

# 误差理论与数据处理

## 实验指导书

秦 鹏

精仪学院实验中心

测控技术与精密机械实验室

2005 年 4 月

## 实验一 等精度直接测量的误差处理

课程名称：误差理论与数据处理

### 一、实验目的：

1. 了解系统误差、随机误差、粗大误差的概念；
2. 学习判断并剔除粗大误差的方法；
3. 掌握根据误差计算进行数据处理的方法。

### 二、测量器具：

千分尺、卡尺、表架。

### 三、实验数据及处理：

1. 对计量器具进行预检验，确定其定值系统误差，在测量时予以修正。
2. 对小圆柱体等精度测量 10 次，将测量数据填入表内并计算测量结果。

序号	测量数据 $d_i$ (mm)	算术平均值 $\bar{d}$ (mm)	残余误差 $v_i = (d_i - \bar{d})$ (mm)	残余误差的平方 $v_i^2$ (mm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
	$\sum_{i=1}^{10} d_i =$	$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10} d_i}{10}$	$\sum_{i=1}^{10} v_i = 0$	$\sum_{i=1}^{10} v_i^2 =$

①计算 10 次测量数据的算术平均值  $\bar{d}$  :

②计算残余误差  $v_i = (d_i - \bar{d})$ ; 验证  $\sum_{i=1}^{10} v_i = 0$ ; 计算  $\sum_{i=1}^{10} v_i^2$  :

③计算单次测量的标准偏差  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} v_i^2}{n-1}}$

④根据  $3\sigma$  准则, 判断测量数据中是否有粗大误差

$$\sigma_{\text{lim}} = \pm 3\sigma$$

$|v_i| < \sigma_{\text{lim}}$  为不存在粗大误差, 若发现有粗大误差, 应将含有粗大误差的测量值剔除,

然后再按上述步骤重新计算, 直至所有测量值都不包含粗大误差为止。

⑤计算算术平均值的标准偏差和极限误差

$$\text{标准偏差 } \sigma_{\bar{d}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{极限误差 } \sigma_{\text{lim}(\bar{d})} = \pm 3\sigma_{\bar{d}}$$

⑥圆柱直径的测量结果

$$d = \bar{d} \pm \sigma_{\text{lim}(\bar{d})}$$

## 六、注意事项:

1. 测点时, 一定要清洗干净仪器和测件再进行测量;
2. 作计算时, 应认真、仔细。

## 七、思考题:

什么是等精度测量, 什么是不等精度测量?

## 实验二 螺纹各项参数测量时安装误差的消除

课程名称：误差理论与数据处理

### 一、实验目的：

1. 练习利用工具显微镜测量外螺纹的方法；
2. 掌握测量外螺纹时消除安装误差的方法

### 二、测量器具：

万能工具显微镜

### 三、参数测量及数据处理

#### 1. 中径的测量

中径是一个假象圆柱体的直径，该圆柱的母线通过螺牙上沟槽和凸起两者宽度相等的地方。互相旋入的内外螺纹其公称中径相同。

先使米字分划板的中央虚线  $aa$  与螺纹牙型轮廓中部附近对准，由横向千分尺记下第一次读数。然后将显微镜立柱反方向倾斜  $\varphi$  角，（由于投射到显微镜视场中轮廓不是螺纹轴向截面的轮廓，这时测量  $d_2$  及  $\alpha/2$  就会引起误差。因此需将立柱顺着螺旋方向倾斜一个螺旋升角）横向移动工作台，使  $aa$  线与对面的牙型轮廓对准（注意纵向不能动），由横向千分尺读出第二次读数，两次读数之差即为  $d_2$ 。为了消除安装误差的影响，需测出  $d_{2左}$  和  $d_{2右}$ ，取二者的平均值为实际中径  $d_2$ ：

$$d_2 = \frac{d_{2右} + d_{2左}}{2}$$

#### 2. 螺距的测量

相邻牙在中径线（中径圆柱母线）上对应两点间的轴向距离为螺距  $P$ 。因此，测完  $d_2$  后使  $aa$  线不动，并由纵向千分尺记下第一次读数，然后纵向移动工作台，使  $aa$  线与相邻的同名牙型牙高中部轮廓对准，记下第二次纵向读数，两次读数之差即为  $P$ 。为了减少安装误差的影像，应测出  $P_{左}$  和  $P_{右}$ ，取二者的平均值为实测螺距  $p$ 。

$$p = \frac{P_{左} + P_{右}}{2}$$

### 3. 螺纹半角的测量

用影像法测量牙型半角时，须将目镜视场内米字线中心虚线沿牙形影像的边缘进行对线瞄准（实践证明，用带有光隙的对线瞄准，其测量精度比沿牙形边缘的压线瞄准要高），其角度值即可直接在角度目镜头内读取。

除在牙形左右侧测量外，为了消除工件安装误差的影响，还要在螺纹的对侧进行重复测量，则被测的左右牙型半角为：

$$\frac{\alpha}{2_{\text{右}}} = \frac{\frac{\alpha}{2_{\text{(I)}}} + \frac{\alpha}{2_{\text{(II)}}}}{2}$$

$$\frac{\alpha}{2_{\text{左}}} = \frac{\frac{\alpha}{2_{\text{(III)}}} + \frac{\alpha}{2_{\text{(IV)}}}}{2}$$

## 四、思考题

用万能工具显微镜测量测量螺纹时，产生误差的主要因素有哪些？