

# MBD技术发展及在航空制造领域的应用

胡朝阳 刘家任 路宽 朱乐 左文宝  
陕西飞机工业有限责任公司 陕西 汉中 723213

**摘要:** 传统的产品开发过程中, 产品设计、工艺设计、工装设计、产品制造、检验和检测等相对独立, 产品开发效率低。由于三维模型和二维工程图之间存在数据格式差异, 导致产品设计制造过程存在信息定义方式各异、数据传递不一致、信息共享程度低等问题。MBD技术的出现为上述问题提供了解决方案。MBD (Model-Based Definition) 即基于模型的产品数字化定义, 具体是指将产品的所有相关设计定义、工艺描述、属性和管理等信息都附着在产品三维模型中的数字化定义方法。针对目前商用CAD软件中MBD功能三维标注缺乏正确性校验问题, 研究了三维尺寸标注与标注有效性检查的问题。研究了基于MBD的全三维工艺技术在机床行业的应用, 阐述了全三维工艺在机床制造过程中的应用流程。研究了基于MBD技术的三维数控设计方法, 有利于解决采煤机摇臂壳体生产中设计部门与制造部门信息传递不完整以及对设计意图理解不完整等问题。

**关键词:** MBD技术; 发展; 航空制造; 应用;

## 引言

基于模型的定义 (Model-Based Definition, MBD) 技术是一种先进的数字定义方法, 它将产品的所有相关设计定义、工艺描述、属性和管理信息附加到产品的三维模型中。该方法可以将产品开发过程中的设计、制造、检验、装配等信息集成到一个全面的三维模型中, 从而成为产品开发过程的唯一数据源。MBD的出现有现代产品设计和制造过程中传统二维工程图所面临的问题, 如表达和传输复杂产品信息、繁琐的产品数据管理和难以实现的技术变革, 得到有效解决, 并为设计和制造流程的集成提供了一个基于独特数据源的有效解决方案。近年来, 它已成为国内外研究人员和制造企业的研究和应用热点之一。MBD技术在西方发达国家的研究和应用越来越普遍。尤其是在航空制造领域, 一些领先企业建立了相对完善的MBD技术应用系统。例如, 波音成功地利用MBD技术开发了波音787飞机, 在产品数据管理以及设计和制造集成方面实现了787飞机的全球协同制造, 在技术上得到了支持, 并取得了显著的应用成果。近年来, 随着我国航空工业的快速发展, MBD技术在国内航空制造技术领域也备受关注, 成为研究和应用热点之一。

## 1 MBD 技术

基于模型定义 (MBD) 技术采用一个集成的三维模

型来准确、有效、完整、规范地表达产品几何与非几何制造信息。MBD技术改变了传统的以二维工程图纸为主、三维实体模型为辅的设计制造方法, 使三维模型成为设计制造过程中的唯一依据, 能更加准确、直观地反映设计人员的设计意图; 同时, MBD环境下的数字样机模型有助于实现设计、工艺、工装、制造和检验等人员的协同工作, 就产品设计、制造问题实现有效的沟通, 为提高装备设计质量、缩短研制周期提供了可视化保障。数字化设计制造的核心是产品三维数字样机模型的构建, 而基于MBD环境进行装备数字化检测是实现数字化军检的有效技术途径。基于MBD环境的数字化技术得到快速发展和广泛应用之后, 这种包含设备产品全部信息的三维MBD模型, 已经成为全三维数字化设计、制造与检测的数据基础<sup>[1]</sup>。

## 2 MBD 技术在航空制造领域的研究与应用现状

航空制造是MBD技术的主要应用领域之一。以波音和空中客车为代表的国外航空工业建立了一个比较完备的MBD技术系统, 用于研制波音787和空中客车A350等新一代飞机。MBD技术在国内航空制造领域的研究和应用虽然起步较晚, 但近年来, 大量科学家和企业对MBD技术的研究和应用方面做了大量工作, 取得了显著成果。MBD技术在飞机建设中的应用起步较早, 已开始具有一定的技术应用能力。一些飞机设计单位在开发一些模型时已开始根据MBD完全三维模型来定义和分发产品模型, 从而部分或完全取代了传统的二维设计图纸。与设计阶段相比MBD技术在制造检验中的研究和应用起步

**通讯作者:** 胡朝阳, 1988.04, 汉, 男, 陕西汉中, 陕西飞机工业有限责任公司, 工装设计员, 工程师, 本科, 邮编: 723213, 邮箱: 932765901@qq.com, 研究方向: 飞机装配工装设计

较晚。但近年来,特别是“十一五”后期和“十二五”期间,一些大学、研究机构和企业的支持许多国家和部委的科研项目的基础上,根据MBD进行了技术和检验技术的研究和探索,取得了初步成果。关于检索到的文件,国内大多数MBD技术研究都集中在MBD设计规范、MBD环境下的工艺技术以及基于MBD的数字检验技术上<sup>[2]</sup>。

### 3 MBD 技术在航空制造领域的应用

#### 3.1 检测工艺规划制定

目前,产品的工艺规划主要是由工艺人员依据二维工程图纸进行编制,专业性较强且不利于检测。而基于产品的三维MBD模型,可以更为直观地提取被检测产品的PMI(产品制造信息)参数。通过规定待测装备被检测的特征和参数,自动导入产品的几何尺寸、公差、基准等信息,确定工艺检测基准和测量仪器,进而制定检测工艺规划文件,并将其上传至MBD环境下的系统数据库中,作为下一步装备实物质量检测的指导性文件<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 数控编程

