

劳动预备制教材 • 职业培训教材

LAODONG YUBEIZHI JIAOCAI ZHIYE PEIXUN JIAOCAI

机械加工类



JIXIE JIAGONG JIANCE JISHU

机械加工检测技术



中国劳动社会保障出版社

劳动预备制教材
职业培训教材

机械加工检测技术

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械加工检测技术/姜莉主编. —北京:中国劳动社会保障出版社,2008

劳动预备制教材 职业培训教材

ISBN 978-7-5045-6899-1

I. 机… II. 姜… III. 机械加工-检测 IV. TG80

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 057875 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京人卫印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×960 毫米 16 开本 5.5 印张 114 千字

2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷

定价: 12.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前言

《中华人民共和国就业促进法》规定：“国家采取措施建立健全劳动预备制度，县级以上地方人民政府对有就业要求的初高中毕业生实行一定期限的职业教育和培训，使其取得相应的职业资格或者掌握一定的职业技能。”

为进一步加强劳动预备制培训教材建设，满足各地实施劳动预备制对教材的需求，我们会同中国劳动社会保障出版社，对2000年出版的机械、电工、电子、计算机、汽车维修、餐饮服务、商业服务、服装制作、建筑等类劳动预备制培训的专业课教材组织有关人员进行修订改版，并新编了美容保健、数控加工、会计文秘类的专业课教材。

在组织修订、编写教材时，考虑到接受培训人员的实际水平，为了使学员在较短时间内掌握从业必备的基本知识和操作技能，我们力求做到学习的理论知识为掌握操作技能服务，操作技能实践课题与生产实际紧密结合，内容深入浅出、图文并茂，增强教材的实用性和可读性。同时，注意在教材中反映新知识、新技术、新工艺和新方法，努力提高教材的先进性。

为了在规定的期限内更好地完成劳动预备制培训，各专业按照公共基础课+专业课的模式进行教学。公共基础必修课教材为《法律常识》《职业道德》《就业指导》《计算机应用》，选修课教材为《应用数学》《实用写作》《英语日常用语》《劳动保护知识》《实用物理》《交际礼仪》。专业课教材分为专业基础知识教材和专业技术（理论和实训一体化）教材，每个专业一般2~3本。

在这批教材的修订、编写过程中，编审人员克服各种困难，较好地完成了任务。在此，谨向付出辛勤劳动的编审人员表示衷心感谢。

由于编写时间有限，教材中可能有一些不足之处，我们将在教材使用过程中听取各方面的意见，适时进行修改，使其趋于完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2008年3月

简介

本书是职业技能短期培训教材，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。

本书主要包括：机械加工技术测量的基础知识、长度尺寸检测、角度检测、形状和位置公差检测、表面粗糙度检测及螺纹检测。

本书图文并茂，通俗易懂，实用性强。通过本课程的学习，学员在基本知识与操作技能上应达到初级技术工人应知、应会的要求，能运用这些知识完成机械加工过程中及零件完工后的检测任务。

本书由姜莉主编，崔和家参与编写，梁东晓主审。

目 录

第一单元 技术测量基础	(1)
模块一 基本概念和基本知识.....	(1)
模块二 计量器具的分类.....	(2)
模块三 测量方法.....	(5)
模块四 测量误差.....	(6)
第二单元 内外径、长度、深度的检测	(8)
模块一 钢直尺、内外卡钳测量.....	(8)
综合练习 阶梯板的测量.....	(13)
模块二 游标卡尺测量.....	(15)
综合练习 阶梯样板的测量.....	(20)
模块三 千分尺测量.....	(22)
综合练习 阶梯轴的测量.....	(27)
模块四 百分表和千分表	(28)
综合练习 偏心轴的测量.....	(31)
模块五 内径百分表和杠杆百分表	(32)
综合练习 阶梯套内孔的测量.....	(36)
模块六 长度标准量块.....	(37)
综合练习 用量块测量工件的长度尺寸.....	(39)
第三单元 角度检测	(41)
模块一 万能角度尺.....	(41)
综合练习 异形件的测量.....	(44)
模块二 正弦规.....	(45)
综合练习 莫氏锥度塞规的检测.....	(47)

