

模块1 安全、文明生产教育和金工实训基础知识

1. 安全实训、生产方针

“安全第一，预防为主”是组织实训和生产的方针。如果违背这个方针，会导致工伤事故发生，给人员和财产造成损失。因此，企业各类人员和学校师生员工对安全实训和安全生产的方针都必须认真了解，并贯彻到自己的实际行动中去。

“安全第一”是指在对待和处理安全与实训、安全与生产以及其他工作的关系时，要把安全工作放在首位。当实训、生产或其他工作与安全问题发生矛盾时，实训、生产或其他工作要服从安全。“安全第一”就是告诫各级管理者和全体师生员工，要高度重视安全实训和安全生产，将安全作为头等大事来抓，要把保证安全作为完成各项任务的前提条件。特别是各级领导和实习指导教师在规划、布置、实施各项实训工作时，要首先想到安全，采取必要和有效的防范措施，防止发生工伤事故。

2. 安全技术基础知识

“金工实训”是整个机械制造系列课程的重要组成部分，是学生进行工程实训获得机械制造基本知识和基本技能的一个必不可少的重要途径。“金工实训”又是一门实践性极强的专业基础课，需要学生在实训过程中通过独立操作和学习，获得有关机械制造方面的基本理论知识和基本的工艺技能。

实训是一个实践性很强的过程，如果在此过程中学生不遵守工艺操作规程或者缺乏一定的安全知识，就很容易产生人身安全事故和设备安全事故。因此，在进行金工实训中，必须遵守以下安全要求：

- (1) 虚心听从指导人员的指导，注意听课和示范。
- (2) 按指定地点工作，不得随便离岗走动，打闹嬉戏。
- (3) 实训时要穿工作服，女同学要戴工作帽，长头发要压入帽内，严禁戴手套操作机床，不准穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋进实训教室或车间。
- (4) 机器设备未经许可严禁擅自动手操作。设备使用前要检查，发现损坏或其他故障应停止操作并及时向教师报告。
- (5) 操作机器须绝对遵守该设备的安全操作规程，严禁两人同时操作一台机床。
- (6) 卡盘扳手使用完毕后，必须及时取下，方可启动机器。
- (7) 开动机床后，人不要站在旋转件的切线方向，更不能用手触摸还在旋转的工件或刀具，严禁在机床开动过程中测量工件尺寸。
- (8) 不准用手直接清除铁屑。
- (9) 使用电气设备，必须严格遵守操作规程，防止触电。
- (10) 万一发生事故，应立即关闭机床电源。
- (11) 工作结束后关闭电源，清除切屑，擦拭机床，加注油润滑，使用的工件、工具、

量具、原材料应摆放整齐，工作场地要保持整洁。

1.1 实训项目1 金属材料常识

教学目的与要求

- (1) 了解金属材料的力学和工艺性能。
- (2) 掌握常用金属材料的分类和牌号。
- (3) 了解常用金属材料的热处理方法。

金属材料的性能分为使用性能和工艺性能两大类。使用性能反映材料在使用过程中所表现出来的特性，如物理性能、化学性能、力学性能等。工艺性能反映材料在加工制造过程中所表现出来的特性。

1.1.1 金属材料的力学性能

任何机器零件工作时都承受外力（载荷）的作用，材料在外力的作用下所表现出来的特性就显得格外重要，这种性能叫力学性能。金属材料的主要力学性能有：强度、塑性、硬度、冲击韧性等。

1. 强度

金属材料在外力作用下，抵抗塑性变形和断裂的能力称为强度。强度特性的指标主要是屈服强度和抗拉强度。屈服强度以符号 σ_s 表示，单位为 MPa。屈服强度表征材料抵抗微量塑性变形的能力。抗拉强度以符号 σ_b 表示，单位为 MPa。抗拉强度表征材料抵抗断裂的能力。

2. 塑性

金属材料在外力作用下发生塑性变形而不被破坏的能力称为塑性。常用的塑性指标是伸长率（用符号 δ 表示）和断面收缩率（用符号 ψ 表示）。伸长率和断面收缩率的数值越大，则材料的塑性越好。

3. 硬度

硬度通常是指金属材料抵抗比它更硬的物体压入其表面的能力。材料的硬度是用专门的硬度实验机测定的。常用的硬度实验指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。

1.1.2 金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能主要有铸造性、锻造性、焊接性和切削加工性。

1. 铸造性

指金属材料能否用铸造方法制成优质铸件的性能。铸造性的好坏取决于熔融金属的充型能力。影响熔融金属充型能力的主要因素之一是流动性。

2. 锻造性

指金属材料在锻压加工过程中能否获得优良锻压件的性能。它与金属材料的塑性和变形抗力有关，塑性越高，变形抗力越小，则锻造性越好。

3. 焊接性

主要指金属材料在一定的焊接工艺条件下，获得优质焊接接头的难易程度。焊接性好的材料，易于用一般的焊接方法和简单的工艺措施进行焊接。

4. 切削加工性

用刀具对金属材料进行切削加工时的难易程度称为切削加工性。切削加工性好的材料，在加工时刀具的磨损量小，切削用量大，加工的表面质量好。对一般钢材来说，硬度在200HBS左右的则具有完好的切削加工性。

