



高职高专“十一五”规划教材

机械制造基础 实验与课程设计

韩春鸣 主编 ■

刘小宁 梁 正 主审 ■



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

机械制造基础实验与课程设计

韩春鸣 主编

邬业萍 张红卫 副主编

刘小宁 梁 正 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是为适应培养高等技术应用型、技能型人才需求,强化高职高专学生的实际动手能力与提升创新能力组织编写的,为高职高专教育机电类(机类和近机类)、管理类专业的通用教材,与韩春鸣主编的《机械制造基础》、《机械制造工程实训》配套使用。

本书共分两篇。第一篇为实验部分,主要内容有:常用量具及使用,零件尺寸误差、形位误差的测量,表面粗糙度的评定,拉伸试验,硬度试验与冲击试验,铁碳合金成分、平衡组织与性能间的关系,常用钢铁材料的火花鉴别,非合金钢的热处理及其试样硬度测定,合金的流动性与充型能力,铸造应力的测定,锻造纤维组织及其对力学性能的影响,冷冲拉深实验,焊接接头的组织分析,冲压模具结构分析与拆装,车刀几何角度的测量与刃磨,数控机床典型故障综合诊断与排除,金属超声波探伤实验,金属磁粉探伤实验,快速成形,热塑性塑料注射成形实验,多弧离子镀膜实验;第二篇为课程设计部分,主要内容有:夹具设计,盘类零件的加工工艺设计,轴类零件的加工工艺设计,箱体类零件的加工工艺设计,齿轮加工工艺设计,焊接加工工艺设计,零件的结构工艺性改进,不同切削用量对零件加工质量的影响与分析,机械制造的经济技术分析、环境保护与新产品开发。

各实验部分内容后配有一定数量的思考题。

本书主要适于高等职业技术学院、高等学校大专的机械类、近机类专业学生使用,也可供各类成人高校、中等职业学校选用和有关工程技术人员、企业管理人员参考及作为培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础实验与课程设计/韩春鸣主编. —北京:
化学工业出版社, 2007. 7
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-00624-0

I. 机… II. 韩… III. 机械制造-高等学校: 技术
学校-教学参考资料 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 084804 号

责任编辑: 高 钰
责任校对: 吴 静

文字编辑: 闫 敏
装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京云浩印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 9½ 字数 247 千字 2007 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 16.00 元

版权所有 违者必究

前 言

为了适应生产工程一线对高职高专学生“一专多能”的要求，拓宽知识点、强化技能面，迎接 21 世纪社会对高职高专学生提出的“会管理、懂技术、有技能、爱环保”的挑战，作者借鉴国内外相关教材，以“大材料、大机械、大制造”的理念，希望在夯实基础的同时，通过《机械制造基础实验与课程设计》使学生加强感性认知并提升创新能力。为适应开放式实验教学，打破实验按专业教学条块分割的壁垒，本书将热处理、工程材料、铸造、锻造、焊接、机械制造等专业的实验有机结合起来，使学生对各专业有明晰的感性认知；同时通过相关课程设计的训练，提升学生的创新能力。本书与由韩春鸣主编的《机械制造基础》、《机械制造工程实训》配套使用。

参加本书编写的有韩春鸣、邬业萍、张红卫、毕力彩、陈帆。全书由韩春鸣担任主编并总撰定稿，邬业萍、张红卫任副主编。

本书承刘小宁教授、梁正副教授担任主审，对本书的编写给予了许多具体指导；胡成龙、廖传林、谭烱老师也参加了本书的审阅工作，对本书的编写提出了许多有益的意见与建议。王志海教授对本书的编者给予了系统的指导。编写过程中参考了国内外一些同行所编著的教材和著作。在此一并表示衷心的感谢。

限于编者水平，书中缺点、不妥之处敬请专家、同行、读者不吝赐教。

编者
2007 年 5 月

目 录

第一篇 实验部分	1
实验一 常用量具及使用	1
实验二 零件尺寸误差、形位误差的测量	10
实验三 表面粗糙度的评定	22
实验四 拉伸试验	32
实验五 硬度试验与冲击试验	36
实验六 铁碳合金成分、平衡组织与性能间的关系	42
实验七 常用钢铁材料的火花鉴别	45
实验八 非合金钢的热处理及其试样硬度测定	50
实验九 液态合金的流动性与充型能力	56
实验十 铸造应力的测定	59
实验十一 锻造纤维组织及其对力学性能的影响	63
实验十二 冷冲拉深实验	65
实验十三 焊接接头的组织分析	68
实验十四 冲压模具结构分析与拆装	73
实验十五 车刀几何角度的测量与刃磨	76
实验十六 数控机床典型故障综合诊断与排除	81
实验十七 金属超声波探伤实验	93
实验十八 金属磁粉探伤实验	95
实验十九 快速成形	97
实验二十 热塑性塑料注射成形实验	100
实验二十一 多弧离子镀膜实验	102
第二篇 课程设计部分	104
课程设计一 夹具设计	104
课程设计二 盘类零件的加工工艺设计	111
课程设计三 轴类零件的加工工艺设计	114
课程设计四 箱体类零件的加工工艺设计	119
课程设计五 齿轮加工工艺设计	125
课程设计六 焊接加工工艺设计	130
课程设计七 零件的结构工艺性改进	132
课程设计八 不同切削用量对零件加工质量的影响与分析	139
课程设计九 机械制造的经济技术分析、环境保护与新产品开发	146
参考文献	147

