

公差与检测 实验和习题集

王恒杰



630-44

1

中国铁道出版社

公差与检测实验和习题集

郑州工业高等专科学校

王恒杰 编

中国铁道出版社

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书包括实验指导和习题集两部分。实验指导包括尺寸测量、表面粗糙度测量、形位误差测量、螺纹测量和齿轮测量等 5 部分,共 17 个实验。习题集内容与《几何量公差与检测》或《互换性与技术测量》教材内容一致。

本书可作为高等工业学校及职工大学机械类专业《几何量公差与检测》或《互换性与技术测量》课程的配套教材,也可供中等专业学校同类专业师生参考。

公差与检测实验和习题集

王恒杰 编

中国铁道出版社出版

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 吴桂萍

解放军测绘学院印刷厂印

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 4 字数: 102 千

1995 年 7 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 1—1500 册

ISBN7-113-02041-O/TH·51 定价: 6.00 元

前 言

《公差与检测》是机械类各专业从基础课过渡到专业课的一门技术基础课，它由几何量公差与检测两部分组成。前一部分主要通过课堂教学使学生学到有关理论知识，后一部分主要通过实验课来完成。目的是使学生通过自己动手操作进一步掌握和巩固课堂上所学到的理论知识，并熟悉和了解一些常用计量器具的结构、测量原理和正确的使用方法，从而使使学生能够得到机械工程师所必须具备的几何量检测方面基本技能的训练。因此，实验课在本课程中占有相当重要地位。

本实验指导书是根据机械专业类《公差与检测》教学大纲编写的。内容包括长度尺寸测量、表面粗糙度测量、形位误差测量、螺纹测量和齿轮测量等五部分共十七个实验。编写时，结合各种典型表面和常用计量器具，较系统地介绍了测量的基本知识、计量器具的结构原理和测量方法。

实验时，可根据各专业的特点和教学大纲要求以及具体的设备条件，选做其中的部分实验，或另补充一些实验。

习题集与《几何量公差与检测》或《互换性与技术测量》教材内容一致，密切配合课堂教学，选题精练，基本上包括了学生所学的全部内容。

由于水平有限，书中可能存在不少缺点和错误，欢迎读者批评指正。

编 者

1994. 10

目 录

实验规则	(1)
一、公差与检测实验	(2)
(一) 长度尺寸的测量	(2)
实验一 立式光学计测轴径	(2)
实验二 内径百分表测孔径	(4)
实验三 万能测长仪测孔径	(6)
(二) 表面粗糙度的测量	(8)
实验四 用双管显微镜测量表面粗糙度	(8)
实验五 用干涉显微镜测量表面粗糙度	(11)
实验六 用电动轮廓仪测量表面粗糙度	(14)
(三) 形状和位置误差的测量	(16)
实验七 平面度误差的测量	(17)
实验八 平行度误差的测量	(20)
实验九 直线度误差的测量	(21)
(四) 螺纹的测量	(25)
实验十 三针法测量螺纹中径	(25)
实验十一 用大型工具显微镜测量螺纹中径、螺距和牙型半角	(27)
(五) 齿轮的测量	(32)
实验十二 用双啮仪测量齿轮径向综合误差	(32)
实验十三 齿距偏差的测量	(34)
实验十四 基节偏差的测量	(37)
实验十五 公法线长度变动与平均长度偏差的测量	(38)
实验十六 齿圈径向跳动的测量	(41)
实验十七 齿厚偏差的测量	(43)
二、公差与检测习题	(45)
第一章 绪论	(45)
第二章 技术测量基础	(45)
第三章 孔、轴公差配合与检测	(46)
第四章 形状和位置公差	(47)
第五章 表面粗糙度	(54)
第六章 滚动轴承的公差与配合	(55)
第七章 光滑极限量规	(56)
第八章 圆锥和角度公差与检测	(56)
第九章 键和花键的公差与检测	(57)
第十章 圆柱螺纹公差与检测	(58)
第十一章 圆柱齿轮公差与检测	(58)
第十二章 尺寸链	(59)

实验规则

做实验应遵守以下规则

1. 实验前必须认真阅读实验指导书中有关内容，明确实验目的及测量原理和方法，否则，不得参加实验。
2. 进入实验室前必须更换拖鞋，除必要的书籍和文具外，其它物品不得带入实验室。
3. 实验室内严禁随地吐痰、抽烟、乱扔杂物，不许大声喧哗，以保持室内清洁和安静。
4. 凡与本次实验无关的仪器，均不许动用或触摸。
5. 对仪器使用方法不清楚时，不要乱动仪器。如仪器发生故障，应立即报告指导教师，不得自行处理。
6. 实验时，应擦净仪器和工件，细心调整仪器，严禁用手触摸光学镜头，对需要电源的仪器，未经教师许可，不得接通电源。
7. 实验完毕后，应把所有仪器、工具和被测工件整理好，并将测量结果交指导教师检查，经同意后方能离开。
8. 爱护仪器，节约实验用品，如有损坏，按有关规章制度进行处理。

