

项目一 机械加工基础知识

任务1 金属切削加工基础知识



【知识要求】

1. 了解金属切削加工的基本概念。
2. 掌握刀具切削角度及其功用，熟悉刀具材料的相关知识。
3. 掌握切削用量、切削力、切削热和切削液的基本概念及对切削过程的影响。

【技能要求】

能够合理选择刀具切削角度、切削用量和切削液。



本任务主要介绍金属切削加工的基本概念；刀具切削部分的几何形状、切削角度及材料的基本知识；熟悉切削用量、切削力、切削热和切削液的基本概念及对切削过程的影响；使操作者认识各种刀具，能够合理选择刀具切削角度、刀具材料、切削用量和切削液。



一、金属切削加工的基本概念

1. 概念

金属切削加工是通过刀具与工件之间的相对运动，从毛坯上切除多余的金属材料，从而获得合格零件的加工方法。

切削加工分为钳加工和机械加工。钳加工一般是在钳台上用手工工具对工件进行各种加工的方法；机械加工主要是通过工人操作机床设备对工件进行的各种切削加工。使用机床进行切削加工，除了要有一定的切削性能的切削刀具外，还要有机床提供工件与切削刀具间所必需的相对运动，这种相对运动应与工件各种表面的形成规律和几何特征相适应。

2. 切削运动

切削运动是在切削加工时，刀具和工件之间的相对运动。通常分为主运动和进给运动，如图 1-1 所示。

主运动是切削加工中所需的最基本的运动，是直接切除工件上的切削层，使之转变为切屑，以形成工件新表面的主要运动。通常主运动的速度最高，所消耗的功率最大。在切削运动

中,主运动只有一个,它可以由工件完成,也可以由刀具完成;可以是旋转运动,也可以是直线运动。

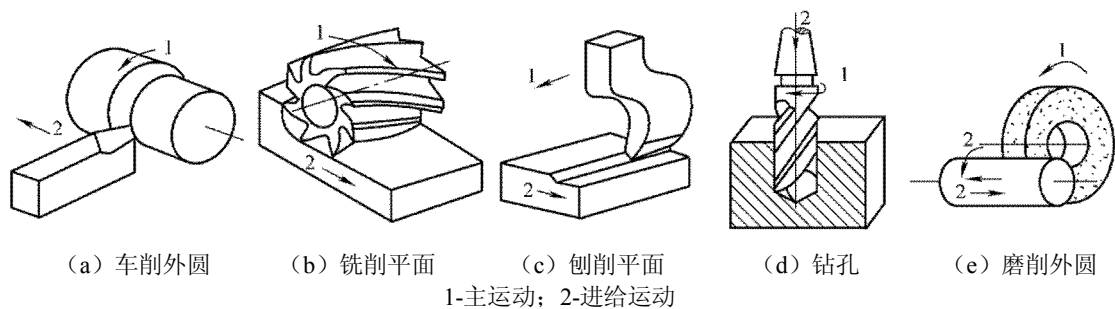


图 1-1 切削运动

进给运动是使新的切削层不断投入切削的运动。进给运动一般速度较低,消耗的功率较少,可以有一个进给运动,也可以有多个进给运动;可以是连续的,也可以是间断的。

3. 切削加工中的表面

切削过程中,工件上会形成三个不断变化着的表面,如图 1-2 所示。

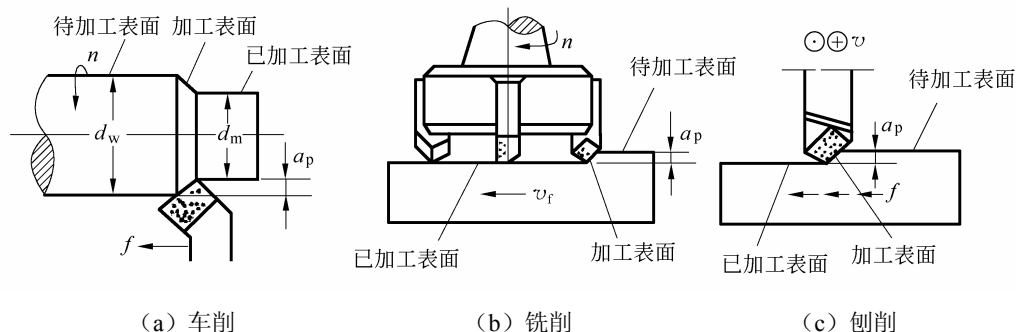


图 1-2 切削加工中的表面

- (1) 待加工表面: 指工件上有待切除的表面。
- (2) 已加工表面: 指工件上经刀具切削后形成的新表面。
- (3) 加工表面: 也称为过渡表面, 指工件上切削刃正在切削的表面。

二、切削用量

切削速度、进给量和背吃刀量统称为切削用量的三要素,如图 1-3 所示。切削用量是切削加工中十分重要的工艺参数,它们选取的是否合理,直接影响产品的加工质量、生产效率和成本。

1. 切削速度 v_c

切削速度是切削刃上选定点相对于工件沿主运动方向的瞬时速度,即主运动的线速度,单位为 m/s 或 m/min 。

当主运动为旋转运动(如车削、铣削或磨削)时,其切削速度按下式计算:

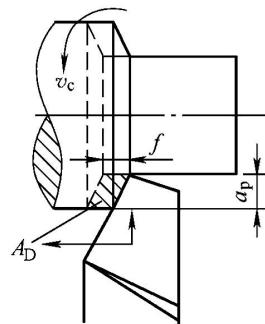


图 1-3 切削用量

$$v_c = \frac{\pi dn}{1000} \text{ m/min}$$

或

$$v_c = \frac{\pi dn}{1000 \times 60} \text{ m/s}$$

式中 v_c ——切削速度 (m/min 或 m/s);

d ——工件加工表面或刀具直径 (mm);

n ——工件或刀具的转速 (r/s 或 r/min)。

2. 进给量 f

工件或刀具每转或往复一次, 或者刀具每转过一齿时, 工件与刀具在进给运动方向上的相对位移称为进给量。通常用 f 表示, 单位为 mm/r 或 mm/str (往复行程)。

例如, 车削外圆时的进给量为工件每转一转, 刀具沿进给运动方向所移动的距离, 单位为 mm/r; 刨削时的进给量为刀具 (或工件) 每往复一次, 工件 (或刀具) 沿进给运动方向所移动的距离, 单位为 mm/str。

对于多刃刀具 (如铣削) 的进给量为每转过一个刀齿时, 工件沿进给运动方向所移动的距离称为每齿进给量, 通常用 f_z 表示, 单位为 mm/z。

还可用于进给运动的瞬时速度 (即进给速度) 来表述, 以 v_f 表示, 单位为 mm/s 或 mm/min。

$$v_f = f \cdot n = f_z \cdot z \cdot n$$

式中 v_f ——进给速度 (mm/min);

n ——工件或刀具的转速 (r/s 或 r/min);

z ——刀具的齿数。

3. 背吃刀量 a_p

背吃刀量是指工件待加工表面与已加工表面之间的垂直距离, 单位为 mm, 习惯上也将其称为切削深度。

车削外圆时, 背吃刀量可按下列式计算:

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

式中 d_w ——工件待加工表面直径, mm;

d_m ——工件已加工表面直径, mm。

三、刀具的几何形状和材料

(一) 刀具的几何形状

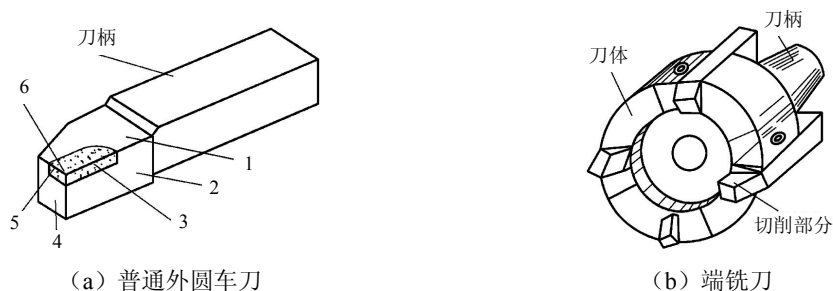
各种刀具都是由切削部分、刀体或刀柄等部分组成, 如图 1-4 所示。

刀柄是刀具上的夹持部分。刀体是刀具上夹持刀条或刀片的部分。切削部分是刀具最重要的组成部分, 起主要的切削作用。以普通外圆车刀为例进行说明。普通外圆车刀的主要组成如下, 如图 1-4a 所示。

(1) 前面: 指刀具上切屑流过的表面。

(2) 主后面: 指刀具上同前面相交形成主切削刃的表面, 切削时与工件加工表面相对。

(3) 主切削刃: 前面与主后面的交线, 切削时承担主要的切削作用。



1-前面；2-主后面；3-主切削刃；4-副后面；5-副切削刃；6-刀尖

图 1-4 刀具的组成

(4) 副后面：刀具上同前面相交形成副切削刃的表面，切削时与工件已加工表面相对。

(5) 副切削刃：前面与副后面的交线，切削时起辅助切削作用。

(6) 刀尖：指主切削刃与副切削刃的连接部分。为增加刀尖强度和耐磨性，一般刃磨成修圆刀尖和倒角刀尖两种形式。

(二) 刀具的辅助平面

为了确定刀具切削部分的几何角度，必须引入一个空间坐标参考系，即需要确定一系列辅助平面。定义刀具角度的参考系有两种：静止参考系和工作参考系。刀具静止参考系是进行刀具设计、制造、刃磨及测量时的基准，在该参考系中确定的刀具几何角度称为刀具的标准角度。下面主要介绍静止参考系的组成，如图 1-5 所示。

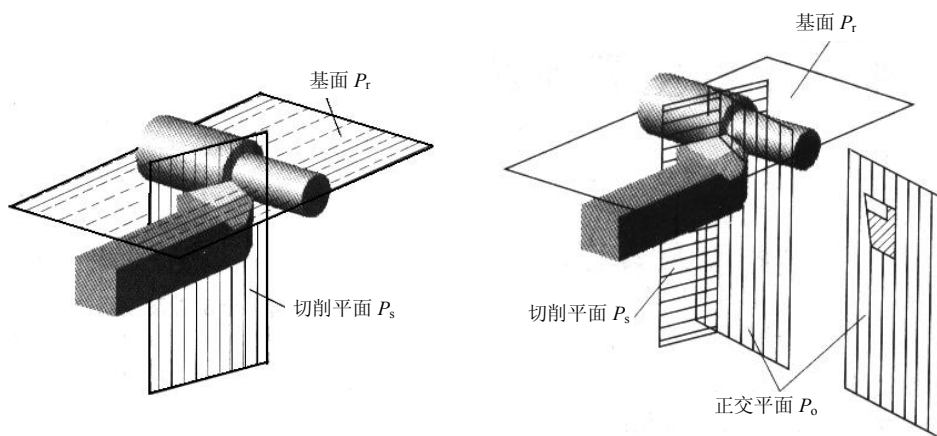


图 1-5 刀具的辅助平面

(1) 基面 P_r ：通过主切削刃任一选定点，垂直于主运动方向的平面。对车刀、刨刀而言，基面就是包括切削刃选定点，并与刀杆底平面平行的平面；对钻头、铣刀等旋转刀具来说，则是通过切削刃任一选定点且包含刀具轴线的平面。基面是刀具制造、刃磨及测量时的定位基准。

