

21 世纪中等职业教育系列教材

机械制造技术基础

JIXIE ZHIZAO JISHU JICHU

(机电类专业用)

主编 韩 殿 李方显

 安徽教育出版社

21 世纪中等职业教育系列教材

机械制造技术基础

(机电类专业用)

主编	韩 殿	李方显		
编著	李方显	陆小辉	胡 燕	
	杨 杰	丁美龙		

安徽教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础 / 韩殿, 李方显主编. —合肥: 安徽教育出版社, 2007. 7

(21 世纪中等职业教育系列教材)

ISBN 978-7-5336-4617-2

I. 机… II. ①韩…②李… III. 机械制造工艺—专业学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 117959 号

责任编辑: 黎 丽

特约编辑: 吴 平

装帧设计: 许海波

出版发行: 安徽教育出版社

地 址: 合肥市回龙桥路 1 号

邮 编: 230063

网 址: <http://www.ahep.com.cn>

经 销: 新华书店

排 版: 安徽飞腾彩色制版有限责任公司

印 刷: 安徽省瑞隆印务有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 15.25

字 数: 390 000

版 次: 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 2 000

定 价: 26.00 元

发现印装质量问题, 影响阅读, 请与我社出版科联系调换

电 话: (0551) 2823297 2846176

前 言

为深化教育改革和全面推进素质教育,本教材以全面贯彻素质教育,以《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型人才培养指导方案》中核心教学与训练项目的基本要求为指导思想,由中等职业学校机械类的专业课教师参与编写,吸取了其他同类型教材的优点,遵循了必需、够用和实用的原则,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。

本教材有以下特点:

一、理论基础知识综合化

从社会发展对高素质劳动者需要的实际出发,本教材因此涉及的专业基础知识面广,综合应用性强。编写中压缩并整合多门传统的专业基础课程内容,知识以必需、够用和实用为原则,体现了专业基础知识的综合化。

二、教材内容具有通用性与针对性

考虑到职业学校学生的特点,本教材着重介绍了机械制造中常用的一些专业基础知识和技能;内容简洁,由浅入深,循序渐进,以适应职业学校学生的阅读习惯和认知特点。

三、教材内容具有基础性与实用性

本教材图文并茂,重点突出一些基础性知识和基本的职业技能;借鉴先进的职业教育理念,强调学生在教学活动中的中心地位,体现了理论基础知识和实训操作相结合的原则,将专业特点与职业特点紧密结合。

四、内容安排突出实践教学

本教材各章节内容有内在的联系又保持相对独立,便于教师能够根据专业特点有针对性地组织专业基础知识和技能教学,便于学生掌握本专业领域中相关的基本知识,对将来从事的职业从整体上有初步的感性认识。

五、与国家职业技能鉴定规范要求紧密结合

本教材各章节均编有基础知识以及知识拓展、考工提示、技能训练等内容,并附有一定数量的思考题。紧密结合相应的国家职业技能鉴定规范要求,强调实际操作技能训练,便于学生获得相应的职业资格证书(初、中级)。

六、增加了新工艺、新技术

考虑到中等职业学校的实际情况和社会用工需求,又增加了新工艺、新技术的介绍,如数控加工等,拓宽了学生的视野。

本书的主要内容包括:常用量具和量仪、形位公差与配合、机械传动、力学知识、金属切削加工、钳工技术、车削技术、铣削和磨削加工、数控加工、铸造及焊接等。

本教材适用于中等职业学校机电专业、数控专业和机械相关的专业,也可供其他相关专业使用或作为机械专业技术人员的参考资料。

本课程建议学时 132 节,各章节学时分配如下:

章 次	学时数	章 次	学时数
第一章	8	第六章	24
第二章	10	第七章	10
第三章	20	第八章	8
第四章	16	第九章	16
第五章	20	合 计	132