第四单元 形状和位置公差检测	(48)
模块一 平面度检测	(48)
综合练习 检测箱体的平面度	(49)
模块二 圆度检测	(50)
综合练习 检测阶梯轴的圆度	(51)
模块三 平行度检测	(52)
综合练习 检测轮坯的平行度	(56)
模块四 垂直度检测	(56)
综合练习 检测轴的垂直度	(60)
第五单元 表面粗糙度检测	(62)
模块一 表面粗糙度概述	(62)
模块二 表面粗糙度检测	(63)
综合练习 检测轴套的表面粗糙度	(64)
第六单元 螺纹检测	(65)
模块一 普通螺纹的检测	(65)
综合练习 检测三角螺纹	(69)
模块二 梯形螺纹的检测	(70)
综合练习 检测梯形螺纹	(75)
附表	(77)
参考文献	(82)

第一单元 技术测量基础

在工厂里，工人与工人之间、工人与工程技术人员之间是靠图样来交流的。图样包括了工件的形状、尺寸、技术要求等多方面的内容。工人在生产时，要根据图样上所标的形状、尺寸来进行加工，在加工过程中及加工完毕，要对工件进行检验，看其是否与图样上标注的尺寸相符。因此，检测在生产中有相当重要的地位和作用，是保证产品质量的必要手段。

我们平常所说的计量，其范围是比较广泛的，一般包括长度计量、时间计量、温度计量、电磁计量等。本书只讨论与长度计量有关的一些问题。

长度计量也称为几何形状计量，它包括长度、角度、表面粗糙度、几何尺寸及零部件间的相互位置等，主要内容涉及机械零件的测量技术和测量器具问题。

模块一 基本概念和基本知识

技术测量用来评定产品质量，检测设备和工具的质量，监督工艺过程，根据测量结果调整生产，预防产生废品。因此，技术测量是机械制造过程中的重要环节，在互换性生产中十分重要。

技术测量研究的是长度、角度、表面粗糙度、形状和位置等几何量的测量，工作内容有两方面：用计量器具测量几何量的实际值，按规定的公差评定零件的合格性；用极限量规检验零件的合格性。测量与检验合称检测。

技术测量主要研究对零件的几何参数进行测量和检验的问题。

“测量”是指以确定被测对象量值为目的的全部操作，实质上是将被测几何量与作为计量单位的标准量进行比较，从而确定被测几何量是计量单位的倍数或分数的过程。一个完整的测量过程应包括测量对象、计量单位、测量方法和测量精度四方面要素。

“检验”是只确定被测几何量是否在规定的极限范围之内，从而判断被测对象是否合格，而无须得出具体的量值。

一、测量对象

测量对象主要指几何量，包括长度、角度、表面粗糙度、几何形状和相互位置等。由于几何量的种类较多，形式各异，因此应熟悉和掌握它们的定义及各自特点，以便进行测量。

二、计量单位

为了保证测量的正确性,必须保证测量过程中单位的统一。我国以国际单位制为基础确定了法定计量单位。我国法定计量单位中,长度的基本计量单位为米(m),见附表1;平面角的角度计量单位为弧度(rad),见附表2。

1. 长度单位

(1) 机械制造中常用的长度单位为毫米(mm), $1\text{ mm}=10^{-3}\text{ m}$ 。

(2) 在精密测量中,长度单位为微米(μm), $1\text{ }\mu\text{m}=10^{-3}\text{ mm}$ 。

工厂中把 $10\text{ }\mu\text{m}$ 称为1道。

(3) 超精密测量时,长度单位为纳米(nm), $1\text{ nm}=10^{-3}\text{ }\mu\text{m}$ 。

在机械制造中有时会用到英制长度计量单位,英制长度基本单位为英尺(ft),常用单位为英寸(in),英制长度单位见附表3。

毫米与英寸可用下列方法换算: $1\text{ in}=25.4\text{ mm}$ 。

英制与公制的换算见附表4。

2. 角度单位

(1) 机械制造中常用的角度计量单位为弧度(rad)、微弧度(μrad), $1\text{ }\mu\text{rad}=10^{-6}\text{ rad}$ 。

