

| 高等职业教育“十三五”创新型规划教材 |

零件几何量检测实验 与习题

■ 主 编 胡照海 吴廷婷



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等职业教育“十三五”创新型规划教材

零件几何量检测实验与习题

主编 胡照海 吴廷婷

主审 邱 红

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

零件几何量检测实验与习题 / 胡照海, 吴廷婷主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 11

ISBN 978-7-5682-4974-4

I. ①零… II. ①胡…②吴… III. ①机械元件-几何量-检测-实验-高等学校-习题集 IV. ①TG801-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 278677 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 9

字 数 / 211 千字

版 次 / 2017 年 11 月第 1 版 2017 年 11 月第 1 次印刷

定 价 / 25.00 元

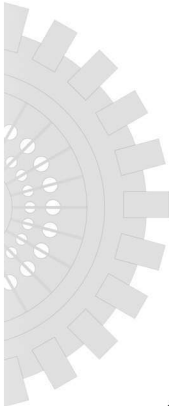
责任编辑 / 孟雯雯

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

Qianyan

本书为《零件几何量检测（第二版）》教材的配套教学辅导材料，内容包括“实验指导书”“实验报告册”和“习题”三部分。开设的实验项目与教材内容相一致，既有车间常用检测，也有精密检测。每个实验都有实验目的、原理、方法、操作步骤、思考题等引导内容，填写的实验报告表形式基本相同。习题先后顺序与教材一致，题目的设计注重理论联系生产实际，立足于培养学生分析和解决问题的能力，题型包括判断、填空、选择、计算和综合练习等。

与本教材配套的还有“零件几何量检测”国家级精品资源共享课网络平台，免费开放提供学习指南、电子教案、教学课件、讲课教学视频、实验培训视频、同步习题及答案、模拟试卷及答案、相关标准和学习问答互动平台等，资料全面丰富，对教材使用者帮助颇大。

由于笔者水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

作者

第一部分 实验指导书

实验一	量块的清洗、研合、组合与维护·····	003
实验二	用内径百分表测量孔径·····	006
实验三	杠杆比较仪测轴径·····	010
实验四	在平台上测工件平面度误差·····	014
实验五	圆跳动的测量·····	019
实验六	用万能角度尺测角度·····	022
实验七	用正弦规测量圆锥锥度偏差·····	025
实验八	用三针法测量外螺纹中径·····	028
实验九	用螺纹千分尺测量外螺纹中径·····	031
实验十	齿轮齿圈径向跳动的测量·····	033
实验十一	齿轮公法线长度变动和平均长度偏差的测量·····	036
实验十二	齿轮齿厚偏差的测量·····	040
实验十三	用自准直仪测直线度·····	043
实验十四	用万能工具显微镜测螺纹螺距、牙型半角·····	048
实验十五	用全自动影像仪测复杂零件几何参数·····	052

第二部分 实验报告册

实验一	量块的清洗、研合、组合与维护·····	057
实验二	用内径百分表测量孔径·····	058
实验三	杠杆比较仪测轴径·····	060
实验四	在平台上测工件平面度误差·····	062
实验五	圆跳动的测量·····	064
实验六	用万能角度尺测角度·····	066



