

测量臂在检测复杂自由曲面中的应用

Application of Measuring Arm in Testing of Complex Free-Form Surface

中航工业昌河飞机工业(集团)有限责任公司 韦余雷 周勇



韦余雷

中航工业昌河飞机工业(集团)有限责任公司 55 车间工程师,主要从事工装的检测、设计与制造工作。

测量臂也叫关节臂,也有人称便携式三坐标测量机,该系统是一种新型的多自由度的非笛卡儿式坐标测量系统。它将 6 个转动臂(在每个关节中都安装有角度编码器)和 1 个测头通过 6 个旋转关节串联,关节与关节之间由长度不同的杆件连接而成,6 个角度编码器给出了各个关节的相对转动量,从而决定了测头的位置。测量臂的一端固定于基座上,测

ROMER 测量臂在飞机型架的定位安装和检测,飞机外形尺寸及零部件的检测;车间现场中小型机械工件的几何尺寸,轮廓、形位误差的测量和计算;现场各种复杂曲线曲面工件的 CAD 理论数模与实际工件的对比测量;逆向工程中对未知工件的轮廓扫描等多方面有广泛的用途。

量头可以在空间自由转动,这样就形成了一个空间开链连杆机构,构成了一个半球形的测量空间。测量人员可以手工移动测头进行测量。利用计算机上携带软件计算出被测点的位置,通过数据处理得到待测参数值或偏差。

用我公司的 ROMER 测量臂检测某飞机工装的定位型块。ROMER2160 的技术参数:

测量范围:以基座为圆心,1800mm 为半径的球;重复测量球体的精度 +0.049mm;重复测量锥体的精度 +0.054mm;测量长度精度 +0.074mm;工作温度 +10℃ ~ +40℃;湿度:5% ~ 90% 非冷凝;功率补偿:100 ~ 240VAC (±%10),

50/60Hz A (±3Hz); 配备接触式测头。

复杂曲面的测量

1 测头校准

测量工件前,首先要进行测头校准,以消除由于环境条件变化所产生的探针半径误差对测量结果的影响,下面简单介绍 ROMER2160 校准方法。

- (1) 开机并进入 GDS。
- (2) 选择 Probe Calibration。
- (3) 在 Select type of probe 下拉菜单中选择 Contact probe。
- (4) 在 New probe to calibrate index 提示框中输入序号。
- (5) Enter probe diameter 项中,

输入“6”(因为需要校准的为6mm测头)。

(6) 屏幕出现 Machine file already exist. Do you want to replace it?

(7) 进入校准过程。点击 Run all。

(8) Install probe 1(15 diameter)。安装1号15mm金属测头。点击OK。

(9) (此项也可在预备工作时候做) 在一个标准平面(平面度要好)

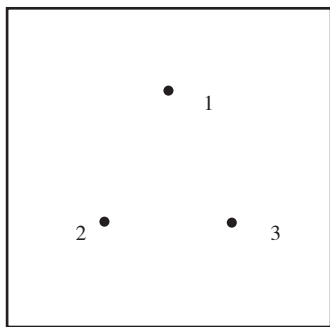


图1 3个校准点顺序

上,点三点做为等边三角形的3个顶点。三边长度均为50mm。并标记三点顺序:1,2,3,如图1所示。

(10) 使测头垂直于标准平面。按照1、2、3顺序测量3点。每点一点,须按确认按钮。之后,屏幕出现 Contact probe 后,更换6mm直径测头,点击OK。

(11) 使测头垂直于标准平面。按照1、2、3顺序测量3点。每点一点,须按确认按钮。

(12) 倾斜测头,使测头与平面夹角 45° 、 135° 。按照1、2、3顺序测量3点。每点一点,须按确认按钮。

(13) 倾斜测头,旋转E轴 90° ,使测头与平面夹角 45° 、 135° 。按照1、2、3顺序测量3点。每点一点,须按确认按钮。

(14) 屏幕出现 Measurement complete, start calculation. 点击OK,开始计算。

(15) Enter probe comment if necessary. 可输入“6 (050914)”:意思为2005年9月14日,6mm测头。

(16) 结束过程。然后选择最新校准6mm测头、测量块。如结果不好,重新此过程。

2 零件分析

根据工件的设计基准或工艺基准,找正工件坐标系。而对工件的装夹和调整几乎没有要求,只要在测量过程中工件能保持稳定即可。

以某飞机工装的定位型块作如下分析:该零件的复杂型面进行数控加工,但由于加工过程中的误差较大,使得2个基准孔(TH1, TH2)的位置与数模不相符,即已没有两个基准孔理论值,所以用这个基准孔无法检测型面(图2)。

3 确定方案

在这种情况下,用ROMER测量臂迭代拟合功能来解决这类技术难题。首先分析被测物体的大小,然后采取牢靠的装卡方式,将零件装卡在平台上,与设备保持相对位置关系不变;分析被测零件的曲率变化,选择6mm的红宝石测头,避免零件的曲率过大而造成测量误差。

4 开始测量

(1) 在数模上取点。

首先在powerinsper软件中以CATPAT或IGS格式导入该零件的三维数模,分析被测零件的型面特征点,并在三维数模上手动取出对应的点,数量不小于6个,而且这6个点要在6个法向面上,然后在被测零件的相应位置进行实测点。要注意的

