



高职高专“十一五”规划教材

金工实习教程

JINGONG SHIXI JIAOCHENG

岳波辉 葛乐清 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

金工实习教程

JINGONG SHIXI JIAOCHENG

岳波辉 葛乐清 主编
高兴华 梁文瑞 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材是依据《高职高专学校金工实习教学基本要求》精神,为适应高职学生的实际情况,体现以工作过程为导向,并结合作者多年的金工实习教学和实践经验编写的。

全书共分七个实训项目,内容主要包括:技术测量及常用测量器具、钳工、车工、铣工、数控加工、焊接和钣金成形工艺等。每个项目后都附有相关的实训内容,教材最后还附有相关的实习报告。

本书可作为高职高专院校、中等职业学校的金工实训教材,也可作为有关院校相近专业的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习教程/岳波辉,葛乐清主编. —北京:化学工业出版社,2009.1

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-04181-4

I. 金… II. ①岳…②葛… III. 金属加工-实习-高等学校:技术学院-教材 IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 182603 号

责任编辑:韩庆利
责任校对:陶燕华

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市迎风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 7¼ 字数 177 千字 2009 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:14.00 元

版权所有 违者必究

前 言

金工实习是高职学生一门重要的实践课。随着高职教育教学改革的进行,金工实习的学时和内容发生了一些变化,为适应我国高等职业教育的教学需要,我们结合多年的教学和实践经验,依据《高职高专学校金工实习教学基本要求》精神,从实际出发,组织编写了这本《金工实习教程》。本教材降低了理论深度,加强了技能实践环节,以“职业能力”为培养目标,力求突出职业性、技能性和应用性的职业特点,遵循专业理论为专业技能服务的基本原则,使学生在实习过程中能初步掌握机械制造过程的基础理论知识和各工种的实践操作技能。书中强调了各工艺的规范要求,紧密结合了工作实践,提高了金工实习的质量。内容包括:技术测量及常用测量器具、钳工、车工、铣工、数控加工、焊接和钣金成形工艺等实习项目。每个项目后都附有相关的实训内容。

绪论、项目2、实习报告由岳波辉编写,项目1、项目3由葛乐清编写,项目4由孙鹏翔编写,项目5由梁文瑞编写,项目6由高兴华编写,项目7由刘伟编写。

全书由大庆职业学院岳波辉、葛乐清任主编,岳波辉统稿。由高兴华、梁文瑞任副主编。

本书在编写过程中,参考了有关教材和资料,并得到了许多同仁的支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免有缺点和不当之处,敬请同仁和读者批评指正。

编者

2009年1月

目 录

绪论	1
项目 1 技术测量及常用测量器具	3
课题 1 技术测量	3
1.1 概述	3
1.2 测量的工作基准	3
1.3 计量器具和测量方法	4
1.4 测量器具的主要技术性能指标	5
1.5 零件的检验	5
课题 2 常用测量器具	5
2.1 游标卡尺	6
2.2 千分尺	6
2.3 百分表	7
2.4 塞规与卡规	7
课题 3 技能训练	8
3.1 游标卡尺测量各种长度尺寸的练习	8
3.2 外径千分尺测量外尺寸的练习	9
项目 2 钳工	11
课题 1 钳工常用设备及基本知识	11
1.1 基本知识概述	11
1.2 钳工常用设备	11
课题 2 基本技能	12
2.1 划线	12
2.2 錾削	15
2.3 锯割	16
2.4 锉削	18
2.5 孔加工	20
2.6 攻螺纹与套螺纹	23
2.7 刮削	25
2.8 装配	26
课题 3 技能训练	27
3.1 平面划线与立体划线	27