(2) 切削平面 P_s ：通过主切削刃任一选定点，与主切削刃相切，并垂直于基面的平面。

(3) 正交平面 P_o ：通过主切削刃任一选定点，并同时垂直于基面和切削平面的平面。

(三) 刀具的主要切削角度和作用

刀具标注角度是指在刀具设计图样上标注的角度，是制造、刃磨刀具的依据。以普通外圆车刀为例，如图 1-6 所示。

(1) 前角 γ_0 ：在正交平面上测量的刀具前面与基面之间的夹角。

前角表示刀具前面的倾斜程度，它可以是正值、负值或零。其主要影响切削刃的锋利程度、切削力和排屑。增大前角能使刀刃锋利，切削省力，减小切削变形和摩擦，但前角过大会使刀刃和刀尖强度降低，刀具散热面积减小，影响刀具的使用寿命。

(2) 后角 α_0 ：在正交平面上测量的刀具后面与切削平面之间的夹角。

后角表示刀具后面的倾斜程度。其作用是减小后面与工件之间的摩擦，提高已加工表面质量和延长刀具寿命。增大后角，可减小刀具主后面与工件过渡表面之间的摩擦，减小表面粗糙度值，但后角过大会降低刀刃强度和散热能力。

(3) 主偏角 κ_r ：在基面上测量的切削平面与假定工作平面 P_f 之间的夹角。其作用是改变主切削刃与刀头的受力和散热情况。

(4) 副偏角 κ'_r ：副偏角是在基面上测量的副切削平面与假定工作平面 P_f 之间的夹角。其作用是改变副切削刃与工件已加工表面之间的摩擦状况。

(5) 刃倾角 λ_s ：在切削平面上测量的刀具主切削刃与基面间的夹角。

刃倾角可以是正值、负值或零，其作用是影响刀尖的强度并控制切屑流出的方向。当刀尖为切削刃的最高点时为正值，切屑流向待加工表面，刀尖易受冲击且强度较低，适用于精加工；当刀尖为切削刃的最低点时为负值，切屑流向已加工表面，有利于提高刀头的强度，但容易划伤已加工表面，影响已加工表面质量，适用于粗加工；刃倾角为零值时，切屑垂直于切削刃流出，如图 1-7 所示。

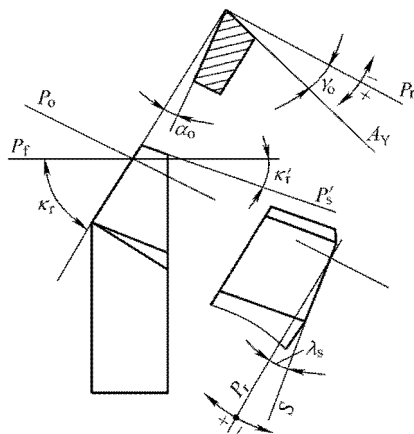


图 1-6 刀具的主要切削角度

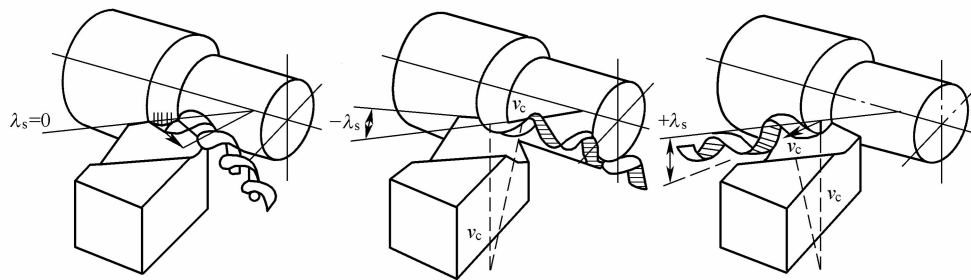


图 1-7 刃倾角对切屑流向的影响

(四) 刀具切削部分的材料

1. 刀具切削部分材料的基本要求

在切削过程中，刀具切削部分要承受高温、高压、强烈的摩擦、冲击和振动，因此，刀具切削部分的材料应具备以下基本要求。

(1) 高硬度。刀具切削部分材料的硬度必须高于工件材料的硬度。其常温硬度一般要求在 60HRC 以上。

(2) 高的耐磨性。耐磨性是刀具材料抵抗摩擦和磨损的能力,它是刀具材料应具备的主要条件之一,是决定刀具耐用度的主要因素。一般来说,刀具材料的硬度越高,耐磨性越好。

(3) 足够的强度和韧性。是指刀具切削部分材料承受切削力、冲击和振动而不破坏的能力。

(4) 高的热硬性。是指刀具切削部分材料在高温下仍能保持正常切削所需的硬度、耐磨性、强度和韧性的能力。

(5) 良好的工艺性。通常指刀具材料的锻造性能、热处理性能、焊接性能、切削加工性能等。工艺性越好,越便于刀具的制造。

2. 常用的刀具材料

(1) 碳素工具钢。常用的牌号有 T10、T12A 等,有较高的硬度,但热硬性较差,通常只用于制造形状简单、切削速度较低的手工工具,如锉刀。

(2) 合金工具钢。常用的牌号有 9SiCr、CrWMn 等。其热硬性、韧性较碳素工具钢好,常用来制造形状复杂的低速刀具,如铰刀、丝锥等。

(3) 高速钢。俗称白钢条、锋钢,是含有较多 W、Mo、Cr、V 等元素的高合金工具钢。其具有高的硬度、高的耐热性、足够的强度和韧性,刀刃锋利,能抵抗一定的冲击振动。它具有较好的工艺性,可以制造各类刃形复杂的刀具。高速钢可以加工铁碳合金、非铁金属、高温合金等材料,常用牌号有 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2 等,如麻花钻、车刀、铣刀等。

(4) 硬质合金。硬质合金是由硬度和熔点很高的金属碳化物和金属黏结剂在高温下烧结而成的粉末冶金制品。具有较高的硬度和耐磨性,能耐高温。可加工包括淬硬钢在内的多种材料,因此应用广泛。其缺点是性脆,怕冲击振动,刃口不锋利,较难加工,不易做成形状较复杂的整体刀具,因此通常将硬质合金焊接或机械夹固在刀体上使用。常用的硬质合金有钨钴类(YG类)、钨钛钴类(YT类)和钨钛钽(铌)类(YW类)三类。

钨钴类(YG类)硬质合金主要由碳化钨和钴组成,常用的牌号有 YG3、YG6 等,抗弯强度和冲击韧性较好,不易崩刃,主要适宜加工铸铁等脆性材料。

钨钛钴类(YT类)硬质合金主要由碳化钨、碳化钛和钴组成,常用的牌号有 YT5、YT15 等。其抗弯强度和冲击韧性较差,主要适宜加工普通碳钢及合金钢等塑性材料。

钨钛钽(铌)类硬质合金(YW类)由碳化钨、碳化钛、碳化钽(铌)和钴组成,从而提高了硬质合金的抗弯强度、疲劳强度、韧性和耐热性、高温硬度和抗氧化能力,使其具有较好的综合切削性能。常用的牌号有 YW1、YW2 等,主要用于加工不锈钢、耐热钢、高锰钢,也适用于加工普通碳钢和铸铁,因此被称为通用型硬质合金。

四、切削力

1. 切削力的概念

在切削加工时,刀具上所有参加切削的各切削部分产生的总切削力的合力,称为刀具的总切削力,用 F 表示。

多刃刀具(如铣刀、铰刀、麻花钻等)有几个切削部分同时进行切削,所有参与切削的各切削部分所产生的总切削力的合力称为刀具总切削力。单刃刀具(如车刀、刨刀等)只有一个切削部分参与切削,这个切削部分的总切削力就是刀具总切削力。

2. 切削力的来源

切削力来源于两个方面：一是切削层金属、切屑和工件表面层金属的弹性变形，及塑性变形所产生的变形阻力作用在刀具上；二是刀具与切屑、工件与切屑表面间的摩擦阻力作用在刀具上。切削力就是抵抗这些阻力的合力。切削力及其反作用力分别作用于刀具和工件上，它们大小相等、方向相反，对切削加工有很大的影响。

3. 总切削力的分解

为了分析切削力对工件、刀具和机床的影响，通常把切削力分解为三个分力，如图 1-8 所示。

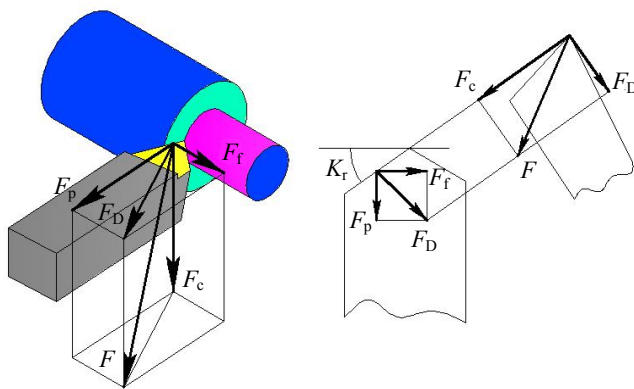


图 1-8 切削力的分解

(1) 主切削力 F_c

它是总切削力 F 在主运动上的正投影，与切削速度方向一致，垂直于基面。它消耗功率最大，约占总消耗功率的 95%，是计算机床功率、校核刀具强度及选择切削用量的主要依据。

(2) 背向力 F_p

又称径向力，是总切削力 F 在垂直于工作平面方向上的分力。由于在背向力方向上没有相对运动，所以背向力不消耗功率，但它作用在工件和机床刚性最差的方向上，使工件在水平面内弯曲，容易引起振动，影响加工精度。背向力是校核机床刚度的主要依据。

