

Knowledge Lectures

长度计量基础知识讲座(十二)

顾耀宗/上海市计量测试技术研究院

第十二讲 平面度计量器具

平面度是长度计量中的一个重要参数,也是机械零件形状误差的一个主要参数。平面度计量器具广泛应用于光学、机械制造业。

一、平面度计量基准和计量标准

1. 平面度计量基准

目前我国平面度国家基准由平面等倾干涉仪、 $\phi 150\text{mm}$ 基准平晶组、 210mm 基准长平晶组和 310mm 基准长平晶组组成。为保证平面度量值的准确传递,国家还设置与基准相同类型的平面度国家副基准。国家基准与副基准之间需定期进行比对。平面度计量基

准和副基准的不确定度为:对于 $\phi 150\text{mm}$ 平面平晶和 210mm 长平晶 $U=0.01\mu\text{m}$ ($k=3$);对于 310mm 长平晶 $U=0.02\mu\text{m}$ ($k=3$)。

2. 平面度计量标准器具

我国平面度计量标准计量器具名称、测量范围以及测量不确定度 U 或最大允许误差 Δ 见表1。

3. 平面度工作计量器具

平面度工作计量器具的名称、测量范围、最大允许误差 Δ 值见表2。

表1

| 准确度等级 | 计量标准名称 | 测量范围 | 测量不确定度 U 或最大允许误差 Δ |
|----------|--------------|------------------------------|---|
| 一等 | 一等标准平晶(组) | $\phi 150\text{mm}$ | $U=0.01\mu\text{m}$ ($k=3$) |
| | 标准长平晶(组) | $L=210\text{mm}$ | $U=0.01\mu\text{m}$ ($k=3$) |
| | | $L=310\text{mm}$ | $U=0.02\mu\text{m}$ ($k=3$) |
| 二等或相当于二等 | 二等标准平晶 | $\phi 150\text{mm}$ | $U=0.02\mu\text{m}$ ($k=3$) |
| | 长平晶 | $L=210\text{mm}$ | $U=0.015\mu\text{m}$ ($k=3$) |
| | | $L=310\text{mm}$ | $U=0.04\mu\text{m}$ ($k=3$) |
| | 带标准平晶平面等厚干涉仪 | $\phi(100\sim 200)\text{mm}$ | 1级: $\Delta=\pm(0.015\sim 0.04)\mu\text{m}$ 2级: $\Delta=\pm(0.03\sim 0.08)\mu\text{m}$ |
| 相当于三等 | 标准平尺 | $(175\sim 600)\text{mm}$ | 1级: $\Delta=\pm(0.13\sim 0.5)\mu\text{m}$ 2级: $\Delta=\pm(0.25\sim 1.0)\mu\text{m}$ |

表2

| 计量器具名称 | 测量范围 | 最大允许误差 (Δ) |
|---------|--|---|
| 平面平晶 | $\phi(30\sim 300)\text{mm}$ | 1级: $(0.03\sim 0.08)\mu\text{m}$; 2级: $(0.1\sim 0.14)\mu\text{m}$ |
| 平行平晶 | 高度 $(10\sim 90)\text{mm}$ | 平面度不大于 $0.1\mu\text{m}$; 两工作面的平行度 $(0.6\sim 1.0)\mu\text{m}$ |
| 刀口形直尺 | $(75\sim 500)\text{mm}$ | 0级: $(0.5\sim 2.0)\mu\text{m}$; 1级: $(1.0\sim 4.0)\mu\text{m}$ |
| 钢、岩石平尺 | $(400\sim 2500)\text{mm}$ | 00级: $(1.6\sim 6.6)\mu\text{m}$; 0级: $(2.6\sim 11.0)\mu\text{m}$ 1级: $(5.0\sim 22.0)\mu\text{m}$; 2级: $(20.0\sim 44.0)\mu\text{m}$ |
| 铸铁、岩石平板 | $(160\times 100)\sim(400\times 2500)\text{mm}$ | 00级: $(2.5\sim 8.0)\mu\text{m}$; 0级: $(5.0\sim 16.0)\mu\text{m}$ 1级: $(1.0\sim 46.0)\mu\text{m}$; 2级: $(22.0\sim 92.0)\mu\text{m}$ 3级: $(62.0\sim 228.0)\mu\text{m}$ |

