

双元制培训机械专业理论教材

机械工人专业工艺

—— 基础分册

双元制培训机械专业理论教材编委会 编

afz



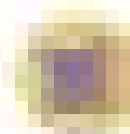
机械工业出版社

双元制培养机械专业理论教材

机械工人专业工艺

—— 基础分册

中国机械工业教育学会职业技能培训分会 编



机械工业出版社

724
5795
双元制培训机械专业理论教材

机械工人专业工艺 ——基础分册

双元制培训机械专业理论教材编委会 编

机械工业出版社

本书是技工学校推行二元制办学体制的机械专业理论教材之一，属机械工人专业工艺中的基础分册。其内容由七部分组成，一、长度检测技术：讲述长度测量、专用量具、质量保证体系等；二、机械制造工艺技术：讲述热加工、冷加工、联接工艺、金属材料热处理及工艺规程等；三、材料：讲述金属材料、非金属材料、复合材料及材料检验等；四、机械及其构成：讲述机械工艺系统、机构、机械零件传动及装配等；五、控制和调节技术：讲述气动、液压、电的控制及可编程控制、数字控制；六、计算机：讲述计算机及其组成；七、电工基础：讲述电路负载、电磁、半导体及安全用电等。

图书在版编目（CIP）数据

机械工人专业工艺：基础分册/二元制培训机械专业理论教材编委会编. —北京：机械工业出版社，1998. 9
二元制培训机械专业理论教材
ISBN 7-111-06369-4

I. 机… II. 双… III. ①机械工业-技术培训-教材②机械学-技术培训-教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字（98）第 09951 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
责任编辑：吴天培 版式设计：冉晓华 责任校对：张莉娟
封面设计：姚 毅 责任印制：洪汉军
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2004 年 8 月第 1 版第 3 次印刷
787mm×1092mm $1/16$ ·19.25 印张·471 千字
定价：27.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（010）68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

双元制培训机械专业理论教材编委会

主 任 孙宝源 李李炫

副主任 董无岸 王昌平 钱鸣皋

委 员 (按姓氏笔划排列)

上官家桂 王山平 吴天培

张松文 贾文鹏 蒋建华

顾 问 [德] 海因茨—京特尔·克莱姆 (H—G·klem)

本 书 主 编 蒋建华 张松文

参加编写人员 李国强 刘 华 陆 敏 杨德馨

主 审 上官家桂

前 言

“双元制”是德国等发达国家发展职业技术教育的一种先进的办学体制，被誉为二战后德国经济腾飞的“秘密武器”，其特点是企业与职业学校合作共同完成培养人才的任务。培训以企业为主，因此培养出来的人才能满足企业的要求；学习理论与学习技能，以技能为主，既注重基础技能的培养，更注重专业技能的训练，培养出来的是复合型实用人才；同时注重对学生解决问题的能力 and 社交能力的培养，以适应现代化大生产共同合作完成培训任务的要求。

改革开放以来，我国许多省、市和企业先后引进或借鉴“双元制”办学经验，培养出了一大批受企业欢迎的、掌握现代科技技能的复合型技工。这株由日尔曼民族培育出的美丽奇葩，一经移栽到华夏大地的沃土之上即开放出鲜艳夺目的花朵。实践证明“双元制”基本适合我国的国情，并具有强大的生命力。但是，由于多年来没有完整的、系统的、既能反映“双元制”的特点，又适合我国国情的培训教材，已成为阻碍“双元制”在我国推广和发展的原因之一。为此天津中德培训中心和上海大众汽车有限公司在机械工业出版社的支持下编写了这套双元制机械专业理论课培训教材。它包括《机械工人专业计算》、《机械工人专业制图》、《机械工人专业制图习题集》和《机械工人专业工艺》（包括五个分册：“基础分册”、“机械切削工分册”、“工模具制造工分册”、“机械维修工分册”和“汽车机械工分册”）。在编写中我们特别注重保持“双元制”教材的特点，既保持教材内容的先进性、适用性、多样性以及形式的直观性，又特别注重结合我国的国情；注重专业理论为专业技能服务的基本原则和注重对学生专业能力、解决问题的能力 and 社交能力的培养。但是，由于我们实践的时间较短，对教材内容的选择、内容的深度和广度的把握缺乏经验，难免会详略不当、深浅不宜，对形式的选用也会有欠妥之处。因此，希望读者能提出宝贵意见，使其日趋正确、不断完善和适合读者的需要，以期为国家培养出更多、更好的复合型实用人才。

双元制培训机械专业理论教材编委会

双元制培训机械专业理论教材书目

机械工人专业计算
机械工人专业制图
机械工人专业制图习题集
机械工人专业工艺
 基础分册
 机械切削工分册
 工模具制造工分册
 机械维修工分册
 汽车机械工分册

