

MBD 模式下工程信息的表达与传递

Expression and Transmission of Engineering Information Under the Pattern of MBD

中航工业沈阳飞机工业(集团)有限公司 制造数据中心 宁俊义 杨晓飞



宁俊义

助理工程师,主要研究领域为飞机数字化设计、制造相关工作。

全部基于三维数学模型表达工程设计信息的 MBD 技术在中国大地上已经遍地开花,除了中航工业下设的所有主机厂、设计院所已经或试图掌握这项技术外,就连几十人的小的私营企业也在试图通过努力掌握这项技术。MBD 给企业带来的是革命性的变革以及前所未有的挑战和机遇:首先是科研型号的研制周期较模拟量或是数字量与模拟量结合的方式缩短的周期甚为可观,其次企业里涌现出一大批的高素质人才,他们正在通过自身以及大家的共同努力

工程信息是整个制造数据链的核心,是表达设计者设计意图的唯一载体,是企业制造及检验工作的唯一依据。MBD 模式下工程信息的表达与传递方式的应用与推广能够提高企业的 MBD 技术应用的深度及广度,提高企业的核心竞争力,同时,工程信息在 MBD 模式下的应用能够带动相关专业的进步与发展。

不断缩小我们的企业与国外顶尖企业之间的差距。

MBD 技术的核心在于:包括设计与制造在内的工程信息的表达与传递全部是基于三维的。

工程信息的表达

1 零件信息的表达

对传统的基于二维图纸的工程信息的表达方式进行分析,零件信息分为两方面:零件几何信息与零件非几何信息。零件几何信息是指传统二维图纸中的形状、尺寸、公差等几何信息,非几何信息指除几何信息外的零件的“技术要求”、“材料”、“图号”、“名称”、“热表”、“审签信息”等所有文字性描述的信息。两者结合到一起是完整的零件信息,通过这些信息制造部门就能够得到需要制造零件的形状、状态及条件,并通过一定的技术手段制造出满足设计意图

的零件。

1.1 几何信息的表达

(1) 金属类零件几何信息的表达。

金属类零件需要使用 CATIA 或其他三维软件进行设计,要求设计结果需能够完全地表达设计者的设计意图且需要满足工艺要求。以 CATIA 软件为例(无特殊说明后续三维设计软件都是以 CATIA 软件为例),设计完成的实体模型必须是零件制造的最终目标及唯一制造依据。

对于有公差要求的尺寸,需要采用三维标注的形式配合实体模型来表达设计意图,如图 1 所示。对于需要标注较多的零件,其三维标注信息需要按照一定的规则进行分类显示以提高三维模型的可读性。

零件设计的坐标系信息、理论外形信息、承力构件站位信息、纤维方向、毛料尺寸、设计基准、测量机检验基准等信息都应该以三维可视的形

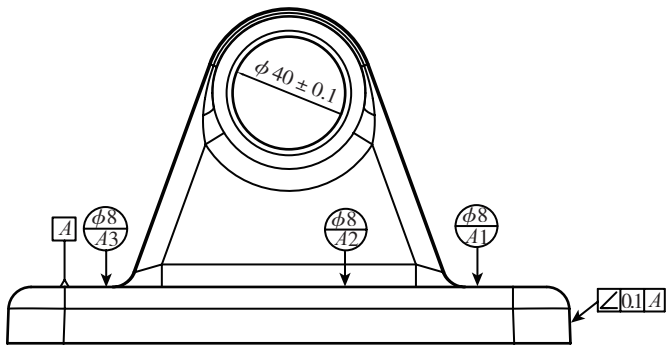


图1 三维标注信息

式在同一个三维模型中集中表达。

(2) 复合材料类零件的几何信息的表达。

复合材料类零件不但要表达金属类零件需要表达的信息,还需要表达零件的铺层的信息。复合材料类的零件要求使用专业的复合材料设计软件(如 CATIA CPD 模块、FiberSIM)进行三维设计,才能够满足后期制造的需要。铺层设计过程需要对每一层都进行详细的设计,最终形成的实体信息需要与铺层信息保持绝对的一致。

(3) 管路系统几何信息的表达。

管路系统的管子零件要求用专业的三维设计软件(如 CATIA 的管路模块)进行设计,要求全机的管路全部基于三维进行设计,且必须对设计结果进行详细的干涉检查,以避免飞机装配时因某一根管子的不合理而耽误大面积管路的装配困难。

