

# MBD 技术在协同设计制造中的应用

Application of MBD in Collaborative Design and Manufacturing

中航工业西安飞机工业(集团)有限责任公司 冯潼能 王铮阳 宋 娅



冯潼能

高级工程师,现任职于中航工业西安飞机工业(集团)有限责任公司,主要从事 CATIA 和 Windchill 的技术支持、应用实施、二次开发以及 PDM、MBD、XML、SOA 等技术的企业应用研究工作。

MBD(Model Based Definition) 技术作为数字化协同设计制造技术的技术信息载体是数字化协同设计制造技术中的关键应用技术,是设计与制造部门必须紧密协同,共同研究实施的课题。

个产品研制过程,从根本上改变了飞机产品研制的方式、方法。

MBD(Model Based Definition) 技术作为数字化协同设计制造技术的技术信息载体是数字化协同设计制造技术中的关键应用技术,是设计与制造部门必须紧密协同、共同研究实施的课题。

## MBD 技术概念

MBD 技术是目前波音推行的新一代产品定义方法。其核心思想是:全三维基于特征的表述方法,基于文档的过程驱动;融入知识工程、过程模拟和产品标准规范等。它用一个集成的三维实体模型可完整地表达

产品定义信息,即将制造信息和设计信息(三维尺寸标注及各种制造信息和产品结构信息)共同定义到产品的三维数字化模型中,从而取消二维工程图,保证设计数据的唯一性。MBD 不是简单的三维标注+三维模型,它不仅描述设计几何信息而且定义了三维产品制造信息和非几何的管理信息(产品结构、PMI、BOM 等),使用人员仅需一个数模即可获取全部信息,减少了对其他信息系统的过度依赖,使设计/制造厂之间的信息交换可不完全依赖信息系统的集成而保持有效的连接。它通过一系列规范的方法能够更好地表达设计思想,具有更强的表现力,同时打破了

飞机制造技术正向全数字化的设计、制造、试验一体化的方向发展。其突出特点是数字化已不仅仅是设计和制造的局部应用,而是向具有跨地域/多企业的全数字化协同的“虚拟企业”发展,数字化技术贯穿了整



定义(DPD)技术日益成为现代航空的支撑技术。

目前,世界上包括我国航空工业在内的大部分型号项目中,仍处于以二维图为中心,三维模型为辅的管理方式,这种方式造成数据传递过程中管理复杂,效率低下,成本高昂,信息利用率低。空客在A380、A400M、波音在737-NX为代表的飞机研制中普遍采用了三维模型为主,简化二维图为辅的管理方式。直到ASME Y14.41和BDS-600系列标准制定后,波音才在787项目中全面推行独立三维模型定义的MBD方式。

由于通常的CAD数模仅包含三维几何信息,工艺、制造、管理信息存在于二维图或其他技术文档中,使用人员无法以直观的方式获取相关信息,也无法直接用三维设计模型进行产品的生产和检验。为了将三维设计向三维设计制造一体化转变,迫切需要一种方式将三维设计信息传递到各使用方。MBD将设计、制造、检验、管理信息融为一体,是目前被航空业普遍认同的解决数字化设计、制造的先进技术,是数字化制造的关键技术之一。MBD是产品定义方式的一次革命,它以更为丰富强大的表现力和易于理解的定义方式极大地提高了产品定义的设计质量和利用效率。使设计、制造融为一体,是未来设计技术的发展方向,必将对航空制造业有着深远的影响。

MBD技术体系对产品研发有着很高的要求。首先,产品定义完全由三维模型表示,产品的所有相关信息都要关联到产品模型中,这对数据管理系统的集成功能、组织管理的方法都是极大的考验。其次,由于没有了二维工程图纸,产品信息的传递、对传递的控制和对产品信息的理解和执行,都必须借助计算机系统完成,因此在MBD技术体系中需要尽可能地应用数字化的设备(这本身也是质量和效率的要求)。同时由于航空

