械分析和其他工程分析很难获得分析解决方案。计算机科学的飞速发展,通过高精度的有限元数值模拟法可以解决这个问题。有限元法将连续体分离为多个要素,按照机械公式获取同时的数学公式,分析同时方程得到目标物。利用物体振动机械特性,使用各要素解决的区域的未解决问题。有限元分析的计算程序目前已经非常完善,汽车工业领域的有限元分析被广泛使用。除了完成汽车的静态分析外,还可以进行分析动态分析。有限元的模态分析主要分为前处理、求解、后处理三个阶段。前处理阶段基于逆向工程技术的盘式制动系统研究优化,主要包括简化几何模型、网格元素选择和网格划分、定义边界条件与载荷等。在后处理阶段主要提取处理结果,根据研究需要提取分析结果和计算结果。

有限元模型用数学方法表示三维实体,根据构件的实际工作条件,应用数学模型进行计算和分析。可以采用 ANSYS/Workbench 对盘式制动系统进行了模态分析,Workbench 划分包括多种划分方法。从结构上讲,六面体网格优于四面体网格,因此在六面体是网格元素分割的首选。而不规则的部件以四面体分割。

①模型几何清理及网格划分。将制动系统的所有部件导入 Ansys/workbench 平台。首先,清理 DesignModeler 模块的几何模型,删除制动钳主体制动流体入口的凸台,删除不重要的倒角、中间槽等,然后通过切片或其他操作将零件分成常规区域。为了在拆分后确保公共节点,必须使用 formanewpart 命令重新组合。网格分割采用四面六面体分割等多种方法,网格细分备受关注。网格分割完成后,将使用质量、长宽比等进行检查,结构中各零部件拥有的有限元模型。

②制动系统材料特性设置线性弹性材料在进行模态分析时,制动盘、制动钳体和支架均采用 HT250 制成,钢衬与 Q235 相似。

③边界条件的适用。因为制动盘与轮毂连接,所以固定的约束被设定在螺栓孔中。钳体可以沿导向销反复滑动,其他自由度受约束,但沿销轴的移动自由度除外。制动钳托架用转向节臂固定,因此固定约束设定在螺栓孔中。

④逆向工程设计组装完成后,用有限元法分析主要部件,检查汽车技术 /AUTOSCI-TECH 的强度刚性。以钳体

的计算强度和刚度进行有限元分析。根据规范要求,在气缸液压的典型工作条件下分析分割的三维网格。为了得到更稳定的应力应变值,采用钳体材料为铝合金,满足刚性要求。

6 结语

逆向工程为制造行业提供了高效、全新的产品开发方案,是一项全面、实用的技术。作为汽车系统不可缺少的一部分,确保汽车安全驾驶的关键是汽车制动系统。制动系统时制动系统会振动,不稳定的振动会产生噪声。这种噪音不仅影响汽车的驾驶舒适性,还会对周围环境造成声音污染,同时还可能对汽车制动系统组件造成疲劳损伤。逆向工程技

术被广泛应用于汽车制动系统的开发中,对汽车有非常重要的影响,有效地改善和维持汽车的制动性能。目前,基于逆向工程的盘式制动系统设计高效准确,大大缩短了探索时间,对汽车独立创新和优化设计有着重要作用。

参考文献

- [1] 张小玲.汽车盘式制动系统的优化设计[J].工程技术:文摘版,2016(9):48.
- [2] 彭龙,于德介,吕辉,等.汽车盘式制动系统的制动结构优化设计[J].计算机仿真,2016,33(8):146-152.
- [3] 姜中望.基于逆向工程技术的盘式制动系统NVH特性研究与优化[D].镇江:江苏大学,2016.