

加工实训（13~29） 实训十三 手动进给车外圆和平面

一、实训教学要求

- (1) 合理组织工作位置，遵守操作规程，养成文明生产，安全生产的良好习惯。
- (2) 掌握手动进给按图样要求车削工件的方法。
- (3) 掌握车削外圆时试切削的方法。
- (4) 熟练卡尺的使用技能。

二、相关工艺知识

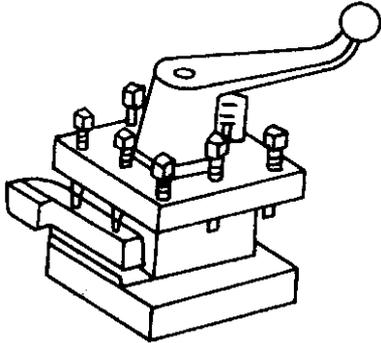


图 c—1 车刀的装夹

1. 外圆车刀的装夹方法

(1) 刀尖伸出长度约等于刀柄厚度 1.5 倍，垫刀片的片数要尽量少，要与刀台前边、左边对齐，如图 c—1 所示。

(2) 车刀刀尖必须对准工件中心，45° 外圆车刀左侧刀尖要对准工件中心。

1) 根据车床主轴中心高，用钢直尺测量装刀，如图 c—2 所示。

2) 用尾座顶尖校正车刀刀尖高低，如图 c—3 所示。

3) 将车刀靠近工件平面，用目测估计车刀的高低。

4) 以上三种方法如果对准中心还存在误差，可在车削平面刀尖至接近工件中心时加以纠正。

2. 工件的加工方法

(1) 铸件毛坯的装夹和找正

1) 选择铸件毛坯平直的表面进行装夹，以确保装夹牢靠。

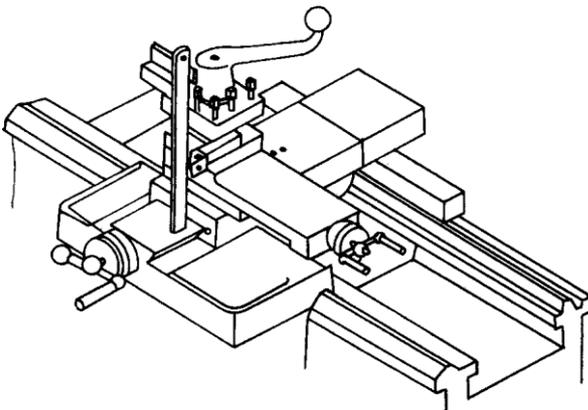


图 c—2 用钢直尺量中心高

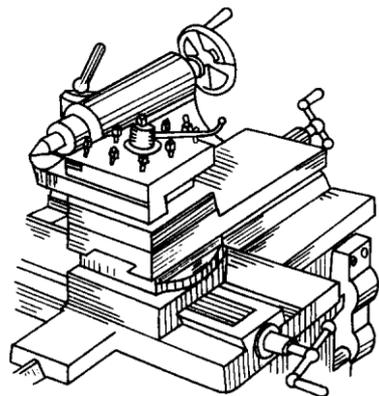


图 c—3 用尾座顶尖对准中心

2) 找正外圆时一般要求不高，只要能保证车至图样要求以及未加工面余量均匀即可。

(2) 工件车削一般分粗车和精车

1) 粗车在车床动力条件许可时, 通常采用较大的背吃刀量和进给量, 转速不应过高, 以合理时间尽快把工件余量车掉。粗车的另一作用是及时发现毛坯材料内部的缺陷, 如砂眼、裂纹等。粗车切削用量一般选 $a_p=2\sim 5\text{mm}$, $f=0.3\sim 0.7\text{mm/r}$ 。

2) 精车精车是为了使工件获得准确的尺寸和规定的表面粗糙度, 精车时, 车刀应锋利。精车时切削用量一般选 $a_p=0.2\sim 1\text{mm}$, $f=0.1\sim 0.3\text{mm/r}$ 。切削速度, 高速钢车刀选 $V_c<5\text{m/min}$ 并加切削液, 硬质合金车刀选 $V_c>80\text{m/min}$ 。

(3) 用手动进给车外圆、平面和倒角

1) 车平面的方法开动车床使工件旋转, 移动床鞍使车刀刀尖轻轻接触工件平面, 用小滑板控制背吃刀量, 摇动中滑板手柄作横向进给, 由工件外向中心或由工件中心向外车削, 如图 c—4 所示。若用 90° 外圆车刀车削平面应选用由中心向外缘车削, 背吃刀量大时应锁紧床鞍。

2) 车外圆的方法

① 移动床鞍。利用钢直尺、样板使车刀刀尖移至工件所需车削长度处, 开动车床使工件旋转如图 c—5 所示。中滑板作横向进给使刀尖轻轻接触工件外圆刻一条线痕, 以此法来控制车削长度。中滑板退刀, 床鞍移出工件外如图 c—6a 所示。

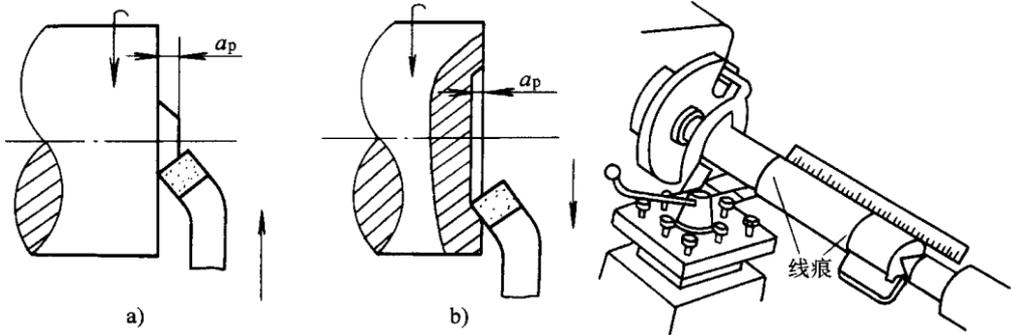


图 c—4 车平面的方法

图 c—5 用钢直尺、样板确定车削长度

a) 由工件外向中心车削 b) 由工件中心向外车削

② 试车削。移动床鞍、中滑板使车刀刀尖与工件右端外圆处待加工表面轻轻接触, 以此作为确定背吃刀量的零点位置, 移动床鞍使车刀移出工件, 见图 c—6b。中滑板根据工件直径加工余量作横向进给。然后均匀移动床鞍作纵向进给车至 2mm 左右时床鞍纵向退刀见图 c—6c, 停车测量工件。如尺寸符合精车余量要求就可切削。否则继续进行试车削。

③ 当车刀刀尖将车至刻痕处时, 停车测量长度尺寸。剩余长度余量, 可根据小滑板刻度盘刻度, 纵向移动小滑板把余量车掉(需精车时留精车余量)。然后横向移动中滑板慢慢退刀, 如图 c—6d 所示以保证台阶平面垂直轴心线。

④ 外圆直径余量较大时可分次进行车削, 方法同上。

⑤ 按以上方法精车外圆、长度至尺寸要求。

3) 倒角 转动刀架使车刀的切削刃与工件外圆成 45° 夹角 (45° 外圆刀已和外圆成 45° 夹角), 如图 c—7 所示。再移动床鞍、中滑板使车刀至工件外圆和平面相交

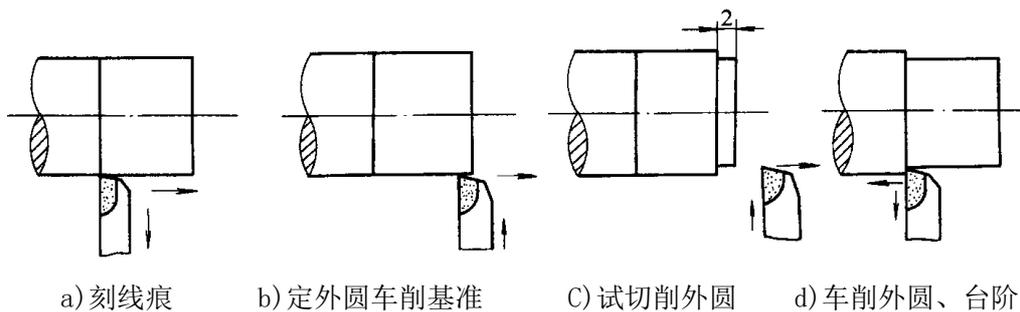


图 c-6 车外圆的方法

处进行倒角。倒角 $1 \times 45^\circ$ 是指倒角在外圆上的轴向长度为 1mm。

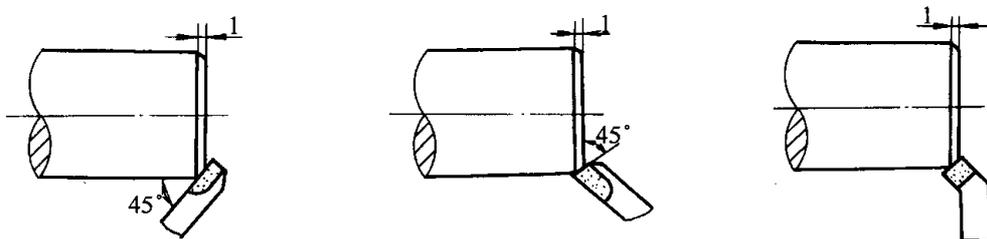


图 c-7 倒角的方法

3. 刻度盘的应用在车削工件时，为了正确和迅速地掌握切削量，通常利用中滑板或小滑板上的刻度盘进行操纵见图 c—8a。中滑板的刻度盘用来控制横向进给，小滑板的刻度盘用来控制短距离的纵向进给。

使用刻度盘时，由于螺杆和螺母之间配合往往存在间隙，而产生空行程，即刻度盘转动而滑板并未移动，见图 c—8b。所以使用时要消除空行程后，再把刻线转到所需要的格数。当吃刀量过大时，向反方向退出大于空行程量，然后再转到需要的格数见图 c—8c。

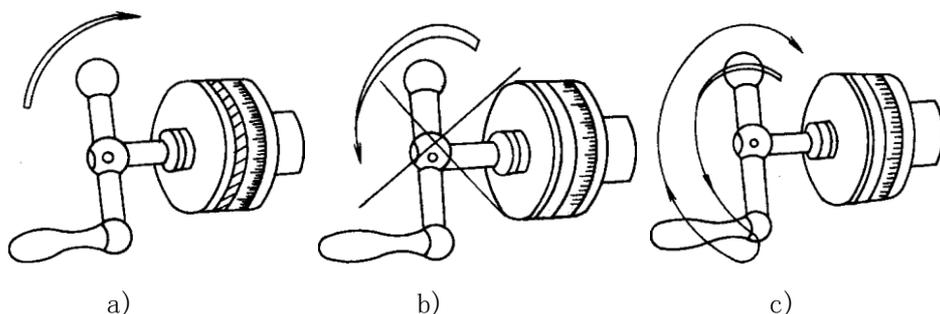
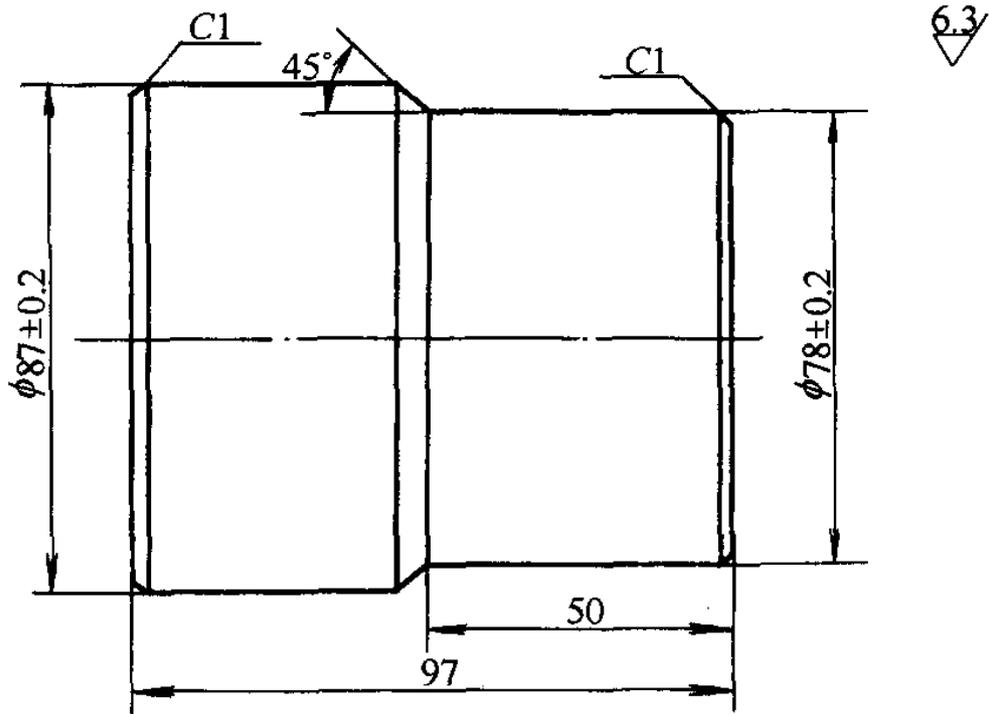


图 c-8 消除刻度盘空行程的方法

三、看图和确定练习件的加工步骤(图 c-9)加工步骤:

- (1)用四爪单动卡盘夹住毛坯外圆长 20mm 左右，并找正夹紧。
- (2)粗、精车平面(车平即可)。
- (3)粗、精车 $\phi 87 \pm 0.2\text{mm}$ 长 60mm，并倒角 $1 \times 45^\circ$ 。
- (4)调头夹 $\phi 87$ 外圆长 20mm 左右，并找正夹紧。



材料：HT150 件数：1

图 c-9 车外圆、平面

(5)粗、精车平面至总长 97mm 及外圆 $\phi 78 \pm 0.2$ mm 长 50mm 至尺寸要求。

(6)倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

四、容易产生的问题和注意事项

1. 容易产生的问题

(1)工件平面中心留有凸台，车刀没对准工件中心。

(2)平面不平，有凹凸。原因是背吃刀量过大，车刀磨损，床鞍没锁紧，刀架和车刀紧固力不足产生位移，使用偏刀时，主偏角没装夹到大于 90° 。

(3)车外圆时两端直径不一样大。

1)用小滑板车外圆时，小滑板导轨与主轴中心线不平行。

2)转数过高，在切削过程中车刀磨损。

3)摇动中滑板切削时没有消除空行程。

4)车削表面痕迹粗细不一，手动进给不均匀。

2. 注意事项

1)变换转速时应先停机，后变速。否则容易打坏齿轮。

2)切削时应先开机后进刀，切削完毕时先退刀后停机，否则车刀容易损坏。

3)车削铸铁毛坯时，由于表面氧化皮较硬并含有砂粒，应尽可能进刀大些，一次把其车掉，否则车刀容易磨损。

- 4) 用手动进给练习时，应把有关进给手柄放空档位置。
- 5) 加工后的外圆最好垫铜皮装夹、找正，以防夹坏工件。
- 6) 车削前应检查滑板位置是否正确，工件装夹是否牢靠，卡盘扳手是否取下。
- 7) 检查车刀是否装夹正确，紧固螺钉是否拧紧，刀架压紧手柄是否锁紧。

实训十四 机动进给车外圆和平面并调头接刀

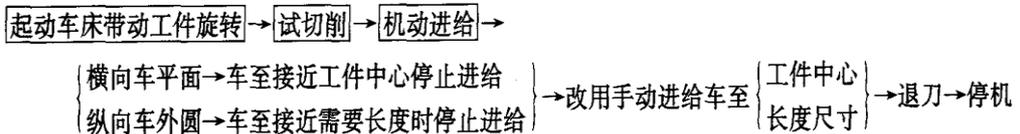
一、实训教学要求

- (1) 掌握机动进给车外圆和平面的方法。
- (2) 掌握调整机动进给手柄位置的方法。
- (3) 练习接刀车削外圆和控制工件两端平行度的方法。

二、相关工艺知识

工件来料长度余量较少或一次安装不能完成切削的光轴，通常采用调头接刀车削，一般表面有接刀痕，有损质量和美观，在加工条件许可的情况下，一般不采用此法。但由于校正工件是车工的基本功，因此必须进行学习。

1. 机动进给车削工件 机动进给比手动进给有很多优点，如操作者省力，进给均匀，加工后工件表面粗糙度值小等。但机动进给是机械传动，操作者对机动进给手柄的位置，操作方法必须熟记在心，初次使用时主轴转速不要太高，选较低的进给量，否则在紧急情况下容易损坏工件或机床。使用机动进给车削工件的过程是：



2. 工件的装夹与找正 每当接刀工件装夹时，为了保证形位公差要求应仔细找正，否则会造成表面接刀偏差，影响工件质量。

(1) 车削工件第一头时，应尽量车长一些，以保证调头装夹时两点间的找正距离大一些，见图 c-10a。

(2) 当工件的第一头精车至最后一刀时，应稍离台阶处停刀，以防车刀碰到台阶后突然增加切削量，产生扎刀。

(3) 当调头精车时，车刀要锋利，最后一刀的精车余量要少，否则容易产生凹痕。

(4) 工件两端平面有平行度要求的，加工时要保证第一头的台阶平面和工件端平面平行，以便找正用。

(5) 找正工件两端平行度的方法是：以工件先车削的一端外圆和台阶平面为基准，用划线盘找正，见图 c-10b。找正的正确与否，可在车削过程中用游标卡尺、千分尺检查，如发现尺寸偏差，应从工件最薄处用铜棒向卡盘方向敲击，逐步找正至公差范围内。

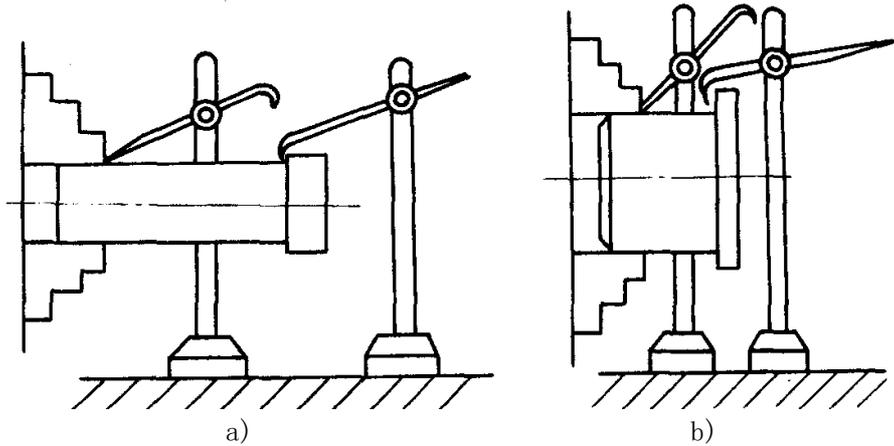
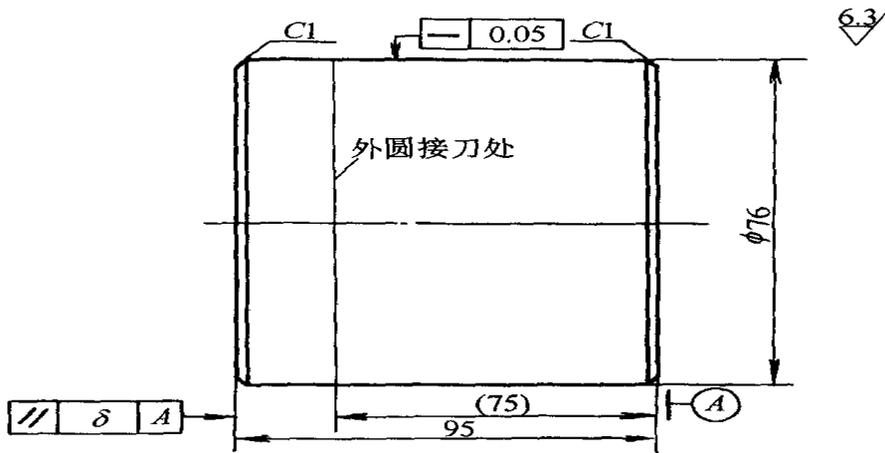


图 c—10 工件调头找正

三、看图和确定练习件的加工步骤(图 c-11)

加工步骤:

- (1)用四爪单动卡盘夹住外圆长 15mm 左右，并找正夹紧。
- (2)粗车平面(车平即可)及外圆 $\phi 76\text{mm}$ 、长 75mm，(氧化皮尽可能一刀车去)，留精车余量。
- (3)精车平面、外圆至尺寸要求，并倒角 $1 \times 45^\circ$ 。调头，夹住外圆找正，粗、精车平面及外圆 $\phi 76\text{mm}$ ，使总长及外圆尺寸符合图样要求，并控制平行度。
- (4)倒角 $1 \times 45^\circ$ 。
- (5)检查合格后取下工件。
- (6)本件可进行多次练习。



材料: HT150 件数: 1

图 c—11 接刀车外圆及找正平行度

四、容易产生的问题和注意事项

1. 容易产生问题

(1)粗车切削力较大,工件易发生移位,精车前应再进行一次复查校正,以保证形位公差要求。

(2)平面易产生凹凸,应随时检查(钢直尺、卡尺)。

2. 注意事项

(1)初学使用机动进给车削,进给手柄要放置正确。以防发生事故。

(2)快到车削长度时停止机动进给,手动进给至所需车削长度。

实训十五 车削台阶轴

一、实训教学要求

(1)掌握车台阶工件的方法。

(2)巩固用划线盘找正工件外圆和反平面的方法。

二、相关工艺知识

在同一工件上,有几个直径大小不同的圆柱体连接在一起像台阶一样,就称它为台阶工件。台阶工件的车削,实际上就是外圆和平面车削的组合,故在车削时必须兼顾外圆的尺寸精度和台阶长度的要求。

1. 台阶工件的技术要求 台阶工件通常与其他零件结合使用,因此它的技术要求一般有以下几点:

(1)各档外圆之间的同轴度。

(2)外圆和台阶平面的垂直度。

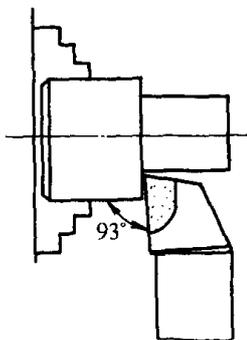
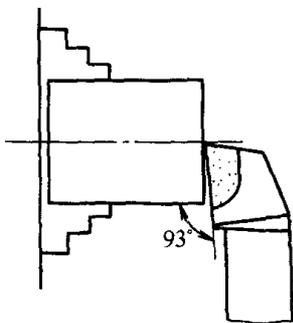
(3)台阶平面的平面度。

(4)外圆和台阶平面相交处的清角。

2. 车刀的选择和装夹车台阶工件,通常使用 90° 外圆偏刀。安装时为了保证加工出的工件平面和台阶平面与轴心线垂直,主偏角应略大于 90° (一般不大于 93°),见图c-12。

3. 车台阶工件的方法

车台阶工件,一般分粗、精车进行。粗车时台阶长度尺寸应根据尺寸标注基准



留精车余量。精车台阶工件时,通常在机动进给精车外圆至近台阶处时,以手动进给代替机动进给。当车至台阶平面时,变纵向进给为横向进给,移动中滑板由里向外慢慢精车台阶平面,以确保台阶平面垂直轴心线。

图 c—12 90° 车刀的装夹角度

(1) 控制台阶长度尺寸的几种方法

1) 刻线法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，然后再车削见图 c—13a。

2) 用挡铁控制台阶长度在成批生产台阶轴时，为了准确迅速的掌握台阶长度，可用挡铁定位来控制见图 c—13b。先把挡铁 1 固定在床身导轨的适当位置，与图上台阶 a_3 的台阶面轴向位置一致。挡铁 2、3 的长度分别等于 a_2 、 a_1 的长度。当床鞍纵向进给碰到挡铁 3 时，工件台阶长度 a_1 车好；拿去挡铁 3，调整好下一个台阶的背吃刀量，继续纵向进给；当床鞍碰到挡铁 2 时，台阶长度 a_2 车好；当床鞍碰到挡铁 1 时，台阶长度 a_3 车好，这样就完成了全部台阶的车削。用这种方法车削台阶可减少大量的测量时间，台阶长度精度可达 0.1~0.2mm。

3) 用床鞍纵向进给刻度盘控制台阶长度 CA6140 型车床床鞍进给刻度盘一格等于 1mm，据此，可根据台阶长度计算出床鞍进给时刻度盘应转动的格数见图 c—13c。

