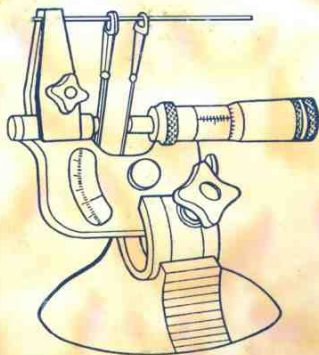


(第三版)

几何量公差与检测 实验指导书

甘永立 主编



上海科学技术出版社

几何量公差与检测实验指导书

(第 三 版)

甘永立 主编



A0967563

上海科学技术出版社

内 容 提 要

《几何量公差与检测》课程即《互换性与测量技术基础》课程。本书是与《几何量公差与检测》或《互换性与测量技术基础》基本教材配套使用的教材。

本书共分几何量测量基础知识、线性尺寸测量、表面粗糙度测量、形状和位置误差测量、圆锥角测量、圆柱螺纹测量、圆柱齿轮测量和零件几何精度综合性检测等8章。其中包含22个实验和2个综合性检测实验。每个实验均包含实验目的、量仪说明和测量原理、实验步骤、思考题等内容,若干实验还有测量数据处理方法的内容。

本书供高等院校机械类专业师生在教学中使用,也可作为继续教育院校机械类专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

几何量公差与检测实验指导书 / 甘永立主编. —3版.
上海: 上海科学技术出版社, 2002.4
ISBN 7-5323-6390-2

I. 几... II. 甘... III. 机械元件—几何量—精度
—测量 IV. TG806

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第016052号

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路450号 邮政编码200020)

常熟市文化印刷厂印刷 新华书店上海发行所经销

1989年3月第1版 1995年2月第2版

2002年4月第3版 2002年4月第15次印刷

开本 787×1092 1/16 印张 7.5 字数 175 000

印数: 1—88 101—93 300 定价: 12.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,

请向本社出版科联系调换

第三版前言

《几何量公差与检测》课程即《互换性与测量技术基础》课程,是机械类各专业的一门重要技术基础课。

根据机械工业部教育局 1982 年教高字第 17 号文和 1987 年教学便字第 0005 号文的指示,上海科学技术出版社分别于 1985 年出版了《几何量公差与检测》基本教材、1987 年出版了与上述基本教材配套的《几何量公差与检测习题试题集》教材。该基本教材业已再版四次,该题集业已再版三次。

根据国家机械工业委员会教育局 1987 年教高便字 050 号文的指示,上海科学技术出版社 1989 年出版了与上述基本教材配套的《几何量公差与检测实验指导书》教材。该指导书于 1995 年再版。

此外,吉林省教育音像制品出版社于 1992 年出版了《几何量公差与检测实验教学指导》录像教材。

《几何量公差与检测》(第二版)基本教材于 1992 年获第二届全国高等学校机电类专业优秀教材二等奖。《几何量公差与检测实验教学指导》录像教材于 1993 年获第二届吉林省普通高等学校优秀教学成果二等奖。

实验课是本课程的重要教学环节。通过实验课,可以使熟悉有关几何量测量的基本知识、测量方法、常用计量器具的使用方法和数据处理方法,同时可以巩固学生在课堂上所学的内容,培养学生的基本技能和动手能力。经过 7 年教学的实践和本学科的发展,我协作组决定出版第三版《几何量公差与检测实验指导书》教材,以进一步满足教学的需要。

本书共八章,包括几何量测量基础知识及线性尺寸测量、表面粗糙度测量、形状和位置误差测量、圆锥角测量、圆柱螺纹测量、圆柱齿轮测量、零件几何精度综合性检测等方面的 22 个实验和 2 个综合性检测实验,系统地介绍有关计量器具的测量原理和使用方法。各校可根据具体的设备条件和不同专业的教学要求,选作本书中的一些实验,示范表演另一些实验。

第一、二、三版教材均由吉林工业大学(现吉林大学)甘永立主编。第三版教材的作者如下:第一章甘永立,第二章实验一和实验二湖南大学周海萍,实验三和第四章实验十湖南大学胡仲勋,第三章实验四、实验五和实验六合肥工业大学潘晓慧,第四章实验七、实验八、实验九和实验十一吉林大学杨雪,第五章实验十二、第六章实验十三和实验十四西安理工大学王新年,第七章实验十五、实验十六、实验十九和实验二十吉林大学张英芝,实验十七和实验十八长春光学精密机械学院李丽娟,实验二十一、实验二十二和第八章实验二十三北京印刷学院石绍春,实验二十四洛阳工学院武充沛。

