

# 航空铝型材零件柔性快装 夹具设计

## Design of Flexible and Fast Fixture for Aircraft Aluminum Profile Part

南昌航空大学 王细洋 朱志坤



王细洋

博士,教授。研究方向为数控加工、过程监控。

本文中所研制的以航空铝型材零件气动控制柔性快装夹具,具有如下特点:适应的零件种类广、夹具更换方便、工件装卸快、可自动对刀、实时避免刀具与夹具元件的干涉。以该夹具系统为基础,可研制适应其他类型飞机零件加工的快装柔性夹具。

为原料的零件。生产中还是采用传统的螺钉压板式专用工装。存在工装数量多、管理不便、装夹费时、加工效率低的问题。本文设计了一种气动柔性快装组合夹具系统,能有效地解决这类问题。

次装夹中要求不能变换夹具。要求所有零件共用一套夹具。零件定位装夹时间控制在 5min 以内,夹具从生产一种零件转换为生产另一种零件时,夹具重新组合的转换时间控制在 20min 以内。夹具自重尽可能轻,便于搬运和吊装。

夹具的柔性是指夹具快速适应不同形状工件装夹要求的能力。包含机床夹具、装配型架在内的飞机制造工装柔性化,一直是航空工业迫切需要解决的问题,并得到了大量的研究<sup>[1]</sup>。组合夹具是实现夹具柔性化的重要方法<sup>[2]</sup>,但传统的槽系或孔系组合夹具不能适应飞机零件的切削加工。气动夹紧是实现工件快速装夹的有效手段<sup>[3-4]</sup>。

中航工业某公司在转包项目及大飞机研制中需要加工大量以型材

### 工件分析

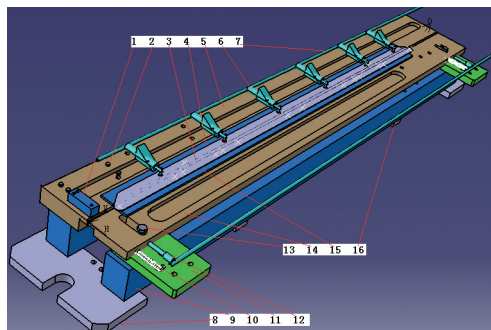
该组零件共 16 类。零件的共同特征:工字型截面或半工字型截面;定位面为 2、3;加工面为面 1(钻孔),面 6/8(铣边)和面 7(铣边)。各零件的不同处:型材长度,处于 800~1400 之间;钻孔数量和位置;铣边位置、形状和尺寸。

加工机床为数控立式铣床或龙门铣床,工作台长度能满足零件长度加工要求。由于有不同方位面的加工内容,故安排 2 次装夹加工,在 2

### 夹具方案

夹具的总体方案如图 1 所示。采用三面定位方案,定位元件为定位块、左定位板和右定位板、左支承板右侧面。各孔位及铣削位置由数控程序和对刀过程保证,不设计单独的钻套和对刀块。夹具设计中采用了如下策略:

(1)为了实现夹具更换的快速化,将夹具元件分为可变元件和固定元件,以适应工件种类及不同表面加工的需



1-定位块;2-螺钉;3-工件;4-左定位板;5-左支承板;6-气动夹头;7-气管;8-连接板;9-立柱;10-弹簧;11-导板;12-气动顶缸;13-螺钉;14-右支承板;15-右定位板;16-加强板。

图1 气动柔性快装夹具

要。可变元件对于不同类型的零件,形状和尺寸均不同,数量尽可能少。

固定元件:定位块、左支承板、气动夹头、气管、连接板、立柱、弹簧、导板、气动顶缸、右支承板、加强板。

可变元件:左定位板、右定位板。

另外,定位块的位置在不同类零件及同一零件不同装夹时,将会发生变化。

(2)采用多个气动夹头和气动顶缸取代螺钉压板,实现快速装夹。

(3)夹具结构采用优化设计,在能满足夹紧需要的同时,使夹具体及各组成元件轻量化,并消除不必要的元件。主要措施包括减小尺寸、增加孔和凹槽等。支承板采用铝质材料,以减少自重。钻通孔时,钻头可以钻入支承板,以避免支承板设计的复杂性。

