



PUTONG GAODENG JIAOYU JIDIAN ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

• 普通高等教育机电专业规划教材



Zonghe Shiyan Jiaocheng

机械基础 综合实验教程

姚伟江 李秋平 陈东青 编写



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

普通高等教育机电专业规划教材

机械基础综合实验教程

姚伟江 李秋平 陈东青 编写

图书在版编目(CIP)数据

机械基础综合实验教程/姚伟江,李秋平,陈东青编写. —北京:中国轻工业出版社,2014.6

普通高等教育机电专业规划教材

ISBN 978-7-5019-9712-1

I. ①机… II. ①姚… ②李… ③陈… III. ①机械学—实验—高等学校—教材 IV. ①TH11—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 062951 号

责任编辑:王 淳 责任终审:劳国强 封面设计:锋尚设计
版式设计:宋振全 责任校对:吴大鹏 责任监印:张 可

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印 刷:北京君升印刷有限公司

经 销:各地新华书店

版 次:2014年6月第1版第1次印刷

开 本:710×1000 1/16 印张:10

字 数:250千字

书 号:ISBN 978-7-5019-9712-1 定价:23.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网 址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

140310J1X101ZBW

目 录

1 绪论	1
1.1 机械基础综合实验课程的重要性及任务	1
1.2 机械基础综合实验课程的主要内容	2
1.3 机械基础综合实验课程的要求	2
2 基本物理量测量技术基础	3
2.1 测量概述	3
2.2 测量标准和量纲单位	4
2.3 常用机械测量器具的认识	5
2.4 常用传感器的认识	12
3 实验数据的误差分析与处理	17
3.1 测量误差的定义	17
3.2 实验误差的分类	18
4 实验设计方法	21
4.1 概述	21
4.2 单因子实验设计	21
4.3 正交设计	24
4.4 均匀设计	27
5 认知实验	32
5.1 概述	32
5.2 机械原理认知实验	32
5.3 机械设计认知实验	33
5.4 热处理工艺认知实验	34
6 基础实验	39
6.1 概述	39
6.2 低碳钢和铸铁的拉伸实验	39
6.3 低碳钢和铸铁的扭转实验	42

6.4	低碳钢和铸铁的冲击实验	44
6.5	纯弯曲梁横截面上的正应力实验	46
6.6	弯扭组合实验	51
6.7	材料弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定实验	55
6.8	齿轮范成原理实验	59
6.9	轴的综合测量实验	62
6.10	用内径百分表测量齿轮内孔实验	69
6.11	直线度误差的测量实验	71
6.12	单个齿距偏差及齿距累积总偏差测量实验	75
6.13	金相显微样品的制备及金相显微镜的使用实验	78
6.14	金相显微镜的原理及使用方法实验	83
7	综合性实验	89
7.1	概述	89
7.2	齿轮公法线平均长度偏差的测量实验	89
7.3	齿轮径向综合偏差和一齿径向综合偏差的测量实验	92
7.4	齿轮径向跳动的测量实验	94
7.5	齿轮齿厚偏差的测量实验	97
7.6	用工具显微镜测量外螺纹参数实验	99
7.7	轮廓与表面形状测量实验	104
7.8	平面机构运动简图测绘实验	107
7.9	回转构件动平衡实验	109
7.10	机械系统动力学调速实验	114
7.11	齿轮参数测量实验	117
7.12	单个螺栓联接动静态综合实验	121
7.13	设计型带传动实验	126
7.14	机械传动性能综合实验	131
7.15	减速器拆装与结构分析实验	140
8	设计创新性实验	142
8.1	概述	142
8.2	机构组合创新设计实验	142
	参考文献	155

1 绪 论

1.1 机械基础综合实验课程的重要性及任务

1.1.1 机械基础综合实验课程的重要性

实验一般指科学实验,即自然科学实验。实验是根据一定的目的(或要求),运用必要的手段和方法,在人为控制的条件下,模拟自然现象来进行研究、分析,从而认识各种事物的本质和规律的方法。实验是科学研究的重要方法之一,是人们正确认识客观世界、评价理论科学性与真理性的标准,同时对提高生产力水平起到巨大的推动作用。实验技术在工程实践中得到了广泛的应用,实验课程对于培养学生掌握科学实验的基本方法和技能具有十分重要的意义。

