

普通高等教育机电大类应用型系列规划教材

# 冷加工实训教程

范九红 主编



科学出版社

普通高等教育机电大类应用型系列规划教材

# 冷加工实训教程

范九红 主编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是针对机电大类学生金工实习过程当中的常见问题,以“培养学生工程理念为核心,按照实践导向、任务导向和问题导向”为思路开发编写的冷加工实训教程。教材内容按照从测绘到图纸,从图纸到工艺,从工艺到制造的实际生产过程,深入浅出地剖析了车工、铣工和基础钳工三门技能的基础知识和技能训练。旨在教学过程中培养学生信息集成、综合设计、整体优化和分析决策的综合应用能力。

本书适合作为高职以上机械、机电、汽车类专业金工实习实训的教学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

冷加工实训教程 / 范九红主编. —北京: 科学出版社, 2016.9  
普通高等教育机电大类应用型系列规划教材  
ISBN 978-7-03-049766-6

I. ①冷… II. ①范… III. ①冷加工-高等学校-教材 IV. ①TG3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第203258号

---

责任编辑: 于海云 / 责任校对: 桂伟利  
责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016年9月第一版 开本: 787×1092 1/16

2016年9月第一次印刷 印张: 14 1/2

字数: 371 000

定价: 39.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 普通高等教育机电大类应用型系列规划教材

## 编 委 会

### 主任委员

贾积身 河南机电高等专科学校副校长

### 副主任委员

赵玉奇 河南化工职业学院副院长

王庆海 河南机电职业学院副院长

张战杰 洛阳职业技术学院教务处长

郭天松 河南工业贸易职业学院教务处副处长

### 委 员 (按姓名笔画为序)

王东辉 河南职业技术学院机电工程系副主任

朱跃峰 开封大学机械与汽车工程学院院长

张凌云 鹤壁职业技术学院机电工程学院院长

赵 军 济源职业技术学院机电工程系主任

胡修池 黄河水利职业技术学院机电工程系主任

娄 琳 漯河职业技术学院机电工程系主任

## 《冷加工实训教程》编委会

主 编 范九红

副主编 李 伟 郭艳丽 马 峰

参 编 孙雪娣 马俊杰

主 审 武 燕 张黎燕

# 前 言

随着我国现代制造业的发展，特别是2015年5月，我国出台了《中国制造2025》纲领性文件，进一步推动了中国制造向智能制造的转型。智能制造的目的是通过设备柔性和计算机人工智能控制自动地完成设计、加工、控制管理过程，旨在解决高度变化的环境制造的有效性。面对这一新的工业时代，我们培养的人才再也不能是见木不见林的单一技术人员，如何着手知识综合能力的培养，已成为企业和学校共同关注的问题。作为新生入校的第一个实践教学环节，我们以“培养学生工程理念为核心，按照实践导向、任务导向和问题导向”为思路开发编写了本书。它是高职以上机械、机电、汽车类专业金工实习实训教材。

本书的编写突破了传统实训教材单一的以技能训练为重点的教学方法，重视教学过程与生产过程相一致，实践能力与创新能力共协调的教学方法，把车工、铣工和基础钳工三门单一技能编写在同一本书中，内容主要包括：模块一（机械加工基础）、模块二（车削技能训练）、模块三（铣削技能训练）、模块四（钳工技能训练）、模块五（创新设计与制造）五个模块。在模块二、三、四当中融入了要求学生完成的零件测绘、零件图绘制、零件加工工艺分析、训练试题题库等内容，方便学生课上课下练习，意在培养学生基于工作过程的工程理念。在模块五中融入了鲁班锁的设计与制造，旨在启发学生运用所学知识，在教学过程中、在制造活动中锻炼信息集成、综合设计、整体优化和分析决策的综合应用能力。

本书由世界奥林匹克数控比赛国家队教练、全国数控大赛专家组成员王小芳老师指导，范九红担任主编，武燕、张黎燕担任主审。由李伟、郭艳丽、马峰担任副主编，具体编写分工如下：模块二由范九红编写。模块一及模块三中的项目一和项目二由李伟编写。模块三中的项目三由马俊杰编写。模块四项目一及项目二中的任务1、2、3、4由郭艳丽编写。模块四项目二中的任务5、6由孙雪娣编写。模块四中的项目三和项目四由马峰编写，模块五由范九红和马峰共同编写。此外本书在编写的过程中得到了付伟、和跟柱、潘浩亮等老师的帮助，在此表示感谢。

