



中等职业教育项目型规划教材
职业教育与成人教育推荐教材

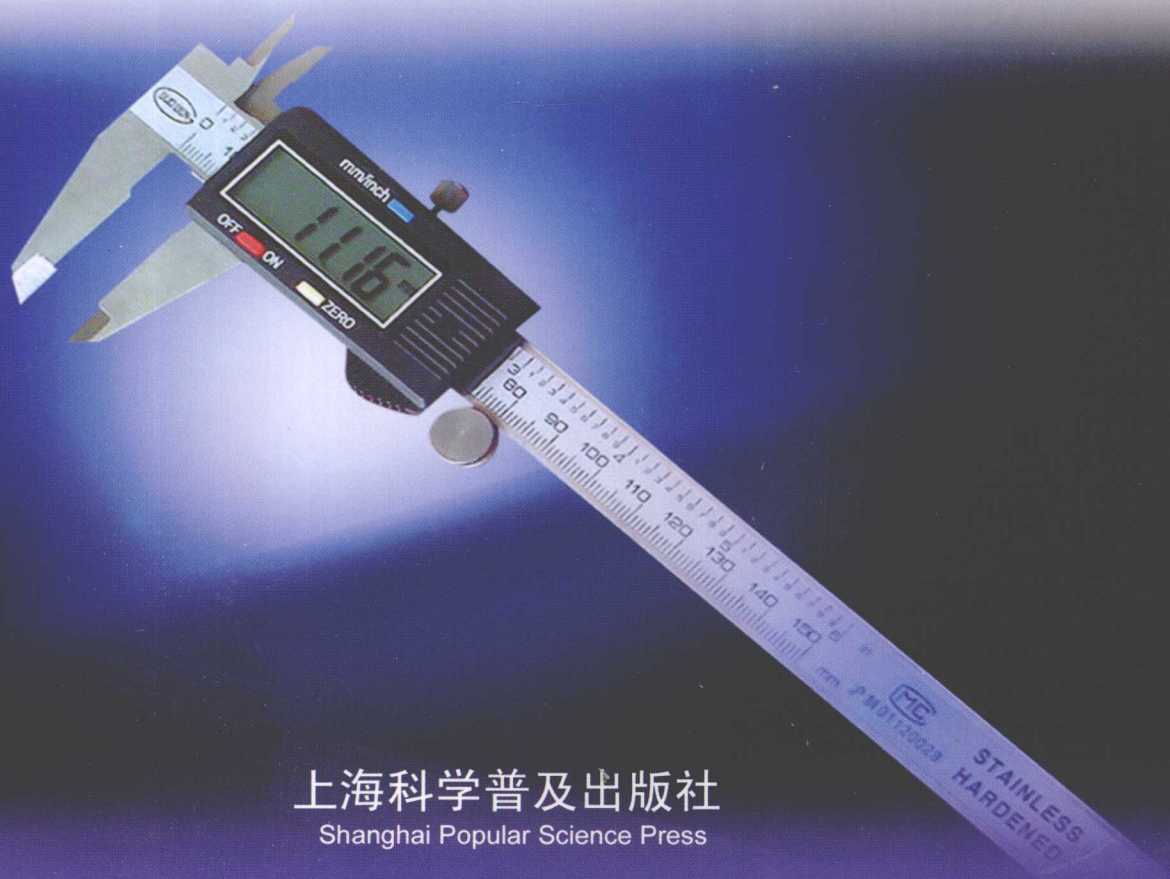
极限配合与技术测量

Jixian Peihe Yu Jishu Celiang

主 审 徐冰川

主 编 朱 贤 汪颖慧 聂辉文

副主编 宣国强 陈爱群



上海科学普及出版社
Shanghai Popular Science Press



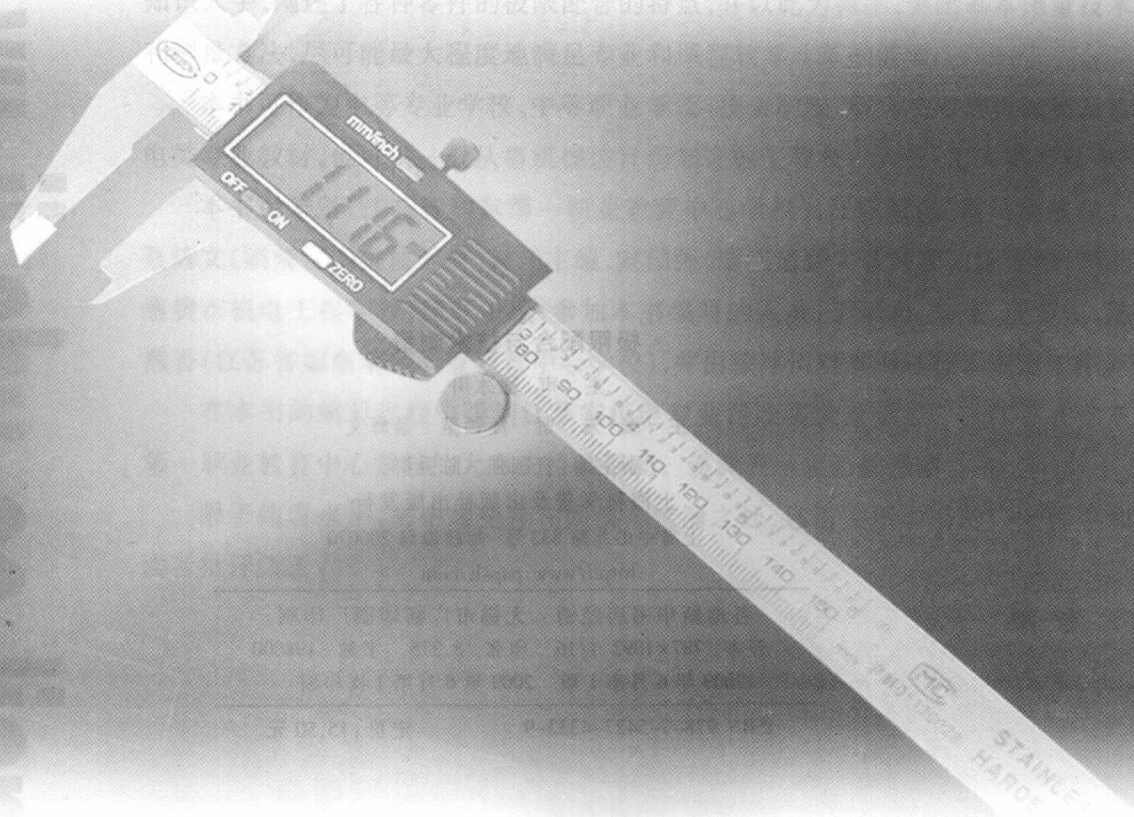
中等职业教育项目型规划教材
职业教育与成人教育推荐教材

极限配合与技术测量

主 审 徐冰川

主 编 朱 贤 汪颖慧 聂辉文

副主编 宣国强 陈爱群



上海科学普及出版社
Shanghai Popular Science Press

图书在版编目(CIP)数据

极限配合与技术测量/朱贤,汪颖慧主编. —上海:上海科学普及出版社, 2009.6

ISBN 978-7-5427-4332-9

I. 极… II. ①朱… ②汪… III. ①公差:配合②技术测量 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 070817 号

责任编辑 徐丽萍

极限配合与技术测量

主 审 徐冰川

主 编 朱 贤 汪颖慧 聂辉文

副主编 宣国强 陈爱群

上海科学普及出版社出版发行

上海中山北路 832 号 邮政编码 200070

<http://www.pspsh.com>

各地新华书店经销 无锡市广新印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 8.375 字数 198000

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5427-4332-9

定价:15.50 元

前言

《极限配合与技术测量》是一门技术基础课程,是根据中等专业学校和中等职业学校机械类专业课程教学的基本要求,结合当前有关学校所进行的课程建设与改革的需要而编写的。

本书注意贯彻“基础理论教学要以应用为目的,以实用为主、够用为度,以掌握基本概念、强化应用、培养技能为教学重点”的原则,突出测量能力的培养。

全书共分七个模块,主要内容包括:常用量具、互换性、尺寸公差与配合、形位公差、表面粗糙度、螺纹公差配、键和花键等。本书从基本概念、术语、定义等基本知识入手,阐述了各种零件的极限配合的特点,并以此为抓手,突出基本测量技术和测量方法,尽可能最大程度地满足专业和课程教学改革的需要。