机械工业与机械工程是国家经济建设的支柱产业和支柱学科之一,而且是基础产业与基础学科之一。随着科学技术的不断发展,对机械学科和机械类专业人才也提出了更高的要求。高等院校工科学生,尤其是机械类专业的学生,要求具有较高的实践能力和综合设计能力。实验正是培养学生具有这些能力的极好的教学环节。实验教学是高等院校理工科专业教学中重要的组成部分,它不仅是学生获得知识的重要途径,而且对培养学生的自学能力、工作态度、实际工作能力、科学研究能力和创新能力具有十分重要的作用。

1.1.2 机械基础综合实验课程的任务

机械基础综合实验课程涵盖工程力学、互换性与技术测量、机械原理、机械设计、机械工程材料等课程。这些课程是重要的技术基础课程,是连接基础课与专业课的重要环节。机械基础综合实验课程要实现的任务是:

- (1)通过实验加深对所学知识的理解;
- (2)能够熟练操作仪器、设备,完成实验目标;
- (3)具有能利用测试设备和仪器进行采集、分析及处理实验数据和实验误差的综合分析能力;
- (4)培养学生善于观察、分析观察事物和现象的习惯,并能综合思考的良好学风,训练理性思维,在严谨的科学实验中提高科学实验能力;
- (5)培养学生综合运用所学专业知识和进行方案设计的能力,为将来进行工程实践打下坚实基础。

1.2 机械基础综合实验课程的主要内容

1.2.1 机械基础综合实验课程的指导思想

机械基础综合实验课程以机械基础实验方法自身的系统为主线设置实验课,成绩单独考核和计分。实验课的教学内容满足课程的基础教学同时更加注重培养学生的创新能力和综合设计能力。将实验分成认知实验、基础实验、综合性实验、设计创新性实验等,可以根据教学内容进行不同的安排,符合因材施教的原则。

1.2.2 机械基础综合实验课程的主要内容

本实验教程的主要内容有四部分:

(1)实验的基本知识,包括基本物理量测量技术基础、实验数据的误差分析与处理、实验设计方法。

(2)基础实验,包括认知实验、基础实验等。满足教学的要求,帮助学生理解课程内容。

(3)综合性实验,包括互换性与技术测量、机械原理、机械设计等相关课程开设的综合性实验,要求学生综合运用所学知识完成实验要求。

(4)设计创新性实验,包括机构组合创新设计实验。学生根据设计要求独立完成包括实验设备、实验方法、实验途径等方面的设计。

1.3 机械基础综合实验课程的要求

机械基础综合实验课程是机械工程实验教学的重要组成部分,是机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的主要内容之一。学生通过本课程的学习和实验实践,要求掌握下面的基本内容:

(1)科学实验的作用及其重要意义。

(2)熟悉和掌握机械基础综合实验常用的仪器和装置的使用。

(3)掌握机械基础综合实验的实验原理、实验方法、测试技术、数据采集、误差分析与处理等基本理论和基本技能。

(4)熟悉和掌握机械基础实验设计方法。

2 基本物理量测量技术基础

2.1 测量概述

测量是利用合适的工具,确定某个给定对象在某个给定属性上的量的程序或过程。在机械基础实验中,需要测量的量很多,包括力、位移、速度、几何量、温度、功率和转矩等基本物理量。测量是一个严格的过程,为了获得准确的结果,要根据实际情况选择适当的测量方法和测量仪器,保证良好的测量环境以提高精度。

测量包括被测量、计量单位、测量方法和测量准确度 4 个要素。

2.1.1 被测量

指需要检测的物理量,包括静态量和动态量。静态量是指不随时间变化而变化的被测量,如质量、几何量及稳定状态下物体所受的压力和温度等;动态量指随时间的不同而不断变化的被测量,如机器运动过程的位移、速度和功率等。