本书在编写过程中得到原机械工业部所属高等院校的帮助和支持,谨在此表示感谢。

由于我们的水平所限,书中难免存在缺点和错误,欢迎广大读者批评指正。

《几何量公差与检测》课程协作组
2002 年 2 月

目 录

几何量公差与检测实验课的任务和要求	1
实验守则	2
实验报告的内容和要求	3
第一章 几何量测量基础知识	4
一、几何量测量的基本概念	4
二、计量器具的基本技术性能指标	4
三、测量方法的分类	5
四、量块	6
五、游标尺	9
六、千分尺	11
七、指示表	13
八、机械比较仪	16
第二章 线性尺寸测量	18
实验一 用光学比较仪测量光滑极限量规	18
实验二 用测长仪测量光滑极限量规	23
实验三 用内径指示表测量孔径	28
第三章 表面粗糙度测量	31
实验四 用光切显微镜测量表面粗糙度	31
实验五 用干涉显微镜测量表面粗糙度	36
实验六 用电动轮廓仪测量表面粗糙度	39
第四章 形状和位置误差测量	43
实验七 直线度误差测量	43
实验八 用指示表和平板测量平面度误差、平行度误差和位置度误差	48
实验九 用水平仪测量平面度误差	54
实验十 圆度误差测量	57
实验十一 径向和端面圆跳动测量	64
第五章 圆锥角测量	67
实验十二 用正弦尺、量块和指示式量仪测量外圆锥角	67

第六章 圆柱螺纹测量	69
实验十三 在大型工具显微镜上用影像法测量外螺纹	69
实验十四 用三针法测量外螺纹的单一中径	75
第七章 圆柱齿轮测量	78
实验十五 齿轮齿距偏差和齿距累积误差测量	78
实验十六 齿轮齿圈径向跳动测量	82
实验十七 齿轮双面啮合综合测量	84
实验十八 齿轮齿形误差测量	86
实验十九 齿轮基节偏差测量	90
实验二十 齿轮齿向误差测量	92
实验二十一 齿轮齿厚偏差测量	94
实验二十二 齿轮公法线长度变动和平均长度偏差测量及基节偏差测量	96
第八章 零件几何精度综合性检测	101
实验二十三 齿轮、轴和齿轮轴几何精度的综合性检测	102
实验二十四 箱体几何精度的综合性检测	108

几何量公差与检测实验课的任务和要求

《几何量公差与检测》课程即《互换性与测量技术基础》课程,是机械类各专业的一门重要技术基础课,是教学计划中联系设计课程与工艺课程的纽带,是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。本课程由几何量公差与几何量检测两部分组成。前一部分的内容主要通过课堂教学和课外作业来完成。后一部分的内容主要通过实验课来完成。

为了保证零部件的互换性,应按照标准或技术要求对零部件进行检测,不合格者不予接收。因此,检测是组织互换性生产必不可少的重要措施。

随着生产和科学技术的发展,对检测的准确度和效率提出越来越高的要求。产品质量的提高,有赖于检测准确度的提高。产品数量的增多,在一定程度上还有赖于检测效率的提高。

熟悉几何量检测的基础知识和基本技能对从事机械设计、机械制造、标准化、计量测试和管理的人员都具有重要意义。通过实验课的学习,应达到下列的要求。

1. 了解几何量测量的基本原理和基本方法;
2. 加深对几何量公差基本概念的认识和理解;
3. 提高几何量测量工作能力;
4. 学会正确使用普通计量器具和处理测量数据的方法。

实 验 守 则

制定本守则,旨在使学生注意爱护实验设备、掌握正确的实验方法和认真进行实验操作,保证实验质量。

1. 实验前按实验指导书有关内容进行预习,了解本轮各个实验的目的、要求和测量原理。

2. 按规定的时间到达实验室。入室前,掸去衣帽上的灰尘,穿上工作服和拖鞋。除与本轮实验有关的书籍和文具外,其他物品不得携入室内。

3. 实验室内保持整洁、安静,严禁吸烟,不准乱扔纸屑和废棉花,不准随地吐痰。

4. 开始做实验之前,应在教师指导下,对照量具量仪,了解它们的结构和调整、使用方法。

5. 做实验时,必须经教师同意后方可使用量具量仪。在接通电源时,要特别注意量仪所要求的电压和所使用的变压器。实验中要严肃认真,按规定的操作步骤进行测量,记录数据。操作要仔细,切勿用手触摸量具量仪的工作表面和光学镜片。