1.2 非几何信息的表达

(1) 零件通用非几何信息。

零件通用非几何信息指“通用注释”、“技术要求”、“材料注释”、“审签信息”等信息,这些信息都以参数的形式在零件的结构树上显性表达,如图 2 所示,且和几何信息集成到同一个三维模型中,所有类型的零件都应该包含这些信息。

(2) 复合材料零件专用非几何信息。

复合材料零件专用的非几何信息指“铺层的顺序”、“铺层的角度”、“铺层的材料”、“材料的特性”等信

息,这些非几何信息以多种形式在零件的结构树上进行表达,部分特性能够满足通过一定的手段快速提取。对于不采用 CATIA CPD 模块进行设计的复材类零件,

这些特性都是以隐性的方式储存在每一个模型中,能够通过一定的手段快速地进行提取。

(3) 管路零件的非几何信息。

管路零件的非几何信息指每个管子用于数控弯管程序的弯管数据,这些数据是以隐性的形式储存在每一个管子中,能够满足通过一定的手段快速进行提取并直接用于数控弯管机进行弯管。

2 装配信息的表达

装配信息包括“零件间的装配位置关系”、“零件的装配层次”、“零件间的机械连接信息”、“零件间的焊接、胶接信息”等信息。装配件具备了这些信息,制造部门就能够根据这些信息进行工装的设计及制造、部件组件装配、总装等工作。这些信息的表达都需要在三维模型中进行,由于紧固件的数量非常大,且很多紧固件的实体在装配模型中作用较小,所以很多设计部门对紧固件信息进行了简化,绝大多数设计部门都是以“空间点”加上“矢量线”的方式来代替紧固件的一些信息。

(1) 零件间的装配位置关系。

零件间的装配位置关系需要在设计零件三维模型时进行协调,每个零件在整架飞机上都有其装配位置,在建立零件三维模型时需要将零件在其装配位置进行建模,将所有的零件组装在一起时就形成了一架飞机的三维模型。

对于在装配位置建模比较困难的零件,需要靠软件的约束功能将零件移动至其装配位置,多个零件组装在一起形成一个装配模型,零件间的约束关系及零件的空间位置矩阵记录在上级的装配件内。在设计及制造装配工装时,需要打开装配件去引用其下装配的零件。

(2) 零件的装配层次。

多个零件组合在一起时形成一个装配件,将这个装配件与其他零件或是装配件进行组合便又形成一个装配件,如此类推地组合下去,最大的装配件就是一架飞机,这样就形成了一个一级一级的树状装配模型,这个树状的装配模型反映的就是这架飞机各个零件间的装配层次关系。

(3) 零件间的机械连接、焊接、胶接等信息。

由于对紧固件的三维模型进行了简化,多数设计部门采用了“装配文件”的表达方式:装配技术条件、机械连接信息、焊接信息、胶接信息等信息全部在装配文件中进行表达。装配技术要求的表达方式与“零件通用非几何信息”的表达方式相同;机械连接信息中紧固件的位置及方向通过“空间点”加上“矢量线”表达,

紧固件的牌号、数量、技术要求等信息以参数的信息在结构树上进行表达;焊接信息的焊点位置以区别于紧固件的“空间点”进行表达,焊接技术要求以参数的形式表达;胶接位置以空间“曲面”进行表达,胶

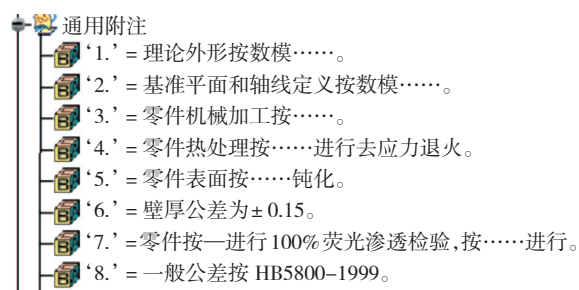


图2 参数化的表达形式

接技术要求以参数或是指向“曲面”的三维文字标注进行表达。

工程信息的传递

工程信息的传递是指设计部门将设计完成的三维模型发放给制造部门,制造部门对这些数据进行有效的管理,通过这些数据派生出能够用于指导生产的制造数据,并通过这些数据组织相关部门开展相关的工作,在规定的时间内,按照规定的质量制造出符合设计部门要求的飞机的过程。工程信息的传递包括工程数据的管理以及工程数据的使用两方面。

1 工程数据的管理

工程数据是指设计部门设计、发放的三维模型以及制造部门根据这些模型生成的能够用于直接指导生产的制造数据的总和。通常对设计部门设计、发放的三维模型称为工程数据集,把制造部门生成的数据称为制造数据集。多数制造企业基于产品数据管理系统(PDM)管理工程数据集及制造数据集,下面以 PTC 公司的 Windchill 系统为例说明企业基于 PDM 系统管理工程数据集及制造数据集的方式。

