

基于CATIA/CAA的快速布点 技术研究

韩志仁^{1,2}, 李子华², 彩辉³

(1. 航空制造工艺数字化国防重点学科实验室, 沈阳 110136;

2. 沈阳航空航天大学航空宇航工程学部, 沈阳 110136;

3. 中航工业沈阳飞机工业(集团)有限公司, 沈阳 110850)

[摘要] 针对框、梁、壁板、翼肋、双曲面类机身蒙皮、模具型面等三坐标数字化测量前测量布点和数据准备效率低、布点规范性差和测量二维简图生成繁琐等问题,在典型测量特征的布点规则进行整理的基础上,提出了测量布点的算法。在CATIA的环境下,通过CAA二次开发,建立了测量布点平台,实现了框、梁、壁板、翼肋、双曲面类机身蒙皮、模具型面等零件测量点快速布置的功能,提高了测量点和数据的规范性,缩短了测量准备周期,在实际生产中有一定使用价值。

关键词: 测量; MBD; 布点; CAA

DOI: 10.16080/j.issn1671-833x.2016.09.062



韩志仁

教授,博士,主要研究方向为钣金成形CAE和数字化制造。

在航空数字化制造环境下,飞机结构中机加件不断增加,而且这些机加件一般采用数控加工的方法制造,检验采用三坐标测量机进行测量^[1]。

检测前需要导入零件CATIA数模外形面上点的坐标和法矢值,通过获得的测量点、法矢规划测量路径和测量位置,进行检验。我国航空发展速度快,新型号投入多,数字化测量的工作量大。

数字化制造中数字化设备加工得到的零件优先使用数字化的测量设备^[2]。加工后的零件在测量设备中定位,并通过零件上的基准将零件的坐标系与测量坐标系拟合在一起,然后通过数字化测量设备可以得到一些离散点的坐标。这些测量点的坐标是检验零件的原始数据。

传统布点方式的缺点如下:

(1) 由于CATIA部分功能的局限性,传统方式生成零件上的测量点存在着很大的难度,工艺员需要做大量的中间辅助工作。

(2) 布点过程中掺杂了过多的人为因素(点位的控制、点的数量

等),使得后续输出的测量数据不能完全满足测量仪要求而导致测量准确性下降。

(3) 采用传统的测量点生成方式,工艺员每次操作只能生成单个点,对于外形面复杂多变且尺寸巨大的零件(框类、壁板类等),需要重复上百甚至上千次这种技术含量极低的工作而且消耗大量时间,从而严重影响产品的生产进度和后续的测量进度。

在手工输出测量数据过程中,由于耗时长不能保证工作的连贯性,很容易出现人为错误,比如法矢出错会造成测量仪探测头的探针的损坏。

测量数据布点非常烦琐,手工布点效率低,容易出现漏布和布点不规范。为了实现快速布点功能,提高布点效率,提高测量点数据的准确性和规范性,保证测量精度,有必要开发按工艺要求针对模型检测快速布点

的软件。

布点系统

快速布点系统主要的作用是辅助工艺人员快速布置测量点和获取测量点信息。在飞机的梁、框、壁板、翼肋等曲面上快速、准确地生成测量点,并自动生成法矢、测量简图和测量数据。软件原理如图1所示。

关键技术研究

工艺员在 CATIA 平台通过选取零部件简单特征实现测量点的快速生成^[3-6]。系统开发采用了面向对象技术,按照结构化程序的思想,飞机主要机加件梁、框、壁板、翼肋、曲面等都需要测量和检验,成形模具的型面也需要进行测量和检验。本文

