

基于MBD工艺管理模式探讨

Discussion on Management Mode Based on MBD

中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司 徐金梅 郝乐芳 程卫祥



徐金梅

高级工程师,现任中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司工艺处处长。

一代发动机孕育一代制造技术,一代制造技术变革一代工艺管理模式。随着航空发动机产品 MBD 技术的应用,产品定义完全由三维模型表示,产品设计信息、制造信息都关联到模型中,管理模式也应不断进行提升和变革。

MBD 技术应用的必要性

产品从创意概念设计、产品设计详细定义、工艺规划和工装设计、批

通过某型号的实际验证,基于 MBD 的工艺管理模式已初具雏形,可概况为:工艺设计-制造协同一体化、工艺设计模型化、工装设计模块化、技术验证虚拟化、检测结果精准化、工艺管理信息化、过程控制智能化。

量生产、所有的一切活动有赖于高效正确的工程设计、准确快速的数据传递。产品制造过程中数据传递演变过程为:图纸数字化(CAD)+物料表→三维模型(参考)+二维图(CAD)+物料表→三维模型(辅助)+二维图(三维转换)+物料表→基于模型的 MBD 数据集^[1]。从发展趋势来看,逐步把三维模型引入到工程定义中,三维模型在工程定义中的地位逐渐由参考、辅助过渡到主导。

新型发动机研制在组织模式、管理模式等方面发生了巨大的变革。组织模式上,采用了多厂所联合研制模式,充分发挥整个行业资源优势。管理模式上,通过组建多个产品设计制造集成开发团队,实现试制工作多厂合作联合研制,推行矩阵式项目管理,这些工作要求在制造过程中实现设计制造一体化协同工作,在制造阶段强调各阶段数据一体化集成。而 MBD 技术可以实现协同工作和制造

技术的综合集成应用,保障制造过程数据一致性和有效性,缩短产品研制周期、降低研制成本。

MBD 技术应用对工艺管理带来的挑战

MBD 技术是将产品定义完全由三维模型表示,产品设计信息、制造信息都关联到模型中;没有二维工程图纸,产品信息的传递、控制、理解和执行,都须借助计算机系统完成。现有的计算机配置、现场设备、工艺管理模式已不能满足全面推广基于 MBD 工艺设计制造的需要,需对现有资源进行大量补充。但是若全面进行技术改造也不是完全现实的,如何在现有条件下找到一种过渡状态的管理模式是当务之急。

国内航空发动机行业 MBD 技术应用刚刚起步,未形成基于 MBD 的设计制造的规范体系,MBD 技术属于一项边学习、边探索、边推进的系

统工程,如何构建涵盖基于 MBD 的设计、工艺、制造及检验规范体系是一项重要而长期的工作。

基于 MBD 工艺管理思路

传统的工艺管理模式,是基于纸质设计图纸的基础上开展的一系列工艺活动,各项工作是串行开展的,技术人员需人工阅读二维图纸以理解设计要求,消化图纸时间长,同时对图纸的理解与人员有关。而 MBD 工艺管理是基于产品模型作为唯一数据源的基础上开展的工作,工艺人员、设计人员在同一协同平台上开展工作,数据电子化可以并行开展各项业务,数据源贯穿研制全过程,减少人工干预出错率,使设计制造融为一体。

MBD 工艺管理思路(图 1)为所有工艺准备及技术管理在 PDM 系统中进行,通过设计 EBOM,在 PDM 系统中通过流水分发系统自动获取和同步 EBOM 信息,自动生成分厂的流水报表,各分厂的工艺人员根据流水分工在 BOM 上挂接新编工艺规程。新编工艺直接读取产品 PBOM、材料定额、工装信息、刀具信息,自动生成工艺报表,并可在 PDM 系统中进行审签管理。所有数据集发放是基于流水分工进行的,依据工艺流水进行数据分发到相应单位固定接收人。由单位固定接收人按任务分工

进行转发到主管工艺员,主管工艺员进行贯彻,贯彻完成后在 PDM 系统中完成归零情况,整个过程均由系统自动生成 EXCEL 记录表单,并与相关数据集进行关联,实现技术状态可控。

基于 MBD 工艺管理过程

1 工艺性审查

MBD 技术是以三维标注技术为基础,用集成的三维模型来完整表达产品信息的方法,在产品全生命周期中每个阶段的数据能很好地实现继承和共享,并且能够根据需求进行分类管理和显示,为实现设计-制造协同奠定了基础。