3.2 钳工加工工艺训练	28
项目3 车工	30
课题1 车工常用设备及基本知识	30
1.1 普通车床的组成和传动	30
1.2 卧式车床的传动系统	31
1.3 车刀及其安装	33
1.4 工件的安装及所用附件	36
1.5 车床操作要点	40
课题2 基本技能	43
2.1 车外圆、端面 and 台阶	43
2.2 车端面	44
2.3 车槽和切断	44
2.4 钻孔和车孔	45
2.5 车圆锥	46
2.6 车螺纹	47
2.7 车成形面与滚花	49
课题3 技能训练	50
项目4 铣工	52
课题1 铣削常用设备及基本知识	52
1.1 基本知识概述	52
1.2 铣削常用设备	53
课题2 基本技能	59
2.1 铣平面	59
2.2 铣斜面	59
2.3 铣沟槽	60
2.4 铣成形表面	61
2.5 齿轮齿形的加工	61
课题3 技能训练	62
项目5 数控加工	64
课题1 数控车削工艺	64
1.1 数控车床概述	64
1.2 数控车削加工工艺基础	65
1.3 数控车床的编程特点及基本指令	66
1.4 数控车床的操作面板及基本操作	69
1.5 技能实训	72
课题2 FANUC 0i 系统数控铣床与加工中心的认识与基本操作	73
2.1 FANUC 0i 数控系统操作面板的认识与基本操作	74
2.2 程序的输入	77

2.3 参考点与坐标系的建立	78
项目6 焊接	79
课题1 焊接基本知识	79
课题2 焊条电弧焊	79
2.1 焊条电弧焊过程	80
2.2 焊条电弧焊设备	80
2.3 电焊条	81
2.4 焊条电弧焊工艺	82
2.5 焊条电弧焊的基本操作	84
课题3 气焊与气割	85
3.1 气焊	85
3.2 气割	89
3.3 气焊、气割的注意事项	90
课题4 常见焊接缺陷及焊接质量检验	91
4.1 常见焊接缺陷	91
4.2 焊接检验	92
课题5 技能训练	92
5.1 焊条电弧焊实践操作	92
5.2 气焊与气割实践操作	92
项目7 钣金成形工艺	93
课题1 钣金手工成形工艺	93
1.1 薄板构件的弯曲	93
1.2 薄板构件的放边与收边	95
1.3 薄板构件的拱曲	97
1.4 薄板构件的卷边	99
1.5 薄板构件的咬缝	99
课题2 技能训练	101
附录	103
附录1 钳工实习报告	103
附录2 车工实习报告	104
附录3 铣工实习报告	106
附录4 焊接实习报告	107
参考文献	108

绪 论

1. 金工实习的性质、目的和任务

《金工实习》是学生进行工程实践训练及学习机械制造课程必不可少的先修课，也是获得机械制造基本知识和基本技能的必修课。

《金工实习》是一门实践性很强的技术基础课，学生在金工实习过程中通过独立的实践操作，将有关机械制造的基本工艺理论、基本工艺知识、基本工艺方法和基本工艺实践有机结合起来，进行工程实践综合能力训练。

《金工实习》的主要任务是：

(1) 使学生掌握现代机械制造的一般过程和基本知识，熟悉机械零件的常用加工方法及其所用的主要设备和工具，了解新工艺、新技术、新材料在现代机械制造中的应用。

(2) 使学生对简单零件初步具有选择加工方法和进行工艺分析的能力，在主要工种方面应能独立完成简单零件的加工制造并培养一定的工艺实验和工程实践的能力。

(3) 培养学生生产质量和经济观念，理论联系实际，一丝不苟的工作作风，热爱劳动、爱护公物的基本素质。

金工实习的内容包括技术测量及常用测量器具、钳工、车工、铣工、数控加工、焊接、钣金成形工艺等项目。通过实际操作、现场教学、专题讲座、电化教学、综合训练、参观、演示、实习报告或作业以及考核等方式和手段，丰富教学内容，完成实习教学任务。

