

哈尔滨船舶工程学院出版社

吕 帆 郭连湘 编

公差配合与技术测量 实验指导书

公差配合与技术测量 实验指导书

吕 帆 郭连湘 编

苏工业学院图书馆
藏书章

哈尔滨船舶工程学院出版社

内 容 简 介

本书给出了孔与轴检测、形位误差检测、表面粗糙度检测、角度检测、螺纹检测和齿轮检测等方面的22个实验。就公差配合与检测技术所涉及的主要典型表面的检测,从检测方法、常用计量器具的结构和原理以及实验步骤和数据处理等方面予以指导性论述。

本书是中等专业学校机械类各专业《公差配合与检测技术》课程的配套教材,亦可供各部门计量测试人员参考。

公差配合与技术测量实验指导书

吕 帆 郭连湘 编

*

哈尔滨船舶工程学院出版社出版

新华书店首都发行所发行

绥棱印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张2.6875 字数56千字

1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷

印数: 1—2 000册

ISBN 7-81007-091-6/TH·6

定价: 0.48元

前 言

实验教学是机械类专业《公差配合与检测技术》课程教学的组成部分。对于注重培养实际技能的中等专业学校尤为重要。根据国家教委有关文件精神,本课程实验教学时数应占总课时的20%,或者更多。因此,对实验教学的要求越来越高。

根据1985年中船总公司中专教材工作会议决定和中船总公司教材编审室下达的任务,我们在编写《公差配合与检测技术》教材的同时,根据教学大纲的要求,编写了本实验指导书,作为配套教材。

根据不同专业的教学要求和各校实际条件,可就本书所列的实验全作或选作,也可以补充一些示范实验。如圆度仪、投影仪、单啮仪的使用等。同时,可以对实验项目、测量方法、数据处理以及实验报告等进行改革,使实验教学更具有启发性、开拓性和综合性。例如,给出一定公差的孔或轴,并展示一些孔与轴测量的常用器具,由学生决定测量方法、采用器具和拟定实验步骤。要求实验报告中通过分析、比较,说明确定测量器具与方法的依据。又如表面粗糙度检测,可让学生先用表面粗糙度样板比较,然后由学生决定在何种仪器上测量,进行校核,并分析校核结果。又如,齿轮测量,可否给出齿轮工作图和完工零件,由学生确定对零件的主要尺寸、形位、表面粗糙度和轮齿误差的检测方案和所用仪器。通过检测最后作出整个零件的合格性评判。

计算机技术用于本课程实验势在必行。它包含两个方面：1. 可在形位误差、表面粗糙度和齿轮检测等实验中用微机作数据处理；2. 微机辅助测量。目前，中专校实验室带微机的仪器还不多，可对某些旧仪器进行改造，如双啮仪、万能测齿仪、渐开线检查仪等。这方面的设想和实践都是初步的，有待积累和总结。

本书由相玉杰老师主审。

限于编者水平，难免谬误，欢迎指正。

编 者

目 录

实验规则	1
实验一 孔与轴检测	2
实验 1-1 用内径指示表检测孔径	3
实验 1-2 用万能测长仪检测孔径	5
实验 1-3 用立式光较仪检测轴径	10
实验二 形状误差检测	15
实验 2-1 用合象水平仪检测导轨直线度误差	15
实验 2-2 平板平面度误差检测	19
实验 2-3 用光学分度头检测轴的圆度误差	22
实验三 位置误差检测	27
实验 3-1 轴类零件位置误差的检测	27
实验 3-2 箱体零件位置误差的检测	31
实验四 表面粗糙度检测	34
实验 4-1 用光切显微镜检测表面粗糙度	34
实验 4-2 用干涉显微镜检测表面粗糙度	38
实验 4-3 用电动轮廓仪检测表面粗糙度	42
实验五 角度检测	47
实验 5-1 用游标角度规检测角度	47
实验 5-2 用正弦规检测锥角	49
实验六 螺纹检测	52
实验 6-1 三针法检测螺纹中径	52
实验 6-2 用大型工具显微镜检测螺纹中径、 螺距和牙型半角	54

实验七 齿轮检测	62
实验 7-1 用径向跳动检查仪检测齿圈径向跳动...	64
实验 7-2 用双啮仪检测径向综合误差.....	66
实验 7-3 用周节仪检测周节偏差和周节 累积误差.....	68
实验 7-4 用基节仪检测基节偏差.....	71
实验 7-5 用公法线千分尺检测公法线平均 长度偏差与公法线长度变动.....	72
实验 7-6 用齿厚游标卡尺检测齿厚偏差.....	74
实验 7-7 用渐开线检查仪检测齿形误差.....	76