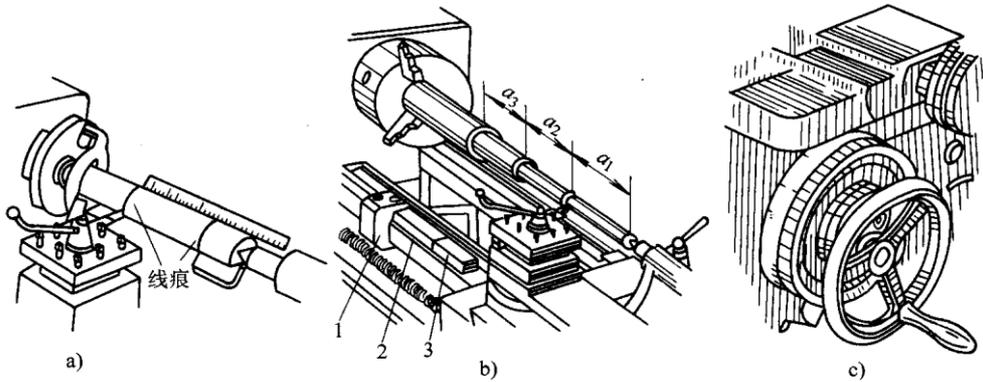


图 c—13 台阶长度尺寸的控制方法 a) 刻线痕确定位置 b) 挡铁定位 c) 床鞍刻度盘

(2) 平面和台阶的测量对平面的要求是既与轴心线垂直、又要求平直、光洁。一般可用钢直尺和刀口形直尺来检测平面的平面度见图 c—14a；台阶长度尺寸可用钢直尺测量见图

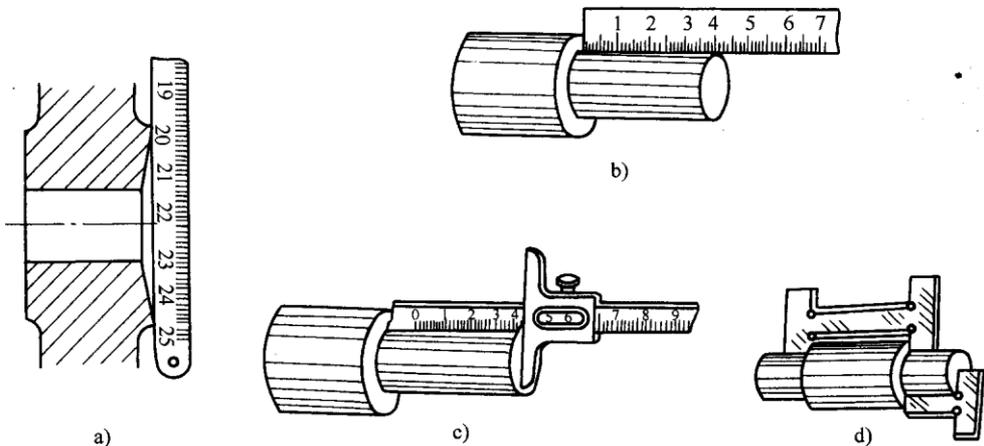
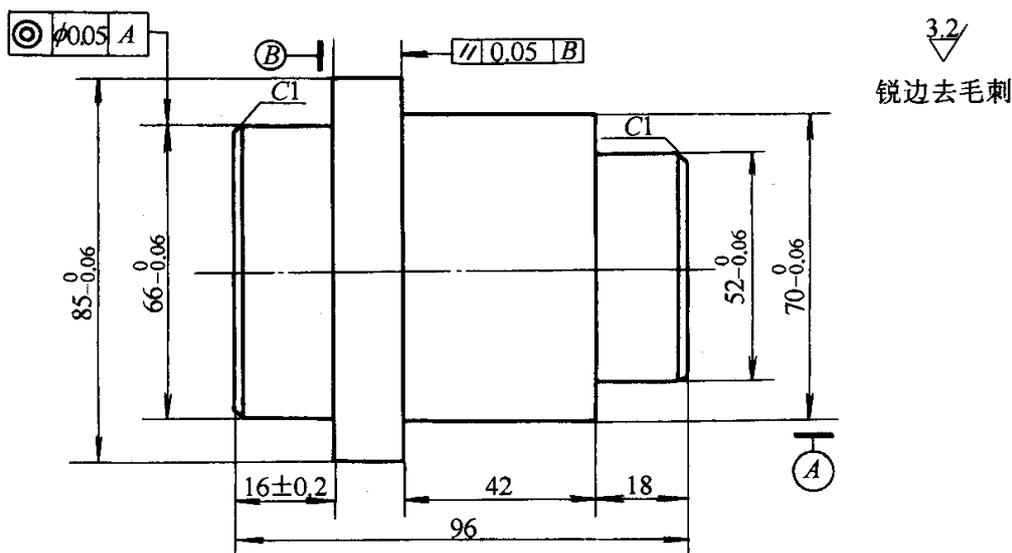


图 c—14 平面和台阶的测量 a)、b) 用钢直尺 c) 用深度游标尺 d) 用样板



材料: HT150 件数: 1

图 c-16 车双面台阶轴

四、容易产生的问题和注意事项

- (1) 台阶平面和外圆相交处要清角, 防止产生凹坑和出现小台阶。
- (2) 台阶平面与外圆不垂直, 其原因是车刀车台阶时没从里向外横向切削或车刀装夹时主偏角小于 90° , 其次与刀架、车刀、滑板等发生移位有关。
- (3) 要正确使用游标卡尺, 测量时松紧适度, 卡脚应和测量平面贴平。
- (4) 从工件上取下游标卡尺时, 应把紧固螺钉拧紧, 以防游标移动, 影响读数的正确性。

实训十六 两顶尖装夹车削轴类零件

一、实训教学要求

- (1) 了解中心孔的种类及钻削中心孔的方法。
- (2) 了解中心钻折断的原因和预防方法。
- (3) 了解顶尖的种类及使用方法。
- (4) 掌握在两顶尖上加工轴类零件的方法。

二、相关工艺知识

在机械加工中, 有相互位置精度要求, 又需多次装夹或多道工序加工完成的轴类零件, 可用两顶尖装夹, 以确保工件定心准确和便于装卸。两顶尖装夹, 必须先在工作两端平面钻出中心孔。

1. 中心孔的加工

(1) 中心孔的类型

中心孔有 A 型(不带护锥)、B 型(带护锥)、C 型(带螺纹孔)、R 型(弧型)四

种，见图 c-17。

(2) 中心孔的作用

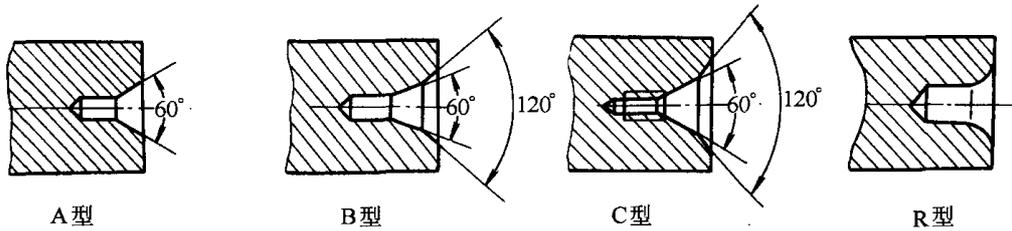


图 2—17 中心孔的类型

- 1) A 型用于不需多次使用且精度要求一般的工件。
- 2) B 型用于精度要求高且工序较多的工件。
- 3) C 型用于需在轴向固定其他零件的轴类零件。
- 4) R 型与顶尖配合是线接触，提高定位精度，用于轻型和高精度轴类零件。

(3) 钻中心孔

1) 中心钻的型式中心孔通常用中心钻钻出，常用的中心钻有 A 型和 B 型两种见图 2—18。中心钻的材料一般为高速钢，中心钻应以中心孔的圆柱尺寸选取。

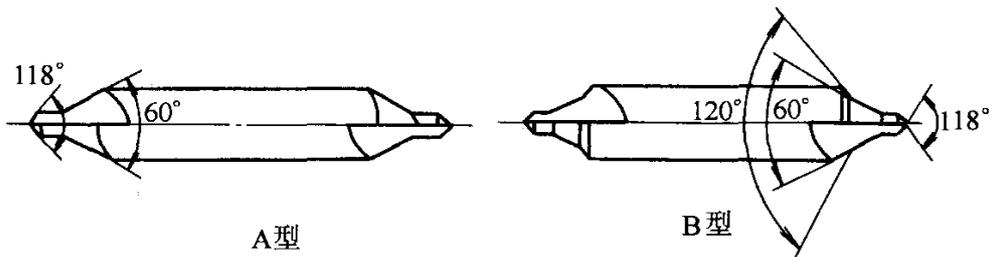


图 c—18 中心钻的两种类型

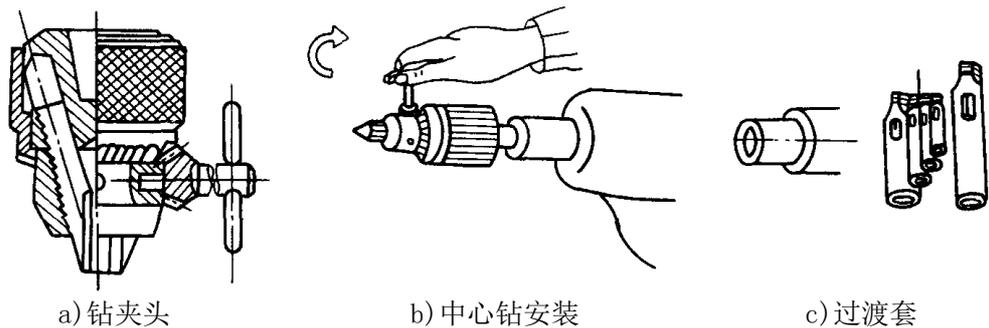


图 c—19 用钻夹头安装中心钻

2) 中心孔的加工方法

①用钻夹头见图 c—19a 装夹中心钻。用钻夹头钥匙逆时针方向旋转钻夹头的外套，使钻夹头的三个爪张开大于中心钻外径，把中心钻插入，露出三分之一长度，然后顺时针方向转动钻夹头的外套，用钻夹头扳手夹紧见图 c—19b。

②将钻夹头锥柄和尾座套筒锥孔擦净，将钻夹头锥柄放入尾座套筒锥孔内用力

插入使圆锥面结合。如钻夹头锥柄比床尾套筒锥孔小，可用过渡套配合见图 c—19c。

③将工件平面车平，不得留有凸台。

④移动尾座，套筒伸出长度约为 50~70mm，使中心钻接近工件端面。

⑤找正尾座中心。开动车床使工件转动，观察中心钻头部是否与工件旋转中心一致，如不一致调整尾座两侧的螺钉，使尾座横向位置移动，当中心找正后，两侧螺钉要同时锁紧。

⑥选择主轴转速和钻削。由于中心孔直径小，主轴转速要大于 1000r/min。钻削时进给量要小而均匀，当中心钻钻入工件时，加切削液，中途退出 1~2 次清除切屑，钻毕时应稍停留中心钻，然后退出，使中心孔光、圆、准确。

(4)中心钻折断的原因：

- 1) 工件平面有凸头，使中心钻偏斜折断。
- 2) 中心钻未对准工件旋转中心。
- 3) 移动尾座不小心撞断。
- 4) 转速太低，进给太大使中心钻折断。
- 5) 切屑阻塞，中心钻磨损，强行钻入而使中心钻折断。

2. 两顶尖装夹车削轴类零件两顶尖装夹定位精度高，可以多次重复使用定位精度不变，有利于保证工件各表面间相互位置的精度，装夹方便。适于有相互位置精度要求，又需经过多次装夹加工的工件。但顶尖与顶尖孔接触面积小，承受切削力小，对提高切削用量带来困难。

(1) 顶尖的种类 顶尖分为前顶尖和后顶尖两种。其作用是定位、承受工件的重量和切削时的切削力。

1) 前顶尖前顶尖与工件一起旋转，因此与中心孔不产生摩擦。其分为两种，一种是插入主轴锥孔内使用的固定顶尖见图 c-20a。这种顶尖装夹牢靠，适宜于批量生产。另一种是夹在卡盘上使用见图 c-20b，它一般用 45 钢制成，装夹时台阶与卡盘面贴平夹紧，每次使用时都应把小滑板转过 30°，车正 60° 锥体。这种定顶尖定心准确，但易磨损，受冲击易发生移位，适宜小批量生产。

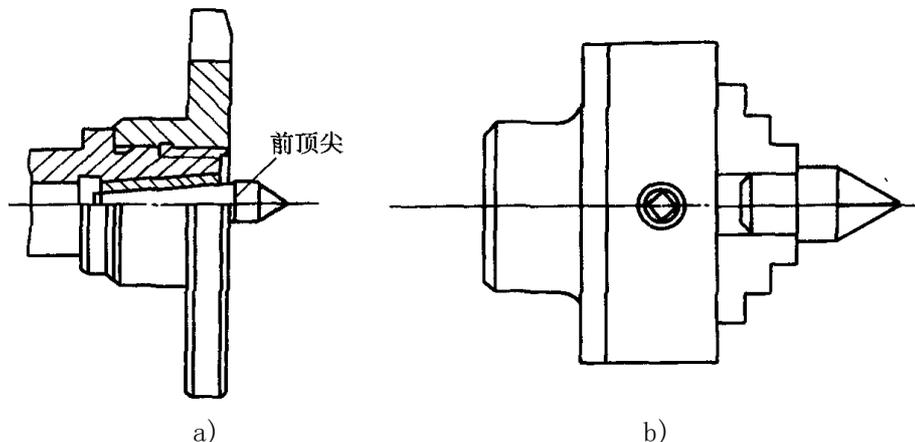


图 c—20 前顶尖

2)后顶尖后顶尖分为固定顶尖见图 c—21a、b, 和回转顶尖见图 c—21c。后顶尖插入尾座套筒锥孔中使用。

①固定顶尖固定顶尖的刚性好, 定心准确, 但与工件中心孔之间因滑动摩擦而产生高温, 会把中心孔或顶尖烧坏。一般适用于低速精车。而硬质合金固定顶尖, 在高速旋转下不易损坏, 但产生的高温仍会使中心孔损坏。

②回转顶尖这种顶尖与工件中心孔之间的滑动摩擦改成顶尖内部轴承的滚动摩擦,

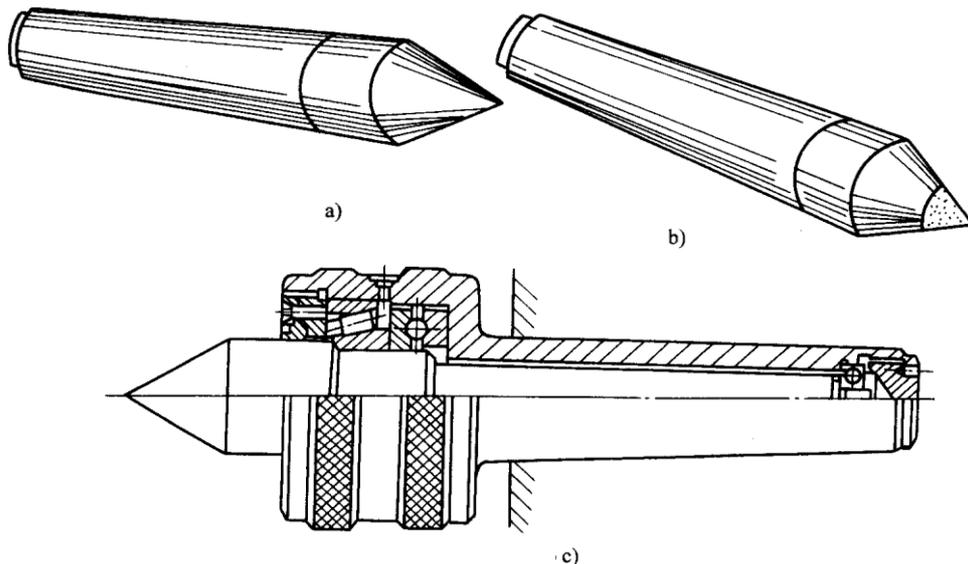


图 c—21 后顶尖

a)固定顶尖 b)硬质合金固定顶尖 c)回转顶尖能在很高的转速下正常工作, 因此应用很广泛。其缺点是定心精度和刚性稍差。

(2)两顶尖装夹车削轴类零件的方法。

1)前、后顶尖的安装方法

①前顶尖安装先擦净顶尖、顶尖套及主轴锥孔, 把前顶尖锥柄部分插入顶尖套内, 放在主轴锥孔内用轴向力撞紧。如用自制的前顶尖, 在三爪自定心卡盘上装夹好后, 应车正 60° 锥面。

②后顶尖安装擦净后顶尖及尾座套筒锥孔, 然后把后顶尖锥柄部分放在套筒锥孔内用轴向力把顶尖撞紧。

2)工件安装和车削

①尾座的调整, 移动尾座使前、后顶尖将要接触, 看两顶尖尖部是否对齐见图 c—22。有刻度的尾座看其“0”线是否对齐。如不对齐可调整尾座上部的螺钉 1 及 2 见图 c—23, 使前、后顶尖或尾座“0”线对齐。

②根据工件长度, 调整尾座距离, 尾座套筒不易伸出过长, 以不影响车刀车削工件为准, 紧固尾座。

③用对分夹头(见图 c-24a)或鸡心夹头(见图 c-24b)。夹紧工件一端, 拨杆

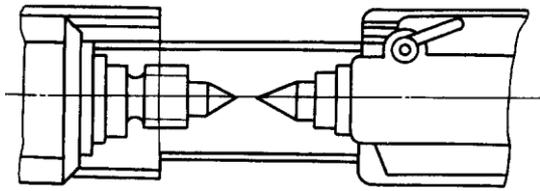


图 c—22 尾座与主轴对中心

伸向平面外。

④将有夹头的一端中心孔放置在前顶尖上，工件另一端中心孔用后顶尖支顶。使夹头拨杆与卡爪侧平面接触，或放在拨盘槽内见图 c-24c，以带动工件旋转。调整顶尖松紧程度以没有轴向窜动为宜。如果后顶尖用固定顶尖，应加润滑油脂。然后将尾座套筒的紧固螺钉压紧。

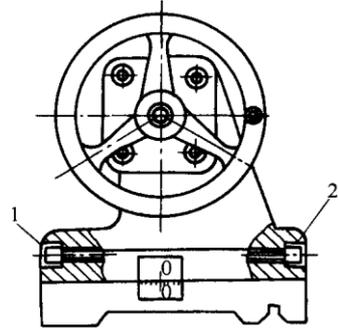
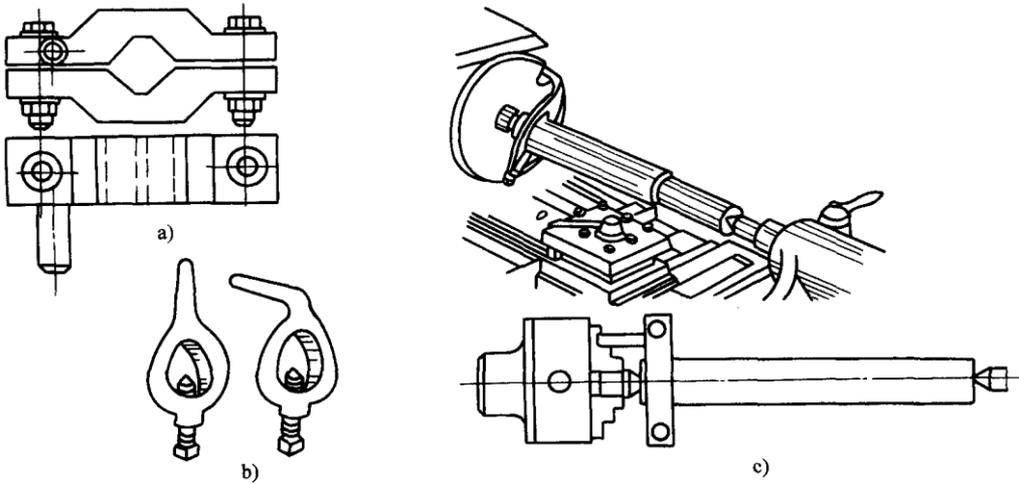


图 c—23 对齐尾座“0”线



a) 对分夹头 b) 鸡心夹头 c) 安装方法

图 c—24 用对分夹头、鸡心夹头装夹工件

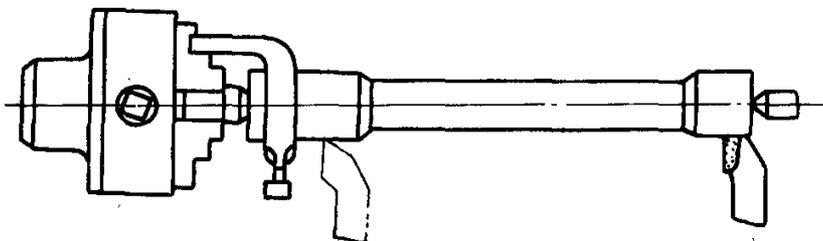


图 c—25 将工件中间车凹后，以两端外圆找正锥度

⑤试切削外圆(注意工件余量)用外径千分尺测量工件两端直径，根据工件直径之差来调整尾座的横向偏移量。尾座的移动量为两端直径之差的 $1/2$ mm。如果靠近卡爪端直径比尾座端直径大，则尾座应向离开操作者方向调整；如果靠近尾

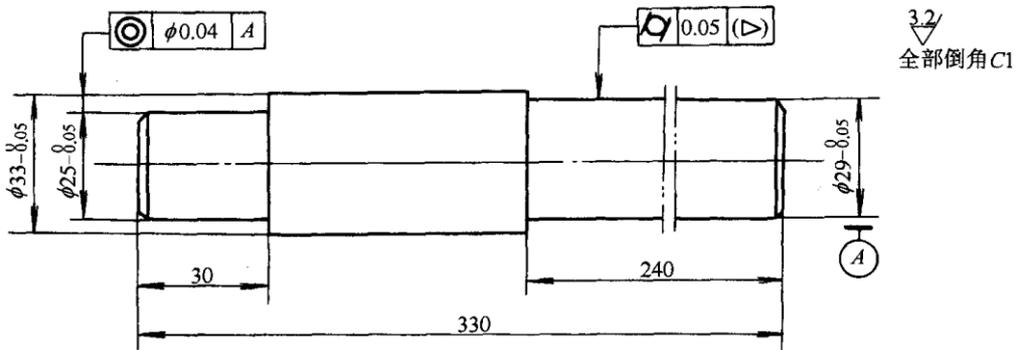
座端直径比卡爪端直径大，则尾座应向操作者方向移动。调整尾座后，再进行试切削，这样反复找正，直到消除锥度后再进行车削。

为了节省找正工件时间，往往先将工件中间车凹见图 c—25，注意留精车余量。然后车削两端外圆，并测量找正即可。

三、看图和确定加工步骤(图 c-26)

加工步骤：

- (1) 夹工件外圆，伸出 50mm 车平面钻中心孔。
- (2) 调头夹外圆车平面及总长至图样要求，钻中心孔。



材料：45 钢 件数：1

图 c—26 两顶装夹车双向台阶轴

- (3) 在两顶尖上装夹工件。
- (4) 粗车 $\phi 29\text{mm}$ 长 240mm 及 $\phi 33\text{mm}$ 长 61mm (留精车余量，并把工件产生的锥度找正)。

(5) 精车 $\phi 29\text{mm}$ 长 240mm 及 $\phi 33\text{mm}$ 长 61mm 至尺寸要求。

(6) 倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

(7) 工件调头装夹。

(8) 粗、精车 $\phi 25\text{mm}$ 长 30mm 至图样要求。

(9) 倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

(10) 检查质量合格后取下工件。

四、容易产生的问题和注意事项

- (1) 中心孔的大小、类型应根据加工直径尺寸及工件加工要求选取。
- (2) 钻成批轴类的中心孔时，工件两端钻出的中心孔尺寸应保持一致，否则影响磨削工序的加工质量。

