

第二章

车削加工

第一节 概 述

在机床上，由于具有适当几何参数和一定切削性能的切削刀具和工件之间的相对运动，刀具从工件上切除多余的金属，从而使工件的尺寸、形位误差以及表面粗糙度符合技术要求，这个过程称为金属切削过程。在切削过程中，机床、夹具、刀具和工件构成了金属切削加工的工艺系统，切削过程中的各种现象和规律，都要在这个工艺系统的运动状态中观察和认识。因此在技能训练中要不断总结经验，逐步提高解决实际问题的能力。

车削加工是金属切削过程中最基本、最主要，也是最常见的一种加工方法，使用范围很广。在金属切削机床中，各类车床约占机床总数的一半以上，无论是在产品的成批大量或单件小批量生产方面，还是在机械的维修方面，车削加工都占有重要的地位。

车削加工是利用工件的旋转运动和刀具的直线进给运动来加工工件的，车削加工的范围较广，可完成的典型工作如图 2-1-1 所示。

车床的种类很多，按用途和结构分，有普通车床，仪表车床，六角车床，单轴自动、半自动车床，立式车床，多刀车床，仿形车床和数控车床等。随着技术的不断发展，高效率、自动化和高精度的车床不断出现，为车削加工提供了广阔的前景。

在车削加工中，已经切去多余金属面形成的新表面称为已加工表面；即将被切去金属的表面称为待加工表面；而刀具正在切削的表面称为加工表面。车削加工表面可达精度为 IT11~IT6，表面粗糙度为 $Ra12.5\sim0.8\ \mu\text{m}$ 。

为了保证加工质量和提高生产率，有必要将零件加工分若干步骤进行。对精度要求较高的零件，一般按粗车、半精车的顺序加工。

粗车的目的是尽快地从毛坯上切去大部分加工余量，使工件接近最终要求的形状和尺寸。粗车后留有一定的加工余量待精车时去除，所以粗车对精度和表面粗糙度无严格要求。粗车工艺应该是优先选用较大的 a_p （背吃刀量），其次选用较大的进给量，采用中等或偏低

的切削速度，这样可以得到比较高的生产率，车刀也比较耐用。

精车的目的是保证加工精度和表面粗糙度要求，在此前提下提高生产率。为了保证表面粗糙度的要求，精车时应选用小的背吃刀量和进给量，同时采用较高的切削速度。

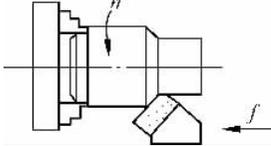
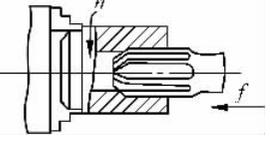
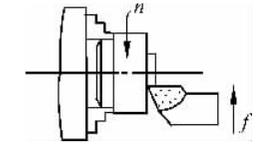
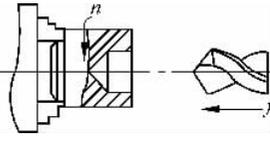
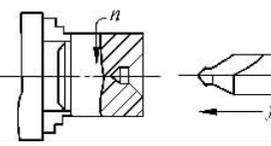
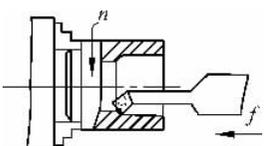
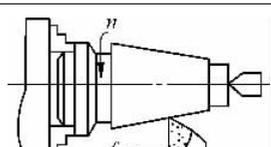
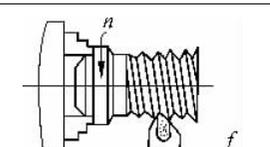
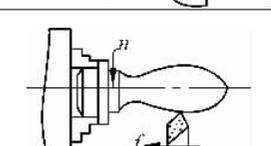
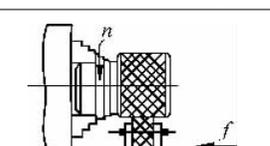
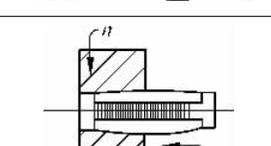
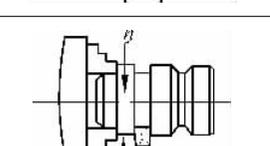
车外圆		铰孔	
车端面		钻孔	
钻中心孔		车孔	
车锥体		车螺纹	
车特形面		滚花	
攻螺纹		切槽和切断	

图 2-1-1 车削的典型工作

一、车削运动及车削用量

1. 车削运动

在车床上，切削运动是由刀具和工件的相对运动实现的。工件（主轴）旋转为主运动，

刀具移动为进给运动。

2. 车削用量 (通称切削三要素)

(1) 切削速度 v_c

车削时的切削速度是指车刀刀刃与工件接触点上主运动的最大线速度。由下式决定

$$v_c = \pi dn / 1000$$

式中: v_c ——切削速度, m/s 或 m/min;

d ——切削部位工件最大直径, mm;

n ——工件转速, r/min。

(2) 进给量 f

车削时, 进给量是指工件每转一圈刀具沿进给方向的位移量, 又称走刀量, 其单位为 mm/r。

(3) 背吃刀量 a_p

车削时, 背吃刀量是指待加工表面与已加工表面之间的垂直距离, 又称切削深度。

车外圆时由下式决定

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

式中: a_p ——背吃刀量, mm;

d_w ——工件待加工表面的直径, mm;

d_m ——工件已加工表面的直径, mm。

二、车削加工的特点

①生产率较高: 由于外圆车刀结构简单、刚性好, 制造、刃磨、安装方便, 并且车削过程是连续的, 比较平稳, 故可进行高速切削或强力切削。

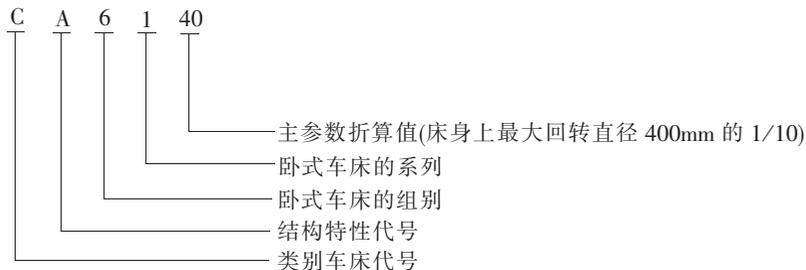
②应用广泛: 不仅轴和盘套类零件上的外圆可进行车削, 而且其他能在车床上装夹的零件, 其外圆也可进行车削。

③加工材料范围较广: 钢料铸块、有色金属和非金属均可车削。当有色金属加工精度要求很高, 表面粗糙度 R_a 值要求很小时, 可在精车之后进行精细车, 以代替磨削。

第二节 普通车床

一、普通车床

以 CA6140 为例说明。



二、卧式车床的组成

卧式车床是车床中应用最为广泛的一种，约占车床类机床总台数的 60%，车床的功能性强，适用于机修和单件小批量生产。

CA6140 型卧式车床各部分组成如图 2-2-1 所示。

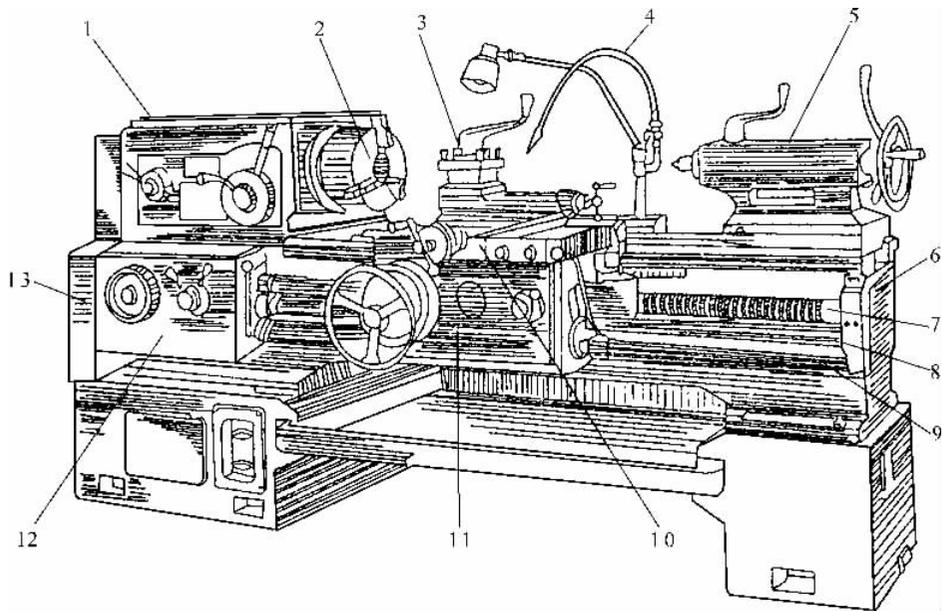


图 2-2-1 卧式车床

- 1—主轴箱；2—卡盘；3—刀架；4—切削液管；5—尾座；6—床身；
 7—长丝杆；8—光杆；9—操纵杆；10—溜板箱；12—进给箱；13—挂轮箱

1. 主轴箱（床头箱）

主轴箱固定在床身的左面，箱内装主轴，通过卡盘等夹具装夹工作。它的作用是支承主

轴和传动其旋转力，以实现主运动，实现启动、停止、变速和换向等。因此，主轴箱中有主轴及其轴承、传动机构和润滑装置等。变换主轴箱正面右侧重叠的两个手柄可使主轴变速。而主轴箱正面左侧的一个手柄是用来调整左螺纹、右螺纹及螺距的。

2. 进给箱（走刀箱）

进给箱固定在床身的左前侧。它的作用是变换被加工螺纹的种类和导程，以及获得所需的各种机动进给量。它由变换螺纹导程和进给量的变速机构、变换螺纹种类的移换机构以及操纵机构等几个部分组成。

变换进给箱外的导程、进给量调整手柄及丝杠、光杠变换手柄的位置，可以使丝杠或光杠得到不同的转速。通过丝杠，用来车削米制、英制、模数和径节螺纹；通过光杠，用来传递动力，带动床鞍（大滑板）、中滑板（中拖板），使车刀作纵向或横向的进给运动。

3. 溜板箱（滑板箱）

溜板箱安装在床鞍下面，它的作用是：将丝杠或光杠传来的旋转运动变为直线运动并带动刀架进给，控制刀架运动的接通、断开和换向；机床过载时控制刀架自动停止进给；手动操纵刀架移动和产生快速移动等。因此，溜板箱由下述机构组成：接通丝杠传动的开合螺母机构；将光杠的运动传递到纵向的齿轮齿条和横向进给丝杠的传动机构；接通、断开和转换纵、横向进给的转换机构；保证机床工作安全的过载保险装置和互锁机构；控制刀架运动的操纵机构。此外，还有改变纵、横机动进给运动方向的换向机构以及快速空行程传动机构等。

4. 刀架

刀架安装在溜板上。它的作用是安装车刀，并由溜板带动它作纵向、横向和斜向进给运动。它由床鞍、中滑板、小滑板、转盘和方刀架等组成。床鞍安放在床身导轨上，与溜板箱连接，可沿着床身导轨纵向移动。中滑板装在床鞍顶面的导轨上，可以在其上作横向移动。小滑板安装在中滑板的转盘导轨上，可转动 $\pm 90^\circ$ ，小滑板可以手动移动，行程较短。方刀架固定于小滑板上，可同时安装4把车刀。换刀时，松开手柄；即可转动方刀架，把所需的的车刀转到工作位置上。工作时，必须旋进手柄，把方刀架固定住。

5. 尾座（尾架）

尾座安装在床身导轨上，它可以根据工件的长短调节纵向位置。它的作用是利用套筒安装顶尖。用来支承较长工件的一端；也可以安装钻头、铰刀等刀具进行孔加工。

6. 床身

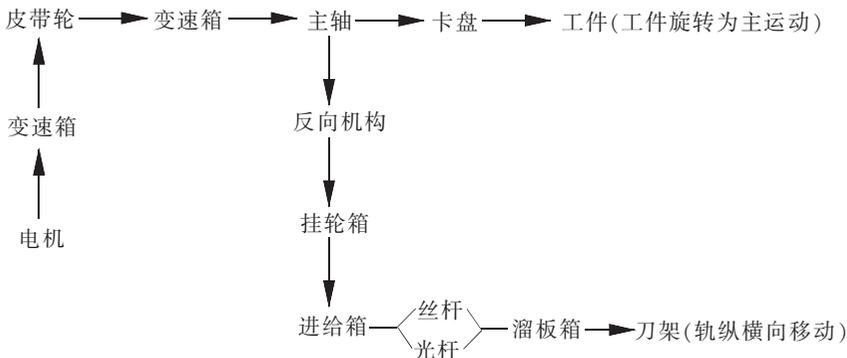
床身固定在床腿上。它的作用是用来支承车床各个部件，并保证各部件的相互位置精度。床身顶面外侧的等边山形导轨和平面导轨是供床鞍移动用的，其内侧的等边山形导轨和平面导轨是供尾架移动用的。采用两组导轨一方面避免了移动时的彼此干涉，另一方面也不会由于床鞍导轨的磨损而影响尾座顶尖对车床主轴的同轴度。床身结构、制造精度、导轨表面硬度等对车床加工精度有很大影响。所以，操作中必须妥加保护。

除了上述重要部件外，还有挂轮机构、床腿等。

三、卧式车床的传动系统及路线

1. 卧式车床的传动路线

卧式车床的传动路线如下。



2. 卧式车床的传动系统

车床的运动分为工件旋转和刀具进给两种运动。前者为主运动，是由电动机经带轮和齿轮等传至主轴产生的。后者称为进给运动，是由主轴经齿轮传至光杠或丝杠，从而带动刀具移动而产生的。进给运动又分为纵向进给运动（纵走刀）和横向进给运动（横走刀）两种。纵向进给运动是指车刀沿车床主轴轴向移动；横向进给运动是指车刀沿车床主轴径向移动。

传递运动和动力的机构称为传动机构。常用的传动机构有以下几种。

(1) 实现回转运动的传动机构

车床上常用的这类传动机构有带传动、齿轮传动和蜗杆（蜗轮）传动。如果主动轴（轮）的转速为 n_1 ，从动轴（轮）的转速为 n_2 ，则 n_2/n_1 ，称为传动比，用 i 表示。

① 带传动：

它利用传动带与带轮之间的摩擦作用将主轴动力传至从动轮。在机床传动中一般用 V 带传动，如图 2-2-2 所示。

带传动的优点是传动平稳，不受轴间距离的限制，结构简单；制造和维护都很方便，过载时皮带打滑，起到保护作用；缺点是传动中有打滑现象，无法保持准确的传动比，有摩擦损失，传动效率低，传动机构所占空间较大。

② 齿轮传动：

它依靠齿之间的啮合，把主动轮的转动传递到从动轮，如图 2-2-3 所示。

若主动轮的齿数和转速分别为 z_1 和 n_1 ，从动轮的齿数和转速分别为 z_2 和 n_2 ，则

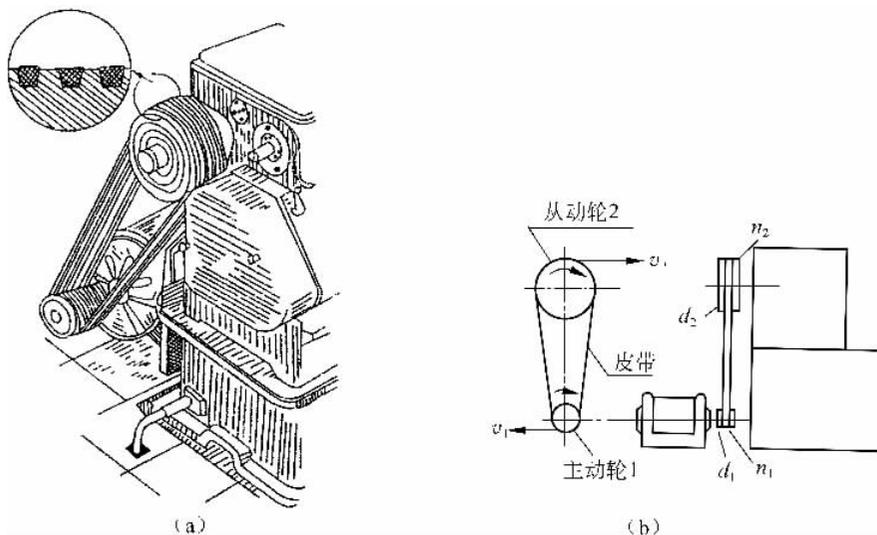


图 2-2-2 V 带传动

(a) V 带传动在车床上的应用；(b) V 带传动简图

$$n_1 z_1 = n_2 z_2 \quad i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

从上式可知，在齿轮传动中，齿轮的转速与齿数成反比。

齿轮传动的优点是结构紧凑，传动比准确，可传递较大的圆周力，传动效率高（98%~99%）。

缺点是制造比较复杂，制造质量不高时传动不平稳、有噪声。

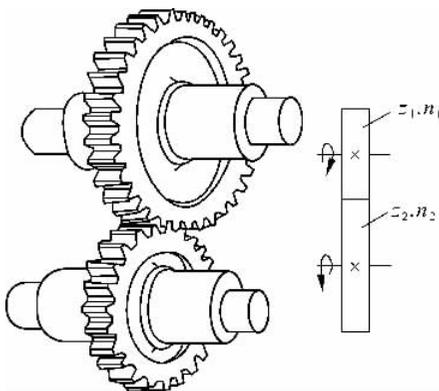


图 2-2-3 齿轮传动

③蜗杆（蜗轮）传动：

如图 2-2-4 所示, 蜗杆传动实际上是螺旋齿轮传动的特例。蜗杆为主动件, 其螺旋线的线数 k 相当于齿轮的齿数, 蜗轮像个斜齿轮, 其齿数用 z 表示。若蜗杆和蜗轮的转速分别为 n_1 和 n_2 , 则