由于本书各模块工种是适宜于两周以内教学实习用内容，书中难免存在疏漏与不足，欢迎广大读者批评指正，在此表示衷心感谢。

编 者

2016年5月10日

# 目 录

## 模块 1 机械加工基础

项目一 轴类零件的测绘 .....	3
任务 1 认识量具 .....	3
任务 2 绘图基本知识 .....	12
任务 3 测绘训练 .....	18
项目二 轴类零件的加工工艺 .....	25
任务 1 轴类零件的设计 .....	25
任务 2 轴类零件的加工工艺 .....	28
任务 3 轴类零件的热处理 .....	35

## 模块 2 车削技能训练

项目一 初级车工国家职业标准 .....	39
项目二 车削加工基础 .....	40
任务 1 认识车床 .....	40
任务 2 车床的操作及保养 .....	42
任务 3 常用车刀及装夹 .....	47
任务 4 工件的装夹 .....	51
项目三 车削技能训练 .....	53
任务 1 阶梯轴的车削加工 .....	53
任务 2 多阶梯轴的车削加工 .....	57
任务 3 锥度心轴的车削加工 .....	61
任务 4 衬套的车削加工 .....	66
项目四 两周车工实训考核试题 .....	71
任务 1 理论试题 .....	71
任务 2 测绘试题 .....	77
任务 3 车工实操试题 .....	82



### 模块 3 铣削技能训练

项目一 初级铣工国家职业标准 .....	97
项目二 铣削加工基础 .....	98
任务 1 认识铣床 .....	98
任务 2 铣床的安全操作及保养 .....	99
任务 3 常用铣刀及装夹 .....	102
项目三 铣削技能训练 .....	106
任务 1 六面体的铣削 .....	106
任务 2 轴上键槽的铣削 .....	111

### 模块 4 钳工技能训练

项目一 初级钳工国家职业标准 .....	119
项目二 钳工加工基础 .....	120
任务 1 划线 .....	120
任务 2 锯削 .....	126
任务 3 锉削 .....	130
任务 4 孔的加工 .....	137
任务 5 螺纹的加工 .....	155
任务 6 刮削 .....	162
项目三 钳工技能训练 .....	168
任务 1 六角螺母的加工 .....	168
任务 2 孔类零件的钳工加工 .....	174
任务 3 套配件的钳工加工 .....	180
项目四 钳工实训考核试题 .....	187
任务 1 理论试题 .....	187
任务 2 实训考核试题 .....	195

### 模块 5 创新设计与制造

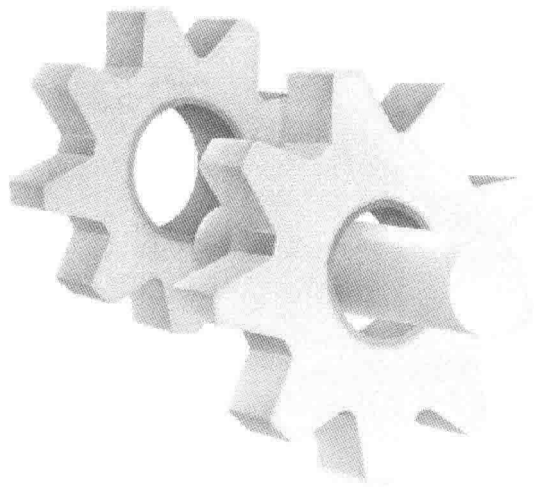
项目一 指定比赛项目——鲁班锁 .....	205
项目二 创新设计项目 .....	216
参考文献 .....	224



模块  
1

机械加工基础

- ◎ 项目一 轴类零件的测绘
- ◎ 项目二 轴类零件的加工工艺





## 项目一 轴类零件的测绘

### 任务1 认识量具



任务目标:

