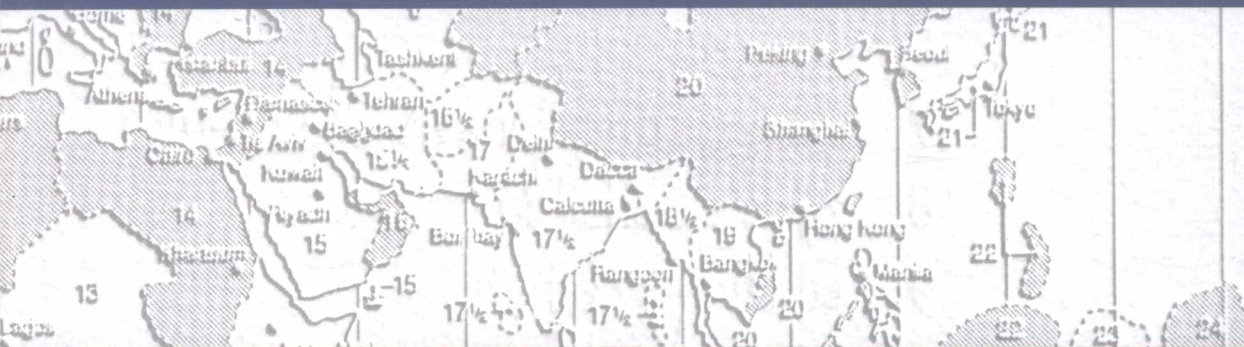




卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材



机械制造基础实训教程

PRACTICAL TRAINING OF ESSENTIALS
OF MECHANICAL MANUFACTURING

主 编 李亚平

卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材

机械制造基础实训教程

主 编 李亚平

张 军 (110) 吕 强 李 强 李 强

参 编 张 军 孟丽霞

张 军 (110) 吕 强 李 强 李 强



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书根据教育部制定的《高职高专教育课程基本要求》编写,与天津大学出版社出版的《机械制造基础》教材配套使用。

全书共两篇,第一篇为实训篇,共设 12 个实训项目;第二篇为习题篇,共分 4 章,包括工程材料、热处理、材料成形、材料加工以及加工工艺等内容。本书在编写过程中理论联系实际,加强课程的实践性、针对性和应用性,培养学生的工程实际能力。为适应不同层次学生的学习,教材内容及习题难度有所扩展,以加强巩固学习内容,掌握课程要点,各校可根据需要选择使用。

本书可供高等职业技术学院、高等专科学校的机械类各专业师生使用,也可供非机械类专业,电大、夜大、函大和中等学校有关专业选用以及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础实训教程/李亚平主编. —天津:天津大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-5618-3113-7

I. 机… II. 李… III. 机械制造-高等学校:技术学校-教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 147434 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网址 www.tjup.com

印刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 169mm×239mm

印张 5

字数 107 千

版次 2009 年 8 月第 1 版

印次 2009 年 8 月第 1 次

印数 1-3 000

定价 10.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

本书根据教育部制定的《高职高专教育课程基本要求》编写,与天津大学出版社出版的《机械制造基础》教材配套使用,内容注重与《机械制造基础》教材的衔接和分工,避免重复,各有侧重。

在编写教材中注重体现高职高专院校教学的实用性、针对性和应用性,并有适当的广度和深度。注重典型实例分析,注重培养学生的工程实际能力,为适应不同层次学生的学习,教材内容及习题难度有所扩展,以加强巩固学习内容,掌握课程要点。全书共两篇,第一篇为实训篇,共设 12 个实训项目;第二篇为习题篇,共分 4 章,包括工程材料、热处理、材料成形、材料加工以及加工工艺等内容,各校可根据需要选择使用。

本书由北京信息职业技术学院李亚平担任主编并统稿。北京市技师学院张军、陆军航空兵学院孟丽霞参与了本书的编写。

本书可供高等职业技术学院、高等专科学校的机械类各专业师生使用,也可供非机械类专业,电大、夜大、函大和中等学校有关专业选用以及有关工程技术人员参考。

在本书的编写过程中,天津大学出版社给予了热情的帮助和指导,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请广大师生和读者指正,以便修订时调整和改进。