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{k}{z}$$

上式说明, 蜗杆和蜗轮的传动比等于蜗杆线数与蜗轮齿数之比。

蜗杆蜗轮传动的优点是可以获得较大的降速比 (因为 k 比 z 小很多), 传动平稳, 无噪声, 结构紧凑; 缺点是传动效率低, 需要有良好的润滑条件。

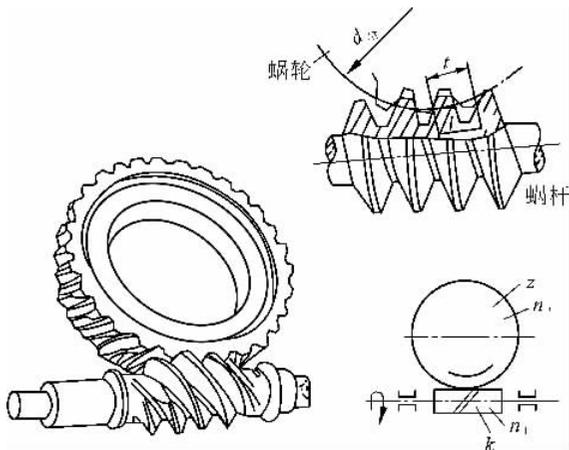


图 2-2-4 蜗杆和蜗轮传动

(2) 实现直线运动的传动机构

车床上常用的这类传动机构有齿轮齿条传动、丝杠螺母传动等。

① 齿轮齿条传动如图 2-2-5 所示。

这种传动是齿轮传动的特例, 即为一齿轮的半径无限大的情况。当另一齿轮绕固定轴旋转时, 则拨动齿条作直线移动。

若齿轮的齿数为 z , 模数为 m , 转速为 n , 则齿条移动速度为 $v_f = \pi m z n$ 。

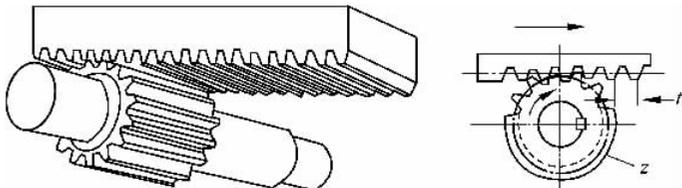


图 2-2-5 齿轮齿条传动

齿轮齿条传动可以将旋转运动变成直线运动（齿轮为主动件），也可以将直线运动变为旋转运动（齿条为主动件）。

齿轮齿条传动效率也很高，但制造精度不高时传动容易产生跳动，平稳性和准确度也就差一些。

②丝杠螺母传动如图 2-2-6 所示。

若单线丝杠的螺距为 p ，转数为 n ，则螺母移动的速度为 $v_f = np$ 。

丝杠螺母传动的优点是工作平稳，无噪声。若丝杠螺母制造得很精确，则传动精度较高。缺点是效率低。

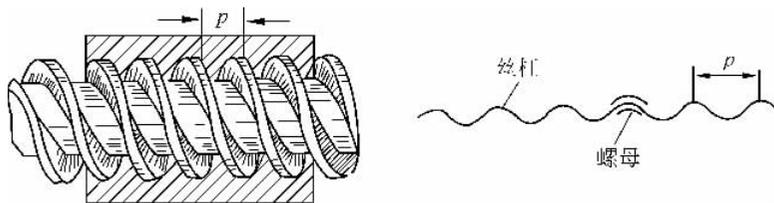


图 2-2-6 丝杆螺母传动

除了上述常用传动机构外，还有其他传动机构，如凸轮机构、棘轮机构和槽轮机构等。卧式车床的传动系统如图 2-2-7 所示。

四、机床的主要技术参数

最大工件回转直径： $D=400\text{mm}$ 。

最大工件长度：750mm、1000mm、1500mm、2000mm。

最大车削长度：650mm、900mm、1400mm、1900mm。

刀架上最大回转直径： $D_1=210\text{mm}$ 。

主轴中心至床身平面导轨距（中心高）： $H=205\text{mm}$ 。

主轴内孔直径：48mm。

主轴孔前端锥度：莫氏 6 号。

主轴转速：正转 24 级——10~1400r/min。

反转 12 级——14~1580r/min。

进给量：纵向及横向各 64 级。

纵向进给量： $f_{\text{纵}}=0.028\sim6.33\text{mm/r}$ 。

横向进给量： $f_{\text{横}}=0.5f_{\text{纵}}$ （0.014~3.16mm/r）。

床鞍纵向快速移动速度：4m/min。

中滑板横向快速移动速度：2m/min。

车削螺纹的范围有以下几种。

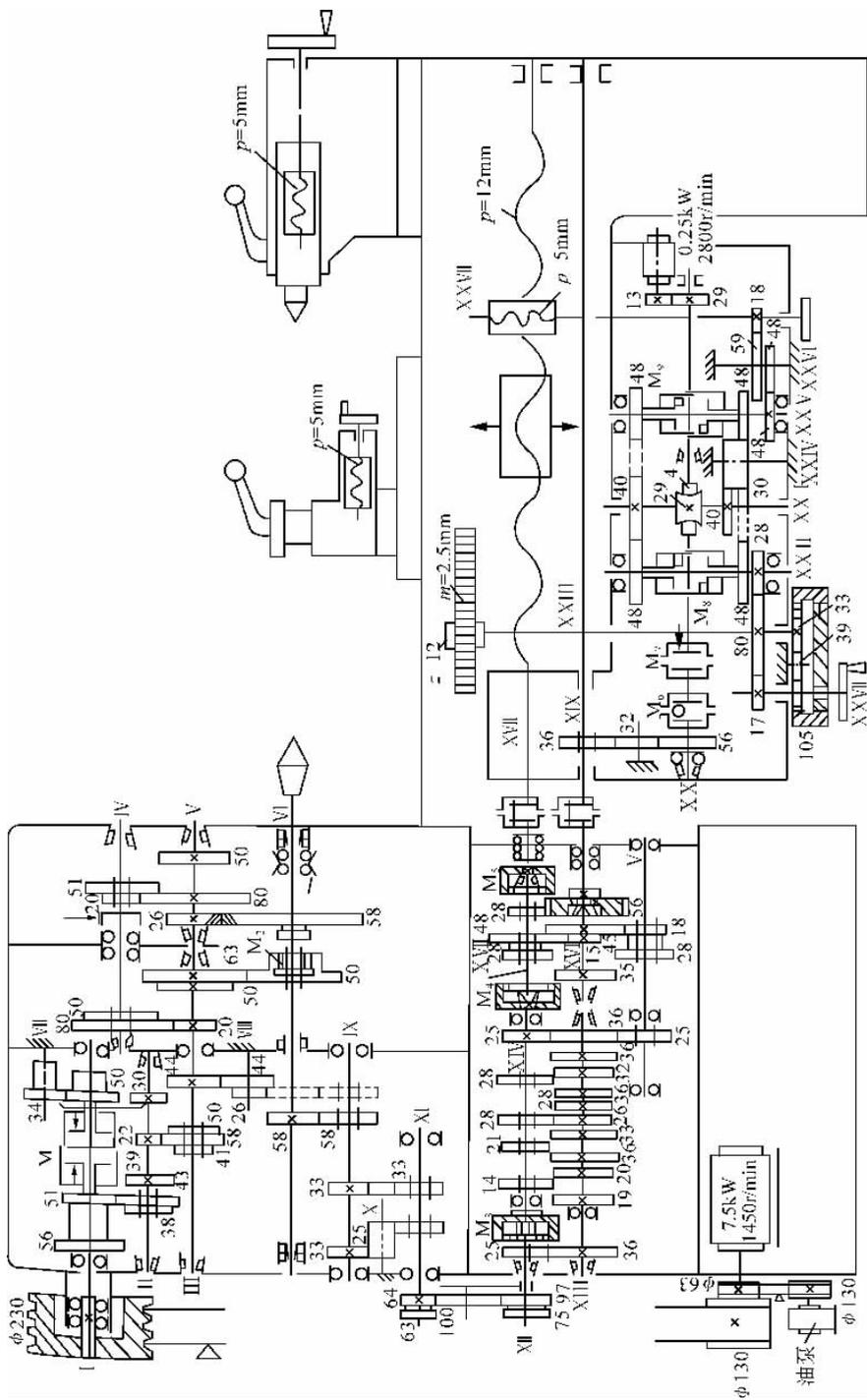


图2-2-7 CA6140型卧式车床的传动系统图

米制螺纹：44 种——1~192mm。

英制螺纹：20 种——2~24 牙/in ($in=0.0254m$)。

模数螺纹：39 种——0.25~48mm。

径节螺纹：37 种——1~96 牙/in。

主电动机：7.5kW、1450r/min。

溜板快移电动机：0.25kW、2800r/min。

机床工作精度如下。

圆度：0.01mm。

精平面平面度：0.02/100mm。

表面粗糙度： $Ra2.5\sim1.25\mu m$ 。

五、主轴箱内的结构及调整

CA6140 车床主轴箱内主要包括主轴部件、传动机构、启停及换向机构、制动装置、操纵机构和润滑装置等。

1. 主轴部件

主轴部件是车床的关键部分。工作时工件装夹在主轴上，并由其直接带动旋转做主运动。因此，主轴的旋转精度、刚度、抗振性等对工件的加工精度和表面粗糙度有直接影响。

(1) 主轴前端结构

主轴前端如图 2-2-8 所示，有精密的莫氏锥孔可以安装顶尖和心轴。前端用来装夹卡盘或其他夹具，它以短圆锥面和轴肩作定位面，装夹时，卡盘座 4 上的 4 个螺钉 5 通过主轴轴肩 3 及圆环（锁紧盘）2 的孔，然后将圆环 2 转动一个角度，使螺钉 5 处于圆环的沟槽内（如图示位置），拧紧螺钉 1 及螺母 6，就可以使卡盘可靠地装夹在主轴前端。这种结构主要是使主轴前端的悬伸长度较短，有利于提高主轴组件的刚度。

(2) 主轴轴承

CA6140 轴承支承方式有三支承和两支承两种，如图 2-2-9 所示。为保证主轴具有较好的刚性和抗振性，前支承采用了一个短圆柱滚子轴承 7 (NN3021K/P5) 和一个 60°角接触的双列推力调心球轴承 6 (51120/P5) 组合的方式，承受切削过程中产生的径向力和轴向力。后支承用一个短圆柱滚子轴承 3 (NN3015K/P6)。三支承结构在主轴中部用一个短圆柱滚子轴承 (NN216) 作为辅助支承（图中未画出）。这种结构在重载荷工作条件下能保持良好的刚性和工作平稳性。

当主轴间隙过大时，将降低主轴刚度，切削时产生径向圆跳动或轴向窜动，容易产生振动；间隙太小则会造成主轴旋转时发热过高而损坏。如果车削时出现工件圆度或端面平面度超差，或者外圆面有混乱的波纹，则说明轴承已经磨损，间隙过大。

调整主轴轴承间隙的方法如下所述。

用钳形扳手将螺母 8 及锁紧螺母 4 的螺钉 5 松开，拧紧螺母 4，使轴承 7 的内圈向右移动，由于内圈和主轴轴颈是锥面配合，右移后，内圈会产生径向弹性膨胀，将滚子与内、外圈之间的间隙减小。调整适当后，应将锁紧螺钉 5 和螺母 8 拧紧。后轴承 3 的间隙可用螺母 1 调整。中间轴承只有主轴受力较大，支承产生一定挠度时，才起支承作用，因此，需要有一定的间隙。

调整后，应检查轴承间隙，用手转动主轴，感觉应灵活，无阻滞现象（用外力旋转时，主轴转动在 3~5 圈内自动平稳地停止）。再次测量主轴的径向圆跳动误差和轴向窜动，应符合要求。

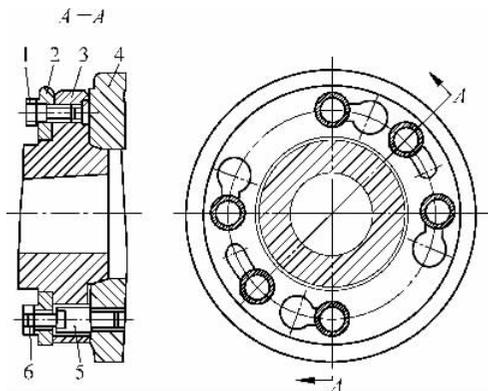


图 2-2-8 主轴前端的结构

1、5—螺钉；2—圆环；3—主轴轴肩；4—卡盘；6—螺母

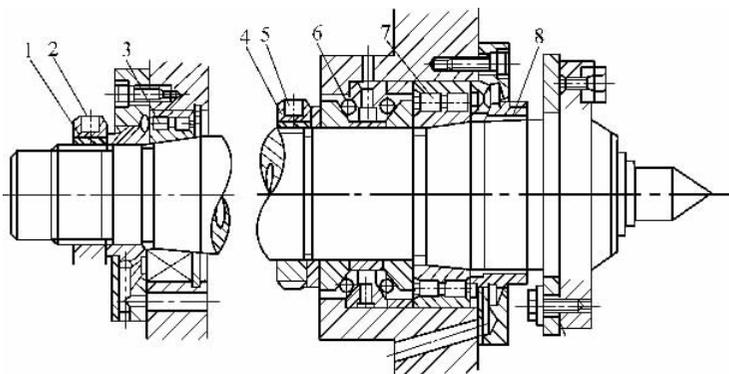


图 2-2-9 CA6410 型车床主轴部件

1、4、8—螺母；2、5—锁紧螺钉；3、7—短圆柱滚子轴承；
6—双列推力调心球轴承

2. 开停、换向装置

主轴箱的开停和换向装置采用了双向多片式摩擦离合器，如图 2-2-10 所示。

离合器由内、外摩擦片交错叠加组成。内摩擦片 1 有花键孔，可以随轴 4 一同转动；而外摩擦片 2 的内孔是光滑圆孔，空套在轴 4 的外圆上，其外圆上有 4 个凸耳，卡在空套齿轮 1 右端套筒部分缺口内，当未被压紧时，它们互不联系，主轴停转。当用操纵装置将内、外摩擦片压紧时，通过摩擦力使内、外摩擦片一同转动，从而将转矩由轴 4 传给空套齿轮 1。当左边摩擦片被压紧，主轴正转；当右边摩擦片被压紧时，主轴反转。

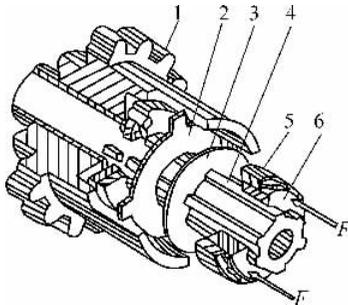


图 2-2-10 双向多片式摩擦离合器

1—空套齿轮；2—外摩擦片；3—内摩擦片；
4—花键轴；5—螺母；6—花键压套

离合器摩擦片间隙要适当。间隙过大，摩擦力不够，会影响车床功率的正常传递，会出现打滑；间隙过小，在高速车削时，会因发热而“闷车”。

3. 制动器

如图 2-2-11 所示，制动器由制动轮 7、制动带 10 和杠杆 12 等组成。在机床停车时，能克服转动惯性，迅速制动，以缩短辅助时间。

制动轮装在Ⅳ轴，制动带内侧有铜丝石棉，以增大摩擦。当齿条轴 13 左右移动时，其上的圆弧形凹部与杠杆下端接触，杠杆顺时针摆动，松开制动；而当圆弧凸起部分与杠杆端接触时，杠杆逆时针摆动，使制动带包紧制动轮，起到制动作用。制动松紧可由螺钉 11 调整。

4. 主轴变速操纵机构

操纵机构的作用是改变离合器和滑移齿轮位置，以控制启动、换向和变速。为简化机构，常采用集中操纵方式，即用一个手柄操纵几个传动件。图 2-2-11 就是启停、换向和制动操纵机构。通过向上或向下转动手柄 6，可以使得齿条轴 13 向左或向右移动，一方面压紧内、外摩擦片，同时齿条轴上圆弧槽凹部对准杠杆下端，松开制动，这样实现正转或反转。当手柄 6 处于中间时，左右的内、外摩擦片均处于脱开状态，而制动压紧，正好是停车状态。

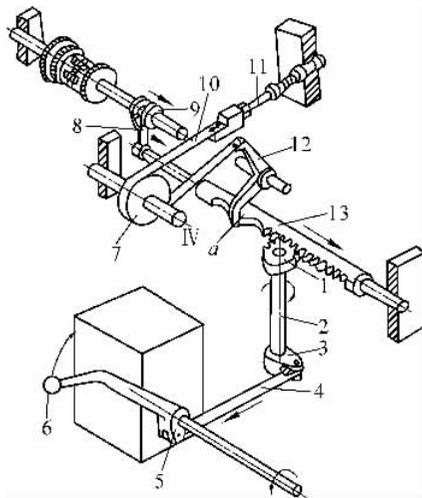


图 2-2-11 主轴变速操纵机构

1—扇形齿；2—轴；3、5、12—杠杆；4—连杆；6—手柄；7—制动轮；
8—拨叉；9—滑环；10—制动带；11—调节螺钉；13—齿条轴

六、其他主要机构

在车床的进给箱、溜板箱和床鞍拖板上也有一些典型传动和操纵机构。

1. 开合螺母

开合螺母的作用是接通或断开从丝杠传来的运动。车削螺母以及蜗杆时，将开合螺母合上，丝杠通过开合螺母带动溜板箱及刀架运动。

(1) 开合螺母的结构

如图 2-2-12 所示，它由上下两个半螺母 1 和 2 组成，装在燕尾形导轨中，可上下移动。上下半螺母的背面各装有一个圆柱销 3，其伸出端分别嵌在槽盘 4 的两条槽中。扳动手柄 6，经轴 7 使槽盘逆时针转动时，曲线槽迫使两圆柱销 3 互相靠近，带动上下半螺母合拢，与丝杠啮合。反向扳动手柄 6 时，两半螺母互相分开，与丝杠分离。

