

基于CATIA的杠杆加载系统参数化设计方法

吴宇,王志国

(南京航空航天大学 机电学院, 江苏 南京 210016)

摘要:为了在CATIA上创建杠杆加载系统组件库,实现根据连接关系自动生成杠杆加载系统及相关调整功能,在研究组件库创建、调用过程的基础上,提出基于CAA技术的组件参数化建模方法,使用RADE技术开发了相应可视化建模软件。应用实例表明,软件界面友好,操作简单,只需输入杠杆布置基本参数和数据文件,即可完成杠杆加载系统的参数化建模,实现了杠杆加载系统参数化设计与方案展示。

关键词:飞机静力试验;杠杆加载系统;参数化设计;装配特征;快速装配

中图分类号:TP311.52 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2021)02-0134-03

Parametric Design for Lever Loading System Based on CATIA

WU Yu, WANG Zhiguo

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: In order to create the component library of lever loading system on CATIA and to realize automatically generating lever loading system according to the connection relationship and related changing components based on the study of the process of creating and calling component library, the parametric modeling method of each component based on CAA was put forward and the corresponding visual modeling software using the RADE was developed. The tests show that the software interface is friendly with simple operation. By means of merely inputting the basic parameters and data files of the lever arrangement, the parametric modeling of the lever loading system can be completed, and the parametric design and scheme display of the lever loading system are able to be realized as well.

Keywords: aircraft static structure test; lever loading system; parametric design; assembly features; rapid assembly

0 引言

飞机在飞行时受到的载荷主要是分布在飞机表面的空气动力载荷,在试验室内完全复现这种空气动力尚不可能^[1-2]。因此,在具体飞机静力试验中,往往将这些气动载荷折算成一些载荷加载点并在这些点上施加集中载荷。载荷加载点数量很大,而试验中的作动筒数量则十分有限^[3]。因此在实际试验中,需要通过加载系统实现由一个作动筒向飞机构件上多个载荷加载点施加载荷。其中,杠杆加载系统作为应用最广的加载系统,在设计过程中,仍然存在工作量大、效率低等问题。陈江宁^[4]研究了杠杆加载系统连接关系设计的方法。据此,可以实现加载系统连接关系设计,但是建立加载系统中参数、形状各异的组件几何模型仍然是繁复的工作。因此,利用计算机辅助设计技术,设计一套简洁高效的加载系统数模,进而实现杠杆加载系统参数化生成,具有十分重要的现实意义。

CATIA是航空工业领域应用较多的CAD软件,其参数化功能大量应用于设计工作^[5]。本文介绍了基于CAA(component application architecture)技术的杠杆加载系统参数化建模方法,并使用RADE(rapid application

development environment)技术开发了杠杆加载系统参数化软件。软件实现了杠杆加载系统中杠杆以及连接件参数化生成、自动装配以及调整功能,可以方便快速地实现杠杆加载系统的参数化设计与方案展示。

1 CATIA 二次开发技术

一般而言,对CATIA软件进行二次开发有两种方式:1)自动化对象(automation API)编程技术;2)CAA技术。前者是交互方式的定制开发,而后者是基于组件的定制开发。

自动化对象编程技术使用VB语言进行编程,较为简单易上手,依靠程序调用CATIA中已有的功能实现自动交互。这一技术通过编制程序去控制另一种程序,再间接地通过调用方法、设置属性的方式来操作、处理数据。因此,采用该方式开发的软件工作效率很低。

CAA技术使用C++语言进行编程,功能更加全面。这种开发方法的实现依赖于其中的RADE技术和不同的CATIA接口函数。RADE技术以Microsoft Visual Studio 2005为载体,在限制Visual Studio部分功能的同时,将二次开发工具与编译器集成其中,组成了一个拥有完整编程

工作组的可视化集成开发环境。CATIA 接口函数则采用面向对象的程序设计思想,使用组件对象模型与对象连接及嵌入技术设计而成。因此,采用 CAA 技术开发的软件,更易维护,也更易拓展。

为了保证软件的工作效率与可维护性,本文采用 CAA 技术对 CATIA 进行二次开发。CAA 技术利用 RADE 技术实现软件界面设计,可以将软件产品很好地融入 CATIA 软件环境中;同时,该方法通过 CATIA 接口函数直接获取、处理数据,效率更高。

2 杠杆加载系统参数化

单个加载点的载荷一般远小于作动筒的拉力。因此,一般先将加载点用杠杆两两连接起来,根据杠杆原理得到两个加载点的合力位置,通过一个杠杆实现对两处载荷的加载;同样,可以用一个杠杆对两个杠杆的载荷进行加载。依此类推,可以得到具有多级杠杆的杠杆加载系统,利用一个作动筒实现飞机构件上多个载荷点的加载。