第一篇 实验部分

实验一 常用量具及使用

一、实验目的

- ① 根据不同的测量要求，正确选用不同的测量工具。
- ② 正确使用常用的测量工具。

二、实验量具及试样

量具：游标卡尺、深度游标尺和高度游标尺、千分尺等。

试样：工件若干。

三、实验内容及注意事项

(一) 游标卡尺

游标卡尺是一种比较精密的量具，在测量中用得最多，通常用来测量精度较高的工件。它可测量工件的外直线尺寸、宽度和高度，有的还可用来测量槽的深度。如果按游标的刻度值来分，游标卡尺又可分为 0.1mm、0.05mm、0.02mm 三种。

1. 游标卡尺的刻线原理与读数方法

以刻度值 0.02mm 的精密游标卡尺为例（图 1-1-1），这种游标卡尺由带固定卡脚的主尺和带活动卡角的副尺（游标）组成。在副尺上有副尺固定螺钉。主尺上的刻度以 mm 为单位，每 10 格分别标以 1, 2, 3……以表示 10mm, 20mm, 30mm……这种游标卡尺的副尺刻度是把主尺刻度 49mm 的长度分为 50 等份，即每格为：

$$\frac{49}{50} = 0.98 \text{ (mm)}$$

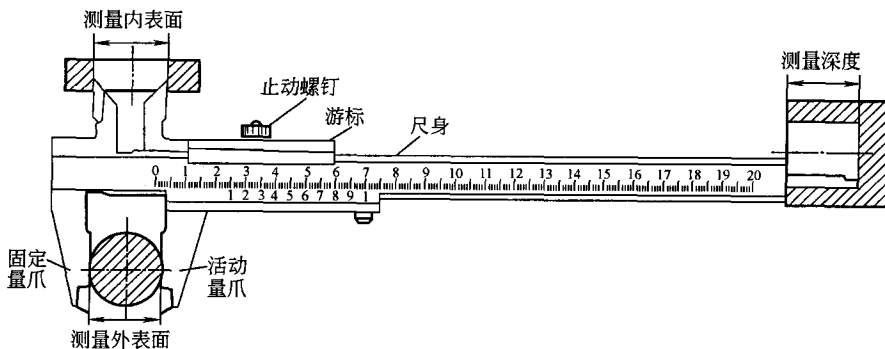


图 1-1-1 0.02mm 游标卡尺

主尺和副尺的刻度每格相差： $1 - 0.98 = 0.02 \text{ (mm)}$

即测量精度为 0.02mm。如果用这种游标卡尺测量工件，测量前，主尺与副尺的 0 线是对齐的，测量时，副尺相对主尺向右移动，若副尺的第 1 格正好与主尺的第 1 格对齐，则工

件的厚度为 0.02 mm。同理，测量 0.06 mm 或 0.08 mm 厚度的工件时，应该是副尺的第 3 格正好与主尺的第 3 格对齐或副尺的第 4 格正好与主尺的第 4 格对齐。

在一般测量时，先看副尺 0 线所对主尺前面是多少毫米，再看副尺上的第几条线正好与主尺上的一条刻线对齐。副尺上的每格表示 0.02mm。然后把两个读数相加，就是被测工件的尺寸。

