

虚拟装配仿真技术在飞机研制阶段的应用

Application of Virtual Assembly Simulation Technology in Aircraft Development Period

成都飞机工业(集团)有限责任公司制造工程部

唐晓东 高红

[摘要] 飞机研制阶段在计算机里利用虚拟装配仿真软件将设计的产品三维数模进行装配工艺设计及仿真,可帮助产品摆脱装配物理样机及所涉及的工艺装备制造难题,有效地提高产品、工装的建模质量,有助于降低产品开发成本、缩短产品的开发周期。

关键词: 虚拟装配 装配顺序仿真 装配工艺设计

[ABSTRACT] In the period of aircraft development, the virtual assembly simulation software is used to design and simulate assembly process of three-dimensional product modular, which can help to eliminate physical prototype assembly and processes involved in the physical prototype equipment manufacturing, to improve modeling quality of product and tooling, to reduce product development costs and to shorten development cycle of product.

Keywords: Virtual assembly Assembly sequence simulation Assembly process planning

飞机是一种结构复杂、精确度要求高、价格昂贵的产品。为了缩短飞机的研制周期、降低研制成本,许多先进的制造技术都陆续在飞机研制时被应用^[1]。飞机结构零件数量多,结构、装配协调关系极其复杂,装配工作量大且协同困难,这使得飞机装配在飞机制造过程中占有重要地位。传统的装配工艺设计工作主要依赖工艺人员的技术水平、经验,以及对产品图纸、技术条件、工艺文件等资料的理解来完成飞机装配单元划分的装配路线制定;装配时工件的定位和保证装配准确度的方法、装配中所用的各种连接技术、装配型架(夹具)的构造与制造技术、保证工艺装备之间的协调方法等也需要工艺人员考虑。但是由于飞机结构零件数量多、结构复杂、协调部位多,装配工艺设计不可避免地存在各种设计错误或设计不合理等问题,而这些问题往往要在产品实际装配过程中才被发现,因此造成了产品、周期、人力和费用的损失^[2]。

航空产品设计的三维数字化使得飞机制造的上游数据从以往的二维图纸转变成了三维数字模型,从而改变了传统的飞机装配技术,使得虚拟装配仿真技术在飞

机装配中得以应用。虚拟装配仿真技术在计算机里利用虚拟装配仿真软件将设计的产品三维数字模型在工艺装备三维数字模型里进行预装配,可帮助产品摆脱对试制物理样机及装配物理样机所涉及的工艺装备的依赖,有效地提高产品建模的质量、降低产品开发成本、缩短产品的开发周期。虚拟装配仿真技术是现代航空产品研制的新技术,也是并行工程的支持技术之一,在计算机上以可视化方式研究和解决产品的可行性、可达性,验证装配工艺设计的合理性^[3]。

1 虚拟装配仿真软件的特点

1.1 虚拟装配仿真软件的选择

因为航空行业建立三维数字模型所使用的CAD软件是达索系统的CATIA软件,为便于实现产品三维数字模型信息的共享,虚拟装配仿真软件可以选择达索系统的DELMIA软件。

1.2 虚拟装配仿真软件的组成

达索系统的DELMIA软件由2个相互关联的独立软件组成,数字工艺工程(Digital Process Engineer, DPE)和数字制造工艺(Digital Process Manufacture, DPM)。

DPE的主要功用是用于完成产品、工艺、资源规划的平台,并可制定产品装配流程,还可以运用Visual Basic Script脚本语言根据用户的需求进行二次开发。

DPM的主要功用是按照DPE中设计好的工艺流程对产品的装配细节进行数字化装配过程仿真和验证。利用验证的结果即可分析出产品的可制造性、可达性、可拆卸性和可维护性。

1.3 虚拟装配仿真平台

由于现在设计建立的三维数模数据信息量都比较大,所以在搭建虚拟装配仿真环境时要充分考虑客户端的计算机性能。建议客户端计算机中央处理器尽量采用四核处理器,内存不小于4G,显卡配置为高端专业图形显卡,操作系统最好是64位操作系统。

2 虚拟装配仿真技术的实施

2.1 飞机设计初级阶段

在设计部门进行产品三维数模设计时,工艺人员通过VPM系统对设计的三维数模进行工艺性审查、对产品进行工艺分离面划分,并对指令性工艺文件进行编制;工装设计部门同时进行工艺装备的设计构思。此时可以运用DELMIA软件对当前三维数模进行装配顺序的制定,为后续装配工艺规划和编制装配方案做准备。在这个阶段设计的模型会出现大量的更改、添加或删除,可通过更新设计的CATProduct、CATPart来实现产品的迭代,并完善虚拟装配仿真工作。基于三维数模和EBOM的数字装配工艺设计流程如图1所示。