目 录

前言

1 长度检测技术	1	4.1 机械工艺系统	191
1.1 基本概念	1	4.2 机构功能	198
1.2 长度测量	3	4.3 应力和强度	200
1.3 专用量具	13	4.4 轴承	202
1.4 公差与配合	19	4.5 导轨	207
1.5 形状和位置公差	28	4.6 机械零件	209
1.6 表面粗糙度	31	4.7 机械传动机构	221
1.7 质量保证体系	35	4.8 电驱动装置	223
2 机械制造工艺技术	39	4.9 装配技术	226
2.1 安全生产	39	4.10 光学元件	231
2.2 机械制造加工工艺概述	41	4.11 机械安全装置	232
2.3 铸造成形	42	4.12 机床安装	235
2.4 金属压力加工	46	4.13 机床的日常维护和保养	235
2.5 切削基础知识	60	4.14 柔性制造	236
2.6 钳工加工	67	4.15 工业机器人	239
2.7 机床切削加工和夹具	74	5 控制和调节技术	241
2.8 热切割	127	5.1 基本概念	241
2.9 联接	128	5.2 完成控制任务的基础	247
2.10 涂层	147	5.3 气动和液压控制	256
2.11 金属热处理	149	5.4 电的控制	274
2.12 工艺规程	156	5.5 可编程控制器 (SPS)	278
3 材料	159	5.6 数字控制	285
3.1 材料分类	159	6 计算机	289
3.2 材料结构	159	6.1 计算机简介	289
3.3 钢和铸铁材料	163	6.2 计算机的组成	289
3.4 有色金属	171	7 电工基础	292
3.5 粉末冶金材料	176	7.1 电工学的基本概念	292
3.6 塑料	178	7.2 电路负载	294
3.7 复合材料	181	7.3 电气值的测量	296
3.8 腐蚀与防腐	182	7.4 电磁的基本知识	296
3.9 材料检验	186	7.5 半导体器件	298
3.10 环境保护	190	7.6 电能的产生及传输	300
4 机械及其构成	191	7.7 安全用电	301

1 长度检测技术

1.1 基本概念

测量就是将一个被测的量和一个作为测量单位的标准量进行比较而求出比值，并确定被测的量是测量单位的若干倍或几分之几的实验过程。

1.1.1 测量器具

测量器具包括量具和量仪。量具是指能直接表示出长度的单位和界限的计量用具。量仪是指利用机械、光学、气动、电动等原理，将被测的量值放大或细分并转换成可直接观察的指示值或等效信息的计量器具。

1.1.2 长度单位和角度单位

在国际单位制中，长度的基本单位是 m，即光在真空中，在 $(1/299792458)s$ 时间间隔内的行程长度，它是在 1983 年 10 月第十七届国际计量大会通过的。

