

基于模型的企业 (MBE) 在航空业的实践与发展

Application and Development of Model-Based-Enterprise (MBE) in Aviation Industry

中航工业信息技术中心 饶有福
金航数码科技有限责任公司



饶有福

博士,中航工业信息技术中心系统工程应用中心业务顾问,长期从事航空、航天、国防行业产品研发、制造等工作,开展信息化建设规划咨询、方案设计及项目实施研究,主攻基于模型的系统工程、设计制造一体化、CAD、CAM及CAX等技术。在国内率先开展智能化数控编程开发与应用研究,以及多重点型号产品推广应用。先后获得航空科技进步二等奖1项,国防科技进步三等奖1项。

随着全球航空业的迅速发展,先进航空制造企业竞相建立基于模型的技术理论和应用体系来适应现代航空产品研制的动态变化过程,达到提高研制效率、质量和降低成本的目的。

MBE是建立在3D产品数据定义和共享重用基础上的全集成和协同的工作环境。MBE具有高度的智慧、快速的反应能力、优良的人机友好性和知识共享性,可基于模型进行多学科、跨部门、跨企业的产品协同设计、制造和管理,支持技术创新、大或小批量定制和绿色制造。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.18.089

的。基于模型的技术作为设计、制造、生产和服务等一体化研制的新的应用手段,将产品的设计、制造和检测及服务离散的信息进行“数字化”处理,通过共享的协同环境,最终生成能够指导生产现场制造、装配和检测工作的数字化作业指导书,构建单台产品BOM,最终形成能够指导培训、维护等服务的数字化技术出版物。应用基于模型的技术贯穿产品研制全生命周期过程,以系统化和工程化的模式进行各部分的衔接和全局串联,实现模型数据在整个研制过程的定义、交换、使用、控制和协同,突破了传统的研制方法,这就是一种新的航空产品研制模式——基于模型的企业(Model Based Enterprise, MBE)。MBE是建立在3D产品数据

定义和共享重用基础上的全集成和协同的工作环境。MBE具有高度的智慧、快速的反应能力、优良的人机友好性和知识共享性,可基于模型进行多学科、跨部门、跨企业的产品协同设计、制造和管理,支持技术创新、大或小批量定制和绿色制造。MBE是企业发展的必然趋势,也是数字化企业发展的必经阶段,更是实现中国制造2025的基础。

基于模型的企业技术组成

美国陆军研究实验室和美国国家标准与技术研究所等机构及美国军工制造技术计划认同的MBE的一个描述是:基于产品模型定义(Model Based Definition, MBD)详细信息的、并为跨企业所共享的集成和

协同环境,目的是使企业从原理到退役处理的产品全生命周期的所有活动快速、无缝和经济的运行,核心宗旨是直接利用模型驱动产品生命周期的所有方面,且产品模型一经创建就为下游所有数据消费者重用。MBE是一种制造实体,它利用产品和过程模型来定义、执行、控制和管理企业的全过程,采用科学的模拟与分析工具,从根本上减少产品创新、开发、制造和支持的时间和成本。

MBE的组成如图1(a)所示,在信息标准、基础设施和运维基础上,综合集成与数据交换测试等标准;以产品全生命周期管理为主线,在基于模型的可视化环境中,按照系统工程的思想开展基于模型的工程(Model-Based Engineering, MBe)、基于模型的数字化制造(Model Based Manufacturing, MBm)、基于模型的服务(Model Based Sustainment, MBs);重点突破工程分析、数字化制造、长周期数据持有与共享及机电一体化等技术,完成产品模型构建与定义,建立设计、工艺、生产、质量、服务、采购、成本等过程模型和信息模型;通过网络中心实现数据的无缝传递与流转,保证各阶段的数据预览与重用。MBE是数字化企业实现的必经阶段,也是实现赛博-物理系统(Cyber-Physical System, CPS)的核心,如图1(b)所示,实现模型贯穿需求工程、设计工程、制造工程、试验工程、生产工程、产品验证与综合确认,最终完成产品生命周期和生产生命周期的融合。