1.1.3 常用金属材料的种类及牌号

1. 碳素钢

含碳量小于2.11%的铁碳合金称为碳素钢，简称碳钢。碳钢中除铁、碳外，还有硅、锰等有益元素和硫、磷等有害杂质。

(1) 碳素钢的分类。按含碳量可分为：

- ① 低碳钢：含碳量 $<0.25\%$ 的钢。
- ② 中碳钢：含碳量 $>(0.25\% \sim 0.60\%)$ 的钢。
- ③ 高碳钢：含碳量 $>0.60\%$ 的钢。

按质量可分为：

- ① 普通碳素钢：硫、磷含量较高。
- ② 优质碳素钢：硫、磷含量较低。
- ③ 高级优质碳素钢：硫、磷含量很低。

按用途可分为：

① 碳素结构钢一般属于低碳钢和中碳钢。按质量可分为普通碳素结构钢和优质碳素结构钢两种。

② 碳素工具钢属于高碳钢。

(2) 碳素钢的牌号。

① 碳素结构钢。

a. 普通碳素结构钢：以Q235-A·F为例，对普通碳素结构钢牌号的表示方法说明如下：
Q——代表“屈服点”。

235——表示屈服点数值，单位为 N/mm^2 。

A——质量等级代号，共分A、B、C、D四等，其区别在于钢的化学成分、脱氧方法及力学性能的冲击实验。

F——表示脱氧方法。标注 F 表示沸腾钢；标注 b 表示半镇静钢；不标注此符号则表示为镇静钢（Z）或特殊镇静钢（TZ）。

b. 优质碳素结构钢：优质碳素结构钢是严格按化学成分和力学性能生产的，质量比普通碳素结构钢高。钢号用两位数字表示，它表示钢平均含碳量的万分之几。例如，30 号钢表示钢的含碳量为 0.30%。

含锰量较高的优质碳素结构钢还应将锰元素在钢号后面标出，如 15Mn，30Mn 等。

② 碳素工具钢：碳素工具钢均为优质钢，含碳量在 0.60%~1.35% 范围内。碳素工具钢的牌号用 T + 数字表示，数字表示含碳量的千分之几。高级优质碳素工具钢在钢号后加一个“A”。例如，T7 表示含碳量为 0.7% 的碳素工具钢。T10A 表示含碳量为 1.0% 的高级优质碳素工具钢

③ 铸钢：一般用于制造形状复杂、机械性能较高的零件。其牌号用字母 ZG + 两组数字表示。第一组数字表示最低屈服强度值，第二组数字表示最低抗拉强度值，例如，ZG270-500 表示屈服点为 270N/mm²，最低抗拉强度为 500N/mm² 的铸造碳素钢。

2. 合金钢

合金钢是在碳素钢中加入一些合金元素的钢。钢中加入的合金元素常有 Si、Mn、Cr、Ni、W、V、Mo、Ti 等。

(1) 合金钢的分类。按用途可分为以下几种。

① 合金结构钢：用于制造工程构件及各种机械零件，如齿轮、连杆、轴、桥梁等。

② 合金工具钢：用于制造各种工具、刀具、模具和量具。

③ 特殊性能钢：具有某种特殊的物理、化学性能的钢，包括不锈钢、耐热钢、耐磨钢等。

按合金元素总量可分为以下几种。

① 低合金钢：合金元素总量 < 5%。

② 中合金钢：合金元素总量在 5%~10% 以内。

③ 高合金钢：合金元素总量 > 10%。

(2) 合金钢的牌号。

① 合金结构钢：合金结构钢的牌号用“两位数字 + 元素符号 + 数字”表示。前两位数字表示钢中含碳量的万分数；元素符号表示所含合金元素；后面数字表示合金元素平均含量的百分数，当合金元素的平均含量小于 1.5% 时，只标明元素不标明含量。含量等于或大于 1.5%、2.5%、3.5% 时相应的以 2, 3, 4, … 来表示，如 60Si2Mn（60 硅 2 锰）表示平均含碳量为 0.6%，硅含量为 2.1%，锰含量小于 1.5%。

② 合金工具钢：合金工具钢的含碳量比较高（0.8%~1.5%），钢中还加入 Cr、Mo、W、V 等合金元素。合金工具钢的牌号与合金结构钢大体相同。不同的是，合金工具钢的含碳量大于 1.0% 时不标出，小于 1.0% 时以千分数表示。如 9Mn2V 表示平均含碳量为 0.9%，锰含量为 2%，钒含量小于 1.5%。

③ 特殊性能钢：特殊性能钢的编号方法基本与合金工具钢相同。如 2Cr13，表示含有 0.2% 的碳、13% 铬的不锈钢。

3. 铸铁

(1) 铸铁的分类。含碳量大于 2.1% 的铁碳合金称为铸铁。根据碳在铸铁中存在的形态不同，通常可将铸铁分为白铸铁、灰铸铁、可锻铸铁及球墨铸铁等。

① 白铸铁：这类铸铁中的碳，绝大多数以 Fe_3C 的形式存在，断口呈亮白色，其硬度高、脆性大，很难进行切削加工，主要用来作为炼钢或制造可锻铸铁的原料。

② 灰铸铁：铸铁中的碳大部分以片状石墨形式存在，其断口呈暗灰色，故称灰铸铁。

③ 球墨铸铁：铸铁中的碳绝大部分以球状石墨存在，故称球墨铸铁。

④ 可锻铸铁：由白铸铁经高温石墨化退火而制得，其组织中的碳呈团絮状。

(2) 铸铁的牌号。灰铸铁的牌号由“HT”及后面的一组数字组成，数字表示其最低抗拉强度。可锻铸铁由“KT”及两组数字组成，从前到后分别表示最低抗拉强度和延伸率。球墨铸铁的牌号由“QT”和两组数字组成，其含义和可锻铸铁完全相同。各种铸铁的机械性能及用途可查阅有关手册。