(3) 进给力 F_f

又称轴向力，是总切削力 F 在进给运动方向上的正投影，与进给运动方向一致，是计算机床进给机构强度的依据。

4. 影响切削力的主要因素

(1) 工件材料。工件材料的强度、硬度越高，切削力越大。当两种材料强度相同时，韧性和塑性越大的材料切削力越大；反之，切削力越小。

(2) 切削用量。切削用量越大，切削力越大。其中，背吃刀量对切削力的影响最大。当其他条件一定时，背吃刀量增大一倍时，切削力也增大一倍。进给量增大一倍时，切削力约增加 70%~80%。切削速度对切削力的影响最小。

(3) 刀具角度。对切削力影响较大是前角和主偏角。

当前角增大时，切屑容易从前面流出，切屑变形小，因此切削力降低。此外，工件的材料不同，前角的影响也不同，对塑性大的材料（如紫铜、铝合金等），切削时塑性变形大，前

角的影响较显著；而对脆性材料（如灰铸铁、脆黄铜等），因切削时塑性变形小，故前角的变化对切削力的影响较小。

主偏角对主切削力影响较小，对背向力和进给力的影响较大。当主偏角增大时，背向力减小，进给力增大。

（4）切削液。合理选用切削液可以减小切削变形和摩擦，使切削力减小。

五、切削热

1. 切削热的产生和传导

在切削过程中，由于被切削材料层的变形、分离及刀具和被切削材料间的摩擦而产生的热量，称为切削热。

切削热主要通过切屑、刀具、工件、切削液和周围介质传导出。如果切削加工时不加切削液，则大部分的切削热就会由切屑传出，其次传至工件和刀具，周围介质传出的热量很少。

2. 切削热对切削过程的影响

切削热是通过切削温度对工件和刀具产生影响的。切削温度一般指切削过程中刀具与工件切削区域的平均温度。

（1）对刀具的影响

切削温度升高，使刀具温度升高，当超过刀具材料所能承受的温度时，刀具材料硬度降低，迅速丧失切削性能，使刀具磨损加快，寿命降低。

（2）对工件的影响

切削温度升高，使工件温度升高，产生热变形，导致工件受热伸长或膨胀，影响工件的加工精度和表面质量，特别在加工细长轴、薄壁零件和精密零件时，由切削热造成的工件热变形尤为严重。

3. 影响切削温度的因素

切削温度的高低取决于产生热量的多少和热传导的快慢。具体受工件材料的性质、切削用量、刀具角度和切削液等因素的影响。

（1）工件材料的影响

工件材料通过其强度、硬度、热传导等性能不同而影响切削温度。工件的强度、硬度越高，切削时消耗的功越多，产生的切削热越多，切削温度越高。工件的导热性好，热量分散得快，可使切削温度降低。

（2）切削用量的影响

切削速度对切削温度的影响最大，切削速度增大一倍，切削温度增加 20%~35%；进给量增大一倍，温度增加 10%；背吃刀量对切削速度的影响最小。

（3）刀具切削角度的影响

前角增大，切削变形小，产生的切削热少，使切削温度降低。但前角过大，刀具的楔角减小，刀具的散热面积减小，切削温度反而升高。

主偏角增大，刀具的主切削刃与切削层的接触长度缩短，刀尖角减小，使散热条件变差，从而提高切削温度；反之，主偏角减小，切削温度降低。

（4）切削液的影响

合理地选择切削液可减小摩擦，减少切削热，使切削温度降低。

为了减少切削热和降低切削温度，保证工件加工精度，延长刀具的使用寿命，可采用以下措施：合理选择刀具材料和刀具切削角度；提高刀具的刃磨质量；合理选择切削用量；适当选择和使用切削液。

六、切削液

切削液是为提高切削加工效果而使用的液体，具有冷却、润滑、清洗和排屑等作用。

1. 切削液的作用

(1) 冷却作用

切削液能从切削区域带走大量的切削热，使切削区域的切削温度降低，可减少工件的热变形，保证刃口强度，减少刀具的磨损。

(2) 润滑作用

切削液渗透到刀具与切屑之间和工件表面之间，形成润滑油膜，可减小刀具与切屑、刀具与工件过渡表面之间的摩擦，从而减小切削变形，减小黏结及刀具磨损量，提高加工表面质量。

(3) 清洗和排屑作用

在磨削、深孔加工时，切削液能冲走切削中产生的碎屑或粉末，避免切屑堵塞或划伤工件已加工表面及机床导轨面，并减少刀具的磨损。

(4) 防锈作用

切削液还应具有防锈作用，以减轻工件、机床、刀具受周围介质（空气、水分等）的腐蚀。切削液防锈作用的好坏取决于切削液本身的性能和加入的防锈添加剂。

2. 切削液的种类

切削液分水基和油基两大类，常用的水基切削液有合成切削液和乳化液；常用的油基切削液有切削油。

(1) 合成切削液。俗称水溶液，以水为主要成分，加入适量的水溶性防锈添加剂制成，主要起冷却作用，润滑性能较差，常用于粗加工和普通磨削加工中。

(2) 乳化液。乳化液是切削加工中使用较广的一种切削液，它是水与油的混合液体，常使用乳化剂稀释配制，具有良好的流动性和冷却作用，也有一定的润滑作用。

(3) 切削油。切削油主要是矿物油（如 10 号、20 号机械油、轻柴油、煤油等），少量采用豆油、菜油、蓖麻油等动、植物油。主要起润滑作用，冷却性能较差，常用于精加工中。



一、准备工作

1. 熟悉实训场地，了解车间安全操作规程。
2. 各种机加工刀具及相关工、辅具准备。

二、技能训练

- (一) 认识各种机加工刀具，了解刀具的几何形状、切削角度及切削部分的材料。
- (二) 能够根据实际要求，合理选择刀具切削角度。

1. 前角的选择原则

前角主要根据工件材料、刀具切削部分材料及加工要求选择。

(1) 根据工件材料选择前角。加工塑性材料时，特别是硬化严重的材料（如不锈钢等），为了减小切削变形和刀具磨损，应选用较大的前角；加工脆性材料时，工件材料的硬度较高，刀具切削部分材料韧性较差时，可选择较小的前角。加工不同材料时，前角的参考值见表 1-1。

表 1-1 加工不同工件材料时前角的参考值

工件材料	铝合金	铜合金	低碳钢	不锈钢	中等硬度钢	高碳钢	灰铸铁
前角	30°~40°	25°~30°	20°~30°	15°~25°	10°~20°	-5°	5°~15°

(2) 根据刀具材料选择前角。刀具材料的抗弯强度和冲击韧性较低时，应选择较小的前角。通常硬质合金刀具的前角在-5°~20°范围内选取；高速钢刀具比硬质合金刀具的前角约大 5°~10°。

(3) 根据加工性质选择前角。粗加工时，特别是断续切削或加工有硬皮的铸、锻件时，不仅切削力大，切削热多，而且承受冲击载荷，为保证切削刃有足够的强度和散热面积，应适当选择较小的前角；精加工时对切削刃强度要求较低，为使切削刃锋利，减小切削变形和获得较高的表面质量，应适当选择较大的前角。

2. 后角的选择原则

(1) 根据加工性质选择后角。粗加工时一般为 5°~8°，精加工时为 8°~12°。

(2) 根据工件材料力学性能选择后角。工件材料硬度、强度较高时，应选取较小的后角；工件材料硬度较低、塑性较大时，应选取较大的后角。

(3) 工艺系统刚性较差时，应适当减小后角。

(4) 尺寸精度要求较高的刀具，后角宜取得小些。

3. 主偏角和副偏角的选择原则

(1) 工艺系统刚性较好时，主偏角一般取 30°~45°；当工艺系统刚性较差或强力切削时，主偏角一般取 60°~75°。

(2) 副偏角的大小主要根据表面粗糙度的要求选择，一般为 5°~15°，粗加工时取大值，精加工时取较小值。

4. 刃倾角的选择原则

当加工一般钢料和铸铁时，无冲击的粗加工取-5°~0°，精加工时取 0°~5°；有冲击负荷时，取-15°~-5°；当冲击较大时，取-45°~-30°。

● 特别提示

刀具各角度之间是相互联系、相互影响的。在选择刀具切削角度时，应根据实际情况综合考虑，合理选择。

(三) 能够根据实际要求，合理选择切削用量

合理选择切削用量是指在刀具角度确定以后，合理确定背吃刀量、进给量和切削速度，以充分发挥机床和刀具的效能，在保证加工质量的前提下，获得高的生产率和低的加工成本。

1. 切削用量的选择原则

粗加工时，一般应优先选择尽可能大的背吃刀量，其次选择较大的进给量，最后根据刀

具耐用度要求, 确定合适的切削速度。

精加工时, 主要考虑工件的加工精度和表面质量要求, 故一般选用较小的进给量和切削深度, 而尽可能选用较高的切削速度。

2. 切削用量的选择方法

(1) 背吃刀量的选择

粗加工时, 背吃刀量主要根据工件的加工余量来确定。除留下精加工余量外, 尽可能一次走刀切除全部余量。当加工余量过大、工艺系统刚度较低、刀具强度不够或断续切削冲击振动较大时, 可分多次走刀。

半精加工和精加工时, 背吃刀量主要由粗加工或半精加工留下的余量确定, 原则上一次走刀切除。但为了保证工件的加工精度和表面质量, 也可采用二次走刀。

(2) 进给量的选择

粗加工时, 进给量的选择主要应考虑机床进给机构强度、刀具的强度、工件刚性等。在工艺系统刚性和强度许可的情况下, 应尽量选择大的进给量, 反之则应适当减小进给量。

半精加工和精加工时, 进给量主要受工件加工表面粗糙度要求的限制, 一般常取较小的数值。

(3) 切削速度的选择

当背吃刀量和进给量确定之后, 可用计算的方法或查表法确定切削速度的值。在生产中, 选择切削速度应考虑的因素如下:

粗加工时, 切削速度受刀具耐用度和机床功率的限制, 应适当选择较低的切削速度; 精加工时, 切削速度主要受加工质量和刀具耐用度的影响, 为获得高的表面质量, 一般选择较高的数值。

当刀具材料的切削性能好时, 可适当选择较高的切削速度。

工件材料强度、硬度高时, 应选择低的切削速度。

(四) 能够根据实际要求, 合理选择使用切削液

1. 切削液的选用

切削液种类繁多, 性能各异, 应根据工件材料、刀具材料、加工性质和加工方法等具体情况合理选用, 若选用不当, 则达不到应有的效果。合理选用切削液时应注意以下几点:

(1) 钢件的加工通常可使用切削液, 铸铁等脆性材料的加工一般不使用切削液。加工铜、铝及其合金时, 不能用含硫的切削液, 以免发生腐蚀。

(2) 使用硬质合金刀具一般不加切削液, 必要时则需连续、充分地浇注, 以免刀片因冷热不均匀产生较大内应力而导致破裂; 使用高速钢刀具通常都应加切削液。

(3) 粗加工应选用以冷却为主的乳化液或水溶液, 以降低切削温度, 提高刀具的耐用度; 精加工应选用以润滑为主的切削油或浓度较高的乳化液, 以保证工件表面精度, 减少刀具的磨损。

(4) 加工方法不同时, 应根据实际情况合理选用。

如钻削(尤其是深孔加工)、铰削、拉削等加工时, 因刀具在半封闭状态下工作, 排屑困难, 切削热不易传散, 容易使切削刃烧伤并严重影响工件表面质量。这时应选用黏度较小的乳化液或切削油进行充分浇注。而磨削加工由于加工时切削温度高、切屑细小, 易堵塞砂轮和使工件烧伤, 宜选用冷却作用好、清洗排屑能力强的切削液, 如合成切削液和低浓度的乳化液。

2. 切削液的使用方法

常见的切削液使用方法有浇注法、高压冷却法和喷雾冷却法。

(1) 浇注法。它是应用较多的一种方法,使用时应保证流量充足,浇注位置尽量接近切削区域。

(2) 高压冷却法。即将切削液以高压、大流量喷向切削区域，常用于深孔加工。

(3) 喷雾冷却法。即利用压力为 $0.3\sim 0.6\text{MPa}$ 的压缩空气使切削液雾化, 并高速喷向切削区, 多用于难加工材料的切削。

三、注意事项

1. 严格遵守车间安全操作规程。
2. 必须按规定要求进行练习，禁止进行与训练内容无关的其他操作。
3. 练习完毕，擦拭、保养刀具，清理工作场地。

四、检查评价，填写实训日志

检查评价单						
序号	考核项目	考核要求及评分标准	分值	成绩		
				学生自检	小组互检	教师终检
1	熟悉实训中心场地	熟悉车间安全操作规程	10			
2	认识各种机加工刀具，了解刀具的几何形状、切削角度（外圆车刀为例）	按掌握情况总体评价	30			
3	掌握常用的刀具切削部分的材料及对刀具切削部分的基本要求（常用刀具材料分析）	按掌握情况总体评价	20			
4	能够根据实际要求，掌握刀具切削角度选择的相关知识点	按掌握情况总体评价	20			
5	安全文明生产	严格遵守安全操作规程，按要求着装；操作规范，无操作失误；认真操作，维护车床	10			
6	团队协作	小组成员和谐相处，互帮互学	10			
合计						
教师总评意见：						
问题及改进方法：						



问题思考

一、填空题

1. 切削过程中, 工件上形成的三个表面是_____、_____和_____。
2. 刀具的切削部分由_____、_____、_____、_____和刀尖组成。
3. 金属切削加工是通过_____与_____之间的相对运动, 从毛坯上切除多余的金属材料, 从而获得合格零件的加工方法。它包括_____加工和_____加工。
4. 刀具的总切削力可以分解为_____、_____和_____三个相互垂直的切削分力。
5. 常见切削液的使用方法有_____、_____和_____。

二、选择题

1. 切削热可通过多种形式传导或散发, 在不加切削液的情况下, 带走热量最多的是()。
A. 空气介质 B. 刀具 C. 工件 D. 切屑
2. 磨削加工时常选用的切削液是()。
A. 切削油 B. 合成切削液
C. 低浓度的乳化液 D. 极压切削油
3. 高速钢 W18Cr4V 可用来制造()刀具。
A. 锉刀 B. 麻花钻 C. 拉刀 D. 铰刀
4. 减小总切削力可以增大刀具(), 减小刀具()。
A. 前角 B. 后角 C. 主偏角 D. 刃倾角
5. 粗加工时, 应选择以()为主的切削液; 精加工时, 应选择以()为主的切削液。
A. 冷却 B. 润滑 C. 防锈 D. 清洗和排屑

三、简答题

1. 切削运动一般分哪两大类? 试判断铣削、刨削、磨削加工时的运动形式?
2. 什么是切削用量的三要素? 如何合理选择切削用量?
3. 对刀具切削部分材料有哪些要求? 常用的刀具材料有哪几类?
4. 试述刀具前角、后角、主偏角、副偏角的作用, 并能根据实际要求, 合理地选择刀具切削角度。
5. 试述刃倾角对切削过程的影响。
6. 切削液有何作用? 常用的切削液有哪几大类? 如何合理地选择切削液?
7. 切削温度对切削过程有何影响? 如何控制切削温度?



拓展练习

1. 进行刀具的认知练习, 能够正确区分各种常用刀具。

2. 进行外圆车刀几何形状和切削角度的认知练习，能够正确识读车刀的主要切削角度。
3. 常用刀具材料的认知练习。

任务2 常用量具的选择及使用



【知识要求】

掌握机械加工中常用量具的刻线原理及读数方法。

【技能要求】

熟练掌握常用量具的正确使用方法，并能够合理选用，准确测量。



任务描述

本任务主要介绍机械加工中常用量具的刻线原理及读数方法，使操作者熟练掌握常用量具的正确使用方法，并能合理选用，准确测量。



相关资讯

一、游标卡尺

游标卡尺是一种中等精确度的量具，在机械加工中使用非常广泛，常用来测量工件的外径、内径、中心距、宽度和长度，有的还可用来测量槽的深度。常用的游标卡尺按其测量精度，主要有 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 三种。

游标卡尺的规格按测量范围分为 0~125mm、0~200mm、0~300mm、0~500mm、300~800mm、400~1000mm 等几种。

1. 游标卡尺的结构

如图 1-9 所示的游标卡尺主要由尺身、内量爪、外量爪、游标、深度尺组成。外量爪用来测量外形尺寸，内量爪用来测量内孔尺寸，深度尺可测量孔或槽的深度。

2. 游标卡尺的刻度原理及读数方法

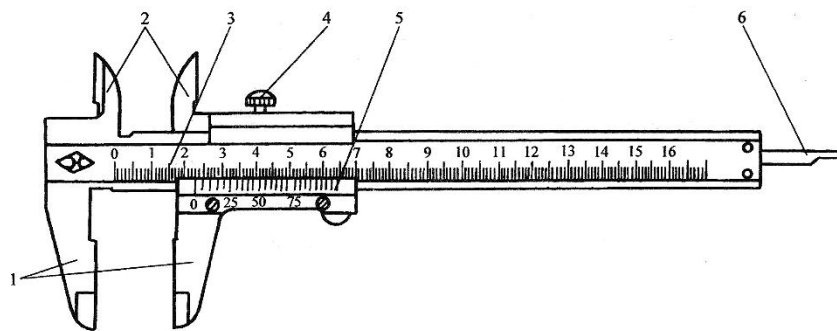
以测量精度为 0.02mm 的游标卡尺为例，这种游标卡尺尺身每小格宽度为 1mm，游标上共有 50 格。当两量爪合并时，游标上的 50 格刚好与尺身上的 49mm 对正，即游标每小格为 $49/50=0.98\text{mm}$ ，尺身与游标每格之差为 $1-0.98=0.02\text{mm}$ ，此数值即为游标卡尺的读数值。

游标卡尺的读数方法主要有以下三个步骤，如图 1-10 所示。

(1) 读出游标零线左面尺身上的毫米整数 60mm。

(2) 读出游标上哪条刻线与尺身刻线对齐（第一条零线不算，第二条起每格算 0.02），计算尺寸的毫米小数值 $24 \times 0.02=0.48\text{mm}$ 。

(3) 将尺身上读出的整数和游标上读出的小数相加，即得测量量值： $60+0.48=60.48\text{mm}$ 。



1-外量爪; 2-内量爪; 3-尺身; 4-紧固螺钉; 5-游标; 6-深度尺

图 1-9 游标卡尺

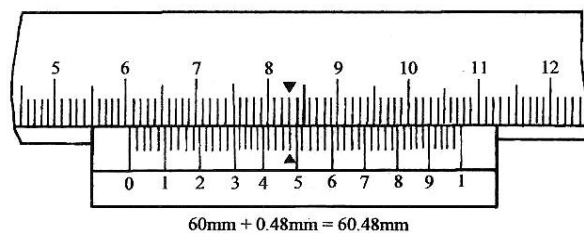


图 1-10 游标卡尺的读数方法

3. 游标卡尺的使用方法及注意事项

(1) 测量或检验零件尺寸时, 应按零件尺寸的公差等级选用相应的量具。游标卡尺是一种中等精确度的量具, 只适用于尺寸公差等级为 IT10~IT16 的测量检验。不允许用游标卡尺测量铸、锻件毛坯尺寸, 否则容易加快内、外量爪的磨损, 损坏量具, 影响测量精度。另外, 由于量具在制造过程中存在一定的示值误差, 也不能用游标卡尺测量精度较高的工件。

(2) 测量前, 应检查游标卡尺零位的准确性。擦净量爪的两测量面, 并将两测量面接触贴合, 如无透光现象 (或有极微的均匀透光) 且尺身与游标的零线正好对齐, 说明游标卡尺零位准确。否则, 说明游标卡尺的两测量面已有磨损, 测量的示值不准确, 必须对读数加以相应的修正。

(3) 测量外径尺寸时, 应将两量爪张开到略大于被测尺寸, 将固定量爪的测量面贴靠着工件, 然后轻轻移动游标, 使活动量爪的测量面也紧靠工件, 然后把紧固螺钉拧紧, 即可读出读数。测量时, 测量面的连线应垂直于被测表面, 不可歪斜位置。如图 1-11 所示。

(5) 测量工件内径的方法如图 1-12 (a) 所示。测量时, 将两量爪张开到略小于被测尺寸, 使固定量爪的测量面贴靠着工件, 然后轻轻移动游标, 使活动量爪的测量面也紧靠工件, 并微微摆动, 取其最大值, 以量得真正的孔径尺寸。

(4) 测量工件内孔深度如图 1-12 (b) 所示。测量时, 将测深杆伸长到略大于被测尺寸, 使尺身的测量面贴靠着工件, 保持尺身与孔端面垂直, 然后轻轻移动游标, 使测深杆的测量面也紧靠工件, 即可读出读数。

