

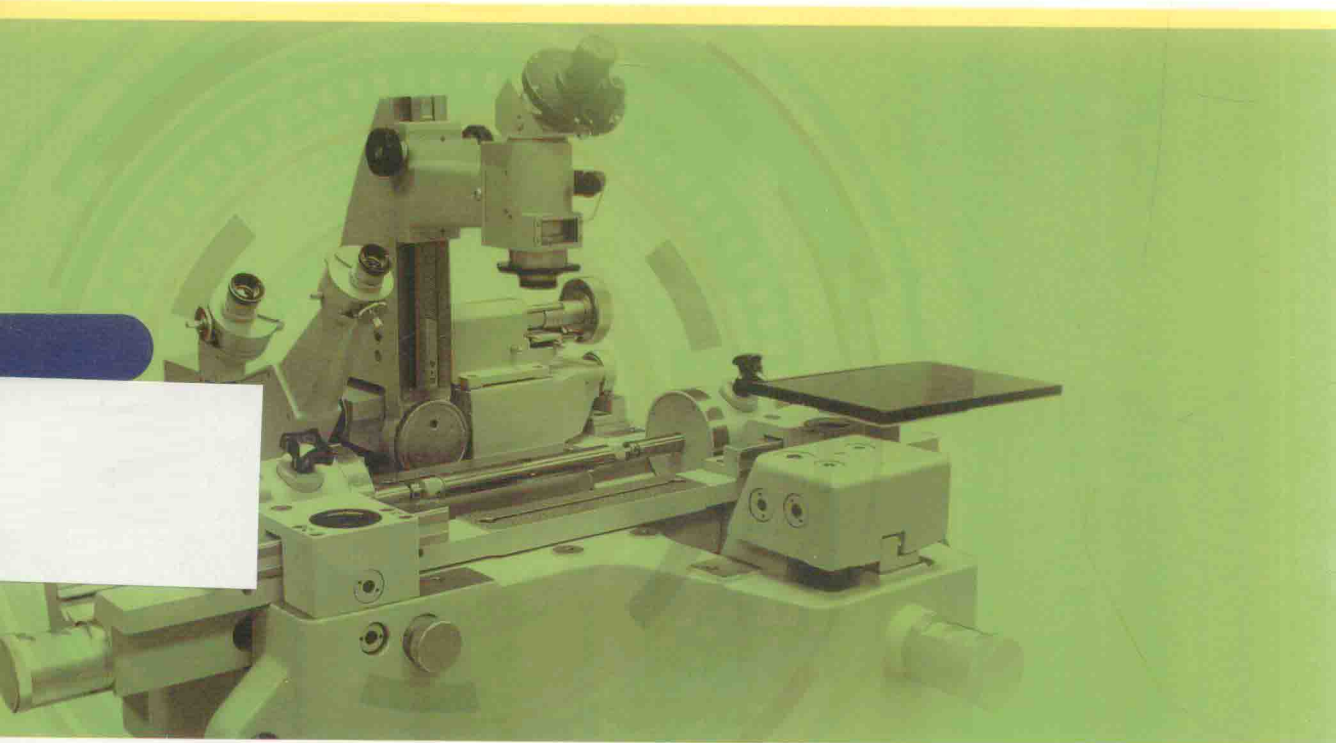


高等学校应用基础型人才培养规划教材

实验实训

互换性与测量技术 实验教程

郭春芬 孙 静 万殿茂 高 丽 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



高等学校应用基础型人才培养规划教材

实验实训

互换性与测量技术 实验教程

编著 郭春芬 孙 静 万殿茂 高 丽



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为高等学校应用基础型人才培养规划教材。全书共 6 章, 主要内容包括几何量测量基础知识、线性尺寸测量、形状和位置误差的测量、表面粗糙度的测量、齿轮测量、设计性实验。书后附有实验报告。

本书可作为高等学校机械类相关专业的互换性与测量技术实验教程。

图书在版编目 (CIP) 数据

互换性与测量技术实验教程 / 郭春芬等编著. —北京: 中国电力出版社, 2015. 3

高等学校应用基础型人才培养规划教材. 实验实训
ISBN 978-7-5123-7288-7

I. ①互… II. ①郭… III. ①零部件—互换性—实验—高等学校—教材②零部件—测量—实验—高等学校—教材 IV. ①TG801-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 040353 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 3 月第一版 2015 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 4.75 印张 109 千字