4. 有色金属及其合金

(1) 铝及铝合金。

① 纯铝：纯铝为银白色，熔点为 660°C ，导电、导热性好，强度和硬度低，切削加工性好。铝的牌号由“L + 数字”表示，数字表示顺序号，工业纯铝的牌号为 L1、L2、…L7，编号越大，纯度越低。

② 铝合金：在铝中加入铜、锰、硅、镁等合金元素即可成为铝合金。根据加工方法的不同铝合金又可分为形变铝合金和铸造铝合金两类。形变铝合金具有良好的塑性，适用于压力加工；铸造铝合金塑性较差，只适用于成形铸造。

(2) 铜及铜合金。

① 纯铜：纯铜又称紫铜，熔点为 1083°C ，具有良好的导电性、导热性和塑性。根据杂质含量的不同，纯铜的牌号有 T1、T2、T3 和 T4 四种，编号越大，纯度越低。

② 铜合金：在铜中加入锌、锡、镍、铅和铝等合金元素即可成为铜合金。铜合金可分为黄铜和青铜两大类。

1.1.4 金属材料的热处理

金属材料的热处理是利用对金属材料进行固态加温、保温及冷却的过程，而使金属材料内部结构和晶粒的粗细发生变化，从而获得需要的机械性能（强度、硬度、塑性、韧性等）和化学性能（抗热、抗氧化、耐腐蚀等）的工艺方法。

常用的金属材料的热处理方法有以下几种。

1. 退火

将钢加热到一定温度并在此温度下进行保温，然后缓冷到室温，这一热处理工艺称为退火。

(1) 完全退火：可以降低材料的硬度，消除钢中的不均匀组织和内应力。

(2) 球化退火：目的在于降低硬度，改善切屑加工性能，主要用于高碳钢。

(3) 去应力退火：主要用于消除金属材料的内应力。

2. 正火

将钢加热到一定温度，保温一段时间在空气中冷却的方法，称为正火。正火可以得到较细的组织，其硬度、强度均较退火高。

3. 淬火

将钢加热到一定温度，经保温后在水或油中快速冷却的热处理方法。它是提高材料的硬度及耐磨性的重要热处理工艺。

4. 回火

将淬火后的工件加热到临界点以下的温度，并保温一段时间，然后以一定的方式冷却到室温，这种热处理方法称为回火。回火是淬火的继续，经淬火的钢件须经回火处理。回火可减少或消除工件淬火后产生的内应力，调整钢件的强度和硬度，使工件获得所需的综合力学性能及稳定组织。常见的“调质处理”就是“淬火 + 高温回火”。

5. 表面淬火

通过快速加热（火焰或感应加热）使工件表层迅速达到淬火温度，不等到热量传到心部就立即冷却的热处理方法。可使工件获得高硬度的表层及有韧度的心部。

6. 化学热处理

将工件置于化学介质中加热保温，改变表层的化学成分和组织，从而改善表层性能的热处理工艺即为化学热处理。

(1) 渗碳：提高工件表层的含碳量，达到表面淬火提高硬度的目的。

(2) 渗氮：将氮渗入钢件表层，可提高工件表面的硬度及耐磨性。

(3) 氰化：在钢件表层同时渗入碳原子和氮原子的过程称为氰化。

1.1.5 钢铁材料现场鉴别方法

1. 火花鉴别

火花鉴别是将钢铁材料轻轻压在旋转的砂轮上打磨，观察迸射出的火花形状和颜色，以判断钢铁成分范围的方法。

(1) 碳素钢的火花特点。碳素钢的含碳量越高，则流线越多，火花束变短，爆花增加，花粉也增多，火花亮度增加，硬度越高。

20 钢：火花束长，颜色橙黄带红，流线呈弧形，芒线多叉，为一次爆花，见图 1.1 所示。

45 钢：火花束稍短，颜色橙黄，流线较细长且多，芒线多叉，花粉较多，见图 1.2 所示。

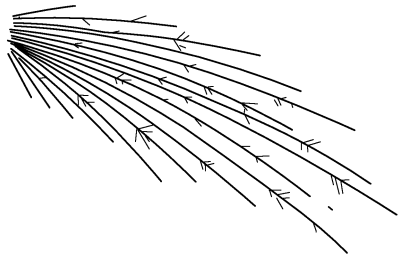


图 1.1 20 钢的火花特征

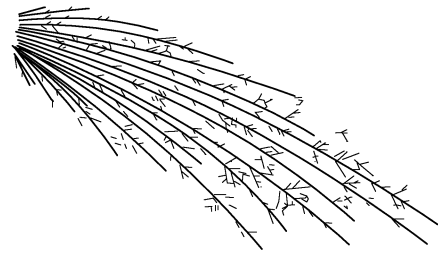


图 1.2 45 钢的火花特征

T12 钢：火花束短粗，颜色暗红，流线细密，碎花，花粉多，为多次爆花，见图 1.3 所示。

(2) 铸铁的火花特征。铸铁的火花束较粗，颜色多为橙红带橘红，流线较多，尾部较粗，下垂呈弧形，花粉较多，火花实验时手感较软，一般为 2 次爆花。图 1.4 所示为 HT200 的火花特征图。