一、公差与检测实验

(一) 长度尺寸的测量

测量长度尺寸的计量器具很多。可大致分为两类：一类是有刻线和标尺的计量器具，如游标量具、指示表、测长仪等，使用这些计量器具能够测得工件的具体数值。另一类是没有刻线的计量器具，如各种极限量规。用量规不能测得工件实际尺寸的大小，只能确定被测工件是否在极限尺寸范围内。随着现代科学技术的发展，光栅、激光、数显、计算机等新技术已广泛应用于长度测量中。本实验仅对长度测量中常用的仪器和测量方法进行阐述。

实验一 立式光学计测轴径

一、实验目的

1. 熟悉立式光学计的结构、工作原理及使用方法。
2. 熟悉量块的使用和维护方法、塞规的公差带分布及检验。

二、实验内容

1. 用立式光学计测量塞规的实际尺寸。
2. 根据测量结果按 GB1957—81《光滑极限量规》查出塞规尺寸公差，作出结论。

三、被测工件

塞规 (图 1-1)

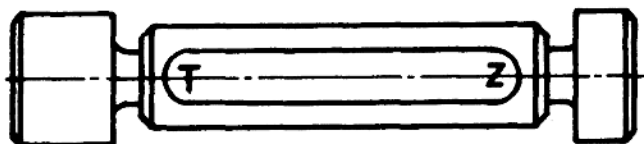


图 1-1

四、仪器概述

立式光学计是一种精度较高，结构较简单的常用光学仪器，它以量块作为长度基准，按比较测量法测量各工件的外尺寸。

仪器的主要度量指标如下：

分度值	0.001mm
示值范围	$\pm 0.1\text{mm}$
测量范围	1~180mm
示值误差	$\pm 0.00025\text{mm}$

1. 仪器结构

图 1-2 为立式光学计外形图

2. 测量原理

光学计是利用光学杠杆放大原理进行测量的仪器,其光路系统如图 1-3b 所示。照明光线经反射镜 1 照射到刻度尺 8 上,再经直角棱镜 2、物镜 3,照射到平面反射镜 4 上。由于刻度尺 8 位于物镜 3 的焦平面上,故从刻度尺 8 上发出的光线通过物镜 3 后成为一平行光束,经反射镜 4 又循原路返回到焦平面上,这时刻度尺 8 所成的像 7 位于分划板的左侧并与之对称。若被测零件尺寸有偏差,将使测杆 5 上下移动,从而推动反射镜 4 绕其支点转动某一角度 α (图 1-3a),则反射光线相对于入射光线偏转 2α 角度,从而使刻度尺像 7 产生位移 t (图 1-3c),它表示被测零件尺寸的偏差数值。

设 f 为物镜焦距, b 为测杆中心至反射镜支点间的距离, s 为测杆 5 移动的距离,则仪器的放大比为:

$$K = \frac{t}{s} = \frac{f \cdot \tan 2\alpha}{b \cdot \tan \alpha} \approx \frac{2f}{b} \quad (\text{当 } \alpha \text{ 很小时, } \tan 2\alpha \approx 2\alpha, \tan \alpha \approx \alpha)$$

光学计的目镜放大倍数为 12, $f=200\text{mm}$, $b=5\text{mm}$, 故仪器的总放大倍数为:

$$n = 12K = 12 \times \frac{2f}{b} = 12 \times \frac{2 \times 200}{5} = 960 \approx 1000$$

五、实验步骤

1. 选择测头。测头的形状有球形、刀口形与平面形三种,应根据被测工件表面形状来选择,即测头与被测工件表面的接触宜采用点接触或线接触。本实验选用刀口形测头。(已装在量杆上)。

2. 组合量块。按被测工件(塞规)的基本尺寸组合量块。

3. 调整仪器零位。

(1) 组合好量块组后,将下测量面置于工作台 21 中央(参看图 1-2),并使测量头 20 对准上测量面中点。

(2) 粗调整。松开横臂紧固螺旋 4,转动升降螺母 3,使测头与量块轻微接触,并能在目镜中看到刻度尺像为止,然后拧紧螺旋 4。

(3) 细调整。松开固定螺旋 16,转动微动手轮 6,使刻度尺像的“0”线接近指示线(一根固定的虚线旁边有 μ 字),然后拧紧螺旋 16。

(4) 微调整。转动零位调节手轮 14,使刻度尺影像的“0”线与指示线重合,然后轻轻按下提升器 19 数次,使零位稳定。

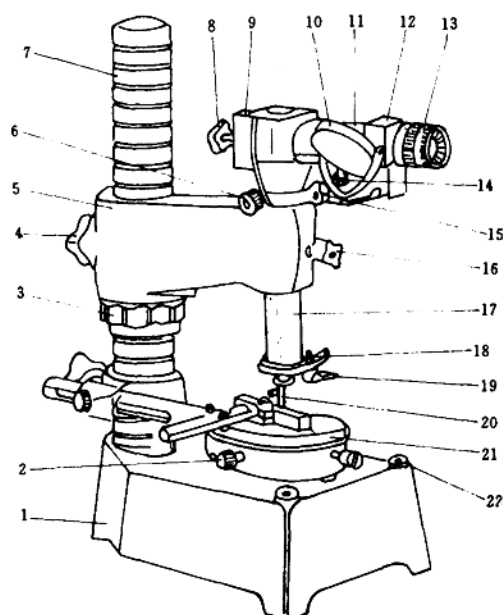


图 1-2 立式光学计外形图

1—底座 2—平台调整螺丝 3—横臂升降螺母
4—横臂紧固螺旋 5—横臂 6—微动手轮 7—立柱
8—投影灯固定螺旋 9—投影灯插孔 10—进光反射镜 11—联接座 12—目镜座 13—目镜
14—零位调节手轮 15—固定螺旋 16—光管固定螺旋 17—光学计管 18—提升器调节螺丝 19—提升器 20—测头 21—调节式工作台 22—螺孔