编 者

2009 年 5 月

目 录

第一篇 实 训 篇

实训 1	金属材料的硬度实验	(3)
实训 2	铁碳合金平衡组织观察	(4)
实训 3	碳钢的热处理操作	(4)
实训 4	游标卡尺的使用	(5)
实训 5	千分尺的使用	(7)
实训 6	用内径百分表测量零件孔径	(9)
实训 7	万能角度尺的使用	(11)
实训 8	平行度和垂直度误差的测量	(12)
实训 9	比较法测表面粗糙度	(13)
实训 10	螺纹千分尺测外螺纹中径	(13)
实训 11	齿轮公法线长度的测量	(14)
实训 12	机械加工工艺规程设计	(15)

第二篇 习 题 篇

第 1 章	工程材料和毛坯成形	(21)
1.1	工程材料	(21)
1.2	热处理	(23)
1.3	毛坯成形	(24)
第 2 章	金属切削加工	(33)
2.1	切削加工基本知识	(33)
2.2	常用切削加工方法和设备	(40)
第 3 章	机械加工工艺规程的制定	(47)
第 4 章	综合测试	(52)
综合测试 1		(52)
综合测试 2		(55)
综合测试 3		(57)
综合测试题库		(59)

第一篇

实 训 篇

第一冊

卷一

实训 1 金属材料的硬度实验

一、实训目的

1. 掌握布氏硬度和洛氏硬度的正确选择方法。
2. 熟悉布氏硬度计和洛氏硬度计的操作方法。

二、实训设备与材料

1. HB-3000 型布氏硬度计和 HR-150 洛氏硬度计。
2. JXD-2 型读数显微镜。
3. 试样:正火及淬火状态的 20 钢、45 钢、T12 钢及铝合金。

三、实训方法和步骤

(一) 布氏法

1. 将测试件平稳放置于工作台上,顺时针旋转手轮(上升)使钢珠与试件接触,直到手轮与升降螺母产生相对运动时(即打滑)停止。
2. 开动电机将载荷加到试件上并保持一定时间(10 s),逆时针转动手轮,取下试样。
3. 用读数显微镜在两个相互垂直的方向上测出压痕直径 d_1 、 d_2 ,算出平均值。
4. 根据 d 值查表得出 HB 值。

(二) 洛氏法

1. 将试件放置在工作台上,将手轮顺时针旋转升至指示器的小指针从 0 到 3(表示已加上 98.07 N 的初负荷)。
2. 转动表盘使 BC 线对准大指针。
3. 加上主负荷,指示器大指针停止运动,约 10 s 后再卸除主负荷。
4. 读出 C 表盘的硬度值。一般需测量三次,取平均值。
5. 逆时针旋转手轮取下试件。

四、注意事项

1. 试样表面应平整光滑,无氧化皮和污物。
2. 试样上压痕中心至试样边缘的距离应在 2.5~3 mm 范围内。
3. 加载时应仔细操作,以免损坏压头。
4. 测完硬度值,卸掉载荷,必须使压头完全离开试样后再取下试样。

五、实训报告内容

1. 实训目的及方法步骤。
2. 整理实验记录,并分析实验结果。

六、实训仪器简介

1. 布氏硬度计型号 HB-3000。

构成包括机体、工作台、大小杠杆、减速器、电机定时器、换向开关、砝码等。测量范围:HB8~450(硬度超过 HB450 的材料在测定过程中,易使钢球变形并产生裂纹)。一般用来测定铸铁、有色金属(铝、铜等)及低碳钢原材料等硬度值的检测。

2. 读数显微镜 JXD-2 型。

规格:目镜 $10\times$,物镜 $3\times$,总放大倍数 $30\times$ 。测量范围:0~50 mm,分度值为 0.01 mm,共 100 格。整数部分由标尺读出,小数部分由微分转筒读出。压痕直径 $d=0.5(d_1+d_2)$ 。压痕直径大小在 $0.25D\sim0.6D$ 范围内合格, D 为压印器淬火钢球,直径在 2.5~6 mm。