2.1.2 计量单位

用于表示与其相比较的同种量的大小的约定定义和采用的特定量。

2.1.3 测量方法

指人们认识自然界事物的一种手段,在进行测量时所用的按类叙述的一组操作逻辑次序。

(1)按是否直接测量被测参数,可分为直接测量和间接测量。

1)直接测量:直接测量被测参数来获得被测尺寸。例如用卡尺、比较仪测量。

2)间接测量:测量与被测尺寸有关的几何参数,经过计算获得被测尺寸。

显然,直接测量比较直观,间接测量比较繁琐。一般当被测尺寸或用直接测量达不到精度要求时,才不得不采用间接测量。

(2)按量具量仪的读数值是否直接表示被测尺寸的数值,可分为绝对测量和相对测量。

1)绝对测量:读数值直接表示被测尺寸的大小、如用游标卡尺测量。

2)相对测量:读数值只表示被测尺寸相对于标准量的偏差。如用比较仪测量轴的直径,需先用量块调整好仪器的零位,然后进行测量,测得值是被测轴的直径相对于量块尺寸的差值,这就是相对测量。一般说来相对测量的精度比较高些,但

测量比较麻烦。

(3)按被测表面与量具量仪的测量头是否接触,分为接触测量和非接触测量。

1)接触测量:测量头与被测量表面接触,并有机机械作用的测量力存在。如用千分尺测量零件。

2)非接触测量:测量头不与被测零件表面相接触,非接触测量可避免测量力对测量结果的影响。如利用投影法、光波干涉法测量等。

(4)按被测零件在测量过程中所处的状态,分为静态测量和动态测量。

1)静态测量:测量相对静止。如千分尺测量直径。

2)动态测量:测量时被测表面与测量头模拟工作状态中作相对运动。动态测量方法能反映出零件接近使用状态下的情况,是测量技术的发展方向。

2.1.4 测量的准确度

指测量结果与真值的一致程度。由于任何测量过程总不可避免地会出现测量误差,误差大说明测量结果离真值远,准确度低。因此,准确度和误差是两个相对的概念。由于存在测量误差,任何测量结果都是以一近似值来表示。

2.2 测量标准和量纲单位

2.2.1 测量标准

测量标准是测量过程中进行准确测量的准则,有国际标准和国家标准。我国的测量标准采用的是国家标准 GB/T 6379—2004《测量方法与结果的准确度(正确度与精密度)》。

2.2.2 量纲单位

作为测量结果的量通常用数值表示。该数值是在一个给定的量纲或尺度系统下,由属性的量和测量单位的比值决定的。物理现象或物理量的度量,叫做“量纲”。它可以定性地表示出物理量与基本量之间的关系;可以有效地应用它进行单位换算;可以用它来检查物理公式的正确与否;还可以通过它来推知某些物理规律。量纲是检查公式推导过程中是否准确的判据,虽然不能保证正确,但可以找到错误。量纲单位则是反映量纲的度量。例如长度是量纲,而米是长度的一个单位;质量是量纲,而千克是质量的一个单位。一个量纲是唯一的,而对应的量纲单位可能有多个,所以对各种单位必须标准化,建立不同单位之间的转换机制。

我国于1994年实施的国家标准《国际单位制及其应用》(GB3100—1993)规

定,国际单位制(SI)是我国法定计量单位的基础;①基本单位,如长度 m(米)、质量 kg(千克)、时间 s(秒)及电流 A(安培)等;②导出单位,如[平面]角 rad(弧度),力 N(牛),压力 Pa(帕),速度 m/s(米/秒)、面积 m^2 (平方米)和密度 kg/m^3 (千克/立方米)等。

2.3 常用机械测量器具的认识

机械基础实验中所用的仪器很多,包括常用的仪器及专业仪器。本节介绍一些常用的仪器仪表,包括游标量具、螺旋测微器和指示表。

2.3.1 游标量具

凡利用尺身和游标刻度线间长度之差原理制成的量具,统称为游标量具。常用的游标量具有游标卡尺、游标高度尺、游标深度尺、齿厚游标卡尺和万能角度尺等。

游标卡尺,是一种测量长度、内外径、深度的量具。游标卡尺由主尺和附在主尺上能滑动的游标两部分构成。主尺一般以 mm 为单位,而游标上则有 10、20 或 50 个分格,根据分格的不同,游标卡尺可分为 10 分度游标卡尺、20 分度游标卡尺、50 分度游标卡尺。游标卡尺的主尺和游标上有两副活动量爪,分别是内测量爪和外测量爪,内测量爪通常用来测量内径,外测量爪通常用来测量长度和外径。如图 2-3-1。另外,现在还有电子游标卡尺、带表游标卡尺及齿厚游标卡尺等,如图 2-3-2。