(5) 读数时, 应把游标卡尺水平拿着, 对着光线明亮的地方, 视线垂直于刻度表面, 避免因斜视造成的读数误差。

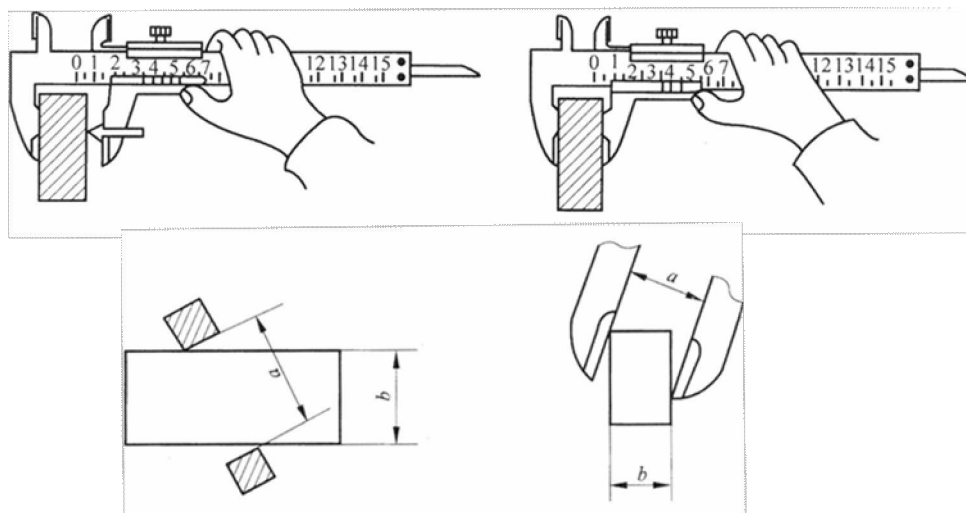


图 1-11 游标卡尺的正确使用

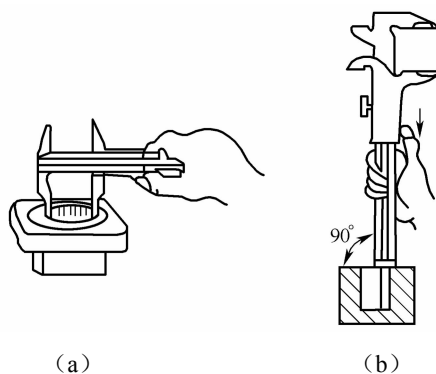


图 1-12 游标卡尺测量内径尺寸的正确使用

二、千分尺

千分尺也是一种中等精度的量具，它的测量精确度比游标卡尺高。按用途分为外径千分尺、内径千分尺、螺纹千分尺等，通常所说的千分尺是指外径千分尺，如图 1-13 所示。普通千分尺的测量精确度为 0.01mm ，因此，常用来测量加工精确度要求较高的零件尺寸。

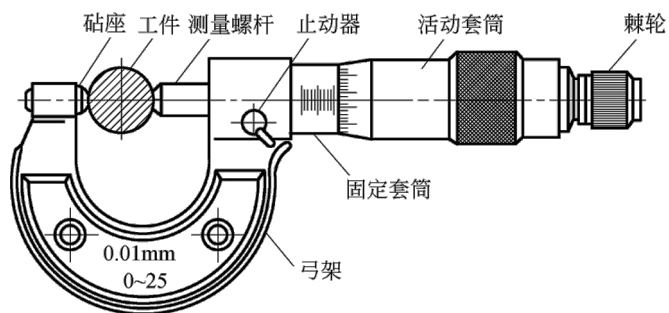


图 1-13 外径千分尺

千分尺的规格按测量范围划分, 在 500 mm 以内, 每 25 mm 为一档, 如 0~25mm、25~50 mm、50~75 mm 等。在 500~1000mm 以内, 每 100mm 为一档, 如 500~600mm、600~700mm 等。使用时按被测工件的尺寸选用。其制造精度分为 0 级和 1 级两种, 0 级精度最高, 1 级稍差。

1. 千分尺的结构

如图 1-13 所示是测量范围为 0~25mm 的千分尺, 它由弓架、砧座、测量螺杆、活动套筒、固定套筒、棘轮等组成。

2. 刻线原理与读数方法

千分尺的读数机构由固定套筒和活动套筒组成, 在固定套筒上有上下两排刻度线, 刻线每小格为 1mm, 相互错开 0.5mm。测微螺杆右端螺距为 0.5mm, 当活动套筒转一周时, 测微螺杆轴向移动 0.5mm。活动套筒的圆周上共刻 50 格, 因此, 当活动套筒转一格时, 测微螺杆就轴向移动 $0.5\text{mm}/50=0.01\text{mm}$, 千分尺的读数即为 0.01mm。

用千分尺测量时, 其读数方法分为三个步骤, 如图 1-14 所示。

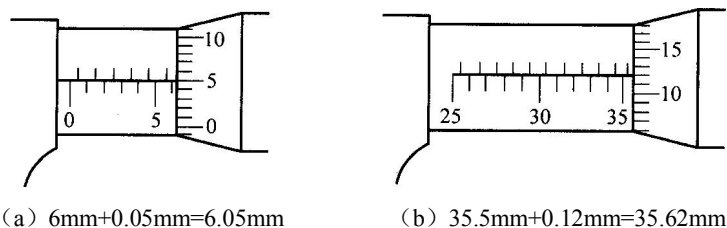


图 1-14 千分尺的读数方法

- (1) 读出活动套筒边缘在固定套筒上的尺寸值 (即毫米或半毫米值)。
- (2) 读出活动套筒与固定套筒基准线对齐处的尺寸值 (即不足半毫米的数值)。
- (3) 将两个读数相加, 即为所测零件的尺寸值。

3. 千分尺的使用方法及注意事项

- (1) 测量前, 应将千分尺的砧座和测微螺杆的测量面擦拭干净, 并检查零位的准确性。
- (2) 测量时, 将零件的被测表面擦拭干净, 以保证测量准确。千分尺要放正, 先转动活动套筒, 张开距离略大于被测尺寸, 当测量面接近工件时, 改用测力装置, 至测力装置内棘轮发出“吱吱”声音时为止, 即可读出读数。测量方法如图 1-15 所示。

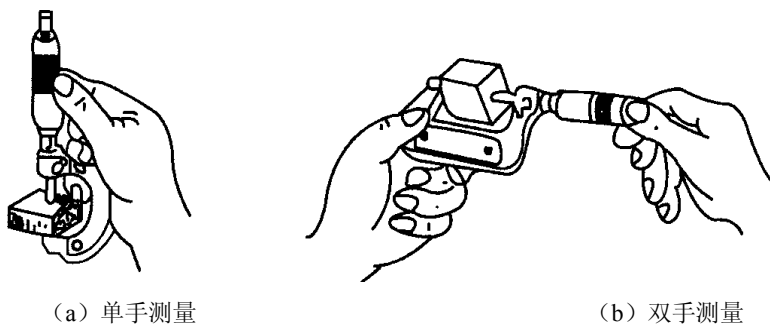


图 1-15 千分尺的读数方法

(3) 读数时, 最好不取下千分尺进行读数。如需要取下, 应先锁紧测微螺杆, 然后轻轻取下千分尺, 以防止尺寸变动, 读数时要看清刻度, 不要错读 0.5mm。

(4) 不能用千分尺测量毛坯, 更不能在工件转动时去测量, 或将千分尺当锤子敲击物体。

(5) 千分尺用完后应擦干净, 并将测量面涂油防锈, 放入专用盒内, 不能与其他工具、刀具、工件等混放。

(6) 千分尺应定期送计量部门进行精度检验。

4. 其他千分尺

(1) 内径千分尺

内径千分尺是用以测量孔、沟槽及其他内尺寸的量具, 如图 1-16 所示。内径千分尺的构造原理和读数方法与外径千分尺基本相同, 只是套筒上的刻线尺寸与外径千分尺相反, 测量方向和读数方向也与外径千分尺相反。图 1-16 (a) 所示内径千分尺的测量范围主要有 5~30mm 和 25~50mm 两种, 测量精度为 0.01mm, 操作过程中容易找正内孔直径, 测量方便。图 1-16 (b) 所示为三点内径千分尺, 三个测砧以 120°间隔均匀分布, 可紧贴孔内壁, 确定内孔轴线的确切位置, 实现精确的内径测量。



图 1-16 内径千分尺

(2) 深度千分尺

深度千分尺是应用螺旋副转动原理将回转运动变为直线运动的一种量具, 主要用于机械加工中零件深度、台阶等尺寸的测量, 如图 1-17 所示。



图 1-17 深度千分尺

(3) 螺纹千分尺

螺纹千分尺主要用于测量外螺纹中径, 按读数形式分为标尺式和数显式两种, 如图 1-18 所示。



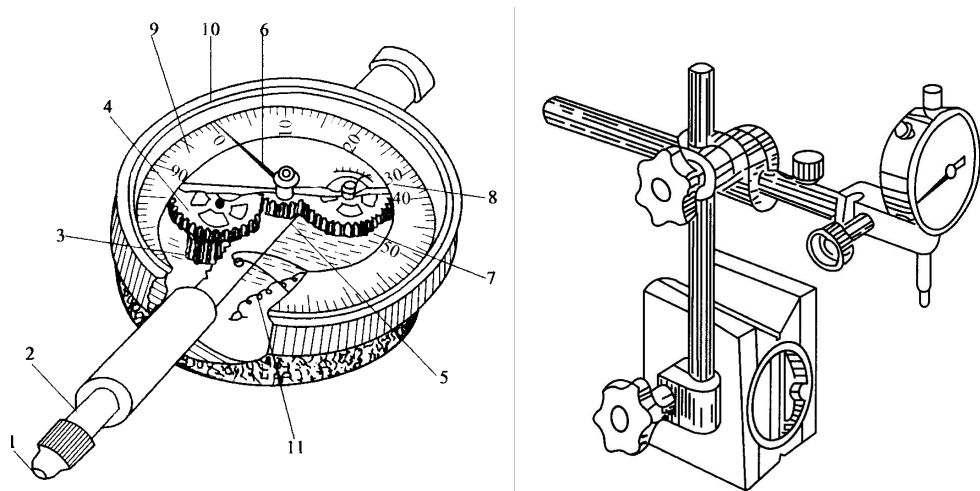
图 1-18 螺纹千分尺

三、百分表

百分表是一种精密量具，它可用于机械零件的长度尺寸、形状和位置偏差的相对值测量，也可用来检验机床设备的几何精度或调整工件的装夹位置。

1. 百分表的结构

百分表主要由测量头、测量杆、表圈、长指针、短指针，以及表内的齿轮、齿条等传动系统组成。测量时，当带有齿条的测量杆上升一定的距离时，通过齿轮、齿条传动系统，转换成表盘上长指针、短指针的转动，从而读出数值，如图 1-19 所示。