(2) 机械制造中常用的角度计量单位还有度($^{\circ}$)、分($'$)、秒($''$), $1^{\circ}=60'$, $1'=60''$ 。

(3) 弧度与角度的换算关系: $1\text{ rad}=57.3^{\circ}$, $1^{\circ}=0.017\ 453\ 3\text{ rad}$ 。

度与弧度的换算见附表5。弧度与度的换算见附表6。

三、测量精度

测量精度是指测量结果与真值的一致程度。任何测量过程总不可避免地出现测量误差。误差大,说明测量结果离真值远,精度低;反之,误差小,精度高。因此,精度和误差是两个相对的概念。由于存在测量误差,任何测量结果都只能是要素真值的近似值。以上说明测量结果有效值的准确性是由测量精度确定的。

模块二 计量器具的分类

计量器具按结构特点可以分为非指示性量具、指示性量具、量规和计量装置,如图1—1所示。

一、非指示性量具

常见的非指示性量具有钢尺、圈尺、块规等。

二、指示性量具

1. 游标类量具

游标类量具是靠主、副尺之间产生的相对运动,改变测量爪之间的距离来进行测量,可

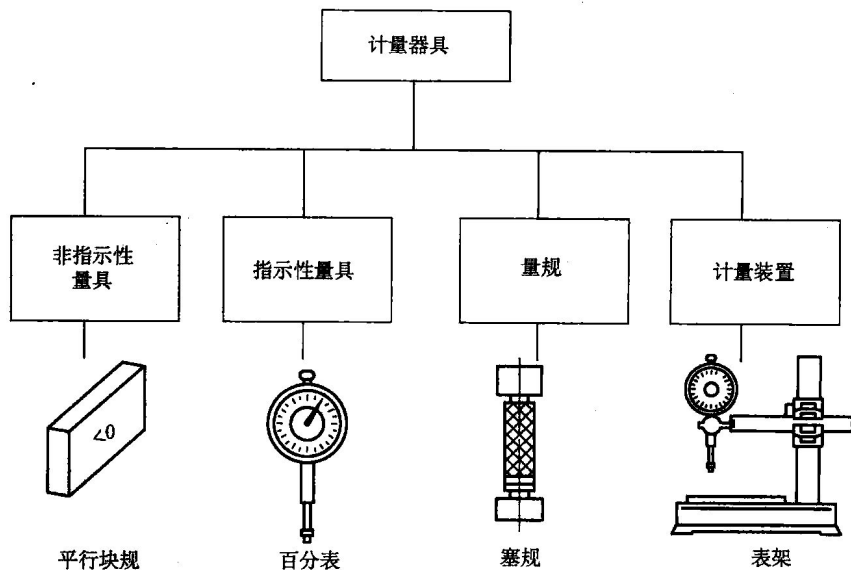


图 1—1 检验工具

通过主尺与游标读出被测工件的尺寸。图 1—2 所示为游标卡尺，图 1—3 所示为万能角度尺。

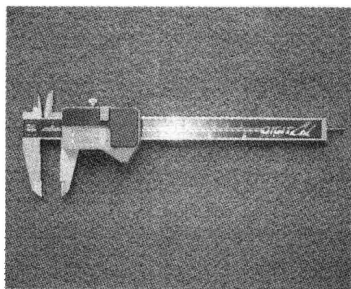


图 1—2 游标卡尺

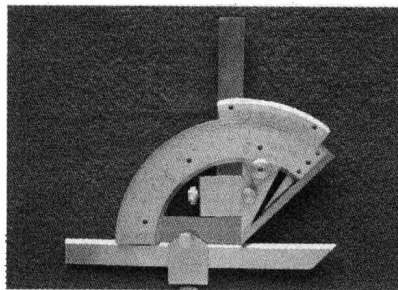


图 1—3 万能角度尺

2. 螺旋测微量具

螺旋测微量具是通过活动套管和固定套管之间的相对旋转，改变测微螺杆之间的距离来测量工件，从套管上读出被测工件的尺寸。图 1—4 所示为千分尺，图 1—5 所示为内径千分尺。