本书由韩殿、李方显主编,参与编写的人员有胡燕老师(主要编写第一、二、四章)、杨杰老师(主要编写第三、八章)、陆小辉老师(主要编写第六章)、丁美龙老师(主要编写第五、七章)、李方显老师(主要编写第九章)。同时编写了《机械制造技能训练》,作为《机械制造技术基础》配套的实训教材,满足相关实训操作教学的需要。

本书在结构体系、内容安排和知识阐述方法等方面均作了一些新的改革,编写上力求有所创新,但是由于编者水平有限和时间仓促,教材中难免存在问题和不足之处,敬请广大读者批评指正。

本书编写组

目 录

第一章 量具和量仪	1
第一节 长度单位	1
第二节 游标卡尺	2
第三节 千分尺	4
第四节 百分表	7
第五节 万能角度尺和角尺	8
练习与思考题	11
第二章 公差与配合	13
第一节 尺寸公差	13
第二节 配合	16
第三节 形状和位置公差	19
第四节 表面粗糙度	27
练习与思考题	29
第三章 机械传动	31
第一节 平面连杆机构	31
第二节 凸轮机构	38
第三节 带传动	40
第四节 链传动	46
第五节 齿轮传动(轮系)	50
第六节 螺纹联接和螺旋传动	58
第七节 间歇运动机构	64
第八节 其他传动机构	66
练习与思考题	72
第四章 力学基础知识	74
第一节 静力学基本知识	74
第二节 平面汇交力系	79
第三节 力矩、力偶	83
第四节 摩擦	87
第五节 常见变形形式	90
练习与思考题	103
第五章 金属加工基础知识	110
第一节 金属切削加工的基础知识	110
第二节 机械工程材料	117

第三节 铸造	123
第四节 焊接	129
练习与思考题	140
第六章 钳工	142
第一节 划线	142
第二节 锯削	149
第三节 锉削	154
第四节 錾削	160
第五节 钻削	164
第六节 装配的基础知识	174
练习与思考题	179
第七章 车削	181
第一节 车床	181
第二节 车削方法	185
第三节 车削的工艺特点与车削实例	192
练习与思考题	193
第八章 铣削和磨削加工	194
第一节 铣削加工	194
第二节 磨削加工	201
练习与思考题	206
第九章 数控加工	207
第一节 数控车削加工	207
第二节 数控铣削加工	218
第三节 数控车削编程基础知识	227
第四节 其他数控加工方法简介	230
练习与思考题	235
参考文献	236

第一章 量具和量仪

量具和量仪是测量零件的尺寸、角度等所用的测量工具和测量仪器,有各种不同的规格和类型,本章介绍的是机械制造中常用的量具和量仪。

第一节 长度单位

长度测量是将被测长度与已知长度进行比较,以确定被测长度量值的过程。量值以数字和单位表示,因此必须有一个基本单位。例如,用游标卡尺测量圆柱体直径,测得的数值 20.24 毫米就是量值。

一、国际单位制

目前,我国采用的长度单位是国际单位制的长度单位。1984 年 2 月 27 日公布了中华人民共和国法定计量单位,其中明确规定:以国际单位制为基础。

长度的主单位是米(m),其它常用的单位有毫米(mm)、微米(μm)等。其换算关系如下:

$$1\text{ m}=1000\text{ mm}$$

$$1\text{ mm}=1000\text{ }\mu\text{m}$$

二、机械制造中的主单位

机械制造中,常采用毫米(mm)为基本单位。

例如:1.5 m 写成 1500 mm;5 μm 写成 0.005 mm。

在图纸中标注尺寸时,一般只标注数字而省略标注其单位“mm”。

三、英制单位

随着改革开放和国际交往的深入,英制长度单位已经越来越多地出现在生产、生活中。常见的英制长度单位的名称和进位方法如下:

$$1\text{ 英尺}=12\text{ 英寸}\quad 1\text{ 英寸}=8\text{ 英分}\quad 1\text{ 英寸}=1000\text{ 英丝}$$

