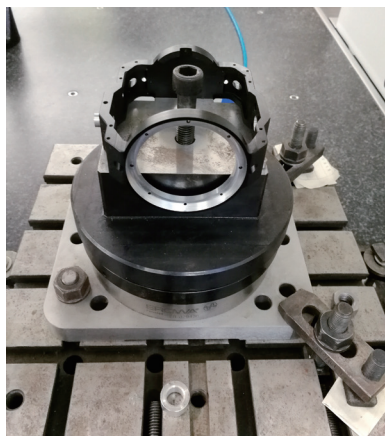


薄壁陀螺框架零件位置精度的测量

■ 北方光电股份有限公司 (陕西西安 710043) 刘建斌 张 勇 刘 晓 程会民 贾建林

摘要: 针对薄壁陀螺框架零件设计基准圆柱短而被测圆柱相对基准跨距大等所造成的零件位置精度测量离散程度偏大、重复性差, 易产生误判的问题, 分析零件结构特点及装配精度要求, 在测量时, 通过优化测量定位基准、设计测量辅具及减小夹紧力的影响等措施, 提高零件重复测量的精度。

关键词: 薄壁框架; 位置精度; 测量方法; 辅具



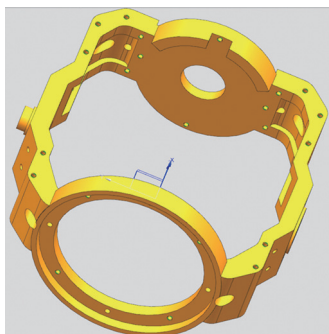
$\phi 53\text{mm} \times \phi 17\text{mm}$ 的圆环面联接, 框架高度25mm, 各处最大壁厚不足5mm。零件轴承安装部位尺寸标准公差等级IT6, 要求 $\phi 17\text{mm}$ 孔相对 $\phi 57\text{mm}$ 基准孔的同轴度 $\leq 0.01\text{mm}$, $\phi 9\text{mm}$ 外圆、 $\phi 6\text{mm}$ 孔相对 $\phi 10\text{mm}$ 基准孔的同轴度 $\leq 0.01\text{mm}$, 圆环端面相对基准轴线的垂直度 $\leq 0.012\text{mm}$ 。零件整体结构刚性差, 受定位基

准的面型精度、压紧方式及测量方法等因素的影响, 测量结果离散程度大, 零件尺寸精度、位置精度不易保证, 属典型的工艺瓶颈问题。

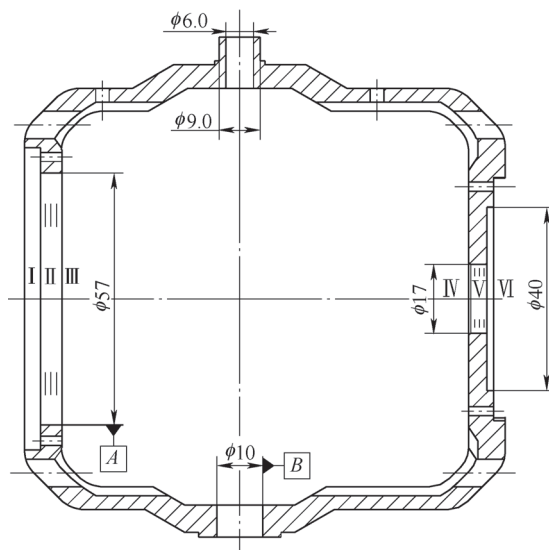
1. 工艺方案分析

根据产品设计状态, 零件毛坯采用 $\phi 165\text{mm}$ 、长80mm的2A12-T4铝合金棒料, 加工工艺划分成粗加工、半精加工和精加

某精确制导产品陀螺框架零件外形结构如图1所示, 截面尺寸约 $120\text{mm} \times 120\text{mm}$, 两端通过 $\phi 72\text{mm} \times \phi 57\text{mm}$ 、



a) 立体图



b) 剖视图

图1 薄壁陀螺框架结构示意图

工3个阶段。粗加工时,先用普通金属切削设备加工出线切割粗基准,使用线切割和电脉冲设备加工出零件整体轮廓后,再安排热处理时效,均化零件内部应力;半精加工时,先精铣、铲研定位基准面,保证定位基准面的平面度 $<0.005\text{mm}$,夹紧面与定位基准面的平行度 $<0.01\text{mm}$,再加工四周孔系及端面,进行二次热处理时效,均化零件切削时产生的应力;精加工前,检查定位基准面,使用力矩扳手控制压紧力,防止零件变形,再精加工两侧孔系及端面。

从零件整体结构功能分析,零件两侧孔系及端面的位置精度直接影响其功能的实现,工艺设计时必须采用基准统一原则。受零件结构限制,只能选择零件框架两侧长度110mm、宽度4.5mm的棱边底面作为定位基准面,高度25mm的顶面上夹紧。在精密卧式加工中心进行陀螺框架零件四周孔系及端面最终加工,设备主轴精度和B轴回转精度能满足该零件的加工要求。但由于零件定位面分布在两侧且底面棱边狭长,整体结构刚性差,要保证其平面度 0.005mm 、平行度 0.01mm 的工艺要求极难,其接触精度、压紧引起的变形对零件尺寸精度、位置精度影响很大。

2. 测量问题分析

测量时受量具或量仪精度、测量环境及测量人员等因素影响,基准形状误差对零件测量结果影响很大。如图2所示,测量时先将基准孔 d_1 调校到理论正确

位置,再判断被测孔 d_2 两端A、B相对基准孔的差异,然后通过计算确定位置精度。由于薄壁陀螺框架零件设计基准短,而被测圆柱相对基准跨距大,若6mm长的基准孔两个测量截面校正误差为 0.002mm 、被测孔跨距为 120mm ,则将引入基准误差

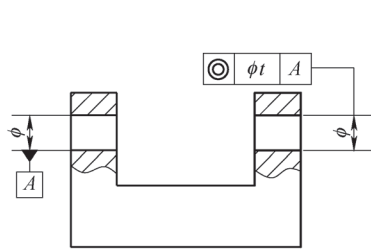
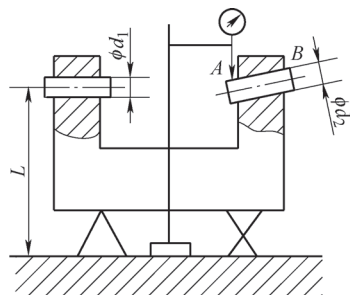


图2 基准误差对测量精度的影响分析

3. 测量方法分析

实际被测轴线为被测要素各正截面轮廓的中心点连线,其轮廓中心点为该轮廓由最小区域圆法、最小二乘圆法、最小外接圆法和最大内接圆法确定的理想圆中心。在三坐标测量机测量零件同轴度误差时,先要按上述方法确定实际基准轴线和实际被测轴线,再以拟合基准轴线为轴线包容实际被测轴线,得到具有最小直径的圆柱面内的区域,则该圆柱面内的区域即为同轴度误差。也可以在满足零件功能要求的前提下,采用下述近似方法体现:
①以各横向截面轮廓中心点建立实际公共基准轴线,再通过最小包容圆柱轴线或最小二乘中线确定基准轴线。
②以基准要素两端横向截面轮廓中心点的连线作为基准轴线。由于基准轴线和被测轴线建立方法不同,测量误差也

$0.002 \times 120/6 = 0.040 (\text{mm})$ 。在图1所示零件实际加工过程中,若以 $\phi 57\text{mm}$ 孔为基准孔,测量 $\phi 17\text{mm}$ 孔相对基准孔的同轴度为 0.01mm ,受上述因素的影响,测量结果离散度大、重复性差,易产生零件误判问题。



就不同,测量结果的精确性差异很大,因此针对不同结构零件,有必要分析确定最佳测量方法。

4. 测量方法的确定

先在图1所示薄壁陀螺框架零件上,分别用三坐标测量机从左到右以等间隔采集 $\phi 57\text{mm}$ 基准孔、 $\phi 17\text{mm}$ 被测孔的3个正截面,然后用前述不同方法进行数据处理,获得基准孔轮廓中心点I、II、III和被测孔轮廓中心点IV、V、VI,拟合得到被测要素的同轴度误差见表1。

由表1可知,基准孔和被测孔正截面轮廓中心采用最小二乘圆法获得后,以I~VI这6个点共同拟合的公共轴线作为测量基准,再用最小包容区域法评定同轴度误差,测量的同轴度结果最小,满足零件位置精度的要求,应是薄壁陀螺框架零件的最佳测量方法。

研磨加工的特点和应用方法

■ 中车北京南口机械有限公司 (北京 102202) 郑文虎 马骁骅

摘要: 介绍研磨加工的特点及可加工的材料与型面, 阐述研磨原理及研磨所能达到的加工精度, 详细列出了研磨剂的组成、研具的作用与材料以及研磨运动轨迹与参数。

关键词: 研磨; 特点; 原理; 研磨剂

研磨加工是一种传统的精密和光整加工工艺方法, 利用附着和压嵌在研具表面上的游离细微磨粒, 借助于研具与工件一定的压力和相对运动, 从工件表面上切除极微小的切屑, 使工件获得极高的尺寸和形状精度以及极低

的表面粗糙度值, 从而广泛应用于精密和超精密加工。

1. 研磨加工的特点

研磨加工具有以下特点。

1) 可以通过研磨获得极高的加工精度, 工件表面粗糙度值可达 $Ra = 0.006 \sim 0.1 \mu m$, 并可以进

行表面粗糙度值 $Ra = 0.1 \mu m$ 的微量切削。

2) 可以使偶件配研表面获得极精密的配合。

3) 研磨在低速、低压力下进行, 产生热量很小, 工件表面不产生变质层, 从而质量较好。

表1 同轴度误差测量结果

测量截面轮廓中心点		基准轴线	被测轴线	同轴度误差/mm
$\phi 17mm$ 被测孔	$\phi 57mm$ 基准孔			
最小二乘圆法	最小二乘圆法	I - III点拟合	IV - VI点拟合	0.086
	最小区域圆法	I - III点拟合		0.11
	最大内接圆法	I - III点拟合		0.13
	最小二乘圆法	II、V 两点连线	IV - VI点拟合	0.005
		I - VI点拟合		0.001 5

5. 结语

对50件薄壁陀螺框架零件的同轴度进行测量方法改进前后的对比测量, 改进前测量的同轴度最大为0.016mm、最小为0.005mm, 平均测量结果为0.008 5mm, 其中还有12件不满足零件位置精度要求; 采用改进后的

最佳测量方法, 测得同轴度最大为0.009mm、最小为0.002mm, 平均测量结果为0.004 3mm, 其中测量结果 $<0.005mm$ 的达到33件, 零件位置精度都满足要求, 且反复测量结果稳定, 波动很小。说明改进后的测量方法能够实现薄壁陀螺框架零件位置精度的

准确测量。

参考文献:

- [1] 汪恺. 形状和位置公差标准应用指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 1997: 527-528.
- [2] 郑修本. 机械制造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999: 22-36.

MW (收稿日期: 20200929)