(2) 开合螺母的调整

开合螺母与镶条要调整适合，不然就会影响螺纹的加工精度，或使开合螺母操纵手柄自动跳位，出现螺距不等或乱牙、开合螺母轴向窜动等。

开合螺母跟燕尾导轨配合间隙（一般应小于 0.03mm），可用螺钉 8 支紧或放松镶条 5 进行调整，调整后用螺母 9 锁紧。

2. 床鞍

床鞍上有中拖板和小拖板等，床鞍是纵向车削工件时使用的。中拖板是横向车削工件和

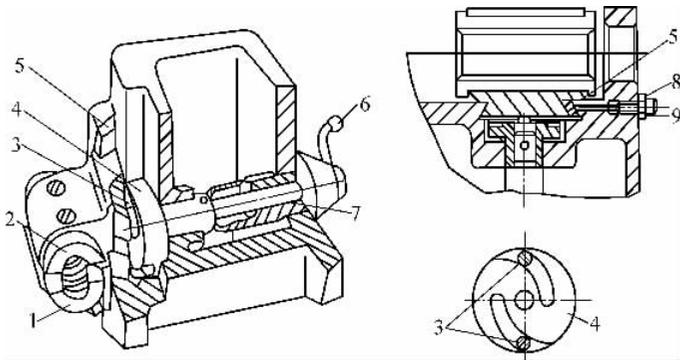


图 2-2-12 开合螺母的结构

1、2—半螺母；3—圆柱销；4—槽盘；5—镶条；
6—手柄；7—轴；8—螺钉；9—螺母

控制背切削量时使用的；小拖板是纵向车削较短的工件或圆锥面时使用的。

(1) 床鞍、中拖板、小拖板结构

①床鞍如图 2-2-13 所示。装在床身的 V 形导轨与平导轨上，以保证溜板纵向移动的直线度。

②中拖板 5 装在床鞍顶面的燕尾导轨上，由中拖板丝杠 4 经移动螺母（由分开的两部分 17 和 19 组成，中间用楔块 18 隔开）沿导轨横向移动。

③小拖板 7 装在转盘 8 燕尾导轨面上，并与转盘可在中拖板的 T 形环槽中转动，转盘转到需要的位置后，用 T 形槽螺钉 6 将其紧固在中拖板上。

(2) 床鞍、中拖板、小拖板间隙的调整

①床鞍与床身导轨间隙的调整：床鞍与导轨间隙将影响刀具纵、横两方向的进给精度，从而影响工件的加工精度和表面粗糙度。应保持刀架在移动时平稳、灵活，无松动或无阻滞感。

调整方法如图 2-2-14 所示。将床鞍移至导轨中间，拧动床鞍内侧螺钉 3 和外侧螺钉 1。拧松锁紧螺母后，适当拧紧调节螺钉，以减小外侧压板的垫块与床身导轨间的间隙。当用 0.04mm 厚度的塞尺检查间隙时，塞尺深度不超过 20mm，摇动床鞍平稳，无阻滞感即可，然后拧紧锁紧螺母固定间隙。

②中拖板与床鞍导轨间隙的调整：中拖板与床鞍导轨间隙可用螺钉 9 和 11 调节斜镶条 10 的前后移动来调整，如图 2-2-13 所示。

③中拖板丝杠与螺母间隙的调整：先拧紧螺钉 15，使后螺母 17 固定，然后逐步拧紧楔块 18 的紧固螺钉 21，使中拖板手柄正、反转之间的空程量在 1/20 转以内，并且手柄摇动灵活。调整后，拧紧螺钉 20 固定前螺母 19。

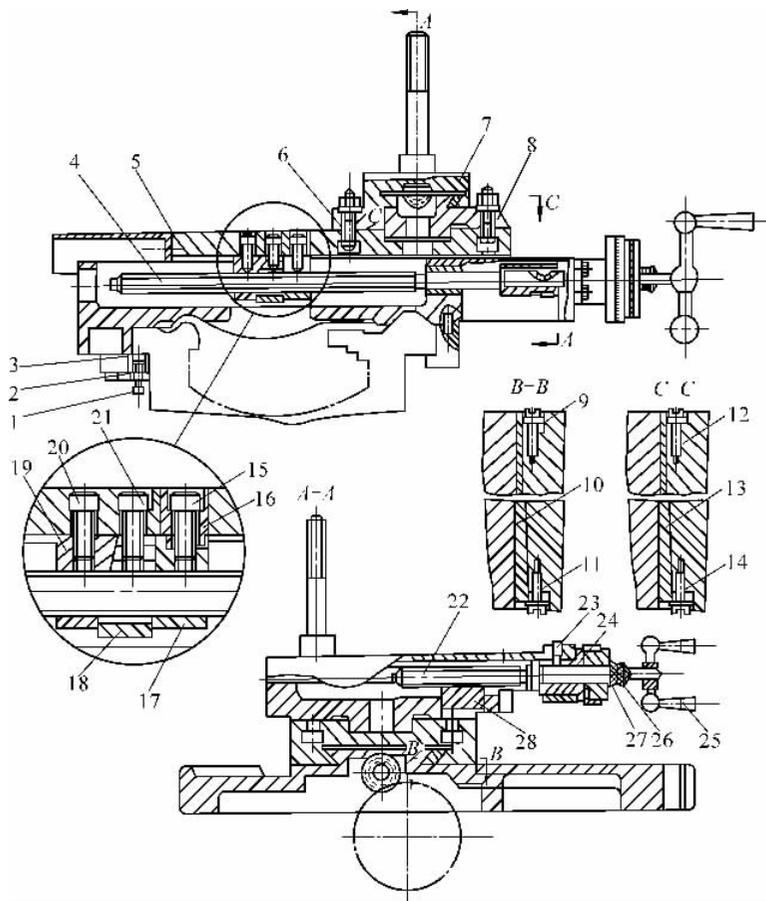


图 2-2-13 床鞍、中拖板、小拖板结构

1、9、11、12、14、15、20、21、23—螺钉；2、17、19、26、27、28—螺母；
3—压板镶条；4、22—丝杠；5—中拖板；6—T形槽螺钉；7—小拖板；8—转盘；
10、13—镶条；16、24—定位套；8—楔块；25—手柄

④中拖板与床鞍顶面的燕尾导轨之间的调整如图 2-2-15 所示。

先拧松前侧螺钉，再拧紧后侧螺钉，手摇动中拖板，松紧适当后拧紧前侧螺钉。

⑤中拖板刻度圈的调整是为了控制刻度圈松动时会自行转动，因而无法读准刻度值。如果刻度圈过紧，则刻度读数不易调整准确。调整方法如图 2-2-16 所示，当刻度圈过松时，可先拧出调节螺母 2 和坚固螺母 3，拉出圆盘 5，把弹簧片 4 扭弯些，增加它的弹力，随后把它装进圆盘和刻度圈之间，适当拧紧调节螺母，再拧紧坚固螺母。当刻度圈过紧时，则可适当松开调节螺母，使刻度圈转动间隙相应增大，再拧紧坚固螺母。

⑥小拖板镶条间隙、丝杠与螺母间隙的调整：小拖板镶条间隙的调整如图 2-2-13 所

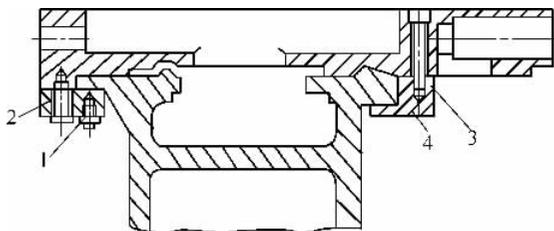


图 2-2-14 床鞍与导轨间隙的调整

1—外侧螺钉；2、4—压板；3—内侧螺钉

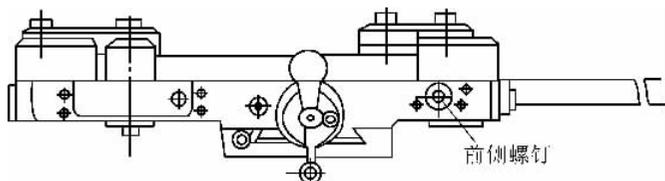


图 2-2-15 中拖板与床鞍顶面的燕尾导轨之间的调整

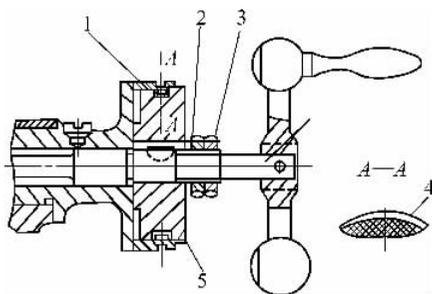


图 2-2-16 刻度圈的调整

1—刻度圈；2、3—螺母；4—弹簧；5—圆盘

示，镶条 13 间隙的调整方法与中拖板镶条间隙的调整方法相同。一般卧式车床的小拖板丝杠与螺母的间隙由制造精度保证，不需调整，但小拖板手柄 25 正、反转之间空量程可用螺母 26 和 27 锁紧。

第三节 工件的装夹及附件应用

切削加工时，必须把工件装夹在机床夹具上。经过校调、定位和夹紧，使它在整个切削过程中始终保持准确的位置。工件装夹的质量和速度，直接影响到工件的加工质量和生产效率，因此，必须十分重视。

一、用三爪卡盘装夹

三爪卡盘的结构如图 2-3-1 所示,当扳手方榫插入小锥齿轮 2 的方孔 1 转动时,与其啮合的大锥齿轮 3 随之转动。大锥齿轮的背面是一个平面螺纹 4,与三个卡爪 5 背面的螺纹啮合,因此当平面螺纹转动时,就带动卡爪同时作向心或离心移动,从而把工件夹紧或松开。由此可见,三爪卡盘的三爪是联动的,并能自动定心。故一般装夹工件不需校正,装夹效率比四爪单动卡盘高,但夹紧力没有四爪单动卡盘大。这种卡盘不能装夹形状不规则的工件,只适用手中小、小型规则零件的装夹,如圆柱形、正三角形、正六边形等工件。装夹方法如图 2-3-2 所示。当直径较小时,将工件置于 3 个卡爪之间装夹,亦可将工件置于三爪、3 个卡爪之间装夹,如图 2-3-2 (a) 所示,将三爪伸入工件内孔中,利用卡爪的径向张力装夹套、盘、环状零件,如图 2-3-2 (b) 所示。当直径较大,用正爪不便装夹时,可将 3 个正爪换成反爪进行装夹,如图 2-3-2 (c) 所示。当工件长度较大时,应在工件右端用尾座顶尖支撑,如图 2-3-2 (d) 所示。

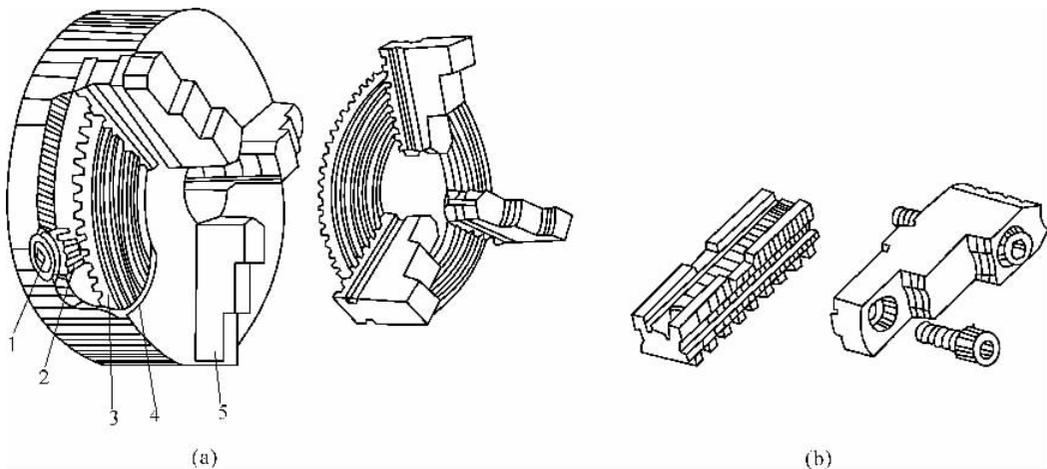


图 2-3-1 三爪自定心卡盘

(a) 三爪自定心卡盘结构原理; (b) 配装式卡爪

用三爪卡盘装夹工件的步骤如下。

① 工件在 3 个卡爪间放正,轻轻夹紧。

② 将刀架移至车削行程最左端,用手转动卡盘,检查刀架与工件或卡盘有无碰撞。

③ 开动机床,使主轴低速旋转,检查工件有无歪斜偏摆。若有偏摆歪斜,应停车用小锤轻敲校正,然后夹紧工件。转动主轴前必须及时取下专用扳手。

④ 将车刀移至车削行程最右端,调整好主轴转速和切削用量后,才可启动车床。

三爪卡盘装夹中应注意的事项:

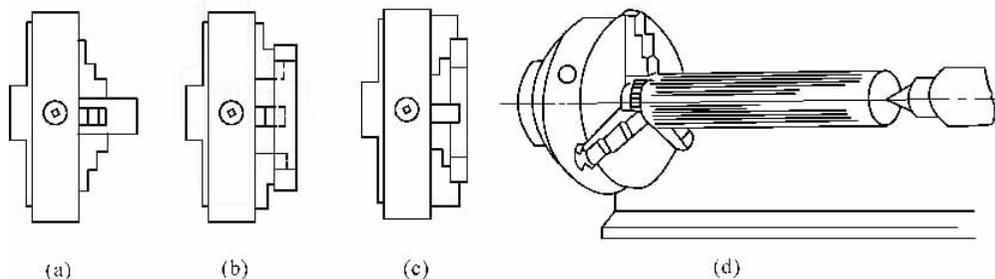


图 2-3-2 用三爪卡盘装夹工件的方法

(a) 顺爪；(b) 顺爪；(c) 反爪；(d) 三爪卡盘与顶尖配合使用

①正爪装夹工件时，工件直径不宜太大，卡爪伸出卡盘圆周不能超过卡爪长度的 $1/3$ ，否则卡爪跟平面螺纹只有 $2\sim 3$ 牙啮合，受力时容易使卡爪上的螺纹断裂，发生事故。

②装夹大直径工件时，尽量采用反爪装夹。较大的带孔工件需车外圆时，可反爪装夹，3 个卡爪作离心移动，撑住工件内孔来车削。

③装夹精加工过的工件，被夹住的工件表面应包一层薄铜皮，以免夹伤工件表面。

二、用四爪卡盘装夹

四爪卡盘具有 4 个对称分布卡爪，如图 2-3-3 所示。每个卡爪均可独立移动，卡爪后面有一半内螺纹同丝杆 2 啮合。丝杆一端有一方孔，用来安插扳手方榫。用扳手转动某一丝杠时，跟它啮合的卡爪就能单独移动。可根据工件的大小调节各卡爪的位置。

工件的旋转中心可通过分别调整 4 个卡爪确定。四爪卡盘适用于装夹截面为矩形、正方形、椭圆形或其他不规则形状的工件，也可将圆形截面工件偏心安装，加工出偏心轴或偏心孔。由于四爪卡盘的夹紧力比三爪卡盘大，所以也用来装夹尺寸较大的圆形工件。

由于四爪卡盘的 4 个爪各自独立移动，因此，工件装夹后必须将工件加工部分的旋转轴线找正到与车床主轴旋转轴线重合才能车削。找正时按预先在工件上划出的加工线或基准线（如外圆、内孔等）来进行，如图 2-3-4 所示。

划线找正工件的方法如下：

①使用划针靠近工件上划出的加工界线，如图 2-3-4 (a) 所示。

②轻轻松开各卡爪，慢慢转动卡盘，先校正端面，在离针尖最近的工件端面上用小锤轻轻敲击，至各处距离相等。

③转动卡盘，校正中心，将离开针尖最近处的一个卡爪松开，拧紧其对面的一个卡爪，

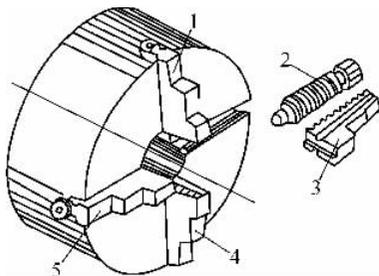


图 2-3-3 四爪单动卡盘

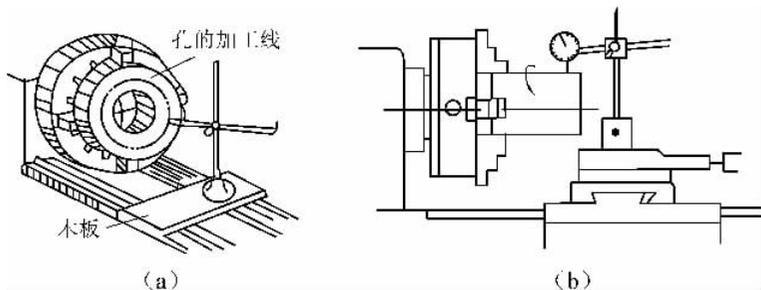


图 2-3-4 四爪卡盘装夹工件时的找正

(a) 用划线盘找正；(b) 用百分表找正

反复调整几次，直至校正为止，然后拧紧各卡爪。

当工件装夹精度要求较高时，可用百分表找正，如图 2-3-4 (b) 所示。

四爪卡盘可以装成正爪，也可装成反爪。

三、用顶尖装夹

对于较长的工件（如长轴、长丝杠等）或加工过程中需多次装夹的工件，要求有同一个装夹基准。这时可在工件两端面上用标准中心钻钻出中心孔进行装夹加工。这种装夹方法安装方便，不需校正，装夹精度高。