6. 要爱护实验设备,节约使用消耗性用品。若量具量仪发生故障,应立即报告教师进行处理,不得自行拆修。

7. 凡与本轮实验无关的量具量仪,均不得动用或触摸。

8. 对量具量仪的测量面、精密金属表面和测头、被测工件,要先用优质汽油洗净,再用棉花擦干后使用。测量结束后要再清洁这些表面,并均匀涂上防锈油。

9. 实验完毕,要切断量仪的电源,清理实验场地,将所用的实验设备整理好,放回原处,认真书写实验报告。经教师同意后,方可离开实验室。

10. 凡不遵守实验守则经指出而不改正者,教师有权停止其实验。若情节严重,对实验设备造成损坏者,应负赔偿责任,并给予处分。

实验报告的内容和要求

撰写实验报告是训练学生撰写科技论文的能力的环节。实验报告是考核学生学习成绩和评估教学质量的重要依据。

学生对所做的实验应该做到测量原理清楚,测量方法和操作步骤正确,测量数据比较可靠,并且会处理测量数据和查阅公差表格。

实验报告应由每个学生独立完成,用钢笔、炭素笔或圆珠笔工整书写。报告内容要层次清楚,文字简明通顺,图、表清晰,符合汉语规范和法定计量单位。

实验报告一般包含下列 7 项内容:

1. 实验名称;
2. 实验目的;
3. 测量原理;
4. 实验步骤;
5. 实验记录;
6. 测量数据处理及相应结论;
7. 回答思考题。

其中前 4 项应在预习时书写。

实验记录包括:

- (1) 实验所用计量器具的名称、标尺分度值(或分辨率)、标尺示值范围和计量器具测量范围;
- (2) 被测工件的名称,被测部位的基本尺寸、极限偏差或公差,测量草图(注明被测部位);
- (3) 调整计量器具示值零位所选用的各块量块的尺寸;
- (4) 测量数据(列表,并注明数据的计量单位和有关符号)。

必要时,在实验报告上可要求画出被测孔、轴尺寸公差带示意图,确定安全裕度、验收极限和计量器具的测量不确定度的允许值,以及分析测量误差和书写实验心得。

按 GB 3177-1995《光滑工件尺寸的检验》的规定,安全裕度 A 取为被测孔、轴尺寸公差 T 的十分之一(即 $A = 0.1T$),计量器具的测量不确定度的允许值 u_1 取为安全裕度 A 的十分之九(即 $u_1 = 0.9A$)。所选用计量器具的测量不确定度 u'_1 应不大于允许值 u_1 。相应地,被测孔、轴的上验收极限为其最大极限尺寸减去一个安全裕度 A ,下验收极限为其最小极限尺寸加上一个安全裕度 A 。

第一章 几何量测量基础知识

一、几何量测量的基本概念

零件加工后,其几何量需加以测量或检验,以确定它们是否符合零件图上给定的技术要求。几何量测量是指为了确定被测几何量的量值,将被测几何量与作为计量单位的标准量进行比较,从而得出两者比值的过程。这可用下式表示:

$$x = qE$$

式中 x ——被测几何量;

E ——所采用的计量单位;

q ——比值。

由上式可知,任何一个几何量测量过程必须有被测对象和所采用的计量单位。此外,还包含:两者应怎么进行比较(即应采用适当的测量方法),并保证测量结果准确可靠(即应保证测量精度)。

二、计量器具的基本技术性能指标

计量器具的基本技术性能指标是合理选择和使用计量器具的重要依据。参看图 0-1,其中主要的指标如下。

1. 标尺刻度间距

标尺刻度间距是指计量器具标尺或分度盘上相邻两刻线中心之间的距离或圆弧长度。为适于人眼观察,刻度间距一般为 $1 \sim 2.5\text{mm}$ 。

2. 标尺分度值

标尺分度值是指计量器具标尺或分度盘上每一刻度间距所代表的量值。一般长度计量器具的分度值有 0.1mm 、 0.05mm 、 0.02mm 、 0.01mm 、 0.005mm 、 0.002mm 、 0.001mm 等几种。例如如图 0-1 所示机械比较仪的分度值为 0.001mm 。再如千分尺的分度值为 0.01mm ,光学比较仪的分度值为 0.001mm 。

3. 分辨率

分辨率是指计量器具所能显示的最末一位数所代表的量值。由于在一些量仪(如数字式量仪)中,读数采用非标尺或非分度盘显示,因此就不能使用分度值这一概念,而将其称做分辨率。例如国产 JC19 型数显式万能工具显微镜的分辨率为 $0.5\mu\text{m}$ 。

4. 标尺示值范围

标尺示值范围是指计量器具所能显示或指示的被测几何量起始值到终止值的范围。例如如图 0-1 所示机械比较仪的分度盘(标尺)所能指示的最低值为 $-100\mu\text{m}$,最高值为 $+100\mu\text{m}$,因此示值范围 B 为 $-100\mu\text{m}$ 到 $+100\mu\text{m}$ 。再如 $25 \sim 50\text{mm}$ 千分尺的示值范围为 25mm 到 50mm 。

5. 计量器具测量范围

计量器具测量范围是指计量器具在允许的误差限内所能测出的被测几何量量值的下限

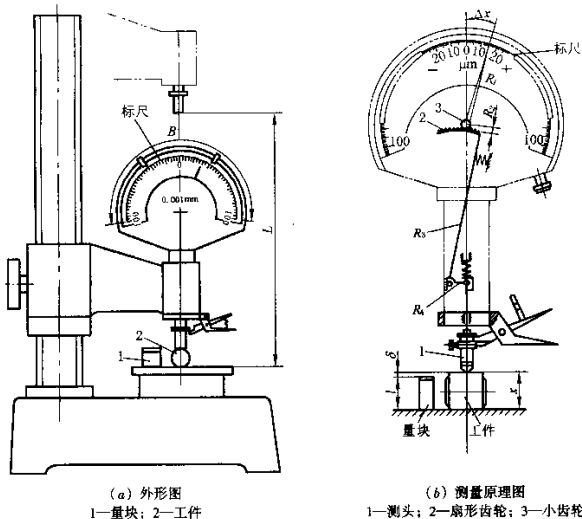


图 0-1 杠杆齿轮式机械比较仪

值到上限值的范围。测量范围上限值与下限值之差称为量程。例如图 0-1 所示机械比较仪的测量范围 L 为 $0 \sim 180\text{mm}$ ，量程为 180mm 。再如 $25 \sim 50\text{mm}$ 千分尺的测量范围为 $25 \sim 50\text{mm}$ ，量程为 25mm 。

6. 计量器具的测量不确定度

计量器具的测量不确定度是指在规定条件下测量时，由于计量器具的误差而对被测几何量量值不能肯定的程度。它用测量极限误差表示。

三、测量方法的分类

在几何量测量中，测量方法应根据被测零件的特点（如材料硬度、外形尺寸、批量大小、精度要求等）和被测对象的定义来选择和确定。

测量方法主要有以下几种。

1. 按实测几何量是否为被测几何量划分

测量可分为直接测量和间接测量。

(1) 直接测量

直接测量是指被测几何量的量值直接由计量器具读出。例如，用游标卡尺、千分尺或测长仪测出轴径或孔径的大小，用公法线千分尺测出齿轮公法线长度的数值。

(2) 间接测量

间接测量是指欲测量的几何量的量值由实测几何量的量值按一定的函数关系式运算后获得。例如，用正弦尺和量块、指示式量仪测量圆锥角，用三针法测量外螺纹的单一中径。

间接测量的测量精度通常比直接测量的低。

2. 按计量器具上的示值是否为被测几何量的量值划分

测量可分为绝对测量和相对测量。

(1) 绝对测量

绝对测量是指计量器具显示或指示的示值即是被测几何量的量值。例如,用游标卡尺、千分尺或测长仪测量轴径或孔径的大小。

(2) 相对测量

相对测量(比较测量)是指计量器具显示出或指示出被测几何量相对于已知标准量的偏差,被测几何量的量值为已知标准量与该偏差的代数和。例如图 0-1b 所示,用机械比较仪测量轴径时,先用尺寸为 l 的量块调整示值零位,该比较仪指示出的示值 Δx 为被测轴径 x 相对于量块尺寸 l 的偏差 δ ,即 $x = l + \Delta x$ 。

一般来说,相对测量的测量精度比绝对测量的高。

3. 按测量时被测表面与计量器具的测头是否接触划分

测量可分为接触测量和非接触测量。

(1) 接触测量

接触测量是指测量时计量器具的测头与被测表面接触,并有机械作用的测量力。例如,用机械比较仪测量轴径,用千分尺测量轴径。

用接触测量法测量不同形状的被测表面时,应选用相应形状的测头。例如,测量球面、圆柱面和平面时应分别使用平面测头、刀口测头和球面测头。

(2) 非接触测量

非接触测量是指测量时计量器具的测头不与被测表面接触。例如,用光切显微镜测量表面粗糙度,在工具显微镜上用影像法测量螺纹的牙侧角、螺距和中径。

4. 按被测工件上是否有几个几何量一起测量划分

测量可分为单项测量和综合测量。

(1) 单项测量

单项测量是指分别对工件上的几个被测几何量进行独立的测量。例如,用工具显微镜分别测量外螺纹的牙侧角、螺距和中径,用渐开线测量仪和基节仪分别测量同一齿轮的齿形误差和基节偏差。

(2) 综合测量

综合测量是指同时测量工件上几个相关几何量的综合效应和综合指标,以判断综合结果是否合格。例如,用螺纹通规检验螺纹单一中径、螺距和牙侧角实际值的综合结果是否合格,用齿轮双啮仪测量齿轮齿形误差和基节偏差的综合结果是否合格。

四、量块

量块是指相互平行的两测量面间具有精确尺寸且截面形状为矩形的长度计量器具,如图 0-2 所示。它是长度量值传递系统中的实物标准,是实现从光波波长(自然

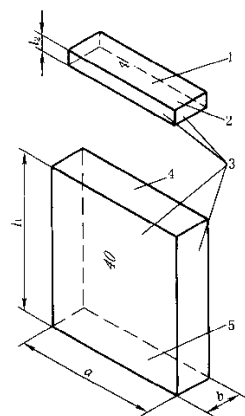


图 0-2 量块

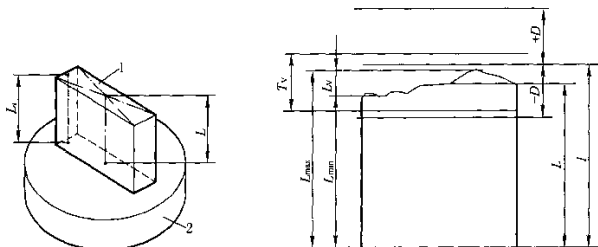
1—上测量面; 2—下测量面; 3—侧面;
4—上测量面; 5—下测量面; a—测量
面长度; b—测量面宽度; l_1 、 l_2 —量块
长度(量块尺寸)

长度基准)到测量实践之间长度度量值传递的媒介,是机械制造中实际使用的长度基准。它可以用来检定和调整计量器具、机床、工具和其他设备,也可直接用于测量工件。

量块的两个测量面极为光滑、平整,具有研合性。

1. 有关量块长度和偏差的术语

参看图 0-3,有关量块长度和偏差的术语如下。



(a) 量块的任意点长度 L_v 和中心长度 L

(b) 量块的长度和偏差

图 0-3 有关量块长度和偏差的术语

1—量块; 2—辅助体

(1) 量块(测量面上任意点)的长度

量块的长度 L_v 是指自量块的一个测量面上任意点(距测量面边缘 0.8mm 以内的区域)到与其相对的另一测量面之间的垂直距离。

(2) 量块的中心长度

量块的中心长度 L 是指量块一个测量面的中心到与其相对的另一测量面之间的垂直距离。

(3) 量块长度的标称值

量块长度的标称值 l 是指刻印在量块上用以标明其与主单位(m)之间比值的量值,也称为量块长度的示值或量块的标称尺寸。

(4) 量块长度的实测值

量块长度的实测值是指用一定的方法,对量块长度进行测量所得到的量值,如量块中心长度的实测值 L 。

(5) 量块的长度变动量

量块的长度变动量 T_v 是指量块任意点长度中的最大长度 L_{max} 与最小长度 L_{min} 之差,如图 0-3b 中的 T_v 为该变动量的允许值。

(6) 量块的长度偏差

量块的长度偏差是指量块的实测值与其标称值之差,简称为偏差。图 0-3b 中的 $-D$ 和 $+D$ 为这一偏差的允许值(极限偏差)。

每块量块只指示一个尺寸。量块上标出的标称长度为 6mm 及小于 6mm 时,长度数字刻在上测量面上;当标称长度大于 6mm 时,长度数字刻在侧面上,如图 0-2 所示。

2. 量块的精度等级

为了满足不同应用场合的需要,我国的标准对量块规定了若干精度等级。

(1) 量块的分级

按《长度计量器具(量块部分)检定系统 JJG 2056—90》的规定,量块的制造精度分为六级:00、0、K、1、2、3级,其中00级的精度最高,精度依次降低,3级最低。量块分“级”的主要依据是量块长度极限偏差和量块长度变动的允许值(见表0-1)。

表0-1 各级量块的精度指标(摘自 JJG 146—94)