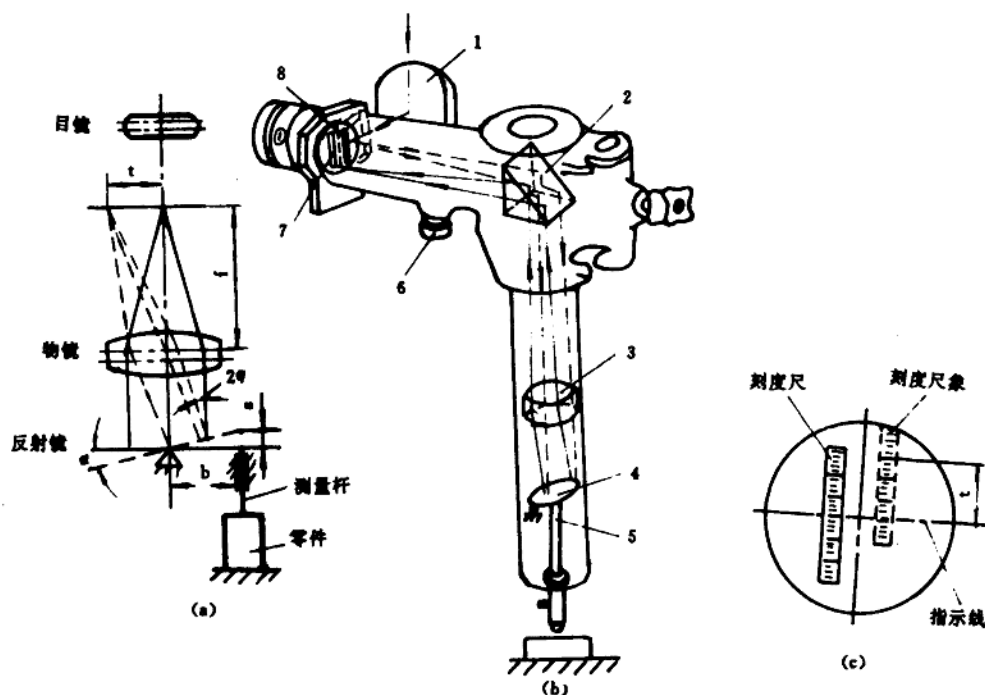


图 1-3

(5) 按下提升器 19, 使测头抬起后取下量块组。

4. 测量塞规。在工作面的全长上测量三个横截面, 在每个横截面的两个相互垂直的径向位置上测量时, 塞规应在测头下慢慢移动, 读出转折点处的数值 (注意偏差的正负号)。

5. 复核。取下被测工件, 放上量块组, 复核“0”位, 误差不得超过±一格。

6. 由 GB1957-81 查出塞规尺寸公差和形位公差, 并判断塞规是否合格。

实验二 内径百分表测孔径

一、实验目的

1. 熟悉内径百分表的结构、工作原理及使用方法。
2. 加深对相对测量法和尺寸误差的理解。

二、实验内容

用相对测量法测量工件的尺寸, 判断其是否合格。

三、被测件, 连杆 (图 2-1)

四、仪器概述

内径百分表是生产车间常用的一种用相对测量法测量孔径的计量器具, 可测量 6~1000mm 的孔径。它具有不同的尺寸分段范围, 如 15~35mm, 35~60mm, 60~160mm 等, 分度值为 0.01mm, 测量误差为 ±0.02mm, 特别适用于测量深孔。

