

航天服薄壁零件加工工艺

杨一明, 张昆, 陈靖, 申决, 沈岩, 石天雨, 孙书芃

首都航天机械有限公司 北京 100076

摘要: 基于舱外航天服的结构特点, 以薄壁异形拉簧安装座零件为研究对象, 分析了几种加工方法的可行性, 提出数控铣与电火花组合加工的工艺方案, 综合运用两者优势, 解决了加工过程中的变形问题。

关键词: 航天服; 薄壁; 拉簧安装座; 数控铣; 电火花加工

1 序言

空间站舱外航天服是提供给航天员出舱的生命保障系统, 考虑航天员空间穿着舒适性与活动轻便性, 其主要构件为铝合金薄壳零件。对于结构强度要求较高的部件, 采用薄壁钢结构, 例如拉簧安装座, 最薄处厚度仅为0.5mm, 使得该零件的加工异常困难。

2 零件结构特点分析

舱外航天服某部位零件拉簧安装座如图1所示, 为不等厚异形薄壁结构, 其材料为06Cr18Ni11Ti不锈钢。

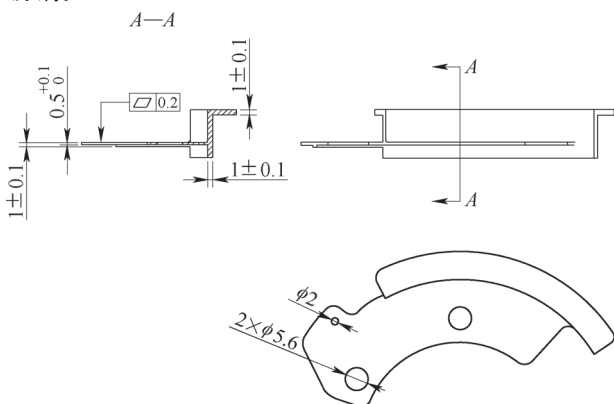


图1 拉簧安装座示意

3 工艺方案的比较及确定

(1) 钣金成形 如图2所示, 拉簧安装座零件的正面与背面都存在下陷, 下陷部位壁厚为0.5mm, 其余部位为1.0mm, 不同部位壁厚不一致, 无法通过常规钣金加工方法直接成形。

(2) 数控铣加工 数控铣加工尤其是多轴高速

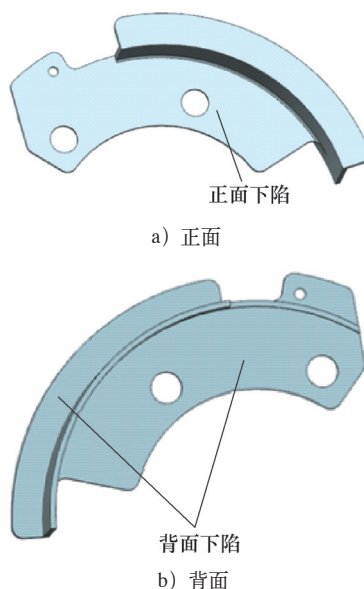


图2 拉簧安装座的正面与背面示意

铣加工技术发展迅猛, 加工效率高, 能加工空间复杂型面, 但加工中产生较大的切削应力, 加工厚度为0.5mm的薄壁零件变形非常大, 易导致零件局部薄壁铣透, 在薄壁上打孔易出现扩孔或鼓包现象, 如图3所示, 无法满足零件图样要求。



图3 拉簧安装座加工中出现扩孔现象

(3) 电火花加工 电火花加工是基于电火花腐蚀原理,在工具电极与工件电极相互靠近时,极间形成脉冲性火花放电,在电火花通道中产生瞬时高温,使金属局部熔化甚至气化,从而将金属蚀除下来,以达到对零件尺寸、形状及表面质量预定的加工要求。电火花加工适用于那些普通机械加工方法难以加工或无法加工的特殊材料和复杂形状的工件,具有无宏观应力、热影响范围小等特点,因而加工过程中零件变形小。该拉簧安装座零件可以采用电火花加工,但是加工效率低,加工成本高。