1-测量头；2-测量杆；3、5-小齿轮；4、7-大齿轮；6-长指针；8-短指针；10-表圈；11-拉簧

图 1-19 百分表

百分表的测量范围是指测量杆的最大移动量。百分表的测量范围一般有 0~3mm、0~5mm 与 0~10mm 三种。百分表的制造精度分为 0 级和 1 级两种，0 级精度较高。

2. 百分表的刻线原理和读数方法

百分表内测量杆和齿轮的周节是 0.625mm。当测量杆上升 16 格时（即上升距离为 $0.625 \times 16 = 10\text{mm}$ ），与测量杆啮合的 16 齿的小齿轮正好转一周，同时与该小齿轮同轴的齿数为 100 的大齿轮也转一周，就带动齿数为 10 的小齿轮和长指针转 10 周。由此可知，当测量杆上升 1mm 时，长指针转一周。由于表盘上共刻 100 格，所以长指针转过一格表示测量杆移动 0.01mm，即零件尺寸变化 0.01mm。故百分表的测量精度为 0.01mm。

测量读数时，先读短指针转过的刻度线（即毫米整数），再读长指针转过的刻度线（即小

数部分), 并乘以 0.01mm , 然后将两数相加, 即得所测量的数值。

3. 百分表的使用方法及其注意事项

(1) 百分表在使用时应固定在专用的表架上, 如图 1-19 右图所示。表架安置在平板或某一平整位置上, 百分表在表架上的上、下、前、后位置可以任意调节。

(2) 测量前, 检查表盘、指针和测量头有无松动现象, 以及指针的灵敏性和稳定性。

(3) 测量时, 测量杆应垂直零件表面, 如图 1-20 (a) 所示。如要测圆柱表面, 测量杆还应垂直通过圆柱工件的中心线, 如图 1-20 (b) 所示。

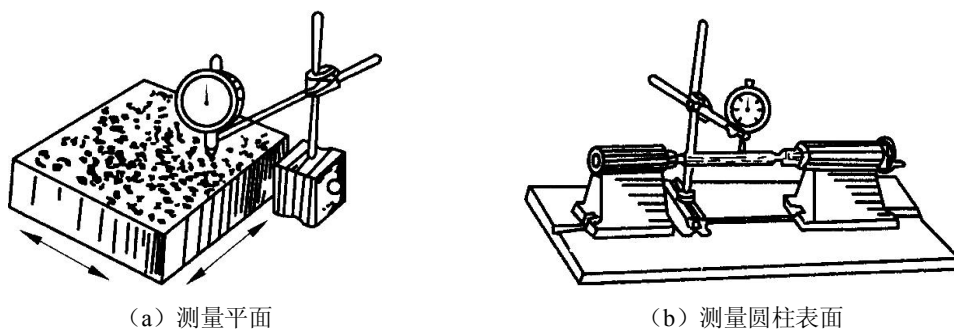


图 1-20 百分表的使用

(4) 测量时, 按压测量杆的次数不要过多, 距离不要过大, 测量杆的行程不要超出它的测量范围, 以免损坏表内零件。

(5) 百分表表座要安放平稳, 百分表要避免受到剧烈振动和碰撞。调整或测量时, 不要使测量头突然撞落在被测件上。

(6) 百分表用完后, 应把测量杆等部位上油, 放入专用盒内保管。

四、万能游标量角器

万能游标量角器是用来测量工件或样板内外角度的一种游标量具。按其测量精度分为 $2'$ 和 $5'$ 两种, 其构造如图 1-21 所示。游标固定在底板上, 它可以沿着扇形板转动。用夹紧块可以把角尺和直尺固定在底板上, 可使测量角度在 $0^\circ \sim 320^\circ$ 范围内调整。

1. 万能游标量角器刻线原理及读数方法

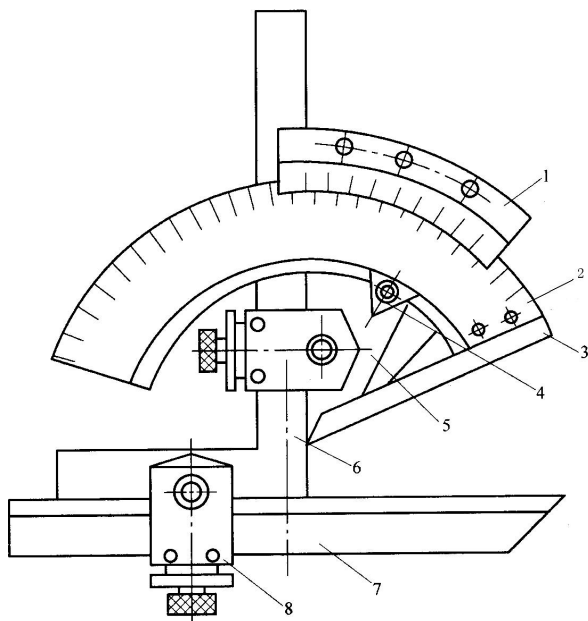
万能游标量角器的刻线原理是根据游标原理制成的, 测量精度 $2'$ 的万能游标量角器, 其尺身上刻线每格为 1° , 游标刻线是将尺身上 29° 所占的弧长等分为 30 格, 故游标每格所对应的角度为 $29^\circ/30=58'$, 因此尺身每格与游标每格的差值为 $2'$, 即万能游标量角器的测量精度为 $2'$ 。

万能游标量角器的读数方法与游标卡尺相似, 先从尺身上读出游标零线前的整数度, 再从游标上读出角度不足整数度的“'”值, 两者相加就是被测件的角度数值。

万能游标量角器的扇形板上, 基本角度的刻线只有 $0^\circ \sim 90^\circ$, 如果测量的零件角度大于 90° , 则读数时应加上一个基数 (90° 、 180° 、 270°)。当零件角度为 $90^\circ \sim 180^\circ$ 时, 被测角度 = $90^\circ +$ 量角器的角度; 当零件角度为 $180^\circ \sim 270^\circ$ 时, 被测角度 = $180^\circ +$ 量角器的角度; 当零件角度为 $270^\circ \sim 320^\circ$ 时, 被测角度 = $270^\circ +$ 量角器的角度。

2. 万能游标量角器的使用方法及其注意事项

(1) 测量前, 应将万能游标量角器的测量面擦净, 检查零位是否正确。



1-游标; 2-扇形板; 3-基尺; 4-制动器; 5-底板; 6-角尺; 7-直尺; 8-夹紧块

图 1-21 万能游标量角器

(2) 测量时, 应使万能游标量角器的两个测量面与被测件表面在全长上保持良好接触, 然后拧紧制动器上的螺母即可读数。

(3) 测量角度在 $0^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 范围内时, 应装上角尺和直尺; 在 $50^{\circ} \sim 140^{\circ}$ 范围内时, 应装上直尺; 在 $140^{\circ} \sim 230^{\circ}$ 范围内时, 应装上角尺; 在 $230^{\circ} \sim 320^{\circ}$ 范围内时, 不装角尺和直尺, 如图 1-22 所示。

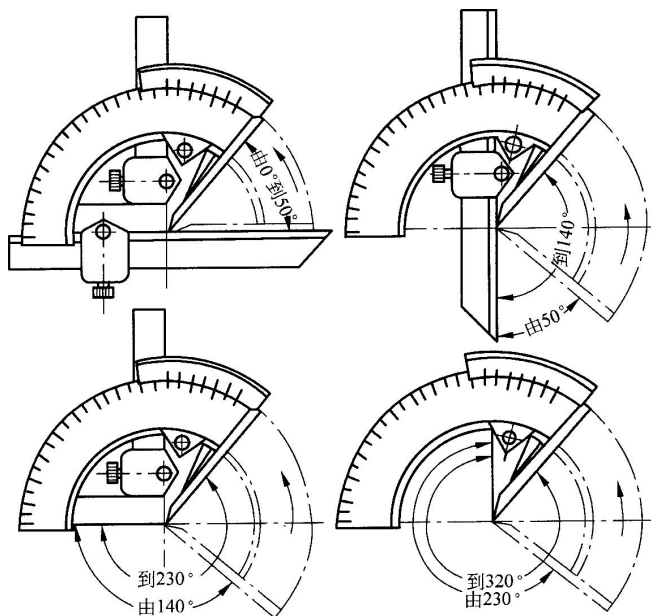


图 1-22 万能游标量角器的角度调整

(4) 万能游标量角器用完后, 应用干净纱布擦净上油, 放入专用盒内保管。

五、其他量具

1. 刀口尺

刀口尺是样板平尺中的一种, 如图 1-23 所示, 可用漏光法或痕迹法检验直线度和平面度。

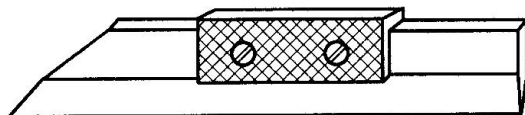


图 1-23 刀口尺

检查工件直线度时, 刀口尺的测量棱边紧靠工件表面, 然后观察漏光缝隙大小, 判断工件表面是否平直, 如图 1-24 所示。在明亮而均匀的光源照射下, 全部接触表面能透过均匀而微弱的光线时, 被测表面就很平直。

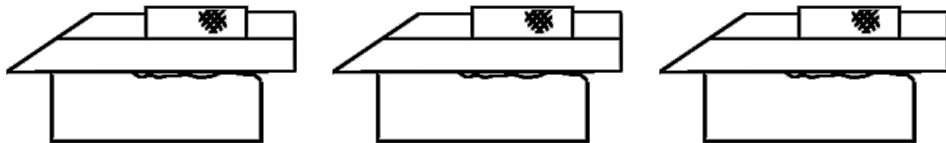


图 1-24 刀口尺的使用

2. 厚薄规

厚薄规主要用来检查两配合面之间的缝隙大小。它由一组薄钢片组成, 其厚度为 $0.03 \sim 0.3\text{mm}$, 如图 1-25 所示。测量时用厚薄规直接塞入间隙, 若一片或数片能塞进两贴合面之间, 则一片或数片的厚度之和 (可由每片上的标记读出) 即为两贴合面的间隙值。

使用厚薄规时, 必须先擦干净尺面和工件, 测量时不能使劲硬塞, 以免尺片弯曲或折断。

3. 卡规和塞规

在成批大量生产中, 常用具有固定尺寸的量具来检验工件, 这种量具叫做量规。工件图纸上的尺寸是保证有互换性的极限尺寸。测量工件尺寸的量规通常制成两个极限尺寸, 即最大极限尺寸和最小极限尺寸。测量光滑的孔或轴用的量规叫光滑量规。光滑量规根据测量内外尺寸的不同, 分卡规和塞规两种。

