一种自适应拉紧夹具结构及应用

贺畅[1]，胡阿林[2]，李薇[2]，韩养[2]
1．海军装备部　陕西汉中　723200
2．中航飞机起落架有限责任公司　陕西汉中　723200

摘要：针对热处理后易变形的U形结构大中型金属零件，设计了一种金属零件加工时适应零件变形的自适应支撑及拉紧夹具结构。该结构锁紧后，既适应了零件的热处理变形情况，又从零件下部拉紧了零件，使零件上面无需压板压紧，完全敞开了加工面，无需停机倒换压板，提高了加工效率。

关键词：U形零件；自适应；楔块；夹具

1　序言

金属零件数控加工时除需要对零件进行定位外，还需要压紧，往往采用机械手动压板或液压自动压板从零件上面向下压紧。在这种情况下，完成一个面的加工，往往需要几次停机倒换压板位置，辅助时间长，机床利用率低，劳动强度大，加工效率低。为了解决上述问题，提高加工效率，本文设计了一种自适应支撑及拉紧夹具结构[1]，代替金属零件机械加工时使用压板的压紧方式，使零件加工面完全敞开，从而提高加工效率，降低劳动强度。

2　结构概述

如图1所示，夹具结构设有上下底板，中部为一对滑动楔块式结构，下楔块设有螺栓调整，楔块结构对零件起支撑作用，两侧设有压缩弹簧，上底板在两侧弹簧作用下与零件下部（有工艺孔）接触，但不会使零件发生变形，在此状态下调整螺栓使上楔块刚好接触上底板，再通过两侧设置螺栓拉紧零件底部，完成零件夹紧状态。这种方式最大程度避免了零件的夹紧变形，减少了零件的加工应力变形[2]。如无法确认操作过程中零件是否发生了变形，可在零件表面设置百分表进行观察。

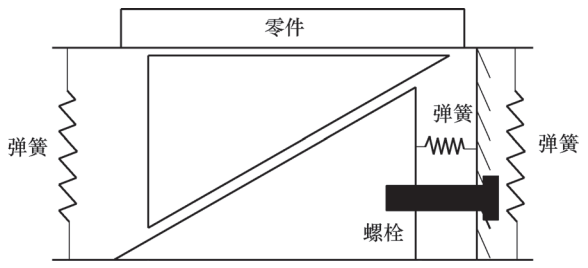


图1　夹具原理

3　自适应拉紧夹具结构设计

如图2所示，自适应拉紧夹具主要由以下零部件组成，下面进行详细介绍。

3.1　下腔零件结构设计

如图3所示，下腔零件由两个侧板、下连接板组成，并由螺钉联接在一起，形成一个空腔。如图4所示，两个侧板均设计与下连接板联接的台阶孔，并在两个侧板上部设计腰形台阶孔，用于适应竖直方向调节。其中一个侧板中部设有与楔块的连接孔，另一个侧板则设有容纳楔块滑入的凹槽。凹槽设计使楔块的水平移动范围扩大，增强了夹具的适应性。除此之外，两个侧板还设有与下连接板配合的台阶卡槽。

如图5所示，下连接板除了设有螺纹孔、光孔等联接孔，还有弹簧安装孔，同时在中部设计台阶凹槽以及凸边，用于与楔块的配合装配，并在连接板两侧设计了与侧板配合的台阶槽，以保证与侧板的定位连接。图6所示为装配了弹簧、楔块的下腔零件。