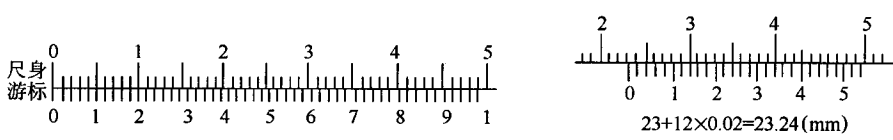


图 1-1-2 0.02mm 游标卡尺的读数方法

如图 1-1-2 所示，副尺 0 线所对主尺前面的刻度 23 mm，副尺 0 线后的第 12 条线与主尺的一条刻线对齐。副尺 0 线后的第 12 条线表示：

$12 \times 0.02 = 0.24 \text{ (mm)}$

所以被测工件的尺寸为：

$23 + 0.24 = 23.24 \text{ (mm)}$

2. 游标卡尺的使用与注意事项

(1) 游标卡尺的使用 游标卡尺可用来测量工件的宽度、外径、内径和深度，如图 1-1-3 所示。

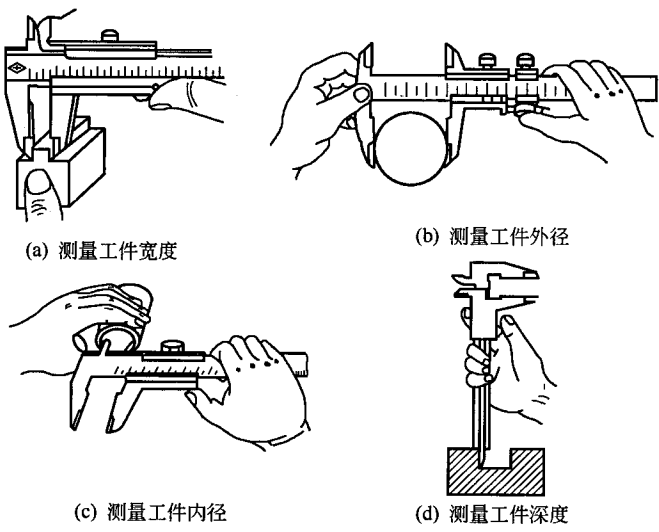


图 1-1-3 游标卡尺的应用

(2) 注意事项 游标卡尺是比较精密的量具，使用时应注意如下事项。

- ① 使用前，应先擦干净两卡脚测量面，并合拢两卡脚，检查副尺 0 线与主尺 0 线是否对齐，若未对齐，应根据原始误差修正测量读数。
- ② 测量工件时，卡脚测量面必须与工件的表面平行或垂直，不得歪斜。且用力不能过大，以免卡脚变形或磨损，影响测量准确度。
- ③ 读数时，视线要垂直于尺面，否则所读取的测量值不准确。
- ④ 测量内径尺寸时，应轻轻摆动，以便找出最大值。
- ⑤ 游标卡尺仅用于测量已加工的光滑表面。表面粗糙的工件或正在运动的工件都不宜

用游标卡尺测量，以免卡脚过快磨损。

⑥ 游标卡尺用完后，仔细擦净，抹上防锈油，平放在盒内，以防生锈或弯曲。

随着科技的进步，目前在实际使用中更为方便的带表卡尺和电子数显卡尺代替游标卡尺。带表卡尺（图 1-1-4），可以通过指示表读出测量的尺寸。电子数显卡尺（图 1-1-5），是利用电子数字显示原理，对两测量爪相对移动分隔的距离进行读数的一种长度测量工具。

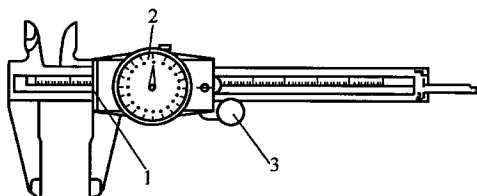


图 1-1-4 带表卡尺

1—读数部位；2—指示表；3—微动装置

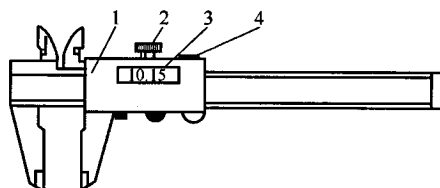


图 1-1-5 电子数显卡尺

1—尺框；2—紧固螺钉；3—显示器；4—输出端口

（二）深度游标尺和高度游标尺

1. 深度游标尺

深度游标尺如图 1-1-6 (a) 所示，用于测量孔的深度、台阶的高度、槽的深度等。使用时将尺架贴紧工件平面，再把主尺插到底部，即可读出测量尺寸；或用螺钉紧固，取出后再看尺寸。

2. 高度游标尺

高度游标尺如图 1-1-6 (b) 所示。高度游标尺除测量高度外，还可做精密划线用。

（三）千分尺

千分尺是一种精密量具，其测量精度比游标卡尺高，并且比较灵敏，准确度为 0.01mm。按用途来分，有外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺等。其中以外径千分尺（图 1-1-7）用得最为普遍。

1. 千分尺的刻线原理与读数方法

千分尺的读数机构由固定套筒和活动套筒组成，固定套筒为主尺，在固定套筒上有上下两排刻度线，刻线每小格为 1mm，相互错开 0.5mm。测微螺杆的螺距为 0.5mm，与螺杆固定在一起的活动套筒为副尺，其外圆周上有 50 等分的刻度。因此，活动套筒转一周，螺杆

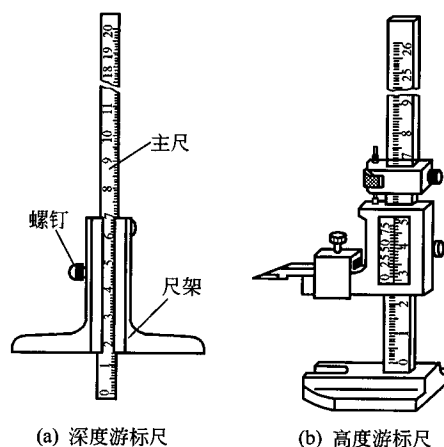


图 1-1-6 深度游标尺和高度游标尺

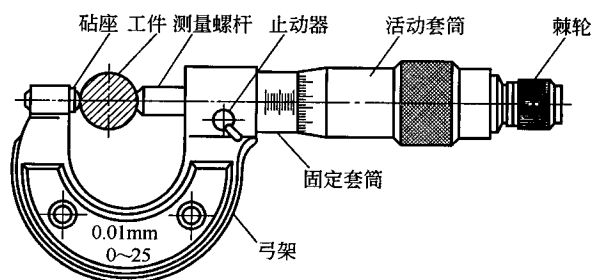


图 1-1-7 外径千分尺

轴向移动 0.5mm。如活动套筒每转一格，则螺杆的轴向位移为：

$$\frac{0.5}{50} = 0.01 \text{ (mm)}$$

这样，螺杆轴向位移的小数部分就可从活动套筒上的刻度读出。可见，圆周刻度线是用来读出 0.5mm 以下至 0.01mm 的小数值的（0.01 mm 以下的值可凭经验估出）。