1. 中心孔

中心孔有 A 型（不带护锥）、B 型（带护锥）、C 型（带螺孔）和 R 型（弧形）4 种，如图 2-3-5 所示。

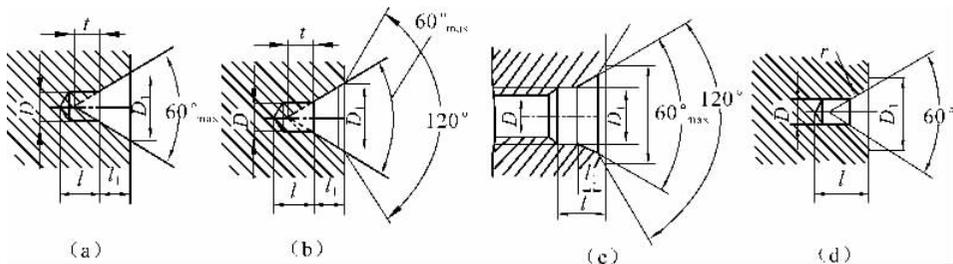


图 2-3-5 中心孔的形状

(a) A 型；(b) B 型；(c) C 型；(d) R 型

2. 顶尖

顶尖有前顶尖和后顶尖两种。两种顶尖的尺寸相同，不同的是前顶尖不淬火，后顶尖要淬火。这是因为前顶尖与工件一起旋转，无相对运动，不发生摩擦。而后顶尖不转动，与工件有相对运动而产生摩擦。它们用来确定中心，并承受工件的质量和切

削力。

(1) 前顶尖

插在车床主轴锥孔内跟主轴一起旋转的顶尖称为前顶尖。前顶尖安装在一个专用锥套内，再将锥套插入主轴锥孔内，如图 2-3-6 (a) 所示。有时为了准确和方便，可在三爪卡盘上夹一段钢料车出 60° 锥角，以代替前顶尖，如图 2-3-6 (b) 所示。这种顶尖从卡盘上卸下后，再次使用时，必须将锥面重新修整，以保证顶尖锥面的轴心线与车床主轴旋转中心重合。

(2) 后顶尖

插入车床尾座套筒内的顶尖叫做后顶尖。有死顶尖和活顶尖两种，如图 2-3-7 和图 2-3-8 所示。

①死顶尖：死顶尖定心准确而且刚性好，但因工件与顶尖是滑动摩擦，磨损大而发热高，容易把中心孔或顶尖“烧坏”。所以，采用镶硬质合金顶尖，如图 2-3-7 (b) 所示，它适用于加工精度要求高的工件或高速加工的情况。支承细小工件时可用反顶尖如图 2-3-7 (c) 所示，这时工件端部要做成顶尖形状。

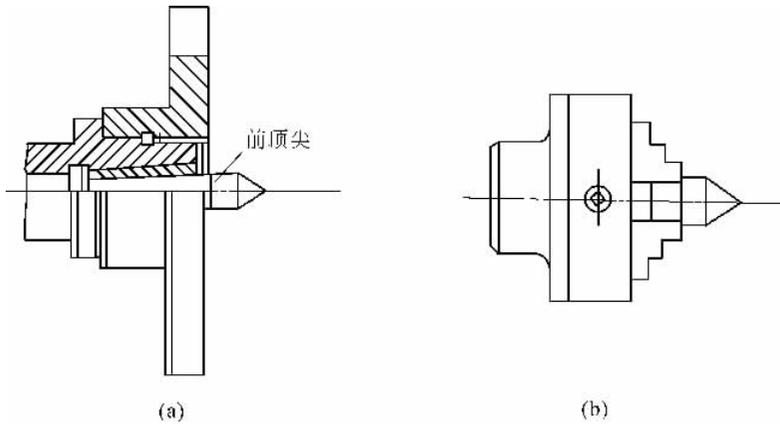


图 2-3-6 前顶尖
(a) 标准顶尖；(b) 车制顶尖

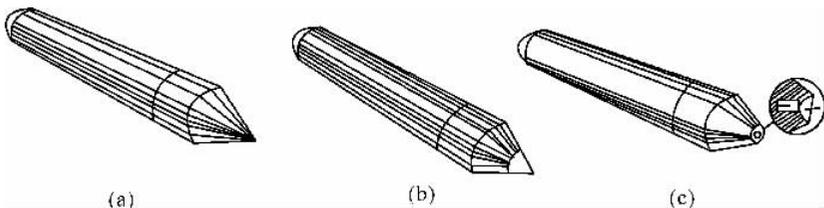


图 2-3-7 死顶尖
(a) 普通顶尖；(b) 镶硬质合金的顶尖；(c) 反顶尖

②活顶尖：活顶尖如图 2-3-8 所示，内部装有滚动轴承，顶尖和工件一起转动，避免了顶尖和中心孔的摩擦，能承受很高的转速，但支承刚性差。又因活顶尖存在一定的装配积累误差，当滚动轴承磨损后，会使顶尖产生径向跳动，从而降低了加工精度。

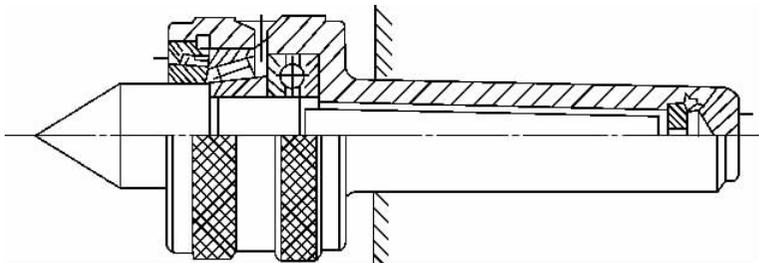


图 2-3-8 活顶尖

3. 拨盘和鸡心夹头

仅有前后顶尖是不能带动工件的，必须通过装在车床主轴上的拨盘和鸡心夹头才能带动工件旋转。拨盘盘面有两种形状，如图 2-3-9 所示。一种是有 U 形槽的拨盘 1，用来装弯尾鸡心夹头 2，如图 2-3-9 (a) 所示，另一种是装有拨杆的拨盘 1，用来装直尾鸡心夹头 2，如图 2-3-9 (b) 所示。鸡心夹头的一端与拨盘连接，另一端装方头螺钉 3，用来紧固工件。

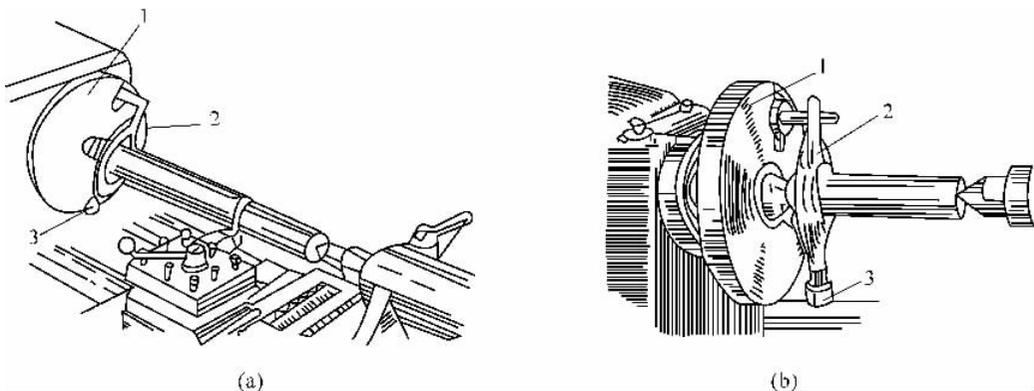


图 2-3-9 拨盘和鸡心夹头
(a) 弯尾鸡心夹头；(b) 直尾鸡心夹头

装夹操作步骤如下：

①转动尾座手轮，调节工件在顶尖间的松紧，使之既能自由旋转，但又不会轴向窜动，最后紧固尾座套筒。

②将刀架移到车削行程最左端，用手转动拨盘及鸡心夹头，检查是否会与刀架等碰撞。

③紧鸡心夹头螺钉。

除鸡心夹头外，也常使用两半分开的“对分式夹头”。生产中也可用三爪自动定心卡盘代替拨盘，如图 2-3-10 所示。



图 2-3-10 用三爪卡盘代替拨盘

4. 用顶尖装夹工件的步骤和注意事项

(1) 装夹步骤

①在工件一端安装鸡心夹头，如图 2-3-11 所示，先用手稍微拧紧螺钉。在工件另一端中心孔里涂上润滑油。

②将工件置于顶尖间，如图 2-3-12 所示，根据工件长短调整尾座位置，保证能让刀架移至车削行程最右端，同时又要尽量使尾座套筒伸出最短，然后将尾座固定。

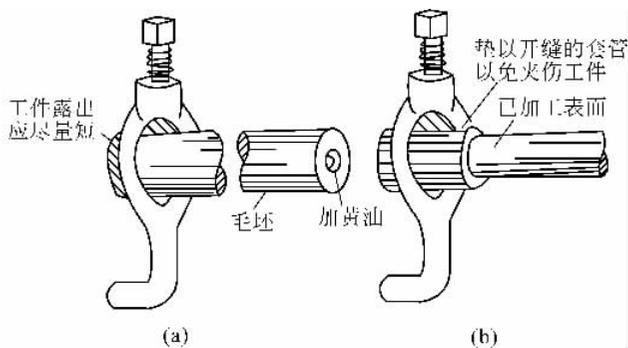


图 2-3-11 装鸡心夹头

(a) 夹毛坯表面；(b) 夹已加工表面

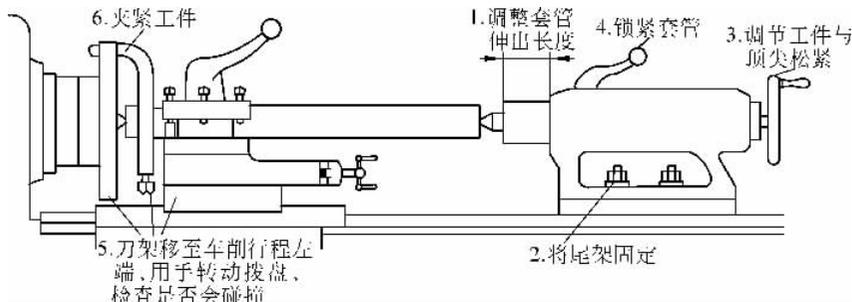


图 2-3-12 顶尖间装夹工件

(2) 注意事项

①应该使前后顶尖轴线与车床主轴轴线重合，如图 2-3-13 (a) 所示，否则车出来的工件是圆锥体，如图 2-3-13 (b) 所示。调整时，可把尾座推向车头，使两顶尖靠近，检

查它们是否在同一条直线上，必要时可调整尾座横向位置使之对准，如图 2-3-13 (c) 所示。具体方法为：装上工件后，将外圆车一刀再测量工件两端的直径，以两直径的偏差来调整尾座横向位移。如果工件右端直径大、左端直径小，那么尾座朝操作者方向偏移，反之向相反方向偏移。测量偏移量时，以百分表触头接触工件右端。如果两端直径相差 0.1mm ，那么尾座应偏移 $0.1/2=0.05\text{mm}$ ，这个偏移量由百分表读出。

②中心孔形状应正确，表面粗糙度值低，支顶前应清理中心孔。如果用死顶尖，应在后顶尖中心孔内加润滑脂（黄油）。

③尾座套筒在不影响车刀切削的情况下，尽量伸出短些，以提高刚性，减少振动。

④两顶尖与工件中心孔之间配合的松紧必须适当。如果顶得松，工件无法正确定中心，车削时就容易引起振动，而且顶得过松，工件可能飞出而发生危险。如果顶得过紧，细长工件会变形。对于死顶尖，会有增加摩擦的可能，“烧坏”顶尖和中心孔；对于活顶尖，容易损坏顶尖内部的滚动轴承。所以在车削过程中，必须随时注意顶尖及靠近顶尖的工件部分摩擦发热情况。当发现温度过高时（一般用手感来掌握），必须加黄油或机械油进行润滑，并适当调整松紧。

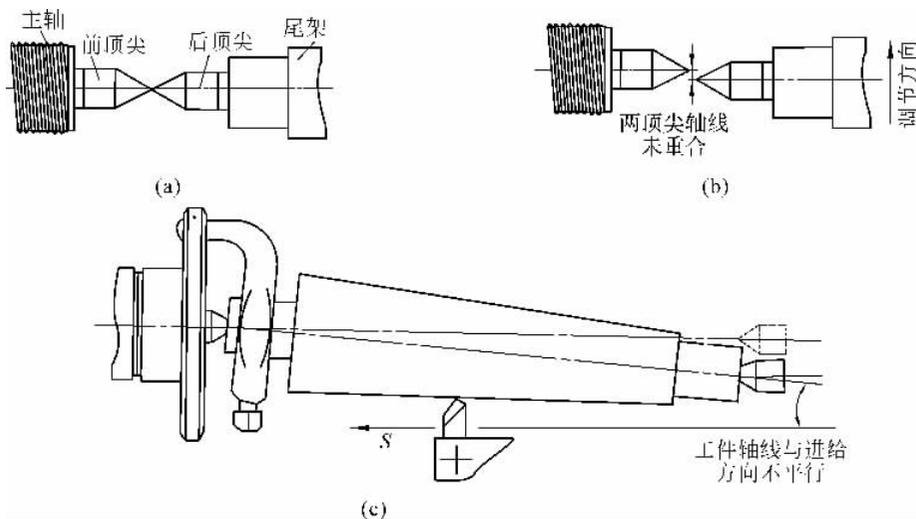


图 2-3-13 对准顶尖使轴线重合

(a) 顶尖轴线必须重合；(b) 顶尖轴线不重合时车出锥体；

(c) 横向调节尾架体使顶尖轴线重合

5. 顶尖配合卡盘装夹工件

对于较重的工件或精度要求不高的长轴类工件，用两个顶尖安装很不稳定，难以提高切削用量。这时可采用一端用卡盘夹持，另一端用顶尖顶住的安装方法（简称一夹一顶）。为了防止工件由于切削力作用产生轴向位移，必须在主轴锥孔内装一个限位支承，如图 2-3-

14 (a) 所示, 或利用工件台阶限位, 如图 2-3-14 (b) 所示。由于这种安装方法较安全, 能承受较大的轴向切削力, 安装刚性好, 轴向定位准确, 所以在粗加工及半精加工中应用广泛。

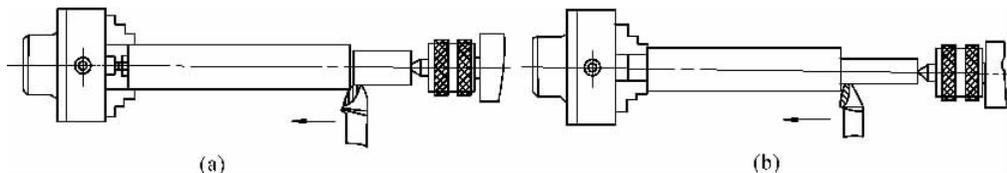


图 2-3-14 一夹一顶装夹工件

(a) 用限位支承; (b) 用工件台阶限位

四、用中心架和跟刀架装夹

当工件长度直径之比大于 25 ($L/d > 25$) 时称该工件为细长轴。由于细长轴本身刚性较差, 当受到切削抗力时, 会产生弯曲、振动, 使加工很困难。 L/d 愈大, 加工就愈困难。例如出现两头细中间粗的腰鼓形。在加工细长轴时, 要使用中心架和跟刀架作为附加支承, 以增强工件的刚性。

1. 中心架

中心架一般用于车削台阶轴、长轴的端面和轴端内孔。中心架固定在床身导轨上, 有以下 3 种使用方法。

①中心架直接装在工件的中间, 如图 2-3-15 所示。在工件装上中心架之前, 必须在工件毛坯中间车一段装中心架卡爪的沟槽, 槽的直径比工件最终尺寸略大一些, 以便精车。车沟槽时, 切削用量要小, 车好后用砂纸抛光, 并达到圆度要求。调整中心时, 须先调整下面两个爪, 然后把盖子盖好固定后, 再调整上面一个爪。车削时卡爪与工件接触处应经常加润滑油。

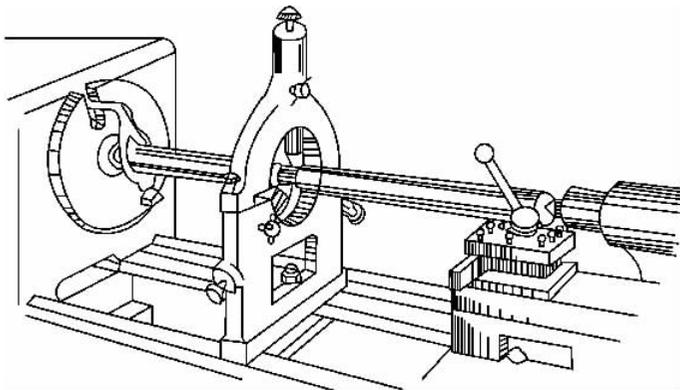


图 2-3-15 用中心架车削细长轴

②用过渡套筒。中心架的卡爪与工件直接接触，在工件上必须先车出搭中心架的沟槽。在细长轴中间要车削这条沟槽也是比较困难的。因此，可以用过渡套筒装夹细长轴的办法来解决，使卡爪跟过渡套筒的外表接触，如图 2-3-16 所示。过渡套筒的两端各装有 4 个螺钉，用来找正和夹住毛坯工件。