1. 仪器结构

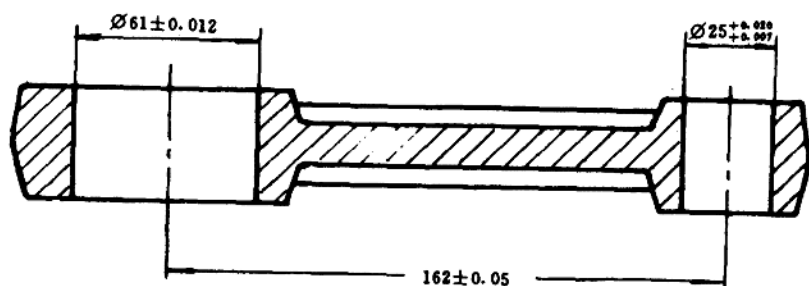


图 2-1

内径百分表结构如图 2-2 所示，它由百分表和表架组成。

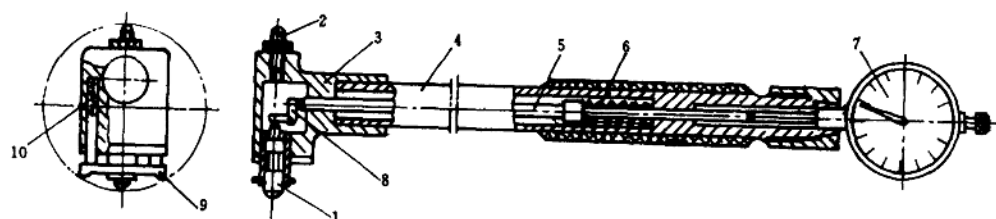


图 2-2

1—活动测头 2—可换测头 3—量脚 4—手把 5—传动杆
6—测力弹簧 7—百分表 8—杠杆 9—定位护桥 10—弹簧

2. 测量原理

内径百分表是由它的可换测头 2 和活动测头 1 与被测孔壁接触进行测量的。每一仪器都附有一套可换测头，使用时可按被测尺寸的大小来选择。测量时，活动测头 1 受到一定的压力，并向内移动，使直角等臂杠杆 8 绕支轴回转，通过传动杆 5 推动百分表 7 的测杆使百分表指针偏转，当活动测头移动 1mm 时，传动杆也移动 1mm，推动百分表指针回转一圈，所以，活动测头的移动量可在百分表上读出来。

活动测头两侧的定位护桥 9 起找正直径位置的作用。装上测头后，即与定位护桥连成一个整体，测量时护桥在弹簧 10 的作用下，对称地压靠在被测孔壁上，以保证测头的轴线处于被测孔的直径位置上。

五、实验步骤

1. 按被测孔的基本尺寸组合量块，并安装在量块附件上。选择相应的可换测头并拧入仪器的相应螺孔内。

2. 一只手拿着内径百分表手柄，另一只手的食指和中指轻轻压住护桥，将两个测头

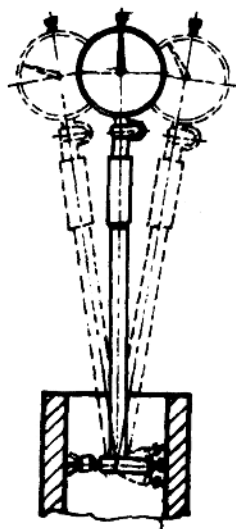


图 2-3

靠在校正环(与被测孔径基本尺寸相同的标准环)内,(或量块附件两量爪之间;或外径千分尺两测量砧之间。)使活动测头内缩,然后松开护桥,在垂直和水平两个方向上摆动,找最小值,并相应地旋转表盘,使百分表的零刻度对准示值变化的最小值,这一过程称为调零。

3. 将内径百分表插入被测孔中,并沿轴线方向在几个横截面上进行测量,而每个横截面上要在相互垂直的两个直径方向各测一次。测量时轻轻摆动百分表(图2-3),记下示值变化的最小值(孔径的偏差,注意正负)。根据测量结果和被测孔的公差要求,判断其合格性。

4. 测量完后,复核百分表零位是否有变动,如果误差大,要重新调零和测量。

实验三 万能测长仪测孔径

一、实验目的

1. 了解测长仪的基本结构、工作原理和使用方法。
2. 加深对内尺寸测量方法的了解。

二、实验内容

用测长仪测量工件的实际尺寸并判断其是否合格。

三、被物件: 连杆(同实验2)

四、仪器概述

卧式测长仪是以一精密刻度尺为基准,利用平面螺旋线式读数装置的精密长度计量器具。该仪器配备有多种附件,可用于测量外尺寸,内尺寸和内、外螺纹中径。根据测量需要,既可用于绝对测量,也可用于比较测量,故又称为万能测长仪。

1. 仪器结构

卧式测长仪的外观图如图3-1所示,它主要由基座、测座、尾座及各种附件组成。

2. 测量原理

测量时,测量座可在左面导轨上移动,并借助螺钉可固定在任意位置上。而测量轴3(图3-1)可以在测量座内随着被测尺寸的大小作相应滑动,100mm的精密玻璃刻线尺(图3-2a中的5)固定在测量轴线上。图3-2a是读数显微镜的光学系统图。光线由灯泡8发出,经过滤色片7和聚光镜6以绿色光照明刻

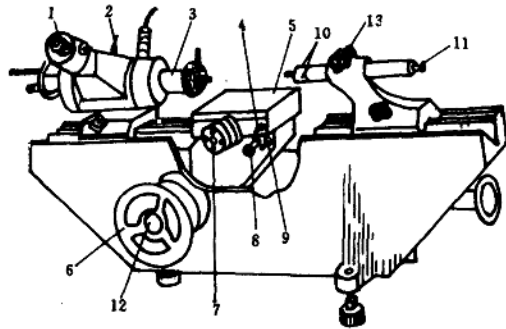


图3-1

1—目镜 2—测量轴固定螺钉 3—测量轴 4—工作台水平回转手柄 5—工作台 6—手轮 7—工作台横向移动手柄 8—工作台偏摆手柄 9—手柄 10—尾管 11—微调螺钉 12—紧固螺钉 13—紧固螺钉

度尺5(其上有分度值为1mm的刻线100格),其刻线由物镜4成像在螺旋分划板2上。靠近此分划板有另一固定分划板3,其上刻有分度值为0.1mm的11条刻线(10个刻度间距),在水平方向上标有数字0~10,在“0”端还有一根指示线;螺旋分划板是一通过手轮可以转动的玻璃圆盘,其上刻有10圈阿基米德螺旋双刻线,螺距为0.1mm,它的中央有一圈等分为100格的圆周刻线;圆周刻线的分度值为0.001mm,当螺旋分划板转一圈时,螺