图 1.3 T12 钢的火花特征

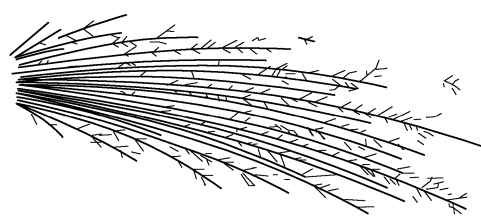


图 1.4 HT200 的火花特征

2. 色标鉴别

生产中为了表明金属材料的牌号规格等，在材料上须做一定的标记，常用的标记方法有涂色、打印、挂牌等。金属材料的涂色标记是以表示钢种、钢号的颜色涂在材料的一端的端面或外侧。成捆交货的钢应涂在同一端的端面上，盘条则涂在卷的外侧。具体的涂色方法在有关标准中做了详细的规定，生产中可以根据材料的色标对钢铁材料进行鉴别。

3. 断口鉴别

金属材料或零部件因受某些物理、化学或机械因素的影响而导致破断所形成的自然表面称为断口。生产线上常根据断口的自然形态来判定材料的韧脆性，亦可具此判定相同热处理状态的材料含碳量的高低。若断口呈纤维状、无金属光泽、颜色发暗、无结晶颗粒、且断口边缘有明显的塑性变形特征，则表明钢材具有良好的塑性和韧性，含碳量较低；若材料断口齐平呈银灰色、具有明显的金属光泽和结晶颗粒，F 则表明材料金属脆性断裂；而过共析钢或合金钢经淬火及低温回火后，断口常呈亮灰色，具有绸缎光泽，类似于细瓷器断口的特征。

4. 音响鉴别

生产线上有时也采用敲击辨音来区分材料。例如，当原材料钢中混入铸铁材料时，由于

铸铁的减振性较好，敲击声音较低沉，而钢材敲击时则可发出较清脆的声音。我们可根据钢铁敲击时声音的不同对其进行初步鉴别，但有时准确性不高。而当钢铁之间发生混淆时，因其声音比较接近，常采用其他鉴别方法进行判别。

若要准确地鉴别金属材料，在以上几种生产现场鉴别的基础上，一般还可采用化学分析、金相检验、硬度实验等分析手段对材料做进一步的鉴别。

1.2 实训项目 2 常用量具的认知与使用

教学目的与要求

- (1) 熟悉认知常用量具的结构及精度。
- (2) 掌握常用量具的使用方法。
- (3) 掌握切削加工的基本知识，理解切削三要素三者之间的关系。

1. 游标卡尺

游标卡尺是一种结构简单、比较精密的量具，可以直接测量出工件的外径、内径、长度和深度的尺寸，其结构如图 1.5 所示，它由主尺和副尺组成。主尺与固定卡脚制成一体，副尺和活动卡脚制成一体并能在主尺上滑动。

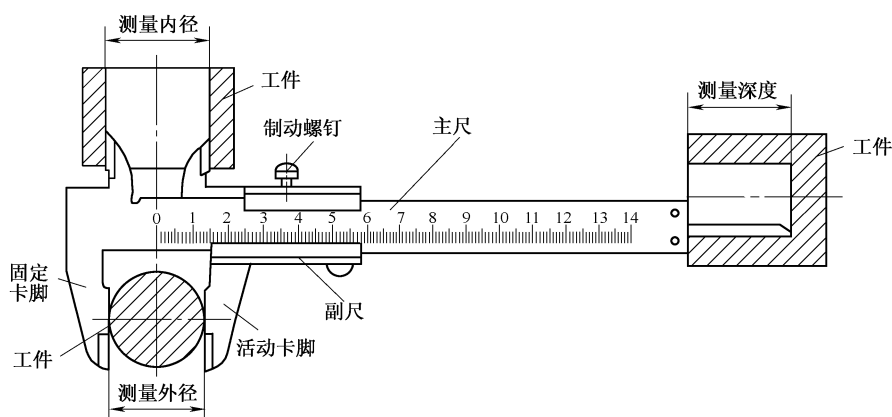


图 1.5 游标卡尺

游标卡尺有 0.02mm、0.05mm、0.1mm 三种测量精度，常用的是精度为 0.02mm 的游标卡尺。

使用游标卡尺时应注意：

- (1) 测量前应将卡尺擦干净，量爪贴合后游标和主尺零线应对齐。
- (2) 测量时，所用的测力应使两量爪刚好接触零件表面为宜。
- (3) 测量时，防止卡尺歪斜。
- (4) 在游标上读数时，尽量避免视线误差。

测量步骤如下：

- (1) 读整数，即读出副尺零线左面主尺上的整毫米数。
- (2) 读小数，即读出副尺与主尺对齐刻线处的小数毫米数。
- (3) 把两次读数加起来。

图 1.6 是 0.02mm 游标卡尺的尺寸读法。图 1.7 是游标卡尺的使用方法。图 1.8 所示是专用于测量高度和深度的高度游标卡尺和深度游标卡尺。高度游标尺除用来测量工件高度外，也可以用来作为精密划线用。