本书可作为中等专业学校、中等职业学校、技工学校、职工中专等机械类及机电类专业教材,也可供一般从事机械设计与制造的工程技术人员、工人学习参考。

本书由朱贤(江苏省如东第一职业教育中心学校),汪颖慧(安徽马钢技校)、聂辉文(湖南化工机械学校)担任主编,宣国强(浙江诸暨实验高职),陈爱群(湖北襄樊市机电工程学校)担任主编,参加本书编写的人员:于章宏、余飞、汪卫东、陈燕香(江苏省如东第一职业教育中心学校),并由徐冰川对本书进行了审定工作。

在本书的编写过程中得到江苏省机电专业课改实验点学校——江苏省如东第一职业教育中心学校的大力支持和帮助。谨此表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中难免存在谬误与错漏之处,恳请使用本书的广大师生和读者批评指正。

编者

2009年4月

jī xiàn pèi hé yǔ jì shù cè liang

目 录

MULU

模块一 有关量具的使用

项目一 游标量具	1
任务一 游标卡尺的基本理论	1
任务二 使用游标卡尺测量工件	5
项目二 螺旋测微量具	7
任务一 螺旋测微量具的基本理论	7
任务二 使用螺旋测微工具测量工件	11
项目三 百分表	12
任务一 百分表的基本知识	12
任务二 使用百分表测量工件	15

模块二 互换性

项目一 互换性基本知识	17
项目二 互换性的应用	20

模块三 尺寸公差与配合

项目一 尺寸公差与配合的基本知识	24
任务一 识读尺寸、偏差、公差和配合	24
任务二 学会查标准公差和基本偏差表	32
任务三 识别公差与配合代号	44
任务四 公差与配合的应用	48

模块四 形位公差及检测

项目一 形位公差基本理论	59
任务一 形位公差带	61
项目二 形位公差的标注和识读	73
项目三 形位误差的检测	82
任务一 直线度误差的检测	82
任务二 平面度误差的检测	85
任务三 圆度误差的检测	85
任务四 平行度误差的检测	86
任务五 垂直度误差的检测	88

