

模块五

车 工

车床是用于车削加工的一种机床。车工是工人操作车床根据图样要求对工件进行车削加工的工种。车工是机械加工中最常用的一个工种,各类车床约占金属切削机床总数的一半左右。

车削加工是指在车床上利用工件的旋转运动和刀具的相对运动来改变毛坯的形状和尺寸,将毛坯加工成符合图样要求的零件的一种切削加工方法。其中工件的旋转为主运动,刀具的移动为进给运动,如图 5-1 所示。车削加工主要用于加工各种回转体表面,加工尺寸精度公差等级可达 IT13~IT7,表面粗糙度 Ra 值可达 $12.5\sim 1.6\ \mu\text{m}$ 。车削时,工件上有三个不断变化的表面。

- (1)已加工表面。切除多余金属层而形成的新表面称为已加工表面。
- (2)过渡表面。车刀切削刃在工件上形成的新表面称为过渡表面。
- (3)待加工表面。工件上有待切除的多余材料的表面称为待加工表面。

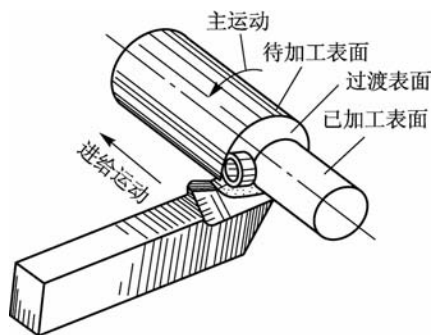


图 5-1 车削

车削的加工范围很广,其基本内容包括车外圆、车端面、切断和车槽、钻中心孔、钻孔、车孔、铰孔、车螺纹、车圆锥、车成形面、滚花和盘绕弹簧等,如图 5-2 所示。

车工可按车床的基本操作和车削加工两部分进行实训操作。

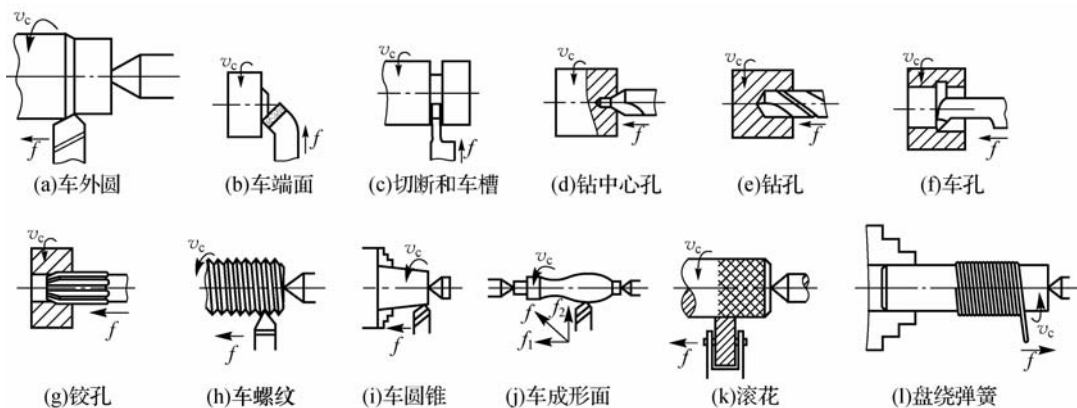


图 5-2 车削加工的基本内容

课题一 车床的基本操作

车床的基本操作是车削加工的基础,可分为操作车床、装夹工件和安装车刀三个实训进行操作训练。

实训一 操作车床



知识目标

- 掌握普通车床的型号及主要技术规格;
- 掌握普通车床的组成部分及其作用;
- 了解普通车床的传动系统。



技能目标

- 熟练掌握车床的基本操作方法;
- 能应用刻度盘调整背吃刀量;
- 能正确维护与调整车床。

一、实训内容

根据车床的操作过程分组进行车床操作训练。

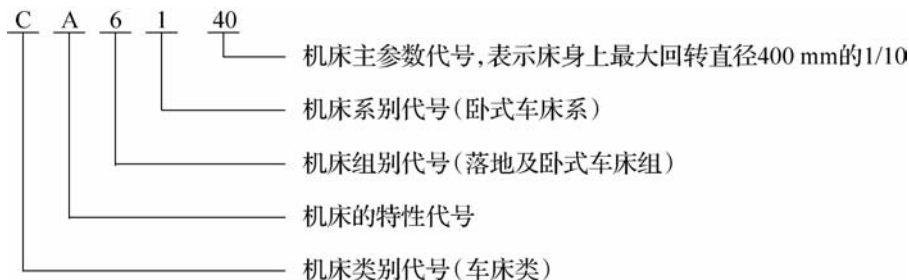
二、工艺知识

1. 普通车床的型号及主要技术规格

车床的种类很多,有卧式车床、立式车床、仪表车床、单轴自动车床、多轴自动/半自动车床、转塔车床、落地车床、仿形及多刀车床等。其中应用最广泛的是卧式车床。

机床型号是机床产品的代号,用以简明地表示机床的类别、主要技术参数、结构特征等。

国家标准 GB/T 15375—2008《金属切削机床 型号编制方法》规定,机床的型号由大写的汉语拼音字母和阿拉伯数字组成。例如,CA6140 型车床型号中字母及数字的含义为



(1)C。C 是机床的类别代号,表示“车床”,读“车”。

(2)A。A 是机床的特性代号,机床的特性代号包括通用特性和结构特性,用汉语拼音字母表示,如 CM6132 型号中的“M”表示“精密”,是精密普通车床。结构特性代号是为了区别主参数相同而结构不同的机床,如 CA6140 和 C6140 是结构有区别而主参数相同的普通车床。当机床有通用特性代号,也有结构特性代号时,结构特性代号应排在通用特性代号之后。此外,结构特性代号字母是根据各类机床的情况分别规定的,在不同型号中的含义可以不同。

(3)61。61 是机床的组和系别代号,表示卧式车床。每一类机床分为若干组,每组又分为若干系。用两位数字作为组和系别代号,位于类别和特性代号之后,第一位数字表示组别,第二位数字表示系别。

(4)40。40 是机床的主参数,反映机床的主要技术规格,用两位十进制数并以折算值表示。车床的折算值为 40,折算系数为 1/10,即主参数表示工件的最大回转直径 400 mm。

2. 普通车床的组成部分及其作用

如图 5-3 所示,CA6140 型车床由床身、主轴箱、交换齿轮箱、进给箱、光杠、丝杠、溜板箱、刀架和尾座等部分组成。

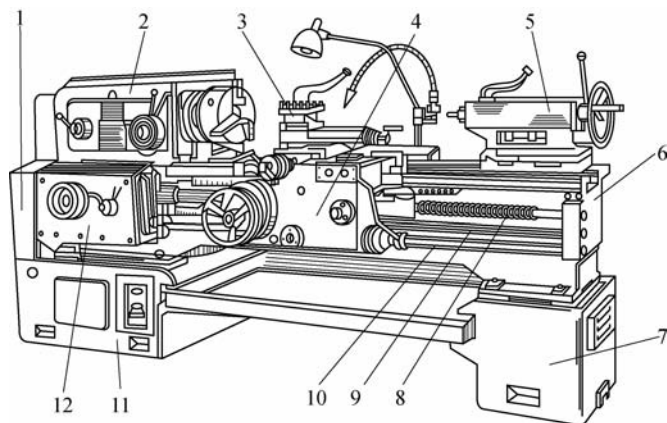


图 5-3 CA6140 型车床结构

1—交换齿轮箱; 2—主轴箱; 3—刀架; 4—溜板箱; 5—尾座; 6—床身; 7—后床脚;
8—丝杠; 9—光杠; 10—操纵杆; 11—前床脚; 12—进给箱

1) 床身

床身是车床的基础零件,用来支撑和安装车床的各部件,保证其相对位置,如主轴箱、进



给箱、溜板箱等。床身具有足够的刚度和强度,表面精度很高,以保证各部件之间有正确的相对位置。床身上有四条平行的导轨,供大拖板和尾座相对于主轴箱进行正确的移动,为了保持床身表面精度,在操作车床时应注意维护保养。

2) 主轴箱

主轴箱用以支撑主轴并使之旋转。主轴为空心结构,其前端外锥面用来安装三爪自定心卡盘等附件以夹持工件,前端内锥面用来安装顶尖,细长孔可穿入长棒料。

3) 交换齿轮箱

交换齿轮箱又称挂轮箱,它把主轴的旋转运动传递给进给箱,必要时更换箱内齿轮,可以车出各种不同螺距的螺纹,还能满足车削时对不同进给量的要求。

4) 进给箱

进给箱内装有进行进给运动的变速齿轮,可调整进给量和螺距,并将运动传至光杠或丝杠。

5) 光杠、丝杠

光杠、丝杠用于将进给箱的运动传给溜板箱。光杠用于一般车削的自动进给,丝杠用于车削螺纹。

6) 溜板箱

溜板箱是车床进给运动的操纵箱。它可将光杠传来的旋转运动变为床鞍、中滑板的纵向、横向的直线进给运动;可将丝杠传来的旋转运动通过“开合螺母”直接变为车刀的纵向移动,用以车削螺纹。

7) 刀架

刀架固定在小滑板上,可同时安装四把车刀,松开手柄即可转动刀架,把所需要的车刀转到工作位置上。

8) 尾座

尾座安装在床身导轨上,在尾座的套筒内装有顶尖,以支撑工件;也可安装钻头、铰刀等刀具,在工件上进行孔加工;将尾座偏移,还可车削圆锥体。尾座的结构如图 5-4 所示。

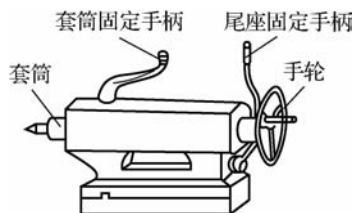


图 5-4 尾座

3. 普通车床的传动系统

为把电动机的旋转运动转化为工件和车刀的运动,所通过的一系列复杂的传动机构称为车床的传动路线。图 5-5 所示为 CA6140 型车床的传动路线框图。

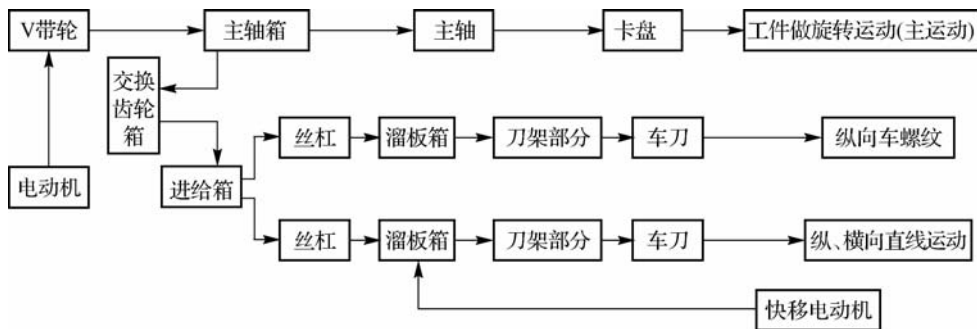


图 5-5 CA6140 型车床传动路线框图

电动机驱动 V 带轮,把运动输入到主轴箱。通过变速机构变速,使主轴获得不同的转速,再经卡盘(或夹具)带动工件做旋转运动。主轴把旋转运动输入到交换齿轮箱,再通过进给箱变速后由丝杠或光杠驱动溜板箱和刀架部分,很方便地实现手动、机动、快速移动及车螺纹等运动。

三、车床的实训操作

1. 手动移动床鞍、中滑板、小滑板

1) 移动床鞍

床鞍的纵向移动由溜板箱正面左侧的大手轮控制。顺时针方向转动手轮时,床鞍向右运动;逆时针方向转动手轮时,床鞍向左运动。手轮轴上的刻度盘圆周等分为 300 格,手轮每转过 1 格,纵向移动 1 mm。

2) 移动中滑板

中滑板的横向移动由中滑板手柄控制。顺时针方向转动手轮时,中滑板向前运动横向进刀;逆时针方向转动手轮时,中滑板向操作者运动横向退刀。手轮轴上的刻度盘圆周等分为 100 格,手轮每转过 1 格,纵向移动 0.05 mm。其原理为:刻度盘紧固在丝杠轴头上,中滑板和丝杠螺母紧固在一起,当用手带着刻度盘转动手柄一周时,丝杠也转一周,这时,螺母带着横刀架移动一个螺距。因此,中滑板移动的距离可根据刻度盘上的格数来计算。刻度盘每转一格,横刀架移动的距离 = 丝杠导程/刻度盘一圈格数。对于 CA6140 型车床,丝杠导程为 5 mm,刻度盘每圈等分成 100 格,则每转一格移动距离为 $(5 \div 100) \text{ mm} = 0.05 \text{ mm}$ 。由于是径向进给,所以工件的直径将减小 0.1 mm。调整刻度时,如果刻度盘手柄转过头,或试切后发现尺寸不对,而需将车刀退回一数值时,由于丝杠与螺母之间有间隙,刻度盘不能直接退回到所要刻度,应按图 5-6 所示的方法调整。例如,要求手柄摇至 30,但摇至 40,如图 5-6(a)所示,此时需要调整到 30。图 5-6(b)所示直接退至 30 的做法是不正确的。应在反转约一圈后,再转至所需位置 30,如图 5-6(c)所示。

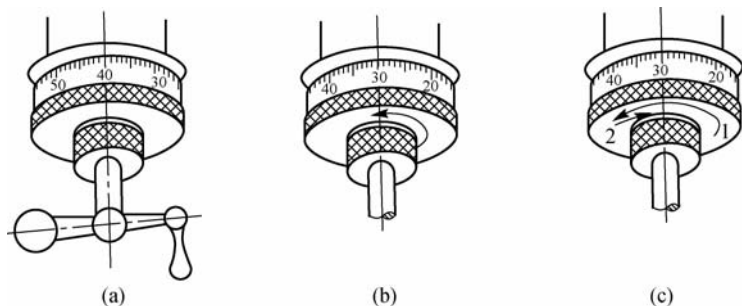


图 5-6 手柄转过头后退回的方法

3) 移动小滑板

小滑板的原理与使用方法与中滑板相同。小滑板可做短距离的纵向移动。小滑板手柄顺时针方向转动时,小滑板向左运动;逆时针方向转动手柄时,小滑板向右运动。小滑板手轮轴上的刻度盘圆周等分为 100 格,手轮每转过 1 格,纵向或斜向移动 0.05 mm。

4) 摇曲线

卡盘装夹一块木板,木板上画一条曲线,刀架上固定一根细铁丝,用铁丝模仿车刀,双手



控制滑板使铁丝沿曲线运动以熟悉滑板的移动方向。

2. 车床的启动与停止操作

(1) 检查车床各变速手柄是否处于空挡位置, 离合器是否处于正确位置, 操纵杆是否处于停止状态, 确认无误后, 合上车床电源总开关。

(2) 按下床鞍上的绿色启动按钮, 电动机启动。

(3) 向上提起溜板箱右侧的操纵杆手柄, 主轴正转; 操纵杆手柄回到中间位置, 主轴停止转动; 操纵杆向下压, 主轴反转。

(4) 按下床鞍上的红色停止按钮, 电动机停止工作。

3. 主轴箱的变速操作

调整主轴转速分别为 16 r/min 、 450 r/min 、 $1\,400 \text{ r/min}$, 确认后启动车床并观察。每次进行主轴转速调整时必须停车。主轴变速通过改变主轴箱正面右侧的两个叠套手柄的位置来控制。前面的手柄有 6 个挡位, 每个有 4 级转速, 由后面的手柄控制, 所以主轴共有 24 级转速, 如图 5-7 所示。主轴箱正面左侧的手柄是用于螺纹的左右旋向和加大螺距变换, 共有 4 个挡位, 即右旋螺纹、左旋螺纹、右旋加大螺距螺纹和左旋加大螺距螺纹。

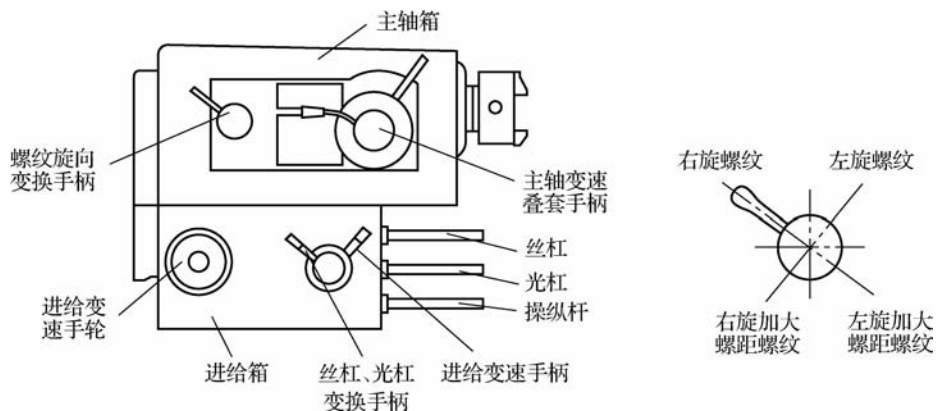


图 5-7 主轴箱、进给箱变速

4. 进给箱的变速操作

调整纵向进给量为 0.35 mm/r 、 0.08 mm/r , 横向进给量为 0.20 mm/r 、 0.45 mm/r 。CA6140 型车床上进给箱正面左侧有一个手轮, 手轮有 8 个挡位; 右侧有前、后叠装的两个手柄, 前面的手柄是丝杠、光杠变换手柄, 后面的手柄有 I、II、III、IV 共 4 个挡位, 与手轮配合, 用以调整螺距或进给量。根据加工要求调整所需螺距或进给量时, 可通过查找进给箱油池盖上的标牌表来确定手轮和手柄的具体位置。

5. 机动移动床鞍和中滑板

机动纵向、横向移动床鞍和中滑板, 能在指定的位置停止机动, 并手动向相反方向摇床鞍和滑板。CA6140 型车床的纵、横向机动进给采用单手柄操纵。自动进给手柄在溜板箱右侧, 可沿十字槽纵、横向扳动, 手柄扳动方向与刀架运动方向一致, 操作简单、方便。手柄在十字槽中央位置时, 停止进给运动。在自动进给手柄顶部有一个快进按钮, 按下此按钮, 快速电动机工作, 床鞍或中滑板手柄扳动的方向与其纵向或横向快速移动的方向相同; 松开按钮, 快速电动机停止转动, 快速移动停止。



6. 手动切削工件操作练习

卡盘装夹一台阶轴,用铁丝模仿车刀进行手动进给操作练习。利用中滑板手柄刻度盘使刀架横向进刀,利用床鞍刻度盘控制纵向进给长度,使铁丝接近工件台阶轴的端面,中滑板快速退刀,熟练后用车刀进行车削。

7. 机动切削工件操作练习

在手动的基础上进行机动切削练习。机动时,使铁丝接近台阶轴端面脱开机动进给,用手动进给使得铁丝和端面接触,熟练后用车刀进行车削。

8. 维护机床

- (1)清除各部位积屑,擦拭床身各滑板导轨面及尾座套筒滑动面。
- (2)向导轨面、尾座套筒面及其他部位的油嘴、油槽内加注润滑油,向黄油杯中加入黄油。
- (3)将床鞍移动到机床尾部,中滑板移动到靠近操作者的一方。

四、注意事项

- (1)开车后严禁变换主轴转速,否则会发生车床事故。
- (2)开车前要检查各手柄是否处于正确位置,如没有到位,则主轴或机动进给就不会接通,甚至会发生危险。
- (3)纵向和横向手动进退方向不能摇错,如把退刀摇成进刀,会使工件报废。
- (4)严禁两人同时操作。
- (5)在机床运转过程中,严禁操作者离开机床。

五、评分标准

班 级	姓 名	学 号				
实 训	操作车床					
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分	
1	手动移动滑板	10	酌情扣分			
2	摇曲线	10	酌情扣分			
3	车床启动与停止	10	酌情扣分			
4	调整车床主轴转速	20	酌情扣分			
5	调整进给量	10	酌情扣分			
6	手动进行车削	10	酌情扣分			
7	机动进行车削	10	酌情扣分			
8	车床维护	10	酌情扣分			
9	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分			
综合得分		100				



复习思考题

1. 车床的加工范围是什么？
2. 说明 CA6140 型车床型号的意义。
3. 卧式车床由哪几部分组成？各部分有何作用？
4. 主轴变速之前为什么要先停车？
5. 进行机动进给车削工件的过程中，为什么当刀具接近端面时要变为手动？

实训二 装夹工件



知识目标

- 了解工件的装夹方法；
- 了解车床附件的种类和结构；
- 了解车床附件的使用方法。



技能目标

- 能用三爪自定心卡盘正确安装工件。

一、实训内容

把 $\phi 40 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ 毛坯料安装在三爪自定心卡盘上，伸出长度为 60 mm。

二、工艺知识

在车床上装夹工件的基本要求是定位准确、装夹牢固。定位准确是指工件加工表面回转中心和车床主轴的中心重合。装夹牢固是指工件夹紧后在切削力的作用下不改变定位，并保证安全，且夹紧力适度以防工件变形，能保证工件加工质量和生产效率。车床上常用的装夹附件有三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘、顶尖、中心架、跟刀架、心轴、花盘等。在成批大量生产中还可以用专用夹具装夹工件。

