

刀具预调测量仪系统的研究

刘力双 王宝光 张 铤 卢慧卿 孙双花

(天津大学精密测试技术与仪器国家重点实验室, 天津 300072)

摘 要:介绍了基于计算机视觉测量的刀具预调测量仪系统,分析了测量原理和系统的结构。由面阵 CCD 摄像机摄取刀尖的图像,通过图像卡输入计算机进行处理,计算机根据所读入的光栅尺数据和图像处理的结果算出刀具的参数值,并存入数据库。系统具有精度高和自动化程度高的特点,为数控机床的高精度加工提供了保证。经过实验,测量重复性精度达到 $3\ \mu\text{m}$ 。

关键词:刀具预调测量仪 视觉检测 图像处理

Study on Tool Presetting Measuring System

LIU Lishuang, WANG Baoguang, ZHANG Yao, LU Huiqing, SUN Shuanghua

(State Key Laboratory of Precision Measurement Technology and Instruments, Tianjin University, Tianjin 300072, CHN)

Abstract: A tool presetting measuring system based on computer vision measurement is introduced, and the measurement principle and system construction are analyzed. The image of tool nose is captured with area - array CCD and then sent into a computer through an image acquisition card. According to the data of grating meters and result of image processing, the computer calculates the tool's parameters and stores them in the database. This system features high accuracy and automatic machine tool detecting, thereby guarantees the high accuracy manufacture of the numerical control machine. A repeatability of $3\ \mu\text{m}$ is obtained through experiments.

Keywords: Tool Presetting Measurement; Vision Detection; Image Processing

随着我国数控加工中心的应用日益普及,对刀具预调测量仪的需求越来越大。目前,国外有多家公司都有多种型号的刀具预调测量仪系统产品,都采用了基于图像处理的计算机视觉检测技术,不仅能够对刀具进行瞄准测量,而且能够用微机对刀具库进行管理。国内生产的刀具预调测量仪产品仍停留在机械光学式,测量精度低。它主要依靠人眼通过投影屏将刀具放大后进行瞄准测量,这给测量带来主观误差,同时测量速度低,不能适应现代化数控加工的要求^[1-3]。本文研究了基于视觉检测技术的刀具预调测量仪系统,提高了测量精度和自动化程度。采用了亚像素图像处

理算法来获取刀具参数,不但能对刀尖位置进行测量,而且能够对刀形轮廓的参数进行测量。

1 刀具预调测量原理

刀具预调测量仪不但需要给出刀具的刀尖特征点位置,还需要给出切削角、刀尖圆弧半径等参数。刀具刀尖都是具有一定的曲率半径的,进行切削时,对于不同的切削对象,刀具与工件的接触点不同。如图 1 所示,为一刀尖的局部放大图,如果是用于端面的切削,那么切削点是 P ,同理如果用于圆柱面的切削,那么切削点是 Q 。在机床坐标系中确定刀具预调点 P 与 Q

参 考 文 献

- 1 刘晋春,赵家齐主编.特种加工(第2版).北京:机械工业出版社,1998.
- 2 王建业,徐家文编著.电解加工原理及应用.北京:国防工业出版社,2001.
- 3 沈健,牛志强,张海岩.微秒级脉冲电流电化学抛光的试验建模与工

艺.哈尔滨工业大学学报.2004,36(4):497~501

(编辑 汪艺)

(收稿日期:2005-06-14)

文章编号:51019

如果您想发表对本文的看法,请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。

的坐标,就实现了对刀具的预调。但在锥面或球面加工中,刀具的接触点由 P 到 Q 变化,这时 PQ 段圆弧上的每一点的半径值都影响被加工工件的尺寸,因此仪器还必须对 PQ 段的刀形进行测量,以便加工中心在加工中进行实时补偿。

在刀具预调测量仪中,刀具特征点的位置是由显示视觉系统位置的光栅尺示值和特征点在图像坐标系中的位置共同决定的。刀具预调测量仪以二维图像测量方法为基础,刀具通过光学系统成像在 CCD 的感光面上,采集图像到计算机,再经过图像处理得到图像中的刀具特征点位置及刀具形状参数,根据摄像机标定参数将图像坐标系转换到仪器坐标系上,再考虑光栅尺的数值,从而获得刀具的参数。

2 刀具预调测量仪系统的结构

刀具预调测量仪系统的仪器整体结构设计如图 2 所示。该系统造型简单,装配、调整和操作都很方便。刀具预调测量仪系统是一个以视觉检测系统为核心的测量系统,主要由机械定位移动系统,光栅及数据采集系统,视觉系统,计算机硬件及软件组成。