2. 安全文明生产实习

(1) 实习时按规定穿戴好劳动防护用品，自觉遵守各车间的安全规则。

(2) 工作休息时，不得在厂区乱窜，不得踢球、哄闹，防止损坏门窗及花草树木。

(3) 机器设备未经许可，不准擅自动手，否则所发生事故，由本人自负。

(4) 操作机器必须严格遵守安全操作规程，个别工种因机器有限，有时实习人员多，要轮换操作，严禁两人同时操作一台机床。

(5) 实习时应注意保养和爱护机器、工具，防止损坏。

(6) 每天实习结束应按规定做好清洁和整理工作。

3. 金工实习的守则

学生在金工实习时应该做到以下几点。

(1) 学习态度好

① 尊敬老师和师傅，虚心学习。

② 认真听课，刻苦训练，独立完成实习内容和实习报告。

(2) 劳动态度好

① 服从分配，不怕脏、不怕累。

② 培养热爱劳动的思想，珍惜劳动成果。

(3) 劳动纪律好

① 遵守车间各项规章制度。

② 不迟到，不早退，有事要请假。

(4) 科学作风好

① 要做到工程技术人员应有的严谨科学作风。

② 实习操作严肃认真，一丝不苟，注意产品质量，出现废品不掩盖。

(5) 安全意识好

① 严格遵守各项安全操作规程。

② 时刻注意人身安全和设备安全。

项目 1 技术测量及常用测量器具

课题 1 技术测量

1.1 概述

经过切削加工后的零件是否符合零件图要求,要通过测量工具测量的结果来判断。

由于零件形状多种多样,各部位精度和表面粗糙度要求又不相同,所以在检测前要根据零件的具体情况,选用合适的测量工具,并在对所选测量工具的构造、测量方法熟练掌握的情况下,才能使测量结果具有较大的可信度。

1.2 测量的工作基准

1. 量块

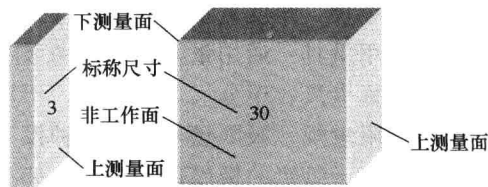
量块是一种平行平面端度量具,又称块规。它是保证长度量值统一的重要常用实物量具。除了作为工作基准之外,量块还可以用来调整仪器、机床或直接测量零件。

(1) 一般特性 量块是以其两端面之间的距离作为长度的实物基准(标准),是一种单值量具,其材料与热处理工艺应满足量块的尺寸稳定、硬度高、耐磨性好的要求。通常都用铬锰钢、铬钢和轴承钢制成。其线胀系数与普通钢材相同,即为 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 尺寸稳定性约为年变化量不超出 $\pm 0.5^{-1} \mu\text{m}/\text{m}$ 。

(2) 结构 绝大多数量块制成直角平行六面体,也有制成 $\phi 20$ 的圆柱体。每块量块都有两个表面非常光洁、平面度精度很高的平行平面,称为量块的测量面(或称工作面)。量块长度(尺寸)是指量块的一个测量面上的一点至与量块相研合的辅助体(材质与量块相同)表面(亦称辅助表面)之间的距离。为了消除量块测量面的平面度误差和两测量面间的平行度误差对量块长度的影响,将量块的工作尺寸定义为量块的中心长度,即两个测量面的中心点的长度。

(3) 精度 量块按其制造精度分为五个“级”:00、0、1、2 和 3 级。00 级精度最高,3 级精度最低。分级的依据是量块长度的极限偏差和长度变动量允许值。量块生产企业大都按“级”向市场销售量块,此时用户只能按量块的标称尺寸使用量块,这样必然受到量块中心长度实际偏差的影响,将其制造误差带入测量结果。

在量值传递工作中,为了消除量块制造误差对测量的影响,可按检定后量块的实际尺寸使用。各种不同精度的检定方法可以得到具有不同测量不确定度的量块,并依此划分量块的等别,如图 1-1 所示。量块检定后可得到每块量块的中心长度的实际偏差,显然同一套量块



若按“级”使用可以得到更高的测量精度（较小的测量不确定度）。

(4) 使用 单个量块使用很不方便，故一般都按序列将许多不同标称尺寸的量块成套配置，使用时根据需求选择多个适当的量块研合起来使用。通常，组成所需尺寸的量块总数不应超过五块。例如，为组成 89.765mm 的尺寸，可由成套的量块中选出 1.005mm、1.26mm、7.5mm、80mm 四块组成，即

$$\begin{array}{rcl}
 89.765 & \cdots\cdots\cdots & \text{所需尺寸} \\
 \hline
 -) & 1.005 & \cdots\cdots\cdots \text{第一块} \\
 & & 88.76 \\
 \hline
 -) & 1.26 & \cdots\cdots\cdots \text{第二块} \\
 & & 87.5 \\
 \hline
 -) & 7.5 & \cdots\cdots\cdots \text{第三块} \\
 & & 80 & \cdots\cdots\cdots \text{第四块}
 \end{array}$$