螺旋线移动一个螺距 (0.1mm)，当它转一格圆周分度 (1/100 圈) 时，则螺旋线移动 1/100 螺距，即 $0.1/100=0.001$ (mm)，这样便可读出 0.001mm 的数值。

从目镜 1 中观察时，可同时看到三种划线 (图 3-2b)，即刻度尺 5 上的 mm 刻线 (如图中的 53mm)，固定分划板 3 上的 0.1mm 刻线 (如图中的 0.1mm 刻线)，和螺旋分划板 2 上的圆周刻线 (如图中的 0.0855mm)。其读数方法如下：先读 mm 数 (53mm)，然后按 mm 刻线在固定分划板 3 上的位置读出零点几 mm 数 (0.1mm)，再转动手轮，使靠近零点几 mm 刻度值的一圈螺旋双刻线夹住 mm 刻线，而指示线对准的圆周刻线为 μm 数 (0.0855mm)，这时得到的读数值为 53.1855mm。(最后一位是估读数)

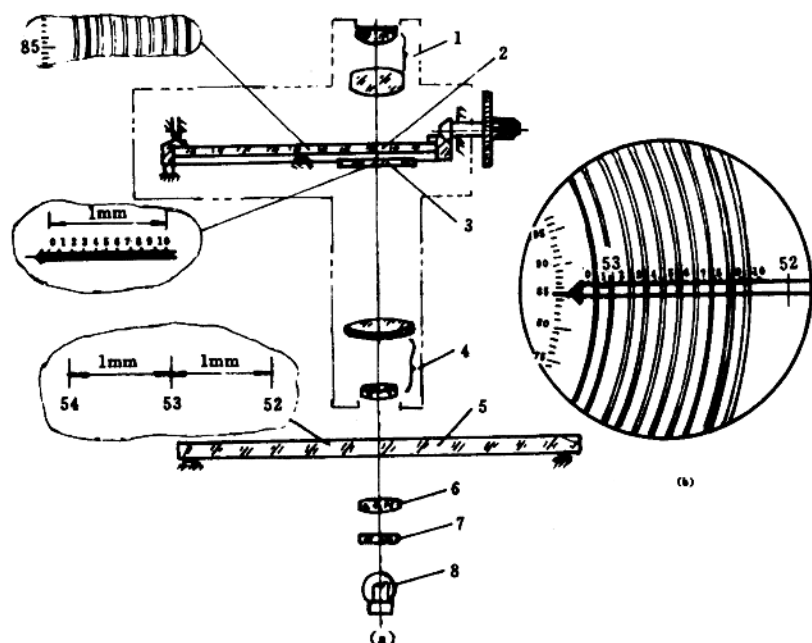


图 3-2

五、实验步骤

1. 接通电源，轻微转动目镜的调节环以调节视度。
2. 松开紧固螺钉 12 (参看图 3-1)，转动手轮 6，使工作台 5 下降到较低位置，然后在工作台上安好标准环或装有量块组的量块夹子。
3. 将一对测钩分别装在测量轴和尾管上 (图 3-3)，测钩方向垂直向下，沿轴向移动测量轴和尾管，使两测钩头部的楔槽对齐，然后旋紧测钩上的螺钉，将测钩固定。
4. 升高工作台，使两测钩伸入标准环内或量块组两侧块之间，再将手轮 6 的紧固螺钉 12 拧紧。

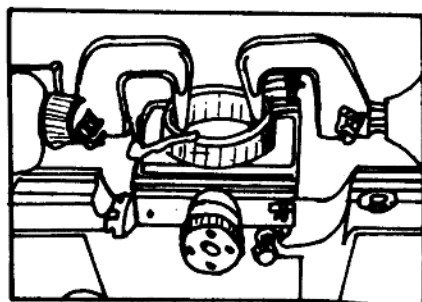


图 3-3

5. 移动尾管 10，同时转动工作台横向移动手轮 7，使测钩的内测头在标准环端面上刻

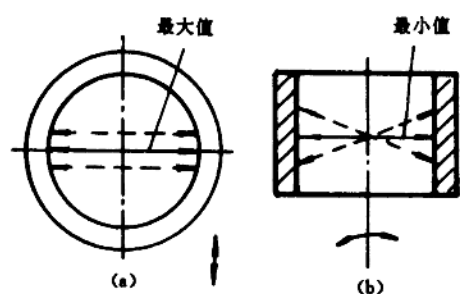


图 3-4

有标线的直线方向上或量块组的侧块上接触，用紧固螺钉 13 锁紧尾管；然后用手扶稳测轴 3，挂上重锤，并使测量轴上的测钩内测头在测量力作用下缓慢地与标准环或侧块接触。

6. 找准仪器对零的正确位置（第一次读数）。

若是标准环，则需转动手轮 7，同时应从目镜中找准转折点（图 3-4a）中的最大值；在此

位置上，扳动手柄 8，再找转折点（图 3-4b）中的最小值，此处即为直径的正确位置，然后压下手柄 9 固紧。

若是量块组，则需转动手柄 4，找准转折点（水平方向最小值）。在此位置上摆动手柄 8，找准转折点（垂直方向最小值），此处即为正确的对零位置。特别注意：在扳动手柄 4 和 8 时，其摆动幅度要小，以免测头滑出侧块，使测量轴急剧后退，将 mm 刻度尺损坏。为防止这一事故发生，通过改变重锤挂绳长度来控制测量轴行程。