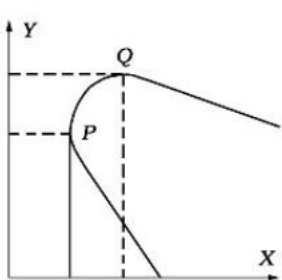


图 1 刀尖局部放大图



图 2 刀具预调测量仪实物图

2.1 机械定位移动系统

该部分指 X 、 Y 两个方向导轨,电动机,主轴定位系统等部分。由于刀具的不同,刀尖的位置也不同,因此需要移动视觉系统,从而使刀尖能够成像在 CCD 像面上。使用电动机可以实现快速移动粗定位,粗定位后使用手轮进行进一步精定位。

2.2 视觉系统

视觉系统如图 3 所示,是刀具预调测量仪的主要组成部分,也是本系统相对于投影屏式变化最大的一个部分。主要由照明系统和成像系统组成。

照明系统由激光管、集光镜 L_1 、聚光镜 L_2 和光阑 P_1 、 P_3 组成。灯丝经聚光镜成像于聚光镜 L_2 的物方焦面处,再成像于无穷远处。成像系统中摄像机采用像元数为 795×596 的摄像机,镜头为 50 mm 的镜头。

为了减少仪器受自然光的干扰,光源采用波长为 650 nm 的半导体激光光源,同时在成像系统中的镜头后面放置一个 650 nm 的滤光片。

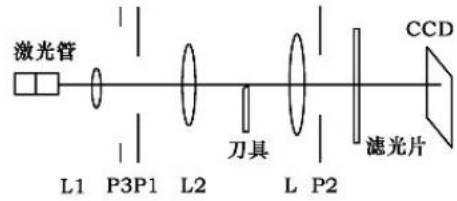


图 3 视觉系统示意图

2.3 光栅及数据采集系统

在两个方向的导轨上分别附有光栅尺,视觉系统移动时,光栅尺产生信号,信号经滤波、辨向、细分等处理后由总线接口接入计算机。光学系统将刀尖成像在 CCD 摄像机上,CCD 摄像机所采集到的图像通过图像采集卡输入计算机进行实时处理,同时在显示器上显示进行测量监视(图 4)。

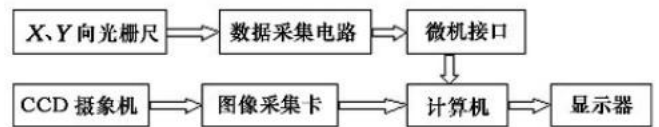


图 4 数据采集系统

2.4 软件系统

软件系统采用 Visual C++ 6.0 语言编制。软件系统是整个系统的核心,是仪器和用户对话的窗口。软件操作界面设计面向机床操作人员,提供合理的界面指导刀具测量的全过程。如图 5 所示为系统软件操作界面。

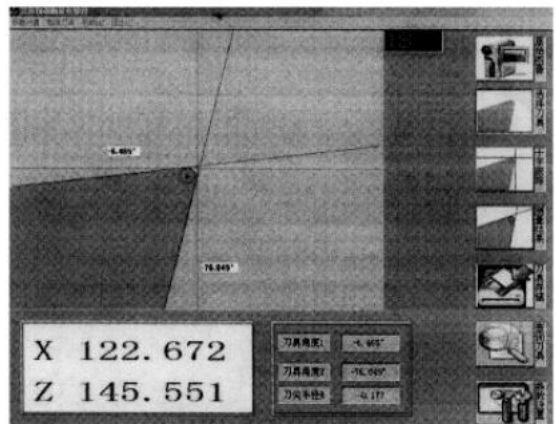


图 5 系统软件测量界面图

按照测量过程,软件系统主要完成以下功能:

- (1) 软件启动时,进行软硬件的初始化,同时从数据库读入刀具零点位置,摄像机标定参数;
- (2) 动态显示功能,即把 CCD 采到的图像实时显

示在屏幕上,供使用者跟踪瞄准刀尖是否成像在 CCD 的像面上,同时使用者可以根据给出的调焦评价将刀尖旋转到成像清晰位置;

(3)视觉系统定位以后,进行测量方式的设置;

(4)开始测量,从光栅尺读入数据,从 CCD 摄像机读入图像,进行图像处理,得出需要数据;

