

基于MBD技术的航空发动机制造数字化工艺准备应用

Technological Planning Application of MBD in Aeroengine Manufacturing Enterprise

中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司 唐秀梅 李海泳 徐金梅



唐秀梅

中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司技术中心工艺所研究员级高级工程师,中航工业发动机公司首席技术专家,从事航空发动机机匣制造技术研究工作。

MBD 工艺模式在航空制造企业成功实施应用是一系统工程,首先要突破传统的二维观念认识,还要不断完善系统应用环境以及现场软件条件,提高人员综合素质,MBD 工艺才会不断完善基于模型的设计、工艺、制造、检测等应用。

制模式,由于现行工艺中每道工序都需要配以图形进行说明、标注等,需做大量的图形绘制工作,同时加工信息也要进行详尽的说明(见图1),由于数据源不唯一,人工获取与处理MBD 模型的信息势必造成信息重复录入和人为失误带来数据不一致的情况发生,工艺员不增值劳动太多,巨大的人力、物力消耗在与工艺设计

无关的环节上^[1]。

由图1可以看出,工序图设计由二维CAD工具绘制图形,工序加工信息在CAPP软件添加,加工数据需要不同软件平台支撑,增加了企业成本,制造协同的数据链条被打断,重复性工作劳动强度大,工艺数据一致性和完备性由人为保证,容易出错并使审核环节成为效率瓶颈^[1]。

MBD 是一种以三维模型数据为数据传递依据的全信息模型,用来描述几何形状信息、产品制造信息(尺寸、公差、技术要求等)、属性(设计属性、制造属性、分类属性、编码属性等),使三维实体模型数据作为生产制造过程中的唯一依据,实现设计、工艺、制造、检测等应用高度集成。MBD 的提出直接改变了现有工艺编



图1 现行工艺模式

基于 MBD 数字化工艺模式需求

基于 MBD 工艺模式需求是以设计部门提供的唯一数据源 MBD 模型为依据,完成 MBD 模型的设计,MBD 模型的 PMI 尺寸公差、形状位置公差等内容直接表达以及制造加工信息等工艺数据 PMI 表达,充分利用三维手段表达加工制造信息,工艺数据一致性和完整性无需人为干预,再将 MBD 模型表达的加工信息自动提取到工艺规程,如图 2 所示。

基于 MBD 实施关键技术

(1) MBD 模型工艺数据转化技术。

依托设计 MBD 模型,通过主模型技术、Wave 技术、特征建模、同步建模等建模技术手段构建工艺模型,工艺模型是所有工序模型的装配集合^[2],工序模型通过 PMI 表达,实现工序模型的所有加工信息(PMI 尺寸、技术条件、相关制造信息等)表达。

(2) MBD 模型信息的提取技术。

模型实体、尺寸、形状和位置公差等内容信息通过 Wave 技术关联引用,模型加工信息通过获取当前 MBD 模型中的数据,再根据需要导出相应的数据结构,将其替代工艺文件模板中的关键字,具体替代规则通过专门配置,实现 MBD 模型信息按不同需求部门的自动转化与提取。

(3) PMI 视图表达的轻量化模型输出技术。

每道工序模型用 PMI 视图表达整个工序要加工的信息,即每道工序模型中包含多个 PMI 视图,采用多个视图方式进行模型信息表达,将每个 PMI 视图都导出对应的 JT 文件,PMI 剖切视图在轻量化模型中也可正确显示。

(4) 轻量化模型表达的三维工艺规程自动生成技术。

在 NX 系统内开发工具自动生成 IE 浏览页形式的文件,IE 文件采用多个网页方式,每一页显示不同的视图,依据视图名称提取视图显示在需要的网页页面上,不许人工选择干预。每个视图都以轻量化模型的方式输出和显示,而不是用图片方式显示。同时显示该视图的 PMI 信息,而不是模型所有的 PMI 信息;同时支持 PMI 剖切视图的显示;有操作工具可以旋转、放大、缩小等,且在旋转放大缩小之后能够返回到视图缺省状态。

毛料设计、工装设计以及工艺性审查等,然后对数据进行正式发放,并行实现 MBD 设计模型的定义。

2 基于 MBD 的工艺设计

基于 MBD 工艺设计是以设计部门提供的唯一数据源 MBD 三维模型为依据,在 PDM 系统构建工艺路线、创建工序模型,通过 PMI 表达工序加工信息,输出轻量化模型,自动生成 MBD 三维工艺规程^[1],省去三维模型转化二维图纸过程,提高了工艺编制效率,实现无纸化加工。