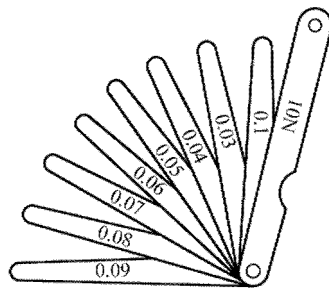


图 1-25 厚薄规

(1) 卡规

卡规用来测量圆柱形、长方形、多边形等工件的外形尺寸, 如图 1-26 所示。

测量时, 如果卡规的通端能通过工件, 而止端不能通过工件, 则表示工件合格; 如果卡规的通端能通过工件, 而止端也能通过工件, 则表示工件尺寸太小, 已成废品; 如果通端和止端都不能通过工件, 则表示工件尺寸太大, 不合格, 必须返工。

(2) 塞规

塞规是用来测量工件的孔、槽等内尺寸的。它也做成最大极限尺寸和最小极限尺寸两种。

它的最小极限尺寸一端叫做通端，最大极限尺寸一端叫做止端，常用的塞规形式如图 1-27 所示，塞规的两头各有一个圆柱体，长圆柱体一端为通端，短圆柱体一端为止端。检查工件时，通端通过工件而止端不能通过工件，则表面工件合格。

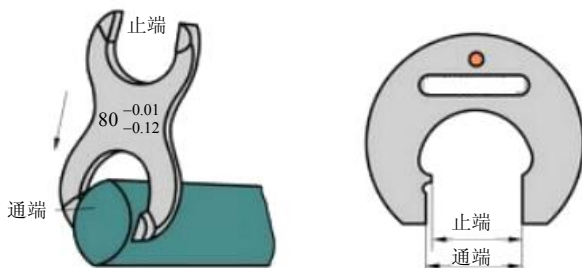


图 1-26 卡规



图 1-27 塞规



任务实施

一、准备工作

1. 游标卡尺、千分尺、万能游标量角器、百分表等常用量具。
2. 被测工件，相关工具、辅具。

二、技能训练

(一) 熟悉各种常用量具的结构、刻线原理及读数方法。

(二) 掌握常用量具的选择和正确使用方法，完成零件的精确测量。

1. 正确选择和使用游标卡尺测量被测件的外径尺寸、内径尺寸和孔的深度。
2. 正确选择和使用千分尺测量两平行面之间的尺寸和外圆柱面直径。
3. 使用万能游标量角器测量 30° 、 60° 、 135° 、 160° 等角度，掌握万能游标量角器上直尺、 90° 直角尺的正确使用方法。

4. 使用百分表测量外圆柱面的圆度、圆柱度及圆跳动误差。

(三) 正确使用、维护和保养量具

1. 使用前必须用纱布将其擦净。
2. 不能用精密量具测量毛坯件或运动着的工件。
3. 测量时不能用力过猛、过大，也不能测量温度高的工件。
4. 量具不能与其他物品混放，也不能代替其他工具使用。

5. 量具使用后,应松开紧固装置,擦净上油,放入专用的量具盒内存放。
6. 量具要远离磁场,防止被磁化。

三、注意事项

1. 严格遵守车间安全操作规程。
2. 必须按规定的操作步骤和要求进行练习,禁止进行与训练内容无关的其他操作。
3. 练习完毕,正确放置、保养量具。
4. 清理工作场地。

四、检查评价,填写实训日志

检查评价单						
序号	考核项目	考核要求及评分标准	分值	成绩		
				学生自检	小组互检	教师终检
1	使用量具前应检查并校对量具	操作不正确不得分	5			
2	正确使用游标卡尺、千分尺、万能角器、百分表等量具	按使用过程总体评价	10			
3	相关零件外径、内径、长度、深度、角度、孔径、孔距尺寸及轴的圆度、圆柱度的测量	尺寸读数不正确不得分	65			
4	安全文明生产	严格遵守安全操作规程,按要求着装;操作规范,无操作失误;认真操作,维护车床	10			
5	团队协作	小组成员和谐相处,互帮互学	10			
合计						
教师总评意见:						
问题及改进方法:						



问题思考

一、填空题

1. 游标卡尺按其测量精度,常用的有_____mm、_____mm和_____mm三种。
2. 游标卡尺只适用于_____精度的尺寸测量和检验,不能用游标卡尺测量_____的尺寸。

3. 千分尺按用途可分为_____、_____、_____等, 常用来测量加工_____要求较高的工件尺寸。

4. 百分表是一种_____量具，它可用于机械零件_____值测量，也可用来检验机床设备的_____。

5. 万能游标量角器主要用来测量工件的_____, 按其游标测量精度分为_____和_____两种。

二、选择题

1. 1/50mm 的游标卡尺, 游标零线与尺身零线对齐时, 游标上第 50 小格应与尺身上的 () mm 对齐。

- A. 49
C. 29
- B. 39
D. 19

2. 千分尺的制造精度分为 0 级和 1 级, 其中 0 级精度 ()。

- A. 稍差 B. 一般 C. 最高

3. 外径千分尺上棘轮的作用是 ()。

- A. 限制测量力 B. 便于放置微分筒
C. 校正千分尺 D. 补偿温度变化的影响

4. 内径千分尺的刻线方向与外径千分尺刻线方向 ()。

- A. 相同 B. 相反 C. 相同或相反

5. 测量 $0^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 范围的角度时, 应装上 ()。

- A. 角尺 B. 直尺
C. 角尺和直尺 D. 两个都不安装

三、简答题

1. 试述游标卡尺的使用方法及注意事项。
2. 试述千分尺的刻线原理及读数方法。
3. 使用外径千分尺时应注意些什么？
4. 为什么百分表的测量杆移动 0.01mm 时，长指针转过一格？
5. 简述万能游标量角器的测量范围及使用方法。
6. 简述常用量具的维护和保养。



拓展练习

1. 根据零件的技术要求合理选用量具, 熟练掌握各种量具的正确使用方法并能准确测量读数。
2. 能够根据零件的测量角度, 熟练操作万能游标量角器直尺和角尺的拆换方法。

任务3 金属切削机床知识准备



学习目标

【知识要求】

掌握金属切削机床的分类和型号的表示方法；了解常用机床组、型（系）代号、主要技术参数、性能及结构特性等知识；熟悉机床维护保养知识及安全文明生产的重要性。

【技能要求】

能够识读设备型号、规格及主要技术参数，进行机床的维护保养。



任务描述

本任务主要介绍金属切削加工机床的分类及型号编制、机床维护保养及安全文明生产的相关知识，使操作者能够识读机床型号、规格及主要技术参数，合理选择机床设备、进行机床设备的维护保养，培养学生安全文明生产意识，养成严格遵守安全操作规程的好习惯。



相关资讯

机械加工设备分为热加工设备（毛坯加工设备）、冷加工设备（金属切削机床）和电加工设备。其中，金属切削机床是机械制造的主要加工设备，通常把采用金属切削（或特种加工）的方法加工金属坯料，使之获得所需要的尺寸、形状、位置精度及表面质量的机器称为金属切削机床。它是制造机器的机器，习惯上简称为机床。机床的技术性能直接影响着机械制造业的产品质量、生产率和经济效益，因此，机床在国民经济和现代化发展中起着重要的作用。

一、金属切削机床的分类和型号编制

1. 机床的分类

（1）按加工性质和所用刀具进行分类，主要分为 12 大类：

车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨插床、拉床、特种加工机床、锯床和其他机床。

（2）按加工精度分为普通机床、精密机床和高精度机床。

（3）按使用范围分为通用机床、专门化机床和专用机床。

通用机床的工艺范围很宽，可以加工一定尺寸范围内的多种类型零件，完成多种多样的工序。如卧式车床、万能升降台铣床、万能外圆磨床等；

专门化机床的工艺范围较窄，只能用于加工不同尺寸的一类或几类零件的一种（或几种）特定工序，如丝杆车床、凸轮轴车床等。

专用机床的工艺范围最窄，通常只能完成某一特定零件的特定工序。如加工机床主轴箱体孔的专用镗床、加工机床导轨的专用导轨磨床等。这类机床主要是根据特定的工艺要求专门

设计制造的，生产率和自动化程度较高，适用于大批量生产。

(4) 按自动化程度分为一般机床、半自动机床和自动机床。

(5) 按自重和尺寸可分为仪表机床、中小型机床、大型机床和重型机床。

2. 机床的型号

机床的型号是机床产品的代号，用以简明地表示机床的类型、主要技术参数、性能和结构特性等。目前，我国的机床型号是按 1994 年颁布的标准 GB/T15375-94《金属切削机床型号编制方法》编制的。此标准规定，机床型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定的规律组合而成。

通用机床型号的表示方式如图 1-28 所示。

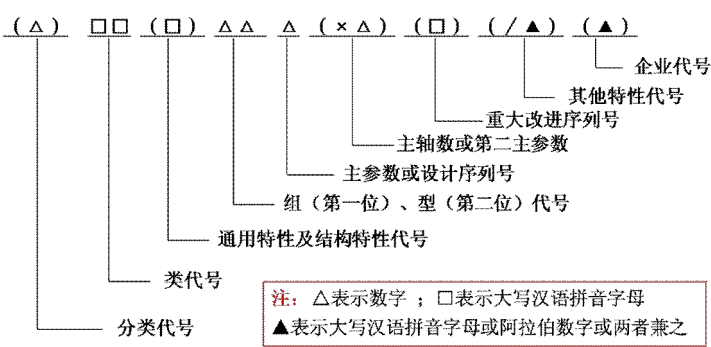


图 1-28 通用机床型号的表示方法

(1) 机床的类别代号

普通机床的类别代号见表 1-2。

表 1-2 普通机床的类别代号

类别	车床	钻床	镗床	磨床			齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨插床	拉床	特种加工机床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	D	G	Q
读音	车	钻	镗	磨			牙	丝	铣	刨	拉	电	割	其他

(2) 机床的特性代号

为了表示某机床的结构特性和通用特性，在代号后加一个汉语拼音字母以区别于同类的普通机床，特性代号见表 1-3。

表 1-3 机床的特性代号

通用特性	精密	高精度	自动	半自动	仿型	轻型	筒式	加工中心	数控	加重型	柔性加工	高速	数显
代号	G	M	Z	B	F	Q	J	H	K	C	R	S	X
读音	高	密	自	半	仿	轻	筒	换	控	重	柔	速	显