- (1) 会使用游标卡尺测量零件。
- (2) 会使用千分尺测量零件。

#### 一、游标卡尺

##### 1. 游标卡尺结构型式

如图 1-1 所示游标卡尺, 其测量范围为  $0 \sim 125\text{mm}$ , 制成带有刀口形的上下量爪和带有深度尺的型式。

##### 2. 游标卡尺的功能

游标卡尺的功能如图 1-2 所示。

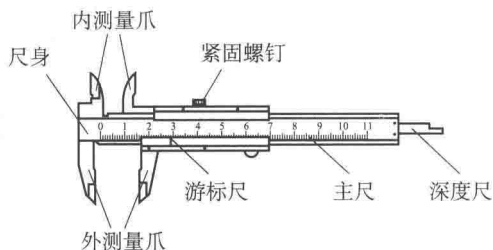
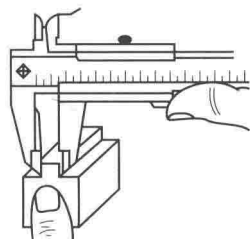
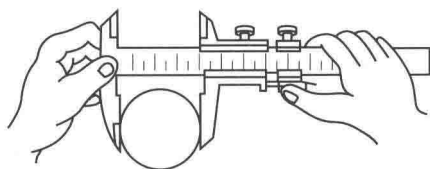


图 1-1 游标卡尺结构



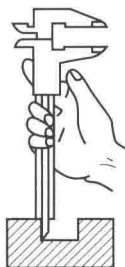
(a) 测量工件宽度



(b) 测量工件外径



(c) 测量工件内径



(d) 测量工件深度

图 1-2 游标卡尺的功能

##### 3. 游标卡尺的读数原理和读数方法

游标卡尺的读数机构, 是由主尺和游标 (图 1-2) 两部分组成的。当活动量爪与固定

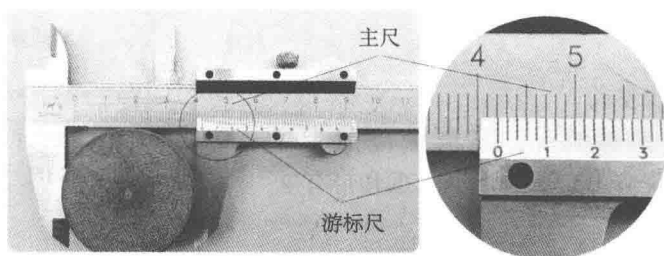
量爪贴合时，游标上的“0”刻线（简称游标零线）对准主尺上的“0”刻线，此时量爪间的距离为“0”；当尺框向右移动到某一位置时，固定量爪与活动量爪之间的距离，就是零件的测量尺寸；此时零件尺寸的整数部分，可在游标零线左边的主尺刻线上读出来，而比1mm小的小数部分，可借助游标读数机构来读出，现把游标读数值为0.02mm的游标卡尺的读数原理和读数方法介绍如下。

如图1-3所示，主尺每小格1mm，当两爪合并时，游标上的50格刚好等于主尺上的49mm，则游标每格间距 $=49\text{mm} \div 50=0.98\text{mm}$ 。

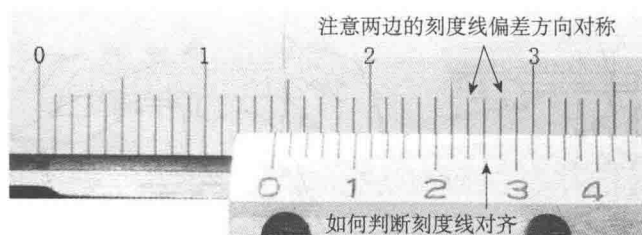
主尺每格间距与游标每格间距相差 $=1-0.98=0.02(\text{mm})$ 。

0.02mm即为此种游标卡尺的最小读数值。

在图1-3中，游标零线在42mm与43mm之间，游标上的5格刻线与主尺刻线对准。所以，被测尺寸的整数部分为42mm，小数部分为 $5 \times 0.02=0.10(\text{mm})$ ，被测尺寸为 $42+0.10=42.10(\text{mm})$ 。