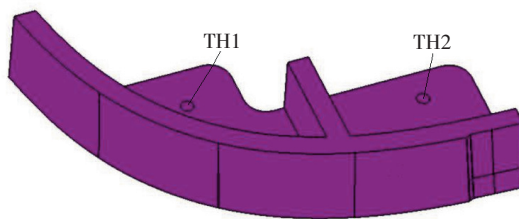


图2 模型上的两个基准孔

是,这几个点的采集顺序要和为数模上取点的顺序一致。通过测量指定点,借以检测曲面的加工精度。

在这个过程中的操作顺序是:首先在数摸上用动态点编辑器采集一些点,尽可能取X、Y、Z三个方向;然后新建检测组,测量已经选择的曲面点。

(2) 坐标拟合。

用软件的功能进行初步拟合,坐标拟合首先是点拟合,点拟合遵循最小二乘法原则(如图3),在三维空间中实际曲面与标准曲面进行拟合,使其满足每个测量点到标准曲面的距离平方之和达到最小的原理。该方法不仅可以确定曲面面型误差,同时还可以计算出曲面在空间的真实位置,从而降低了对测量定位基准的要求,因此本方法对测量曲面有重要意义。

这一过程的操作顺序是:自由拟合——过滤器——计算(其中要求水平线尽可能在点多的位置,上下调整限制线进行优化)线显红色。

为最值取点,产生自由形状对齐定位。

(3) 微平面法半径补偿。

因为该零件是复杂的自由曲面,在曲面上每点的法线方向无法事先知道,所以必须对测球在法线方向进行补偿。在ROMER测量臂软件系统中具有测量自由曲面时半径自动补偿的功能。

(4) 自由曲面的误差评定。

测量臂软件中曲面的评价点有红、蓝、绿3种不用颜色,这3种颜色分别代表不同的意义:红色表示所

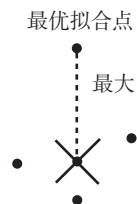


图3 最优拟合点示意

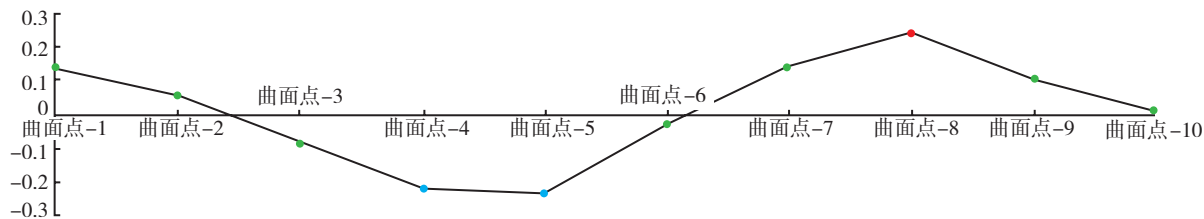


图4 测量的误差分析图

表1 检测组示例

	offset	Tol. inf	Tol.sup	X	Y	Z	dx	dy	dz	dL
曲面点 -1	0.000	-0.200	0.200	1227.383	-668.779	588.408	-0.003	-0.137	0.000	0.137
曲面点 -2	0.000	-0.200	0.200	1229.695	-668.824	589.750	-0.001	-0.057	0.000	0.057
曲面点 -3	0.000	-0.200	0.200	1233.395	-668.898	589.083	0.002	0.093	0.000	-0.093
曲面点 -4	0.000	-0.200	0.200	1235.582	-668.943	588.245	0.005	0.224	0.000	-0.224
曲面点 -5	0.000	-0.200	0.200	1235.489	-668.934	593.831	0.005	0.235	0.000	-0.235
曲面点 -6	0.000	-0.200	0.200	1232.182	-668.868	594.040	0.001	0.028	0.000	-0.028
曲面点 -7	0.000	-0.200	0.200	1227.825	-668.778	596.711	-0.003	-0.141	0.000	0.142
曲面点 -8	0.000	-0.200	0.200	1225.318	-668.741	584.728	-0.005	-0.243	0.000	0.244
曲面点 -9	0.000	-0.200	0.200	1229.057	-668.816	583.518	-0.002	-0.099	0.000	0.099
曲面点 -10	0.000	-0.200	0.200	1231.478	-668.852	595.970	0.000	-0.013	0.000	0.013



图5 ROMER测量臂



图6 国外某飞机装配车间的测量臂

测量,其原理就是将实际曲面与标准曲面进行拟合,计算出曲面在空间的真实位置,使得测量时无须对测量坐标系进行严格调整。对于很多采用型面定位的工装来说,用处极大。弥补了零件加工过程中,由于各种原因所造成的误差难以用常规方法检测的难题,提高了检测效率。利用 ROMER 测量臂(如图 5)及其软件很好地实现复杂自由曲面的检测,不仅高效准确,而且可以方便地进行精度评价,不失为检测复杂自由曲面的好方法、好手段。

除此以外,ROMER 测量臂在飞机型架的定位安装和检测(如图 6 所示),飞机外形尺寸及零部件的检测;车间现场中小型机械工件的几何尺寸,轮廓、形位误差的测量和计算;现场各种复杂曲线曲面工件的 CAD 理论数模与实际工件的对比测量;逆向工程中对未知工件的轮廓扫描等多方面有广泛的用途。

结束语

此方法适用于各种复杂曲面的

(责编 侧卫)

选的测量点超出正误差范围,蓝色表示所选的测量点超出负误差范围,绿色表示测量点在误差范围之内。因此可以很清楚地看到评测曲面上点的误差精度是否符合要求。表 1 为本次检测的数据。

图 4 是本次测量的误差分析图:由图 4 中可以看到各测量点颜色,说

明该零件加工精度有 3 点超差,其中 2 点是负差,1 点是正差。根据超差点在零件中的具体位置分析,该超差点不与产品接触,属于让开产品的地方,所以该零件满足使用单位的要求。