

基于 Tecnomatix 的装配工艺设计与仿真

袁永建¹, 周耀华², 王英健¹

(1. 中国空空导弹研究院, 洛阳 471099;

2. 上海汽车集团股份有限公司, 上海 200041)

[摘要] 针对传统二维装配工艺不具备接收三维信息的现状, 基于 Tecnomatix 软件平台, 应用三维 MBD 模型开展装配工艺设计及仿真, 达到提高装配工艺设计质量和效率, 减少工艺返工, 缩短工艺准备周期, 提高工艺指导现场能力的目标。

关键词: Tecnomatix; PBOM 管理; 装配工艺设计; 装配工艺仿真

Assembly Process Design and Simulation Based on Tecnomatix

YUAN Yongjian¹, ZHOU Yaohua², WANG Yingjian¹

(1. China Airborne Missile Academy, Luoyang 471099, China;

(2. Shanghai Automotive Industry Corp (SAIC) Motor Co., Ltd., Shanghai 200041, China)

[ABSTRACT] Because the traditional 2D assembly process could not accept 3D information, we have studied assemble process design and simulation based on Tecnomatix soft platform by MBD model, so as to improve quality and efficiency of assemble process design, reduce process reiteration and the preparative-time, and improve the capability of guide production.

Keywords: Tecnomatix; PBOM management; Assemble process design; Assemble process simulation

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2016.07.097

在产品阶段, 设计人员基于模型的定义 (Model Based Definition, MBD) 开展三维产品设计, 其包含产品的几何信息、制造信息以及管理信息, 三维产品信息具备了从设计系统向工艺系统传递的条件, 为工艺系统基于三维模型开展工艺设计奠定了基础。

基于三维模型的装配工艺设计及仿真是在传统的装配工艺设计基础上, 利用虚拟现实技术和三维 MBD 模型, 在产品数字样机阶段验证装配工艺合理性和正确性的一种工艺手段, 为解决航空等复杂产品的装配工艺设计提供了一种新的解决方案^[1]。Tecnomatix 是西门子公司推出的数字化工艺软件平台, 在国内外航空、航天等行业复杂产品中得到深入应用。本文基于 Tecnomatix 软件平台开展基于三维模型装配工艺设计及仿真技术的研究, 使工艺人员在可视化环境中快捷地进行工艺设计、仿真及优化, 实现设计、工艺并行协同, 最终达到缩短工艺准备周期, 提高装配工艺设计质量的目标。

1 总体架构

Tecnomatix 软件平台主要包含装配工艺设计和装

配工艺仿真两个模块。其中装配工艺设计模块主要用于制定工艺流程, 调整 BOM 结构, 定义装配工序、工步结构, 关联装配资源信息; 装配工艺仿真模块主要进行装配工艺过程仿真实验验证。

基于 Tecnomatix 的装配工艺设计及仿真系统采用 3 层体系架构, 总体技术路线如图 1 所示。界面层包含装配工艺设计和装配工艺仿真两个应用模块; 应用层包含工艺物料清单 (Process Bill of Material, PBOM) 管理、装配工艺设计、装配工艺仿真以及工艺输出等功能^[2]; 数据层包含工艺过程中所需要的装配工艺资源如工装工具、BOM 信息、工艺知识、装配操作等信息^[3]。

2 PBOM 管理

PBOM 不仅是产品设计与工艺设计的交接点, 也是工艺设计和管理的起点, 以及制造物料清单 (Manufacturing Bill of Material, MBOM) 的生成源头, 是组织企业工艺工作的基础^[4-5]。工艺部门围绕 PBOM 开展工艺分工、工艺计划管理、工艺规程编制、工艺知识管理、工艺审批流程控制以及工装设计等工作。

