

长度计量基础知识讲座(二十七)

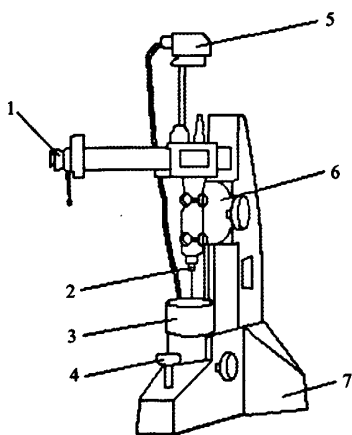
顾耀宗/上海市计量测试技术研究院

第二十七讲 接触式干涉仪

1 概述

接触式干涉仪(以下简称干涉仪)是应用光波干涉原理,采用微差比较测量法测量长度的高精度计量仪器。干涉仪由前苏联计量仪器专家乌威尔斯基设计并制造,因此通常称为乌氏干涉仪。干涉仪主要用于检定尺寸小于150 mm的3等及以下量块的尺寸,也可以对其他高精度零件进行精密测量或作高精度测量的定位。

图1为干涉仪结构示意图。干涉仪主要有干涉光管、立柱、底座和工作台等部分组成。干涉光管是干涉仪的核心。干涉仪的工作台有带筋工作台、球筋工作台、平面工作台和辅助工作台,可根据测量对象选择不同的工作台。



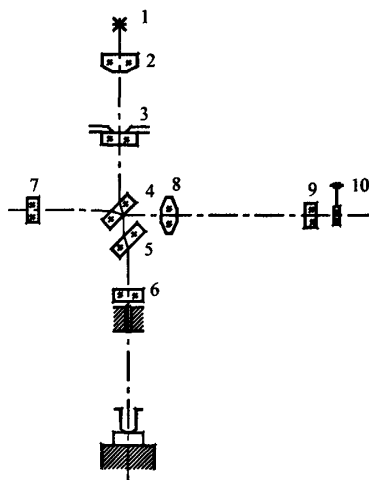
1-读数目镜; 2-测量头; 3-工作台; 4-工作台升降装置;
5-照明灯源; 6-干涉光管升降装置; 7-底座

图1 接触式干涉仪结构示意图

2 工作原理

干涉仪光学系统如图2所示。由白光光源1

发出的光通过聚光镜2会聚,经干涉滤光片3(测量时移开,定度时移入)射到分光镜4上。分光镜4将光束分为两路,一路经分光镜4反射至参考镜7并返回分光镜4。另一路透过分光镜4,经补偿镜5射向与测杆相连的可上下移动的平面反射镜6,然后反射返回。由参考镜7和可动反射镜6反射回来的光线又重新汇合产生干涉条纹。干涉条纹经物镜8成像于分划板9上,通过目镜10在视场中可看到分划板9上的分度分划线,还可看到因测杆位置上下微量变化而移动的零级(黑色)干涉条纹。此零级(黑色)干涉条纹被用作测量时的指标线,其相对于分划板分度线的移动量表征了测杆位置的变化量。由此,干涉仪的光



1.白光光源; 2.聚光镜; 3.干涉滤光片; 4.分光镜; 5.补偿镜;
6.平面反射镜; 7.参考镜; 8.物镜; 9.分划板; 10.目镜

图2 接触式干涉仪光学系统

波干涉系统把人眼无法察觉、随被测件尺寸变化而微量上下位移的测杆移动量放大到人眼很容易分辨的、干涉条纹相对于分划板上分度间隔的位移量。补偿镜 5 与分光镜 4 由相同材料制成,并具有相同的光学参数和加工工艺,因此使参考光路和测量光路具有相同的光程。在此条件下,能够获得对比度良好的零级(黑色)干涉条纹。上述系统中,分划板的分度间隔是固定不变的,但是每一分度代表的示值,即分度值可通过调整参考镜 7 与平面反光镜 6 之间的角度在 $0.05\ \mu\text{m}$ ~ $0.2\ \mu\text{m}$ 之间任意选取。使用中,为了读数方便,分度值可通过定度方式在 $0.05\ \mu\text{m}$ 、 $0.1\ \mu\text{m}$ 和 $0.2\ \mu\text{m}$ 三者间选取。其中,最常用的分度值是 $0.1\ \mu\text{m}$,仪器可很方便地估读到 $0.01\ \mu\text{m}$ 。