标称长度 l (mm)		量 块 制 造 精 度 等 级												
		00级		0级		K级		1级		2级		3级		
		量 块 长 度												
		偏差 $\pm D$	变动量 T_v	偏差 $\pm D$	变动量 T_v	偏差 $\pm D$	变动量 T_v	偏差 $\pm D$	变动量 T_v	偏差 $\pm D$	变动量 T_v	偏差 $\pm D$	变动量 T_v	
大于	到	允 许 值(μm)												
0.5	0.5	0.06	0.05	0.12	0.10	0.20	0.05	0.20	0.10	0.45	0.30	1.0	0.50	
	10	0.06	0.05	0.12	0.10	0.20	0.05	0.20	0.10	0.45	0.30	1.0	0.50	
	10	25	0.07	0.05	0.14	0.10	0.30	0.05	0.30	0.16	0.60	0.30	1.2	0.50
	25	50	0.10	0.06	0.20	0.10	0.40	0.06	0.40	0.18	0.80	0.30	1.6	0.55
50	75	0.12	0.06	0.25	0.12	0.50	0.06	0.50	0.18	1.00	0.35	2.0	0.55	
75	100	0.14	0.07	0.30	0.12	0.60	0.07	0.60	0.20	1.20	0.35	2.5	0.60	
100	150	0.20	0.08	0.40	0.14	0.80	0.08	0.80	0.20	1.60	0.4	3.0	0.65	
150	200	0.25	0.09	0.50	0.16	1.00	0.09	1.00	0.25	2.00	0.4	4.0	0.70	
200	250	0.30	0.10	0.60	0.16	1.20	0.10	1.20	0.25	2.40	0.45	5.0	0.75	

注:符号 l 、 D 、 T_v 的含义见图0-3b。

(2) 量块的分等

按《长度计量器具(量块部分)检定系统 JJG 2056—90》的规定,量块的检定精度分为六等:1、2、3、4、5、6等,其中1等的精度最高,精度依次降低,6等最低。量块分“等”的主要依据是量块测量的不确定度和量块长度变动量的允许值(见表0-2)。

表0-2 各等量块的精度指标(摘自 JJG 146—94)

标称长度 <i>l</i> (mm)		量 块 检 定 精 度 等 级												
		1等		2等		3等		4等		5等		6等		
		量 块 长 度												
		测量的 不确定 度±	变动量 <i>T_v</i>	测量的 不确定 度±	变动量 <i>T_v</i>	测量的 不确定 度±	变动量 <i>T_v</i>	测量的 不确定 度±	变动量 <i>T_v</i>	测量的 不确定 度±	变动量 <i>T_v</i>	测量的 不确定 度±	变动量 <i>T_v</i>	
大于	到	允 许 值(μm)												
0.5	0.5	0.02	0.05	0.06	0.10	0.11	0.16	0.22	0.30	0.6	0.5	2.1	0.5	
	10	0.02	0.05	0.06	0.10	0.11	0.16	0.22	0.30	0.6	0.5	2.1	0.5	
	10	25	0.02	0.05	0.07	0.10	0.12	0.16	0.25	0.30	0.6	0.5	2.3	0.5
	25	50	0.03	0.06	0.08	0.10	0.15	0.18	0.30	0.30	0.8	0.55	2.6	0.55
50	75	0.04	0.06	0.09	0.12	0.18	0.18	0.35	0.35	0.9	0.55	2.9	0.55	
75	100	0.04	0.07	0.10	0.12	0.20	0.20	0.40	0.35	1.0	0.6	3.2	0.6	
100	150	0.05	0.08	0.12	0.14	0.25	0.20	0.50	0.40	1.2	0.65	3.8	0.65	
150	200	0.06	0.09	0.15	0.16	0.30	0.25	0.60	0.40	1.5	0.7	4.4	0.7	
200	250	0.07	0.10	0.18	0.16	0.35	0.25	0.70	0.45	1.8	0.75	5.0	0.75	

注:符号 l 、 T_v 的含义见图0-3b。

量块按“级”使用时,应以量块长度的标称值作为工作尺寸,该尺寸包含了量块的制造误差。量块按“等”使用时,应以经检定后所给出的量块中心长度的实测值作为工作尺寸,该尺寸排除了量块制造误差的影响,仅包含检定时较小的测量误差。因此,量块按“等”使用的精度比量块按“级”使用的高。