实验规则

1. 实验前，必须预习实验指导书的有关内容。掌握量块的清洗、组合、研合、维护的基本知识与技能。

2. 学生应在规定的时间内进入实验室。进入实验室前，应换工作服及拖鞋。与实验无关的物品不得带入实验室，注意保持实验室清洁和安静。

3. 凡与本次实验无关的仪器，不得动用。要爱护仪器，严禁用手触摸光学镜头。节约消耗性用品。

4. 实验前，要清洗干净工件和工作台上的油污，熟悉仪器的操作规程和注意事项。经指导老师同意后，方可接上电源。要小心操作，用力适当。

5. 如发现仪器有故障时，不得擅自拆修，应立即报告指导老师。

6. 学生应积极动手操作，并独立完成实验和实验报告。

7. 实验完毕后，将计量器具和被测工件整理好，并认真填写实验数据，交指导老师检查后，方可离开实验室。

8. 在规定的时间内未能完成实验者，要经实验室领导同意，另行安排补做时间。

实验一 孔与轴检测

圆柱形孔、轴检测，在长度测量中占很大比例。根据生产批量大小，直径精度高低和直径尺寸的大小等因素，可用不同的检测方法。成批生产的孔、轴，一般用光滑极限量规检测；中、低精度的孔、轴通常采用游标卡尺、内、外径千分尺、杠杆千分尺等进行绝对测量，或用百分表、千分表、内径百分表等进行相对测量；高精度的孔、轴则常用机械比较仪、立式光较仪、万能测长仪、电动或气动测微仪或接触式干涉仪等测量仪器进行检测。

实验目的：

1. 掌握孔、轴测量的常用方法；
2. 熟练使用内径指示表；
3. 了解万能测长仪和立式光较仪的工作原理，掌握其测量方法；
4. 掌握等精度多次测量的数据处理方法。

实验内容：

1. 用内径指示表检测孔径；
2. 用万能测长仪检测孔径；
3. 用立式光较仪检测轴径。

实验 1-1 用内径指示表检测孔径

一、器具介绍

内径指示表是生产中测量孔径常用的量仪，它是由指示表和装有杠杆系统的测量装置所组成，见图1-1(a)。

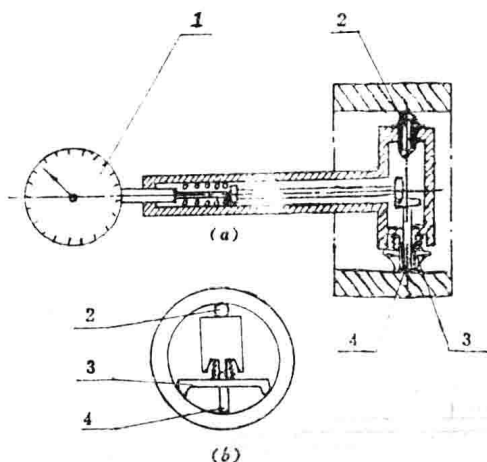


图 1-1

1—百分表； 2—固定测头； 3—弦板； 4—活动测头

活动测头4的移动可通过杠杆系统传给指示表I。内径指示表的两测头放入被测孔径内，位于被测孔的直径方向上，这可由弦板来保证，见图1-1(b)。弦板借弹簧力始终与被测孔接触，其接触点的连线和直径是垂直的。

内径指示表测孔属于相对测量，根据不同的孔径可选用不同的固定测头，故其测量范围可达6~1000mm。内径百分表的分度值为0.01mm。

二、测量步骤

1. 根据被测孔径正确选择测头，将测头装入量杆的螺孔内；
2. 按被测孔径的基本尺寸选择量块，擦净后组合于量块夹内。按图1-2(a)的方法在指示表指针的最小值处，将指示表调零(即指针转折点位置)；
3. 按图1-2(b)的方法测量孔径，在指示表指针的最小值处读数；

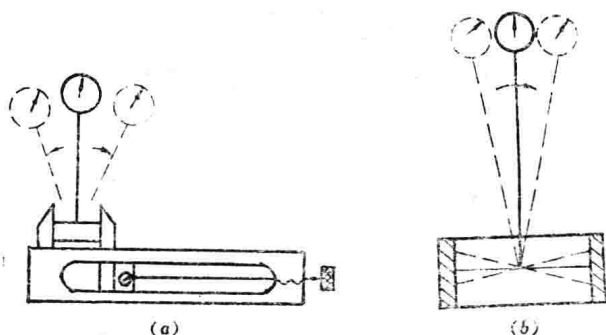


图 1-2

4. 在孔深的上、中、下三个截面内，互相垂直的两个方向上，共测六个位置；
5. 测量结果按是否超出工件设计公差所确定的最大与最小极限尺寸，判断其合格性；
6. 在学完相应章节后，按孔的验收极限尺寸判断其合格性，并写出心得体会。