(3) 切削前，床鞍应在工件加工的全行程中左右移动。观察是否有影响车削加工的情况存在。

(4) 夹头要夹紧，防止切削时移动，损坏刀具。夹头的拨杆不要顶死卡盘平面以防影响顶尖的定心作用。

(5) 工件在顶尖上装夹时，应保持顶尖与中心孔的清洁，并防止碰伤中心孔。

(6) 两顶尖加工顶尖松紧应适宜，顶尖支顶太松，切削时易振动，影响工件的尺寸精度和产生形状误差。

(7) 防止固定顶尖支顶太紧，产生高温，使工件热变形，并会烧坏顶尖和中心孔。

(8) 在切削过程中，应随时注意工件在两顶尖间的松紧程度和前顶尖是否发生移位，并及时加以调整和修正。

(9) 注意安全，防止夹头勾衣伤人。及时用专用切屑勾清除切屑。

实训十七 一夹一顶车削轴类零件

一、实训教学要求

(1) 了解一夹一顶装夹工件的优缺点。

(2) 掌握一夹一顶装夹和车削工件的方法。

二、相关工艺知识

1. 一夹一顶装夹工件的优缺点

(1) 优点这种装夹方法，装夹刚性好，能承受较大的切削力。

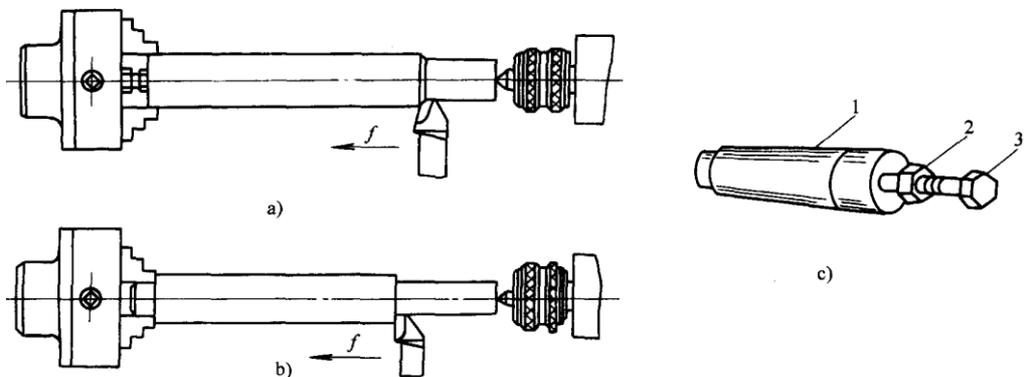
(2) 缺点对有相互位置精度要求和需多次装夹加工的工件只能进行粗车及半精车。

2. 一夹一顶装夹工件和车削工件的方法

(1) 为了防止工件轴向移位，必须在主轴锥孔内装一个限位支撑见图 c-27a 或利用工件台阶限位，也可在工件的被夹部位车一装夹用台阶，作为轴向限位支撑见图 c-27b。

(2) 把限位支撑见图 c-27c 锥柄及主轴锥孔擦净，用轴向力把限位支撑装入主轴锥孔内，并调整好限位尺寸。调整方法：调整螺钉 3 使其达到限位尺寸锁紧螺母 2 即可。

(3) 调整好尾座后部“0”线对齐。



a) 用限位支撑 b) 用工件台阶限位 c) 限位支撑

图 c-27 一夹一顶装夹工件

(4) 根据工件长度，调整尾座距离，尾座套筒不易伸出过长，以不影响车刀车削工件为准，紧固尾座。

(5) 一头用三爪自定心卡盘夹外圆(用限位支撑)或工件台阶部分，一头用后顶尖顶住中心孔。

(6) 车外圆，测量并逐步找正外圆锥度。

三、看图和确定加工步骤(图 c—28)

加工步骤：

(1) 夹工件外圆车平面(车平即可)钻中心孔。

(2) 夹工件外圆长 6mm 左右(用限位支撑或车出 6mm 限位台阶)另一端中心孔用顶尖支顶。

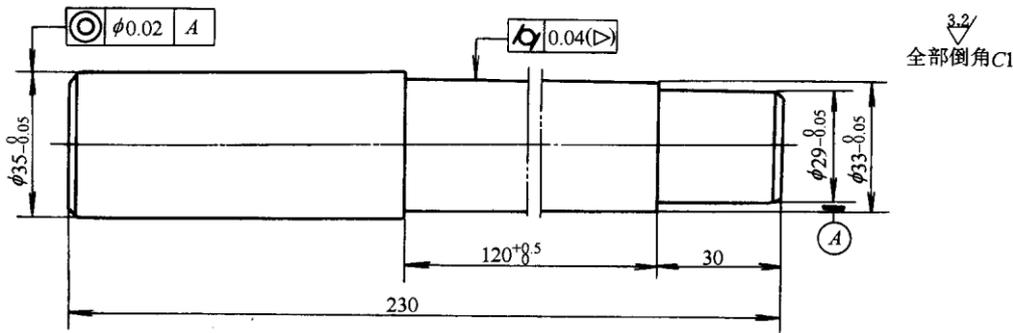
(3) 粗车 $\phi 29\text{mm}$ 长 30mm、 $\phi 33\text{mm}$ 长 120mm 及 $\phi 35\text{mm}$ 长 80mm(找正锥度)。

(4) 精车 $\phi 29_{-0.05}^0\text{mm}$ 长 30mm、 $\phi 33_{-0.05}^0\text{mm}$ 长 120mm 及 $\phi 35_{-0.05}^0\text{mm}$ 长 80mm 至尺寸要求，并倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

(5) 调头垫铜皮夹住 $\phi 35\text{mm}$ 外圆，车准总长 230mm 并倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

四、容易产生的问题和注意事项

(1) 一夹一顶车削，应使用限位支撑或车出装夹台阶，否则就应随时注意后顶尖支顶的松紧，并及时进行调整，以防发生事故。



材料：45 钢 件数：1

图 c—28 一夹一顶车多台阶轴

(2) 顶尖支顶松紧应适当。

(3) 注意三爪自定心卡盘的卡爪不应有喇叭口，如喇叭口较大应随时注意卡爪夹紧情况，以防发生危险。

(4) 注意图样标注的工件锥度的方向性。

(5) 下料长度 240mm。

实训十八 车外沟槽

一、实训教学要求

- (1) 了解外沟槽的种类。
- (2) 掌握外沟槽的加工方法及测量方法。
- (3) 了解车外沟槽时可能产生的问题和防止方法。

二、相关工艺知识

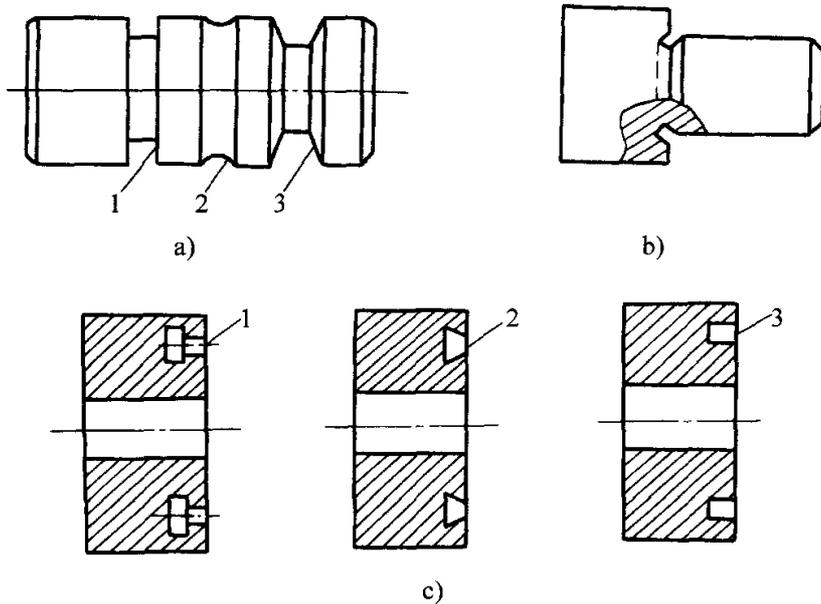
在工件上车各种形状的槽子叫车沟槽。外圆和平面上的沟槽叫外沟槽。常见的外沟槽有外圆沟槽，平面槽和斜沟槽(轴间槽)，见图 c-29。外圆沟槽有矩形、圆弧形和梯形，平面槽有 T 形、燕尾形和矩形几种。

1. 车刀的安装方法

- (1) 车外圆沟槽时，车槽刀安装应垂直于工件中心线，主切削刃对准工件旋转中心。
- (2) 车削平面槽时，车刀主切削刃应与工件旋转中心等高，车槽刀的中心线必须与轴心线平行。
- (3) 车削斜沟槽时，车刀主切削刃应与工件旋转中心等高。

2. 外沟槽的车削方法

(1) 车外圆沟槽



a) 外圆沟槽 1-矩形槽 2-圆弧形槽 3-梯形槽
b) 斜沟槽 c) 平面槽 1-T 形槽 2-燕尾槽 3-矩形槽

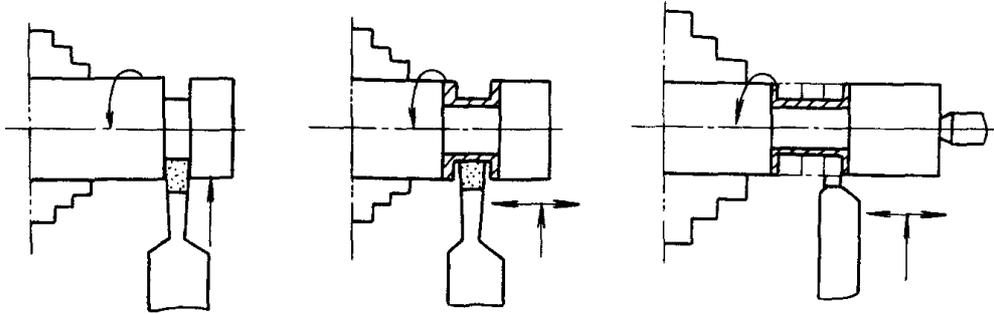
图 c—29 外沟槽

1) 车削精度不高和宽度较窄的沟槽时，可用刀宽等于槽宽的车槽刀，采用一次直进法车出如图 c—37a 所示。

2) 有精度要求的沟槽，一般采取先直进法粗车如图 c-37b 槽壁两侧和槽的外径

留出余量，然后再根据槽的尺寸要求进行精车。

3) 车削较宽的沟槽时，可采用多次直进法切割如图 c-30c，并在槽壁和槽的外径留出余量，然后再根据槽的尺寸要求进行精车。



a) 窄沟槽的车削

b) 有精度要求的沟槽

c) 较宽的沟槽

图 c-30 直沟槽的车削

4) 车削较小的圆弧槽时，一般以成形刀一次车出；较大的圆弧槽，可用双手联动车削，以样板检查修整。

5) 车削较小的梯形槽时，一般以成形刀一次完成，较大的梯形槽通常先切割直槽，然后用梯形刀直进法或左右切削法完成，如图 c-31 所示。

(2) 平面槽的车削方法

1) 车平面直槽

① 在平面上车槽时，车槽刀左侧副后角必须按平面槽的圆弧大小，刃磨成圆弧形，并带有一定的后角，这样才能车削如图 c-32 所示。

② 为了控制槽的位置通常先计算出工件外径与直槽孔 d 的距离，公式为 $z = (D-d)/2$ 然后用钢直尺控制车槽刀的距离见图 c-33，再进行车削。

③ 在平面上车精度不高、宽度较小、较浅的沟槽时，通常采用直进法一次进给车出。如果沟槽精度较高，通常采用先粗车（槽壁两侧和槽深留精车余量），然后再精车的方法进行。

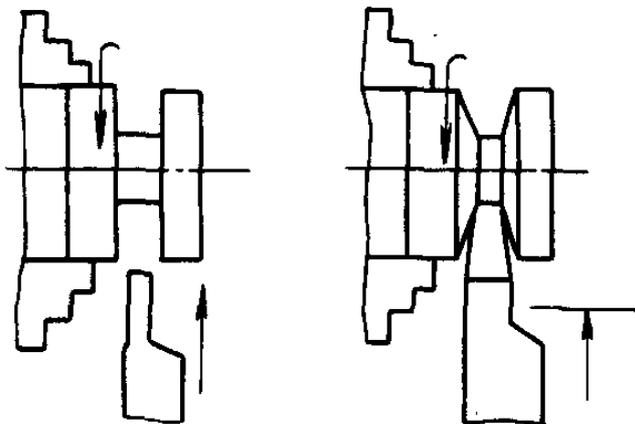


图 c-31 车较宽梯形槽的方法

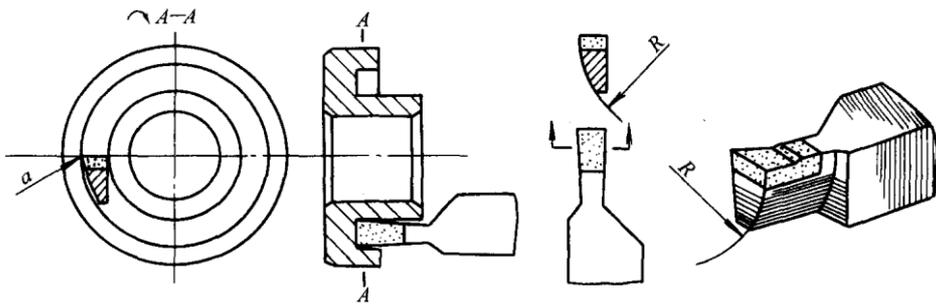


图 c—32 平面直槽刀的形状

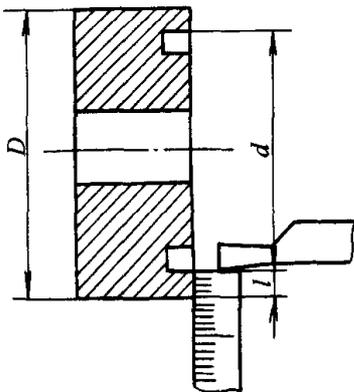


图 c—33 壁厚控制示意图

(3) 斜沟槽的车削方法

1) 车削 45° 外沟槽时，可用 45° 外沟槽专用车刀。车削时将小滑板转过 45° ，用小滑板进给车削成形图 c-36a。

2) 车圆弧沟槽时，把车刀的刀体磨成相应的圆弧切削刃如图 c-36b，并直接车削成形。

3) 车削外圆平面沟槽时，刀头形状如图 c-36c 所示，采取横向控制槽深，纵向控制深度的方法完成。上述斜沟槽车刀刀尖 a 处的副后刀面上应磨成相应的圆弧 R。

④车较宽的平面沟槽，可采用多次直进法粗车(留有精车余量)，再精车至尺寸要求。

2) 车 T 形槽车 T 形槽比较复杂，可以先用端面直槽刀车出直槽如图 c-34a 所示；再用外侧弯头车槽刀车外侧沟槽见图 c-34b，最后用内侧弯头车槽刀车内侧沟槽见图 c-34c。为了避免弯头刀与直槽侧面圆弧相碰，应将弯头刀刀体侧面磨成弧形。弯头刀的切削刃宽度应等于槽宽 a，长应小于 b，否则弯头刀无法进入槽内。

3) 车平面燕尾槽燕尾槽的车削方法与 T 形槽相似，也是采用三把刀分三步车出如图 c—35 所示。

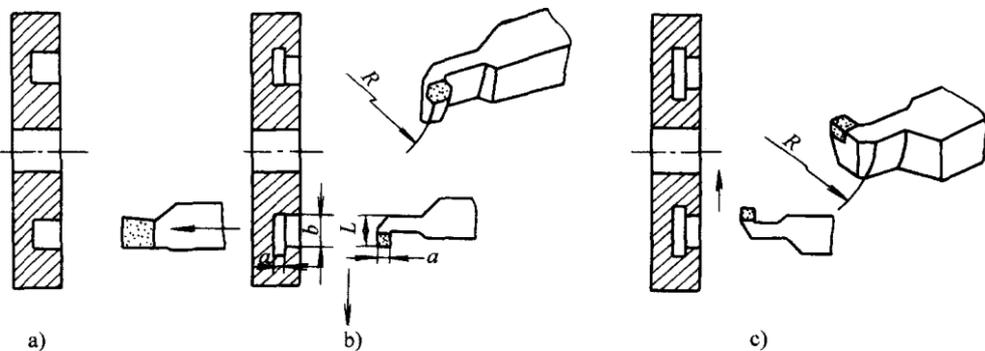


图 c—34 平面 T 形槽车刀与车削

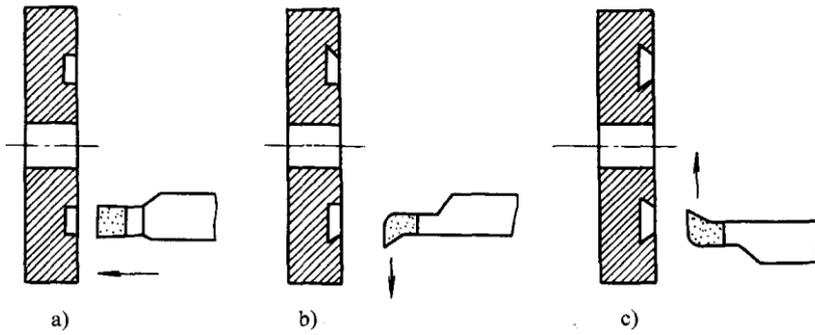


图 c—35 平面燕尾槽车刀与车削 a) 车平面直槽 b) 车外侧沟槽 c) 车内侧沟槽

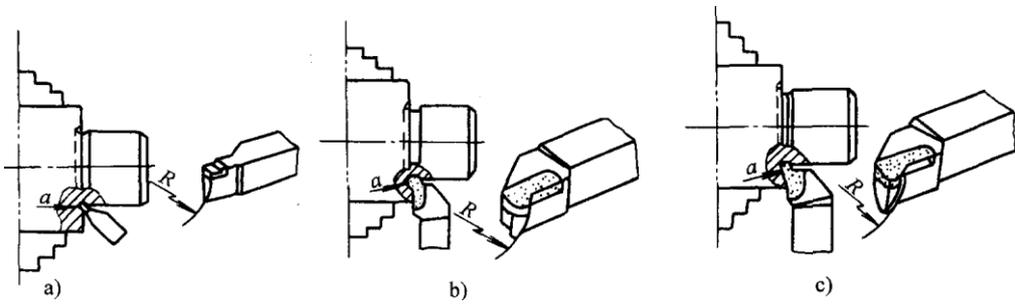
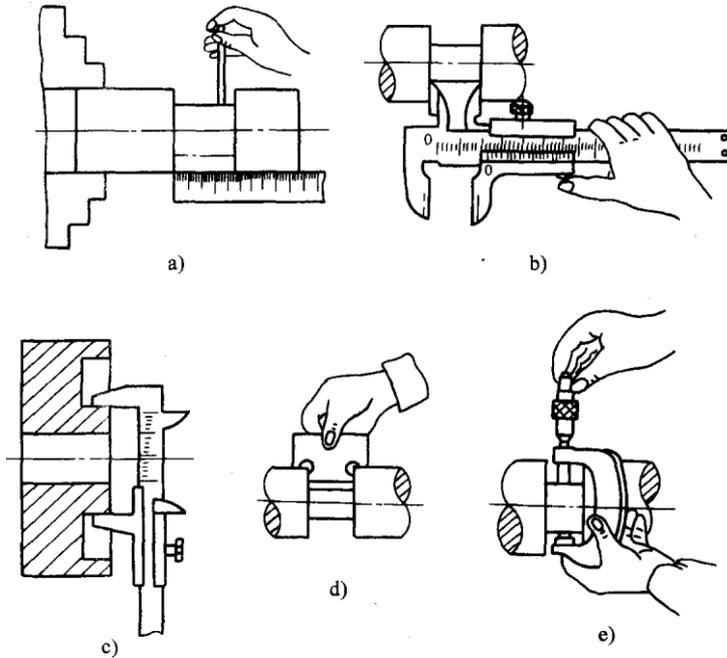


图 c-36 斜沟槽车刀及车削 a) 45° 外沟槽车刀 b) 圆弧沟槽车刀 c) 外圆平面沟槽车刀

3. 沟槽的检查和测量

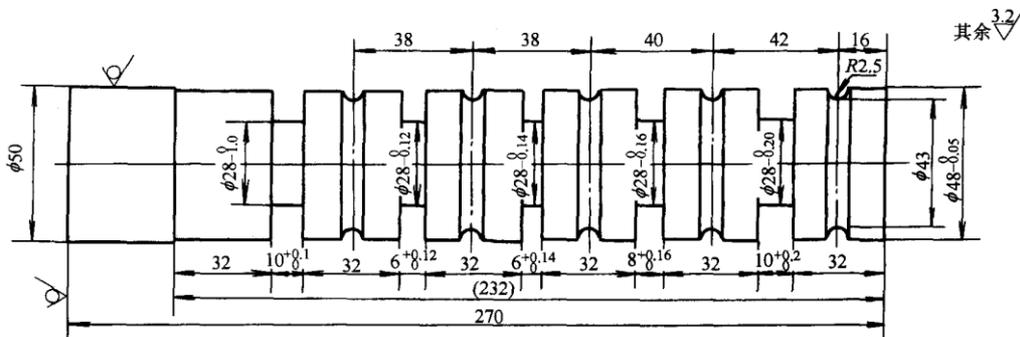


a) 用钢直尺测量 b)、c) 用游标卡尺测量 d) 用样板测量 e) 用千分尺测量

图 c—37 沟槽的检查和测量

(1)精度要求低的沟槽，可用钢直尺测量见图 c—37a。

(2)精度要求高的沟槽，通常用卡尺(图 c—37b、C)、样板(见图 2—37d)、千分尺(图 c—37e)测量。



材料：45 钢 件数：1

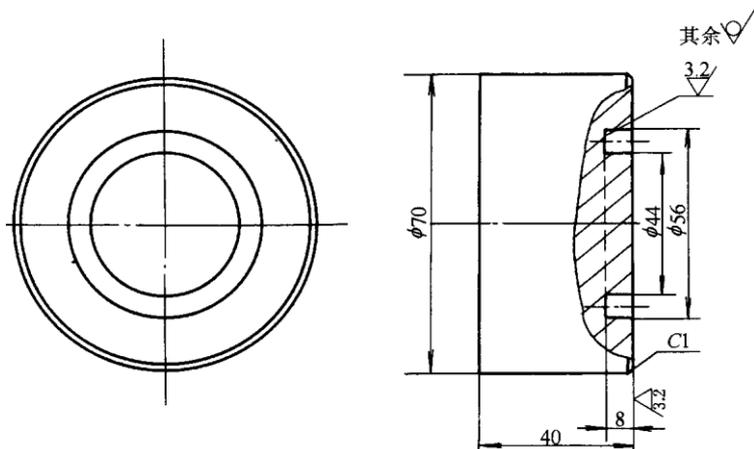
图 c-38 车矩形槽及圆弧形槽

三、看图和确定加工步骤：

1. 车矩形槽及圆弧形槽(图 c—38)加工步骤：

- (1)夹住工件外圆伸出长度 50mm，车平面，钻中心孔。
- (2)一端用三爪自定心卡盘夹住毛坯外圆长 15mm 左右，另一端用顶尖支顶。
- (3)粗车外圆 $\Phi 48\text{mm}$ 长 232mm(留精车余量并把产生的锥度找正)。
- (4)精车外圆 $\phi 48 - 0.05\text{mm}$ 长 232mm 至尺寸要求。
- (5)从左至右粗、精车各条矩形沟槽至尺寸要求。
- (6)车圆弧形沟槽 5 条至尺寸要求。
- (7)检查质量合格后取下工件。

2. 车平面槽(图 c—39)加工步骤：



材料：45 钢 件数：2

图 c—39 车平面槽

- (1) 夹工件外圆 20mm 左右找正并夹紧，粗、精车平面车平即可，倒角 $1 \times 45^\circ$ 。
- (2) 车平面槽宽 6mm、深 8mm 至尺寸要求。

四、容易产生的问题和注意事项

- (1) 车外圆槽时，主切削刃应与轴线平行，否则车成的槽底直径不一样大。
- (2) 槽底、槽侧要求平直、清角。
- (3) 车刀装夹应垂直，两侧副偏角应对称。
- (4) 用借刀法车沟槽时，应注意各条槽距。
- (5) 要正确使用游标卡尺、样板、千分尺测量。
- (6) 选择合理的切削速度和进给量(可参考切断时用量)。
- (7) 加切削液。

实训十九 切 断

一、实训教学要求

- (1) 掌握直进法和左右借刀法切断工件。
- (2) 巩固切断刀的刃磨和修正技能。
- (3) 对于不同材料的工件，能选用不同角度的车刀进行切割，并要求切割面平直光洁。

二、相关工艺知识

在车床上把较长的棒料切断成短料或将车削完毕的工件，从原料上切下，这样的加工方法叫切断。

1. 切断时切削用量的选择 由于切断刀的刀体强度较差，在选择切削用量时，应适当减小其数值。总的来说，硬质合金切断刀比高速钢切断刀选用的切削用量要大，切断钢材料时的切削速度比切断铸铁材料时的切削速度要高，而进给量要略小一些。