企业的统一性和众多企业参与带来的管理复杂性,使MBD技术体系不是一蹴而就的。

采用MBD技术体系将为航空制造带来管理上和效率上的飞跃。

首先,由于在MBD体系中,数据集以三维模型为核心,集成了完整的产品数字化定义信息,在后续的各个生产环节中,无须技术人员人工阅读图纸以理解设计要求,再经人工操作输入信息。这样数据流在研制全过程中不再中断,减少了人工干预并频频出错的问题。其次,MBD技术体系改变了传统方法下纸质介质的产品定义表述模式,使得产品信息从设计开始到生产应用都能够满足数字化研制系统的要求,极大地方便了对数据的管理,减少了因纸质实物系统与计算机系统脱节而造成的重复性劳动。第三,结合数字产品数据管理,MBD技术体系提高了信息传递的准确性,同时也大大提高了信息传递的效率,使使用者能够更加直观、准确地获取生产检验的信息。第四,MBD技术体系带来的便利还有对并行工程的支持。在MBD的技术体系中,MBD数据集内容包含设计、工艺、制造、检验等各部门的信息,在数据管理系统和研制管理体系的控制下,各职能人员可以共同在一个未完成的产品模型上协同工作,提高了设计效率,同时也提高了产品的可制造性。因此说MBD技术体系改变了传统的研制模式,更有效地提高了数字化技术带来的便利。

MBD的实施是一项长期、复杂而有艰巨的工作。不仅仅要解决技术问题,更主要的是要有效解决由此带来的对

企业文化、管理体制、生产方式的冲突。波音公司早在20世纪90年代中期就已提出MBD的概念,由于在技术转型期间,波音内部的某些生产流程及大量供应商的设计、制造和检验手段还未达到MBD技术体系的要求,因此,为保证生产的稳定和平稳过渡,在此期间波音推行MBD技术并没有进行激进的改革,而是采取了许多“容忍”措施,如仍保留部分二维图作为制造依据,承包商可选择使用三维或二维图纸等。目的是循序渐进而又坚定不移地推行MBD技术。

## MBD实施中的若干问题探讨

### 1 MBD的技术体系及信息的管理与传递

MBD技术体系是以MBD数据集为核心的应用体系,借助标准管理系统、标准工艺管理系统、CAD系统、工艺设计和分析以及产品数据管理等系统,通过MBD数据集集成产品的设计制造信息,并建立了一套基于MBD数据集的工艺设计分析方法和数据管理办法,使工程制造能够在脱离图纸的环境下,按照设计系统给出的内容组织框架实现对产品生产和检验的监督控制。以波音公司为例,MBD技术体系的应用关系如图2所示。

在MBD技术体系中,以MBD

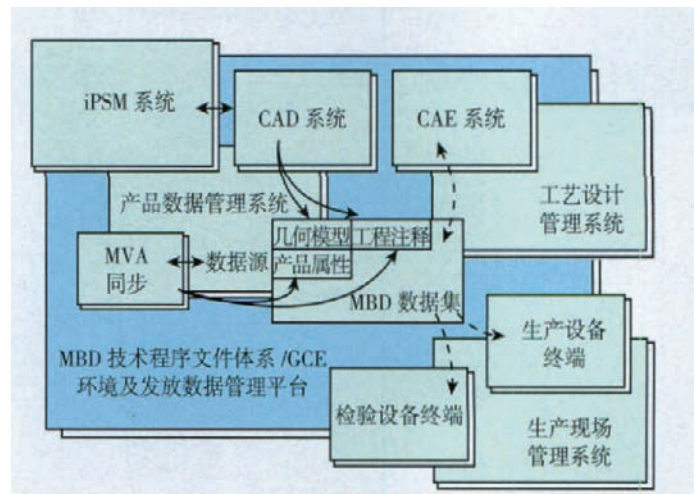


图2 MBD技术体系的应用关系

的技术程序文件体系以及 GCE 平台为基础,其中 MBD 技术程序体系规范了数据的操作要求,而 GCE 平台则借助 iPSM (integrated Product Standards Management)、MVA (Multi Value Attribute) 等系统和接口实现了工艺工程人员在设计过程中与设计人员数据的共享。MBD 技术体系的另一个特点体现在对数字化设备的集成应用中,通过 GCE 平台到生产现场的管理系统,基于 MBD 的产品信息可以最终传递到生产和检验的设备中。

iPSM 系统是集成产品标准管理系统,这一系统管理着波音公司所有的设计、工艺、制造和检验的标准,所有这些标准的工作方法、指令、要求都被统一编码并由计算机管理和发布,任何授权的供应商都能够检索到相关的标准,这就保证了所有供应商执行统一的标准从而达到统一的质量要求。就 MBD 数据集的管理而言,MBD 数据集的内容与产品数据管理系统密切相关,部分 MBD 数据集的非几何信息内容有时需要被表格化定义在零件表中。MBD 数据集的 MVA 信息是与产品数据管理系统的对应内容保持同步的,这一机制由产品数据管理系统实现,在 MBD 数据集发放的过程中,产品数据管理系统必须识别 MBD 数据集的内容并将其内容反映到相关数据对象当中。