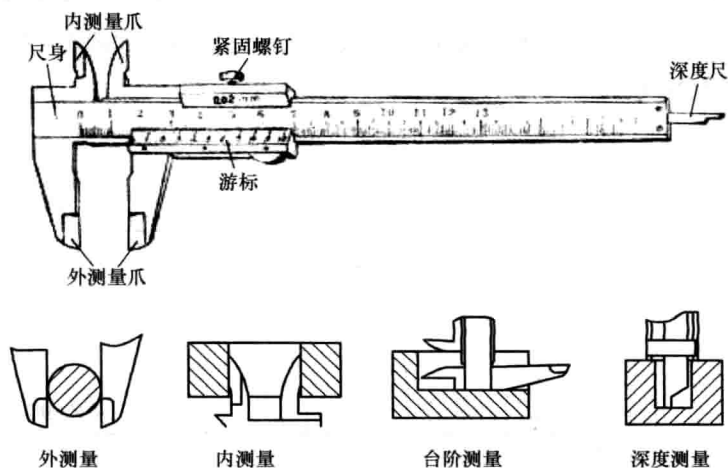


图 2-3-1 游标卡尺结构及测量方法

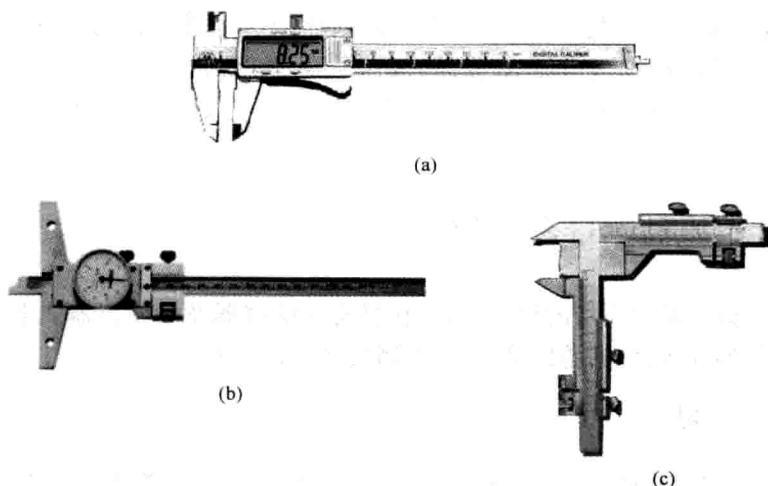


图 2-3-2 游标卡尺的类型

(a) 电子游标卡尺 (b) 带表游标卡尺 (c) 齿厚游标卡尺

测量原理,以准确到 0.1mm 的游标卡尺为例,尺身上的最小分度是 1mm ,游标尺上有 10 个小的等分刻度,总长 9mm ,每一分度为 0.9mm ,比主尺上的最小分度相差 0.1mm 。量爪并拢时尺身和游标的零刻度线对齐,它们的第一条刻度线相差 0.1mm ,第二条刻度线相差 0.2mm ,……,第 10 条刻度线相差 1mm ,即游标的第 10 条刻度线恰好与主尺的 9mm 刻度线对齐,如图 2-3-3(a) 游标卡尺读数为 0.9mm 。

当量爪间所量物体的长度为 0.1mm 时,游标尺向右应移动 0.1mm 。这时它的第一条刻度线恰好与尺身的 1mm 刻度线对齐。同样当游标的第五条刻度线跟尺身的 5mm 刻度线对齐时,说明两量爪之间有 0.5mm 的宽度,如图 2-3-3(b) 游标卡尺读数为 0.5mm 。