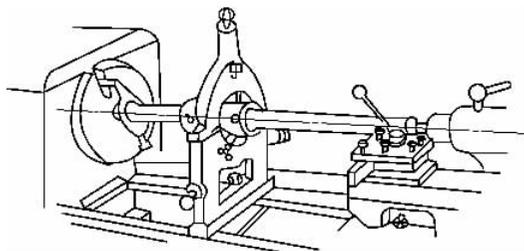


图 2-3-16 用过渡套筒装夹细长轴

③一端夹住一端搭中心架。车削长轴的端面、钻中心孔和车削较长套筒的内孔、内螺纹时，都可用一端夹住一端搭中心架的方法，如图 2-3-17 所示。这种方法使用范围广泛。

调整中心架时必须注意：工件轴线必须与主轴轴线同轴。否则，在端面上钻中心孔时，容易把中心钻折断；在中心架上车内圆时，会产生锥度。如果中心偏斜严重，工件旋转产生抖动，工件会很快从卡盘上掉下来而发生事故。

2. 跟刀架

跟刀架一般有两个卡爪，使用时固定在床鞍上，可随刀架一起移动，如图 2-3-18 所示。跟刀架主要可以跟随着车刀抵消径向切削抗力。车削时在工件头上先车好一段外圆，以

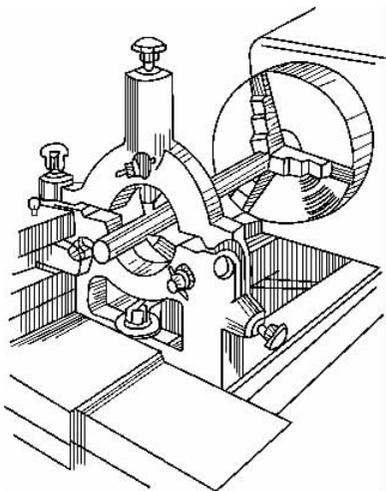


图 2-3-17 一端夹住一端搭中心架车削端面

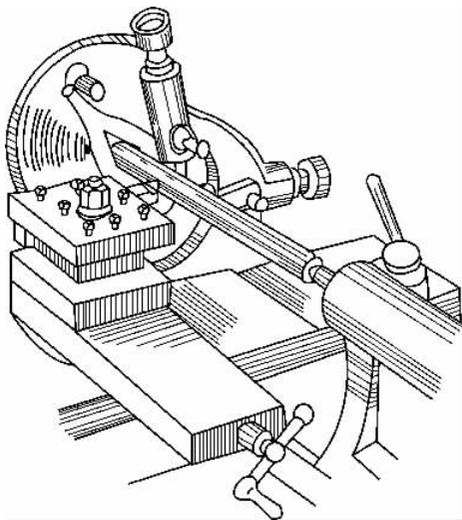


图 2-3-18 跟刀架的使用

此调节跟刀架支承,使之松紧适宜。支承处要加润滑油润滑。跟刀架可以提高细长轴的形状精度和减小表面粗糙度值。

使用二爪跟刀架时,由于工件本身的自重和弯曲,车削时工件往往因离心力作用而周期性瞬时离开卡爪,又瞬时接触卡爪,从而产生振动和不稳定工况。因此,建议采用三爪跟刀架,如图 2-3-19 所示。

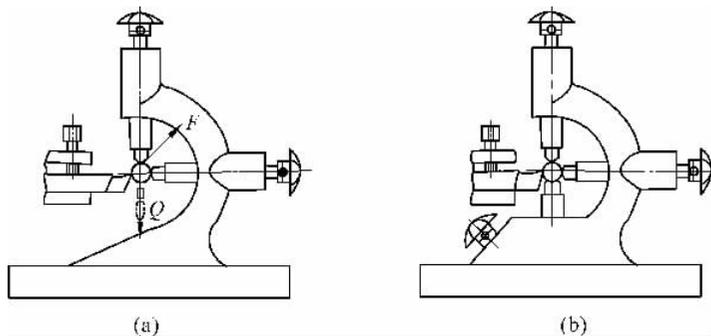


图 2-3-19 两爪跟刀架和三爪跟刀架

(a) 两爪跟刀架; (b) 三爪跟刀架

五、用心轴装夹

有些形状复杂且同心度要求高的盘、套类零件,须用心轴安装进行加工,以利于保证内、外圆柱面的同轴度及两端面的平行度。用心轴安装工件时,应先对工件的孔进行精加工(IT9~IT7),然后以孔来定位。把零件安装在心轴上,再把心轴安装在前后顶尖间,进行外圆和端面加工。

根据零件的形状尺寸、精度要求及加工数量的不同,应采用不同结构的心轴。

1. 锥度心轴

当工件上孔深度大于孔径时,应采用锥度心轴(锥度一般为 $1:5000\sim 1:1000$)。安装如图 2-3-20 (a) 所示。这种心轴对中性好,制造简单,加工出的零件精度高,但长度方向无法定位。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,故背吃刀量不宜大,装拆也不方便。

2. 圆柱体心轴

当工件上孔的深度小于孔径时,宜采用带压紧螺母的圆柱体心轴安装,如图 2-3-20 (b) 所示,工件左端紧靠心轴的台阶,由螺母及垫圈压紧在心轴上。为了保证内、外圆同心,孔与轴之间配合间隙应尽量小。这种心轴一次可装多个零件,可承受的切削力较大,但定位精度低,对中准确度比锥度心轴差。

3. 胀力心轴

如图 2-3-20 (c) 所示为机床主轴孔中的胀力心轴，它是依靠材料的弹性变形产生的胀力来固定工件的。胀力心轴装拆方便，精度高。

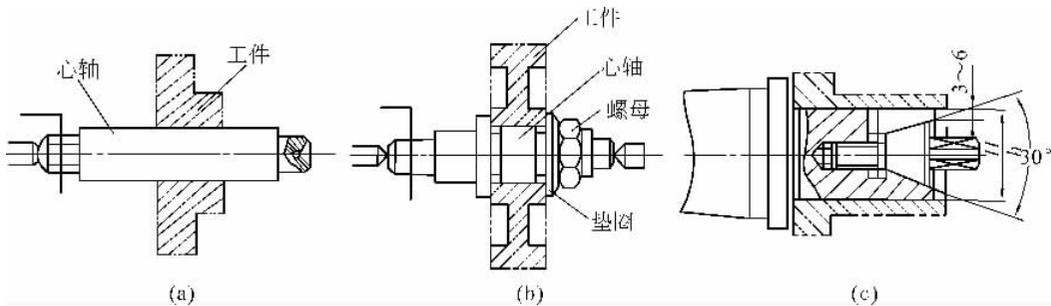


图 2-3-20 各种常用心轴

(a) 锥度心轴；(b) 圆柱体心轴；(c) 胀力心轴

六、用花盘装夹

被加工表面的旋转轴线和定位基准相互垂直，且外形复杂的零件可采用花盘安装，如图 2-3-21 所示。花盘是一个铸铁大圆盘，其端面上的 T 形槽用来穿压紧螺栓。中心的内螺孔可直接安装在车床主轴上。

在装夹工件前，应先检验花盘盘面的平面度和盘面与主轴轴线的垂直度，否则工件会产生相互位置偏差。可用百分表检测，如图 2-3-22 所示。用手转动花盘，看百分表指针的跳动情况，一般要求端面跳动在 0.02mm 以下。

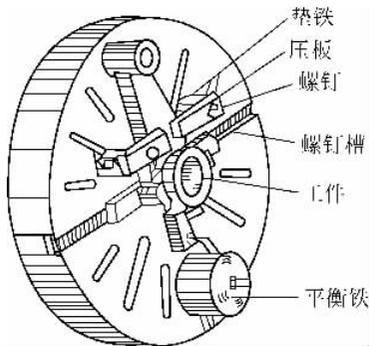


图 2-3-21 用花盘装夹工件

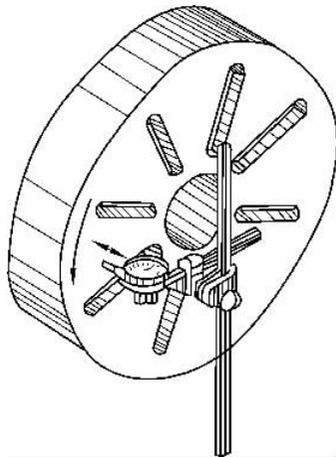


图 2-3-22 用百分表检查花盘平面

另外,还必须将百分表固定在刀架上。移动中滑板,观察花盘表面凹凸情况,平面只允许凹(一般在 0.02mm 以内)。如果发现花盘端面跳动或垂直度超差,先卸下花盘,检查连接盘的定位端面有否脏物及毛刺,若有则擦净并去除毛刺以后再装上测量。如果还不符合要求,可以把花盘端面精车一刀,精车端面时,必须把床鞍固定螺钉锁紧。

用花盘装夹工件时应注意下列问题:

- ①调整平衡铁进行平衡,以防止加工时工件重心偏离旋转中心引起振动而发生事故。
- ②应考虑工件被加工表面处于什么位置才便于加工和测量。
- ③应考虑如何用简便、牢固的方法把工件夹紧,而且使夹紧变形最小。

第四节 车 刀

在车削过程中,车刀切削部分承受很大的切削力或冲击力,连续经受强烈的摩擦,并且在很高的切削温度下工作。因此,车刀切削部分材料必须具备以下基本性能。

- ①高硬度:常温下刀头硬度要求在 60HRC 以上。
- ②耐磨性好:一般是硬度越高,耐磨性越好。
- ③耐热性好:车刀在高温下仍有良好的切削性能。
- ④足够的强度和韧性:在切削过程中,车刀承受较大的切削力或冲击力,因此,刀具材料必须具有足够的强度和韧性,才能防止脆性断裂和崩刃。
- ⑤良好的工艺性:车刀刀头材料应具备可焊接、锻造、热处理、磨削加工等工艺性能。

一、常用车刀材料

常用车刀材料有高速钢、硬质合金、陶瓷和超硬材料等。

①高速钢是含有钨、铬、钒、钼等合金元素较多的合金钢。高速钢车刀的特点是制造简单、刃磨方便、刃口锋利、韧性好和耐冲击。但耐热性差(耐热点一般在 $550\text{℃}\sim 600\text{℃}$),不宜高速车削。高速钢常用牌号有 W18Cr4V 和 W6Mo5Cr4V2 等,主要适合制造小型车刀、螺纹刀及形状复杂的成型刀具。

②硬质合金是由碳化钨、碳化钛粉末,用钴作黏结剂,经高压成型,高温煅烧而成。含钨量多的硬度高,含钴量多的强度高、韧性好。硬质合金的优点是硬度高、耐磨性好、耐热性好(耐热温度可达 $800\text{℃}\sim 1000\text{℃}$),可高速车削。缺点是韧性差、不耐冲击。

常用的硬质合金有:

④钨钴类(K类)由碳化钨和钴组成,它的抗弯强度和韧性较好,因此适用于铸件、有色金属等脆性材料的加工。常用牌号有 YG3 、 YG6 、 YG8 等。牌号中的数字表示含钴量的百分数。其中, YG3 适用于精加工; YG6 适用于半精加工; YG8 适用于粗加工。

⑤钨钴钛类(P类)由碳化钨、碳化钛和钴组成,它的耐磨性好,能承受较高的切削温

度,适用于加工钢料或其他韧性较大的塑性材料。常用牌号有 YT5、YT15、YT30 等。牌号中的数字表示碳化钛含量的百分数。其中, YT30 适用于精加工; YT15 适用于半精加工; YT5 适用于粗加工。

③ 钨钛钽(铌)钴类(M类)是在钨钛钴类的基础上加入少量的碳化钽或碳化铌制成的。它的抗弯强度和冲击性能都比较好,所以应用广泛,不仅可以加工脆性材料,也可以加工塑性材料。常用牌号有 YW1、YW2 等。它主要用于加工高温合金、高锰钢、不锈钢,合金铸锻等难加工材料。

④ 陶瓷刀具材料是以氧化铝为主要成分,冷压或热压成型,在高温下烧结而成的一种刀具材料。近几年有较大发展,与硬质合金相比,具有很高的硬度和耐磨性、很好的高温性能、很好的化学稳定性和抗黏结性能,摩擦系数低。但陶瓷刀具的强度和韧性差,热导率低。

⑤ 超硬刀具材料主要指金刚石及立方氮化硼。

二、车刀的分类及组成

1. 车刀的分类

① 车刀按用途可分为外圆车刀、端面车刀、切断刀、镗孔刀、螺纹车刀和成形车刀等,如图 2-4-1 所示。外圆车刀用于加工外圆柱和外圆锥表面,它分为直头和弯头两种。弯头车刀可以车削外圆、端面和倒角。端面车刀用来车削端面和短台阶。切断刀用来切断工件或车沟槽。镗孔刀用于镗削工件的内孔。螺纹刀用于车削螺纹。成形车刀用来车削台阶处的圆角和圆槽或各种特形面。

② 车刀按结构可分为整体式车刀、焊接式车刀和机械夹固式车刀。整体式车刀主要是整体高速钢车刀;焊接式车刀是在刀杆上镶焊硬质合金刀片,经刃磨后形成的车刀;机械夹固式车刀是将硬质合金刀片用机械夹固方法安装在刀杆上的车刀。机械夹固式车刀又分为机夹重磨式车刀和机夹不重磨式车刀,如图 2-4-2 和图 2-4-3 所示。两者区别在于:后者刀片为多边形,即具有多条切削刃,用钝后只需将刀片转位,就可以使用新的切削刃进行切削;前者刀片用钝后还可修磨。

2. 车刀的组成

车刀由刀头和刀杆两部分组成。刀头用于切削,又称切削部分;刀杆用于把车刀装夹在刀架上,又称夹持部分。车刀刀头由以下各部分组成,如图 2-4-4 所示。

(1) 前刀面

它是刀具上切屑流过的表面。

(2) 主后刀面

它是同工件上加工表面互相作用和相对着的表面。

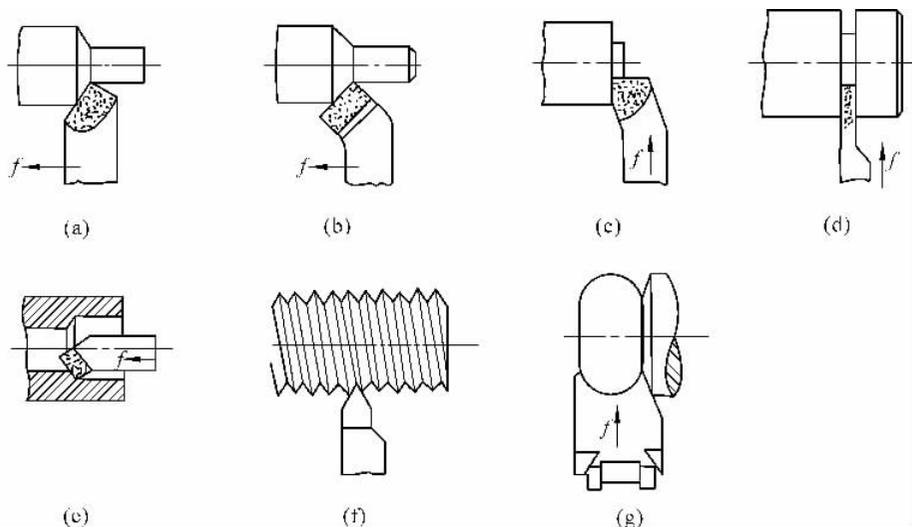


图 2-4-1 常用车刀种类

- (a) 直头外圆车刀；(b) 弯头车刀；(c) 端面车刀；(d) 切断刀；
(e) 镗孔车刀；(f) 螺纹车刀；(g) 成形车刀

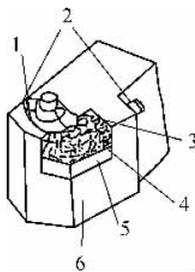


图 2-4-2 机夹重磨车刀

- 1—桥式压板；2—调节螺钉；3—压紧螺钉；
4—刀片；5—垫片；6—刀杆

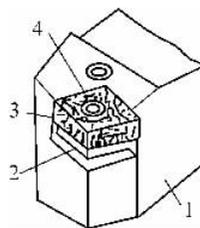


图 2-4-3 机夹不重磨车刀

- 1—刀杆；2—不重磨车刀；3—刀片；4—夹固元件

(3) 副后刀面

它是同工件上已加工表面互相作用和相对着的表面。

(4) 主切削刃

它是前刀面和主后刀面的相交部位。它担负着主要的切削工作。

(5) 副切削刃

它是前刀面和副后刀面的相交部位。它配合主切削刃完成切削工作。

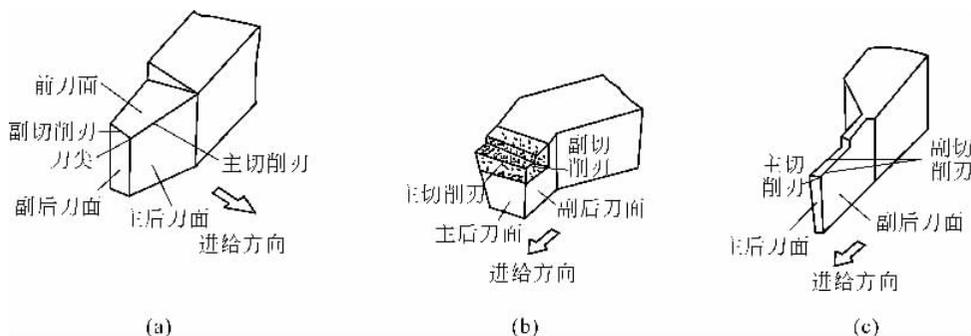


图 2-4-4 车刀的组成

(a) 外圆车刀; (b) 45°车刀; (c) 切断刀

(6) 刀尖

刀尖为主、副切削刃的连接部位。为了提高刀尖的强度，使车刀耐用，很多车刀都刃磨成一段圆弧型或直线型的过渡刃，如图 2-4-5 所示。

(7) 修光刃

它是副切削刃近刀尖处一小段平直的切削刃，如图 2-4-5 所示。装车刀时必须使修光刃与进给方向平行，且修光刃长度大于工件每转一转车刀沿进给方向的移动量，才能起到修光作用。

