

扭簧压形简易工装设计

■ 安徽方圆机电股份有限公司 (蚌埠 233010) 吴 燕

摘要: 介绍了一种扭簧压形简易工装, 经验证, 绕出的扭簧合格。工装结构简单、操作方便且容易制造, 便于推广。

实际加工时, 一般情况下特殊的扭簧都是钳工手工直接绕制。但是如图1所示的飞翼扭簧, 精度要求高, 零件形状复杂, 直接绕制无法控制扭簧形状和尺寸, 圆弧、角度及斜面等很难达到图样要求。工件技术要求: ①工作圈数: 两边各4圈。②回火。③扭转 135° 保持10~15s, 卸载后应保证角度 $135^\circ \pm 5^\circ$ 。材料为 $\phi 0.8\text{mm}$ 弹簧钢丝, 不易定型, 加工难度大。且钳工一般手工绕制, 尺寸不易控制, 最好借助工装辅助加工。因此, 设计了一套扭簧简易工装。

1. 工装结构设计

绕簧工装结构(见图2)。其中关键是凸模、凹模的设计。凹模固定在工作台垫板上, 通过支架、手柄将凸模压入凹模模腔, 即可压成扭簧上部的形状。凹模内形工作面与扭簧外形尺寸保证

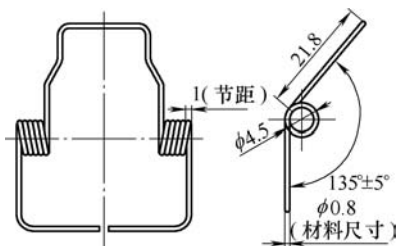


图 1

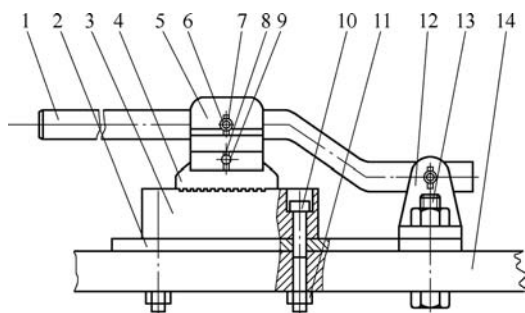


图2 工装结构

1.手柄 2.垫板 3.凹模 4.凸模 5.连接块 6、8.转轴 7.圆锥销 9.圆柱销
10.圆柱头内六角螺钉 11.螺母 12.支架 13.螺栓 14.工作台

一致, 表面粗糙度值 $R_a = 1.6\mu\text{m}$ 。控制凹模模腔的深度为扭簧上部长度 21.8mm 加上弹簧钢丝 0.8mm 的总和, 口部作 $2\text{mm} \times 45^\circ$ 倒角, 在上平面作 $1.5\text{mm} \times 2\text{mm}$ 深的8个小槽, 在侧面开一个 135° 的 $1.5\text{mm} \times 2\text{mm}$ 深斜槽。凸模下端工作部分, 外形尺寸按扭簧工件内形尺寸割成形, 表面粗糙度值 $R_a = 1.6\mu\text{m}$ 。并且两边对称度 $\leq 0.05\text{mm}$ 。在凸模上端作 $\phi 4.5\text{mm}$ 孔, 这个孔的中心到凸模下端面的距离就是弹簧的中心位置, 要根据扭簧的尺寸配制。在凸模中心距底部 21.8mm 处, 配制 $\phi 4.5^{+0.02}_{-0}\text{mm}$ 孔。其中, 凸凹模材料为冷作模具钢CrWMn, 其余零件为45钢和标准件。

工作过程: 扭簧压形时。可同时把8根 $\phi 0.8\text{mm}$ 弹簧钢丝中间

位置放在凹模上平面的8个槽内拉直。用手柄操作凸模对准凹模模腔, 挤压弹簧钢丝。扭簧上部分的形状和尺寸直接被扭簧压形工装挤压成形。一次可压形8件。然后, 用侧面 135° 的斜槽定型扭转 135° 角, 在 $\phi 4.5^{+0.02}_{-0}\text{mm}$ 孔上配作穿销作轴(见图3), 压紧凸凹模。分别用两边的弹簧钢丝绕在 $\phi 4.5\text{mm}$ 的轴上4圈, 余下的部分整理成形。两端并紧磨平。这样一个看似复杂的扭簧即可轻松绕成。

2. 结语

本工装解决了在批量生产特殊扭簧时, 形状和尺寸不易加工及加工效率低的问题。绕出的扭簧工件形状美观, 外形、尺寸和角度均能满足技术要求。该工装定位准确、操作方便及加工效
(下转第55页)