3. 指针式量具（机械式量仪）

指针式量具（机械式量仪）是通过指针触头与工件之间产生的垂直方向上的运动，来推动横梁围绕刀口回转，并使指针向左、右摆动，从而从刻度盘上读出被测工件与标准尺寸的差值。

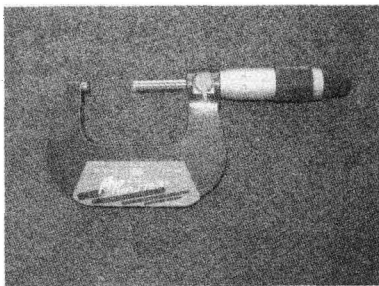


图 1—4 千分尺

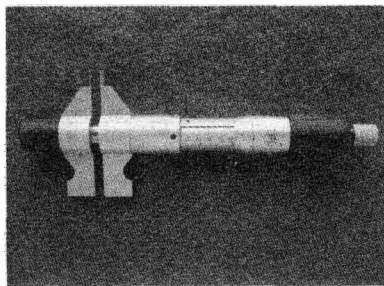


图 1—5 内径千分尺

三、量规

1. 塞规（尺寸量规）

塞规用于检验沟、槽、孔的长度是否符合要求。

塞规一般总是由许多量规组成套，套内各量规尺寸依次递增，如螺纹塞规、环规、板厚量规。

2. 样板规（形状量规）

样板规（形状量规）用于检验工件的整体形状是否符合要求，图 1—6 所示为半径规。

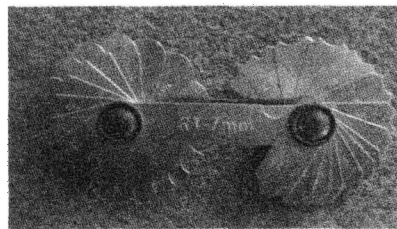


图 1—6 半径规

3. 极限量规（界限量规）

极限量规（界限量规）用于确定被检验对象是否在允许的误差范围之内，这种极限量规的两端有两个极限尺寸，即称为“通”端和“止”端。图 1—7 所示为塞规，图 1—8 所示为环规。

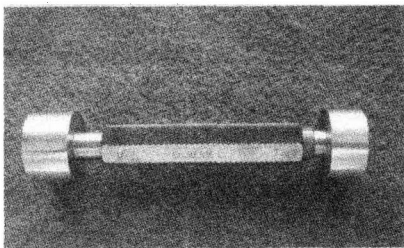


图 1—7 塞规

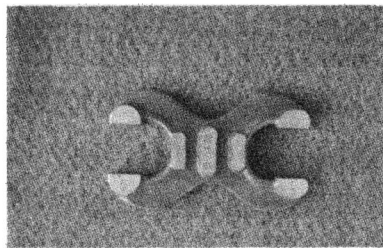


图 1—8 环规

四、计量装置

计量装置是指为确定被测几何量值所必需的计量器具和辅助设备的总体。它能够测量较多的几何量和较复杂的零件，有助于实现检测自动化或半自动化。

模块三 测量方法

测量方法是在测量中运用计量器具的规则和方式的总称，具体包含计量器具和测量条件两项内容。为了适应所测工件的特点，需要采用不同的器具和不同条件，因而测量方法可分为以下几种。

