

三轴数控铣床万向加工辅助通用夹具的研究

胡凯俊, 施 梁

金华市技师学院 浙江金华

【摘要】目前, 大部分制造业企业都没有五轴加工设备, 因购买一台五轴加工中心至少 200 万以上, 是企业无法支付的成本; 而三轴数控铣床的普及率非常高, 物美价廉、收益可观, 能为企业带来稳定的收益。当三轴数控铣床无法结合通用夹具对零件进行加工时, 需设计制造铣床专用夹具, 专用夹具可获得较高的生成效率和加工精度, 但设计制造周期长, 没有通用性, 在小批量零件加工中没有优势。

【关键词】通用夹具; 铣床专用夹具; 三轴数控铣床

【收稿日期】2022 年 11 月 12 日 **【出刊日期】**2022 年 12 月 20 日 **【DOI】**10.12208/j.ijme.20220054

Research on universal fixture for universal machining of three-axis CNC milling machine

Kaijun Hu, Liang Shi

Jinhua Technician College, Zhejiang Jinhua

【Abstract】 At present, most manufacturing enterprises do not have five-axis machining equipment, because the cost of buying a five-axis machining center is more than 2 million yuan, which is impossible for enterprises to pay. And the penetration rate of three axis CNC milling machine is very high, inexpensive, considerable earnings, can bring stable earnings for enterprises. When the three-axis CNC milling machine cannot be combined with the general fixture for parts processing, it is necessary to design and manufacture special fixture for milling machine. Special fixture can obtain higher generation efficiency and processing accuracy, but the design and manufacturing cycle is long, there is no universality, and there is no advantage in small batch parts processing.

【Keywords】 General fixture; Special fixture for milling machine; Three axis CNC milling machine

学院对外技术服务中心受企业委托加工一批(20件)灌装机配件, 见图 1。在加工侧壁上的四个倾斜的孔时, 碰到了难题, 无法使用现有的通用夹具在三轴数控铣床上完成加工, 需要配合本零件的铣床专用夹具才能完成加工。由于前期专用夹具没有完成制造, 时间紧张, 只能安排在五轴加工中心上加工第一批零件, 通过成本核算, 在五轴加工中心上完成的外加工, 加工成本大大超过了给付的加工费。

结合后续要加工类似的零件——气压零件(图 2), 需要在斜面上加工 4 个 $\phi 9.5\text{mm}$ 的孔。

本着为企业减少人力、物力和财力消耗, 致力于为制造类企业提高三轴数控铣床的加工能力和收益, 创新设计了这套三轴数控铣床万向加工辅助通用夹具, 解决了轴套类零件在三轴数控铣床上加工倾斜部位的痛点。

通过对灌装机配件、气压零件及配套专用夹具进

行分析, 设定新型夹具采用三爪自定心卡盘夹紧零件, 三爪自定心卡盘还应可相对夹具体绕 Y 轴、Z 轴旋转, 目的是为了使三轴数控铣床增加两根旋转轴, 能达到类似五轴加工中心加工的效果。

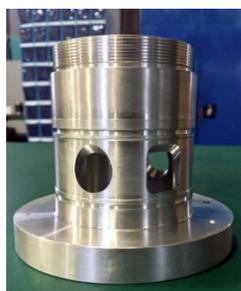


图 1 灌装机套型配件



图 2 气压零件

1 采用三爪自定心夹紧卡盘作为零件的定位与夹紧装置

灌装机配件与气压零件从外形分析, 都属于圆柱

类零件, 因此我们采用三爪自定心夹紧卡盘作为定位与夹紧装置, 它属于标准件, 选用千岛 SK-04 型号, 其夹持外径范围为 $\Phi 3\sim\Phi 100\text{mm}$ 、夹持内径范围为 $\Phi 35\sim\Phi 93\text{mm}$ 。三爪自定心夹紧卡盘底平面限制零件三个不定度, 即两个转动一个移动不定度, 高度方向短三爪限制加工件的二个不定度, 即两个移动不定度, 沿轴线方向的转动不定度可不限定。

2 分度装置设计

所谓分度装置就是零件一次装夹后, 先加工好一个表面, 在不松开工件的情况下, 让夹具上的活动部分与工件一起转过一定的角度或移动一定的距离, 在加工零件下一个表面。本加工零件上的四个斜孔是在同一圆周上, 所以应采用回转分度装置。