其读数方法为：被测工件的尺寸 = 副尺所指的主尺上整数（应为 0.5mm 的整倍数） + 主尺中线所指副尺的格数 $\times 0.01$ 。

读数分为三个步骤：

- ① 读出固定套筒上露出刻线的毫米数和 0.5mm 数；
- ② 读出活动套筒上小于 0.5mm 的小数值；
- ③ 将上述两部分相加，即总尺寸。

图 1-1-8 是千分尺的刻线原理和读数示例，其中图（a）的读数为：12 + 4 $\times$ 0.01 = 12.04 (mm)；图（b）的读数为：14.5 + 18 $\times$ 0.01 = 14.68 (mm)。

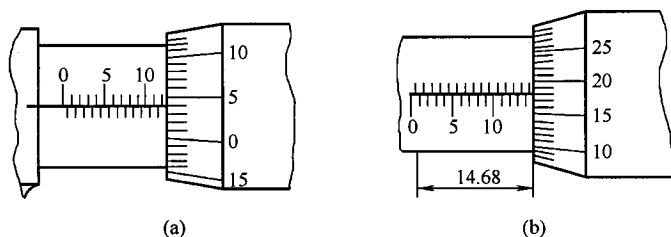


图 1-1-8 千分尺的刻线原理和读数示例

2. 千分尺的使用方法与注意事项

（1）使用方法 千分尺的使用方法如图 1-1-9 所示，其中图 1-1-9（a）是单手使用方法，图 1-1-9（b）是双手使用方法，图 1-1-9（c）是在车床上测量工件的方法。

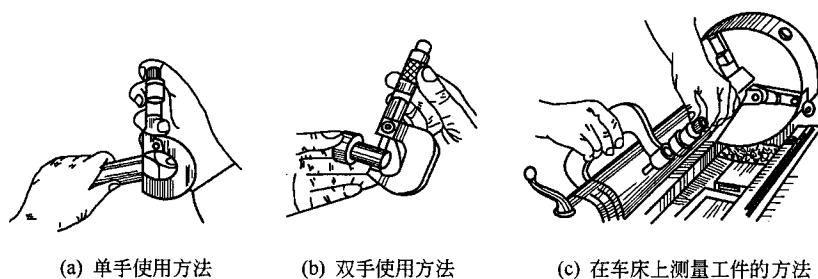


图 1-1-9 千分尺的使用方法

（2）使用注意事项 为了使千分尺不会意外损坏或过早丧失精度，使用时应注意下列事项。

① 保持千分尺的清洁，测量前后都必须擦干净。使用前应先校对零点，若零点未对齐，应根据原始误差修正测量读数。

② 当测量螺杆快要接近工件时，必须拧动端部棘轮，当棘轮发出“哒哒”打滑声时，表示压力合适，停止拧动；严禁拧动活动套筒，以防用力过度致使测量不准确。

③ 从千分尺上读取尺寸时，可在工件未取下前进行，读完后，松开千分尺，再取下工件；也可将千分尺锁紧后，把工件取下读数。

④ 千分尺只适用于测量精确度较高的尺寸，不能测量毛坯面，更不能在工件转动时去测量。

(四) 百分表

1. 结构原理

百分表是一种精度较高的指示式量具，它只能测出相对数值，不能测出绝对数值，主要用于机床上安装工件时的精密找正，校正工件的安装位置，检验零件的形状和位置误差。百分表及传动原理如图 1-1-10 所示。测量时，当带有齿条的测量杆 1 上升，带动小齿轮 2 转动，与小齿轮 2 同轴的大齿轮 3 又带动小齿轮 4 及其轴上的大指针 5 偏转；小齿轮 4 又带动大齿轮 6 及其轴上的小指针 7 偏转。

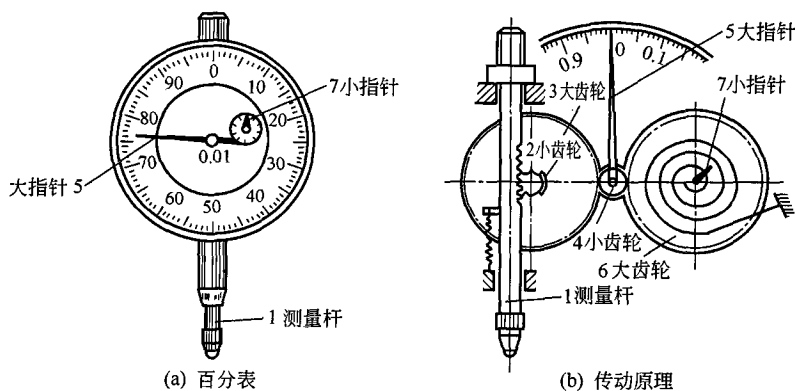


图 1-1-10 百分表及传动原理

2. 刻线原理

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 1 格。而在百分表的表盘上沿圆周刻有 100 个等分格，则其刻度值为 $1/100 = 0.01$ (mm)，小指针每格读数为 1mm。测量时当大指针转过 1 格刻度时，表示零件尺寸变化 0.01mm。该百分表的分度值为 0.01mm。