(5) 注意事项 量块在使用过程中应注意以下几点：

- ① 量块必须在使用有效期内，否则应及时送专业部门检定；
- ② 所选量块应先放入航空汽油中清洗，并用洁净绸布将其擦干，待量块温度与环境湿度相同后方可使用；
- ③ 使用环境良好，防止各种腐蚀性物质对量块的损伤及因工作面上的灰尘而划伤工作面，影响其研合性；
- ④ 轻拿、轻放量块，杜绝磕碰、跌落等情况的发生；
- ⑤ 不得用手直接接触量块，以免造成汗液对量块的腐蚀及手温对测量精确度的影响；
- ⑥ 使用完毕，应先用航空汽油清洗所用量块，擦干后涂上防锈脂放入专用盒内妥善保管。

2. 平尺和平板

平尺有刀口尺、工形平尺和桥形平尺三种。刀口尺用光隙法检测工件的直线度；工形和桥形平尺用线值偏差或涂色法检测工件的直线度或平面度。

平板可用作测量平面（作标准面），如在其上对角度、锥度进行间接测量以及其他工作相互位置的检测等，也可供检测工件的平面度和划线用，有铸铁和岩石两种材料。

1.3 计量器具和测量方法

一般把结构简单、测量精度较低的测量工具称为量具，如钢尺、游标卡尺、千分尺、百分表等；把结构复杂、测量精度较高的测量工具称为量仪，如测长仪、各种光学显微镜等；把仅能判断工件尺寸是否合格，而不能测出具体数值的测量工具称为量规。

1. 计量器具的分类

计量器具按其用途、测量原理及结构特点可分为以下几种。

- (1) 基准量具 基准量具是指用来校对或调整计量器具或作为标准尺寸进行相对测量的量具。如：量块、角度量块、标准线纹尺等。
- (2) 通用量具 通用量具是指将被测量转换为可直接观测的数值或等效信息的测量工具。如：游标卡尺、千分尺、比较仪、干涉仪、水柱式气动仪等。
- (3) 极限量规 极限量规是指一种没有刻度的专用计量器具，它专门用于检测零件被测量的量是否处于给定的极限偏差之内。如：测量孔和轴的光滑极限量规、测量螺纹的螺纹量规、测量位置误差的位置量规等。

(4) 检测夹具 检测夹具是指一种专用的检测辅助夹具。当与各种比较仪配套使用时,能方便地检测更多、更复杂的参数。

2. 测量方法的分类

根据获得测量结果的不同方式可进行如下分类。

(1) 直接测量和间接测量 从测量器具的读数装置上直接得到被测量的数值或对标准值的偏差称直接测量。如用游标卡尺、外径千分尺测量轴径等。通过测量与被测量有一定函数关系的量,根据已知的函数关系式求得被测量的测量称为间接测量。如通过测量一圆弧相应的弓高和弦长而得到其圆弧半径的实际值。

(2) 绝对测量和相对测量 测量器具的示值直接反映被测量量值的测量为绝对测量。用游标卡尺、外径千分尺测量轴径不仅是直接测量,也是绝对测量。将被测量与一个标准量值进行比较得到两者差值的测量为相对测量。如用游标卡尺测量轴径属绝对测量,而内径百分表测量孔径则为相对测量。

1.4 测量器具的主要性能指标

测量器具的技术性能指标是用来反映测量器具适用性的各种技术参数。

(1) 量具的标称值 标注在量具上用以标明其特性或指导其使用的量值,如标在量块上的尺寸、标在刻线尺上的尺寸等。

(2) 刻度 在测量器具上指示出不同量值的刻线标记的组合称为刻度。

(3) 分度值 两相邻刻线所代表的量值之差称为仪器的分度值。它是一台仪器所能读出的最小单位量值。一般地说,分度值越小,测量器具的精度越高。数字式量仪没有标尺或度盘,而与其相对应的为分辨率。分辨率是仪器显示的最末位数字间隔所代表的被测量值。