本夹具设计了两套分度装置, 可使装夹的工件绕 Y 轴旋转 $\pm 45^\circ$, 绕 Z 轴旋转 360° 。

(1) 一级分度装置

一级分度装置由底座、分度盘等组成, 见下图。分度盘绕 Y 轴的旋转范围为 $\pm 45^\circ$, 采用游标原理, 旋转精度为 $3'$ 。

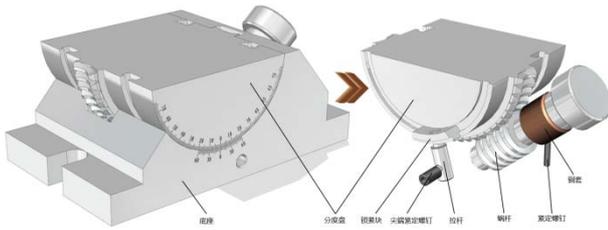


图 3 一级分度装置

(2) 二级分度装置

在三爪自定心卡盘和分度盘之间增加圆周分度部件即可实现二级分度。它由连接轴、圆周分度轴等组成, 其旋转精度也为 $3'$ 。

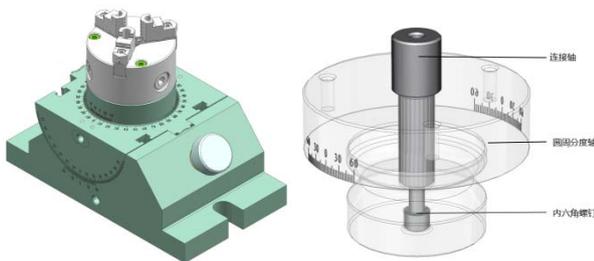


图 4 二级分度装置

3 对刀装置设计

对刀基准球确定夹具刀具与夹具的相对位置, 由基准轴、内六角螺钉和基准球组成。将其安装在三爪自定心卡盘上, 便可使用寻边器或百分表确定夹具在

机床中的位置。由于基准球的特殊性, 无论两套分度装置如何旋转, 都可以确定夹具与机床、刀具的相对位置。

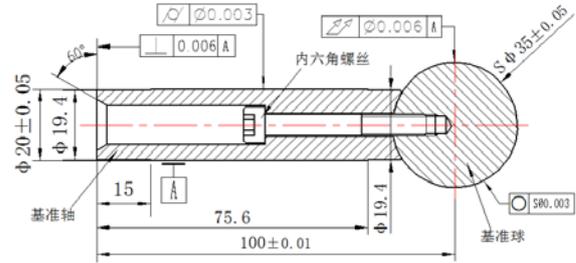


图 5 对刀基准球零件图

4 夹具旋转精度确定

工件加工误差由装夹误差 (ΔZJ)、对定误差 (ΔDD) 和过程误差 (ΔGC) 组成。为保证加工精度, 必须保证上述各项误差之和不大于本工序的工序公差 (T), 即 $\Delta ZJ + \Delta DD + \Delta GC \leq T$ 。

当加工过程误差和夹具对定误差不能预先知道时, 往往可先粗略地将三大误差各按不大于工序公差的 $1/3$ 来考虑, 即 $\Delta ZJ \leq T/3$ 、 $\Delta DD \leq T/3$ 、 $\Delta GC \leq T/3$ 。

由于装夹误差 (ΔZJ) 本身包括定位误差 ΔD 和夹紧误差 ΔJ 两大方面, 即 $\Delta ZJ = \Delta D + \Delta J$, 所以, 一般有 $\Delta D \leq (1/5 \sim 1/3) T$ 的要求。这个要求也作为夹具的使用能否满足加工精度要求的一项重要依据。

从客户提供的灌装机配件的零件图中得知零件侧壁上的四个斜孔的位置精度属于中等 M 精度, 应满足 $20'$, 如下图 6。由此得出夹具定位误差 $\Delta D \leq (1/5 \sim 1/3) T \leq (1/5 \sim 1/3) * 20' \leq 4' \sim 6'$ 。

+0.1	40 H9						+0.062	40.062	A			
							0.000	40.000				
线性	6	30	120	400	1000	2000	>2000	角度	10	50	120	>120
公差	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	公差	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$

图 6 灌装机配件自由尺寸精度要求

5 加工方法

加工方法中最重点的就是确定加工坐标系, 必须将机床加工坐标系和 CAM 编程坐标系都设在基准球球心。有两种加工方法:

方法一: 将两套分度装置归零, 安装上对刀装置, 使用分中法确定球心, 将机床 X、Y 轴设置在球心; 然后将需要使用的刀具安装上机床, 以球心上表面进行对刀, Z 轴寻边时加上球的一半, 便可将 Z 轴原点设置在球心, 至此完成机床加工坐标系的确定。将万

向加工辅助通用夹具 3D 模型导入 CAM 软件, 将编程坐标系设置在球心即可。工件导入 CAM 软件后, 将其移动到与实际装夹相同的位置。软件内的工件与分度装置一起旋转至加工位置, 便可进行编程加工, 见图 7。

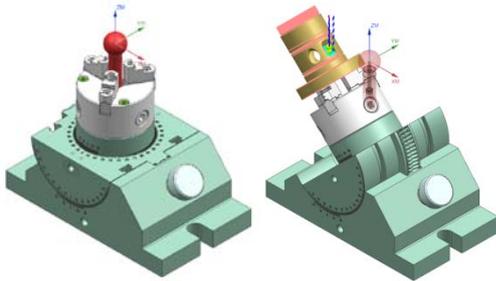


图 7 CAM 编程

方法二: 机床内, 将分度装置旋转至加工位置, 然后寻得球心, 将加工坐标系设置在球心。工件导入 CAM 软件后同样旋转至加工位置, 然后通过数据计算, 得出实际基准球球心与工件定位基准的距离, 在 CAM 软件中绘制出基准球, 最后将编程坐标系设置在球心便可对此处进行编程加工。

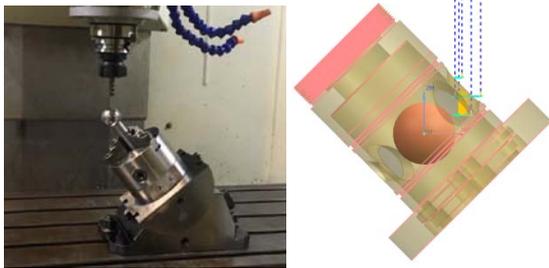


图 8 建立编程坐标系

6 实用性

夹具研发出来后我们做了一个测试, 使用三种方案(方案一: 使用五轴加工中心加工; 方案二: 使用本夹具配合三轴数控铣床加工; 方案三: 使用专用夹具配合三轴数控铣床加工)对灌装机配件加工 100 件, 从生产成本、生产时间、加工精度、生产周期、加工费、操作人员技能水平等方面进行综合考量, 得到以下结论:

①本夹具+三轴数控铣床与五轴加工中心对比, 在加工费方面可节约 5250 元, 在生产周期上可减短 5 个工作日以上, 确保按时交货, 而且大大降低对操作人员的要求, 只需简单培训就可正常上岗, 减少人员开支。

②本夹具与专用夹具对比, 只要是类似零件加工, 都可以用本夹具装夹, 不需要再设计专用夹具, 为企业减少了前期专用夹具的制造成本(每套夹具节约 1500+元), 而且不需要等待专用夹具前期制造时间, 确保按时交货。

目前, 本夹具已服务当地企业(金华市捷成模具加工厂、金华市辰星精密机械有限公司、浙江亚太机电股份有限公司等)的产品, 有模具零部件、夹具零部件、铝制产品、汽车零部件打样等。

7 教学性

已将本夹具的设计案例进行归纳总结, 融入到校在线精品课程《机床夹具设计》建设中, 作为一个铣床夹具设计的实际案例提供给数控、模具、机电等专业学生学习, 扩展了学生知识面。

同时, 我们也制作了数控专业技师研修精品课题《三轴数控铣床万向加工辅助通用夹具的研发》, 为学生技师研修提供参考资料, 促进高技能人才培养。

8 总结

万向加工辅助通用夹具是专为三轴数控铣床设计的, 也可应用于磨床、镗床、电火花、三坐标等设备进行加工和检测。

两套分度装置可使装夹的工件绕 Z 轴旋转 360°, 绕 Y 轴旋转 ±45°。在三轴数控铣床上安装本夹具可使铣床增加两根旋转轴, 达到类似五轴数控铣床加工的效果, 从而为企业提高三轴数控铣床的加工能力和收益。

参考文献

- [1] 陈爱华, 机床夹具设计 M, 机械工业出版社, ISBN 978-7-111-63634-2。
- [2] 吴静, 机床夹具——分度装置设计讲解的关键知识 J, 职业.2013,(09).

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS