

凸轮轮廓曲线的数控加工

任春野

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 凸轮机构是各种机械设备及仪器中常用的机构, 以往对于凸轮轮廓曲线的加工, 采用简易数控铣床, 将设计给出的轮廓曲线上各点的坐标逐一输入数控系统, 不仅花费时间较长而且容易出错, 导致加工精度低, 很难达到设计的要求。本文介绍了在 UWF1202H 加工中心, 利用 TNC426 数控系统的参数编程功能直接将理论计算的程序转化为数控加工程序, 由数控系统计算凸轮轮廓曲线各点坐标, 从而快速加工出高精度凸轮轮廓曲线。

关键词: 凸轮轮廓曲线; 数控加工

1 引言

凸轮机构是各种机械设备及仪器中常用的机构, 它的最大优点是只要适当地设计出凸轮的轮廓曲线就可以使从动件准确地实现各种预期的运动规律。在测角仪等光学仪器中, 正是利用这一特点实现各光学镜组的准确定位, 从而确保仪器功能的精确实现。

以往对于凸轮轮廓曲线的加工, 采用简易数控铣床, 将设计给出的轮廓曲线上各点的坐标逐一输入数控系统, 不仅花费时间较长而且容易出错, 从而导致加工精度低, 很难达到设计的要求。今年我所引进了一台德国 HERMLE 公司生产的 UWF1202H 加工中心, 我们利用它有效地解决了测角仪变焦距凸轮轮廓曲线的加工问题, 为今后再加工类似的零件积累了宝贵的经验。

2 UWF1202H 加工中心及 TNC426 数控系统简介

UWF1202H 加工中心是我所1996年2月从德国HERMLE 公司引进的铣镗类四轴四联动加工中心, 它配置有46刀位的刀库, 立卧加工自动转换, 立卧加工均可自动换刀。该加工中心定

位精度达到 5.7μ ,各数控轴的分辨率为 0.1μ ,加工范围为 $850\times 630\times 500\text{ mm}$,随机床配有数控转台、数控分度头、刚性工作台、扫描测头等选件,其数控系统为德国 HEIDENHAIN 公司的 TNC426,并带有170 M 硬盘及与外部计算机通信的 RSC-232接口。这些保证了其具有较高的精度及优良的性能。

TNC426数控系统是目前国际上较先进的 CNC 数控系统,它采用交互式图形编程,人机对话,具有多种固定循环,功能十分强大。它允许利用参数编程,可由变量构成数学函数来定义曲线轮廓,还可以由变量来构成条件语句形成分支。此外,还具有仿真功能,在加工前和加工的同时可图形仿真加工过程。以上这些特点使数控程序的编制迅速而准确。

3 凸轮轮廓曲线加工方案的选择

测角仪变焦距凸轮轮廓是在圆筒上的两个曲线槽,分别为变倍组和补偿组曲线槽,如图2所示。

从工艺上分析,对于零件装卡采用将圆筒穿入心轴,一端以螺母压紧的方式。由于加工中心具有立卧两种加工方式,故可形成两种加工方案。

方案一:采用立式主轴,即刀轴为 Z 轴,将心轴夹在分度头上,利用工作台沿 X 方向的移动与分度头的回转形成凸轮轮廓;

方案二:采用卧式主轴,即刀轴为 Y 轴,将心轴夹在 NC 转台上,利用工作台沿 Z 方向的移与 NC 转台的回转形成凸轮轮廓;

比较两个方案,由于方案二采用 NC 转台,需要设计特殊夹具以保证心轴与 NC 转台同心;并且对于卧式加工,由于在 Z 方向的极限位置使卧式主轴中心与 NC 转台表面有107 mm 的距离,所以设计的特殊夹具还要有一定的高度,这样才能保证加工出全部的凸轮轮廓。而方案一则不需要设计特殊夹具,由分度头的三爪卡盘夹紧心轴自动定心;虽然分度头的回转精度比 NC 转台略差,但完全可以满足加工需要,故确定方案一为首选加工方案。

4 凸轮轮廓曲线数控程序的编制

根据工艺规程,加工中心铣削凸轮轮廓曲线为精加工,设计要求实际廓线与理论廓线的误差为 0.05 mm ,并且表面粗糙度低。以往那种将理论值逐点输入的方法,虽然编程简单,但是要输入二千多个点的坐标,不仅耗费时间、容易出错,并且造成程序很长,浪费数控系统的存储