3 干涉仪主要技术指标

- 1) 测量范围: $0\sim 150\ \text{mm}$;
- 2) 分度尺的分度值(可调): $0.2\ \mu\text{m}$; $0.1\ \mu\text{m}$;
 $0.05\ \mu\text{m}$;
- 3) 分度尺分度范围: ± 50 分度;
- 4) 测量力调整范围: $(0.75\sim 2.75)\ \text{N}$, 当测量量块时,测量力应为 $(1.5\pm 0.1)\ \text{N}$;
- 5) 最大允许示值误差: $\pm(0.03+1.5ni\Delta\lambda/\lambda)\ \mu\text{m}$ 。

其中: n 为从分度尺上零点到受检点的分度数; i 为分度尺的分度值; λ 为干涉仪定度所用干涉滤光片的中心波长; $\Delta\lambda$ 为滤光片中心波长的测量不确定度 ($0.002\ \mu\text{m}$)。

4 干涉仪的正确使用

- 1) 分度尺的分度值的正确定度

根据干涉仪的工作原理,其分度尺的分度值是可调的。调整分度尺的分度值是通过调整图 2 所示的参考镜 7 与平面反光镜 6 之间的角度来实现的。调整前应根据下式计算 k 个干涉条纹的间隔所对应的分度尺的分度值 N :

$$N = \frac{l}{2} \times \frac{k}{i}$$

式中: i — 需要调整的分度尺的分度值;

N — k 个干涉条纹的间隔所对应的分度尺的分度值;

l — 干涉仪定度时所用干涉滤光片的中心波长;

k — 干涉条纹的间隔数。

i 与 k 的关系式如下:

i	$0.05\ \mu\text{m}$	$0.1\ \mu\text{m}$	$0.2\ \mu\text{m}$
k	8	16	32

例如:当干涉仪定度时所用干涉滤光片的中心波长 l 为 $0.555\ \mu\text{m}$,需要调整的分度尺的分度值为 $0.1\ \mu\text{m}$,则: $N = 44.4$ (格)。16 个干涉条纹间隔(即 17 条干涉条纹)所对应的分度尺的分度值为 44.4 格。当调整参考镜 7 时,干涉条纹通常会产生倾斜,因此应反复调整,直至干涉条纹的间隔既与分度尺的分度值所对应,又与分度尺的分度线平行。

2) 干涉仪测量力的调整

干涉仪在出厂时其测力已调整至 $(1.5\pm 0.1)\ \text{N}$,当检定量块或测量钢质工件时,测力无需调整。当需要测量薄片工件尤其是膜片等工件时,为减少测量时由于较大的测力使被测件变形,可调整干涉仪的测量力。调整测力是调整测杆弹簧的位置,调整时应采用测力仪或测力砝码。干涉仪的测量力与其测量重复性成反比,当测量力较小时,重复性差。

3) 工作台和测帽的正确选用

当检定 $3\ \text{mm}$ 以下量块或测量薄片工件时,由于被测件可能弯曲,应采用球筋工作台。球筋工作台中间的玛瑙头高于其左右各 4 条筋 $1\sim 3\ \mu\text{m}$ 。测帽选用球形测帽,使测量时点与面接触。检定大于 $3\ \mu\text{m}$ 量块或测量工件时,采用带筋工作台。带筋工作台的中间一条筋高于其左右各 2 条筋 $0.2\sim 0.3\ \mu\text{m}$ 。测帽也应选用球形测帽。测量圆柱形工件时,可采用带筋工作台或平面工作台。带筋工作台的筋条应与圆柱体的母线相垂直。测帽应选用刀口形测帽。在安装刀口形测帽时,应使刀刃与圆柱体的母线相垂直。使用带筋工作台或球筋工作台时均应同时安装辅助工作台,便于安放被测件。平面工作台主要用于测量球形工件,平面工作台有 3 个调整螺旋,测量前,应将平面工作台的工作面调整至与测量杆上安装的平面测帽平行。

长度计量基础知识讲座(二十七)

作者: [顾耀宗](#)
作者单位: [上海市计量测试技术研究院](#)
刊名: [上海计量测试](#)
英文刊名: [SHANGHAI MEASUREMENT AND TESTING](#)
年, 卷(期): 2011, 38 (2)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_shjlcs201102016.aspx