(1) 背吃刀量(a_p) 切断、车槽均为横向进给切削，背吃刀量 a_p 是垂直于已加工表面方向所量得的切削层宽度的数值。所以切断时的背吃刀量等于切断刀刀体的宽度。

(2) 进给量(f) 一般用高速钢车刀切断钢料时 $f=0.05 \sim 0.1 \text{ mm/r}$ ；切断铸铁料时 $f=0.1 \sim 0.2 \text{ mm/r}$ ；用硬质合金切断刀切断钢料时 $f=0.1 \sim 0.2 \text{ mm/r}$ ；切断铸铁料时 $f=0.15 \sim 0.25 \text{ mm/r}$ 。

(3) 切削速度(V_c) 用高速钢车刀切断钢料时， $V_c=30 \sim 40 \text{ m/min}$ ；切断铸铁料时 $V_c=15 \sim 25 \text{ m/min}$ ；用硬质合金切断刀切断钢料时， $V_c=80 \sim 120 \text{ m/min}$ ；切断铸铁料时， $V_c=60 \sim 100 \text{ m/min}$ 。

2. 切断刀的安装

(1) 安装时，切断刀不宜伸出过长，同时切断刀的中心线必须装得与工件中心线垂直，以保证两个副偏角对称。

(2) 切断实心工件时，切断刀的主切削刃必须装得与工件中心等高，否则不

能车到中心，而且容易崩刃，甚至折断车刀。

(3) 切断刀的底平面应平整，以保证两个副后角对称。

3. 切断方法

(1) 用直进法切断工件，所谓直进法，是指垂直于工件轴线方向进给切断见图 c-40a。这种方法切断效率高，但对车床、切断刀的刃磨和安装都有较高的要求，否则容易造成刀头折断。

(2) 左右借刀法切断工件，在切削系统(刀具、工件、车床)刚性不足的情况下，可采用左右借刀法切断见图 c-40b。这种方法是指切断刀在轴线方向反复地往返移动，随之两侧径向进给，直至工件切断。

(3) 反切法切断工件，反切法是指工件反转，车刀反向装夹见图 c-40c。这种切断方法宜用于较大直径工件的切断。在采用反切法时，卡盘与主轴的连接部分必须装有保险装置。

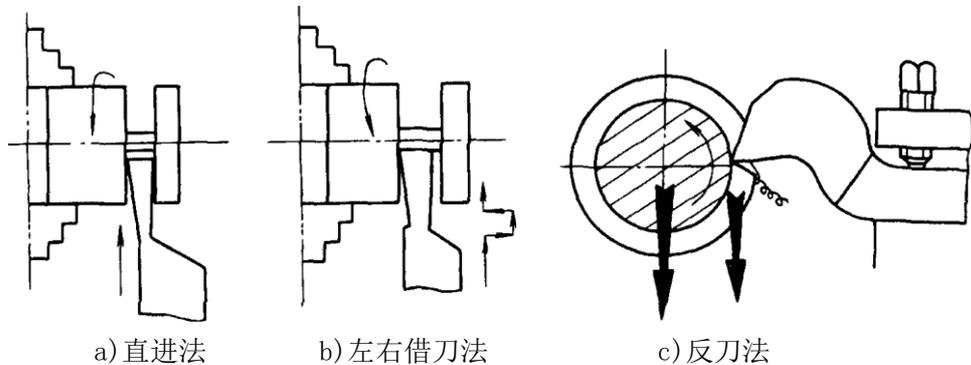


图 c—40 切断工件的三种方法

4. 减少切断时产生振动和预防切断刀折断的方法

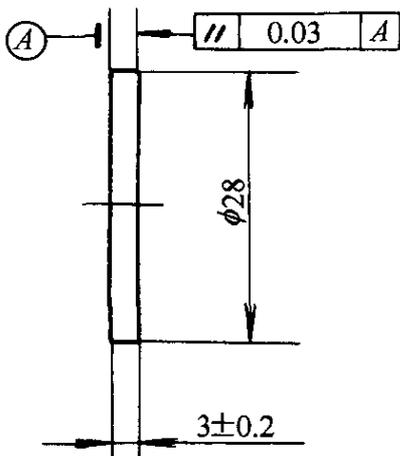
(1) 减少振动的方法

- 1) 调整好主轴及床鞍、滑板的间隙，增加机床刚性。
- 2) 切断位置应尽量在装夹点附近；切断刀刀柄不要伸出过长。
- 3) 选用适宜的主切削刃宽度。主切削刃宽度狭窄，使切削部分强度减弱；主切削刃过宽，切削阻力大容易引起振动。
- 4) 大直径工件宜采用反切法切断，即可防止振动，排屑也方便。

(2) 预防切断刀折断的方法

- 1) 工件、车刀应装夹牢固，刀台应压紧，调整好床鞍和中、小滑板的间隙，以防工件、车刀产生位移造成“扎刀”而折断。
- 2) 切断刀安装应正确，不得歪斜，主切削刃应对准工件中心。
- 3) 切断刀的前角、副后角和副偏角的角度刃磨的不能太大，太大会使刀头强度降低而产生“扎刀”使刀头折断。
- 4) 手动进给时，进给要连续、均匀，使切屑顺利排出，防止切屑堵塞，造成刀头载荷增大而折断。

三、看图和确定加工步骤(图 c-41)



材料：45 钢 件数：10

图 c—41 切割薄片

(2)用高速钢刀切断工件时，应浇注切削液，这样可延长切断刀的使用寿命；用硬质合金刀切断工件时，中途不准停车，否则切削刃容易碎裂。

(3)一夹一顶或两顶安装工件时，不能直接把工件切断，以防切断时飞出伤人。

(4)切削前应调整中，小滑板的松紧，一般宜紧一些为好。

3.2

加工步骤：

(1)夹住工件外圆，伸出长度 50ram，车平面。

(2)车 $\phi 28\text{mm}$ ，长 8mm 至尺寸要求。

(3)切割厚度 $3\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 。至图样要求。

四、容易产生的问题和注意事项

(1)切下的工件表面凹凸不平

1)切断刀强度不够，当刀尖圆弧刃磨或磨损不一致或主切削刃不平直时，切刀受力不均匀，而使切下的工件表面凹凸不平。

2)刀具角度不正确，两副偏角过大而且不对称，而降低刀头强度，产生“让刀”使工件表面凹凸不平。

3)切断刀安装不正确。

实训二十 转动小滑板车外圆锥

一、实训教学要求

(1)掌握转动小滑板车圆锥的方法。

(2)根据圆锥各部尺寸，能计算小滑板的旋转角度。

(3)掌握锥度的测量方法。

二、相关工艺知识

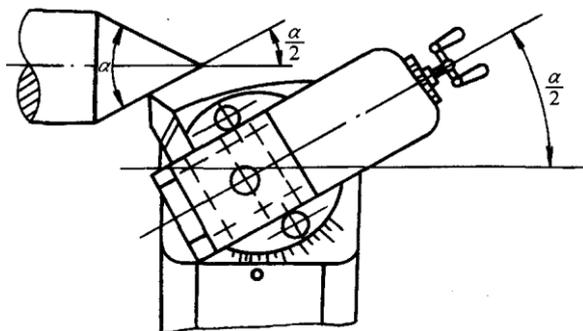


图 c-42 转动小滑板车圆锥体

车较短的圆锥时，可以用转动小滑板法，车削时只要把小滑板按工件的圆锥半角 $\alpha / 2$ 要求转动一个相应的角度如图 c-42 所示，使车刀的运动轨迹与所要车削的圆锥素线平行即可。

1. 转动小滑板车圆锥体的特点

(1)能车圆锥角较大的工件。

- (2)能车出整锥体和圆锥孔，并且操作简便。
- (3)只能手动进给，劳动强度大，工件表面粗糙度较难控制。
- (4)因受小滑板行程限制，只能加工锥面不长的工件。

2. 小滑板转动角度的计算根据被加工零件给定的已知条件，可应用下面公式计算圆锥半角，即

$$\tan(\alpha / 2) = (C/2) = (D-d)/2L$$

式中 $\alpha / 2$ ——圆锥半角；

C——圆锥体的锥度；

D——最大圆锥直径，简称大端直径(mm)；

d——最小圆锥直径，简称小端直径(mm)；

L——最大圆锥直径处与最小圆锥直径处的轴向距离(mm)。

应用上面公式计算出 $\alpha / 2$ ，须查三角函数表比较麻烦，如果 $\alpha / 2$ 较小在 $1^\circ \sim 13^\circ$ 之间，可以用乘上一个常数的近似方法来计算。即

$$\alpha / 2 = \text{常数} \times (D-d) / L$$

小滑板转动角度 ($1^\circ \sim 13^\circ$) 近似公式常数可以从表 c-1 中查得。

车常用锥度和标准锥度时小滑板转动角度见表 c-2。

表 c-1 小滑板转动角度近似公式常数

(D-d)/L 或 C	常 数	备 注
0.10~0.20	28.6°	本表适用号在8°~13°之间， 6°以下常数值为28.7°
0.20~0.29	28.5°	
0.29~0.36	28.4°	
0.36~0.40	28.3°	
0.40~0.45	28.2°	

3. 转动小滑板车外圆锥体的方法

(1) 车刀的装夹要求车刀刀尖必需严格对准工件的旋转中心，否则车出的圆锥素线将不是直线而是双曲线。

(2) 转动小滑板的方法

1) 用扳手将小滑板下面转盘螺母松开，把转盘转至需要的圆锥半角 $\alpha / 2$ 的刻度，与基准零线对齐，然后锁紧转盘上的螺母。如锥角半径 $0t / 2$ 的值不是整数，其小数部分用目测估计，但小滑板转动的角度值应略大于计算值。

2) 车削前应调整好小滑板的行程和镶条的松紧。应根据圆锥长度确定小滑板的行程长度，使车削时小滑板有足够的行程。小滑板镶条调整应松紧适度，过紧手动费力，移动不均匀；过松造成小滑板间隙太大。两者均会使车出的圆锥表面粗糙度值大且工件素线不平直。

(3) 车外圆锥面

1) 粗车外圆锥面在粗车的同时逐步找正圆锥的角度。用小滑板车外圆锥面时，背吃刀量不要太大，手动进给速度要保持均匀和不间断，在车削的同时逐

表 c —2 车常用锥度和标准锥度时小滑板转动角度

名称		锥度	小滑板转动角度	名称	锥度	小滑板转动角度
莫氏	0	1: 19.212	1° 29' 27"	标准锥度	1: 200	0° 08' 36"
	1	1: 20.047	1° 25' 43"		1: 100	0° 17' 11"
	2	1: 20.020	1° 25' 50"		1: 50	0° 34' 23"
	3	1: 19.922	1° 26' 16"		1: 30	0° 57' 17"
	4	1: 19.254	1° 29' 15"		1: 20	1° 25' 56"
	5	1: 19.002	1° 30' 26"		1: 15	1° 54' 33"
标准锥度	6	1: 19.180	1° 29' 36"	1: 12	2° 23' 09"	
	30°	1: 1.866	15°	1: 10	2° 51' 45"	
	45°	1: 1.207	22° 30'	1: 8	3° 34' 35"	
	60°	1: 0.866	30°	1: 7	4° 05' 08"	
	75°	1: 0.652	37° 30'	1: 5	5° 42' 38"	
	90°	1: 0.5	45°	1: 3	9° 27' 44"	
120°	1: 0.289	60°				

步调整小滑板的角度，使工件锥度符合要求，并应留出精车余量。

2) 找正圆锥角度的方法

①用圆锥套规调整当车至工件能塞进套规约 1 / 2 时，将套规轻轻套入工件上，用手捏住套规左右两端分别作上下摆动，通过感觉来判断套规与工件大、小端直径的配合间隙。如图 c-43a 所示大端有间隙，说明圆锥角小；如图 c-43b 所示小端有间隙，说明圆锥角大，微调小滑板角度，再进行车削。再次用套规检查，若左右两端摆动感觉不大时，可用涂色法进行检查调整。在工件表面顺着母线，相隔 120。薄而均匀的涂上三条显示剂，用套规插入转动半圈，根据擦痕情况判断圆锥角大小进行调整，如果显示剂被均匀地擦掉，说明角度正确。假如工件大端显示剂被擦掉，小端显示剂没有接触，说明圆锥角调大，如小端显示剂被擦掉而大端没接触则说明圆锥角调小。

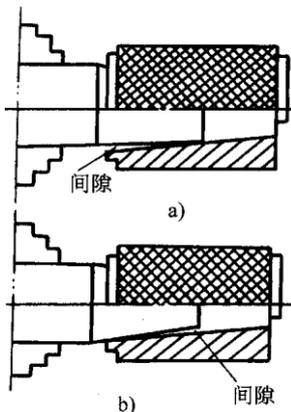


图 c-43 用圆锥套规调整角度

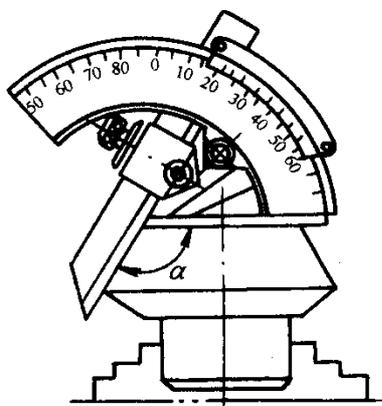


图 c-44 用游标万能角度尺调整角度

②用游标万能角度尺调整对于角度零件或精度不高的圆锥表面可用游标万能角度尺检查调整。根据被测角度调整好游标万能角度尺角度，把尺的基面放在被测件的基准面上(轴心位置)用透光法检查微调角度尺刻度，使直尺或角尺与被测面靠平见图 c-44，通过角度尺的读数来微调小滑板的角度。

3) 车外圆锥面精度尺寸的控制精车外圆锥面主要是提高工件的表面质量控制圆锥面的尺寸精度。

①用游标卡尺和千分尺控制锥长和工件大小端直径。测量直径的位置必须在锥体的最大端或最小端处。

②用界限套规控制尺寸。当锥度已找正，而大端或小端尺寸还未能达到要求时，需再车削，可用如下方法来解决其背吃刀量。

a. 计算法用游标卡尺测量出工件端面至套规过端界限面的距离 a ，见图 c-45，用计算法计算出背吃刀量 a_p

$$a_p = a \tan(\alpha/2) \quad a_p = a \times (C/2)$$

然后移动中，小滑板，使刀尖轻触工件圆锥小端外圆表面后退出工件外，中滑板接口。值进给，小滑板手动进给精车圆锥面至尺寸，如图 c-46 所示。

b. 移动床鞍法此外也可以利用移动床鞍法确定背吃刀量 a_p ，即根据量出长度 a 见图 c-47a，使车刀接触工件小端平面，移动小滑板，使车刀沿轴向离开工件端面一个口值距离见图 c-47b，然后移动床鞍使车刀同工件小端平面接触见图 c-47c，此时虽然没有移动中滑板，但车刀已经切入了一个所需的深度。

三、看图和确定加工步骤

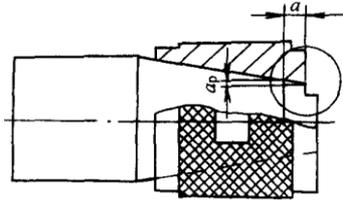


图 c-45 车外圆锥控制尺寸的方法

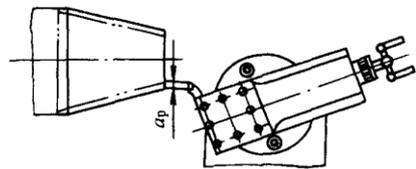


图 c-46 计算法车圆锥尺寸

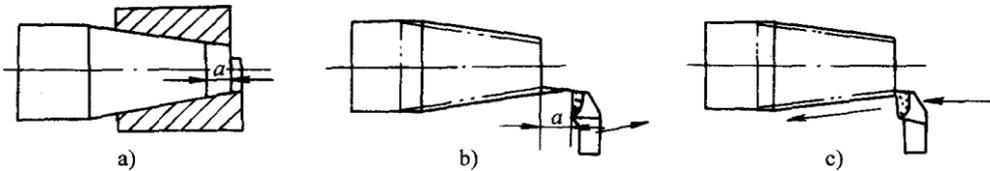


图 c-47 移动床鞍法控制锥体尺寸

1. 用转动小滑板法车圆锥体(图 c-48)加工步骤:

- (1) 夹住工件外圆，伸出长度在 50mm 左右。
- (2) 粗、精车平面及 $\phi 40\text{mm}$ 外圆长 25mm 至尺寸要求。
- (3) 调头夹住 $\phi 40\text{mm}$ 外圆长 18mm 左右，车平面总长 100mm 至尺寸要求。
- (4) 粗、精车外圆 $\phi 54 - 0.05^0$ 至尺寸要求。

(5) 小滑板转过半角 ($a/2$)，车锥度至图样要求。

(6) 用角度尺寸检查。

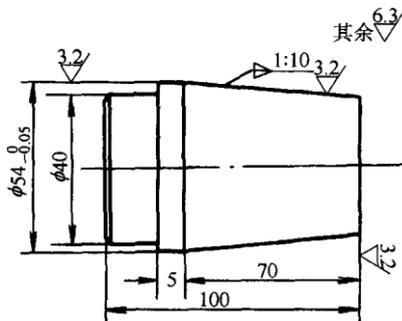


图 c-48 转动小滑板法车圆锥体

材料：45 钢件数：1

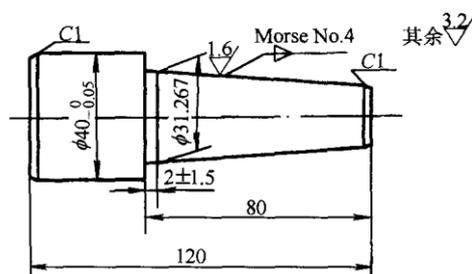


图 c-49 转动小滑板法车 4 号莫氏锥体

2. 用转动小滑板法车 4 号莫氏锥体 (图 c-49) 加工步骤:

(1) 用三爪自定心卡盘夹持外圆、伸出长度 50mm 左右，找正夹紧。

(2) 车平面及粗、精车外圆 $\phi 40 - 0_{-0.05}^0$ 长 40mm 至尺寸要求，倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

(3) 夹住 $\phi 40 - 0_{-0.05}^0$ 外圆，伸出长度 90mm 左右，车平面保证总长 120mm，车外圆 $\phi 32$ mm 长 80mm。

(4) 小滑板逆时针转动圆锥半角 $a/2$ ，粗、精车外圆锥面至尺寸要求，用标准莫氏套规检测。

(5) 倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

四、容易产生的问题和注意事项

(1) 车刀必须对准工件旋转中心，避免产生双曲线 (圆锥素线不直) 误差。

(2) 应两手握小滑板手柄，均匀移动小滑板，工件表面应一刀车出。

(3) 粗车时，进刀量不宜过大，应先找正锥度，以防工件车小而报废。一般留精车余量 0.5mm。

(4) 用游标万能角度尺、游标量角器检查锥度时，测量边应通过工件中心。用套规检查时，工件表面粗糙度值要小，涂色要薄而均匀，转动量一般在半圈之内，多则易造成误判。

(5) 在转动小滑板角度时应稍大于圆锥半角 ($a/2$)，然后逐步找正。当小滑板角度调整到相差不多时，只须把紧固螺母稍松一些，用左手拇指紧贴在小滑板转盘与中滑板底盘上，用铜棒轻轻敲小滑板需凭手指的感觉决定微调量，这样可较快的找正锥度。

(6) 小滑板不宜过松以防工件表面车削痕迹粗细不一。

(7) 防止扳手在板小滑板紧固螺母时打滑而撞伤手。

实训二十一 偏移尾座法车圆锥体

一、实训教学要求

- (1) 掌握用偏移尾座的方法车圆锥体。
- (2) 掌握尾座偏移量的计算。
- (3) 涂色检查锥体，使接触面在 60% 以上。

二、相关工艺知识

采用偏移尾座法车外圆锥面，须将工件装夹在两顶尖间，把尾座上滑板横向偏移一个距离 S ，使工件回转轴线与车床主轴相交一个角度 $\alpha/2$ 。工件就车成了一个圆锥体如图 c-50 所示。尾座向里还是向外偏移，取决于圆锥工件大小端在两顶尖间的加工位置。

1. 偏移尾座车圆锥体的特点

- (1) 适宜于加工锥度较小、精度不高，锥体较长的工件。
- (2) 可以用纵向机动进给车削，因此工件表面质量较好。
- (3) 不能车整锥体和圆锥孔。
- (4) 因受尾座偏移量的限制，不能加工锥度大的工件。
- (5) 因顶尖在中心孔中是歪斜的，接触不良，所以顶尖和中心孔磨损不均匀。

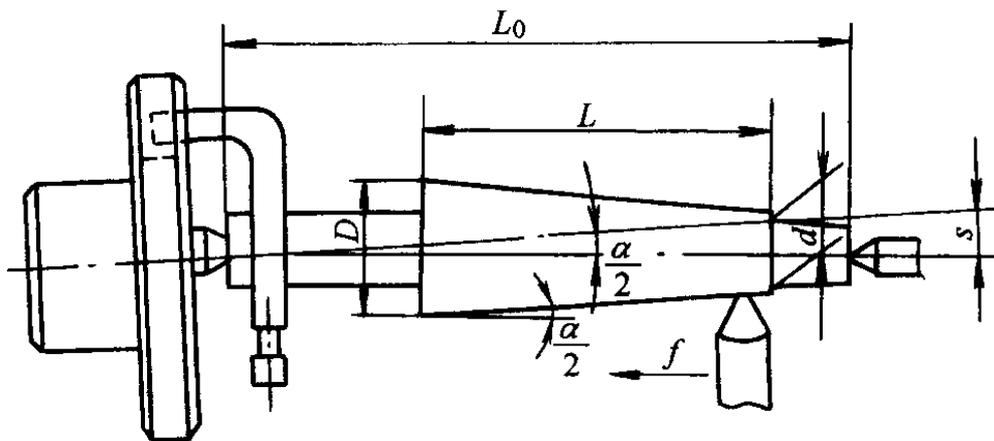


图 c-50 偏移尾座法车圆锥体

2. 偏移尾座车外圆锥面的方法

(1) 尾座偏移量的计算尾座偏移量可用下列公式计算，即 $S=L_0 \tan(\alpha/2)=L_0 \times (D-d)/2L$ 或 $s=(C/2)L_0$

式中 s ——尾座偏移量 (mm)；

D ——大端直径 (mm)；

d ——小端直径 (mm)；

L ——圆锥长度 (mm)；

L_0 ——工件全长 (mm)；

C ——锥度。

(2) 偏移尾座的方法

1) 用尾座的刻度偏移尾座偏移时, 先松开尾座紧固螺母。然后用六角扳手转动尾座上层两侧螺钉 1、2 (根据正、倒锥确定向里或向外偏移), 按尾座刻度把尾座上层移动一个 S 距离。然后拧紧尾座紧固螺母, 如图 c-51 所示。这种方法比较方便, 一般尾座上有刻度的车床都可以采用。

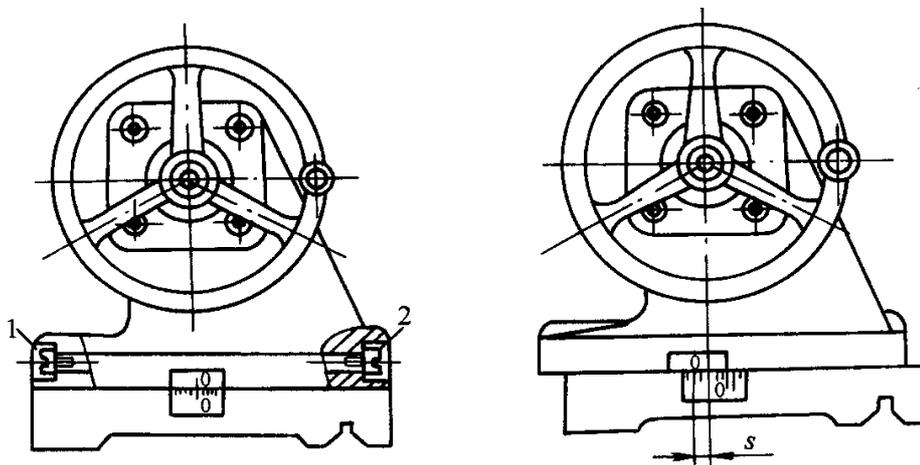


图 c-51 用尾座刻度偏移尾座的方法

1、2——螺钉

2) 用百分表偏移尾座使用这种方法时, 先将百分表固定在刀架上, 使百分表的测头与尾座套筒接触 (百分表应位于通过尾座套筒轴心线的水平面内, 且百分表测量杆垂直于套筒表面), 然后偏移尾座。当百分表指针转动至一个 S 值时, 把尾座固定, 如图 c-52 所示。利用百分表偏移尾座比较准确。