2.2 飞机设计成熟阶段

(1) 三维数模的导入。

设计部门的三维数模已经进入成熟阶段,达到发布状态后,将三维数模上传到PDM中进行审签并发布。可以通过网络将EBOM和设计的三维数模下载到虚拟装配仿真数据服务器上。在DPE中的产品节点上导入产品EBOM和PBOM并关联三维数模。在对话框中填写相关信息,填写“PBOM编号”,输入数据读入行,确定要导入的EXCEL文件,然后点击“OK”开始导入, PBOM导入如图2所示。在资源节点上导入工装、工具、设备列表并关联工装、工具、设备三维数模,资源导入如

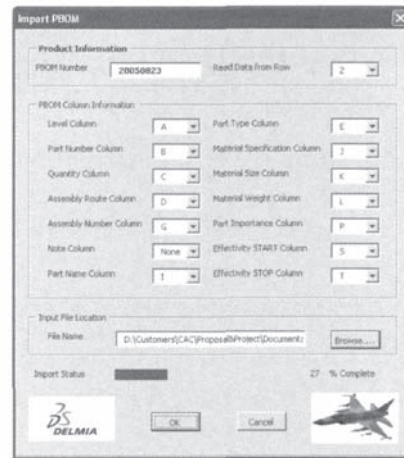


图2 PBOM导入
Fig.2 Import of PBOM

图3所示。

(2) 装配工艺规划。

在DPE中建立PBOM,用于定制相关的工艺信息(如工艺路线和工艺组合件),然后依据PBOM建立初始MBOM,定义装配工位、零件、工艺组合件。在工艺节点上对产品进行工艺规划,设置工艺分离面确定部件,按部件设置相应的装配工位,根据装配需求在装配工位上设置相应的装配大纲,并将送装件关联到装配大纲里的工序上。

(3) 装配顺序仿真验证。

在完成了装配工艺规划后,需要对装配顺序进行仿真验证,验证装配顺序的正确性和合理性。在DPM中通过PPR HUB将DPE中的工艺规划信息传到DPM三维环境中,在工艺过程节点下可以找到相应装配大纲里的工序,在工序节点上规划送装件的装配路径,确保送装件能正确地安装到指定位置上。最后将装配仿真验证的结果提供给产品设计部门和工装设计部门,供其作为修改三维数模的依据。

3 结论

通过DELMIA虚拟装配仿真软件在飞机研制阶段的应用,可以发现与传统装配设计方法有很大的不同。

(1) 摆脱二维方式的束缚。

传统装配设计方法是依据二维图纸,依靠工艺人员在头脑中抽象来形成产品

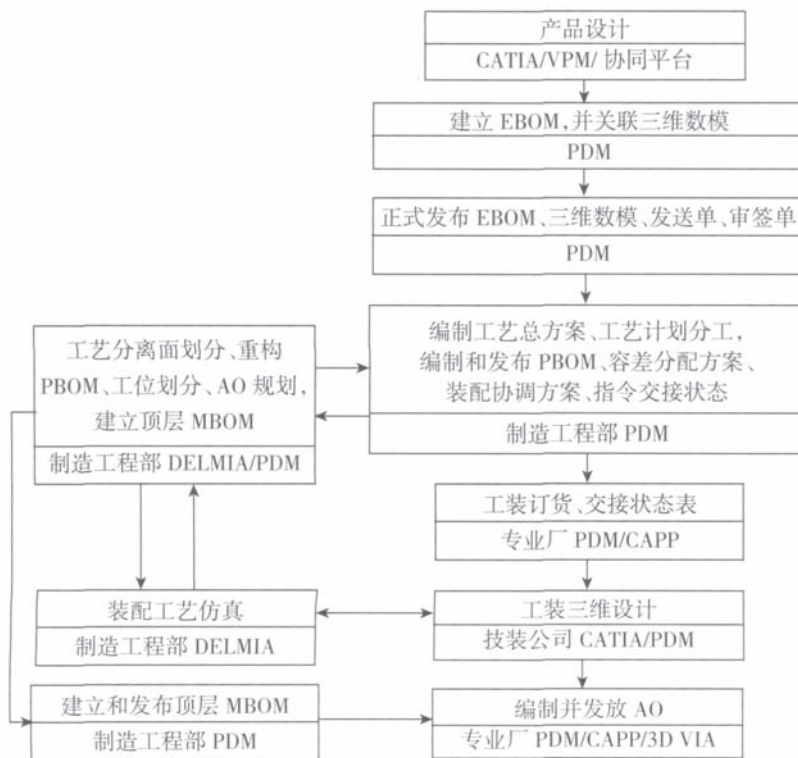


图1 数字化装配工艺设计流程

Fig.1 Process planning flow of digital assembly

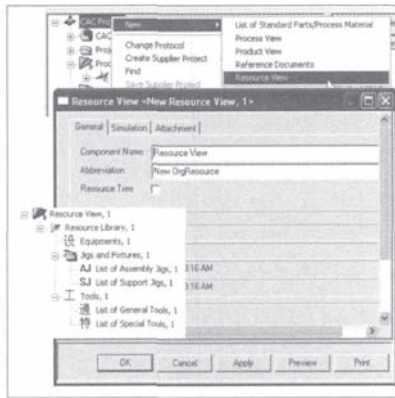


图3 资源导入

Fig.3 Import of Resource

出版社, 1999.