实训 2 铁碳合金平衡组织观察

一、实训目的

1. 观察和识别铁碳合金平衡状态下的组织形态和分布特征。
2. 了解铁碳合金的成分、组织、性能之间的关系。

二、实训设备与材料

1. 金相显微镜和金相图片。
2. 铁碳合金的金相试样,包括退火状态的工业纯铁、20 钢、45 钢、T8 钢、铸态的亚共晶白口铁、共晶白口铁、过共晶白口铁。浸蚀剂为 4%硝酸酒精溶液。

三、实训方法和步骤

1. 学生在显微镜下对各种试样进行观察和分析,确定其所属类型。在观察显微组织时,先用低倍全面观察,找出典型组织,再用高倍放大,对典型组织进行详细观察。
2. 绘制所观察试样的显微组织图。
3. 观察一个未知试样,确定其属于何种材料,大致估计其含碳量。

四、实训报告内容

1. 实训目的。
2. 画出所观察的组织示意图,用箭头标明组织组成物名称,并注明材料名称、含碳量、浸蚀剂和放大倍数。
3. 根据所观察的显微组织,说明含碳量与合金组织、性能之间的关系。

实训 3 碳钢的热处理操作

一、实训目的

1. 了解退火、正火、淬火和回火的工艺方法。
2. 分析含碳量、加热温度、冷却速度、回火温度与碳钢性能的关系。

3. 观察碳钢经不同热处理后的显微组织。

二、实训设备与材料

1. 箱式电阻炉和控温测温仪。
2. 淬火水槽和油槽、钢字头、夹钳、砂纸。
3. 金相显微镜和放大金相图片。
4. 洛氏硬度计。
5. 试样： $\phi 20 \times 20$ 标准试样，侧面打序号，见表 1.1。

三、实训方法和步骤

1. 按表 1.1 要求准备试样。
2. 按表 1.1 工艺进行热处理操作，使加热炉温度预先升到选定温度。

表 1.1 实训记录表

材料	标号	热处理工艺			硬度值				显微组织
		加热温度/ $^{\circ}\text{C}$	冷却方法	回火温度/ $^{\circ}\text{C}$	1	2	3	平均	
45 钢	45-1	840	炉冷						
	45-2		空冷						
	45-3		油冷						
	45-4		水冷						
	45-5		水冷						
	45-6		水冷						
	45-7		水冷	200					
	45-8	750	水冷	450					
	45-9	1 000	水冷	600					
T12 钢	T12-1	770	炉冷						
	T12-2		空冷						
	T12-3		油冷						
	T12-4		水冷						
	T12-5		水冷	200					
	T12-6		水冷	450					
	T12-7		水冷	600					
	T12-8	900	水冷						

实训 4 游标卡尺的使用

一、实训目的

1. 了解各种基本测量方法。

2. 熟练掌握游标卡尺的用法、读数及测量范围。

二、实训内容

1. 测量光滑工件的内径和外径。
2. 测量工件的高度和深度。

三、计量器具及测量原理

(一) 游标类量具读数原理

1. 读数部分由主尺和游标组成,如图 1.1 所示。利用主尺刻线间距与游标刻线间距差来进行小数读数。通常,主尺上刻有间距为 1 mm 的刻线。主尺间距 49 格刻线宽度与游标 50 格刻线宽度相等,两者刻线间距差为 0.02 mm,即游标分度值为 0.02 mm (游标分度值可分为 0.1 mm、0.05 mm、0.02 mm)。