2.1 杠杆加载系统组成

杠杆加载系统中使用的零组件可以依其功能分为杠杆、连接件和紧固件、配重件。如图 1 所示,即是一个由 3 个杠杆与 7 个连接件组成的二级杠杆加载系统。

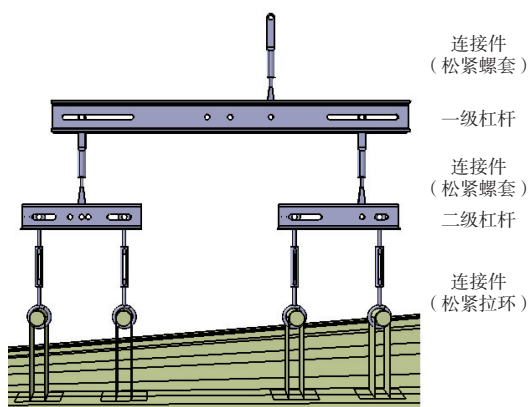


图 1 杠杆加载系统组成

杠杆可按其两侧力臂是否可调分为通用杠杆和专用杠杆。如图 2 所示,专用杠杆在两侧装配位置开通孔,而通用杠杆则在两侧与连接件装配处开长孔。因而通用杠杆可以在同型号飞机试验结束后进行回收,在其他型号飞机试验时重复使用;而专用件在同型号飞机试验结束后则无法继续使用。因此在大型飞机结构试验中,仍较多地使用通用杠杆。

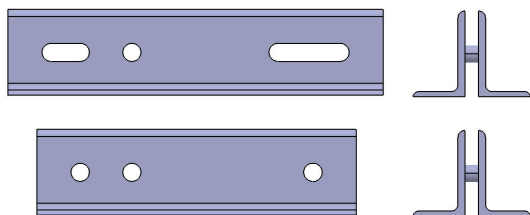


图 2 杠杆组件

连接件用于作动筒和加载系统,加载系统各级杠杆间以及加载系统和胶布带间传递拉力。连接件依据其工作位置可以分为末级连接件与非末级连接件。末级连接件在加载系统与胶布带间传递拉力,包括松紧拉环和二孔拉环。末级连接件的长度可以在一定范围内进行调整,具体的型号选择由胶布带情况决定。非末级连接件包括拉板、松紧螺栓、松紧螺套、钢绳。其中,拉板不允许上下级杠杆间存在角度偏差,因此较少在实际试验中使用;松紧螺套可以在一定范围内调整长度;而钢绳则用于上下级杠杆间距离过大的情况。

杠杆加载系统中除上述介绍的主要组件外,还有螺栓、螺母、轴套等用于将连接件与杠杆安装在一起的紧固件以及重物、滑轮等配重件。这些零件的选型往往在加载系统设计完成后进行。如果在设计加载系统时,就确定其具体型号,将是非常占用时间的,同时也不具有实际意义。因此,在参数化杠杆加载系统时,往往不考虑固定件与配重件,同时也省略了杠杆、连接件中如螺纹、轴套、螺母等细节特征。

2.2 杠杆加载系统建模

通常产品参数化设计有两种方式:

1) 无 CATIA 数模实例参数化设计。在该模式下,完全通过编程的方式,对零组件进行建模。用户输入参数,调用编制好的程序,产生需要的数模。此方法完全采用程序描述零组件建模过程,开发量大,且程序语句与设计者的建模思路密切相关,后期维护困难。故该方法主要用于无法完全用参数表达的零组件快速建模,如贴合于飞机外表面的胶布带模型。

2) 有 CATIA 数模实例参数化设计。此方法适用于可完全参数化的零件模型,利用 CATIA 知识工程模块中的参数、公式和设计表配合编程的方式对已实例化的数模进行参数驱动。用户通过选择零组件型号,间接地输入参数,调用程序驱动已实例化的数模更新,得到需要的数模。这种参数化建模方法特别适用于结构形式不变的零组件开发,如标准件库等。

因此,选用后一种方法对杠杆加载系统进行参数化设计:首先建立组件的一个具体数模;然后使用知识工程中的参数与公式功能约束其中的可变尺寸;接着利用设计表功能生成该组件的尺寸参数表;最后在该表中填入该组件其他型号的尺寸,得到如图 3 所示的数模。

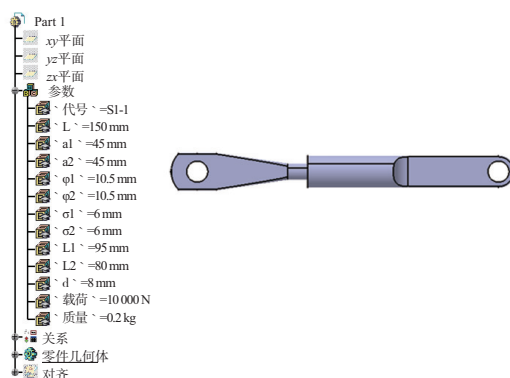


图 3 松紧螺栓数模

2.3 装配约束

在使用杠杆加载系统组件数模时,除了需要根据实际计算结果改变组件的型号,还需要约束其具体位置,这就需要在数模文件中建立装配特征与装配约束。一般希望装配特征与装配约束在满足定位需求的前提下尽可能地少。