3 基于 MBD 的工装设计

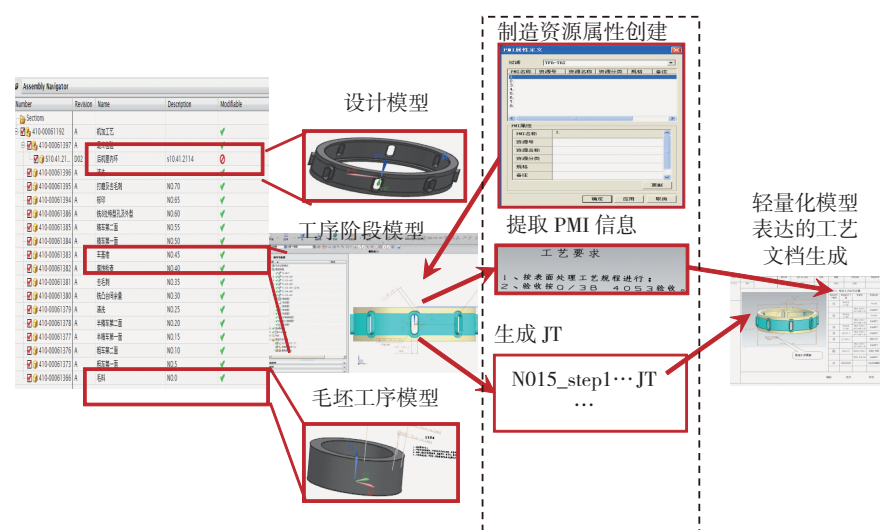


图2 基于MBD技术工艺模式

基于 MBD 数字化工艺准备实践

基于 MBD 数字化工艺准备是在 PDM 系统下,直接引用设计部门提供的 MBD 三维模型,快速完成工艺建模,使用 MBD 三维模型进行工艺准备。主要包括基于成熟度的协同(工艺性审查)、基于 MBD 的工艺设计、基于 MBD 的工装设计、基于 MBD 的数控编程及仿真、基于 MBD 的数字化检测以及基于 MBD 的数字化标准体系 6 大部分。

1 基于 MBD 成熟度的协同

设计部门协同工艺部门首先完成 MBD 数据预发放,实现工艺部门

基于 MBD 工装设计是指通过快速建模方法,将设计部门提供的 MBD 三维模型转化为工序模型,直接利用三维工序模型进行工艺装备设计,应用于虚拟加工技术,模拟仿真实物加工状态,分析零件变形和工装合理性,根据分析结果优化加工参数和工装结构,保证加工精度,满足工艺要求,实现工艺编制与工装设计并行,缩短工艺准备时间。

4 基于 MBD 的数控编程及仿真

基于 MBD 数控编程及仿真验证是在构建的切削参数及仿真资源库的基础上,直接使用三维工序模型,编制数控加工程序,进行加工过程数控仿真验证,结合三维工艺设计内

容,形成三维可视化操作说明书,见图3。

5 基于 MBD 的数控检测及仿真

基于 MBD 技术的数字化检测是指直接使用设计部门提供的 MBD 三维设计模型,采用脱机编程技术,进行检测路径规划,通过后置处理程序生成机床在线测量程序或三坐标测量程序,减少占机时间,提高设备利用率,实现自动化检测及信息化管理,如图4所示。

6 基于 MBD 的数字化标准体系

以型号研制需求为牵引,以 PDM 系统平台为基础,从基于 MBD 成熟度的协同、工艺设计、工装设计、数控编程及仿真、数控检测及仿真、MBD 数据重用等内容,梳理业务流程,制定面向 MBD 的数字化制造规范标准,满足标准化的要求并规范技术人员的行为。

基于 MBD 工艺设计实施应用

(1)设计 MBD 模型定义。设计部门协同工艺部门,首先完成 MBD 数据预发放,实现工艺部门毛料设计、工装设计以及工艺性审查等,然后对数据进行正式发放,并行实现 MBD 设计模型的定义。

(2)设计 MBD 模型转化工艺 MBD 模型。基于设计 MBD 模型,应用主模型技术、Wave 技术、特征建模、同步建模等建模技术手段实现工艺模型的转化与表达,工序模型通过 PMI 建模表达,完成工艺信息(PMI 尺寸、技术条件、相关制造信息等)定义,实现加工信息 MBD 模型表达。

