

机加工柔性虎钳设计

■ 新兴重工湖北三六一一机械有限公司（襄阳 441002） 葛汉武 饶鑫宇

摘要：本文论述了一种胜过机用虎钳的柔性虎钳，在装夹中能有效防止工件的翻转、倾斜，克服了机用虎钳因配合间隙大导致工件受力不均、加工发颤等现象；解决了现有轻型、精密工件加工时装夹不可靠，多次装夹一致性差等问题；结构简单、装夹可靠、操作方便，能有效降低劳动强度；制作、改装成本低，能够适应零件表面的微小差异，易于实现和维护。

1. 机用虎钳技术分析

(1) 机用虎钳的结构及原理。机用虎钳是机械加工中常用的装夹机构，其结构如图1所示。

其主要工作原理：转动方头带动丝杠，在螺母（通过紧固螺钉固定在虎钳体上）的作用下，做螺旋运动的丝杠带动与之联接的活动座沿丝杠轴线方向来回移动，活动座带动固定其上的活动钳口和钳口铁4来回移动，与固定在虎钳体上的固定钳口和钳口铁3配合，实现零件的夹紧和松开。

(2) 机用虎钳结构缺点及使用中的隐患。机用虎钳有结构简单、夹紧力大、操作和维护方便等特点。但由于其必须具有广泛的适用性和操作的便捷性，其螺

母与丝杆之间、活动座与虎钳体之间存在着较大的配合间隙，导致在装夹一些加工精度要求较高的产品时难以达到要求。

螺旋副的间隙大，旋转时费力，使用中稳定性差。机用虎钳开合行程大，螺旋副的运行长度较长，为保证能够快速装夹，机用虎钳螺旋副的螺距较大。较大的螺距意味着较大的螺旋升角，转动单圈进给量较大，使用时较费力；较大的螺距需要更大的配合间隙来确保螺旋副的正常使用，但较大的间隙也造成了螺旋副在使用中产生较大振幅的振动，使虎钳的装夹精度和稳定性下降。

装夹后产品靠近活动钳口

附近容易上翘、抬起，多次装夹一致性差。传统机用虎钳的螺旋副间隙较大，在使用中会产生较大振幅的振动；而活动座和虎钳体之间的滑动接触面较大，采用的间隙也较大，在使用中会加剧螺旋副的振动，使水平移动中的活动钳口铁同时沿竖直方向做无规律的上下运动，因而钳口铁夹紧产品的位置不能全部处于最佳接触点，此时如果继续施力夹紧产品时，产品一侧就会下压或抬高。

机用平口钳易夹伤产品，装夹后容易失效。机用虎钳活动钳口与活动钳口铁4之间为刚性联接，当产品同一装夹表面因产品缺陷而导致高度差异时，活动钳口铁4只能一部分与产品夹持面接触，在达到指定装夹压力时，由于装夹面积减小、局部压力变大，导致产品表面被压伤；由于活动钳口铁4不能充分地和产品装夹面接触，在加工过程中一旦受力，极易导致产品装夹失效而产生刀纹，严重时甚至会导致工件脱离飞出。

在实际生产过程中，这都是

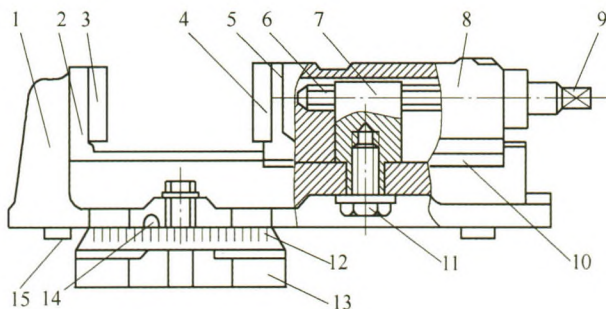


图1 机用虎钳的结构

1.虎钳体 2.固定钳口 3.钳口铁 4.活动钳口 5.活动钳口铁 6.丝杠 7.螺母 8.活动座 9.方头 10.压板
11.紧固螺钉 12.回转底盘 13.底座 14.钳座零线 15.定位键

常见并且容易造成质量损失和事故的情况，使零件加工质量变得不稳定、生产效率下降，而本文设计的柔性虎钳能够较好地解决上述问题。

2. 柔性虎钳设计

(1) 柔性虎钳结构。如图2所示，本文设计的柔性虎钳由钳体底座、固定钳口、固定钳口铁、联动钳口铁、活动钳口、导向销、丝杠、摇臂把手、可调钳口座及销轴等构成。

如图2、图3所示，该柔性虎钳钳体底座固定在工作台上，摇动摇臂把手带动丝杠旋转，丝杠在与可调钳口座间的螺旋副的作用下推动活动钳口移动，活动钳口在导向销的导向下做平稳的水平移动，并带动联动