3. 使用与注意事项

(1) 百分表的使用 百分表常装在表架上使用，如图 1-1-11 所示有三种表架。

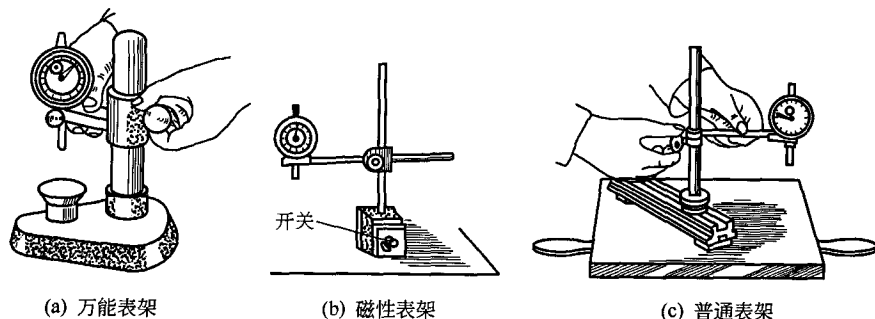


图 1-1-11 百分表表架

百分表可用来精确测量零件圆度、圆跳动、平面度、平行度和直线度等形位误差，也可用来找正工件，如图 1-1-12 所示。

(2) 注意事项

① 放置表架的表面应尽可能平整光洁，面积足够大、百分表在表架上的位置可进行前、

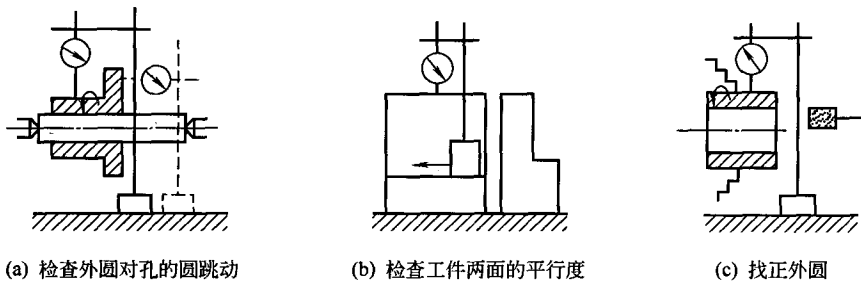


图 1-1-12 百分表应用举例

后、上、下调整。

② 测量前，检查表盘和指针有无松动现象。

③ 测量时百分表测量杆应与被测表面垂直。

(五) 厚薄规

厚薄规 (图 1-1-13) 用来检查两贴合面之间的缝隙大小。它由一组薄钢片组成，其厚度为 0.03~0.3mm。测量时用厚薄规直接塞入间隙，若一片或数片能塞进两贴合面之间，则一片的厚度或数片的厚度之和 (可由每片上的标记读出)，即为两贴合面的间隙值。

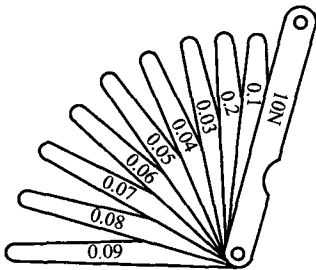


图 1-1-13 厚薄规

使用厚薄规时必须先擦干净尺面和工件，测量时不能使劲硬塞，以免尺片弯曲或折断。

(六) 塞规与卡规

在成批大量生产中，常用具有固定尺寸的量具来检验工件，这种量具叫做量规。工件图纸上的尺寸是保证有互换性的极限尺寸。测量工件尺寸的量规通常制成两个极限尺寸，即最大极限尺寸和最小极限尺寸。测量光滑的孔或轴用的量规叫光滑量规。光滑量规根据用于测量内外尺寸的不同，分为卡规和塞规两种。

1. 卡规

卡规用来测量圆柱形、长方形、多边形等工件的尺寸。卡规应用最多的形式如图 1-1-14 所示。如果轴的图纸尺寸为 $80_{-0.12}^{+0.04}$ ，则卡规的最大极限尺为 $80 - 0.04 = 79.96$ (mm)，最小极限尺寸为 $80 - 0.12 = 79.88$ (mm)。此卡规的 79.96mm 一端做通端；79.88mm 一端叫做止端。

测量时，如果卡规的通端能通过工件，而止端不能通过工件，则表示工件合格；如果卡

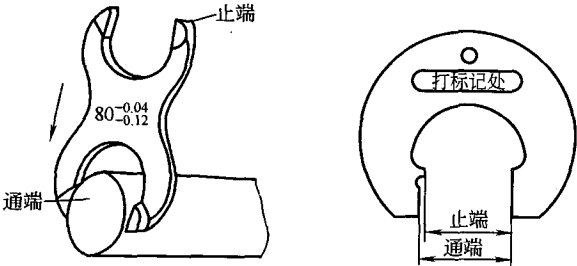


图 1-1-14 卡规

规的通端能通过工件，而止端也能通过工件，则表示工件尺寸太小，已成废品；如果通端和止端都不能通过工件，则表示工件尺寸太大，不合格，必须返工。

2. 塞规

塞规是用来测量工件的孔、槽等内尺寸的。它也做成最大极限尺寸和最小极限尺寸两端。它的最小极限尺寸一端叫做通端，最大极限尺寸一端叫做止端。常用的塞规形式如图 1-1-15 所示，塞规的两头各有一个圆柱体，长圆柱体一端为通端，短圆柱体一端为止端，检查工件时，合格的工件应当能通过通端而不能通过止端。