7. 用手扶稳测量轴 3 使其右移一段距离，拧紧螺钉 2（尾管是定位基准，不能移动），取下标准环或量块组，然后安装被测工件；松开螺钉 2，使测头与工件接触，按前述方法进行调整与读数，即可读出被测工件尺寸与标准环（或量块组）尺寸之差。

8. 沿被测孔径的轴线方向测几个截面。每个截面要在相互垂直的两个直径方向上各测一次。根据测量结果和被测孔径的公差要求，判断该孔径是否合格。

（二）表面粗糙度的测量

表面粗糙度的测量一般分为接触法和非接触法测量。

接触法测量常用触针式测量仪器，触针式粗糙度测量仪又称电动轮廓仪。

非接触法测量主要利用光学仪器，其种类很多，常用的有：利用光切原理的光切显微镜（又称双管显微镜）；利用光波干涉原理的干涉显微镜。对于高等级的表面粗糙度，近年来在研制利用反射原理的反射仪——根据反射光的强弱判别被测表面的粗糙度等级。

生产车间常用的方法是把零件被测表面与粗糙度样板进行比较来评定粗糙度等级的。

对于某些不使用仪器直接测量，也无法用粗糙度样板对比评定粗糙度等级的表面（如内表面），一般用塑模的方法。即用塑性和可铸材料将被测工件表面的加工痕迹复印下来，然后用仪器测量印模的不平度。由于印模材料有收缩性，测得的数值往往和实际值有差别，故这种测量方法的精度不高。

实验四 用双管显微镜测量表面粗糙度

一、实验目的

1. 了解双管显微镜的基本结构和工作原理，掌握其使用方法。
2. 加深对表面粗糙度的高度评定参数 R_z 的理解，掌握其计算方法。

二、实验内容

用双管显微镜测量圆柱零件表面粗糙度的 R_z 值。

三、仪器概述

双管显微镜是根据“光切法原理”制成的光学仪器，因此，又称光切显微镜。一般用它测量 $R_z=0.8\sim 80\mu\text{m}$ 。

1. 仪器结构

图 4-1 为双管显微镜外形图，它主要由底座、立柱、显微镜管及横臂等部分组成。

2. 测量原理

如图 4-2 所示，被测表面为 P_1 、 P_2 阶梯表面，当一平行光束从 45° 方向投射到阶梯表面上时，就被折成 S_1 和 S_2 两段，从垂直于光束的方向上就可在显微镜内看到 S_1 和 S_2 两段光带的放大像 S'_1 和 S'_2 。同样 S_1 和 S_2 之间的距离 h 也被放大为 S'_1 和 S'_2 间的距离 h'_1 。通过测量和计算，可求出被测表面的不平度高度 h 。

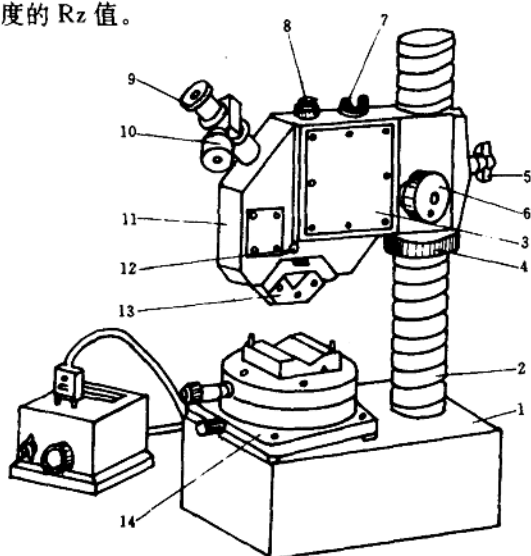


图 4-1

1—底座 2—立柱 3—横臂 4—升降螺母 5—紧固螺钉 6—升降微调手轮 7—照明灯 8—摄影装置插座 9—测微目镜 10—目镜测微器 11—壳体 12—手柄 13—物镜组 14—工作台

图 4-3 为双管显微镜的光路原理图。由光源 1 发出的光线通过聚光镜 2 照到狭缝 3 上，形成一条扁平的光带，通过物镜 4 以倾斜 45° 方向照射在被测表面上。由于表面上存在着微观不平的峰谷，表面的峰顶在 S_1 点产生反射，谷底在 S_2 点反射，通过显微镜放大，它们各自成像于分划板 6 的 S'_1 点和 S'_2 点。在目镜 7 中可观察到被测表面上的齿状亮带（图 4-4），通过目镜分划板与千分尺测出 S'_1 点至 S'_2 点之间的距离 h'_1 。根据下列关系即可求出被测表面微观不平度高度 h 。