1. 用三爪自定心卡盘装夹工件

三爪自定心卡盘是车床上最常用的附件，其结构如图 5-8 所示。将方头扳手插入卡盘三个方孔中的任意一个转动时，小锥齿轮带动大锥齿轮转动，它背面的平面螺纹使三个卡爪同时作径向移动，从而夹紧或松开工件。由于三个卡爪同时移动，所以夹持圆形截面工件时可自行对中（故称为三爪自定心卡盘）。三爪自定心卡盘主要用来装夹截面为圆形、正六边形的中小型轴类、盘套类工件。当工件直径较大用正爪不便装夹时，可换上反爪进行装夹。用三爪自定心卡盘装夹时工件必须装正夹牢，夹持长度一般不小于 10 mm。在车床开动时，工件不能有明显的摇摆、跳动，否则要重新装夹或找正。图 5-9 所示为三爪自定心卡盘装夹工件。

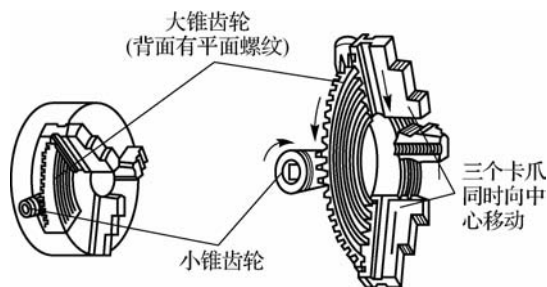


图 5-8 三爪自定心卡盘

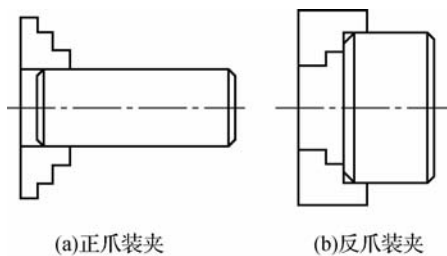


图 5-9 三爪自定心卡盘装夹工件

2. 用四爪单动卡盘装夹工件

四爪单动卡盘的结构如图 5-10 所示。四个卡爪可独立移动,它们分别装在卡盘体的四个径向滑槽内,当扳手插入某一方孔内转动时,就带动该卡爪做径向移动。四爪单动卡盘比三爪自定心卡盘夹紧力大,装夹工件时,需四个卡爪分别调整,所以安装调整困难,但调整好时精度高于三爪自定心卡盘装夹。四爪单动卡盘可装夹方形、椭圆形及形状不规则的较大工件。装夹工件时需要使用百分表找正工件,定位精度可达 0.01 mm,如图 5-11 所示。



图 5-10 四爪单动卡盘

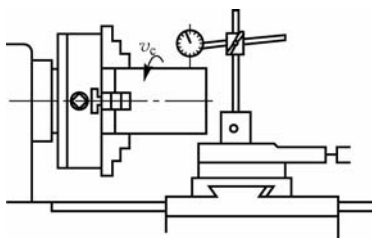


图 5-11 用百分表找正工件

3. 用顶尖装夹工件

在车床上加工较长或工序较多的轴类工件时,常使用顶尖装夹工件,如图 5-12 所示。工件装在前后顶尖间,由鸡心夹头、拨盘带动其旋转,前顶尖装在主轴锥孔中,后顶尖装在尾座套筒中,拨盘同三爪自定心卡盘一样装在主轴端部,鸡心夹头安装在工件的端部,靠螺钉紧固带动工件旋转。生产中也常用一段钢料夹在三爪自定心卡盘中,车成 60° 圆锥体作为前顶尖,用三爪自定心卡盘代替拨盘,夹头则通过卡爪带动旋转。

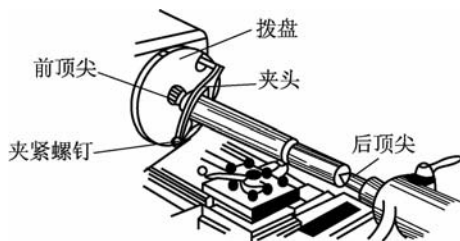


图 5-12 用顶尖装夹工件

用双顶尖装夹工件,由于两端都是锥面定位,定位精度高,因而能保证在多次装夹中所加工的各回转表面之间具有较高的同轴度。对于较重或一端有内孔的工件,可采用一端卡盘、一端顶尖的装夹方法。当用一夹一顶的方式装夹工件时,为防止工件的轴向窜动,通常在卡盘内装一个轴向限位支撑,或在工件的被夹持部位车削一个 10~20 mm 的台阶,作为轴向限位支撑。用一夹一顶的方式装夹工件时,如果中心孔提前钻出,应先用卡盘夹住工件,但不能夹得过紧,用顶尖把工件顶正后再夹紧工件。



用顶尖装夹工件之前需在端面钻中心孔,钻中心孔时先用车刀将两端面车平,再用中心钻钻中心孔。常用的中心孔有 A、B 两种类型,如图 5-13 所示。A 型中心孔由 60° 锥孔和内端小圆柱孔形成, 60° 锥孔与顶尖的 60° 锥面配合。内端的小孔用以保证锥孔与顶尖锥面配合贴切,并可储存润滑油。B 型中心孔的外端比 A 型中心孔多一个 120° 的锥面,用以保证 60° 锥孔的外缘不被碰坏,也便于在顶尖处精车轴的端面。此外,还有带螺孔的 C 型中心孔和带弧形的 R 型中心孔。

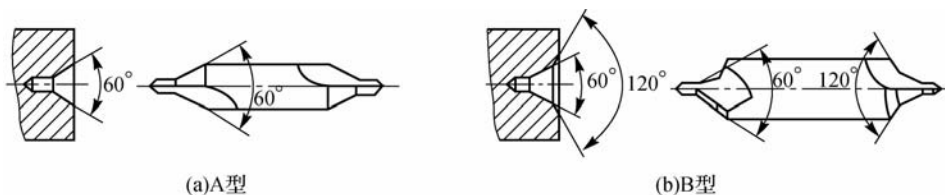


图 5-13 中心钻与中心孔

常用的顶尖有固定顶尖和回转顶尖两种,如图 5-14 所示。车床上的前顶尖装在主轴锥孔内随主轴及工件一起旋转,与工件无相对运动,故采用固定顶尖。后顶尖可采用回转顶尖或固定顶尖,回转顶尖能与工件一起旋转,不存在顶尖与工件中心孔摩擦发热的问题,但准确度不如固定顶尖高,一般用于粗加工或半精加工。轴的精度要求比较高时采用固定顶尖,但由于工件是在固定顶尖上旋转,所以要合理选用切削速度,并在顶尖上涂黄油。当工件轴端直径很小不便于钻中心孔时,可将工件轴端车成 60° 圆锥,顶在反顶尖的中心孔中,如图 5-14(d) 所示。

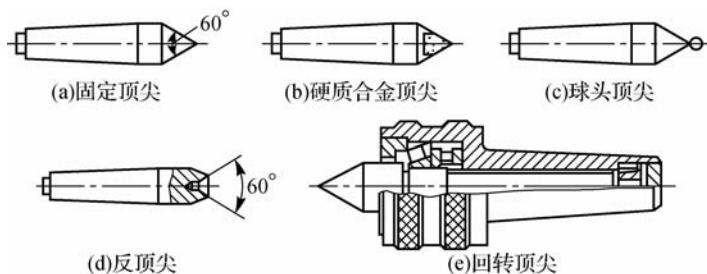


图 5-14 顶尖

4. 心轴的使用

盘、套类零件的外圆和端面对内孔常有同轴度及垂直度要求,若相关表面无法在三爪自定心卡盘上一次装夹,并与孔同时精加工,则需在孔精加工后再以孔定位,即将工件装到心轴上再加工其他有关表面,以保证上述要求。心轴的种类很多,常用的有圆柱心轴、锥度心轴和可胀心轴。心轴在前后顶尖上的装夹方法与轴类零件相同。

1) 圆柱心轴

当工件的长度比孔径小时,常用圆柱心轴装夹,如图 5-15 所示。工件装入圆柱心轴后,加上垫圈用螺母锁紧,其夹紧力较大,但由于孔与心轴之间有一定的配合间隙,所以对中性比锥度心轴差。减小孔与心轴的配合间隙可提高加工精度。圆柱心轴可一次装夹多个工件,从而实现多件加工。

2) 锥度心轴

锥度心轴如图 5-16 所示,其锥度为 $1:5\,000\sim 1:1\,000$ 。工件压入后,靠摩擦力与心轴紧固。锥度心轴对中准确,装卸方便,但由于切削力是靠心轴锥面与工件孔壁压紧后的摩擦力传递的,所以背吃刀量不宜太大。锥度心轴主要用于单个工件的装夹及精车。

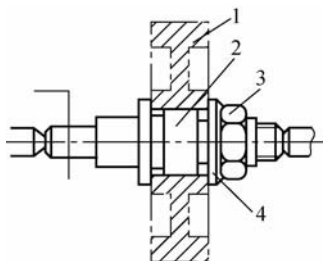


图 5-15 用圆柱心轴装夹工件

1—工件; 2—心轴; 3—螺母; 4—垫圈

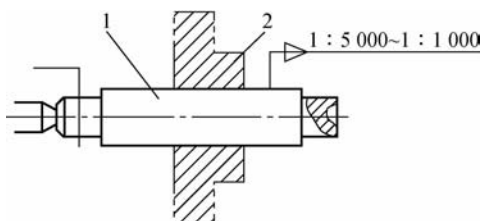


图 5-16 用锥度心轴装夹工件

1—心轴; 2—工件

3) 可胀心轴

图 5-17 所示为可胀心轴,它可以直接装在主轴锥孔内。工件装在可胀锥套上,拧动螺母,利用锥套沿锥体心轴的轴向移动使其胀开,撑住工件内孔。可胀锥套胀紧工件前,二者之间有 $0.5\sim 1.5\text{ mm}$ 的间隙,故装卸工件方便迅速,但工件对中性与可胀锥套的质量有很大关系。

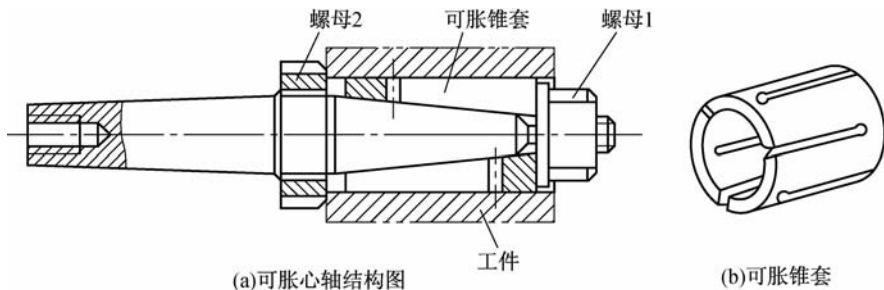


图 5-17 可胀心轴

5. 中心架和跟刀架的使用

加工细长轴时,为防止工件弯曲变形或产生振动,需要用中心架或跟刀架增加工件的刚度,以减少工件的变形。

如图 5-18 所示,中心架固定在车床床身上,先在被支撑的工件支撑处车出一小段光滑表面,然后调整中心架的三个支撑爪与其接触。

跟刀架与中心架不同,它固定在床鞍上,车削时与刀架一起移动,如图 5-19 所示。跟刀架适合于光轴加工,使用前需先在工件上靠后顶尖一端车出一小段外圆,并根据它来调节支撑爪的位置和松紧,支撑爪过松不起作用,过紧则使加工表面出现竹节形;然后再车出工件的全长。

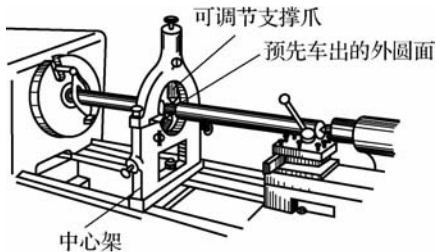


图 5-18 中心架的使用

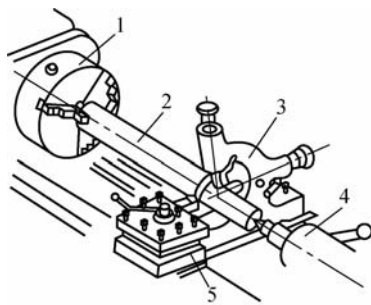


图 5-19 跟刀架的使用

1—三爪自定心卡盘；2—工件；3—跟刀架；4—尾座；5—刀架

使用中心架或跟刀架时,被支撑处要加润滑油进行润滑,工件的转速不能太高,以防工件与支撑爪之间因摩擦过热而烧坏和磨损。

6. 用花盘和角铁装夹工件

花盘是装夹在车床主轴上的大直径铸铁圆盘,盘面上有许多长槽用来穿入压紧螺栓,花盘端面平整并与其轴线垂直,如图 5-20 所示。花盘适合装夹待加工平面与装夹面平行、待加工孔的轴线与装夹面垂直的工件。利用花盘或角铁装夹工件时,也需仔细找正。同时,为减少质量偏心引起的振动,应加平衡块。

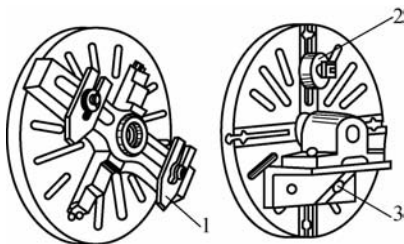


图 5-20 用花盘和角铁装夹工件

1—压板；2—平衡块；3—角铁

三、用三爪自定心卡盘装夹工件实训操作

- (1) 调整卡盘的三个卡爪,三个卡爪张开形成的圆大于工件直径。
- (2) 把 $\phi 40 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ 的圆钢放入卡盘,夹持长度为 20 mm,并稍夹紧。
- (3) 调整工件使工件没有明显跳动。
- (4) 用加力杆夹紧工件。

四、注意事项

- (1) 用卡盘直接装夹工件,夹持长度不宜太短,一般为 15~20 mm。
- (2) 用卡盘和顶尖一夹一顶装夹工件时,卡盘夹持部分不宜过长,一般为 10 mm。
- (3) 用三爪自定心卡盘一夹一顶装夹工件时,如中心孔已经钻好,装夹时要先顶正后再夹紧。
- (4) 装夹工件完成后,卡盘扳手应及时取下,以防发生危险。



五、评分标准

班 级		姓 名		学 号	
实 训	装夹工件				
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分
1	工具摆放整齐	10	酌情扣分		
2	工件伸出长度合理	20	酌情扣分		
3	工件装夹过程正确	20	酌情扣分		
4	工件装夹牢固,无跳动	20	酌情扣分		
5	卡盘扳手使用正确	20	酌情扣分		
6	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分		
综合得分		100			



复习思考题

1. 车床上用于装夹工件的方法有哪些？其装夹特点是什么？如何选用？
2. 采用一夹一顶方式装夹工件的注意事项是什么？
3. A型中心钻和B型中心钻的区别是什么？
4. 固定顶尖和回转顶尖各应用于什么场合？

实训三 安装车刀



知识目标

- 了解车刀的种类及用途；
- 了解车刀的结构组成；
- 了解车刀的主要角度；
- 了解车刀角度的功用和选择；
- 掌握车刀装夹的要求。



技能目标

- 能正确选择车刀；
- 能正确安装车刀。

一、实训内容

把45°外圆车刀和90°外圆车刀正确地安装在刀架上。

二、工艺知识

1. 常用车刀种类及用途

1) 车刀的种类

按用途的不同,车刀可分为外圆车刀、端面车刀、切断刀、内孔车刀、成形车刀和螺纹车



刀等,如图 5-21 所示。按结构形式的不同,车刀可分为整体车刀、焊接车刀、可转位车刀,如图 5-22 所示。车刀由刀体和刀头组成,刀体用来装夹车刀,刀头是刀具上夹持或焊接的刀片部分,形成刀具的切削刃。

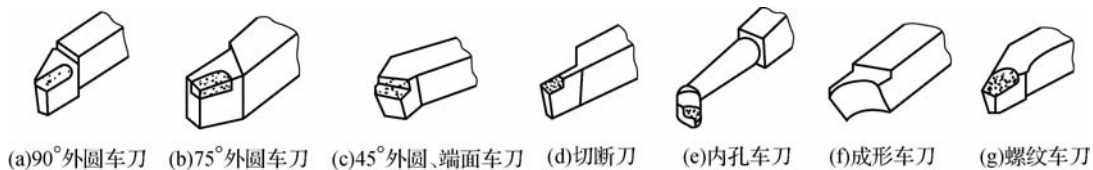


图 5-21 车刀的种类

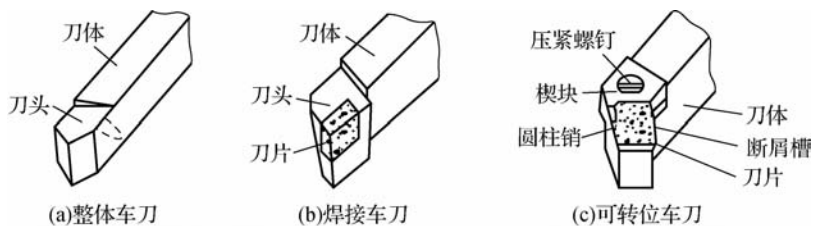


图 5-22 车刀的结构形式

整体车刀的刀头和刀体为整体同质材料(通常为高速钢),刀头的切削部分是经刃磨而获得的,切削刃用钝后可经刃磨而重新变得锋利。焊接车刀是将硬质合金或其他刀片焊接到刀头上,有多种形状和规格的硬质合金刀片可供选用。可转位车刀是将多切削刃的硬质合金或其他刀片用机械夹固的方法安装在刀头上,某一切削刃磨损后,只需转动刀片并重新紧固,就可用另一切削刃切削,切削刃磨损后也可更换刀片。

2) 车刀的用途

常用车刀的基本用途如图 5-23 所示。

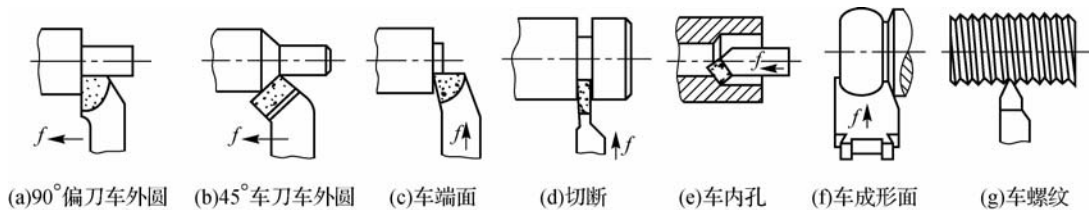


图 5-23 车刀的用途

- (1) 90°偏刀。90°偏刀主要用于车削外圆、台阶、外圆锥和端面。
- (2) 45°车刀。45°车刀主要用来车削外圆、端面和倒角。
- (3) 切断刀。切断刀用于切断或车槽。
- (4) 内孔车刀。内孔车刀用于车削内孔。
- (5) 成形车刀。成形车刀用于车削成形面。
- (6) 螺纹车刀。螺纹车刀用于车削螺纹。

2. 车刀切削部分的组成

车刀切削部分主要由面、刃、尖组成,即前刀面、后刀面、副后刀面、主切削刃、副切削刃、刀尖,如图 5-24 所示。任何车刀都由上述几个部分组成,但数量不完全一样。



图 5-24 车刀切削部分的组成

1) 前刀面

车削时随着工件的旋转和车刀的进给,工件过渡表面上的材料在切削力的作用下被切除,并流经刀具上的某个表面,这个表面就是前刀面。

2) 后刀面

后刀面是指刀具上与工件过渡表面相对的表面。

3) 副后刀面

副后刀面是指刀具上与已加工表面相对的表面。

4) 主切削刃

主切削刃是指前刀面和后刀面的交线,它担负主要的切削任务。

5) 副切削刃

副切削刃是指前刀面和副后刀面的交线,近刀尖部分参加少量切削工作。

6) 刀尖

刀尖是指主切削刃与副切削刃的交点。

另外,为了增加刀尖的强度,改善散热条件,一般在刀尖处磨有圆弧或直线过渡刃。通常副切削刃接近刀尖处的一段平直切削刃称为修光刃。装刀时必须使修光刃与进给方向平行,且修光刃长度要大于进给量,才能达到修光的作用,如图 5-25 所示。

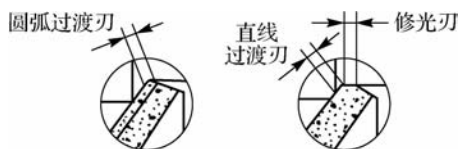


图 5-25 过渡刃与修光刃

3. 车刀的几何角度

1) 确定车刀角度的辅助平面

为了确定和测量车刀的几何角度,通常假设三个辅助平面作为基准,即切削平面、基面和正交平面,如图 5-26 所示。

(1) 切削平面。切削平面是过车刀主切削刃上的某一选定点,并与工件的过渡表面相切的平面。

(2) 基面。基面是过车刀主切削刃上的某一选定点,并与该点切削速度方向垂直的平面。由于过主切削刃上某一选定点的切削速度方向和过该点并与工件上的过渡表面相切的平面的方向是一致的,所以基面与切削平面相互垂直。