3. 量块的使用

两个量块的测量面,或一个量块的测量面与一个辅助体(玻璃或石英)的测量平面之间具有相互研合的能力(研合性)。因此,可以从成套的各种不同尺寸的量块中选取几块适当的量块组成所需要的尺寸。为了减少量块组的长度(尺寸)累积误差,选取的量块块数应尽可能少,通常以不超过四块为宜。选取量块时,从消去所需要的尺寸的最小尾数开始,逐一选取。例如,从83块一套的量块中选取尺寸为36.375mm的量块组,可分别选用1.005mm、1.37mm、4mm和30mm共四块量块。

研合量块组时,首先用优质汽油将选用的各块量块清洗干净,用洁布擦干,然后以大尺寸量块为基础,顺次将小尺寸量块研合上去。研合方法如下:将量块沿着其测量面长边方向,先将两块量块测量面的端缘部分接触并研合,然后稍加压力,将一块量块沿着另一块量块推进,如图0-4所示,使两块量块的测量面全部接触,并研合在一起。

使用量块时要小心,避免碰撞或跌落,切勿划伤其测量面。对于量块组和大尺寸量块,最好用竹镊子夹持,减少手拿量块的时间,以减少手温的影响。量块使用后要立即用优质汽油洗净,用洁布擦去手迹,并涂上防锈油。

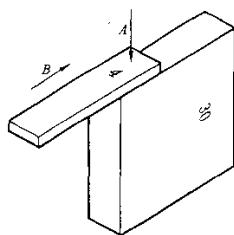


图0-4 量块的研合

A—加力方向; B—推进方向

五、游标尺

游标尺有游标卡尺、游标深度尺、游标高度尺和齿轮卡尺等几种。它们的读数装置都由主尺和游标两部分组成,读数原理和读数方法皆分别相同。它们用于测量线性尺寸。

1. 游标尺的读数原理和读数方法

参看图0-5所示的游标卡尺,装有游标的尺框3可以沿主尺1移动。测量工件时,尺

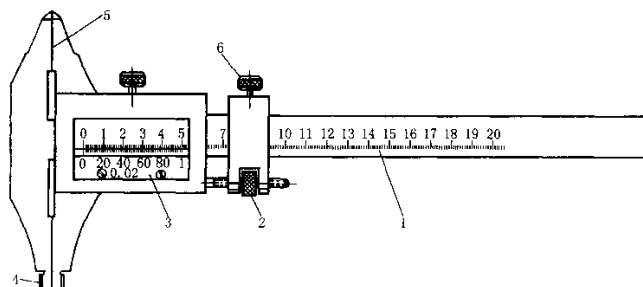


图0-5 游标卡尺

1—主尺; 2—微调螺母; 3—尺框(游标); 4—内、外尺寸测量爪; 5—外尺寸测量爪; 6—锁紧螺钉

框在主尺上移动到适当的位置后,将锁紧螺钉 6 拧紧,再旋转微动螺母 2 还可以使尺框(游标)移动一段不大的距离。两副测量爪 4 和 5 的内测量面都于测量外尺寸,测量爪 4 的外测量面用于测量内尺寸。

被测工件尺寸的整数毫米部分在游标零刻线左边的主尺上读出,比 1mm 小的部分则利用游标读出。游标分度值有 0.1、0.05、0.02mm 等三种。它是指主尺一个或两个刻度间距与游标一个刻度间距的微小差值,如图 0-6 所示。

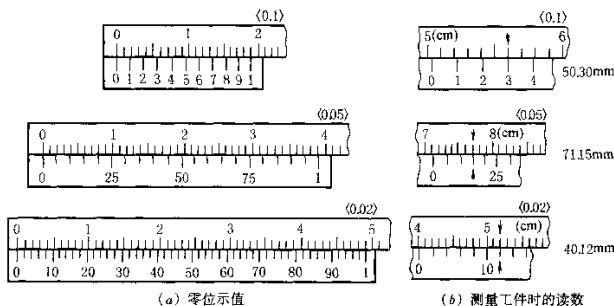


图 0-6 游标卡尺读数方法示例

参看图 0-6a 上边的图,主尺的刻度间距 a 为 1mm,游标的刻度格数 n 为 10,游标的刻度间距 $a' = (2n - 1)a/n = 1.9\text{mm}$ 。因此,分度值 $i = 2a - a' = 0.1\text{mm}$ 。每副测量爪的两个内测量面接触时,主尺和游标的零刻线对齐,游标最后一条刻线至主尺的 19mm 刻线对齐。测量工件时,游标在主尺上移动后的位置如图 0-6b 上边的图所示,游标的零刻线在主尺的 50mm 刻线与 51mm 刻线之间。这就是说,游标相对于主尺移动的距离等于 50mm 加上从主尺的 50mm 刻线至游标的零刻线之间的距离。游标的第 3 条刻线与主尺的 53mm 刻线对齐,因此被测工件的外尺寸等于 $50 + [(56 - 50) - 3 \times 1.9] = 50.3\text{mm}$ 。实际读数时,因为游标的分度值为 0.1mm,所以该被测尺寸等于 $50 + 3 \times 0.1 = 50.3\text{mm}$ 。若被测尺寸为内尺寸,则尚需加上测量爪 4(图 0-5)两个内测量面接触时其两个外测量面之间的距离尺寸。