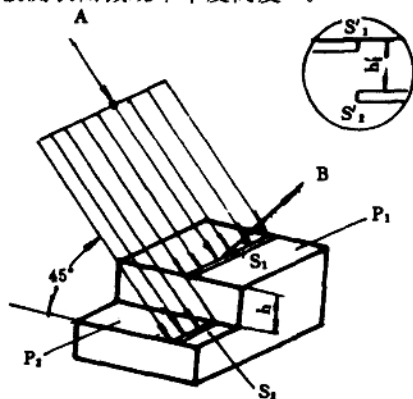


图 4-2

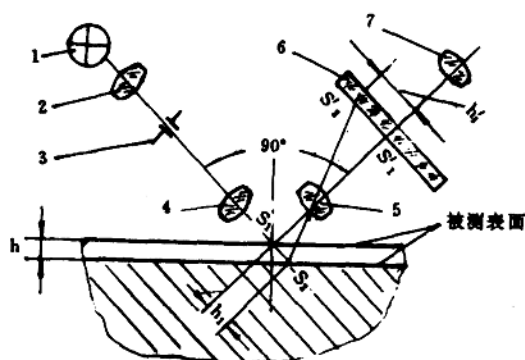


图 4-3

$$h = h_1 \cdot \cos 45^\circ = (h'_1 / N) \cdot \cos 45^\circ = \frac{h'_1}{\sqrt{2} N} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中 N ——物镜放大倍率。

上式中出现有 $\sqrt{2}$ ，为了测量和计算方便，仪器采用机械的方法加以有理化，即使测微目镜中十字线的移动方向与被测光带宽度方向 h'_1 成 45° 角（图 4-4）。故目镜测微器刻度套筒上的读数 h''_1 与不平度高度 h 的关系为

$$h''_1 = \frac{h'_1}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2} h'_1 \dots\dots\dots (2)$$

将 (1) 式代入 (2) 式

$$h = \frac{h''_1}{2N}, \quad \text{令 } \frac{1}{2N} = C$$

$$\text{则 } h = C \cdot h''_1$$

式中 C 和物镜的实际放大倍率有关。其含义是：刻度套筒上一小格所对应的被测表面峰谷方向的高度值。

仪器附有四种不同倍率的物镜，如表 4-1。可根据被测工件表面粗糙度的实际情况选取合适的物镜组。

表 4-1

物镜公称放大倍数	仪器的总放大倍数	视场直径 (mm)	系数 $C \mu\text{m}/\text{格}$		物镜工作距离 (mm)	测 量 范 围	
			蔡司	GJ		$R_z (\mu\text{m})$	旧 国 际
7×	60×	2.5	1.3	1.28	9.50	20~80	$\nabla 5 \sim \nabla 3$
14×	120×	1.3	0.65	0.63	2.50	6.3~20	$\nabla 7 \sim \nabla 5$
30×	260×	0.6	0.3	0.28	0.20	1.6~6.3	$\nabla 9 \sim \nabla 7$
60×	510×	0.2	0.15	0.15	0.04	0.8~1.6	$\nabla 9$

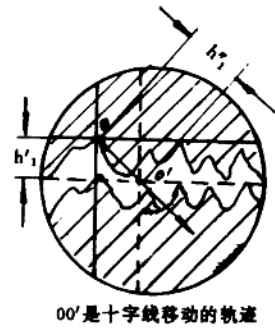


图 4-4

四、实验步骤

1. 估计被测表面粗糙度等级，按表 4-1 选取合适的物镜组，分别装在投射光管和观察光管的下端。
2. 接通电源。
3. 将工件擦净后放在工作台上，并使被测表面的切削痕迹的方向与光带垂直。
4. 调整焦距。首先松开紧固螺钉 5（参看图 4-1），缓慢旋转升降螺母 4，使横臂上下移动，直到目镜中观察到绿色光带和轮廓表面影像。然后拧紧螺钉 5（注意，镜头不得与工件表面接触，以免被损坏。），最后再旋微调手轮 6 进行微调，直到目镜中光带最狭窄，轮廓影像最清晰并位于视场中央。
5. 松开目镜测微器的固定螺钉，转动目镜测微器，使目镜中十字线的任一根线与光带平行，然后固紧螺钉。
6. 旋转目镜测微器的刻度套筒，使目镜中十字线的一根线与光带的峰顶相切（图 4-4 实线所示），并读出数值；然后转动刻度套筒，使此根线与光带谷底相切（图 4-4 虚线所示），再读出数值。两次读数差乘以系数 C （表 4-1），即为被测表面不平度高度 h 。
7. 在取样长度内测出五个峰顶和五个谷底的数值，然后按公式计算出 R_z 值。
8. 纵向移动工作台，在评定长度范围内（ $L_n = 3 \sim 5L$ ）测出几个取样长度上的 R_z 值，取其平均值作为测量结果。

$$R_z(\text{平均}) = \frac{\sum_{i=1}^n R_z}{n}$$

9. 根据计算结果, 判断被测工件表面粗糙度的合格性。

实验五 用干涉显微镜测量表面粗糙度

一、实验目的

1. 了解干涉显微镜的基本结构、工作原理及其使用方法。
2. 进一步加深对 R_z 的理解。

二、实验内容

用 6JA 型干涉显微镜测量工件表面粗糙度 R_z 值。

三、仪器概述

由于受物镜分辨率的限制, 光切法不能测量 $R_z < 0.125\mu\text{m}$ 的表面粗糙度。当 $R_z < 0.125 \sim 0.008\mu\text{m}$ 时, 通常用干涉显微镜测量。