基于模型的企业技术架构试点应用

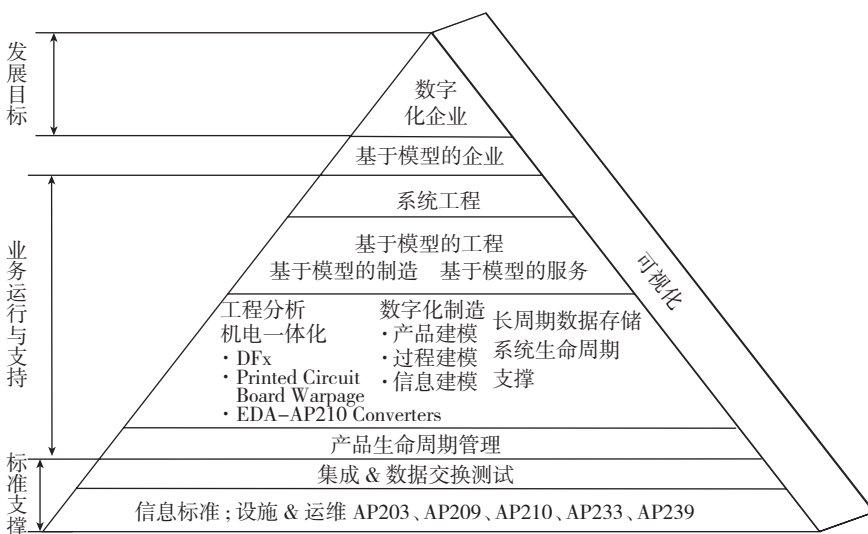
中航工业信息技术中心(金航数码)与四川成发航空科技股份有限公司(以下简称成发)根据MBE组成,结合企业需求与产品特点,开展MBE项目建设与试点应用。MBE的技术架构见图2,重点建设的内容有

基于模型的产品设计、分析应用、零件工艺、装配工艺、工装设计、作业指导书、制造执行、检测检验,数字化服务管理及标准定义共十大部分,虚线框图内容未纳入本期建设。

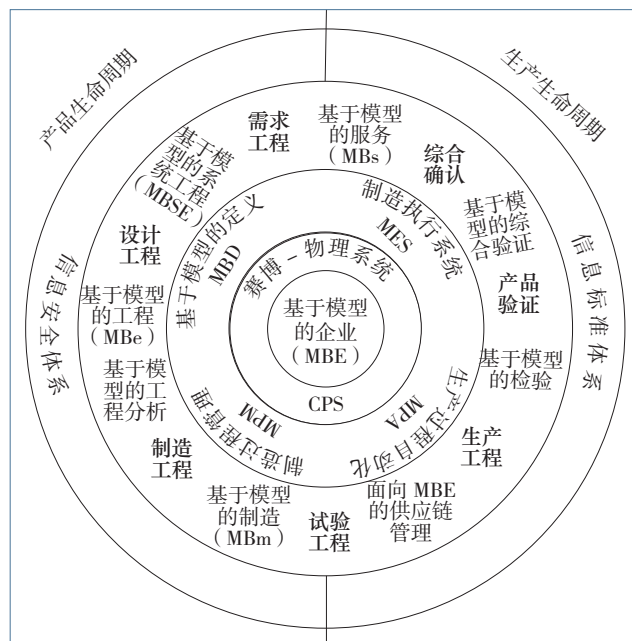
(1)基于模型的产品设计。开展MBD设计辅助工具的开发与应用,建立数字化设计资源库(标准件库、材料库、元器件库、典型零件库等),统一设计工具和设计标准,实现产品的快速设计,保证设计模型的规范化,提高产品设计的质量,为下游

各阶段的数据复用提供数据基础。将设计工具与PDM(Product Data Management)系统集成,实现MBD数据统一管理。

(2)基于模型的分析应用。通过PDM与任务和分析工具集成,设计员可基于任务开展设计分析,完成模型签出、分析模型构建、有限元计算以及多物理场的仿真分析,得到相应的分析结果,实现分析报告快捷创建,将分析结果与报告返回PDM统一管理,并与构型关联保证可追溯。



