

# CNC 加工非回转体薄壳类零件的夹具研究

程 李 陈 恒 张 志 刚

西京学院机械工程学院 陕西西安 710123

**摘 要：**针对传统的非回转体薄壳类零件端面加工方法复杂以及传统数控车床的回转体夹具无法完成大量非回转体薄壳类零件的加工等问题，结合非回转体薄壳类零件外貌特征，开展了一种数控车床加工非回转体薄壳类零件的夹具研究。建立了非回转体薄壳类零件夹具的三维模型，并介绍数控车床加工非回转体薄壳类零件的专用夹具设计。

**关键词：**非回转体薄壳类零件；夹具；数控车床

## 引 言：

目前,随着科学技术发展的不断进步,在现代的工业化生产过程中,机械加工工件比肩随踵,并立足于不同领域的发展。但是,仍有着大量非回转体薄壳类零件的端面加工存在于工业品的生产中,往往这些工件加工工艺被安排在加工中心或镗铣床上,采用铣削和镗削分别实现工件端面的加工;然而这种加工方式很复杂,不仅要准备各类镗铣刀具,还要准备较多的夹具,增加了非生产用时和生产成本;同时,一旦当生产时因条件受到限制,在不具备加工中心或镗铣床时,则不能对工件进行加工。

## 一、非回转体薄壳类工件传统加工方法

非回转体薄壳类端面的加工方式主要有铣削、刨削、插削、拉削、磨削等。

铣削加工的种类主要有平面、螺旋面、台阶面、曲面、分齿零件、沟槽等。铣削的特点：断续切削，有冲击，但散热条件好；切削厚度变化，初始切入摩擦剧烈；铣削力和扭矩变化，易产生振动；切削变形程度大。

刨削的概述：工件在被刨刀进行切削加工的过程称为刨削加工。必刨削时，刨刀的直线往复运动为主运动，工件的间歇移动为进给运动。刨削主要用来加工平面、成形面和各种沟槽。

插削在插床上进行，可以看作是“立式刨削”，主要用于加工单件小批生产中零件的某些内表面，如孔内键槽，方孔，多边孔花键孔等。也可以加工某些外表面。插削时插刀的垂直往复直线运动为主运动。工作台带动工作平移或圆周进给。

圆周磨削的概述：砂轮与工件接触面小，散热、排屑条件好，加工质量好但刚性小，磨削用量较小，生产率低适于精磨。

## 二、三爪卡盘夹具加工非回转体工件的问题

三爪卡盘属于自定心卡盘，由卡爪驱动机构、活动卡爪和卡盘体组成，如图 1 所示。三个卡爪均布在卡盘

体上，其导向部分的下面，有螺纹与大锥齿轮背面的平面螺纹相啮合，大锥齿轮与带方孔的小锥齿轮啮合。

### 三爪卡盘的工作原理：

- (1) 三个螺钉固定卡盘；
- (2) 扳手通过方孔转动小锥齿轮时，小锥齿轮利用啮合带动大锥齿轮；
- (3) 大锥齿轮转动，利用背面的平面螺纹同时带动三个卡爪径向移动，用以夹紧不同直径的工件。



图 1 三爪卡盘

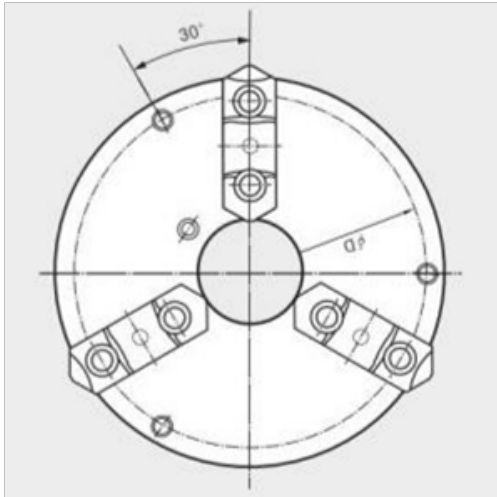


图2 三爪卡盘正面图

对于回转体工件来说，三角卡盘利用三个卡爪的径向移动，把工件夹紧并自动定位在机床附件。从而在机床上面完成加工。但是非回转体以这种装夹的方式装夹在卡盘上后，会导致两个最为严重的问题存在：①装夹不稳定，在加工过程中存在安全隐患。如图2所示，我们能清晰的看出，三爪卡盘每相邻的两个卡爪之间成 $120^\circ$ 。在装夹时，会因非回转体的外形出现仅有一只卡爪的夹紧力方向垂直于工件面或一只卡爪夹不到工件的现象。造成工件夹不稳，甚至夹不住工件，车削过程中，工件高速旋转，受到断续切削时冲击载荷或受到的切削载荷过大，将工件甩出卡盘，导致严重的安全事故。②对工件的定位不准确。非回转体的外形可能会导致定心位置不稳定，很难保证加工面的位置。