(4)防错设计。在更换工件类型或工件装夹时,为了防止挑选错误的定位板及其他夹具可变元件,在夹具元件上增加了多种防错功能,包括颜色和编号、不同位置的定位孔和定位销、PLC的位置报警等。工件装夹过程如下:

首先,换上该零件专用定位板(左、右各2块,第1次装夹时右定位板可不装)。

第1次装夹:加工内容为铣面3。工件装夹如图2所示。调整定位块1的位置。必须注意工件的左右安装方向,不能装反。松开气缸,右支

承板在弹簧的作用下后撤,气动夹头松开,工件从上往下或由后往前放入左右支承板的空隙。定位后,接入压缩空气,气夹头和气缸夹紧工件。

加工完成后,松开气缸,右支承板在弹簧的作用下后撤。气夹头松开,工件从下往上或由后往前卸下。

第2次装夹:加工内容为铣面2和钻面1上的孔。装卸工件的顺序与第1次装夹次序相同。需要注意的是,由于前后两端面2均铣削,应先将定位块安装在前端,加工后端。加工前端时应将定位块撤去,并安装在后端。亦可考虑将定位块安装在两支承板中间。对于同组其他零件,可采用类似的方法进行夹具调整和工件安装。每个零件所用定位板形状和尺寸均不同,需分别设计。由于零件的纵向定位面不同,定位块的位置也有所不同。

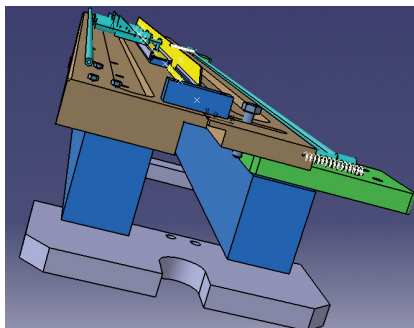


图2 第1次装夹示意

### 气动控制系统

气动控制系统的功能包括:数控系统的对刀,以获得夹具体在机床坐标系中的正确位置;气动夹头和夹紧气缸的动作顺序控制;避免刀具干涉。图3所示为气动夹紧系统控制流程。采用FXOS-30MR可编程控制器(PLC)。电磁阀控制气动夹头和气缸的松开/夹紧动作。磁性开关拾取夹头和气缸的位置。PLC的输入信号为上位控制计算机输出的开关信

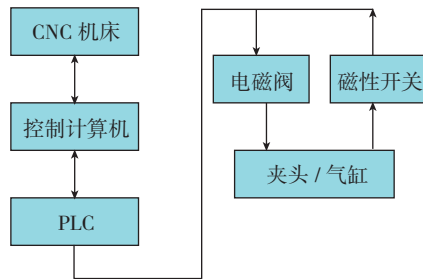


图3 气动夹头系统控制流程

号和夹头的位置开关信号。

加工过程中,CNC机床获取加工过程刀具的实时坐标,通过以太网接口,以TCP/IP协议方式将数据送往柔性夹具系统的下位控制计算机。控制计算机对获取的实时坐标数据进行分析处理后,发出气缸(夹头)的通/断指令,通过RS232串口传给PLC的通讯模块并传给PLC主机。PLC对控制计算机发出的信号和夹头的位置信号进行分析比较,发出控制指令给电磁阀,电磁阀根据接收到的电平信号开启阀口或关闭阀口,从而控制夹紧气缸和夹头的压紧或松开。当机床主轴靠近某一夹头时,PLC控制器发出控制指令给电磁换向阀,电磁换向阀开启控制气缸运动,系统正常运行。当运动部件运动受阻、元器件运行出现滞后现象或其他故障或在超出允许时间范围而得不到传感器的反馈信号时,控制系统立刻发出暂停指令,预防事故的发生。

### 结束语

本文中所研制的以航空铝型材零件气动控制柔性快装夹具,具有如下特点:适合的零件种类广、夹具更换方便、工件装卸快、可自动对刀、实时避免刀具与夹具元件的干涉。以该夹具系统为基础,可研制适应其他类型飞机零件加工的快装柔性夹具。

本文共有参考文献4篇,因篇幅所限,未能一一列出,如有需要,请向本刊编辑部索取。

(责编 小城)