

长度计量基础知识讲座(四十六)

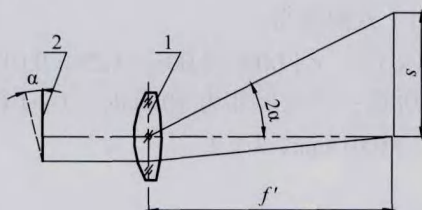
顾耀宗/上海市计量测试技术研究院

第四十六讲 自准直仪

1 概述

1.1 自准直的基本原理

自准直的基本原理如图1所示。从物镜1出射的平行光(成像在无穷远处),经平面反射镜2反射回来后,重新进入物镜,在物体所在的平面内形成物体的实像。



1- 物镜; 2- 反射镜

图1 自准直的基本原理

如果反射镜与自准直仪光轴不垂直,有一微小倾斜角 α ,则反射光线的偏转角为 2α ,此偏转角的大小以自准像在物镜焦平面上的线位移 s 来表示:

$$s = f' \tan 2\alpha \quad (1)$$

式中: f' —物镜的焦距;

α —反射镜与光轴的倾角

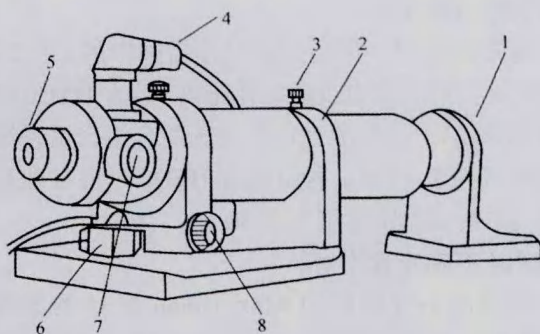
$$\text{当 } \alpha \text{ 很小时, } \alpha = \frac{s}{2f'} \quad (2)$$

1.2 自准直仪的种类

自准直仪根据读数和瞄准的方式一般分为光学自准直仪,(如图2所示)和光电自准直仪(如图3

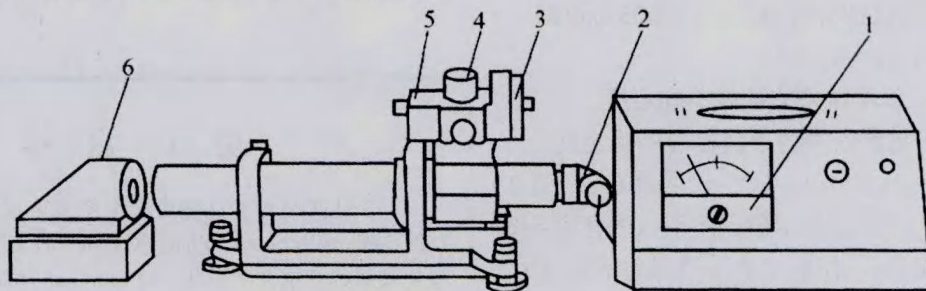
所示)。光学自准直仪用眼睛瞄准,测微器读数测量,常见的分度值有 $0.5''$ 和 $1''$ 两种。光电自准直仪用光电瞄准对零,测微器读数,从而提高瞄准准确度,常见的分度值有 $0.1''$ 和 $0.2''$ 。目前国外已有光电自动瞄准、最小分辨力为 $0.01''$ 的数字显示光电自准直仪,以及动态自动测量的自准直仪。

平直度检查仪(如图4所示,简称平直仪)实际上是自准直仪的一种类型。它与以 (\prime) 值作为分度单位的自准直仪不同,是以在一定长度上的线值作为分度单位,通常称为“格值”。常见的有 $1 \mu\text{m} / 200 \text{mm}$ 和 $0.5 \mu\text{m} / 200 \text{mm}$ (即1格表示在200 mm上倾斜近似 $1 \mu\text{m}$ 和近似 $0.5 \mu\text{m}$)两种。



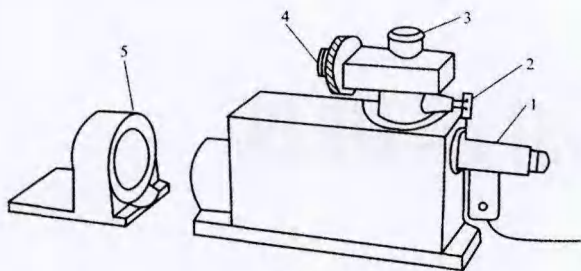
1- 反射镜; 2- 支承架; 3- 光管紧固螺丝; 4- 光源; 5- 目镜; 6- 俯仰高低调整旋钮; 7- 测微器鼓轮; 8- 左右水平调整旋钮

