

基于 MBD 技术的航空 制造数字化工艺实施应用

Application of MBD Based Digital Aeronautical Manufacturing Process

中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司 李海泳 唐秀梅 亢亚敏 赵 明



李海泳

毕业于东北大学计算机科学与技术专业,中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司数字化制造专业三级技术专家,现从事快速反应中心数字化制造技术的应用研究工作。

目前机加工工艺编制仍然以二维工艺卡片为主,工艺人员接收工艺编制任务后,通过 TCM 设计加工过程的各工序和工步,工艺员需要通过 TCM 与其他数字化产品设计工具绘制加工过程模型的二维工序图,并且在工序图上添加工艺标注、工步内容、刀具、量具等工艺相关信息,在做

目前,航空制造企业正处于技术快速提升阶段,应从数字化制造技术入手,通过建立完善单一数据源的 MBD 工艺模式实施与应用,达到促进航空制造企业数字化制造技术快速发展的目的。

大量的图形绘制工作,同时加工信息也要进行详尽的说明,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。

现行工艺模式中,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。

MBD 是一种以三维模型数据为数据传递依据的全信息模型,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。这一项目的提出直接引出了现有设计、工艺系统的两大变革。一是设计、工艺系统方式的变革,从设计角度来讲要求产品的设计需要在三维环境下进行,完全抛弃原有的二维工程图纸,包括三维制图、三维 PMI 标注、三维结构仿真、三维动态仿真等;从工艺角度讲,要求工艺规程由原来的二维图形转化为用三维可视化图形来表达。二是设计、工艺系统观念的变革,从设计角度来讲要求设计从原来的由二维图纸设计再进行三维图形的绘制,转化为完全应用三维图形进行设计;从工艺角度来讲,要求工艺人员抛弃原有的工艺编制思维,应用设计提供的三维图纸,编制出适合现场生产的三维模型工艺,数控程序等,达到工艺设计一体化的目的。以上两

大变革的应用需要一个完整系统的设计、工艺方法来支持。从设计方面来看, MBD 方式的实现较为简单, 设计人员只要转变观念, 熟练应用三维设计软件即可。但从工艺方面, 由于工艺规程需要大量的工序, 每道工序都需要配以图形进行说明、标注等, 需要工艺人员做大量的图形绘制工作, 而且如何将三维图形体现在现行的工艺规程上, 并且进行工序内容的说明, 尺寸的表达等这些都是开展 MBD 工艺过程中急需解决的问题。

基于 MBD 工艺模式解决方案

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 工序模型的设计, 实现 MBD 工序模型的尺寸公差、形状、位置公差等内容 PMI 直接表达, 以及制造加工信息等工艺数据的 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, 见图 1。

为了解决问题, 公司立项开发了基于 MBD 三维工艺系统, 根据三维工艺的特点与要求, 基于 NX 和 Teamcenter 协同平台, 在 CAX 与 IE 的基础上, 通过开发形成的工艺设计系统, 辅助工艺人员完成零件的三维工艺规程的设计。采用总体技术方案的好处如下:

表达: 设计直接 MBD 模型表达, 制造按需 MBD 表达;

共享: 设计 MBD 模型直接转化工序模型, 工序模型被工艺装备、数控编程、仿真、检测直接重用, 数据源唯一;

集成: NX、TCM 系统无缝集成, 制造资源库紧密集成;

并行: 验证工作提前, 制造问题暴露提前, 工艺准备中多个技术环节的协同, 是基于模型设计、制造协同。

系统实施应用

1 设计数据浏览

工艺技术人员通过 Teamcenter 可视化浏览器查看 MBD 设计数据, 或通过 NX 查看产品设计模型, 通过旋转、缩放、剖切、测量等功能查看模型信息, 通过选择 PMI 视图可以查看在各视图中标注的尺寸公差信息, 进行制造 BOM 构建、流水分工、开始工艺设计。

2 工艺结构建立

在 Teamcenter Manufacturing 中建立工艺 BOM, 见图 2。每个零组件对应一个总工艺节点, 在总工艺下建立零件所需要的工艺对象, 比如毛坯工艺、机加工工艺、数控工艺等, 在工艺中建立工序, 在工序下添加设备、工装、辅料等物料对象。工艺与工厂结构中的车间(或分厂)关联, 工序与车间的工作中心(工位)关联。

3 工序模型建立

在 Teamcenter 的工艺、工序对象上创建 NX 数据集, 如图 3, 进入 NX 中通过 WAVE Link 功能关联引用设计模型或其他工序模型, 通过 NX 同步建模功能对模型直接修改, 比如增加加工余量、删除加工孔、槽等, 方便快捷地建立工序模型。

