

新型弹簧限位夹紧刀杆与外锥面铤孔钻的应用

Application of New Type Spring Retaining Clamping Shank and Outer Cone Spot-Facing Drill

中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司工装制造厂 徐岩 张川



徐岩

主要从事航空发动机、民用机零部件各类非标刀具的研究。

新型刀杆弹簧限位夹紧结构是通过调整限位套筒,将薄壁零件放在支承块上,切削时,铤孔钻前端引导进入零件孔内,随着切削下移,限位螺帽端面压紧零件上表面,控制薄壁零件加工受力变形,取代了繁重的夹具并使刀具长度缩小。该结构使用灵活,互换性好,可重复使用,降低生产成本,适合高速切削下外锥面铤孔口倒角的应用。

新型弹簧限位夹紧刀杆设计结构的应用有效解决了难加工材料薄壁结构零件切削加工变形难题,同时为同类型结构零件在加工过程中的刀具设计提供了可行的借鉴,该结构利用可换外锥面铤孔钻头,可节约大量高速钢刀具材料,降低刀具的制造和使用夹具费用,此项目研究成功,为公司节省了大量外购刀具费用,提高了生产效率,降低了成本,赢得了客户满意。同时沉积了设计结构与经验,为同类产品的国产化、系列化奠定了坚实的基础。

随着新型发动机的快速发展,高温合金薄壁零件的加工变形问题更突出,要找出解决加工薄壁零件变形的原因,刀具、夹具结构的改进也是解决问题的途径之一。在解决某零件加工倒角变形时,提出了一种新型弹簧限位夹紧刀杆方案,并应用于实际加工中,经验证对零件变形起到了抑制作用,获得了理想的加工质量。在设计过程中针对零件的材料特性和加工特点,采用两种不同的设计方案。

零件结构尺寸

某零件在直径 $\phi 651\text{mm}$ 的圆周上要完成加工64个孔的倒角,

零件壁厚(1.5 ± 0.11)mm,引导孔直径($\phi 2.51 \pm 0.05$)mm,倒角 $100^\circ \pm 30'$,倒角直径($\phi 4.85 \pm 0.2$)mm;被加工零件材料为GH3536高温合金板材,其零件加工部位及结构

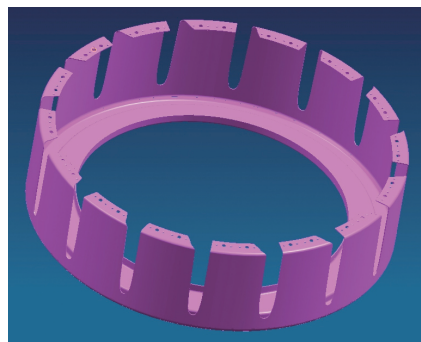


图1 被加工零件结构示意图

如图 1 所示。

零件材料化学成分及理化性能分析

零件材料牌号 GH3536 镍基变形高温合金,其主要化学成分、板材力学性能见表 1、表 2。

表1 GH3536 化学成分

C	Cr	Co	W	Mo	Al	Ti	Fe
0.05~0.15	20.5~23.0	0.5~2.5	0.2~1.00	8.0~10.0	≤ 0.5	≤ 0.5	17.0~20.1
B	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	
≤ 0.01	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 0.025	≤ 0.015	≤ 0.5	余量	

表2 GH3536板材力学性能^[1]

品种	室温拉伸性能			815℃持久性能			其他性能
	$\sigma_{p0.2}/\text{MPa}$	σ_r/MPa	$\delta_5/\%$	σ/MPa	τ/h	$\delta_5/\%$	
冷轧薄板	≥ 310	≥ 725	≥ 35	≥ 110	≥ 24	≥ 8.0	弯曲 180°

该材料主要是用铬和钼固溶强化的一种含铁量较高的镍基高温合金,具有良好的抗氧化和耐磨耐腐蚀性能,在 900℃ 以下有中等的持久和蠕变强度,冷、热加工成型性和焊接性能良好,属难加工材料。

由于传统限位是靠夹具引导将调整好尺寸的限位套筒端面接触夹具钻模板上表面,控制被加工孔的深度,与钻具导套相引导部位较长,在安装限位套筒、垫圈、限位螺帽及夹紧部位莫氏锥柄后,由于铤孔钻头总长近 160mm,钻具结构笨重,加工

中铤孔钻头齿损耗严重,刀具损耗大,加工过程经常换刀,刀具需求数量大,造成刀具材料的浪费和加工成本增高,并且使用又不方便。其次,在加工变形的控制上,由于钻模板下

表面与零件上表面有距离,壁薄零件切削受力后,孔周围变形加工部位表面产生波纹,影响被加工零件表面质量。

刀杆弹簧限位夹紧结构的设计

针对传统限位夹具结构及产生的问题,设计了一种新型弹簧限位刀杆夹紧结构,并进行了多种方案的切削试验,优化选定了可换铤刀头及刀杆尾柄处安装轴承的结构,见图 3 所示。