图 0-6a 中间的图中,主尺的刻度间距 a 为 1mm,游标刻度格数 n 为 20,游标的刻度间距 $a' = (2n - 1)a/n = 1.95\text{mm}$,因此分度值 $i = 2a - a' = 0.05\text{mm}$ 。图 0-6a 下边的图中, $a = 1\text{mm}$, $n = 50$, $a' = (2n - 1)a/n = 1.98\text{mm}$,因此 $i = 2a - a' = 0.02\text{mm}$ 。

综上,用游标卡尺测量工件尺寸时的读数方法如下:首先确定并读出主尺零刻线与游标零刻线之间有多少毫米整数部分,其次看游标上那一条刻线与主尺的某一条刻线对齐,然后用游标分度值乘以游标上对准主尺某刻线的那一条刻线的序号,就得到读数的小数部分。两者相加,就是被测工件尺寸的数值。

2. 游标卡尺的测量不确定度

游标卡尺的测量不确定度见表 0-3。

3. 使用游标卡尺时的注意事项

(1) 被测工件尽量靠近主尺安放

表 0-3 千分尺和游标卡尺的测量不确定度(摘自 JB/Z 181—82)

尺寸范围 (mm)	分度值 0.01mm 外径千分尺	分度值 0.01mm 内径千分尺	分度值 0.02mm 游标卡尺	分度值 0.05mm 游标卡尺
	测量不确定度 u_1 (mm)			
≤ 50	0.004	0.008	0.020	0.050
$> 50 \sim 100$	0.005			
$> 100 \sim 150$	0.006			
$> 150 \sim 200$	0.007	0.013		

注:当采用比较测量时,千分尺的测量不确定度可小于本表规定的数值。

这可以减少卡尺测量爪在测量力的作用下歪斜而引起的测量误差。

(2) 控制测量力

测量力凭测量者的感觉来控制。被测工件在卡尺两测量面间不要被压得太紧,但也不允许松动。

(3) 寻找正确的测量位置

卡尺两测量面接触工件的部位必须正确。图 0-7 为用卡尺测量工件时几种不正确测量部位的示例,图中尺寸 b 为应测量尺寸,尺寸 a 为不正确测出的尺寸。

(4) 正确读数

不要斜视读数,以避免斜视引起的读数误差。

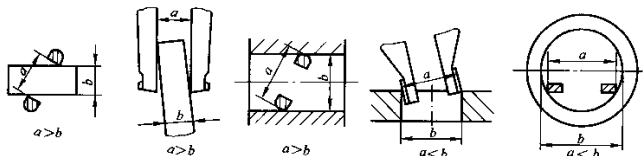


图 0-7 使用卡尺测量时测量部位不正确示例

六、千分尺

千分尺(百分尺)有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺和专用千分尺(如公法线千分尺)等几种。它们都是利用螺旋副运动原理制成的计量器具。它们的读数原理和读数方法皆分别相同。它们用于测量线性尺寸。

1. 千分尺的读数原理和读数方法

参看图 0-8, 外径千分尺的读数装置由固定套管 4 和微分筒 5 两部分组成。固定套管的外面有刻度间距为 0.5mm 的纵向刻线标尺, 里面有螺距为 0.5mm 的调节螺母。微分筒上有等分 50 格的圆周刻度, 并且与螺距为 0.5mm 的测微螺杆 2 固定成一体。测量时, 利用测微螺杆与调节螺母构成的螺旋副, 将微分筒的角位移转换为测微螺杆的轴向直线位移。测微螺杆的轴向位移 x 与微分筒的角位移 φ 的关系为:

$$x = P \cdot \frac{\varphi}{2\pi}$$

式中 P ——测微螺杆的螺距(0.5mm)。

当微分筒旋转一转时, 测微螺杆的轴向位移为 0.5mm; 当微分筒旋转一格时, 测微螺杆的轴向位移为 $0.5/50 = 0.01\text{mm}$, 此即为千分尺的分度值。