(4) 示值范围 测量器具所显示或指示的最低值到最高值的范围称为示值范围。

(5) 测量范围 在允许不确定度内,测量器具所能测量的被测量值的下限值至上限值的范围。

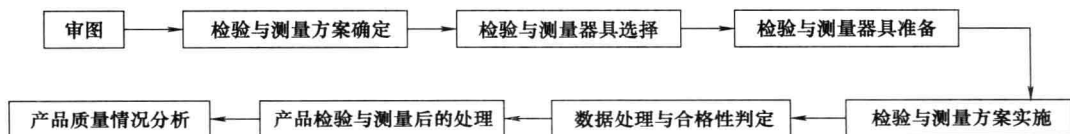
(6) 量程 测量范围的上限值和下限值之差称为量程。量程大的仪器使用起来比较方便,但仪器的线性误差将随之变大使仪器的准确度下降。

(7) 灵敏度 测量器具对被测量值变化的反应能力称为灵敏度。

(8) 修正值 为修正某一测量器具的示值误差而在其检定证书上注明的特定值。它的大小与示值误差的绝对值相等,符号相反。在测量结果中加入相应的修正值后,可提高测量精度。

1.5 零件的检验

机械产品质量检验的基本步骤如下:



课题2 常用测量器具

为了保证加工出的零件符合质量要求,在切削加工过程中和切削加工之后要用量具对工

件进行尺寸、形状等项目的检验,用作测量的工具称为量具。量具种类很多,本节中仅介绍几种常用量具及其用法。

2.1 游标卡尺

游标卡尺可以直接测量出工件的外径、内径、宽度、深度等。游标卡尺的测量范围有0~125mm、0~200mm等规格,测量精度有0.1mm、0.05mm、0.02mm三种。图1-2所示是测量读数值为0.02mm的游标卡尺。

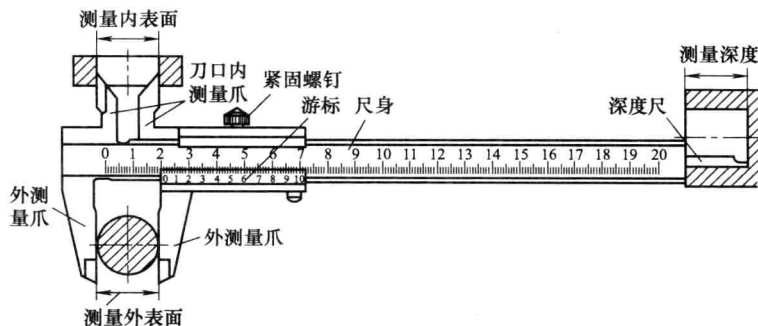


图 1-2 游标卡尺结构

游标卡尺是由主尺（尺身）和副尺（也称游标）组成,游标卡尺的测量精度是利用主尺与副尺刻线间距离的差值来确定的,如图1-2所示,主尺上的刻线每小格为1mm,副尺刻线总长度为49mm,并等分为50格。因此,副尺每格为0.98mm,主尺与副尺每格之差为0.02mm,即测量精度为0.02mm。