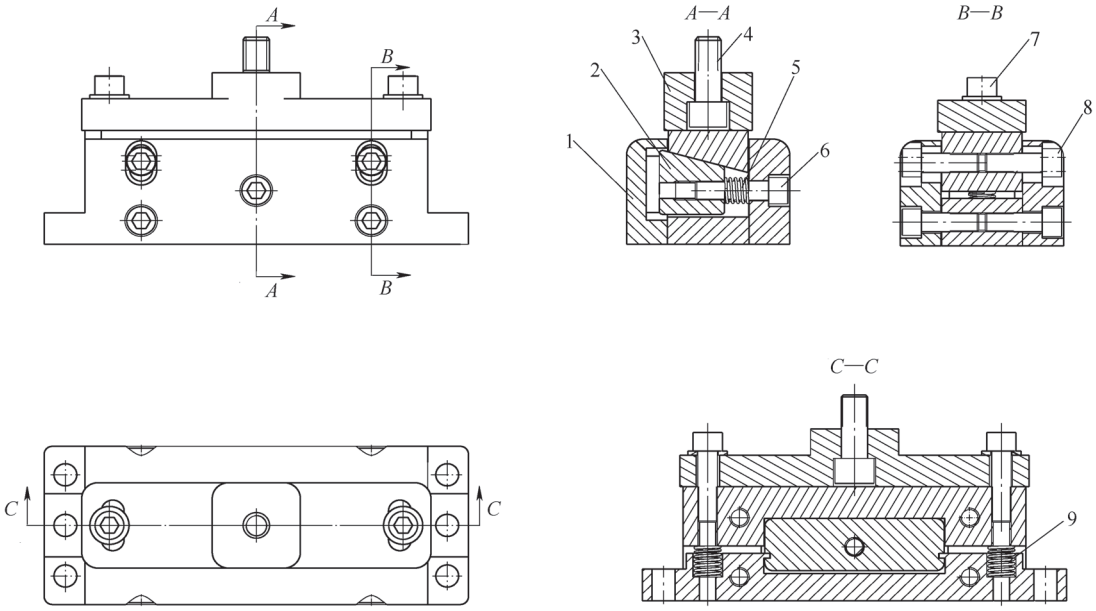


图2　夹具结构

1—下腔零件　2—竖直调节零件　3—上连接板　4、6、7、8—螺钉　5、9—弹簧

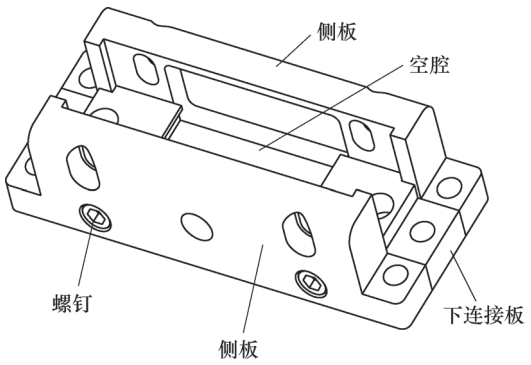


图3　下腔零件结构

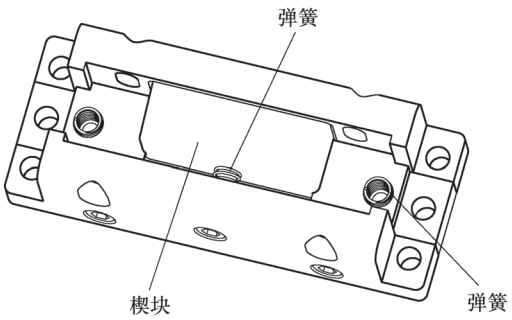


图6　下腔零件

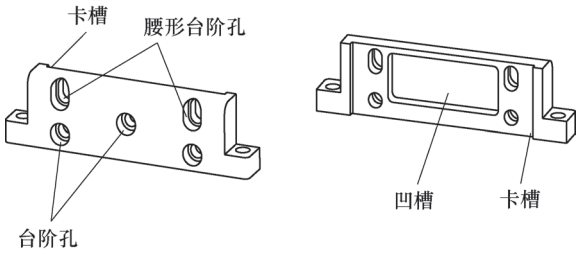


图4　侧板结构

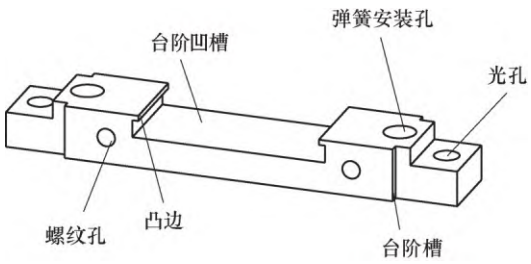


图5　下连接板结构

3.2　竖直调节零件结构设计

竖直调节零件由楔块、弹簧、支撑板以及螺钉组成。图7为楔块结构，斜角面与支撑板相配合可滑动，两端设有水平滑槽，与下连接板凸边配合可沿水平方向滑动，中部螺纹孔用于与侧板联接。支撑板设计为图8所示带斜角槽结构，与楔块套装在一起可与楔块斜角配合滑动，使支撑板产生上下位移，

