

数控刀片复杂槽型三维重构

宁华林^{1,2} 卜学军¹ 严宏志² 陆海涛¹

1 杭州超尔切削工具有限公司 2 中南大学机电工程学院

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1774

[摘要] 数控刀片是切削加工的关键部分,其不同槽型结构决定其不同的使用场合。现有接触式检测手段如划线仪等只能检测某一截面的槽型。为三维重现刀片实物结构,本文研究一种数控刀片复杂槽型的三维重构方法。以WNMG*刀片为例,通过Imageware、Geomagic和UG联合进行三维CAD模型的重构。通过研究发现,非接触式测量的点云数据可以重构出复杂槽型的数控刀片的三维结构。

[关键词] 数控刀片; 点云; 复杂槽型; 三维重构

中图分类号: TD6 **文献标识码:** A

Influence of different edge passivation morphology on cutting performance of blade

Hualin Ning^{1,2} Xuejun Bu¹ Hongzhi Yan² Haitao Lu¹

1 Hangzhou Chai Cutting Tools Co.,Ltd 2 Central South University

[Abstract] Cutter blade is a key part of cutting tools, and its different groove structure determines its different application. Existing contact detection methods such as scribe can only detect groove type of a certain section. In order to reproduce the physical structure of the blade in three dimensions, a three-dimensional reconstruction method of complex groove of CNC blade is studied in this paper. Taking WNMG* blade as an example, the 3D CAD model is reconstructed by combining Imageware, Geomagic and UG. It is found that the three-dimensional structure of CNC blade with complex groove can be reconstructed from the point cloud data measured by non-contact method.

[Key words] Blade; Cloud data; Complex groove; Three-dimension reconstruction

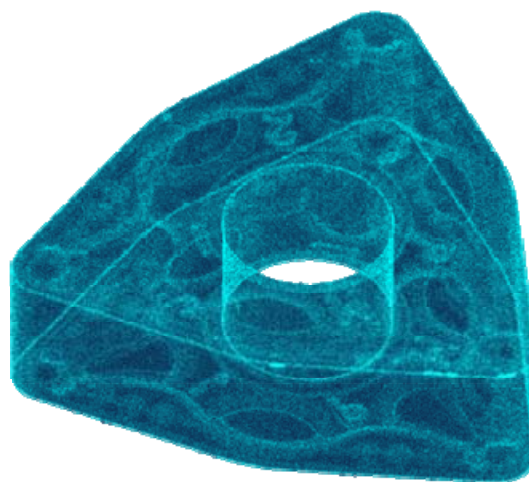
引言

数控刀片是数控刀具中可替换的用于直接切削加工的功能部件。其材料多为硬质合金,采用粉末冶金工艺生产,可成形钨、钼等难熔金属。数控刀片通过压制、烧结制成,因粉末粒度不均匀、装粉不匀、粉末受力不均匀、模壁摩擦等因素影响,造成压坯致密分布不均匀,进而形成烧结后的产品存在变形^[1]。目前数控刀片的变形通过试压试烧后,调整压制参数如顶压行程OB或行程比的方式调整压制方向的密度分布不匀,但对于复杂形状的数控刀片,尤其是复杂三维槽型结构,其依靠千分尺、三坐标、超景深显微镜或划线仪的测量方法逐渐不能满足其精细测量需求^[2]。随技术的发展,非接触式测量精度日益提升,光学或激光等重复测量精度可达10 μm,精度满足数控刀片变形的分析及后续的三维重构。本文介绍一种复杂数控刀片的三维重构方法^[3]。

1 数据获取及预先处理

根据被测刀片的结构特点,采用某品牌的3D轮廓测量仪,测量原理为光切断面法,当光照镜头的条状光线在被测量刀片表面扩散反射,从刀片正上方观察反射的光线,可发现条纹状的光

线因刀片槽型的凹凸而发生弯曲,通过CMOS传感器可以成像光线,并计算获得各点的位置,其重复测量精度为1 μm,满足刀片测量精度要求^[4]。以WNMG*刀片为研究对象,通过测量获得点云数据如图1(a)所示,数据格式采用STL。

