

软钳口在数控铣项目技能竞赛中应用经验探讨

谢应善, 谭志明

湖南工贸技师学院 湖南株洲 412006

摘要: 分享软钳口在数控铣项目技能竞赛中的应用, 探讨在数控铣项目技能竞赛过程中软钳口的设计与加工, 分析软钳口在加工零件中的优劣。

关键词: 软钳口; 设计; 数控铣; 技能竞赛

1 序言

随着数控设备、刀具与工艺水平的发展, 国内数控竞赛与世界技能大赛对接, 数控铣项目对选手的综合能力要求越来越高。在装夹工艺方面, 试题中能直接用通用平口钳来装夹的机会越来越少, 以第一届全国职业技能竞赛数控铣项目模块三样题(见图1)为例, 如果使用平口钳常规夹持将无法保证工件的正确定位, 对于这种情况, 大部分都需对钳口夹持面进行处理或使用专用夹具。由于技能竞赛赛题的多样性和不确定性, 选手无法提前准备专用夹具, 在竞赛中设计制作专用夹具成为现今数控铣项目竞赛选手的必备技能。

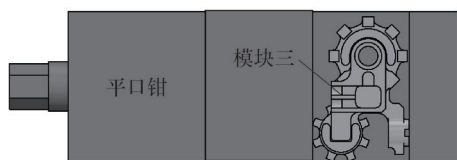
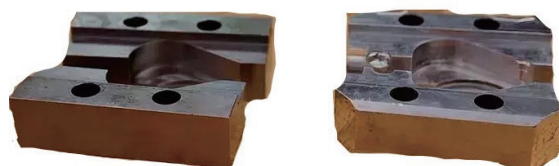


图1 样题(平口钳无法正常装夹示意)

将平口钳钳口改制为专用软钳口是赛场中较快速高效处理装夹工艺的方式。专用软钳口是运用CAD/CAM软件布尔运算功能, 设计加工出刚好与工件夹持面配合形状的软钳口, 可对工件进行快速定位, 简化装夹工艺, 节省加工时间, 同时避免在夹持硬度较低或表面粗糙度要求较高的工件时损伤其表面, 提高工件的精度和质量, 保障竞赛选手在训练和竞赛中正常发挥水平。

2 专用软钳口的设计

专用软钳口以低碳钢和铝质材料最为常用(见图2)。



a) 低碳钢钳口

b) 铝合金钳口

图2 常用软钳口材料示意

8 结束语

本文介绍了撞针中剪切销孔的镗孔夹具的设计制造过程, 重点分析了夹具结构与工作原理, 阐述了夹具主要部件的制造工艺。该夹具经生产实践验证, 设计合理, 使用方便, 完全满足了撞针的工艺技术要求, 大幅提高了撞针剪切销孔镗削质量, 取得了很好的效果。

参考文献:

- [1] 吴冬祖. 工件自由度判断的几何定理及应用[D]. 太原: 太原科技大学, 2017 [2017-12-16].
- [2] 李杰. 海洋工程用高强钢的设计制备和热处理工艺研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2018 [2018-05-16].
- [3] 张荣宁. 飞机机身壁板件多工位装配偏差分析与建模[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2017 [2017-02-16].

MW 20220108

专用软钳口是通过在CAD/CAM软件里面设计两块和加工虎钳配合的软钳口，然后导入加工工件三维模型（见图3），运用CAD/CAM软件里面布尔运算功能布尔求差得到最初特征，通过对特征进行合理处理后得到所要的专用软钳口夹持面加工形状。

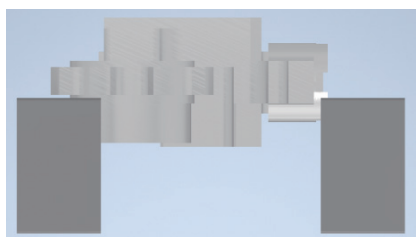


图3 模型导入布尔求差示意

设计过程要注意3个方面：①软钳口夹持面主体特征是软钳口和加工工件模型运用CAD/CAM软件布尔求差得到，软钳口和加工工件布尔求差运算时，两块钳口之间的距离要比软钳口夹持工件后两块钳口之间的距离单边小2~5mm（见图4），便于钳口加工时有足够的加工余量。②软钳口和加工工件布尔求差运算后，受刀具、加工环境限制，软钳口上所得到的特征在数控铣床上不一定能够完整的加工出来（见图5），对一些干涉特征要进行第二次处理，比如在数控铣床上加工软钳口内凹槽特征时，由于立铣刀的原因，内凹槽特征拐角处最小有一个立铣刀刀具半径的内圆弧角（见图6），如果刀具半径大于内凹槽特征拐角半径，在拐角处会有一个因为刀具半径大于拐角半径产生的加工残料。以