图2 光学自准直仪



1- 光电瞄准指示表; 2- 光源; 3- 测微器鼓轮; 4- 目镜; 5- 光电头; 6- 反射镜

图3 光电自准直仪



1- 光源; 2- 测微目镜紧固螺钉; 3- 测微目镜;
4- 测微目镜读数鼓轮; 5- 反射镜

图4 平直度检查仪

2 使用

自准直仪主要用于小角度的精密测量。使用时, 被测角度需是一个平面度符合一定要求, 并能够使光线反射的平面, 例如多面棱体、角度块。或者是利用自准直仪的反射镜进行测量, 例如测量机床导轨移动的直线度。

自准直仪可以直接测量光学楔形镜的楔角, 也可以直接测量平面角补角不大于该自准直仪测量范围的小角度。光电自准直仪作为多齿分度台或多面棱体的配套设备, 用于检定或校准(以下均统称检定)多面棱体、测角仪、光栅分度头等高精度测角仪器的分度误差。以0级或1级角度块作为标准, 配置回转工作台用于检定2级角度块的角值。

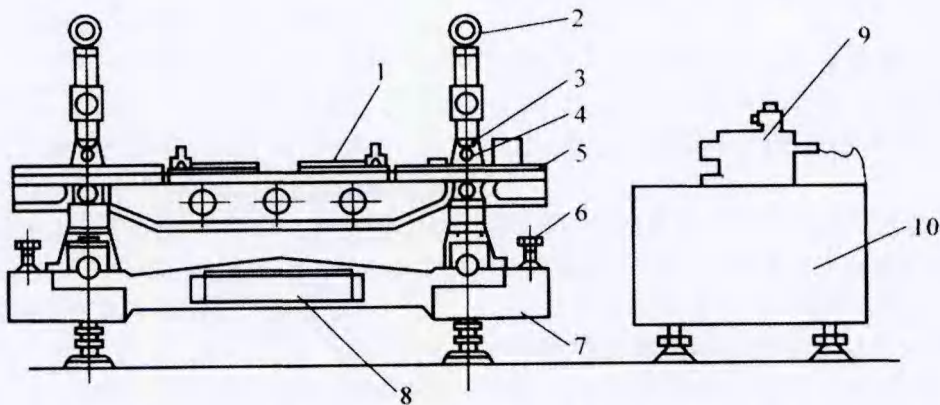
自准直仪还广泛用于机床、仪器导轨移动的直线度、平行度和垂直度的测量。自准直仪通过机床、仪器导轨或工作台面的直线度误差测量, 可以计算机床导轨、仪器工作台平面的平面度等位置误差。

常用的自准直仪可以测量水平方向(如图2所示的状态)和垂直方向(如图3、4所示的状态)的小角度位移量。使用时, 如果需要改变测量方向, 可改变测微目镜的位置, 即可改变测量方向。例如在图4中旋松测微目镜紧固螺钉2, 将测微目镜回转90°, 然后再紧固测微目镜紧固螺钉, 即可测量水平方向的小角度位移量。

目前已有双轴自准直仪, 可以同时测量水平和垂直方向的小角度位移量。

3 示值误差的检定

自准直仪示值误差的检定是利用正弦原理, 在小角度检查仪(也称小角度发生器)上, 借助准确度不低于 $\pm 0.2 \mu\text{m}$ 的指示计(例如光学计、接触式干涉仪光管)作定位, 用3等量块检定。检定时, 将被检自准直仪放在小角度检查仪的一侧(与小角度检查仪必须在同一稳固的基座上)。将反射镜放在小角度检查仪的一端工作台上, 并使反射面垂直于两指示计测量轴线的垂直连线。将被检自准直仪对准反射镜, 如图5所示。



1- 平工作面; 2- 指示计管; 3- 球形测帽; 4- 量块; 5- 筋形工作台; 6- 调整螺丝; 7- 基座; 8- 水准器; 9- 被检自准直仪; 10- 垫块

图5 检定示意

在小角度检查仪左侧(或右侧)的指示计的测帽下放置对零量块, 在右侧(或左侧)的指示计的测帽下放置相应尺寸的量块, 产生标准小角度按式3计算;

$$\theta_i = \left(\frac{L_i - L_D}{L} \right) \rho \quad (3)$$

式中: θ_i — 产生的标准小角度, (");

L_i — 检定间隔所用量块尺寸, mm;

L_D — 对零时所用量块尺寸, mm;

L — 小角度检查仪两指示计测头轴线之间的距离(常用的为500 mm);

ρ — 线值转换成(")值系数, $\rho = 206\,265$

自准直仪的读数与小角度检查仪产生的标准小角度之差为该受检点的示值误差, 自准直仪的示值误差以各受检点误差中的最大值和最小值之差值确定。如果检定的是平直度检查仪, 产生的标准小角度是用线值表示, 则不必再乘以 ρ 。