

浅谈基于MBD数模测量数据采集的研究与应用

Research and Application of Collecting Measurement Data Based on MBD Model

中航飞机西安飞机分公司 黄梦莉 张 刚



黄梦莉

工程师,毕业于西安电子科技大学,从事计量检测工作。

随着国外先进航空企业在研究和实施电子样机(DMU)、产品数据管理、无图制造、无图检验技术方面的不断发展,波音 777 已经实现了 100% 的数字化定义(DPD), F-35 飞机实现了从设计、制造、检验、装配、试验的全面数字化,从根本上改变了飞机传统的设计、制造、检验的模式^[1]。对飞机的产品模型进行数字化定义,已成为飞机设计水平高低的衡量标准。MBD (Model Based

基于 MBD 数模检测理论数据的基本采集流程和方法,有效地解决了生产中的产品检测瓶颈,使航空产品的数字化检测迈上了一个新的台阶。在不久的将来,MBD 数模的无图制造、检验,将逐步取代传统的检验模式,取而代之的是完全数字化的检测技术。

Defintion), 基于定义的模型是该技术的具体体现。该种技术完全以三维模型表达产品的各种信息,所有的尺寸、形位公差、形状轮廓都定义在 3D 数模中,不提供二维图形。波音在 747-8、787 等飞机项目上运用了这一技术。这一全新技术和设计模式,使得传统的产品检验模式难以满足产品的检验要求。

传统的产品检验模式

传统的产品检验模式采取依据二维图纸手工检验和依据 3D 数模数控检测相结合的手段。对于规则的几何元素,检验人员根据二维图纸的标注,进行手工测量;产品形状复杂,空间几何要素多,二维图纸不能表达清楚,就需要在 3D 数模上采集

检测数据,利用数控测量设备进行检测^[2]。随着无图制造技术的发展,产品在设计时已将产品的特性,如所有的尺寸、形位公差、形状轮廓等定义在 3D 数模中,即 MBD 数模,而不提供二维图纸,产品的制造及检验全部依靠 3D 数模,这对传统的检验模式提出了更高的要求。

基于 MBD 数模产品检验模式

通常在二维图纸和 3D 数模并存的检验模式下,数字化检测只是检测具有轮廓度要求的,能表达产品理论外形关键特性点,获得的一组理论值。数控测量按照测量理论数据进行测量,用实测值和理论值进行比较,根据偏离状况,判定产品的质量

水平。对于其他常规的几何尺寸,都是检测人员靠二维图纸手工检测,来判定产品的质量。但对基于 MBD 制造的产品,所有的几何特征要素包括了产品的理论外形、结构尺寸、孔位置度、垂直度等,都要进行数字化检测,通过在 3D 模型中根据产品的检测要求采集检测理论数据,利用数控测量设备实施测量。

波音 747-8 转包项目,目前就采用了 MBD 数模的无图制造检验模式,从产品的生产加工到产品的验收装配完全依据 MBD 数模。在产品生产制造的同时,检验人员首先依据 MBD 数模提供的几何特性编制检验计划,来确定产品检验的过程,包括常规检测、CMM 测量、激光雷达测量或其他测量方式,所有的尺寸、形位公差都来自于 MBD 数模。通过在 MBD 数模中采集测量理论数据,对基于 MBD 的产品采用数控测量,来满足对产品的验收要求。

基于 MBD 的测量理论数据的采集

1 检验计划的编制

基于 MBD 数模的制造检验模式,其最大好处在于采用并行工程,在产品加工的同时,检验人员依据 MBD 数模编制检验计划(检测规划),包括常规检测方式、激光雷达检测方式、三坐标测量方式等,把需要三坐标测量的内容单独编制测量计划,提供给检测部门,数字化检测人员根据测量计划提供的测量项目,在 MBD 模型中根据不同公差的要求构建测量点,采集测量理论数据。

2 模型有效性的确认

采集测量理论数据之前,应先在 MBD 模型核对产品数模的批准状态和版次有效性。在 MBD 模型中明确地给出了模型的受控状态如图 1 所示,如果是“Approved”则表示该 MBD 模型为被批准状态,是可以使用的;同时还要检查模型的版次是

否与测量计划中提供的模型版次一致,以确保检测所使用的模型是当前最新有效的。

3 测量坐标系的建立

在传统的测量理论数据的采集过程中,测量坐标系的建立依据加工基准表提供的基准进行定义,坐标系是数控程序员在数控加工时依据设计坐标系所确定的,并在这个坐标系下加工零件,同时把加工坐标系下面的 3 个坐标值:(0,0,0)、(1000,0,0)、(0,0,1000)分别给出在飞机原始坐标系下坐标值,测量数据采集人员根据这组坐标值在模型中通过原始坐标反推出加工坐标系,以确保加工和检测坐标系的统一。此时不需要考虑面轮廓或孔的形位公差要求。但对于 MBD 数模,必须完全依靠模型中工程定义的基准进行定义,大致分为 3 种类型:

(1) 在 MBD 数模的产品结构树中“Engineering_definition”的 Datum A、Datum B、Datum C 3 个基准面,产品定义的轮廓度、形位公差等都是 A、B、C 为基准的,因此需要根据 Datum A、

Datum B、Datum C 来建立 XYZ 坐标系。

(2) 但对于大多数的产品,外形复杂基准是曲面,在“Engineering_definition”中定义出曲面上的目标基准点来,同时给出通过目标基构造的 Datum A、Datum B、Datum C 3 个基准面,此时 XYZ 坐标系的建立可通过 Datum A、Datum B、Datum C 来定义,其坐标系的零点必须是 3 个基准面的相交点,如图 2 以目标基准点的坐标系的建立所示。并给出测量人员目标基准点相对于该坐标系空间坐标值,在实施测量时测量人员根据目标基准点进行最佳拟合在零件实物上建立检测坐标系统。

(3) 在测量孔组的形位公差时,当孔相对于 A、B、C 基准有位置度要求时,并且该孔的轴线标注为 B 基

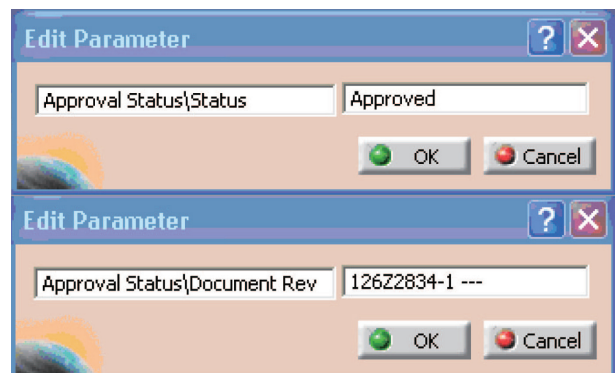


图1 产品数模批准状态及版次

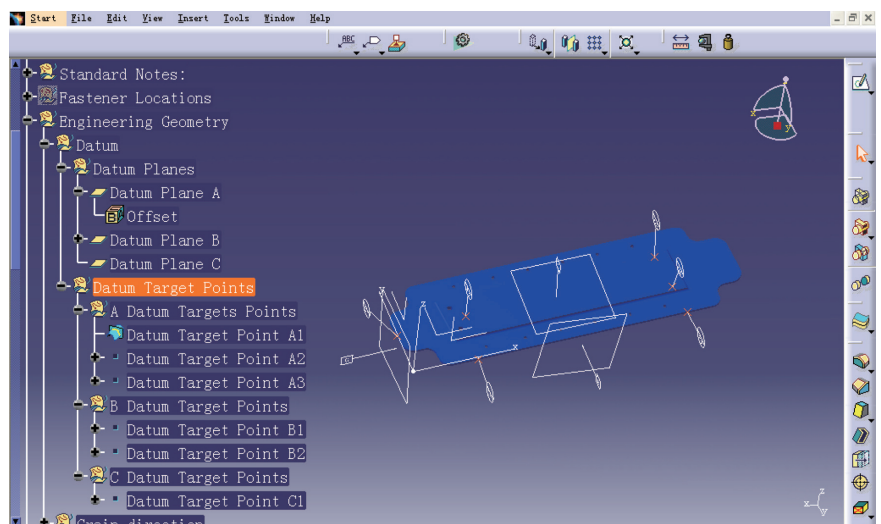


图2 目标基准点的坐标系建立

准,那么在“Engineering_definition”的 Datum A、Datum B、Datum C 的 3 个基准面时,坐标轴的零点必须位于第二基准孔中心上,而不是 Datum A、Datum B、Datum C 3 个基准相交点上。如图 3 第二基准为孔时坐标系的建立所示。

4 测量理论数据的采集

测量坐标系建立后,根据测量计划中测量项目的要求,如零件的面轮廓度、理论外形、孔的位置度等要求,在 MBD 模型中构建相应的测量点,并通过专门、专用的测量数据提取软件来采集数据。如图 4 CATIA V5 测量理论数据采集软件所示,已经完成了数据点的采集,形成了文本格式三坐标测量机读取数据文件夹实施测量。