(a) MBE的组成与企业发展关系



(b) MBE与CPS关系

图1 MBE的构成与外延关联

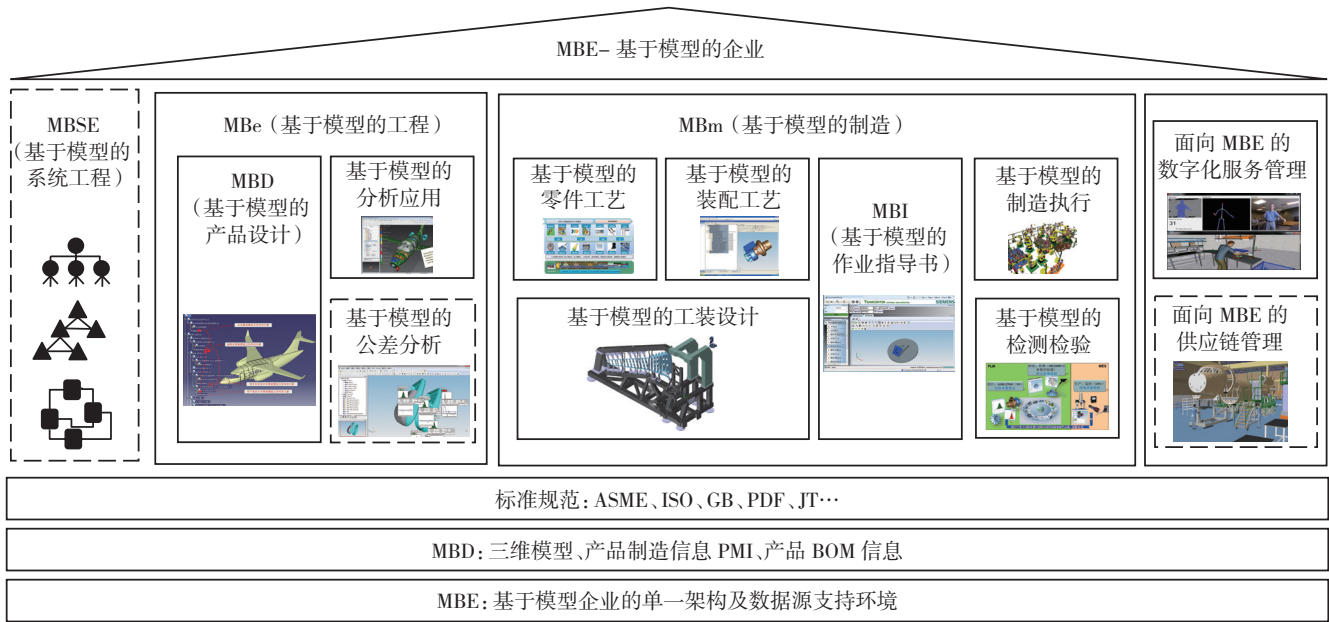


图2 成发基于模型的企业技术架构

(3) 基于模型的零件、装配工艺。开展MBD工艺设计辅助工具的开发与应用,建立三维数字化工艺资源库,统一工艺设计工具和标准,完成PDM与工艺设计与仿真工具集成,实现继承和复用MBD设计模型,开展零件和装配工艺的规划与仿真,在PDM内统一管理。

(4) 基于模型的工装设计。开展工装快速设计工具开发与应用,建立工装分类与资源库,统一工装设计工具与标准,与PDM集成,实现复用MBD模型快速开展工装设计,在PDM内完成工装设计活动的管控与工装数据管理。

(5) 基于模型的作业指导书。应用轻量化工具,引入3D PDF展示工具,从PDM内直接将结构化工艺数据生成3D PDF文件与结构化展示两种形式,可直接推送至车间进行展示。

(6) 基于模型的制造执行。通过引入EWI工具,直接从PDM内提取基于模型的作业指导,进行车间展示(含3D PDF和结构化数据两种形式),实现基于模型的制造执行。可根据PDM的版本有效性,在车间展示有效数据指导车间生产。

(7) 基于模型的检测检验。引入

MBD数字化检测辅助工具并与PDM集成,实现基于MBD的标注信息,自动提取产品特征,基于特征快速实现检测规划与代码生成,开展检测路径仿真验证,生成检测的DMIS执行文件;将DMIS文件传入后置处理环境,生成检测机床可用的检测代码,驱动机床进行基于模型的生产检测;完成检测报告与检测结果对比分析。最终在PDM内进行检测代码、检测质量报告的统一管理。

(8) 基于模型的数字化服务管理。开展MBD数字化服务辅助工具的开发与应用,基于模型特征生成三维电子技术手册,为成发零部件售后服务提供准确有效的技术支持,完成设计、生产数据向服务领域的传递;在三维环境中,准确生动地描述数字化服务过程,提供便捷的培训、维护工具与指导文件和环境。

(9) 标准定义。结合国内外MBD标准,参考发动机行业已有标准,编制MBE/MBD的设计制造标准规范的操作和指导手册,贯穿设计、工艺、制造与维护等各阶段,用于支持产品的全生命周期业务开展与数据应用。最终建立MBE/MBD的设计制造标准规范体系。

结束语

中航工业信息技术中心(金航数码)与成发于2014年10月开展基于模型的企业的项目,以某型发动机典型零组件(简称试点零组件)为试点,应用打通基于MBE的产品设计、工艺、制造、检测和服务全过程,提升试点零组件的研发和制造水平,为实现基于MBE的航空发动机研制奠定基础。目前系统已于2015年6月底上线运行。该系统在试点零组件的运行结果表明,在MBE建设中,已突破了基于模型的产品设计、分析应用、零件工艺、装配工艺、工装设计、作业指导书、制造执行、检测检验、数字化服务管理等各项关键技术,取得了良好的应用效果。同时,结合企业需要,已经编制或修订了MBD标准规范10多项。

基于当前试点应用效果,MBE需要进一步全面开展工程化应用。下一步需要加强基于模型的系统工程和知识工程建设并与现有的MBE环境进行融合,同时与企业的管理环境进行有效融合,实现真正的MBE并迈向中国制造2025。

(责编 谷雨)