(3) 正交平面。正交平面是过车刀主切削刃上某一选定点,同时垂直于该点的切削平面和基面的

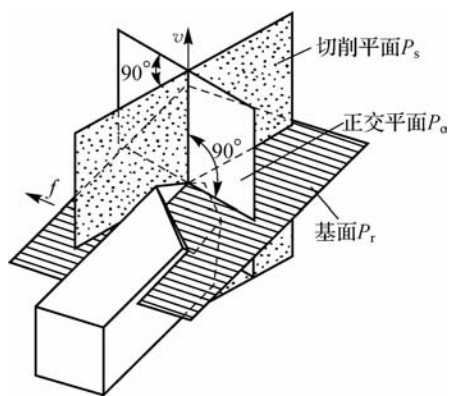


图 5-26 确定车刀角度的辅助平面



平面。正交平面分为主正交平面和副正交平面,分别用 P_0 和 P_0' 表示。

需要指出的是,上述定义是假设切削时只有主运动,不考虑进给运动,刀柄的中心线垂直于进给方向,且规定刀尖对准工件中心,此时基面与刀柄底平面平行,切削平面与刀柄底平面垂直,这种假设状态称为刀具的静止状态。静止状态的辅助平面是车刀刃磨、测量和标注角度的基准。

2) 车刀主要角度的含义

图 5-27 所示的车刀,切削部分共有前角(γ_0)、后角(α_0)、副后角(α_0')、主偏角(κ_r)、副偏角(κ_r')和刃倾角(λ_s)六个独立角度,以及楔角(β_0)和刀尖角(ϵ_r)两个派生角度。

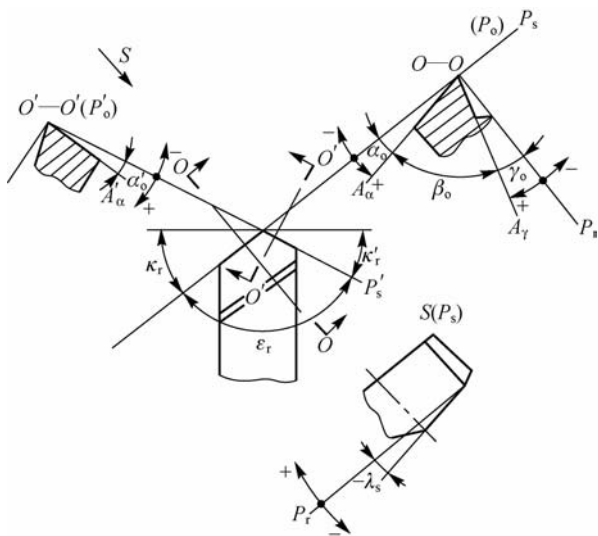


图 5-27 刀具基本角度的标注

(1) 在正交平面内测量的角度。在正交平面内测量的角度有前角、后角和楔角。

① 前角(γ_0)。前角是指前刀面与基面之间的夹角。

② 后角(α_0)。后角是指后刀面与切削平面之间的夹角。在主正交平面内测量后角,在副正交平面内测量副后角。

③ 楔角(β_0)。楔角是指前刀面与后刀面之间的夹角。它的大小与前角和后角的大小有关,通常可由式 $\beta_0 = 90^\circ - (\gamma_0 + \alpha_0)$ 来计算。

(2) 在基面内测量的角度。在基面内测量的角度有主偏角、副偏角和刀尖角。

① 主偏角(κ_r)。主偏角是指主切削刃在基面上的投影与进给运动方向间的夹角。

② 副偏角(κ_r')。副偏角是指副切削刃在基面上的投影与背离开进给方向的夹角。

③ 刀尖角(ϵ_r)。刀尖角是指主切削刃和副切削刃在基面上的投影之间的夹角。它影响刀尖的强度和散热性能,其值按式 $\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa_r')$ 来计算。

(3) 在切削平面内测量的角度。在切削平面内测量的角度主要是刃倾角。刃倾角(λ_s)是主切削刃与基面的夹角。

3) 车刀主要角度的作用及合理选择

所谓刀具合理角度就是在保证加工质量的前提下,能提高生产率和降低生产成本的角。当刀具材料与刀具结构确定后,合理选择刀具角度是保证加工质量、提高效率、降低成本的最有效途径。

(1) 前角的功用与选择。

①前角的功用。前角能使切削刃锋利,便于切削。前角增大,能减少切屑变形和摩擦,减小切削力,降低切削温度,减少刀具磨损,改善加工质量,抑制积屑瘤,减少加工硬化等。但前角过大,则刀具强度降低,散热体积减小,刀具寿命下降,容易造成崩刃。减小前角,则刀具强度提高,切屑变形增大,易断屑。但前角过小,会使切削力和切削热增加,刀具耐用度下降。因而前角不能太小,也不能太大,应有一个合理的参数值。

前角可为正、负或零度,在正交平面中,当前刀面与切削平面之间的夹角小于 90° 时前角为正,大于 90° 时前角为负,如图 5-28 所示。

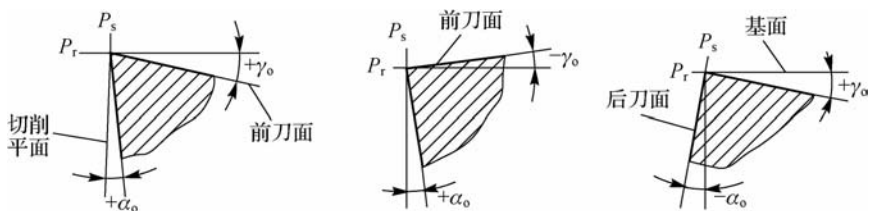


图 5-28 前后角正负的规定

②前角的选择原则。在刀具强度允许的条件下,尽量选用大的前角。选择方法从以下几个方面考虑。

a. 工件材料。工件材料的强度和硬度越大,产生的切削力越大,切削热越多,为使刀具有足够的强度和散热体积,防止崩刃和磨损,应采用小前角;反之,前角应大些;切削塑性材料时,为减小切削变形,降低切削温度,应选用大的前角,如用硬质合金车刀切削钢件可取 $\gamma_o = 10^\circ \sim 20^\circ$;切削脆性材料,由于形成崩碎切屑,切削变形小,所以增大前角的作用不明显,而这时切削力集中作用在切削刃附近且伴有一定程度的冲击振动,因此,为保证刀具具有足够的强度,防止崩刃,应选用较小的前角。

b. 刀具材料。刀具材料的抗弯强度和冲击韧性较低时,应选用较小的前角。高速钢刀具比硬质合金刀具的合理前角大 $5^\circ \sim 10^\circ$ 。

c. 加工性质。粗加工时,特别是断续切削,不仅切削力大、切削热多,且承受冲击载荷,为保证刀具有足够的强度和散热体积,应选用较小的前角。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,前角应取得较大些。

d. 工艺系统的刚度和机床功率。工艺系统刚度差和机床功率较小时,宜选用较大的前角,以减少切削力和振动。

(2) 后角的功用与选择。

①后角的功用。后角的主要功用是减小刀具后刀面与工件的摩擦,减轻刀具磨损。后角减小使刀具后刀面与工件表面间的摩擦加剧,刀具磨损加大,工件冷硬程度增加,加工表面质量差,尤其切削层厚度较小时,由于受刀具刃口钝圆半径的影响,上述情况更为严重。后角增大,摩擦减小,刀具磨损减少,也减小了刀具刃口的钝圆半径,提高了刃口锋利程度,易切下薄切屑,从而可减小工件表面粗糙度。但后角过大会减小切削刃强度和散热能力。

后角可为正或负,当后刀面与基面的夹角小于 90° 时后角为正,大于 90° 时后角为负,如图 5-28 所示。

②后角的选择原则。后角主要应根据切削层厚度选取。

a. 粗加工时以确保刀具强度为主,后角可取小值 $\alpha_o = 4^\circ \sim 6^\circ$;精加工时以保证加工表面

质量为主,一般取 $\alpha_o = 8^\circ \sim 12^\circ$ 。

b. 工件材料较硬,选小后角;工件材料较软,选大后角。

c. 当工艺系统刚度差,易产生振动时,为增强刀具对振动的阻尼作用,应选用较小的后角;对于尺寸精度要求高的精加工刀具,为减小重磨后刀具尺寸的变化,保证有较高的尺寸精度,后角应选用小值。

d. 一般车刀的副后角通常等于后角的数值,但对于一些特殊的刀具,为了保证其强度,只能取小值,如切断刀,通常取 $\alpha'_o = 1^\circ \sim 2^\circ$ 。

(3) 主偏角的功用与选择。

① 主偏角的功用。可改变主切削刃参加切削的长度,影响刀具寿命,影响切削分力的大小和方向。主偏角 κ_r 减小,刀尖角 ϵ_r 增大,增加了主切削刃参加切削的长度,刀具强度提高,散热性能变好,刀具寿命提高;主偏角 κ_r 减小还可降低已加工表面残留面积的高度,提高表面质量。但主偏角 κ_r 减小,使吃刀抗力 F_y 增大,如加工细长轴时,工件刚度不足,小的主偏角会使刀具作用在工件上的径向力增大,易产生弯曲和振动,如图 5-29 所示;主偏角减小使切削层公称厚度变小,断屑效果变差。车刀常用的主偏角有 45° 、 60° 、 75° 、 90° 等几种。

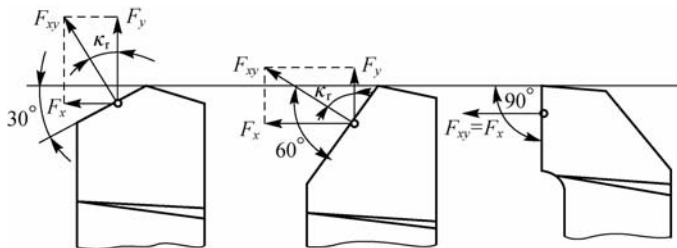


图 5-29 主偏角对切削分力的影响

② 主偏角的选择原则。在工艺系统刚度允许的情况下,选择小的主偏角,这样有利于提高刀具的寿命。

(4) 副偏角的功用和选择。

① 副偏角的功用。副偏角的功用主要是减小副切削刃和已加工表面的摩擦。副偏角减小,可以显著降低残留面积的高度,降低工件表面粗糙度,同时刀尖角 ϵ_r 增大,散热条件好转,从而提高刀具寿命。但副偏角过小会增加副后刀面与工件之间的摩擦,并使径向力增大,易引起振动。

② 副偏角的选择。副偏角主要根据工件已加工表面的粗糙度要求和刀具强度来选择,在不引起振动的情况下,尽量取小值。但对于切断刀、锯片刀来说,为保证刀头强度,只能取很小的副偏角,一般取 $\kappa'_r = 1^\circ \sim 2^\circ$ 。

(5) 刃倾角的功用及选择。

① 刃倾角的功用。刃倾角的主要作用是控制排屑方向,如图 5-30 所示。当刃倾角为负值时,可增加刀头的强度,并在车刀受冲击时保护刀尖。刃倾角还会影响前角及切削刃的锋利程度。增大刃倾角能使切削刃锋利,并可切下很薄的金属层。

刃倾角有正、负和零之分。当主切削刃和基面平行时,刃倾角为零,切削时,切屑基本上朝垂直于主切削刃的方向排出,如图 5-30(a)所示。当刀尖位于主切削刃最高点时,刃倾角为正值。切削时,切屑朝工件待加工面的方向排出,如图 5-30(b)所示。切屑不易擦伤已加工表面,工件表面粗糙度值较小,但刀尖强度较差。尤其是车削不连续的工作表面时,由于

冲击力较大,刀尖易损坏。当刀尖位于主切削刃最低点时,刃倾角为负值。切削时,切屑朝工件已加工表面的方向排出,如图 5-30(c)所示,容易擦伤已加工表面,但刀尖强度高。在车削有较大冲击力的工件时,最先承受冲击的着力点在远离刀尖的切削刃处,从而保护了刀尖,如图 5-30(d)所示。

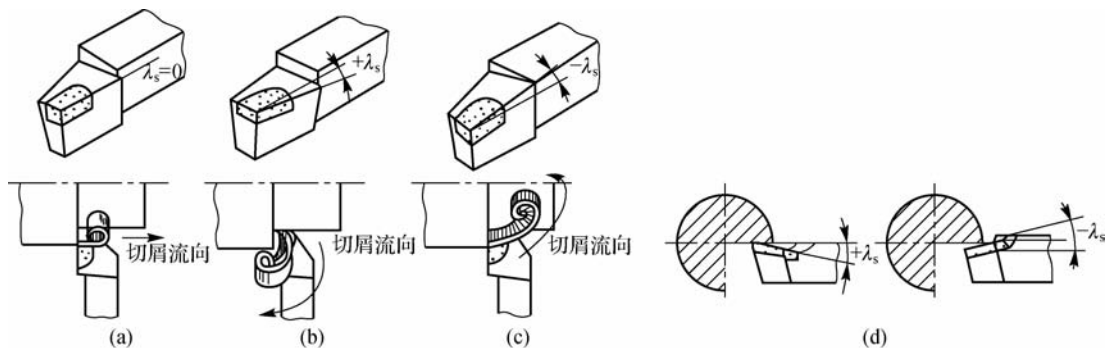


图 5-30 刃倾角及其作用

②刃倾角的选择。选择刃倾角时通常主要考虑工件材料、刀具材料和加工性质。粗加工和断续切削时,所受冲击力较大。为了提高刀尖强度,应选负刃倾角;车削一般工件则取零度刃倾角;精车时,为了避免切屑将已加工表面划伤,刃倾角应取正值。微量进给精车外圆或内孔时可取较大刃倾角。

刀具几何角度是一个有机的整体,各角度之间既有联系又互相制约,各个角度在切削过程中对切削性能的影响既存在有利的一面,又有不利的一面,因此,在选择刀具几何角度时,应从具体的生产条件出发,抓住影响切削性能的主要几何角度,综合地考虑和分析各个角度之间的相互关系,充分发挥各角度的有利作用,限制和克服不利的影响。生产上广泛使用的先进刀具就是这样综合分析制造出来的。

4. 车刀装夹的具体要求

(1)将刀架安装面、车刀及垫片用棉纱擦净,把车刀安装在刀架上,车刀垫片应平整,无毛刺,厚度均匀,车刀下面的垫片应尽量少,垫片应与刀架的边缘对齐,且至少要用两个螺钉压紧,在不影响观察的前提下,车刀伸出部分的长度尽量短些,以增强其刚度。伸出长度以刀杆厚度的 1~1.5 倍为宜,如图 5-31 所示。车刀伸出过长,刀杆的刚度相对较弱,车削时容易产生振动,影响工件加工表面的表面质量,甚至使车刀损坏,如图 5-32 所示。

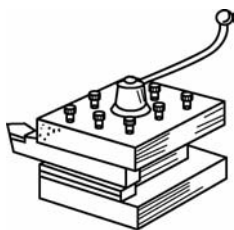


图 5-31 车刀装夹正确

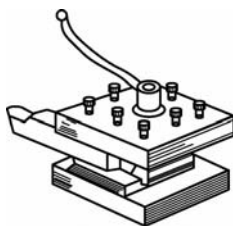


图 5-32 车刀伸出过长

(2)车刀刀杆中心线应与进给方向垂直,保证车刀有合理的主、副偏角,如图 5-33 所示。

(3)车刀的刀尖应装得与工件回转中心等高,如图 5-34 所示。若车刀的刀尖高于工件回



转中心,会使车刀的实际后角减小,车刀后刀面与工件之间摩擦增大,如图 5-35 所示。若车刀的刀尖低于工件回转中心,会使车刀的实际前角减小,切削面阻力增大,车削不顺利,如图 5-36 所示,在车削端面至中心时会在工件上形成凸头,如图 5-37 所示,或造成刀尖崩碎,如图 5-38 所示。

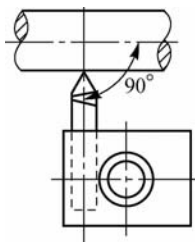


图 5-33 刀杆中心线与进给方向垂直

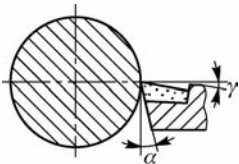


图 5-34 刀尖对准工件回转中心

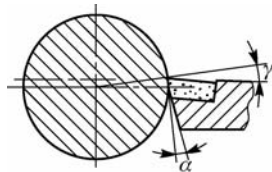


图 5-35 刀尖过高

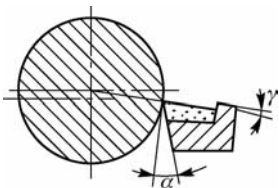


图 5-36 刀尖过低

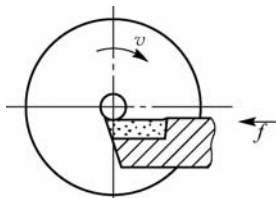


图 5-37 工件上形成凸头

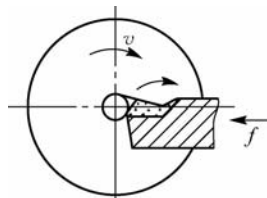


图 5-38 刀尖崩碎

车刀刀尖对准工件回转中心的方法主要有以下几种。

- ①根据车床中心高,用钢直尺测量装刀,如图 5-39 所示。这种方法比较简便。
- ②利用车床尾座后顶尖对刀,装夹车刀,如图 5-40 所示。

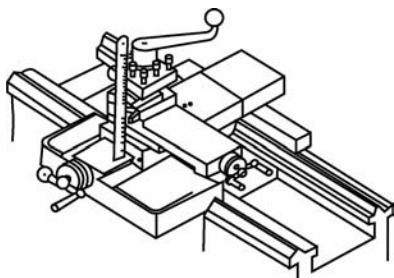


图 5-39 用钢直尺量中心高

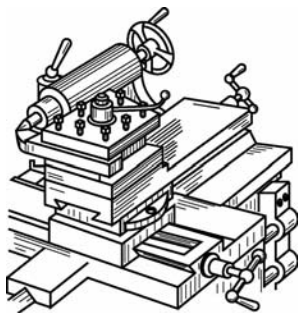


图 5-40 用车床尾座后顶尖对中心高

三、安装车刀实训操作

- (1)选择车刀,并把车刀、刀片及刀架擦干净。
- (2)调整车刀刀尖的高度使其对准工件回转中心。
- (3)调整车刀伸出长度。
- (4)适当夹紧车刀,调整车刀主偏角。

四、注意事项

- (1)装夹车刀时应把刀架锁紧,以防在夹紧车刀时刀架转动造成危险。



(2)用顶尖对刀尖高度时,不要让刀尖和顶尖接触,以防损坏车刀。

五、评分标准

班 级	姓 名	学 号				
实 训	安 装 车 刀					
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分	
1	垫片选择及放置合理	10	酌情扣分			
2	车刀刀尖高度正确	20	酌情扣分			
3	车刀伸出长度合理	20	酌情扣分			
4	车刀角度调整合理	20	酌情扣分			
5	车刀安装过程合理	20	酌情扣分			
6	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分			
综合得分		100				



复习思考题

1. 为什么安装车刀时要稍夹紧再调整角度?
2. 车刀伸出太长对车削会有哪些不利影响?
3. 车刀刀尖不对准工件回转中心会产生什么问题?
4. 如何合理选择车刀的几何角度?
5. 车刀前角和刃倾角的区别是什么?
6. 车刀的独立的角度包括哪些?