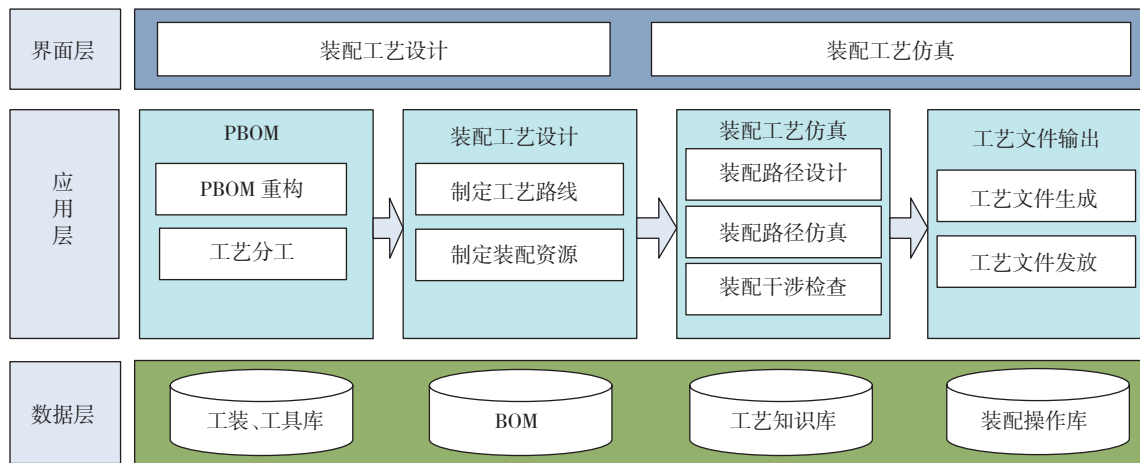


图1 基于Tecnomatix的装配工艺设计及仿真总体架构

Fig.1 System architecture of assembly process design and simulation based on Tecnomatix

通过 Tecnomatix 软件系统读取产品数据管理 (Product Data Management, PDM) 系统中的工程物料清单 (Engineering Bill of Material, EBOM) 及相应的产品轻量化模型。根据产品的结构特点和装配关系,在可视化环境中设置工艺组件,划分工艺组件所属的零组件,完善零组件的工艺信息,调整零组件层次关系,最终形成完整的 PBOM。基于 PBOM 指定零组件的制造部门,完成型号的工艺分工。EBOM 向 PBOM 转换过程及基于 PBOM 的工艺分工如图 2 所示。

3 基于 Tecnomatix 的装配工艺设计

基于 Tecnomatix 的装配工艺设计是在装配工艺设计模块中开展制定装配工艺路线、定义装配资源以及工

序的详细设计等过程。

3.1 制定工序路线

工艺设计人员接收任务后梳理工艺流程,确定产品在装配过程中所需的装配工序,制定工序之间的顺序,形成装配工艺流程;制定零组件装配的优先级、重要特性的保证措施等;添加装配工序需要的辅助性信息以及其他约束条件,最终形成装配工艺路线^[6]。

3.2 确定装配资源

在工艺设计过程中,主要涉及到配套的零组件、工艺和资源等 3 种制造约束条件^[7]。定义装配资源是在制造约束条件下指定各个装配工序所需要的零组件、辅材、制造资源 (工装、设备、工位等) 等信息,并实现各种信息之间的关联。

3.3 工序详细设计

工艺路线形成并且具备装配所需资源后开展工序详细设计,编制详细的工序操作步骤。在工艺路线的工序下创建工作步,填写工序 / 工步的名称、代码等基本信息和编写详细的操作说明、技术条件和注意事项等。