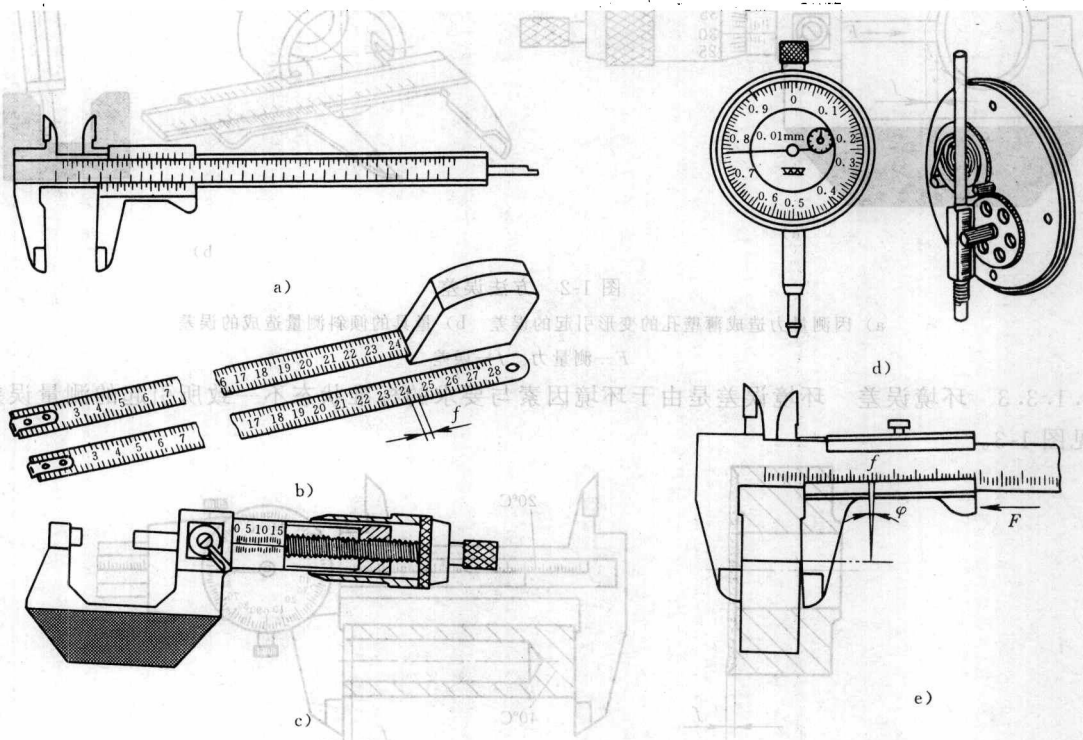


图 1-1 测量器具误差

a) 测量面的磨损造成的误差 b) 刻度误差 c) 螺距误差

d) 齿轮传动和刻度盘造成的误差 e) 倾斜误差

f —误差 F —测量力 φ —倾角

在实际工作中,有时还会遇到英制尺寸。在使用时可将英制尺寸换算成国际单位制尺寸,换算的关系是: $1\text{in}=25.4\text{mm}$ 。

角度基本单位是度,用($^{\circ}$)表示。一个圆为 360° , 1° 等于60分,用($'$)表示。 $1'$ 等于60秒,用($''$)表示。

1.1.3 测量误差

测量误差是指测得值与真值之间的差值,用公式可表示为

$$\Delta = x_i - Q$$

式中 Δ ——测量误差;

x_i ——测得值;