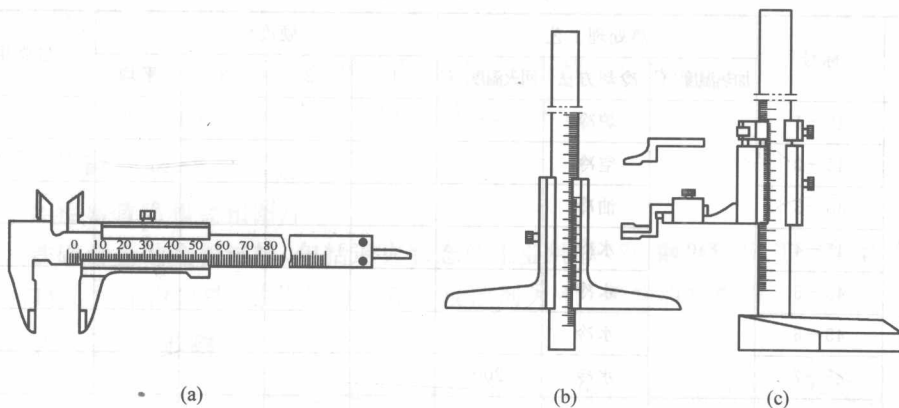


图 1.1 常见游标卡尺

(a) 游标卡尺; (b) 深度游标尺; (c) 高度游标尺

2. 游标量具是以游标的零刻线为基线进行读数,方法如下。

(1) 读出游标零刻线所示的在主尺上左边刻线的毫米整数。

(2) 观察游标上零刻线右边第 n 条刻线与主尺某一刻线重合,将游标上读得的刻线条数乘以游标分度值,即为毫米小数。

(3) 毫米整数与毫米小数相加,即为被测工件的尺寸。

如图 1.2 所示。

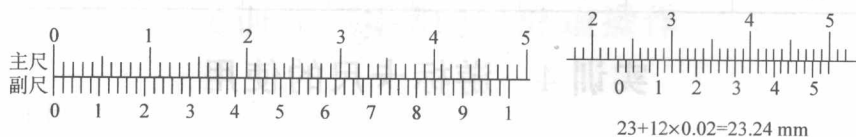


图 1.2 0.02 mm 的刻线原理与读数方法

(二) 测量方法

1. 选择量具。按工作形状、各被测件基本尺寸及公差大小,分别选择适当刻度值与测量范围的量具。
2. 校对量具。用棉花浸汽油或无水乙醇,将量具测量面擦净后检验零点读数的正确性,记下零点示值误差,以其反号作为校正值。
3. 进行测量。将工件表面擦净,对各指定部分分别用适当量具进行测量,每一部位测量三次取其平均值作为测量结果。

(三) 影响测量精度的因素及测量时应注意事项

1. 正确使用量具。游标卡尺由于存在结构误差(不符合阿贝原则),即被测尺寸与刻度尺不在同一条直线上,所以影响测量精度的提高,我们在测量时则应使被测工件尽可能靠近主尺刻度。
2. 控制测量力。用游标卡尺测量时,测量力凭测量者的感觉控制,工件在量具上度量时,不应卡得太紧,但也不允许松动。

四、实训方法与步骤

1. 确定零件所用测量工具。
2. 将量具、零件擦洗干净。
3. 调整游标卡尺“0”位。
4. 按实验要求对零件进行调整,将测量结果填入记录表中,并进行分析计算。测量零件三个不同的部位取平均值。
5. 实训完毕,将量具、零件擦净,放回原位。

五、实训报告内容

1. 实训目的。
2. 绘制零件草图并标注尺寸。

实训 5 千分尺的使用

一、实训目的

1. 了解各种基本测量方法。
2. 熟练掌握千分尺的用法、读数及测量范围。

二、实训内容

测量光滑工件的外径和厚度。

三、计量器具及测量原理

(一) 工具介绍

千分尺外观如图 1.3 所示。千分尺按用途分为外径千分尺、内径千分尺与深度千

分尺等,其刻度值通常均为 0.01 mm ,测量范围有 $0\sim 25\text{ mm}$ 、 $25\sim 50\text{ mm}$ 等多种(因制造因素其移动量为 25 mm)。测量时应手持弓架旋转微分筒,使微分筒螺杆前进,当螺杆前端测量面与工作表面接近时,再旋转棘轮定压机构,在测量面与工件接触后,棘轮就会在螺杆上打滑而发出喀喀响声,螺杆也就停止前进,此时便可读数。千分尺是利用螺旋副原理,借助测微螺杆与螺纹轴套作为一对精密螺丝耦合件,将回转运动变为直线运动后,从固定套管和微分筒所组成的读数机构读到长度尺寸的。其测量精度比游标卡尺高。

