

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2016.04.07

# 一种在精密平台上检测空间尺寸的方法

张小梅, 安旭明, 卫伟, 张萍

(中航动力股份有限公司计量中心, 陕西 西安 710021)

**摘要:** 对专用测具空间尺寸的测量方法进行了分析研究, 利用精密平台配备数显测高仪、杠杆千分表与标准滚(量)棒, 采用双杠杆千分表交叉换位的方法对空间尺寸进行检测。测量方法比较和测量不确定度评定的结果表明, 本文方法解决了以往使用单只千分表检测空间尺寸效率、精度较低的问题。

**关键词:** 间接测量; 数显测高仪; 空间尺寸; 专用工装; 滚棒

**中图分类号:** TB921

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-5795(2016)04-0024-02

## A Method for Detecting Spatial Dimensions on Precise Platforms

ZHANG Xiaomei, AN Xuming, WEI Wei, ZHANG Ping

(AVIC power limited by share ltd measurement center xi'an city, xi'an 710021, China)

**Abstract:** A method for measuring a specific measurement of spatial dimensions was analyzed using sophisticated platform with digital altimeter, lever dial gauge and standard roll (amount) rods, and a coordinated trasposition of double lever dial gauge approach was adopted to detect spatial dimensions. Comparison of the results of measurement and evaluation of the measurement uncertainty show that this method can solve the ow efficiency and accurancy problems of a single micrometer for spatial dimensions detection.

**Key words:** indirect measurement; digital altimeter; spatial dimension; special tooling; roll bar

### 1 问题的提出

专用测具或零件中的空间尺寸常在精密平台上采用间接测量法检测, 即在精密平台上将标准滚(量)棒放置在适当位置, 以杠杆千分表(以下简称“千分表”)将被测尺寸与标准尺寸进行比较, 测得被测尺寸与标准尺寸之差换算获得实测值<sup>[1]</sup>。典型的专用测具结构见图 1, 它主要是由基座定位块、测量销、定位销(共 3 件)等零件组成。其中, 设计图要求测量销前端有 1.292 mm 的半圆平面台阶; 双点划线(浅色线)为被测件的定位圆轮廓, 是检验零件时的定位基准;  $H$  值是需准确检测的空间尺寸。

原方法是采用单一千分表打表方式测量。检测空间尺寸要使标准滚(量)棒与被测专用测具(A 平面、测量销)相切, 但当滚棒与被测专用测具间是线、点接触时, 要将标准滚棒放平是非常不易的, 这种情况下, 使用单只千分表检测需要多次打表反复找正才能测得。

检测过程中, 需要采用人工手扶或用橡皮泥固定

滚棒的方式, 如图 2 所示。由于手扶的瞬时性和不稳定性, 使得打表较难找到滚棒最高点及其摆放的最佳中心位置; 采用橡皮泥将滚棒两端固定, 在千分表单向压力下探测滚棒会使橡皮泥变形最终促使滚棒撬动。因此两种方式都无法完全避免滚棒位置变动, 很难得到比较稳定的实测值。

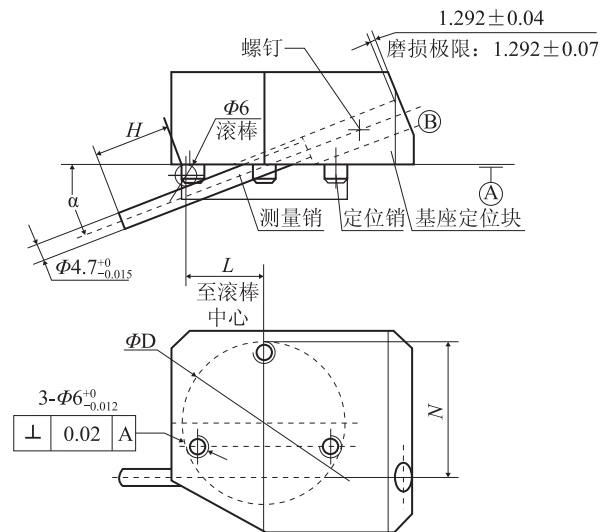


图 1 典型专用测具结构简图

收稿日期: 2016-03-17; 修回日期: 2016-05-04

作者简介: 张小梅(1963-), 陕西西安人, 高级工程师, 从事几何量计量, 测试技术研究与管理工。

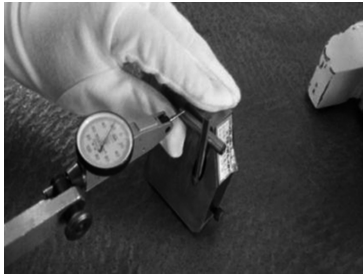


图2 采用单表人工手扶检测方法示意图

## 2 检测方法的改进

### 2.1 结构尺寸检测分析

分析专用测具设计图1可知:3个定位销的直径及其所形成的定位圆直径 $\Phi D$ 和 $L$ , $N$ 均为简单的直线尺寸,一般常规检测即可获得,只有被测尺寸 $H$ 值的检测比较复杂。被测尺寸 $H$ 的理论值定义为:当标准滚棒与垂直于B面的测量销及夹角为 $\alpha$ 的斜面均相切、且测量销台阶前端面与B面平齐时,标准滚棒中心至测量销前端面间的距离。由于设计要求 $H$ 值的公差为 $\pm 0.015\text{ mm}$ ,并且 $H$ 是用来检验被测件(机匣壳体)的斜孔位置及其孔的倾斜角、孔深等的重要参数,其尺寸的准确与否直接影响产品的质量,所以,本文主要研究 $H$ 值的检测方法。

空间尺寸多数发生在角度面,因此在测量空间尺寸时,应首先保证所用量检具符合测量要求,然后再测量空间尺寸<sup>[1]</sup>。按照被测件公差要求的 $1/4 \sim 1/10$ 原则,合理选用合格的计量器具。在00级精密平台上选用组合量块(按 $\alpha$ 理论角度换算得出)垫起正弦规,并将专用测具放入正弦规,用杠杆千分表触测测量销,调配量块使测量销圆柱母线平直后,依据支垫的组合量块实际值计算得出测量销与A面的实际夹角 $\alpha_{\text{实}}$ 。为精确检测减少基准误差的影响, $\alpha_{\text{实}}$ 及A、B面的平面度必须先检测以符合设计图的要求(平面度不大于 $0.002\text{ }\mu\text{m}$ ),直至其基准参数检测完全合格后方可进行 $H$ 值的检测。

### 2.2 $H$ 值检测方法

#### 2.2.1 工件及滚棒放置

测量基面和定位方法的选择应遵守基准面统一的原则<sup>[2]</sup>。按其设计图的要求,检测专用测具时以B面和A面作为基准面,标准滚棒和专用测具的侧平面作为辅助基准。将专用测具的斜平面B放置到00级的精密平台上,使测量销台阶的前端面与B面平齐并促使其整体贴合在精密平台表面上,侧面用一方箱或弯板自然支靠稳定放置。

取橡皮泥分为四块,三小一大,大的搓成与标准滚棒长短相当的长条形,小的为圆球形;先将长条形橡皮泥在不影响相切的情况下垂直于重心位置放到标准滚棒上以增加滚棒重力,促使滚棒与测量销以及A面均相切贴合。然后在滚棒下方两端分别放置两个球形橡皮泥,使之相切贴合稳固。最后剩余的一块橡皮泥待第2.2.2完成后放置在滚棒上表面中心位置固定滚棒防止上翘。橡皮泥贴合滚棒放置及其双千分表检测示意图见图3。



图3 橡皮泥贴合滚棒放置及其双表检测图片

#### 2.2.2 初次检测滚棒顶高 $h_{\text{顶}1}$

用千分表测头触测在滚棒的圆柱母线中间顶点的位置,转动表盘使表针对零位,接着将该千分表移出对准数显测高仪某一高度位置至表针复原到零位;再取另一分度值相同的千分表对准数显测高仪的同一高度位置促使指针对零位。

两只千分表夹紧后将其测头分别触测到滚棒左右两端的最高顶点,调整滚棒使两个千分表的示值相同,指针位置为所测量的高度值。为防止表架松动带来的指针偏移,必须将两只千分表再次在数显测高仪上对零位,如发现两个表指针对零位有偏移,取两个表偏差的中值为 $h_{\text{顶}1}$ 。

#### 2.2.3 换位检测滚棒顶高 $h_{\text{顶}2}$

交换以上两只千分表,分别触测滚棒两端的顶点,采用2.2.2中的方法对数显测高仪同一高度位置,取两表偏差的中值为 $h_{\text{顶}2}$ 。

#### 2.2.4 $H$ 值检测结果

由于两只表的压力不同使其示值发生变化,为消除压力的影响,最终取 $h_{\text{顶}1}$ 和 $h_{\text{顶}2}$ 的中值作为标准滚棒顶点的高度值 $h_{\text{顶}}$ ,减掉滚棒的实测半径即为标准滚棒的中心高 $h_{\text{心}}$ ;再检测工件测量销端面高度 $H'$ ,那么被测尺寸 $H=H'-h_{\text{心}}$ ,即为所需检测的实际测量值。其空间尺寸 $H$ 值的换算关系及检测方法如图4所示。