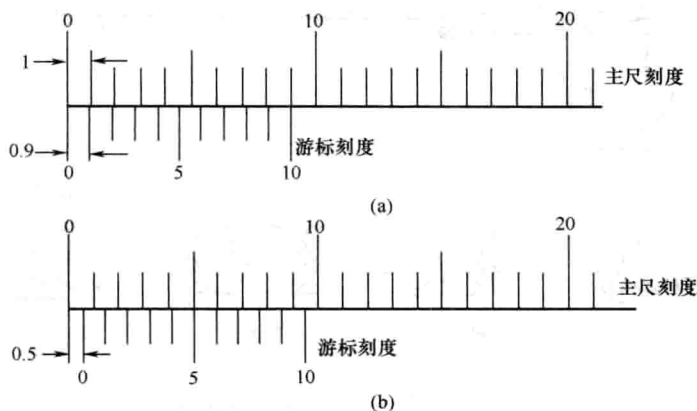


图 2-3-3 游标卡尺读数

游标卡尺测量前应先用软布将量爪擦干净,使其并拢,查看游标和主尺身的零刻度线是否对齐。如果对齐就可以进行测量:如没有对齐则要记取零误差:游标的零刻度线在尺身零刻度线右侧的叫正零误差,在尺身零刻度线左侧的叫负零误差(这件规定方法与数轴的规定一致,原点以右为正,原点以左为负)。如图 2-3-4,测量时,右手拿住尺身,大拇指移动游标,左手拿待测外径(或内径)的物体,使待测物位于外测量爪之间,当与量爪紧紧相贴时,即可读数。



图 2-3-4 游标卡尺的操作方法

读数时首先以游标零刻度线为准在尺身上读取 mm 整数,即以 mm 为单位的整数部分。然后看游标上第几条刻度线与尺身的刻度线对齐,如第 6 条刻度线与尺身刻度线对齐,则小数部分即为 0.6mm(若没有正好对齐的线,则取最接近对齐的线进行读数)。如有零误差,则一律用上述结果减去零误差(零误差为负,相当于加上相同大小的零误差),读数结果为:

$$L = \text{整数部分} + \text{小数部分} - \text{零误差}$$

判断游标上哪条刻度线与尺身刻度线对准,可用下述方法:选定相邻的三条线,如左侧的线在尺身对应线之右,右侧的线在尺身对应线之左,中间那条线便可以认为是对准了。

$$L = \text{对准前刻度} + \text{游标上第 } n \text{ 条刻度线与尺身的刻度线对齐} \times \text{分度值}。$$

如果需测量几次取平均值,不需每次都减去零误差,只要从最后结果减去零误差即可。

下面以图 2-3-5 所示 0.02 游标卡尺的某一状态为例进行说明。

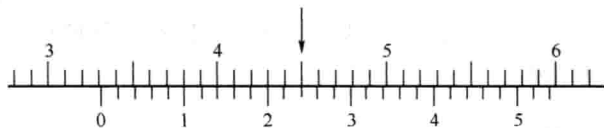


图 2-3-5 游标卡尺读数

(1)在主尺上读出副尺零线以左的刻度,该值就是最后读数的整数部分。图示 33mm。

(2)副尺上一定有一条与主尺的刻线对齐,在刻尺上读出该刻线距副尺的格数,将其与刻度间距 0.02mm 相乘,就得到最后读数的小数部分。图示为 0.24mm。

(3)将所得到的整数和小数部分相加,就得到总尺寸为 33.24mm。

使用游标卡尺要注意以下事项:

(1)游标卡尺是比较精密的测量工具,要轻拿轻放,不得碰撞或跌落地下。

使用时不要用来测量粗糙的物体,以免损坏量爪,避免与刀具放在一起,以免刀具划伤游标卡尺的表面,不使用时应置于干燥中性的地方,远离酸碱性物质,防止锈蚀。

(2)测量前应把卡尺揩干净,检查卡尺的两个测量面和测量刃口是否平直无损,把两个量爪紧密贴合时,应无明显的间隙,同时游标和主尺的零位刻线要相互对准。这个过程称为校对游标卡尺的零位。

(3)移动尺框时,活动要自如,不应过松或过紧,更不能有晃动现象。用固定螺钉固定尺框时,卡尺的读数不应有所改变。在移动尺框时,不要忘记松开紧固螺钉,亦不宜过松以免螺钉脱落。

(4)当测量零件的外尺寸时,卡尺两测量面的连线应垂直于被测量表面,不能歪斜。测量时,可以轻轻摇动卡尺,放正垂直位置。否则,量爪若在错误的位置上,将使测结果比实际尺寸要大;先把卡尺的活动量爪张开,使量爪能自由地卡进工件,把零件贴靠在固定量爪上,然后移动尺框,用轻微的压力使活动量爪接触零件。如卡尺带有微动装置,此时可拧紧微动装置上的固定螺钉,再转动调节螺母,使量爪接触零件并读取尺寸。绝不可把卡尺的两个量爪调节到接近甚至小于所测尺寸,把卡尺强行的卡到零件上去。这样做会使量爪变形,或使测量面过早磨损,使卡尺失去应有的精度。