装配工艺设计完成后形成装配过程信息结构树,如图 3 所示,包含具有顺序关系的各个装配工序以

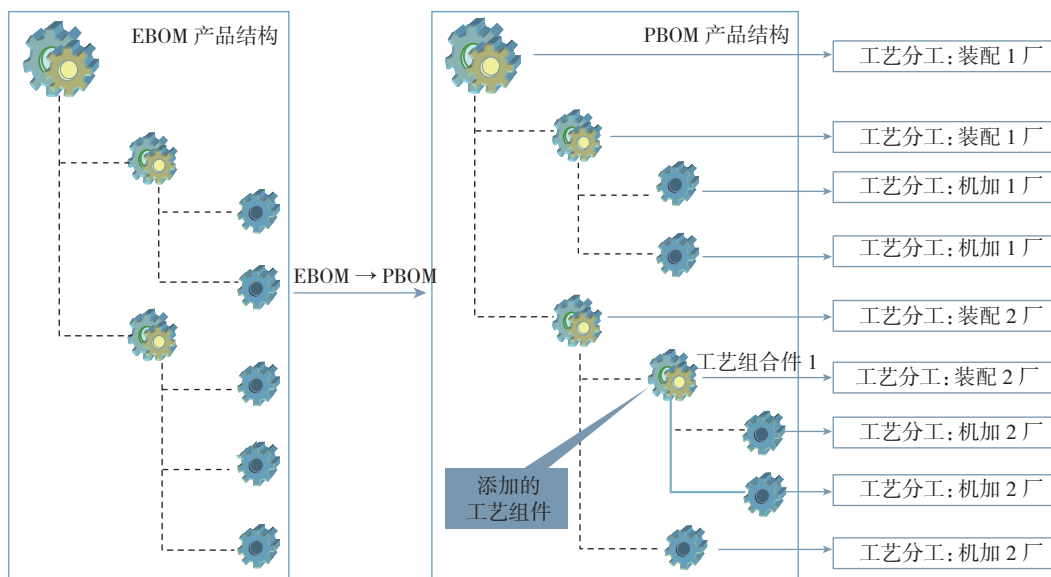


图2 EBOM转换及工艺分工

Fig.2 EBOM conversion and technology division

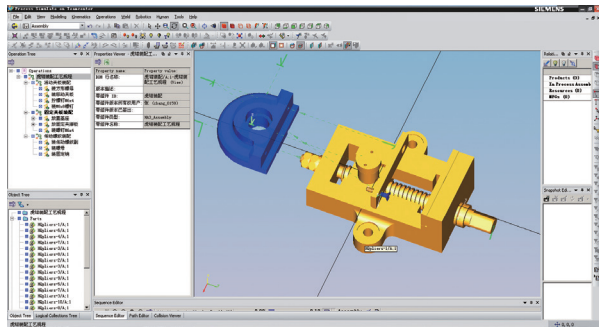


图3 装配工艺设计
Fig.3 Assembly process design

及对应的装配件和装配资源。

4 基于 Tecnomatix 的装配工艺仿真

借助装配工艺仿真模块,工艺人员直接利用 MBD 设计模型,在产品研发早期,工艺人员同步进行装配工艺技术研究,仿真产品的装配过程,验证产品的工艺性。装配工艺仿真如图 4 所示,详细过程如下。

4.1 装配路径设计

完成装配工艺设计后,在包含装配所需的工装、工具以及产品三维模型的可视化环境当中规划零部件的装配路径。按照工序操作步骤,针对每个零组件的操作要求,按照“拆卸的反向即是装配”的原则,通过建立零件的拆卸路径,沿着这一路径移动零件并记录下零件的位置,反向操作后形成装配路径。

4.2 装配路径仿真

根据装配路径对装配过程进行模拟,以保证装配路径的可行性,验证零(组)件的装配顺序、装配路径、装配操作姿态等的合理性以及装配所需要的工装、工具等的可达性和装配操作空间的开敞性^[8]。通过仿真验证,对工艺过程进行优化,最终得到合理的装配路径。

4.3 装配干涉分析

使用装配干涉分析功能实现零组件与零组件、零组件与工装的干涉检查。在零组件装配移动过程中实时进行干涉检查,检查零组件、工装在装配过程中是否和

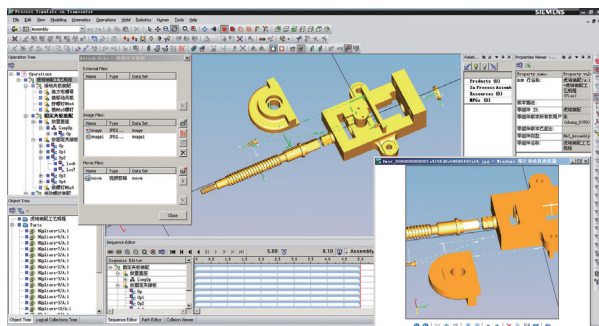


图4 装配工艺仿真
Fig.4 Assembly process simulation

其他零组件或装配资源发生干涉^[9]。模拟零组件在装配过程中可能发生的事件,帮助用户分析装配过程并检测可能产生的错误,当遇到干涉和失调时能够及时停止仿真,允许在整个过程中标注和修改出现的问题。

干涉检查包含静态干涉和动态干涉两种。选择要检查的对象,开启干涉检查,如有静态干涉,高亮显示发生干涉的部位。动态干涉检查是在仿真过程中,当零(组)件在装配过程中出现干涉,系统会高亮显示干涉的零组件或工装,工艺人员可修改装配顺序或调整装配路径,保证零件装配过程的开敞性和可达性。