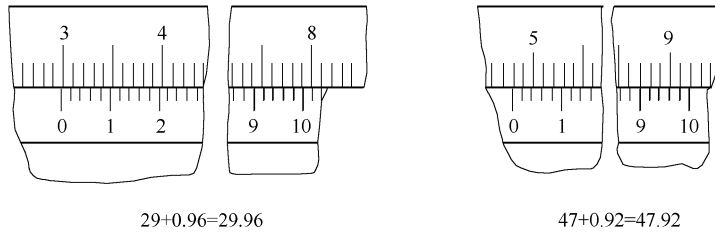


图 1.6 0.02mm 游标卡尺的尺寸读法

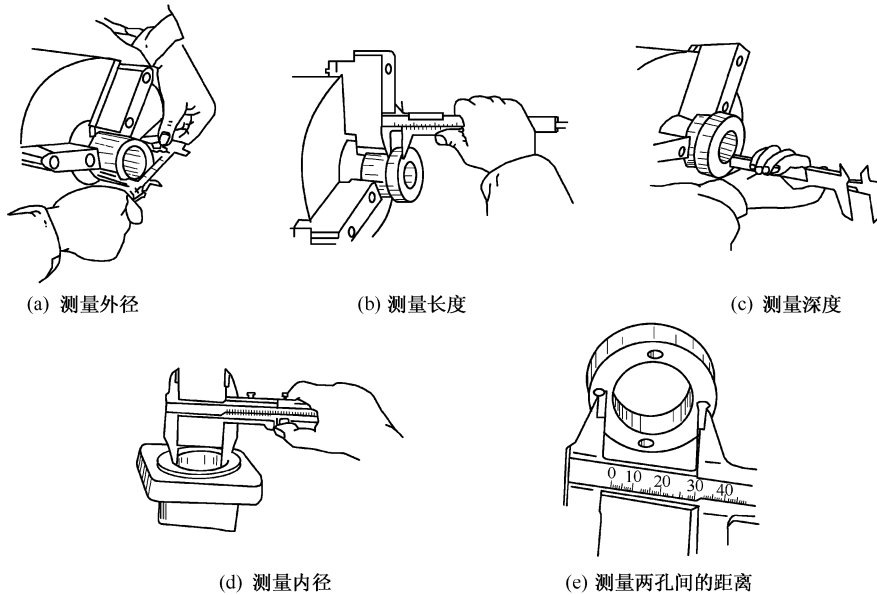


图 1.7 游标卡尺的使用方法

2. 千分尺

千分尺是一种精密的量具。生产中常用的千分尺的测量精度为 0.01mm。它的精度比游标卡尺高，并且比较灵敏，因此，对于加工精度要求较高的零件，要用千分尺来测量。千分尺的种类很多，有外径千分尺（见图 1.9 所示）、内径千分尺、深度千分尺等，以外径千分尺使用最为普遍。