(下转第58页)

以及从事高温测量的人员一个很大的冲击，原来的思想观念和工作模式需要转变。总的来说，导致很多不符合项产生主要是企业对热处理 NADCAP 认证工作不够重视和从事高温测量工作人员对标准学习理解不到位，AMS2750 标准在企业内运用需要一个较长的实践

过程。

参 考 文 献

- [1] AMS2750E 高温测量[S].
- [2] ASTM E 220 通过比较技术进行热电偶校验[S].

(上接第 25 页)

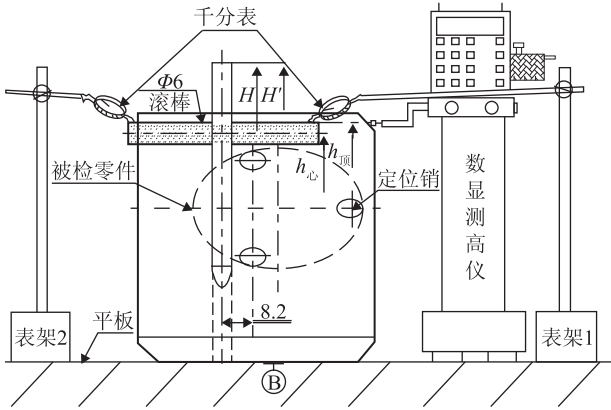


图 4 专用测具空间尺寸 H 的检测原理示意图

3 比较验证

3.1 测量方法比较

在相同条件下，采用较高精度的坐标测量机和改进后的双表平台测量法及单表平台测量法分别对 H 值、半圆平面台阶长 (1.292±0.04) mm 各检测三次，取其平均值作为测量结果进行对比，如表 1 所示。通过比较可知，采用改进后的双表平台交换测量法得到的实测值与使用较高精度的坐标测量机检测得到的结果相当，好于单表平台测量法得到的结果。

表 1 三种方法测量结果对比表 mm

尺寸参数	坐标测量机检测	双表平台测量法检测	单表平台测量法检测
H	0.003	0.001	0.006
1.292±0.04	1.286	1.285	1.288

3.2 H 值的测量不确定度

结合前述的检测方法及检测过程涉及使用的测量器具，分别计算或查得 H 值的各标准不确定度分量值，如表 2 所示。

表 2 H 值不确定度分量一览表

序号	测量不确定度来源	分量	分量值/μm	评定方法
1	测量重复性	$u_1$	1	A
2	00 级平板最大允许误差	$u_2$	2.5	B
3	0 级数显测高仪最大允许误差	$u_3$	(2+L/200), 取 2 即可	B
4	千分表(分度值 0.001 mm)在任意 0.02 mm 最大允许误差	$u_4$	2	B

合成标准不确定度<sup>[3]</sup>

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^4 u_i^2} = \sqrt{1^2 + 2.5^2 + 2^2 + 2^2} = 3.905 \approx 4 (\mu\text{m})$$

取 k=2，则扩展不确定度

$$U_{95} = ku_c = 2 \times 0.003905 \text{ mm} = 0.0078 \text{ mm} \approx 0.008 \text{ mm}$$

经分析评定，检测 H 值的扩展不确定度小于设计图要求的 H 值尺寸公差 0.015 mm，所以改进后的方法可行。

4 结论

针对科研生产所用的专用测具周检效率低、实测值误差较大等问题，本文在讨论传统的单千分表测量缺陷的基础上，通过对专用测具的结构要求及其复杂空间尺寸 H 值测量方法进行研究，将基于精密平台的单千分表测量法改进为双千分表交换触测方式。测量方法比较和测量结果的不确定度评定表明，本文为同类型专用测具检测提供了很好的借鉴方法。

参 考 文 献

- [1] 张昌泰. 平台测量法解析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 339-358.
- [2] 国防科工委科技与质量司. 计量技术基础[M]. 北京: 原子能出版社, 2002.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局. JJF1059-2012 测量不确定度的评定与表示[S]. 北京: 中国计量出版社, 2012.