针对该零件薄壁易变形、几何公差要求高以及加工去除量大的特点,采用数控铣与电火花组合加工是一种既可行、又经济的方案。

4 工艺流程

拉簧安装座加工工艺方案:首先使用数控铣

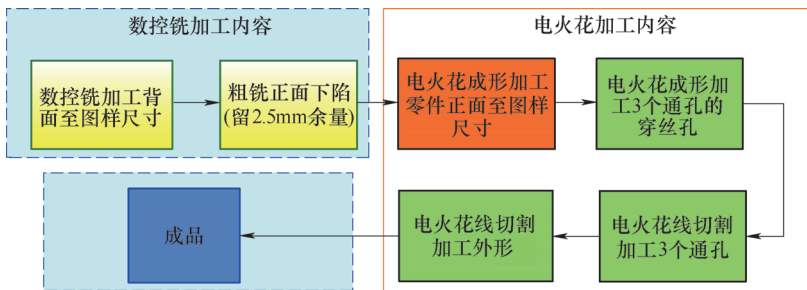


图4 拉簧安装座加工工艺方案

加工零件背面至图样尺寸,然后粗铣正面下陷部位(见图2),再用电火花成形方法加工零件正面至图样尺寸,同时加工出3个通孔的穿丝孔,最后电火花线切割加工3个通孔与外形。

该工艺方案可减小零件应力释放变形,提高薄壁加工质量和效率。加工工艺流程如图4所示。

(1) 数控铣加工 将零件毛坯铣为长方体(见图5),以此长方体对称中心为程序原点,先数控铣加工背面至图样尺寸,然后数控粗铣正面下陷部分并为各面留2.5mm余量。所用刀具不宜过大,以防止铣伤外形(装夹基准)。加工中采用小进给多次走刀方式,并保持刀具锋利状态,以防止产生较大的切削应力变形。

(2) 电火花成形加工 按零件正面形状仿形设计电火花成形加工用电极,如图6所示,同时考虑电极装夹固定方式,电极找正方便。

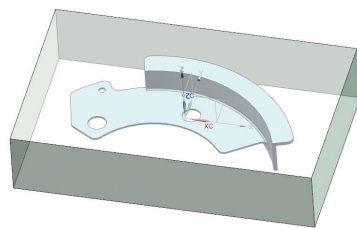


图5 零件毛坯示意

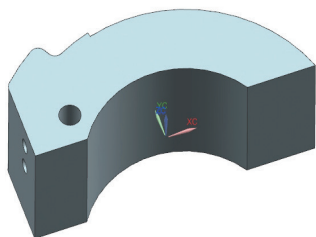


图6 电火花成形加工电极示意

(3) 电火花线切割加工 为了防止薄壁上打孔时出现扩孔或鼓包现象,采用电火花线切割方法加工。先加工出3个通孔的穿丝孔,再用电火花线切割加工3个通孔与外形(见图7),从而减小零件应力

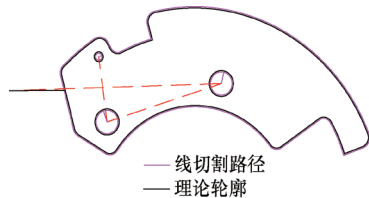


图7 外形线切割示意图

释放变形,提高薄壁加工质量和效率。

5 结束语

采用数控铣与电火花组合加工方法加工出的零件符合图样要求,加工后未出现扩孔或鼓包等变形现象,零件的尺寸精度和几何公差均满足设计要求。随着载人航天工程的快速发展,薄壁精密零部件不断增多,数控铣与电火花组合加工技术的应用也越来越广,在精密加工领域发挥着其独特的优势。

参考文献:

- [1] 曹凤国. 电火花加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [2] 张学仁, 白基成, 郭永丰. 数控电火花线切割加工多种计算机编程方法的实际应用[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2014.