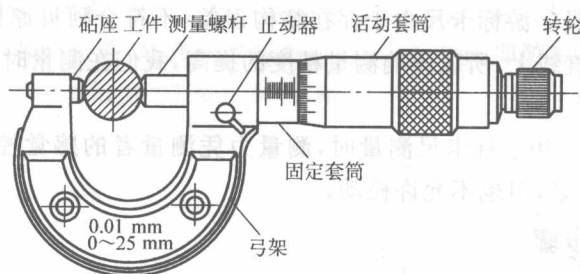


图 1.3 外径千分尺

(二) 读数方法

固定套筒上刻有上下两排刻线,间距均为 1 mm ,相邻上下两刻线间距为 0.5 mm ,即与测微螺杆的螺距相等,微分筒上刻有 50 个等分刻度,微分筒转一周,螺杆的轴向位移 0.5 mm ,微分筒转一格($1/50$ 转),螺杆的轴向位移为 0.01 mm ,即千分尺的刻度值。读数时,首先应从固定套筒的上下两排刻度读出整数部分,再加上由转筒上读到的 0.5 mm 以下的小数(以固定套筒上的长横线作为指标线)。

读数示例如图 1.4 所示。

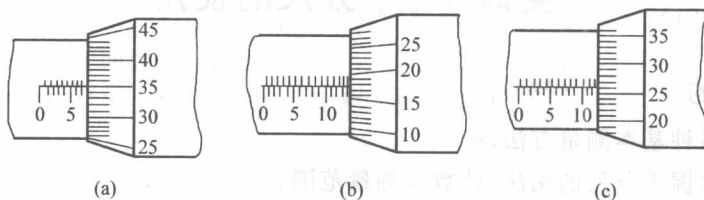


图 1.4 千分尺读数示例

(a) 8.35 mm ; (b) 14.68 mm ; (c) 12.765 mm

(三) 测量方法

1. 选择量具。按工作形状,各被测件基本尺寸与公差大小,分别选择适当刻度值与测量范围的量具。

2. 校对量具。用棉花浸汽油或无水乙醇,将量具测量面擦净后检验零点读数的正确性,记下零点示值误差,以其反号作为校正值。

3. 进行测量。将工件表面擦净,对各指定部分分别用适当量具进行测量,每一部位测量三次取其平均值作为测量结果。

(四)影响测量精度的因素及测量时应注意事项

1. 正确使用量具。游标卡尺由于存在结构误差(不符合阿贝原则)即被测尺寸与刻度尺不在同一条直线上,所以影响测量精度的提高,我们在测量时则应使被测工件尽可能靠近主尺刻度。

2. 控制测量力。用游标卡尺测量时,测量力凭测量者的感觉控制,工件在量具上度量时,不应卡得太紧,但也不允许松动。

四、实训方法与步骤

1. 确定零件所用测量工具。
2. 将量具、零件擦洗干净。
3. 调整千分尺“0”位。
4. 按实训要求对零件进行调整,将测量结果填入记录表中,并进行分析计算。
5. 实训完毕,将量具、零件擦净,放回原位。

五、实训报告内容

1. 实训目的。
2. 绘制零件草图并标注尺寸。

实训 6 用内径百分表测量零件孔径

一、实训目的

1. 了解测量内径常用的计量器具、测量原理及使用方法。
2. 掌握内径百分表的应用,学会用内径百分表测量孔径的方法。

二、实训内容

用内径百分表测量内径。

三、计量器具和测量原理

内径百分表是用相对测量法测孔,从而做出被测孔是否合格的结论。内径百分表是用相对测量法测量孔径的一种常用测量仪器,附有一套长短不同的可换测头,可根据被测尺寸的大小来选取,可测 10~1 000 mm 的内径。如图 1.5 所示,百分表 6 被夹持在直管的端头,其测杆始终与转动杆 2 接触。弹簧 5 是控制测力的,并经传动杆 4、杠杆 7 向外顶着活动测头 8。测量时,活动测头 8 的移动使杠杆 7 回传,通过传动杆 4 推动百分表 6 使百分表指针偏转。由于杠杆 7 是等臂的,当活动测头移动 1 mm 时,传动