实验 1-2 用万能测长仪检测孔径

一、仪器介绍

万能测长仪是根据阿贝原理制造的。在万能测长仪上测量工件，是将被测几何量直接与精密刻线尺进行比较，并通过测微显微镜进行读数。

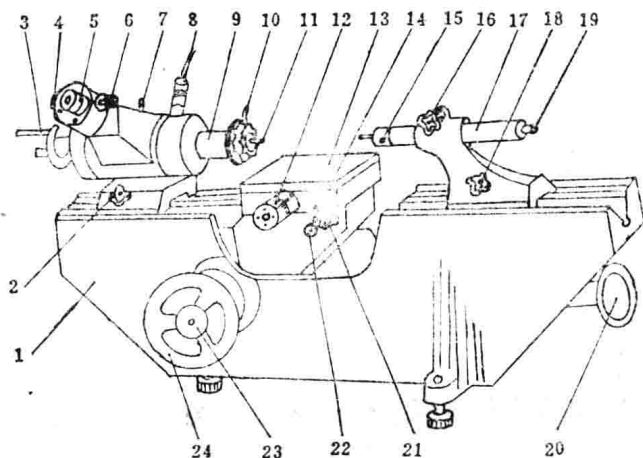


图 1-3 JDY-2型卧式测长仪

- 1—底座； 2—测量座紧固螺钉； 3—测量轴限位杆；
4—丝米刻线尺位置调节手柄； 5—测微目镜； 6—微米刻度尺旋转手柄； 7—测量轴固定螺钉； 8—光源； 9—测量轴；
10—重锤拉线挂钩； 11—测头； 12—工作台横向移动微分筒；
13—工作台； 14—工作台水平回转手柄； 15—尾座测头调整螺钉；
16—尾管紧固螺钉； 17—尾座； 18—尾座紧固螺钉； 19—尾管轴向微动手柄；
20—工作台弹簧力调节手柄； 21—固定螺钉；
22—工作台偏摆手柄； 23—工作台升降锁紧螺母； 24—工作台升降手轮

万能测长仪主要由底座、万能工作台、测座、尾座及各种测量附件组成，见图1-3。

万能工作台具有五种运动：

- (1) 旋转手轮24可使工作台上升或下降；
- (2) 旋转微分筒12可使工作台横向移动；
- (3) 摆动手柄14可使工作台水平回转 $\pm 4^\circ$ ；
- (4) 扳动手柄22可使工作台具有 $\pm 3^\circ$ 的偏摆运动；
- (5) 在测量轴线上，工作台可自由滑动 ± 5 毫米。

测长仪的测量范围：

内尺寸：1~200mm。

外尺寸： $\begin{cases} 0\sim 500\text{mm} & (\text{相对测量}) \\ 0\sim 100\text{mm} & (\text{绝对测量}) \end{cases}$

测长仪的示值范围：0~100mm

分度值：0.001mm

二、读数原理

测长仪的读数装置一般有两种：一种是阿基米德螺旋式，另一种是游标补偿式，如图1-4所示。

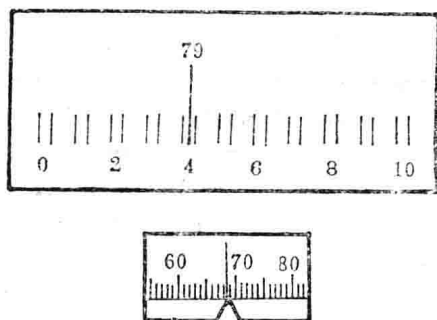


图 1-4

观察读数显微镜可看到两个框格中有三种不同的刻度尺。其中大的框格中标有两种刻线：

1. 基准刻线尺，其刻线较长，分度值为1mm；
2. 固定玻璃平尺，由左端的0开始标记至10的双刻线，其分度值为0.1mm。

在小框格中，移动分划板，其上标有0到100的数字，分度值为0.001mm。

当毫米刻线尺不在某一双刻线之间，应转动手柄6，使毫米刻度线向邻近的双刻线移动，位于该双刻线之间，即可读数。图1-4所示的数值为79.4685，尾数5为估读值。

三、工件正确位置的确定

在圆柱体的测定中（无论是外圆柱面或是内孔），必须使测量轴线穿过该曲面的中心，并垂直于圆柱体的轴线。为了满足这一条件，在被测件固定于工作台上后，就要利用万能工作台各个可能的运动条件通过寻找“读数转折台”，将工件调整到符合阿贝原则的正确位置上。