(a) 读数为42.10mm



(b) 读数为14.26mm

图1-3 游标卡尺读数示意图

#### 4. 游标卡尺的使用方法

量具使用得是否合理，不但影响量具本身的精度，而且直接影响零件尺寸的测量精度，甚至发生质量事故，对国家造成不必要的损失。所以，我们必须重视量具的正确使用，对测量技术精益求精，务使获得正确的测量结果，确保产品质量。

使用游标卡尺测量零件尺寸时，必须注意下列几点。

(1) 测量前应把卡尺揩干净，检查卡尺的两个测量面和测量刃口是否平直无损，把两个量爪紧密贴合时，应无明显的间隙，同时游标和主尺的零位刻线要相互对准。这个过程称为校对游标卡尺的零位。

(2) 移动尺框时，活动要自如，不应有过松或过紧，更不能有晃动现象。用紧固螺钉固定尺框时，卡尺的读数不应有所改变。在移动尺框时，不要忘记松开固定螺钉，亦不宜

过松以免掉落。

(3) 当测量零件的外尺寸时, 卡尺两测量面的连线应垂直于被测量表面, 不能歪斜。测量时, 可以轻轻摇动卡尺, 放正垂直位置, 如图 1-4 所示。

否则, 量爪若在如图 1-4 所示的错误位置上, 将使测量结果  $a$  比实际尺寸  $b$  要大; 先把卡尺的活动量爪张开, 使量爪能自由地卡进工件, 把零件贴靠在固定量爪上, 然后移动尺框, 用轻微的压力使活动量爪接触零件。如卡尺带有微动装置, 此时可拧紧微动装置上的固定螺钉, 再转动调节螺母, 使量爪接触零件并读取尺寸。绝不可把卡尺的两个量爪调节到接近甚至小于所测尺寸, 把卡尺强制卡到零件上。这样做会使量爪变形, 或使测量面过早磨损, 使卡尺失去应有的精度。

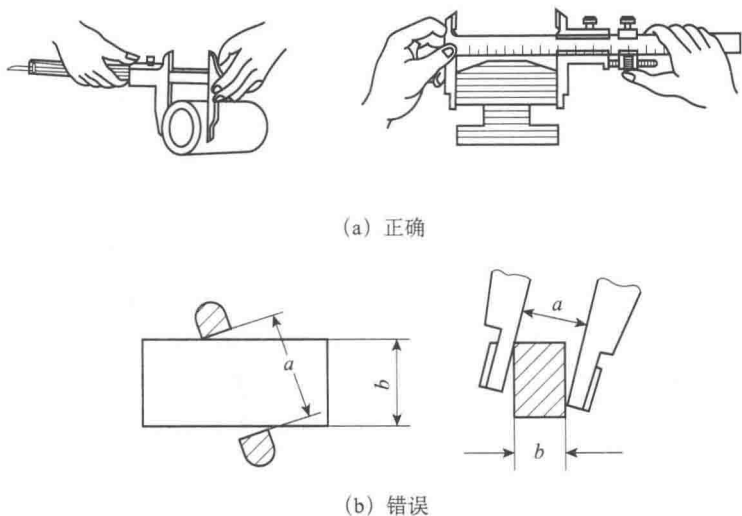


图 1-4 测量外尺寸时正确与错误的位置

测量沟槽时, 应当用量爪的平面测量刃进行测量, 尽量避免用端部测量刃和刀口形量爪去测量外尺寸。而对于圆弧形沟槽尺寸, 则应当用刃口形量爪进行测量, 不应当用平面形测量刃进行测量, 如图 1-5 所示。