二、常用的平面度计量标准器具

1. 标准平面平晶

平晶包括平面、平行和长平晶都是由光学玻璃或石英为材料制成。其工作原理均利用光波干涉原理(详见长度计量基础知识讲座之三)检定或校准下一等级的计量器具。一等、二等标准平面平晶(图1)通常直径 D 为150mm。

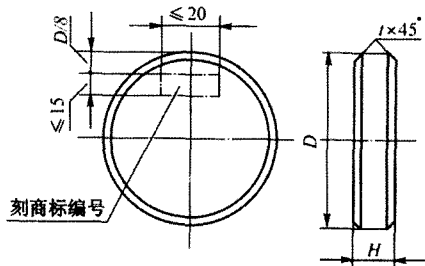


图1

2. 长平晶

长平晶(图2)按尺寸分为210mm和310mm两种。长平晶用于以等倾光波干涉原理检定或校准标准平尺的平面度。

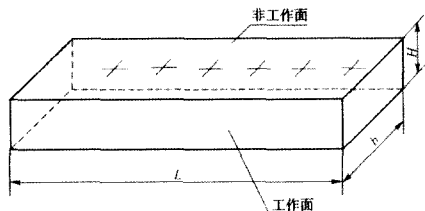


图2

3. 标准平尺

标准平尺习惯称为研磨面平尺，其形状与长平晶相仿，由优质钢制成。标准平尺的工作面经研磨后作为标准平面。标准平尺采用光隙法原理(详见长度计量基础知识讲座之三)检定或校准样板直尺工作棱边的直线度。

三、常用的平面度工作计量器具

1. 平面平晶

工作用平面平晶(简称平晶)其外形同图1。工作用平晶分为1、2级，直径 D 为45、60、80、100以及150mm多种规格，最常用的为60mm。

工作用平晶的使用也是利用光波干涉原理进行测量。主要用于检定量块的研合性、平面度以及仪器、量具、高精度的平面零件如光学棱镜、导轨、密封件等测量面或工作面的平面度。

利用平晶测量工件的平面度时，将平晶工作面直接与工件接触，使平晶与工件的表面产生干涉，调整干涉条纹3至5条(如图3所示)，则工件平面度偏差 h 为：

$$h = \frac{b}{a} \times \frac{\lambda}{2}$$

式中： b 为干涉条纹的弯曲量； a 为相邻两条干涉条纹的宽度； λ 为光源波长，白光取 $0.6\mu\text{m}$ 。如干涉条纹成一个圆圈状(称为牛顿环)时， $b=a$ ，则平面度为 $\frac{\lambda}{2}$ 。如干涉条纹成 n 个圆圈状时，则平面度为 $\frac{\lambda}{2} \times n$ 。

被检工件表面形状的判别是利用等厚干涉原理，采用平晶测量工件平面度极重要的方面。测量时使平晶工作面与被测平面呈微小楔角，当在接触点 a (即楔角的顶点)轻轻加压时，若干涉条纹如图4形状，则表明被测工件表面呈凸状；若干涉条纹如图5形状，则被测工件表面呈凹状。

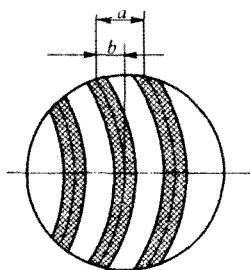
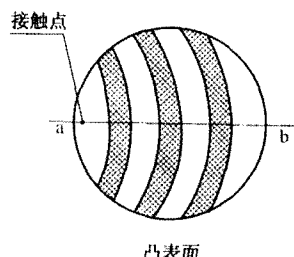
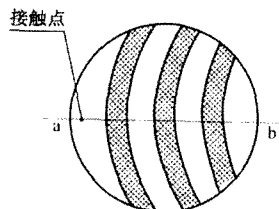