设计部门设计完成后将所有数据发放到制造企业的 PDM 系统中,在 PDM 系统中构建 EBOM,并将所有设计数据与 EBOM 建立关联关系。制造企业在 EBOM 的基础上增加工艺计划信息(零件分工、路线等信息)形成企业的 PBOM,各个装配部门在 PBOM 的基础上根据装配的单元、工位、工序内容建立 MBOM。后续的 AO、EO、FO、零件供应状态表、工艺数模、工装数模、检验数模等文件需要与 MBOM 中的相应零件节点建立关联关系。

所有的工程数据集及制造数据集施行批架次有效性管理,每个文件都有其固定的批架次有效性,靠 PDM 系统对这些数据进行有效的管理及使用。

2 工程数据的使用

工程数据在制造部门的流转形式如图 3 所示。

(1) 三维可视状态下的 MBOM 快速重构。

通过 DPE 软件能够实现在三维可视状态下的由 EBOM 直接到 MBOM 的快速重构,在没有 DPE 的状态下,工艺人员只能通过打开多个窗口参考三维状态下模型进行重构,很容易出现缺项、漏项的状况,而通过 DPE 与 DPM 结合能够实现工位、工序、工部的快速确定以及相应零件的装配模拟仿真。

(2) 三维数模的使用。

车间现场多配有终端计算机,可以访问企业 PDM 系统按照架次去查看需要使用的三维数模。三维数模包括零件数模与装配数模,使用部门在使用零件数模时直接打开原设计数模查看;由于装配数模一般较大,打开原设计数模需要较长的时间,车间现场一般会将模型转换为 smg、3dxml、ol 等格式的轻量化文件进行查看。这些轻量化文件中需要包括三维实体模型、捕获集、结构树参数信息等内容,且必须满足三维标注信息与所标注元素间存在关联关系,相互查看时能够高亮显示。

(3) 非几何信息的传递。

零件制造过程中,部分工艺人员只关注零件模型中的某一项或是几项非几何信息,往往需要将每个模型逐一打开查看需要的内容,查看的效率较二维的表达方式有所降低。鉴于此种情况,多数企业通过对 CATIA 软件进行二次开发,或是通过对 PDM 系统进行开发,实现了针对某一项或是几项非几何信息的批量快速提取,将所有模型的同一类型的非几何信息集中在一个载体中表达。

(4) 装配信息的传递。

零件间的装配技术条件、机械连接信息、焊接信息、胶接信息等信息

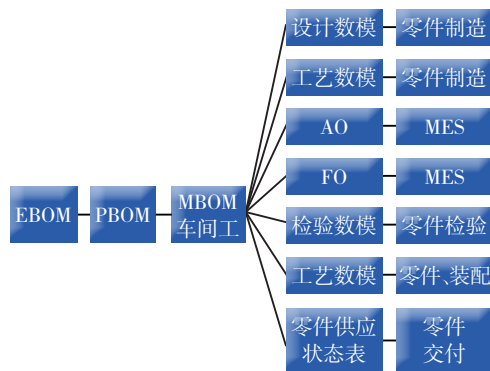


图3 工程数据在制造部门的流转

全部基于一个或多个“装配文件”表达,这种表达方式给装配现场装配配套标准件的准备带来了极大的便利。在实际的装配工作中工艺人员一致认为:如果设计人员在装配设计时能够充分考虑装配工序,按照装配站位划分飞机结构模块,“装配文件”在模块内进行设计,将大大提高制造部门 MBOM 的构建及维护的效率,同时能够大大提高工序配套的准备工作效率。

由于设计部门的“装配文件”内的连接信息都通过“点线集”表达,没有用实际的标准件模型表达,“点线集”的不够直观导致了装配过程中出现大量的边距不够的问题,给飞机的研制周期带来了一定的挑战。鉴于此,多数企业在后续的设计过程中考虑按需引入实例化的标准件模型用于装配协调。

结束语

MBD 技术给企业带来的变革是巨大的,给企业带来的挑战是巨大的,给企业带来的机遇也是巨大的。工程信息是整个制造数据链的核心,是表达设计者设计意图的唯一载体,是企业制造及检验工作的唯一依据。MBD 模式下工程信息的表达与传递方式的应用与推广能够提高企业的 MBD 技术应用的深度及广度,提高企业的核心竞争力。同时,工程信息在 MBD 模式下的应用能够带动相关专业的进步与发展。(责编 夏宛)