

DELMIA在某民机前货舱门 装配仿真中的应用

Application of DELMIA in Assembly Simulation of
One Civil Aircraft Front Good Hatch Door

沈阳航空航天大学 杨敬萍
沈阳飞机工业(集团)有限公司 杜宝瑞 郭洪杰



杨敬萍

沈阳航空航天大学硕士研究生,主要研究方向为计算机集成制造技术与虚拟制造。

大型民用飞机结构复杂,通常一架大型飞机需要 600 多万个零件连接、装配而成。据统计,装配安装工作量约为全机生产工作量的 45%~60%,装配工作的周期占全机生产周期的 50%~75%^[1]。为此,节约装配成本是降低飞机生产成本的重要方面。

随着数字化技术的应用,沈飞公

在现代自动化作业系统中,操作和管理的大多是一些复杂系统和各种数字化设备,这对操作人员观察周围环境和完成精准操作任务的要求很高。通过人机工程技术分析,可以对这些复杂、易错的任务逐个分析,合理分配注意力、安排操作顺序,既减轻操作人员的工作负荷又避免出错,切实提高人机工效。

司的生产模式正逐步由传统模式向现代模式转变,飞机产品从设计到制造、装配、检验维护的各个环节都在一定程度上使用了计算机辅助技术,尤其是装配仿真技术的应用,打破了“设计—制造—评价”和“实物验证”这一传统模式^[2],在产品上游设计阶段即可消除潜在的装配冲突与缺陷、评价生产的可行性和产品的装配性能,及早发现工艺中存在的各种结构性和空间性问题,并将这些信息反馈给设计人员,结合人机工效评估结果对工艺方法、工装结构和生产线布局等进行优化。

数字化装配工艺设计与过程

仿真软件的典型代表是 DELMIA (Digital Enterprise Lean Manufacturing Interactive Application)。DELMIA^[3]软件的主要功能包括:制定面向制造工艺流程的概念和预计划;模拟和监视制造流程,优化资源(如车间、装配线、工作单元、工人和机器人等);对车间的规划,如制造能力计划、实施和监控等。在装配仿真中主要使用 DELMIA 的验证功能,使用 DPM 模块和人机工程模块分别进行工艺验证和对工人现场实际操作的模拟、验证工人动作的可达性。