课题二 车削加工

每个操作者学会操作机床以后,最渴望做的就是能进行车削加工,感受一下刀具去除材料的过程。在刀具和工件都已准备好的情况下,通过以下操作方法的训练就可以进行车削加工。

车削加工包括车削端面、车削外圆和台阶、切槽与切断、孔加工、车削圆锥、车削成形面及滚花、车削螺纹。通过学习车削的基本技能,掌握车削方法,利用所学知识和技能最终完成零件的加工。

实训一 车削端面



知识目标

- 理解切削用量的含义;
- 掌握车削端面的方法。



技能目标

- 能合理选择切削用量；
- 能正确车削工件端面。

一、实训内容

车削工件的端面。

二、工艺知识

1. 切削用量

切削用量是度量主运动和进给运动大小的参数。它包括背吃刀量、进给量和切削速度。

1) 背吃刀量 a_p

工件上已加工表面与待加工表面之间的垂直距离称为背吃刀量。如图 5-41 所示,车外圆时的背吃刀量的计算公式为

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (5-1)$$

式中, a_p 为背吃刀量, mm; d_w 为待加工表面直径, mm; d_m 为已加工表面直径, mm。

2) 进给量 f

工件每转一圈,车刀沿进给方向移动的距离称为进给量。它是衡量进给运动大小的参数,其单位为 mm/r,如图 5-42 所示。进给量又分纵向进给量和横向进给量。沿床身导轨方向的进给量是纵向进给量,沿垂直于床身导轨方向的进给量是横向进给量。

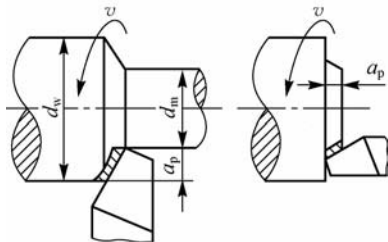


图 5-41 背吃刀量

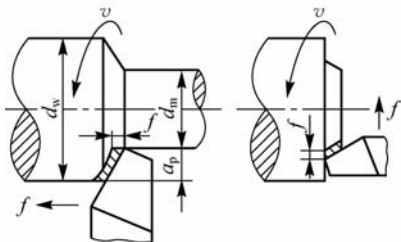


图 5-42 进给量

3) 切削速度 v_c

切削刃某选定点相对于工件的主运动的瞬时速度称为切削速度,它是衡量主运动大小的参数。车削时切削速度的计算公式为

$$v_c = \frac{\pi d n}{1\,000} \quad (5-2)$$

式中, v_c 为切削速度, m/min; d 为工件待加工表面直径, mm; n 为主轴转速, r/min。

车削时,若转速 n 值一定,工件上不同直径处的切削速度不相同,那么在计算时应取最大的切削速度。为此,车外圆时应以工件待加工表面直径计算。

2. 切削端面的方法

端面是长度尺寸的基准,在车削中通常首先要车削端面。常用的端面车刀和车端面的方法如图 5-43 所示。

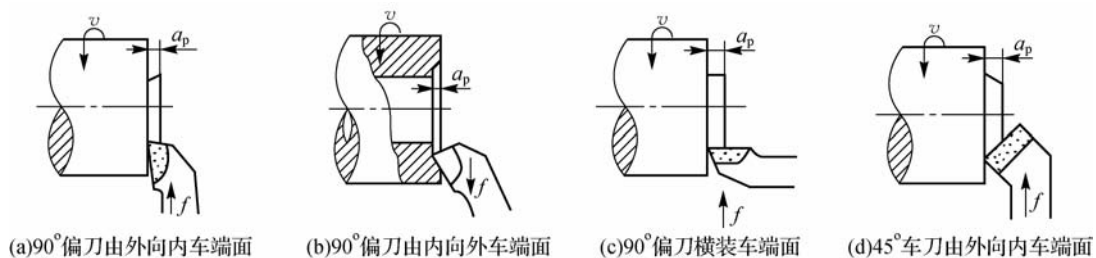


图 5-43 车端面

三、车削端面实训操作

- (1) 根据车削对象调整车削端面的切削用量。
- (2) 开动机床使工件旋转。
- (3) 移动小滑板或床鞍使刀具触碰到工件端面进行对刀。
- (4) 车刀横向退出后,控制背吃刀量。
- (5) 手动或机动作横向进给车削端面。

四、注意事项

- (1) 车刀的刀尖应对准工件中心,以免车出的端面中心留有凸台。
- (2) 用偏刀车端面,当背吃刀量较大时,容易扎刀。而且到工件中心时是将凸台一下车掉,也容易损坏刀尖。用弯头刀车端面,凸台是逐渐被车掉的,所以车端面用弯头刀较为有利。
- (3) 端面的直径从外到中心是变化的,切削速度也在改变,不易车出较小的表面粗糙度值,因此,工件转速可比车外圆时选择得高一些。为减小端面的表面粗糙度值,可由中心向外切削。
- (4) 车直径较大的端面,若出现凹心或凸肚时,应检查车刀和方刀架是否锁紧,以及床鞍的松紧程度。为使车刀准确地横向进给而无纵向松动,应将床鞍锁紧在床面上,此时可用小滑板调整背吃刀量。

五、评分标准

班 级	姓 名	学 号	车削端面		
实 训					
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分
1	切削用量选择合理	30	酌情扣分		
2	对刀和被吃刀量控制过程正确	20	酌情扣分		
3	横向进给方向正确	20	酌情扣分		
4	端面车削质量平整,表面粗糙度值小	20	酌情扣分		
5	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分		
综合得分		100			



复习思考题

1. 为什么车削端面主轴要选择较高转速?
2. 车削较大直径端面时为什么允许中间凹?

实训二 车削外圆与台阶



知识目标

- 理解粗车和精车的含义;
- 掌握外圆、长度尺寸的保证方法;
- 了解常用量具的种类及使用方法;
- 掌握车削台阶的过程。



技能目标

- 能车削台阶轴;
- 能保证外圆和长度尺寸达到车削要求;
- 能测量外圆及长度尺寸。

一、实训内容

车削外圆与台阶。

二、工艺知识

1. 车削外圆

将工件车削成圆柱形外表面的方法称为车削外圆,车削外圆是车削加工中最基本、最常见的工序,车削外圆的几种情况如图 5-44 所示。

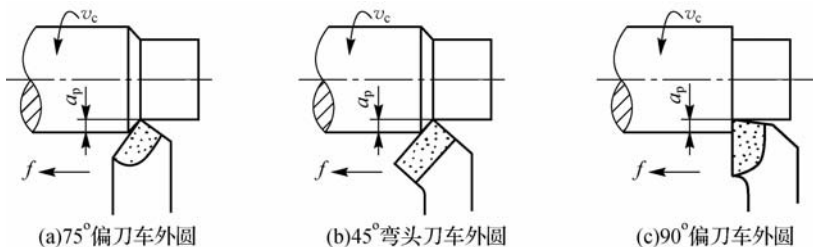


图 5-44 车削外圆

车削方法一般采用粗车和精车两个步骤。

1) 粗车

粗车的目的是尽快从工件上切去大部分加工余量,使工件接近图样要求的形状和尺寸。粗车要给精车留有适当的加工余量,其精度和表面粗糙度要求并不高,因此,粗车的目的之一是提高生产率。为了保证刀具寿命及减少刃磨次数,粗车时,要先选用较大的背吃刀量,然后再根据可能适当加大进给量,最后选取合适的切削速度。粗车时一般选用尖头刀、弯头

刀或 75° 偏刀。

2) 精车

精车的目的是切去粗车给精车留下的加工余量,以保证零件的尺寸精度和表面粗糙度。在选择精车切削用量时,首先应选取合适的切削速度,再选取进给量,最后根据工件尺寸来确定背吃刀量。

精车时为保证工件的尺寸要求可采用试切法。试切法就是经过试切—测量—调整—再试切,直至工件尺寸达到要求的方法。

2. 车削台阶

台阶是有一定长度的圆柱面和端面的组合,很多轴、盘、套类零件上都有台阶。在车削外圆的同时需车出台阶端面,车台阶常用主偏角大于 90° 的偏刀。粗车时,若台阶高度小于 5 mm,可一次车出;若高度大于 5 mm,可用分层法多次走刀完成。

通常控制台阶长度尺寸有以下几种方法。

1) 用划线法控制台阶长度

先用钢直尺或样板量出台阶的长度尺寸,用车刀刀尖在台阶的所在位置处车出细线,车削时刀具走到划线处即可,如图 5-45(a) 所示。

2) 用挡铁控制台阶长度

在成批生产台阶轴时,可用挡铁定位来控制,如图 5-45(b) 所示。

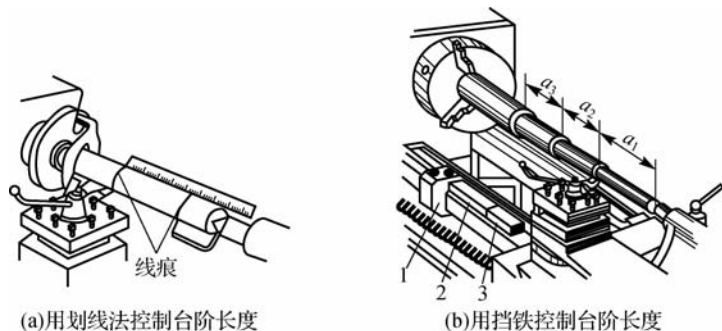


图 5-45 车削台阶长度的控制方法

1—挡铁; 2、3—挡块

3) 用床鞍纵向进给刻度盘控制台阶长度

一般车削都可用此方法。车削时需要确定长度基准,床鞍进给刻度盘的增量即为车削长度,具体方法如下:用手摇动床鞍和中滑板的进给手柄,使车刀刀尖靠近工件的右端面,床鞍刻度近似于对准“0”,反摇床鞍使刀尖离开工件 $2\sim 3$ mm,正摇床鞍精确对准“0”,摇动小滑板使刀尖和工件端面接触,长度基准即确定,但小滑板不能再进行移动。

3. 常用量具

1) 游标卡尺

游标卡尺是机械加工中使用最广泛的量具之一,是由毫米分度值的尺身和一段能滑动的游标构成,它能够把毫米位下一位的估读数较准确地读出来,因而是比钢直尺更准确的测量仪器。它可以直接测量出工件的内径、外径、中心距、宽度、长度和深度等。游标读数(或



称游标细分)原理是利用尺身刻线间距与游标刻线间距的间距差实现的。游标卡尺的测量精度有 0.1 mm、0.05 mm 和 0.02 mm 三种,测量范围有 0~125 mm、0~200 mm、0~500 mm 等多种规格。

(1)刻度原理。游标卡尺是由尺身、游标、尺框组成的,如图 5-46 所示。尺身每小格为 1 mm,每大格为 10 mm。只是游标与尺身刻线宽度相对应的关系不同。下面以 0.02 mm 游标卡尺为例来说明其刻度原理。游标卡尺的尺身每格刻线宽度为 1 mm,使尺身上 49 格刻线的宽度与游标上 50 格刻线的宽度相等,则游标的每格刻线宽度为 $49/50=0.98$ mm,尺身和游标的刻线间距之差为 $1.00-0.98=0.02$ mm,这个差值就是 0.02 mm 游标卡尺的分度值,刻度原理如图 5-47 所示。

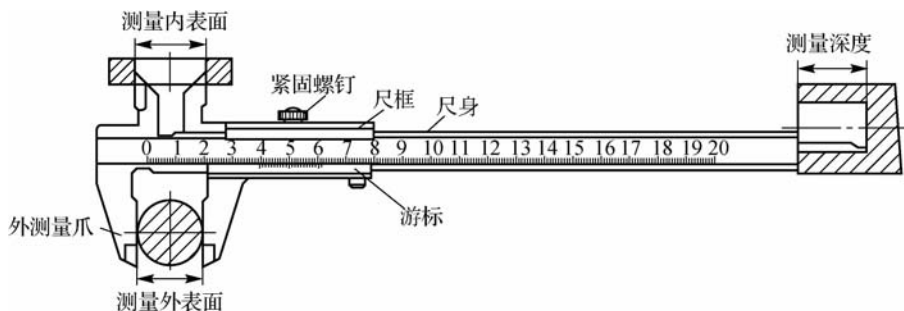


图 5-46 游标卡尺的结构

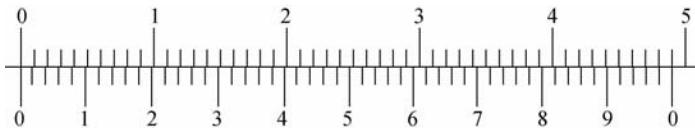


图 5-47 游标卡尺刻度原理

(2)读数方法。使用游标卡尺测量工件时,读数可分为下面 3 个步骤(以 0.02 mm 游标卡尺为例)。

①读整数。读出游标零线左边最靠近零线的尺身刻度值,该数值就是被测件的整数值。

②读小数。找出与尺身刻线对准的游标刻线,将其数值乘以游标分度值 0.02 mm 所得的积,即为被测件的小数值。

③整个读数。把整数和小数两次读数值相加,就是被测工件的整个读数值。读数示例如图 5-48 所示,读数为 $23+10\times 0.02=23.20$ mm。

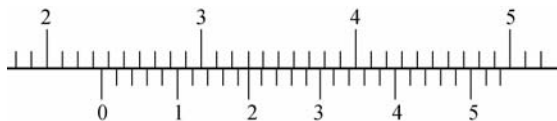


图 5-48 读数示例

2) 千分尺

千分尺是示值为 0.01 mm 的量尺,按用途可分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺三种类型。外径千分尺的结构如图 5-49 所示。外径千分尺按其测量范围有 0~25 mm、

25~50 mm、50~75 mm、75~100 mm 等多种规格。

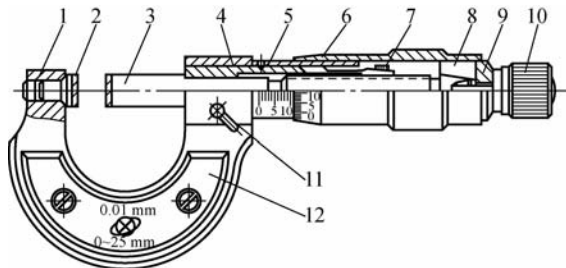


图 5-49 外径千分尺的结构

- 1—尺架；2—测砧；3—测微螺杆；4—螺纹轴套；5—固定套筒；6—微分筒；
7—螺帽；8—接头；9—密封盖；10—旋转帽；
11—手把；12—绝热板

(1) 刻度原理。外径千分尺是利用螺旋传动原理，将角位移变成直线位移来进行长度测量的。如图 5-49 所示，微分筒与其内部的测微螺杆连接成一体，上面刻有 50 条等分刻线，当微分筒旋转一周时，由于测微螺杆的螺距一般为 0.5 mm，所以测微螺杆就轴向移动 0.5 mm。当微分筒转过一格时，测微螺杆轴向移动距离为 $0.5 \text{ mm}/50 = 0.01 \text{ mm}$ ，这是千分尺的刻度原理。

(2) 读数方法。千分尺的读数机构是由固定套筒和微分筒组成的。固定套筒上的纵向刻线是微分筒读数值基准线，而微分筒锥面的端面是固定套筒读数值指示线。固定套筒纵刻线的两侧各有一排均匀刻线，刻线的间距都是 1 mm，且相互错开 0.5 mm，标出数字的一侧表示毫米数，未标数字的一侧即为 0.5 mm。用千分尺进行测量时，其读数也可分为以下三个步骤。

① 读整数。读出微分筒锥面的端面左边固定套筒露出来的刻线数值，即被测件的整数或 0.5 mm。

② 读小数。找出与基准线对准的微分筒上的刻线数值，如果此时整数部分的读数值为整数，那么该刻线数值就是被测件的小数值；如果此时整数部分的读数值为 0.5 mm，则该刻线数值还要加上 0.5 mm 后才是被测件的小数值。

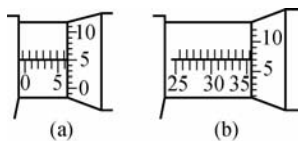


图 5-50 千分尺的读数

③ 整个读数。将整数和小数两次读数值相加，就是被测件的整个读数值。读数示例如图 5-50 所示，读数分别为 $6 + 0.05 = 6.05 \text{ mm}$ ， $35 + 0.5 + 0.07 = 35.57 \text{ mm}$ 。

3) 百分表

百分表是刻度值为 0.01 mm、指针可转一周以上的机械式量表。它只能测出相对数值，不能测出绝对数值。百分表主要用来检查工件的尺寸、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。百分表的结构如图 5-51 所示。当测量杆向上或向下移动 1 mm 时，通过齿轮传动系统带动大指针转一圈，小指针转一格。刻度盘在圆周上有 100 等分的刻度线，其每格的读数为 $1/100 = 0.01 \text{ mm}$ 。常用百分表小指针刻度盘的圆周上有 10 个等分格，每格为 1 mm。用百分表测量时，大小指针所示读数之和即为尺寸变化量。也就是说，先读小指针转过的刻度值（即毫米的整数），再读大指针转过的刻度值（即小



数部分),并乘以 0.01,然后两者相加,即可得到所测量的数值。百分表使用时常装在专用的百分表架上,如图 5-52 所示。

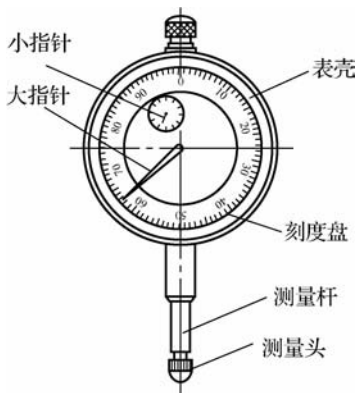


图 5-51 百分表的结构

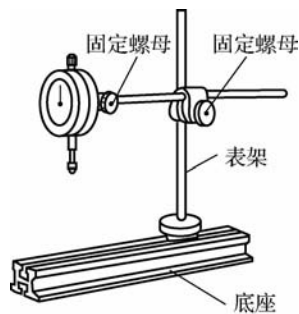


图 5-52 百分表的固定

测量时,为了读数方便,常把指针转到表盘的零位作为起始值。对准零位时,先使测量头与基准表面接触,在测量范围允许的条件下,使指针转过 2~3 圈后再把表紧固住,然后对准零位。同时,百分表的测量要与被测工件表面保持垂直,而测量圆柱形工件时,测量杆的中心线则应垂直地通过被测工件的中心线,否则将增大测量误差。

三、车削外圆与台阶实训操作

按图 5-53 所示车削步骤车削外圆,可分多次从大到小进行车削。

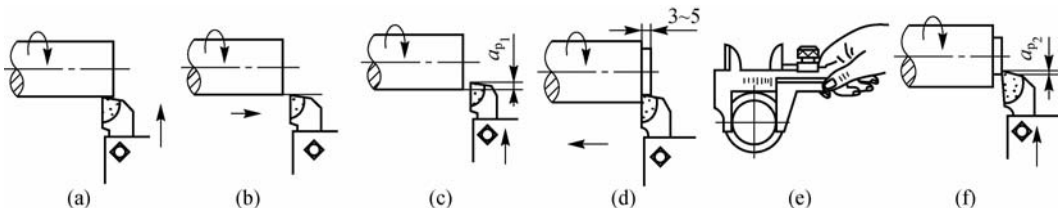


图 5-53 车削外圆试切方法和步骤

- (1)开车使工件旋转,使刀具刀尖和工件外圆表面接触对刀。
- (2)刀尖和工件外圆接触后刀具向右退出。
- (3)调整背吃刀量 a_{p1} , a_{p1} 根据需要去除的余量来计算。
- (4)自动进给车削工件 3~5 mm,停止自动进给。
- (5)中滑板不动,向右退出车刀,并停车,用游标卡尺测量工件,判断是否符合尺寸要求。
- (6)如果未达到要求尺寸,调整背吃刀量 a_{p2} , a_{p2} 为测量的外圆直径尺寸减去所要加工的外圆直径尺寸的一半,重复(4)和(5)的操作步骤,直至工件符合尺寸。

四、注意事项

- (1)车削时,必须戴好防护眼镜,女生戴好工作帽。
- (2)台阶平面和外圆相交处要清角,防止出现小台阶和深的凹坑。



- (3) 机动车削台阶时, 刀具接近台阶端面应停止自动走刀, 手动车削到需要的长度。
- (4) 主轴没有停稳, 不得测量工件。
- (5) 切屑要用专用铁钩清除, 不能使用游标卡尺或其他工具清除、切屑。
- (6) 使用游标卡尺测量前应将测量面擦干净, 保证两测量爪间不存在显著的间隙, 并校正零位。
- (7) 使用游标卡尺测量时, 移动游标的力度要适当, 测量力不宜过大。
- (8) 使用游标卡尺测量读数时, 操作者的视线要与标尺刻线方向一致, 以免造成视差。
- (9) 使用千分尺测量前必须校正零位。
- (10) 使用千分尺测量时, 手应握在隔热垫处, 测量器具与被测件必须等温, 以减少温度对测量精度的影响。
- (11) 测量读数时要特别注意 0.5 mm 刻度的读取。

五、评分标准

班 级	姓 名	学 号			
实 训	车削外圆与台阶				
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分
1	切削用量选择合理	10	酌情扣分		
2	对刀和背吃刀量控制过程正确	20	酌情扣分		
3	试切方法正确	20	酌情扣分		
4	测量方法正确	20	酌情扣分		
5	尺寸控制方法正确	20	酌情扣分		
6	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分		
综合得分		100			



复习思考题

- 比较粗车和精车的加工目的、加工质量、切削用量的区别。
- 卧式车床横向进给丝杠螺距为 5 mm, 横向进给手柄刻度有 100 小格, 如果横向进给手柄转过 25 小格时, 刀具横向移动多少? 直径 50 mm 的外圆要车削到直径为 35 mm, 对刀试切后刀具横向移动多少?
- 简述用床鞍控制长度、确定长度基准的过程。

实训三 切槽与切断



知识目标

- 了解切槽的种类;
- 掌握切槽的方法;
- 掌握切断工件的方法与技巧。

技能目标

- 能在轴类工件上切槽；
- 能切断工件。

一、实训内容

加工螺纹退刀槽。

二、工艺知识

1. 切槽

在工件表面上车削沟槽的方法称为切槽。用车削加工的方法加工出的槽有外槽、内槽和端面槽等,如图 5-54 所示。

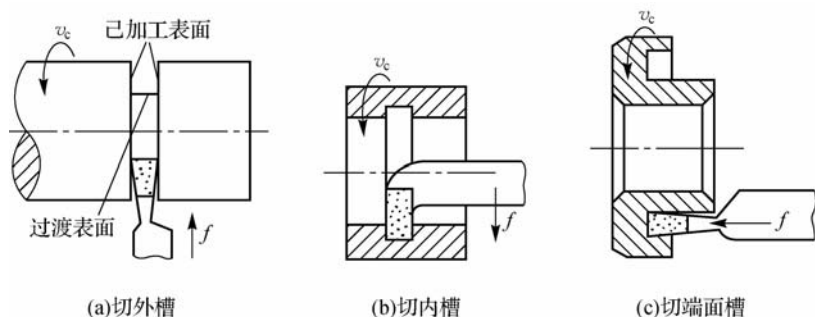


图 5-54 切槽的形状

轴上的外槽和孔的内槽均属退刀槽。退刀槽的作用是车削螺纹或进行磨削时便于退刀,否则该工件将无法加工。同时,在轴上或孔内装配其他零件时,也便于确定其轴向位置。端面槽的主要作用是减轻结构重量。有些槽还可以安装弹簧或垫圈等。

