

基于全三维设计的紧固件辅助系统研究与实现

Research and Implementation of Fastener-Aided System Based on Total 3D Design

中国商飞上海飞机设计研究院 王冰 吕军
北京锐峰协同科技股份有限公司 王雪刚 金士兵



王冰

任职于中国商飞上海飞机设计研究院结构设计研究部,多年从事飞机结构设计与装配工艺数字化相关工作。

在飞机机体装配设计/制造过程中,需要定义及使用大量的与紧固件相关的几何信息和非几何信息。进行装配设计时除了需要生成三维几何模型外还需要把紧固件的属性信息、连接信息等内容附加到三维几何模型上,生成完整的三维数字化产品定义,然后交付制造车间。传统上使用通用软件,工程师们需要手工定义及获取数以万计的紧固件信息,包括紧固件牌号、紧固件的安装位置

基于 MBD 技术进行飞机机体装配设计相关的几何及非几何信息定义,并结合紧固件在线关联全信息表达的新思路,开发全三维的紧固件辅助设计系统。使紧固件安装从原来困扰设计、制造部门的难题变成驱动装配设计的动力和枢纽,提高各个环节的效率及质量。

等。这是一项繁重、易错和费时的工作,在很多情况下这些工作并不是自动的,或者不能很好地为三维 CAD 系统所支持。同时工程师要准确地使用规范,高效地定义制造过程的不同阶段状态,确保最终产品满足工程要求。这种复杂性,以及日益增加的市场需求和快速将产品推向市场的压力,对工程师和他们所使用的软件工具提出了巨大挑战^[1]。

随着我国大型客机项目研制的深入推进,飞机结构全三维设计技术取得了革命性发展和应用,结构设计已全面进入了全三维时代,取代了传统二维图纸,实现了全流程无纸化设计。以 MBD 数据集为设计、制造的唯一依据,对传统的制造手段和方法提出新的挑战。基于 MBD 技术进行飞机机体装配设计相关的几何及非几何信息定义,并结合紧固件在线关联全信息表达的新思路,开发全三维

的紧固件辅助设计系统。使紧固件安装从原来困扰设计、制造部门的难题变成驱动装配设计的动力和枢纽,提高各个环节的效率及质量。基于以上的应用背景,本课题主要实现了基于全三维设计的紧固件辅助系统关键技术研究 and 软件系统开发。

关键技术研究

1 基于全三维的紧固件设计标准及建模规范研究

通过研究确定了从紧固件选择、调入、安装、计算分析及检查等一系列设计规范和标准;突破传统的装配设计中紧固件实例化表达方式,采用全信息的骨架特征线来表达紧固件的方法。

2 基于 MBD 技术的紧固件方法研究

研究了基于 MBD 技术的紧固件相关几何及非几何信息在 CATIA 模

型中存储的格式和位置,确定了基于MBD技术的设计标准及规范,为后期的系统实现提供基础依据。

3 基于知识的紧固件关联组合方法研究

对常用的紧固件之间的匹配及关联组合关系进行了研究,整理明确了紧固件关联组合技术规范,如不同牌号的螺栓、螺母、垫圈、保险销的匹配关系、使用环境及工艺规范等,并将确定的规则内嵌到系统数据库中以便于系统实现,突破了传统的查表方式,实现了紧固件关联组合的自动匹配和筛选。

系统实现

在关键技术研究的成果基础上,开发了以大型客机研制为依托背景的基于全三维设计的紧固件辅助系统CAFE。系统采用基于知识工程技术,提炼和固化飞机机体装配设计知识和经验,为飞机结构设计人员和生产制造人员提供统一的工作环境。采用MBD规范及相关技术智能化地进行装配信息的快速定义,生成全三维数字化产品模型,传至生产制造单位,基于统一全三维数字化产品模型进行生产制造信息的提取,取消二维图纸发放,实现设计和制造的无缝衔接和高效的协同。

CAFE系统为一套基于B/S和C/S相结合的快速设计系统,以紧固件数据库为基础,在CATIA设计环境下进行飞机紧固件的快速选择、自动安装、数据统计,并附加非几何装配信息,生成三维数字化产品模型来代替二维工程图,自动生成紧固件的物料清单,最终实现飞机装配的快速设计和定义,缩短产品的设计开发周期,提高产品的设计开发质量。

1 紧固件选择

紧固件选择是采用知识推理的机制,按照紧固件的关联组合,自动进行紧固件的匹配选择,为适用于不同的使用场景需要,可提供个人知识

库、共享知识库、自由选择3种选择方式,同时系统支持自定义紧固件的选择。

2 紧固件安装

紧固件选择确定后,系统根据叠层厚度自动计算紧固件规格,并自动进行长度有效性检查,将紧固件安装到相应的位置。系统提供了多种便捷的向导安装方式,包括魔术棒、对称等方式辅助工程师快速完成紧固件的安装。

3 紧固件检查

系统依据设计规范的要求,自动对所安装的紧固件进行符合规范及要求的计算和检查,从而确认是否满足规范要求。主要包括设计更改、间距、边距、干涉、安装空间检查及强度校核,图1为间距检查。

4 BOM统计

自动实现紧固件计算及统计,并按照需要输出BOM表。主要包括紧固件用量、重量、重心和转动惯量计算;紧固件夹持厚度计算;零组件清单等。

5 紧固件数据库

系统提供了与CATIA紧密集成的紧固件数据库,如图2所示,实现对紧固件数据、设计规范、关联组合知识等进行集中分类管理。采用服务器和客户端分布式部署,服务器端集中存储及管理所有紧固件信息和紧固件关联匹配定义^[2]。客户端数据库从服务器数据库自动更新数据。

结束语

在中国商飞上海飞机设计研究院承担的大型客机研制工作中,已经

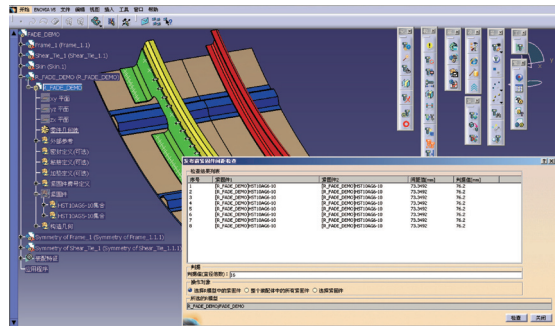


图1 间距检查



图2 紧固件数据库

全面采用CAFE系统进行基于全三维的紧固件设计工作。在2009年大客机头工程样机数字化装配和制造过程中,采用该系统进行了基于全三维的数字化装配设计和制造,实现了设计与制造的无缝衔接,从紧固件辅助选择、快速调入并进行设计检查、统计输出几方面提高了工作效率,取消二维图纸发放,节省了设计人员工作量,缩短了研制周期,降低了设计成本,提高了设计质量,原本需要几个月的紧固件二维图表达时间缩短到2周。充分证明CAFE系统具有设计智能化、统计自动化、更改快捷化等优点,体现了创新的紧固件关联定义思路,具有很高的推广应用价值。

参考文献

[1] SyncoFIT (ADE & AME) User Guide. USA, VISTAGY Inc. Version 2009.
 [2] 《飞机设计手册》总编委会.《飞机设计手册》第2册标准与标准件.北京:航空工业出版社,1994.

(责编 良辰)