5 装配工艺的输出

工艺人员在 Tecnomatix 系统中完成了装配工艺设计,并通过仿真验证装配工艺过程的准确性,得到优化后的装配工艺设计结果。由于 Tecnomatix 系统不具备完整的工艺文件输出能力,需要结合企业通过二次开发方式完成。装配工艺的输出形式有多种,结合企业特点选择在 PDF 软件基础上进行二次开发^[10],采取在传统二维工艺基础上增加三维信息的工艺展现形式。

PDF 格式的装配工艺包含管理信息(名称、图号以及工序号等)、工艺操作内容、三维模型、图片以及 AVI 格式的视频动画。装配工艺经过审批归档后发布到生产现场,从而指导现场工人准确、快速地进行装夹、装配、拆卸、维护等操作。PDF 格式的装配工艺文件如图 5 所示。

产品名称	虎钳	产品图号	HQ000	工艺名称	虎钳装配	工艺图号	Z-HQ000	工序号	10
零部件配套					模型展示				
序号	图号	名称	数量						
1	HQ001	移动夹板	1						
2	HQ002	夹持块	1						
3	GB/T68-2000	螺钉 M4x6	2						
4	HQ003	螺钉 M5x8	1						
工装									
序号	图号	名称	备注						
1	THQ-1	支撑垫块							
2	S5	螺丝刀							
工序内容									
步骤 1 装移动夹板,用两个 M4X6 螺钉拧紧,力矩 2.5N.m. 步骤 2 用螺丝刀将 M5X8 螺钉拧紧,力矩 3N.m.									

图5 工艺展现形式

Fig.5 Process representation

6 结束语

基于 Tecnomatix 软件平台针对装配工艺设计及仿真技术中的 PBOM 管理、装配工艺设计、装配工艺仿真以及装配工艺输出等关键技术进行了论述,能够实现装配工艺过程的可视化,提高装配工艺的数字化水平。由于三维装配工艺技术是一项复杂的技术体系,还需深入开展研究和工程应用。

(1)开展基于制造成熟度的装配工艺性评估。定义制造成熟度标准体系,在产品研制阶段开展工艺性评

估,进一步增强设计、工艺的并行协同能力,实现面向制造的设计。

(2) 丰富装配工艺的表达形式。开展全三维装配工艺设计是装配工艺技术发展的趋势,后续需研究全三维工艺信息的表达模式,丰富工艺的展现形式,进一步提高工艺指导现场的能力。

(3) 实现系统紧密集成。定义企业异构信息系统的集成接口规范,开发与PDM、MES等系统的集成接口,打通产品设计、工艺设计以及生产现场的信息流,实现工艺的桥梁作用。

参考文献

[1] 夏平均. 基于虚拟现实的卫星装配工艺设计方法及其应用[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2007.

XIA Pingjun. Research on VR-based assemble process design method and Its application for satellite[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2007.

[2] 李博, 贾晓亮, 田锡天, 等. 面向 PLM 的航空复杂产品装配工艺规划、设计与仿真技术[J]. 航空制造技术, 2013(20):38-42.

LI Bo, JIA Xiaoliang, TIAN Xitian, et al. PLM-oriented assembly process planning, design and simulation technology of complex aeronautical product[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2013(20):38-42.

[3] 贾晓亮, 张振明, 田锡天, 等. 面向飞机制造企业基于 3D-PLM 的快速工艺准备技术研究[J]. 航空制造技术, 2009(1):83-87.

JIA Xiaoliang, ZHANG Zhenming, TIAN Xitian, et al. Rapid process planning technology based on 3D-PLM for aircraft manufacturing enterprise[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2009(1):83-87.

[4] 程铮, 唐定勇, 陶以政. 飞机 PBOM 的生成及其管理技术[J]. CAD/CAM 与制造业信息化, 2008(9):21-24.

CHENG Zheng, TANG Dingyong, TAO Yizheng. The technology of aircraft BOM fabrication and management[J]. Digital Manufacturing Industry, 2008(9):21-24.

[5] 褚士震, 贾晓亮, 耿俊浩, 等. 面向制造的重型装备产品 BOM 管理方法研究[J]. 制造业自动化, 2013, 35(6):34-38.

CHU Shizhen, JIA Xiaoliang, GENG Junhao, et al. BOM management method of heavy equipment for manufacturing[J]. Manufacturing Automation, 2013, 35(6):34-38.