切削宽度 5 mm 以下的窄槽时,可采用主切削刃的宽度等于槽宽的切槽刀在一次横向进给中切出。切削宽度 5 mm 以上的宽槽时,一般采用先分段横向粗车,最后一次横向切削后,再进行纵向精车的方法,如图 5-55 所示。

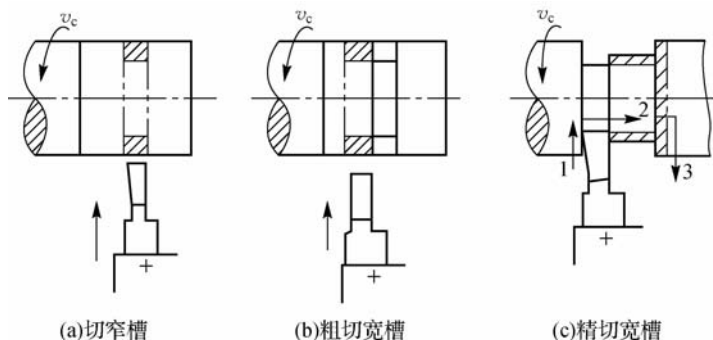


图 5-55 切槽的方法

2. 切断

切断是将坯料或工件从夹持端上分离下来,主要用于圆棒料按尺寸要求下料或把加工完毕的工件从坯料上切下来。常用的切断方法有直进法和左右借刀法两种,如图 5-56 所示。

切断要选用切断刀,切断刀的形状与切槽刀相似,只是刀头更加窄长,所以刚度也更差,容易折断。

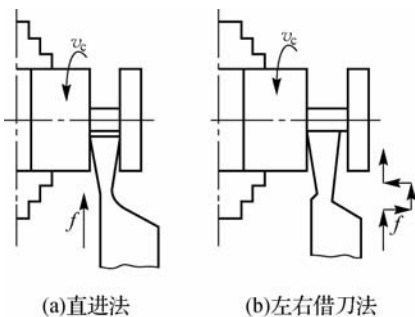


图 5-56 切断方法

三、加工螺纹退刀槽实训操作

用直进法加工螺纹退刀槽的步骤如下。

- (1)选择切削用量。
- (2)选择切槽位置。
- (3)外圆表面对刀,中滑板刻度对“零”。
- (4)切槽保证槽底直径。
- (5)横向移动车刀切槽,保证槽宽尺寸。
- (6)工件加工完毕后切断工件。

四、注意事项

- (1)切断时,刀尖必须与工件等高,否则切断处将留有凸台,容易损坏刀具。
- (2)切断处应靠近卡盘,增加工件刚度,减小切削时的振动。
- (3)切断刀伸出不宜过长,以增强刀具刚度。
- (4)切断时,切削速度要慢,采用缓慢均匀的手动进给,即将切断时必须放慢进给速度以免刀头折断。
- (5)手动进给切断时,摇动手柄应连续均匀,避免因摩擦和冷硬现象而加剧刀具磨损。
- (6)切断钢件时应浇注切削液,以加速切断过程中的散热。

五、评分标准

班 级	姓 名	学 号				
实 训	加工螺纹退刀槽					
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分	
1	切削用量选择合理	20	酌情扣分			
2	对刀和背吃刀量控制过程正确	20	酌情扣分			
3	横向进给方向正确	20	酌情扣分			
4	端面车削质量平整,表面粗糙度值小	30	酌情扣分			
5	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分			
综合得分		100				



复习思考题

简述切槽的方法。

实训四 内孔加工



知识目标

- 了解钻孔的方法和步骤；
- 了解车孔的关键技术；
- 掌握车孔的方法和步骤。



技能目标

- 能车削内孔，保证其尺寸要求。

一、实训内容

加工内孔。

二、工艺知识

在车床上可以使用钻头、扩孔钻、铰刀等定尺寸刀具加工孔，也可以使用内孔车刀车孔。内孔加工和外圆加工相比在观察、排屑、冷却、测量及尺寸控制等方面都比较困难，再加上刀具的形状、尺寸受内孔尺寸的限制等因素的影响，使内孔的加工质量受到影响。

1. 钻孔

用钻头在实体材料上加工孔的方法称为钻孔。在车床上钻孔与在钻床上钻孔的切削运动不同，在钻床上加工的主运动是钻头的旋转，进给运动是钻头的轴向进给；在车床上钻孔时，主运动是工件旋转，钻头装在尾座的套筒中，用手转动手轮使套筒带着钻头实现进给运动，如图 5-57 所示。车床钻孔的精度不高，一般用于加工精度要求不高的孔或作为高精度孔的粗加工。

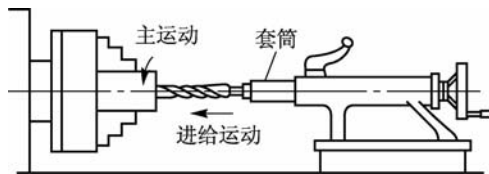


图 5-57 在车床上钻孔

2. 车孔

1) 车孔概述

车孔是利用内孔车刀对工件上已铸出、锻出或钻出的孔进行扩径加工。车孔通常分车通孔和车不通孔，如图 5-58 所示。

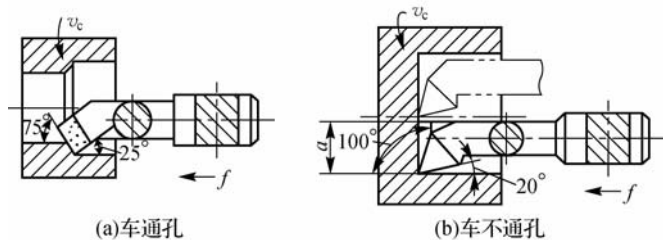


图 5-58 在车床上车孔

2) 车孔的关键技术

车孔的关键技术是解决内孔车刀的刚度和排屑问题。增加内孔车刀的刚度主要采用以下两项措施。

(1) 尽量增加刀杆的截面积。一般内孔车刀的刀杆截面积小于孔截面积的四分之一, 如果内孔车刀的刀尖位于刀杆的中心线上, 这时刀杆的截面积可达最大状态, 如图 5-59 所示。



图 5-59 增加刀杆截面积

(2) 尽可能缩短刀杆的伸出长度。为了增加刀杆刚度, 刀杆伸出长度只要略大于孔深即可, 并且要求刀杆的伸出长度能根据孔深加以调节。

解决排屑问题主要是控制切屑的流出方向。精车通孔时要求切屑流向待加工表面(前排屑), 可以采用正的刃倾角的内孔车刀。加工不通孔时, 应采用负的刃倾角, 使切屑从孔口排出。

三、内孔加工实训操作

1. 钻孔

1) 车平端面

为便于钻头定心, 应先将工件端面车平。

2) 预钻中心孔

用中心钻在工件中心处先钻出定心孔, 以防止将孔钻偏。

3) 装夹钻头

选择与所钻孔直径对应的麻花钻, 麻花钻工作部分的长度应略大于孔深。如果是直柄麻花钻, 则用钻夹头装夹后再把钻夹头的锥柄插入尾座套筒。对于锥柄麻花钻, 如钻头太小可加过渡锥套, 或直接插入尾座套筒中。

4) 调整尾座纵向位置

松开尾座锁紧装置, 移动尾座, 直至钻头接近工件, 将尾座锁紧在床身上, 此时要考虑加工时套筒伸出不要过长, 以保证尾座的刚度。

5) 开车钻孔

钻孔是封闭式切削, 散热困难, 容易导致钻头过热, 因此, 钻孔的切削速度不宜过高。开始钻削时进给要慢一些, 然后以正常进给量进给。钻不通孔时, 可利用尾座套筒上的刻度控制深度, 也可在钻头上作深度标记来控制孔的深度, 还可以用深度尺测量。孔将钻通时, 应减缓进给速度, 以防钻头折断。钻孔结束后, 先退出钻头, 然后停车。钻深孔时应经常将钻头退出, 以利排屑和冷却钻头。钻削钢件时, 应加注切削液。

2. 车削内孔

1) 选择和安装内孔车刀

车通孔应选用通孔车刀, 车不通孔要用不通孔车刀; 车刀刀杆应尽可能粗些, 伸出刀架的长度应尽量小, 以减少振动, 但不应小于车孔深度; 刀尖与孔中心等高或略高些, 以减小车刀下部碰到孔壁的可能性; 刀杆中心线应大致平行于纵向进给方向; 车平底孔时, 车刀刀尖到刀杆背面的距离必须小于孔的半径, 否则孔底中心部位无法车平。

2) 切削用量选择

车孔时, 因刀杆细, 刀头散热条件差, 排屑困难, 易产生振动和让刀, 所以切削用量要比车外圆小些。其调整方法与车外圆基本相同, 只是进、退刀方向相反。



3) 试切法

与车外圆相似,其试切过程是:开车对刀—纵向退刀—横向进刀—纵向切削—纵向退刀—停车测量。如已满足尺寸要求,可纵向切削;如未满足尺寸要求,可重新横向进刀调整切削深度,再试切,直至满足尺寸要求。此外,开动车床试切前,应使车刀在孔内手动试运行一遍,确认运动无干涉后,再开车切削。

4) 控制孔深

车台阶孔或不通孔时,车孔深度的控制与车台阶及钻孔相似,通常用车床大滑板上的刻度,或在刀柄上刻线痕作标记,应用挡铁等。

5) 孔的测量

常用游标卡尺测量孔径和孔深。精度要求较高的孔,可用内径百分表测量。大批量生产时,可用塞规测量。

四、注意事项

- (1) 将钻头装入尾座套筒中,使钻头轴线与工件旋转轴线相重合,否则会使钻头折断。
- (2) 钻孔前,必须将端面车平,中心处不允许有凸台,否则钻头不能自动定心,会使钻头折断。
- (3) 起钻时进给量要小,待钻头头部进入工件后才可正常钻削。
- (4) 当钻头将要钻穿工件时,由于钻头横刃首先穿出,所以轴向阻力大减,这时进给速度必须减慢,否则钻头容易被工件卡死,造成锥柄在尾座套筒内打滑而损坏锥柄和锥孔。
- (5) 钻小而深的孔时,应先用中心钻钻中心孔,以避免将孔钻歪。在钻孔过程中必须经常清除切屑,否则容易因切屑堵塞而使钻头“咬死”或折断。
- (6) 钻削钢料时必须浇注充足的切削液,使钻头冷却;钻削铸铁件时可不用切削液。
- (7) 中滑板进、退刀方向与车外圆时相反。
- (8) 车孔前,车刀在孔内先试走一遍,以防止车刀刀杆与内孔相碰。
- (9) 精车内孔时,应保持切削刃锋利,否则容易产生让刀而把孔车成锥形。
- (10) 内孔车刀刀尖必须和工件中心等高,否则底平面无法车平。
- (11) 车刀纵向切削至接近底平面时,应停止机动进给,改用手动进给,以防碰撞底平面。
- (12) 由于视线受影响,车底平面时可以通过手感和听觉来判断切削情况。

五、评分标准

班 级	姓 名	学 号	内孔加工			
实 训						
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分	
1	钻孔方法正确	10	酌情扣分			
2	车孔方法与步骤正确	20	酌情扣分			
3	钻孔、车孔切削用量选择合理	20	酌情扣分			
4	能正确使用百分表	20	酌情扣分			
5	车削内孔尺寸合格	20	酌情扣分			
6	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分			
综合得分		100				



复习思考题

1. 车内孔和车外圆相比不同点与难点有哪些？
2. 简述车床上钻孔的步骤。

实训五 车削圆锥



知识目标

- 了解圆锥面的特点及其应用；
- 了解圆锥各部分名称和有关尺寸计算；
- 熟悉圆锥的加工方法；
- 掌握转动小滑板车削圆锥的方法和步骤。



技能目标

- 能用转动小滑板法车削外圆锥。

一、实训内容

用转动小滑板法车削外圆锥。

二、工艺知识

1. 圆锥面的应用与特点

在机床与工具中,圆锥面配合应用得很广泛。圆锥面配合的主要特点是当圆锥面的锥角小于 3° 时,可以传递很大的转矩,圆锥面配合同轴度较高,装拆方便,如车床主轴锥孔与顶尖的配合、车床尾座锥孔与麻花钻锥柄的配合等,如图 5-60 所示。常见的圆锥零件有锥齿轮、锥形主轴、带锥孔的齿轮、锥形手柄等,如图 5-61 所示。

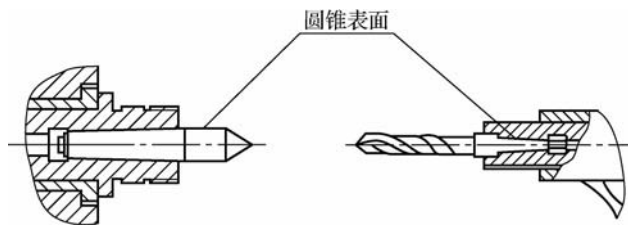


图 5-60 圆锥面零件配合实例

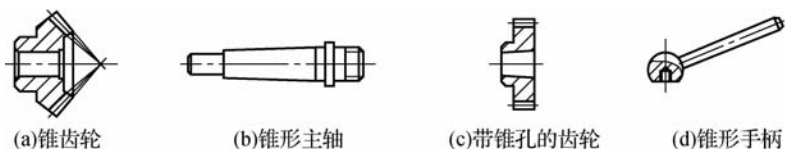


图 5-61 常见的圆锥面零件



2. 标准工具圆锥

为了制造和使用方便,常用工具、刀具圆锥的几何参数都已标准化,这种几何参数已标准化的圆锥称为标准圆锥。也就是说,圆锥表面的各部分按照规定的几个尺寸号码来制造,使用时只要号码相同就能紧密配合和互换。常用的标准工具圆锥有莫氏圆锥和米制圆锥两种。此外,一些常用配合锥面的锥度也已标准化,称为专用标准圆锥锥度。

1) 莫氏圆锥

莫氏圆锥在机器制造中应用广泛,如车床主轴孔、顶尖柄、钻头柄、铰刀柄等都是莫氏圆锥。莫氏圆锥有 7 个号码,即 0、1、2、3、4、5、6,其中最小的是 0 号,最大的是 6 号。

2) 米制圆锥

米制圆锥有 8 个号码,即 4、6、80、100、120、140、160 和 200 号。它的号码是指大端直径,锥度固定不变,即 $C=1:20$ 。例如,120 号米制圆锥的大端直径是 120 mm,锥度 $C=1:20$ 。米制圆锥的优点是锥度不变,记忆方便。

3) 专用标准圆锥锥度

常用的标准圆锥的锥度大小及应用场合有以下几种。易拆卸零件的锥面锥度 $C=1:5$,用于砂轮主轴与砂轮法兰的结合、锥形摩擦离合器等; $C=1:20$,用于米制工具圆锥、锥形主轴颈; $C=7:24$,用于铣床主轴孔及刀杆的锥体等。

3. 圆锥各部分名称、代号及尺寸计算

为了认识圆锥的特点,掌握圆锥的计算和加工方法,首先必须了解圆锥的各部分名称、符号及计算公式,如图 5-62 所示。

1) 圆锥的各部分名称

(1) 圆锥角 α 。在通过圆锥轴线的截面内,两条素线之间的夹角称为圆锥角。

(2) 圆锥半角 $\alpha/2$ 。圆锥半角是圆锥角的一半,也就是圆锥母线与圆锥轴线之间的夹角。

(3) 圆锥大径 D 。圆锥大径即圆锥大端直径,也称为最大圆锥直径。

(4) 圆锥小径 d 。圆锥小径即圆锥小端直径,也称为最小圆锥直径。

(5) 圆锥长度 L 。圆锥大径与小径之间的轴向距离称为圆锥长度。

(6) 锥度 C 。圆锥大径和小径之差与圆锥长度之比称为锥度。即

$$C = \frac{D-d}{L} \quad (5-3)$$

锥度一旦确定,圆锥角也就确定了,所以锥度和圆锥角属于同一类基本参数。

2) 圆锥的各部分尺寸计算

在图样上一般都标注 D 、 d 、 L ,但在车削圆锥时通常需要圆锥半角,其计算公式为

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{D-d}{2L} = \frac{C}{2} \quad (5-4)$$

4. 圆锥的车削方法

车削锥面常用的方法有宽刃刀法、转动小滑板法、偏移尾座法、靠模法。

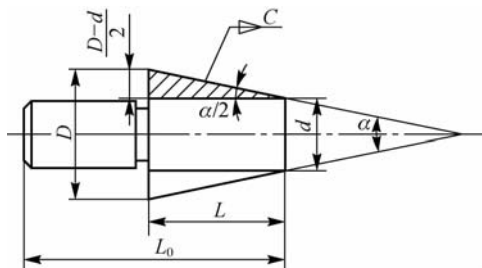


图 5-62 圆锥的基本参数

1) 宽刃刀法

靠刀具的刃形(角度及长度)横向进给车出所需圆锥面的方法称为宽刃刀法,如图 5-63 所示。此法径向切削力大,易引起振动,适合加工刚度好、锥面长度短的圆锥面。

2) 转动小滑板法

首先松开固定小滑板的螺母,把小滑板转一个圆锥半角 $\alpha/2$,然后紧固螺母。车削时,转动小滑板手柄即可加工出所需圆锥面,如图 5-64 所示。这种方法操作简单,但由于受小滑板行程的限制不能加工较长的圆锥,且表面粗糙度值的大小受操作技术影响,用手动进给劳动强度大。

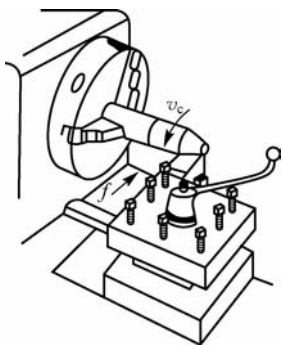


图 5-63 宽刃刀法

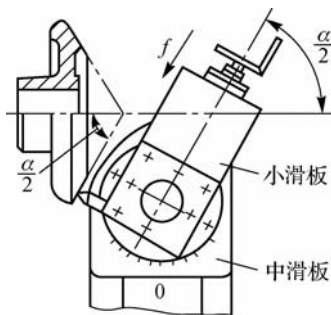


图 5-64 转动小滑板法

3) 偏移尾座法

将工件装夹在前后顶尖上,松开尾座底板的紧固螺母,将其横向移动一个距离 A ,使工件的旋转轴线与车刀纵向进给方向的交角等于圆锥半角 $\alpha/2$,如图 5-65 所示。为克服工件轴线偏移后中心孔与顶尖接触不良的缺点,宜采用球形头的顶尖。偏移尾座法能车削较长的外圆锥面,并能自动进给,但由于受到尾座偏移量的限制,只能加工小于 8° 的圆锥。

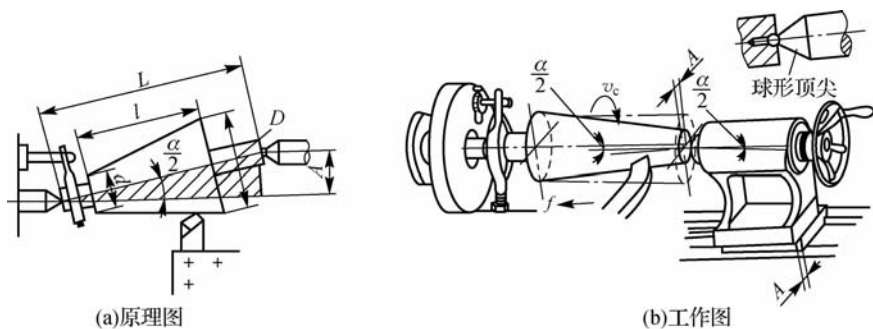


图 5-65 偏移尾座法车圆锥

4) 靠模法

如图 5-66 所示,在大批量生产中,常用靠模装置控制车刀进给方向,车出所需圆锥。靠模上的滑块可以沿靠模滑动,而滑块通过连接板与滑板连接在一起,中滑板上的丝杠与螺母脱开,小滑板转过 90° ,背吃刀量靠小滑板调节。当滑板作纵向自动进给时,滑块就沿着靠模