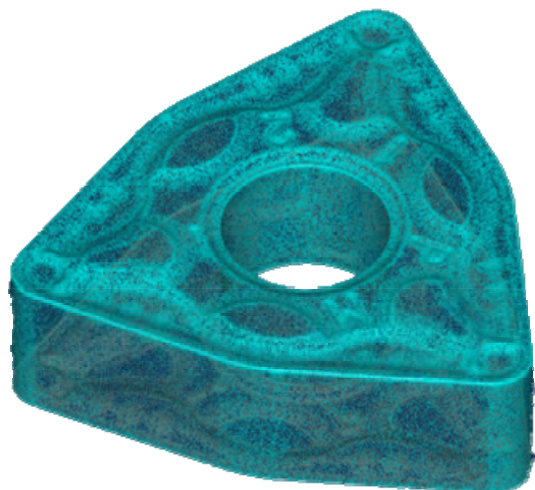


(a) 点云模式

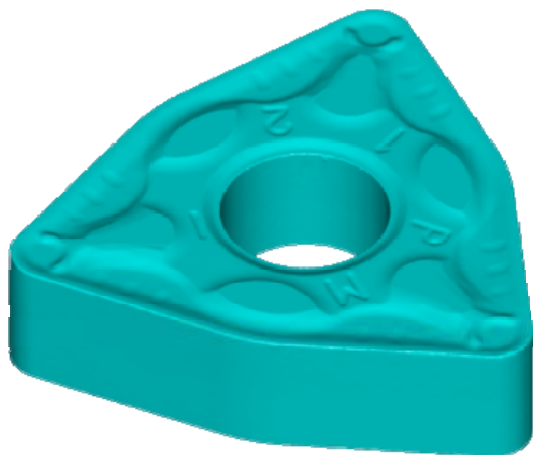
2 三维重构

某些测量软件自带自动生成STL模型的功能,但其忠实于测量数据而形成的模型而带有一些噪点、异常面等,往往是回转结构也各不相同,不能直接用于后续的设计、加工中。

将点云数据导入Geomagic后,首先去除肉眼可见的异常点;然后通过去除体外孤点和非连接项进一步进行点云的删减,体外孤点时设置敏感性80,处理后点云减少到66678个,如图3(a)所示。再通过减少噪声进行平顺和点云数据的简化,降噪时根据模型的复杂程度选择多次迭代,依次迭代的偏差精度逐渐减小,降噪参数选择棱柱形(积极),迭代次数选择5次,偏差限制为0.01mm,偏差显示参数颜色设为10段,最小值0.01到最大值0.1mm,降噪后的最大距离为0.01,平均距离为0.00099,标准偏差0.00091,如图3(b)所示。完成点云初步处理后,转化为STL进行封装,封装wrap采样时有控制距离和控制最大三角片个数两种,按模型需求精度进行选择,该例中封装控制三角片个数50万个,如图3(c)所示^[5-8]。然后通过网格医生进行三角片的优化,多次迭代使小组件、非流行边、自相交等各项为0,优化后三角片数为132300个。



(b) 离散平面模式



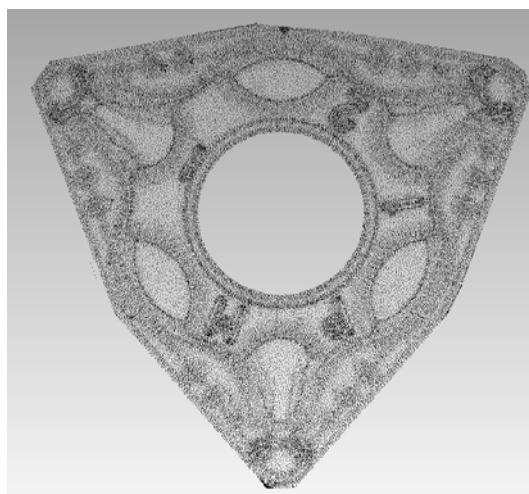
(c) 着色模式

图1 STL格式点云数据

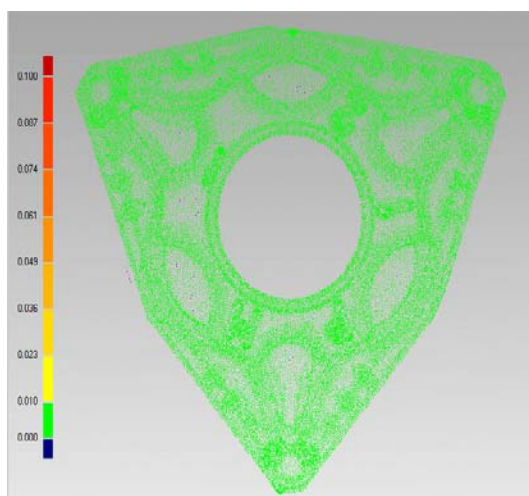
在Imageware中通过离散平面模式初步确定采样点密度如图1(b)所示,如对某些结构细节关注可补充测量,通过着色模式可初步发现刀片测量中的异常点,如噪点、环境光、灰尘等造成的异常点,如图1(c)和图2所示。