在 MBD 模型中所有的外形都有轮廓度要求,同时结构特征也需要控制,零件的每个几何要素都要通过数字化测量来验证,如零件的内外形、下陷位置、筋位、筋高轮廓、孔位等,由于公差不同,同时方便测量人员分析数据,需要分类建立多个数据文件,有的测量多达 20 几个文件,容易出现测量项目遗漏的现象。为了方便测量人员测量,并且保证数据文件的完整性,在测量数据采集完成之后,建立测量理论数据目录,其中包括了数据文件个数、文件名称、文件中元素的个数等,以保证测量数据的完整性、可追溯性,如图 5 测量理论数据目录所示。在每个数据文件中按照测量计划中要求的测量项目注释出测量部位,并给出每个数据文件的测量点位示意图。

测量理论数据提取完成之后,将数据文件下发到数控测量现场,现场数控测量设备根据测量理论数据对产品实施检测。

结束语

采用 MBD 进行制造、检验产品,无疑已经成为航空制造业发展的趋

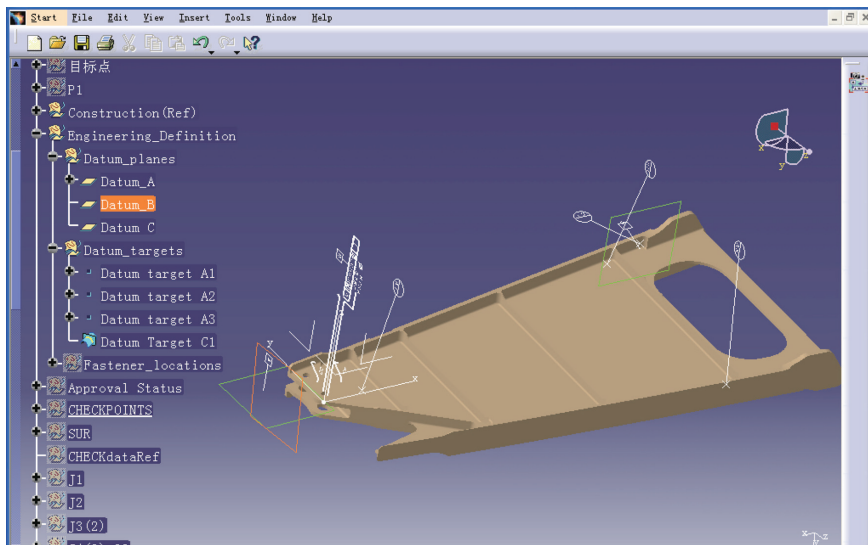


图3 第二基准为孔时坐标系的建立

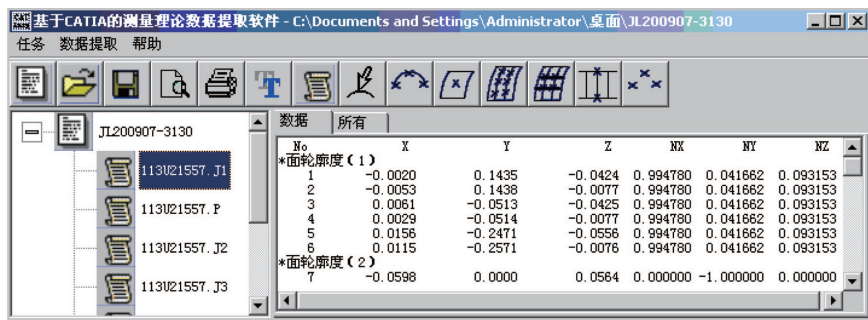


图4 CATIA V5测量理论数据采集软件

NO.	FILE NAME	TOTAL POINT
1	115U32131. J1B	72
2	115U32131. J2B	35
3	115U32131. J3B	61
4	115U32131. J4B	2
5	115U32131. J5B	48
6	115U32131. J6B	70
7	115U32131. WB	26
8	115U32131. PB	40

DATE:2008-11-10 PROVIDED BY: VERIFY BY:

图5 测量理论数据目录

势,基于 MBD 测量理论数据的采集将在更多产品检验中得到应用,目前不但在波音 747-8、787 等国际合作项目上的普遍应用,而且在国内军民机项目也逐渐应用起来。基于 MBD 数模检测理论数据的基本采集流程和方法,有效地解决了生产中的产品检测瓶颈,使航空产品的数字化检测迈上了一个新的台阶。在不久的将来,

MBD 数模的无图制造、检验,将逐步取代传统的检验模式,取而代之的是完全数字化的检测技术。

参考文献

- [1] 苏春. 数字化设计与制造. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [2] 沙长友, 王晓君. 数字化测量技术. 北京: 机械工业出版社, 2009.

(责编 深蓝)