滑动,从而使车刀的运动平行于靠模板,车出所需锥面。靠模法可以加工锥角小于 12° 的长圆锥面,加工进给平稳,工件表面质量好,生产效率高。

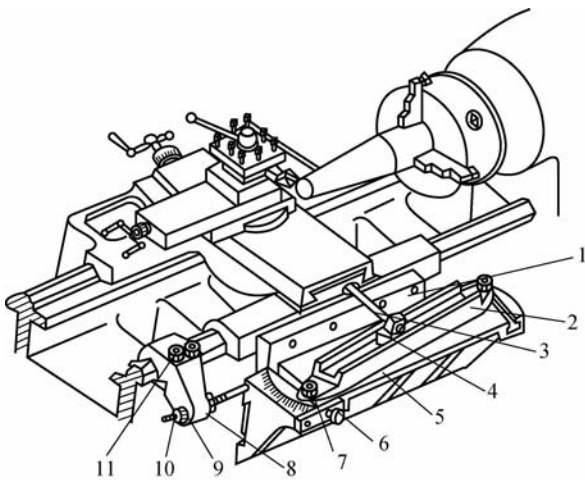


图 5-66 靠模的结构

1—底座; 2—靠板; 3—丝杠; 4—滑块; 5—靠模体; 6、7、11—螺钉;
8—挂脚; 9—螺母; 10—拉杆

三、用转动小滑板法车削圆锥实训操作

1. 装夹车刀

车削圆锥时,车刀刀尖的高度必须和工件的旋转轴线等高,否则,车出的圆锥母线不是直线,而是双曲线。

2. 车削圆柱体

先车一圆柱体尺寸等于圆锥大径,为车圆锥做准备。

3. 调整机床

由于转动小滑板法车圆锥是用手动进给车削,所以小滑板镶条的调整尤为重要。在车削前,应检查和调整小滑板导轨与镶条间的配合间隙。如果调整得过紧,手动进给费力,小滑板移动不均匀;调整得过松,则配合间隙太大,车削时刀痕时浅时深。所以配合间隙调整要适当,过紧或过松都会使车出的锥面表面粗糙度值增大,且圆锥母线不直。

此外,还应注意小滑板行程位置的调整,既要照顾锥面的长度,又要考虑前后适中,不要靠前或靠后,刀架悬伸过长会降低刚度,影响加工质量。

4. 调整小滑板转动的角度

用扳手将小滑板下面转盘上的螺母松开,把转盘的基准零线与所需要的圆锥半角刻度对齐,然后锁紧转盘上的螺母。

5. 车削外圆锥

车削圆锥主要是控制圆锥的锥度、线性尺寸和表面质量,可采用以下三种方法。

(1)进给中滑板刻度。车削时,使刀尖与轴端和外圆相交的外圆面轻轻接触,小滑板退



出,中滑板刻度调零,作为车外圆锥面的初始位置。然后中滑板按刻度向前进给,调整背吃刀量,双手交替转动小滑板的手柄,手动进给速度要保持均匀和不断,车至终端后,将中滑板退出,小滑板快速后退复位。如此反复,车至中滑板刻度总进给量为 $D-d$ 后,圆锥合格。

(2)对刀法。对刀法是进给中滑板刻度的特例。车削时,首先移动中、小滑板,开动机床,刀尖与任一截面外圆轻轻接触,记住中滑板刻度,退出中滑板和小滑板到圆锥的小端以外,中滑板进给到所记刻度值对应的位置处,转动小滑板的手柄,车至终端后,继续向前移动小滑板再次进行对刀,如此反复,直至最后一次在圆锥大端直径处对刀车削结束后,圆锥合格。

(3)进给床鞍刻度。车削时,使刀尖与轴端和外圆相交的端面轻轻接触,床鞍对零,移动小滑板使车刀沿轴向离开端面一定的距离,然后进给床鞍,其值小于小滑板离开端面的距离,转动小滑板的手柄车削,如此反复,车至床鞍刻度总进给量为圆锥长度,圆锥合格。

车削时可按粗车、半精车、精车分配切削余量。

四、注意事项

- (1)车削圆锥时,车刀刀尖必须严格对准工件中心,否则会造成圆锥表面的双曲线误差。
- (2)车削圆锥时,手动进给应匀速,以降低圆锥表面粗糙度值。
- (3)转动小滑板车圆锥时,小滑板转动方向应正确。

五、评分标准

班 级	姓 名	学 号	车削圆锥			
实 训						
序 号	检测内容	配 分	扣分标准	学生自评	教师评分	
1	车刀刀尖高度正确	10	酌情扣分			
2	机床调整合理	20	酌情扣分			
3	小滑板角度调整正确	20	酌情扣分			
4	车削方法正确	20	酌情扣分			
5	车削圆锥尺寸和质量	20	酌情扣分			
6	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分			
综合得分		100				



复习思考题

1. 车削内外圆锥的方法有哪些?
2. 简述转动小滑板车削圆锥的操作过程。
3. 车削外圆锥保证尺寸的方法有哪些?

模块七

铣 工

铣削加工是指在铣床上利用刀具的旋转运动和工件的移动(或转动)来改变毛坯的形状和尺寸,将毛坯加工成符合图样要求的工件。铣削加工范围广泛,加工尺寸精度公差等级可达IT13~IT7,表面粗糙度 Ra 值可达 $12.5\sim 1.6\mu\text{m}$ 。铣削加工时工件上有三个不断变化的表面。

- (1)已加工表面。已加工表面是指已切除多余材料层而形成的新表面。
- (2)过渡表面。过渡表面是指铣刀切削刃在工件上形成的新表面。
- (3)待加工表面。待加工表面是指工件上有待切除多余材料的表面。

铣削加工主要用于加工平面、台阶面、斜面、垂直面、各种沟槽、成形面、齿轮和螺旋槽等,如图7-1所示。

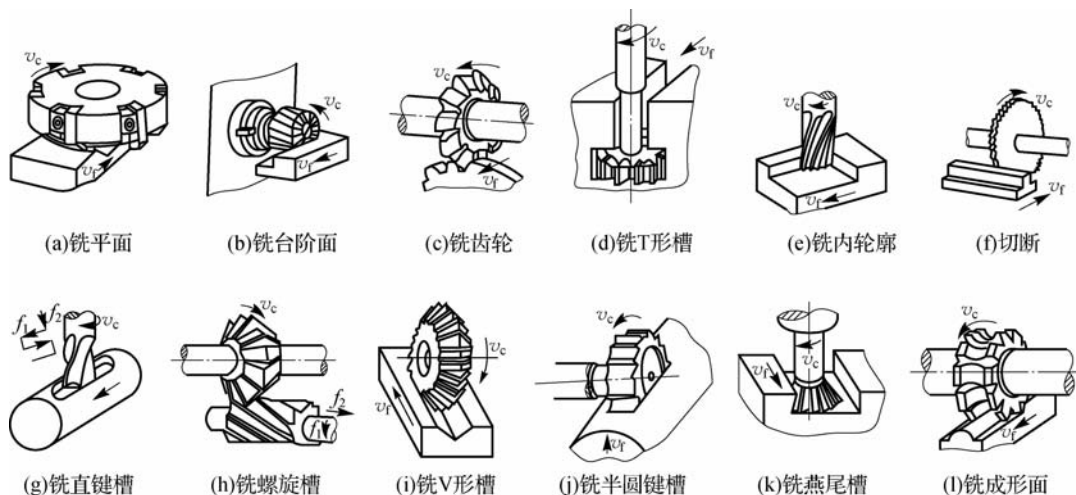


图 7-1 铣削的基本内容



铣工包括铣床的基本操作和铣削加工两个部分,铣床的基本操作是铣工的基本技能,我们将从认识铣床开始,最终达到能操作铣床的目的。通过铣削加工的操作训练,可以利用铣床加工零件提高动手能力,培养实践兴趣和能力,实现创新。

课题一 铣床的基本操作

铣床的基本操作是铣削加工的基础,可分为操作铣床、装夹工件和刀具两个实训进行操作训练。

实训一 操作铣床



知识目标

- 了解铣削加工的特点;
- 了解铣削加工的工艺范围;
- 掌握普通铣床的型号及主要技术规格;
- 掌握普通铣床的组成部分及其作用;
- 了解普通铣床的传动系统。



技能目标

- 熟练掌握铣床的基本操作方法;
- 能应用刻度盘调整背吃刀量;
- 能正确维护与调整铣床。

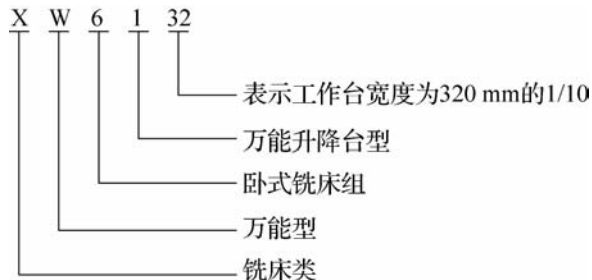
一、实训内容

以 X62W 型铣床为例,根据铣床的操作过程分组进行操作训练。

二、工艺知识

1. 普通铣床的型号

机床型号是机床产品的代号,用以简明表示机床的类别、结构特性等。下面以 XW6132 型卧式万能升降台铣床为例具体说明铣床的型号。





2. 普通铣床的种类

铣床种类很多,按其结构可以分为卧式铣床、立式铣床和龙门铣床三大类。常用的为卧式铣床和立式铣床。

3. 普通铣床的组成部分及其作用

1) 卧式铣床

X62W 型铣床是目前应用最广泛的一种卧式万能升降台铣床。其主要特点是转速高,功率大,刚度高,操作方便、灵活,通用性强。它可以安装万能立铣头,使铣刀回转任意角度,完成立式铣床的工作。X62W 型铣床主要部件的名称如图 7-2 所示。

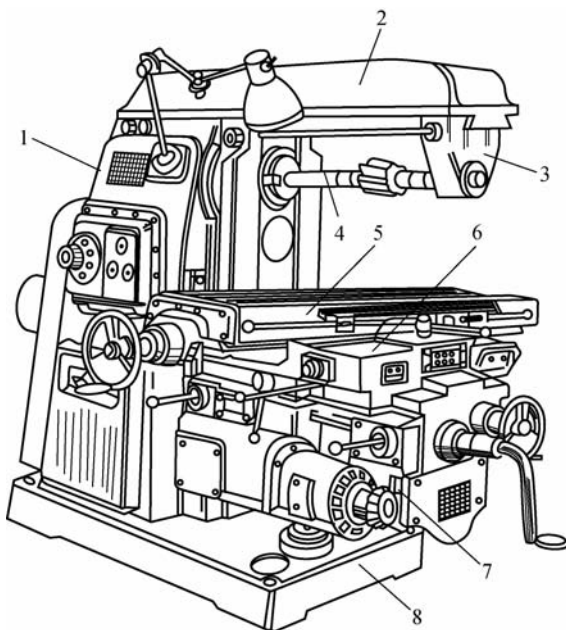


图 7-2 X62W 型铣床示意图

1—床身；2—横梁；3—横梁支架；4—铣刀轴；5—工作台；
6—滑座；7—升降台；8—底座

(1)床身。床身是铣床的主体,用来固定和支持其他部件。床身前部有燕尾形垂直导轨,供升降台沿其上下移动,也可以固定立铣头;床身的上部有水平导轨,供横梁沿其导轨面前后移动。

(2)横梁。横梁用来安装挂架,支持铣刀刀轴的外端。

(3)纵向工作台。纵向工作台用来带动工件做纵向进给运动。工作台长 1 200 mm,宽 320 mm,上面有三条 T 形槽,用来安放螺钉、固定夹具和工件,而中央 T 形槽又是安装夹具、附件或工件的基准。工作台前面有一条 T 形槽,用来安装工件和夹具。

(4)横向工作台。横向工作台用来带动纵向工作台做横向进给运动。通过回转盘与纵向工作台连接,转动回转盘,可使工作台左右回转 45°的角度,用来铣削斜面和螺旋线零件。

(5)升降台。升降台用来支持工作台,带动工作台做垂直进给运动。升降台的后部有燕尾形导轨,与床身垂直导轨相连;升降台的顶部有矩形导轨,与鞍座导轨相连。

(6)底座。底座用来支持床身,承受铣床全部重量。底座还用来盛放切削液。

2)立式铣床

立式铣床与卧式铣床相比,主要区别是立式铣床的主轴垂直布置,根据加工需要,可以将立铣头(包括主轴)左右扳转一定角度,以便加工斜面等。立式铣床适于加工较大平面及利用各种带柄铣刀加工沟槽及台阶平面,生产率要比卧式铣床高。

X5032型立式升降台铣床主要部件的名称如图7-3所示。

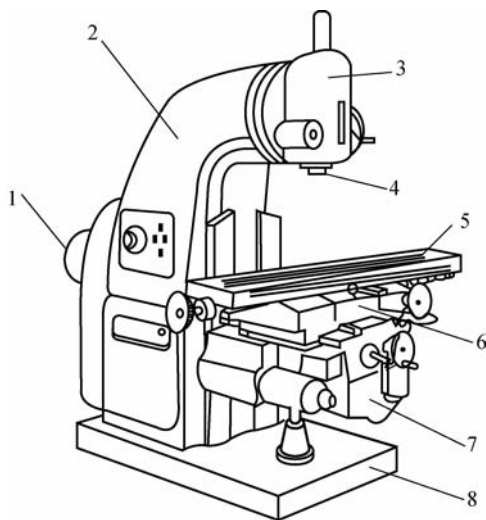


图 7-3 X5032 型立式升降台铣床

1—电动机; 2—床身; 3—立铣头; 4—主轴;

5—纵向工作台; 6—横向工作台;

7—升降台; 8—底座

(1)底座。底座用来支撑床身,承受铣床的全部重量。底座内盛储切削液。

(2)床身。床身是铣床的主体,用来安装和连接铣床各部件。床身的正面前部有燕尾形的垂直导轨,用以引导升降台做上下移动。床身的后部装有主电动机。

(3)主轴。主轴带动铣刀或铣刀杆做旋转运动。主轴前端的锥孔用于安装铣刀和刀杆。

(4)立铣头。立铣头用来支撑主轴,可左右倾斜一定角度,以适应铣削各种角度面。

(5)纵向工作台。在纵向工作台的台面上有三条 T 形槽,用于安装 T 形螺栓,用以紧固台虎钳、夹具或工件等。

(6)横向工作台。在纵向工作台的下面是横向工作台,它可沿导轨面做横向移动,带动纵向工作台一起移动。

(7)升降台。升降台内部装有供进给运动用的电动机、变速机构和部分传动件。升降台下面有一根丝杠,用来调整工作台与铣刀的距离或做垂直进给。

(8)主轴变速机构。主轴变速机构安装在床身的侧面,主轴的转动是由电动机经主轴变速箱传动而引起的。通过转动转速盘的位置可使主轴获得不同的转速。

(9)进给变速机构。进给电动机通过进给变速机构的传动系统带动工作台移动。



三、铣床的实训操作

1. 工作台纵向、横向、垂直方向的手动进给操作

图 7-2 中,将工作台纵向手动进给手柄、工作台横向手动进给手柄、工作台垂直方向手动进给手柄分别接通其手动进给离合器,摇动各手柄,带动工作台做各进给方向的手动进给运动。顺时针方向摇动各手柄使工作台前进(或上升);逆时针方向摇动各手柄,工作台后退(或下降)。摇动各手柄使工作台做手动进给运动时,进给速度应均匀适当。

纵向、横向刻度盘的圆周刻线为 120 格,每摇一转,工作台移动 6 mm,每摇一格,工作台移动 0.05 mm;垂直方向刻度盘的圆周刻线为 40 格,每摇一转,工作台上升(或下降)2 mm,每摇一格,工作台上升(或下降)0.05 mm,如图 7-4 所示。摇动各手柄,通过刻度盘控制工作台在各进给方向的移动距离。

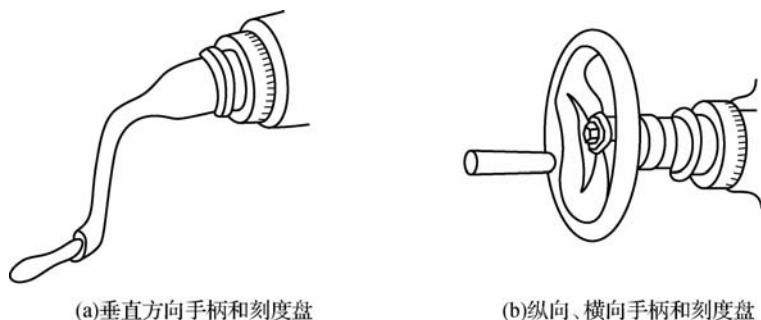


图 7-4 纵向、横向、垂直方向手柄和刻度盘

摇动各进给方向手柄,使工作台在某一方向按要求的距离移动。若手柄摇过头,则不能直接退回到要求的刻线处,应将手柄反转一转后,再重新摇到要求的刻度,如图 7-5 所示。



图 7-5 手柄摇过头的处理方法

2. 主轴变速操作

如图 7-6 所示,变换主轴转速时,握住变速操纵手柄 1 的球部,将手柄下压,使手柄的楔块从固定环 2 的槽 a 内脱出,再将手柄外拉,使手柄的楔块落入固定环 2 的槽 b 内,手柄处于脱开位置 I。然后转动转速盘 3,使所需要的转速数对准指针 4,再接合手柄。接合变速操纵手柄时,将手柄下压并较快地推到位置 II,使开关 6 瞬时接通,电动机瞬时转动,以利于变速齿轮啮合,再由位置 II 慢速继续将手柄推到位置 III,使手柄的楔块落入固定环 2 的槽 a

内,变速终止,用手按“启动”按钮,主轴就获得要求的转速。转速盘上有 30~1 500 r/min 共 18 种转速。

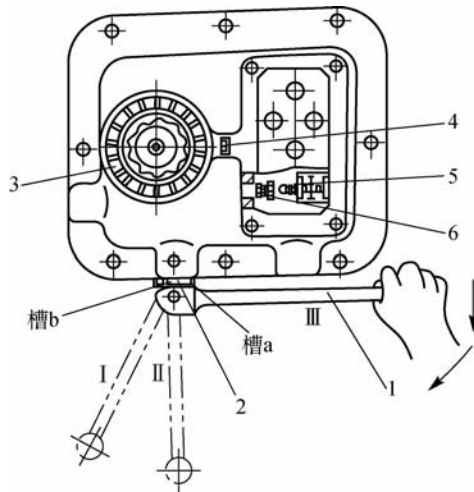


图 7-6 主轴变速操作

1—变速操纵手柄; 2—固定环; 3—转速盘;
4—指针; 5—螺钉; 6—开关

变速操作时,连续变换的次数不宜超过 3 次,必要时应隔 5 min 后再进行变速,以免因启动电流过大导致电动机超负荷,使电动机线路烧坏。

3. 进给变速操作

变速操作时,先将变速操纵手柄外拉,再转动手柄,带动转速盘旋转(转速盘上有 23.5~1 180 mm/min 共 18 种进给速度),当指针对准所需要的转速数后,再将变速操纵手柄推回到原位,如图 7-7 所示,按下“启动”按钮使主轴旋转,再扳动自动进给操纵手柄,工作台就按要求的进给速度做自动进给运动。

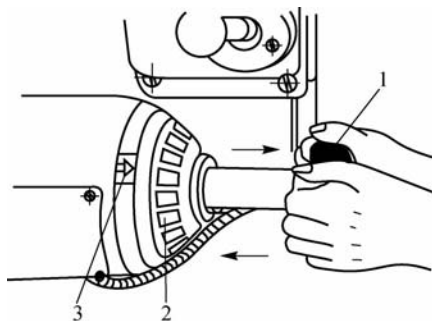


图 7-7 进给变速操作

1—变速操纵手柄; 2—转速盘; 3—指针

4. 启动与停止机床

将电源转换开关扳至“通”,将主轴换向开关扳至要求的转向,然后按“启动”按钮,使主轴旋转,按主轴“停止”按钮,主轴停止转动。



5. 工作台纵向、横向、垂直方向的机动进给操作

工作台纵向、横向、垂直方向的机动进给操纵手柄均为复式手柄。纵向机动进给操纵手柄有三个位置,即“向右进给”、“向左进给”、“停止”,扳动手柄,手柄的指向就是工作台的机动进给方向,如图 7-8 所示。

横向和垂直方向的机动进给由同一对手柄操纵,该手柄有五个位置,即“向里进给”、“向外进给”、“向上进给”、“向下进给”、“停止”。扳动手柄,手柄的指向就是工作台的进给方向,如图 7-9 所示。

以上各手柄接通其中一个时,就相应地接通了电动机的电器开关,使电动机“正转”或“反转”,工作台就处于某一方向的机动进给运动状态。因此,操作时只能接通一个手柄,不能同时接通两个。

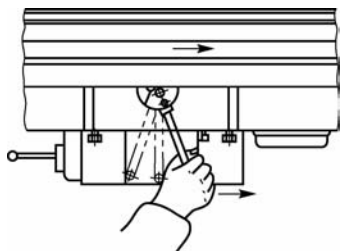


图 7-8 工作台纵向自动进给操作

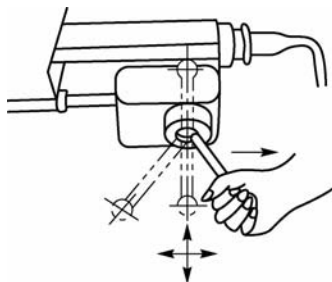


图 7-9 工作台横向、垂直方向自动进给操作

6. 工作台纵向、横向、垂直方向的快速进给操作

工作台做快速进给运动时,先扳动工作台自动进给操纵手柄,再按下“快速”按钮,工作台就做这个进给方向的快速进给运动。手指松开,快速进给结束,进给结束后将自动进给操纵手柄恢复原位。