3) 用锥度量棒或试件偏移尾座 先把锥度量棒或试件装夹在两顶尖之间, 在刀架上装一百分表, 使百分表测头与量棒或试件表面接触。百分表的测量杆要垂直量棒或试件表面, 且测头位于通过量棒或试件轴线的水平面内。然后偏移尾座, 纵向移动床鞍, 使百分表在两端的读数一致后, 固定尾座即可, 如图 c-53 所示。使用这种方法偏移尾座, 须选用的锥度量棒或试件总长应与所加工的总长相等, 否则, 加工出的锥度是不正确的。

无论采用哪种方法偏移尾座, 都有一定的误差, 必须通过试切, 逐步修正, 才能达到加工精度要求。

(3) 工件装夹与车削

1) 把两顶尖的距离调整到工件总长, 套筒不要伸出太长以不影响加工为宜。

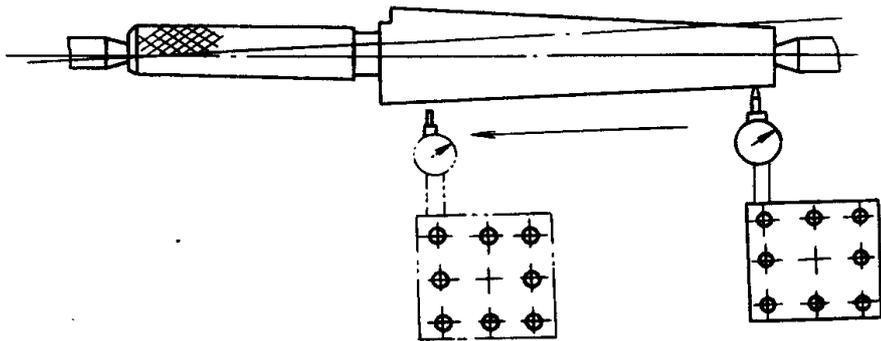


图 c-53 用锥度量棒偏移尾座

2) 两中心孔须加润滑脂(黄油)。

3) 工件在两顶尖间装夹, 其松紧程度, 以手不用力能拨动工件(只要没有轴向窜动)为宜。

4) 用自动进给粗车外圆并逐步找正圆锥面, 用着色法检查, 套规与工件接触面在 60% 以上。

5) 精车外圆锥面根据套规的公差界限中心与被测工件端面距离计算背吃刀量, 精车时应注意工件各部尺寸。

三、看图和确定加工步骤(图 c-54)

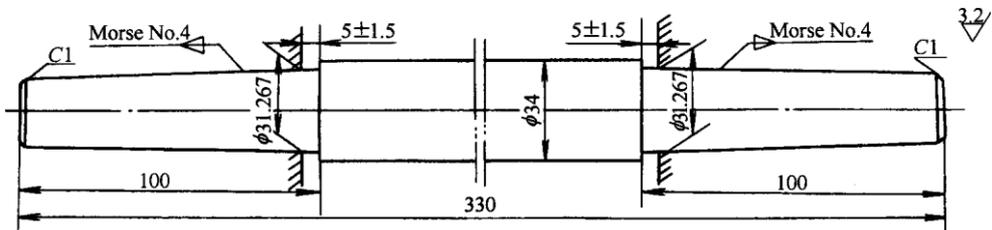


图 c-54 偏移尾座车 4 号莫氏圆锥 材料: 45 钢 件数: 1

加工步骤:

- (1) 夹工件外圆伸出 30mm, 车平面(车平即可)钻中心孔。
- (2) 调头, 车总长 330mm 钻中心孔。
- (3) 两顶尖间装夹工件, 车外圆 $\phi 34$ mm 至尺寸要求。
- (4) 车一端外圆 $\phi 32$ mm 长 100mm 至尺寸要求。
- (5) 根据尾座偏移量 S 向里偏移尾座, 粗、精车外圆锥面至尺寸要求, 倒角 $1 \times 45^\circ$ 。
- (6) 调头加工另一端锥面至尺寸要求(要求重新调整尾座)。

四、容易产生的问题和注意事项

- (1) 车刀应对准工件中心, 以防锥面素线不直。
- (2) 粗车时, 进刀不易过大, 应先找正锥度, 以防工件报废。
- (3) 随时注意两顶尖间松紧和前顶尖的磨损情况, 以防工件飞出伤人。
- (4) 套规检查时涂色应薄而均匀, 转动量一般在半圈之内, 多则容易造成误判。
- (5) 精加工锥面时, 背吃刀量和进给量都不能太大, 否则影响锥面加工质量。

实训二十二 转动小滑板车圆锥孔

一、实训教学要求

(1) 掌握转动小滑板车圆锥孔的方法。

(2) 合理选择切削用量。

二、相关工艺知识

车圆锥孔比车圆锥体困难，因为车削工作在孔内进行，不易观察，为了便于测量，装夹时应使锥孔大端直径的位置在外端。

1. 转动小滑板车圆锥孔的方法

(1) 车刀装夹要求车刀刀尖要对准工件中心，刀柄伸出长度应保证工件切削行程的需要，刀柄与工件锥孔周围应留有一定退刀量。

(2) 转动小滑板的方法转动小滑板的方法与车外圆锥相同，但是方向相反，应顺时针方向转过工件圆锥半角 $\alpha/2$ 。同时调整好小滑板镶条的松紧及行程距离。

(3) 粗车内圆锥面

1) 钻孔时用小于锥孔小端直径 $1\sim 2\text{mm}$ 的麻花钻钻孔。

2) 粗车内圆锥面其方法与车外圆锥面一样，车削至锥形塞规能塞进工件锥孔约 $1/2$ 长度时，用涂色法检查锥孔角度，根据擦痕情况调整小滑板转动的角度，逐步调整将角度找正并留精车余量。

(4) 精车内圆锥面精车内圆锥面控制尺寸的方法，与精车外圆锥面控制尺寸的方法相同，也可采用算法见图 c-55 或移动床鞍法见图 c-56 确定 a_p 值。

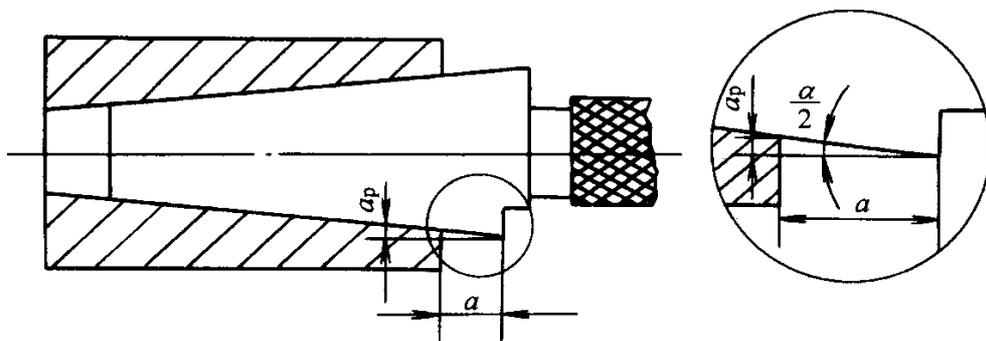


图 c-55 算法控制圆锥孔尺寸

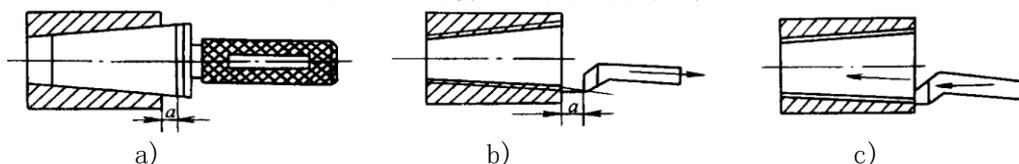


图 c-56 移动床鞍法控制圆锥孔尺寸

2. 切削用量的选择

(1) 切削速度比车外圆锥面时低 10%~20%。

(2) 手动进给要始终保持均匀, 不能有停顿与快慢不均匀现象。最后一刀的背吃刀量 a_p 一般取 0.1~0.2mm 为宜。

(3) 精车钢件时, 可以加切削液或润滑油, 以减小表面粗糙度 R_a 值, 提高表面质量。

3. 车配套圆锥面的方法 如果要加工配套圆锥表面, 可先转动小滑板车好外圆锥面, 然后不要变动小滑板角度, 将内圆锥车刀反装, 使切削刃向下, 主轴仍正转, 便可以加工出与圆锥体相配合的圆锥孔, 如图 c-57 所示。

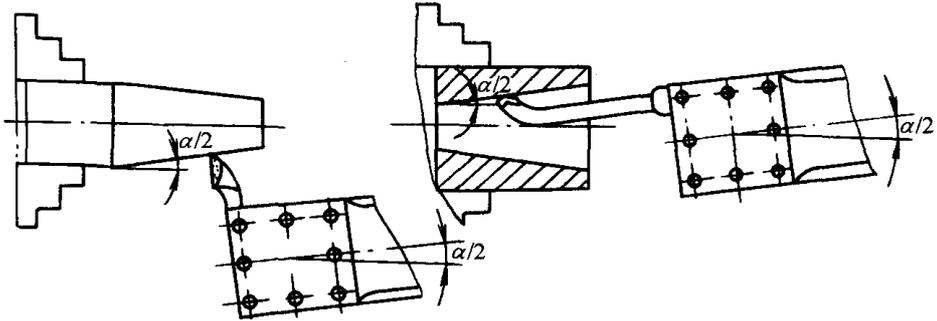
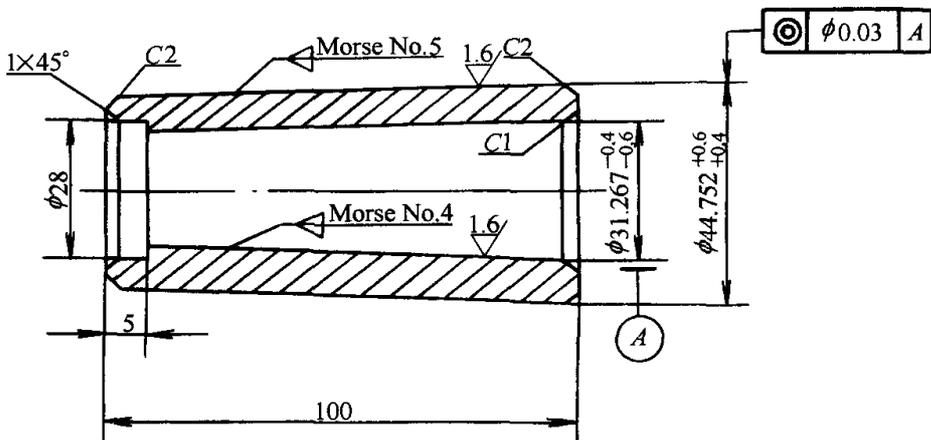


图 C—57 配套锥面的车削

三、看图和确定加工步骤(图 C-58)

其余 $\sqrt{6.3}$



材料: 45 件数: 1

图 C-58 车锥套

加工步骤:

(1) 用三爪自定心卡盘夹毛坯外圆长 30mm, 车平面(车平即可)及外圆 $\phi 46$ mm 长 60mm。

(2) 钻通孔 $\phi 25$ mm。

(3) 车孔 $\phi 28$ mm 长 5mm 至尺寸要求, 倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

(4)调头夹住外圆 $\phi 46\text{mm}$ 长 30mm ，车平面，保证总长 100mm 。车 $\phi 46\text{mm}$ 外圆长 40mm 与已车外圆接刀。

(5)小滑板顺时针转动 $1^{\circ} 29' 15''$ ，粗、精车莫氏 4 号锥孔至图样要求。孔口倒角 $1 \times 45^{\circ}$ 。用圆锥塞规涂色检查接触面 $>60\%$ 。

(6)工件装夹在预制好的两顶心轴上，用偏移尾座或转动小滑板法粗、精车莫氏 5 号外圆锥至尺寸要求。

(7)倒角。

四、容易产生的问题和注意事项

(1)车刀必须对准工件中心。

(2)粗车时背吃刀量不要过大，应先逐步找正工件锥度。

(3)用塞规涂色检查时，必须注意孔内清洁，转动量在半圈之内。

(4)取出锥形塞规时注意安全，不要敲击，以防工件移位。

(5)要以锥形塞规上的界限线来控制锥孔尺寸。

实训二十三 车三角形外螺纹

一、实训教学要求

(1)能根据工件螺距，查所用车床进给箱的铭牌表及调整手柄位置。

(2)能根据螺纹样板正确装夹刀具及掌握中途对刀的方法。

(3)掌握车削三角形螺纹的步骤和方法。

(4)掌握三角形螺纹的测量和检查方法。

(5)能合理选择切削用量。

二、相关工艺知识

在机器制造业中，三角形螺纹应用很广泛，常用于联接、紧固；在工具和仪器中还往往用于调节、测量。加工三角形螺纹的基本要求是，螺纹轴向剖面牙型角必须正确，两侧面表面粗糙度值要小；中径尺寸符合精度要求；螺纹与工件轴线保持同轴。

1. 螺纹车刀的装夹

(1)装夹车刀时刀尖位置应对准工件中心。

(2)车刀刀尖角的对称中心线必须与工件轴线严格保持垂直，装刀时可用样板来对刀见图 C-59a。如果把车刀装歪，就会使牙型歪斜见图 C-59b。

(3)刀头伸出不要过长一般为 $20 \sim 25\text{mm}$ (约为刀柄厚度的 1.5 倍)。

2. 车螺纹时车床的调整

(1)车削常用螺距或导程的螺纹时，可根据所车螺距或导程在进给箱的铭牌上找到相应的手柄位置参数，并把手柄拨到所需要位置。

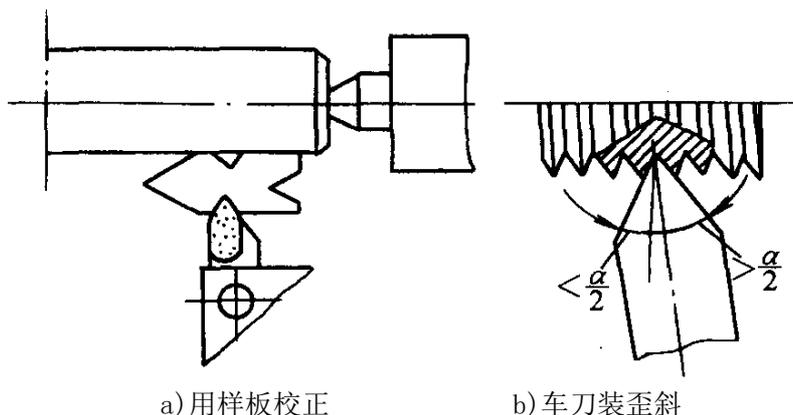


图 C-59 外螺纹车刀的安装

(2) 某些老式机床加工一些螺纹时，需重新调整交换齿轮箱中交换齿轮时，可按照交换齿轮铭牌表进行调整。

(3) 调整中、小滑板镶条的松紧时，如调整太紧，摇动滑板费力，操作不灵活；太松，车螺纹时容易产生扎刀现象。

(4) 检查开合螺母与丝杠是否啮合到位，以防车削时产生乱牙。

(5) 小滑板调整至导轨外侧平齐，以防车螺纹时小滑板与卡盘相撞。

3. 车削三角形外螺纹的方法

(1) 切削用量的选择车削三角形螺纹时，切削速度应根据工件材质、螺距大小及粗、精加工等因素来决定。一般低速车削时，粗车切削速度 $7.3 \cdot \sqrt[3]{10 \sim 15} \text{ m/min}$ ；精车切削速度 $V_c < 6 \text{ m/min}$ 。高速切削时，切削速度 $V_c = 50 \sim 70 \text{ m/min}$ 。

高速切削三角螺纹时的进给次数可参考表 C-3。低速切削三角螺纹时的进给次数可参考表 C-4。

表 C-3 高速车削三角螺纹的进给次数

螺距P / mm		1.5~2	3	4	5	6
进给次数	粗车	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7
	精车	1	2	2	2	2

(2) 试切螺纹、检查工件螺距

1) 试切削螺纹时，有退刀槽要求的工件，先根据工件尺寸要求切出退刀槽。无退刀槽要求的应根据螺纹长度要求，用螺纹车刀车出一条刻线作为螺纹终止退刀，标记见图 C-60。

2) 把螺纹车刀摇至工件外端外圆处，开机使车刀与工件外圆轻轻接触，然后移动床鞍使车刀退至平面外 20~30mm 处，停车把中滑板刻度盘刻度调至零位。

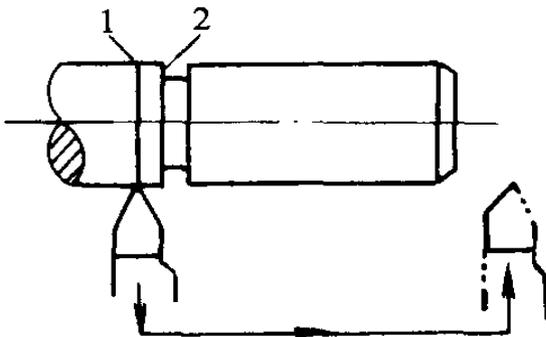
3) 径向进给 0.05mm，按下开合螺母手柄，使开合螺母与丝杠啮合到位。调整主轴转速调至 80r 左右，开机使车刀在工件表面车出一条浅螺旋线，到螺纹终止线或退刀槽内退刀，并提起开合螺母或开倒车使螺纹车刀退至起点处停车。

4) 用钢直尺、游标卡尺或螺距规检查螺距是否正确，见图 C-61。检查时应多测

表 C-4 低速车三角形螺纹进给次数

进刀数	M24 P=3mm			M20 P=2.5mm			M16 P=2mm		
	中滑板进 刀格数	小滑板赶刀(借刀) 格数		中滑板 进 刀格数	小滑板赶刀(借刀) 格数		中滑板 进 刀格数	小滑板赶刀(借 刀)格数	
		左	右		左	右		左	右
1	11	0		11	0		10	0	
2	7	3		7	3		6	3	
3	5	3		5	3		4	2	
4	4	2		3	2		2	2	
5	3	2		2	1		1	1/2	
6	3	1		1	1		1	1/2	
7	2	1		1	0		1/4	1/2	
8	1	1/2		1/2	1/2		1/4		2.5
9	1/2	1		1/4	1/2		1/2		1/2
10	1/2	0		1/4		3	1/2		0.5
11	1/4	1/2		1/2		0	1/4		0.5
12	1/4	1/2		1/2		1/2	1/4		0
13	1/2		3	1/a		1/2	螺纹深度=1.3mm n=26格		
14	1/2		0	1/4		0			
15	1/4		1/2	螺纹深度=1.625mm, n=32.5格					
16	1/4		0	注: 1. 小滑板每格为0.05mm。 2. 中滑板每格为0.05ram。 3. 粗车选110~180r/min精车时选44--72r/min					
	螺纹深度=1.95mm n=39格								

几个螺距，一般细牙螺纹量10个螺距长度，如螺距较大可量4~5个螺距的长度。



1—线痕 2—退刀槽

图 C-60 螺纹终止退刀标记

(3) 低速车削外三角形螺纹的方法

1) 直进刀法车螺纹时，只用中滑板作横向进给，螺纹车刀刀尖及左右两侧都参加切削工作，见图 7—8d。在几次行程后，把螺纹车到所需要的尺寸和表面粗糙度值，这种方法叫直进刀法，见图 C-62a，适于加工螺距小于 2mm 的钢件和脆性材料的螺纹车削。

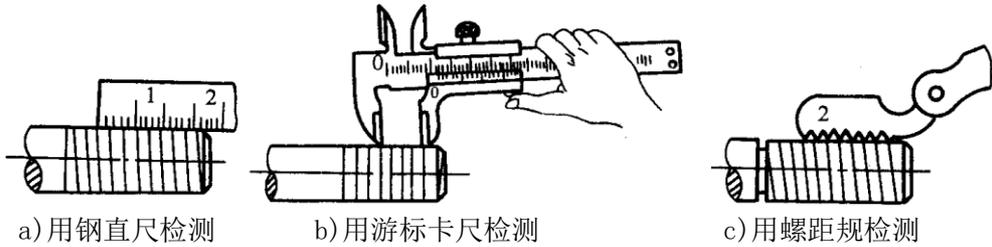


图 C-61 检查螺距

2) 左右切削法车螺纹时除中滑板横向进给外, 同时用小滑板将车刀向左或向右作纵向微量移动进行单面车削见图 C-62e。经过几次行程后把螺纹车至图样要求的方法叫左右切削法见图 C-62b。采用左右切削法车削螺纹时, 牙型两侧的切削余量要合理分配, 车外螺纹时, 大部分余量在顺向进给方向一侧切去; 车内螺纹时, 为了改善刀柄受力变形, 大部分余量应在尾座一侧切去。在精车时, 车刀左右进给量一定要小, 否则容易造成牙底过宽或不平。

3) 斜进刀法车削车螺纹时除中滑板作横向进给外, 小滑板只向一个方向作微量进给的方法叫斜进刀法, 见图 C-62c。此法只用于粗车螺纹, 在精车时则应用左右切削法, 才能使螺纹的两侧面都获得较小的表面粗糙度值。

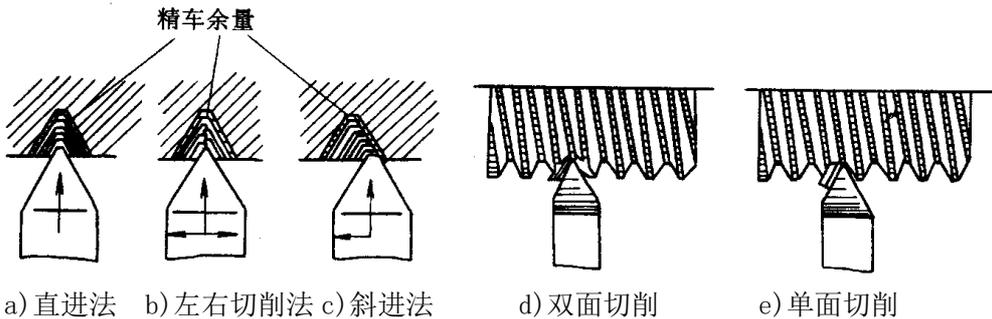


图 C-62 低速车削三角形螺纹的进刀方法

(4) 高速车削三角形螺纹的方法 高速车削三角形螺纹是使用硬质合金螺纹车刀, 采取较高的切削速度(一般取 $50\sim 70\text{m/min}$) 切削螺纹。高速车削时只能用直进法进给, 使切屑垂直于轴线方向排出。高速车削三角形螺纹的螺距一般在 $1.5\sim 3\text{mm}$ 之间, 车螺纹时只需进给 3 至 5 次就可以完成。

(5) 车削左螺纹的方法加工左螺纹时, 车刀是从主轴箱向尾座方向进给进行螺纹车削。在刃磨左螺纹车刀时, 其角度与右螺纹车刀相同, 只是右侧刀刃后角(进给方向)应稍大于左侧切削刃后角, 大螺距应加上螺旋升角。车削左螺纹时应变换丝杠进给方向, 车刀应由退刀槽处进行横向进给, 向床尾方向进行车削。

4. 防止乱牙的方法车螺纹时都要经过几次进给才能完成。在第二次按下开合螺母进给时, 刀尖偏离前一次进给车出的螺旋槽叫乱牙。

(1) 常用预防乱牙的方法是开倒顺车, 即在第一次行程结束时, 不提起开合螺母, 把刀沿径向退出后, 将主轴反转, 使车刀沿纵向退回到第一刀开始处, 然后中滑板进给, 开顺车走第二刀。这样来回, 一直到把螺纹车好为止。

(2) 在车削过程中如需磨刀或换刀必须重新把刀对好以防产生乱牙。

中途对刀的方法是：装正车刀角度及刀尖对正工件中心。车刀不切入工件而按下开合螺母，开车使车刀移动到工件表面处，停车（卡盘不准有反转现象）。摇动中、小滑板使车刀刀尖与螺旋槽部分基本吻合，然后再开机观察刀尖是否在螺旋槽内，直至对准后再开始车削。