千分尺的使用方法如下：

- (1) 测量前，转动千分尺的棘轮，使两侧砧面贴合，并检查是否密合，同时看活动套筒

与固定套筒的零线是否对齐，如有偏差应调整固定套筒对零。

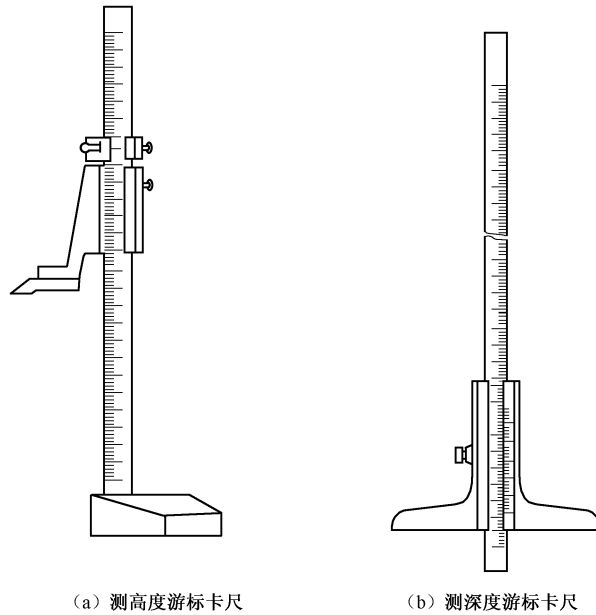


图 1.8 测高度、深度的游标卡尺

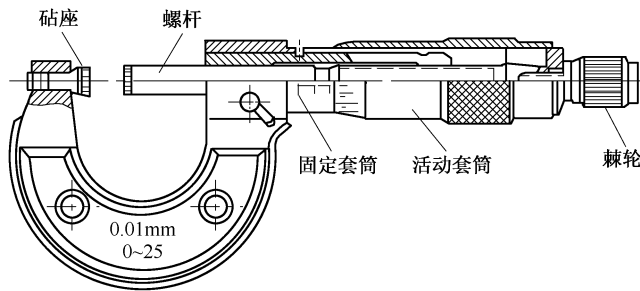


图 1.9 外径千分尺

(2) 测量时，最好双手掌握千分尺，左手握住弓架，用右手旋转活动套筒（见图 1.11 所示），当螺杆即将接触工件时，改为旋转棘轮盘，直到棘轮发出“卡卡”声为止。

(3) 读数时，最好不取下千分尺进行读数，如需要取下读数时，应先锁紧螺杆，然后轻轻取下千分尺，防止尺寸变动。读数要细心，看清刻度不要错读 0.5 毫米。

其读数方法如下：

被测工件的尺寸 = 副尺所指的主尺上的整数（应为 0.5mm 的整倍数） + 主尺中线所指副尺的格数 $\times 0.01$

图 1.10 为千分尺的几种读数。图 1.11 为千分尺的使用方法说明。

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 1.12 所示。

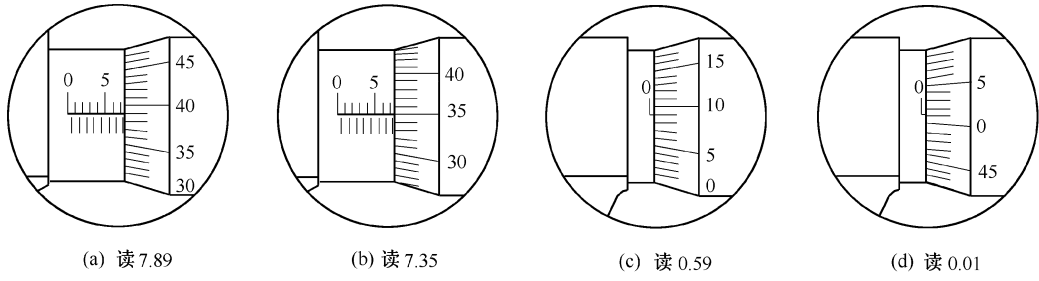


图 1.10 千分尺读数

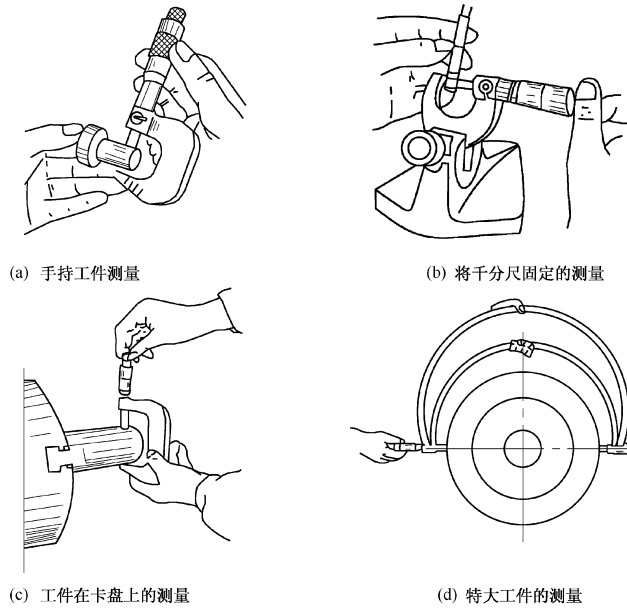


图 1.11 千分尺的使用方法

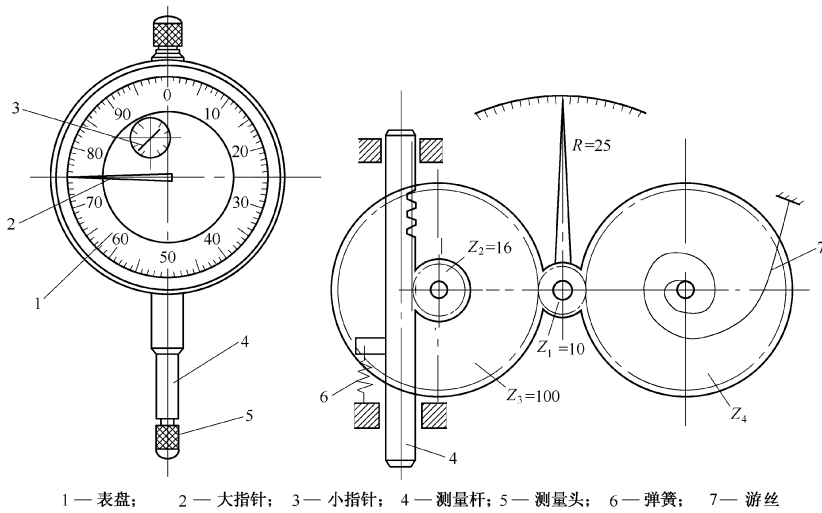


图 1.12 百分表

百分表的使用方法如下：

(1) 测量前，检查表盘和指针有无松动现象，检查指针的平稳和稳定性。

(2) 测量时，测量杠应垂直于零件表面；测圆柱时，测量杠应对准柱轴中心。测量头与被测表面接触时，测量杠应预先有 $0.3 \sim 1\text{mm}$ 的压缩量，保持一定的初始压力，以免负偏差测不出来。