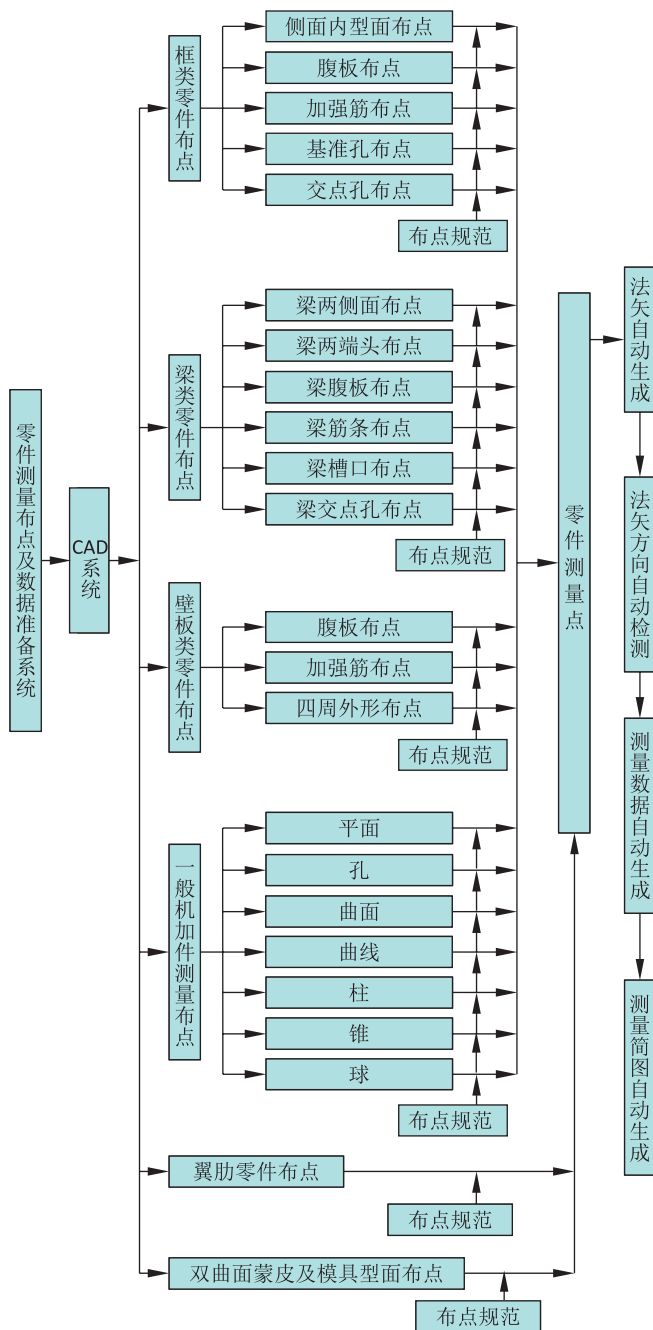


图1 软件原理图

Fig.1 Principle diagram of the software

以框类零件为例说明测量点快速布点技术。框类零件表面分为侧面内型面、腹板面、加强筋。框类零件布点可分为内测量、腹板、筋条3部分。总体操作流程如图2所示。

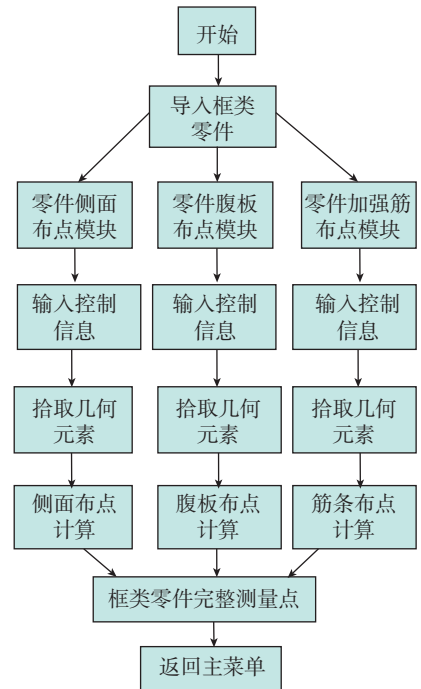


图2 总体操作流程图

Fig.2 Overall operation flow chart

1 侧面布点

传统操作中工艺员手工生成检测点需要进行以下几个方面:选择准线并等分、提取零件侧面、做交线、做交点、判断点的位置。这几个方面都需要大量重复手工操作。

通过侧面布点模块进行布点时,按照工艺要求内外侧形面间隔值取点,在形面上取两排点,工艺员需要选择侧面边线、零件侧面,然后定制间隔值。拾取的侧面边线生成与零件侧面垂直的参考平面,通过制定的间隔值平移参考平面并与零件侧面相交得出交线,在交线上生成测点,如图3~4所示。详细流程如图5所示。

2 腹板槽布点

工艺人员在对零件腹板槽检测时,需要按照指定要求在零件腹板槽上设计检测点。检测点的生成不仅要符合检测要求,还需要按照设计要

求在结构树上生成对应的检测点几何图形集。这些都需要大量的手工操作。

通过加强筋面布点模块布点时,根据腹板每个槽内取3个点(腹板面为平面或曲面)的工艺要求。工艺人员通过简单的CATIA拾取腹板槽面,通过拾取腹板槽面找到腹板槽面形心然后以形心为圆心做圆并向腹