设计。由于螺母座的安全系数较高,为了减轻其质量,结合有限元分析的结果,对螺母座进行尺寸参数的优化设计。ANSYS Workbench中Design Explorer作为快速优化工具,通过蒙特卡罗抽样技术,采集设计参数,计算每个样点的响应结果,并利用二次插值函数构造设计空间的响应曲线,从而实现目标优化。参数优化设计三要素包括设计变量、状态变量和目标函数。将质量最小设定为目标函数,最大变形量转换为状态变量,上限值设为0.043,设计变量通过灵敏度分析选择对目标函数影响较为显著的参数作为最终设计变量,有利于优化的收敛以及求解的稳定性。

ANSYS Workbench提供了参数化建模的环境,在Workbench中建立丝杠螺母座改进后筋板结构,对建立的有限元模型进行分析,选取主要板厚以及筋板的截面尺寸作为预选设计变量,根据灵敏度分析,提取4个影响显著的

参数为建模的主要参数,即设计变量,并给出参数的取值范围,如表2所示。

对1 000个样本进行采样,

表2 优化变量及优化结果

设计变量	初始值/mm	最小值/mm	最大值/mm	优化后值/mm
上支撑板厚度	35	31.5	38.5	30.6
外悬筋板高度	30	27	50	43.1
外悬筋板宽度	20	18	70	40.5
外悬臂厚度	125	112.5	137.5	117.9

按照设定的优化目标,Design Explorer将会产生3个候选的优化设计点,将其中最优化的一组优选点作为最终设计点,用优化后的尺寸参数驱动模型。从表2可以看出,上支撑板厚度由35mm减小到30.6mm,筋板高度由30mm增加到43.1mm,筋板宽度由20mm增加到40.5mm,外悬臂厚度由125mm减小到117.9mm,优化前后最大变形、最大等效应力、质量数值对比如表3所示,通过参数优化的方法优化后,结构总的变形量为0.041mm,降低了4.6%。外悬筋板截面积的增大,提高了外悬臂的支撑能力,相应变形减小;等效应力为56.7MPa,增加

了10.8%,远远小于材料的许用应力;质量为126.15kg,减少了10.4%,保证结构机械性能的同时,实现了轻量化设计。

表3 优化前后丝杠螺母座性能参数对比

结构类型	最大变形/mm	最大等效应力/mm	质量/kg
优化前	0.043	51.2	140.86
优化后	0.041	56.7	126.15

5. 结语

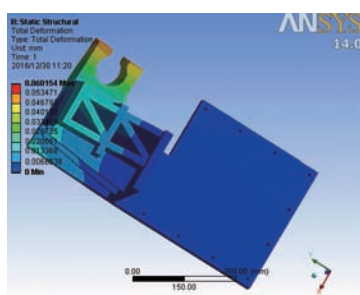
(1) 通过对丝杠螺母座的建模及有限元分析,找到结构薄弱部位,通过改变材料属性、添加加强筋的方式提高结构强度和刚度,实现结构的初步优化。

(2) 针对改进后的结构,利用Workbench中的优化设计模块对丝杠螺母座结构进行参数优化,总变形量降低了4.6%,质量减少了10.4%,在保证丝杠螺母座刚度、强度特性的同时,实现轻量化设计,对提高精密机床加工精度具有重要作用。

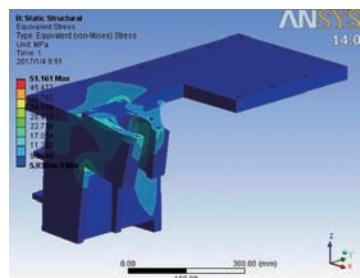
参考文献:

- [1] 倪向阳,张建润,彭文. 高架桥式五坐标龙门加工中心整机动特性分析[J]. 精密制造与自动化, 2005 (1) : 24-26.

MW (收稿日期: 20170708)



(a) 变形分布图



(b) 应力分布图

图5 改进后总体变形、应力分布图

(上接第40页)

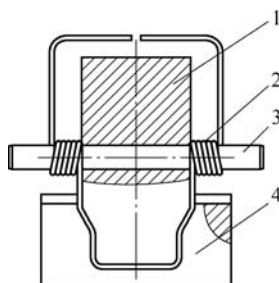


图3 绕簧示意

1.凸模 2.工件 3.芯轴 4.凹模

率高,特别是提高了批量加工效率。且工装结构简单、容易制造,便于推广。

参考文献:

- [1] 吴宗泽. 机械设计实用手册[M]. 3版. 北京: 化学工业出版社, 2010.

MW (收稿日期: 20170702)