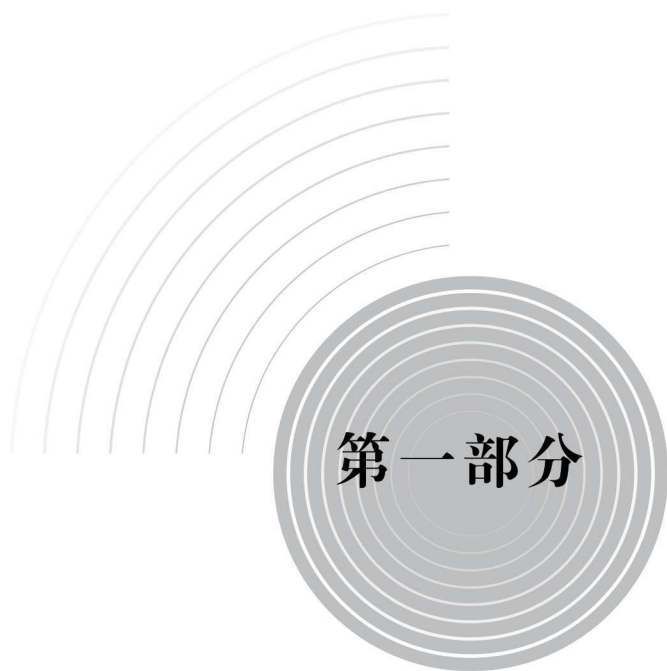
目 录

Contents

实验七	用正弦规测量圆锥锥度偏差·····	068
实验八	用三针法测量外螺纹中径·····	070
实验九	用螺纹千分尺测量外螺纹中径·····	072
实验十	齿轮齿圈径向跳动的测量·····	074
实验十一	齿轮公法线长度变动和平均长度偏差的测量·····	076
实验十二	齿轮齿厚偏差的测量·····	078
实验十三	用自准直仪测直线度·····	080
实验十四	用万能工具显微镜测螺纹螺距、牙型半角·····	082
实验十五	用全自动影像仪测复杂零件几何参数·····	084

第三部分 习 题

第 1 章	绪论·····	089
第 2 章	极限与配合基础·····	090
第 3 章	测量技术基础·····	102
第 4 章	几何公差·····	108
第 5 章	表面粗糙度·····	124
第 6 章	圆锥、螺纹、量规、齿轮·····	128



实验指导书



实验一 量块的清洗、研合、组合与维护

一、实验目的

- (1) 认识并熟悉量块；
- (2) 测量基本功训练。

二、实验内容

1. 按量块选择原则选择组合量块组；
2. 清洗并擦干量块表面；
3. 按要求的手法将各个量块组合在一起；
4. 将研合好的量块组拆开，进行量块的维护保养。

三、实验仪器、设备及材料

量块一套、专用清洗油（或用汽油代替）、大绸（或脱脂棉）。

四、实验原理

量块亦称块规，是截面为矩形的平面平行端面量具。除作为工作基准外，还作为标准器用于检定和校准计量器具，调整机床，精密划线，有时也用于精密测量。量块的测量平面十分光洁、平整，它具有黏合性，即量块的一个测量面与另一量块的测量面（或其他精密加工的类似的平面）通过分子吸力作用而黏合，利用这个黏合性，我们将清洗好的量块用手给予少许压力，推合两块量块，使它们的测量平面互相紧密接触，这样就黏合好了。用同样的方法将所选的量块全部黏合在一起，组成所需要的尺寸。

五、实验步骤

1. 组合

GB/T 6093—2001《量块》标准共规定了十七套量块，每套具有一定数量的不同尺寸的量块，装在特制木盒内以供选用。组合量块时，为了迅速选择量块，应从所给定尺寸的最后—位数字考虑，每选一块应至少使尺寸位数减少一位，其余依次类推。为减少量块组合的累



积误差，应尽量用最少的量块组成所需的尺寸，通常应不多于4~5块。具体选择尺寸请参考表1-1-1。

表 1-1-1 成套量块尺寸

套别	总块数	级别	尺寸系列	间隔/mm	块数
1	87	3	0.5	0.01	1
			1		3
			0.005		1
			1.01, 1.02, ..., 1.49		49
			1.5	0.1	2
			1.5, 1.6, ..., 1.9		5
			2, 2.5, 3, ..., 9.5		16
2	83	1	10, 20, ..., 100	0.5	10
			0.5	0.01	1
			1		1
			1.005		1
			1.01, 1.02, ..., 1.49		49
			1.5, 1.6, ..., 1.9	0.1	5
			2, 2.5, ..., 9.5	0.5	16
3	46	2	10, 20, ..., 100	10	10
			1	0.001	1
			1.001, 1.002, ..., 1.009		9
			1.01, 1.02, ..., 1.09		9
			1.1, 1.2, ..., 1.9		9
			2, 3, ..., 9	0.1	9
			10, 20, ..., 100	1	8
4	9	2	0.991, 0.992..., 0.999	10	10
				0.001	9