板槽面投影。在投影圆周上可直接生成检测点,如图6~7所示。

考虑到所选择腹板面平面和曲面的差异,根据结构化程序的设计方法,设计了腹板槽布点的算法,算法详细流程如图8所示。

3 加强筋侧面布点

由于MBD模型加强筋侧面一般为较为规则平面或曲面,情况与侧面布点类似。按照加强筋在单侧面取

点的原则,通过加强筋布点模块进行布点时,工艺人员需要拾取参考面、加强筋面,制定偏移距离,通过制定的偏移距离平移参考面与加强筋面相交,在生成的交线上生成检测点,如图9~10所示。详细算法流程如图11所示。

4 应用实例

以基于MBD的某型号飞机的机身数模为例,介绍快速布点过程。先拾取几何元素,设置需要元素数值,即可快速生成检测点。

用基于CATIA/CAA二次开发技术,通过快速布点模块生成大量点,直接获取到每个点位相对于当前坐标系下的X、Y、Z坐标轴上的坐标信息,并按规定要求生成TXT数据文件



图3 侧面布点界面

Fig.3 Interface of arranging measurement point on the side

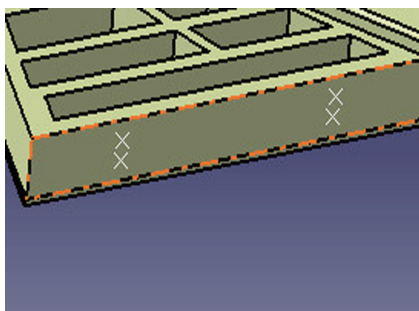


图4 侧面布点实例

Fig.4 Instance of arranging measurement point on the side

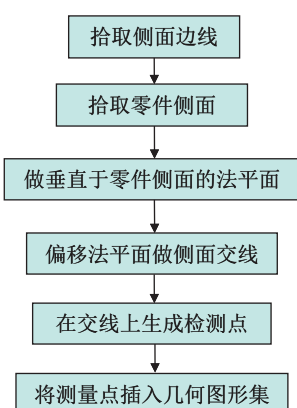


图5 零件侧面布点流程

Fig.5 Flow of arranging measurement point on the side



图6 腹板槽布点界面

Fig.6 Interface of arranging measurement point on the web slot



图7 腹板槽布点实例

Fig.7 Instance of arranging measurement point on the web slot

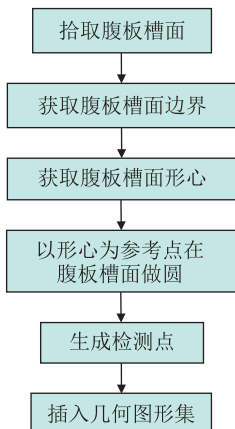


图8 腹板槽布点流程

Fig.8 Flow of arranging measurement point on the web slot



图9 加强筋侧面布点界面

Fig.9 Interface of arranging measurement point on the side of stiffener



图10 加强筋侧面布点实例

Fig.10 Instance of arranging measurement point on the side of stiffener

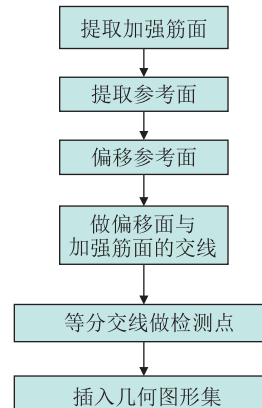


图11 加强筋侧面布点流程

Fig.11 Flow of arranging measurement point on the side of stiffener

和测量简图。检测点、测量简图生成和测量数据输出,如图 12~14 所示。

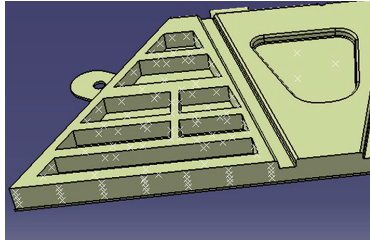


图12 快速生成检测点实例

Fig.12 Instance of rapidly generating measurement point

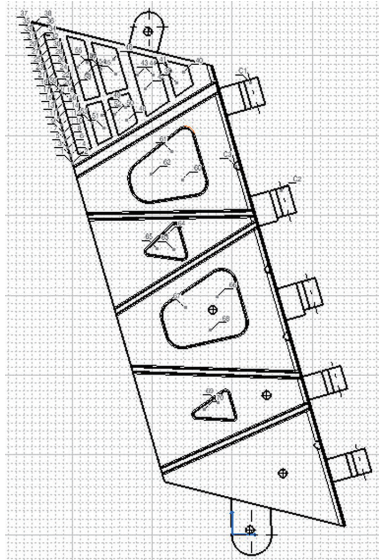


图13 测量简图生成

Fig.13 Generation of measuring diagram

点	X	Y	Z
1	-238.324mm	600.069mm	13.333mm
2	-238.324mm	600.069mm	6.667mm
3	-210.617mm	503.984mm	13.333mm
4	-210.617mm	503.984mm	6.667mm
5	-214.831mm	556.867mm	5mm
6	-207.337mm	548.194mm	5mm
7	-203.752mm	558.866mm	5mm
8	-172.142mm	521.234mm	5mm
9	-166.643mm	509.849mm	5mm
10	-159.767mm	520.191mm	5mm
11	-205.727mm	587.707mm	10mm
12	-185.861mm	518.815mm	10mm
13	-180.068mm	601.82mm	10mm
14	-170.024mm	566.989mm	10mm
15	-141.422mm	596.861mm	10mm
16	-126.181mm	544.011mm	10mm
17	-120.865mm	525.575mm	10mm

图14 测量数据输出

Fig.14 Output of the measured data

结论

通过对基于 MBD 模型的快速布点生成技术研究,解决实际生产过程中工艺设计部门、生产部门在 MBD 模型检测使用中检测点统一快速大量生成的问题。以 CAA/CATIA 为平台,建立了检测点快速生成软件。通过对零件进行分类,总结布点规律和测量要求,实现了以批量方式在零件表面上快速生成测量点,并生成检测点信息文档功能,实现了零件侧面布点、腹板槽布点、加强筋侧面布点等功能,在很大程度上提高了飞机制造的效率。

参考文献

[1] 朱正德. 三坐标测量机的矢量检测功

能及其应用[J]. 金属加工, 2003, 37(11):56-57.

ZHU Zhengde. The vector detection function and application of the three coordinate measuring machine[J]. Machinist Metal Cutting, 2003, 37(11):56-57.