主要功能:由于弹簧 1 的作用,按着卡环,将锁紧环松开,锁紧环若向右旋动,卡环右移动,向右旋动限位套筒,再将锁紧环拧紧,铤孔钻露出长;相反刀头露出短。切削时将右端柄部与机床主轴连接,用力向下旋转时,弹簧 2 压缩,铤孔钻探出,铤刀前端引导进入零件孔内,随着切削下移,非金属垫圈压紧零件上表面,当柄部无受力时,在弹簧 2 的作用下,铤刀迅速弹离零件表面,结束该孔的加工。此结构以定位块代替钻具,转

整体后引导限位铤孔钻存在问题

根据零件加工尺寸和结构特点,该零件壁薄、孔小且悬臂,零件直径大,受力后变形大,采用的加工设备为摇臂钻床。图 2 为整体后引导限位铤孔钻结构。

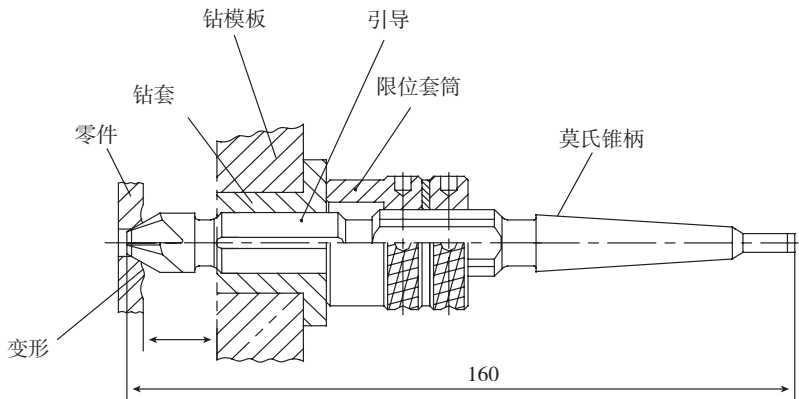


图2 整体后引导限位铤孔钻结构

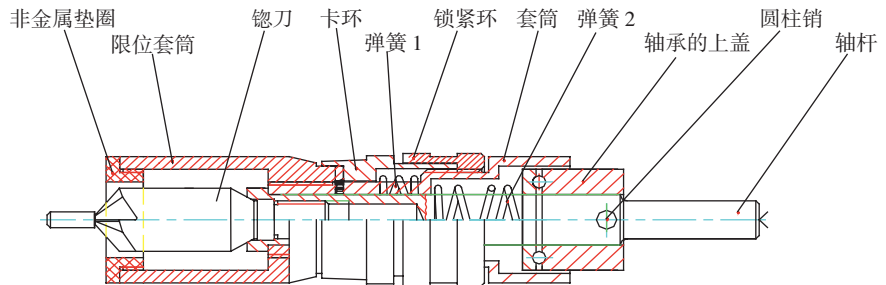


图3 可换铤刀头及刀杆尾柄处安装轴承结构

动零件利用铤钻前引导定位完成各孔加工。

另外,刀杆尾部压环改为端面小轴承旋转结构。轴承的上盖与轴杆过盈配合并用圆柱销打紧,下盖与轴杆间隙配合,两盖端面之间有 18 个 $\phi 2\text{mm}$ 的滚珠,保证刀杆旋转灵活、轻便。将铤刀部分与刀杆部分分为独立的两体设计,即轴杆和铤刀,考虑铤刀的强度和正确引导,将铤刀设计为整体前引导,铤刀尾部为螺纹

与轴杆连接,这样使刀具制造和刃磨都更简单,且便于更换,铰刀总长33mm,是原来总长的20%,即节约大量高速钢刀具材料。该刀具结构具有一定的通用性,在一定的范围内只需更换铰刀部分,即可加工多种尺寸孔径。

铰刀刀齿设计结构优化

在可换铰刀头研制中,为了提高刀具使用寿命,我们针对铰刀刀齿设计结构进行了多次切削试验研究,对四齿和二齿的切削效果进行对比分析,其结果如下:使用四齿铰刀,齿背形状为直线尖齿^[2],齿背“虚”,容屑槽浅,刀尖向下受压力大,易出现刃口崩刃、打刀现象,刀具使用寿命低。

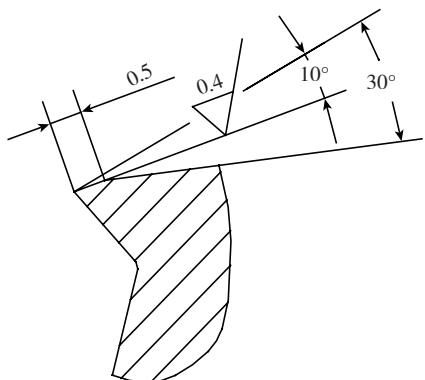


图4 四齿铰刀刀齿齿形

四齿铰刀刀齿齿形如图4所示。

而使用两齿铲齿铰刀,取得了良好的效果(图5为整体前引导两齿铰刀结构,图6为两齿铰刀齿背示意图)。两齿铰刀的主要特点:

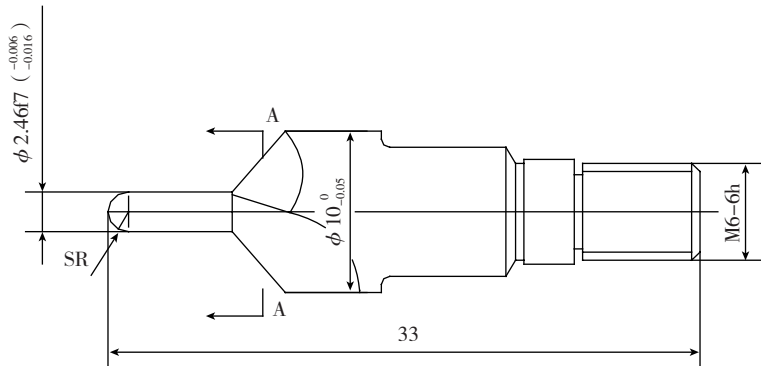


图5 整体前引导两齿铰刀结构

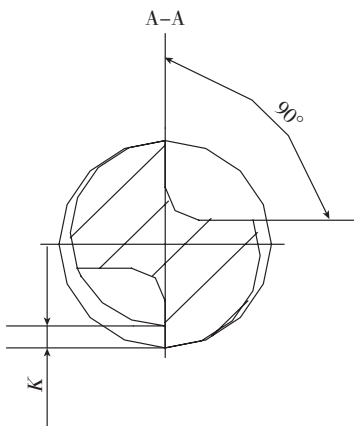


图6 两齿铰刀齿背示意图

(1)前角。

铲背铰刀的前角和一般刀具一样,应根据加工零件材料的性质、加工表面光洁度来选择,取前角 $\gamma=0^\circ$ ^[3]。

(2)后角。

齿背曲线为阿基米德螺旋线,后角变化不大,铰刀磨损后只需修磨前刀面,因此铲齿重磨简单,增加刀齿强度,延长刀具使用寿命,提高工作效率。

(3)铲背量K。

齿背曲线的形成,是由于铰刀的旋转运动和铲刀的送进运动合成的,铲背量用K表示,并按下式进行计算:

$$K = \frac{\pi \cdot D}{Z} \cdot \text{tg}\alpha^{[3]}, \quad (1)$$

式中, α 为后角; D 为铰刀直径; Z 为铰刀齿数。

当铰刀转动一个刀齿,铲床凸轮转动一周,铲刀完成铲削和退刀。铲背量选用 12° 的后角。有效提高刀

齿强度,并增大容屑空间。

铰刀与轴杆组装同轴度符合设计要求,刀杆可调限位准确,限位套筒压紧零件安全可靠,保证产品加工质量。从刀具耗损量看,两齿铰刀优于四齿铰刀。为了使切屑排除通畅,不划伤零件表面,在限位套筒2的轴向,对称开个排屑槽。图7为新型弹簧限位夹紧刀杆与外锥面铰孔钻UG模型。

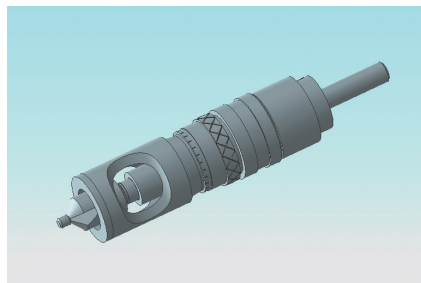


图7 新型弹簧限位夹紧刀杆与外锥面铰孔钻UG模型

结束语

综上所述,新型弹簧限位夹紧刀杆设计结构的应用有效解决了难加工材料薄壁结构零件切削加工变形难题,同时为同类型结构零件在加工过程中的刀具设计提供了可行的借鉴,该结构利用可换外锥面铰孔钻头,可节约大量高速钢刀具材料,降低刀具的制造和使用夹具费用,此项目研究成功,为公司节省了大量外购刀具费用,提高了生产效率,降低了加工成本,赢得了客户满意。同时沉积了设计结构与经验,为同类产品的国产化、系列化奠定了坚实的基础。

参考文献

- [1] 中国航空手册(第2卷)变形高温合金,铸造高温合金.《中国航空手册》编辑委员会编,北京:中国标准出版社,2001.
- [2] 韩荣第,于启勋.难加工材料切削加工.北京:机械工业出版社,1995.
- [3] 航空工艺装备设计手册——刀具设计.北京:国防工业出版社,1979.

(责编 小城)