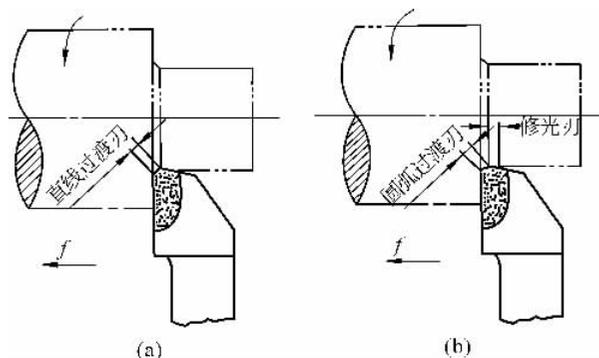


图 2-4-5 车刀的过渡刃和修光刃

(a) 直线型过渡刃; (b) 圆弧型过渡刃和修光刃

三、车刀的角度和刃磨

1. 车刀的主要角度及其作用

车刀的主要角度如图 2-4-6 所示。

(1) 在基面内测量的角度

① 主偏角 (κ_r):

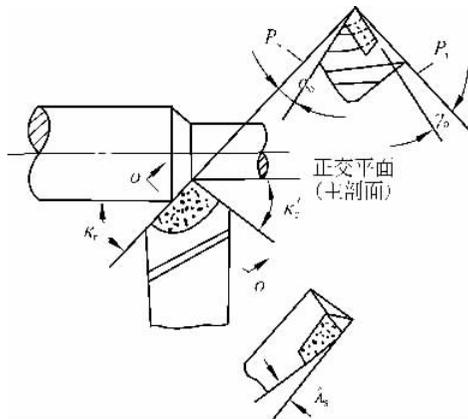


图 2-4-6 车刀的几何角度

主偏角是主切削刃在基面上的投影与进给方向之间的夹角。减少主偏角可增加主切削刃参加切削的长度,有利于散热和减小刀具的磨损,可以使刀具作用于工件径向的切削力增大,但当工件刚性不足时,易引起工件弯曲和振动。通常 κ_r 在 $45^\circ \sim 75^\circ$ 范围选取。车细长轴时,为避免车刀顶弯工件, κ_r 应在 $75^\circ \sim 90^\circ$ 范围选取。

②副偏角 (κ'_r):

副切削刃在基面上的投影与背进给方向之间的夹角为副偏角。副偏角的作用是影响副切削刃与工件已加工面之间的摩擦,影响已加工面的粗糙度。 κ'_r 较小时,可减小切削时的残留面积,减小表面粗糙度。一般 κ'_r 在 $5^\circ \sim 10^\circ$ 范围选取,精加工时宜选用较小的 κ'_r 。

(2) 在正交平面内测量的角度

①前角 (γ_o):

前刀面与基面之间的夹角称为前角。前角影响刃口锋利和强度,影响切削变形和切削力。前角增大使车刀刃口锋利,减小切削变形,可使切削省力,并使排屑方便。但前角过大,则刀尖强度被削弱,散热能力降低,容易造成磨损或崩刃。一般用硬质合金车刀切削钢件时, γ_o 为 $10^\circ \sim 25^\circ$; 车削铸件时, γ_o 为 $5^\circ \sim 15^\circ$ 。用高速钢车刀车削时, γ_o 可适当加大些。

②后角 (α_o):

主后刀面与切削平面之间的夹角称为后角。后角影响车刀主后刀面与工件过渡表面之间的摩擦、刀刃强度和锋利程度。粗加工时,为保证刀刃强度, α_o 应选小些; 精加工时,为避免已加工表面擦伤, α_o 应选大些。 α_o 一般在 $6^\circ \sim 12^\circ$ 范围选取。

③副后角 (α'_o):

副后刀面与切削平面之间的夹角称为副后角。副后角的主要作用是减少车刀副后刀面与工件之间的摩擦。

(3) 在切削平面内测量的角度

在切削平面内测量的角度有刃倾角 (λ_s)，它是主切削刃与基面之间的夹角。刃倾角主要影响切屑的流向和刀头强度。当刀尖是主切削刃的最高点时， λ_s 为正值，切屑流向待加工表面，如图 2-4-7 (a) 所示；主切削刃与基面平行时， $\lambda_s = 0$ ，切屑沿着垂直于主切削刃的方向流出，如图 2-4-7 (c) 所示；当刀尖是主切削刃的最低点时， λ_s 为负值，切屑流向已加工表面，如图 3-4-7 (b) 所示。一般 λ_s ，在 $-5^\circ \sim 10^\circ$ 范围选取。精加工时，为避免切屑划伤已加工表面， λ_s 值应取零或正值；粗加工时，为提高刀头强度， λ_s 可取负值。

2. 车刀的刃磨步骤和注意事项

车刀的切削部分的形状和几何角度通常是在砂轮机上刃磨形成的。磨高速钢车刀宜选用砂粒韧性较好、比较锋利、硬度稍低的白色氧化铝砂轮；磨硬质合金车刀宜选用砂粒硬度更大、切削性能好但较脆的绿色碳化硅砂轮。

车刀刃磨有机械刃磨和手工刃磨两种。机械刃磨效率高、质量好、操作方便；手工刃磨比较灵活，对磨刀设备要求较低。这种刃磨方法应用较为普遍，也是车工技能学习的基础，因此，必须掌握手工刃磨的基本技能。

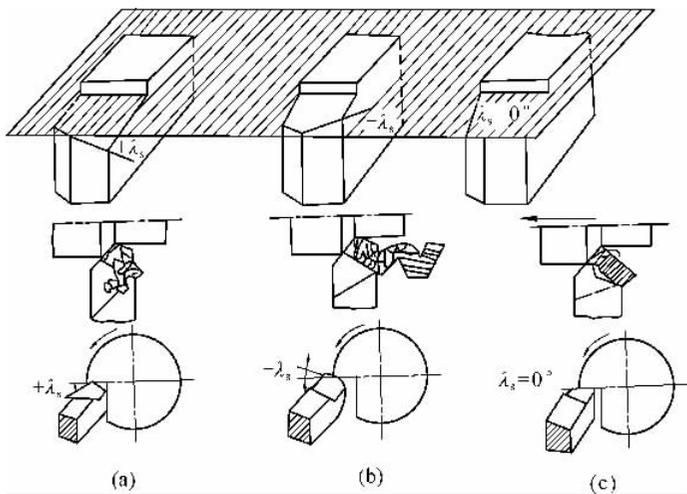


图 2-4-7 刃倾角对流屑方向和刀尖强度的影响

(a) 切屑流向待加工表面；(b) 切屑流向已加工表面；

(c) 切屑沿垂直于主切削刃的方向流出

(1) 一般步骤

现以车削钢料的高速钢外圆车刀为例，介绍手工刃磨步骤。

①磨主后刀面，如图 2-4-8 (a) 所示。

按主偏角的大小使刀杆向左偏斜，按后角的大小使刀头向上翘，使主后面自下而上慢慢接触砂轮刃磨。

②磨副后刀面，如图 2-4-8 (b) 所示。

按副偏角的大小使刀杆向右偏，按副后角的大小使刀头向上翘，使副后刀面自下而上慢慢接触砂轮刃磨。

③磨前刀面，如图 2-4-8 (c) 所示。

刀杆尾部下倾，按前角大小倾斜前刀面，连切削刃与刀杆底面平行或倾斜一定角度，使前刀面自下而上慢慢接触砂轮刃磨。

④磨刀尖过渡刃，如图 2-4-8 (d) 所示。

刀尖上翘，使过渡刃处有后角，然后左右移动或摆动刃磨。

车刀在砂轮上刃磨后，还要用油石加机油将各面磨光，以使车刀耐用并降低被加工零件的粗糙度。

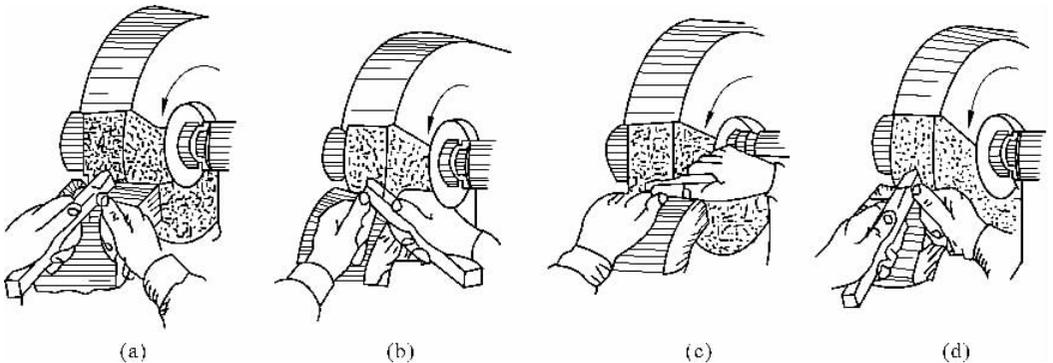


图 2-4-8 车刀的刃磨

(a) 磨主后刀面；(b) 磨副后刀面；(c) 磨前刀面；(d) 磨刀尖过渡刃

(2) 注意事项

①刃磨时，两手稳握车刀，使刀杆靠于支架上，并使受磨面贴近砂轮，切勿用力过猛，以免挤碎砂轮，造成事故。

②新安装的砂轮必须严格检查，经过试运转实验后方能使用。刃磨时尽可能使用砂轮圆周面，并将车刀左右移动，使砂轮磨耗均匀，不产生沟槽。应避免在砂轮两侧面用力粗磨车刀，以使砂轮受力偏摆、跳动，甚至破碎。

③刀头磨热时，即应沾水冷却，以免刀头因温度升高而软化。但磨硬质合金车刀时，不应沾水，以免产生裂纹。

④不要站在砂轮正面，以免砂轮破碎使操作者受伤。

⑤必须根据车刀材料来选择砂轮种类，否则将达不到良好的刃磨效果。不允许在砂轮上磨有色金属和非金属材料，以免堵塞砂轮。

⑥刃磨硬质合金车刀时，砂轮旋转必须由刃口向刀体方向转动，以免造成切削刃出现锯齿形。

⑦磨刀结束后随手切断砂轮机电源。

四、车刀的安裝

磨得很好的车刀，如果安装方法不正确，就会改变车刀的角度，直接影响工件的加工质量。所以，车刀要安装正确，必须注意以下几点。

①安装在刀架上的车刀不宜伸出太长，一般以不超过刀杆高度的2倍为宜。伸出太长，刀杆刚性下降，容易产生振动，使车出的工件表面粗糙度增加或车刀损坏。车刀下面的垫片要平整，数量要少，垫片应与刀架对齐。车刀至少要用两个螺钉压紧在刀架上，并逐个轮流拧紧。车刀安装如图2-4-9所示。

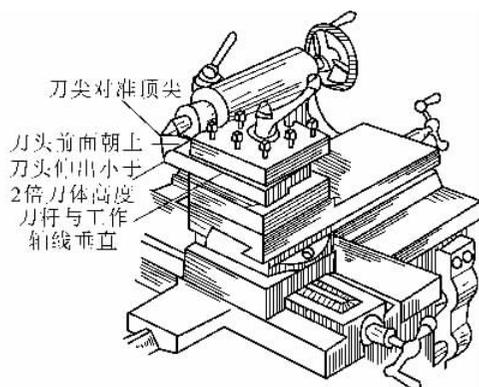


图 2-4-9 车刀安装

②车刀刀头一般应与工件轴线等高，如图2-4-10(a)所示，否则，切削平面和基面的位置发生变化，会改变车刀工作时的前后角的大小。车刀装得太高，如图2-4-10(b)所示，会使后角减小，增大车刀后刀面与工件间的摩擦；车刀装得太低，如图2-4-10(c)所示，会使前角减小，切削不顺利。

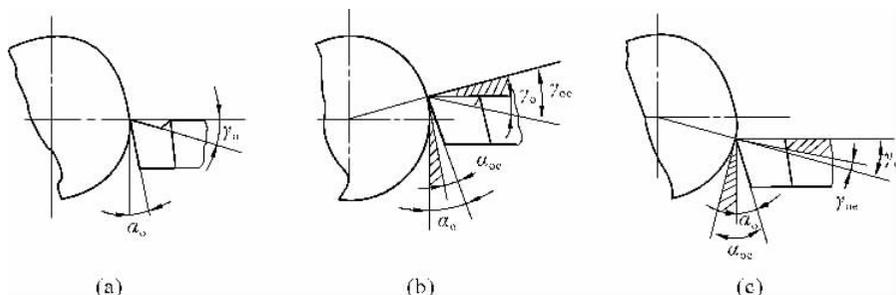


图 2-4-10 装刀高低对前后角的影响

(a) 正确；(b) 太高；(c) 太低

③装夹车刀时，应使刀杆中心线与进给方向垂直，否则会使主偏角和副偏角发生变化，如图 2-4-11 所示。

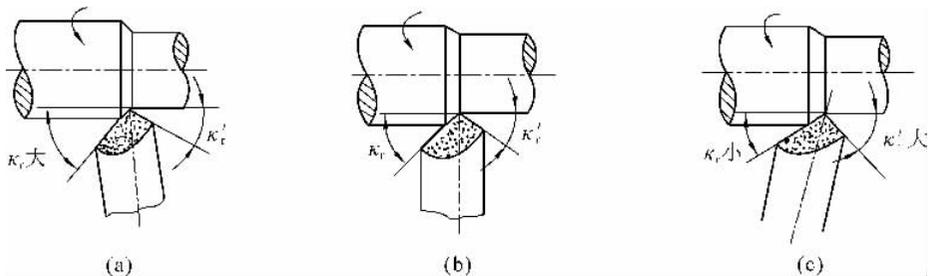


图 2-4-11 车刀装偏对主副偏角的影响

(a) κ_r 增大；(b) 安装正确；(c) κ_r 减小

④车端面时，除了注意上述安装要求外，还要严格保证车刀的刀尖对准工件中心，以防止车削后工件端面中心处留有凸头。使用硬质合金车刀时，如忽视这一点，车到中心处时会使刀尖崩碎，如图 2-4-12 所示。

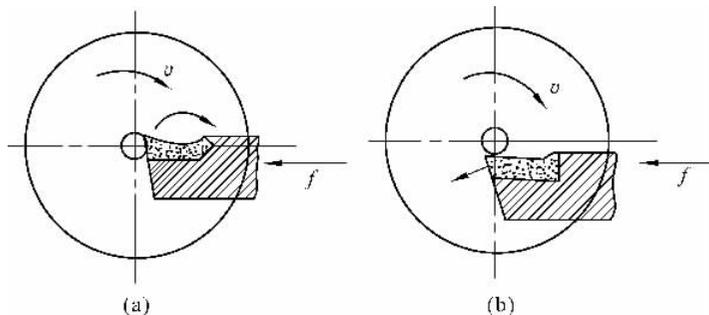


图 2-4-12 车刀刀尖不对准工件中心使刀尖崩碎

(a) 刀尖高于工件中心；(b) 刀尖低于工件中心

⑤当用车刀车削台阶时，必须使车刀的主切削刃与工件表面成 90° ，否则，车出的台阶会与工件中心线不垂直。

第五节 车床操作要点

本节以 CA6140 车床为例，讲述车床的操作方法。

一、变速、变走刀和变挂轮操作

1. 车床的传动

卧式车床的传动系统框图如图 2-5-1 所示。电动机输出的动力，经带传给主轴箱。变

换箱外的手柄位置,可使箱内不同的齿轮啮合,从而使主轴得到各种不同的转速。主轴通过卡盘带动工件旋转。

主轴的旋转通过挂轮箱、进给箱、丝杠(或光杠)、溜板箱的传动,使溜板带动装在刀架上的刀具沿床身导轨作直线进给运动。

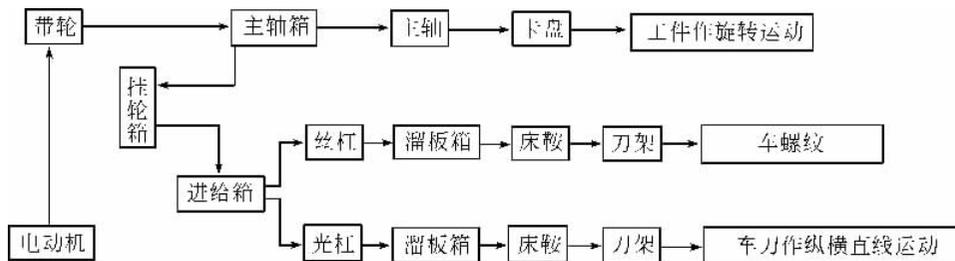


图 2-5-1 卧式车床的传动系统框图

2. 主运动变速操作

变换主轴箱正面右侧两个叠在一起的主轴变速手柄位置,可使主轴获得 $10\sim 1400\text{r/min}$ 间 24 级转速。操纵里面的主轴变速手柄分别控制主轴上的滑移齿轮 ($z=50$) 和Ⅳ轴上两个滑移齿轮 ($z=80、50$ 与 $z=20、50$),实现变换主轴的高速挡(左边)、低速挡(右边)和空挡(中间)。操纵外边的主轴变速手柄,控制两个滑移齿轮(Ⅱ轴上的双联滑移齿轮与Ⅲ轴上的三联滑移齿轮),可以使Ⅲ轴变换 6 种速度。