5. 螺纹的测量

(1) 单项测量

1) 螺距的测量螺距常用钢直尺、游标卡尺和螺距规进行测量。

2) 大小径的测量外螺纹的大径和内螺纹的小径公差都比较大，一般用游标卡尺和千分尺测量。

3) 中径的测量用螺纹千分尺测量，螺纹千分尺的刻线原理和读数方法与千分尺相同。测量时把与螺纹牙型角相同的上下两个测量头正好卡在螺纹的牙侧上，进行测量所得到的读数就是螺纹中径的实际尺寸如图 C-63 所示。

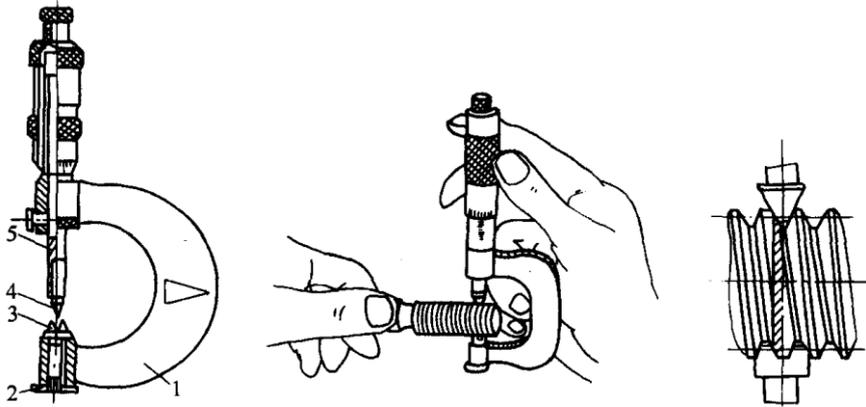


图 C-63 三角形螺纹中径的测量

a) 螺纹千分尺 b) 测量方法 c) 测量原理

1 一尺架 2 一砧座 3 一下测量头 4 一上测量头 5 一测微螺杆

(2) 综合测量综合测量是用螺纹量规对螺纹各主要参数进行综合性测量。螺纹量规包括螺纹塞规和螺纹环规，见图 C-64。它们都分通规和止规。用螺纹环规对三角形外螺纹进行检查时，如果通规能旋入而止规不能旋入，则说明螺纹精度合格。在测量时如发现通规难以旋入，应对螺纹的直径、牙型、螺距和表面粗糙度进行检查，不可强拧量规旋入。有退刀槽的螺纹，检查时环规应通过退刀槽和台阶平面靠平。

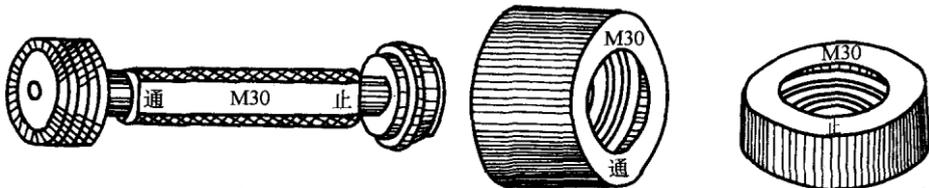


图 C-64 螺纹量规 a) 螺纹塞规 b) 螺纹环规

三、看图和确定加工步骤

1. 车三角形外螺纹(图 C-65) 加工步骤:
 - (1) 夹 $\phi 65\text{mm}$ 外圆伸出 50mm 左右, 找正夹紧, 车平面。
 - (2) 粗精车外圆 $\phi 60\text{mm}$ 长 35mm 至尺寸要求。
 - (3) 倒角 $1 \times 45^\circ$ 。
 - (4) 粗精车三角螺纹 $M60 \times 2$, 长 25mm 至尺寸要求。
 - (5) 检查。
 - (6) 以后各次练习步骤同上。

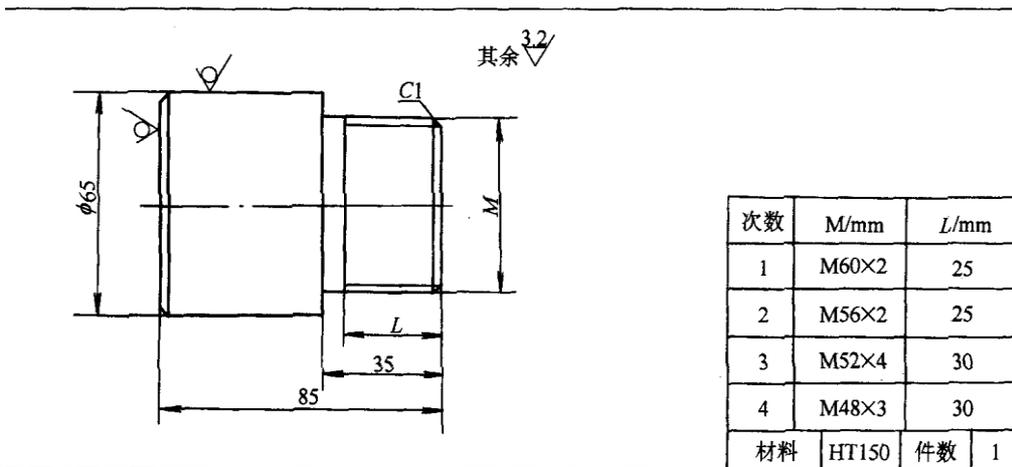


图 C-65 车三角形外螺纹

2. 车有退刀槽的三角形螺纹(图 C-66)

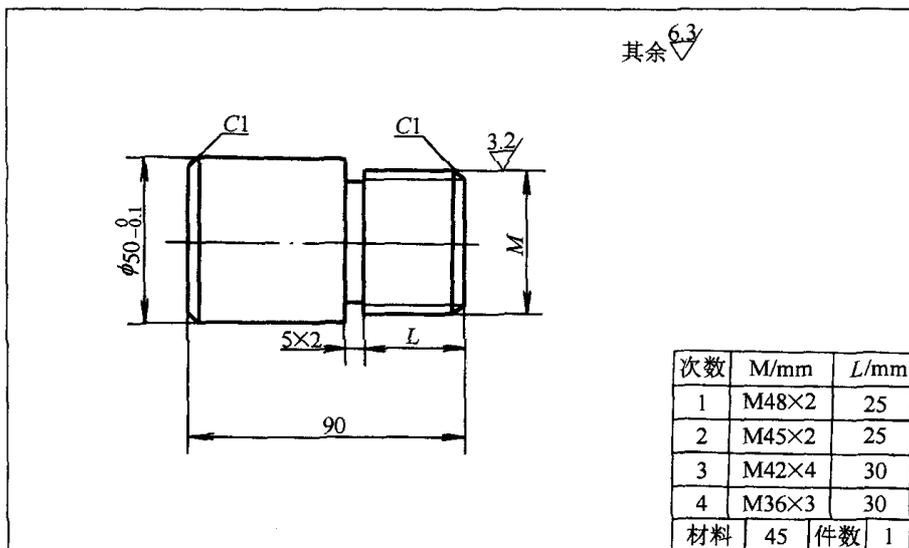


图 C-66 车有退刀槽三角形螺纹

加工步骤:

- (1) 夹毛坯外圆长 25mm 左右, 车平面(车平即可)。

(2)粗、精车 $\phi 50_{-0.1}^0$ 长 60mm 至尺寸要求，倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

(3)调头夹乒 50 外圆长 40mm，车平面控制总长 90mm 至尺寸要求。

(4)粗、精车外圆乒 $\phi 48_{-0.318}^{-0.038}$ mm 长 25mm 至尺寸要求，车 5×2 退刀槽，倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

(5)粗、精车三角螺纹 M48 \times 2 长 25mm 至尺寸要求。

(6)检查。

(7)各次练习步骤同上。

四、容易产生的问题和注意事项

(1)初学车削螺纹应采用低速，并作好空行程练习。

(2)使用提按开合螺母车削螺纹时，开合螺母按下时应与丝杠吻合到位，如感到未吻合好应立即提起开合螺母，重新进行。

(3)车铸铁螺纹时，径向进刀不要太大否则会使螺纹牙尖掉裂。在车最后几刀时，采取微量进刀以车光螺纹侧面。

(4)车无退刀槽的螺纹时，螺纹收尾应在 $1/2$ 圈左右，要达到此要求应先退刀后提开合螺母，且每次退刀位置应大致相同，否则会撞掉刀尖。

(5)车刀安装应对准工件旋转中心，并用样板把刀对正。中途换刀或磨刀应对刀以防乱牙。

(6)车螺纹进刀时，必须注意中滑板手柄刻度盘不要多摇一圈，否则会发生危险或损坏刀具、工件。

(7)用倒、顺车车削螺纹时换向不能太快否则机床会受瞬时冲击，容易损坏机件。在卡盘与主轴连接处必须安装保险装置，以防卡盘反转时从主轴上脱落。

(8)当工件旋转时不准用手摸或用棉纱去擦螺纹以防伤手。

(9)检查或调整交换齿轮时必须切断电源停车后进行调整，调整后要装好防护罩。

实训二十四 在三爪自定心卡盘上车偏心工件

一、实训教学要求

(1)掌握垫片厚度的计算和修正方法。

(2)掌握在三爪自定心卡盘上车偏心轴和偏心孔的方法。

二、相关工艺知识

外圆和外圆轴线或内孔与外圆的轴线平行但不重合(偏一个距离)的零件叫偏心工件。外圆与外圆偏心的零件叫偏心轴见图 C-67a；内孔与外圆偏心的零件叫偏心套见图 C-67b，两轴线之间的距离叫偏心距。在车床上加工偏心轴、偏心套的原理基本相同，都是要采取适当的装夹方法，将需要加工偏心圆部分的轴线找正到与车床主轴轴线相重合的位置后，再行加工。为了保证偏心零件的工作精度。在车削偏心工

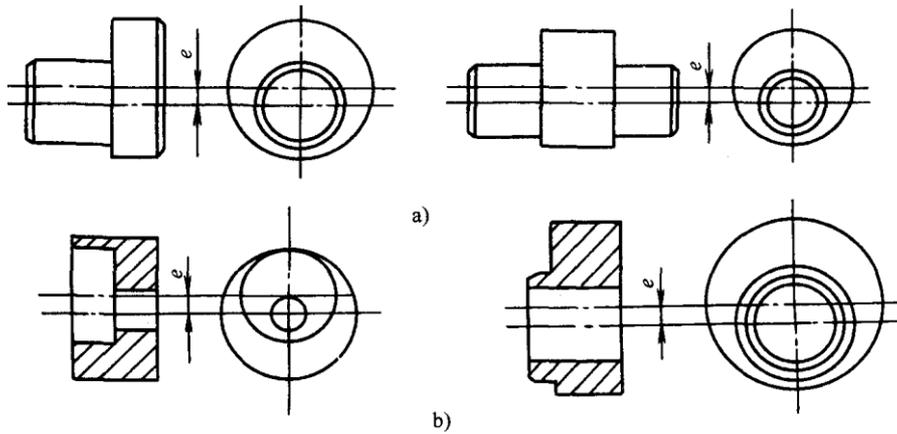


图 C-67 偏心件 a) 偏心轴 b) 偏心套

件时，要特别注意控制轴线间的平行度和偏心距的精度。长度较短、偏心距较小，形状较简单的偏心件可在三爪自定心卡盘上车削。其方法是在三爪任意一个卡爪与工件接触面之间，垫上一块预先制作好的垫片，使工件轴线相对车床主轴轴线产生位移，并使位移距离等于工件的偏心距见图 C-68。

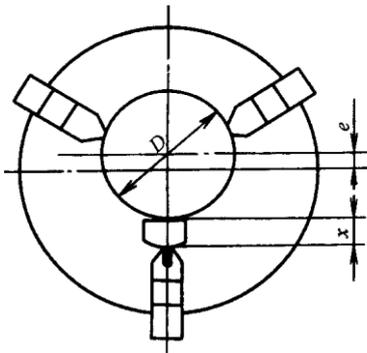


图 C-68 在三爪自定心卡盘上车偏心工件

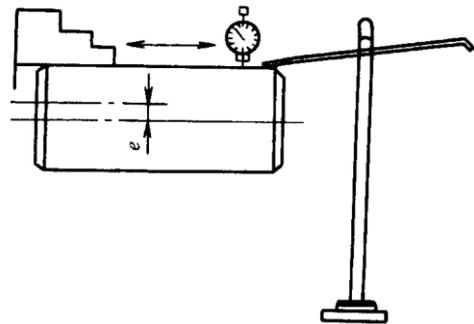


图 C-69 校正侧素线

1. 垫片厚度的计算

垫片厚度 x 可按下列公式计算

$$x = 1.5e + k$$

$$k \approx 1.5 \Delta e$$

$$\Delta e = e - e_{\text{测}}$$

式中 x ——垫片厚度 (mm)；

e ——工件偏心距 (mm)；

k ——偏心距修正值，正负值可按实测结果确定 (mm)；

Δe ——试切后，实测偏心距误差 (mm)；

$e_{\text{测}}$ ——试切后实测偏心距 (mm)。

2. 工件的装夹方法

(1) 把垫片垫在工件与三爪自定心卡盘任意一个三爪的接触面之间夹紧。

(2) 为了保证偏心轴两轴线的平行度, 装夹时应应用划线盘或百分表校正工件外圆侧素线是否水平, 若不水平可用铜棒调整, 再将工件转过 90° , 校正另一条侧素线, 如图 C-69 所示。

(3) 对精度要求较高的偏心工件, 必须按上述计算方法, 在首件加工时进行试车、检验。

(4) 检查后, 如偏差超出允差的范围, 应用公式计算出修正后的垫片厚度重新调整垫, 重新校正后才可正式车削。

三、看图和确定加工步骤(图 C-70)

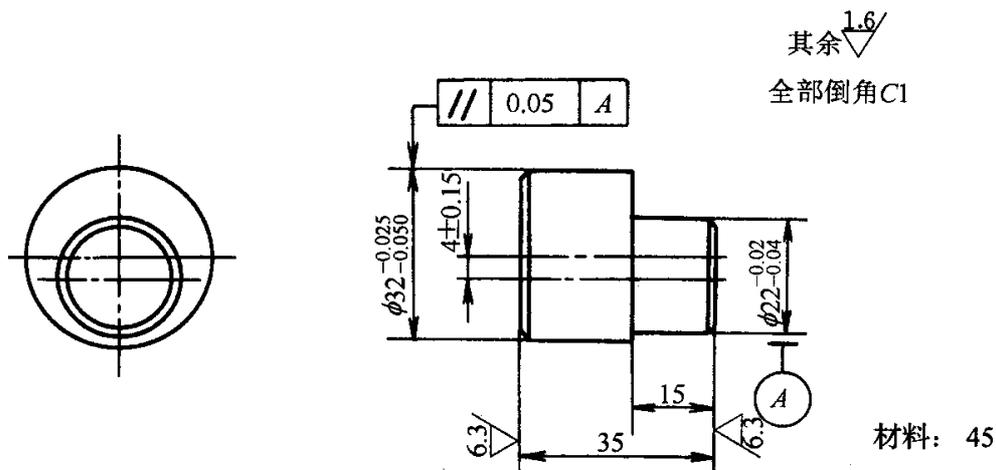


图 C-70 车偏心轴

车削步骤:

- (1) 在三爪自定心卡盘上夹住外圆, 伸出长度 50mm 左右, 车平面。
- (2) 粗、精车外圆尺寸 $\phi 32_{-0.05}^{-0.025}$ mm, 长度 41mm 至尺寸要求。
- (3) 外圆倒角 $1 \times 45^\circ$ 。
- (4) 切断, 长 36mm。
- (5) 调头夹工件外圆, 车另一端平面总长 35mm 至尺寸要求。
- (6) 工件在三爪自定心卡盘上垫垫片装夹、校正、夹紧(垫片厚度为 5.62mm)
- (7) 粗、精车外圆尺寸 $\phi 22_{-0.04}^{-0.02}$ mm 长 15mm 至尺寸要求。
- (8) 外圆倒角 $1 \times 45^\circ$ 。

四、容易产生的问题和注意事项

(1) 选择垫片的材料, 应有一定的硬度, 以防止装夹时发生变形。垫片上与爪脚接触的一面应做成圆弧面, 其圆弧大小等于或小于爪脚圆弧, 如果做成平的, 则在垫片与爪脚之间将会产生间隙, 造成误差, 见图 C-68。垫片长度不小于 20mm 以保证装夹牢固。

(2) 刚开始车削时进给量和背吃刀量要小, 否则容易损坏车刀或使工件发生移

位。

(3) 由于工件偏心，在开车前车刀不能靠近工件，以免工件撞击车刀。

(4) 装夹时，工件轴线不能歪斜，可用划线盘或百分表找正工件外圆侧素线是否水平。

实训二十五 铣削平面

一、实训教学要求

- (1) 合理组织工作位置，注意操作姿势。
- (2) 正确选择铣平面用的铣刀和切削用量。
- (3) 初步掌握利用手动进给铣削平面的方法。
- (4) 遵守操作规程，养成文明生产、安全生产的良好习惯。

二、相关工艺知识

铣平面是铣工常见的工作内容之一，铣削工件上的平面可在卧式铣床上安装圆柱铣刀，用周铣铣削，见图 C-71；也可以在卧式铣床上安装面铣刀，用端铣铣削，见图 C-72；还可以在立式铣床上安装面铣刀，用立铣铣削，见图 C-73。

1. 用圆柱铣刀铣平面

(1) 铣刀的选择与安装

1) 铣刀的选择用圆柱铣刀铣平面时，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，见图 C-74。粗加工平面时，应选用粗齿铣刀；精加工时，应选用细齿铣刀。

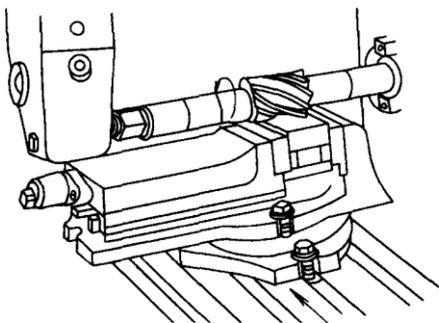


图 C-71 用圆柱铣刀铣平面

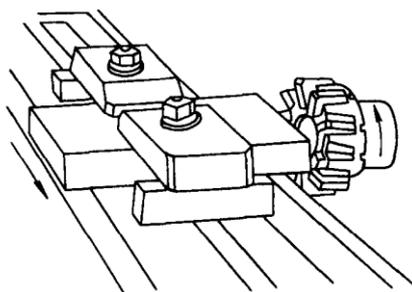


图 C-72 用面铣刀铣平面

2) 铣刀的安装为了增加铣刀切削工件时的刚性，铣刀应尽量靠近床身一方安装，挂架应尽量靠近铣刀安装。

(2) 顺铣和逆铣在铣刀与工件已加工表面的切点处，铣刀的旋转切削刃的运动方向与工件进给方向相同时的铣削叫顺铣；相反，在铣刀与工件已加工表面的切点处，铣刀的旋转切削刃的运动方向与工件进给方向相反时的铣削叫逆铣，见图 C-75。一般情况下应采用逆铣，对于工作台丝杠和螺母间有间隙补偿机构的铣床，精加工时可采用顺铣。

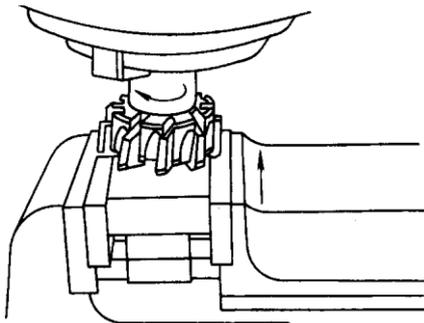


图 C-73 在立式铣床用面铣刀铣平面

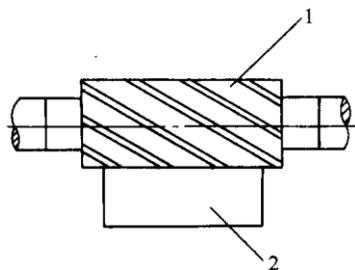
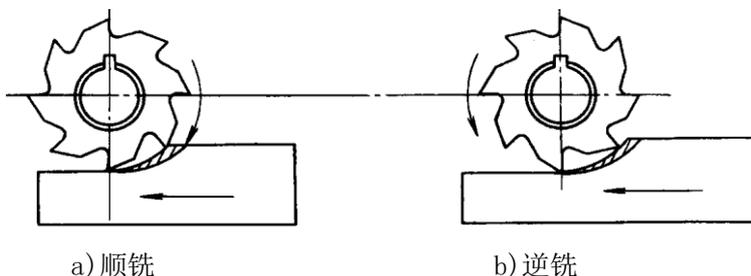


图 C-74 铣刀宽度大于加工表面的宽度

1—圆柱铣刀 2—工件



a) 顺铣

b) 逆铣

图 C-75 顺铣和逆铣

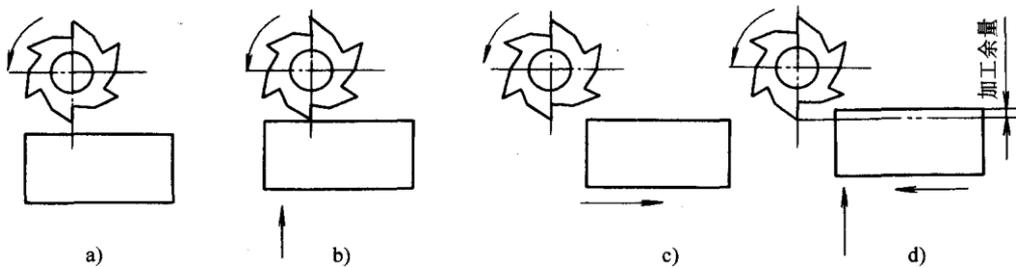
(3) 铣削用量的选择应根据工件材料、加工表面余量的大小、工件加工表面尺寸精度和表面粗糙度要求，以及铣刀、机床、夹具等条件确定。

1) 粗铣时的切削用量粗铣时，应选择较低的主轴转速，较大的吃刀量，较高的进给量。选择主轴转速时，应考虑铣刀材料、工件材料、切除余量大小等。选择的主轴转速不能超出高速钢铣刀所允许的切削速度范围，即 $20 \sim 30 \text{ m/min}$ 。切削一般钢材时取高些，切削铸铁或强度、硬度较高的材料时取低些。确定吃刀量时，对一般要求的加工表面，加工余量在 $2 \sim 4 \text{ mm}$ 间，可以在一次进给中切除。选择进给量时，应考虑铣刀刀齿的强度和机床、夹具刚性等因素，加工钢件时每齿进给量可取在 $0.05 \sim 0.15 \text{ mm}$ 间，加工铸铁件时每齿进给量可取在 $0.07 \sim 0.2 \text{ mm}$ 间。

2) 精铣时的切削用量精铣时，应选择较高的主轴转速，较小的吃刀量，较低的进给量。选择主轴转速时，可比粗铣提高约 $20\% \sim 30\%$ 。精铣时的吃刀量可取在 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 间。精铣时的进给量大小，应考虑能否达到加工表面的粗糙度要求，这时应以每分钟进给量为单位确定进给量的大小，一般可考虑每转进给量在 $0.3 \sim 1 \text{ mm}$ 间。

(4) 调整吃刀量的方法 机床各部调整完毕，工件装夹校正后，开动机床，使铣刀旋转，手摇各进给操作手柄，使工件处于旋转的铣刀下面，再上升工作台，使铣刀轻轻划着工件，然后退出工件，上升垂直进给调整好吃刀量，将横向进给紧固，手摇纵向进给手柄，使工件接近刀具，均匀摇动手柄，铣去工件余量，见图 C-76。进给完毕停止主轴旋转，降落工件台，将工件退回原位，测量并卸下工件。