一个连接件往往需要保证其上部圆孔或圆环与杠杆一侧螺栓轴套进行装配,其下部圆孔或圆环与下级杠杆中部的螺栓轴套或胶布带中的铝棒进行装配。若完全按照装配关系设计连接件的装配约束,则需要构建四组装配特征,其中两组用于约束连接件位置,两组用于约束连接件上下两部分的方向。但是在实际加载系统快速设计中,一般将连接件简化为一个零件整体,没有必要同时考虑连接件上下两部分的方向。因此,只需要三组装配特征就可以对连接件进行约束:两组装配特征约束连接件的位置,另一组装配特征约束连接件的方向。

类似地,杠杆在安装时中间孔通过螺纹件和轴套与上级连接件相连,而左侧和右侧长孔通过螺纹件与轴套分别与两个不同的下级连接件相连。可以采用三组装配特征约束杠杆的位置,一组装配特征约束杠杆的方向。但是,该种约束方式是过约束:杠杆的中心装配点位置可由其两侧装配点位置与两侧载荷大小通过杠杆原理计算获得。因此,采用两组装配特征约束杠杆位置,一组装配特征约束杠杆方向。具体装配约束如下表。

表1 杠杆加载系统装配约束关系

装配关系	装配特征	装配约束类型	约束参数
连接件—上级杠杆	上部定位点—侧定位点	重合	无
连接件— 下级杠杆/铝棒	下部定位点—中部定位点	重合	无
	定位线—中部孔轴线	共线	无
杠杆—上级连接件	中部定位点—上部定位点	重合	无
	定位线—连接件轴线	共线	无
杠杆—下级连接件	一侧定位点—下部定位点	重合	无

3 软件应用举例

以某机翼结构静力试验为例,演示杠杆加载系统参数化建模软件的应用效果。该结构共23处加载点,使用2个作动筒进行加载,共有44个连接件与21个杠杆。先输入各级杠杆的位置与连接关系,如图4所示。然后点击“生成”按钮自动插入杠杆加载系统的组件;再点击“装配”按钮,将各组件安装至对应的位置,如图5所示。

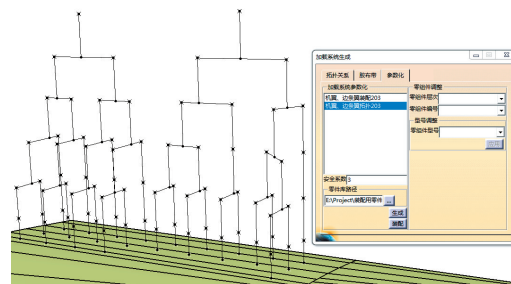


图4 输入的组件位置与连接关系

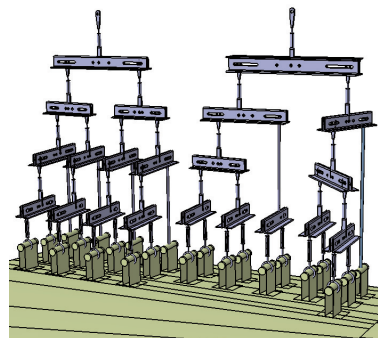


图5 生成的杠杆加载系统

4 结语

本文介绍了基于CAA技术的飞机静力试验杠杆加载系统参数化建模方法,包括杠杆、连接件的参数化建模方法和装配方法。利用RADE技术编写了软件界面,通过该软件可以依据杠杆连接关系完成杠杆加载系统的参数化建模。对一个飞机部件试验中杠杆加载系统建模的应用表明:所开发软件界面友好,设计人员可以快速地实现加载系统建模。同时,当设计的加载系统不理想时,可以快速更改设计参数,迅速生成新的加载系统模型,能明显提高工作效率、缩短设计周期。

参考文献:

- [1] 强宝平. 全尺寸飞机结构试验技术[J]. 航空科学技术, 2012, 23(6): 10-13.
- [2] 侯同济, 张建锋, 滕申科. 飞机结构静力试验CAD系统[J]. 计算机系统应用, 2013, 22(2): 53-56, 79.
- [3] 巴塔西, 法洋洋, 于哲峰, 等. 基于CATIA的飞机结构试验加载杠杆系统参数化建模方法[J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(2): 54-58.
- [4] 陈江宁. 飞机结构试验加载系统集成与交互技术研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2006.
- [5] 赵诗鸿, 于哲峰. 机翼结构试验杠杆系统位移计算和参数化建模[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(8): 34-38.

收稿日期: 2020-01-15