(5)用游标卡尺测量零件时,不允许过分地施加压力,所用压力应使两个量爪刚好接触零件表面。如果测量压力过大,不但会使量爪弯曲或磨损,且量爪在压力作用下产生弹性变形,使测得的尺寸不准确(外尺寸小于实际尺寸,内尺寸大于实际尺寸)。

(6)在游标卡尺上读数时,应使卡尺的尺身呈水平,尺面朝着亮光的方向,人的视线尽可能和卡尺的刻线表面垂直,以免由于视线的歪斜造成读数误差。

(7)为了获得正确的测量结果,可以多测量几次。即在零件的同一截面上的不同方向进行测量。对于较长零件,则应当在全长的各个部位进行测量,以获得一个比较正确的测量结果。

2.3.2 螺旋测微器

螺旋测微器又称千分尺、螺旋测微仪、分厘卡,是比游标卡尺更精密的测量长度的工具,用它测长度可以准确到 0.01mm ,测量范围为几个厘米。测量杆的一部分加工成螺距为 0.5mm 的螺纹,当它在固定套管的螺套中转动时,将前进或后退,活动套管和螺杆连成一体,其周边等分成50个分格[图2-3-6(a)]。螺杆转动的整圈数由固定套管上间隔 0.5mm 的刻线去测量,不足一圈的部分由活动套管周边的刻线去测量,最终测量结果需要估读一位小数。

螺旋测微器分为机械式千分尺和电子千分尺两类。

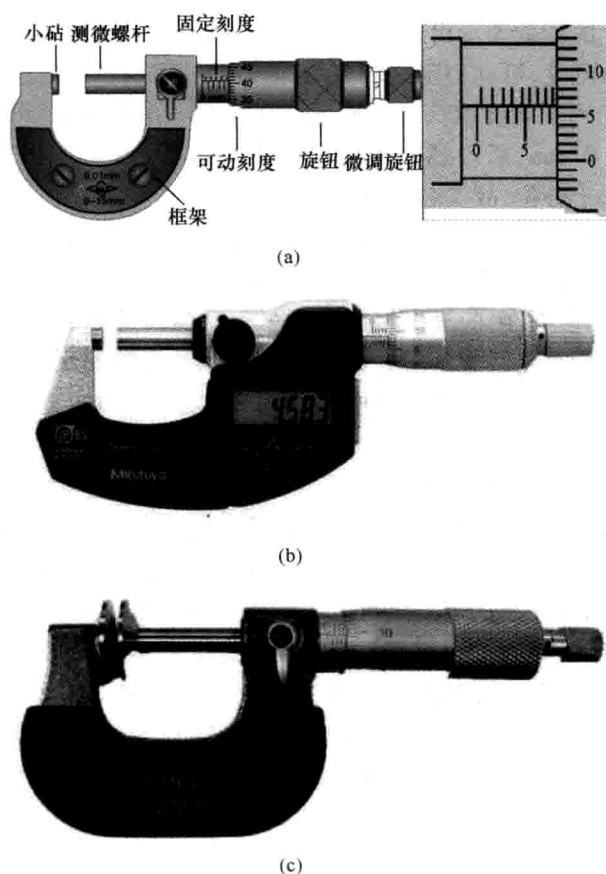


图 2-3-6 螺旋测微器

(a) 千分尺及读数 (b) 带表千分尺 (c) 公法线千分尺

(1) 机械式千分尺。简称千分尺, 是利用精密螺纹副原理测长的手携式通用长度测量工具。1848 年, 法国的 J. L. 帕尔默取得外径千分尺的专利。1869 年, 美国的 J. R. 布朗和 L. 夏普等将外径千分尺制成商品, 用于测量金属线外径和板材厚度。千分尺的品种很多。改变千分尺测量面形状和尺架等就可以制成不同用途的千分尺, 如用于测量内径、螺纹中径、齿轮公法线或深度等的千分尺。