一、直接测量

直接测量指被测工件的实际值可以从量具上直接读出来。

例如：用游标卡尺测量长度，如图 1—9 所示；用万能角度尺测量角度，如图 1—10 所示。

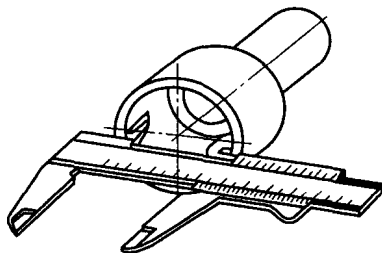


图 1—9 用游标卡尺测量长度

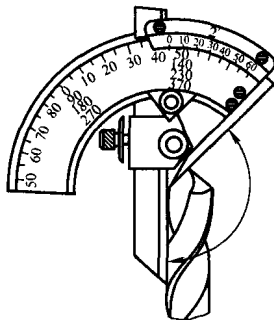


图 1—10 用万能角度尺测量角度

二、间接测量

间接测量是测量与被测尺寸有一定函数关系的其他尺寸，然后通过计算获得被测尺寸量值的方法。

如图 1—11 所示零件，显然无法直接测出中心距 L ，但可通过测量 L_1 （或 L_2 ）、 ϕ_1 和 ϕ_2 的值，并根据以下关系式计算出：

$$L = L_1 - \frac{\phi_1 + \phi_2}{2} \quad \text{或} \quad L = L_2 + \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}$$

三、绝对测量

绝对测量指测量时，被测量的全值可以直接从计量器具的读数装置获得，如用游标卡尺测量。

四、相对测量（又称比较测量或微差测量）

相对测量指将被测量与同它只有微小差别的已知同种量（一般为标准量）相比较，通过测量这两个值间的差值以确定被测量值，如用百分表等指示性量具测量。

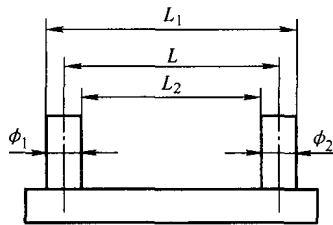


图 1—11 间接测量

五、单项测量

单项测量是对工件上每一个几何量分别进行测量的方法，一次测量仅能获得一个几何量的量值，如用螺纹千分尺测量螺纹中径。此法便于进行工艺分析，找出误差产生的原因。

六、综合测量

综合测量能得到工件上几个有关几何量的综合结果，以判断工件是否合格，而不要求得到单项几何量值，如用螺纹通规检验螺纹的作用中径是否合格。实质上综合测量一般属于检验，其效率比单项测量高。

模块四 测量误差

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真值之间形成的差值称为测量误差。

根据误差产生的形式不同，可将误差分为系统测量误差和随机测量误差。

一、系统测量误差

在相同条件下，重复测量同一量时，误差的大小和方向（正、负）保持不变，或当条件改变时，误差按一定的规律变化，这种测量误差称为系统测量误差。

由于该种误差在相同的测量条件下，总是以相等大小出现的，因而是可以把握的一种误差，是可以从测量结果中消除的。

二、随机测量误差（偶然误差）

在相同条件下，重复测量同一量时，误差的大小与方向都是变化的，且没有确定的规律，这种误差称为随机误差。由于这种测量误差是随机变化的，因此它始终存在于测量结果中。

随机误差产生的原因和相应的解决措施：

1. 温度的影响

由于热胀冷缩的原因，物体在不同温度下的长度不同，会有不一样的变化，故规定要在同一温度下测量。标准测量温度为 $+20^{\circ}\text{C}$ 。

2. 由视差引起的读数误差

测量时，量具上的刻线与被测工件应在同一个平面内，视线应垂直于刻线读数。

3. 相互位置不当引起的误差

当量具的测量表面斜对工件表面，或工件歪放在量具上时，会产生读数误差。因此，量具的测量表面应垂直于被测对象的测量表面。

4. 由于用力不当产生的误差

在测量时，量具的测量表面以一个测量力抵住工件，如果用力过大，会使接触面产生变

形, 从而引起误差。因此量具的测量面应用适当的测量力抵住工件。

5. 量具本身的误差

这是由于运动部件之间的间隙和摩擦、测头行程误差、刻度分度误差等产生的量具误差, 可通过量具定期检测来避免。

三、思考题

1. 什么是测量? 什么是检验? 两者的主要区别是什么?
2. 什么是直接测量? 什么是间接测量?
3. 随机误差产生的原因有哪些?
4. 我国法定的长度计量单位是什么? 角度计量单位是什么?
5. 计算