英制尺寸常以“英寸”为基本单位,例如:

$$1.5\text{ 英尺写成 }18\text{ 英寸}\quad 5\text{ 英分写成 }5/8\text{ 英寸}$$

$$125\text{ 英丝写成 }0.125\text{ 英寸}$$

四、英制单位与国际单位制单位之间的换算

为了使用的方便,常常需要将英制长度单位换算成国际单位制长度单位,其基本换算关系式为:

$$1\text{ 英寸}=25.4\text{ 毫米}$$

五、知识拓展

英制单位自清朝末年进入我国,在商品流通过程中出现了英尺、英寸、英里、海里等英制长度单位。

目前,某些机械零件如链条长度、管螺纹直径、水管与煤气管的内径等,仍然用“英寸”计算。有些商品,如自行车、电风扇、电视机等,人们仍然用英制长度单位。

英美国家常用“英寸”来表示枪膛的直径(口径),一般不带后面的英寸。比如说“点 22”就表示 0.22 英寸的口径,“点五零”表示 0.50 英寸的口径。有时甚至把前面的点都省掉,“点 22”就只说“22”,“点五零”就只说“五零”口径。

英制单位的“英尺”、“英寸”的“英”字不可不写;以前的“呎”、“吋”写法,因不符合汉字的一字一音制度,已废弃不用了。

第二节 游标卡尺

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

一、游标卡尺的结构形状

游标卡尺是由尺身、内量爪、外量爪和游标等部分组成,如图 1-1 所示。

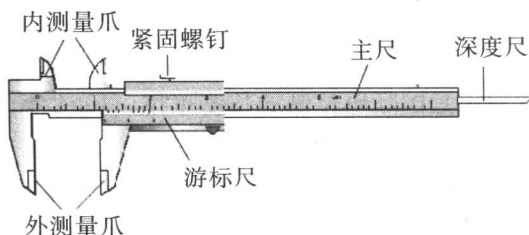


图 1-1 游标卡尺

在尺身上刻有每格 1 mm 的刻度,游标上也刻有刻线。当游标需要移动时,只要松开紧固螺钉,推动游标就可以了。取得尺寸后,把螺钉加以紧固,就可以使游标不再移动。

游标卡尺上端的两个量爪,可用来对内孔直径、沟槽宽度等进行测量。下端外测量爪的内侧面是测量外圆直径或厚度用的。主尺后面的深度尺还可以用来测量内孔或沟槽的深度。

二、游标卡尺的读数值及读法

游标卡尺的读数值就是测量时的读数精度,常用的有 1/10 mm(0.1 mm)、1/20 mm(0.05 mm)和 1/50 mm(0.02 mm)三种。

这三种游标卡尺主尺上的刻度是相同的,即每格为 1mm,所不同的是游标格数与主尺相对的格数。

以 0.02 mm 游标卡尺为例:主尺上每小格为 1 mm,当两测量爪合并时,主尺上的 49 mm 刚好等于游标上 50 格(图 1-2),则:

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

$$\text{主尺与游标每格相差} = 1 \text{ mm} - 0.98 \text{ mm} = 0.02 \text{ mm}$$

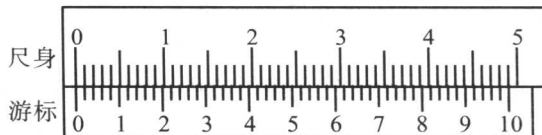


图 1-2 0.02 mm 游标卡尺的刻线

在游标卡尺上读尺寸时,一般可分为三个步骤:

第一步:读出游标上零线在主尺多少毫米的后面。

第二步:读出游标上哪一条线与主尺上刻线对齐(第一条零线不算,从第二条起每格算0.02 mm)。

第三步:把主尺和游标上读出的尺寸加起来。

图1-3是0.02 mm游标卡尺的读尺寸方法示例。

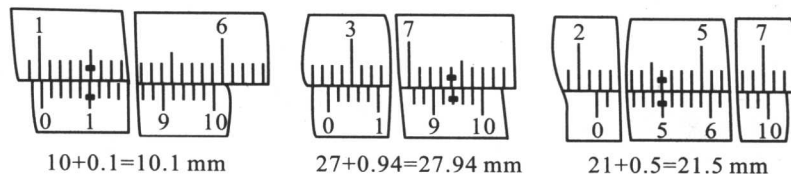


图1-3 0.02 mm 游标卡尺的读尺寸方法示例

三、游标卡尺的使用及保养方法

(1)游标卡尺使用完毕,应用棉纱擦拭干净。长期不使用时应将它擦上黄油或机油,将量爪合拢并拧紧紧固螺钉,放入卡尺盒内盖好。

(2)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;不用时应置于干燥地方,以防锈蚀。

(3)测量时,应先拧松紧固螺钉,移动游标时不能用力过猛。两测量爪与待测物的接触不宜过紧,不能使被夹紧的物体在测量爪内移动。

(4)读数时,视线应与尺面垂直。如需固定读数,可用紧固螺钉将游标固定在尺身上,防止滑动。

四、知识拓展

游标卡尺的种类很多,生产中还会使用到以下一些游标卡尺。

1. 深度游标卡尺(图1-4)



图1-4 深度游标卡尺

它是用来测量孔的深度、台阶的高低和槽的深度的,其读数方法和读数值与普通游标卡尺完全相同。

2. 高度游标卡尺(图1-5)

它是用来测量工件高度或者是对工件进行画线的,其读数方法和读数值也与一般游标卡尺相同。

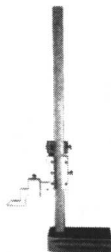


图1-5 高度游标卡尺

3. 齿厚游标卡尺

齿厚游标卡尺是利用游标原理,以齿高尺定位,对齿厚尺两测量爪相对移动分隔的距离进行读数的一种测量工具(图 1-6)。

这种游标卡尺由两根互相垂直的尺身和游标组成,用来测量齿轮的弦齿高和弦齿厚。

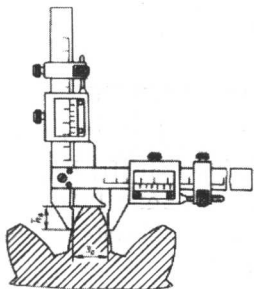


图 1-6 齿厚游标卡尺

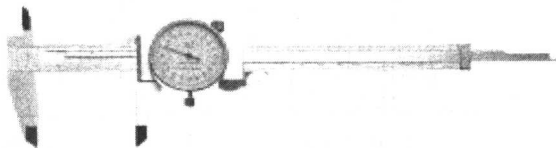


图 1-7 带指示表装置的游标卡尺

以上所介绍的几种游标卡尺都存在一个共同问题,就是用久后刻度及数字不清晰,容易读错。

为了解决这个问题,目前已生产出一种带指示表装置的游标卡尺,这种游标卡尺在测量尺寸时,可在指示表上直接显示数字(图 1-7),使用极为方便。

【考工提示】

★ 测量时,量爪与被测表面不要卡得太紧或太松,测量力的大小要适当,并且要使量爪与被测尺寸的方向一致,如图 1-8 所示,不得斜放,否则会使测量尺寸不准确。

测量时,右手握住主尺,大拇指移动游标,左手拿待测物体,使待测物体位于外测量爪之间,当与量爪紧紧相贴时,即可读数,如图 1-9 所示。

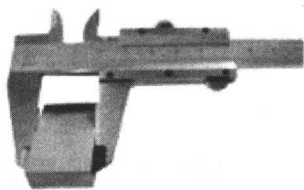


图 1-8 游标卡尺的放置

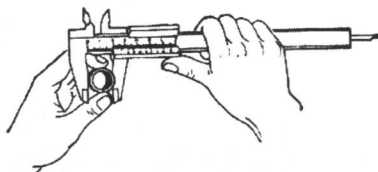


图 1-9 游标卡尺测量外径

第三节 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。普通千分尺的测量精确度(分度值)为 0.01 mm,因此常用来测量加工精确度要求较高的工件尺寸。