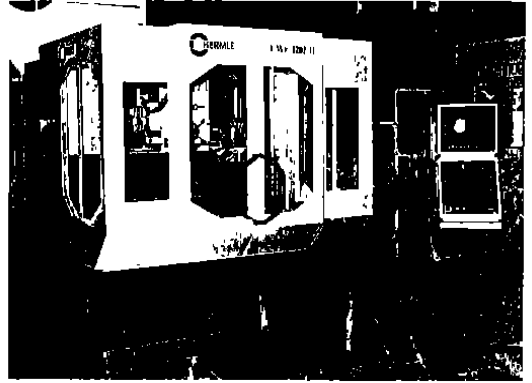


Fig. 1 UWF 1202H machining center

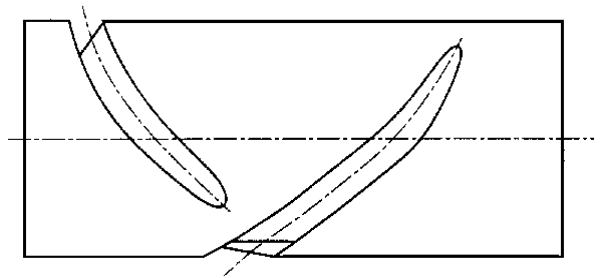


Fig. 2 cam of measuring angle instrument

空间,所以这样是很不合算的。针对 TNC426 的特点,目前可通过两条途径解决数控编程问题:

1. 用 CAD/CAM 软件产生 CNC 程序

我所已经引进了美国 EDS 公司的 CAD/CAM 软件 UG,具有十分强大的 CAM 功能。首先依据设计图纸,利用软件的复合建模功能建立凸轮的实体模型,然后进入 CAM 模块,选择合理刀具及最优走刀方式,生成刀位源文件(CLSF),之后进入后处理模块,通过对刀位源文件及针对用户机床的机床数据文件(MDF)的处理,产生机床可执行的 ISO 数控代码文件。为验证所产生的程序的准确无误,可用 VERICUT 软件验证所产生的程序。最后将经过验证无误的程序通过机床的 RSC-232 接口传入机床数控系统,就可以加工了。

2. 人工直接编程产生 CNC 程序

由操作者直接在机床控制台上,利用人机对话交互编程产生 CNC 程序。由于凸轮的加工仅需两轴联动,人工方法就可迅速完成数控编程,所以测角仪变焦距凸轮轮廓曲线的加工我们采用了人工直接编程。

针对凸轮轮廓曲线的特点,利用 TNC426 的参数编程功能,可直接将理论计算的程序转化为数控加工程序,由数控系统计算凸轮轮廓曲线各点坐标,从而驱动机床形成凸轮轮廓曲线。由于数控系统毕竟不是计算机,所以理论计算程序的转化仍然需要下一番功夫。主要进行了以下几个方面工作:首先,由于理论计算程序是一次把两组曲线值计算出来,而机床一次只能加工一组曲线,所以必须将两组曲线分离开,从而形成两个加工程序;其次,由于 TNC426 的参数编程不具有循环功能,所以只能将理论计算程序中的循环语句转化为条件分支语句来实现;第三,为了简化程序,减少条件分支,结合凸轮的实际对理论计算程序中的一些变量作了适当处理,即对于那些与加工无关的变量予以舍弃,对于针对凸轮的实际而具有确定值的变量全部变为常量。这样,使加工程序即保证了加工精度又提高了运算速度,从而顺利地加工出凸轮轮廓曲线。

在正式加工之前,为确保加工精度,运用数控系统的仿真运行,单步执行程序。经检验,加工程序计算出来的坐标值与理论计算程序的结果完全相符。这就证明了程序的转化是准确无误的。

5 结 束 语

由于工艺方案的正确选择,程序的准确无误,加上机床本身具有的较高的精度及优良的性能,使得凸轮轮廓曲线的加工得到令人满意的结果。实际廓线与理论廓线的误差为 0.01 mm,大大优于设计要求的指标。凸轮轮廓曲线的表面粗糙度也达到要求。在达到精度指标的同时,还带来了其它方面的收益。原来加工一件要 2h 左右,现在仅需 15 min;原来在精铣后还要由钳工对凸轮轮廓曲线进行修研,而现在则无需此工序。这带来的经济效益是可观的。

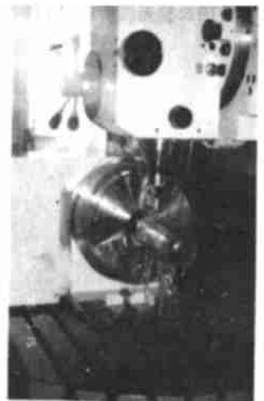


Fig. 3 NC milling of cam contour curve

凸轮轮廓曲线的加工只是我们在数控加工中进行的初次尝试,随着对加工中心的逐步熟悉,以及我所 CAD/CAM 一体化的发展,数控加工的水平必将再上一个新台阶。

NC Milling of Cam Contour Curve

Ren Chunye

(*Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,*
Chinese Academy of Science Changchun 130022)

Abstract

Cam mechanism is used for various machine and instrument. To mill the cam contour curve, a simply NC milling machine was used in the past. It took a long time to make a program, and the precision was lower. This paper introduces, in UWF1202H machining center, using parameter programming function of TNC426 system to make a NC program directly, and machining high precision cam contour curve quickly.

Key words : Cam contour curve, NC milling

任春野 男, 1969年2月生。1992年毕业于清华大学精仪系机械设计与制造专业, 1994年8月在中国科学院长春光机所获得工学硕士学位。现在长春光机所工厂从事数控加工的研究工作。