(1) $13\text{ cm} = \quad \text{mm}$ (2) $11\text{ m} = \quad \text{mm}$

(3) $5^\circ = \quad ' = \quad ''$ (4) $1.5\text{ rad} = \quad ^\circ$

第二单元 内外径、长度、深度的检测

内外径、长度、深度等尺寸检测中，中、低精度尺寸常采用钢直尺、游标卡尺、内外径千分尺等进行绝对测量，或用百分表、千分表、内径百分表和杠杆百分表等进行相对测量，而高精度的内外径、长度和深度尺寸，则用机械比较仪、万能测长仪、电感测微仪或三坐标测量仪（见图 2—1）进行测量。

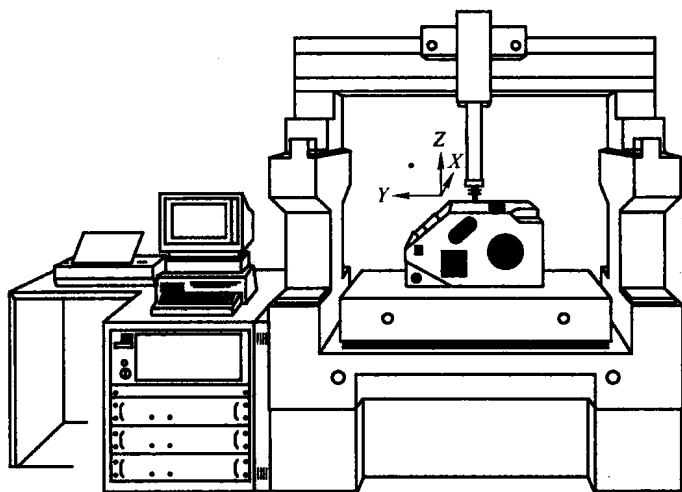


图 2—1 三坐标测量仪

模块一 钢直尺、内外卡钳测量

一、钢直尺

1. 钢直尺的结构

钢直尺是一种简单的尺寸量具，如图 2—2 所示，它主要用来量取尺寸，测量工件，也可以用做钳工划直线的导向工具。在钢直尺表面上刻有尺寸刻度线，最小刻度线距为 0.5 mm，其长度规格有 150 mm、300 mm、500 mm、1 000 mm 等多种。使用该尺测量比较直观，但测量精度较低。