一、千分尺的结构形状

外径千分尺常简称为千分尺,常见的一种如图 1-10 所示,分度值是 0.01 毫米。外径千分尺的结构由固定的尺架、测砧、测微螺杆、固定套管、微分筒、测力装置、锁紧装置等组成。

固定套管上有一条水平线(基准线),这条线上下各有一列间距为 1 毫米的刻度线,上面的

刻度线恰好在下面二相邻刻度线中间。微分筒上的刻度线是将圆周分为 50 等分的水平线,它是可以旋转运动的。

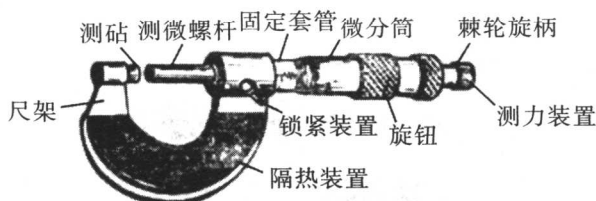


图 1-10 外径千分尺的结构形状

二、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 0.5 mm,当微分筒转一周时,测微螺杆就推进 0.5 mm。固定套筒上刻线的间隔也是 0.5 mm,微分筒圆周上共刻 50 格,因此,当微分筒转一格时,测微螺杆就推进了: $0.5 \text{ mm} \div 50 = 0.01 \text{ mm}$ 。

千分尺读尺寸的方法分为三步:

第一步:读出微分筒边缘在固定套筒多少毫米后面。

第二步:读出微分筒上哪一格与固定套筒上基准线对齐。

第三步:把以上两个读数值加起来。

图 1-11 是千分尺的读尺寸方法示例。

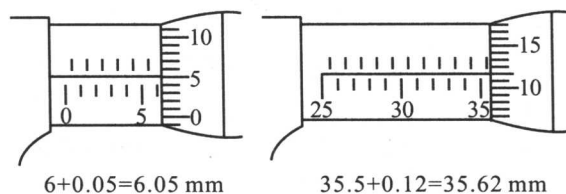


图 1-11 千分尺的读尺寸方法示例

三、千分尺的测量范围和精度

千分尺的测量范围分为 0~25 mm; 25~50 mm; 50~75 mm; 75~100 mm; 100~125 mm 等,间隔为 25 mm,应按被测工件尺寸大小来选用。

千分尺的制造精度分为 0 级和 1 级两种。0 级精度最高,1 级次之。测量时,应根据工件尺寸的公差等级选用合适精度的千分尺。

四、使用千分尺的方法和注意事项

(1)千分尺的测量面应保持干净,使用前应校准尺寸。对于 0~25 mm 的千分尺,首先应使两测量面接触,检查一下微分筒上的零线是否与固定套筒上基准线对齐。如果没有对齐,应首先进行校准。对于 25~50 mm 以上的千分尺,可用量具盒内的标准样棒校准。

(2)测量时,先转动微分筒。当测量面将要接近工件时,改用棘轮,直到棘轮发出吱吱声音为止。

(3)测量时,千分尺要放正,并要注意温度的影响。

(4)不能用千分尺去测量毛坯,更不能在工件转动时去测量,或将千分尺当做锤子敲击工件。

五、知识拓展

生产实践中还会用到以下类型的千分尺。

1. 尖头千分尺(图 1-12)

用来测量普通千分尺不能测量的小沟槽。

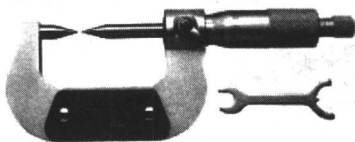


图 1-12 尖头千分尺

2. 深度千分尺(图 1-13)

用来测量工件台阶长度和槽或孔深度的。它的结构基本上与千分尺相同,但它的测微螺杆长度可根据工件尺寸不同进行调换。

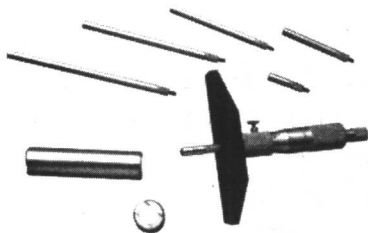


图 1-13 深度千分尺

3. 螺纹千分尺(图 1-14)