MBD 技术的应用使设计-制造协同成为可能,传统的工艺性审查工作是设计完成后工艺部门才介入,设计-制造协同基于 IPT 及不同设计阶段模式,工艺信息从产品设计初期就体现在产品零部件中,保障产品设计的可行性及可制造、可装配性,保障产品试制的一次成功性。但若实现设计-制造协同需要提前进行如下工作。

1.1 建立设计制造协同的基本要求

各协同单位根据各自单位的实际情况,分析和梳理设计制造相关需求,优化现有设计制造流程,归纳总结设计制造基本要求。各承研单位在各自系统的导航器 Home 文件夹

下建立“公共索引”文件夹,该文件夹下一级别子文件夹按产品型号、单元体等进行划分,文件夹名称与型号代号、单元体名称等保持一致,便于各承制单位阅读。明确整机 EBOM 数据和游离数据的管理方式。一个整机 EBOM 结构对应一种技术状态,保证发动机技术状态可控。

1.2 建立工艺性审查的设计工艺分离面

各协同单位确定设计单位在三维数据中需要填写的相关属性,制造单位在工艺性审查中除工艺问题外,其他需要重点关注的属性。

1.3 建立协同反馈机制

各协同单位需明确工艺性审查表单样式、反馈时间要求。明确需要进行工艺性审查的件号标识及提示性信息,形成各承制单位共同遵守的规范。

工艺性审查信息应与相关件号关联,并保存在 PDM 系统中。针对所提工艺性审查信息,设计单位应逐一进行回复,并保存。

1.4 建立协同管理规范

工艺性审查件号应与已发布件号明显区分,应按照不同的数据库进行管理。各协同单位能相互及时查看相关件号的动态信息,及时提醒及协调处理有关问题。

2 工艺规程编制

基于 MBD 设计模型的零件工艺规程编制需要在统一的数字化工程系统(PDM 系统)上,建立数字化工艺设计环境,提供数字化三维工艺设计工具,开展基于三维模型的结构化工艺设计、工艺过程仿真和生产现场的三维可视化应用等研究,从而实现基于 MBD 设计信息在加工制造及检验检测过程中的应用。

2.1 基于模型的工艺规划

区别于二维工程图纸的工艺规程编制,基于 MBD 设计模型的工艺规程编制时,从设计数据提取方式、工序图形绘制、工艺表达方式、工艺

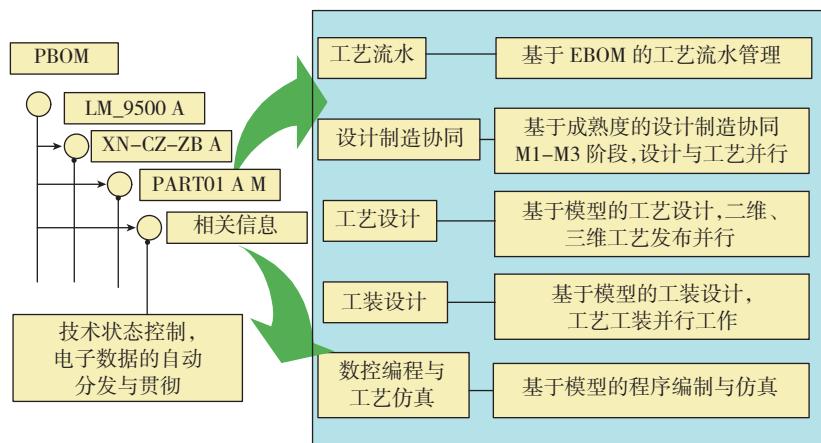


图1 基于MBD工艺管理思路

信息输入、工艺规程的浏览方式等发生重大变革。设计数据提取方式由直接提取改变为直接提取和间接查询相结合;工序图形绘制由二维工序草图绘制改变为工序建模;工艺表达方式由二维表达改变为二维与三维相结合或全三维;工艺信息输入由二维工程图标注改变为二维工程图标注与三维模型标注相结合;工艺规程的浏览方式由文档加图片改变为文档、图片、轻量化模型、视频资料的综合。