Q ——真值。

测量误差的产生原因可归纳为:测量器具误差,方法误差,环境误差和人员误差。

1.1.3.1 测量器具误差 测量器具误差是指测量器具本身的误差,它由测量器具的设计、制造装配和使用调整得不准确而引起的,见图1-1。

1.1.3.2 方法误差 方法误差是指选择的测量方法和定位方式不完善所引起的误差,见图1-2。

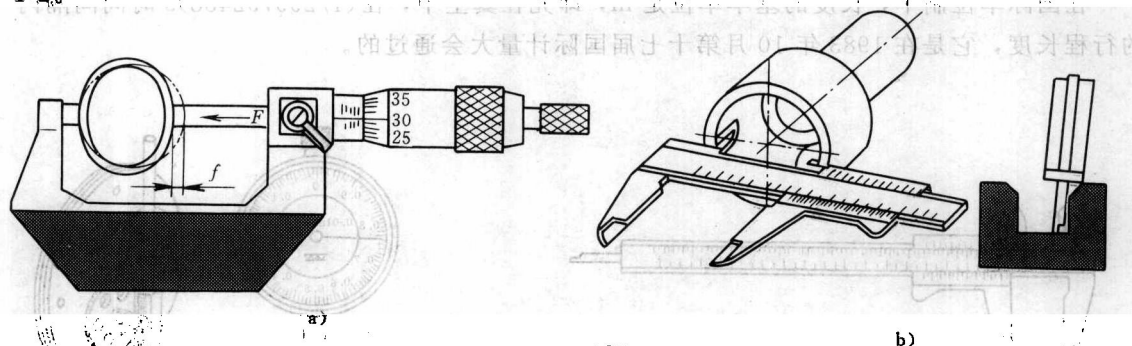


图1-2 方法误差

a) 因测量力造成薄壁孔的变形引起的误差 b) 量具的倾斜测量造成的误差

F —测量力 f —误差

1.1.3.3 环境误差 环境误差是由于环境因素与要求的标准状态不一致所引起的测量误差,见图1-3。

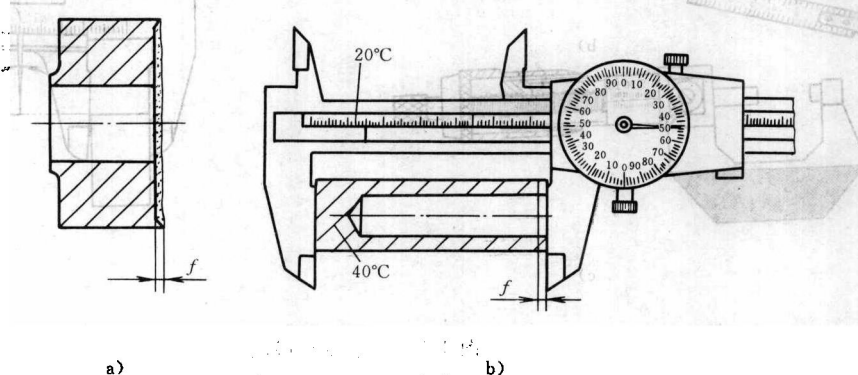


图1-3 环境误差

a) 毛刺、切屑、尘埃、润滑脂造成的误差 b) 温度误差 f —误差

1.1.3.4 人员误差 人员误差是人为的原因所引起的测量误差, 见图 1-4。

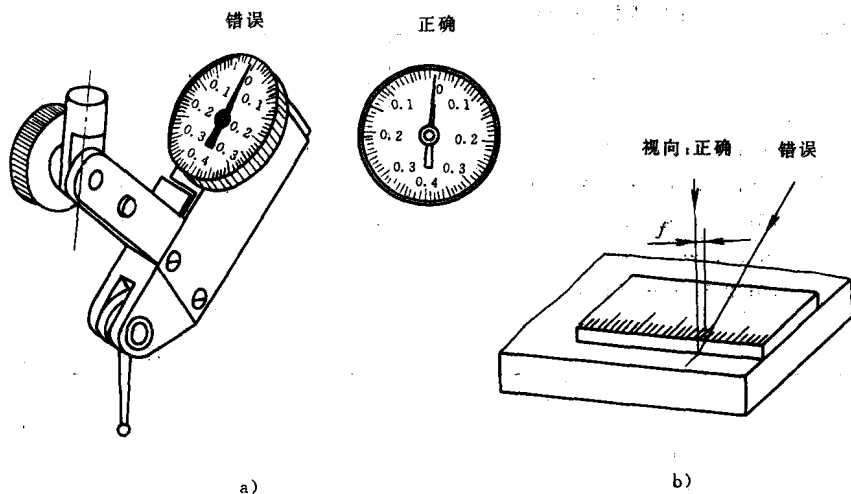


图 1-4 人员误差
f—误差

1.2 长度测量

1.2.1 量具和量仪

1.2.1.1 固定刻线量具 例如钢直尺、钢卷尺和折叠尺, 见图 1-5。

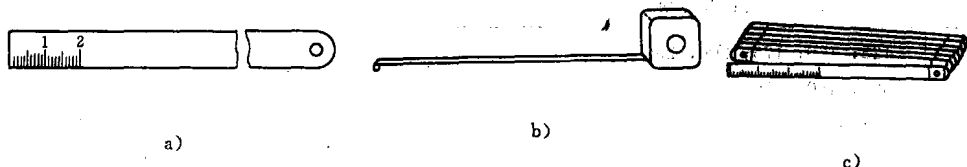


图 1-5 固定刻线量具
a) 钢直尺 b) 钢卷尺 c) 折叠尺

1.2.1.2 量块 量块是一对相互平行测量面、具有精确尺寸、且截面为矩形的长度测量工具。它是零件制造时的长度标准。在机械制造中, 量块可以用来检定和校准量仪和量具, 还可以用来精密划线和调整精密机床, 或直接用于测量某些公差等级较高的零件尺寸。

量块是用不易变形及耐磨的材料制成的一个长方形六面体。它有两个工作面和四个非工作面。工作面是一对相互平行而且尺寸极准确的光洁平面, 又叫测量面。测量面具有良好的平面度、研合性、较高的硬度和尺寸稳定性。

量块是成套制成的, 每套具有一定数量的不同尺寸的量块, 装在特制的木盒内。使用时, 可以将几块量块组合成所需要的尺寸。常用的 83 块、91 块一套的基本尺寸, 见表 1-1。

为了减少常用尺寸量块的磨损, 每套中都备有若干块保护量块, 在使用时应尽可能采用, 并放在量块组的两端, 以保护其它量块。

表 1-1 成套量块

顺 序	量块基本尺寸/mm	间 距	块 数	备 注
1	0.5	—	1	
	1	—	1	
	1.01; 1.02; ……至 1.49	0.01	49	
	1.001; 1.002; ……至 1.009	0.001	9	
	1.5; 1.6; ……至 1.9	0.1	5	
	10; 20; ……至 100	10	10	
	2.0; 2.5; ……至 9.5	0.5	16	
			共 91 块	
2	0.5	—	1	
	1	—	1	
	1.005	—	1	
	1.01; 1.02; ……至 1.49	0.01	49	
	1.5; 1.6; ……至 1.9	0.1	5	
	2.0; 2.5; ……至 9.5	0.5	16	
	10; 20; ……至 100	10	10	
			共 83 块	
3	1.001; 1.002; ……至 1.009	+0.001	9	
4	0.999; 0.998; ……至 0.991	—0.001	9	
5	0.5; 1; 1.5; 2; 各 2 块	—	8	
6	125; 150; 175; 200; 250 300; 400; 500 50; 50	—	8	护 块
			2	
			共 10 块	
7	600; 700; 800; 900; 1000 各 1 块	—		

选用量块时，应尽可能采用最少的块数，以减少累积误差。一般不要超过四块（不包括护块）。在计算时，应首先选取最后一位数字。例如，所要的尺寸为 70.453mm，从 91 块一组中选取，则

70.453

— 1.003

第一块

69.45

— 1.45

第二块

68

— 8

第三块

60

第四块

即选用 1.003、1.45、8 和 60 共四块

1.2.1.3 光滑极限量规 在大量生产中,为了检验方便和减少精密量具的损耗,一般可以应用光滑极限量规。光滑极限量规分卡规和塞规两种。卡规用来测量轴径或其它外表面尺寸,塞规用来测量孔径或其它内表面尺寸。