(3) 机床的组和型代号

用两位阿拉伯数字表示，在类别代号或特性代号之后的第一位数字表示组，第二位数字

表示型，具体意义查阅附录。

(4) 机床主参数

机床主参数是反映机床规格大小的参数。在机床型号中，主参数的型号位于组、型代号之后，用数字表示，其数字是主参数的实际值或实际值的 1/10、1/100。常用机床的主参数见表 1-4 所示，其他具体意义查阅附表。

表 1-4 常用机床的主参数及折算系数

机床名称	主参数 (mm)	主参数的折算系数
卧式车床	床身上的最大工件回转直径	1/10
摇臂钻床	最大钻孔直径	1
卧式坐标镗床	工作台面宽度	1/10
外圆磨床	最大磨削直径	1/10
立式升降台铣床	工作台面宽度	1/10
卧式升降台铣床	工作台面宽度	1/10
龙门刨床	最大刨削宽度	1/100
牛头刨床	最大刨削长度	1/10

(5) 机床的重大改进序列号

当机床的性能和结构有重大改进时，并按新的机床产品重新试制鉴定时，分别用汉语拼音 A、B、C…在原机床型号的最后表示设计改进的次序。

(6) 其他特性代号

用以反映各类机床的特性，如仅改变机床的部分性能结构时，则在“/”后用大写汉语拼音字母或阿拉伯数字来表示，以与原机床型号区别。

(7) 企业代号

企业代号包括机床生产厂家及机床研究单位代号。企业代号通常置于辅助部分的尾部。机床的型号表示含义如下例所示：解释 CA6140 和 M7132 的含义。

1. CA6140

解 此机床代号的含义是：

C——类别代号，查表 1-2，C 表示车床类；

A——重大改进序列号，表示经过第一次重大改进；

61——组、型代号，查阅附表，61 表示卧式车床；

40——主参数的折算值，查表 1-4，主参数的折算系数是 1/10，表示该机床的最大工件回转直径是 400mm。

2. M7132

解 此机床代号的含义是：

M——类别代号，查表 1-2，C 表示磨床类；

7——组代号，查阅附表，7 表示平面及端面磨床组；

1——型代号，查阅附表，1 表示卧轴矩台型；

32——主参数的折算值，查表 1-4，主参数的折算系数是 1/10，表示该机床工作台面宽度

是 320mm。

二、机床的维护保养

为了保持机床的良好运行状态，提高机床的工作效率，保证其性能、精度，延长机床的使用寿命，应坚持定期检查机床，对机床进行维护与保养，防止机床故障及恶性事故的发生。机床的维护保养一般分为日常维护、保养和计划维修。

1. 机床的日常维护

机床的日常维护主要是对机床的及时清洁和定期润滑。

机床的清洁是指在开动机床之前，清除机床的灰尘、切屑，保证机床运动部件无异物放置。工作完毕后，要及时清理机床导轨上的切屑、切削液，并在导轨上涂润滑油。

机床的润滑有分散润滑和集中润滑两种。分散润滑是在机床的各个润滑点分别用独立。分散的润滑装置进行一般是由操作者在机床开动之前进行的定期手动润滑。集中润滑是由润滑系统来完成的，操作者只要按机床说明书的要求定期加油和换油即可。

2. 机床的保养

机床的保养分为例行保养（日保养）、一级保养（月保养）和二级保养（年保养）。

例行保养：由机床操作者每天独立完成。保养的内容除了日常维护外，还要在开机床前检查机床，周末对机床进行大清洗工作等。

一级保养：机床运转 1~2 个月（两班制）进行一次。以机床操作人员为主，维修人员配合，对机床的外露部件和易磨损部分进行拆卸、清洗、检查、调整和坚固，如对传动部分的离合器、制动器、丝杠螺母间隙进行调整，对润滑冷却系统进行检修等。

二级保养：机床每运转一年，以维修人员为主，操作人员参加，进行一次包括修理内容的保养。除一级保养外，二级保养还包括：修复、更换磨损零件，调整导轨间隙，刮研维修镶条，更换润滑油和冷却液，检修电气系统，检验和调整机床精度等工作。

3. 机床的计划维修

机床的计划维修分为小修、中修和大修。

（1）小修。一般情况下，可以用二级保养代替。以维修人员为主，对机床进行检修、调整，并更换个别严重磨损的零件，修磨导轨的划痕。

（2）中修。在中修前必须对机床进行全面的预检，确定中修项目，制定中修预检工作单，并准备好外购件。

中修时，除进行二级保养外，以维修人员为主，对机床的局部有针对性地进行维修。修理时，拆卸、分解、清洗、检定所有零部件，修复和更换主要零部件，使其能工作到下一维修期的零部件，修研导轨面和工作台面；对机床外观进行修复、涂漆；对修复的机床按精度标准进行验收试验，个别难以达到标准的部分留至大修时修复。

（3）大修。在大修前，必须对机床进行全面的预检，必要时对磨损零件进行测绘，制定大修预检工作单，做好维修前配件的购置和加工制作。大修工作以专门维修人员为主，维修时，拆卸整台机床，对所有零件进行检查；更换或修复不合格的零件；修刮全部刮研表面，恢复机床原来精度并达到出厂标准；对机床非重要部分按出厂标准进行恢复，然后按机床验收标准进行检验。

三、安全文明生产

安全文明生产是生产管理的重要工作，是保障操作人员和机床设备的安全，防止工伤和设备事故和根本保证，也是搞好企业经营管理的内容之一。它直接影响到人身安全、产品质量和经济，影响机床设备和工具、夹具、量具的使用寿命及操作人员技术水平的正常发挥。因此，每一个机床操作者必须要严格遵守安全文明生产的相关规定。

1. 安全生产

操作机床时，由于操作者忽视安全规则而造成不必要的人身事故或设备事故频发，为此，必须高度重视和遵守安全操作规范。

(1) 工作规范

① 工作时必须穿戴好工作服，袖口应扎紧或戴套袖。女生应戴工作帽，辫子或长发应盘塞在工作帽内。

② 不准穿背心、裙子、短裤以及戴围巾（或首饰）、穿拖鞋或高跟鞋进入工作训练场地。

③ 不准戴手套操作机床，以免发生事故。

④ 高速切削加工时，需要戴好防护眼镜。

⑤ 切削过程中或刀具未完全停止转动前，不能用手触摸工件、测量或制动，以防划伤手，造成伤害。

⑥ 清除切屑时必须使用毛刷或钢丝刷，不能用手抓、用嘴吹或用棉纱清除；切屑飞入眼睛时切勿用手揉擦，应及时请医生治疗。

⑦ 不准随意开启或触摸不熟悉的机床设备或电器，当机床电器损坏时，应关闭总开关，请专业人员维修。

(2) 安全操作规范

① 机床使用前应检查各部分机械是否完好。如各操作手柄原始位置是否正确、运动是否正常等。

② 开车前检查刀具和工件是否装夹牢固，以防飞出伤人。

③ 机床动转过程中，不得进行装卸工件、更换刀具、测量工件等工作。

④ 严禁戴手套操作机床或测量工件。

⑤ 操作机床时，严禁离开工件岗位，不准做与操作内容无关的其他事情。

⑥ 操作中若出现异常现象，应及时停车检查；出现故障、事故时应立即切断电源，及时申报，请专业人员检修，未修复前不得使用。

2. 文明生产

文明生产是机床操作人员科学工作的基本内容，反映了操作人员的技术水平和管理水平，文明生产主要包括以下内容。

(1) 机床保养

应做到严格遵守操作规程、熟悉机床性能和使用范围、懂得机床维修保养常识，能做到定期检查、定期维护保养。

(2) 场地环境

操作者应保持周围场地地面清洁、无油垢。踏板应安放牢固，无切屑、油垢，高低应适当。机床主轴箱、工作台、导轨等主要部件上不得放置任务物品。

(3) 工具、夹具、量具保养

工具箱应安放整齐，分类摆放，并定期进行检查。工具、夹具、量具应正确使用，放置整齐合理，放置在固定位置，便于操作时取用，用后应放回原处。量具应保持清洁，用后擦净涂油，放入盒内，并应定期检验，以保证其测量的准确度。

(4) 工艺文件的保管

操作人员使用的图纸、工艺过程卡片等工艺文件是生产的依据，使用时应保持清洁、完好。用后应妥善保管。



一、准备工作

- 1. 穿戴好劳保用品，参观实训中心，熟悉工作场地。
- 2. 机床设备及维修保养相关知识准备。

二、技能训练

- 1. 熟悉工作场地，了解安全文明生产常识。
- 2. 掌握机床设备的分类、型号的编制及主要技术参数。
 - (1) 能够正确区分各种机床设备，了解设备分类；
 - (2) 能够解释机床型号的含义；
 - (2) CA6140 型车床认知，了解型号编制及主要技术参数；
- 3. 正确使用、维护和保养工具、夹具、量具。

三、注意事项

- 1. 严格遵守车间安全操作规程。
- 2. 必须按规定操作步骤和要求进行练习，禁止进行与训练内容无关的其他操作。
- 3. 练习完毕，正确放置、保养工具、夹具、量具。
- 4. 清理工作场地。

四、检查评价，填写实训日志

检查评价单						
序号	考核项目	考核要求及评分标准	分值	成绩		
				学生 自检	小组 互检	教师 终检
1	能够正确区分各类机床设备	不正确不得分	10			
2	了解机床设备型号的组成内容及主要技术参数的表示方法	总体评价	10			

续表

序号	考核项目	考核要求及评分标准	分值	成绩		
				学生 自检	小组 互检	教师 终检
3	正确解读各类机床型号的含义, CA6140、Z525、X6132 等	解读不正确不得分	65			
4	安全文明生产	严格遵守车间安全操作规程,按要求着装;不随意开启设备,进行与练习无关的其他操作	10			
5	团队协作	小组成员和谐相处,互帮互学	10			
合计						
教师总评意见:						
问题及改进方法:						



问题思考

一、填空题

1. 机械加工设备分为_____、_____和_____三大类。
2. 按加工性质和所用刀具进行分类,机床主要分为_____大类:按加工精度可分为_____、_____和_____。
3. 机床的维护保养一般分为_____、_____和_____。其中机床的保养又分为_____和_____。
4. _____是生产管理的重要工作,是保障操作人员和机床设备的安全、防止工伤和设备事故的根本保证。

二、简答题

1. 参观实习场地时应注意哪些问题?
2. 机床设备的标牌上包含哪些内容?
3. 使用机床时,为什么要进行机床的维护和保养?机床的维修和保养包括哪些内容?
4. 安全文明生产的意义是什么?



拓展练习

参观机械加工综合实训中心,解释下列机床型号的含义: CA6140、X6132、M6132A、XK5040。