模块五 表面粗糙度

项目一 表面粗糙度的基本知识	90
任务一 认识表面粗糙度	91
任务二 讨论表面粗糙度对机器零件功能的影响	93
任务三 标注表面粗糙度	94

模块六 螺纹的公差与检测

模块七 键与花键公差

项目二 表面粗糙度的测量	97
任务一 测量表面粗糙度的常用方法	97
任务二 测量表面粗糙度	99

项目一 螺纹概述	103
项目二 普通螺纹的公差与配合	107
项目三 螺纹的检测	114
任务一 单项测量	114
任务二 综合测量	117

任务一 键的尺寸的选用	120
任务二 平键与半圆键的公差与配合	121
任务三 花键联结的分类	124
任务四 矩形花键联接	124

正装封
装封封面秀

模块一

有关量具的使用

学习目标

- ◆学习目的：掌握游标卡尺、内外径千分尺、内测百分表（内径量表）三种量具的使用及基本的测量技术。
- ◆学习重点：合理选用测量工具。

项目一 游标量具

项目说明

主要检测学生掌握正确使用游标卡尺的程度。零件的真值是指零件的实际尺寸值，初学时，测量误差相对较大，让学生有个比较。

项目分析

用游标卡尺对零件结构进行检测，必须掌握游标卡尺的结构和用途、游标卡尺的刻线原理与读数方法。

任务一 游标卡尺的基本理论

利用主尺和游标尺相互配合进行测量和读数的量具称游标量具。其结构简单，使用方便，且维护保养容易，故在机械加工中广泛应用。

1. 游标卡尺的结构和用途

说明：人手一把游标卡尺（最少两人一把游标卡尺）。

游标卡尺简称卡尺，常见的卡尺如图 1-1 所示。

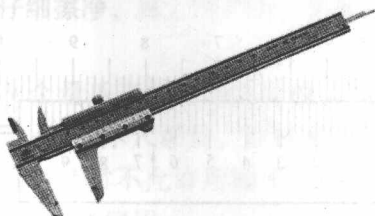


图 1-1 游标卡尺

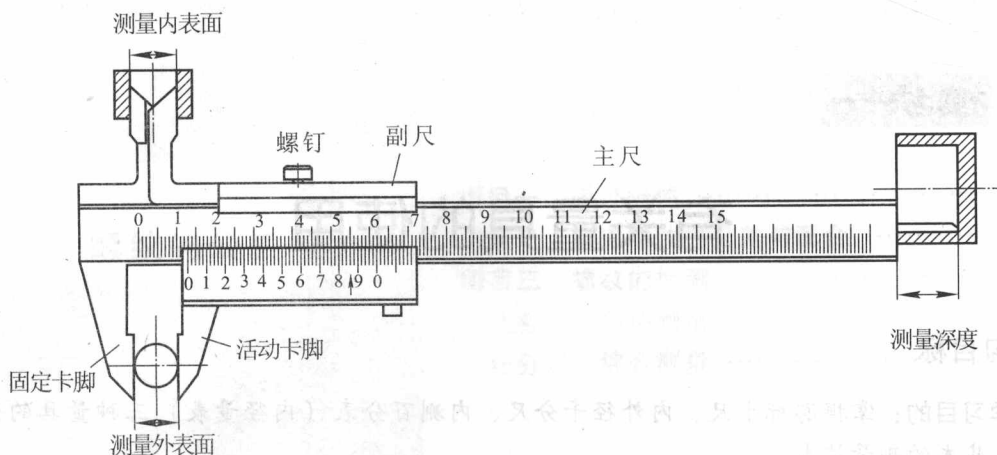


图 1-2 游标卡尺结构示意图

游标卡尺由主尺和副尺组成，如图 1-2 所示。能测量外圆直径、内孔直径、孔深等。

2. 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 1-2），这种游标卡尺由带固定卡脚的主尺和带活动卡脚的副尺（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……等，以表示 10、20、30……mm。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：

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

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。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 0.02mm。同理，测量 0.06mm 或 0.08mm 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。

读数方法，可分三个步骤：

- (1) 根据副尺零线以左的主尺上的最近刻度读出整毫米数；
- (2) 根据副尺零线以右与主尺上的刻度对准的刻线数乘上 0.02 读出小数；
- (3) 将上面整数和小数两部分加起来，即为总尺寸。

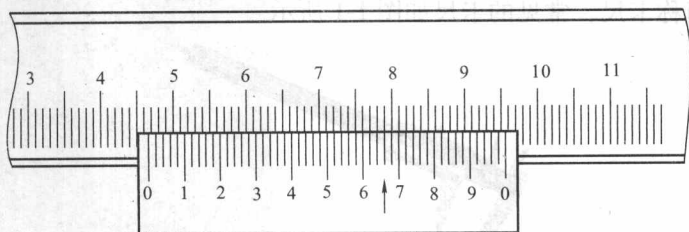


图 1-3 0.02mm 游标卡尺的读数方法

如图 1-3 所示，副尺 0 线所对主尺前面的刻度 46mm，副尺 0 线后的第 33 条线与主尺的一条刻线对齐。副尺 0 线后的第 33 条线表示：

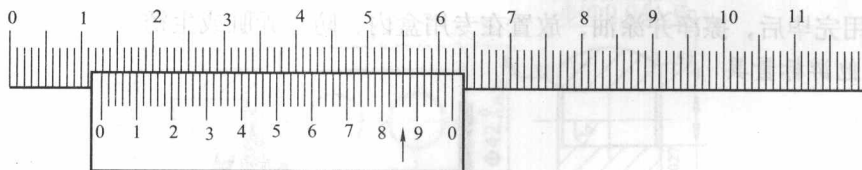
$$0.02 \times 33 = 0.66 \text{ mm}$$

所以被测工件的尺寸为:

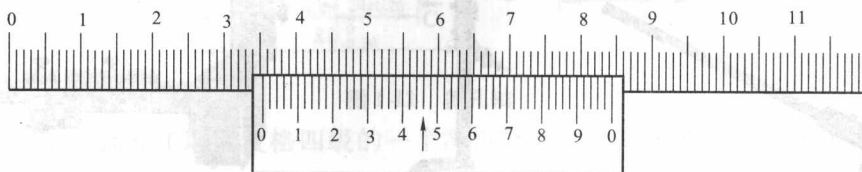
$$46 + 0.66 = 46.66 \text{ mm}$$

试试看,请读出当前位置的游标卡尺读数:

(1) 读数值为: _____。



(2) 读数值为: _____。



3. 游标卡尺的正确测量姿势

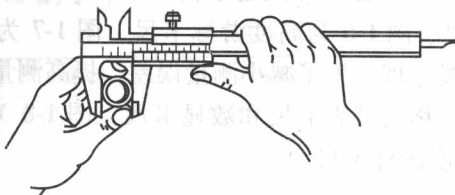


图 1-4 游标卡尺的测量姿势

如图 1-4 所示,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。

4. 游标卡尺的使用注意事项

(1) 使用前,应先擦干净两卡脚测量面,合拢两卡脚,检查副尺 0 线 with 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,影响测量精度。