用游标卡尺测量时读数分为3个步骤,如图1-3所示。

(1) 读整数 读出副尺零线以左的主尺上最大整数(毫米数),图中为22。

(2) 读小数 根据副尺零线以右、且与主尺上刻线对准的刻线数,乘以0.02读出小数,图中为 $9 \times 0.02 = 0.18$ 。

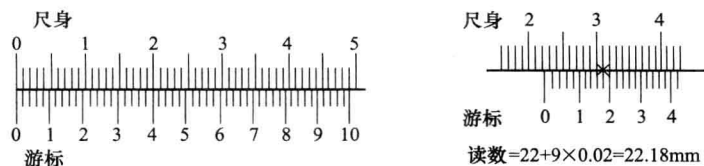


图 1-3 0.02mm 游标卡尺读数方法

(3) 总尺寸 将整数与小数相加,即为总尺寸。

图中的总尺寸为 $22 + 0.18 = 22.18\text{mm}$ 。

游标卡尺还有其他一些类型,如深度游标卡尺和高度游标卡尺分别用来测量孔、槽的深度和测量工件的高度,也可用来作为精密划线工具。

2.2 千分尺

千分尺分为外径千分尺、内径千分尺及深度千分尺等,测量值比游标卡尺要小,为0.01mm。千分尺及其组成部分如图1-4所示。

千分尺的测量尺寸由0.5mm的整数倍和小于0.5mm的小数两部分组成。

(1) 0.5mm的整数倍。它指固定套筒上距离微分筒边线最近的刻度数。

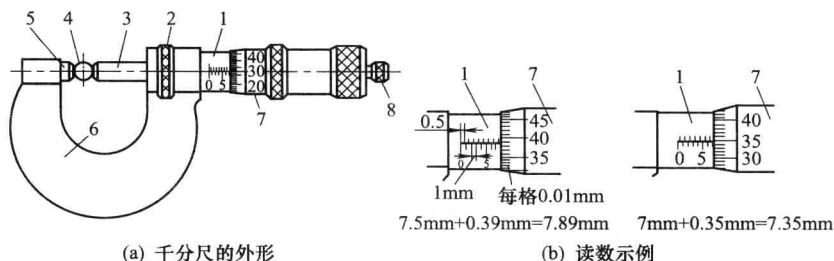


图 1-4 千分尺及其组成部分

1—固定套筒；2—制动环；3—测微螺杆；4—工件；5—砧座；6—尺架；7—微分筒；8—棘轮

(2) 小于 0.5mm 的小数。它指微分筒上与固定套筒中线重合的圆周刻度数乘以 0.01。

使用千分尺应注意以下几点：

(1) 使用前将千分尺砧座和测微螺杆擦净，再将两者接触，看圆周刻度零线是否与中线零点对齐，若不对齐，在测量后修正读数；

(2) 测量时，先旋转微分筒使螺杆快接触上工件，再改用端部棘轮，当听到“咯咯”的打滑声时，停止拧动；否则会使螺杆弯曲或测量面磨损，另外，工件一定要放正。

2.3 百分表

百分表是一种精度较高的比较量具，它只能测出相对的数值，不能测出绝对数值。主要用来检查工件的形状和位置误差（如圆度、平面度、垂直度、跳动等），也常用于工件的精密找正，其结构如图 1-5 所示。

百分表的测量尺寸由整毫米数和小数两部分组成，具体读数方法如下。

(1) 整毫米数。它指短指针转过的刻度数。

(2) 小数。它指长指针转过的刻度数乘以 0.01mm。

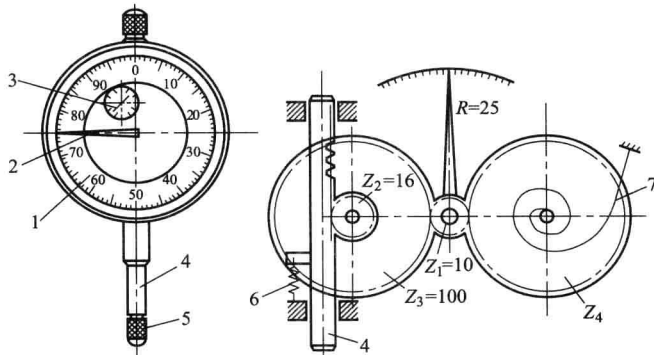


图 1-5 百分表

1—表盘；2—大指针；3—小指针；4—测量杆；5—测量头；6—弹簧；7—游丝

使用百分表应注意以下几点：

(1) 使用前应检验测量杆活动是否灵活；

(2) 使用时常装于专用的百分表尺架上，保证测量杆与被测的平面或圆的轴线垂直；

(3) 被测工件表面应光滑，测量杆的行程应小于测量范围。

2.4 塞规与卡规

塞规与卡规是用于成批生产的一种专用量具，具有操作方便、测量正确的特点。

1. 塞规

塞规如图 1-6 所示, 是用来测量孔径或槽宽的。它的一端圆柱较长, 尺寸等于工件的最小极限尺寸, 叫做过端; 另一端圆柱较短, 尺寸等于工件的最大极限尺寸, 叫做止端。