4 工序内容建立

在 NX 中通过 PMI 功能进行 3D 制造信息标注, 比如尺寸公差要求、加工区域标识、操作说明、检验要求

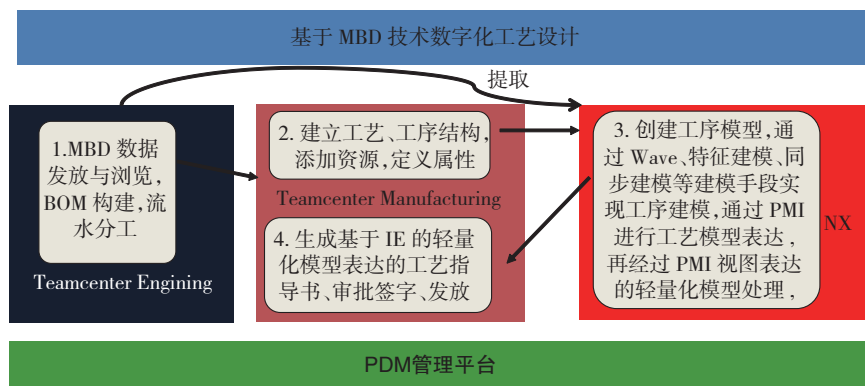


图1 总体技术方案

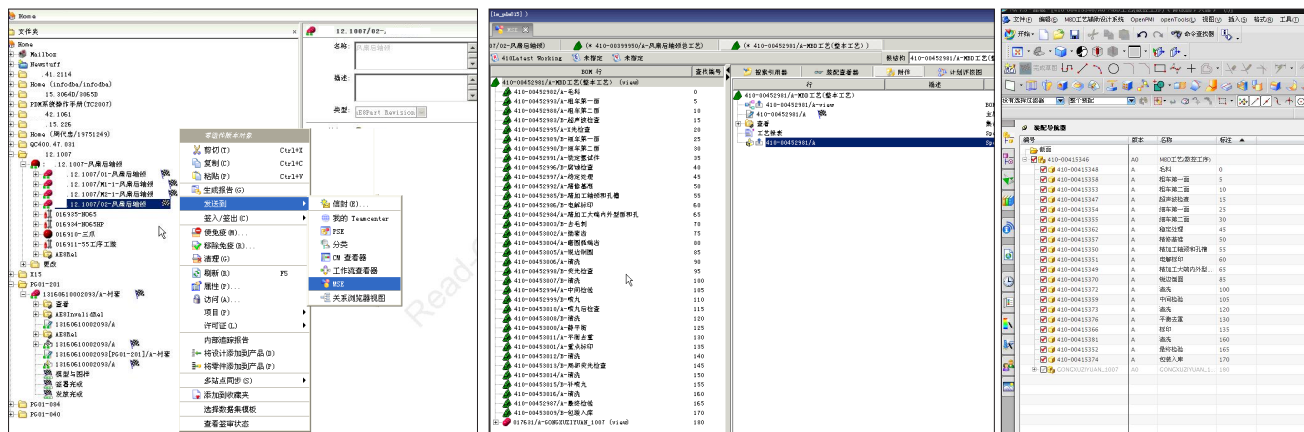


图2 MBD 工艺结构

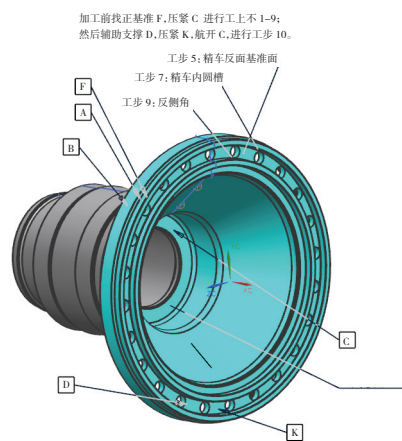


图3 MBD 工序模型设计

等,如图 4。需要展示内部细节时,可通过 PMI 剖视图展示。复杂工序可根据表达需要增加标注视图。对于热工艺,表现形式可根据加工特点作相应调整,一般情况下形状变化不多,尺寸公差信息较少,工艺参数较多。

5 工艺管理

使用定制好的工艺文件模板,从系统中提取产品、工艺、工序、工装、设备等信息,添加到工艺文件中,生成的 IE 表达的工艺文件。图 5 是基于 Web 在线作业指导说明书,通过 IE 或其他浏览器打开创建的作业指导说明书;实现三维浏览器浏览 JT 模型。同时在 PLM 协同平台下提供设计、校对、审核、审定、标检、归档、发放等工艺审批信息的记录,支持