2. 清洗

将选好的每一组量块的各个量块表面用脱脂棉花、汽油清洗干净，再用干的脱脂棉花擦干待用。

3. 研合

将量块各个工作表面之间的空气用压力给予挤出，使其紧密接触。

4. 维护保养

当测量结束后，再将用过的量块组拆开，用汽油将各个量块表面清洗干净，用干的脱脂棉擦干，并均匀涂上少量的防锈油，放入特制木盒内。

六、实验报告要求

- (1) 叙述进行维护保养的步骤，重点应在维护过程；
- (2) 维护保养过程中问题重点是叙述为什么这么做。



七、实验过程中注意事项

- (1) 用镊子夹取量块时应尽量夹取量块的非工作面；
- (2) 除研合时必须用手推合量块以外，实验过程中应尽量不用手直接摸量块而用镊子夹取，特别是在维护保养过程中切忌用手触摸量块，即在维护保养前可以用手触摸量块，维护保养过程中不能用手触摸量块；
- (3) 清洗时应在容器底面铺一层棉花，以免量块测量面直接与容器底面接触而损坏量块的精度；
- (4) 量块放回盒子时，应字头朝上、字面向着开启方向，并放在规定位置。

八、思考题

为什么在量块的维护保养过程中，不能用手触摸量块？



实验二 用内径百分表测量孔径

一、实验目的

- (1) 加深理解相对测量与绝对测量的概念；
- (2) 巩固课堂理论知识：公称尺寸、实际尺寸、偏差、实际偏差、合格性的判定原则等；
- (3) 学会内径百分表的测量操作。

二、实验内容

- (1) 按公称尺寸选择量块组尺寸，并按实验一的要求组合好量块；
- (2) 校对量仪零位；
- (3) 测量工件孔的实际偏差；
- (4) 练习查阅公差表格；
- (5) 清洗、维护和保养需要防锈的物品。

三、实验仪器、设备及材料

- (1) 内径百分表一套、量块夹持器一套、量块一套、被测工件一件；
- (2) 汽油、脱脂棉等；
- (3) 学生自备记录纸、笔、三角板，带上与查表有关的书籍。

四、实验原理

内径百分表是一种用相对测量法测量孔径的常用量仪，它可测量 6~1 000mm 的内尺寸，特别适宜测量深孔直径，如图 1-2-1 所示。它的规格有 18~35mm、35~50mm 等多种。

内径百分表由百分表和装有杠杆系统的测量装置组成，其结构如图 1-2-1 所示。活动测头 1 的位移经杠杆系统传递到百分表 4 的指针，从百分表的表盘读出位移。量仪附有一套各种长度的固定测头 2，根据被测孔径的大小，选用长度适当的固定测头。把调好零位的量仪放入被测孔中，则固定测头和活动测头都与孔壁接触。由于定心弦片借弹簧力始终与孔壁接触，其接触点的连线和被测孔的直径线互相垂直，使两个测头位于该孔直径方向上。但测

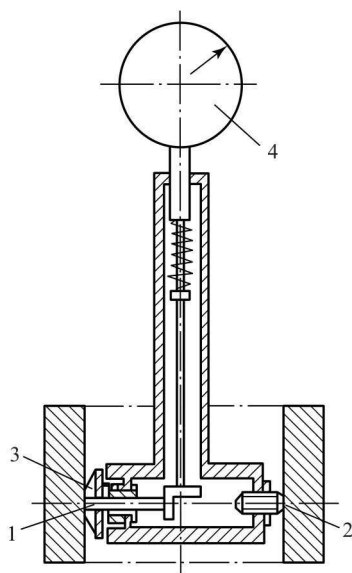


图 1-2-1 内径百分表

1—活动测头；2—固定测头；3—弹片；4—百分表

头在被测孔的轴向截面内可能倾斜，因此量仪在被测孔中还要左右轻微摆动，如图 1-2-2 所示。找出百分表指针所指的最小数值，该示值即为孔径实际尺寸对量块尺寸（或标准环尺寸）的偏差。

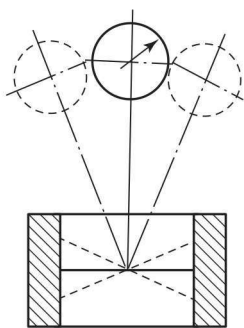


图 1-2-2 测量孔径

五、实验步骤

(1) 根据被测工件被测部位的公称尺寸选择量块。将被测工件、选好的量块清洗干净并擦干。根据被测孔的公称尺寸，选择固定测头，把它旋入量仪的下端（如图 1-2-1 中 2 的位置）。把量块研合置于量块夹中，然后调整量仪零位。