图 1-1-15 塞规

(七) 万能角度尺

1. 万能角度尺的结构

万能角度尺是测量角度的计量器具，在机械加工中广泛使用。除了采用光隙法测量零件角度外，还可进行角度划线。

万能角度尺（图 1-1-16）。主要由主尺 1、扇形板部件 11、直角尺 5 和直尺 3 组成。主尺上刻有 90 个分度和 30 个辅助分度，相邻两刻线之间的夹角是 1° ，主尺右端为基尺 2，主尺的背面沿圆周方向装有齿条，小齿轮与主尺背面的齿条啮合。这样可使主尺在扇形板的圆弧面和制动器 9 的圆弧面间微动，也可不用微动装置，主尺也能沿扇形板圆弧面和制动器圆弧面间移动。扇形板上装有游标 10，用卡块 4 可把直尺或直角尺固定在扇形板上。也可把直尺固定在直角尺上，实现测量不同的角度。万能角度尺的分度值和测量范围见表 1-1-1。

表 1-1-1 万能角度尺的分度值及测量范围

分 度 值	测 量 范 围	组 合 件
$2', 5'$	$0^\circ \sim 320^\circ$ $\begin{cases} 0^\circ \sim 50^\circ \\ 50^\circ \sim 140^\circ \\ 140^\circ \sim 230^\circ \\ 230^\circ \sim 320^\circ \end{cases}$	主尺与直尺、直角尺 主尺与直尺 主尺与直角尺 主尺

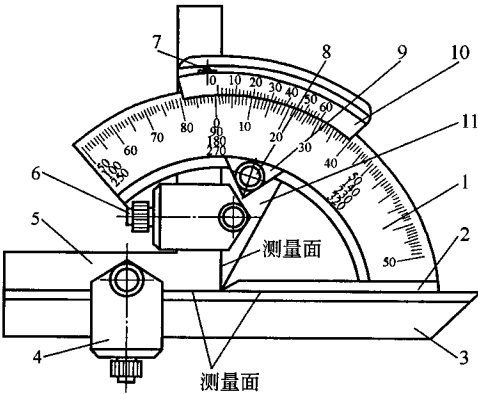


图 1-1-16 万能角度尺

1—主尺；2—基尺；3—直尺；4—卡块；5—直角尺；
6—紧固螺钉；7—游标紧固螺钉；8—制动器紧固螺钉；
9—制动器；10—游标；11—扇形板部件

2. 万能角度尺的使用与注意事项

(1) 使用前的检查

1) 检查外观 目测观察外观，比如万能角度尺不应有碰伤，刻线应清晰。

2) 检查各部分相互作用 试验各部分相互作用，如直尺、直角尺装卸应顺利。制动器和卡块作用在任何位置时均应可靠。微动装置有效。扇形板与主尺相对移动时应灵活、平稳。

3) 检查零位正确性 装上直角尺、直尺后，使直尺、基尺测量面均匀接触，游标零刻线与主尺刻线以及游标尾刻线与主尺的相应刻线重合度不大于分度值的一半。

(2) 万能角度尺的使用

① 万能角度尺能测量 $0^\circ \sim 320^\circ$ 的角度，

如图 1-1-17 所示。利用卡块将直尺装在直角尺上可以测量 $0^\circ \sim 50^\circ$ 的角度 [图 1-1-17 (a)]。为了测量 $50^\circ \sim 140^\circ$ 的角度, 可卸下直角尺, 换上直尺 [图 1-1-17 (b)]。测量 $140^\circ \sim 230^\circ$ 的角度时, 取下直尺及其卡块即可 [图 1-1-17 (c)]。测量 $230^\circ \sim 320^\circ$ 的角度时, 需将直角尺、直尺和卡块都拆下 [图 1-1-17 (d)], 测量各种角度的应用示例见表 1-1-2。

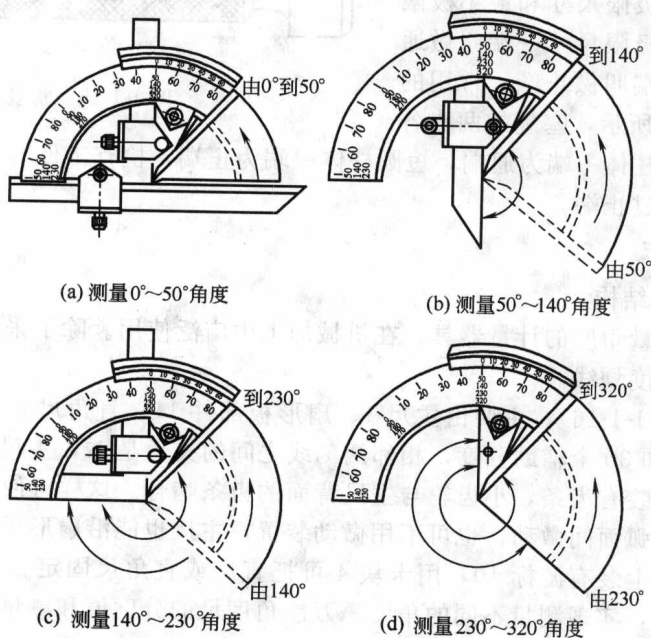


图 1-1-17 万能角度尺的使用

表 1-1-2 万能角度尺应用示例

$\alpha = 0^\circ \sim 50^\circ$	$\alpha = 50^\circ \sim 140^\circ$
$\alpha = 140^\circ \sim 230^\circ$	$\alpha = 230^\circ \sim 320^\circ$