导入igs格式的三维“支撑座模型”和“台钳模型”文件工件。选择机床型号后,根据前述工艺设计,建立刀具表,要体现加工用到的每把刀具的刀具形状、刀柄型号、刀具装夹长度等信息。创建几何体,即确定工件、毛坯和夹具,并将创建好的几何体安装于机床上。值得注意的是,建立两个几何体,分别是正面几何体和反面几何体,用于翻面加工。编辑加工路径时,分成反面、正面两个路径组,每个路径组涵盖该朝向下能加工的所有特征加工路径。在加工环境下,可以进行线框模拟和机床模拟,进行过切检查、碰撞检查等。检查无误后,输出刀具路径即NC程序<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 装备质量在线检测

装备实物质量的在线检测,是一种数字化、智能化、自动化的检测手段,这种检测技术对检测设备和被检装备的可数字化测试性有一定的要求。但在装备的研制过程中,设计人员往往只关注设备的功能和性能指标,并未留有足够的数据接口从而导致装备的可数字化测试性不高,这为实现装备的数字化检测造成了一定的困难,理应引起设计人员足够的重视;而目前市场上已经存在一些专门的数字化测量设备,如三坐标测量仪、数显游标卡尺等,则为数字化军检的实现提供了一定的便利<sup>[5]</sup>。

### 4 推动航空制造业安全稳定发展的几点建议

#### 4.1 注重点面配合,兼顾长短结合

航空制造业是极为复杂的系统工程,在大力突破关键核心技术和产业链短板的同时,还要更加重视全产业链协同,做到点链配合。具体对策是:在“点”的突破上,通过集中力量开展科研攻关和技术创新,把高校、科研机构原始创新与产业链上下游的产品研发、零部件生产、工艺改进、先进制造技术应用等结合起来,广泛开展科研成果转化与协同攻关,实现产业链创新链“双链融合”。在“面”的协同上,以重点型号产品为龙头,开展全产业链持续创新;加快发展数字经济,提升产业链数字化智能化水平,推动产业链向价值链高端环节攀升;加快产品供给侧改革,构建民机市场的良好生态环境<sup>[6]</sup>。

#### 4.2 推动产业转型升级,提升供应链管理能力和

经过改革开放40多年发展,我国制造门类和工业配套体系在全球范围内最为完备。在500余种工业品产量中,我国约有220余种位居世界第一。但受全球产业链固有分工制约,我国许多产品处在全球价值链中低端环节,集成电路、工业器件、制造母机等高附加值产品长期依赖进口。推动产业转型升级是提升我国制造业供应链管理能力的的重要途径。新冠疫情肆虐给经济全球化带来严重伤害,美日等国已开始部署缩短产业链,推行供应链多元化本土化。全球供应链脱钩势必加速发达国家将制造业撤离中国,“去中国化”“逆全球化”和民族主义兴起虽然加大了供应链中断风险,但也为国内制造业转型升级带来了机遇。在当前中国疫情防控取得决定性胜利,海外疫情持续导致经济大面积停摆下,我国航空制造业转型和价值链升级将迎来新的战略机遇期。目前,要深入分析我国航空制造业各环节在全球价值链中的地位,按照产业转型指南,统筹引导相关产业转型升级。要加强产业链集群化发展,提高国内关键原材料和零部件替代保障能力,重整和提升供应链水平。要紧抓产业转型升级战略机遇期,把供应链应急组织管理能力作为核心竞争力列入企业战略能力提升范畴,全面打造我国航空制造企业供应链管控制力<sup>[7]</sup>。

#### 结束语

MBD将产品设计和制造过程中的信息集成到一个全面的三维模型中,从而成为产品制造过程乃至整个生命周期中的统一数据源,为简化产品制造过程中的数据管理以及实现整个产品设计和制造过程中的信息融合和工艺集成提供了有效的解决方案。本文结合产品定义技术的发展,整理总结了MBD的研究成果及其近年来在航空企业中的应用,期待着MBD技术在我国航空制造中的研

究和应用。

#### 参考文献

[1]金磊,程宝珍,孙广彬,闫丰刚.MBD技术在家用电器设计中的应用探究[C]//2021年中国家用电器技术大会论文集.,2021:1047-1051.

[2]吴玉文,王帅,赵恒.基于MBD的数字化制造技术研究[J].河南科技,2021,40(30):31-33.

[3]汪小雨,原蒙.基于MBD的飞机数字化装配技术研究[J].现代制造技术与装备,2021,57(07):143-144.

[4]黄星.基于MBD的施工工艺流程数字化研究[D].南昌大学,2021.

[5]王康,郭瑞振,杜福洲.面向船舶制造的MBD技术应用分析[J].造船技术,2021,49(01):65-70.

[6]胡之有,马伟.基于MBD的全三维工艺技术在机床行业的应用[J].锻压装备与制造技术,2021,56(01):100-103.

[7]刘睿,段桂江.MBD技术发展及在航空制造领域的应用[J].航空制造技术,2016(05):93-98+109.