7. 纵向、横向、垂直方向的紧固

铣削加工时,为了减少振动,保证加工精度,避免因铣削力使工作台在某一个进给方向产生位置移动,对不使用的进给机构应紧固。这时可分别旋紧工作台纵向紧固螺钉、工作台横向紧固手柄、垂直方向紧固手柄。而在工作完毕后,必须将其松开。

四、注意事项

- (1) 开车后严禁变换主轴转速,否则会发生机床事故。
- (2) 开车前要检查各手柄是否处于正确位置,如没有到位,则主轴或机动进给就不会接通,甚至会发生危险。
- (3) 各个工作台的运动方向不能摇错,如把退刀摇成进刀,会使工件报废。
- (4) 严禁两人同时操作。
- (5) 严禁在机床运转过程中操作者离开机床。



五、评分标准

班 级	姓 名	学 号				
实 训	操作铣床					
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分	
1	工作台纵向、横向、垂直方向的手动进给操作	10	酌情扣分			
2	主轴变速操作	10	酌情扣分			
3	进给变速操作	10	酌情扣分			
4	工作台纵向、横向、垂直方向的机动进给操作	20	酌情扣分			
5	移动时旋紧纵向、横向、垂直方向紧固手柄	10	酌情扣分			
6	锁紧横梁紧固螺母和横梁移动六方头	10	酌情扣分			
7	调整纵向、横向、垂直方向自动进给停止挡铁	10	酌情扣分			
8	X62W 型铣床的操作顺序	10	酌情扣分			
9	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分			
综合得分		100				



复习思考题

1. 简述铣床的加工范围。
2. 说明 XW6132 型铣床型号的意义。
3. 立式升降台铣床、卧式万能铣床各由哪几部分组成？各部分有何作用？

实训二 装夹工件和刀具



知识目标

- 了解平口钳、压板等铣床常见附件种类；
- 了解常见铣刀的分类。



技能目标

- 掌握平口钳等常见铣床附件的使用方法；
- 掌握常见铣刀的装夹使用方法。



一、实训内容

工件的装夹和铣刀的安装使用。

二、工艺知识

1. 附件的使用及工件的装夹

铣床备有装夹工件的附件。常见的有平口钳、分度头等标准化的机床附件,还有各种类型的压板、螺钉等常用夹具。这些附件和夹具能迅速准确地将工件定位、夹紧并与刀具之间保持准确可靠的加工位置。大型工件可用压板、螺钉直接装夹在铣床工作台上,中小型零件则应用铣床附件装夹更为方便。

1) 用平口钳装夹工件

平口钳又称为机用虎钳,钳体可绕底盘回转一定角度。为了便于校正固定钳口的位置,在其底座上装有两个定位键。若将定位键嵌入铣床工作台 T 形槽内,固定钳口与工作台纵向进给方向平行。若将钳体转 90° ,则固定钳口与纵向进给方向垂直。如底盘刻度不在零位和 90° 位置,应将固定钳口校正并紧固,然后再装夹工件,如图 7-10 所示。

用平口钳装夹工件时应注意以下事项。

- (1) 装夹工件时必须将工件基准面贴紧固定钳口,并按线校正,如图 7-10(a) 所示。
- (2) 工件被加工面必须高出钳口,否则要用平行垫铁垫起工件并与垫铁贴实校正,如图 7-10(b) 所示。
- (3) 夹持毛坯时,在毛坯和钳口之间应垫上铜皮,以免损坏钳口。
- (4) 工件应夹紧牢靠,以免在切削力作用下移动。

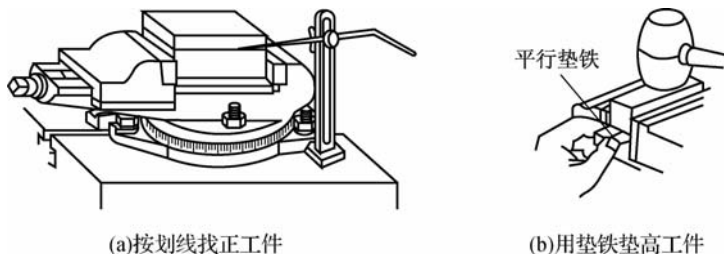


图 7-10 在平口钳上夹持工件

2) 用压板、螺钉装夹工件

对于尺寸较大、形状特殊的工件,不能使用平口钳装夹时,可用压板、螺钉和垫铁把工件装夹在工作台上,如图 7-11 所示。

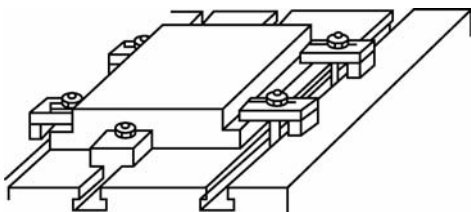


图 7-11 用压板、螺钉装夹工件

夹紧时不宜一次把螺母紧死,而应按施力对称的原则分几次把工件夹紧,以免工件受力不均而变形。为使工件不致在切削力的作用下移动,需在工件前端设置挡铁、压板、螺钉。压板的用法如图 7-12 所示。

2. 铣刀材料

1) 对铣刀切削部分所用材料的要求

(1) 高的硬度。铣刀的切削部分材料的硬度必须高于工件材料的硬度,其常温下硬度一般要求在 60 HRC 以上。

(2) 良好的耐磨性。耐磨性是材料抵抗磨损的能力。只有具有良好的耐磨性,铣刀才不易磨损,才能延长其使用寿命。

(3) 足够的强度和韧性。足够的强度可以保证铣刀在承受很大切削力时不致断裂和损坏,足够的韧性可以保证铣刀在受到冲击和振动时不会产生崩刃和碎裂。

(4) 良好的热硬性。热硬性是指切削部分材料在高温下仍能保持切削正常进行所需的硬度、耐磨性、强度和韧性的性能。

(5) 良好的工艺性。工艺性一般是指材料的可锻性、焊接性、切削加工性、可刃磨性、高温塑性、热处理性能等。工艺性越好越便于制造,对形状比较复杂的铣刀尤其重要。

2) 常用铣刀材料

常用的铣刀的切削部分材料有高速钢和硬质合金两大类。

(1) 高速钢。高速钢是以钨、铬、钒、钼、钴为主要合金元素的高合金工具钢,由于含有大量高硬度的碳化物,热处理后硬度可达 63~70 HRC,热硬性温度达 550℃~600℃,具有较好的切削加工性,切削速度一般为 16~35 m/min。

高速钢的强度较高,韧性也较好,能磨出锋利的刃口,且具有良好的工艺性,是制造铣刀的良好材料。一般形状较复杂的铣刀都是由高速钢制成的,但高速钢耐热性较差,不适于高速切削。

常用的高速钢牌号有 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2 等。

(2) 硬质合金。硬质合金是以钴为黏结剂,将高硬度难熔的金属碳化物(WC、TiC、TaC、NbC 等)粉末用粉末冶金方法黏结制成的。硬质合金常温硬度达 89~94 HRA,热硬性温度高达 900℃~1 000℃,耐磨性好,切削速度比高速钢高 4~7 倍,可用做高速切削和加工硬度超过 40 HRC 的硬材料。但硬质合金韧性差,不能承受较大的冲击力,因此,低速时其切削性能差。

常用的硬质合金有以下两类。

① 钨钴类(K 类)。钨钴类硬质合金由碳化钨和黏结剂钴组成,其抗弯强度较高,冲击韧性和导热性较好,主要用来切削脆性材料,如铸铁、青铜等。钨钴类硬质合金常用牌号有 YG8、YG6、YG3 等。

② 钨钛钴类(P 类)。钨钛钴类硬质合金由碳化钨、碳化钛和黏结剂钴组成,其硬度高,耐热性好,但冲击韧性差,主要用来切削韧性材料,如碳钢等。钨钛钴类硬质合金常用牌号

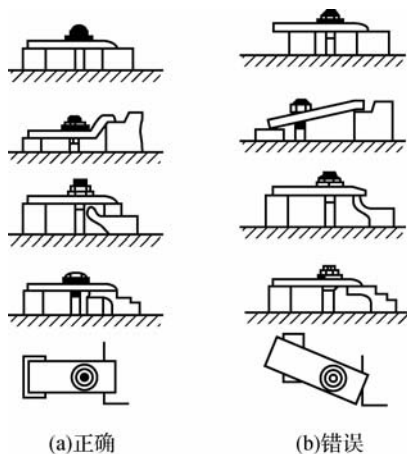


图 7-12 压板的用法



有 YT5、YT15、YT30 等。

3. 铣刀的分类

铣刀按用途可分为以下四类。

1) 铣平面用铣刀

铣平面用铣刀包括圆柱铣刀和端铣刀,如图 7-13 所示。



图 7-13 铣平面用铣刀

2) 铣槽用铣刀

铣槽用铣刀包括键槽铣刀、盘形槽铣刀、立铣刀、三面刃铣刀、锯片铣刀等,如图 7-14 所示。

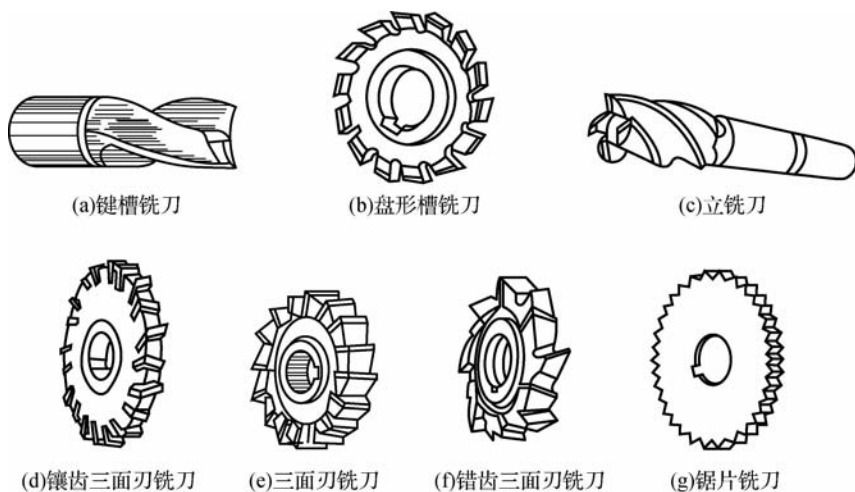


图 7-14 铣槽用铣刀

3) 铣特形沟槽用铣刀

铣特形沟槽用铣刀包括 T 形槽铣刀、燕尾槽铣刀、半圆键槽铣刀、单角铣刀、双角铣刀等,如图 7-15 所示。

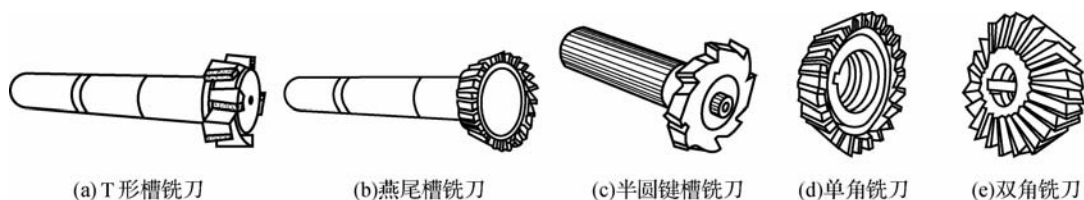


图 7-15 铣特形沟槽用铣刀

4) 铣特形面用铣刀

铣特形面用铣刀包括凹半圆铣刀、模数齿轮铣刀、叶片内弧铣刀、凸半圆铣刀等,如图 7-16 所示。

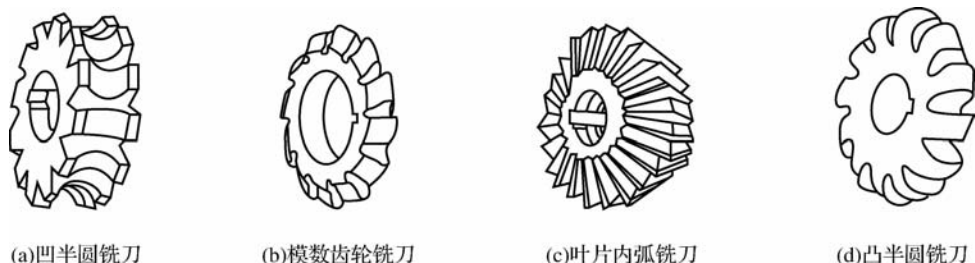


图 7-16 铣特形面用铣刀

4. 铣刀的安装

为了增加铣刀切削工作时的刚度,铣刀应尽量靠近床身安装,挂架尽量靠近铣刀安装。由于铣刀的前刀面形成切屑,铣刀应向着前刀面的方向旋转切削工件,否则会因刀具不能正常切削而崩齿。

铣刀切削工件时,若切除的工件余量较大,切削的表面较宽或切削的工件材料硬度较高,应在铣刀和刀轴间安装定位键,防止铣刀切削中产生松动现象,如图 7-17 所示。

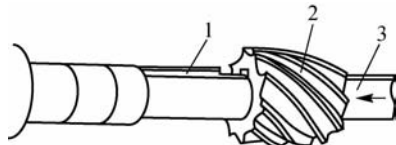


图 7-17 安装定位键

1—键; 2—铣刀; 3—刀轴

为了克服轴向力的影响,从挂架一端观察,使用右旋铣刀时,应使铣刀按顺时针方向旋转切削工件,如图 7-18(a)所示;使用左旋铣刀时,应使铣刀按逆时针方向旋转切削工件,如图 7-18(b)所示,使轴向力指向铣床主轴,增加铣削工作的平稳性。

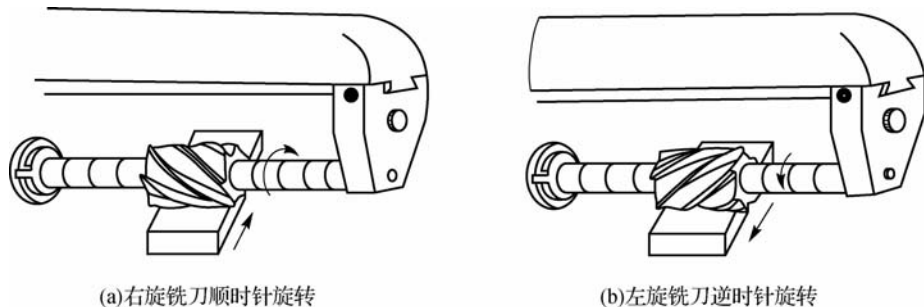


图 7-18 轴向力指向铣床主轴



三、铣刀及工件的装夹实训操作

1. 铣刀的安装实训操作

1) 在立式铣床上安装立铣刀

图 7-19(a)所示为直柄铣刀的安装,铣刀的直柄插入弹簧套的光滑圆孔中,用螺母压住弹簧套的端面,弹簧套的外锥挤在夹头体的锥孔中而将铣刀夹住。通过更换弹簧套和在弹簧套内加上不同内径的套筒,这种夹头可以安装直径为 20 mm 以内的直柄立铣刀。如图 7-19(b)所示为锥柄铣刀的安装,锥柄铣刀可直接安装在铣床主轴的锥孔中或使用过渡锥套安装。

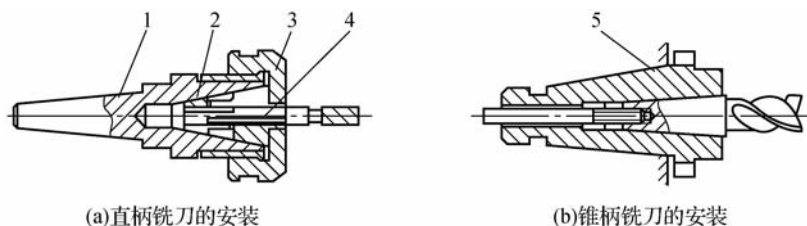


图 7-19 立铣刀的安装

1—夹头体；2—弹簧套；3—螺母；4—直柄；5—过渡锥套

2) 在卧式铣床上安装圆柱铣刀

圆柱铣刀的安装步骤如图 7-20 所示。

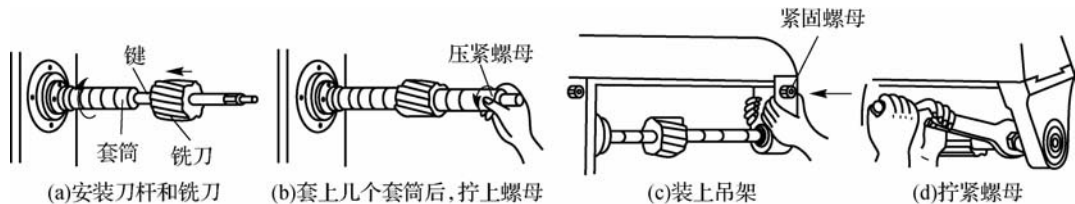


图 7-20 安装圆柱铣刀的步骤

2. 工件的装夹实训操作

1) 用机用平口钳装夹工件

装夹已加工零件时,应选择一个较大的平面或以工件的基准面作为基准。首先将机用平口钳各钳口及固定钳口导轨擦拭干净,然后将工件基准面靠紧固定钳口,在活动钳口和工件之间放置一圆棒,这样能保证工件的基准面与固定钳口紧密贴合。当工件与固定钳口导轨接触面为已加工面时,应在固定钳口导轨面和工件之间垫平行垫铁,夹紧工件后用铜锤轻击工件上面,如果平行垫铁不松动,则说明工件与固定钳口导轨面贴合好。

2) 用角铁装夹工件

工件基准面宽而长,且加工面又比较狭窄时,可用角铁装夹工件。装夹时让基准面与角铁的一面贴合,角铁的另一面直接固定在工作台台面上。

四、注意事项

(1) 装夹刀具或工件时一定要停车进行。



(2)夹具体要和刀具吻合。

(3)夹紧力要合理。

五、评分标准

班 级	姓 名	学 号			
实 训	装夹工件和刀具				
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分
1	夹具体的正确选择	20	酌情扣分		
2	弹簧套等的正确选择	20	酌情扣分		
3	铣刀的正确装夹过程	20	酌情扣分		
4	铣刀的合理锁紧	20	酌情扣分		
5	遵守纪律和行为规范	20	酌情扣分		
综合得分		100			



复习思考题

应如何装夹圆柱铣刀？

课题二 铣削加工

铣削加工是用铣刀去除工件上多余材质的一种方法。利用铣削可以完成零件的平面、垂直面、直角连接面、沟槽、齿轮、齿条等的加工。

实训一 铣平面



知识目标

- 掌握平面度的检验方法。



技能目标

- 熟练运用铣削平面零件的工艺方法；
- 熟练运用平面的铣削方法。

一、实训内容

根据图样要求铣削零件的平面。

二、工艺知识

1. 圆周铣和端铣

用铣削方法加工工件的平面称为铣削平面，简称铣平面。铣平面是铣床加工的基本工作内容，也是进一步铣削其他各种复杂表面的基础。



平面的铣削方法主要有圆周铣和端铣两种。加工平面时,可以在卧式铣床上用圆柱铣刀铣削,如图 7-21 所示;可以在卧式铣床上安装端铣刀,用端铣刀铣削,如图 7-22 所示;可以在立式铣床上安装端铣刀铣削,如图 7-23 所示。

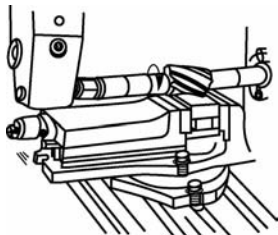


图 7-21 在卧式铣床上用圆柱铣刀铣平面

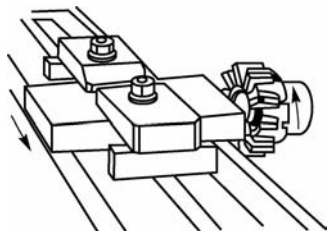


图 7-22 在卧式铣床上用端铣刀铣平面

用圆柱铣刀铣平面时,所选择的铣刀宽度应大于工件加工表面的宽度,这样可以在一次进给中铣出整个加工表面,如图 7-24 所示。粗加工平面时,切去的材料余量较大,工件加工表面的质量要求较低,可选用粗齿铣刀;精加工时,切去的金属余量较小,工件加工表面的质量要求较高,可选用细齿铣刀。

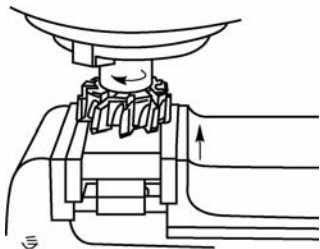


图 7-23 在立式铣床上用端铣刀铣平面

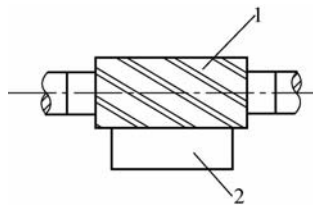


图 7-24 铣刀宽度应大于加工面宽度

1—圆柱铣刀; 2—工件

2. 顺铣和逆铣

铣刀的旋转方向与工件进给方向相同时的铣削称为顺铣,如图 7-25(a)所示;铣刀的旋转方向与工件进给方向相反时的铣削称为逆铣,如图 7-25(b)所示。顺铣时,因工作台丝杠和螺母间的传动间隙,使工作台蹿动,会啃伤工件,损坏刀具,所以一般情况下都采用逆铣。使用 X62W 型机床工作时,由于工作台丝杠和螺母间有间隙补偿机构,精加工时可以采用顺铣。没有丝杠、螺母间隙补偿机构的机床,不准采用顺铣。