[6] 郝磊, 吴波. 基于 Tecnomatix 的高速列车虚拟装配应用研究[J]. 机械与电子, 2011(2):31-33.

HAO Lei, WU Bo. Research on virtual assembly of CRH on the basis of Tecnomatix platform[J]. Machinery & Electronics, 2011(2):31-33.

[7] 刘阳, 李艺, 孙冲, 等. 基于装配工艺规程的产品虚拟装配技术[J]. 机械设计与制造, 2005(3):90-92.

LIU Yang, LI Yi, SUN Chong, et al. Product virtual assembly technology based on assembly process specification[J]. Machinery Design & Manufacture, 2005(3):90-92.

[8] 田富君, 张红旗, 陈帝江, 等. 基于 Tecnomatix 的三维装配工艺设计与仿真技术研究[J]. 制造业自动化, 2013(15):11-13.

TIAN Fujun, ZHANG Hongqi, CHEN Dijiang, et al. Three-dimensional assembly process planning and simulation technology based on

Tecnomatix[J]. Manufacturing Automation, 2013(15):11-13.

[9] 石炳坤, 贾晓亮, 白雪涛, 等. 复杂产品数字化装配工艺规划与仿真优化技术研究[J]. 航空精密制造技术, 2014, 50(1):46-48.

SHI Bingkun, JIA Xiaoliang, BAI Xuetao, et al. Study on complex product digital assembly process planning and simulation optimization system[J]. Aviation Precision Manufacturing Technology, 2014, 50(1):46-48.

[10] 于小龙, 贾晓亮, 耿俊浩, 等. 基于轻量化模型的三维装配工艺文件生成方法[J]. 中国制造业信息化, 2011, 40(13):15-18.

YU Xiaolong, JIA Xiaoliang, GENG Junhao, et al. Research of 3D assembly process generation method based on minimum weight[J]. Manufacturing Information Engineering of China, 2011, 40(13):15-18.

(责编 古京)

(上接第96页)

Jiangsu Aviation, 2010(S2):2-4.

[2] LOVE M H, ZINK P S, STROUD R L, et al. Impact of actuation concepts on morphing aircraft structures[R]. AIAA 2004-1724. 2004.

[3] LIU Y, KAPANIA R K, GERN F H, et al. Equivalent plate modeling of arbitrary planform wings[C]//Proceedings of International Conference on Computational Engineering and Sciences. Los Angeles, 2000:21-25.

[4] GERN F H, INMAN D J, KAPANIA R K. Structural and aeroelastic modeling of general planform UCAV wings with morphing airfoils[R]. AIAA-2001-1369, 2001.

[5] RAKESH K K, YOUHUA L. Static and vibration analyses of general wing structures using equivalent plate models[R]. AIAA-2000-1434, 2000.

[6] JOSHI S P, TIDWELL Z, WILLIAM A C, et al. Comparison of morphing wing strategies based upon aircraft performance Impacts[C]//Proceedings of 45th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics & Materials Conference California, 2004.

[7] 李毅, 杨智春. 翼飞行器机翼折叠过程的颤振仿真分析[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(22):7069-7072.

LI Yi, YANG Zhichun. Simulation and flutter analysis of wing folding process of folding wing aircraft[J]. Journal of System Simulation, 2009, 21(22): 7069-7072.

[8] 董文俊, 孙秦. 折叠翼变体飞机的传动机构设计和驱动方式优化分析[J]. 航空工程进展, 2011, 2(2): 84-88.

DONG Wenjun, SUN Qin. The transmission design and driving optimization of folding wing aircraft[J]. Dvances in Aeronautical Science and Engineering, 2011, 2(2): 84-88.

[9] 张爱华, 秦武. 以色列军用小型无人机发展概览[J]. 飞航导弹, 2010(2): 19-23.

ZHANG Aihua, QIN Wu. Review of American mini-UAVs[J]. Aerodynamic Missiles Journal, 2010(2): 19-23.

[10] Proctor Sam. Aircraft with folding wings:GB2434783[P]. 2007-08-08.

[11] 威廉·兰道尔·麦克唐奈. 斜置翼身融合飞机:200880105018.0[P]. 2008-08-29.

MCDONNELL W R. Canted Blended wing body (BWB) UAV:200880105018.0[P]. 2008-08-29.

(责编 古京)