② 为精确地测量角度, 不应用非测量面进行测量。

(3) 万能角度尺的注意事项

① 使用完毕，应用溶剂汽油或航空汽油把万能角度尺洗净，用干净纱布仔细擦干，并涂敷防锈油，然后分别将直尺、直角尺等放入专用盒内。

② 万能角度尺不得放在潮湿的地方，以免生锈。

四、实验报告

实验内容_____

实验日期_____年_____月_____日

同组同学_____

班级	
姓名	
评分	

1. 实验目的

2. 实验量具及试样

3. 实验数据及计算结果

实验二 零件尺寸误差、形位误差的测量

一、实验目的

- ① 合理地选用计量器具与测量方法。
- ② 正确处理测量数据。
- ③ 学会用立式光学计测量工件外径尺寸的方法，并根据测量结果判断工件是否合格。

二、实验设备

立式光学计、量块、工作塞规、合像水平仪、自准直仪、反射镜、圆度仪等。

三、实验内容、原理及仪器说明

形位误差与尺寸误差的特征不同，尺寸误差是两点间距离对标准值之差，形位误差是实际要素偏离理想状态，并且在要素上各点的偏离量又可以不相等。形位误差含形状误差和位置误差。用公差带虽可以将整个要素的偏离控制在一定区域内，但怎样知道实际要素被公差带控制住了呢？有时就要测量要素的实际状态，并从中找出对理想要素的变动量，再与公差值比较。

形状公差是限制一条线或一个面上发生的误差。国家标准对平面、回转面和曲面制订了六项指标：直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度和面轮廓度。位置公差是限制两个或两个以上要素在方向和位置关系上的误差，按照要求的几何关系分为定向、定位和跳动三类公差。定向公差控制方向误差，定位公差控制位置误差，跳动公差是以检测方式定出的项目，具有一定的综合控制形位误差的作用。三类公差的共同特点是以基准作为确定被测要素的理想方向、位置和回转轴线。

本实验内容较多，可根据实际情况选做 2~3 个 (6 学时)。

(一) 尺寸误差的测量

1. 原理

立式光学计用于长度测量，它采用量块作为长度基准，按比较法测量工件外径的微差尺寸。

图 1-2-1 为立式光学计外形图。核心部分为光学计管，光学计管利用光学杠杆放大原理进行测量，其光学系统如图 1-2-2 (b) 所示。光线经反射镜 1 进入光学计管，使分划板上的刻度尺 8 得到照明，光线通过刻度尺，经过棱镜 2 的反射，折向物镜 3，照射到反射镜 4 上。由于刻度尺 8 位于物镜 3 的焦平面上，光线经物镜 3 后成为一平行光束。若反射镜 4 与物镜 3 相互平行，则反射光线折回到焦平面，从目镜中可看到刻度尺 8 的成像 7，此时刻度尺成像 7 与刻度尺 8 对称。若被测尺寸变动使测杆 5 推动反射镜 4 绕支点转动某一角度 [图 1-2-2 (a)]，则反射

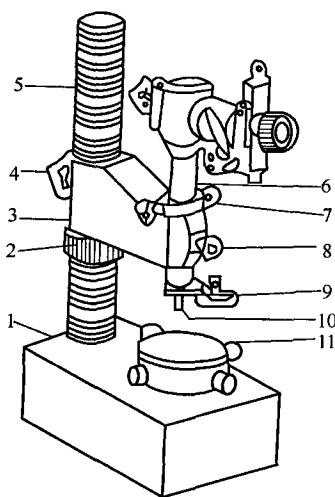


图 1-2-1 立式光学计外形图

- 1—底座；2—横臂升降螺母；3—横臂；
4—横臂紧固螺钉；5—立柱；6—光学计管；
7—微动凸轮托圈紧固螺钉；8—光学计管紧固螺钉；9—提升器；10—测头；11—工作台

光线相对于入射光线偏转 2α ，从而使刻度尺成像 7 产生位移 t ，它代表被测尺寸的变动量。

仪器的基本度量指标如下。

分度值 0.001 mm

示值范围 $\pm 100 \mu\text{m}$

测量范围：最大直径 150 mm

最大长度 180 mm

示值误差 $\pm 0.3 \mu\text{m}$

2. 测量步骤

(1) 选择测头 测头的形状有球形、刀口形与平面形三种，应根据被测工件表面形状来选择，即测头与被测工件表面的接触宜采用点接触或线接触。本实验可选用刀口形测头。

(2) 组合量块 按被测工件（塞规）的基本尺寸组合量块。

(3) 清洁仪器 用汽油将工作台、测量头、量块以及被测塞规表面清洗、拭干。

(4) 调整仪器零位

1) 置量块 组合好量块组后，将量块组置于工作台 11 的中央（见图 1-2-1），并使测头 10 对准量块组上工作面中点。

2) 粗调整 松开横臂紧定螺钉 4，转动横臂升降螺母 2，使横臂 3 缓慢下降，直到测头与量块轻微接触，并能在目镜视场中看到刻度尺成像为止，然后拧紧横臂紧定螺钉 4。

3) 细调整 松开螺钉 8，转动微动凸轮托圈紧定螺钉 7，使刻度标尺零位与 μ 指示线重合 [图 1-2-3 (a)]，然后拧紧螺钉 8。

4) 微调 转动刻度尺微调螺钉 6 [图 1-2-2 (b)]，使刻度尺成像的“0”线与 μ 指示线重合 [图 1-2-3 (b)]，然后轻轻按下数次测头提升器 9（图 1-2-1），使零位稳定。