杆(测量杆)也移动 1 mm,推动百分表指针转一圈。所以活动测量头的移动量可以在百分表上读出。在弹簧 9 的作用下,定位装置 10 起着找正直径的作用。

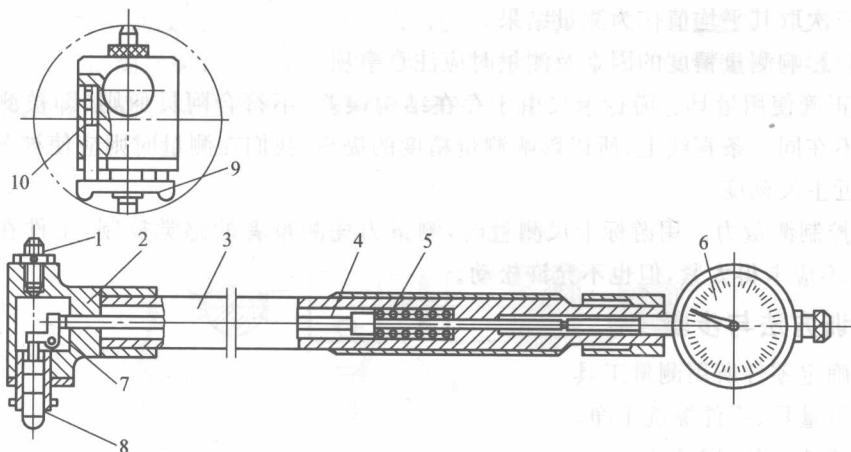


图 1.5 内径百分表

1—测头;2—转动杆;3—直管;4—传动杆;5、9—弹簧;6—百分表;
7—杠杆;8—活动测头;10—定位装置

四、实训方法与步骤

1. 校核测量仪器精度能否满足被测尺寸的精度要求。根据尺寸公差 TD , 查出计量器具的不确定度 u_1 , 将测量仪器的 u_2 与 u_1 比较, 当 $u_2 < u_1$ 时, 则可满足。

2. 确定验收极限。根据尺寸公差 TD , 查出安全裕度 A , 计算验收极限。

$$\text{上验收极限} = D_{\max} - A$$

$$\text{下验收极限} = D_{\min} + A$$

3. 根据被测孔的基本尺寸, 选好相应可换测头, 拧入壳体的螺孔内, 并用螺母锁紧。

4. 按被测孔的基本尺寸组合量块, 用量块附件将量块放入侧块内夹紧, 此间距为被测孔的基本尺寸。也可用外径千分尺来调, 即将千分尺对“0”, 然后调到被测零件尺寸, 并用锁紧装置锁住。

5. 调整内径百分表。将内径百分表的量头放入量块附件两侧块内(或千分尺的量砧与测微螺杆间), 使其相互接触, 摆动直管 3, 使内径百分表在垂直和水平两方向上摆动, 确定其复位点, 然后转动刻度盘, 使指针对准“0”位。