百分表的读数方法为：先读小指针转过的刻度数（即毫米整数），再读大指针转过的刻度数（即小数部分），并乘以 0.01 ，然后两者相加，即得到所测量的数值。

百分表应用举例：如图 1.13 所示。其中：

- ① 检查外圆对孔的圆跳动；端面对孔的圆跳动。
- ② 检查工件两面的平行度。
- ③ 内圆磨上四爪卡盘安装工件时找正外圆。

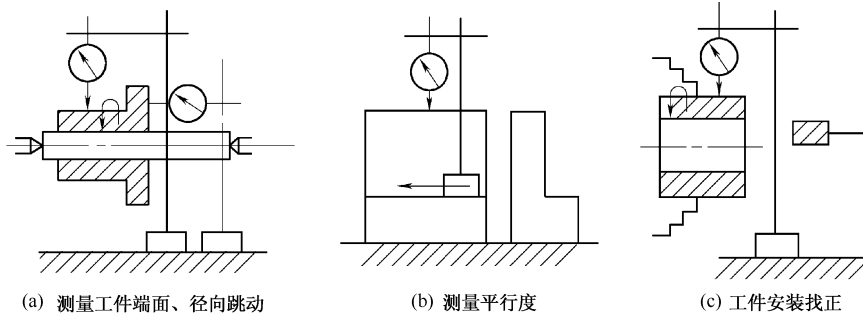


图 1.13 百分表的应用举例

4. 卡钳

卡钳是一种间接量具。使用时必须与钢尺或其他刻线量具合用。

图 1.14 所示为外卡钳，用来测量外部尺寸（如轴径）。

图 1.15 所示为内卡钳，用来测量内部尺寸（如孔径）。

卡钳测量方法如图 1.16 和图 1.17 所示。

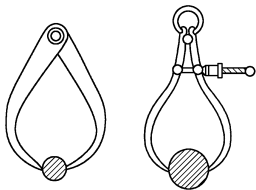


图 1.14 外卡钳

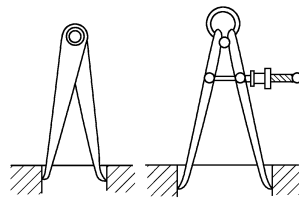


图 1.15 内卡钳

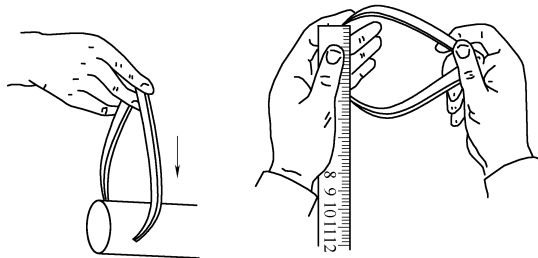


图 1.16 用外卡钳测量的方法

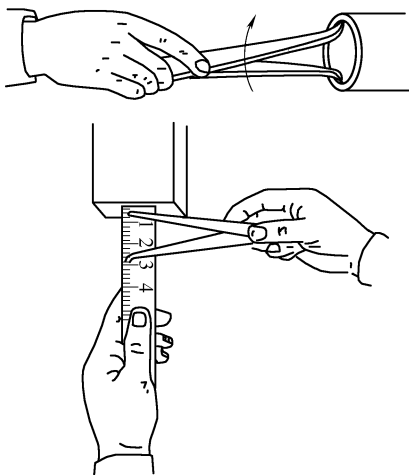


图 1.17 用内卡钳测量的方法

1.3 实训项目 3 切削运动与切削用量

教学目的与要求

- (1) 掌握切削加工的基本知识。
- (2) 理解切削三要素三者之间的关系。
- (3) 了解加工精度与表面质量的基本概念。

1.3.1 切削运动

金属切削加工是指在机床上，通过刀具与工件之间的相对运动，从工件上切下多余的余量，从而获得形状精度、尺寸精度和表面质量都符合技术要求的工件的加工方法。根据刀具与工件之间的相对运动对切削过程所起的不同作用，可以把切削运动分为主运动和进给运动。

1. 主运动

直接切除工件上的切削层，使之转变为切屑，从而形成已加工表面的运动称为主运动。主运动的特征是速度最高、消耗功率最多、切削加工只有一个主运动。可由工件完成，也可由刀具完成；可以是直线运动，也可以是旋转运动。如车床上工件的旋转；牛头刨上刨刀的移动；铣床上的铣刀、钻床上的钻头和磨床上的砂轮的旋转等。

2. 进给运动

配合主运动使新的切削层不断投入切削的运动称为进给运动，进给运动可以是连续的，也可以是步进的，还可以是有一个或几个进给运动。如车刀、钻头、刨刀（龙门刨）的移动，铣削时和刨削（牛头刨）时工件的移动，磨外圆时工件的旋转和轴向移动等。

1.3.2 切削用量三要素

切削用量三要素可以从图 1.18 看出。

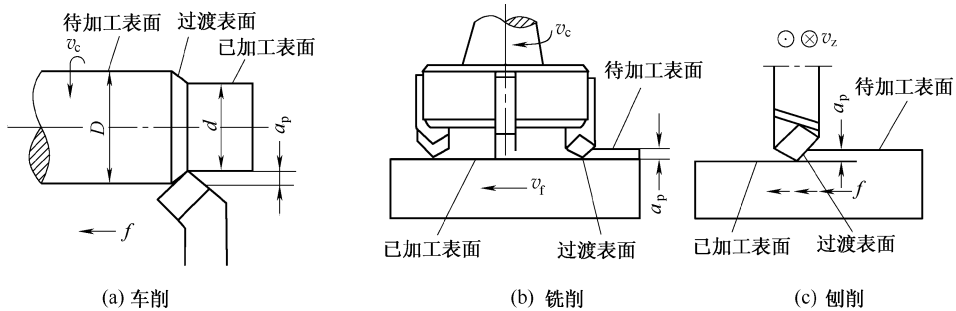


图 1.18 切削用量三要素

1. 切削速度 v

在单位时间内，工件和刀具沿主运动方向相对移动的距离，即

$$v = \frac{\pi D n}{1000 \times 60} \quad (\text{m/s})$$

式中， D ——加工面或刀具的最大直径（mm）；

n ——主运动每分钟转数（r/m）。

2. 进给量 f

在单位时间内（或一个工作循环），刀具或工件沿进给运动方向上的相对位移量。单位为 mm/r 或 mm/往复行程等。

3. 背吃刀量 a_p

已加工表面与待加工表面之间的垂直距离称为背吃刀量。单位为 mm。

4. 切削用量的选择原则

在选择切削用量时，首先选择最大的背吃刀量，其次选用较大的进给量，最后选定合理的切削速度。

1.3.3 加工精度与表面质量

通常所说的加工精度是指零部件的几何量精度，是指零件加工后的实际几何形体（尺寸、形状、位置）与设计要求的理想几何形体相一致的程度，它包括尺寸精度、形状精度和位置精度，它们直接影响产品的工作性能与质量。

