软件

PowerINSPECT 在三坐标叶片测量技术上应用

叶片检测一直是检测领域的一道难题。传统的检测方法是采用专用工装对叶片进行检测，该方法的缺点是效率低、精度差，影响了叶片的检测精度和效率。近年来，随着三坐标测量机的普及，在三坐标测量机上对叶片的检测就成为一种趋势。

文 | **陈锴** 北京南航立科机械有限公司

叶片的检测存在着一系列难点，首先测量精度要求高，叶片型面测量精度直接影响其制造精度，通常精度要求都达到 0.01 mm，甚至 0.005 mm。其次测量效率要求高，叶片通常都是成批量生产，检测效率慢的话影响制造产量。叶片测量定位和建立基准坐标系复杂，叶片安装楔型面比较小，装卡定位和建立坐标系误差较大。同时叶片测量数据处理复杂，不但有叶型、弦长、前后缘半径等形状误差要求，还有叶片弯曲、扭转等位置误差要求。因此，叶片检测一直都是航空发动机制造企业中生产和检测部门所面临的难题之一。

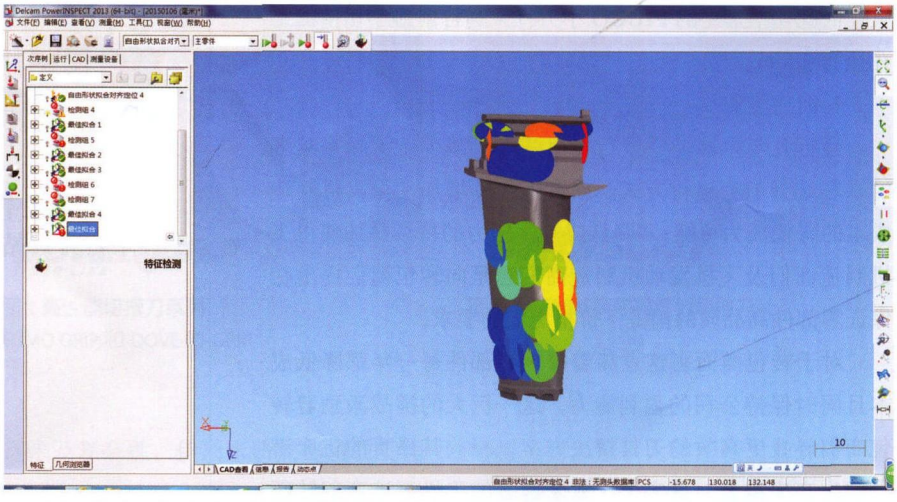

图 1 测量时要按照选取点时的顺序依次进行测量，测量完成后如图所示

如何通过 Delcam PowerINSPECT 测量软件快速精准的建立坐标系并测量出希望的型面误差，这就需要用到 Delcam PowerINSPECT 软件中的自由形状对齐定位及最佳拟合功能。

首先根据叶片形状和大小，把叶片装卡到合适的位置，使得在测量过程中探针可测到所有被测元素，并且要注意在探头转换角度时不会超出测量边界范围，然后将可能用到的探针角度全部进行标定校准，对于叶片测量来说，测针直径越小测量精度将会越高。

将叶片理论 CAD 模型导入到 Delcam PowerINSPECT 软件中，PowerINSPECT 对目前市面主流 CAD 软件格式标准全部支持，无需进行任何格式转换直接读取，最大程度避免了在数据格式转换过程中造成的数据丢失支持，本文中直接读取的是 UG 生成的模型。

从 CAD 模型可以看出，叶片表面没有任何基准可供定位使用，所以我们便可以采用 PowerINSPECT 的自由形状功能进行粗基准对齐，过程如下：首先在叶片 CAD 上选取测量导点位置，选取原则依照最大轮廓包裹范围，并尽可能的多方向选取，然后便可产生自由拟合测量规划程序。

接下来便可执行程序进行手动测量，测量时需要注意的一定要按照选取点时的顺序依次进行测量，测量位置不必严格

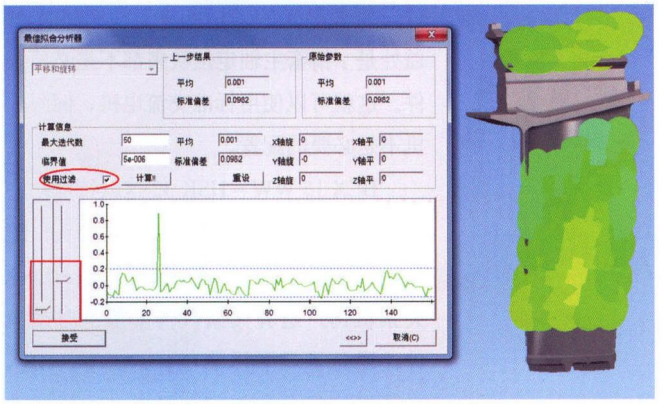

图 2 自动运算得到最佳拟合结果

按照精准位置，只需要在选取点位置附近范围内测量即可。

测量完成后可以发现，此时坐标系对齐的并不是很理想，从图上采点的颜色可以看出来，理论值和实体偏差较大，所以还需要用到 PowerINSPECT 的最佳拟合功能进行精确定位。

采用最佳拟合建立精基准定位坐标系，首先我们要在自由形状对齐的基础上进行曲面测量，这里可采取多方位，多曲面选取，这样在最佳拟合时结果就越加精准，在这个例子中我们测量了四个曲面，用这四个曲面产生最佳拟合。

然后接受并进行自动运算得到最佳拟合结果，在最佳拟合分析器中我们可以看见所有测量点经过最佳拟合运算后得到的分析误差，并且在此分析器中还可以使用过滤功能，将意外测量点及明显误差点排除在运算之外，从而得到精确拟合计算结果。

此时可以看出，在采用最佳拟合之后，曲面测量点与 CAD 理论值的关系明显好了很多，由此证明此时坐标系的精度有了大幅度提高，此时精基准坐标系已建立完毕。如果用户还需要进一步提高坐标系的精度，还可进行了多次最佳拟合，通过多个曲面的最佳拟合迭代，最终将会得到更为精确的坐标系。

由于目前航空发动机叶片的设计要求越来越高，加工质量也随之要求提高，所以检测的手段及方法也势必亟待提高。采用 Delcam 公司的 PowerINSPECT 软件，可对类似于叶片的复杂无固定基准类型的工件进行坐标系的快速完美对齐，使后续测量精度的可靠性大大提升，也对产品加工质量起着保驾护航的至关作用。MM

广告