(2) 电子千分尺。也叫带表千分尺、数显千分尺, 测量系统中应用了光栅测长技术和集成电路等。电子千分尺是 20 世纪 70 年代中期出现的, 用于外径测量, 如图 2-3-6(b) 所示。

螺旋测微器是依据螺旋放大的原理制成的, 即螺杆在螺母中旋转一周, 螺杆便

沿着旋转轴线方向前进或后退一个螺距的距离。因此,沿轴线方向移动的微小距离,就能用圆周上的读数表示出来。螺旋测微器的精密螺纹的螺距是 0.5mm ,可动刻度有50个等分刻度,可动刻度旋转一周,测微螺杆可前进或后退 0.5mm ,因此旋转每个小分度,相当于测微螺杆前进或推后 $0.5/50 = 0.01\text{mm}$ 。可见,可动刻度每一小分度表示 0.01mm ,所以螺旋测微器可准确到 0.01mm 。由于还能再估读一位,可读出毫米的千分位,故又名千分尺。

测量时,当小砧和测微螺杆并拢时,可动刻度的零点若恰好与固定刻度的零点重合,旋出测微螺杆,并使小砧和测微螺杆的面正好接触待测长度的两端,注意不可用力旋转否则测量不准确,马上接触到测量面时慢慢旋转右端的微调旋钮直至传出咔咔的响声,那么测微螺杆向右移动的距离就是所测的长度。这个距离的整毫米数由固定刻度上读出,小数部分则由可动刻度读出,如图2-3-6(a)的读数为 8.561 。

使用螺旋测微器要注意以下事项:

(1)测量时,注意要在测微螺杆快靠近被测物体时应停止使用旋钮,而改用微调旋钮,避免产生过大的压力,既可使测量结果精确,又能保护螺旋测微器。

(2)在读数时,要注意固定刻度尺上表示 0.5mm 的刻线是否已经露出。

(3)读数时,千分位有一位估读数字,不能随便去掉,即使固定刻度的零点正好与可动刻度的某一刻度线对齐,千分位上也应读取为“0”。

(4)当小砧和测微螺杆并拢时,可动刻度的零点与固定刻度的零点不相重合,将出现零误差,应加以修正,即在最后测得长度的读数上去掉零误差的数值。

2.3.3 指示表

比较常用的指示表主要是百分表与千分表。百分表和千分表的工作原理相同,都是利用精密齿条齿轮机构制成的表式通用长度测量工具。通常由测头、量杆、防振弹簧、齿条、齿轮、游丝、圆表盘及指针等组成。常用于形状和位置误差以及小位移的长度测量。百分表的圆表盘上印制有100个等分刻度,即每一分度值相当于量杆移动 0.01mm [图2-3-7(a)]。若在圆表盘上印制有1000个等分刻度,则每一分度值为 0.001mm ,这种测量工具即称为千分表[图2-3-7(b)]。改变测头形状并配以相应的支架,可制成百分表的变形品种,如厚度百分表、深度百分表和内径百分表等。如用杠杆代替齿条可制成杠杆百分表和杠杆千分表,其示值范围较小,但灵敏度较高。此外,它们的测头可在一定角度内转动,能适应不同方向的测量,结构紧凑。它们适用于测量普通百分表难以测量的外圆、小孔和沟槽等的形状和位置误差。