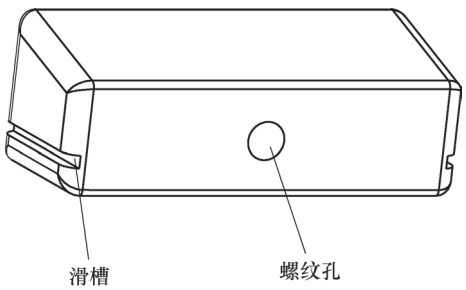


图7　楔块结构

两侧台阶面可与两个侧板卡槽配合定位，两侧面还设计螺纹孔，通过螺钉与两侧板联接紧固，上下面预设贯通的螺纹孔用于上部联接，如图9所示安装了支撑板。

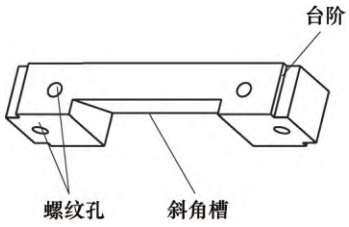


图8　支撑板结构

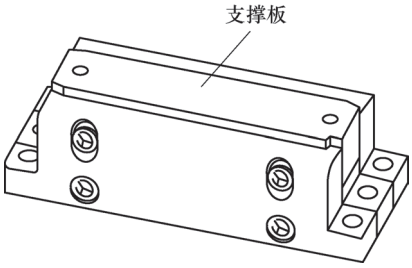


图9　支撑板安装

3.3 上连接板设计

如图10所示，上连接板设计为带凸台的平板结构，凸台上表面为定位面，支撑产品零件，中部设有台阶通孔，用于螺钉与零件联接，两端设有圆弧腰槽，用于与支撑板的连接锁紧，圆弧腰槽设计使夹具在水平方向适应零件变形。拉紧夹具实物如图11所示。

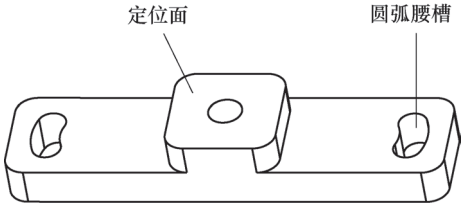


图10　上连接板结构



图11　拉紧夹具实物

4　拉紧夹具结构应用方案设计

如图12所示的拉紧夹具装置，是针对U形零件数控加工专门设计的。对于U形零件来说，最容易发生变形的部位在零件开口端，因此在零件开口端设置自适应拉紧夹具，以适应零件在垂直、水平方向的变形。除此之外，夹具装置还包括基础板、定位座和拉紧座等。

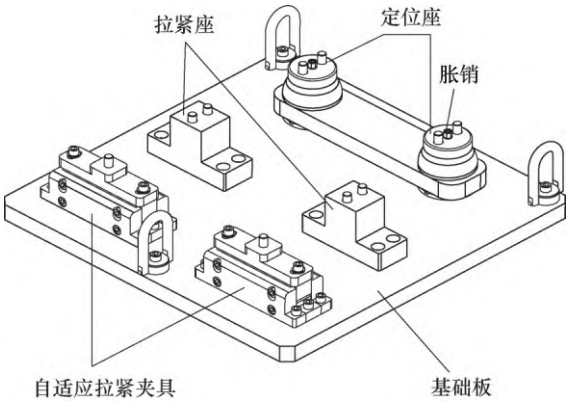


图12　针对U形零件设计的拉紧夹具装置

4.1 基础板方案设计

如图13所示，在基础板上设置了自适应拉紧夹具联接螺纹孔、拉紧座联接螺纹孔，还设置了两个可精确定位的零点定位器，通过零点定位系统既可保证零件的重复定位精度，又可快速完成零件定位夹紧[3]，此外，还有用于吊装的吊环。如图12所示，自适应拉紧夹具、拉紧座通过螺钉与基础板联接固定，定位座则通过零点销与基础板上的零点定位器联接固定。零点销与定位器连接紧固须接通压力气源，接通气源，零点销与定位器松开；切断气源，则锁紧零点销[4]。

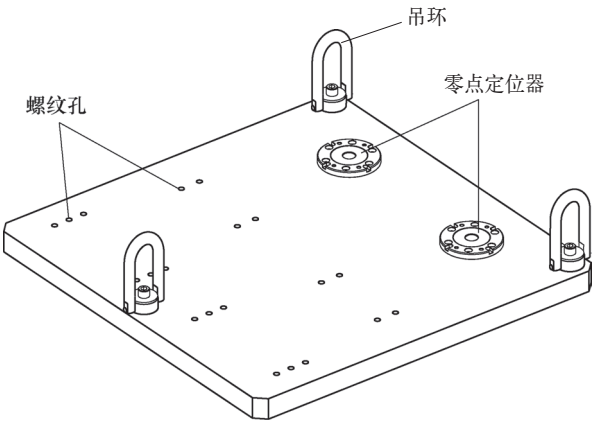


图13　基础板设计

4.2 零件连接方案设计

零件连接及完成状态如图14、图15所示，被加

工零件在应用自适应拉紧夹具前应预加工出固定螺纹孔及定位销孔，通过螺钉将上连接板与U形零件的易变形部位即开口端联接牢固，将定位座与U形零件底部连接牢固。两个定位座均设有1个胀销定位零件，胀销与U形零件底部预加工的精密定位孔相配合，能够消除定位间隙，精密配合定位[5]。同样拉紧座也与零件底部连接紧固，再翻转连接好的零件，拉紧夹具用螺钉与基础板联接，定位座则通过零点销与零点定位器连接，定位夹紧一次完成，而拉紧座要在完成零件拉紧最后一环才用螺钉与基础板压紧。拉紧座与定位座在设计及制造中均考虑了零件定位面的共面性，避免产生过定位。