基于MBD设计模型进行工艺规程编制时,应充分考虑制造企业数字化制造现场实际状况,优先应用于数控加工工艺与制造,其数控精加工工序可直接基于MBD设计模型完成数控加工程序,其数控粗及半精加工工序可基于设计模型关联的工艺模型完成数控加工程序,实现数控加工程序的快速编制,建立虚拟机床和装夹环境仿真验证,减少实际操作错误。

搭建三维数字化工艺资源库,包含制造资源库、典型工艺库、工艺知识库等,需要长时间在工程实践中去反复探索、优化和完善,而不是短时间就可以解决的事情。

2.2 数字化协同工艺准备

基于不同设计阶段的设计数据发放与接收,工厂提前进行瓶颈性的生产准备,给予生产更充分的浮动时间,在第一阶段(M1)、第二阶段(M2)和第三阶段(O1)完成工艺性审查同时,提前启动相应的协同工作,如毛坯设计、工装设计、工艺会签、毛料定货等缩短生产准备周期。

3 工装设计

基于MBD设计模型的工装设计需要在统一的数字化工程系统平台上,搭建数字化工装设计系统,构建工装数据库,确定工艺工装设计业务协同管理模式,建立与工艺紧密集成的工装设计环境,实现工装与工艺的协同。

利用基于MBD工艺模型进行工装三维设计,进行零件与工装虚拟装配、验证,优化工艺方案,提前发现并解决工装设计中存在的问题,提高工装设计能力和效率,并将工装设计结果及时反馈给工艺设计人员。

构建工装数据库是基于MBD的工装数字化设计的重要组成部分,工装数据库包括工装标准件库、典型工装模板库、典型工装单元构件库等,通过工装设计的标准化、柔性化和模块化应用,实现工装设计的知识管理和重用,减少工装设计工作量,缩短工装设计周期。

4 零件加工与检测

基于MBD三维数模的数字化加工与检测需建立在数字化工程系统PDM、生产管理系统MES与数字化检测系统集成基础上,将MBD的工艺数据包由数字化工程管理系统PDM发送到生产现场的管理系统MES,最终传递到加工和检验的现场终端。

工艺数据包包含了产品和工艺数据,通过浏览器可查看产品信息、三维工艺模型、二维工艺数据、工装信息、虚拟仿真验证视频,包含或关联相关的材料数据、过程控制规范等文件。

基于MBD三维数模的数字化加工与检测需开展加工、检测一体化制造技术研究,开展数控加工中心在线检测技术、基于三维数模的三坐标测量机数字化检测等数字化测量技术等研究,利用基于MBD的设计模型或设计模型关联的工序模型生成检测模型,根据检验模型数据定义检测需求;确定检测规划、检测路径;仿真验证避免干涉碰撞;在测量设备或加工中心上运行测量程序,获得测量结果;对测量结果进行分析,并生成测量结果和分析报告,并由数字化监测系统将检测结果反馈到生产管理系统MES及数字化工程管理系统PDM。

基于MBD技术管理

为实现基于MBD的三维工艺设计的总体目标,就要解决工艺设计依据由二维转换到三维后造成工艺管理模式的不适应等问题,构建面向各领域的工艺知识库,形成支持MBD的三维模型的工艺设计与管理体系,结合制造协同平台,建立数字化的快速工艺设计系统,实现高效的技术管理。

通过制定相应标准和管理流程,指导基于MBD的工艺设计和管理,同时利用PDM平台,使技术管理工作由传统单一的“人防”向“人防、技防相结合”的管理方式转变,使基于MBD的技术管理实现:

(1) 关联管理。重点突出唯一数据源即设计的三维模型,后续工艺设计各项工作开展都要基于设计模型进行并与之相关联。

(2) 显性化管理。各项工艺活动所有流程均嵌套在PDM系统中,实现电子审签,流程显性化。

(3) 提醒管理。对于有节点要求的业务,系统自动提醒,并通过颜色标识,便于管理者进行过程控制,及时提醒相关工作。

结束语

MBD技术的实施要以PDM系统平台为实现手段,针对基于MBD的各阶段的活动,不断完善技术、技术管理流程。

通过某型号的实际验证,基于MBD的工艺管理模式已初具雏形,可概况为:工艺设计-制造协同一体化、工艺设计模型化、工装设计模块化、技术验证虚拟化、检测结果精准化、工艺管理信息化、过程控制智能化。

参考文献

[1] 冯潼能.MBD技术在协同设计制造中的应用.航空制造技术,2010(18):64-67.

(责编 小城)