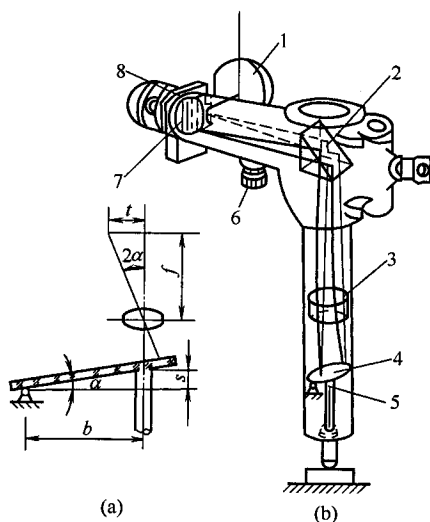


图 1-2-2 光学计管

1,4—反射镜；2—棱镜；3—物镜；5—测杆；
6—刻度尺微调螺钉；7—刻度尺成像；8—刻度尺

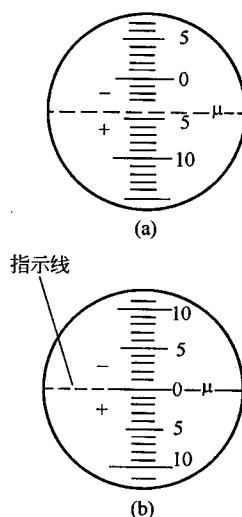


图 1-2-3 调零

5) 取下量块 按下提升器 9，使测头抬起后取下量块组。

(5) 测量塞规 按实验规定的部位（在被测塞规工作表面等分的三个横截面上两个相互垂直的径向位置）进行测量，把测量结果填入实验报告。

(6) 判别塞规合格性 查出被测塞规的尺寸公差, 与测量结果比较, 判断被测塞规的合格性。

(二) 形位误差的检测原则

形位公差的项目较多, 加上被测要素的形状和零件上的部位不同, 使得形位误差的检测出现各种各样的方法。为了便于准确地选用, 国家标准 (GB 1958—82)《形状和位置公差检验规定》将各种检测方法整理出一套检测方案, 并概括出五种检测原则。

第一种检测原则是与理想要素比较的原则, 即将被测实际要素与理想要素相比较, 用直接或间接测量法测得形位误差值。

第二种检测原则是测量坐标值的原则, 即测量被测实际要素的坐标值 (如直角坐标值、极坐标值、圆柱面坐标值), 经过数据处理而获得形位误差值。

第三种检测原则是测量特征参数的原则, 即测量被测实际要素上具有代表性的参数来表示形位误差值。

第四种检测原则是测量跳动的原则, 即将被测实际要素绕基准轴回转, 沿给定方向测量其对某参考点或线的变动量作为误差值。变动量是指示器的最大与最小读数之差。

第五种检测原则是控制实效边界的原则, 一般是用综合量规来检验被测实际要素是否超过实效边界, 以判断合格与否。这项原则应用于最大实体要求规定的形位公差。

国标将各项形位误差的检测方案, 用两位数字组成的代号表示。前一数字代表检测原则, 后一数字代表检测方法, 如果对形位公差指定用某项检测方案时, 可在公差框格下注明代号。如框格下的 1-1, 即表示圆柱素线直线度误差, 要用第一种检测原则中第一种检测方法。

(三) 形位误差的测量

1. 直线度与平面度

(1) 直线度误差的检测

1) 指示器测量法 (图 1-2-4) 将被测零件安装于平行于平板的两顶尖之间。用带有两

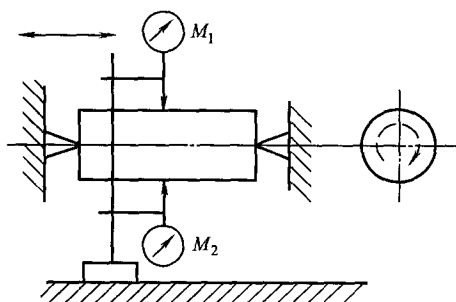


图 1-2-4 指示器测量法

只指示器的表架, 沿铅垂轴截面的两条素线测量, 同时分别记录两指示器在各自测点的读数 M_1 和 M_2 , 取各自读数差之半 (即 $\left| \frac{M_1 - M_2}{2} \right|$) 中的最大差值作为该截面轴线的直线度误差。将零件转位, 按上述方法测量若干个截面, 取其中最大的误差作为被测零件轴线的直线度误差。

2) 刀口尺法 [图 1-2-5 (a)] 刀口尺法是利用刀口尺和被测要素 (直线或平面) 接触, 使刀口尺和被测要素之间的最大间隙为最小, 此最大

间隙即为被测的直线度误差。间隙量可用塞尺测量或与标准间隙比较。

3) 钢丝法 [图 1-2-5 (b)] 钢丝法是用特别的钢丝作为测量基准, 用测量显微镜读数。调整钢丝的位置, 使测量显微镜读得两端读数相等。沿被测要素移动显微镜, 显微镜中的最大读数即为被测要素的直线度误差值。

4) 水平仪法 [图 1-2-5 (c)] 水平仪法是将水平仪放在被测表面上, 沿被测要素按节距逐段连续测量。对读数进行计算可求得直线度误差值。也可采用作图法求得直线度误差值。一般是在读数之前先将被测要素调成水平, 以保证水平仪读数方便。测量时可在水平仪