干涉显微镜是干涉仪和显微镜的组合。它是将被测表面与标准光学镜面相比较, 以光波波长来衡量工件表面的粗糙度。

干涉显微镜分双光束和多光束两种, 而双光束干涉显微镜目前应用较为广泛。

1. 仪器结构

图 5-1 为 6JA 干涉显微镜外形图。

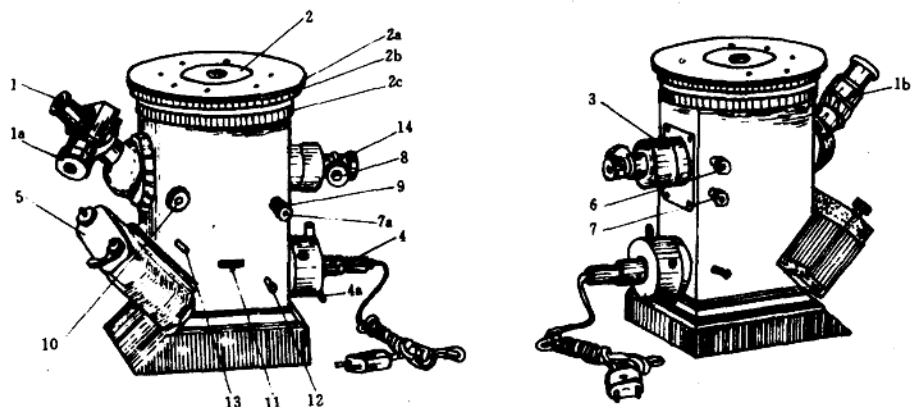


图 5-1

1—目镜 1a—测微器 1b—螺钉 2—工作台 2a—工作台移动滚花轮 2b—工作台旋转滚花轮
2c—工作台升降滚花轮 3—干涉条纹调节机构 4—灯源 4a—灯丝调节螺钉 5—相机 6—遮光
板转动手轮 7、7a—干涉带方向调节手轮 8—标准镜 P_1 调节手轮 9—干涉带宽度调节手轮 10—
目镜调节手轮 11—孔径光阑调节手轮 12—滤色片移动手轮 13—螺钉 14—光程调节手轮

2. 测量原理

图 5-2 为该仪器的光路原理图。由光源 1 发出的光束, 通过聚光镜 2、4、8 (3 是滤色片), 经分光镜 9 分成两束。其中一束经补偿板 10、物镜 11 至被测表面 18, 再经原光路返回到分光镜 9 后反射至目镜 19; 另一光束由分光镜 9 反射 (遮光板 20 移出) 经物镜 12

射至参考镜 13 上,再由原光路返回,并透过分光镜 9 也射至目镜 19。两路光束相遇迭加产生干涉,可通过目镜观察到。由于被测表面有峰、谷存在,峰谷处的光程不一样,造成干涉条纹的弯曲。相应部位峰、谷的高度差 h ,与干涉条纹弯曲量 a 和间距 b 有关(图 5-3b),其关系式为:

$$h = \frac{a}{b} \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (\lambda \text{ 为光波波长})$$

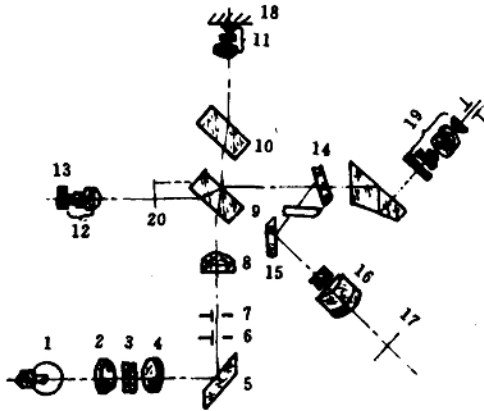


图 5-2

实验时测出干涉条纹弯曲量 a 和干涉条纹间距 b 即可确定 R_z 值。

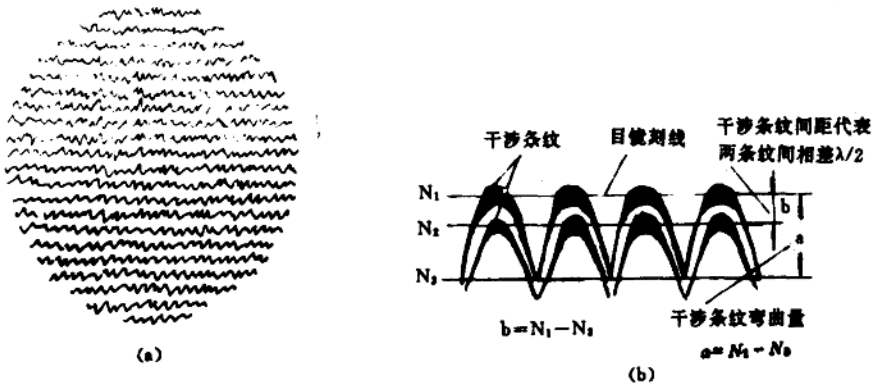


图 5-3

四、实验步骤

1. 仪器的调整

(1) 参考光路的调整

① 开亮灯泡,转动手轮 10 和 6 (图 5-1),使图 5-2 中的遮光板 14 从光路中转出(此时在目镜中应看到明亮的视场,否则,可转动手轮 14 调节。),使视场亮度均匀。

② 转动手轮 8,使目镜视场下方弓形直边清晰(图 5-4)。

(2) 光源调节

松开螺丝 1b,取下目镜 1,直接从目镜管中观察,可以看到两个灯丝象。转动手轮 11,