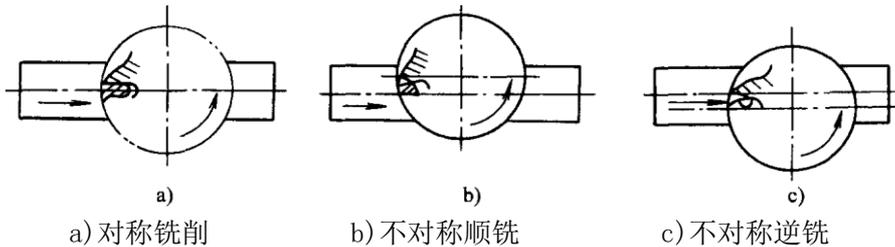
(5) 切削液的应用铣削钢件时，应加注切削液，以便减少摩擦、降低切削温度、冲刷切屑，可提高表面加工质量，减少刀具磨损，提高刀具的寿命。



a) 工件处于旋转的铣刀下 b) 铣刀划着工件 c) 工件退出铣刀 d) 调整吃刀量铣削工件
图 C-76 调整吃刀量

2. 用面铣刀铣平面

(1) 对称铣削与不对称铣削用面铣刀铣平面时，工件的中心处于铣刀的中心位置时，称为对称铣削。对称铣削时，一半为顺铣，一半为逆铣。工件的加工面较宽，接近于铣刀直径时，应采用对称铣削，见图 C-77a。用面铣刀铣平面时，工件中心没有处于铣刀的中心位置，偏在一侧，称为不对称铣削，不对称铣削也有顺铣和逆铣。铣削中大部分为顺铣，少部分为逆铣，称为顺铣，见图 C-77b；如大部分为逆铣，少部分为顺铣，称为逆铣，见图 C-77c。用面铣刀铣平面时，应尽量采用不对称逆铣，以避免铣削中工作台出现窜动，影响铣削的平稳性。



a) 对称铣削 b) 不对称顺铣 c) 不对称逆铣

图 C-77 对称铣削和不对称铣削

(2) 铣刀的选择用面铣刀铣平面时，为使加工的平面在一次进给中铣成，所选择的铣刀直径应等于被加工表面的宽度的 1.2~1.5 倍。

三、看图和确定 / 加工步骤(图 C-78)

加工步骤：

- (1) 读零件图，对照零件图样检查毛坯尺寸。
- (2) 安装平口钳，校正固定钳口，装夹工件。
- (3) 选择并安装铣刀(选择 $\phi 80\text{mm} \times 63\text{mm} \times 32\text{mm}$ 圆柱铣刀)。
- (4) 选择并调整主轴转速(取 $n=118\text{r} / \text{min}$)。
- (5) 对刀调整吃刀量，手动进给铣削工件。
- (6) 进给完毕后停机，降落工作台并退出工件。
- (7) 测量并卸下工件。

四、注意事项

- (1) 用平口钳装夹工件完毕，应取下平口钳扳手，才能进行铣削。
- (2) 调整吃刀量时，若手柄摇过头，应注意消除丝杠与螺母的间隙，以免铣错尺寸。

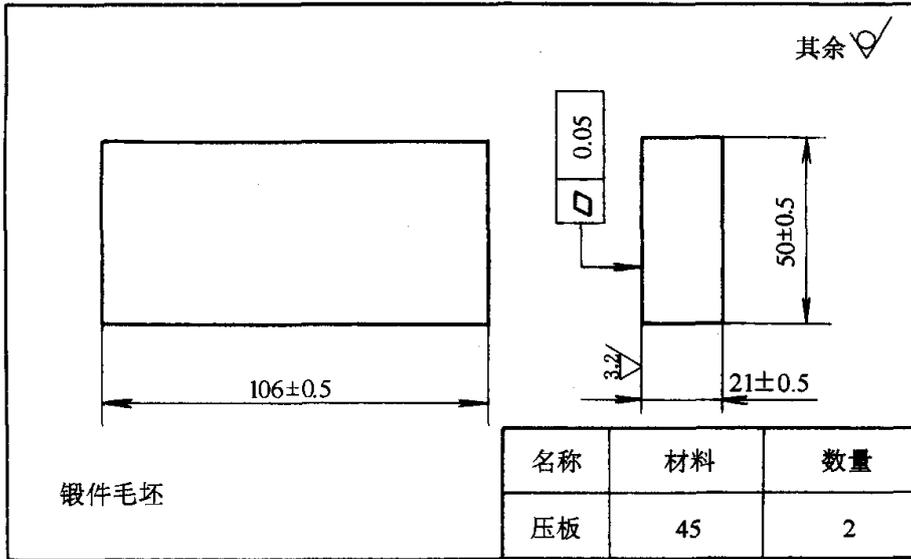


图 C-78 铣平面

- (3) 铣削时不准用手摸工件和铣刀。
- (4) 铣削中不准停止铣刀旋转，以免损坏刀具、啃伤工件。
- (5) 铣削结束，工件不能立即在旋转的铣刀下退回，应先降落工作台后再退出。
- (6) 铣削时，不使用的进给机构应紧固，工作完毕再松开。

实训二十六 铣削长方体

一、实训教学要求

- (1) 正确确定长方体工件加工顺序和基准面。
- (2) 巩固掌握铣垂直平面、平行面的方法。
- (3) 分析长方体工件铣削时出现的质量问题，了解注意事项。

二、相关工艺知识

长方体工件相邻表面相互垂直，对应表面相互平行。在掌握了铣削垂直面和平行面的方法后，再铣削长方体工件就比较容易了。

在平口钳上装夹工件用圆柱铣刀铣长方体：

1. 确定定位基准加工长方体工件时，应选择一个较大的面，或用图样上的设计基准面作定位基准面，这个面必须是第一个需要安排加工的表面。加工其余各面时，都要用这个基准面作为基准进行加工。加工过程中，始终将这个定位基准面靠向平口钳的固定钳口面或钳体导轨面，保证其余各个加工面和这个基准面的平行度及垂直度要求。否则，就不能加工出符合要求的长方体工件。

2. 长方体工件的加工顺序(图 C-79)

(1) 读图首先看懂零件图样，了解图样上有关加工部位的尺寸标注及精度要求、表面形状与位置精度和表面粗糙度要求，以及其他方面的技术要求。

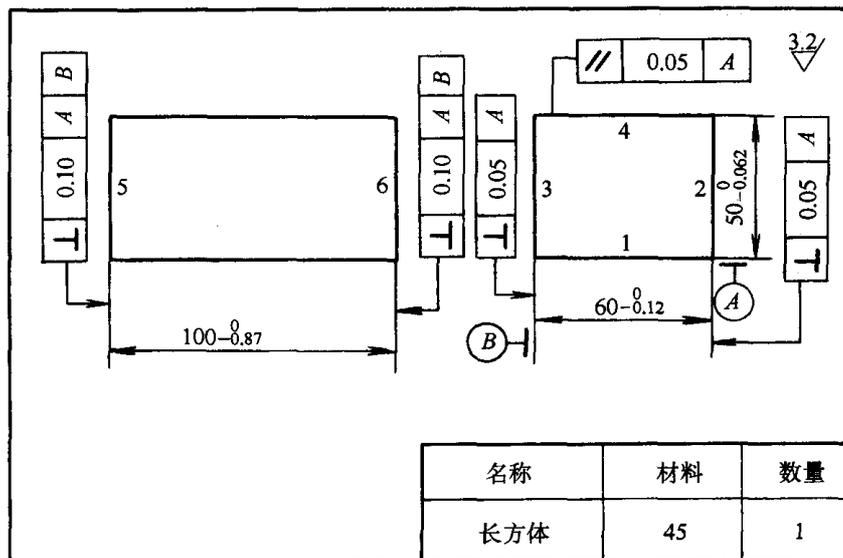


图 C-79 铣长方体

- (2)检查毛坯对照零件图样检查毛坯尺寸和形状，了解毛坯余量的大小。
 (3)确定定位基准面和加工顺序选择设计基准面 A 作为定位基准面，加工顺序如下：

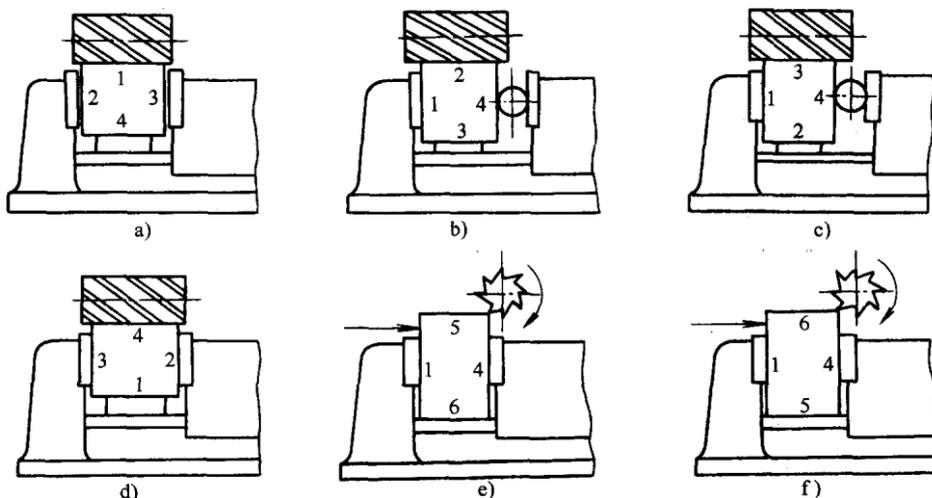


图 C-80 方铁的加工顺序

1)铣基准面 A(面 1): 平口钳固定钳口与铣床主轴轴心线垂直安装，以面 2 为粗基准，靠向固定钳口，见图 C-80a，两钳口与工件间垫铜皮装夹工件。

2)铣面 2: 以面 1 为精基准靠向固定钳口，在活动钳口与工件间置圆棒装夹工件，见图 C-80b。

3)铣面 3: 仍以面 1 为基准装夹工件，见图 C-80c。

4)铣面 4: 面 1 靠向平行垫铁，面 3 靠向固定钳口装夹工件，见图 C-80d。

5)铣面 5: 调整平口钳，使固定钳口与铣床主轴轴心线平行安装，面 1 靠向固定钳口，用 90°角尺校正面 2 与钳体导轨面垂直，装夹工件，见图 C-80e。

6) 铣面 6: 面 1 靠向固定钳口, 面 5 靠向钳体导轨装夹工件, 见图 C-80f。

三、看图和确定加工步骤(图 C-81)

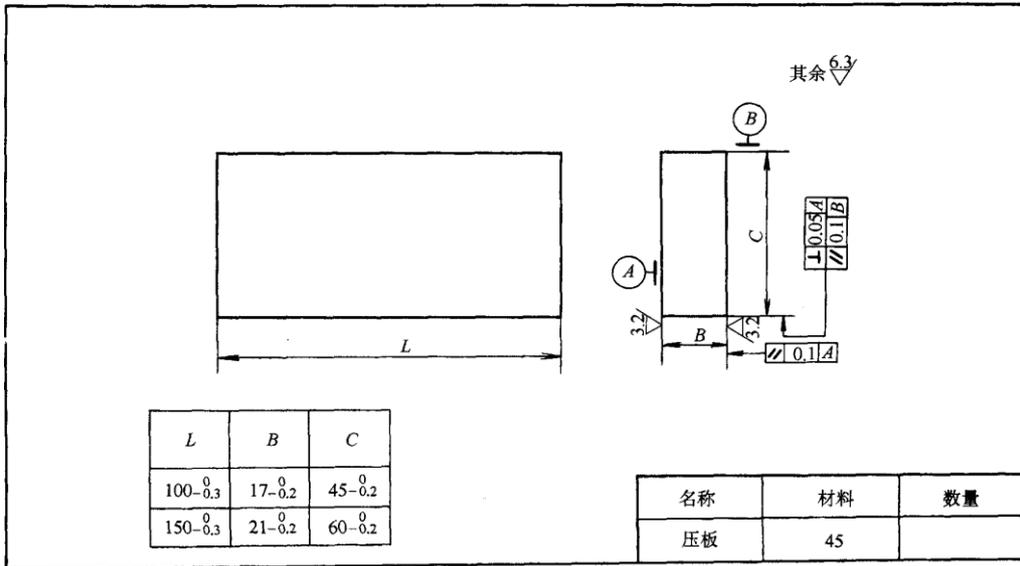


图 C-81 铣压板六面

加工步骤:

1. 用圆柱铣刀铣削形成尺寸 B、C 的四个平面。
 - (1) 用平口钳装卡工件, 校正固定钳口与主轴轴心线垂直。
 - (2) 选择并安装铣刀(选择 $\phi 80\text{mm} \times 80\text{mm}$ 圆柱铣刀)。
 - (3) 调整切削用量(取 $n=118\text{r/min}$ 、 $f=60\text{mm/min}$ 、 $a_p=1.5\sim 2\text{mm}$)。
 - (4) 分别装夹工件铣削形成尺寸 B、C 的四个面。
2. 用三面刃铣刀铣 L 长度两端面
 - (1) 调整并校正固定钳口与主轴轴心线平行。
 - (2) 选择并安装铣刀(选 $\phi 120\text{mm} \times 16\text{mm}$, 三面刃铣刀)。
 - (3) 调整切削用量(取 $n=95\text{r/min}$ 、 $f=60\text{mm/min}$ 、 $a_p=2\sim 2.5\text{mm}$)。
 - (4) 装夹工件分别铣出两端面, 保证 L 长度。

四、容易产生的问题和注意事项

1. 铣出的工件尺寸不符合图样要求有以下原因:

(1) 调整吃刀量时看错刻度盘, 手柄摇过头, 没有消除丝杆螺母间隙, 直接退回, 使尺寸铣错。

(2) 看错图样上尺寸标注, 测量时错误。

(3) 工件或垫铁平面没有擦净, 垫上脏物, 使尺寸铣小。

(4) 精铣对刀时切痕太深, 调整吃刀量时没有去掉切痕, 使尺寸铣小。

2. 垂直度和平行度不符合要求原因如下:

(1) 固定钳口与工作台面不垂直, 铣出的平面与基准面不垂直。

(2) 铣端面时钳口没有校正好, 铣出的端面与基准面不垂直。

- (3) 夹紧力过大，引起工件变形，铣出的平面与基准面不垂直或不平行。
- (4) 垫铁不平行或圆柱铣刀有锥度，铣出的平面与基准面不垂直或不平行。

3. 注意事项

- (1) 及时用锉刀修整工件上的毛刺和铣边。
- (2) 加工时可用粗铣一刀，再精铣一刀的方法，来提高表面加工质量。
- (3) 丝杆与传动螺母间隙较大的设备，禁止采用顺铣。

实训二十七 铣台阶

一、实训教学要求

- (1) 掌握台阶的铣削方法和测量方法。
- (2) 正确选择铣台阶用的铣刀。
- (3) 分析台阶零件铣削中容易出现的问题和注意事项。

二、相关工艺知识

1. 用面铣刀和立铣刀铣台阶宽度较宽，深度较浅的台阶适合用面铣刀加工，见图 C-82，工件可用平口钳装夹或用压板压紧，铣削时，所选用的面铣刀直径应大于台阶宽度。

深度较深的台阶适合用立铣刀加工，见图 C-83。用立铣刀铣台阶时，可分数次粗铣出台阶宽度，然后再将台阶的宽度和深度精铣成。由于立铣刀强度较弱，允许的切削用量应比三面刃铣刀低些。

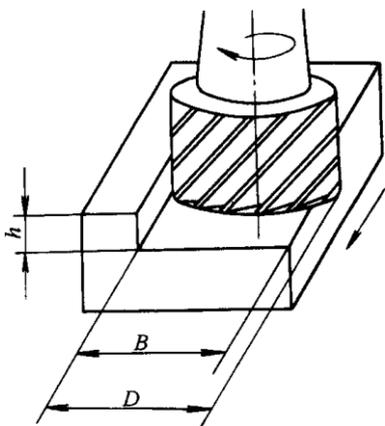


图 C-82 用面铣刀铣台阶

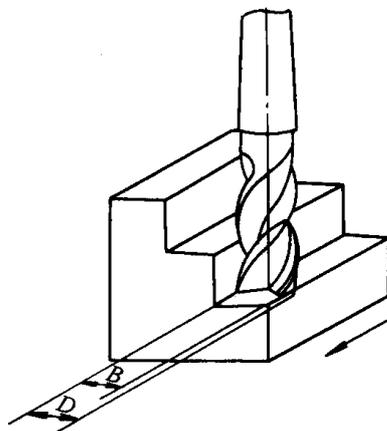


图 C-83 用立铣刀铣台阶

4. 台阶的测量台阶的宽度和深度用游标卡尺或深度游标尺测量。两边对称的台阶，深度较深时可用千分尺测量，深度较浅用千分尺测量不便时，用界限量规测量，见图 C-84。

三、看图和确定加工步骤(图 C-85)

1. 铣台阶(卧铣)加工步骤:

- (1) 安装平口钳，校正固定钳口与铣床主轴轴心线垂直。

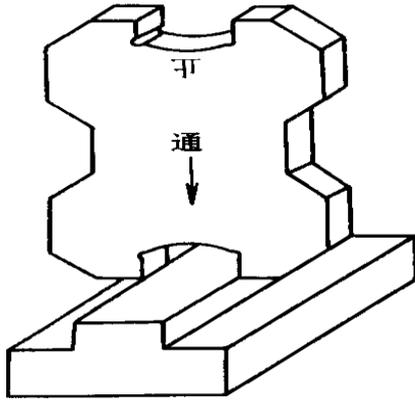


图 C-84 用界限量规测量台阶宽度

(2) 选择并安装圆柱铣刀。

(3) 铣四面至尺寸 $38_{-0.2}^0\text{mm} \times 32\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ 。

(4) 换装 $\phi 80\text{mm} \times 12\text{mm} \times 27\text{mm}$ 的三面刃铣刀。

(5) 铣一侧台阶至尺寸。

(6) 铣另一侧台阶至尺寸。

(7) 换装倒角铣刀倒角。

(8) 测量、卸下工件。

2. 铣台阶(立铣)加工步骤:

(1) 安装平口钳, 校正固定钳口与工作台纵向进给方向平行。

(2) 选择并安装面铣刀(选择 $\phi 63\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的套式面铣刀)。

(3) 调整切削用量(取 $n=118\text{r}/\text{min}$ 、 $f=60\text{mm}/\text{min}$)。

(4) 铣四面至尺寸。

(5) 铣两面台阶至尺寸。

(6) 倒角。

(7) 测量、卸下工件。

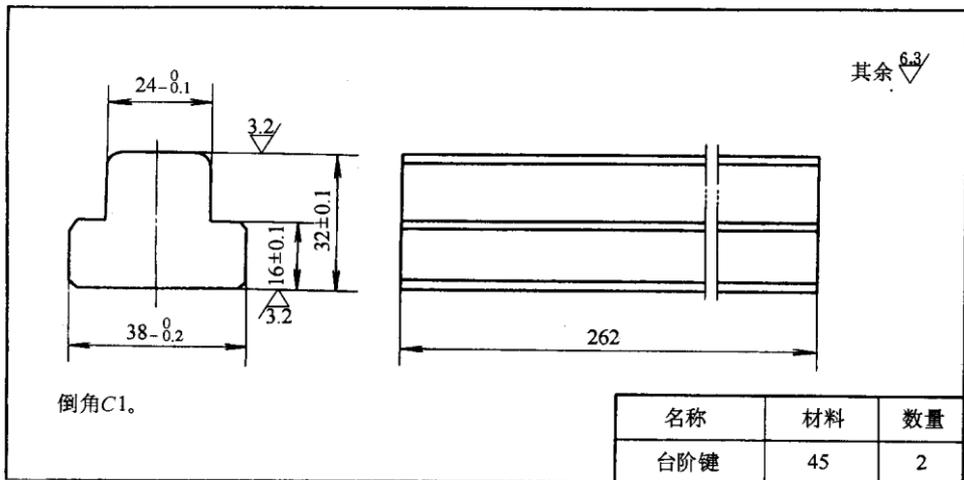


图 C-85 铣台阶

四、容易出现的问题和注意事项

(1) 台阶的侧面与工件基准面不平行。原因是用平口钳装夹工件时, 固定钳口没有校正好, 用压板装夹工件时工件没有校正好。

(2) 台阶的底面与工件底面不平行。原因是用平口钳装夹工件时, 选择的垫铁不平行或者工件和垫铁没有擦净, 垫有脏物。

(3) 用三面刃铣刀铣台阶时, 铣出的台阶侧面不平出现凹面。原因是工作台零位不准, 铣刀端面与工作台进给方向不平行。

(4) 台阶面啃伤。原因是工件装夹不牢固, 铣削中松动; 或者未使用的进给机构

没有紧固，铣削中工作台产生窜动现象。

(5) 铣出的台阶表面粗糙度不符合要求。原因是进给量过大，吃刀量过大，或刀具变钝，铣削钢件没有使用切削液。

实训二十八 铣直角沟槽

一、实训教学要求

- (1) 掌握直角沟槽的铣削方法和测量方法。
- (2) 正确选择铣直角沟槽用的铣刀。
- (3) 分析铣直角沟槽时容易产生的质量问题。

二、相关工艺知识

直角沟槽有通槽、半通槽、封闭槽等，见图 C-86。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。

1. 用三面刃铣刀铣通槽(图 1C-87)

(1) 铣刀的选择所选择的三面刃铣刀的宽度 L ，应等于或小于所加工的槽宽 B ，即 $L \leq B$ ；铣刀的直径 D 应大于刀杆垫圈的直径 d 与 2 倍的槽深 H 之和，即 $D > d + 2H$ ，见图 C-88。

(2) 工件的安装与校正一般直角槽加工时可采用平口钳装夹工件。在窄长的工件上铣长直角槽时，平口钳的固定钳口应与铣床主轴轴线垂直安装；在窄长的工件上铣与工件长度方向垂直的直角槽时，平口钳的固定钳口应与铣床主轴轴线平行安装。这样可保证铣出的直沟通槽两侧面与工件的基准侧面平行或垂直。

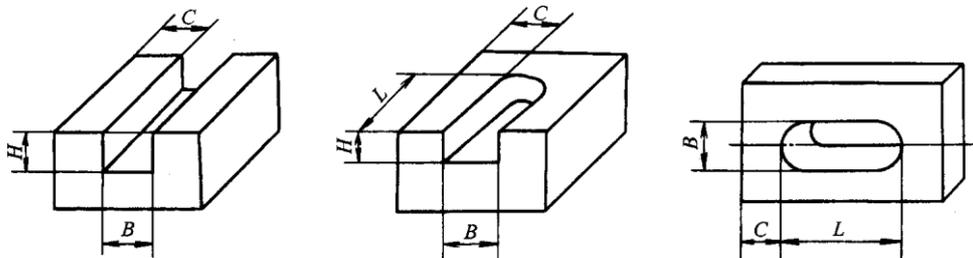


图 C-86 直角沟槽的种类 a) 通槽 b) 半通槽 c) 封闭槽

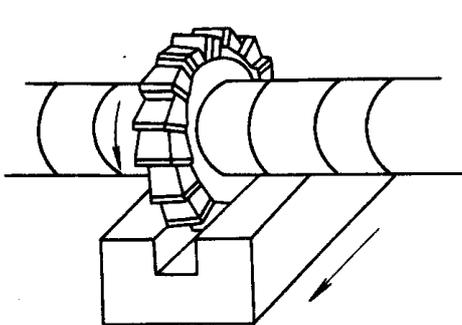


图 C-87 用三面刃铣刀铣直角通槽

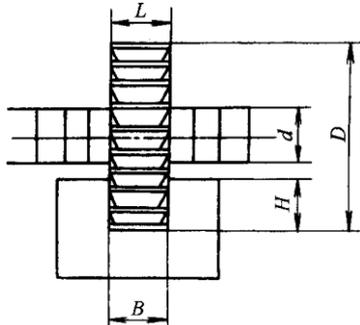


图 1C-88 铣刀选择

(3) 对刀方法

1) 划线对刀法在工件加工部位划出直角槽的尺寸、位置线，装夹校正工件后，调整机床，使铣刀端面刃对准工件上所划的宽度线，将横向进给紧固，分次进给铣出直角通槽。

2) 侧面对刀法装夹校正工件后，调整机床，使回转中的铣刀端面刃轻擦工件侧面贴纸，垂直降落工作台，横向移动工作台一个铣刀宽度 L 加工工件侧面到槽侧距离 C 的位移量 A ， $A=L+C$ ，将横向进给紧固，调整好吃刀量，铣出直角通槽，见图 C-89。

2. 用立铣刀铣半通槽和封闭槽(图 C-90、图 C91) 用立铣刀铣半通槽时，所选择的立铣刀直径应等于或小于槽的宽度。由于立铣刀刚性较差，铣削时容易产生“偏让”现象，加工的槽深度较深时，应分几次铣到要求深度，以免因受力过大引起铣刀折断，深度铣好后，再将槽两侧扩铣到尺寸。扩铣时应避免顺铣，防止损坏铣刀和啃伤工件。

用立铣刀铣穿通的封闭槽时，因立铣刀端面切削刃没有全部通过刀具中心，不能垂直进给切削工件，所以铣削前，应在封闭槽的一端预钻一个直径略小于立铣刀直径的落刀孔，由此孔落口铣削，见图 C-91。

3. 用键槽铣刀铣半通槽和封闭槽精度较高、深度较浅的半通槽和封闭槽，可用键槽铣刀铣削。键槽铣刀的端面切削刃能在垂直进给时切削工件，因此用它加工穿通的封闭槽，可不必预钻落刀孔。