1. 卡规 卡规的形状见图 1-6。它由两个测量规组成,尺寸大的一端在测量时应通过轴颈,叫做通规,它的尺寸是按轴或外表面的最大极限尺寸来做的。尺寸小的一端在测量时应不通过轴颈,叫做止规,它的尺寸是按轴或外表面的最小极限尺寸来做的。

用卡规检验工件时,如果通规能通过,止规不能通过,这就说明这个零件的尺寸在允许的公差范围内,是合格的。否则,就不合格。

2. 塞规 塞规的形状见图 1-7。它也由两个测量规组成,尺寸小的一端在测量内孔或内表面时应能通过,叫做通规,它的尺寸是按被测面的最小极限尺寸来做的。尺寸大的一端在测量时应不通过工件,叫做止规,它的尺寸是按被测面的最大极限尺寸来做的。

用塞规检验工件时,如果通规能通过,止规不能通过,说明工件是合格的,否则就不合格。

1.2.1.4 游标卡尺 游标卡尺是一种中等测量精度的量具,它是利用游标原理对两测量爪相对移动分隔的距离进行读数的通用长度测量工具。

1. 游标卡尺的结构形状 游标卡尺是由尺身和游标组成。在尺身上刻有每格 1mm 的刻度,游标上也刻有刻线。当游标需要移动较大距离时,只要松开螺钉,推动游标就可以了,见图 1-8。

2. 游标卡尺的读数及读法 游标卡尺的读数常用的有 1/10mm, 1/20mm 和 1/50mm 三种。这三种游标卡尺的尺身刻度是相同的,即每格 1mm,所不同的是游标格数与尺身相对的格数。现分别简述如下:

(1) 0.1mm 游标卡尺 尺身每小格为 1mm,当两测量爪合并时,尺身上 9mm 刚好等于游标上 10 格,则

$$\text{游标每格} = 9\text{mm} \div 10 = 0.9\text{mm}$$

尺身与游标每格相差 $= 1\text{mm} - 0.9\text{mm} = 0.1\text{mm}$ 这就是读数值的来源。

(2) 0.05mm 游标卡尺 尺身每小格 1mm,当两测量爪合并时,尺身上的 19mm 刚好等于游标上的 20 格,见图 1-9,则



图 1-6 卡规

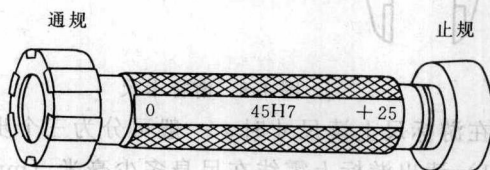
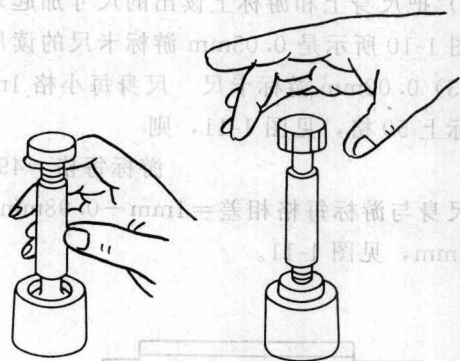


图 1-7 塞规



游标每格 = $19\text{mm} \div 20 = 0.95\text{mm}$

尺身与游标每格相差 = $1\text{mm} - 0.95\text{mm} = 0.05\text{mm}$

另有一种 0.05mm 游标卡尺，是尺身上的 39mm 对游标上的 20 格，见图 1-10，则

游标每格 = $39\text{mm} \div 20 = 0.95\text{mm}$

尺身上 2 格与游标 1 格相差 = $2\text{mm} - 1.95\text{mm} = 0.05\text{mm}$

这种刻线方法的优点是线条清晰，容易看准。

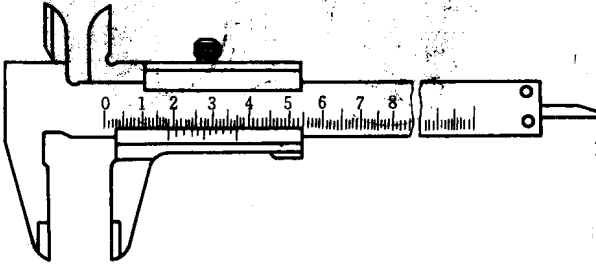


图 1-8 游标卡尺

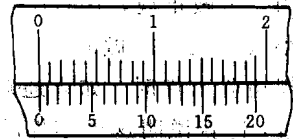


图 1-9 0.05mm 游标卡尺的刻线之一

在游标尺上读尺寸时，一般可分为三个步骤：

- 1) 读出游标上零线在尺身多少毫米 (mm) 后面。
- 2) 读出游标上哪一条线与尺身上刻线对齐。
- 3) 把尺身上和游标上读出的尺寸加起来。

图 1-10 所示是 0.05mm 游标卡尺的读尺寸方法示例。

(3) 0.02mm 游标卡尺 尺身每小格 1mm ，当两测量爪合并时，尺身上的 49mm 刚好等于游标上 50 格，见图 1-11，则

游标每格 = $49\text{mm} \div 50 = 0.98\text{mm}$

尺身与游标每格相差 = $1\text{mm} - 0.98\text{mm} = 0.02\text{mm}$ 例如用 0.02mm 游标卡尺测量尺寸为 68.32mm ，见图 1-11。