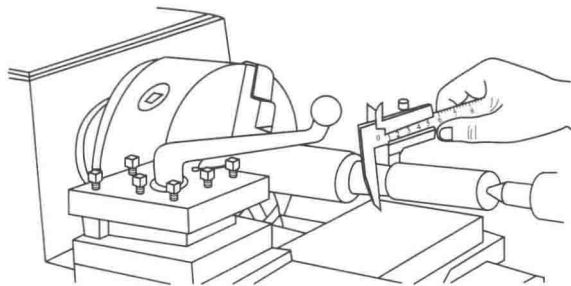
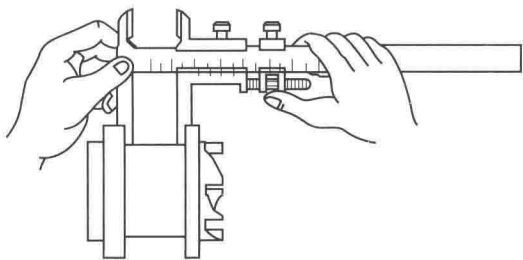
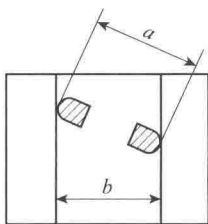
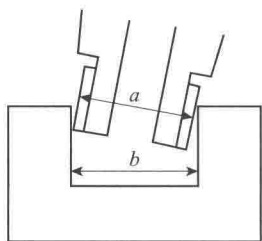


图 1-5 测量沟槽时正确的位置

测量沟槽宽度时, 也要放正游标卡尺的位置, 应使卡尺两测量刃的连线垂直于沟槽, 不能歪斜, 否则量爪若在如图 1-6 所示的错误的位置上, 也将使测量结果不准确 (可能大也可能小)。



(a) 正确



(b) 错误

图 1-6 测量沟槽宽度时的位置

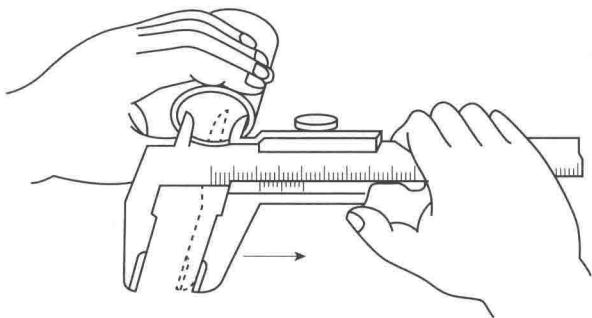
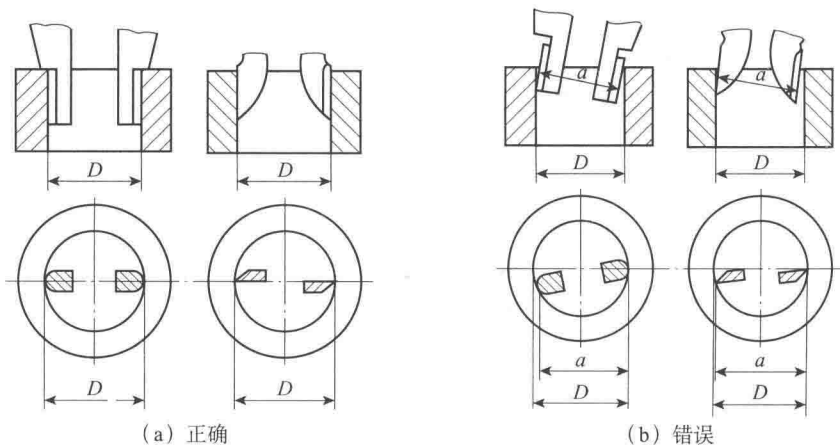


图 1-7 内孔的测量方法

(4) 当测量零件的内尺寸时，如图 1-7 所示。要使量爪分开的距离小于所测内尺寸，进入零件内孔后，再慢慢张开并轻轻接触零件内表面，用固定螺钉固定尺框后，轻轻取出卡尺来读数。取出量爪时，用力要均匀，并使卡尺沿着孔的中心线方向滑出，不可歪斜，避免使量爪扭伤、变形和受到不必要的磨损，

同时会使尺框走动，影响测量精度。

卡尺两测量刃应在孔的直径上，不能偏歪。图 1-8 为带有刀口形量爪和带有圆柱面形量爪的游标卡尺，在测量内孔时正确和错误的位置。当量爪在错误位置时，其测量结果将比实际孔径  $D$  要小。