4. 直角沟槽的测量尺寸精度较高的槽可用极限量规检验。直角沟槽的对称度，可用游标卡尺、千分尺或杠杆百分表检验。用杠杆百分表检验对称度时，工件分别以侧面 A、B 为基准面，放在平板平面上，使表的触头触在槽的侧面上，移动工件检测，指针读数的最大差值即为对称度误差，见图 C-92。

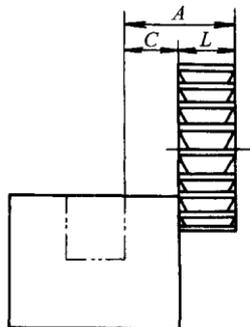


图 C-89 侧面对刀铣直角通槽

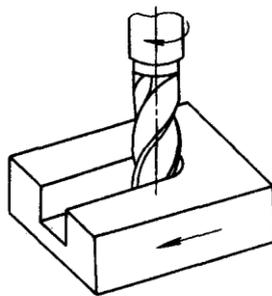


图 C-90 用立铣刀铣半通槽

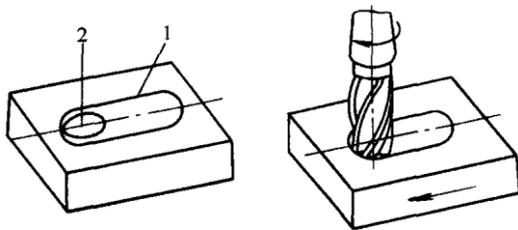


图 C-91 用立铣刀铣封闭槽 1、封闭槽加工线 2、预钻落刀孔

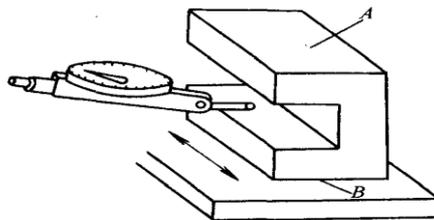


图 C-92 用杠杆百分表检测沟槽的对称度

三、看图和确定加工步骤

1. 铣直角通槽(图 C-93)加工步骤:

- (1) 安装平口钳, 校正固定钳口与铣床主轴轴心线平行。
- (2) 选择并安装铣刀(选择 $\phi, 80\text{mm} \times 10\text{mm}$ 三面刃铣刀)。
- (3) 在工件上划出槽尺寸、位置线。
- (4) 安装并校正工件。
- (5) 铣宽度 $24^{+0.1}_0\text{mm}$ 、深度 $11^{+0.1}_0\text{mm}$ 的槽。

- (6) 换装工件, 铣两个宽 $12^{+0.1}_0\text{mm}$ 、深 $80^{+0.2}_0\text{mm}$ 的槽。
- (7) 测量, 卸下工件。

2. 铣封闭槽(图 C-94)加工步骤:

- (1) 校正平口钳的固定钳口与铣床主轴轴心线垂直。
- (2) 安装万能立铣头, 使主轴轴心线与工作台面垂直。
- (3) 在工件上划出槽的尺寸位置线, 钻孔位置线。
- (4) 安装并校正工件。
- (5) 安装钻头, 钻落刀孔(选择 $\phi 13\text{mm}$ 的钻头)
- (6) 选择并安装铣刀(选择 $\phi 14\text{mm}$ 的立铣刀)。
- (7) 对刀, 紧住横向进给。
- (8) 分数次吃深铣出封闭槽。
- (9) 测量, 卸下工件。

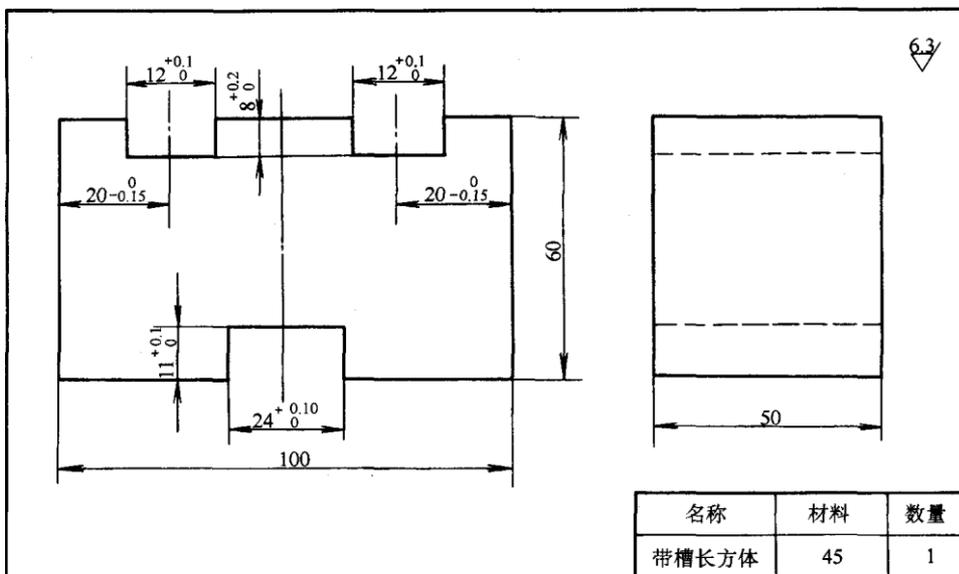


图 C-93 铣直角通槽

四、容易产生的问题和注意事项

1. 铣出的槽尺寸不符合图样要求有以下原因:

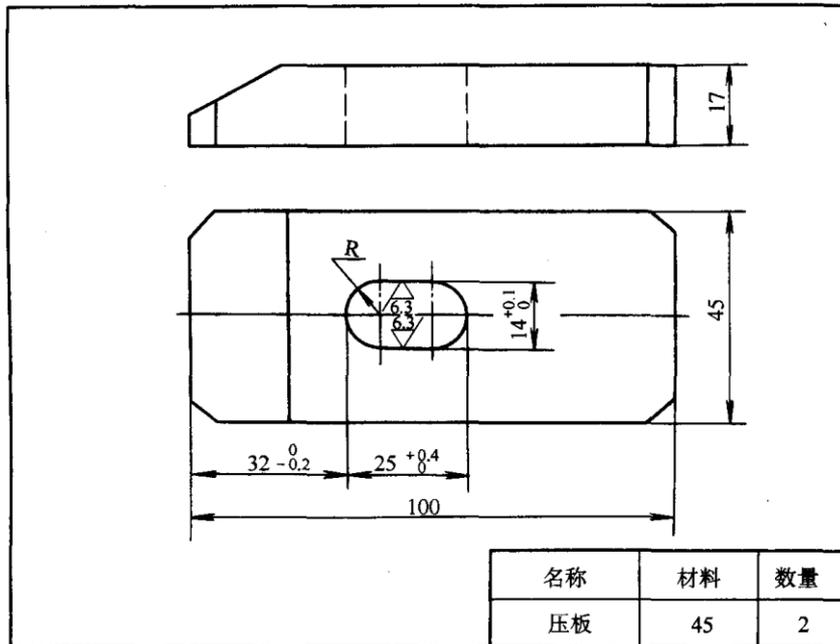


图 C-94 铣封闭槽

- (1) 选择的铣刀尺寸不正确，使槽的尺寸铣错。
- (2) 铣刀切削刃的圆跳动和端面跳动过大，使槽的尺寸铣大。
- (3) 用立铣刀铣削时，产生“让刀”现象，或来回数次进给切削工件，将槽宽铣大。

(4) 测量尺寸时有误，或摇错刻度盘数值，使槽宽尺寸铣大。

2. 沟槽的形状、位置精度不符合图样要求有以下原因：

(1) 槽两侧与工件中心不对称。主要是对刀时对偏；扩铣两侧时将槽铣偏；测量尺寸时不正确，将槽铣偏。

(2) 槽侧面与工件侧面不平行，槽底面与工件底面不平行。原因是平口钳的固定钳口没校正好；选择的垫铁不平行；装夹工件时没校正好。

(3) 槽的两侧出现凹面。原因是工作台零位不准，用三面刃铣刀铣削时，沟槽两侧出现凹面，两侧不平行。

3. 槽的表面粗糙度不符合图样要求原因与前面课题中分析相同。

4. 注意事项

(1) 使用直柄铣刀时，应装夹牢固，以免铣削中松动。

(2) 使用直径较小的立铣刀，工作台进给不能过大，以免产生严重的“让刀”现象。

(3) 洁除切屑时府用小毛刷。

实训二十九 在钻铣床上钻孔

一、实训教学要求

- (1) 了解麻花钻的几何角度，熟悉麻花钻的刃磨方法。
- (2) 正确选择钻头及钻孔时的切削用量。
- (3) 掌握在钻铣床上钻孔的方法。
- (4) 分析钻孔时出现的质量问题。

二、相关工艺知识

用麻花钻头在实体工件上加工孔的方法称为钻孔，见图 C-95 和图 C-96。钻孔的精度一般可达到 IT12~IT11，表面粗糙度 Ra 值可达到 12.5~6.3 μm。

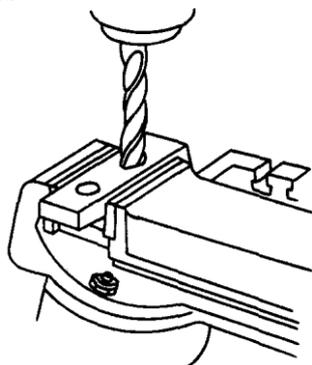


图 C-95 用平口钳装夹工件钻孔

1. 麻花钻头的选择应根据图样上钻孔直径来确定，一般在铣床上钻孔直径小于 12mm 时，选择直柄麻花钻头。而孔径大于 12.5mm 时，则选择莫氏锥柄钻头。在铣床上钻孔当孔径小于 25mm 时，应选择钻头直径与孔径相等的钻头，一次钻至尺寸。如孔径大于 25mm 时，可采用分次钻孔的方法，先用直径 15mm 钻头钻底孔，然后再用等于钻孔直径的钻头，扩钻至孔径尺寸。

2. 钻孔切削用量的选择

(1) 钻削速度 V_c 的选择 钻削速度主要根据被钻孔的工件材料和钻孔的表面粗糙度要求以及钻头的寿命来确定。一般在铣床上钻孔，

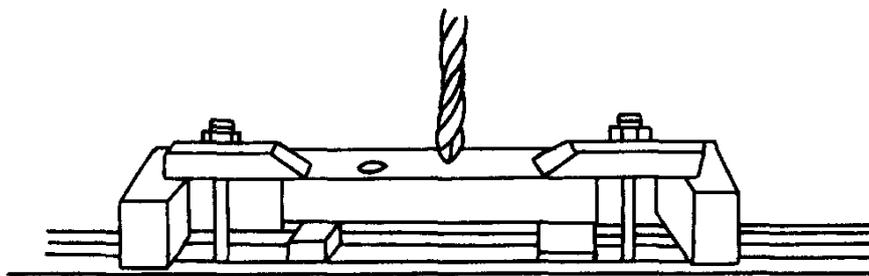


图 C-96 用压板、螺栓装夹工件钻孔

由于工件做进给运动，因此钻削速度应选低些。另外，当钻孔直径较大时，也应在钻削速度规范之内选择低些。钻削速度的选择，见表 C-5。

表 C-5 钻削速度 V_c 选用表 (单位: m/min)

加工材料	V_c	加工材料	V_c
低碳钢	25~30	铸铁	20~25
中、高碳钢	20~25	铝合金	40~70
合金钢、不锈钢	15~20	铜合金	20~40

(2) 进给量 f 的选择 进给量的选择与钻孔直径的大小、工件材料及钻孔质量

等有关。在铣床上钻孔一般采用手动进给，但也可采用机动。每转进给量 f ，在加工铸铁和有色金属材料时为 $0.15 \sim 0.5 \text{ mm/r}$ ，加工钢材时可取 $0.1 \sim 0.35 \text{ mm/r}$ 。

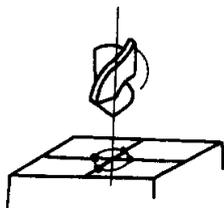
3. 麻花钻头的安装和拆卸 钻孔时，钻头要固定于铣床主轴锥孔中。直柄钻头，应用钻夹头夹紧；锥柄钻头则用锥度过度套装夹紧固，安装时，先将钻头的锥柄擦拭干净，钻舌对准钻套的卸钻槽，将其楔紧。然后再装于铣床主轴锥孔中，并用拉紧螺栓旋紧。钻孔完毕，可将楔铁置于钻套的卸钻槽中，用锤子敲击楔铁，即可卸下钻头。

4. 在铣床上钻孔的方法

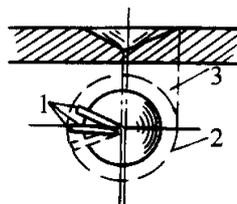
(1) 按划线钻孔按图样上孔的位置尺寸要求，在工件上划出孔的中心位置线和孔径尺寸线，并在孔的中心位置及孔的圆周上打样冲眼。较小的工件可用平口钳装夹，见图 C-95；较大的工件可用压板、螺栓装夹，见图 C-96。

钻削时，先调整好主轴转速，移动工件使麻花钻轴线与工件中心重合（目测），然后试钻少许成一浅孔，观察是否偏心。若偏心时应重新进行校准。校准时，可在浅孔坑与划线距离较大处錾几条浅槽，如图 C-97b 所示。校准并落钻再试钻，待对准后即可开始钻孔至尺寸。

(2) 靠刀法钻孔孔对基准的孔距公差要求较严时，用划线法钻孔不易控制，此时可利用铣床的纵向、横向手轮刻度，采用靠刀法对刀。如钻削图 C-98 所示工件，先将平口钳固定钳口校正与纵向进给方向平行（或垂直），工件装夹好后用标准圆棒或中心钻装夹在钻夹头中，使标准圆棒外圆与工件一基准刚好靠到后，摇进距离 S_1 ，再靠另一基准后摇过距离 S ，即可对好孔的中心位置。



(a)



(b)

图 C-97 按划线钻孔

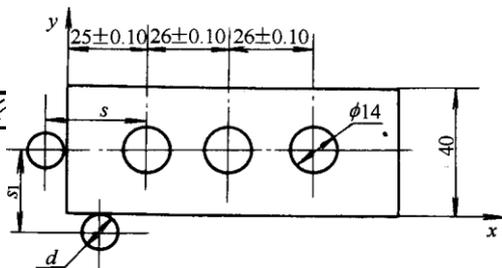


图 C-98 用靠刀法移距确定孔的中心位置

1-錾槽校正钻偏的孔 2-钻偏的孔坑 3-被钻孔的控制线

为了保证孔距公差，可先用中心钻钻出定位导向孔，然后再用麻花钻钻孔就不会产生偏移。

一个孔钻削完后，将工作台移动一个中心距，再以同样的方法钻另一个孔，依次完成各孔的加工，孔距公差则容易得到保证。

(3) 用分度头或回转工作台装夹工件钻孔

1) 在分度头上分度钻孔直径较小的盘类工件，钻孔位置精度要求又较高时，可安装在分度头上分度钻孔。钻孔前，先校正分度头主轴轴线与立铣头主轴轴线平行，并平行于工作台台面，两主轴轴线要处于同一轴向平面内，并校正工件的径向和端

面圆跳动合乎要求。然后将升降台和横向进给固紧，以保证钻孔正确，按要求分度和纵向进给钻孔见图 C-99。

2) 在回转工作台上装夹工件钻孔工件直径较大时，可将工件用压板装夹在回转工作台上钻孔，见图 C-100。安装回转工作台并校正其主轴轴线与立铣头主轴轴线同轴，然后装夹、校正工件与回转工作台同轴，移动工作台等于圆半径的距离，使钻头轴线对准被钻孔中心，将工作台纵、横向固紧，用升降台进给钻孔。

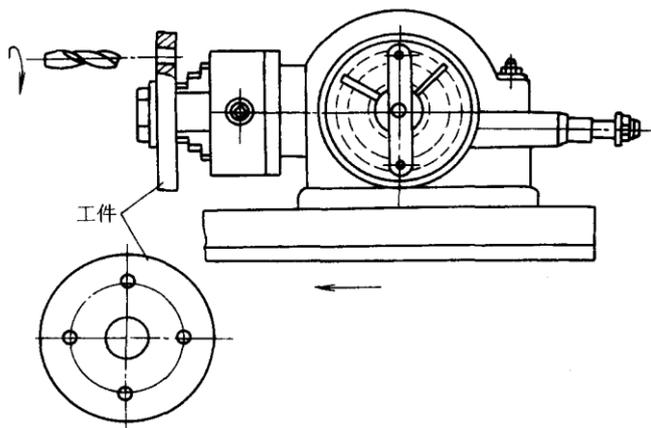


图 C-99 用分度头装夹工件钻孔

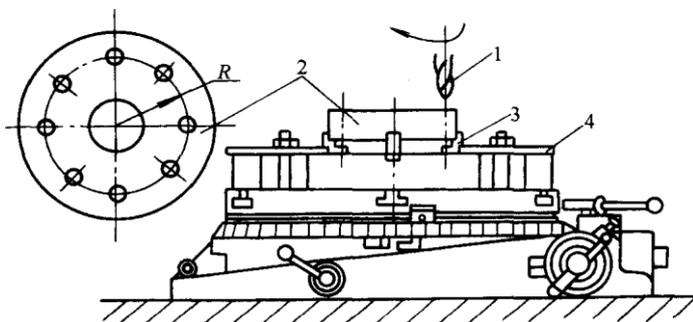


图 C-100 在回转工作台上装夹工件钻孔

1-钻头 2-工件 3-三爪自定心卡盘 4-压板

三、看图和确定加工步骤

1. 钻孔板上孔(图 C-101)

加工步骤:

- (1) 按图样要求，划出各孔的中心位置线和孔径尺寸线，并打样冲眼，且位置应准确。
- (2) 安装平口钳，校正固定钳口使其平行于工作台纵向进给方向，然后装夹工件，装夹时，应使工件底面与钳身导轨面离开一定的距离，以防钻孔时损伤导轨面。
- (3) 按孔径尺寸选好麻花钻，用钻夹头和锥套安装于立铣头主轴孔中(先安装 $\phi 8\text{mm}$ 麻花钻)。
- (4) 调整主轴转速为 $750\text{r}/\text{min}$ ，然后纵向、横向移动工作台，使钻头轴线对准被钻孔中心，将工作台纵向、横向进给紧固，即可开机，手动升降台进给钻第一个孔。

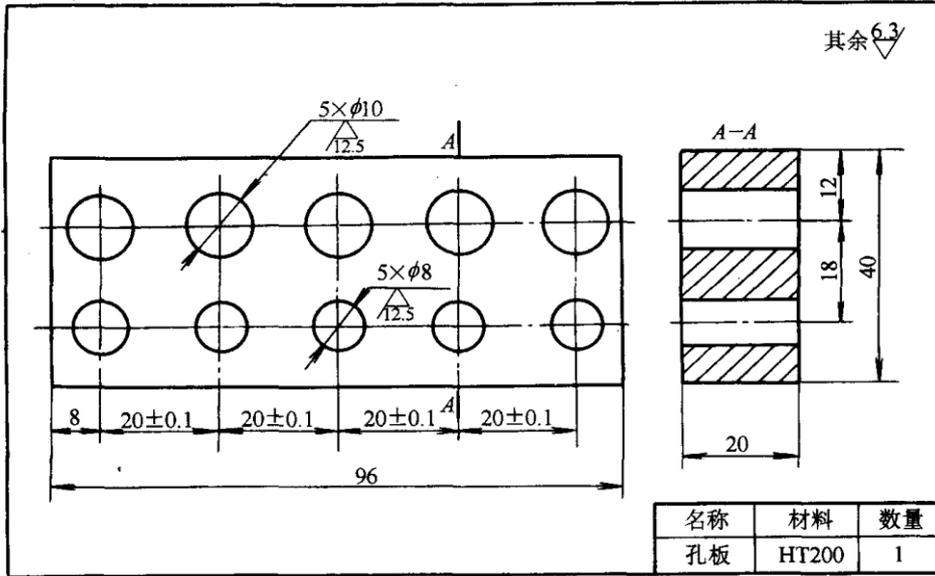


图 C-101 钻孔板上孔

(5)纵向移动工作台 20mm，钻第二个孔。同样操作分别钻出其他的 $\phi 8\text{mm}$ 的孔。

(6)更换 10mm 麻花钻，横向移动工作台 18mm，钻 10mm 的第一个孔。

(7)纵向移动工作台，保证孔距 $20\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ，依次钻出其余各个 $\phi 10\text{mm}$ 孔。

2. 钻圆盘上孔(图 C-102)

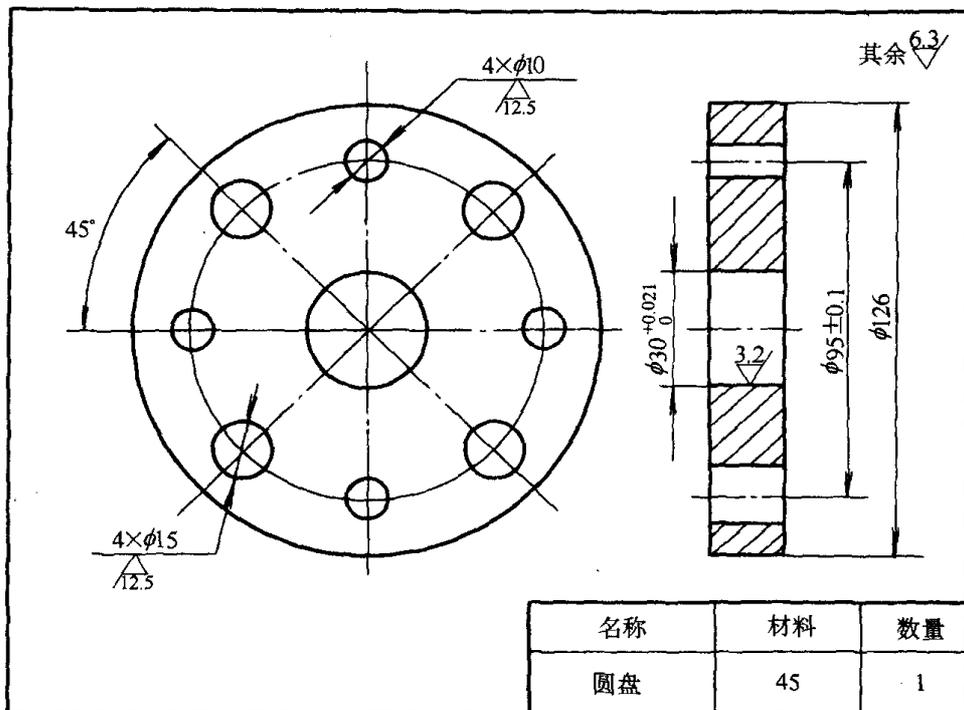


图 C-102 钻圆盘上孔

加工步骤:

(1) 检查坯件尺寸是否符合要求。

(2) 安装分度头, 校正立铣头主轴轴线与分度头主轴轴线平行, 并平行于工作台台面, 使两主轴轴线处于同一轴向平面内, 调整并用外径千分尺测量两轴线间距离为 $47.5\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$, 紧固横向进给和升降台。

(3) 选用 $\phi 10\text{mm}$ 钻头, 用钻夹头紧固在主轴的锥孔中, 并调整机床主轴转速为 $600\text{r} / \text{min}$ 。

(4) 工件以内孔 $\phi 30^{+0.021}_0\text{mm}$ 定位, 用心轴安装在分度头主轴锥孔中。

(5) 开机, 手动纵向进给, 先分度钻 4 个 $\phi 10\text{mm}$ 孔, 用游标卡尺检测中心距, 合格后, 换上 $\phi 14\text{mm}$ 的麻花钻, 转动分度头 45° , 依次分度钻出 4 个 $\phi 15\text{mm}$ 的孔。

四、容易产生的问题和注意事项

(1) 选择钻头直线性要好, 切削刃要锋利, 对称, 无崩刃、裂纹、退火等缺陷。

(2) 钻削时, 应经常退出钻头, 排除切屑, 以防切屑堵塞而折断钻头。

(3) 划线、打样冲眼要准确, 钻头横刃不能太长, 减小进给量, 防止钻孔位置发生偏移。

(4) 进给量不能太大, 否则孔的表面粗糙度值会增大。

(5) 钻孔接近终了时, 要将机动进给转为手动进给, 减小进给量, 防止钻头出孔时折断。

(6) 钻头用钝后应及时刃磨, 不要用过钝的钻头钻孔。