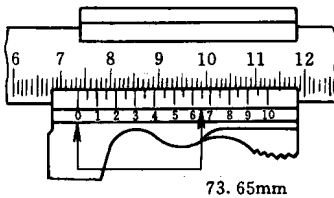


图 1-10 0.05mm 游标卡尺的刻线之二

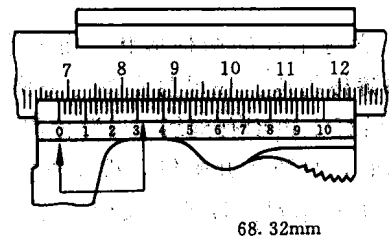


图 1-11 0.02mm 游标卡尺的刻线

3. 其它游标卡尺 其它游标卡尺有带指示表的游标卡尺、游标深度卡尺、游标测槽卡尺、测孔中心距游标卡尺等，见图 1-12。

1.2.1.5 千分尺 千分尺是一种比较精密的测量量具，其测量精确度比游标卡尺高。普通千分尺的测量分度值为 0.01mm ，因此常用来测量加工精度要求较高的零件尺寸。

1. 千分尺的结构形状 千分尺是利用螺旋副原理，对弧形尺架上两测量面间分隔的距离进行读数的通用长度测量工具。

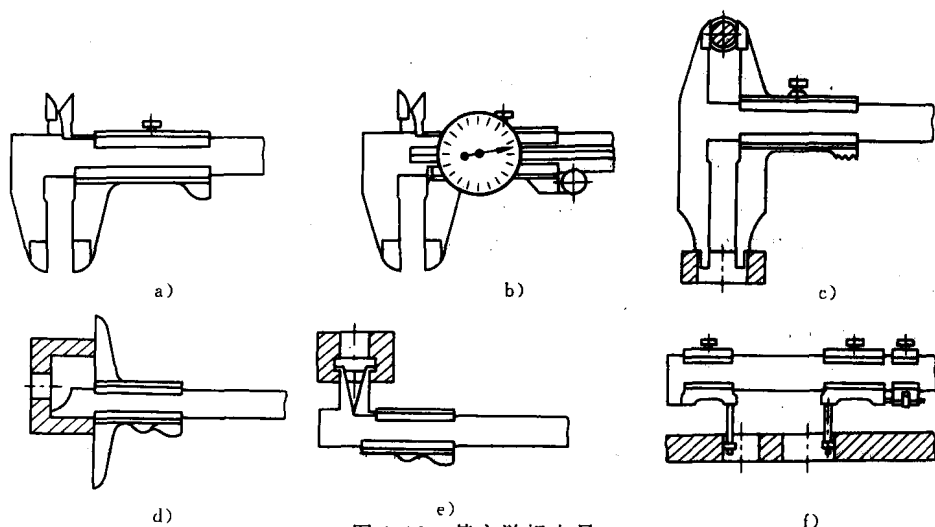


图 1-12 其它游标卡尺

- a) I 型游标卡尺 b) 带指示表的游标卡尺 c) II 型游标卡尺 d) 游标深度卡尺
e) 游标测槽卡尺 f) 测孔中心距游标卡尺

常用的千分尺的结构形状，见图 1-13。尺架的左面有测砧，右端有固定套筒。固定套筒的表面有刻度，里面有衬套；其内有内螺纹，螺距为 0.5mm 。测微螺杆右面的螺纹可绕此内螺纹回转。在固定套筒的外面有一微套筒，它用锥孔与测微螺杆右端锥体相连。测微螺杆在转动时的松紧程度可用螺母调节。当要测微螺杆固定不动时，可转动手柄通过偏心锁紧。松开罩壳时，可使测微螺杆与微分筒分离，以便调整零线位置。转动棘轮，测微螺杆就会前进。当测微螺杆左端面接触工件时，棘轮在棘爪上滑过而发出吱吱声。如果棘轮以相反方向转动，则拨动棘爪和微分筒以及测微螺杆转动，使测微螺杆向右移动。棘轮用螺钉与罩壳联接。