本课题主要就 DELMIA 软件在某型民机前货舱门的工艺与人机工

程仿真中的应用进行的阐述,并结合在仿真过程中出现的一些问题进行探讨和研究。装配仿真工作流程如图1所示。

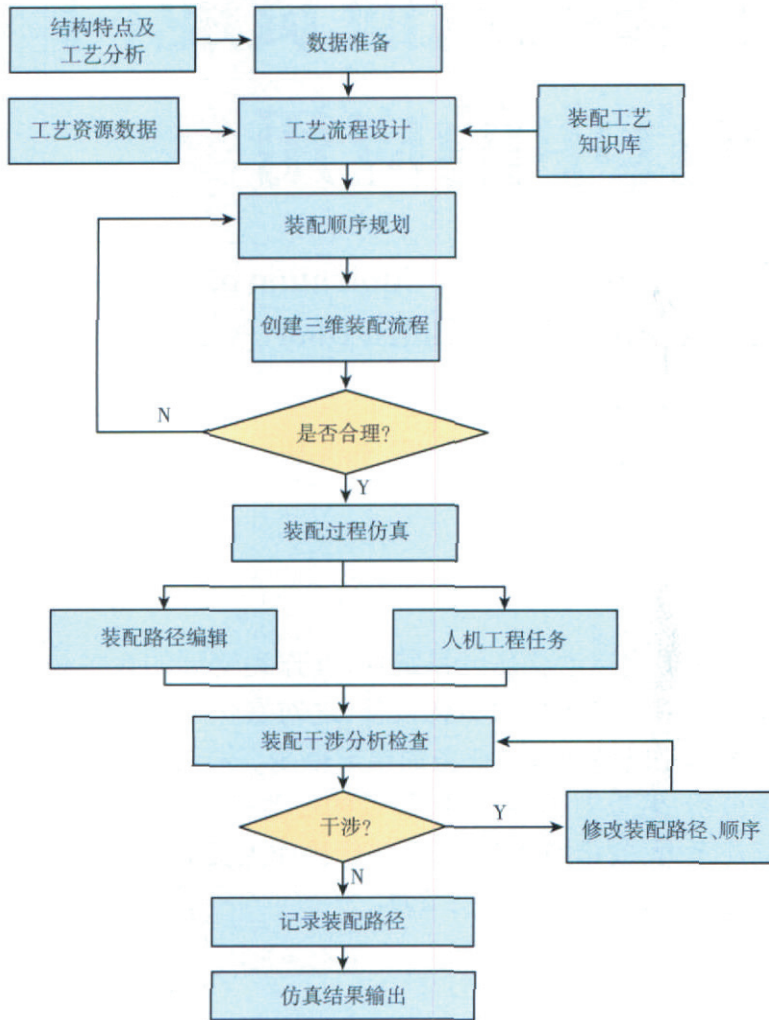


图1 装配仿真工作流程

前货舱门装配的工艺过程仿真

1 前货舱门部件装配特点及要求

前货舱门部件结构是某飞机中重要的结构件之一,其装配工艺技术要求高。前货舱门主要由梁、定位框、带板、侧边、内外壁板、红口盖及其组件等组成。其装配流程主要包括以下几个部分:

- (1) 定位框及梁的组装;
- (2) 定位框在柔性工装架上的定位;

(3) 带板、侧边、内外壁板、红口盖及其组件在舱门骨架上的装配。

定位框及梁的组装在小工装架上进行,通过插销定位、卡板夹持固

定。梁的两端部通过各自安装型面定位,用插销固定,卡板夹紧,靠角片、带片与梁中间段连接完成部件的装配。

定位框在柔性工装上的定位非常重要。两定位框的相对位置直接决定了整个骨架装配的外形尺寸,靠柔性工装架左右两侧的定位夹具定位和夹紧。依次调整好工装架的上下横梁的夹具位置,夹持固定好舱门各骨架梁,完成骨架装配。

内外壁板的装配主要靠铆接。骨架装配的准确度直接影响壁板与骨架形状的协调性,同时还要在壁板上加外力,以减小铆接后壁板与骨架之间的间隙,减少装配变形。

2 数据的准备

打开 DELMIA 软件的 DPM 工作环境,将相应的产品数据和工装数据调入,如图2所示。根据工艺部门提供的装配大纲中存贮的工艺数据进行装配仿真准备。

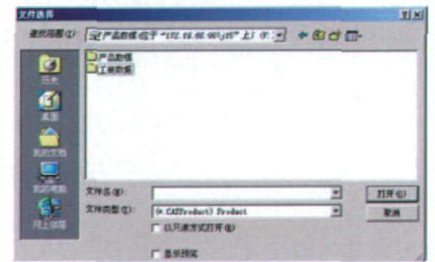


图2 工装数据调入

3 装配工艺过程仿真

装配过程模拟通过装配路径的有序创建实现。在 DELMIA 软件中装配仿真的实现是基于“可拆即可装”的工作原理,装配路径的生成首先是一个拆除产品的过程,顺序恰好与装配顺序相反。装配过程仿真通过将拆除产品的路径进行逆转,然后进行有序装配实现。

根据装配工艺要求,制定装配工艺流程,如图3所示。采用 DELMIA 软件的 DPM 模块进行装配过程仿真。为各装配部件设计合理的运动路径,依次编辑并记录运动路径,形

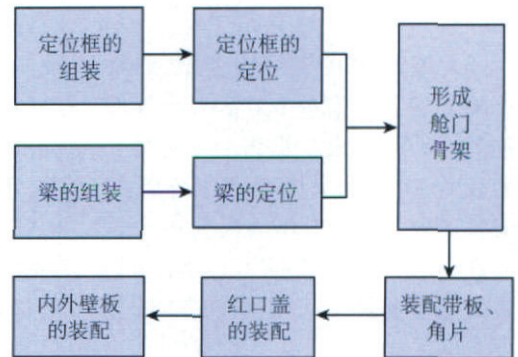


图3 装配工艺流程

成一个系统的连续的装配过程,完成整个装配过程。同时,可以通过自动演示效果对编辑的工艺流程做出评价。

4 装配干涉检查

装配干涉检查的是零件在沿着模拟装配路径的移动过程中,其几何要素是否与周边的环境有碰撞。在三维环境中,干涉和碰撞区域可以以红色显示的方式直观显示出来。其重要意义就在于通过对装配过程的模拟提前发现各种干涉问题,优化工艺方案,以达到缩短装配周期、降低装配成本的目的。