1. 尺寸精度

尺寸精度是由尺寸公差来控制的。尺寸公差是指零件尺寸允许的变动量。

同一基本尺寸的零件，公差值的大小决定了零件尺寸的精度，公差值小的，精度高；公差值大的，精度低。这类精度叫做尺寸精度。

例如，一外圆直径标注尺寸为 $\phi 50_{-0.02}^{+0.01}$ mm，表示基本尺寸为 50mm，最大允许加工到 $\phi 50.01$ mm，最小允许加工到 $\phi 49.98$ mm。尺寸公差为 $50.01 - 49.98 = 0.03$ mm。

2. 形状精度

形状精度是指同一表面的实际形状相对理想形状的符合程度，常用形状公差控制、形状公差有六项，见表 1.1 所示。

表 1.1

项 目	直线度	平面度	圆度	圆柱度	线轮廓度	面轮廓度
符 号	—	▭	○	∩	∩	∩

3. 位置精度

位置精度是指零件点、线、面的实际位置相对理想位置的符合程度，用位置公差来控制，位置公差有八项，见表 1.2 所示。

表 1.2

项目	平行度	垂直度	倾斜度	位置度	同轴度	对称度	圆跳动	全跳动
符 号	//	⊥	∠	⊕	◎	≡	↗	↗↗

图 1.19 为形位公差标注示例。

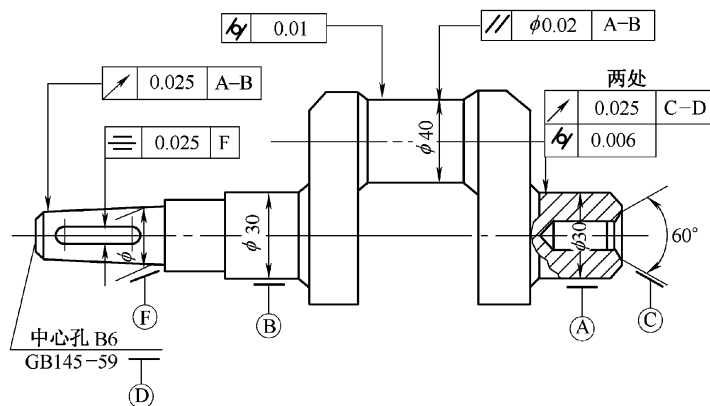
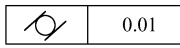


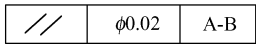
图 1.19 形位公差标注示例

$\begin{matrix} \nearrow \\ 0.025 \\ A-B \end{matrix}$ ：表示左端锥体对组合基准有圆跳动公差要求，公差带形状为两同心圆。任意测量平面内对基准轴线的圆跳动误差不得大于 0.025mm。

$\begin{matrix} \equiv \\ 0.025 \\ F \end{matrix}$ ：表示左端锥体上的键槽中心平面对 F 基准轴线有对称度公差要求，公差带形状为两平行平面。测量时对称度误差不得大于 0.025mm。




表示 $\Phi 40\text{mm}$ 圆柱面有圆柱度公差要求，公差带形状为两同轴圆柱。测量时圆柱度误差不得大于 0.01mm 。




表示 $\Phi 40\text{mm}$ 圆柱的轴线对组合基准 A + B 有平行度要求，公差带形状为一个圆柱体。测量时实际轴线在任何方向的倾斜或弯曲误差都不得超出 $\Phi 0.02\text{mm}$ 的圆柱体。

4. 表面粗糙度

表面粗糙度是指加工表面上具有较小间距和微小峰谷所组成的微观几何形状特征。它与形状误差和表面波度都是指表面本身的几何形状误差。图纸上表面粗糙度符号含义如下：

：表示该表面粗糙度是用不去除材料的方法（如铸、锻、冲压变形等）获得的，或者是用于保持原供应状况的表面。

：表示该表面粗糙度是用去除材料的方法（如车、铣、刨、磨、钻、剪切等）获得的。

表面粗糙度 R_a 值的标注举例如下：



：表示用去除材料方法获得的表面， R_a 的最大允许值为 $3.2\mu\text{m}$ 。



：表示用不去除材料方法获得的表面， R_a 最大允许值为 $3.2\mu\text{m}$ 。

习 题 1

- 1.1 常用的钢的热处理方法有哪些？
- 1.2 切削用量的选择原则是什么？
- 1.3 通常说的加工精度包括哪几方面？
- 1.4 使用游标卡尺时应注意哪些问题？
- 1.5 切削用量三要素是什么？
- 1.6 百分表的作用是什么？它能否用来测量工件的绝对长度？