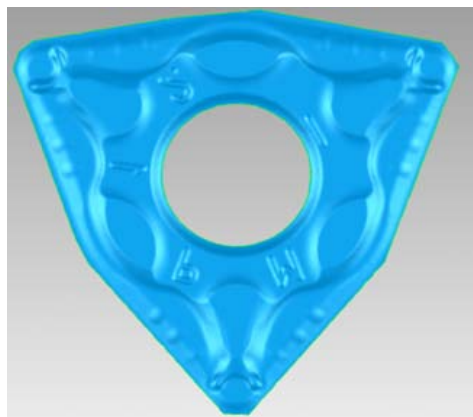
图2 异常点



(a) 点云去异常点

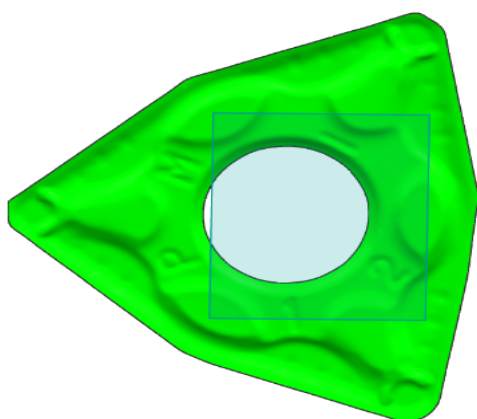


(b) 点云降噪

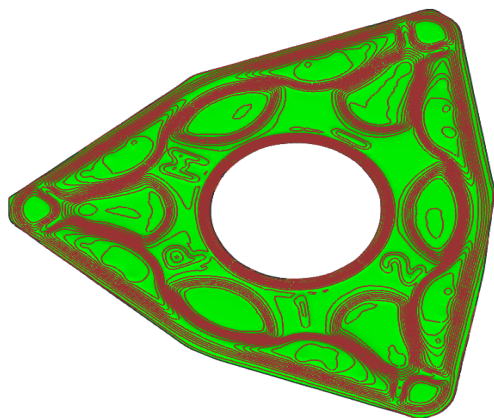


(c) 封装

图3 点云处理



(a) 基准平面



(b) 截面分析 图4 CAD建模

将处理完的模型另存为STL模型, 导入UG中进行三维建模。

从特征探测及刀片使用经验可知浅蓝色及其轴对称位置为定位平面, 故在UG在逆向模块中取该平面的三点做基准平面, 如4(a)所示。以此平面为基准进行截面分析, 截面距离设置为0.01mm, 从图4(b)可见定位平面存在微变形, 建立平面对此处进行修剪。结合ISO刀片数据参数补齐其他部分, 后续可用此模型进行变形偏差分析、逆向快速开发等。

3 结论

本文以WNMG*刀片为例通过非接触式测量获取点云数据, 通过Imageware、Geomagic和UG联合对复杂结构的数控刀片进行CAD三维模型的重构。研究点云处理、小平面构建、三维建模的方法, 研究过程表明非接触式测量精度满足复杂结构数控刀片重构精度需求。

【参考文献】

[1]周书助. 硬质合金生产原理和质量控制[M]. 硬质合金生产原理和质量控制, 2014.

[2]黄培云. 粉末冶金原理[M]. 粉末冶金原理, 1982.

[3]徐涛. 硬质合金可转位刀片在成型工序的精度控制[J]. 硬质合金, 2000, 17(3):4.

[4]Betim S. Additive Manufacturing and Reverse Engineering: Research and Manufacturing of Complex Parts[M]. Nova Science Publishers, Inc., 2021.

[5]张锦. 基于逆向工程的无人机螺旋桨叶片模型重构技术研究[D]. 中北大学机械制造及其自动化, 2016.

[6]金涛, 陈建良, 童水光. 逆向工程技术研究进展[J]. 中国机械工程, 2002, 13(16):1430-1436.

[7]魏双羽, 刘凯. 复杂零件结构逆向设计与几何检测集成方法研究[J]. 工具技术, 2022, 56(09):139-144.

[8]周石恩. 基于数字孪生的复杂产品装配建模与精度分析方法[D]. 浙江大学机械设计及理论, 2019.

作者简介:

宁华林(1985--), 男, 汉族, 湖南衡南人, 硕士, 工程师, 从事硬质合金刀片以及成型工艺研究。