(3) 读数时,视线要垂直于尺面,否则读出的测量值不准确。

(4) 测量内径尺寸时,应轻轻摆动,以便找出最大值。

(5) 游标卡尺用完后,仔细擦净,抹上防护油,平放在盒内。以防生锈或弯曲。

5. 游标卡尺的维护保养

(1) 禁止把游标卡尺的两个量爪当作扳手或划线工具使用,也不准用卡尺代替卡钳、卡扳等在被测工件上推拉,以免卡尺磨损,影响测量精度。

(2) 游标卡尺受到损伤后,绝对不允许用锤子、锉刀等工具自行修理,应交专门修理部门修理,并经检定合格后才能使用。

(3) 不可在游标卡尺的刻线处打钢印或记号,否则将造成刻线不准确。必要时允许用电刻法或化学法刻蚀记号。

- (4) 不可用砂布或普通布料来擦除刻度尺表面的锈迹和污物。
 - (5) 游标卡尺不要放在磁场附近, 以免卡尺感受磁性。
 - (6) 带深度尺的游标卡尺, 用完后应将量爪合拢, 否则较细的深度尺露在外边, 容易变形, 甚至折断。
 - (7) 游标卡尺用完后应平放, 避免造成变形, 也不要将游标卡尺与其他工具一起堆放。使用完毕后, 擦净并涂油, 放置在专用盒内, 防止弄脏或生锈。
6. 其他游标量具

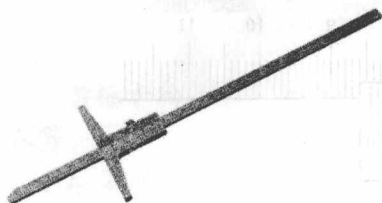


图 1-5 深度游标卡尺



图 1-6 高度游标卡尺

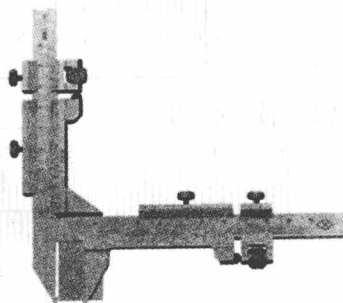


图 1-7 齿厚游标卡尺

图 1-5 为深度游标卡尺、图 1-6 为高度游标卡尺、图 1-7 为齿厚游标卡尺, 其刻线原理基本同游标卡尺的刻线原理。为了减小测量误差, 提高测量的准确度, 有的卡尺上还装有百分表或数显装置, 称为带表卡尺和数显卡尺, 图 1-8 为带表卡尺、图 1-9 为数显卡尺、图 1-10 为数显高度游标卡尺。