调零方法：

把量仪的活动测头和固定测头放在具有准确尺寸的量块夹或标准环中（要先放入活动测头，并压紧定心弦片，然后放入固定测头），如图 1-2-3 所示。左、右轻微摆动量仪，若



不动,则将固定测头调出来一些(即加大活、固两测头的距离),若百分表指针旋转超过一圈以上,应将固定测头调进去一些,直到指针偏转在半圈(50格)左右较为合适。这时用量仪盒内专用扳手将固定测头锁紧螺母锁紧,再次将量仪的活动测头和固定测头放入量块夹或标准环中,左、右轻微摇摆量仪(这只是一个方向,此方向找到最小值以后,再使量仪绕百分表测量杆轴线做微小转动),找出百分表指针指示最小数值时的位置(转折点),转动表盘,将圆周刻度盘的零刻线转到指针所在的上述位置上,并校对几次,反复调整,然后把活动测头压进去使固定测头不接触量爪,缓慢地将量仪从量块夹中取出。

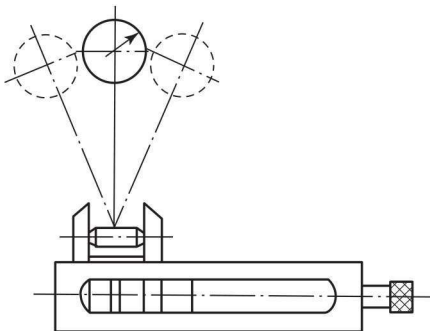


图 1-2-3 调整量仪零位

(2) 把量仪放入被测孔中测量孔径(放入方法与放入量块夹中的方法相同)。摆动量仪,找出指针对零刻线所指最小数值的位置,读出该位置上的示值。在孔的三个横截面内测量,对每个横截面应相隔 90° 测两次。

(3) 复查量仪零位,其误差不得超过 $\pm(1\sim 2)\mu\text{m}$,否则重测。

(4) 按零件图样给定的技术要求和 GB/T 3177—2009《光滑工件尺寸的检验》判断被测孔的合格性。

六、实验报告要求

(1) 分清示值范围与测量范围的区别、仪器不确定度允许值与仪器不确定度的区别。

(2) 测量数据填写一定要注意单位。

(3) 被测工件尺寸实际值不是图样上的要求尺寸,而是其测量结果,该处应填写所测量的实际尺寸的平均值。

(4) 测量示意图不是测量图,是示意测量位置的图,所以应当将被测工件被测量的三个截面和各截面的两个方向表示出来,可不按实际尺寸画图,退刀槽、倒角等细节可以不画出来,线条粗细可不严格按照要求,但必须按制图要求画出其相应的视图对应关系。

(5) 合格性结论后必须讲明理由。

七、注意事项

(1) 测量时只能一人操作,眼睛看指示表的指针,测量头位置凭手上的感觉。

(2) 调整量仪零位时注意两个方向反复找,一直找到最小值位置以后,将刻度盘零刻



线旋转到指针所指的最小值位置。

(3) 测量时注意:

①读数的正负方向、大小(其读数大小应当从百分表零刻线往两边读,即指针离零刻线的距离);

②摆动量仪时,摆动速度不能太快,摆动速度应随判断读数位置准确程度逐渐减慢。

(4) 测量数据取完以后,一定要复查零位。

八、思考题

(1) 为什么内径百分表调整零位和测量孔径时都要摆动量仪,找出指针指示的最小值?

(2) 固定测头磨损对测量是否有影响?