例如：孔径测量，见图1-5和1-6。

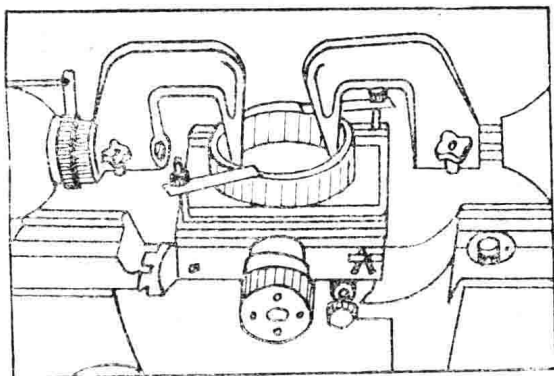


图 1-5

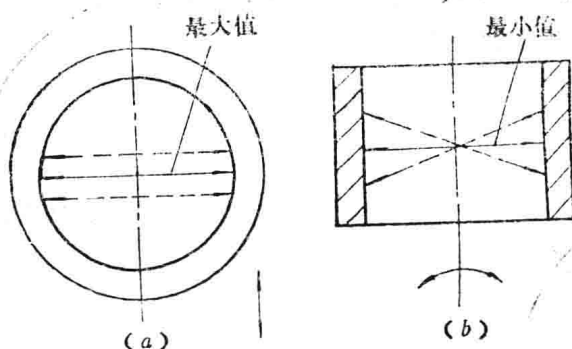


图 1-6

转动工作台升降手轮24，调整工作台的高度，使测头位于孔内适当的位置。再慢慢旋转工作台的横向微分筒12，同时观察目镜中刻线尺的变化，以读数最大值为转折点，在此处将工作台横向固定。最后再调整手柄22，以读数最小值为转折点，在此处将工作台纵向偏摆固定，方可正式读数。此时，测量轴线穿过被测件的曲面中心，且与圆柱体的轴线垂直。

若是测量轴径，则先慢慢转动工作台升降手轮24，观察毫米刻度线的变化，以读数最大值为转折点，在此处将工作台的高度固定。然后扳动手柄14，以读数最小值为转折点，在此处将工作台的水平位置固定，然后进行正式读数。

对于平面，则万能工作台的各个运动都必须进行调整。

四、测量步骤

1. 按被测孔径组合量块，用量块组调整仪器零位或用仪器所带的标准环调零；
2. 将被测工件安装在工作台上，并用压板固定；
3. 松开紧固螺钉7，按上述方法调整万能工作台，使工

测量次数	测量值 x_i (mm)	剩余误差 $v = x_i - \bar{x}$ (μm)	v_i^2 (μm) ²
1	75.0031	+0.1	0.01
2	75.0030	0	0
3	75.0032	+0.2	0.04
4	75.0029	-0.1	0.01
5	75.0030	0	0
6	75.0030	0	0
7	75.0029	-0.1	0.01
8	75.0031	+0.1	0.01
9	75.0031	+0.1	0.01
10	75.0029	-0.1	0.01
11	75.0030	0	0
12	75.0030	0	0
13	75.0029	-0.1	0.01
14	75.0029	-0.1	0.01
15	75.0030	0	0
$\bar{x} = 75.0030$		$\sum_{i=1}^{15} v_i = 0$	$\sum_{i=1}^{15} v_i^2 = 0.12$

件处于正确位置，从读数显微镜读数；

4. 重复上述步骤3，记录每次测量结果；

5. 进行等精度多次测量的人工数据处理，并判断被测孔径的合格性。也可事先编制电算程序，将工件公差与测得值输入微机，由微机进行数据处理，并将合格性判断打印或在屏幕显示出来。

例：在测长仪上测量工件的 $\phi 75H6$ 孔径。假定已消除了系统误差，进行等精度测量15次，求测量结果，并判断其合格性。

测得数据如p·9表。

单次测量的标准偏差 σ

$$\sigma = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + \cdots + v_n^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.12}{14}} \approx 0.093 \mu\text{m}$$

算术平均值的标准偏差 $\sigma_{\bar{x}}$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0.093}{\sqrt{15}} \approx 0.024 \mu\text{m}$$

算术平均值的极限误差 Δ_{lim}

$$\Delta_{\text{lim}} = \pm 3\sigma_{\bar{x}} = \pm 3 \times 0.024 = \pm 0.072 \mu\text{m}$$

测量结果

$$D = \bar{x} \pm 3\sigma_{\bar{x}} = 75.0030 \pm 0.000072 \text{mm}$$

按工件设计公差带所确定的最大与最小极限尺寸判断，该工件合格。

实验 1-3 用立式光较仪检测轴径

立式光较仪主要用于工件外尺寸的相对测量。