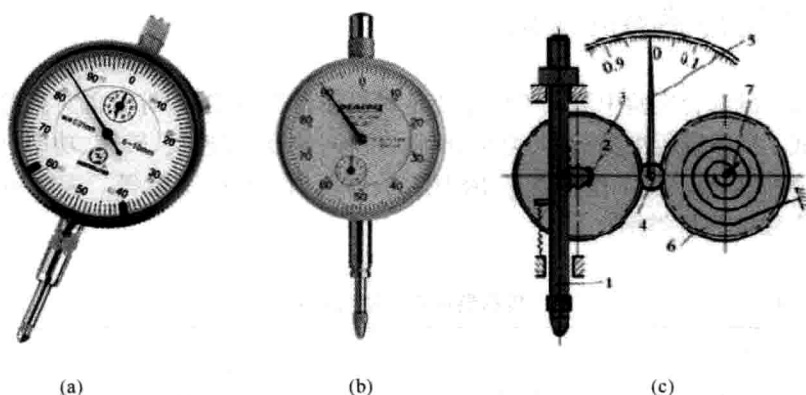


图 2-3-7 指示表
(a)百分表 (b)千分表 (c)结构原理

2.3.3.1 结构原理

百分表是一种精度较高的比较量具,它只能测出相对数值,不能测出绝对数值,主要用于测量形状和位置误差,也可用于机床上安装工件时的精密找正。百分表的读数准确度为 0.01mm 。百分表的结构原理如图2.3.7(c)所示。当测量杆1向上或向下移动 1mm 时,通过齿轮传动系统带动大指针5转一圈,小指针7转一格。刻度盘在圆周上有100个等分格,各格的读数值为 0.01mm 。小指针每格读数为 1mm 。测量时指针读数的变动量即为尺寸变化量。刻度盘可以转动,以便测量时大指针对准零刻线。

2.3.3.2 读数方法

百分表的读数方法为:先读小指针转过的刻度线(即 mm 整数),再读大指针转过的刻度线(即小数部分),并乘以 0.01 ,然后两者相加,即得到所测量的数值。

2.3.3.3 使用注意事项

(1)使用前,应检查测量杆活动的灵活性。即轻轻推动测量杆时,测量杆在套筒内的移动要灵活,没有任何轧卡现象,每次手松开后,指针能回到原来的刻度位置。

(2)使用时,必须把百分表固定在可靠的夹持架上。切不可贪图省事,随便夹在不稳固的地方,否则容易造成测量结果不准确,或摔坏百分表。

(3)测量时,不要使测量杆的行程超过它的测量范围,不要使表头突然撞到工件上,也不要使百分表测量表面粗糙或有显著凹凸不平的工件。

(4)测量平面时,百分表的测量杆要与平面垂直,测量圆柱形工件时,测量杆要与工件的中心线垂直,否则,将使测量杆活动不灵或测量结果不准确。

(5)为方便读数,在测量前一般都让大指针指到刻度盘的零位。

2.4 常用传感器的认识

机械基础综合实验中测试工作主要是对机械量进行测量,有时也对某些热工量进行测试。机械量通常是指力、力矩、压强、位移、速度、加速度、转速、功率、效率、摩擦因数、磨损量等。热工量主要是指温度、液体压力、流速、流量等。表 2-4-1 为传感器所测被测量类别。

表 2-4-1 传感器所测被测量类别

被测量类别	被测量
热工量	温度、热量、比热容;压力、压差、真空度;流量、流速、风速
机械量	位移(线位移、角位移),尺寸、形状;力、力矩、应力;重量、质量;转速、线速度;振动幅度、频率、加速度、噪声
物性和成分量	气体化学成分、液体化学成分;酸碱度(pH)、盐度、浓度、黏度;密度、相对密度
状态量	颜色、透明度、磨损量、材料内部裂缝或缺陷、气体泄漏、表面质量

传感器测试系统框图如图 2-4-1 所示。传感器是能感受规定的被测量并按照一定的规律将其转换成可用输出信号的器件或者装置。其工作原理与人体系统进行比较,如图 2-4-2 所示。在有些学科领域,传感器又称为敏感元件、检测器、转换器等。传感器的输出信号通常是电量,它便于传输、转换、处理、显示等。通常传感器由敏感元件和转换元件组成。由于传感器的输出信号一般都很微弱,因此需要有信号调理与转换电路对其进行放大、运算调制等。传感器组成框图如图 2-4-3 所示。

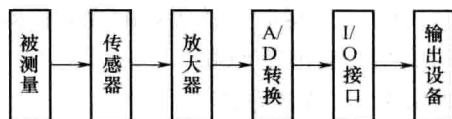


图 2-4-1 传感器测试系统框图

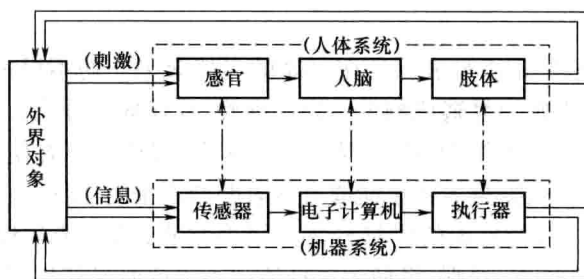


图 2-4-2 传感器系统与人体系统比较