(a) 正确

(b) 错误

图 1-8 测量内孔时的位置

## 二、千分尺

千分尺又称螺旋测微器、螺旋测微仪，是比游标卡尺更精密的测量长度的工具，用它测长度可以准确到 0.01mm，测量范围为几厘米。它的一部分加工成螺距为 0.5mm 的螺纹，当它在固定套管 B 的螺套中转动时，将前进或后退，活动套管 C 和螺杆连成一体，其周边等分成 50 分格。螺杆转动的整圈数由固定套管上间隔 0.5mm 的刻线测量，不足一圈的部分由活动套管周边的刻线测量。如图 1-9 所示。

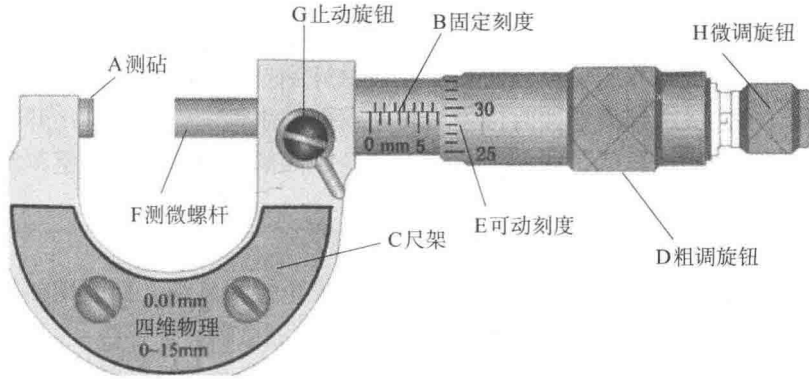


图 1-9 千分尺

### 1. 千分尺的组成

如图 1-9 中 F 为测杆，它的活动部分加工成螺距为 0.5mm 的螺杆，当它在固定套管 B 的螺套中转动一周时，螺杆将前进或后退 0.5mm，螺套周边有 50 个分格。大于 0.5mm 的部分由主尺上直接读出，不足 0.5mm 的部分由活动套管周边的刻线测量。所以用螺旋测微器测量长度时，读数也分为两步，即先从活动套管的前沿在固定套管的位置，读出主尺数（注意 0.5mm 的短线是否露出）。再从固定套管上的横线所对活动套管上的分格数，读出不到一圈的小数，二者相加就是测量值。

千分尺的尾端有一装置 H，拧动 H 可使测杆移动，当测杆和被测物相接后的压力达到某一数值时，棘轮将滑动并有咔咔的响声，活动套管不再转动，测杆也停止前进，这时就可以读数了。

不夹被测物而使测杆和小砧 A 相接时，活动套管上的零线应当刚好和固定套管上的横线对齐。实际操作过程中，由于使用不当，初始状态多少和上述要求不符，即有一个不等于零的读数。所以，在测量时要先看有无零误差，如果有，则须在最后的读数上去掉零误差的数值。

### 2. 千分尺原理和使用

千分尺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。如图 1-10 所示，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，可动刻度旋转一周，测微螺杆可前进或后退 0.5mm，因此旋转每个小分度，相当于测微螺杆前进或推后  $0.5/50=0.01\text{mm}$ 。可见，可动刻度每一小分度表示 0.01mm，所以螺旋测微器可准确到 0.01mm。由于还能再估读一位，可读到毫米的千分位，故称为千分尺。

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，



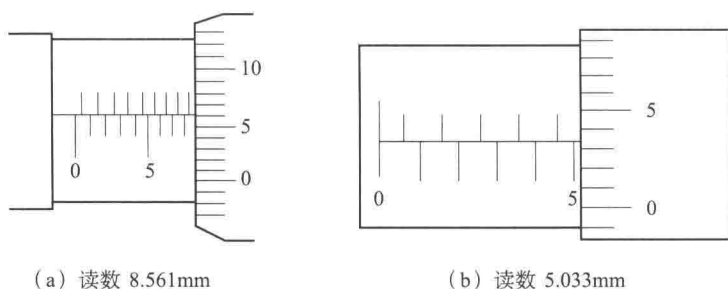


图 1-10 千分尺的读数原理

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，注意不可用力旋转否则测量不准确，马上接触到测量面时慢慢旋转左右面的小型旋钮直至传出咔咔的响声，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读出。

3. 螺旋测微器的注意事项

(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，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，即使固定刻度的零点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点不相重合，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。