### 三、非回转体薄壳类零件的夹具设计

与三爪卡盘夹具不同的是，非回转体薄壳类零件的夹具将传统的自定心三爪更换成简单的上下夹持装置，如图3所示。采用此夹具通常加工长度范围为200mm至600mm的非回转体薄壳类零件中端面和外圆的回转结构加工。

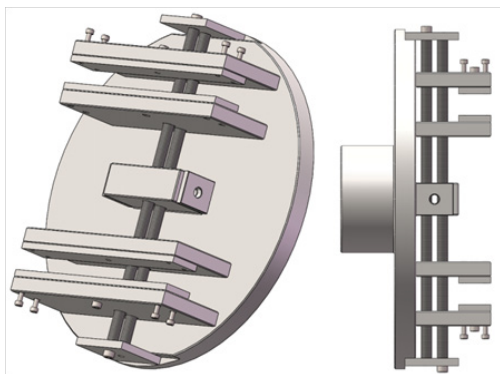
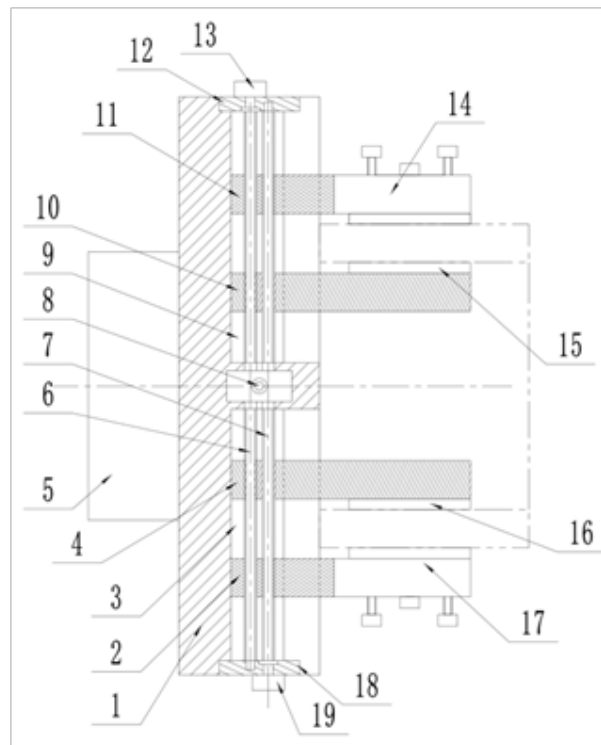


图3 非回转体薄壳类零件夹具模型

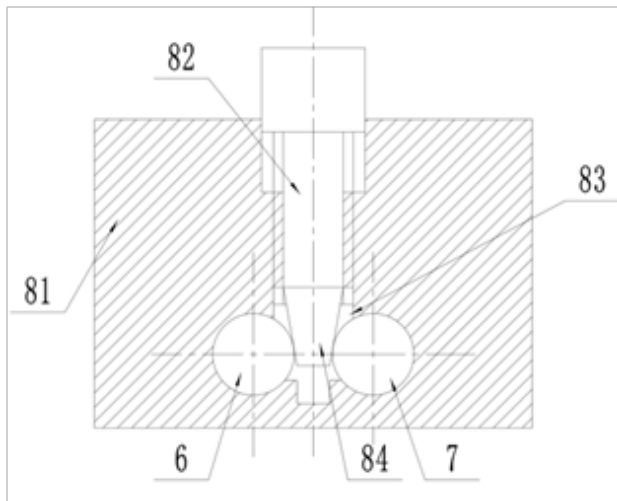
非回转体薄壳类零件的结构组成如图4所示，此夹具装置主要结构包括连接座、滑块、导槽、夹持块、夹持柱体、双头螺杆、锁紧装置、端盖、内锁紧头、夹持装置、内夹块和外锁紧头。非回转体薄壳类零件的夹具上下各有一对夹持装置。中间两个夹持装置由下面一根螺杆进行控制调节，外面两个夹持装置由上面一根螺杆进行控制调节。将双头螺杆的外螺纹的旋向进行相反设计，从而保证了夹持装夹时薄壳类零件处于中央位置。安装非回转体薄壳类夹持工件时，先调节中间两个夹持装置保证定心，再调节外面两个夹持装置进行夹紧，从而进行工件加工。