[2] 韩志仁, 耿煦. 基于 MBD 的三坐标测量检验技术研究[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学, 2013.

HAN Zhiren, GENG Xu. A study on the technology of three-coordinate measurement and inspection based on MBD [D]. Shenyang: Shenyang Aerospace University, 2013.

[3] Dassault Systemes. CAA V5 encyclopaedia[M]. Paris: Dassault Systemes, 2000.

[4] 袁其源, 雷玉勇, 熊佳, 等. 基于专家系统的 CATIA 二次技术[J]. 机械与电子, 2007(9): 12-14.

YUAN Qiyuan, LEI Yuyong, XIONG Jia, et al. Re-developing technology of CATIA based on expert system [J]. Machinery & Electronics, 2007(9): 12-14.

[5] 邓学雄. 现代 CAD 技术的发展特征[J]. 工程图学学报, 2001(3): 8-13.

DENG Xuexiong. The development characteristics in modern CAD technology[J]. Journal of Engineering Graphics, 2001(3): 8-13.

[6] 凌坚, 隋成华. 基于组件结构的软件二次开发接口的设计实现[J]. 计算机工程, 2002(2): 107-110.

LING Jian, SUI Chenghua. Design and implementation of the interface for further development based on component [J]. Computer Engineering, 2002(2): 107-110.

Research on Rapid Design Technique of Measure Point Based on CATIA/CAA

HAN Zhiren^{1,2}, LI Zijian², CAI Hui³

(1. Key Laboratory of Fundamental Science for National of Aeronautical Digital Manufacturing Process, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China;

2. College of Aerospace Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China;

3. AVIC Shenyang Aircraft Corporation, Shenyang 110850, China)

[ABSTRACT] The frame, beam, wallboard, wing rib, hyperboloid fuselage skin and die face should be measured by three coordinate digital measuring system, but the efficiency of measuring point placement and preparing data is low, the normalization of point placement is poor, and the generation process of two-dimensional measuring diagram is complicated. In order to solve these problems, an algorithm of measuring point placement based on placement point rule of typical measurement features is proposed. In the CATIA environment, the platform of measuring point placement is built based on CAA secondary development. The function of rapidly arranging measurement point is realized on the surface of frame, beam, wallboard, wing rib, hyperboloid fuselage skin and die face. It improves the normalization of measurement point and data, shortens the preparation cycle, and the application value is reflected in actual production.

Keywords: Measure ; MBD; Measure point design; CAA

(责编 大漠)