3. 变走刀速度操作

变走刀是通过进给箱正面的螺距及对进给量手柄的操纵而获得的,分别通过丝杠或光杠传出。调节进给量手柄,可获得 64 种纵向和横向走刀量。调节螺距手柄,可获得 44 种米制螺纹、39 种英制螺纹,此外,还有多种模数螺纹及径节螺纹。溜板箱右侧面的手柄是纵向集中操纵的自动送进手柄。手柄的动作方向与送进方向一致。手柄顶端装一按钮,操纵此手柄并同时按动按钮,便可实现快速送进。开合螺母手柄是车螺纹时使用的,向下压为闭合车螺纹。溜板箱上的摇动手柄可以进行手动纵向送进。主轴正反转操作手柄上提,主轴正转;下压,主轴反转;在中间位置,主轴停转。

4. 变挂轮操作

挂轮机构有齿数 z 为 63、64 和 z 为 75、97 的两套滑移齿轮,经中间齿轮组成轴Ⅺ与轴Ⅻ之间的交换机构。需车削米制和英制螺纹时,挂轮搭成 $63/100\times 100/75$ 交换机构。需车削模数和径节螺纹时,挂轮搭成 $64/100\times 100/97$ 交换机构。纵横向进给传动路线,前段同车米制、英制螺纹的传动路线,也把挂轮搭成 $63/100\times 100/75$ 交换机构。

二、床鞍、中滑板和小滑板操作

摇动床鞍手轮,可以使整个溜板部分左右移动纵向进给。摇动中滑板手柄,中滑板就会

作横向进刀或退刀。摇动小滑板手柄，小滑板就会作纵向进刀或退刀。小滑板下部有转盘，它可以使小滑板转动一定角度。

三、刻度盘及其使用

在车削时，为了正确并迅速地控制背吃刀量（切削深度），可利用中滑板或小滑板上的刻度盘。

中滑板的刻度盘装在中滑板丝杠上，当摇动带刻度盘的中滑板手柄转 1 圈时，与丝杠配合的螺母移动 1 个螺距，与螺母固定的中滑板带动刀架也移动 1 个螺距。如果中滑板丝杠螺距为 5mm，则刀架横向移动也是 5mm。若刻度盘圆周分 100 格，当刻度盘转一格时，则中滑板移动 $5/100\text{mm}$ 。所以，中滑板刻度盘每格移动距离按下式计算

$$a = \frac{P}{n}$$

式中： P ——中滑板丝杠螺距，mm；

n ——刻度盘圆周等分格数。

小滑板刻度盘用来控制车刀较短距离的纵向移动，刻度盘的原理同中滑板刻度盘。

应用中、小滑板刻度盘时，应注意下列两点。

①由于丝杠和螺母之间有间隙存在，因此，会产生空行程（即刻度盘转动而刀架并未移动）。使用时必须慢慢地把刻度盘转动所需的格数，如图 2-5-2 (a) 所示。若不慎多转过几格，绝不能简单地退回几格，如图 2-5-2 (b) 所示，必须向相反方向退回全部空行程，再转到所需的格数处，如图 2-5-2 (c) 所示。

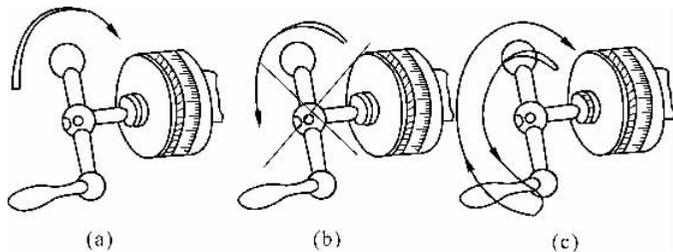


图 2-5-2 消除刻度盘空行程的方法

(a) 顺转；(b) 直接倒退；(c) 消除间隙

②由于工件是旋转的，所以车刀从工件表面向中心切削，所切下的部分刚好是背吃刀量的两倍。因此，使用中滑板刻度盘时要注意，当工件余量测得后，中滑板刻度盘的切入量（即背吃刀量）是余量尺寸的 $1/2$ 。

小滑板刻度盘是控制工件长度的，小滑板刻度盘的刻度值直接表示车刀沿轴向移动的距离。

四、试切削的方法和步骤

粗车和精车开始时均需进行试切削，试切削的方法如图 2-5-3 所示。步骤如下。

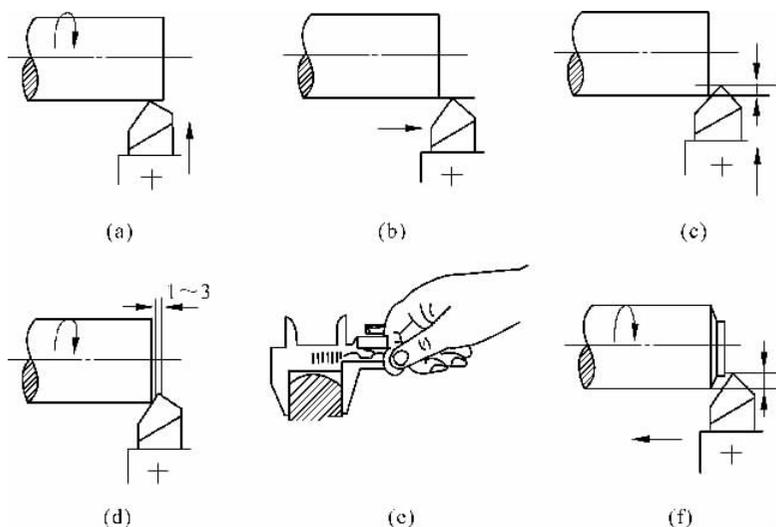


图 2-5-3 外圆表面试切方法

- (a) 开车对刀，使车刀与工件表面轻微接触；(b) 向右退出车刀；
 (c) 横向进刀；(d) 试切 1~3mm 长度；(e) 停车，测量直径；
 (f) 调整切深，以自动进给车出外圆，检查锥度

- ①按车刀装夹要求对刀并紧固，启动机床。
- ②刀架左移，使车刀与工件表面轻微接触。
- ③向右退刀，离开工件右端 5~10mm。
- ④横向进刀，背吃刀量（视切削余量而定）为 1~3mm。
- ⑤纵向试切 1~3mm。
- ⑥纵向退刀至工件右端外面，停车，测量工件直径。
- ⑦调整吃刀量，以自动进给车出外圆，检查锥度。

五、粗车

车外圆时，根据精度和粗糙度的不同要求，常需经过粗车和精车两个步骤。

粗车的目的是尽快从毛坯上切去大部分加工余量，使工件接近于最后的形状和尺寸。

粗车时，加工精度和表面粗糙度要求不高，这时吃刀量应大些（约 3~5mm）。尽可能将粗车余量在一次或两次进给中切去。切削铸件时，因为表面有硬皮，可先车端面，或者先倒角，然后选择较大切削深度，以免刀尖被硬皮磨损，如图 2-5-4 所示。粗车时，在背吃

刀量和进给量均较大的情况下,要求车刀刀头十分坚固。

粗车的具体步骤大体如下:

①开动机床,使工件转动。
②摇动床鞍、中滑板手柄,使车刀刀尖接触工件右端外圆表面。

③摇动床鞍手柄,使车刀向右离开工件 3~5mm。

④按选定的背吃刀量,摇动中滑板手柄横向进刀,手动床鞍手柄纵向进刀 1~3mm,纵向退刀,然后停车测量工

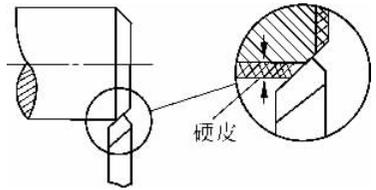


图 2-5-4 粗车铸件表面方法

件,与要求的尺寸比较,得出所需要修整的背吃刀量,并根据中滑板刻度盘的刻度值,调整背吃刀量,最后用手动或自动纵向进给切去工件多余金属。

⑤纵向进给到所需长度,关停自动进给手柄,退出车刀,然后停车,检验。

六、精车

精车的目的是切去粗车后余下的少量金属层 (0.5~1mm),以获得所需的尺寸和表面粗糙度。

精车时的背吃刀量较小 (0.1~0.2mm),进给量随表面所需粗糙度而定。车刀应选较大的前角、后角和正值的刃倾角,刀尖磨出圆弧过渡刃,达到切削刃锋利和光洁的要求。

精车步骤大体同粗车。试切削时,因余量较少,背吃刀量有所限制。而且除外圆尺寸外,其余尺寸均在精车时达到图纸要求。根据经验,粗车外圆的车刀装得比工件中心稍高些;而精车外圆时,常更换四方刀架上的精车刀,此车刀安装得比工件中心稍低一些。这要根据工件直径大小而定。无论装高或装低,一般都不超过工件直径的 1%。

第六节 车削工艺

一、工艺规程概述

1. 生产过程和工艺过程

一个机械厂要生产产品,必须进行一系列工作,其中包括产品设计、生产组织准备、毛坯制造、机械加工、装配、检验和包装等,这个全过程称为生产过程。

在生产过程中,凡是改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使其成为成品或半成品的过程均称为工艺过程。包括锻造毛坯工艺过程、机械加工工艺过程等。

零件的机械加工工艺过程因零件的不同而各式各样。产品或零件工艺过程和操作方法等工艺文件称为工艺规程。零件的工艺规程制订好后,就必须严格遵照执行。

2. 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程由一个或若干个顺序排列的工序组成。工序又可分为安装、工位、工步等工作流程。

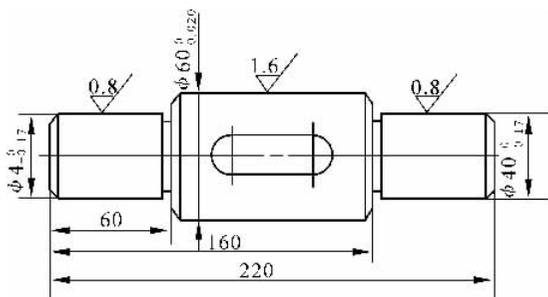
(1) 工序

工序是指一个或一组工人，在同一个工作地点对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。

划分工序的主要依据是工作地点（或设备）是否变动和加工过程是否连续。同样的零件，可以由不同的加工工序构成不同的工艺规程。如表 2-6-1 所示，台阶轴的加工有两种工艺，各自的工序也不尽相同。

单件小批生产只要 3 道工序，中批生产要 5 道工序加工成零件。工序分得多可以进行专门工序生产，可采用专用机床生产，提高效率。

表 2-6-1 台阶轴的机械加工工艺过程



生产类型	工序号	工序内容	加工设备
单件小批生产	1	车端面、钻中心孔，车各外圆，车槽及倒角	车床
	2	铣键槽、去毛刺	铣床
	3	磨两端轴颈外圆	磨床
中批生产	1	铣端面，钻中心孔	专用机床
	2	车各外圆、车槽及倒角	车床
	3	铣键槽	铣床
	4	去毛刺	钳工台
	5	磨两端轴颈外圆	磨床

(2) 安装、工步

① 安装：工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。在一道工序中可以有一次或几次安装。

②工步：在切削用量和切削刀具不变的情况下，所连续完成的那一部工序称为工步。如图 2-6-1 所示，加工过程有车外圆 1、车端面 2、倒角 3、切断 4 共 4 个工步内容。

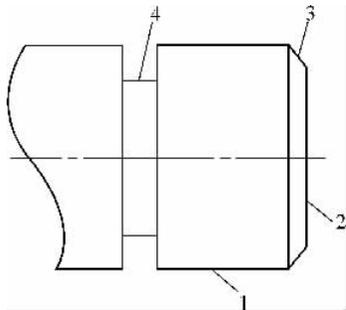


图 2-6-1 工步示例

3. 生产类型及工艺特征

机械生产因产品功能、用途不同，需要量不同，产品的产量相差很大。根据市场情况，工厂每年所制造的产品数量（年产量）称为生产纲领。根据生产纲领的大小，机械制造业的生产类型可分下列 3 大类。

(1) 单件生产

相同产品数量很少，生产特点是采用通用机床、刀具，配对制造，调整装配。工艺规程简要，对操作者技术素质要求较高。

(2) 成批生产

零件的数量较多，成批地进行加工，而且通常周期性地重复生产。根据批量的大小，成批生产又可分为小批、中批和大批生产。单件、小批生产通常统称小批生产；中批生产的工艺特点介于单件生产和大量生产之间；大批生产的工艺特点接近大量生产，所以两者也无明确界定。

在成批生产中，既采用通用机床和标准附件，也采用高效率的机床和专用工艺设备等。

(3) 大量生产

在同一工作地长期地重复进行某一零件某一工序的加工，每一种产品的产量很大。在大量生产中，广泛采用专用机床、自动机床、自动生产线及专用工艺装备。例如生产汽车、拖拉机、自行车、缝纫机等都属于大量生产。

4. 机械加工工艺规程

(1) 工艺规程的内容

机械加工工艺规程是规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件。它是在总结生产实践经验的基础上，在科学理论指导下经过必要的工艺试验制定的，用以指导工人操作，便于组织生产和实施工艺管理。工艺规程一般包括以下内容：毛坯类型和材料定额，零件加工工艺路线；各工序的加工内容和要求，采用的加工设备和工艺装备，工件质量的检验项目和方法，切削用量和工时定额，工人技术等级等。

(2) 工艺文件

在生产中使用的工艺文件种类很多，格式还没有统一标准。目前，工厂中常用的主要有以下几种。

①工艺过程卡：工艺过程卡上列出了这个零件所需要经过的各个工种，即在加工过程中的工艺路线。

②工艺卡：工艺卡以工序为单位说明一个零件的全部加工过程。它是工艺装备工作和施

工的重要文件。

③工序卡：工序卡是具体指导工人生产的。它是根据工艺卡为每个工序编制的。

④技术检查卡：这种检查卡是技术检验人员的重要文件，卡片中列出零件的检验项目、允许的偏差、检验方法和使用工具、量具等。

卡片的具体格式和内容可参见国家、行业标准和各企业的规定。

二、基准和定位基准的选择

1. 基准的种类

在零件图上，在工艺文件或实际零件上，必须根据一些指定的点、线、面来确定另一些点、线、面。这些作为根据的点、线、面就称为基准。

根据不同的作用，基准可分为设计基准和工艺基准两大类。

(1) 设计基准

设计图样上所采用的基准称为设计基准。

如图 2-6-2 所示的机床主轴，各级外圆的设计基准为轴的轴线。长度尺寸以端面 B 为依据，因此轴向设计基准是端面 B 。又如图 2-6-3 所示，轴承座 $\phi 40H7$ 中心高的设计基准为底平面 A 。

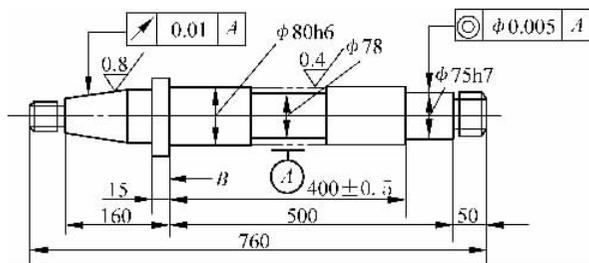


图 2-6-2 主轴的设计基准

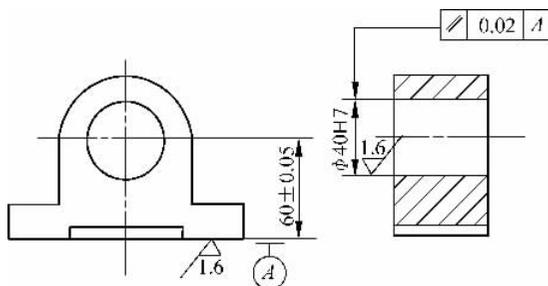


图 2-6-3 轴承座的设计基准

(2) 工艺基准

在机械制造中，加工零件和装配机器所采用的各种基准统称为工艺基准。按其功用的不同，可分为定位基准、测量基准及装配基准 3 种。

①定位基准：工件在机床上或夹具中定位时，用以确定加工表面与刀具相互关系的基准，即在加工中用作定位的基准，称为定位基准。如图 2-6-2 所示的主轴，用两顶尖装夹车削和磨削时，其定位基准就是两端中心孔。如图 2-6-3 所示的轴承座，车削 $\phi 40H7$ 孔时是以底面作定位的，底面 A 即为定位基准。

②测量基准：用以测量工件各表面的相互位置、形状和尺寸的基准即测量时所采用的基准，称为测量基准。如检验图 2-6-3 所示的轴承座的 $\phi 40H7$ 孔对底平面 A 的平行度要求时，可根据图 2-6-4 所示的检验方法，用百分表检验 $\phi 40H7$ 孔中心轴两端与底面 A 的平行度误差，轴承座的底平面就是测量基准。

③装配基准：装配时用来确定零件或部件在产品中的相对位置所采用的基准，称为装配基准。

作为工艺基准的点、线、面在工件上不一定存在，而常用某些具体的表面体现出来，这些表面就称为基面。如图 2-6-2 所示的主轴的径向尺寸的设计基准是轴线，但轴线并不是实际存在的，而是以两端中心孔体现出来的，所以中心孔是车削时的定位基准，测量各外圆表面同轴度时为测量基准。同样，齿轮内孔的轴线是由孔体现出来。在制订零件的机械加工工艺过程时，定位基准的选择问题，实际就是定位面的选择问题。