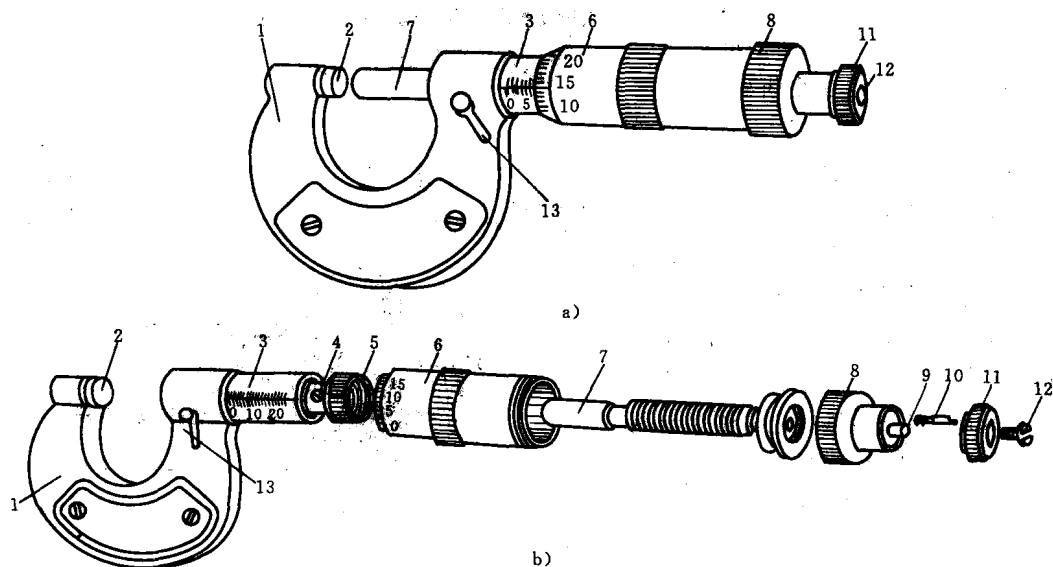


图 1-13 千分尺

- 1—尺架 2—测砧 3—固定套筒 4—衬套 5—螺母 6—微分筒 7—测微螺杆
8—罩壳 9—弹簧 10—棘爪 11—棘轮 12—螺钉 13—手柄

2. 千分尺的分度值及读法 千分尺测微螺杆右端螺纹的螺距为 0.5mm。当微分筒转一周时，测微螺杆就推进 0.5mm。固定套筒上的刻度间隔也是 0.5mm，微分筒圆周内共刻 50 格，因此当微分筒转一格时，测微螺杆就推进

$$0.5\text{mm} \div 50 = 0.01\text{mm}$$

即这种千分尺的分度值为 0.01mm。

在千分尺上读尺寸的方法，可分为三步：

- 1) 读出微分筒边缘在固定套管多少毫米 (mm) 后面。
- 2) 微分筒上哪一格与固定套筒上基准线对齐。
- 3) 把以上两个读数值加起来。

千分尺的读尺方法示例，见图 1-14。

3. 其它千分尺 (见图 1-15)

1.2.1.6 百分表 百分表也是一种长度测量工具，其测量杆的直线位移，是通过机械传动系统转变为指针在表盘上的角位移的。

沿表盘的圆周上刻有均匀的刻度，分度值为 0.01mm。百分表为指示式精密量仪，可以用来测量工件的形状误差或位置误差，也可以用相对法测量工件的尺寸。

1. 百分表的结构与分度值 百分表的分度值是 0.01mm，其结构见图 1-16。量杆的上端铣出齿纹。当量杆上升时，带动 16 齿的小齿轮 3，在小齿轮 3 的同一轴上装有 100 齿的大齿轮 4，再由这只齿轮带动中间的一个 10 齿的小齿轮 10，在小齿轮 10 同一轴上装有长指针，因此长指针就随着一起转动。在小齿轮的另一边装有另一个大齿轮，齿轮轴的下端装有游丝，用来消除轮齿间的间隙，以保证其精度。该轴的上端装有短指针，用来记录长指针的转数，即长指针转一周，短指针转一格。在表盘上刻有线条，每格代表 0.01mm。转动表圈，可调整表盘刻线与长指针的相对位置。

量杆和齿轮的齿距是 0.625mm。在测量过程中；当量杆 2 上升 16 齿时，即上升 $0.625\text{mm} \times 16 = 10\text{mm}$ ，16 齿小齿轮转一周，同轴上的 100 齿大齿轮也转一周，10 齿小齿轮连同长指