[3] 黄垒, 夏平均, 姚英学. 虚拟装配工艺设计技术研究与应用. 现代制造工程, 2007 (7): 52-55. (责编 小颖)

(上接第 68 页)

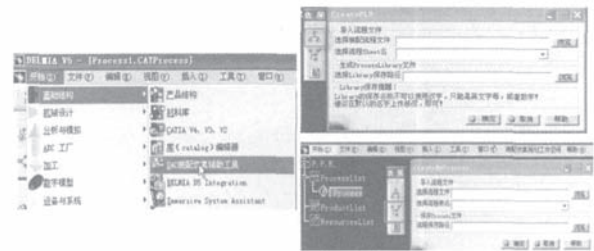


图4 自主开发的装配仿真辅助工具模块

Fig.4 Assembly simulation assist tool block of innovation

的三维装配空间, 凭借自身的技术水平和经验设计装配顺序, 最后用文字描述装配信息。而现在依靠虚拟装配仿真技术可以在计算机上完成三维数模的装配顺序制定及零件装配过程的控制, 装配工艺设计质量不再取决于工艺人员的技术水平和工作经验, 避免了因对装配信息理解的二义性所造成的装配错误。

② 更形象、直观。

由于最终形成的装配顺序是动画形式的, 所以不论是第一次接触的操作者还是对该产品结构不熟悉的人员, 都能在短时间内对要装配产品的结构及装配顺序有所了解, 并能理解工艺人员的装配工艺设计。由于二维装配信息不能准确描述装配过程, 所以装配细节被淡化, 容易造成零件无法装配到准确位置上, 而虚拟装配仿真软件却能准确地表达装配过程, 避免了上述错误的发生。

③ 装配工艺设计的优化。

由于传统装配工艺设计以二维表述为主, 工艺设计环境不具备三维工艺验证能力, 使得装配中是否干涉、装配顺序是否合理、工艺装备是否满足装配需要、操作空间是否开敞等一系列问题在产品试制阶段才能暴露出来。任何一个环节出现问题, 都会影响飞机研制的周期、质量和成本。而使用了虚拟装配仿真软件可以使这些问题在产品阶段就能发现, 减少了产品数模的更改和工装实体的返修, 减少装配工艺设计的更改, 有效地缩短了飞机装配周期, 保证了飞机研制的质量和进度。

参 考 文 献

[1] 范玉青. 现代飞机制造技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
 [2] 布斯劳. 面向制造与装配的产品设计. 北京: 机械工业

4 总结与展望

沈飞公司在某型机研制中应用装配仿真技术, 对全机部、总装主要装配单元进行仿真验证, 提前发现并解决产品设计、工装设计和工艺流程设计等各类对装配影响严重的若干项干涉问题, 使现场协调问题大幅度减少, 典型部件装配周期缩短 30%~50%。经实践证明, 装配仿真技术的应用可以强化各部门的协调能力, 实施并行工程, 提前发现并解决产品、资源和工艺设计中存在的各种问题, 优化装配工艺, 减少技术决策风险, 降低技术协调成本, 而且能生动直观地展示产品的装配过程, 满足企业装配现场可视化培训指导的需求, 这对于改善产品装配质量, 提高装配效率具有重要意义。但在应用中也存在一定的缺陷:

① 现有装配仿真软件在人机应用方面不够便捷。如人体模型没有自适应能力, 需要交互设置姿态, 且生成的姿态不够灵活实用, 甚至不合理; 人体负载能力需要凭经验判断, 无分析功能等。

② 能够发现理论上存在的装配干涉, 但不能分析生产中常见的应力装配问题, 对于装配误差积累的分析、装配顺序对装配应力的影响、零件制造误差对装配方案的影响等缺乏分析和预见的手段。

③ 当前虚拟装配涉及到的技术和表达方式没有建立统一的标准, 影响了该技术在行业内的应用效果。

综上所述, 装配仿真技术的应用研究如结合装配公差分析技术、有限元分析技术和虚拟现实技术综合应用, 将会取得更好的应用效果。此外, 要建立完善的技术规范支撑装配仿真技术的应用才能得到较好的效果, 实现装配仿真技术应用的标准化是发展的必然趋势。

(责编 淡蓝)