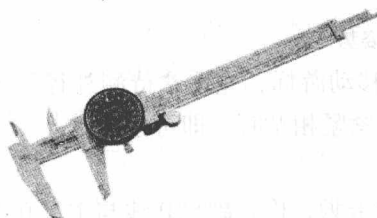


图 1-8 带表卡尺

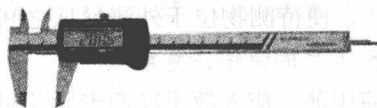


图 1-9 数显卡尺



图 1-10 为数显高度游标卡尺

任务二 使用游标卡尺测量工件

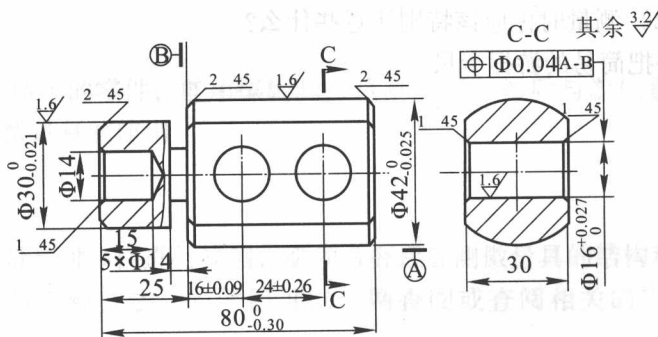


图 1-11 多孔轴

图 1-11 是普通车工职业资格四级的一个测试题。此项目主要是测试学生掌握游标卡尺的使用情况。

给每位学生提供图 1-11 的零件 4 个，用游标卡尺测量并完成表 1-1。

表 1-1

序号	项目	考核内容	零件 1		零件 2		零件 3		零件 4	
			真值	测量值	真值	测量值	真值	测量值	真值	测量值
1	外圆	$\Phi 30 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.021 \end{smallmatrix}$								
2		$\Phi 42 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.025 \end{smallmatrix}$								
3		$\Phi 14$								
4	内孔	$\Phi 16 \begin{smallmatrix} +0.027 \\ 0 \end{smallmatrix}$								
5		$\Phi 16 \begin{smallmatrix} +0.027 \\ 0 \end{smallmatrix}$								
6		$\Phi 14$								
7	长度	24 ± 0.26								
8		16 ± 0.09								
9		$80 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.30 \end{smallmatrix}$								
10		$15 \quad 25 \quad 5 \quad 30$								

注意：在测量时尽量多次测量，取其中的中间值。

拓展延伸

1. 测量误差的基本概念

任何测量过程，无论测量方法如何正确，采用的量具精度再高，其测量一般不可能是被测量要素的几何真值。即使在同一条件下，对同一被测要素的几何量连续多次测量，其测得的结果也不一定都完全相同，只能与其真值相近似。

这种由于计量器具本身的误差和测量条件的限制，而使测量结果与被测量要素的真值之差，称为测量误差。

2. 测量误差的分类

按误差的性质和出现的规律,可将测量误差分为三类:系统误差、随机误差、粗大误差。(详见误差)

检测评估:(1)你是如何使用游标卡尺进行测量的?测量时遇到什么问题?如何解决的?游标卡尺需要改进吗?

(2)测量时你应该特别注意些什么?

试试看:做一把简易的游标卡尺。



图 1-1-1 游标卡尺

游标卡尺是测量长度、内外径、深度、台阶、孔距等尺寸的量具。其测量精度为 0.02mm。

游标卡尺的组成:由主尺、游标、测量头、测量杆、紧固螺钉、深度尺、辅助尺、量块等组成。

游标卡尺的使用方法:1. 测量前,先检查游标卡尺的零位是否正确。2. 测量时,将测量头轻轻夹住工件,不要用力过猛。3. 读数时,先读主尺上的整数,再读游标上的小数。

游标卡尺的维护保养:1. 使用后,应将游标卡尺擦拭干净。2. 存放时,应将游标卡尺放在干燥、通风的地方。

测量项目	测量方法	测量结果	测量精度
1. 测量长度	将测量头夹住工件,读取主尺和游标上的读数。	30.00mm	0.02mm
2. 测量内径	将测量头放入工件内部,读取主尺和游标上的读数。	10.00mm	0.02mm
3. 测量外径	将测量头夹住工件外部,读取主尺和游标上的读数。	40.00mm	0.02mm
4. 测量深度	将深度尺放入工件内部,读取主尺和游标上的读数。	15.00mm	0.02mm
5. 测量台阶	将测量头夹住工件台阶,读取主尺和游标上的读数。	25.00mm	0.02mm
6. 测量孔距	将测量头夹住工件孔距,读取主尺和游标上的读数。	50.00mm	0.02mm
7. 测量直径	将测量头夹住工件直径,读取主尺和游标上的读数。	30.00mm	0.02mm
8. 测量厚度	将测量头夹住工件厚度,读取主尺和游标上的读数。	10.00mm	0.02mm
9. 测量面积	将测量头夹住工件面积,读取主尺和游标上的读数。	80.00mm	0.02mm
10. 测量体积	将测量头夹住工件体积,读取主尺和游标上的读数。	12.32mm	0.02mm

游标卡尺的测量精度为 0.02mm。

游标卡尺

游标卡尺的组成:由主尺、游标、测量头、测量杆、紧固螺钉、深度尺、辅助尺、量块等组成。

游标卡尺的使用方法:1. 测量前,先检查游标卡尺的零位是否正确。2. 测量时,将测量头轻轻夹住工件,不要用力过猛。3. 读数时,先读主尺上的整数,再读游标上的小数。