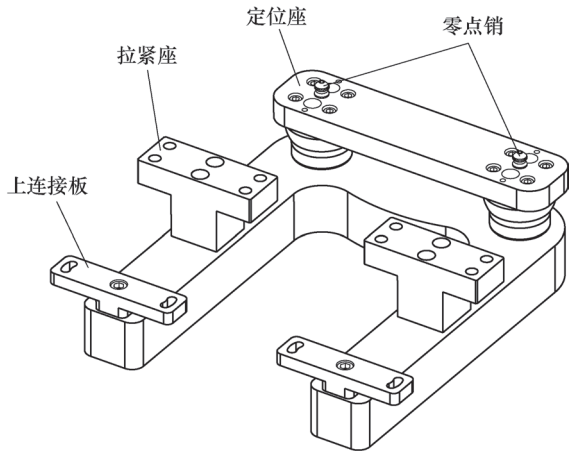


图14　零件连接

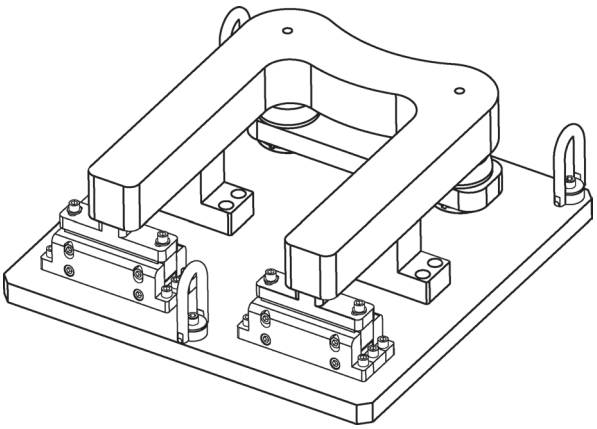


图15　零件连接完成状态

5　应用及效果

如前所述，被加工零件虽然已定位连接至夹具基础板，但在实施加工前还要进行零件开口端水平方向与竖直方向的调整，保证与夹具接触良好及适应变形。

经过实际应用，本文所述自适应拉紧夹具结构及夹具装置产生的效果总结主要有以下几点：①自适应拉紧夹具结构能够在竖直方向、水平方向适应零件应力变形。②通过向下拉紧方式固定零件，完全暴露加工特征面，加工程序一次走刀完成加工，无需中途停机，节省了辅助准备时间，机床利用率大大提高。③零件采用零点定位系统保证了重复定位精度以及快速定位。④采用胀销定位提高了定位精度，保证了零件加工的一致性。⑤简化了零件定位装夹操作，降低了劳动强度。

需要注意的是：对于U形零件结构，在夹具设计时应根据零件结构外形尽量使拉紧座处于零件中部，既要保证零件在装夹时的稳定性，又要保证零件开口端处于足够的自由状态，拉紧座上与基础板的连接孔具有足够间隙，不会影响零件的装夹状态。

6　结束语

本文所述的自适应拉紧夹具结构弥补了现有技术的不足，能适应零件的热处理变形情况。尤其是U形零件开口处，仅需通过螺钉将拉紧夹具简单联接于基础板上，通过夹具的定位台面与零件的下表面相连接拉紧固定，通过水平调节组件和竖直调节组件使拉紧夹具在各方向适应零件变形，使零件的上表面完全敞开，无需压板压紧，无需停机倒换压板位置，提高了机床利用率，改善了零件的加工应力情况。

参考文献：

[1] 胡阿林. 一种自适应拉紧夹具及夹具装置：202022703744.3[P]. 2021-10-08.

[2] 张丽霞，郭启咨，王晓伟，等. 下拉式夹具在箱体类零件加工中的应用研究[J]. 拖拉机与农用运输车，2019（2）：57-60.

[3] 程硕. 零点定位夹具在缸体缸盖试制机加工中的应用[J]. 柴油机设计与制造，2021，27（3）：53-56.

[4] 姚小卫，乔迎军，王海平，等. 航天地面设备制造型企业柔性制造方式探讨[J]. 航天制造技术，2021（2）：75-78.

[5] 郑俊峰. 夹具定位销的设计应用[J]. 汽车工艺与材料，2016（2）：66-69.

MW 20250508