6. 将内径百分表测头放入被测孔内, 并使其位于被测零件的截面内, 测量时必须将量具摆动, 读取最小值。孔的实际尺寸 = 基本尺寸 + 百分表的最小读数。

7. 将测量结果填入报告记录表中, 做出零件合格与否的结论。

8. 实训完毕,将量具与被测零件擦净,放回原处。

五、实训报告内容

1. 实训目的。
2. 测量结果填入报告记录表中,做出零件合格与否的结论。

实训 7 万能角度尺的使用

一、实训目的

1. 了解万能角度尺结构、测量原理及使用方法。
2. 掌握万能角度尺的应用,学会用万能角度尺测量工件角度的方法。

二、实训内容

用万能角度尺测量工件的角度。

三、计量器具和测量原理

万能角度尺是用来测量工件内、外角度的量具,其结构如图 1.6 所示。

万能角度尺的读数机构是根据游标原理制成的。主尺刻线每格为 1° 。游标的刻线是取主尺的 29° 等分为 30 格,因此游标刻线角格为 $\frac{29^\circ}{30}$,即主尺与游标一格的差值为 $\frac{1^\circ}{30} = 2'$,也就是说万能角度尺读数准确度为 $2'$ 。其读数方法与游标卡尺完全相同。

测量时应先校准零位,万能角度尺的零位是指当角尺与直尺均装上,而角尺的底边及基尺与直尺无间隙接触时,主尺与游标的“0”线对准。调整好零位后,通过改变基尺、角尺、直尺的相互位置可测试 $0 \sim 320^\circ$ 范围内的任意角。

应用万能角度尺测量工件时,要根据所测角度适当组合量尺,其应用举例如图 1.7 所示。

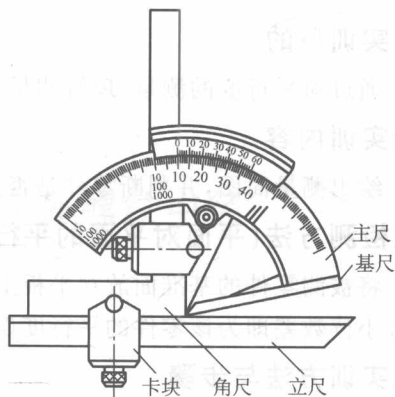


图 1.6 万能角度尺

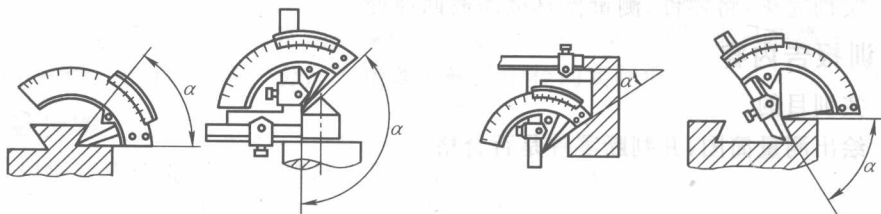


图 1.7 万能角度尺的应用

用万能角度尺测量角度时,是以量角器上的两个基准面与被测角的两边接触,然后读数。接触的好坏对测量精度影响很大。正确的接触是接触面之间没有明显的缝隙,它可利用是否因有缝隙而能看到光缝来检查。

四、实训方法与步骤

1. 根据所测零件的角度选择角度尺的附件(直尺、角尺)将所选的附件擦净,正确地安装在主尺上。
2. 进行测量。固定基尺的一个测量面与零件的一个表面贴合后转动角度尺,使另一测量面与零件表面贴合,要求无光隙,锁紧螺母,取下角尺读数。
3. 按要求画出草图,并填写实训报告。

五、实训报告内容

1. 实训目的。
2. 绘制零件草图并标注角度尺寸。

实训 8 平行度与垂直度误差的测量

一、实训目的

通过对平行度的测量,理解测量时如何体现最小条件及掌握符合定义的测量方法。

二、实训内容

绘出测量简图,并判断零件是否合格。

三、检测方法(平面对平面的平行度)

将被测零件的基准面放在平板上,用千分表在被测表面上来回移动,千分表的最大与最小读数差即为该零件的平行度误差。

四、实训方法与步骤

1. 根据实验要求,选取被测零件。
2. 擦净被测零件和测量器具,调好千分表。
3. 进行测量,让千分表测头在被测表面上来回移动几次,记下每次千分表的读数,并将其记入表中,取其中最大读数减去最小的读数,差值即为该零件的平行度误差。
4. 实训完毕,将零件、测量器具擦净放回原处。

五、实训报告内容

1. 实训目的。
2. 绘出测量简图,并判断零件是否合格。