1为连接座、2为滑块一、3为导槽一、4为夹持块一、5为夹持柱体、6为双头螺杆一、7为双头螺杆二、8为锁紧装置、9为导槽二、10为夹持块二、11为滑块二、12为端盖二、13为内锁紧头、14为夹持装置二、15为内夹块二、16为内夹块一、17为夹持装置一、18为端盖一、19为外锁紧头

图4 非回转体薄壳类零件结构图

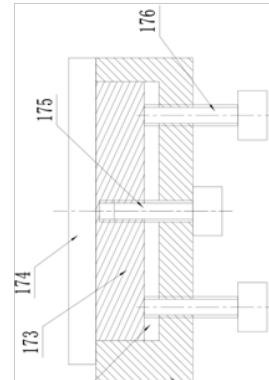
锁紧装置的结构如图5所示，包括固定块、锁紧螺钉、内腔和卡紧头。固定块的下侧设有内腔，内腔的两侧连接双头螺杆，内腔上侧的竖向螺纹孔中连接锁紧螺钉，锁紧螺钉底部中央连接卡紧头，且卡紧头两侧分别与双头螺杆外圆相连。使用时，通过调节锁紧头从而带动双头螺杆达到对夹持装置进行调节的作用。



6 为双头螺杆一、7 为双头螺杆二、81 为固定块、82 为锁紧螺钉、83 为内腔、84 为卡紧头

图 5 锁紧装置结构图

夹持装置的具体结构如图 6 所示，包括固定座、凹槽、活动座、外夹持块、拉紧螺钉和顶紧螺钉。使用时，通过拉紧螺钉和顶紧螺钉的相互作用调节外夹持块伸缩移动，从而满足了非回转体薄壳类零件壁厚不均匀时装夹的需要。



171 为固定座、172 为凹槽、173 为活动座、174 为外夹持块、175 为拉紧螺钉、176 为顶紧螺钉

图 6 夹持装置结构图

非回转体薄壳类零件装夹的具体步骤：

- (1) 在装夹前，将此夹具的旋转底座安装在车床上。
- (2) 将非回转体薄壳类零件侧壁两侧分别放置到内夹块上，然后调节内锁紧头带动双头螺杆旋转，驱使内夹块向外侧移动，从而绷紧零件内壁。
- (3) 调节外锁紧头带动双头螺杆旋转，驱使外夹块向内侧移动，从而夹紧零件外壁。

另外，在夹持装置上面设计了活动座，用于一些壁厚不一的非回转体薄壳类零件的夹紧，从而避免了薄壳类零件的变形，也就提高了加工的质量。

## 结束语

国内、外数控车床的发展瞬息万变，高速化、高精度化、智能化、复合化、并联驱动化、开放化、网络化、极端化、绿色化已成为数控车床发展的方向和重要趋势。数控加工技术对经济、国防、总体实力和国际地位的推动作用是不可估量的。对于工业制造领域的重要性来讲，数控加工技术至关重要，有利于国家国防经济、总体实力，以及国际地位的提升。而在产品加工过程中，夹具的合理设计和使用可以大大减轻操作者的劳动强度，并能提高生产效率，保证加工产品的质量。

## 参考文献

- [1] 杨万海. 在数控车床上进行回转体零件的侧面加工[J]. 金属加工(冷加工),2019(06):53-54.
- [2] 王少雷,梁建明,王占英,马轶群,杜邻东,张兰娣. 非回转工件基于三轴数控车床的加工方法[J]. 煤矿机械,2014,35(09):146-147.
- [3] 马凡,白金民,尹辉. 新型通用数车组合夹具的

设计[J]. 航空精密制造技术,2023,59(04):63-64.

[4] 卢红印. 数控机床夹具液压控制系统的设计[J]. 机械制造,2022,60(10):14-16+33.

[5] 牛强,黄汝刚. 特殊孔机械加工精度提升及夹具设计研究[J]. 造纸装备及材料,2022,51(09):102-104.

[6] 林镇水,张彩珠. 数控车床同时加工多个零件的工装设计[J]. 金属加工(冷加工),2022(09):47-50.

[7] Ru L, Miaomiao X, Jialiang W, et al. Influence of material selection on fixture accuracy of CNC machine tools[J]. Journal of Physics: Conference Series,2021,1986(1).

[8]. Hefei University of Technology; Patent Application Titled "Numerical Control Machine For Stretch Bending And Monitoring Method For Clamping Force Of Round Clamp Thereof" Published Online (USPTO 20200230680)[J]. Computer Weekly News,2020.