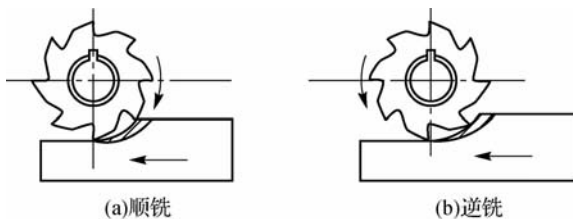


图 7-25 顺铣和逆铣

3. 合理选择铣削用量

合理选择铣削用量的原则是,粗加工时,一般以提高生产率为主,但也应该考虑经济性



和加工成本,应选择较大的背吃刀量、较低的主轴转速、较高的进给量。切削钢件时,主轴转速应相对高些,切削铸铁件或切削的材料强度、硬度较高时,主轴转速应相对低些。半精加工和精加工时,一般应在保证加工质量的前提下兼顾切削效率、经济性和加工成本。精铣时,应选择较小的背吃刀量、较高的主轴转速、较低的进给量。具体选用数值应该根据机床说明书、切削用量手册,并结合实际经验而定。

铣用量是铣削速度、进给量和吃刀量的总称。

1) 铣削速度 v_c

铣削速度是指铣刀旋转的线速度,如图 7-26 所示。铣削速度的单位为 m/min ,其计算公式为

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (7-1)$$

式中, d 为铣刀的直径, mm ; n 为铣刀的转速, r/min 。

2) 进给量

因为铣刀属于多刃刀具,所以铣削进给量还分为每转进给量 f 和每齿进给量 f_z , f 表示铣刀每转一转,铣刀相对工件在进给运动方向上移动的距离,单位为 mm/r ; f_z 表示铣刀每转动一个刀齿,铣刀相对工件在进给运动方向上移动的距离,单位为 mm/z 。

进给速度 v_f 与每转进给量 f 、每齿进给量 f_z 之间的关系为

$$v_f = f n = f_z z n \quad (7-2)$$

式中, v_f 为进给速度, mm/min ; n 为铣刀的转速, r/min ; z 为铣刀齿数。

3) 吃刀量

铣削中的吃刀量分为背吃刀量 a_p 和侧吃刀量 a_e ,如图 7-26 所示。背吃刀量 a_p 为平行于铣刀轴线测量的切削层尺寸;侧吃刀量 a_e 为垂直于铣刀轴线测量的切削层尺寸。

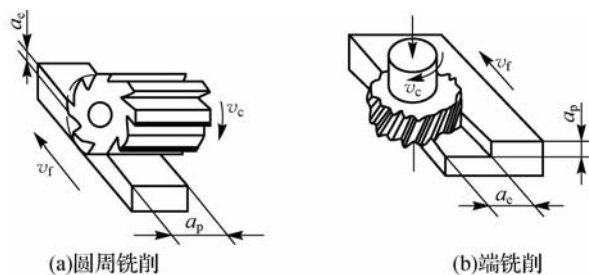


图 7-26 圆周铣削与端铣时的铣削用量

三、铣平面实训操作

1. 平面工件图样分析

铣平面是铣工常见的工作内容之一。如图 7-27 所示,水平平面在铣削加工时,技术要求一般包括平面度和表面粗糙度,还常包括相关毛坯面加工余量的尺寸要求。水平平面的加工是加工其他平面的基础。

图 7-27 要求在工件的上表面铣去 $(3 \pm 0.5) \text{mm}$ 的加工余量,并保证加工后的平面其平面度公差在 0.05mm 范围内,表面粗糙度达到 $Ra3.2 \mu\text{m}$ 。

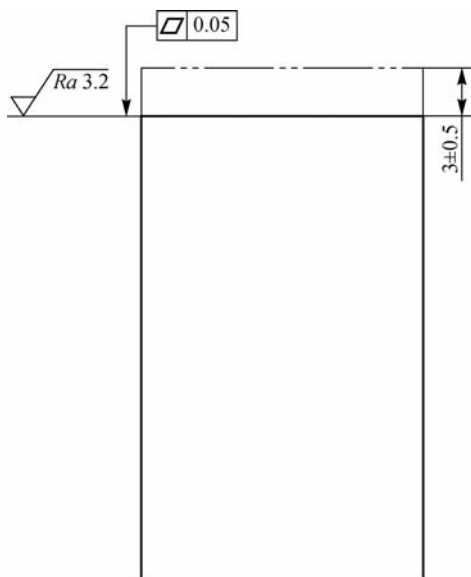


图 7-27 水平平面的铣削

2. 平面的铣削工艺及加工步骤

1) 对刀

首先选择好合理的主轴转速,开动机床,操控各工作台手柄,使工件上表面与端铣刀硬质合金刀头相接触,记下此时的升降台刻度,然后降下升降台。操作相应手柄,使工作台纵向移出工件。停止主轴转动。

2) 粗铣、精铣面 1(如图 7-28 所示)

(1) 启动机床,主轴转动。

(2) 手动上升工作台,上升高度以对刀时所记刻度位置为基准,再向上摇动 2.5 mm,手动纵向移动工作台,当工件距回转刀具一定距离时停止。

(3) 调整横向运动手轮,使横向工作台运动至工件位置处于不对称的逆铣状态。

(4) 选择合理的进给速度。

(5) 操纵纵向自动进给手柄,完成面 1 粗铣的加工。

(6) 操纵相应手柄,使升降方向、纵向均远离工件一定距离至安全位置。

(7) 停止主轴转动。

(8) 卸下工件,去除毛刺。

(9) 以同样的方法进行一遍精铣即可。

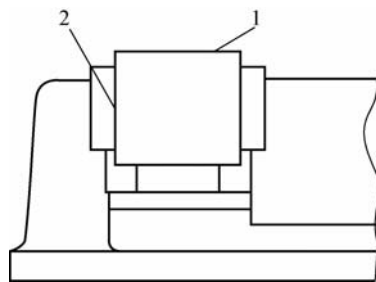


图 7-28 铣削面 1

3. 平面的检验

1) 表面粗糙度检验

用标准的表面粗糙度样块对比检验,或者凭经验用肉眼观察得出结论。

2) 平面度检验

一般用刀口形直尺检验平面的平面度。检验时,手握刀口形直尺的尺体,向着光线强的

地方,使尺子的刃口贴在工件被测表面上,用肉眼观察刀口与工件平面间的缝隙大小,确定平面是否平整。检测时,移动刀口形直尺,分别在工件的纵向、横向、对角线方向进行检测,最后检测出整个平面的平面度误差,如图 7-29 所示。

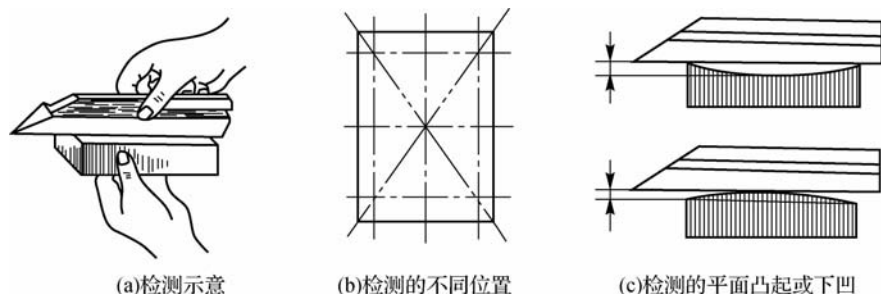


图 7-29 用刀口形直尺检测平面的平面度

四、注意事项

- (1) 及时使用锉刀修整工件上的毛刺和锐边,防止给后续定位带来影响。
- (2) 用手锤轻击工件时,不要砸到已加工表面,或与已加工表面连接的棱角。
- (3) 测量时要注意读尺的准确。
- (4) 做到安全文明操作。

五、评分标准

班 级		姓 名		学 号	
实 训	铣削平面				
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分
1	机床的选择正确	10	酌情扣分		
2	铣刀的选择正确	10	酌情扣分		
3	工艺顺序正确	10	酌情扣分		
4	操作动作标准	10	酌情扣分		
5	尺寸公差符合图样要求	20	酌情扣分		
6	几何公差符合图样要求	20	酌情扣分		
7	表面粗糙度符合图样要求	10	酌情扣分		
8	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分		
综合得分		100			



复习思考题

1. 平面的铣削加工步骤是什么?
2. 如何用刀口形直尺检测工件平面度?



实训二 铣沟槽



知识目标

- 了解沟槽的种类；
- 了解加工沟槽类零件的刀具种类。



技能目标

- 掌握沟槽类零件的装夹方法；
- 掌握沟槽类零件的铣削方法。

一、实训内容

根据图样要求铣削沟槽类零件。

二、工艺知识

1. 沟槽的概述

沟槽主要由平面组成。这些平面除了具有较好的平面度和较小的表面粗糙度值以外,更具有较高的尺寸精度和位置精度。在卧式铣床上,通常用三面刃铣刀或成形刀进行沟槽的铣削,在立式铣床上则可用立铣刀等进行铣削。

2. 沟槽的种类

沟槽包括直角沟槽、特形沟槽等。直角沟槽有通槽、半通槽、封闭槽等,如图 7-30 所示。通槽用三面刃铣刀或盘形槽铣刀加工,半通槽或封闭槽用立铣刀或键槽铣刀加工。常见的特形沟槽有 V 形槽、燕尾槽和 T 形槽等。它们应用广泛,如检测用的 V 形架、铣床升降台与铣床床身燕尾导轨连接的燕尾槽、机床工作台台面上的 T 形槽等。

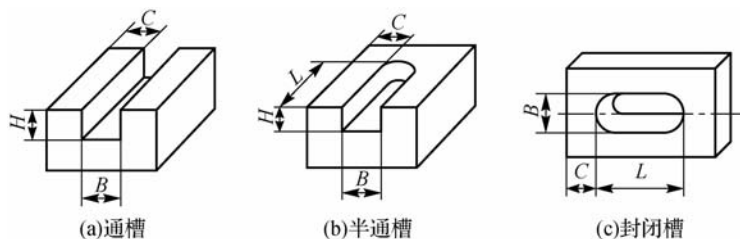


图 7-30 直角沟槽的种类

三、铣沟槽实训操作

1. 加工直角沟槽

1) 三面刃铣刀铣通槽

如图 7-31 所示,三面刃铣刀适用于加工宽度较窄、深度较深的通槽。

(1) 铣刀的选择。所选择的三面刃铣刀的宽度 B' 应等于或小于所加工的沟槽宽度 B , 刀具的直径 D 应大于刀轴垫圈

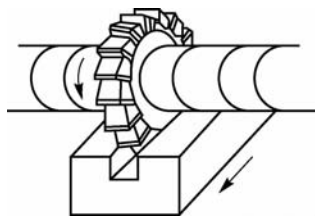


图 7-31 三面刃铣刀铣通槽

的直径 d 加两倍的沟槽深度 H , 如图 7-32 所示。

(2) 工件的装夹和校正。一般的工件采用平口钳装夹。在窄长件上铣长的直角沟槽时, 平口钳的固定钳口应与铣床主轴轴心线垂直安装, 如图 7-33(a) 所示; 在窄长件上铣短的直角沟槽时, 平口钳的固定钳口应与铣床主轴轴心线平行安装, 如图 7-33(b) 所示。这样做是为了保证铣出的沟槽两侧与工件基准面垂直或平行。

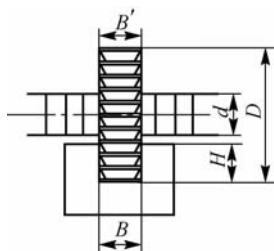


图 7-32 铣刀的选择

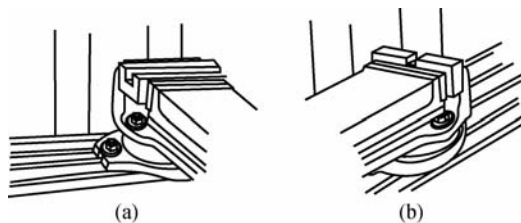


图 7-33 铣沟槽时平口钳的安装

(3) 对刀方法。常用的对刀方法有如下两种。

① 划线对刀。在工件上划出沟槽的尺寸、位置线, 安装校正工件后, 调整机床, 使铣刀两侧刃对准工件所划的沟槽宽度线, 将不使用的进给机构紧固, 铣出沟槽。

② 侧面对刀。安装校正工件后, 适当调整机床, 使铣刀侧面轻轻与工件侧面接触, 降下工作台, 移动横向进给 A (铣刀宽度和工件侧面到沟槽侧面的距离之和), 如图 7-34 所示。将横向进给紧固, 调整切削深度, 铣出沟槽。

用三面刃铣刀铣削精度要求较高的直角沟槽时, 应选择小于直角沟槽宽度的铣刀, 先铣好槽深, 再扩铣沟槽两侧, 铣出槽宽, 如图 7-35 所示。

2) 立铣刀铣半通槽和封闭槽

用立铣刀铣半通槽时, 所选择的立铣刀直径应等于或小于沟槽的宽度。因为立铣刀刚度较差, 铣削时易产生偏让现象, 或因受力过大引起铣刀折断, 损坏刀具。加工的沟槽深度较深时, 应分数次铣到要求的槽深, 但不能来回进刀切削工件, 只能由沟槽的外端铣向沟槽的里端, 如图 7-36 所示。槽深铣好后, 再扩铣沟槽两侧, 扩铣时应避免顺铣, 以免损坏刀具, “啃伤工件”。

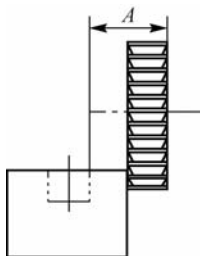


图 7-34 侧面对刀

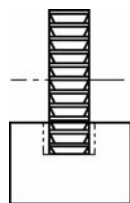


图 7-35 深度铣好后扩铣两侧

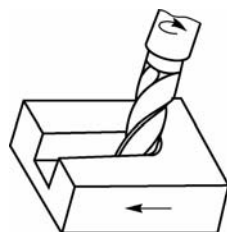


图 7-36 立铣刀铣半通槽

用立铣刀铣封闭槽时, 因为立铣刀的端面切削刃不能全部通过刀具中心, 不能垂直进刀切削工件, 所以铣削前应在工件上划出沟槽的尺寸位置线, 并在所划沟槽长度线的一端预钻



一个小于槽宽的落刀圆孔,以便由此孔落刀切削工件,如图 7-37 所示。铣削时应分数次进刀铣透工件,每次进刀都由落刀孔的一端铣向沟槽的另一端。沟槽铣透后,再铣削长度和两侧面。铣削中不使用的进给机构应紧固,扩铣两侧时应注意避免顺铣。

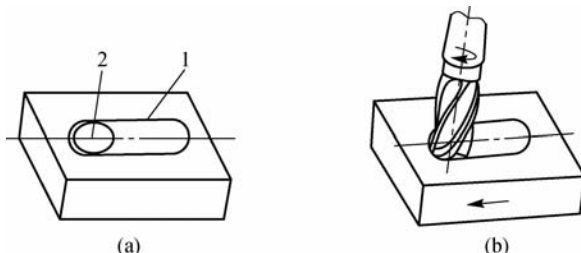


图 7-37 用立铣刀铣封闭槽

1—沟槽加工线; 2—预钻的落刀孔

3) 键槽铣刀铣半通槽和封闭槽

加工精度较高、深度较浅的半通槽和封闭槽时用键槽铣刀。键槽铣刀的端面切削刃能垂直进刀切削工件,所以在加工封闭沟槽时,可不必预钻落刀圆孔,由沟槽的一端分数次铣出沟槽。

4) 直角沟槽的检验

直角沟槽的长度、宽度、深度可分别用游标卡尺、千分尺、深度尺检验;沟槽的对称度可用游标卡尺、千分尺或杠杆百分表检验。

2. 加工特形沟槽

在铣床上,正确铣削加工出图 7-38 所示工件的 T 形槽。

T 形槽是铣削加工中常见的成形沟槽,通常采用刃口形状与沟槽形状相应的成形铣刀来进行铣削。

根据图样要求分析该工件,确定加工选用的机床和刀具。

1) 加工机床的选用

图 7-38 所示的零件可以用卧式铣床与立式升降台铣床共同完成加工,也可以由立式升降台铣床单独完成加工。这里选择使用立式升降台铣床来进行加工。

2) 铣刀的选用

选用立铣刀、T 形槽铣刀、燕尾槽铣刀进行加工。

3) 该工件的工艺分析以及毛坯的选择

(1) 工艺分析。根据图 7-38 所示零件的形状,可确定其加工顺序为立铣刀铣削直槽—铣削 T 形槽—铣削槽口倒角。

(2) 毛坯的选择。毛坯料可选择 45 钢,加工尺寸为 $50\text{ mm} \times 60\text{ mm} \times 70\text{ mm}$ 的工件。

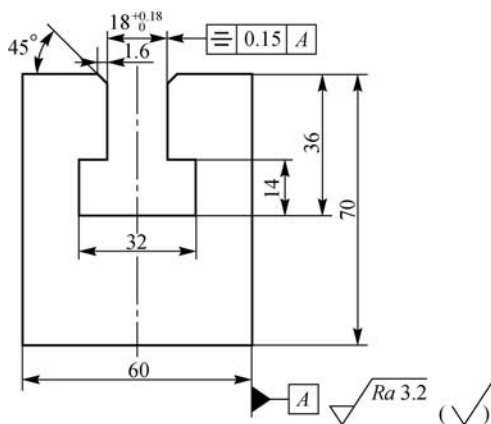


图 7-38 T 形槽的铣削

4) T形槽的装夹工艺及加工步骤

(1) 装夹工艺。根据工件的形状采用平口钳装夹该工件。装夹工件时,应将工件上平面伸出距钳口 38 mm 的高度,以避免在加工时平口钳作用在工件上的夹紧力对加工 T 形槽造成影响。在工件的下平面与平口钳导轨之间垫上平行垫铁,且贴实。

(2) 装夹立铣刀、对刀。首先利用立铣刀加工直槽,将立铣刀安装在立式升降台铣床上,铣刀伸出得尽量短些。利用擦边法进行对刀,并将刀具移动到工件的中心。然后在工件的上平面对刀,记下升降台手柄处的刻度盘数值后退出工件。

5) 铣削 T 形槽

(1) 铣削直槽。如图 7-39(a)所示,根据零件图尺寸要求,注意此时所选择的立铣刀应为公称直径为 18 mm 的标准直柄立铣刀。

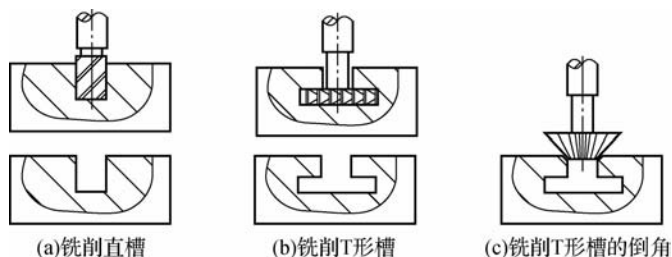


图 7-39 T形槽的铣削步骤

(2) 铣削 T 形槽。如图 7-39(b)所示,根据零件图尺寸要求,选择相应尺寸型号的标准直柄 T 形槽铣刀铣削槽底。

(3) 铣削 T 形槽的倒角。如图 7-39(c)所示,根据零件图尺寸要求,选择有足够外径的 45° 反燕尾槽铣刀进行槽口倒角的铣削。

6) T 形槽铣削的质量分析

(1) 直槽宽度尺寸超差。直槽宽度尺寸超差一般是由刀具尺寸误差或进给速度较快使刀具发生偏让造成的。

(2) 底槽与直槽对称度超差。底槽与直槽对称度超差一般是由工件在二次装夹时位置发生了偏移,或在工作台进行横(纵)向进给加工时,纵(横)向工作台没有锁紧,工作台在受力较大时发生偏移造成的。

四、注意事项

- (1) 铣削 T 形槽时,铣削的工艺顺序不可颠倒。
- (2) 铣削直角槽部位时,为避免顺、逆铣对槽宽的影响,铣削时应采用同一方向。
- (3) 装夹工件时,要注意夹紧力对 T 形槽的影响。
- (4) 对铣刀应及时进行冷却。
- (5) 测量时要注意读尺的准确。
- (6) 做到安全文明操作。



五、评分标准

班 级	姓 名	学 号				
实 训	铣沟槽					
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分	
1	机床的选择正确	10	酌情扣分			
2	铣刀的选择正确	10	酌情扣分			
3	工艺顺序正确	10	酌情扣分			
4	操作动作标准	10	酌情扣分			
5	尺寸公差符合图样要求	20	酌情扣分			
6	几何公差符合图样要求	20	酌情扣分			
7	表面粗糙度符合图样要求	10	酌情扣分			
8	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分			
综合得分		100				



复习思考题

1. 沟槽大致可分为几种？
2. 加工直角沟槽、T形沟槽时应注意哪些问题？