4. 螺旋测微器的正确使用和保养

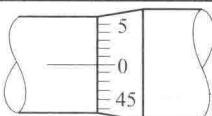
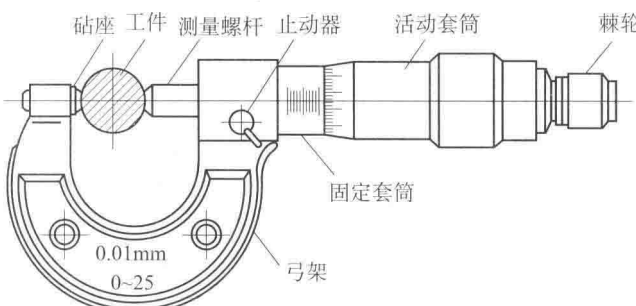
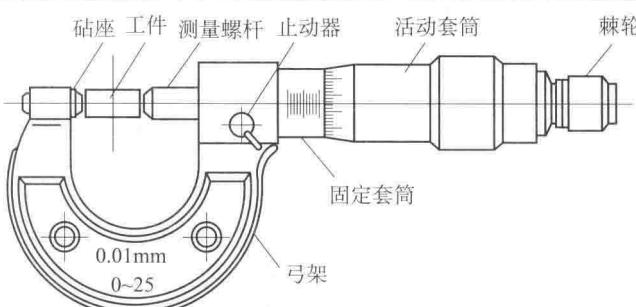
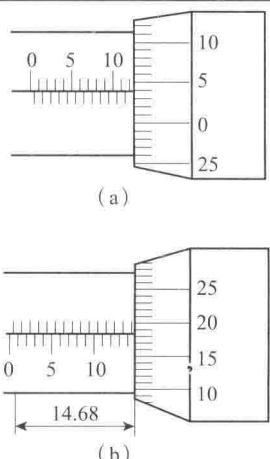
- (1) 检查零位线是否准确。
- (2) 测量时需把工件被测量面擦干净。
- (3) 工件较大时应放在 V 型铁或平板上测量。
- (4) 测量前将测量杆和砧座擦干净。
- (5) 拧活动套筒时需用棘轮装置。
- (6) 不要拧松后盖，以免造成零位线改变。
- (7) 不要在固定套筒和活动套筒间加入普通机油。
- (8) 用后擦净上油，放入专用盒内，置于干燥处。

5. 用千分尺测量加工零件的步骤和方法 (表 1-1)

表 1-1 用千分尺测量加工零件的步骤和方法

序号	项目	实物图示	使用说明
1	检查千分尺		(1) 用棉纱将滑动面与测量面擦干净并检查有无缺陷； (2) 松开止动锁，将测试棒置于两测量面之间； (3) 转动棘轮，一是检查测量杆转动的情况，二是使两测量面贴合，直到棘轮打滑，检查零刻度线位置

续表

序号	项目	实物图示	使用说明
1	检查千分尺		
2	测量工件直径		左手拿住弓架，右手转动微分筒，使开度比测量工件的尺寸稍大，将固定的工件置于两测量面之间，直到棘轮打滑；读数
3	测量工件长度		左手拿住弓架，右手转动微分筒，使开度比测量工件的尺寸稍大，将固定的工件置于两测量面之间，直到棘轮打滑；读数
4	读数		<p>(1) 可以直接读数，如不能直接读数，可固定止动锁，使测量杆固定，再轻轻取下，然后读取刻度值；</p> <p>(2) 读数方法：(读图 (b))</p> <p>①先读出微分筒左侧主尺刻度数，左边图示为 14.5mm；</p> <p>②再读微分筒副尺上与主尺上对齐齐线处的小数，左边图示为 0.180mm；</p> <p>③最后将两数相加即 14.680mm</p>

### 三、游标万能角度尺

万能角度尺是用来测量工件和样板的内、外角度以及角度划线的量具，其测量精度有 2' 和 5' 两种，测量范围为 0° ~ 320°。

#### 1. 万能角度尺的结构

万能角度尺的结构如图 1-11 所示，主要由主尺、基尺、扇形板、游标、直角尺、直尺、卡块、制动头等部分组成。