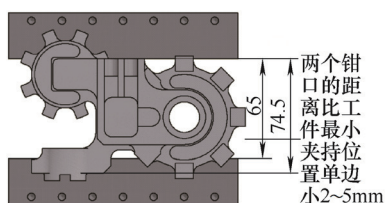


图4 布尔求差时两钳口最小距离示意



布尔求差后得到的钳口特征，通过特征可以发现在数控铣设备上无法完整的加工出该钳口特征



图5 布尔求差后软钳口特征示意

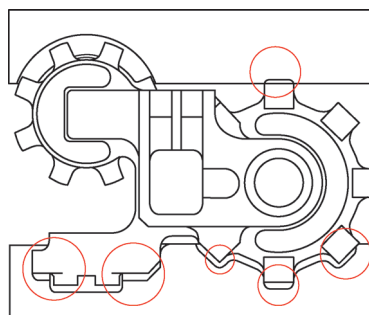


立铣刀加工软钳口时产生的内R角



图6 求差特征加工后示意

第一届全国职业技能竞赛数控铣项目样题模块三为例，如果加工采用的最小刀具是直径6mm立铣刀加工的软钳口，则在内槽拐角处将产生一个R3mm的内圆角，在装夹工件时因为软钳口内槽拐角R角大于工件的圆角，将与工件产生干涉，造成工件夹持不紧固和定位基准偏移（见图7）。因此，在设计软钳口时对于这种内凹槽特征一般要放大一个最小刀具直径值，避免因圆角残料造成干涉，保证工件有足够的夹持面即可（见图8）。③对于软钳口夹持面的设置，要避开工件易变形部位，防止因为装夹造成工件尺寸误差。



软钳口内圆角与工件产生干涉

图7 装夹干涉示意



处理后的钳口，将干涉特征适当修改，方便装夹和定位

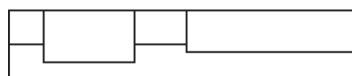


图8 求差特征处理后加工示意

3 专用软钳口的加工

3.1 加工和夹持时会产生受力变形

软钳口可以根据工件的需要进行加工，其长

度、宽度、厚度和形状都会对效果产生影响。露在虎钳以外的部分过长或者过高，在制作或者使用的时候，都会造成软钳口变形，让工件无法稳固的夹持，加工精度将达不到图样要求。因此在加工软钳口前首先在两钳口之间紧固夹持一块与工件夹持部位略小的垫铁，如果钳口没夹住工件就开始加工，活动钳口处于松动状态，将加工出不符合要求的软钳口，且极易造成刀具和虎钳的损伤。其次为了避免加工软钳口产生锥度，夹持的垫铁要尽量靠近加工部位；如果垫块放在靠虎钳钳口底部离加工部位较远的位置上（见图9），当虎钳收紧开始夹住工件时，由于受力位置的变化，钳口会发生一定量的偏移（见图10），可能造成软钳口有锥度，不能紧密地夹住工件，而且软钳口越高锥度会越大。

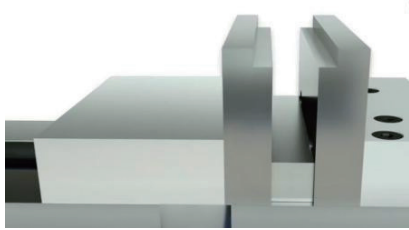


图9 垫块远离钳口加工示意

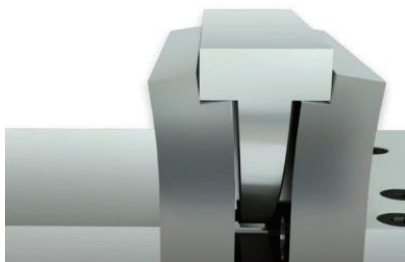


图10 钳口装夹变形示意

如果让垫块靠近软钳口的加工部分（见图11），加工时受力位置和夹持零件加工时受力位置相近，最后的零件贴合可能会好，在预载的情况下加工钳口，会消除零件和钳口之间的缝隙和锥度

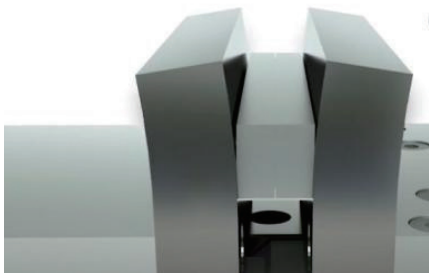


图11 垫块靠近钳口加工示意

（见图12）。为了避免钳口偏移，会选择尽可能矮的钳口，如果避免不了，让垫块尽可能地靠近钳口的顶部，这会使夹持更稳固。最后软钳口夹持工件时夹紧受力点要尽量避开工件易受力变形的部位，防止工件装夹变形^[1]。