定价 9.50 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

主 任 魏绍亮

副主任 韩宝坤 时连君 孙 静

委 员 万殿茂 郭春芬 梁慧斌

陈庆光 李志敏 王京生

邓 昱 刘 梅 高 峰

序

山东特色名校工程,是山东省为解决省内高等学校面临的办学模式单一、同质化倾向明显、学科专业结构不能够适应经济社会发展等问题而实施的教育改革,即在省内地方高校中遴选一批不同类型的人才培养特色名校,进行重点建设。山东特色名校工程被誉为“山东省版 211 工程”或“鲁版 211 工程”。名校工程突出“分类指导、内涵发展、强化特色、提高质量”的主题,推动高校科学发展,建设一批在深化教育教学改革、创新人才培养模式、提高人才培养质量、增强社会服务能力等方面发挥示范带动作用的高校,形成层次类别清晰、具有山东特色的高等教育体系。

山东科技大学作为第一批重点建设的应用基础型特色名校之一,紧紧把握机遇,全面启动名校建设工作。机械设计制造及其自动化、土木工程、采矿工程等专业是特色名校建设的重点专业,学校计划通过 3 年名校工程重点专业建设,将重点建设的专业建设成为在工程领域中专业特色鲜明、办学优势突出,人才培养、科学研究、社会服务、管理水平和毕业生质量均达到国内先进水平的,且具有较高知名度的特色专业。要培养具有“宽口径、厚基础、强能力、高素质”特征的具有创新意识的人才。要培养具有创新意识的人才,实践教学所占的地位十分重要。众多发明创造都来自于实验。因此,营造一个较好的实验、实践环境,建立一套完善的实践体系,因此编写一套高质量的实验、实践教材是基本的保证。

按照山东省特色名校建设的要求,学校组织以实验室教师为主,任课教师积极参与,制订了一套具有创新意识的实验、实践教改方案。经过有关专家论证,结合一线实验教师、任课教师的多年实践教学经验,组织编写了这套高等学校应用基础型人才培养规划教材·实验实训系列教材,包括流体力学实验教程、机械原理实验教程、传感器系统实验教程、汇编语言与接口技术实验教程、互换性与测量技术实验教程。

该套教材主要特点如下:

- (1) 注重学生动手能力培养,加强实践、培养兴趣、积极创新的理念。
- (2) 符合教学规律,实现了循序渐进,实验分为验证性实验、综合性实验、创新性实验和设计性实验 4 个层次。
- (3) 实现了内容的优化组合,突出了先进性和实用性。

该套教材可以作为本校或者外校相同、相近专业学生的实验指导教材,也可以作为教师和工程技术人员的设计参考书。

2014 年 12 月

前 言

互换性与测量技术基础或几何量公差与检测课程是机械类、近机类各专业的专业基础课程,课程的实验是课程学习的重要环节,对培养学生的分析能力和实践能力有着重要的作用。通过本实验课的学习,可以加深学生对几何量公差与检测的基础理论知识的理解与掌握,了解测量的基本原理和基本方法,学会正确使用常见计量器具和处理测量数据的方法,对从事机械设计、机械制造、计量检测等人员具有重要意义。

本书共分为6章,包括几何量测量基础知识、线性尺寸测量、形状和位置误差的测量、表面粗糙度的测量、齿轮测量、设计性实验,并在书后附有实验报告。其中,设计性试验要求学生在完成前面单项实验的基础上,结合几何量公差与检测或互换性与测量技术基础课程的理论知识,根据要求的检测项目,自己设计实验步骤,选用相应的量具和量仪,并对测量数据进行分析 and 判断,以实验小组的形式协作完成。

本书由山东科技大学组织编写,由郭春芬、孙静、万殿茂、高丽编著。

由于水平和时间有限,书中难免存在不妥之处,欢迎批评与指正。

编 者

2014年12月

实验须知

1. 实验注意事项

- (1) 按时到实验室上实验课, 不得迟到早退。
- (2) 进入实验室要保持安静, 不得高声谈笑, 不准抽烟, 不准随地吐痰和乱扔纸屑杂物。
- (3) 不准动用与本实验无关的仪器设备和室内设施。
- (4) 实验前要预习, 认真阅读实验指导书, 复习有关理论知识, 并接受教师的检查。
- (5) 一切准备工作就绪后, 须经指导老师同意, 方可动用仪器设备, 进行实验。
- (6) 实验中要细心观察, 认真记录实验数据, 不准马虎从事, 抄袭他人数据。
- (7) 实验中要注意安全, 严格遵守操作规程, 若仪器发生故障, 应立即报告教师进行处理, 不得自行拆卸。
- (8) 实验完毕后, 必须断电、断水, 整理好仪器设备、量具、样件等, 经教师允许后方可离开实验室。
- (9) 不遵守实验守则经指出而不改正者, 教师有权停止其实验。

2. 实验报告要求

实验报告是考核学生实验学习成绩和评估教学质量的重要依据, 要求每个学生独立完成。实验报告要求书写工整, 记录数据可靠, 图、表清晰, 内容完整。

实验报告一般包括下列内容:

- (1) 实验名称。
- (2) 所用量仪、量具名称及规格。
- (3) 测量原理简述。
- (4) 实验数据记录。
- (5) 测量数据处理及实验结论。
- (6) 回答思考题。

目 录

序

前言

实验须知

第 1 章 几何量测量基础知识	1
1.1 计量器具的常用术语	1
1.2 测量方法	3
1.3 测量误差的来源和分类	4
1.4 计量器具的选择	5
1.5 常用计量器具的测量原理、基本结构与使用方法	6
第 2 章 线性尺寸测量	15
2.1 用立式光学比较仪测量外径实验	15
2.2 用内径百分表测量孔径实验	18
第 3 章 形状和位置误差的测量	21
3.1 用平面度检查仪测量直线度误差实验	21
3.2 测量平面度误差、平行度误差和位置度误差实验	25
3.3 测量径向全跳动、径向和端面圆跳动实验	31
第 4 章 表面粗糙度的测量	33
4.1 用粗糙度仪测量表面粗糙度实验	33
第 5 章 齿轮测量	37
5.1 齿轮公法线长度偏差的测量实验	37
5.2 齿轮径向跳动的测量实验	40
第 6 章 设计性实验	43
附录 互换性与测量技术实验报告	45
参考文献	66

第1章 几何量测量基础知识

1.1 计量器具的常用术语

(1) 刻度间距。计量器具的刻度标尺或分度盘上相邻两条刻线之间的距离称为刻度间距。如图 1-1(a) 所示的游标卡尺尺身上相邻两条刻线之间的距离为 1mm, 则该尺身的刻度间距即为 1mm。

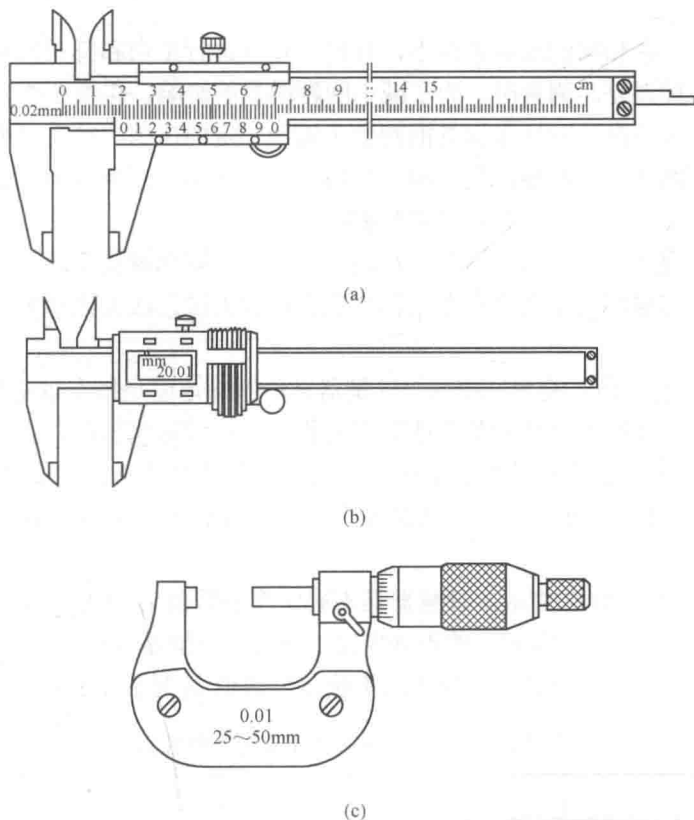


图 1-1 线性尺寸测量基本计量器具

(a) 游标卡尺; (b) 数显游标卡尺; (c) 外径千分尺

(2) 分度值(刻度值)。计量器具的刻度标尺或分度盘上最小格所代表的被测尺寸的数值称为分度值, 又称刻度值。如图 1-1(a) 所示的游标卡尺的游标上每一小格刻度代表的被测尺寸是 0.02mm, 则该卡尺的分度值即为 0.02mm。

(3) 示值范围。计量器具的刻度标尺或分度盘上所指示的起始值到终止值的范围称为示值范围。如图 1-1(a) 所示的游标卡尺的示值范围是 150mm; 图 1-1(c) 所示的外径千分尺的示值范围是 25mm。

(4) 测量范围。计量器具所能够测量的最小尺寸与最大尺寸之间的范围称为该计量器具

的测量范围。如图 1-1 (a) 所示的游标卡尺的测量范围是 0~150mm; 图 1-1 (c) 所示的外径千分尺的测量范围是 25~50mm。测量范围与示值范围的含义不同, 不能混为一谈。

(5) 示值误差。计量器具指示的测量值与被测量真值之差称为示值误差。它是由计量器具本身的各种误差所引起的。

(6) 修正值。计量器具的指示值减去或加上一个误差值等于被测量值的实际值, 所减去或加上的这个值称为修正值, 它与示值误差在数值上相等, 但符号相反。

(7) 示值变化 (示值稳定性)。在外界条件不变的情况下, 用计量器具对同一个尺寸进行重复多次的测量时, 计量器具的指示值不会每次都完全相同。把各次显示值的最小到最大值之间所包含的范围称为示值变化。在计量器具的检定规程中, 一般要给出示值变化的允许范围。

(8) 回程误差。在相同的测量条件下, 对同一尺寸进行正向和反向测量时, 测量结果之差的绝对值称为回程误差。测量时, 为了减小回程误差的影响, 应按一个方向进行测量。

(9) 测量力。测量时, 对计量器具的测量头施加一定的压力, 使之与被测零件表面相接触, 这个压力称为测量力。测量力是影响测量精度的因素之一, 测量力应适当。当测量力过大时, 有可能造成计量器具的永久变形甚至损坏。

(10) 放大比。使用量仪进行测量时, 被测尺寸的微小变动就会引起量仪指示元件的较大移动量。该移动量与被测尺寸变化量之比称为量仪的放大比。放大比越大, 量仪的测量精度越高。

(11) 计量器具的不确定度允许值 u_1 。计量器具的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使被测尺寸的值不能确定的程度。在实际测量时, 为了保证测量值的准确度, 要求选用的计量器具的不确定度在一个允许的范围之内, 这个范围就是计量器具的不确定度值 u_1 。还有由温度、工件形状误差及测量力造成的压陷效应等因素引起的不确定度值 u_2 。

(12) 计量器具的不确定度 u_L 。计量器具不确定度的数值 u_L 包括计量器具本身的不确定度和调整器 (如千分尺的校对量杆) 的不确定度。不同的计量器具具有不同的不确定度数值。常用游标卡尺、千分尺和千分表、百分表的不确定度数值 u_L 见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1

常用游标卡尺、千分尺的不确定度数值 u_L

mm

尺寸范围	不确定度数值 u_L			
	千 分 尺		游 标 卡 尺	
	分度值 0.01 外径千分尺	分度值 0.01 内径千分尺	分度值 0.02 游标卡尺	分度值 0.05 游标卡尺
>0~50	0.004	0.008	0.020	0.05
>50~100	0.005			
>100~150	0.006			
>150~200	0.007	0.013		0.100
>200~250	0.008			
>250~300	0.009			

续表

尺寸范围	不确定度数值 u_L			
	千 分 尺		游 标 卡 尺	
	分度值 0.01 外径千分尺	分度值 0.01 内径千分尺	分度值 0.02 游标卡尺	分度值 0.05 游标卡尺
>300~350	0.010	0.020	—	0.100
>350~400	0.011			
>400~450	0.012			
>450~500	0.013	0.025		
>500~600	—	0.030		
>600~700	—			
>700~1000	—			0.150

表 1-2 常用千分表、百分表的不确定度数值 u_L mm

尺寸范围	不确定度数值 u_L				
	千分表		百分表		
	分度值 0.001 的千分表 (0 级在全量程范围内, 1 级在 0.2mm 范围内) 分度值 0.002 的千分表 (在 1 转范围内)	分度值 0.001 (1 级)、 0.002、0.005 的千分表(在 全量程范围内)	分度值 0.01 的 百分表(0 级在 1 转范围内)	分度值 0.01 的百 分表(0 级在全量 程范围内, 1 级在 1 转范围内)	分度值 0.01 的百 分表(1 级在全量 程范围内)
>0~25	0.005	0.10	0.10	0.018	0.030
>25~40					
>40~65					
>65~90					
>90~115					
>115~165	0.006	0.10	0.10	0.018	0.030
>165~215					
>215~265					
>265~315					

1.2 测 量 方 法

1.2.1 按实测几何量是否为被测几何量分类

按实测几何量是否为被测几何量分为直接测量和间接测量。

(1) 直接测量。直接测量是指用计量器具直接测量出被测几何量的量值。例如, 用游标卡尺测量轴径或孔径的大小。

(2) 间接测量。间接测量是指被测几何量的量值不是直接测出,而是通过测量与被测几何量有关的几何参数值并按一定的函数关系运算后获得。例如,用弦高法测量圆弧直径。间接测量比直接测量要烦琐,一般当被测几何量不易直接测量时,才采用间接测量的方法。

1.2.2 按计量器具的示值是否直接表示被测几何量的量值分类

按计量器具的示值是否直接表示被测几何量的量值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,用游标卡尺测量轴径或孔径的大小。

(2) 相对测量。相对测量是指计量器具显示或表示的示值表示被测几何量相对于标准量的偏差,被测几何量的量值为标准量与该偏差的代数和。例如,用内径百分表测量孔径,先用尺寸为 l 的量块调整好仪器的零位,测量时百分表显示的示值 Δx 为被测孔径 d 相对于量块尺寸的偏差,则 $d = l + \Delta x$ 。

1.2.3 按测量时计量器具的测头是否与被测表面接触分类

按测量时计量器具的测头是否与被测表面接触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,并有机作用力的测量力。例如,用机械比较仪测量轴径。

(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。非接触测量可避免测量力对测量结果的影响。例如,用光切显微镜测量表面粗糙度轮廓的最大高度。

1.2.4 按一次测量几何量的多少分类

按一次测量几何量的多少分为单项测量和综合测量。

(1) 单项测量。单项测量是指对工件上的几个被测几何量分别进行独立的测量。

(2) 综合测量。综合测量是指同时测量工件上相关几何量的综合指标。综合测量一般效率较高,对保证零件的互换性更为可靠,常用于完工零件的检验。

1.2.5 按被测零件在测量过程中的状态分类

按被测零件在测量过程中的状态分为静态测量和动态测量。

(1) 静态测量。静态测量是指测量时计量器具的测头与被测表面相对静止。例如,用游标卡尺测量轴径。

(2) 动态测量。动态测量是指测量时计量器具的测头与被测表面做模拟工作状态下的相对运动。

1.3 测量误差的来源和分类

1.3.1 测量误差的来源

测量误差的来源是多方面的,其主要的来源有以下五个方面:

(1) 标准件误差。对于长度测量器具来讲,校准用的量块等器具即为标准件。它们本身的误差将影响被校量具的准确度。

(2) 测量方法误差。由于测量方法和被测工件安装方式的不同所引起的误差,或者因量具或被测工件的位置不正确而产生的误差,称为测量方法误差。为了减小因定位造成的测量

方法误差,在测量中应遵守基准面统一的原则。

(3) 计量器具误差。影响计量器具误差的因素主要有计量器具的工作原理、结构、制造和调整的水平,以及测量时操作人员的调整及操作技术水平等;在接触测量时,测量力的大小也会造成一定的误差。

(4) 环境条件引起的误差。测量时的环境条件,例如环境温度、湿度、大气压力、空气的清洁度、振动等因素引起的测量误差即为环境条件引起的误差。在一般测量中,温度变化所引起的误差是主要的。

(5) 测量人员引起的误差。测量人员引起的误差主要来自于测量态度、技术水平、熟练程度、分辨能力、操作习惯等。

1.3.2 测量误差的分类

测量误差主要分为系统误差、随机误差和粗大误差。

(1) 系统误差。系统误差又称为规律误差。它是在一定的测量条件下,对同一个被测量尺寸进行多次重复测量时,误差值的大小和符号(正值或负值)保持不变;或者在条件变化时,按一定规律变化的误差。这种误差可以通过实验分析或计算加以确定,若能在测量结果中加以相应的修正,该误差还能减小甚至消除。

(2) 随机误差。随机误差又称偶然误差,是指在相同的测量条件下,对同一个被测量尺寸进行多次重复测量时,误差值的大小和符号发生不可预知的变化的误差。随机误差不能像系统误差那样通过实验分析或计算加以确定,也就不能用修正的方法加以消除,只能用增加重复测量次数的方法,来减小它对测量结果的影响。

(3) 粗大误差。粗大误差是指由于测量不正确等原因引起的明显歪曲测量结果的误差或大大超出规定条件下预期的误差。粗大误差主要是操作方法不正确或测量人员的主观因素造成的。例如,使用了有缺陷的量具,操作时疏忽大意,读数、记录、计算的错误等。

1.4 计量器具的选择

1.4.1 计量器具的选择原则

选择计量器具的主要依据是被测工件,具体要求如下:

(1) 根据被测工件的测量要素:外径尺寸、内径尺寸、角度、锥度、圆弧等。

(2) 根据被测工件的批量。批量较小时,应选用通用量具(或称万能量具);批量较大时,应使用专用量具。

(3) 根据被测工件的特点(如被测部位、材料、质量、刚性、表面粗糙度等)选择适当的量具。例如,测量较软的铝、铜等材料制成的工件时,就不能选用测量力较大的计量器具;测量表面粗糙的工件时,则不可使用测量面精度等级较高的量具。

(4) 根据被测工件的尺寸大小选择计量器具的测量范围。

(5) 根据被测工件的尺寸公差大小选择计量器具的精度。公差较大的工件,选用较低精度的量具;反之,则选用较高精度的量具。

1.4.2 安全裕度 A

为保证工件的实际尺寸不超过图纸规定的公差带,按照从图纸规定的最大实体尺寸和最

小实体尺寸分别向工件公差带内移动一个尺寸值进行检验, 这个尺寸值称为安全裕度。安全裕度 A 值主要由测量器具的不确定度允许值 u_1 及测量条件引起的测量不确定度允许值 u_2 两部分组成。

表 1-3 安全裕度和计量器具不确定度允许值

工件的尺寸公差值	安全裕度 A	计量器具不确定度允许值 $u_1=0.9A$
$>0.009\sim0.018$	0.001	0.009
$>0.018\sim0.032$	0.002	0.0018
$>0.032\sim0.058$	0.003	0.0027
$>0.058\sim0.100$	0.006	0.0054
$>0.100\sim0.180$	0.010	0.009
$>0.180\sim0.320$	0.018	0.016
$>0.320\sim0.580$	0.032	0.029
$>0.580\sim1.000$	0.060	0.054
$>1.000\sim1.800$	0.100	0.090
$>1.800\sim3.200$	0.180	0.160

1.4.3 计量器具的选择方法

(1) 根据被测工件的尺寸公差, 由表 1-3 查出安全裕度 A 和计量器具的不确定度允许值 u_1 。

(2) 根据被测工件的尺寸范围, 对计量器具不确定度的数值 u_L 进行选择, 要求所选的计量器具不确定度的数值 u_L 不大于计量器具的不确定度允许值 u_1 , 即 $u_L \leq u_1$ 。

(3) 确定被测工件的验收极限值。

1.5 常用计量器具的测量原理、基本结构与使用方法

1.5.1 量块

1. 量块的特点

量块是一种长度计量器具, 是长度量值传递系统中的实物标准, 在机械制造中作为长度基准使用。因为量块精度极高, 它还具有以下作用:

(1) 生产中用于检定和校准测量工具或量仪。

(2) 相对测量时用于调整量具或量仪的零位。

(3) 有时直接用于精密测量、精密划线和精密机床、夹具的调整剂检验工件等。

量块的形状为长方形六面体, 一般用优质钢制造, 或者用具有线胀系数小、性能稳定、耐磨及不易变形的其他材料制造, 有两个相互平行且极为光滑的测量面和四个非测量面, 两测量面之间有精确的尺寸, 如图 1-2 (a) 所示。量块还具有良好的研合性, 可以将多个固定尺寸的量块组成一个量块组, 构成所需要的尺寸。研合量块组时, 以大尺寸量块为基础, 顺次将小尺寸量块研合上去。操作时, 沿着量块测量面长边方向 A , 先将量块测量面的端缘部

分接触研合, 然后沿 B 方向稍加压力, 将一量块沿着另一量块推进, 使两块量块的测量面全部接触研合, 如图 1-2 (b) 所示。

2. 量块的尺寸与偏差

(1) 量块长度 l_0 是指量块一个测量面上的任意点到与其相对的另一测量面相研合的辅助体表面之间的垂直距离。

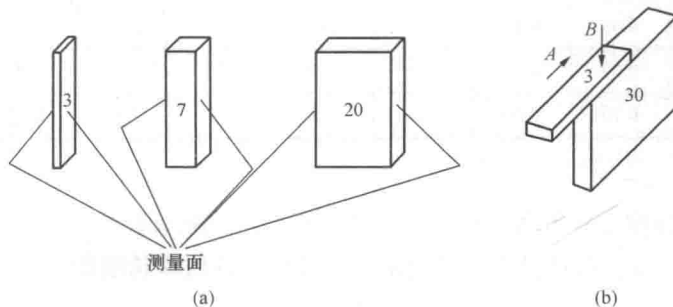


图 1-2 量块

(a) 量块示意; (b) 量块的研合

(2) 量块的中心长度 l_c 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) 量块的标称长度 l_n 标记在量块上用以表明其与主单位 (m) 之间关系的量值。通常其标称长度数字刻印在面积较大的侧面上, 对于标称长度小于 5.5mm 的量块, 其标称长度数字刻印在测量面上。

(4) 量块长度变动量 v 是指量块测量面上任意点长度中的最大长度与最小长度之差。

(5) 量块长度偏差是指任意点的量块长度与其标称长度之差。

(6) 量块长度极限偏差是指量块长度偏差的极限值, 即量块长度变动量的极限值。

3. 量块的精度等级

量块按其制造精度分为五级, 即 K、0、1、2、3, 其中, K 级精度最高, 3 级精度最低, K 级为校准级。量块分级的主要依据是量块长度的极限偏差与长度变动量允许值 (见表 1-4)。

表 1-4 各级量块的精度指标 (摘自 JJG 146—2011)

量块的标准长度 l_n (mm)	K 级		0 级		1 级		2 级		3 级	
	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$
μm										
$l_n \leq 10$	0.20	0.05	0.12	0.10	0.20	0.16	0.45	0.30	1.0	0.50
$10 < l_n \leq 25$	0.30	0.05	0.14	0.10	0.30	0.16	0.60	0.30	1.2	0.50
$25 < l_n \leq 50$	0.40	0.06	0.20	0.10	0.40	0.18	0.80	0.30	1.6	0.55
$50 < l_n \leq 75$	0.50	0.06	0.25	0.12	0.50	0.18	1.00	0.35	2.0	0.55
$75 < l_n \leq 100$	0.60	0.07	0.30	0.12	0.60	0.20	1.20	0.35	2.5	0.60

续表

量块的标准长度 l_n (mm)	K 级		0 级		1 级		2 级		3 级	
	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	量块长度极限偏差 $\pm t_e$	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$
	μm									
$100 < l_n \leq 150$	0.80	0.08	0.40	0.14	0.80	0.20	1.60	0.40	3.0	0.65
$150 < l_n \leq 200$	1.00	0.09	0.50	0.16	1.00	0.25	2.0	0.40	4.0	0.70
$200 < l_n \leq 250$	1.20	0.10	0.60	0.16	1.20	0.25	2.4	0.45	5.0	0.75

注 距离量块测量面边缘 0.8mm 范围内不计。

量块按其检定精度分为 6 等, 即 1、2、3、4、5、6 等, 其中, 1 等精度最高, 6 等精度最低。量块分等的主要依据是量块长度测量不确定度允许值和长度变动量允许值 (见表 1-5)。

表 1-5

各等量块的精度指标 (摘自 JJG 146—2011)

量块的标准长度 l_n (mm)	1 等		2 等		3 等		4 等		5 等	
	测量不确定度的允许值	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	测量不确定度的允许值	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	测量不确定度的允许值	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	测量不确定度的允许值	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$	测量不确定度的允许值	长度变动量 v 的允许值 $\pm t_v$
	μm									
$l_n \leq 10$	0.022	0.05	0.06	0.10	0.11	0.16	0.22	0.30	0.6	0.50
$10 < l_n \leq 25$	0.025	0.05	0.07	0.10	0.12	0.16	0.25	0.30	0.6	0.50
$25 < l_n \leq 50$	0.030	0.06	0.08	0.10	0.15	0.18	0.30	0.30	0.8	0.55
$50 < l_n \leq 75$	0.035	0.06	0.09	0.12	0.18	0.18	0.35	0.35	0.9	0.55
$75 < l_n \leq 100$	0.040	0.07	0.10	0.12	0.20	0.20	0.40	0.35	1.0	0.60
$100 < l_n \leq 150$	0.05	0.08	0.12	0.14	0.25	0.20	0.50	0.40	1.2	0.65
$150 < l_n \leq 200$	0.06	0.09	0.15	0.16	0.30	0.25	0.6	0.40	1.5	0.70
$200 < l_n \leq 250$	0.07	0.10	0.18	0.16	0.35	0.25	0.7	0.45	1.8	0.75

注 距离量块测量面边缘 0.8mm 范围内不计。

量块按“级”使用时, 是以标记在量块上的标称长度为工作尺寸, 该尺寸包含了量块实际制造误差。按“等”使用时, 则是以量块检定后给出的实测中心长度作为工作尺寸, 该尺寸排除了量块的制造误差, 但包含了量块检定时的测量误差。一般来说, 检定时的误差要比量块的制造误差小得多, 所以, 量块按“等”使用的精度比按“级”使用的精度高。

4. 量块的组合选用

量块具有研合性, 可以组合使用, 为了减小误差, 使用方便, 一般的使用原则是选用最少的量块数量, 组成所需尺寸的量块组, 通常以不超过四块为宜。我国成套生产的量块有 83 块、38 块、20 块等几种规格。83 块一套的量块尺寸排列如下:

间隔 0.01mm, 从 1.01、1.02、…、1.49, 共 49 块;

间隔 0.1mm, 有 1.6、1.7、1.8、1.9, 共 4 块;

间隔 0.5mm, 从 0.5、1、1.5、…、9.5, 共 19 块;

间隔 10mm, 从 10、20、…、100, 共 10 块;

1.005mm, 1 块。

选用量块组合时, 应该从能够去掉所需尺寸的最小尾数开始, 依次选取。例如, 用 83 块一套的量块组合尺寸 33.355, 可以选用尺寸 1.005、1.35、1、30mm 四块量块组合。

1.5.2 游标类量具

游标类量具是利用游标读数原理制成的一种常用量具, 它具有结构简单、使用方便、测量范围大等特点, 主要用于测量线性尺寸。常用的游标类量具有游标卡尺、深度游标卡尺、高度游标卡尺, 它们的读数原理和读数方法相同, 区别是测量面的位置不同。

1. 游标量具的结构

游标量具的主体是一个刻有刻度的尺身, 沿着尺身滑动的尺框上装有游标和微动装置, 常用读数格式的游标卡尺的结构如图 1-3 所示。游标分度值有 0.1、0.05、0.02mm 三种。

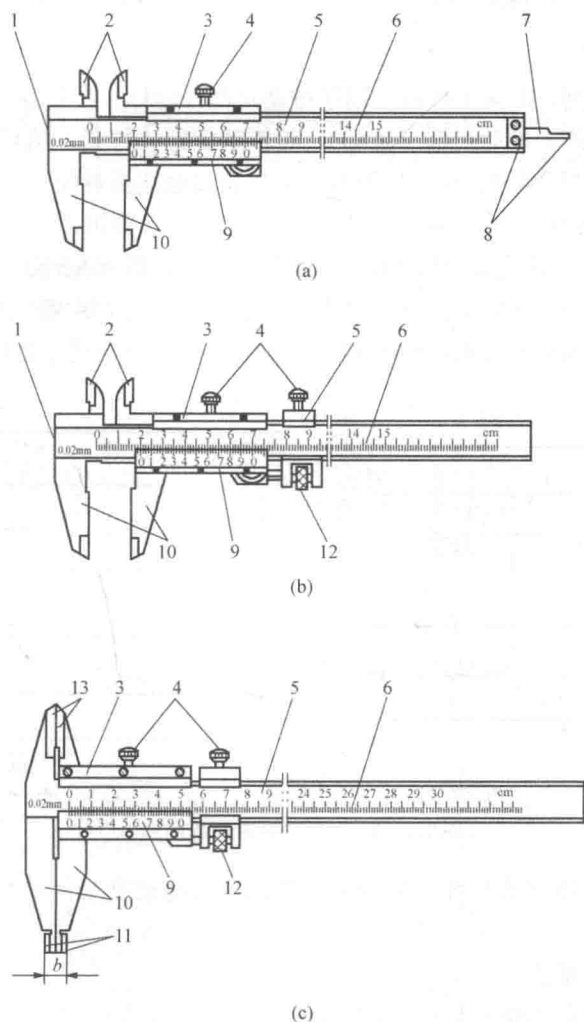


图 1-3 游标卡尺的结构 (一)

(a) I 型; (b) II 型; (c) III 型