图3



凸表面
图4



凹表面
图5

2. 平行平晶

平行平晶(图6)，共分I~IV四个系列，每个系列各分六组，每组由尺寸相邻的四块组成一套。

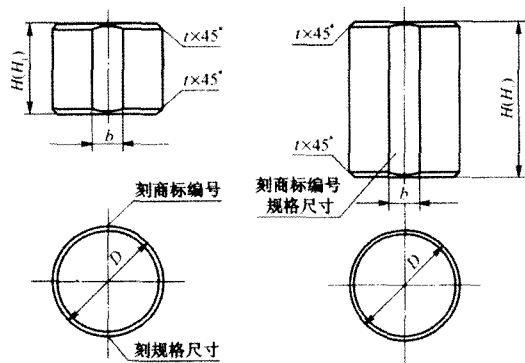


图6

平行平晶有两个工作面，除两个工作面平面度有要求外，两个工作面的平行度也有要求。平行平晶主要用于检定或校准外径千分尺、杠杆千分尺等量具两测量面的平行度。每组平行平晶相邻的尺寸差均为千分尺螺杆螺距的四分之一，因此一套四块可测出千分尺两测量面最大的平行度误差。第I系列的

平行平晶用于检定或校准(0~25)mm的千分尺,第Ⅱ系列用于(25~50)mm,依次为(50~75)mm、(75~100)mm的千分尺。

3. 平板

平板主要作为测量时的基准面,用于检验机械零件或划线。平板分为铸铁平板和岩石平板。其准确度级别分为00级、0级、1级、2级和3级。其中2级以上主要用于检验和测量,3级用于划线。根据使用要求平板有不同的尺寸。

4. 平尺

平尺主要用于测量工件表面的直线度和平面度。平尺分为铸铁平尺、钢平尺和岩石平尺。其准确度级别分为00级、0级、1级和2级。

5. 刀口形直尺

刀口形直尺是以光隙法原理测量工件表面的直线度和平面度,是机械制造业使用最广的量具。刀口形直尺由优质钢制成,分单棱、三棱和四棱直尺,常用的为单棱习惯称为刀口尺。

新产品介绍

FLUKE 新一代 PPC4 压力控制器/校准器

——更高性能,更多功能,更高可靠性;全新彩色图形界面,一键式导航功能

美国福禄克公司精密测试仪器部

美国亚利桑那州凤凰城消息——美国福禄克(FLUKE)公司旗下的压力校准品牌 DHI 近日发布了一款全新高性能压力控制器/校准器 PPC4,它具有多功能和易于使用的特点,可广泛应用于校准实验室和压力产品生产线。

PPC4 可以控制绝压、表压及非常低的差压,量程从 1kPa 到 10MPa。拥有高性能的同时,PPC4 的单一控制器可以覆盖更广的量程范围,并保证更低的测量不确定度。

PPC4 使用了具有独特特性化的石英参考压力传感器,从而提高了准确度、减小了测量的不确定度。AutoRange™ 功能支持无限量程,可以针对被校准设备的量程进行优化操作。PPC4 的结构坚固,便于移动应用,运输时也无需进行特殊包装。

用户可以依据自身的具体应用和预算情况选择两种不同的用户界面。当使用计算机进行控制时,可选择基本界面。否则可以选择高级界面,这一全新用户界面具有彩色图形显示和独特的一键式导航旋钮功能,简化了 PPC4 的压力校准和测试工作。两种界面方式均包含一个 USB 接口以及用于 PC 机即插即用功能的免费操控软件。

PPC4 拥有所有专业、先进的性能指标,包括压力“准备好/未准备好”显示功能、实时地计算和显示压力的不确定度、精准的动态控制精度以及控制量程比。它的开放式架构模式,支持无限的系统配置,以满足特定的应用需求,还可通过闪存对 PPC4 内部软件进行简便、无限制的升级。

要了解 DHI PPC4 或其他更多 DHI 压力控制器/校准器的信息,请访问 www.dhainstruments.com,或直接联系福禄克公司精密校准仪器组,电话:010-65123435-650,Email: China.fpm@fluke.com。

美国福禄克公司是世界电子测试工具的旗舰,多年来,创造和发展了一个特定的技术市场,为各个工业领域提供了优质的测试和检测故障的产品,并把该市场提升到重要地位。福禄克的用户涵盖面广,其中包括技术人员、工程师、计量人员等等,他们利用福禄克的测试工具进行工业用电、电器设备和过程校准的安装、故障诊断和管理,并以此控制质量。DHI 是福禄克公司的压力校准品牌,是高性能压力和气体流量计量产品的制造商,同时还提供校准过程软件。