用来测量螺纹中径。它的结构与千分尺相同,但是有两个特殊的可调换的量头,量头的角度与螺纹牙型角相同。

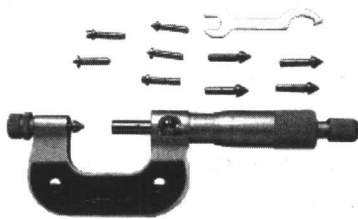


图 1-14 螺纹千分尺

【考工提示】

★ 千分尺在使用过程中要注意掌握正确的方法。

用单手握千分尺测量时,如图 1-15 所示,可用大拇指和食指捏住微分筒,小指勾住尺架并压向手心就可测量。

用双手握千分尺测量时,可按图 1-16 所示的方法进行。

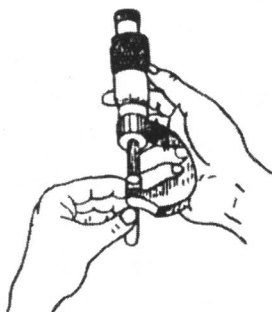


图 1-15 单手握千分尺

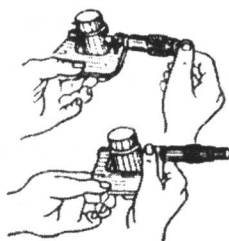


图 1-16 双手握千分尺

第四节 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的角位移的。沿表盘的圆周上刻有均匀的刻度,分度值为 0.01 mm 。

百分表为指示式精密量具,可以用来测量工件的形状误差(如圆度、直线度、平面度误差等)或位置误差(如平行度、垂直度、同轴度、圆跳动误差等),也可以用相对法测量工件的尺寸。

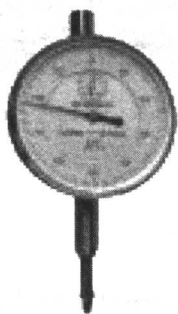


图 1-17 百分表

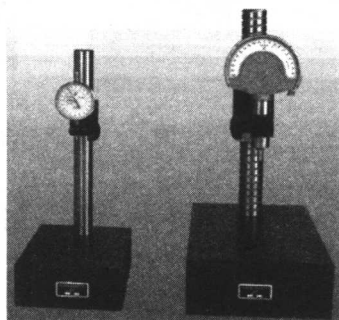


图 1-18 百分表及专用表架

一、百分表的结构和分度值

百分表的分度值是 0.01 mm ,其结构如图 1-17 所示。当测量杆上升 1 mm 时,长指针就转了一转。由于表盘上共刻 100 格,所以长指针每转一格就代表测量杆上升了 0.01 mm 。

二、百分表的测量范围和精度

百分表的测量范围是指测量杆的最大移动量,百分表的测量范围一般有 $0\sim 3\text{ mm}$ 、 $0\sim 5\text{ mm}$ 和 $0\sim 10\text{ mm}$ 三种。百分表的精度为 0 级和 1 级两种,0 级精度较高,可用于校正和检验 IT6~IT9 级工件。

三、百分表的使用方法

百分表在使用时,可装在专用的表架上(图 1-18),表架放在平板上,或放在某一平整位置上。百分表在表架上的上下、前后位置可以任意调节。

四、千分表简介

千分表和百分表一样,也是一种长度测量工具。

千分表的分度值是 0.001 mm ,可用于校正和检验 IT5~IT8 级工件。其基本结构与百分表差不多,读数与使用方法也基本相同,长指针每转一格,测量杆上升 0.001 mm 。

千分表的测量范围有 $0\sim 1\text{ mm}$ 、 $0\sim 2\text{ mm}$ 、 $0\sim 3\text{ mm}$ 和 $0\sim 5\text{ mm}$ 四种。