在装配工艺仿真过程中工装与工装之间、产品与产品之间及工装与产品之间有干涉,会影响舱门组件的装配,应当及时与工艺制造部门交流,修改相应的数模数据。直到整个装配仿真过程经验证无误后,就可以按照需要定制生成相关的文档,将仿真过程制成视频文件,用于指导生产实践。

前货舱门装配的人机工程仿真

在产品的装配过程中,人的参与必不可少,为了更真实地反映现场的工作状态,建立人体模型资源模型库。根据需要调入不同姿态人体模型、添加必要动作和路径就可以仿真实际工人的工作状态(如产品搬运、工具的拾取、仪器的操作过程中等人体动作的过程),进行装配仿真的人机工程仿真。

1 人机工程数据准备

根据装配大纲要求,前货舱门部件中铆钉的安装和定位框、梁的移动和装配均要求用人体模型来模拟,以更好地指导现场工人作业操作的顺序、需要铆接的位置和数量。

所以前货舱门装配仿真中的铆钉安装使用 DELMIA 软件的人机模块,在装配工作区中加入了人体模型,来模拟工人组装定位框和梁、移动装配

好的定位框和梁、定位装配舱门骨架、使用铆枪完成安装铆钉的动作等,同时加入工作台、铆枪等必要工具,如图4所示。

2 人机工程仿真

将人机模型插入当前工作区,调整模型姿态,创建人机任务,让人体模型首先完成定位框、梁的装配并把它们装配到大柔性工装架上,采用铆枪在预钻孔处工作,并加入走步、侧移等行为。然后将人体模型作为资源指定到目录树相关的 Activity 上,再选择所创建的相应任务,激活,这样播放仿真动画时,便可看见人的动作。

例如,在安装梁与内外壁板连接处的铆钉时,因为梁立起来较高,梁的上端要固定在工装架的上横梁上,上部边沿铆钉安装位置靠上,所以要求工人要爬上工作台并左右移动,完成这一高度范围内梁的固定和铆钉的铆接。这时 DELMIA 仿真软件很好地模拟了工人工作的实际场景,从而得到了所要搭建的支撑工人工作的工作平台的高度范围和宽度范围,

以达到舱门立在柔性工装架上完成装配的要求,为装配工艺装备的搭建设计提供参考,如图5所示。

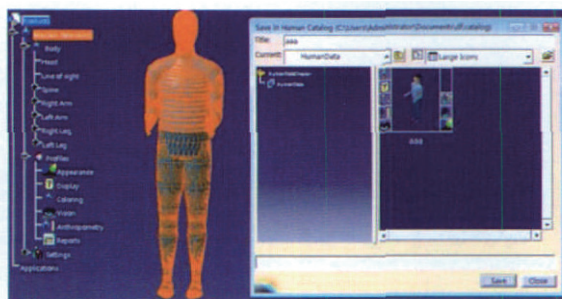


图4 插入人体模型



图5 现场工作场景

结束语

在现代自动化作业系统中,操作和管理的大多是一些复杂系统和各种数字化设备,这对操作人员观察周围环境和完成精准操作任务的要求很高。通过人机工程技术分析,可以对这些复杂、易错的任务逐个分析,合理分配注意力、安排操作顺序,既减轻了操作人员的工作负荷又避免出错,切实提高人机工效。这对于复杂环境中操作规程的管理有着重要的参考价值。

参考文献

- [1] 姚任远,蔡青. 飞机装配技术. 北京:国防工业出版社,1993:24.
- [2] 郭洪杰. 装配仿真技术在飞机并行设计阶段的应用. 航空制造技术,2009(24):65-71.
- [3] 佟立杰,刘春,郭希旺. DELMIA 在某机尾椎装配仿真中的应用. 沈阳航空工业学院学报,2009(4):11-14.

(责编 良辰)