另外采用 MBD 技术,整个数据的传递过程和产品数据管理系统必须达到单一产品数据源的要求,即无论是设计数据还是工艺数据都作为定义产品的基本数据,是可配置的,根据构型的不同和飞机产品历史状态的不同而变化。

波音公司在推动 MBD 技术应用时,定制了大量的系统和工具集方便工程师使用。

## 2 产品 / 工艺设计协同

MBD 的重要特点之一是设计信息和工艺信息的融合和一体化,

它将 PMI (Product Manufacturing Information) 及非几何信息(包括产品结构、技术标准、工艺、检验、管理等信息)融为一体。使技术人员更清晰使用 MBD 数模获取需要的信息。这就不可避免地改变过去产品设计和工艺设计分离的局面。波音公司目前已实现 LIPT (生命周期集成产品团队) 来设计产品中从功能到检验方法到维护的全过程。但在我国航空工业普遍存在着厂所分离的情况,设计、工艺分属不同的单位,交流和沟通存在着天然的障碍。而且目前航空制造厂的制造流程中也没有明显的工艺设计过程,在协同设计中普遍存在工艺设计目的不明、业务范围划分不清、无相应的标准可依的问题。设计员中也大量存在着设计经验欠缺,缺乏起码的工艺知识等情况,且与工艺技术人员交流困难。而且目前设计权控制过严,许多可以放权给工艺决定的特征也只有设计才能决定,造成很大的不便。

这些障碍都是目前国内航空企业普遍存在的,解决它们不是一朝一夕的事,也不是某个部门和专业的事。在目前 MBD 实施实践中也有一些好的办法:比如临时抽调工艺代表参与联合设计,举办设计 - 工艺双向技术交流活动、厂所共同制定标准、设计部门向制造厂开放部分 PDM 功能等。这些措施虽然能起到相当的作用,暂时缓解一些矛盾,但毕竟是治标不治本,也不是长效机制,难以从根本上解决问题。随着国家提出科学研究恢复“举国体制”和中航工业整合步伐的加速,相信这些问题会逐步得到解决。

## 3 工厂现场使用问题

MBD 数据的特性和数据使用方法必然对现行的生产体制形成巨大的冲击。首先,MBD 解决的仍旧是制造“什么”或者制造要求的问题,由于使用数字量传递,对于使用数字化设备的生产作业(如数控加工、数

控测量等)当然没有问题,会大幅度提高生产效率。对于多工序的、使用非数字化设备的装配、普通机加、钣金、特种加工作业,如何在 MBD 环境下形成指导零件制造过程的“作业指导书”(如工艺规划和工艺规程)仍然是需要解决的重要问题。

由于习惯于以往的由三维模型表示详细几何形状信息,由二维工程图表示制造工艺信息的工作方式,采用全三维数字化无图设计,将给中航工业企业的工艺、检验、零件、装配等各个部门带来全新的理念与工作模式。在现有条件下,实施 MBD 将面临诸多问题,以下是笔者实施 MBD 调研时收集的一些典型问题:

(1) 大型装配件在装配中层层覆盖,在整个三维装配模型中查找困难;屏幕显示三维装配模型时,整体显示时太小,放大显示只能看清局部细节,对于需要了解三维装配模型整体形状的人来说,浏览较困难。

(2) 与现行生产,检验制度有很大的冲突。比如有些厂工人生产时必须以设计图纸为依据,实施 MBD 后大量取消二维图,生产无依据。

(3) 企业能够应用 MBD 技术的工程师、工人严重缺乏。

(4) 由于 MBD 包含的信息远多于传统图纸,而具体的工作却只需要确定的局部信息,缺乏有效的数据提取工具和技巧将有可能以比原来更低的效率来完成工作。

(5) 目前,机型繁多,各机型各自发表不同的 MBD 标准,生产厂穷于应付,也不利于开发通用的数据提取程序。

这些问题不仅仅是技术问题和管理工作,而是复杂的综合问题。解决它是一个漫长和艰苦的过程,很难在短期内解决这些问题,如同任何新事物一样,发展都是充满曲折的。MBD 技术是场革命,而实施它可能却是缓慢的进化。

(责编 侧卫 岩石)