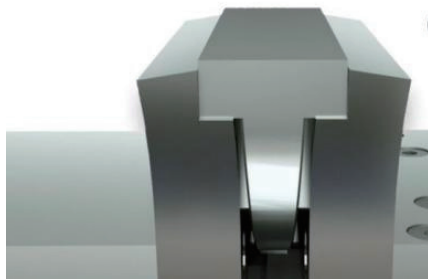


图12 消除钳口装夹变形示意

3.2 软钳口的加工要防止和工件产生干涉

在软钳口加工中，主要是软钳口底面和侧面棱角与工件定位基准面棱边产生干涉（见图13）。在实际生产加工软钳口过程中，使用的立铣刀刀尖带有 $C(0.2 \sim 0.3)$ mm的倒角，主要用来防止刀尖的崩裂和提高刀具的耐磨性，软钳口加工完后，其底面和侧面会产生一个 $C(0.2 \sim 0.3)$ mm的棱角。所以在加工和软钳口配合的基准面时，都需要棱边倒角 $C0.3$ mm以上，让软钳口的定位基准面和工件的基准面紧密贴合在一起，保证装夹的紧固和定位的准确。

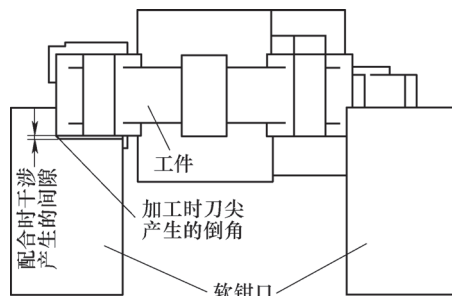


图13 工件装夹干涉示意

3.3 软钳口要避免夹持工件时造成过定位

软钳口形状特征和工件外形原则上刚好配合，但是对于加工零件特征复杂、加工层次较多的赛题而言，会生成多个定位基准面。以底面定位为例，一般在实际加工中有4个支撑点对称分布在零件4个角点较好。在第一届全国职业技能竞赛数控铣项目模块三样题中，通过布尔运算在底面产生了6个定位面（见图14），在虎钳夹紧过程中将不利于定位加工，产生定位误差^[2]。同样在夹持面也有这样的问

题，在夹持面上除了要防止多个面定位产生过定位以外，还要挑选好夹持受力的部位，防止夹持受力变形和夹持不牢固造成工件松动。一般选择零件刚性较好、能牢固夹持工件的部位来夹持。

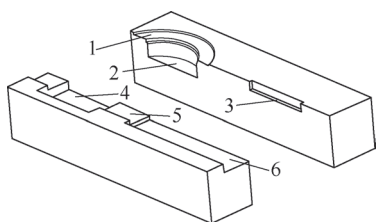


图14 软钳加工产生过多定位面示意

4 使用软钳口的优势

（1）适应性强 运用工件模型布尔求差处理后得到专用软钳口，可以适用于各类数控训练和竞赛，很大程度地简化装夹方式，提高加工效率和精度，从而获得较好的竞赛成绩。

（2）可以做批量生产中的专用夹具，降低生产成本 软钳口的钳口形状是根据零件形状加工而成，在零件的批量生产过程中能快速装夹，对于中小型零件的批量生产可以减轻对精密专用夹具的依赖。

5 使用软钳口的不足

（1）耗材大 软钳口是根据所加工零件的特征

设计的一种装夹夹具，不同的工件，其所需软钳口的形状不同。尤其在技能竞赛中，每天训练的试题特征都不同，每一个试题都需要一套软钳口，这大大提高了软钳口的消耗和训练成本。

（2）设计难度大 软钳口是根据零件的加工要求设计形状特征的，不同的零件设计要求不同，在技能竞赛过程中，软钳口的设计通常需要借助CAD/CAM软件，这对操作人员的能力提出了更高的要求。

6 结束语

专用软钳口作为一种专用夹具，以制造方便、快捷而广泛地应用于技能竞赛中，极大地简化了技能竞赛中对装夹设备和工艺设计的要求，保障了参赛选手水平的正常发挥^[3]。随着科学技术的进步和技能的提升，技能竞赛试题难度将逐年提高，对装夹的要求也越来越高，专用软钳口的应用一定会越来越广泛。

参考文献：

- [1] 管林东. 机床加工工艺学[M]. 3版. 北京：中国劳动社会保障出版社，2014.
- [2] 陈向云. 机床夹具设计[M]. 北京：电子工业出版社，2013.
- [3] 郑立伟，黄志遂. 数控铣床工装夹具设计要点分析及改进措施[J]. 中国设备工程，2020（3）：129-130.

MW 20220110

《金属加工（冷加工）》“机床/附件/工装” 栏目征稿

《金属加工（冷加工）》杂志设有多个常规栏目，现“机床/附件/工装”栏目面向广大制造业的业内人士征集稿件，欢迎各位踊跃投稿。

征稿内容：机床/加工中心的整体设计及制造；关键附件的设计制造，如电主轴、大型轴承、大重型滚动功能部件；冷加工中使用的工装/夹具的设计制造。

要求：技术实用、先进，能推动加工制造自动化、高效化、精密化等。

具体投稿规范请扫码查看。



投稿规范