钳口铁移动，完成对工件的装夹和卸载。

(2) 装夹过程及工作原理。

钳台底座在设备工作台上固定好后，先调整可调钳口座在钳体底座上的位置，确保装夹行程内能有效对工件进行装夹；再将待加工产品置于柔性虎钳的两个钳口之间，旋转摇臂，丝杠在摇臂的带动下驱动联动钳口铁和活动钳口均匀、平稳地移动，联动钳口铁能在一定范围内自动适应批量生产时待加工产品的表面差异，从而使工件在相对稳定的情况下完成装夹，保证了装夹的精度和多次装夹时的一致性。

(3) 柔性虎钳的优点如下。

装夹行程短、效率高：钳台底座和可调钳口座之间采用螺钉与走马槽配合的联接方式，装夹时先根据产品的尺寸，移动可调钳口座至合适的位置，并紧固可调钳口座上的螺钉；再通过旋转摇臂带动丝杠旋转，从而带动活动钳口与联动钳口铁移动。这样既保证了该夹具能够适应多种尺寸规格的待加工产品，也缩短了装夹时旋转、驱动丝杠的时间。

装夹过程省力，减小振动幅度：丝杠采用小螺距的螺纹结构，在使用中转动摇臂时，丝杠进给量减小（相对传统机用虎钳），施加在摇臂上的力要求降低，从而使装夹过程更省力，也使得丝杠更容易实现平稳均匀的驱动。小螺距的丝杠使得螺旋副间的间隙更小，减小了整个装夹过程中产生的振动幅度。

钳口装夹更稳定：可调钳口座上固定有两个导向销，活动钳口上镶嵌有和导向销配合的销

套，销和销套间使用小间隙配合，有效避免了活动钳口在移动过程中因导向间隙过大导致的联动钳口铁的上下晃动。

能自动适应产品表面的微量变化，实现柔性装夹：联动钳口与活动钳口组件之间采用铰链式结构，使用销轴联接，联动钳口铁可绕销轴做一定角度的旋转运动，联动钳口铁与活动钳口的配合面选用小间隙配合。这保证了联动钳口铁在装夹时既可有效规避零件外形误差，又可在装夹完成后不会因为间隙大而上下晃动。

对比通用的机用虎钳结构，本文设计的工装具有装夹行程短、使用省力、精度高、装夹可靠性好及钳口自适应能力强等特点，能极大提高装夹效率、减轻装夹劳动强度。

3. 结语

该柔性虎钳能根据产品表面的微量变化自动调整钳口装夹角度，并精确传导夹持力完成装夹，装夹过程安全、快速、可靠，装夹后夹持力分布较均匀、稳定，极大地提升了工人的工作效率，在我公司多品种、小批量生产中取得了良好的效果。

参考文献：

- [1] 朱耀祥. 谱林祥. 现代夹具设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2009.
- [2] 王政, 刘萍. 通用可调夹具[M]. 北京：北京市机械工业局技术开发研究所，1982.
- [3] 林文焕, 陈本通. 机床夹具设计[M]. 北京：国防工业出版社，1987.

MW (收稿日期：20161209)

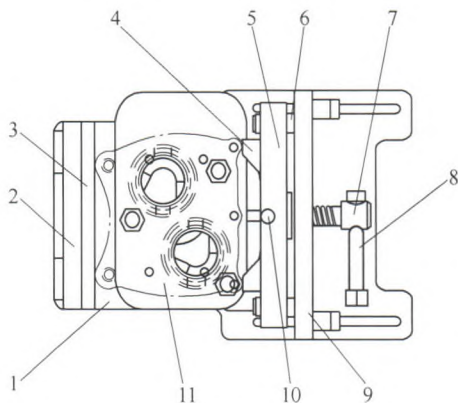


图2 柔性虎钳结构俯视图

1. 钳体底座
2. 固定钳口
3. 固定钳口铁
4. 联动钳口铁
5. 活动钳口
6. 导向销
7. 丝杠
8. 摇臂把手
9. 可调钳口座
10. 销轴
11. 待加工产品

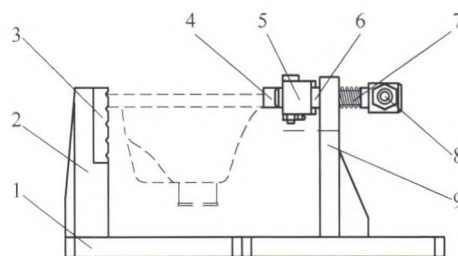


图3 柔性虎钳结构主视图

1. 钳体底座
2. 固定钳口
3. 固定钳口铁
4. 联动钳口铁
5. 活动钳口
6. 导向销
7. 丝杠
8. 摇臂把手
9. 可调钳口座