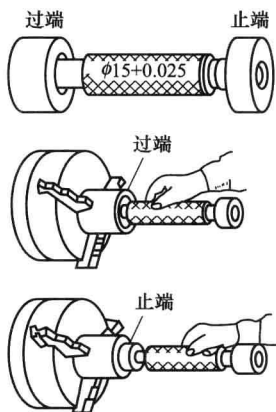


图 1-6 塞规及其使用

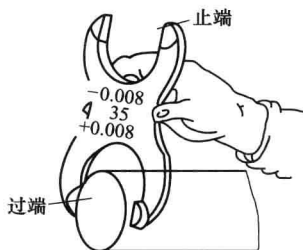


图 1-7 卡规及其使用

用塞规测量时, 工件上的孔径或槽宽只有当过端能通过而止端进不去时, 才说明其实际尺寸在公差范围之内, 是合格品。

2. 卡规

卡规如图 1-7 所示, 是用来测量轴径或厚度的。和塞规相似, 也有过端和止端。使用方法与塞规相同。

课题 3 技能训练

3.1 游标卡尺测量各种长度尺寸的练习

1. 练习方法

用游标卡尺测量图 1-8 和图 1-9 中所示的两个轴套类零件, 并在图 1-8 和图 1-9 中标出相应的实际尺寸。

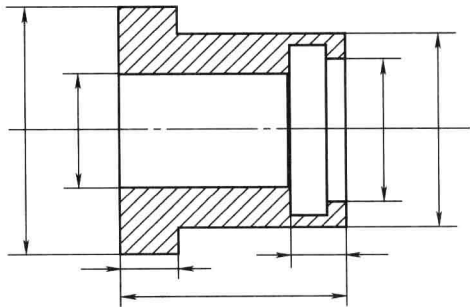


图 1-8 套筒零件简图

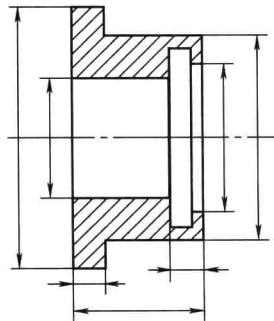


图 1-9 套筒零件简图

2. 要求

游标卡尺使用方法正确, 内、外各尺寸的测量误差不得大于 $\pm 0.02\text{mm}$ 。

3.2 外径千分尺测量外尺寸的练习

1. 练习方法

用外径千分尺测量图 1-10 和图 1-11 所示零件中的外尺寸，并在图 1-10 和图 1-11 中标出相应的实际尺寸。

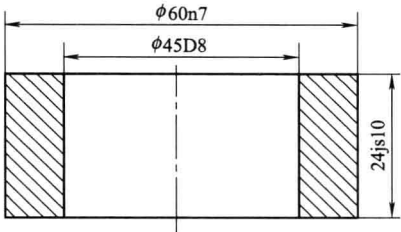


图 1-10 铜套零件图

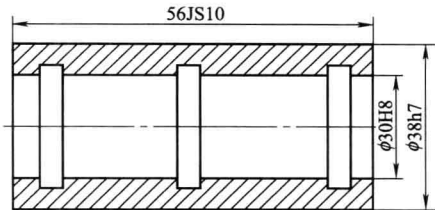


图 1-11 轴套零件图

2. 要求

外径千分尺使用方法正确，各外尺寸的测量误差不得大于 $\pm 0.01\text{mm}$ 。

测量报告单 (1)

被 测 件 名 称		铜 套		图 号			
送 检 单 位		× × ×		送 检 数 量		1	
测 量 结 果/mm							
被测值		精度要求			测量的实际偏差值		
φ60n7	上偏差：		下偏差：				
φ45D8	上偏差：		下偏差：				
φ45D8	上偏差：		下偏差：				
24js10	上偏差：		下偏差：				
测量器具					结 论		
测量日期		年 月 日			测量者		

测量报告单(2)

被测件名称	套 筒		图 号	
送 检 单 位	× × ×		送检数量	1
测 量 结 果/mm				
被测值	精 度 要 求		测量的实际偏差值	
φ38h7	上偏差:	下偏差:		
φ30H8	上偏差:	下偏差:		
56js10	上偏差:	下偏差:		
测量器具			结 论	
测量日期	年 月 日		测量者	