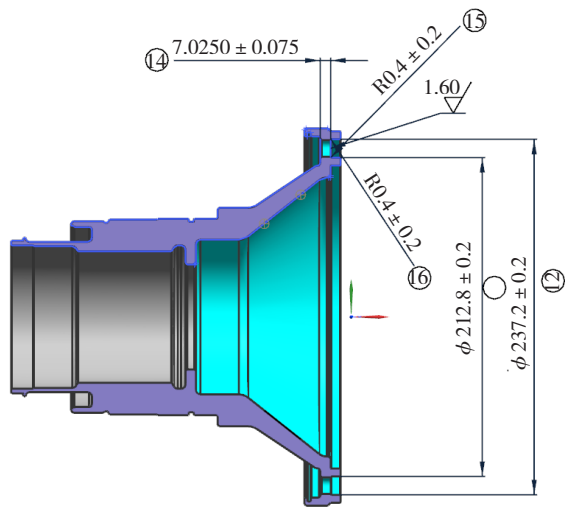


图4 MBD 工序模型PMI 表达

圈阅信息的保存、对比、权限控制等;支持工序的会签,满足不同工序的差异化会签需求,支持工艺更改,达到不同工序的版本控制,实现在 PDM 协同平台下的 MBD 工艺管理。

识的时候填写,系统自动生成工艺报表,节约了工艺编制时间。

(3) 协同。

单一数据源 MBD 全信息模型协同构建,多部门提前介入,工程效益

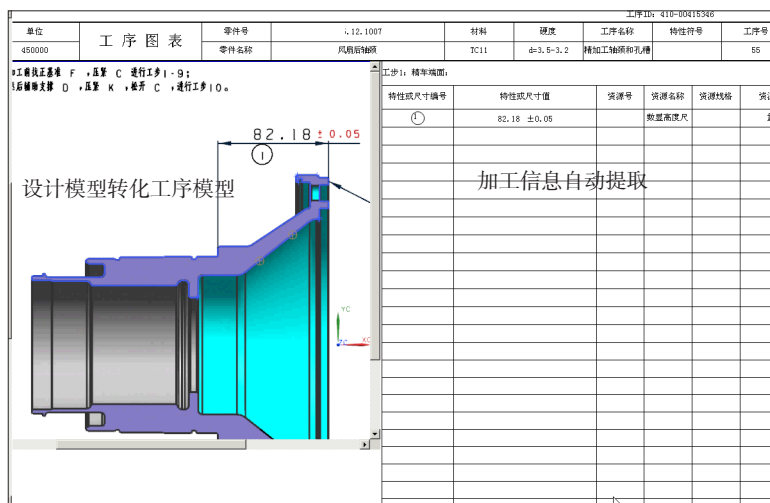


图5 基于Web 作业指导说明书

系统收益分析

MBD 作为新一代工艺编制方式,是未来技术的发展方向,从生产线测试总结来看,该系统从功能上满足当前 MBD 需求:

(1) 新思路。

由于设计所采用三维数据作为唯一数据源进行发图,系统基于设计提供三维数据,3D 工序模型建模以及 PMI 建模表达;工艺信息在 NX 系统一次表达,直接生成工艺文档,表达可按需求 3D 或 2D 表达。

(2) 新方法、新工具。

在三维模型直接使用(HB5800-1999)工具和加工序号自动标识功能,对于尺寸公差可以直接添加,量具、刀具等,工装也可以在尺寸标

大大提高。

(4) 系统集成。

系统与 PDM 系统无缝集成,工艺路线、工艺文件直接在 TC 系统管理,并且在 TC 系统审批流程。

结束语

MBD 技术是信息化技术在制造领域应用成果和方向,将渗透到设计和制造技术的各个环节;同时 MBD 技术更应有相应的数字化标准和软件应用系统支撑。目前,航空制造企业正处于技术快速提升阶段,应从数字化制造技术入手,通过建立完善单一数据源的 MBD 工艺模式实施与应用,达到促进航空制造企业数字化制造技术快速发展的目的。

参考文献

[1] 西门子基于模型的数字化企业解决方案白皮书,西门子工业软件公司. 2012.
[2] 石竖鲲. 数字化制造技术在航空发动机产品中的应用研究. 航空制造技术, 2012(1/2): 44-47.

(责编 小城)