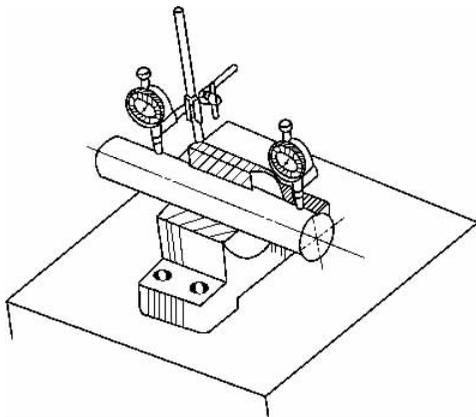


图 2-6-4 测量轴承座的平行度

2. 定位基准的选择原则

(1) 粗基准的选择

以毛坯上未经加工过的表面作为基准，这种定位基准称为粗基准。粗基准的选择原则如下。

①对所有表面都要加工的零件，应以加工余量较小的表面作为基准。如车削图 2-6-5 所示的锻件，两外圆（A、B）轴线不在同一位置上，B 段外圆加工余量多，A 段加工余量少，应以 A 段外圆作为粗基准装夹在三爪自定心卡盘上进行定位，先车削 B 段。如果以 B 段作为粗基准，那么必须找正 A 段，用找正法定位。如果 A、B 两段加工余量差不多，选择哪一段外圆作为粗基准都存在加工余量不足的问题，可采取两者互借加工余量的方法，在找正 A 段外圆定位时要考虑 B 段的加工余量，使两段外圆同时有足够的车削余量。

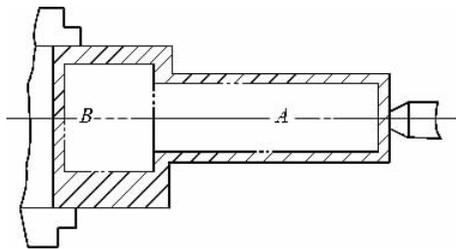


图 2-6-5 以余量小的表面作为粗基准

②尽量选择光洁、平整和幅度大的表面作为粗基准。

③粗基准只能使用一次，尽量避免重复使用。因为粗基准的表面粗糙度值大，精度又低，不能保证两次装夹的位置相同。

上述 3 条选择粗基准的原则，每条只能说明一个方面的问题，实际应用时往往不可能同时兼顾，必须根据具体情况做具体分析，加以解决。

(2) 精基准的选择

以已加工表面作为定位基准，这种定位基准称为精基准。精基准选择的原则如下。

①采用基准重合的原则。尽可能采用设计基准、测量基准和装配基准作为定位基准。

如图 2-6-6 所示，零件 A、B 面有平行度要求，零件套在心轴上车削 B 面时，轴向定位基准应选择 A 面为测量基准，这样可以避免因定位基准和测量基准不重合而引起的误差。

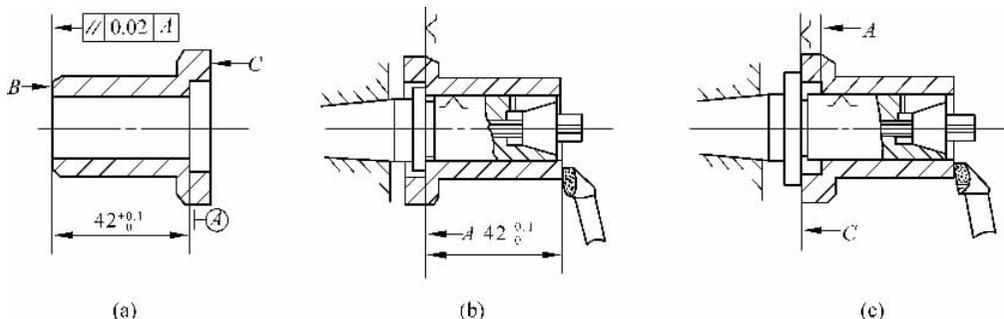


图 2-6-6 定位基准与测量基准

(a) 工件；(b) 直接定位；(c) 间接定位（不正确）

如图 2-6-7 所示, 图中 4 种零件在装配时都是以内孔为基准进行装配的, 所以在车削这些零件外圆和台阶面时, 应以零件内孔作为定位基准, 使定位基准与装配基准重合, 提高装配精度。

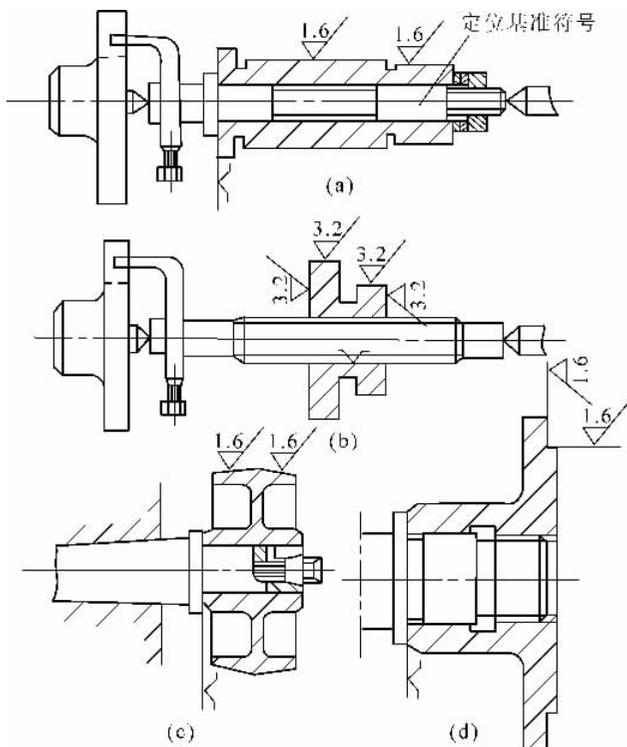


图 2-6-7 定位基准与装配基准

②采用基准统一原则。例如轴类零件在车、铣、磨等工序中, 中心孔始终作为精基准, 这样基准统一后, 可减少定位误差, 提高加工精度。另外, 利用同一个基准定位加工, 有利于保证其位置精度, 在采用夹具装夹时可以简化夹具的设计和制造。

③选择精度较高、装夹稳定可靠的表面作为精基准。如图 2-6-8 所示, 以外圆为精基准, 零件以软爪和中心架装夹定位, 车内孔及内螺纹。

又如如图 2-6-9 所示, 车较大 V 带轮时不能以内孔作为定位基准。由于带轮孔径小, 外径大, 在车削 V 形槽时切削力和力矩都很大, 以内孔定位, 心轴刚度不够, 会引起振动。

三、工艺路线的拟订

拟订产品工艺路线, 就是对工艺规程进行总体安排。拟订零件工艺路线, 主要包括选择各表面的加工方法、划分工序及确定各表面的加工顺序等。

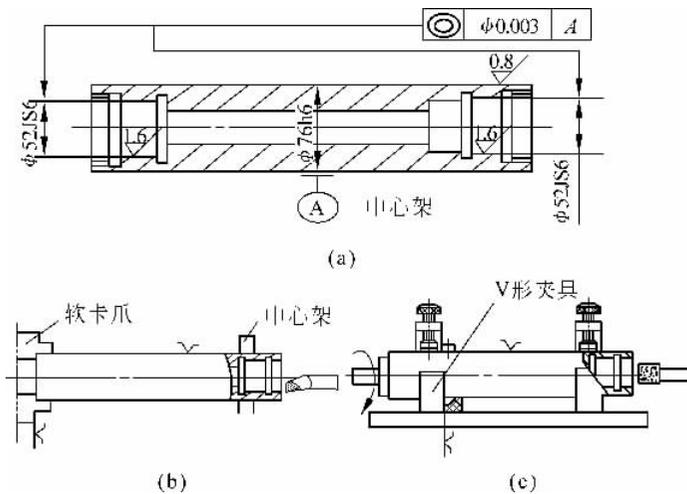


图 2-6-8 以外圆为精基准

(a) 工件; (b) 车孔; (c) 磨孔

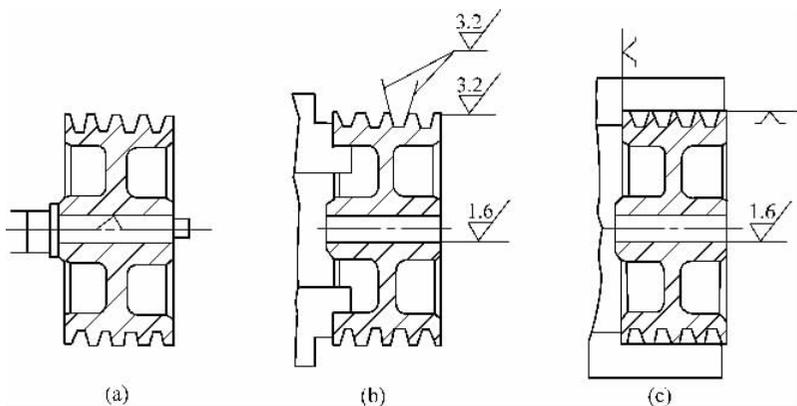


图 2-6-9 车 V 带轮时精基准的选择

(a) 不正确; (b) 正确; (c) 正确

1. 表面加工方法的选择

一个表面可以有多种不同的加工方法，如外圆柱表面可以用车、镗、磨等不同的加工方法，具有不同的技术经济效果。恰当地选择加工方法，对于保证产品质量、提高经济效益有重要意义。在拟订加工方案时，应考虑以下几个方面。

①加工质量要求。包括尺寸精度、表面粗糙度等。例如要求加工精度为 IT7、 $Ra=0.8 \mu\text{m}$ 的孔，一般应按钻、扩、粗铰、精铰的方法来保证。

②零件的结构、表面特点和材料特性。例如回转类零件一般在车、镗床上加工，平面、

沟槽类加工应安排在铣床上进行。对有色金属、难加工材料等也需要专门安排。

③生产率和经济效益。不同生产纲领，有不同的加工方法。

④工厂现有设备和技术条件。

2. 表面加工顺序的安排

(1) 工艺过程的阶段

对于加工质量要求较高的零件，应将粗、精加工分开进行，即把机械加工工艺过程划分为以下几个阶段。

①粗加工阶段：这一阶段主要目的是切除各加工表面上的大量余量，使毛坯在形状和尺寸上尽量接近成品。

②半精加工阶段：这一阶段主要为零件重要表面的精加工做准备，如达到必要的加工精度和留一定的加工余量等，同时完成一些次要表面的终加工。

③精加工阶段：这一阶段着重保证零件的重要表面达到图样所规定的尺寸、形状、位置精度和表面粗糙度要求。

④光整加工阶段：当零件表面的加工精度和表面粗糙度要求很高时，还须光整加工。光整加工阶段的主要任务是提高表面尺寸精度，获得更小的表面粗糙度及使表面强化，一般不能纠正表面的几何形状误差和相对位置误差。

(2) 划分加工阶段的好处

划分加工阶段，贯彻机械加工“粗精分开”的原则，有以下几点好处。

①保证零件加工质量。划分阶段后，由粗加工阶段切除大多数的余量，经过半精加工后，精加工余量小，切削力小，就能保证加工质量。同时，各加工阶段之间的时间间隔，相当于一个自然时效过程，有利于加工应力的平衡和释放。例如车削精度较高长丝杠，就必须划分加工阶段，粗加工后把长丝杠垂直悬吊起来，隔几天进行半精加工，同样悬吊几天后再进行精加工，使长丝杠经车削以后所存在的内应力得到释放。

②合理使用加工设备。粗加工应采用功率大、刚性好、精度较低的高效率机床，以提高生产率；精加工时采用高精度机床，以确保工件的精度要求。这样可以充分发挥各类机床性能特点，同时有利于保持高精度机床的精度稳定性。

③充分发挥技术工人的操作技能。把操作技能高的工人安排在高精度机床上对主要复杂零件进行精加工，把技能一般的工人安排在精度低的机床上做粗加工。

④便于安排热处理工序。为了充分发挥热处理作用和满足零件热处理要求，在机械加工过程中常需插入必要的热处理工序。例如机床主轴加工中，粗加工后需要做消除应力的时效处理，半精加工后需进行淬火。

⑤及时发现毛坯缺陷，保护精确表面。粗加工后毛坯缺陷可以及早被发现，便于及时报废或修补。精确表面放在最后精加工，可减少这些表面受到损伤的可能性。

当然加工阶段划分不是绝对的，在单件小批生产或零件修配加工中，可以采取一些辅助

措施,不必划分加工阶段。

3. 工序的集中与分散

安排零件表面加工顺序时,除了合理划分加工阶段外,还应正确确定工序数目和工序内容。所谓工序集中是在加工零件的每道工序中,尽可能地多加工几个表面。工序集中到最少时,是一个零件的全部加工在一个工序内完成。工序分散是使每个工序中所包含的工作量尽量减少。

(1) 工序集中的原则

- ①当零件的相对位置精度要求很高时,采用工序集中法容易保证。
- ②在加工重型工件时,采用工序集中法可减少搬运和装卸工件的困难。
- ③用组合机床、多刀机床和自动机床等高生产率机床加工零件时,一般都使工序集中。
- ④对于单件生产,也都采用工序集中。

在采用工序集中法加工时,对零件的刚性是否能承受多刀多刃的切削力,零件的加工位置是否相互干涉等,应做详细分析。

(2) 工序分散的原则

- ①当零件的表面尺寸精度要求很高,表面粗糙度值要求小时,有必要将工序分开进行。
- ②在大批量生产中,用通用机床(或单工序专用机床)和通用夹具加工时,一般都采用工序分散法。
- ③在批量生产中,工件尺寸不大和类型不固定时,一般都采用工序分散法。
- ④当工人的平均技术水平较低时,宜采用工序分散法。

在卧式车床上用工序集中法车削零件时,由于经常调换车刀,改变切削用量,不能采用定位加工,增加了试切次数和测量次数,尺寸控制较难,对提高生产率不利。

用工序分散法车削零件,增加装夹次数,容易引起装夹定位误差并多花了装夹辅助时间。但由于是单工序车削,减少了试切削和测量次数,可以定位车削,尺寸容易控制。

综上所述,工序集中与分散,各有优缺点。必须根据零件的批量、加工要求和工厂的具体条件来确定工序的集中与分散的程度。

4. 工艺路线的拟订

(1) 机械加工工序的安排

安排零件表面加工顺序时,通常应遵循以下几个原则:

①先主后次。根据零件的功用(查装配图)和技术要求,分清零件主、次表面。主要表面是指装配基面、重要工件表面和精度要求较高的表面等;次要表面是指光孔、螺孔,未标注公差表面及其他非工作表面等。确保主要表面最后加工。

②先基面后其他。根据零件外形特点、技术要求、位置精度要求等,确立该零件的基准。应先加工出选定的后续工序精基准,如外圆、内孔、中心孔、面等。在加工轴类零件时,应先钻中心孔,加工套类零件时应先加工外圆与端面。

③先粗后精。在加工零件时，一般先粗加工，后进行半精加工和精加工。

④先面后孔。为了保证加工孔的稳定可靠性，应先加工孔的端面，后加工孔。

(2) 热处理工序的安排

零件热处理主要用来改变材料的力学性能和消除内应力。根据不同的热处理目的，一般可分为预备热处理和最终热处理。

预备热处理包括退火、正火、时效和调质。

①退火和正火：目的是改善切削性能，消除毛坯制造时的内应力，细化晶粒，均匀组织，为以后热处理作基础。退火、正火一般用于锻件、铸件和焊接件，安排在毛坯制造之后、粗加工之前进行。

②调质：目的是提高材料综合力学性能，为以后热处理做准备，用于各种中碳结构钢和中碳合金钢。调质安排在粗加工之后、半精加工之前，如零件要求不高，可直接安排在粗加工之前。

③低温时效：用于各种精密工件，消除切削加工应力，保持尺寸的稳定性。一般安排在半精车以后，或粗磨、半精磨以后，特别重要的高精度零件要经几次时效处理。

最终热处理包括淬火、渗碳淬火和渗氮处理。

①淬火：目的是提高材料的硬质、强度和耐磨性，适用于中碳结构钢和工具钢。

当工件淬火后，表面硬度高，除磨削外，一般不能进行切削加工。所以，淬火一般安排在半精加工之后，磨削加工之前。

②渗碳淬火：低碳渗碳钢经渗碳、淬火、回火处理后，钢表面层具有高硬度，心部仍保持足够的塑性和韧性。渗碳一般安排在半精加工后，要注意留磨削余量，因为渗碳层深度一般在0.5~2mm范围内。

③渗氮：渗氮能提高表面硬度，同时还能起抗腐蚀的作用。渗氮层很薄，工件变形小。渗氮可作为最终工序，安排在精加工后。对高精度零件，也可安排在精磨和光整加工之前。

除了零件加工工序、热处理工序安排外，还有辅助工序的安排，如工件检验、去毛刺、清洗和涂防锈油等。

(3) 常见的典型零件的工艺路线

一般主轴的加工工艺路线为：下料→锻造→退火（正火）→粗加工→调质→半精加工→淬火→粗磨→时效→精磨。

具有花键孔的双联（或多联）齿轮的加工工艺路线为：下料→锻造→粗车→调质→半精车→拉花键孔→套花键心轴精车→插齿（或滚齿）→齿部倒角→齿部淬硬→珩齿或磨齿。

渗碳件的加工工艺路线为：下料→铸造→正火→粗加工→半精加工→渗碳→去碳加工（去除不要提高硬度的表面）→淬火→车螺纹、钻孔或铣槽→粗磨→时效→半精磨→时效→精磨。

以上介绍3种零件根据类型和功用需要铸造或锻造，有些零件不必经过锻、铸加工，可