实验三 杠杆比较仪测轴径

一、实验目的

- (1) 加深理解相对测量与绝对测量的概念；
- (2) 巩固课堂理论知识：公称尺寸、实际尺寸、偏差、实际偏差、合格性的判定原则等；
- (3) 学会比较仪一类仪器的使用方法。

二、实验内容

- (1) 本尺寸选择量块组尺寸并按实验一的要求组合好量块；
- (2) 校对量仪零位；
- (3) 测量工件轴的实际偏差；
- (4) 练习查阅公差表格；
- (5) 维护和保养需要防锈的物品。

三、实验仪器、设备及材料

- (1) 杠杆比较仪、被测工件；
- (2) 汽油、脱脂棉等；
- (3) 学生自备记录纸、笔、三角板，带上与查表有关的书籍。

四、实验原理

比较仪有机械、光学、电动和气动几类，主要用于线性尺寸比较测量。用比较仪测量时，先用量块（或标准器）将量仪指针或刻度尺调到零位，被测尺寸对量块尺寸（或标准器）的偏差从刻度尺上读得。其中立式光学比较仪和立式机械比较仪用于测量外尺寸；卧式比较仪既能测量外尺寸，也能测量内尺寸。本实验使用杠杆比较仪。

杠杆式测微表如图 1-3-1 所示。上刃口 3 是固定不动的，下刃口 4 与测量杆 5 相连，两刃口之间为棱块 2，两刃口的距离就是杠杆的短臂 a ，框架指针 1 与棱块 2 连为一体，指针长即为杠杆的长臂 L 。为了保证两刃口彼此平行，将下刃口 4 的末端做成圆锥体，或放在测量杆 5 的圆锥孔内，所以可以自动调整两刃口的平行度（测量杆 5 可在非常精确的导管内移



动)。棱块 2 连同指针 1 绕上刃口 3 的支点摆动，下刃口 4 随测量杆 5 上下运动。其动作的放大倍数为：

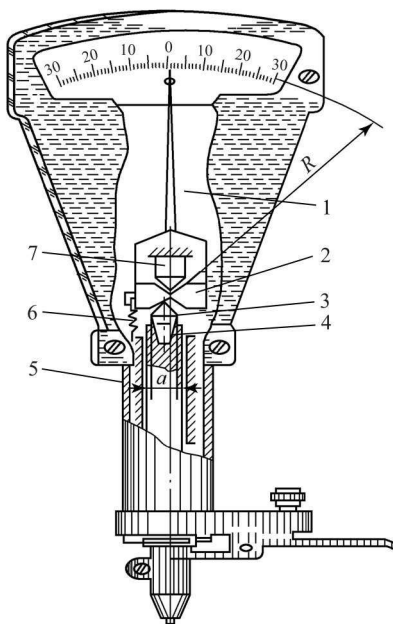


图 1-3-1 杠杆式测微表

1—指针；2—棱块；3—上刃口；4—下刃口；5—测量杆；6—弹簧；7—螺钉

$$K=L/a$$

通常 $a=0.1\text{mm}$ ， $L=100\text{mm}$ ，则 $K=1\ 000$ ，其分度值为 0.001mm 。为了减小测量误差，测量杆末端可以套上各种形式的测量头。如球形测量头用于测量平面零件；刀刃形测量头用于测量圆柱形零件；平端测量头用于测量球形零件。以保证测量头与零件之间成为点接触或线接触。

测微表按刻度间隔数目的不同，分为窄刻度（20 个刻度）和宽刻度（60 个刻度）两种。

宽刻度测微表的标尺上面有两个可移动的公差指示针，用两个小螺钉固定在盖板后面。测量大批量零件时，拨动公差指示针，使其处在规定尺寸的极限位置上，测量时只要看指针偏转是否在两公差指示针之间，即可判断零件是否合格，因而可提高测量效率。

杠杆测微表的测量压力是靠弹簧 6 来保证的，向下按动拨叉，便使测量杆 5 上升，测量头即可离开被测零件的表面。

杠杆比较仪是将测微表装在固定支架上（图 1-3-2），测微表插入支臂中，并用螺钉紧固，支臂可沿立柱升降，立柱则装在底座上。

比较仪是用块规来调定尺寸的。初调时，旋转升降螺母，使支臂和测微表一起升降，让测量头和放在工作台上的块规组接近。精调时，旋转微调升降螺母，上升工作台使块规组与测量头接触，直至指针与刻度尺上的零线重合，用螺钉将工作台固紧，按下拨叉，使测量杆上升，然后取下块规组。将被测零件放在工作台上即可进行测量。

杠杆比较仪一般可以测量长度为 180mm 、直径为 $\phi 150\text{mm}$ 以内的零件。