【考工提示】

★ 在使用百分表的过程中,杠杆测量头应垂直于被检验的工件表面。此外,百分表测量杆的升降范围不能太大,以减少由于存在间隙所产生的误差。在正常使用状态下,测量杆的移动应平稳、灵活、无卡滞现象。

图 1-19 为百分表检验工件精度的方法。

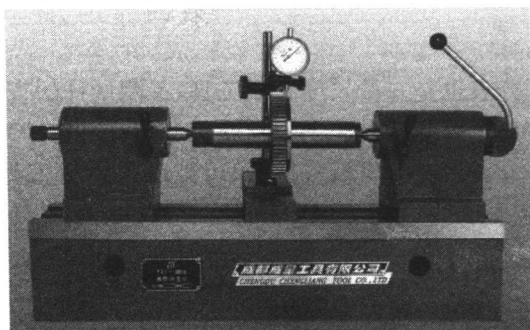
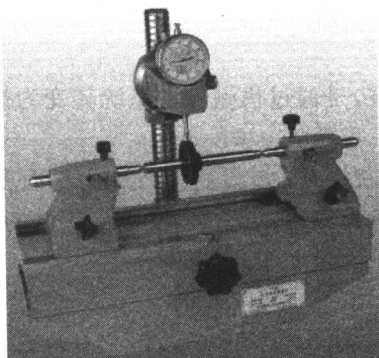


图 1-19 百分表检验工件精度的方法

第五节 万能角度尺和角尺

万能角度尺是利用游标原理,对两测量面相对移动所分隔的角度进行读数的通用角度测量工具,可用来测量角度类零件。生产中常用的万能角度尺是 I 型游标万能角度尺。

一、I 型游标万能角度尺

I 型游标万能角度尺可测量 $0^\circ\sim 180^\circ$ 的外角和 $40^\circ\sim 130^\circ$ 的内角,其游标读数值为 $2'$ 、 $5'$ 。

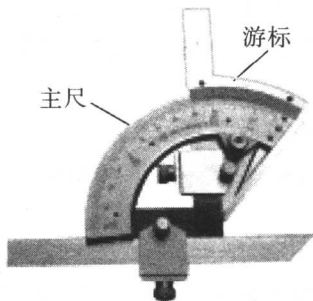


图 1-20 I 型游标万能角度尺

以读数值为 $2'$ 的 I 型游标万能角度尺(图 1-20)为例,这种游标角度尺有主尺、扇形板和

固定在其上的游标等部分组成。

主刻线刻在主尺上,每一小格为 1° 。游标上的刻线共有 30 格,总角度为 29° ,所以游标上每格为

$$29^\circ \times 60 / 30 = 58'$$

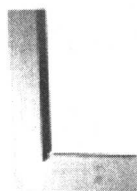
主尺上 1 格与游标上 1 格相差

$$1^\circ - 58' = 2'$$

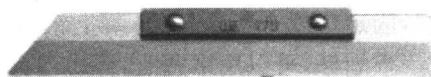
即这种游标万能角度尺的读数值为 $2'$ 。

二、角尺

角尺是用漏光法和痕迹法来检验工件的直线度和平面的平面度的。



(a)



(b)

图 1-21 角尺

角尺有普通角尺[图 1-21(a)]及刀口形角尺[图 1-21(b)]。

刀口形角尺较精确,精度等级有 0 级和 1 级,有圆弧半径为 $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ 的棱边(叫做刀口),在长度 125 mm 范围内其测量精度可达到 $0.5 \mu\text{m}$ 和 $0.1 \mu\text{m}$ 。