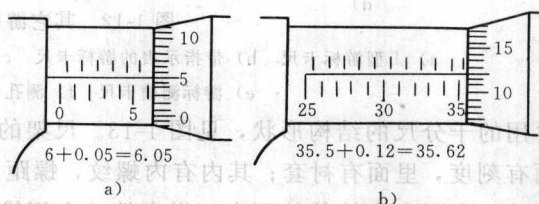


图 1-14 千分尺的读尺方法示例

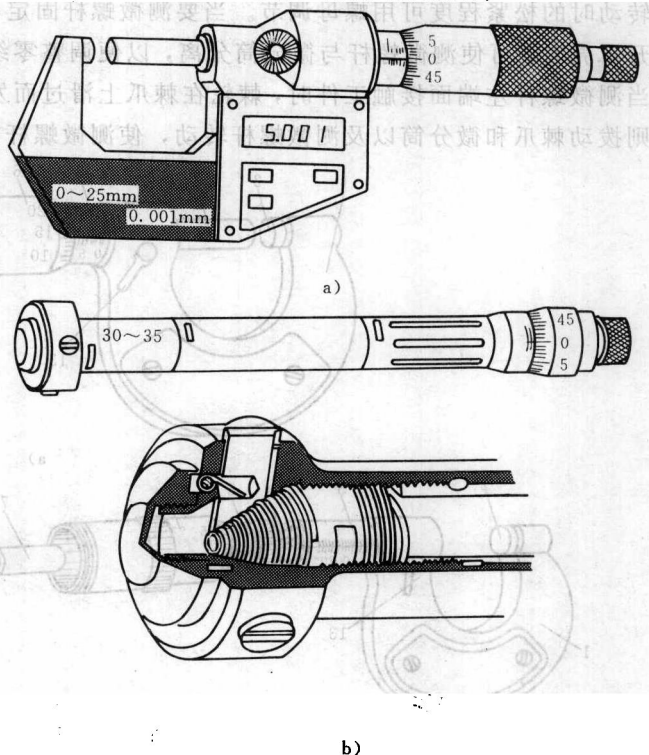


图 1-15 其它千分尺

a) 新型千分尺 b) 杆式内径千分尺

针就转了10转。当量杆上升1mm时,长指针就转了一周。由于表面共刻100格,所以长指针每转一格就代表量杆上升0.01mm。

2. 其它百分表 (见图 1-17)

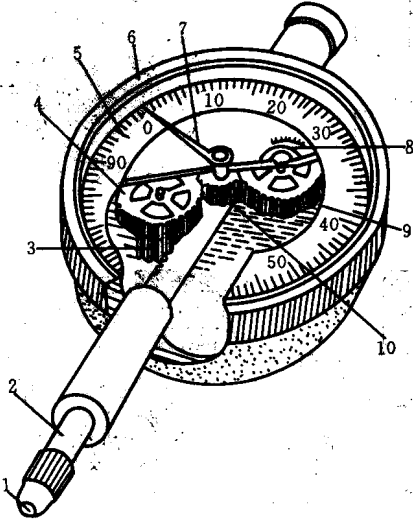


图 1-16 百分表的结构

1—测量头 2—量杆 3、10—小齿轮 4、9—大齿轮
5—盘面 6—表圈 7—长指针 8—短指针

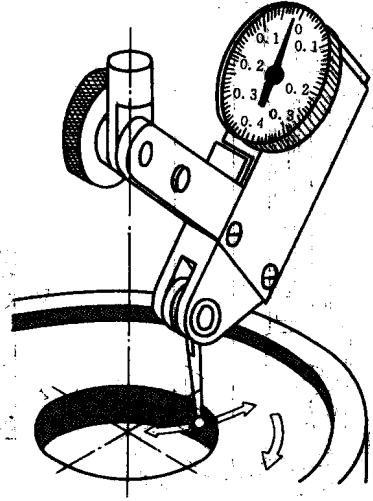


图 1-17 杠杆百分表

1.2.1.7 扭簧比较仪 扭簧比较仪是用来测量零件的形状偏差和跳动量的。如果先用量块调整好距离,则可测量零件尺寸。

扭簧比较仪的外形,见图 1-18。常用的比较仪分度值为 0.001mm 和 0.002mm。在使用时,应先安装在专用架子上,然后再进行测量。

1.2.1.8 气动量仪 气动量仪是根据空气气流相对流的原理进行测量的量仪。由于它不能直接读出尺寸,所以是一种比较量仪。

应用气动量仪,可以测量零件的形状误差或位置误差,特别适合测量易变形的薄壁零件、表面光洁及易擦伤的软材料零件。

但是,气动量仪必须要有气源。对于各种零件和不同尺寸的工件,还要设计一套量头和标准规。

浮标式气动量仪实质上是把被测量的尺寸变化转换为相应的空气流动的变化,当这种空气通过带锥度的玻璃管时,流量的变化就使得浮在玻璃管内的浮标的位置作相应地变化,于是在刻度尺上由浮标位置的变化,就可以直接读出被测量尺寸的变化,见图 1-19。

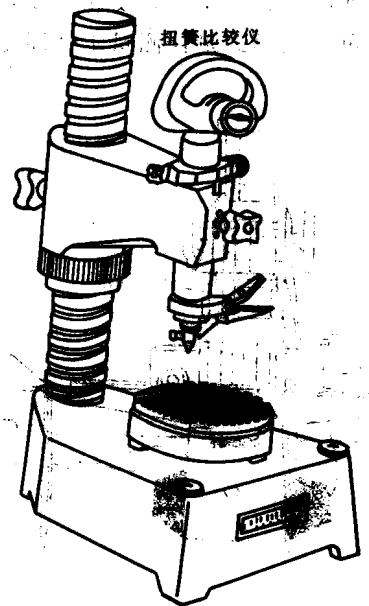


图 1-18 扭簧比较仪