游标卡尺的维护保养:1. 使用后,应将游标卡尺擦拭干净。2. 存放时,应将游标卡尺放在干燥、通风的地方。

游标卡尺的测量精度为 0.02mm。

游标卡尺的测量精度为 0.02mm。

项目二 螺旋测微量具

项目说明

利用图 1-11 所示的零件,能用螺旋测微量具测量,然后与游标量具作一比较。让学生掌握螺旋测微量具的使用。

项目分析

用螺旋测微量具对零件进行检测,必须掌握螺旋测微量具的结构和用途、螺旋测微量具的刻线原理与读数方法。同学们可以上网查阅或查阅相关的资料了解其结构及使用。

任务一 螺旋测微量具的基本理论

利用螺旋副运动原理进行测量和读数的量具称螺旋测微量具,俗称千分尺。常用千分尺规格有:0-25mm,25-50mm,50-75mm,75-100mm。

1. 螺旋测微量具的结构和用途

说明:人手一把千分尺(最少两人一把千分尺)。

常见的千分尺如图 1-12 所示。



图 1-12 千分尺

这类量具是一种较为精密的量具。虽然结构的形式多种多样,但都是利用螺旋测微的原理进行测量的一种量具。

2. 千分尺的刻线原理与读数方法

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,因此旋转一小格,相当于测微螺杆前进或后退: $0.5/50 = 0.01\text{mm}$ 。可见,可动刻度每一小格表示 0.01mm,所以以螺旋测微器可准确测量到 0.01mm。固定刻度线每小格 1mm。相邻两上、下刻度线之间的轴向距离为 0.5mm。

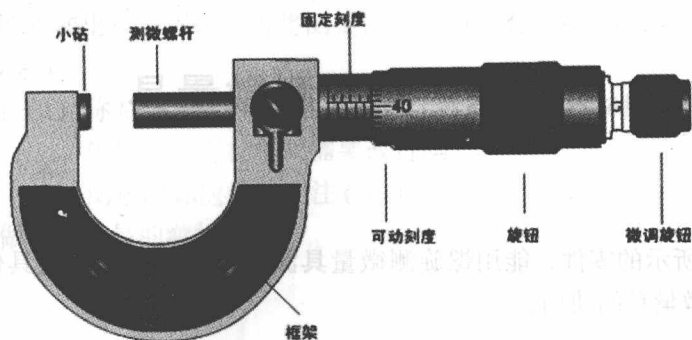


图 1-13 千分尺结构示意图

如图 1-13 所示,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,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上读出。

千分尺读数步骤如下:

- (1) 读出活动套筒左边端面线在固定套筒上的刻度;
- (2) 把活动套筒上其中一条刻度线与固定套筒上零基准线对齐,读出刻度;
- (3) 把以上两个刻度的读数相加。

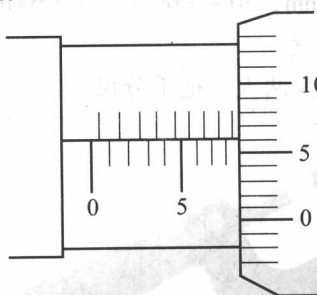


图 1-14 千分尺的读数方法

如图 1-14 所示,固定刻度显示的是 8.50mm,可动刻度线第六根与固定刻度分界线对齐,所以被测工件的尺寸为:

$$8.50 + 0.06 = 8.56\text{mm}$$

试试看,请读出当前位置的千分尺读数:

- (1) 读数值为 (图 1-15): _____。

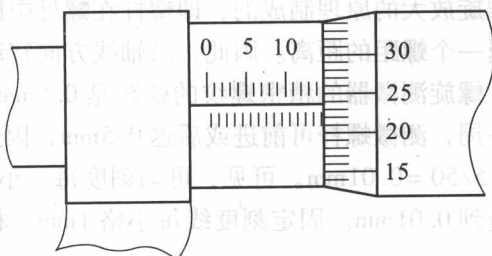


图 1-15 千分尺读数

- (2) 读数值为 (图 1-16): _____。

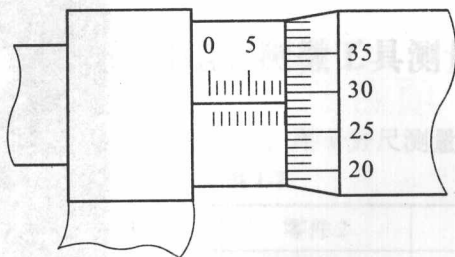


图 1-16 千分尺读数

3. 千分尺与游标卡尺的不同点

- (1) 刻线原理不同;
- (2) 读数原理不同;
- (3) 用途不同;
- (4) 测量精度不同。

4. 使用千分尺的注意事项

(1) 测量时, 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, 这样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半毫米的刻线是否已经露出。