(3)MBD 模型信息的按需提取与应用。按不同部门的业务需求协同构建 MBD 模型,获取当前 MBD 模型中的数据,再根据需要导出相应的数

据结构,将其替代工艺文件模板中的关键字,具体替代规则通过专门配置,实现 MBD 模型信息自动转化与提取。

(4)基于模型的定义(MBD)技术在典型零件制造的成功实施应用与推广。以一典型零件为载体,以设计部门提供的唯一数据源 MBD 模型为制造依据,在 PDM 系统构建工艺路线、在 UG NX 系统完成工序模型构建以及 PMI 信息表达,实现基于 MBD 技术的三维工艺规程编制。

相关考虑

虽然该 MBD 工艺模式从功能上可以满足工艺人员完成工艺准备应用,但是该工艺模式目前还只是一些关键技术的应用探索与突破,距离型号全面工程化应用阶段还需进一步研究完善和改进,还需考虑如下问题:(1)怎样将 MBD 模型的 PMI 信息直接应用工艺设计;(2)怎样能简化工序模型的创建工作量;(3)怎样维护 NX 中各 WAVE LINK 数据的关联性;(4)如何考虑 TCM 的 MSE 结构组织形式与 NX PART 的数据集之间的关系;(5)如何考虑三维工艺中 CAM 数控编程、仿真、计量检验等一系列问题,包括各类数据的管理问题。

结束语

MBD 工艺模式在航空制造企业成功实施应用是一系统工程,首先要突破传统的二维观念认识,还要不断完善系统应用环境以及现场软件条件,提高人员综合素质,基于 MBD 的数字化工艺准备才会在基于模型的设计、工艺、制造、检测等应用中不断完善。

参考文献

- [1] 李海泳.基于 MBD 技术的航空制造数字化工艺实施应用.航空制造技术,2013(13): 40-42.
- [2] 西门子工业软件公司.西门子基于模型的数字化企业解决方案白皮书.2012.

(责编 深蓝)

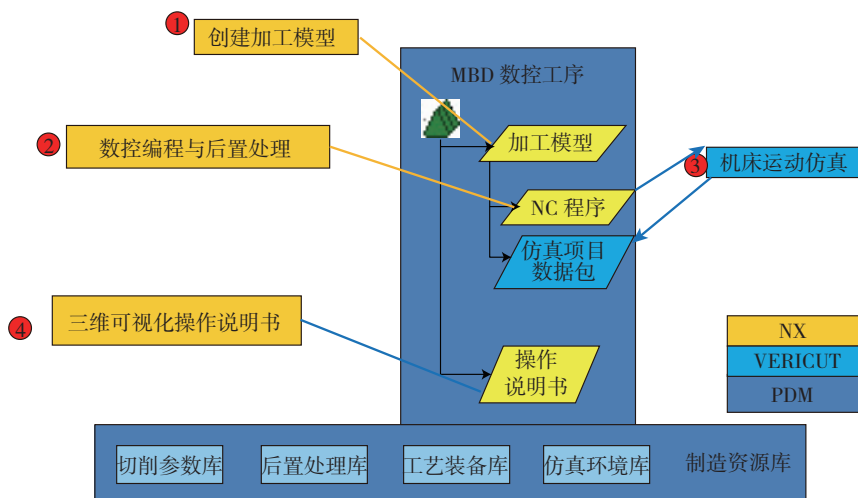


图3 基于MBD的数控编程及仿真流程

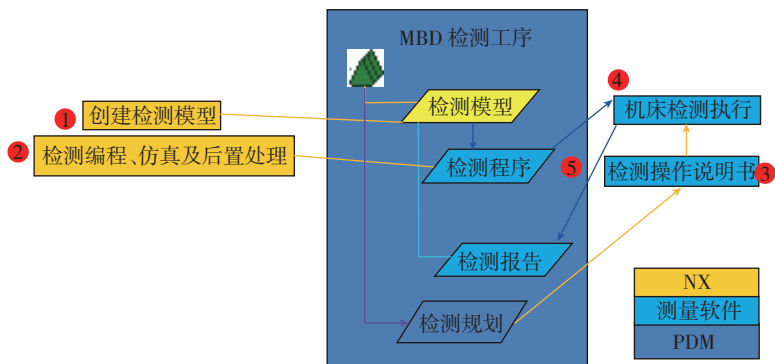


图4 基于MBD的数控检测及仿真流程