图 2—2 钢直尺

2. 钢直尺的读数方法

首先将被测长度的一端与钢直尺零线对齐，观察工件另一端与钢直尺上的哪条刻线对齐，读出读数再加上单位，如图 2—3 所示。

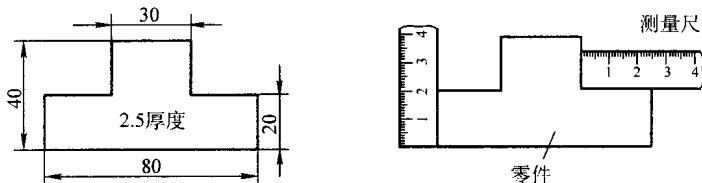


图 2—3 钢直尺的读数方法

3. 钢直尺的使用方法

(1) 直角的测量。在对零件的一个直角进行测量时，钢直尺对准基准边垂直放置，此外零件的边必须与“0”刻线对准，如图 2—4 所示。

(2) 台阶的测量。对零件的台阶进行测量时，钢直尺应对准基准边垂直放置，在读数时视线应垂直于钢直尺的刻线面，如图 2—5 所示。

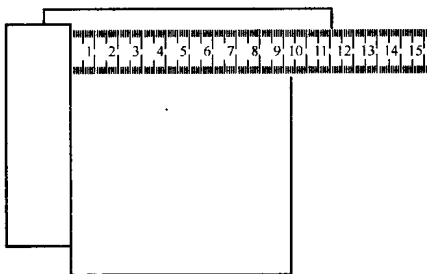


图 2—4 直角的测量

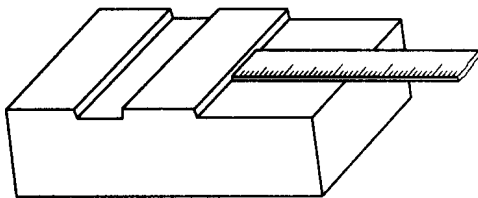


图 2—5 台阶的测量

(3) 没有台阶零件的测量。测量没有台阶的零件时，用拇指在零件边上支撑刻度尺，“0”刻线必须和零件的测量边对准，如图 2—6 所示。

(4) 读数误差。在读数时视线必须与钢直尺的刻线面垂直，只有这样才能避免读数的误差，如图 2—7 所示。

4. 注意事项

- (1) 对于加工完的工件要放在室内停留一段时间后再进行测量。
- (2) 测量时要擦净工件与钢直尺的接触面。
- (3) 钢直尺与被测量长度要平行。

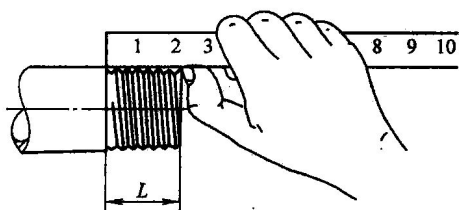


图 2—6 没有台阶的测量

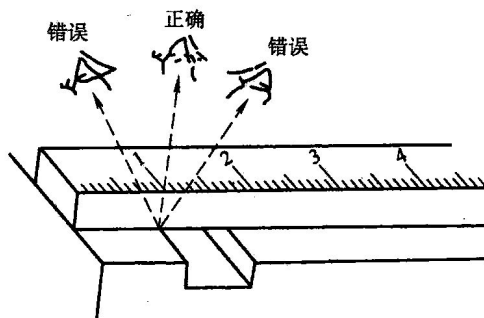


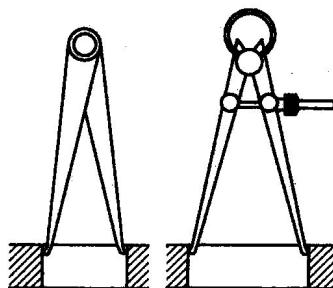
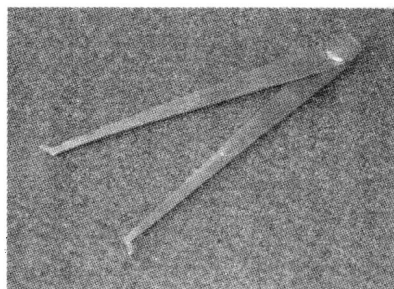
图 2—7 钢直尺读数

(4) 要保证正确读数。

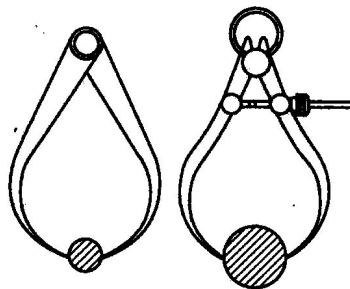
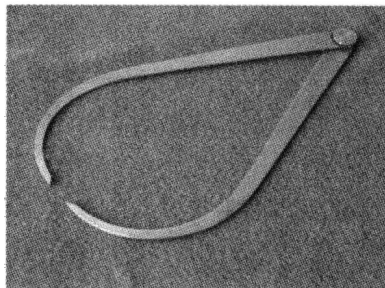
二、内、外卡钳

1. 内、外卡钳的结构和用途

如图 2—8 所示内、外卡钳是一种间接量具，用于测量尺寸时必须先在工件上度量后，再在带读数的量尺上进行比较，读出卡钳在刻度尺上的读数。用这种方法测量时，会产生较大误差，故工作中主要用于要求不高的零件尺寸的测量和检验。



a)



b)

图 2—8 内、外卡钳

a) 内卡钳 b) 外卡钳