刀口形角尺在使用中,工作面应紧靠并垂直于被测表面,然后观察被测表面与直尺之间的漏光缝隙大小(图 1-22),就可以判断表面是否平直,但光源必须明亮而均匀。



图 1-22 角尺检查平面

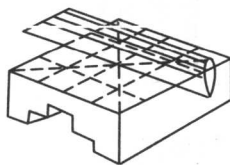


图 1-23 角尺检查平面度

检查平面度时,不但要在平行于工件棱边的方向检查,而且还要沿对角线方向检查(图 1-23),这样才正确。

三、知识拓展

1. 活动量角器

活动量角器是由一根钢直尺和三件不同用途的附件所组成(图 1-24)。

(1)钢直尺:钢直尺是活动量角器的主件,使用时与其他附件配合。钢直尺正面刻有尺寸线,背面有一条长槽,用来安装其他附件。

(2)量角器:量角器上有一转盘,盘面刻有 $0^\circ \sim 180^\circ$ 的刻度,当中还有水准器,装上钢直尺后,可量出 $0^\circ \sim 180^\circ$ 范围内的任意角度。扳成需要角度后,可用螺钉紧固。

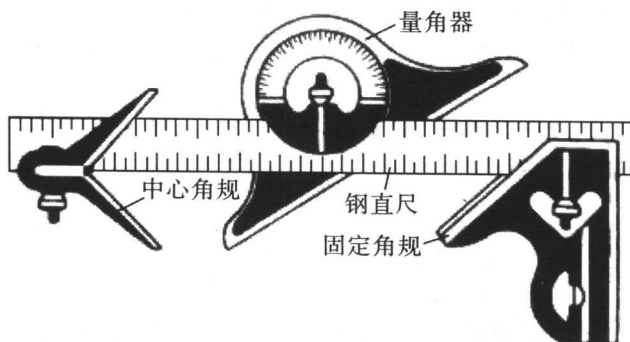


图 1-24 活动量角器

(3)中心角规:中心角规的两条边成 90° , 装上钢直尺后, 尺边与钢直尺成 45° 角, 可用以求出圆形工件的中心。

(4)固定角规:固定角规有一条长边, 装上钢直尺后成 90° 。另一条斜边与钢直尺成 45° 。在长边的一端有一根划针, 可以用来画线, 旁边还有水准器。

图 1-25 为活动量角器的使用方法。

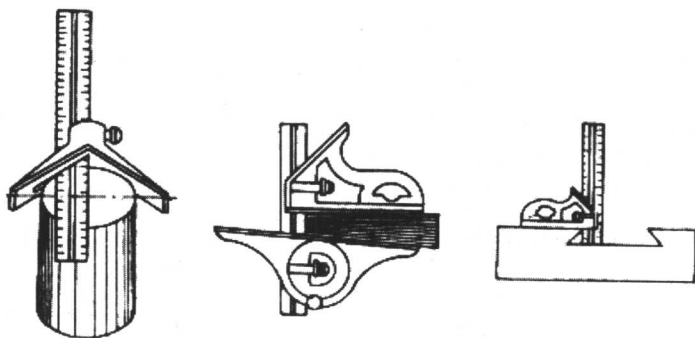
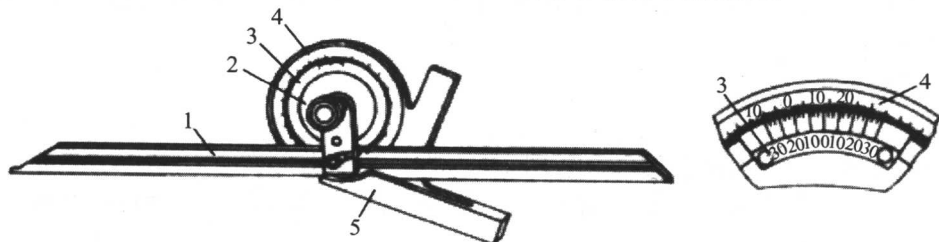


图 1-25 活动量角器的使用

2. II 型游标万能角度尺

II 型游标万能角度尺的结构原理如图 1-26(a)所示。它由钢直尺 1、游标 2、基尺 5 和主尺 4 组成。钢直尺 1 可顺其长度方向在任意位置上固定, 游标上有刻线。



(a) II 型游标万能角度尺外形

(b) 游标刻线读数值

1—钢直尺 2—游标 3—刻度面 4—主尺 5—基尺

图 1-26 II 型游标万能角度尺