(3) 读数时, 千分位有一位估读数字, 不能随便扔掉, 即使固定刻度的零基准线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基准线不相重合, 将出现零误差, 应加以修正, 即在最后测长度的读数上去掉零误差的数值。

5. 千分尺的正确使用及保养

- (1) 检查零位线是否准确;
- (2) 测量时需把工件被测量面擦干净;
- (3) 工件较大时应放在 V 型铁或平板上测量;
- (4) 测量前将测量杆和砧座擦干净;
- (5) 拧活动套筒时需用棘轮装置;
- (6) 不要拧松后盖, 以免造成零位线改变;
- (7) 不要在固定套筒和活动套筒间加入普通机油;
- (8) 用后擦净并上油, 放入专用盒内, 置于干燥处。

6. 其他螺旋测微量具

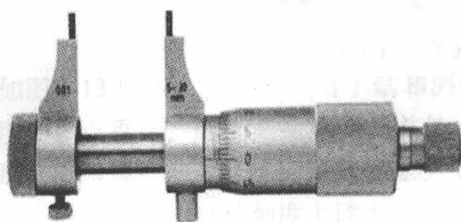


图 1-17 内径千分尺

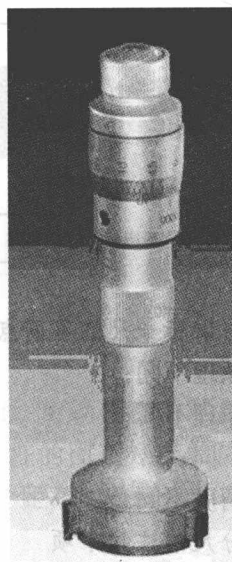


图 1-18 三爪内径千分尺



图 1-19 数显千分尺

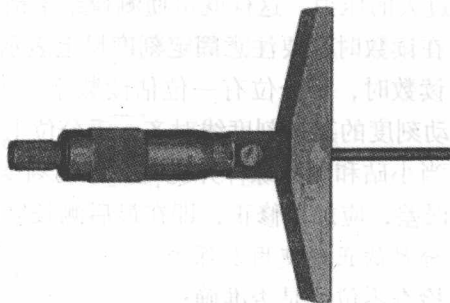


图 1-20 深度千分尺



图 1-21 螺纹千分尺



图 1-22 数显螺纹千分尺

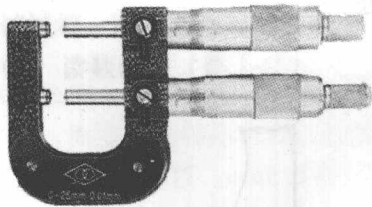


图 1-23 极限千分尺



图 1-24 公法线千分尺

任务二 使用螺旋测微工具测量工件

给每位学生提供图 1-11 所示的零件 4 个, 用千分尺测量并完成表 1-2。

表 1-2

序号	项目	考核内容	零件 1		零件 2		零件 3		零件 4	
			真值	测量值	真值	测量值	真值	测量值	真值	测量值
1	外圆	$\Phi 30 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.021 \end{smallmatrix}$								
2		$\Phi 42 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.025 \end{smallmatrix}$								
3		$\Phi 15$								
4	内孔	$\Phi 16 \begin{smallmatrix} +0.027 \\ 0 \end{smallmatrix}$								
5		$\Phi 16 \begin{smallmatrix} +0.027 \\ 0 \end{smallmatrix}$								
6		$\Phi 14$								
7	长度	24 ± 0.26								
8		16 ± 0.09								
9		$80 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.30 \end{smallmatrix}$								
10		$15 \quad 25 \quad 5$ 30								

项目说明: 此项目主要检测学生掌握正确使用千分尺的程度。其零件的真值是指零件实际尺寸值。因为初学时的测量误差相对要大些, 让学生在测量时有个比较。同时对照前面用游标卡尺测量的值, 可以发现千分尺与游标卡尺之间的区别。

注意: 在测量时尽量多次测量, 取其中的中间值。

检测评估: (1) 你是如何使用千分尺进行测量的? 测量时遇到什么问题? 如何解决的? 千分尺需要改进吗?

(2) 测量时你应该特别注意些什么?