(5)进行数据处理,如刀具的 R 和 L 值不仅仅体现在光栅尺的数值上,还要加上刀尖在图像中的图像坐标值转换到仪器坐标后的数值;

(6)结果显示,得到的刀具的参量能够实时显示在屏幕上,实现对测量过程的监视,从而能够及时发现测量中出现的问题;

(7)数据存储,将所得到的刀具参量存储在刀具的数据库中。也可以在测量后通过调用这把刀具以前的测量数据计算刀具的磨损情况;

(8)软件提供刀具管理功能,可以根据多种方式查询刀具信息和删除这些信息。

3 实验分析及结论

基于视觉检测技术的刀具预调测量仪系统的重复性精度实验分析,系统的重复性精度主要取决于调焦重复性精度和刀具在不同成像位置时的测量重复性精度。

(1)调焦重复性实验。对于同一刀具,通过离焦再对焦进行测量,刀具特征点测量数据如表 1 所示。可以看出调焦重复性精度小于 $2\ \mu\text{m}$ 。

表 1 调焦重复性实验数据 (mm)

	1	2	3	4	5	6	误差
半径 R	37.426	37.425	37.425	37.424	37.424	37.425	0.002
长度 L	197.367	197.367	197.367	197.366	197.366	197.367	0.001

(2)刀具在不同成像位置时的测量重复性实验。对于同一刀具,移动视觉系统使刀尖在 CCD 上的成像

在允许范围内的不同位置成像。刀具特征点测量数据如表 2 所示。可以看出刀具在不同成像位置时的测量重复性精度小于 $2\ \mu\text{m}$ 。

表 2 不同成像位置时的测量重复性实验数据 (mm)

	1	2	3	4	5	6	误差
半径 R	37.426	37.426	37.426	37.426	37.426	37.426	0.002
长度 L	197.367	197.368	197.369	197.368	197.368	197.367	0.002

根据误差评定方法,刀具预调测量仪系统的测量重复性精度为 $\sqrt{2^2 + 2^2} = 3\ \mu\text{m}$ 。

投影屏式的刀具预调测量仪的测量重复性误差根据使用者的经验不同而不同,一般测量重复性精度为 $5\ \mu\text{m}$ 左右。

刀具预调测量仪的整体测量精度还主要取决于机械结构的精度。由于本系统在机械结构上使用了高精度的导轨,所以使整体测量精度由 $15\ \mu\text{m}$ 提高到 $10\ \mu\text{m}$ 。

本系统的研究为国内生产的刀具预调测量仪由传统的投影屏方式向视觉检测方式改进提供了基础。仪器的实用将会使国产刀具预调测量仪精度和自动化程度大大提高。

参 考 文 献

- 1 王宝光等. 线阵 CCD 器件在刀具测量定位中的应用. 天津大学学报, 1992(3): 132 ~ 136
- 2 单汝锦, 王宝光. TMB 型刀具预调测量仪光电瞄准和光栅数显系统的设计与分析. 天津纺织工学院学报, 1993, 12(2)
- 3 袁圣军. 1610 型刀具预调测量仪的研制. 工具技术, 2002, 36(6)

第一作者: 刘力双, 男, 1981 年出生, 天津大学精密仪器与光电子工程学院博士研究生, 研究方向为视觉检测及精密测量。

(编辑 周富荣) (收修改稿日期: 2005-05-26)

文章编号: 51020

如果您想发表对本文的看法, 请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。

征订启事

《模具工程》月刊, 广东省模具工业协会主办, 全国发行。主要报道国内外模具工业的发展趋势, 介绍模具行业科学研究、加工生产、实际应用的新技术、新产品, 关注模具行业(以沿海地区为主)的最新动态。读者对象为从事模具加工企业的管理、营销、生产、科研人员及高等院校的师生等。大 16 开, 单价 10 元, 全年 120 元。需订阅者可直接与本刊发行部联系。电话: 0755-83127811 83127911, E-mail: plj8197@126.com。

《机械制造》月刊, 主要栏目: 机电信息; 慧眼聚焦; 专题报道; 制造业的信息化; 研究 开发; 制造材料; 工艺装备; 质量成本管理; 检测; 改装维修; 企业产品市场; 经济交流等。大 16 开, 80 页, 定价: 8.00 元, 全年 96 元, 邮发代码: 4-18, 国外发行代号: M5562, 电话: (021)63217621, E-mail: machinery@online.sh.cn。

